



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011109259/08, 24.09.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.09.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

25.09.2008 JP 2008-246509**16.09.2009 JP 2009-214046**(43) Дата публикации заявки: **20.09.2012** Бюл. № 26(45) Опубликовано: **10.07.2013** Бюл. № 19(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2320091 C2, 20.03.2008. WO 2004049495 A1, 10.06.2004. US 6380825 B1, 30.04.2002. US 2003027530 A1, 06.02.2003.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **11.03.2011**(86) Заявка РСТ:
JP 2009/066511 (24.09.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/135740 (01.04.2010)

Адрес для переписки:

**109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"**

(72) Автор(ы):

КАВАСАКИ Кенити (JP)

(73) Патентообладатель(и):

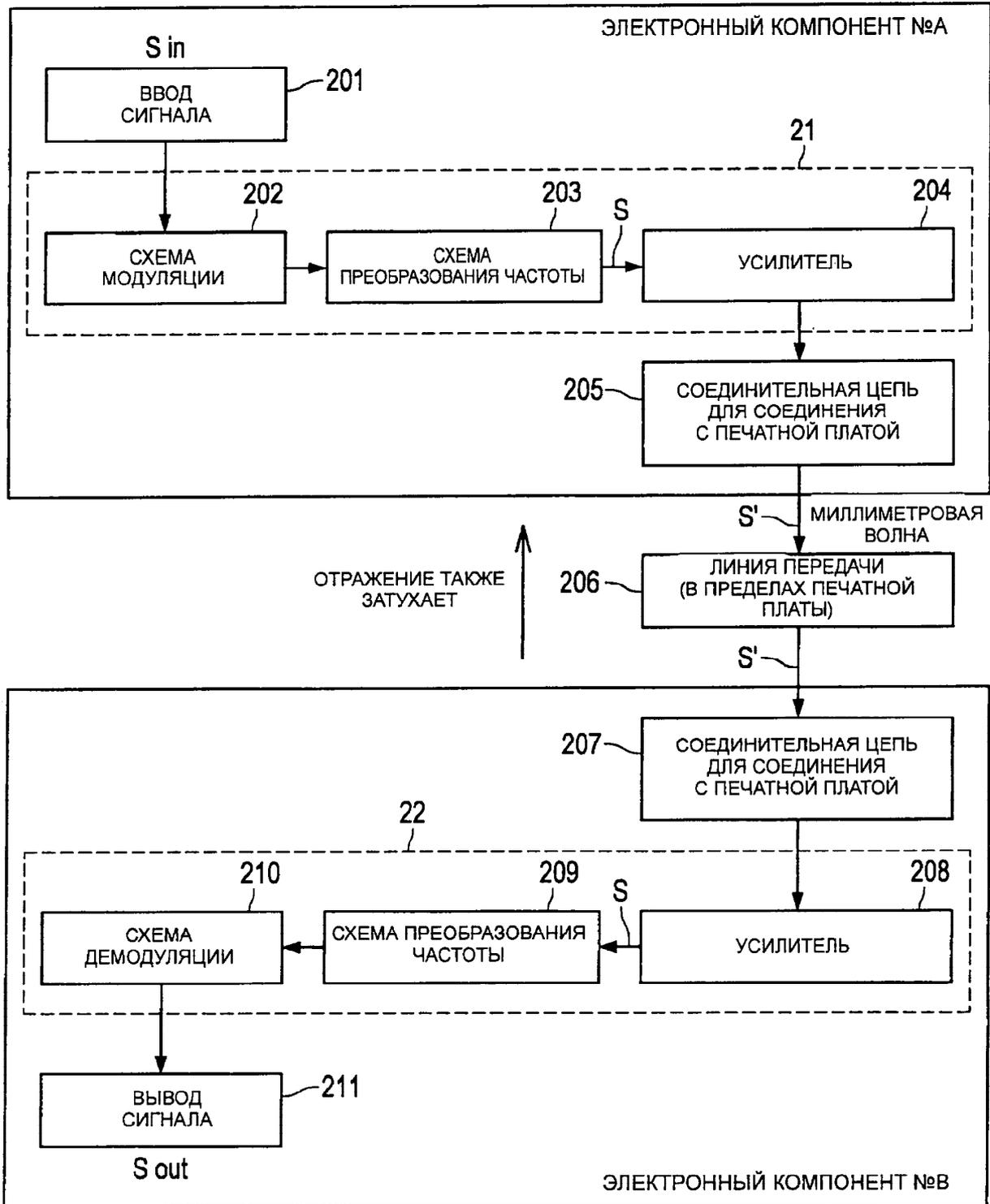
СОНИ КОРПОРЕЙШН (JP)**(54) УСТРОЙСТВО, СПОСОБ И СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ВОЛНЫ**

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к технологии передачи/приема сигнала миллиметровой волны. Устройство включает в себя: модуль генерирования сигнала, генерирующий сигнал миллиметровой волны путем обработки сигналов для входного сигнала; соединительную цепь, передающую электромагнитную волну из сигнала миллиметровой волны, генерируемого модулем генерирования сигнала, на один конец печатной платы; соединительную цепь, принимающую электромагнитную волну из сигнала миллиметровой волны, из другого

конца печатной платы; и модуль генерирования сигнала, который генерирует выходной сигнал путем обработки сигналов, состоящих из сигнала миллиметровой волны из электромагнитной волны, принимаемой соединительной цепью. Печатная плата состоит из диэлектрического материала, тангенс диэлектрических потерь которого относительно велик, и линия передачи, выполняющая функцию канала передачи миллиметровой волны, выполнена в пределах этой печатной платы. Технический результат изобретения заключается в передаче сигналов с чрезвычайно высокой скоростью через

100



RU 2 4 8 7 4 4 6 C 2

RU 2 4 8 7 4 4 6 C 2

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011109259/08, 24.09.2009**

(24) Effective date for property rights:
24.09.2009

Priority:

(30) Convention priority:
25.09.2008 JP 2008-246509
16.09.2009 JP 2009-214046

(43) Application published: **20.09.2012 Bull. 26**

(45) Date of publication: **10.07.2013 Bull. 19**

(85) Commencement of national phase: **11.03.2011**

(86) PCT application:
JP 2009/066511 (24.09.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/135740 (01.04.2010)

Mail address:
109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent"

(72) Inventor(s):
KAVASAKI Keniti (JP)

(73) Proprietor(s):
SONI KORPOREJShN (JP)

(54) **APPARATUS, METHOD AND SYSTEM OF TRANSMITTING MILLIMETRE WAVES**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.
SUBSTANCE: apparatus includes: a signal generating unit which generates a millimetre wave signal via signal processing for the input signal; a coupling circuit which transmits an electromagnetic wave from the millimetre wave signal generated by the signal generating unit to one end of a printed-circuit board; a coupling circuit which receives the electromagnetic wave from the millimetre wave signal from the other end of the printed-circuit board; and a signal generating module which generates an output signal by processing signals

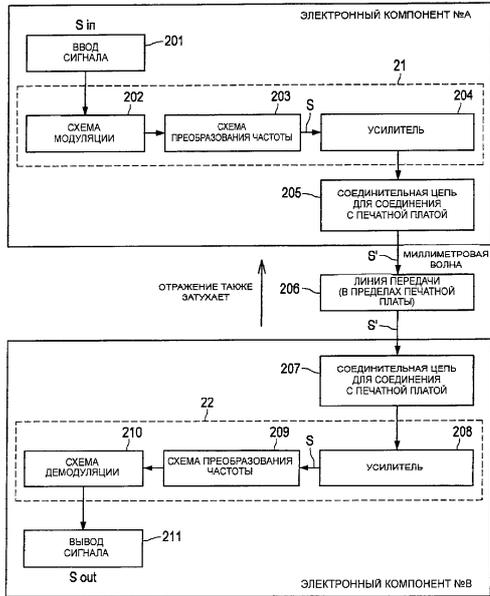
consisting of the millimetre wave signal from the electromagnetic wave received by the coupling circuit. The printed-circuit board consists of dielectric material, the dielectric loss tangent of which is relatively high, and a transmission line which performs the function of a millimetre wave transmission channel is made on said printed-circuit board.

EFFECT: transmission of signals at an extremely high speed through a printed-circuit board having a pre-assigned dielectric constant.

19 cl, 29 dwg

RU 2 487 446 C2

RU 2 487 446 C2



Фиг. 1

RU 2 4 8 7 4 4 6 C 2

RU 2 4 8 7 4 4 6 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству передачи миллиметровой волны, способу передачи миллиметровой волны и к системе передачи миллиметровой волны.

Уровень техники

5 Что касается технологии для передачи/приема сигнала миллиметровой волны, в Патентной литературе 1 раскрыта диэлектрическая волноводная линия. Такая диэлектрическая волноводная линия включает в себя пару основных проводящих
10 слоев, две линии сквозных отверстий и слои вспомогательного проводника, в которой основные слои проводника формируют параллельно диэлектрику, расположенному между ними. Группы сквозных отверстий сформированы через интервал, равный или короче, чем длина волны среза в направлении передачи сигналов для электрического
15 соединения основных слоев проводника. Слои вспомогательного проводника соединены с группами сквозных отверстий и сформированы параллельно слоям основного проводника.

Когда электрический сигнал передают, используя область волновода, окруженную
20 слоями основного проводника, группы сквозных отверстий и слои вспомогательного проводника в волноводной линии диэлектрика, по меньшей мере, одного из основных слоев проводника сформированы с отверстиями в виде пазов для электромагнитного соединения с линией передачи высокой частоты. Линия передачи высокой частоты
25 составлена микрополосковой линией и сформирована в положении, противоположном отверстиям в виде пазов. Когда линия диэлектрического волновода изготовлена, как описано выше, становится просто обеспечить электромагнитную
30 связь с другой линией высокочастотной линии передачи, и сигнал может быть передан. Кроме того, может быть предусмотрена волноводная линия, имеющая стабильные характеристики от микроволновой волны до миллиметровой волны.

Что касается технологии для передачи/приема сигнала с миллиметровой длиной
35 волны, в Патентной литературе 2 раскрыта система передачи миллиметровой волны беспроводного типа. Система передачи миллиметровой волны включает в себя средство передачи миллиметровой волны, средство приема миллиметровой волны и средство отражения, в котором средство передачи миллиметровой волны включает в
40 себя передающую антенну, имеющую заданную направленность, и средство излучения света. Средство передачи миллиметровой волны передает сигнал в полосе миллиметровой волны. Средство приема миллиметровой волны принимает сигнал миллиметровой волны из средства передачи миллиметровой волны. Средство
45 отражения выполнено с возможностью отражения волны сигнала, излучаемой из средства передачи миллиметровой волны, и отражения света таким образом, что волна отраженного сигнала падает на средство приема миллиметровой волны. Учитывая описанные выше условия, средство передачи миллиметровой волны расположено с установкой средства излучения света практически параллельно
50 выходной оси передающей антенны таким образом, что средство излучения света излучает луч света в том же направлении, что и у волны сигнала.

Для регулирования исходного положения средства отражения угол передающей
55 антенны регулируют с помощью визуальной проверки таким образом, чтобы луч света, излучаемый параллельно выходной оси антенны передачи, падал на средство отражения. В соответствии с этим угол установки средства отражения можно регулировать таким образом, чтобы луч света, отраженный средством отражения, падал на приемную антенну. Когда система передачи миллиметровой волны выполнена, как описано выше, исходное направление средства отражения может

легко регулировать один человек.

Список литературы

Патентная литература

Патентная литература 1: JP 2004-104816 (А) (страница 4, фиг.1)

5 Патентная литература 2: JP 2005-244362 (А) (страница 5, фиг.1)

Сущность изобретения

Техническая задача

10 Назначение настоящего изобретения состоит в том, чтобы предоставить удобный механизм для передачи сигнала в полосе миллиметровой волны при уменьшении интерференции в электронном устройстве.

Решение задачи

15 Устройство передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением включает в себя модуль генерирования первого сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты входного сигнала, предназначенного для передачи, и модуль генерирования второго сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования выходного сигнала, соответствующего входному сигналу, предназначенному для передачи.

20 Печатная плата состоит из диэлектрического материала и включает в себя модуль генерирования первого сигнала и модуль генерирования второго сигнала. Кроме того, печатная плата используется как канал передачи миллиметровой волны между модулем генерирования первого сигнала и модулем генерирования второго сигнала.

25 Вкратце, в устройстве передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением элементы на стороне передачи и на стороне приема, относящиеся к передаче миллиметровой волны, установлены на одной и той же печатной плате, и эта печатная плата выполнена так, чтобы ее можно было использовать как канал передачи миллиметровой волны.

30 Например, канал передачи миллиметровой волны, предназначенный для передачи электромагнитной волны на основе сигнала миллиметровой волны, выполнен таким образом, что область передачи определена на печатной плате, и сигнал миллиметровой волны передают таким образом, что этот сигнал миллиметровой волны экранируется в этой определенной области передачи печатной платы.

35 Устройство передачи миллиметровой волны включает в себя соединительный модуль первого сигнала, предназначенный для передачи сигнала миллиметровой волны, генерируемого модулем генерирования первого сигнала, в один конец печатной платы, и соединительный модуль второго сигнала, предназначенный для приема сигнала миллиметровой волны из другого конца печатной платы. Каждый из соединительного модуля первого сигнала и соединительного модуля второго сигнала выполнены из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны сигнала миллиметровой волны.

45 Модуль генерирования первого сигнала и соединительный модуль первого сигнала предпочтительно размещены в первом электронном компоненте. Соединительный модуль второго сигнала и модуль генерирования второго сигнала предпочтительно размещены во втором электронном компоненте. Первый электронный компонент и второй электронный компонент предпочтительно установлены на одной и той же печатной плате.

50 Электронный компонент, используемый для обработки сигналов в области основной полосы пропускания входного сигнала и выходного сигнала, может быть

установлен на печатной плате между первой областью печатной платы, включающей в себя модуль генерирования первого сигнала и соединительный модуль первого сигнала, и второй областью печатной платы, включающей в себя модуль генерирования второго сигнала и соединительный модуль второго сигнала.

5 Например, модуль генерирования первого сигнала включает в себя схему модуляции, и схема модуляции модулирует входной сигнал. Модуль генерирования первого сигнала выполняет модуляцию частоты для сигнала, модулированного схемой модуляции, и генерирует сигнал миллиметровой волны. Соединительный
10 модуль первого сигнала передает сигнал миллиметровых волн, генерируемый модулем генерирования первого сигнала, в один конец физического объекта.

Соединительный модуль второго сигнала принимает сигнал миллиметровых волн из другого конца физического объекта. Этот сигнал передают в пределах физического объекта из антенного элемента, составляющего соединительный модуль первого
15 сигнала и имеющего длину, заданную на основе длины волны сигнала миллиметровой волны, и электромагнитную волну на основе сигнала принимают с помощью антенного элемента, составляющего соединительный модуль со вторым сигналом и имеющего ту же длину.

20 Например, модуль генерирования второго сигнала имеет схему демодуляции и выполняет преобразование частоты для сигнала миллиметровой волны. После этого модуль генерирования второго сигнала генерирует выходной сигнал, соответствующий входному сигналу, демодулированному схемой демодуляции.

25 Печатная плата предпочтительно составлена, по меньшей мере, из одного из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, акриловой смолы и полиэтиленовой смолы. Эти смолы имеют относительно большие значения тангенса диэлектрических потерь.

30 В физическом объекте, обладающем большими потерями, потери при передаче увеличиваются, но отраженная волна затухает по мере увеличения несущей частоты. Поэтому сигнал может быть передан с чрезвычайно высокой скоростью передачи через физический объект, имеющий большие потери.

Способ передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением включает в себя этапы генерирования сигнала миллиметровой волны после
35 выполнения преобразования частоты входного сигнала, предназначенного для передачи, передачи сигнала миллиметровой волны в один конец физического объекта, и передачи электромагнитной волны на основе сигнала миллиметровой волны в пределах физического объекта, приема сигнала миллиметровой волны на основе
40 электромагнитной волны, полученной из другого конца физического объекта, и демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования выходного сигнала, соответствующего входному сигналу, предназначенному для передачи.

45 В способе передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением физический объект, передающий электромагнитную волну на основе сигнала миллиметровой волны, сформирован из того же диэлектрического материала, что и печатная плата, состоящая из диэлектрического материала, имеющего элемент цепи для обработки сигнала миллиметровой волны.

50 Система передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением включает в себя элемент передачи первой миллиметровой волны, включающий в себя модуль генерирования первого сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты первого входного сигнала, предназначенного для передачи, модуль генерирования второго сигнала,

предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования первого выходного сигнала, соответствующего первому входному сигналу, предназначенному для передачи, и первую печатную плату, состоящую из диэлектрического материала и включающую в себя модуль генерирования первого сигнала и модуль генерирования второго сигнала, в которой первая печатная плата используется как канал передачи миллиметровой волны между модулем генерирования первого сигнала и модулем генерирования второго сигнала, элемент передачи второй миллиметровой волны включает в себя модуль генерирования третьего сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты второго входного сигнала, предназначенного для передачи, модуль генерирования четвертого сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования второго выходного сигнала, соответствующего второму входному сигналу, предназначенному для передачи, и вторую печатную плату, составленную из диэлектрического материала и включающую в себя модуль генерирования третьего сигнала и модуль генерирования четвертого сигнала, в которой вторая печатная плата используется как канал передачи миллиметровой волны между модулем генерирования третьего сигнала и модулем генерирования четвертого сигнала, и соединительную среду, предназначенную для соединения элемента передачи первой миллиметровой волны и элемента передачи второй миллиметровой волны и распространения электромагнитной волны на основе сигнала миллиметровой волны.

Вкратце, система передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением включает в себя множество устройств передачи миллиметровой волны в соответствии с настоящим изобретением и соединительную среду, предназначенную для их объединения и передачи электромагнитной волны на основе сигналов миллиметровой волны.

Предпочтительные эффекты изобретения

В соответствии с настоящим изобретением сигнал в полосе миллиметровой волны может быть удобно передан в электронном устройстве с меньшей степенью взаимных помех. Печатная плата, имеющая элементы на стороне передачи и на стороне приема, относящиеся к передаче миллиметровой волны, также используется как физический объект, функционирующий как канал передачи миллиметровой волны, поскольку электромагнитную волну между передачей и приемом, основанным на сигнале миллиметровой волны, передают с экранированием в пределах печатной платы.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 100 передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления.

На фиг.2А показана пояснительная схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 100 передачи миллиметровой волны на печатной плате 10.

На фиг.2В показан вид в поперечном сечении, иллюстрирующий примерную конфигурацию устройства 100 передачи миллиметровой волны на печатной плате 10.

На фиг.3 показана принципиальная схема, иллюстрирующая примерную внутреннюю конфигурацию усилителя 204 и т.п.

На фиг.4 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример характеристики полосы пропускания Ia' усилителя 204.

На фиг.5 показана принципиальная схема для моделирования, иллюстрирующая пример передачи миллиметровой волны в устройстве 100 передачи миллиметровой

волны.

На фиг.6 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример потерь и пример отражений линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак).

На фиг.7 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример потерь и пример отражения линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы.

На фиг.8А показана блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая пример передачи данных из электронного компонента №А в электронный компонент №В в устройстве 100 передачи миллиметровой волны.

На фиг.8В показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 1 высокочастотной передачи в соответствии с первым сравнительным примером.

На фиг.8С схематично показана форма колебаний, иллюстрирующая пример передачи высокоскоростного сигнала в основной полосе пропускания.

На фиг.8D показан спектр в основной полосе пропускания (частотная характеристика) высокоскоростного сигнала в основной полосе пропускания.

На фиг.9А схематично показана форма колебаний, иллюстрирующая пример передачи сигнала S в полосе миллиметровых волн после преобразования частоты.

На фиг.9В показан спектр (частотная характеристика) сигнала S в полосе миллиметровых волн после преобразования частоты.

На фиг.10 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию системы 200 передачи миллиметровых волн в соответствии со вторым вариантом осуществления.

На фиг.11 показан вид сверху, иллюстрирующий примерную компоновку четырех электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 200 передачи миллиметровых волн.

На фиг.12А показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерное воплощение линий 206, 226 передачи и электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 200 передачи миллиметровых волн.

На фиг.12В показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию системы 20 передачи высокочастотного сигнала в соответствии со вторым сравнительным примером.

На фиг.13 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию системы 300 передачи миллиметровых волн в соответствии с третьим вариантом осуществления.

На фиг.14 показан вид сверху, иллюстрирующий примерную компоновку волноводной структуры 341 и четырех электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 300 передачи миллиметровой волны.

На фиг.15 показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерное воплощение волноводной структуры 341, линии 306, 326 передачи и электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 300 передачи миллиметровой волны.

На фиг.16 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 400 передачи миллиметровой волны в соответствии с четвертым вариантом осуществления.

На фиг.17 показана схема, иллюстрирующая пример частотного диапазона в устройстве 400 передачи миллиметровой волны.

На фиг.18 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию

устройства 500 передачи миллиметровой волны в соответствии с пятым вариантом осуществления.

На фиг.19 показана блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая пример управления усилением в устройстве 500 передачи миллиметровой волны.

На фиг.20 представлен вид сверху, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть I) устройства 600 передачи миллиметровой волны в соответствии с шестым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении вдоль линии X1-X со стрелкой.

На фиг.21 показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть II) устройства 600 передачи миллиметровой волны.

На фиг.22 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример отражающей характеристики и пример характеристики пропускания фильтра высокой частоты устройства 255 в устройстве 600 передачи миллиметровой волны.

На фиг.23 представлен вид сверху, иллюстрирующий примерную конфигурацию устройства 700 передачи миллиметровой волн в соответствии с седьмым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении вдоль линии X2-X2 со стрелкой.

На фиг.24 представлен вид сверху, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть I) устройства 800 передачи миллиметровой волны в соответствии с восьмым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении вдоль линии X3-X3 со стрелкой.

На фиг.25 показан вид сверху, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть II) устройства 800 передачи миллиметровой волны.

На фиг.26 показан вид в поперечном сечении вдоль линии X4-X4 со стрелкой для иллюстрации примерной конфигурации (часть III) устройства 800 передачи миллиметровой волны.

На фиг.27А показан вид в поперечном сечении, иллюстрирующий пример распространения (часть I) электромагнитной волны S' в устройстве 255' фильтра высокой частоты.

На фиг.27В показан вид в поперечном сечении, иллюстрирующий пример распространения (часть I) электромагнитной волны S' в устройстве 255' фильтра высокой частоты.

На фиг.28А показан вид в поперечном сечении, иллюстрирующий пример распространения (часть II) электромагнитной волны S' в устройстве 255' фильтра высокой частоты.

На фиг.28В показан вид в поперечном сечении, иллюстрирующий пример распространения (часть II) электромагнитной волны S' в устройстве 255' фильтра высокой частоты.

На фиг.29 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример отражающей характеристики и пример характеристики пропускания устройства 255' фильтра высокой частоты устройства 800 передачи миллиметровой волны.

Подробное описание изобретения

Ниже будут подробно описаны предпочтительные варианты воплощения настоящего изобретения со ссылкой на приложенные чертежи. Следует отметить, что в данном описании и на чертежах элементы, которые имеют, по существу, одинаковые функцию и структуру, обозначены одинаковыми номерами ссылочных позиций, и повторное их пояснение исключено.

Следующее пояснение будет приведено в представленном ниже порядке.

1. Первый вариант осуществления: основные положения
2. Второй вариант осуществления: множество каналов передачи

3. Третий вариант осуществления: соединение с помощью соединительной среды

4. Четвертый вариант осуществления: добавленная схема (умножение частоты)

5. Пятый вариант осуществления: канал обратной связи

6. Шестой вариант осуществления: микрополосковая линия и волноводная структура

7. Седьмой вариант осуществления: верхний слой заземления и антенная структура

8. Восьмой вариант осуществления: соединительная цепь имеет многослойную структуру

<Первый вариант осуществления>

На фиг.1 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 100 передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления. Устройство 100 передачи миллиметровой волны, показанное на фиг.1, может применяться в устройстве обработки изображения, предназначенном для передачи с высокой скоростью сигнала миллиметровой волны, имеющего несущую частоту от 30 ГГц до 300 ГГц.

Устройство 100 передачи миллиметровой волны включает в себя модуль 21 генерирования первого сигнала, модуль 22 генерирования второго сигнала, разъем 201 ввода сигнала, соединительную цепь 205, предназначенную для соединения с печатной платой 10, как показано на фиг.2В, линию 206 передачи с использованием физического объекта (такого как печатная плата), изготовленного из диэлектрического материала, соединительную цепь 207 для соединения с печатной платой 10 и разъем 211 вывода сигнала. Модуль 21 генерирования сигнала и модуль 22 генерирования сигнала состоят из устройств типа CMOS-IC, то есть представляют собой примеры полупроводниковых интегральных схем. Эти элементы расположены в электронном устройстве.

Модуль 21 генерирования первого сигнала, соединенный с разъемом 201 ввода сигнала, включает в себя, например, схему 202 модуляции, схему 203 преобразования частоты и усилитель 204, для генерирования сигнала S миллиметровой волны путем обработки входного сигнала Sin. Разъем 201 ввода сигнала соединен со схемой 202 модуляции таким образом, что модулируют входной сигнал Sin. В схеме 202 модуляции используется, например, схема фазовой модуляции. В качестве альтернативы, в схеме 202 модуляции, так же, как и в схеме 203 преобразования частоты, может использоваться так называемый способ прямого преобразования.

Схема 202 модуляции соединена со схемой 203 преобразования частоты. В соответствии с этим входной сигнал Sin, модулированный схемой 202 модуляции, подвергаются преобразованию частоты, так, что генерируется сигнал S миллиметровой волны. В этом случае сигнал S миллиметровой волны представляет собой сигнал, имеющий частоту от 30 ГГц до 300 ГГц. Схема 203, преобразовывающая частоты, соединена с усилителем 204. В соответствии с этим после преобразования частоты сигнала S миллиметровой волны этот сигнал S усиливают.

Усилитель 204 соединен с соединительной цепью 205, составляющей пример соединительного модуля первого сигнала. Усилитель 204 передает сигнал миллиметровой волны, генерируемый модулем 21 генерирования сигнала, к торцу физического объекта (физический объект, изготовленный из диэлектрического материала), имеющего заданную диэлектрическую постоянную ϵ . Соединительная цепь 205 состоит из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны ϵ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм, и соединена с физическим объектом, имеющим диэлектрическую постоянную ϵ . Когда

соединительная цепь 205 имеет относительную ширину полосы частот (=полоса сигнала /рабочая центральная частота) приблизительно от 10% до 20%, соединительная цепь 205 также может быть легко реализована с использованием резонансной структуры. В данном варианте осуществления область печатной платы 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ , используется в качестве физического объекта. Область печатной платы 10, имеющая диэлектрическую постоянную ϵ , составляет линию 206 передачи. В соответствии с этим электромагнитная волна S' миллиметровой волны распространяется в линии 206 передачи. Когда тангенс δ диэлектрических потерь велик, линия 206 передачи имеет относительно большие потери, что также уменьшает отражение. Поэтому большой тангенс δ диэлектрических потерь является предпочтительным по сравнению с малым тангенсом δ диэлектрических потерь.

В данном описании магнитуду тангенса δ диэлектрических потерь в используемой полосе частот определяют следующим образом. Диэлектрический материал, имеющий малый тангенс δ диэлектрических потерь, соответствует материалу, имеющему тангенс δ , равный или меньше чем приблизительно 0,001, например, полимерная смола Teflon (зарегистрированный товарный знак) и кремниевая смола. С другой стороны, диэлектрический материал, имеющий большой тангенс δ диэлектрических потерь, соответствует материалу, имеющему тангенс δ , равный или больше чем приблизительно 0,01, например, стеклопластик на основе эпоксидной смолы (тангенс δ приблизительно равняется от 0,02 до 0,03), акриловая смола и полиэтиленовая смола.

Линия 206 передачи соединена с соединительной цепью 207, составляющей пример соединительного модуля второго сигнала. Линия 206 передачи принимает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны из другого конца линии 206 передачи. Соединительная цепь 207 состоит из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны λ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм. Антенный элемент представляет собой, например, антенну-зонд (диполь), рамочную антенну и соединенное устройство с малой апертурой (такое, как щелевая антенна).

Соединительная цепь 207 соединена с модулем 22 генерирования второго сигнала. Модуль 22 генерирования второго сигнала обрабатывает сигнал миллиметровой волны, принятый соединительной цепью 207. Более конкретно, модуль 22 генерирования второго сигнала демодулирует сигнал миллиметровой волны. Таким образом, модуль 22 генерирования второго сигнала генерирует выходной сигнал S_{out} , соответствующий входному сигналу S_{in} , предназначенному для передачи. Модуль 22 генерирования сигнала включает в себя, например, усилитель 208, схему 209 преобразования частоты и схему 210 демодуляции. В качестве альтернативы, в схеме 209 преобразования частота, так же, как и в схеме 210 демодуляции, может использоваться так называемый способ прямого преобразования. Соединительная цепь 207 соединена с усилителем 208 таким образом, что усилитель 208 может усиливать принимаемый сигнал миллиметровой волны.

Усилитель 208 соединен со схемой 209 преобразования частоты. Схема 209 преобразования частоты преобразует частоту усиленного сигнала S миллиметровой волны. Схема 209 преобразования частоты соединена со схемой 210 демодуляции. Схема 210 демодуляции демодулирует выходной сигнал после преобразования его частоты.

В таком устройстве 100 передачи миллиметровой волны разъем 201 ввода сигнала, модуль 21 генерирования сигнала и соединительная цепь 205, показанные на фиг.1,

составляют первый электронный компонент №А передачи сигналов. С другой стороны, соединительная цепь 207, модуль 22 генерирования сигнала и разъем 211 вывода сигнала составляют второй электронный компонент №В приема сигнала.

5 Модуль 21 генерирования сигнала и модуль 22 генерирования сигнала соответственно предусмотрены как электронные компоненты №А, №В передачи миллиметровой волны, составленные на основе устройств CMOS-IC, которые представляют собой примеры полупроводниковых интегральных схем. Электронный компонент №А и электронный компонент №В установлены на печатной плате 10, 10 имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Электронные компоненты №А, №В не обязательно должны быть расположены на одной и той же поверхности одной и той же печатной платы 10. В качестве альтернативы, электронные компоненты №А, №В могут быть расположены на разных поверхностях относительно друг от друга (то есть на передней поверхности и на задней поверхности соответственно).

15 Хотя это не показано на чертеже, на печатной плате 10 могут быть расположены не только электронные компоненты №А, №В передачи миллиметровой волны, но также и пассивные элементы, такие как устройства-резисторы, устройства-конденсаторы и трансформаторы, а также активные компоненты, такие как транзисторные и 20 полупроводниковые интегральные схемы, которые используются для обработки сигналов в области основной полосы пропускания.

В данном случае в таком механизме в соответствии с первым вариантом осуществления, на печатной плате 10 предусмотрена линия 206 передачи между первой 25 областью печатной платы 10, включающей в себя электронный компонент №А, имеющий соединительную цепь 205, составляющую пример соединительного модуля первого сигнала и модуля 21 генерирования первого сигнала, и второй областью печатной платы 10, включающей в себя электронный компонент №В, имеющий соединительную цепь 207, составляющую пример соединительного модуля второго 30 сигнала и модуля 22 генерирования второго сигнала. В соответствии с этим, в этом механизме в соответствии с первым вариантом осуществления нет необходимости предусматривать передачу миллиметровой волны между ними на печатной плате 10. Поэтому, например, электронные компоненты (пассивные элементы и активные 35 компоненты), используемые для обработки сигнала в области основной полосы пропускания, могут быть установлены в промежутке между электронными компонентами №А, №В на печатной плате 10, независимо от размеров этих компонентов (см. фиг.12А, поясняемую ниже).

40 Описанный выше способ передачи данных, после преобразования частоты входного сигнала S_{in} , обычно используют для широкополосной передачи и беспроводной передачи данных. С этой целью относительно сложные передатчики и приемники используются для того, чтобы решать такие проблемы, как, например, (1) на каком расстоянии может быть выполнена передача данных (проблема отношения "S/N" ("сигнал-шум") относительно тепловых шумов)), (2) как можно 45 справиться с отражением и многолучевым распространением и (3) как можно подавить интерференцию с другими каналами. Модуль 21 генерирования сигнала и модуль 22 генерирования сигнала, используемые в настоящем варианте осуществления, используются в полосе миллиметровой волны, которая представляет 50 собой более высокую полосу частот, чем частота, используемая в сложных передатчиках и приемниках, обычно используемых для широкополосной передачи и беспроводной передачи данных. Модуль 21 генерирования сигнала и модуль 22 генерирования сигнала используют миллиметровую волну, имеющую короткую длину

волны λ . Поэтому частота может быть легко повторно использована, и используемая частота пригодна для случая, когда множество устройств, расположенных в непосредственной близости, связываются друг с другом.

5 На фиг.2А и 2В показаны пояснительные схемы, каждая из которых иллюстрирует примерную конфигурацию устройства 100 передачи миллиметровой волны на печатной плате 10. В этом варианте осуществления печатная плата из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, имеющего большие потери, которую обычно не используют в полосе миллиметровых волн, используется для увеличения запаса отношения "S/N" относительно теплового шума. Таким образом, можно снизить отражение, многолучевое распространение и взаимные помехи.

10 В устройстве 100 передачи миллиметровой волны, показанном на фиг.2, сигнал передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В. Такое устройство 100 передачи миллиметровой волны имеет печатную плату 10, которая имеет диэлектрическую постоянную ϵ , которая включает в себя первый электронный компонент №А передачи сигнала, включающий в себя модуль 21 генерирования сигнала, соединительную цепь 205 и разъем 201 ввода сигнала, и второй электронный компонент №В приема сигнала, включающий в себя соединительную цепь 207, модуль 22 генерирования сигнала и разъем 211 вывода сигнала, как показано на фиг.1. Печатная плата 10 представляет собой печатную плату с двусторонним фольгированием из медной фольги, в которой используется стеклопластик на основе полимерной смолы в качестве изолирующего основания. Диэлектрическая постоянная ϵ стеклопластика на основе эпоксидной смолы составляет приблизительно от 4,0 до 5,0 (1 МГц).

25 Линия 206 передачи составлена областью I передачи, определенной на печатной плате из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, включающей в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В, установленные на ней. Линия 206 передачи использует печатную плату 10, имеющую большие потери, такую как печатная плата из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, обычно используемая для обычных печатных плат, в которых печатная плата 10 имеет тангенс δ диэлектрических потерь 0,01 или больше, и печатная плата 10 имеет большие потери передачи в полосе миллиметровых волн и не рассматривалась как пригодная для передачи миллиметровых волн в прошлом.

35 Область I передачи в этом примере определена множеством участков отверстий (ниже называются сквозными отверстиями 10а), имеющих цилиндрическую полую форму, сформированных насквозь в печатной плате 10, как показано на фиг.2А. Например, множество сквозных отверстий 10а сформированы линейно в два ряда в направлении распространения электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровых волн между электронным компонентом №А и электронным компонентом №В на печатной плате 10 (направленность). Шаг p размещения между одним из сквозных отверстий 10а и соседним сквозным отверстием 10а установлен, например, равным $\lambda/2$ или меньше. Когда ширина между одним из сквозных отверстий 10а и противоположным сквозным отверстием 10а определена как ширина w области I передачи, ширина w установлена как $\lambda/2$ или больше. Сквозное отверстие 10а не ограничено цилиндрическим полым элементом и может представлять собой элемент в форме колонны, обладающий свойством электропроводности. Когда элемент в форме колонны, обладающий свойством электропроводности, заземляют, можно регулировать фазу канала передачи диэлектрического волновода.

50 Как описано выше, область I передачи определена участками отверстия,

расположенными в два ряда (ниже называются участками 10b ограждения из сквозных отверстий). Следует понимать, что элемент ограждения, такой как повторитель, может быть установлен на печатной плате 10 так, чтобы можно было управлять областью передачи электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны.

5 Следует понимать, что электронный компонент №В или множество других электронных компонентов №В, расположенных вокруг электронного компонента №А, выполнены с возможностью приема электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны в течение времени, при этом участки 10b ограждения
10 из сквозных отверстий могут быть исключены так, что направление передачи электромагнитной волны S' становится всенаправленным.

В устройстве 100 передачи миллиметровой волны электромагнитную волну S' , основанную на сигнале, передаваемом в пределах печатной платы 10 из антенного элемента 11, показанного на фиг.2В, состоящего из соединительной цепи 205,
15 принимают с помощью антенного элемента 12, как показано на фиг.2В, составляющего соединительную цепь 207. Антенный элемент 11 соединен с усилителем 204 электронного компонента №А, как показано на фиг.1, и выполнен на печатной плате 10 или в печатной плате 10. Антенный элемент 11 выполнен с
20 возможностью излучения электромагнитной волны S' в пределах печатной платы 10. Например, антенный элемент 11 расположен на участке 10с отверстия, сформированном в печатной плате 10. Антенный элемент 11 используется как основанная часть антенны, имеющая длину λ волны приблизительно $1/2$ или больше. Когда может быть установлен главный элемент антенны, имеющий длину λ волны
25 приблизительно $1/2$ или больше, волноводная структура, такая как волновод и диэлектрическая линия, могут быть легко реализованы. Когда используется волноводная структура, проблемы (1), (2) и (3), связанные с широкополосной передачей и с устройствами беспроводной передачи данных, существенно
30 уменьшаются.

Антенный элемент 12 соединен с усилителем 208 электронного компонента №В и расположен на печатной плате 10 или в печатной плате 10. Антенный элемент 12 выполнен с возможностью приема электромагнитной волны S' из печатной платы 10. Антенный элемент 12 также расположен в участке 10d отверстия, сформированном в
35 печатной плате 10. Поэтому электромагнитную волну S' , передаваемую из электронного компонента №А, можно экранировать в пределах области I передачи, определенной участками 10b ограждения в виде сквозных отверстий. Кроме того, антенный элемент 12 электронного компонента №В может принимать
40 электромагнитную волну S' , экранированную в пределах области I передачи.

Далее поясняются примерные внутренние конфигурации усилителя 204 модуля 21 генерирования сигнала и усилителя 208 модуля 22 генерирования сигнала. На фиг.3 показана принципиальная схема, иллюстрирующая примерную внутреннюю конфигурацию усилителя 204 и т.п. В данном варианте осуществления усилитель 204,
45 показанный на фиг.3, представляет собой схему усиления, которую можно применять в модулях 21, 22 генерирования сигнала, показанных на фиг.1, и включает в себя три задающих усилителя АМР1-АМР3 и оконечный усилитель АМР4, которые включены последовательно.

50 Усилитель АМР1 включает в себя два n-канальных полевых транзистора (ниже называются транзисторами FET1, FET2), резистор R11, разделительный конденсатор (ниже просто называется конденсатором C11), два электролитических конденсатора (ниже просто называются конденсаторами C12, C13), конденсатор разряда затвора

(ниже просто называется конденсатором C14), входную (нагрузочную) индуктивность L12 и выходную (нагрузочную) индуктивность L13.

Один вывод конденсатора C11 соединен со схемой 203 преобразования частоты. Сигнал S миллиметровой волны, после преобразования частоты, подают на один вывод конденсатора C11. Другой вывод конденсатора C11 соединен с затвором транзистора FET1 и также соединен с одним выводом индуктивности L12. Другой вывод индуктивности L12 соединен с источником Vg питания напряжения затвора и также соединен с одним выводом конденсатора C12. Другой вывод конденсатора C12 и исток транзистора FET1 заземлены.

Сток транзистора FET1 и исток транзистора FET2 соединены. Сток транзистора FET2 соединен с одним выводом индуктивности L13. Другой вывод индуктивности L13 соединен с источником питания Vdd и одним выводом конденсатора C13 таким образом, что напряжение стока подают на сток транзистора FET2. Другой вывод конденсатора C13 заземлен таким образом, что конденсатор C13 накапливает заряд.

Резистор R11 включен между затвором транзистора FET2 и источником питания Vdd. Напряжение затвора, разделенное резистором R11, подают на транзистор FET2. Конденсатор C14 включен между затвором транзистора FET2 и землей так, что конденсатор C14 заряжает и разряжает напряжение затвора. Сток транзистора FET2 соединен с одним концом разделительного конденсатора (ниже просто называется конденсатором C21).

Другой вывод конденсатора C21 соединен с усилителем AMP2 последующего каскада. Аналогично усилитель AMP2 включает в себя два n-канальных полевых транзистора (ниже просто называются транзисторами FET3, FET4), резистор R21, конденсатор C21, два электролитических конденсатора (ниже просто называются конденсаторами C22, C23), конденсатор разряда затвора (ниже просто называется конденсатором C24), входную (нагрузочную) индуктивность L22 и выходную (нагрузочную) индуктивность L23.

Другой вывод конденсатора C21, соединенный со стоком транзистора FET2 в предыдущем каскаде, соединен с затвором транзистора FET3 и также соединен с одним выводом индуктивности L22. Другой вывод индуктивности L22 соединен с истоком Vg питания напряжения затвора и также соединен с одним выводом конденсатора C22. Другой вывод конденсатора C22 и исток транзистора FET3 заземлены.

Сток транзистора FET3 соединен с истоком транзистора FET4. Сток транзистора FET4 соединен с одним выводом индуктивности L33. Другой вывод индуктивности L33 соединен с источником питания Vdd и одним выводом конденсатора C33 так, что напряжение стока подают на сток транзистора FET4. Другой вывод конденсатора C23 заземлен так, что конденсатор C23 накапливает заряд.

Резистор R21 включен между затвором транзистора FET2 и источником питания Vdd. Напряжение затвора, разделенное резистором R21, подают на транзистор FET4. Конденсатор C24 включен между затвором транзистора FET4 и землей так, что конденсатор C24 заряжает и разряжает напряжение затвора. Сток транзистора FET2 подключен к одному выводу разделительного конденсатора (ниже просто называется конденсатором C31).

Другой вывод конденсатора C31 подключен к усилителю AMP3 последующего каскада. Аналогично усилитель AMP3 включает в себя два n-канальных полевых

транзистора (ниже просто называются транзисторами FET5, FET6), резистор R31, конденсатор C31, два электролитических конденсатора (ниже просто называются конденсаторами C32, C33), конденсатор разряда затвора (ниже просто называется конденсатором C34), входную (нагрузочную) индуктивность L32 и выходную
5 (нагрузочную) индуктивность L33.

Другой конец конденсатора C31, подключенный к стоку транзистора FET4 в предыдущем каскаде, подключен к затвору транзистора FET5 и также подключен к
10 одному выводу индуктивности L32. Другой вывод индуктивности L32 подключен к источнику Vg питания напряжения затвора и также подключен к одному выводу конденсатора C32. Другой вывод конденсатора C32 и исток транзистора FET5 заземлены.

Сток транзистора FET5 соединен с истоком транзистора FET6. Сток транзистора FET6 соединен с одним выводом индуктивности L33. Другой вывод
15 индуктивности L33 соединен с источником питания Vdd и одним выводом конденсатора C33 так, что напряжение стока подают на сток транзистора FET6. Другой вывод конденсатора C33 заземлен так, что конденсатор C33 накапливает заряд.

Резистор R31 включен между затвором транзистора FET6 и источником
20 питания Vdd. Напряжение затвора, разделенное резистором R31, подают на транзистор FET6. Конденсатор C34 включен между затвором транзистора FET6 и землей так, что конденсатор C34 заряжает и разряжает напряжение затвора. Сток транзистора FET6 подключен к одному выводу разделительного конденсатора (ниже
25 просто называется конденсатором C41).

Другой вывод конденсатора C41 подключен к усилителю AMP4 конечного каскада. Усилитель AMP4 включает в себя n-канальный полевой транзистор (ниже просто
30 называется транзистором FET7), конденсаторы C41, C51, два электролитических конденсатора (ниже просто называются конденсаторами C42, C43), входные (нагрузочные) индуктивности L41, L42, выходную (нагрузочную) индуктивность L33 и индуктивность L44 генерирования напряжения смещения.

Другой вывод конденсатора C41, подключенный к стоку транзистора FET6
35 предыдущего каскада, соединен с индуктивностью L41. Другой вывод индуктивности L41 подключен к затвору транзистора FET7 и также подключен к одному выводу индуктивности L42. Другой вывод индуктивности L42 соединен с истоком Vg напряжения питания затвора и также подключен к одному выводу конденсатора C42. Исток транзистора FET7 подключен к одному выводу
40 индуктивности L44. Другой вывод индуктивности L44 и другой вывод конденсатора C42 заземлены.

Сток транзистора FET7 соединен с одним выводом индуктивности L43. Другой
45 вывод индуктивности L43 соединен с источником питания Vdd и одним выводом конденсатора C43 таким образом, чтобы напряжение стока подают на сток транзистора FET7. Другой вывод конденсатора C43 заземлен так, что конденсатор C43 накапливает заряд. Сток транзистора FET7 соединен с одним выводом конденсатора C51. Другой вывод конденсатора C51 соединен с антенным
элементом 11 и т.п. соединительной цепи 206 (см. фиг.2В).

Усилитель 204 составлен из описанных выше элементов. Усилитель 204 использует
50 усилители AMP1 к AMP3 для последовательного усиления сигнала S миллиметровой волны, который подвергли преобразованию частоты, и выполнен с возможностью передачи усиленного сигнала S миллиметровой волны из оконечного усилителя AMP4

в антенный элемент 11 и т.п. соединительной цепи 205. В соответствии с этим усиленный сигнал миллиметровой волны может быть передан через антенный элемент 11 и т.п. на один конец физического объекта (физический объект, изготовленный из диэлектрического материала), имеющего заданную диэлектрическую постоянную ϵ .

На фиг.4 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример характеристики полосы пропускания Ia' усилителя 204. На фиг.4 на вертикальной оси представлена характеристика полосы пропускания дБ ($S(2,1)$) усилителя 204 и на горизонтальной оси представлена несущая частота (частота, ГГц). Единица шкалы составляет 10 ГГц.

Пример характеристики полосы пропускания Ia' усилителя 204, показанного на фиг.4, представляет характеристику полосы пропускания дБ ($S(2,1)$) сигнала миллиметровой волны, последовательно усиливаемого трехкаскадными задающими усилителями AMP1-AMP3 и оконечным усилителем AMP4 усилителя 204, показанного на фиг.3. Когда несущая частота увеличивается с 1 ГГц до 100 ГГц через 1 ГГц, характеристика дБ ($S(2,1)$) полосы пропускания усилителя 204 обозначает, что усиление в полосе пропускания повышается. В соответствии с фактическим результатом измерения усиление в полосе пропускания (усиление) характеристики в полосе дБ ($S(2,1)$) пропускания на несущей частоте 60 ГГц составляет 21,764 дБ, как показано в позиции S21 на чертеже.

Затем две печатные платы, то есть печатную плату 10, изготовленную из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), и печатную плату 10, изготовленную из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, применили в устройстве 100 передачи миллиметровой волны и их магнитуды характеристик потерь и отражения сравнили на основе моделирования с использованием Agilent Advanced Design System (ADS). На фиг.5 показана принципиальная схема моделирования, иллюстрирующая пример передачи миллиметровой волны в устройстве 100 передачи миллиметровой волны.

При моделировании, как показано на фиг.5, магнитуда потери линии 206 передачи и результат проверки отражающих характеристик сравнивали между случаем, когда линия 206 передачи изготовлена как микрополосковая линия, имеющая толщину t 18 мкм, длину L 100 мм и ширину W 170 мкм, сформированную на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, имеющего толщину 100 мкм, и случаем, когда линия 206 передачи изготовлена из микрополосковой линии, имеющей такую же толщину t , такую же длину L и ширину W 170 мкм + α , сформированную на печатной плате 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), имеющей толщину 100 мкм. В результатах моделирования выходной импеданс соединительной цепи 205 электронной схемы №А установлен на значение характеристического импеданса $Z_0=50$ Ом, и входной импеданс соединительной цепи 207 электронной схемы №В установлен как характеристический импеданс $Z_0=50$ Ом и несущую частоту увеличивали с 1 ГГц до 100 ГГц через 1 ГГц.

На фиг.6 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример характеристики полосы пропускания и пример отражательной характеристики линии 206 передачи печатной платы 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак). Печатная плата 10, изготовленная из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), имела такую конфигурацию, тангенс δ диэлектрических потерь составлял 0,001, и линия 206

передачи была изготовлена в виде микрополосковой линии. δ представляет собой угол диэлектрических потерь диэлектрического материала. На фиг.6 по вертикальной оси представлена характеристика полосы дБ (S(2,1)) пропускания и отражающая характеристика дБ (S(1,1)). На горизонтальной оси представлена несущая частота (частота, ГГц). Единица шкалы составляет 5 ГГц.

Пример характеристики полосы пропускания Ia линии 206 передачи, показанной на фиг.6, представляет характеристику полосы пропускания дБ (S(2,1)) электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны из электронной схемы №А в электронную схему №В на печатной плате 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак). Когда несущую частоту повышали с 1 ГГц до 100 ГГц через 1 ГГц, характеристика полосы пропускания дБ (S(2,1)) линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), обозначает, что потери проявляются в малой степени. В соответствии с результатами моделирования усиление в полосе пропускания (усиление) характеристики полосы дБ (S(2,1)) пропускания на несущей частоте 60 ГГц (2 Гбит/с) составило -5,150 дБ, как показано в позиции ml на чертеже.

Пример отражающей характеристики Pa, показанный на фиг.6, представляет собой отражающую характеристику дБ (S(1,1)) электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны, отраженного в электронную схему №А, когда электронная схема №В видна из электронной схемы №А на печатной плате 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак). Когда несущую частоту линии 206 передачи печатной платы 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), увеличивали с 1 ГГц до 100 ГГц через 1 ГГц, пример отражающей характеристики Pa был представлен в виде стоячей волны, имеющей форму волны на фигуре. Как описано выше, печатная плата 10, изготовленная из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак), имеющая тангенс δ диэлектрических потерь 0,001, обладает малыми потерями, как показано на примере характеристики полосы пропускания Ia, но, вероятно, приводит к образованию стоячей волны, как показано в примере отражающей характеристики Pa.

На фиг.7 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример характеристики полосы пропускания и пример отражающей характеристики линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы. Печатная плата 10, изготовленная из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, используемая для обычной печатной платы, была выполнена таким образом, что тангенс δ диэлектрических потерь составлял, например, 0,03, и линия 206 передачи была изготовлена в виде микрополосковой линии. δ представляет собой угол диэлектрических потерь диэлектрического материала. На фиг.7 на вертикальной оси также представлена характеристика полосы пропускания дБ (S(2,1)) и отражающая характеристика дБ (S(1,1)). На горизонтальной оси представлена несущая частота (частота, ГГц). Единица шкалы составляет 10 ГГц.

Пример характеристики Ib полосы пропускания, показанной на фиг.7, представляет собой характеристику полосы пропускания дБ (S(2,1)) электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны из электронной схемы №А в электронную схему №В на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы. Когда несущую частоту характеристики полосы пропускания дБ (S(2,1)) линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика

на основе эпоксидной смолы, увеличивали с 1 ГГц до 100 ГГц на 1 ГГц, потери в этом случае были больше, чем потери в случае печатной платы 10, изготовленной из полимерной смолы Teflon (зарегистрированный товарный знак). В соответствии с

результатом моделирования коэффициент усиления в полосе пропускания (усиление)

на несущей частоте 60 ГГц составил -31,141 дБ, как показано в позиции ml на чертеже. Пример отражающей характеристики Пб, показанной на фиг.7, представляет отражающую характеристику дБ ($S(1,1)$) электромагнитной волны S' , на основе сигнала S миллиметровой волны, отраженного в электронную схему №А, когда электронная схема №В видна из электронной схемы №А на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы. Когда несущую частоту увеличивали с 1 ГГц до 100 ГГц через 1 ГГц, пример, показанный на чертеже, отражающей характеристики Пб линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, обозначает, что отраженная волна затухает и что стоячая волна вряд ли генерируется. Как описано выше, печатная плата 10, изготовленная из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, имеющего тангенс δ диэлектрических потерь 0,03, менее вероятно приводит к образованию стоячей волны, как показано в примере отражающей характеристики Пб, и имеет большие потери, как показано в примере передачи характеристики Пб затухания. Поэтому печатную плату 10, изготовленную из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, не использовали в прошлом для передачи сигнала в полосе миллиметровой волны.

Однако в следующем случае может быть получена достаточная сила сигнала, по сравнению с тепловыми шумами, для выполнения обработки передачи данных на печатной плате для миллиметровой волны. Печатная плата 10 имеет большие потери, то есть тангенс диэлектрических потерь составляет приблизительно 0,03, и длина L линии 206 передачи составляет приблизительно 10 см. Устройство CMOS-IC, имеющее модуль 21 генерирования сигнала, для передачи сигнала миллиметровой волны и устройство CMOS-IC, имеющее модуль 22 генерирования сигнала, для приема сигнала миллиметровой волны установлены на печатной плате 10.

С другой стороны, предполагается, что линия 206 передачи имеет полосу пропускания в Гц, константу k Больцмана, температуру T и мощность P шумов в результате возникновения теплового шума. В таком случае мощность P шумов составляет кТВ, и мощность шумов на 1 ГГц составляет -84 dBm в значении RMS. Значение RMS может быть получено из эквивалентного тока шумов и напряжения тепловых шумов устройства резистора, полученного из функции измеренной ширины полосы пропускания частот, температуры и резистора. Например, когда усилители 204, 208, имеющие низкий уровень шумов в полосе 60 ГГц, изготовлены на основе устройства CMOS-IC, усилители 204, 208 могут легко получить коэффициент шумов приблизительно 6 дБ. Когда модуль 22 генерирования сигнала для приема сигнала миллиметровой волны выполняют на практике и устанавливают запас 10 дБ, существует минимальный уровень шумов $-84 \text{ дБм} + 10 \text{ дБ} + 6 \text{ дБ} = -68 \text{ дБ}$.

Усилители 204, 208 с выходом 0 дБм при несущей частоте 60 ГГц можно легко разработать с использованием устройства CMOS-IC. Поэтому, даже когда потери передачи линии 206 передачи на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, как показано на фиг.7, составляют 31 дБ, отношение "S/N" составит $(0 \text{ дБм} - 31 \text{ дБ}) - 68 \text{ дБ} = 37 \text{ дБ}$, что достаточно для передачи данных, когда длина L линии 206 передачи составляет приблизительно 10 см.

Когда таким выходом 0 дБм управляют, для достижения минимального

отношения "S/N" интерференция с периферийными цепями (областями) может быть уменьшена до минимума. В случае, когда тангенс δ диэлектрических потерь велик, например, в случае, когда используется печатная плата 10, изготовленная из
5 миллиметровой волной, распространяющаяся в линии 206 передачи, сформированной на печатной плате 10, ослабляется печатной платой. Поэтому интерференция с другими электронными компонентами, не относящимися к сигналу, могут быть в значительной степени уменьшены. Кроме того, потребление энергии на стороне
10 передачи также может быть уменьшено.

Когда несущую частоту увеличивают, потери передачи повышаются, но отраженная волна затухает в такой линии 206 передачи, имеющей большие потери. Поэтому стоячая волна, вызванная отраженной волной, менее вероятно, приводит к отрицательным эффектам. В этом примере схема 203 преобразования частоты
15 выполняет преобразование частоты для входного сигнала S_{in} в сигнал S миллиметровой волны и после этого схема 209 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для сигнала миллиметровой волны, усиленного усилителем 208. В соответствии с этим отношение (полосы сигнала)/(центральной частоты) может быть уменьшено. Поэтому легко выполнить модуль 21 генерирования
20 сигнала для передачи сигнала миллиметровой волны и модуль 22 генерирования сигнала для приема сигнала миллиметровой волны.

Далее поясняется способ передачи миллиметровой волны. На фиг.8А показана блок-схема последовательности операций, иллюстрирующая пример передачи данных
25 из электронного компонента №А в электронный компонент №В в устройстве 100 передачи с миллиметровой волной. В этом примере устройство 100 передачи миллиметровой волны, для передачи миллиметровой волны в печатную плату 10, имеющую тангенс δ диэлектрических потерь (диэлектрическую постоянную ϵ)
30 включает в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В, которые изготовлены из устройств CMOS-IC, установленных в области α) на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, как показано на фиг.2, с которой электронный компонент №А и электронный компонент №В соединены линией 206 передачи данных, имеющей большие потери.

Используя описанное выше как условие работы, в электронном компоненте №А
35 устройства 100 передачи миллиметровой волны схема 202 модуляции модуля 21 генерирования сигнала выполняет обработку модуляции фазы на основе входного сигнала S_{in} на этапе ST11 блок-схемы последовательности операций, показанной на фиг.8А, для генерирования сигнала S миллиметровой волны путем обработки
40 входного сигнала S_{in} . Входной сигнал S_{in} подают в разъем 201 схемы обработки нижнего сигнала, не показана.

Затем, на этапе ST12, схема 203 преобразования частоты генерирует сигнал S миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты входного
45 сигнала S_{in} , модулированного по фазе схемой 202 модуляции. После этого, на этапе ST13, усилитель 204 усиливает сигнал S миллиметровой волны. Затем, на этапе ST14, соединительная цепь 205 передает сигнал миллиметровой волны (миллиметровую волну после обработки сигнала), усиленный усилителем 204, на один
50 вывод линии 206 передачи, сформированной на печатной плате 10, имеющей тангенс δ диэлектрических потерь. Электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны распространяется через линию 206 передачи.

С другой стороны, в электронном компоненте №В соединительная цепь 207

принимает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны из другого конца линии 206 передачи на печатной плате 10, имеющей тангенс δ диэлектрических потерь, на этапе ST21 блок-схемы последовательности операций, показанной на фиг.8А, для генерирования выходного сигнала Sout путем приема электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны. После этого, на этапе ST22, усилитель 208 усиливает сигнал миллиметровой волны. Затем, на этапе ST23, схема 208 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для миллиметровой волны S , усиленной усилителем 208. После этого, на этапе ST24, схема 210 демодуляции демодулирует выходной сигнал, который был подвергнут преобразованию частоты. Демодулированный выходной сигнал Sout выводят из разъема 211 в главную схему обработки сигналов, не показана.

Как описано выше, в соответствии с устройством 100 передачи миллиметровой волны и способом передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления, устройства MOS-IC, предназначенные для выполнения преобразования частоты для входного сигнала S_{in} в сигнал в полосе миллиметровой волны установлены на печатной плате 10, составленной из физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, и в устройстве 100 передачи миллиметровой волны модуль 21 генерирования сигнала выполняет преобразование частоты для входного сигнала S_{in} в сигнал в полосе миллиметровой волны таким образом, что электромагнитную волну S' , основанную на сигнале S миллиметровой волны, передают в линию 206 передачи на печатной плате 10, имеющую большие потери в полосе миллиметровой волны.

Предпочтительно, физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, составляющего печатную плату 10, не имеет малый тангенс δ диэлектрических потерь, но имеет большой тангенс δ диэлектрических потерь, так что линия 206 передачи имеет большие потери. По мере увеличения несущей частоты, потери передачи увеличиваются, но отраженная волна затухает в линии 206 передачи и имеет большие потери. Поэтому сигнал может быть передан с чрезвычайно высокой скоростью через печатную плату 10, имеющую диэлектрическую постоянную ϵ , имеющую большие потери. Кроме того, когда только ограниченный участок печатной платы 10, имеющий диэлектрическую постоянную ϵ (в данном примере линию 206 передачи, изготовленную как печатная плата 10), используют как канал передачи, может быть выполнена обработка быстрой передачи данных. Степень затухания увеличивается в других областях, кроме ограниченного участка печатной платы 10, имеющего диэлектрическую постоянную ϵ , то есть примера физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, и, таким образом, уменьшается интерференция в других местах расположения печатной платы 10, кроме места передачи данных, то есть в других областях, кроме области передачи данных печатной платы 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Кроме того, поскольку потери печатной платы 10 велики, интерференция с другими компонентами, кроме печатной платы 10, уменьшается. Поэтому может быть получена высокоскоростная система передачи сигналов, которая обеспечивает низкую степень интерференции и отражений.

В частности, механизм первого варианта осуществления в большой степени относится к тому эффекту, что передача сигналов в полосе миллиметровой волны может быть достигнута без каких-либо проблем, даже когда в систему внедрены электронные компоненты передачи/приема, установленные на печатной плате, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы и т.п., включающей в

себя диэлектрический материал, имеющий не такие малые потери (тангенс δ диэлектрических потерь составляет от среднего до большого), что может быть легко получено при малой стоимости.

Первый сравнительный пример

5 На фиг.8B-8D показаны схемы, иллюстрирующие первый сравнительный пример, соответствующий первому варианту осуществления. В этом случае на фиг.8B показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства высокоскоростной передачи сигнала в основной полосе пропускания, в соответствии с
10 первым сравнительным примером. На фиг.8C и 8D показаны схемы, каждая из которых иллюстрирует пример высокоскоростной передачи сигнала в основной полосе пропускания.

Учитывая значительное увеличение количества информации в последнее время, такой как изображения кинофильмов и компьютерные изображения, часто
15 используют устройства, передающие сигналы с высокой скоростью в основной полосе пропускания. Такие виды высокоскоростных устройств передачи сигнала в основной полосе пропускания должны передавать высокоскоростные сигналы в основной полосе пропускания, такие как миллиметровые волны, без каких-либо ошибок.

20 Например, в высокоэффективном устройстве 1 передачи в соответствии с первым сравнительным примером, показанным на фиг.8B, компонент 2 IC передачи сигнала и компонент 3 IC приема сигнала установлены на печатной плате, имеющей малые потери диэлектрического материала, для уменьшения потерь при передаче. Компонент 2 IC включают в себя вывод 101 ввода сигнала, модуль 102 формирования
25 формы колебаний и соединительную цепь 103 для соединения с внешней печатной платой.

Компонент 3 IC включает в себя соединительную цепь 105, предназначенную для соединения с печатной платой, модуль 106 формирования формы колебаний и
30 вывод 107 выхода сигнала. Линия 104 передачи, имеющая малые потери, размещена между соединительной цепью 103 IC компонента 2 и соединительной цепью 105 IC компонента 3. Например, высокоскоростные сигналы в основной полосе пропускания для передачи огромного количества информации, такой как изображения кинофильмов и компьютерные изображения, передают из IC компонента 2 в IC
35 компонент 3.

"Линия 104 передачи, имеющая малые потери", означает, что тангенс δ диэлектрических потерь элемента, формирующего линию 104 передачи (в данном примере печатную плату), меньше, чем тангенс δ диэлектрических потерь
40 диэлектрического материала, составляющего печатную плату 10, использовавшуюся в первом варианте осуществления.

На фиг.8C иллюстрируется схема формы колебаний, представляющая пример передачи высокоскоростного сигнала основной полосе пропускания. На фиг.8D иллюстрируется спектр в основной полосе пропускания (частотная характеристика). В
45 примерной форме колебаний, показанной на фиг.8C, на горизонтальной оси представлено время t и на вертикальной оси представлена амплитуда a . На фигуре T_s представляет блок символов. В случае, когда временная форма колебаний сигнала в основной полосе пропускания определена как $S(t)$, временная форма колебаний сигнала $S(t)$ представлена следующим выражением (1).

50 Выражение 1

$$S(t) = \begin{cases} a, & \left(-\frac{T_s}{2} \leq t \leq +\frac{T_s}{2}\right) \\ 0 & \text{в других случаях} \end{cases} \quad (1)$$

5 Временная форма колебаний $S(t)$ в соответствии с выражением (1) определяется по выражению (2), с использованием пары преобразования Фурье.

Выражение 2

$$\begin{aligned} \tilde{S}(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{j2\pi ft} dt \\ 10 \quad x(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{x}(f) e^{-j2\pi ft} df \end{aligned} \quad (2)$$

15 В основном спектре, показанном на фиг.8D, на горизонтальной оси представлена частота t и на вертикальной оси представлена амплитуда. Частотная характеристика временной формы колебаний $S(t)$ представлена выражением (3).

Выражение 3

$$\tilde{S}(f) = \frac{a}{\pi f} \sin(\pi f \cdot T_s) \quad (3)$$

20 На чертеже F_s представлена частота символа. Компонент 2 IC передачи сигнала передает, по меньшей мере, сигнал в диапазоне от 0 Гц до $(1/2) \cdot (1/T_s)$ Гц для компонента 3 IC с тем, чтобы исключить интерференцию между символами в компоненте 3 IC приема сигнала (теорема стабильности Найквиста). Например, когда
25 двоичные данные передают из компонента 2 IC в компонент 3 IC со скоростью передачи данных 10 Гбит/с, частота F_s символа задается как $1/T_s$ и поэтому F_s составляет 10 ГГц.

При передаче сигнала в основной полосе пропускания сигнал с частотой от 0 Гц до $(1/2) \cdot (10 \text{ ГГц})$, то есть от 0 Гц до 5 ГГц, передают для исключения интерференции
30 между символами. В этом случае, когда сигнал 0 Гц имеет бесконечную длину волны λ , и скорость света в вакууме c равняется 3×10^8 м/с, длина волны λ сигнала 5 ГГц задается как c/F_s . Поэтому λ будет равна $3 \times 10^8 / 5 \times 10^9 = 6$ см. Устройство 1 высокочастотной передачи данных может принимать широкий диапазон длин волн λ
35 и выполнено с возможностью передачи высокоскоростного сигнала в основной полосе пропускания.

По мере повышения скорости обработки сигналов на печатной плате ожидается возникновение следующих проблем, в случае применения устройства 1
40 высокочастотной передачи в соответствии с первым сравнительным примером, и в случае применения технологии передачи сигналов для полосы миллиметровых волн, при выполнении высокоскоростной системы передачи сигналов миллиметровых волн на печатной плате или в печатной плате для уменьшения интерференции.

i. В соответствии с устройством 1 высокочастотной передачи, в соответствии с
45 первым сравнительным примером компонент 2 IC передачи сигналов и компонент 3 IC приема сигнала должны быть установлены на печатной плате, имеющей малые диэлектрические потери материала для уменьшения потерь при передаче. Поэтому возникает проблема, связанная с тем, что печатная плата, имеющая малые диэлектрические потери материала, является специфичной и дорогостоящей.

50 ii. Вероятно, что сигналы на печатных платах передают с более высокой скоростью, чем прежде. В соответствии с этим можно ожидать возникновения интерференции между сигналами, генерируемыми компонентами 2 IC и т.п. на печатной плате. Поэтому становится трудным передавать с высокой скоростью

сигналы в основной полосе пропускания, например, на миллиметровой волне из IC компонента 2 в IC компонент 3 без возникновения ошибок.

В соответствии с примером передачи двоичных данных со скоростью 10 Гбит/с, показанным на фиг.8С и 8D, нелегко, учитывая механическую конструкцию и электрическую конструкцию, уменьшить электрический резонанс и отражение, и структурный резонанс в единицах множителей $1/2$ длины волны, в пределах длин волн от бесконечной длины волны (0 Гц) до 6 см (5 ГГц). В этом случае, чем выше скорость передачи данных, тем труднее выполнить конструкцию устройства. Поэтому становится трудно разработать печатную плату, обрабатывающую сигнал с высокой скоростью.

iii. По мере того как количество информации, такой как изображения кинофильма и компьютерное изображение увеличивается, полоса пропускания сигнала в основной полосе пропускания становится более широкой. Поэтому существуют проблемы, не только связанные с (1) паразитным излучением за пределами печатной платы, но также и в (2) с ошибками при передаче, вызванными интерференцией между символами на стороне приема, когда существует отражение и (3) ошибками при передаче, вызванными интерференцией с внешним сигналом.

Обычно паразитное излучение в полосе сигнала основной полосы пропускания связано не только с минимальным уровнем шумов, вызванным тепловым шумом, но также возникает из-за других различных видов источников интерференции сигнала, помимо сигнала передачи. Примеры основных причин паразитного излучения включают в себя интерференцию, вызванную сигналом тактовой частоты ЦПУ, интерференцию, вызванную сигналами широкополосной передачи, передачей данных и т.п., сигналом интерференции, таким как импульсные выбросы, вызванные шумовым разрядом двигателя, и отражения, вызванные несоответствием импеданса в сигнальной линии (линии передачи). В случае, когда возникает резонанс и отражение, резонанс и отражение, вероятно, приводят к излучению, в результате чего возникают серьезные проблемы электромагнитных помех (EMI).

v. Кроме того, когда новое устройство передачи сигналов миллиметровой волны в соответствии с новым способом передачи через физический объект будет выполнено с использованием диэлектрической волноводной линии, такой, как показана в позиции PTL 1, и беспроводной системы передачи данных миллиметровых волн, такой, как показана в позиции PTL 2, становится трудно достичь высокоскоростной обработки при передаче данных через ограниченный участок диэлектрической волноводной линии и уменьшить интерференцию в других областях, кроме ограниченного участка диэлектрической волноводной линии, путем простого комбинирования диэлектрической волноводной линии, имеющей малые потери, и системы передачи данных миллиметровой волны, имеющей функцию передачи/приема сигнала миллиметровой волны, без разработки каких-либо новых идей.

vi. В диэлектрической волноводной линии, в которой потери передачи не увеличиваются при увеличении несущей частоты, отраженная волна проявляет тенденцию увеличения. Когда такая отраженная волна уменьшается, структура диэлектрической волноводной линии становится более сложной.

Сравнение между первым сравнительным примером и первым вариантом осуществления

На фиг.9 показана схема, иллюстрирующая эффект передачи миллиметровой волны устройства 100 передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления по сравнению с первым сравнительным примером. В этом случае

устройство 1 высокочастотной передачи в соответствии с первым сравнительным примером не передает сигнал в полосе высокоскоростной передачи данных. Вместо этого высокоскоростной сигнал в основной полосе пропускания преобразует по частоте в сигнал S миллиметровой волны, используя устройство 100 передачи

миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления, и передают сигнал S миллиметровой волны. Преимущества такой конфигурации поясняются ниже. На фиг.9А показана схема формы колебаний, иллюстрирующая пример передачи сигнала S в полосе миллиметровой волны после преобразования частоты. На фиг.9В

показан спектр (частотная характеристика) сигнала S в полосе миллиметровой волны. В примерной форме колебаний сигнала, показанной на фиг.9А, на горизонтальной оси представлено время t, и по вертикальной оси представлена амплитуда a. S представляет форму колебаний сигнала в полосе миллиметровой волны после преобразования частоты. В спектре сигнала S в полосе миллиметровой волны, показанной на фиг.9В, по горизонтальной оси представлена частота t, и по вертикальной оси представлена амплитуда. На чертеже Fs представляет частоту символа. На чертеже Fs составляет 10 ГГц.

В этом примере высокочастотное устройство 1 передачи в соответствии с первым сравнительным примером и устройство 100 передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления сравнивают, когда примерную передачу двоичных данных осуществляют со скоростью передачи данных 10 Гбит/с. Как пояснялось со ссылкой на фиг.8D, в соответствии с высокочастотным устройством 1 передачи могут быть разработаны такие структуры, как антенна и электронные элементы, с учетом длины волны λ от бесконечной длины волны (0 Гц) до 6 см (5 ГГц), используя двоичные данные, в качестве сигналов в основной полосе пропускания.

В отличие от этого, в устройстве 100 передачи миллиметровой волны в соответствии с первым вариантом осуществления двоичные данные преобразуют по частоте в полосу миллиметровой волны и сигнал миллиметровой волны передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В. Например, когда центральная частота F0 установлена равной 60 ГГц, сигнал S в диапазоне от частоты Fs символа 55 ГГц ($=60 \text{ ГГц} - (Fs/2)$) до частоты Fs символа 65 ГГц ($=60 \text{ ГГц} + (Fs/2)$) передают для выполнения передачи без образования интерференции между символами в соответствии с теоремой стабильности Найквиста.

Когда скорость c света в вакууме равняется 3×10^8 м/с и Fs составляет 55 ГГц, длину волны λ в вакууме получают следующим образом: $c/Fs = 3 \times 10^8 / 55 \times 10^9 \approx 5,5$ мм. Когда Fs составляет 65 ГГц, ее получают следующим образом: $3 \times 10^8 / 65 \times 10^9 = 4,6$ мм. Поэтому в соответствии с устройством 100 передачи миллиметровой волны, такие структуры, как антенна и электронное устройство, могут быть разработаны с учетом длины волны λ от 4,6 мм до 5,5 мм. Поэтому проще работать с устройством 100 передачи миллиметровой волны, чем с высокочастотным устройством 1 передачи.

Как описано выше, в соответствии с первым вариантом осуществления система передачи миллиметровой волны может быть выполнена между структурами электронного компонента №А и электронного компонента №В. Когда расстояние передачи данных между электронным компонентом №А и электронным компонентом №В короткое, усилитель 208 на стороне приема и усилитель 204 на стороне предоставления, показанные на фиг.1, могут быть исключены.

<Второй вариант осуществления>

Далее со ссылкой на фиг.10-12А поясняется система 200 передачи миллиметровых

волн, используемая как второй вариант осуществления. На фиг.10 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию системы 200 передачи миллиметровой волны в соответствии со вторым вариантом осуществления.

5 Система 200 передачи миллиметровой волны, показанная на фиг.10, включает в себя устройство 100а передачи миллиметровой волны, составляющее пример первого элемента передачи миллиметровой волны, и устройство 100b передачи миллиметровой волны, составляющее пример второго элемента передачи миллиметровой волны.

10 Устройство 100а передачи миллиметровой волны включает в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В. Пояснения устройства 100а передачи миллиметровой волны исключены, поскольку здесь используется устройство 100 передачи миллиметровой волны, пояснявшееся в первом варианте осуществления. Устройство 100b передачи миллиметровой волны включает в себя электронный компонент №С и электронный компонент №D. Система 200 передачи миллиметровой волны, показанная на фиг.10, выполнена как такая система, что электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В и электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны передают из электронного компонента №С в электронный компонент №D, расположенный в отдельных, независимых местах расположения той же печатной платы 10.

20 Устройство 100b передачи миллиметровой волны включает в себя модуль 23 генерирования третьего сигнала и разъем 221 ввода сигнала, составляющий электронный компонент №С передачи сигнала, соединительную цепь 225, предназначенную для соединения с печатной платой 10, линию 226 передачи с использованием физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала (такого как печатная плата), соединительную цепь 227 для соединения с печатной платой 10, модуль 24 генерирования четвертого сигнала и разъем 231 вывода сигнала, составляющий электронный компонент №D приема сигнала.

30 Модуль 23 генерирования сигнала и модуль 24 генерирования сигнала соответственно предусмотрены как электронные компоненты №А, №В передачи миллиметровой волны, составленные из устройств CMOS-IC, то есть примеров полупроводниковых интегральных схем. Электронный компонент №А и электронный компонент №В установлены на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Электронные компоненты №А, №В не обязательно могут быть расположены на одной и той же поверхности печатной платы 10. В качестве альтернативы, электронные компоненты №А, №В могут быть расположены на поверхностях, отличающихся друг от друга (то есть на передней поверхности и на задней поверхности соответственно).

45 Модуль 23 генерирования третьего сигнала, подключенный к разъему 221 ввода сигнала, включает в себя, например, схему 222 модуляции, схему 223 преобразования частоты и усилитель 224 для генерирования сигнала S миллиметровой волны путем обработки входного сигнала S_{in} . Разъем 221 ввода сигнала подключен к схеме 222 модуляции таким образом, что входной сигнал S_{in} модулируют. Так же, как и в устройстве 100а передачи миллиметровой волны, в схеме 222 модуляции используют, например, схему модуляции фазы. В качестве альтернативы, схема 222 модуляции, так же, как и схема 223 преобразования частоты, может использовать так называемый способ прямого преобразования.

50 Схема 222 модуляции подключена к схеме 223 преобразования частоты. В соответствии с этим входной сигнал S_{in} , модулированный схемой 222 модуляции,

преобразуют в частоту в диапазоне от 30 ГГц до 300 ГГц, таким образом, что генерируется сигнал S миллиметровой волны. Схема 223 преобразования частоты подключена к усилителю 224. В соответствии с этим после того как будет выполнено преобразование частоты сигнала S миллиметровой волны, сигнал S усиливается.

5 Усилитель 224 соединен с соединительной цепью 225, представляющей пример соединительного модуля третьего сигнала. Усилитель 224 передает сигнал миллиметровой волны, генерируемый модулем 23 генерирования сигнала, в конец физического объекта (физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала), имеющего заданную диэлектрическую постоянную ϵ . Соединительная цепь 225 состоит из антенного элемента, имеющего заданную длину, на основе длины волны λ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм, и соединена с физическим объектом, имеющим диэлектрическую постоянную ϵ . В данном варианте осуществления область печатной платы 10, имеющая диэлектрическую постоянную ϵ , также используется как физический объект. Область печатной платы 10, имеющая диэлектрическую постоянную ϵ , составляет линию 226 передачи. В соответствии с этим электромагнитная волна S' , такая как миллиметровая волна, распространяется в линии 226 передачи. Когда тангенс δ диэлектрических потерь большой, линия 226 передачи имеет относительно большие потери, что также уменьшает отражение. Поэтому большой тангенс δ диэлектрических потерь является более предпочтительным, чем малый тангенс δ диэлектрических потерь.

Линия 226 передачи подключена к соединительной цепи 227, составляющей пример соединительного модуля четвертого сигнала. Линия 226 передачи принимает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны с другого конца линии 226 передачи. Соединительная цепь 227 состоит из антенного элемента, имеющего заданную длину, на основе длины волны λ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм. Так же, как и в первом варианте осуществления, антенный элемент представляет собой, например, антенну - зонд (диполь), рамочную антенну и связанное устройство с малой апертурой (такое как щелевая антенна).

Соединительная цепь 227 соединена с четвертым модулем 24 генерирования сигнала. Четвертый модуль 24 генерирования сигнала обрабатывает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны, принятого соединительной цепью 227. Более конкретно, четвертый модуль генерирования сигнала 24 демодулирует электромагнитную волну S' . Таким образом, четвертый модуль 24 генерирования сигнала генерирует выходной сигнал S_{out} , соответствующий входному сигналу S_{in} , предназначенному для передачи и обрабатываемому электронным компонентом №С. Модуль 24 генерирования сигнала включает в себя, например, усилитель 228, схему 229 преобразования частоты и схему 230 демодуляции. В качестве альтернативы, схема 229 преобразования частоты, а также схема 230 демодуляции могут использовать так называемый способ прямого преобразования. Соединительная цепь подключена к усилителю 228 таким образом, что усилитель 228 может усиливать принимаемый сигнал миллиметровой волны.

Усилитель 228 подключен к схеме 229 преобразования частоты. Схема 229 преобразования частоты преобразует частоту усиленного сигнала S миллиметровой волны. Схема 229 преобразования частоты подключена к схеме 230 демодуляции. Схема 230 демодуляции демодулирует выходной сигнал, который был подвергнут преобразованию частоты.

В данном примере модуль 23 генерирования сигнала и модуль 24 генерирования

сигнала также, соответственно, предусмотрены как электронные компоненты №С, №D передачи данных миллиметровой волны, составленные на основе устройств CMOS-IC, то есть примеры полупроводниковых интегральных схем. Электронный компонент №С и электронный компонент №D, а также электронный компонент №А и электронный компонент №В, составляющие устройство 100а передачи миллиметровых волн, установлены на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Электронные компоненты №С, №D не обязательно должны быть установлены на одной и той же поверхности печатной платы 10. В качестве альтернативы, электронные компоненты №С, №D могут быть установлены на поверхностях, отличающихся друг от друга (то есть на передней поверхности и на задней поверхности соответственно).

Хотя это не показано на чертеже, на печатной плате 10 могут быть расположены не только электронные компоненты №А, №В, №С, №D передачи данных миллиметровой волны, но также и пассивные элементы, такие как устройства резистора, устройства конденсатора и трансформаторы, и активные компоненты, такие как транзисторы и полупроводниковые интегральные схемы, которые используются для обработки сигналов в области основной полосы пропускания.

Например, электронные компоненты (пассивные элементы и активные компоненты), используемые для обработки сигналов в области основной полосы пропускания, могут быть установлены в промежутке между электронными компонентами №А, №В на печатной плате 10, независимо от размеров компонентов (см. фиг.12А, поясняемую ниже). Аналогично, линия 226 передачи формируется в пределах печатной платы 10 таким образом, что линия 226 передачи формируется между третьей областью печатной платы 10, включающей в себя электронный компонент №С, включающий в себя соединительную цепь 225, составляющую пример соединительного модуля третьего сигнала, и модуль 23 генерирования третьего сигнала, и четвертой областью печатной платы 10, включающей в себя электронный компонент №D, включающий в себя соединительную цепь 227, составляющую пример соединительного модуля четвертого сигнала, и модуль 24 генерирования четвертого сигнала. Поэтому нет необходимости учитывать передачу миллиметровой волны между ними на печатной плате 10. Поэтому, например, электронные компоненты (пассивные элементы и активные компоненты), используемые для обработки сигналов в области основной полосы пропускания, могут быть установлены в промежутке между электронными компонентами №С, №D на печатной плате 10, независимо от размеров компонентов (см. фиг.12А, поясняемую ниже).

Как можно понять из приведенных выше пояснений, система 200 передачи миллиметровой волны в соответствии со вторым вариантом осуществления включает в себя устройство 100а передачи миллиметровой волны и устройство 100b передачи миллиметровой волны, которые установлены на одной и той же печатной плате 10. В этом случае промежутки между ними и область печатной платы 10 формируют соединительную среду 243 между линией 206 передачи устройства 100а передачи миллиметровой волны и линией 226 передачи устройства 100b передачи миллиметровой волны. Поэтому может возникнуть интерференция (интерференция передачи данных) между устройством 100а передачи миллиметровой волны и устройством 100b передачи миллиметровой волны.

Однако, когда тангенс δ диэлектрических потерь печатной платы 10 не мал (то есть велик), большие потери в печатной плате 10 могут уменьшить утечку миллиметровой волны из линии 206 передачи устройства 100а передачи миллиметровой волны через

соединительную среду 243 в линию 226 передачи устройства 100b передачи миллиметровой волны. В этом случае учитывается, что состояние соединения через соединительную среду 243, сформированное в пространстве между ними, мало. Поэтому, когда тангенс δ диэлектрических потерь печатной платы 10 не мал (то есть велик) во втором варианте осуществления, становится возможным существенно уменьшить интерференцию, вызванную миллиметровой волной.

В дополнение, в соответствии с механизмом второго варианта осуществления, устройство 100a передачи миллиметровой волны и устройство 100b передачи миллиметровой волны, установленные на одной и той же печатной плате 10, расположены через промежуток друг от друга с определенным расстоянием, и при этом нет необходимости учитывать передачу миллиметровой волны на свободном участке в пространстве между ними. Поэтому, например, пассивные элементы (такие как устройства резистора, устройства конденсатора и трансформаторы) и активные компоненты (такие как транзисторы и полупроводниковые интегральные схемы), которые используют для обработки сигналов в области основной полосы пропускания, могут быть установлены в промежутке между устройствами 100a, 100b передачи миллиметровой волны, независимо от размеров компонентов (см. фиг.12А, поясняемую ниже).

На фиг.11 показан вид сверху, иллюстрирующий примерное размещение четырех электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 200 передачи миллиметровой волны. Две области α и β выделены на печатной плате 10, показанной на фиг.11. В области α электронный компонент №А и электронный компонент №В расположены с промежутком друг от друга в продольном направлении на определенном расстоянии, то есть приблизительно от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров.

В области β , показанной на фигуре, электронный компонент №С и электронный компонент №D расположены на расстоянии друг от друга в продольном направлении с заданным разделительным расстоянием L, то есть приблизительно от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Компоновка зазора Lab между электронным компонентом №А области α и электронным компонентом №С области β установлена как значение, составляющее приблизительно в три раза большую величину, чем разделительное расстояние L в продольном направлении. Электронный компонент №А расположен в области α , и электронный компонент №С расположен в области β в продольном направлении от него. Кроме того, зазор размещения между электронным компонентом №В в области α и электронным компонентом №D в области β также установлен на значение, составляющее приблизительно в три раза большую величину, чем разделительное расстояние L в продольном направлении, и электронный компонент №В, и электронный компонент №D расположены в продольном направлении. Как описано выше, когда они расположены на расстоянии друг от друга с зазором, составляющим приблизительно в три раза большее значение, чем разделительное расстояние L, даже если произойдет утечка электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны из линии между электронными компонентами №А, №В в линию между электронными компонентами №С, №D, такая утечка будет ослаблена во время распространения сигнала.

В системе 200 передачи миллиметровой волны, как описано выше, становится возможным уменьшить состояние соединения между соединительной средой 243, такой как среда внутри печатной платы 10, имеющей большие потери, и ее промежутком. По сравнению с печатной платой, имеющей малые потери, становится

возможным существенно улучшить изоляцию между электронными компонентами №А, №В и между электронными компонентами №С, №D во время передачи данных между ними.

5 Хотя это и не показано на фиг.11, электронные компоненты (пассивные элементы и активные компоненты), используемые для обработки сигналов в области основной полосы пропускания, могут быть установлены между электронным компонентом №А в области α и электронным компонентом №С в области β , как показано на фиг.12А, поясняемой ниже.

10 На фиг.12А показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерное воплощение линий передачи 206, 226 и электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 200 передачи миллиметровой волны. В устройстве 100а передачи миллиметровой волны, показанном на фиг.12А, электронный компонент №А передачи сигналов и электронный компонент №В приема сигнала установлены в области α таким образом, что сигнал миллиметровой волны передают из электронного компонента №А в 15 электронный компонент №В.

В таком устройстве 100а передачи миллиметровой волны электронный компонент №А включает в себя модуль 21 генерирования сигнала, соединительную цепь 205 и 20 разъем 201 ввода сигнала, показанный на фиг.10, и электронный компонент №В включает в себя соединительную цепь 207, модуль 22 генерирования сигнала и разъем 211 вывода сигнала. Электронный компонент №А и электронный компонент №В установлены на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . В этом примере участок 10b ограждения в виде сквозных отверстий также может быть 25 размещен для определения области α (см. фиг.2А).

Линия 206 передачи расположена между электронным компонентом №А и электронным компонентом №В на печатной плате 10. Как показано на фиг.2А, линия 206 передачи состоит из области I передачи, определенной в печатной плате 10, 30 изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы и имеющей большие потери, которая включает в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В. Хотя это и не показано на фиг.12А, например, линия 206 передачи определена множеством сквозных отверстий 10а, сформированных насквозь через печатную плату 10 в данном примере (см. фиг.2А). Описанный выше способ 35 изготовления линии 206 передачи представляет собой всего лишь пример.

В таком устройстве 100b передачи миллиметровой волны электронный компонент №С включает в себя разъем 221 ввода сигнала, модуль 23 генерирования сигнала и соединительную цепь 225, показанную на фиг.10, и электронный компонент №D 40 включает в себя соединительную цепь 227, модуль 24 генерирования сигнала и разъем 231 вывода сигнала. Так же, как и электронный компонент №А, и электронный компонент №В, электронный компонент №С и электронный компонент №D установлены на одной и той же печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . В этом примере участок 10b ограждения из сквозных отверстий также 45 может быть расположен для определения области β (см. фиг.2А).

Линия 226 передачи расположена между электронным компонентом №С и электронным компонентом №D на печатной плате 10. Как показано на фиг.2А, линия 226 передачи состоит из области I передачи, определенной в печатной плате 10, 50 изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы и имеющее большие потери, которая включает в себя электронный компонент №С и электронный компонент №D, установленные на нем. Хотя это и не показано на фиг.12А, например, линия 226 передачи определена множеством сквозных отверстий 10а, сформированных

в данном примере насквозь через печатную плату 10 (см. фиг.2А). Описанный выше способ изготовления линии 226 передачи представляет собой просто пример.

Пассивные элементы, такие как устройства 280 резистора, устройства 282 конденсатора и трансформаторы 284, и активные компоненты, такие как транзисторы 290 и полупроводниковые интегральные схемы 292, которые используются для обработки сигналов в области основной полосы пропускания, установлены в промежутке между областью α , включающей в себя устройство 100а передачи миллиметровой волны, и областью β , включающей в себя устройство 100b передачи миллиметровой волны, установленные на одной и той же печатной плате 10.

Как описано выше, в соответствии с системой 200 передачи миллиметровой волны по второму варианту осуществления устройство 100а передачи миллиметровой волны и устройство 100b передачи миллиметровой волны расположены на одной и той же печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, имеющей большие потери. В области α электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В. В области β , расположенной в отдельном, независимом месте положения на той же печатной плате 10, электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны передают из электронного компонента №С в электронный компонент №D.

Поэтому, даже когда установки несущей частоты из электронного компонента №А в электронный компонент №В в области α и установки несущей частоты из электронного компонента №С в электронный компонент №D в области β являются одинаковыми на одной печатной плате 10, благодаря использованию потерь печатной платы 10 проблема интерференции при передаче данных между областями α , β не возникает. Поэтому легко совместно использовать несущую частоту.

Второй сравнительный пример

Фиг.12В представляет собой фигуру, иллюстрирующую второй сравнительный пример, соответствующий второму варианту осуществления. На фиг.12В показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию высокоскоростной системы передачи сигнала в основной полосе пропускания в соответствии со вторым сравнительным примером.

Высококачественная система 20 передачи в соответствии со вторым сравнительным примером включает в себя множество высокочастотных устройств 1 передачи в соответствии с первым сравнительным примером, показанным на фиг.8В, одной и той же печатной платы. Другими словами, высококачественная система 20 передачи в соответствии со вторым сравнительным примером включает в себя высокочастотное устройство 1 передачи в соответствии с первым сравнительным примером, показанным на фиг.8В, и другое высокочастотное устройство 6 передачи, имеющее те же функции, что и высокочастотное устройство 1 передачи, в котором высокочастотное устройство 1 передачи и высокочастотное устройство 6 передачи установлены на одной и той же печатной плате.

Компонент 4 IC включают в себя разъем 111 ввода сигнала, модуль 112 формирования формы колебаний и соединительную цепь 113 для соединения с печатной платой. Компонент 5 IC включают в себя соединительную цепь 115 для соединения с печатной платой, модуль 116 формирования формы колебаний и разъем 117 вывода сигнала. Линия 114 передачи, имеющая малые потери, расположена между соединительной цепью 113 компонента 4 IC и соединительной цепью 115 компонента 5 IC. Например, высокоскоростные сигналы в основной полосе

пропускания, предназначенные для передачи огромного количества информации, такой как изображения кинофильма и компьютерные изображения, передают из компонента 4 IC в компонент 5 IC независимо от высокочастотного устройства 1 передачи.

5 "Линия 114 передачи, имеющая малые потери", означает, что тангенс δ диэлектрических потерь элемента, формирующего линию 114 передачи (в данном примере печатную плату), меньше, чем тангенс δ диэлектрических потерь диэлектрического материала, составляющего печатную плату 10, используемую в
10 первом варианте осуществления.

Как будет понятно из приведенного выше пояснения, высокочастотная система 20 передачи, в соответствии со вторым сравнительным примером, включает в себя высокочастотное устройство 1 передачи и высокоскоростное устройство 2 передачи сигнала в основной полосе пропускания, которые установлены на одной и той же
15 печатной плате, имеющей малые потери. В данном случае промежуток между ними и область печатной платы, имеющей малые потери, формирует соединительную среду 143 между линией 104 передачи высокочастотного устройства 1 передачи и линией 114 передачи устройства 2 высокоскоростной передачи сигнала в основной
20 полосе пропускания. Поэтому возникает интерференция (интерференция при передаче данных) между устройствами высокоскоростной передачи сигнала в основной полосе пропускания, когда множество устройств высокоскоростной передачи сигнала в основной полосе пропускания установлено на одной и той же печатной плате, имеющей малые потери.

25 Линия 104 передачи и линия 114 передачи связаны через свободное пространство и в пределах печатной платы, имеющей малые потери. Когда передается сигнал с низкой частотой, потери в свободном пространстве малы, и потери в диэлектрическом материале оказывают малое влияние. Потери передачи в свободном пространстве
30 пропорциональны квадрату частоты. Однако на стороне компонента 4 IC, компонента 5 IC и т.п. на печатной плате, на которой установлена линия 114 передачи с малыми потерями, линия 114 передачи может быть легко подвержена влиянию интерференции, вызванной линией 104 передачи, то есть интерференции, вызванной
35 сигналом, передаваемым из компонента 2 IC. Кроме того, интерференция, вызванная сигналом в основной полосе пропускания, имеющим низкую частоту, менее вероятно, будет ослаблена, что также приводит к ошибкам при передаче. Как описано выше, во втором сравнительном примере высокоскоростной сигнал в основной полосе пропускания приводит к проблемам отражения, интерференции, большой
40 относительной ширине полосы частот (= необходимая полосы пропускания/ центральная рабочая полоса).

В отличие от этого механизм в соответствии со вторым вариантом осуществления выполнен так, что, предпочтительно, физический объект, изготовленный из диэлектрического материала для изготовления печатной платы 10, не является
45 материалом, имеющим малое значение тангенса δ диэлектрических потерь, а материалом, имеющим большое значение тангенса δ диэлектрических потерь, таким образом, что соединительная среда 243 имеет большие потери. Поэтому, даже когда множество устройств 100 передачи миллиметровой волны установлены на одной
50 печатной плате, может быть реализована система высокоскоростной передачи сигналов, которая обеспечивает меньшую степень интерференции и отражения.

<Третий вариант осуществления>

Далее, со ссылкой на фиг.13-15, поясняется система 300 передачи миллиметровой

волны, используемая как третий вариант осуществления. Элементы, имеющие те же названия, что и в первом и втором вариантах осуществления, имеют те же функции, и поэтому их описание исключено.

5 На фиг.13 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию системы 300 передачи миллиметровой волны в соответствии со вторым вариантом осуществления. В этом варианте осуществления множество устройств 100 передачи миллиметровой волны расположены на одной и той же печатной плате, и дополнительно связаны с соединительным средством, передающим сигнал
10 миллиметровой волны, так, что распространяется электромагнитная волна S' , основанная на сигнале S миллиметровой волны.

Система 300 передачи миллиметровой волны, показанная на фиг.13, включает в себя устройство 100с передачи миллиметровой волны и устройство 100d передачи миллиметровой волны, которые расположены в одной плоскости печатной платы 10 и
15 включают в себя волноводную структуру 341 с малыми потерями, составляющую пример соединительной среды, в которой волноводная структура 341 сформирована на слое, отличающемся от печатной платы 10, или на том же слое. Устройство 100с передачи миллиметровой волны и устройство 100d передачи миллиметровой волны
20 соединены, например, с помощью волновода (см. фиг.15). Такие элементы, как устройства 100с, 100d передачи миллиметровой волны и волноводное соединение между ними, расположены в одном и том же электронном устройстве.

"Волноводная структура 341 с низкими потерями" означает, что тангенс δ диэлектрических потерь элемента, формирующего волновод, сформированный с волноводной структурой 341 (включая в себя воздух, когда он представляет свободное пространство), меньше, чем тангенс δ диэлектрических потерь диэлектрического материала, составляющего печатную плату 10, используемую в третьем варианте осуществления.

30 Устройство 100с передачи миллиметровой волны включает в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Электронный компонент №А передачи сигналов устройства 100с передачи миллиметровой волны включает в себя модуль 25 генерирования сигнала, разъем 301 ввода сигнала и соединительную цепь 305 для
35 соединения с печатной платой 10. На печатной плате 10 сформирована линия 306 передачи, имеющая большие потери. Модуль 25 генерирования сигнала включает в себя схему 302 модуляции, схему 303 преобразования частоты и усилитель 304.

Электронный компонент №В приема сигнала включает в себя соединительную
40 цепь 307, предназначенную для соединения с печатной платой 10, модуль 26 генерирования сигнала и разъем 311 вывода сигнала. Модуль 26 генерирования сигнала включает в себя усилитель 308, схему 309 преобразования частоты и схему 310 демодуляции. Модуль 25 генерирования сигнала и модуль 26 генерирования сигнала составлены из устройств CMOS-IC, то есть представляют собой примеры
45 полупроводниковых интегральных схем.

Устройство 100d передачи миллиметровой волны включает в себя электронный компонент №С и электронный компонент №D на печатной плате 10, имеющий диэлектрическую постоянную ϵ . Электронный компонент №С передачи сигналов
50 включает в себя разъем 321 вывода сигнала, модуль 27 генерирования сигнала и соединительную цепь 325 для соединения с печатной платой 10. Модуль 27 генерирования сигнала включает в себя схему 322 модуляции, схему 323 преобразования частоты и усилитель 324.

Предпочтительно, физический объект, состоящий из диэлектрического материала для изготовления печатной платы 10, не является материалом, имеющим малый тангенс δ диэлектрических потерь, но представляет собой материал, имеющий большой тангенс δ диэлектрических потерь (такой как стеклопластик на основе эпоксидной смолы), так что линии 306, 326 передачи имеют большие потери.

Электронный компонент №D приема сигнала включает в себя соединительную цепь 327 для соединения с печатной платой 10, модуль 28 генерирования сигнала и разъем 331 вывода сигнала. Модуль 28 генерирования сигнала включает в себя усилитель 328, схему 329 преобразования частоты и схему 330 демодуляции. Модуль 27 генерирования сигнала и модуль 28 генерирования сигнала составлены из устройств CMOS-IC, то есть представляют собой примеры полупроводниковых интегральных схем.

Волноводная структура 341 с малыми потерями изготовлена, например, в виде волновода. Волноводная структура 341 с малыми потерями выполнена с возможностью соединения между соединительной цепью 305, расположенной на стороне электронного компонента №А, для соединения с печатной платой 10 и соединительной цепью 327, расположенной на стороне электронного компонента №D для соединения с печатной платой 10.

Как описано выше, система 300 передачи миллиметровой волны, показанная на фиг.13, выполнена как система, в которой электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны S передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В и электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны передают из электронного компонента №С в электронный компонент №D, расположенный в отдельных, независимых местах расположения на той же печатной плате 10. Кроме того, электромагнитная волна S' , основанная на сигнале S миллиметровой волны, может быть передана из электронного компонента №А в электронный компонент №D через волноводную структуру 341 с малыми потерями.

На фиг.14 показан вид сверху, иллюстрирующий примерное размещение волноводной структуры 341 и четырех электронных компонентов №А, №В, №С, №D в системе 300 передачи миллиметровой волны. Две области α и β размещены на печатной плате 10, имеющей большие потери, как показано на фиг.14. Так же, как и во втором варианте осуществления, в области α электронный компонент №А и электронный компонент №В размещены с разнесом друг от друга в продольном направлении на заданное расстояние, то есть от приблизительно нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров.

Так же, как и во втором варианте осуществления, в области β , показанной на чертеже, электронный компонент №С и электронный компонент №D расположены с промежутком друг от друга в продольном направлении на заданное расстояние L разделения, то есть приблизительно от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Зазор L_{ab} размещения между электронным компонентом №А области α и электронным компонентом №С области β установлен как значение, приблизительно в три раза большее, чем разделительное расстояние L в продольном направлении. Электронный компонент №А расположен в области α , и электронный компонент №С расположен в области β в поперечном направлении к нему. Кроме того, зазор размещения между электронным компонентом №В области α и электронным компонентом №D области β также установлены как значения, приблизительно в три раза большие, чем разделительное расстояние L в продольном

направлении, и электронный компонент №В и электронный компонент №D расположены в поперечном направлении.

Волноводная структура 341 составляет пример соединительной среды и представляет собой слой, отличающийся от печатной платы 10, имеющей большие 5 потери. Две области α и β размещены так, что волновод соединяет эти две области α и β . Волновод представляет собой металлическую трубку из электропроводной полимерной смолы, имеющей пространство внутри. Свободное пространство волновода имеет диэлектрическую постоянную ϵ_0 для распространения 10 электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны. ϵ_0 представляет собой диэлектрическую постоянную в вакууме: $\epsilon_0=8,854187817 \times 10^{-12}$ (F/m). Предпочтительно, участок волновода волноводной структуры 341 изготовлен из материала, имеющего меньшие (другие) потери, чем у материала печатной 15 платы 10, имеющей большие потери в полосе миллиметровых волн. Как описано выше, система 300 передачи миллиметровой волны выполнена как система, в которой электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны может быть передана из электронного компонента №А области α в электронный компонент №В области β через волноводную структуру 341 с малыми потерями. Следует понимать, 20 что волноводная структура 341 может не быть изготовлена из полого волновода, имеющего металлическую стенку. В случае, когда относительная проницаемость составляет ϵ_r , волноводная структура 341 может быть изготовлена из линии из диэлектрического материала, имеющего диэлектрическую постоянную $\epsilon=\epsilon_0 \cdot \epsilon_r$.

На фиг.15 показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерное воплощение 25 волноводной структуры 341, линии 306, 326 передачи и электронных компонентов №А, №В, №С, №D, в системе 300 передачи миллиметровой волны. В системе 300 передачи миллиметровой волны, показанной на фиг.15, устройство 100с передачи миллиметровой волны включает в себя электронный компонент №А передачи 30 сигналов и электронный компонент №В приема сигнала, установленные в области α таким образом, что сигнал миллиметровой волны передают из электронного компонента №А в электронный компонент №В.

В таком устройстве 100с передачи миллиметровой волны электронный компонент №А включает в себя разъем 301 ввода сигнала, модуль 25 генерирования сигнала и соединительную цепь 305, показанную на фиг.13, и электронный компонент №В включает в себя соединительную цепь 307, модуль 26 генерирования сигнала и разъем 311 вывода сигнала. Электронный компонент №А и электронный компонент №В установлены на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . 40 Также в этом примере участок 10b ограждения в виде сквозных отверстий может быть расположен для определения области α (см. фиг.2А).

Линия передачи 306 расположена между электронным компонентом №А и электронным компонентом №В на печатной плате 10. Как показано на фиг.2А, 45 линия 306 передачи состоит из области I передачи, определенной на печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы и имеющей большие потери, которая включает в себя электронный компонент №А и электронный компонент №В, установленный на ней. Хотя это не показано на фиг.15, линия 306 передачи определена множеством сквозных отверстий 10а, сформированных насквозь 50 в печатной плате 10 в данном примере (см. фиг.2А).

В устройстве 100d передачи миллиметровой волны электронный компонент №С включает в себя разъем 321 ввода сигнала, модуль 27 генерирования сигнала и соединительную цепь 325, показанные на фиг.13, и электронный компонент №D

включает в себя соединительную цепь 327, модуль 28 генерирования сигнала и разъем 331 вывода сигнала. Так же, как и электронный компонент №А и электронный компонент №В, электронный компонент №С и электронный компонент №D установлены на одной и той же печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . Также в данном примере участок 10b ограждения из сквозных отверстий может быть расположен для определения области β (см. фиг.2А).

Линия 326 передачи расположена между электронным компонентом №С и электронным компонентом №D на печатной плате 10. Как показано на фиг.2А, линия 326 передачи состоит из области I передачи, определенной на той же печатной плате 10, изготовленной из стеклопластика на основе эпоксидной смолы и имеющей большие потери, которая включает в себя электронный компонент №С и электронный компонент №D, установленные на ней. Хотя это и не показано на фиг.15, например, линия 326 передачи определена множеством сквозных отверстий 10а, проникающих через печатную плату 10 в данном примере (см. фиг.2А). Сквозное отверстие 10а может представлять собой контактное отверстие, заполненное электропроводным материалом для электрического соединения верхнего электропроводного слоя и нижнего электропроводного слоя. Контактное отверстие, заполненное электропроводным материалом, составляет пример множества цилиндрических электропроводных элементов для соединения электропроводных слоев.

Кроме того, волноводная структура 341 с низкими потерями расположена между электронным компонентом №А и электронным компонентом №D на печатной плате 10.

Как описано выше, в соответствии с системой 300 передачи миллиметровой волны в третьем варианте осуществления волноводная структура 341 с низкими потерями расположена между электронным компонентом №А области α и электронным компонентом №В области β , показанными на фиг.15, и электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны распространяется через волноводную структуру 341 от электронного компонента №А к электронному компоненту №D. Поэтому интерференция между областью α и областью β может быть уменьшена. Кроме того, высокоскоростной сигнал S миллиметровой волны может быть передан/принят между областью α и областью β .

В соответствии с этим, когда требуется соединить несколько точек на ограниченном участке передачи данных, волноводную структуру 341, имеющую малые потери в полосе миллиметровой волны, располагают на верхнем участке печатной платы 10, внутри печатной платы 10 или на ее нижнем участке, таким образом, что можно осуществлять высокоскоростную передачу данных миллиметровой волны между множеством локальных точек. Когда волноводная структура 341, расположенная на верхнем участке или на нижнем участке печатной платы 10, выполнена как структура подвижного или переменного типа, выполняют управление для выбора, которые два из электронных компонентов №А, №В, №С, №D на печатной плате 10 выбраны, и обработку передачи данных можно выполнять на основе выбора места назначения передачи данных.

<Четвертый вариант осуществления>

Далее со ссылкой на фиг.16 и 17 поясняется устройство 400 передачи миллиметровой волны, используемое как четвертый вариант осуществления. На фиг.16 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 400 передачи миллиметровой волны в соответствии с четвертым вариантом осуществления. Устройство 400 передачи миллиметровой волны, выполненное с

возможностью передачи мультиплексированного сигнала, показанное на фиг.16, включает в себя множество, то есть три устройства 400a, 400b, 400c передачи миллиметровой волны, схему 431 сумматора, соединительную цепь 405 для соединения с печатной платой 10 и линии 432 передачи. Сигналы S1, S2, S3 миллиметровой волны, предоставленные устройствами 400a, 400b, 400c передачи миллиметровой волны, суммируют и выводят в линию 432 передачи.

Предпочтительно, физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, используемого для изготовления печатной платы 10, не является материалом, имеющим малое значение тангенса δ диэлектрических потерь, но материалом, имеющим большое значение тангенса δ диэлектрических потерь, таким образом, что линия 432 передачи имеет большие потери.

Устройство 400a передачи миллиметровой волны включает в себя разъем 401 для ввода 1 сигнала и модуль 41 генерирования сигнала для вывода сигнала S1 миллиметровой волны в полосе F1 частот в схему 431 сумматора. Модуль 41 генерирования сигнала включает в себя схему 402 модуляции, схему 403 преобразования частоты и усилитель 404.

Схема 402 модуляции модулирует входной сигнал Sin1 и выводит модулированный входной сигнал Sin1 в схему 403 преобразования частоты. Так же, как и в первом - третьем вариантах осуществления, в схеме 402 модуляции используется, например, схема модуляции фазы. Схема 402 модуляции соединена со схемой 403 преобразования частоты. Входной сигнал Sin1, модулированный схемой 402 модуляции, преобразуют в частоту в диапазоне полосы F1 частот так, что генерируется сигнал S1 миллиметровой волны. Схема 403 преобразования частоты подключена к усилителю 404 так, что усилитель 404 усиливает сигнал S1 миллиметровой волны после преобразования частоты.

Устройство 400b передачи миллиметровой волны включает в себя разъем 411 для ввода 2 сигнала и модуль 42 генерирования сигнала для вывода сигнала S2 миллиметровой волны в частотном диапазоне F2, который отличается от частотного диапазона F1, в схему 431 сумматора. Модуль 42 генерирования сигнала включает в себя схему 412 модуляции, схему 413 преобразования частоты и усилитель 414.

Схема 412 модуляции модулирует входной сигнал Sin2 и выводит модулированный входной сигнал Sin2 в схему 413 преобразования частоты. Аналогично первому - третьему вариантам осуществления в схеме 412 модуляции используется схема модуляции фазы и т.п. Схема 412 модуляции подключена к схеме 413 преобразования частоты. Входной сигнал Sin2, модулированный схемой 412 модуляции, преобразуют в частоту в диапазоне полосы F2 частот так, что генерируется сигнал S2 миллиметровой волны. Схема 413 преобразования частоты подключена к усилителю 414 так, что усилитель 414 усиливает сигнал S2 миллиметровой волны после преобразования частоты.

Устройство 400c передачи миллиметровой волны включает в себя разъем 421 для ввода 3 сигнала и модуль 43 генерирования сигнала для вывода сигнала S3 миллиметровой волны в полосе F3 частот, которая отличается от полос F1, F2 частот, в схему 431 сумматора. Модуль 43 генерирования сигнала включает в себя схему 422 модуляции, схему 423 преобразования частоты и усилитель 424.

Схема 422 модуляции модулирует входной сигнал Sin3 и выводит модулированный входной сигнал Sin3 в схему 423 преобразования частоты. Аналогично первому - третьему вариантам осуществления в схеме 422 модуляции используется схема модуляции фазы и т.п. Схема 422 модуляции подключена к схеме 423 преобразования

частоты. Входной сигнал $\text{Sin}3$, модулированный схемой 422 модуляции, преобразуют в частоту в диапазоне полосы F3 частот так, что генерируется сигнал S3 миллиметровой волны. Схема 423 преобразования частоты подключена к усилителю 424 таким образом, что усилитель 424 усиливает сигнал S3 миллиметровой волны после преобразования частоты.

Описанные выше три усилителя 404, 414, 424 соединены со схемой 431 сумматора, которая выполняет обработку мультиплексирования частоты по сигналу S1 миллиметровой волны полосы F1 частот, сигналу S2 миллиметровой волны полосы F2 частот и сигналу S3 миллиметровой волны полосы F3 частот. Схема 431 сумматора подключена к соединительной цепи 405 для соединения с печатной платой 10 таким образом, что электромагнитную волну S' на основе сигнала $S=S1+S2+S3$ миллиметровой волны частотных полос F1+F2+F3, после обработки мультиплексирования частоты, передают в линию 432 передачи. Соединительная цепь 405 расположена на линии 432 передачи, по которой распространяется электромагнитная волна S' полос F1+F2+F3 частот на основе сигнала S миллиметровой волны. Линия 432 передачи расположена на печатной плате 10.

Предпочтительно, физический объект, изготовленный из диэлектрического материала для изготовления печатной платы 10, не является материалом, имеющим малый тангенс δ диэлектрических потерь, но представляет собой материал, имеющий большой тангенс δ диэлектрических потерь, так, что линия 432 передачи имеет большие потери.

На фиг.17 показана схема, иллюстрирующая пример полосы частот в устройстве 400 передачи миллиметровой волны. На схеме, показанной на фиг.17, по вертикальной оси представлена амплитуда сигнала S миллиметровой волны. По горизонтальной оси представлена несущая частота в ГГц. F1, F2, F3 представляют полосы частот. Сигнал S1 миллиметровой волны в полосе F1 частот генерируют с помощью схемы 403 преобразования частоты. После этого его выводят из усилителя 404 устройства 400а передачи миллиметровой волны в схему 431 сумматора.

Сигнал S2 миллиметровой волны в полосе F2 частот генерируют с помощью схемы 413 преобразования частоты. После этого его выводят из усилителя 414 устройства 400b передачи миллиметровой волны в схему 431 сумматора. Сигнал S3 миллиметровой волны полосы F3 частот генерируют с помощью схемы 423 преобразования частоты. После этого его выводят из усилителя 424 устройства 400с передачи миллиметровой волны в схему 431 сумматора.

Как описано выше, в соответствии с устройством 400 передачи миллиметровой волны по четвертому варианту осуществления в устройстве 400а передачи миллиметровой волны предусмотрена схема 403 преобразования частоты, в устройстве 400b передачи миллиметровой волны предусмотрена схема 413 преобразования частоты и в устройстве 400с передачи миллиметровой волны предусмотрена схема 423 преобразования частоты. Схема 431 сумматора выполняет обработку мультиплексирования частот сигнала S1 миллиметровой волны в полосе F1 частот, сигнала S2 миллиметровой волны в полосе F2 частот и сигнала S3 миллиметровой волны в полосе F3 частот.

Таким образом, может быть выполнена обработка передачи данных, мультиплексированных по частоте, между устройством 400 передачи данных миллиметровой волны, предназначенным для передачи сигнала, и устройством передачи миллиметровой волны, предназначенным для приема сигнала. Следует понимать, что в устройстве передачи миллиметровой волны, предназначенном для

приема сигнала, которое предназначено для приема электромагнитной волны S' на основе сигнала $S=S1+S2+S3$ миллиметровой волны полосового типа, предусмотрена схема разделения частот. Когда устройство передачи миллиметровой волны, предназначенное для приема сигнала, принимает электромагнитную волну S' полосового типа на основе сигнала S миллиметровой волны, устройство передачи миллиметровой волны, предназначенное для приема сигнала, может легко получать сигнал $S=S1+S2+S3$ миллиметровой волны полосового типа благодаря размещению соединительной цепи на печатной плате 10, предназначенной для соединения с печатной платой 10, без какого-либо соединения по постоянному току. Кроме того, скорость передачи в той же линии 432 передачи данных может быть улучшена. Поэтому может быть структурирована система передачи миллиметровой волны, предназначенная для передачи мультиплексированного сигнала.

<Пятый вариант осуществления>

Далее со ссылкой на фиг.18 и 19 поясняется устройство 500 передачи миллиметровой волны, используемое как пятый вариант осуществления. На фиг.18 показана блок-схема, иллюстрирующая примерную конфигурацию устройства 500 передачи миллиметровой волны в соответствии с пятым вариантом осуществления. В данном варианте осуществления канал обратной связи размещен между электронным компонентом №А передачи сигнала и электронным компонентом №В приема сигнала, которые выполняют обработку передачи данных, таким образом, что это позволяет управлять коэффициентом усиления усилителя 504.

Устройство 500 передачи миллиметровой волны, показанное на фиг.18, включает в себя электронные компоненты №А, №В, линию 506 передачи и линию 522 передачи постоянного тока/низкой частоты (которая обозначена как линия передачи постоянного тока/низкой частоты на чертеже).

Предпочтительно, физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, предназначенного для изготовления печатной платы 10, не является материалом, имеющим малый тангенс δ диэлектрических потерь, а материалом, имеющим большой тангенс δ диэлектрических потерь, таким образом, что линия 506 передачи имеет большие потери.

Электронный компонент №А включает в себя разъем 501 ввода сигнала, модуль 51 генерирования сигнала, соединительную цепь 505 и схему 521 управления усилением. Модуль 51 генерирования сигнала соединен с разъемом 501 ввода сигнала. Модуль 51 генерирования сигнала включает в себя, например, схему 502 модуляции, схему 503 преобразования частоты, усилитель 504 и схему 521 управления усилением для обработки входного сигнала S_{in} и генерирования сигнала S миллиметровой волны. Разъем 501 соединен со схемой 502 модуляции так, что модулируют входной сигнал S_{in} . Аналогично первому - четвертому вариантам осуществления в схеме 502 модуляции используется схема модуляции фазы.

Схема 502 модуляции соединена со схемой 503 преобразования частоты, которая выполняет преобразование частоты по входному сигналу S_{in} , модулируемому схемой 502 модуляции, для генерирования сигнала S миллиметровой волны. Схема 503 преобразования частоты подключена к усилителю 504 так, что усилитель 504 усиливает сигнал $S1$ миллиметровой волны после того, как он будет подвергнут преобразованию частоты.

Усилитель 504 соединен с соединительной цепью 505, которая передает сигнал миллиметровой волны, генерируемый модулем 51 генерирования сигнала, в конец физического объекта (физический объект, изготовленный из диэлектрического

материала), имеющего заданную диэлектрическую постоянную ϵ . Соединительная цепь 505 состоит из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны λ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм, и соединена с печатной платой 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ . В данном примере печатная плата 10 также составляет линию 506 передачи, имеющую большие потери. Электромагнитная волна S' миллиметровой волны распространяется по линии 506 передачи.

Электронный компонент №В включает в себя соединительную цепь 507, модуль 52 генерирования сигнала, разъем 511 вывода сигнала и схему 523 определения качества сигнала. Линия 506 передачи соединена с соединительной цепью 507, которая принимает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны из другого конца линии 506 передачи. Соединительная цепь 507 состоит из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны λ сигнала S миллиметровой волны, то есть приблизительно 600 мкм. Так же, как первый и второй варианты осуществления, антенный элемент представляет собой, например, антенну-зонд (диполь), рамочную антенну и связанное устройство с малой апертурой (такое как щелевая антенна).

Соединительная цепь 507 соединена с модулем генерирования 52 сигнала, который генерирует выходной сигнал Sout путем обработки сигнала миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' , принимаемой соединительной цепью 507. Модуль 52 генерирования сигнала включает в себя, например, усилитель 508, схему 509 преобразования частоты, схему 510 демодуляции и схему 523 определения качества сигнала. Соединительная цепь 507 соединена с усилителем 508. Усилитель 508 усиливает принимаемый сигнал миллиметровой волны.

Усилитель 508 соединен со схемой 509 преобразования частоты. Схема 509 преобразования частоты выполняет преобразование частоты усиленного сигнала S миллиметровой волны. Схема 509 преобразования частоты подключена к схеме 510 демодуляции. Схема 510 демодуляции демодулирует выходной сигнал после преобразования его частоты.

В принципе считается, что примеры сигналов, отслеживаемых схемой 523 определения качества сигнала, включают в себя первый пример: выходной сигнал схемы 510 демодуляции (выходной сигнал Sout, подаваемый в разъем 511), второй пример: сигнал, обрабатываемый схемой 510 демодуляции, и третий пример: выходной сигнал схемы 509 преобразования частоты. Конфигурация схемы 523 определения качества сигнала подготовлена соответствующим образом. Например, во втором примере схема демодуляции включает в себя не только функциональные блоки для обработки демодуляции, но также и функциональные блоки для определения амплитуды, управления усилением и т.п. Операция управления схемой 523 определения качества сигнала соответствует этому. В приведенных ниже пояснениях третий пример используется для простоты понимания и пояснения.

Схема 509 преобразования частоты подключена к схеме 523 определения качества сигнала. Схема 523 определения качества сигнала отслеживает выходной сигнал, после выполнения для него преобразования частоты, для определения качества сигнала. Например, схема 523 определения качества сигнала выполняет сравнение выходного уровня V_x выходного сигнала после преобразования частоты с уровнем V_{th} порогового значения, используемым как опорное значение для определения. Когда выходной уровень V_x определяют равным или меньше, чем уровень V_{th} порогового значения, схема 523 определения качества сигнала выводит сигнал S_f (информацию)

определения качества, для увеличения текущего коэффициента усиления. Когда определяют, что выходной уровень V_x превышает уровень V_{th} порогового значения, схема 523 определения качества сигнала выводит сигнал S_f определения качества для уменьшения текущего усиления.

5 Схема 523 определения качества сигнала подключена к линии 522 передачи, которая выполнена с возможностью обработки постоянного тока или низкой частоты, таким образом, что сигнал S_f определения качества, выводимый из схемы 523 определения качества сигнала, будет передан на сторону электронного компонента
10 №А, как обратная связь. Линия 522 передачи, выполненная с возможностью обработки постоянного тока или низкой частоты, выполнена из обычной печатной платы. Это связано с тем, что сигнал S_f определения качества не обязательно
15 требуется передавать как обратную связь из электронного компонента №В в электронный компонент №А в режиме реального времени с высокой скоростью, но необходимо передавать его регулярно или через нерегулярные промежутки, когда регулируют входной уровень сигнала на стороне электронного компонента №В. Поэтому можно использовать обычную печатную плату, позволяющую обрабатывать сигналы постоянного тока или низкой частоты.

20 Линия 522 передачи, выполненная с возможностью обработки постоянного тока или низкой частоты, подключена к схеме 521 управления усилением. Схема 521 управления усилением управляет усилением усилителя 504 на основе сигнала S_f определения качества, передаваемого через линию 522 передачи. Например, когда сигнал S_f определения качества представляет собой информацию для увеличения
25 текущего усиления, схема 521 управления усилением регулирует ток смещения для увеличения коэффициента усиления усилителя 504. С другой стороны, когда сигнал S_f определения качества представляет собой информацию для уменьшения текущего коэффициента усиления, схема 521 управления усилением регулирует ток смещения для
30 уменьшения коэффициента усиления усилителя 504.

 Описанный выше модуль 51 генерирования сигнала, модуль 52 генерирования сигнала, схема 521 управления усилением и схема 523 определения качества сигнала состоят из устройств CMOS-IC, то есть представляют собой примеры
35 полупроводниковых интегральных схем. Электронный компонент №А, электронный компонент №В и т.п. установлены на печатной плате 10, имеющей диэлектрическую постоянную ϵ .

 Далее поясняется пример операции, выполняемой устройством 500 передачи миллиметровой волны. На фиг.19 показана блок-схема последовательности операций,
40 иллюстрирующая пример управления усилением устройства 500 передачи миллиметровой волны. В данном варианте осуществления поясняется пример, в котором электронный компонент №В приема сигнала соответствует информации, такой как уровень приема и ошибка при приеме, которые передают, используя постоянный ток или низкую частоту, в электронный компонент №А передачи
45 сигналов через линию 522 передачи таким образом, что схема 521 управления усилением оптимизирует выходной уровень усилителя 504.

 Электронный компонент №А устройства 500 передачи миллиметровой волны принимает описанное выше как условия управления усилением. Для генерирования
50 сигнала S миллиметровой волны путем обработки входного сигнала S_{in} схема 502 модуляции модуля 51 генерирования сигнала выполняет обработку фазовой модуляции на основе входного сигнала S_{in} на этапе ST31 блок-схемы последовательности операций, показанной в фиг.19. Входной сигнал S_{in} подают из

нижней схемы обработки сигналов, которая не показана, в разъем 201.

Далее, на этапе ST32, схема 503 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для сигнала, модулированного по фазе с помощью схемы 502 модуляции. После того, на этапе ST33, усилитель 504 усиливает сигнал S миллиметровой волны. Затем, на этапе ST34, соединительная цепь 505 передает сигнал миллиметровой волны (миллиметровую волну после выполнения обработки сигнала), усиленный усилителем 504, на один конец линии 506 передачи, определенный на печатной плате 10, имеющей тангенс δ диэлектрических потерь. Электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны распространяется через линию 506 передачи.

С другой стороны, в электронном компоненте №В соединительная цепь 507 принимает электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны с другого конца линии 506 передачи на печатной плате 10, имеющей тангенс δ диэлектрических потерь на этапе ST41 блок-схемы последовательности операций, показанной на фиг.19В, для генерирования выходного сигнала Sout путем приема электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны. После этого, на этапе ST42, усилитель 508 усиливает сигнал миллиметровой волны. Затем, на этапе ST43, схема 509 преобразования частоты выполняет преобразование частоты сигнала S миллиметровой волны, усиленного усилителем 508. После этого, на этапе ST44, схема 510 демодуляции демодулирует выходной сигнал после выполнения преобразования частоты в его отношении. Демодулированный выходной сигнал Sout выводят через разъем 511 в главную схему обработки сигнала, не показана.

Одновременно, на этапе ST45, схема 523 определения качества сигнала отслеживает выходной сигнал, предоставляемый схемой 509 преобразования частоты, для определения качества сигнала. Например, схема 523 определения качества сигнала сравнивает выходной уровень V_x сигнала, подвергнувшегося преобразованию частоты, и уровень V_{th} порогового значения, используемый как опорное значение для определения. Когда определяют, что выходной уровень V_x равен или меньше, чем уровень V_{th} порогового значения, схема 523 определения качества сигнала предоставляет сигнал Sf (информацию) определения качества в схему 521 управления усилением через линию 522 передачи для повышения текущего усиления. Когда определяют, что выходной уровень V_x больше, чем уровень V_{th} порогового значения, схема 523 определения качества сигнала предоставляет сигнал Sf определения качества в схему 521 управления усилением через линию 522 передачи для уменьшения текущего усиления.

В электронном компоненте №А, после приема сигнала Sf определения качества, схема 521 управления усилением управляет усилением усилителя 504 на основе сигнала Sf определения качества, переданного через линию 522 передачи на этапе ST35. Например, когда сигнал Sf определения качества представляет собой информацию для увеличения текущего усиления, схема 521 управления усилением возвращается обратно на этап ST33 для регулировки тока смещения, для увеличения коэффициента усиления усилителя 504. С другой стороны, когда сигнал Sf определения качества представляет собой информацию, предназначенную для уменьшения текущего усиления, схема 521 управления усилением регулирует ток смещения для уменьшения коэффициента усиления усилителем 504. Поэтому выходной сигнал усилителя 504 поддерживают на соответствующем уровне, на котором качество сигнала между электронными компонентами №А, №В является хорошим и подавляется интерференция с другими электронными компонентами.

Как описано выше, в соответствии с устройством 500 передачи миллиметровой волны по пятому варианту осуществления электронный компонент №А включает в себя схему 521 управления усилением и электронный компонент №В включает в себя схему 523 определения качества сигнала. Схема 523 определения качества сигнала отвечает информацией, такой как уровень приема и ошибка приема, которую передают с использованием постоянного тока или низкой частоты, в электронный компонент №А передачи сигнала из электронного компонента №В приема сигнала через линию 522 передачи (канал обратной связи) таким образом, что схема 521 управления усилением управляет выходным уровнем усилителя 504.

При таком управлении усилением можно управлять интерференцией при передаче данных между локальными областями, такими как другие электронные компоненты. Поэтому качество соединения между электронным компонентом №А и электронным компонентом №В поддерживается на предпочтительном уровне, и интерференция при передаче данных с другими электронными компонентами может быть уменьшена до минимального уровня. В дополнение к описанным выше эффектам, мощность передачи данных можно регулировать до оптимального уровня и, соответственно, можно управлять расстоянием передачи данных. Кроме того, усилитель 504 можно рассматривать как переключатель разрешения выхода.

В описанных выше пояснениях в модуле генерирования 51 сигнала передачи сигнала схема 521 управления усилением управляет усилителем 508 для выполнения управления усилением. Однако механизм управления усилением не ограничивается этим примером. Например, в устройстве 500 передачи миллиметровой волны может быть установлен переключаемый аттенюатор перед модулем 52 генерирования сигнала приема сигнала, или схема управления усилением, предназначенная для изменения (регулирования) чувствительности модуля приема, посредством изменения (регулирования) смещения усилителя 508 может быть установлена в электронном компоненте №В как функциональный модуль для регулирования уровня входа модуля 52 генерирования сигнала. Устройство 500 передачи миллиметровой волны может быть выполнено путем комбинирования регулирования входа (управления усилением на стороне приема) модуля 52 генерирования сигнала и управления усилением (управления усилением на стороне передачи) в модуле 51 генерирования сигнала при передаче сигналов. Следует понимать, что многофункциональная система передачи миллиметровой волны может быть выполнена путем комбинирования устройств 100, 400, 500 передачи миллиметровой волны и систем 200, 300 передачи миллиметровой волны.

В соответствии с системой беспроводной передачи миллиметровой волны, описанной в Патентной литературе 2, может выполняться регулировка для распространения сигнала миллиметровой волны (волны сигнала), излучаемого антенной средства передачи миллиметровой волны, в антенну средства приема миллиметровой волны с высокой степенью воспроизводимости. В случае, когда сигнал в основной полосе пропускания, такой как миллиметровая волна, передают с высокой скоростью, отраженная волна может представлять собой одну из причин ошибки при передаче.

В отличие от этого в пятом варианте осуществления на основном участке передачи миллиметровой волны используется тот же механизм, что и в первом варианте осуществления. В пятом варианте осуществления достигается тот же эффект, что и в первом варианте осуществления в отношении передачи миллиметровой волны целевого сигнала (Sin) передачи. Поэтому проблемы ошибки передачи, связанные с

отраженной волной, можно уменьшить или решить.

<Шестой вариант осуществления>

5 Далее со ссылкой на фиг.20 и 22 поясняется устройство 600 передачи миллиметровой волны, используемое как шестой вариант осуществления. На фиг.20 показан вид сверху (верхняя часть чертежа на фиг.20), иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть I) устройства 600 передачи миллиметровой волны в соответствии с шестым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении (нижняя часть чертежа на фиг.20) вдоль линии X1-X со стрелкой. В данном варианте 10 осуществления соединительная цепь 205 устройства 600 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 вместо антенного элемента 11, как показано на фиг.2В.

15 Устройство 600 передачи миллиметровой волны, показанное на фиг.20, включает в себя микросхему 250 CMOS, микрополосковую линию 251 и участок 253 верхней волноводной панели, которые расположены на печатной плате 10. Микросхема 250 CMOS представляет собой полупроводниковую транзисторную схему, в которой интегрируется модуль 21 генерирования сигнала, включающий в себя схему 202 модуляции, схему 203 преобразования частоты и усилитель 204, показанный на фиг.1. 20 Соединительная цепь 205 и микросхема 250 CMOS составляют электронный компонент №А.

25 В нижней части чертежа на фиг.20 электропроводный заземленный уровень 10e продолжается по всей печатной плате 10. Изолирующий диэлектрический слой 10f, составляющий линию 206 передачи, имеющий большие потери, расположен на слое 10e заземления. Слой 10f из диэлектрического материала изготовлен из стеклопластика на основе эпоксидной смолы (FR4), диэлектрическая постоянная которого составляет 4,9 и тангенс диэлектрических потерь которого составляет 0,025.

30 Электропроводная микрополосковая линия 251, участок 253 верхней волноводной панели и структура 254 разводки проводов расположены на слое 10f из диэлектрического материала. Структура 254 разводки проводов изготовлена из медной фольги и т.п. и соединена с множеством электродов микросхемы 250 CMOS. Например, структура 254 и разводки проводов и микросхема 250 CMOS соединены с электродами столбиковых выводов с использованием способа перевернутого 35 кристалла.

40 Соединительная цепь 205 устройства 600 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252. Микрополосковая линия 251 изготовлена из медной фольги и т.п. и расположена на печатной плате 10. Микрополосковая линия 251 непосредственно соединяется с участком 253 верхней волноводной панели и усилителем 204 электронного компонента №А, показанного на фиг.1. Микрополосковая линия 251 выполнена с возможностью передачи электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны в волноводную структуру 252. Выходной вывод усилителя 204 и микрополосковая 45 линия 251 соединены со столбиковыми выводами с использованием способа перевернутого кристалла. Способ не ограничивается этим. Другие способы также можно использовать. Например, они могут быть соединены с помощью проводов.

50 В соответствии с волноводной структурой 252 в данном примере волновод включает в себя область 1с проецирования участка верхней панели из заземленного слоя 10e, участка 253 верхней волноводной панели и контактных отверстий 10a'. Контактные отверстия 10a' электрически соединяют область 1с проецирования участка верхней панели и участок 253 верхней волноводной панели. Например,

контактные отверстия 10a' расположены в два ряда в форме гребенки для определения направления распространения электромагнитной волны S'. Направление распространения электромагнитной волны S' определено двумя рядами контактных отверстий 10a' (ниже называется участком 10b' ограждения из контактных отверстий).

Другими словами, четыре стороны волновода электрически экранированы областью 1с проецирования участка панели заземленного слоя 10е, участком 253 верхней волноводной панели и правыми и левыми контактными отверстиями 10a' и 10a'. Таким образом, может использоваться волноводная структура 252, заполненная диэлектрическим материалом.

Поэтому микрополосковая линия 251 и волноводная структура 252 могут быть непосредственно соединены, и электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны может быть передана в слой 10f диэлектрического материала. Участок слоя 10f диэлектрического материала на печатной плате 10, в котором не расположен участок 253 верхней волноводной панели, используется как канал передачи из диэлектрического материала, который составляет линию 206 передачи, имеющую большие потери. Волноводная структура 252 в существенной степени облегчает проблемы паразитного излучения и ошибок передачи, связанных с сигналами ширококвотельной передачи и устройствами беспроводной передачи данных, как пояснялось в первом варианте осуществления.

На фиг.21 показан вид в перспективе, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть II) устройства 600 передачи миллиметровой волны. Устройство 600 передачи миллиметровой волны, показанное на фиг.21, представляет собой вид в перспективе, иллюстрирующий пример передачи миллиметровой волны, в которой электронный компонент №А и электронный компонент №В соединены с линией 206 передачи, имеющей большие потери. В этом примере структура описанной выше соединительной схемы 205 поясняется для соединительной схемы 207 на стороне электронного компонента №В.

Соединительная цепь 207 устройства 600 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 вместо антенного элемента 11, показанного на фиг.2В. Микрополосковая линия 251 состоит из медной фольги и т.п. и расположена на печатной плате 10. Микрополосковая линия 251 непосредственно соединяет участок 253 верхней волноводной панели и усилитель 208 электронного компонента №В, показанного на фиг.1. Микрополосковая линия 251 выполнена с возможностью приема сигнала S миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' из волноводной структуры 252.

Как описано выше, простое устройство 255 фильтра высокой частоты может быть построено на печатной плате 10 с соединительной цепью 205, включающей в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 на стороне электронного компонента №А, линию передачи 206, и соединительной цепью 207, включающей в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 на стороне электронного компонента №В. Устройство 255 фильтра высокой частоты электрически соединяет два электронных компонента №А, №В.

На фиг.22 показана схема частотной характеристики, иллюстрирующая пример отражающей характеристики и пример характеристики пропускания устройства 255 фильтра высокой частоты устройства 600 передачи миллиметровой волны. На фиг.22 по вертикальной оси представлена характеристика S (2,1) дБ полосы пропускания и отражающая характеристика S (1,1) дБ устройства 255 фильтра высокой частоты. По горизонтальной оси представлена несущая частота (ГГц). Единица шкалы

составляет 1 ГГц. На фигуре IIIa представлен пример характеристики полосы пропускания устройства 255 фильтра высокой частоты. В этом примере характеристики полосы пропускания каждая из соединительных цепей 205, 207 устройства 600 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую

5

линию 251 и волноводную структуру 252, и линия 206 передачи состоит из слоя 10f диэлектрического материала.

Характеристика $S(2,1)$ дБ полосы пропускания устройства 255 фильтра высокой частоты представляет собой характеристику полосы пропускания электромагнитной

10

15

20

волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны, передаваемого из микросхемы 250 CMOS со стороны электронного компонента №А в микросхеме 250' CMOS на стороне электронного компонента №В через устройство 255 фильтра высокой частоты (FR4), диэлектрическая постоянная которого составляет 4,9 и тангенс δ диэлектрических потерь которого составляет 0,025. Характеристика $S(2,1)$ дБ полосы пропускания представляет случай, когда несущая частота увеличивается с 0 ГГц до 80 ГГц на 1 ГГц. В соответствии с таким результатом моделирования видеоданные на основе сигнала S миллиметровой волны имеют потери в полосе пропускания приблизительно 4,0 дБ между электронными компонентами №А, №В,

25

30

35

когда несущая частота находится в диапазоне от 40,0 ГГц до 75 ГГц.

На фигуре IIIb представлен пример отражающей характеристики устройства 255 фильтра высокой частоты. Отражающая характеристика $S(1,1)$ дБ устройства 255

40

45

фильтра высокой частоты представляет отражающую характеристику электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны, переданного из микросхемы 250 CMOS на стороне электронного компонента №А, в микросхеме 250' CMOS на стороне электронного компонента №В через устройство 255 фильтра высокой частоты, диэлектрическая постоянная которого составляет 4,9 и тангенс δ диэлектрических потерь составляет 0,025.

Отражающая характеристика $S(1,1)$ дБ представляет случай, когда несущая частота увеличивается с 10 ГГц до 80 ГГц на 1 ГГц. В соответствии с таким результатом моделирования достигаются потери отражения 40 дБ или больше. Кроме того, потери отражения составляют 10 дБ или больше, когда несущая частота находится в диапазоне от 40,0 ГГц до 75 ГГц.

По мере увеличения несущей частоты потери передачи увеличиваются, но отраженная волна уменьшается в устройстве 255 фильтра высокой частоты, имеющего такие большие потери. Поэтому устройство 255 фильтра высокой частоты уменьшает отрицательное влияние стоячей волны, вызванное отраженной волной. В этом

50

примере схема 203 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для преобразования входного сигнала S_{in} в сигнал S миллиметровой волны, и схема 209 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для преобразования сигнала миллиметровой волны, усиленного усилителем 208, таким образом, что отношение (полоса сигнала)/(центральная частота) может быть уменьшено. Поэтому легко изготовить модуль 21 генерирования сигнала, предназначенный для передачи сигнала миллиметровой волны, и модуль 22 генерирования сигнала, предназначенный для приема сигнала миллиметровой волны.

Как описано выше, в соответствии с устройством 600 передачи миллиметровой волны по шестому варианту осуществления каждая соединительная цепь 205 на стороне электронного компонента №А и соединительная цепь 207 на стороне электронного компонента №В включает в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 вместо антенного элемента 11, показанного на фиг.2В.

Поэтому простое устройство 255 фильтра высокой частоты может быть построено на печатной плате 10 с соединительной цепью 205, включающей в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 на стороне электронного компонента №А, линию передачи 206 и соединительную цепь 207, включающую в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252 на стороне электронного компонента №В. По мере увеличения несущей частоты потеря передачи увеличивается, но отраженная волна уменьшается в устройстве 255 фильтра высокой частоты. Поэтому устройство 255 фильтра высокой частоты уменьшает отрицательное влияние стоячей волны, вызванной отраженной волной.

<Седьмой вариант осуществления>

На фиг.23 представлен вид сверху (верхняя часть фигуры фиг.23), представляющая примерную конфигурацию устройства 700 передачи миллиметровой волны в соответствии с седьмым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении (нижняя часть чертежа на фиг.23) вдоль линии X2-X2 со стрелкой. В данном варианте осуществления соединительная цепь 205 устройства 700 передачи миллиметровой волны включает в себя верхний слой 10g заземления, антенную структуру 256, щелевое отверстие 257 и волноводную структуру 252 вместо микрополосковой линии 251, показанной на фиг.21.

Устройство 700 передачи миллиметровой волны, показанное на верхней схеме по фиг.23, включает в себя нижний слой 10e заземления, верхний слой 10g заземления, волноводную структуру 252 и микросхему 259 CMOS, которые расположены на печатной плате 10. Микросхема 259 CMOS представляет собой полупроводниковую транзисторную схему, которая интегрирует модуль 21 генерирования сигнала, включающий в себя схему 202 модуляции, схему 203 преобразования частоты и усилитель 204, показанный на фиг.1. Соединительная цепь 205 и микросхема 259 CMOS составляют электронный компонент №А'.

Микросхема 259 CMOS отличается от микросхемы 250 CMOS, пояснявшейся в шестом варианте осуществления, тем, что микросхема 259 CMOS имеет антенную структуру 256. Антенная структура 256 состоит из антенного элемента 56, имеющего длину $\lambda/2$, где длина волны несущей частоты равна λ . Антенный элемент 56 изготовлен на заданной поверхности микросхемы 259 CMOS и открыт наружу.

На нижнем чертеже по фиг.23 электропроводный слой 10e заземления между слоями расположен по всей печатной плате 10. Изолирующий слой 10f диэлектрического материала, состоящий из линии 206 передачи, имеющей большие потери, расположен на слое 10e заземления. Слой 10f диэлектрического материала изготовлен из стеклопластика на основе эпоксидной смолы (FR4), диэлектрическая постоянная которого составляет 4,9 и тангенс диэлектрических потерь составляет 0,025. Электропроводный верхний слой 10g заземления расположен на слое 10f диэлектрического материала.

Щелевое отверстие 257, состоящее из участка отверстия, имеющего заданную ширину и заданную длину, расположено в верхнем слое 10g заземления.

Микросхема 259 CMOS приклеена к верхнему слою 10g заземления с помощью клея 258 и закреплена на печатной плате 10 таким образом, что антенный элемент 56 расположен перпендикулярно щелевому отверстию 257.

Соединительная цепь 205 устройства 700 передачи миллиметровой волны включает в себя антенный элемент 56, щелевое отверстие 257, сформированное в верхнем слое 10g заземления, и волноводную структуру 252. Слой 10e заземления между слоями и верхний слой 10g заземления выполнены из медной фольги и т.п. и расположены на

печатной плате 10. Слой 10е заземления между слоями и верхний слой 10g заземления выполнены с возможностью передачи электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны в волноводной структуре 252 через щелевое отверстие 257 из антенного элемента 56, соединенного с усилителем 204 (см. фиг.1) электронного компонента №А'. Выходной вывод усилителя 204 и антенный элемент 56 соединены с помощью, например, проводов.

В соответствии с волноводной структурой 252 в этом примере волновод включает в себя слой 10е заземления между слоями, верхний слой 10g заземления и контактные отверстия 10а'. Контактные отверстия 10а' электрически соединены со слоем 10е заземления между слоями и верхним слоем 10g заземления. Так же, как и в шестом варианте осуществления, контактные отверстия 10а' расположены в два ряда в форме гребенки так, что они определяют направление распространения электромагнитной волны S'. Направление распространения электромагнитной волны S' определено двумя рядами контактных отверстий 10а' (ниже называется участком 10b' заграждения из контактных отверстий).

Другими словами, так же, как и в шестом варианте осуществления, четыре стороны волновода электрически экранированы слоем 10е заземления между слоями, верхним слоем 10g заземления и правыми, и левыми контактными отверстиями 10а' и 10а'. Таким образом, может использоваться волноводная структура 252, заполненная внутри диэлектрическим материалом. Участок слоя 10f диэлектрического материала на печатной плате 10, в которой не предусмотрен верхний слой 10g заземления, используется как канал передачи из диэлектрического материала и составляет линию 206 передачи, имеющую большие потери.

Как описано выше, в соответствии с устройством 700 передачи миллиметровой волны по седьмому варианту осуществления соединительная цепь 205 на стороне электронного компонента №А включает в себя верхний слой 10g заземления, антенную структуру 256, щелевое отверстие 257 и волноводную структуру 252 вместо микрополосковой линии 251, показанной на фиг.21.

Поэтому волноводная структура 252 может быть пространственно соединена через щелевое отверстие 257 с антенным элементом 56, соединенным с усилителем 204 (см. фиг.1) электронного компонента №А'. Поэтому электромагнитная волна S', основанная на сигнале S миллиметровой волны, может быть передана в слой 10f диэлектрического материала. Так же, как и в шестом варианте осуществления, волноводная структура 252 существенно уменьшает проблемы паразитного излучения и ошибок передачи, связанных с широкополосной передачей и устройствами беспроводной передачи данных.

<Восьмой вариант осуществления>

Далее со ссылкой на фиг.24-29 будет описано устройство 800 передачи миллиметровой волны, используемое как восьмой вариант осуществления. На фиг.24 представлен вид сверху (верхняя часть чертежа на фиг.24), иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть I) устройства 800 передачи миллиметровой волны в соответствии с восьмым вариантом осуществления, и вид в поперечном сечении (нижний чертеж на фиг.24) вдоль линии X3-X3 со стрелкой. В данном варианте осуществления соединительные схемы 205, 207 имеют многослойную структуру таким образом, что электромагнитная волна S' может распространяться в направлении толщины печатной платы 10 через щелевое отверстие 257.

Устройство 800 передачи миллиметровой волны, показанное в верхней части чертежа фиг.24, включает в себя слой 10е заземления между слоями, микросхему 250

CMOS, микрополосковую линию 251 и участок 253 верхней волноводной панели, которые расположены на печатной плате 10. Так же, как и в шестом варианте осуществления, микросхема 250 CMOS представляет собой полупроводниковую транзисторную схему, которая интегрирует модуль 21 генерирования сигнала, включающий в себя схему 202 модуляции, схему 203 преобразования частоты и усилитель 204, показанные на фиг.1. Соединительная цепь 205 и микросхема 250 CMOS составляют электронный компонент №А.

В нижней части чертежа на фиг.24 электропроводный слой 10е заземления между слоями расположен по всей печатной плате 10. Изолирующий слой 10f диэлектрического материала, составляющий линию 206 передачи, имеющую большие потери, расположен на слое 10е заземления между слоями. Электропроводный нижний слой 10h заземления расположен на нижней поверхности печатной платы 10.

Изолирующий слой 10i диэлектрического материала расположен между слоем 10е заземления между слоями и нижним слоем 10h заземления. Каждый из слоев 10f, 10i диэлектрического материала из стеклопластика на основе эпоксидной смолы (FR4), диэлектрическая постоянная которого составляет 4,9 и тангенс диэлектрических потерь равен 0,025.

Электропроводная микрополосковая линия 251, участок 253 верхней волноводной панели и структура 254 разводки проводов расположены на слое 10f диэлектрического материала. Структура 254 разводки проводов состоит из медной фольги и соединена с множеством электродов микросхемы 250 CMOS. Так же, как и в шестом варианте осуществления, структура 254 разводки проводов и микросхема 250 CMOS соединены с помощью электродов столбиковых выводов с использованием способа перевернутого кристалла.

Соединительная цепь 205 устройства 800 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251, волноводную структуру 252' и щелевое отверстие 257. Так же, как и в шестом варианте осуществления, микрополосковая линия 251 состоит из медной фольги и т.п. и расположена на печатной плате 10.

Микрополосковая линия 251 непосредственно соединяется с участком 253 верхней волноводной панели и усилителем 204 электронного компонента №А, показанными на фиг.1. Микрополосковая линия 251 выполнена с возможностью передачи электромагнитной волны S' на основе сигнала S миллиметровой волны в волноводную структуру 252'. Выходной разъем усилителя 204 и микрополосковая линия 251 соединены с электродами столбиковых выводов с помощью способа перевернутого кристалла. Способ не ограничен этим. Другие способы также можно использовать. Например, они могут быть соединены с помощью проводов.

В волноводной структуре 252' в соответствии с этим примером область Ic проекции участка верхней панели слоя 10е заземления между слоями, область Ic проекции участка верхней панели нижнего слоя 10h заземления и участок 253 верхней волноводной панели состоят из двухслойного волновода, соединенного через контактные отверстия 10a'. Контактные отверстия 10a' электрически соединяют участок 253 волноводной верхней панели с областью Ic проекции участка верхней панели слоя 10е заземления между слоями и область Ic проекции верхней панели нижнего слоя 10h заземления. Например, контактные отверстия 10a' расположены в два ряда в форме гребенки так, что они определяют направление распространения электромагнитной волны S'.

Двухслойная структура, включающая в себя верхний слой и нижний слой, определена контактными отверстиями 10a', расположенными в два ряда (участок 10b')

ограждения в виде контактных отверстий). Другими словами, семь или восемь сторон волновода электрически экранированы областью Ic проекции участка верхней панели слоя 10e заземления между слоями, областью Ic проекции участка верхней панели нижнего слоя 10h заземления, участком 253 волноводной верхней панели и правыми и левыми контактными отверстиями 10a' и 10a'. Таким образом, может использоваться волноводная структура 252', заполненная внутри диэлектрическим материалом.

В данном примере щелевое отверстие 257 сформировано в заданном положении слоя 10e заземления между слоями так, что оно направляет электромагнитную волну S' из верхнего слоя 10f диэлектрического материала к нижнему слою 10i диэлектрического материала или от нижнего слоя 10i диэлектрического материала к верхнему слою 10f диэлектрического материала. Поэтому микрополосковая линия 251 и волноводная структура 252' могут быть непосредственно соединены, и электромагнитная волна S' на основе сигнала S миллиметровой волны может быть передана в слой 10f диэлектрического материала. Кроме того, соединительная цепь 205 имеет двухслойную структуру, и электромагнитная волна S' может быть направлена в нижний слой 10i диэлектрического материала (в направлении толщины печатной платы 10) через щелевое отверстие 257.

Участок слоя 10f диэлектрического материала на печатной плате 10, в котором участок 253 верхней волноводной панели не предусмотрен, и слой 10i диэлектрического материала между слоем 10e заземления между слоями и нижним слоем 10h заземления используется как канал передачи диэлектрического материала, который составляет линию 206 передачи, имеющую большие потери. Волноводная структура 252' существенно уменьшает проблемы паразитного излучения и ошибки передачи, поясняемые в первом варианте осуществления.

На фиг.25 показан вид сверху, иллюстрирующий примерную конфигурацию (часть II) устройства 800 передачи миллиметровой волны. На фиг.26 показан вид в поперечном сечении вдоль линии X4-X4 со стрелкой для иллюстрации примерной конфигурации (часть III) устройства 800 передачи миллиметровой волны.

В данном варианте осуществления два электронных компонента №А, №В расположены на одной поверхности печатной платы 10 и два электронных компонента №С, №D расположены на другой ее поверхности. Четыре электронных компонента №1-№4 соединены с помощью многослойных соединительных схем 205, 207 и линией 206 передачи, имеющей большие потери. Электромагнитная волна S' распространяется к нижнему слою 10i диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 слоя заземления, расположенного между слоями на стороне электронного компонента №А. Кроме того, электромагнитная волна S' распространяется в исходный верхний слой диэлектрика 10f диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 слоя заземления между слоями на стороне электронного компонента №D. В этом примере участок 253 верхней волноводной панели исключен.

В устройстве 800 передачи миллиметровой волны, показанном на фиг.25, многослойная соединительная цепь 205 на стороне электронного компонента №А, показанного на фиг.24, применяется не только в соединительной схеме 205 на стороне электронного компонента №С, но также и в соединительной схеме 207 на стороне электронных компонентов №В, №D.

Соединительная цепь 207 на стороне электронного компонента №В устройства 800 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и волноводную структуру 252' вместо антенного элемента 11, показанного на фиг.2В.

Микрополосковая линия 251 состоит из медной фольги и т.п. и расположена на печатной плате 10. Микрополосковая линия 251 непосредственно соединяет участок 253 верхней волноводной панели и усилитель 208 (см. фиг.10) электронного компонента №В, показанного на фиг.1. Микрополосковая линия 251 выполнена с
5 возможностью приема сигнала S миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' из волноводной структуры 252.

Соединительная цепь 205 на стороне электронного компонента №С устройства 800 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и
10 волноводную структуру 252', как показано на фиг.26. Микрополосковая линия 251 выполнена из медной фольги и т.п. и расположена под печатной платой 10. Например, микрополосковая линия 251 непосредственно соединена с усилителем 224 (см. фиг.10) электронного компонента №С, показанного на фиг.10. Микрополосковая линия 251
15 выполнена с возможностью передавать электромагнитную волну S' на основе сигнала S миллиметровой волны из волноводной структуры 252'.

Соединительная цепь 207 на стороне электронного компонента №D устройства 800 передачи миллиметровой волны включает в себя микрополосковую линию 251 и
20 волноводную структуру 252', как показано на фиг.26. Микрополосковая линия 251 состоит из медной фольги и т.п. и расположена под печатной платой 10. Например, микрополосковая линия 251 непосредственно соединена с усилителем 228 (см. фиг.10) электронного компонента №D, показанного на фиг.10. Микрополосковая линия 251
25 выполнена с возможностью приема сигнала S миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' из волноводной структуры 252'.

Как описано выше, многослойное устройство 255' фильтра высокой частоты включает в себя соединительную цепь 205, составленную из волноводной
30 структуры 252' и микрополосковой линии 251 на стороне электронного компонента №А, линию 206 передачи, изготовленную из верхнего слоя 10f диэлектрического материала, соединительную цепь 207, состоящую из волноводной структуры 252' и
35 микрополосковой линии 251 на стороне электронного компонента №В, соединительную цепь 205, состоящую из волноводной структуры 252' и микрополосковой линии 251 на стороне электронного компонента №С, линии 206 передачи, состоящей из верхнего слоя 10i диэлектрического материала,
40 соединительной схемы 207, состоящей из волноводной структуры 252', и микрополосковой линии 251 на стороне электронного компонента №D, щелевого отверстия 257, сформированного в слое 10e заземления между слоями на стороне
45 электронных компонентов №А, №С, и щелевого отверстия 257, сформированного в слое 10e заземления между слоями на стороне электронных компонентов №В, №D.

В многослойном устройстве 255' фильтра высокой частоты электромагнитная волна S' распространяется к нижнему слою диэлектрического материала 10i через щелевое отверстие 257 слоя заземления между слоями на стороне электронного
50 компонента №А. Кроме того, электромагнитная волна S' распространяется к исходному верхнему слою 10f диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 слоя заземления между слоями на стороне электронного компонента №D.

Щелевые отверстия 260, предотвращающие отражение, показанное на фиг.25, сформированы в слое 10e заземления между слоями, как показано на фиг.26. В этом
55 примере щелевые отверстия 260 предотвращения отражения расположены снаружи от щелевого отверстия 257 на стороне электронных компонентов №А, №С и снаружи от щелевого отверстия 257 на стороне электронных компонентов №В, №D. Так же, как и

щелевое отверстие 257, щелевое отверстие 260 имеет прямоугольную форму, и щелевое отверстие 260 имеет большую ширину и большую длину, чем щелевое отверстие 257. Щелевое отверстие 260 выполнено с возможностью предотвращения диффузии (отражения) электромагнитной волны S' , распространяющейся в верхнем слое 10f диэлектрического материала, и электромагнитной волны S' , распространяющейся к нижнему слою 10i диэлектрического материала.

На фиг.27 и 28 показаны виды в поперечном сечении, иллюстрирующие пример распространения (часть I и часть II) электромагнитной волны S' в устройстве 255' фильтра высокой частоты. В данном примере электромагнитная волна S' распространяется из электронного компонента №А в другой порт (электронные компоненты №В, №С, №D и т.п.) в соответствии с несущей частотой.

В устройстве 255' фильтра высокой частоты, показанном на фиг.27А, когда несущая частота составляет 40 ГГц, электромагнитная волна S' распространяется от электронного компонента №А к электронному компоненту №В. Когда сигнал миллиметровой волны протекает в микрополосковой линии 251, составляющей соединительную цепь 205 на стороне электронного компонента №А, электромагнитная волна S' на основе этого сигнала миллиметровой волны распространяется из волноводной структуры 252' в линию 206 передачи, состоящую из верхнего слоя 10f диэлектрического материала.

В соединительной схеме 207 на стороне электронного компонента №В волноводная структура 252' принимает электромагнитную волну S' , которая должна распространяться в линию 206 передачи верхнего слоя, и сигнал миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' протекает в микрополосковой линии 251. Сигнал миллиметровой волны вводят из микрополосковой линии 251 в усилитель 208 (см. фиг.10) на стороне электронного компонента №В.

В устройстве 255' фильтра высокой частоты, показанном на фиг.27В, когда несущая частота составляет 60 ГГц, электромагнитная волна S' распространяется из электронного компонента №А в электронный компонент №В через щелевое отверстие 257, сформированное в слое 10е заземления земли между слоями на стороне электронных компонентов №А, №С, и через щелевое отверстие 257, сформированное в слое 10е заземления между слоями на стороне электронных компонентов №В, №D.

Когда сигнал миллиметровой волны протекает в микрополосковой линии 251, составляющей соединительную цепь 205 на стороне электронного компонента №А, электромагнитная волна S' на основе сигнала S распространяется от волноводной структуры 252' к линии 206 передачи, состоящей из нижнего слоя 10i диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №А, №С.

В соединительной схеме 207 на стороне электронного компонента №В волноводная структура 252' принимает электромагнитную волну S' , которая должна распространяться к линии 206 передачи нижнего уровня, через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №В, №D, и сигнал миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' протекает в микрополосковую линию 251. Сигнал миллиметровой волны подают из микрополосковой линии 251 в усилитель 208 (см. фиг.10) на стороне электронного компонента №В.

Как описано выше, когда несущие частоты, такие как 40 ГГц и 60 ГГц, выбирают в многослойном устройстве 255' фильтра высокой частоты, электромагнитная волна S' распространяется к нижнему слою 10i диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №А, №С. Кроме того,

электромагнитная волна S' может распространяться к исходному верхнему слою $10f$ диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 слоя заземления между слоями на стороне электронных компонентов №В, №D.

5 В устройстве 255' фильтра высокой частоты, показанном на фиг.28А, когда выбирают заданную несущую частоту f_x ($20 \text{ ГГц} < f_x < 80 \text{ ГГц}$), электромагнитная волна S' распространяется от электронного компонента №А к электронному компоненту №D. Когда сигнал миллиметровой волны протекает в микрополосковой линии 251, состоящей из соединительной схемы 205 на стороне электронного

10 компонента №А, электромагнитная волна S' на основе этого сигнала миллиметровой волны распространяется от волноводной структуры 252' в линию 206 передачи, составленную нижним слоем $10i$ диэлектрического материала, через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №А, №С.

15 В соединительной схеме 207 на стороне электронного компонента №D волноводная структура 252' принимает электромагнитную волну S' , которая должна распространяться к линии 206 передачи нижнего слоя, и сигнал миллиметровой волны, основанный на электромагнитной волне S' , протекает в микрополосковую линию 251. Сигнал миллиметровой волны вводят из микрополосковой линии 251 в усилитель 228

20 (см. фиг.10) на стороне электронного компонента №D.

Когда заданную несущую частоту f_x ($20 \text{ ГГц} < f_x < 80 \text{ ГГц}$) выбирают в многослойном устройстве 255' фильтра высокой частоты, показанном на фиг.28В, электромагнитная волна S' последовательно распространяется от электронного компонента №А к электронным компонентам №В, №D и, кроме того, из электронного компонента №С к

25 электронным компонентам №В, №D. Когда сигнал миллиметровой волны протекает в микрополосковой линии 251, составляющей соединительную цепь 205 на стороне электронного компонента №А, электромагнитная волна S' на основе этого сигнала миллиметровой волны распространяется от волноводной структуры 252' к линии 206

30 передачи, составленной из верхнего слоя $10f$ диэлектрического материала, и распространяется от волноводной структуры 252' к линии 206 передачи, составленной из нижнего слоя $10i$ диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №А, №С.

35 В соединительной схеме 207 на стороне электронного компонента №В волноводная структура 252' принимает электромагнитную волну S' , которая должна распространяться к линии 206 передачи верхнего слоя, и сигнал миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' протекает в микрополосковую линию 251. Сигнал миллиметровой волны вводят из микрополосковой линии 251 в усилитель 208

40 (см. фиг.10) на стороне электронного компонента №В.

В соединительной схеме 207 на стороне электронного компонента №D волноводная структура 252' принимает электромагнитную волну S' , которая должна распространяться к линии 206 передачи нижнего слоя, и сигнал миллиметровой волны на основе электромагнитной волны S' протекает в микрополосковую линию 251.

45 Сигнал миллиметровой волны вводят из микрополосковой линии 251 в усилитель 228 (см. фиг.10) на стороне электронного компонента №D.

Когда сигнал миллиметровой волны протекает в микрополосковую линию 251 в соединительной схеме 205 на стороне электронного компонента №С,

50 электромагнитная волна S' на основе сигнала миллиметровой волны распространяется от волноводной структуры 252' к линии 206 передачи, состоящей из нижнего слоя $10i$ диэлектрического материала, и распространяется от волноводной структуры 252' в линию 206 передачи, составленную из верхнего слоя $10f$

диэлектрического материала через щелевое отверстие 257 на стороне электронных компонентов №В, №D. Поэтому сигнал миллиметровой волны, протекающий в микрополосковой линии 251 верхнего слоя, вводят в усилитель 208 на стороне электронного компонента №В, и сигнал миллиметровой волны, протекающий в микрополосковой линии 251 нижнего уровня, вводят в усилитель 228 на стороне электронного компонента №D (см. фиг.10).

На фиг.29 показана частотная характеристическая схема, иллюстрирующая пример отражающей характеристики и пример характеристики полосы пропускания устройства 255' фильтра высокой частоты устройства 800 передачи миллиметровой волны. На фиг.29 по вертикальной оси представлена характеристика $S(2,1)$ дБ полосы пропускания и отражающая характеристика $S(1,1)$ дБ устройства 255' фильтра высокой частоты. На горизонтальной оси представлена несущая частота (ГГц). Единица шкалы составляет 1 ГГц. На чертеже IVa представлен пример характеристики полосы пропускания устройства 255' фильтра высокой частоты. В этом примере характеристики полосы пропускания соединительные схемы 205, 207 устройства 800 передачи миллиметровой волны соответственно состоят из микрополосковой линии 251 и волноводной структуры 252', линии 206 передачи верхнего слоя, составленной из слоя 10f диэлектрического материала, и линии 206 передачи нижнего слоя, составленной из слоя 10i диэлектрического материала.

Характеристика $S(2,1)$ дБ полосы пропускания устройства 255' фильтра высокой частоты представляет собой характеристику полосы пропускания сигнала миллиметровой волны, передаваемого из микросхемы 250 CMOS на стороне электронного компонента №А в микросхему 250' CMOS на стороне электронного компонента №В (№D) через устройство 255' фильтра высокой частоты (FR4), диэлектрической постоянной которого равна 4,9 и тангенс δ диэлектрических потерь которого составляет 0,025. Характеристика $S(2,1)$ дБ представляет случай, когда несущая частота увеличивается от 0 ГГц до 80 ГГц через 1 ГГц. В соответствии с таким результатом моделирования видеоданные на основе сигнала миллиметровой волны имеют потери в полосе пропускания приблизительно 4,0 дБ между электронными компонентами №А, №В (№D), когда несущая частота находится в диапазоне от 44,0 ГГц до 56 ГГц.

На чертеже позиции IVb представлен пример отражающих характеристик устройства 255' фильтра высокой частоты. Отражающая характеристика $S(1,1)$ дБ устройства 255' фильтра высокой частоты представляет собой отражающую характеристику сигнала миллиметровой волны, передаваемого из микросхемы 250 CMOS на стороне электронного компонента №А в микросхему 250' CMOS на стороне электронного компонента №В (№D) через устройство 255' фильтра высокой частоты, диэлектрической постоянной которого составляет 4,9 и тангенс δ диэлектрических потерь которого равен 0,025.

Отражающая характеристика $S(1,1)$ дБ представляет случай, когда несущая частота увеличивается от 0 ГГц до 80 ГГц через 1 ГГц. В соответствии с результатом моделирования потери отражения достигают 35 дБ или больше. Кроме того, потери отражения составляют 5 дБ или больше, когда несущая частота находится в диапазоне от 40,0 ГГц до 60 ГГц.

По мере увеличения несущей частоты потери на передачу увеличиваются, но отраженная волна уменьшается в устройстве 255' фильтра высокой частоты, имеющем такие большие потери. Поэтому устройство 255' фильтра высокой частоты может уменьшить отрицательное влияние стоячей волны, вызванной отраженной волной. В

этом примере схема 203 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для преобразования входного сигнала S_{in} в сигнал S миллиметровой волны, и схема 209 преобразования частоты выполняет преобразование частоты для преобразования сигнала миллиметровой волны, усиленного усилителем 208, таким образом, что отношение (полоса сигнала)/(центральная частота) может быть уменьшено. Поэтому легко выполнить модуль 21 генерирования сигнала для передачи сигнала миллиметровой волны и модуль 22 генерирования сигнала для приема сигнала миллиметровой волны.

В устройстве 800 передачи миллиметровой волны в соответствии с восьмым вариантом осуществления соединительная цепь 205 на стороне электронных компонентов №А, №С и соединительная цепь 207 на стороне электронных компонентов №В, №D имеют многослойную структуру. Щелевое отверстие 257 сформировано в слое 10e заземления между слоями и выполнено с возможностью направления электромагнитной волны S' из верхнего слоя 10f диэлектрического материала к нижнему слою 10i диэлектрического материала или из нижнего слоя 10i диэлектрического материала к верхнему слою 10f диэлектрического материала.

Поэтому микрополосковая линия 251 верхнего слоя и волноводная структура 252' могут быть непосредственно соединены. Электромагнитная волна S' , основанная в сигнале S миллиметровой волны, может быть передана в слой 10f диэлектрического материала. Микрополосковая линия 251 нижнего слоя и волноводная структура 252' могут быть непосредственно соединены. Электромагнитная волна S' , основанная на сигнале S миллиметровой волны, может быть передана в слой 10i диэлектрического материала. Кроме того, соединительная цепь 205 имеет двухслойную структуру. Электромагнитная волна S' может быть передана в нижний слой 10i диэлектрического материала (в направлении толщины печатной платы 10) через щелевое отверстие 257. Электромагнитная волна S' может распространяться к верхнему слою 10f диэлектрического материала (в направлении толщины печатной платы 10) через щелевое отверстие 257.

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения были описаны выше со ссылкой на приложенные чертежи, в то время как настоящее изобретение, конечно, не ограничено описанными выше примерами. Специалист в данной области техники может выполнить различные изменения и модификации в пределах объема приложенной формулы изобретения, и следует понимать, что они, естественно, попадают в пределы технического объема настоящего изобретения.

Изобретение, представленное в формуле изобретения, не ограничено описанными выше вариантами осуществления. Все комбинации свойств, пояснявшихся в вариантах осуществления, не являются абсолютно необходимыми для средства решения изобретения. Описанные выше варианты осуществления включают в себя различные этапы изобретения, из которых различные виды изобретений могут быть выделены, используя соответствующую комбинацию множества раскрытых составляющих элементов. Даже если некоторые из составляющих элементов удалить из всех составляющих элементов вариантов осуществления, состав, из которого некоторые из составляющих элементов удалены, может быть выделен как изобретение, если только могут быть получены его эффекты.

В механизме вариантов осуществления, например, элементы на стороне передачи и на стороне приема, относящиеся к передаче миллиметровой волны, установлены на одной и той же печатной плате, и эта печатная плата выполнена также с возможностью ее использования в качестве физического объекта, используемого как

канал передачи миллиметровой волны. Поскольку электромагнитную волну между стороной передачи и приема на основе сигнала миллиметровой волны передают в состоянии экранирования от печатной платы, сигнал в полосе миллиметровой волны может быть передан в электронном устройстве с низкой степенью интерференции и без каких-либо неудобств.

Это особенно эффективно, когда тангенс диэлектрических потерь диэлектрического материала, составляющего печатную плату, также используемую как физический объект, используемый как канал передачи миллиметровой волны, является относительно большим.

Другими словами, в соответствии с устройством передачи миллиметровой волны и способом передачи миллиметровой волны, пояснявшимися в вариантах осуществления, сигнал миллиметровой волны, передаваемый с одного конца физического объекта, состоящего из диэлектрического материала (физический объект, имеющий заданную диэлектрическую постоянную ϵ), принимают с другого конца физического объекта и сигнал миллиметровой волны обрабатывают для генерирования выходного сигнала.

В физическом объекте, имеющем большие потери и имеющем относительно большой тангенс диэлектрических потерь диэлектрического материала, потери передачи увеличиваются, но отраженная волна затухает по мере увеличения несущей частоты. Поэтому чрезвычайно высокоскоростной сигнал может быть передан через физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, имеющего большие потери. Кроме того, высокоскоростная обработка передачи данных может быть достигнута только в ограниченном диапазоне физического объекта. На других расстояниях за пределами ограниченного расстояния физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, затухание будет велико, что может существенно снизить интерференцию за пределами физического объекта.

В соответствии с системой передачи миллиметровой волны, поясненной в описанных выше вариантах осуществления, предусмотрены устройство передачи миллиметровой волны и способ передачи миллиметровой волны, поясненные в описанных выше вариантах осуществления, и сигнал миллиметровой волны, передаваемый с одного конца физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала (физический объект, имеющий заданное значение диэлектрической постоянной), принимают с другого конца физического объекта и сигнал миллиметровой волны обрабатывают для генерирования выходного сигнала.

В соответствии с такой конфигурацией в физическом объекте, имеющем большие потери, потери передачи увеличиваются, но отраженная волна затухает по мере увеличения несущей частоты. Поэтому чрезвычайно высокоскоростной сигнал может быть передан через физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, имеющего большие потери. Кроме того, высокоскоростной сигнал основной полосы пропускания и т.п. может быть передан, и поэтому высокоскоростную обработку двунаправленной передачи данных можно обеспечить только в ограниченных пределах физического объекта. На других расстояниях, кроме ограниченного диапазона физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, затухание велико, что может существенно уменьшить взаимные помехи за пределами физического объекта.

В вариантах осуществления физический объект (физический объект, изготовленный из диэлектрического материала), имеющий заданную диэлектрическую постоянную ϵ , пояснялся в отношении печатной платы 10, изготовленной из стеклопластика на

основе эпоксидной смолы. Однако физический объект, изготовленный из диэлектрического материала, не ограничен этим. Авторы настоящего изобретения подтвердили, что физические объекты, изготовленные из такого диэлектрического материала, как собирающий свет лист и электропроводный/изолирующий лист, 5 изготовленный из акриловой и полиэтиленовой смолы, акриловая палочка и акриловая пластина, шариковая авторучка, в которой трубка, содержащая чернила, и корпус шариковой авторучки (трубка) изготовлены из полиэтиленовой синтетической смолы, такой как полиэтилен и полиэтилентерефталат, также работают как линия 10 передачи для миллиметровой волны. Тангенс δ диэлектрических потерь акриловой и полиэтиленовой смолы, в общем, близок к тангенсу угла δ диэлектрических потерь стеклопластика на основе эпоксидной смолы. Поэтому печатная плата 10, поясненная в вариантах осуществления, не ограничена стеклопластиком на основе эпоксидной смолы и может быть изготовлена из акриловой и полиэтиленовой смолы.

15 В пояснении описанных выше вариантов осуществления тангенс δ диэлектрических потерь в используемой полосе частот рассматривают как имеющий два уровня магнитуд, то есть тангенс δ диэлектрических потерь приблизительно 0,001 или меньше и тангенс δ диэлектрических потерь приблизительно 0,01 или больше. Однако 20 описанные выше уровни представляют собой просто примеры. Пример диэлектрического материала, имеющего тангенс δ диэлектрических потерь между этими двумя уровнями, то есть тангенс δ приблизительно от 0,01 до 0,001, включает в себя смолу ВТ (бисмалеимид-триазиновая эпоксидная смола) (тангенс δ составляет приблизительно 0,004) (см. документ 1, представленный ниже). Диэлектрический 25 материал, имеющий тангенс δ приблизительно от 0,01 до 0,001, называется как имеющий "умеренные потери". Например, материал, имеющий "умеренные потери" с использованием полимерной смолы ВТ, имеет характеристику между материалом, имеющим "большие потери", и материалом, имеющим "малые потери", поясненным в 30 описанных выше вариантах осуществления.

Документ ссылки 1: " high frequency VT resin glass cloth base copper-clad lamination", [online], [searched on September 2, 2009], Интернет <URL:http://www.tripleone.net/ENG/img_business/1_2_LX67.pdf>

35 Следует отметить, что линейность не является обязательной для линий 206, 226 передачи и т.п. Как известно, электромагнитная волна распространяется даже в линиях передачи 206, 226, изогнутых на 90 градусов (см., например, фиг.12А, 15 и т.п.).

40 Механизм в соответствии с настоящим вариантом выполнения чрезвычайно подходит для устройства, установленного на печатной плате для миллиметровых волн, способа передачи миллиметровых волн, системы передачи миллиметровых волн, и т.п., для передачи с высокой скоростью сигнала миллиметровых волн, несущая частота которого составляет от 30 ГГц до 300 ГГц, чтобы передавать изображения кинофильмов, компьютерные изображения и т.п.

45 Как будет понятно из пояснений в отношении вариантов осуществления, аспект настоящего варианта осуществления обеспечивает возможность выполнения высокоскоростной обработки передачи данных на ограниченной протяженности физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, и уменьшает интерференцию на других расстояниях, кроме ограниченного расстояния физического 50 объекта.

Механизмы устройства передачи миллиметровой волны на основе физического объекта, способ передачи миллиметровой волны и система передачи миллиметровой волны в соответствии с вариантами осуществления применяют, например, в

устройствах и системах для передачи с высокой скоростью сигнала миллиметровой волны, с несущей частотой, которая составляет от 30 ГГц до 300 ГГц, для передачи изображения кинофильмов, компьютерных изображений и т.п. Сигнал миллиметровой волны, передаваемый из одного конца физического объекта, изготовленного из диэлектрического материала, принимают на другом конце физического объекта, и сигнал миллиметровой волны обрабатывают для генерирования выходного сигнала. Сигнал может быть передан с высокой скоростью через физический объект, и могут быть уменьшены взаимные помехи в областях за пределами физического объекта.

Список номеров ссылочных позиций

10 печатная плата, изготовленная из стеклопластика на основе эпоксидной смолы
11, 12 антенный элемент

21-28 модуль генерирования сигнала

100, 400, 500, 600, 700, 800 устройство передачи миллиметровой волны

201, 221, 301, 421, 401, 421, 501 разъем ввода сигнала

202, 222, 302, 322, 402, 412, 422, 502 схема модуляции

203, 223, 303, 323, 403, 413, 423, 503 схема преобразования частоты

204, 304, 404, 504 усилитель

205, 207, 227, 305, 307, 327, 405, 407, 505 соединительная цепь, предназначенная для соединения с печатной платой

206, 226, 306, 326, 406, 432, 506 линия передачи

208, 228, 308, 328, 404, 408, 414, 424, 508 усилитель

209, 223, 309, 323, 403, 409, 413, 423 схема преобразования частоты

210, 230, 310, 330, 410, 510 схема демодуляции

211, 311, 411, 511 разъем вывода сигнала

250, 250', 259 микросхема CMOS

251 микрополосковая линия

252, 252' волноводная структура

253 участок верхней волноводной панели

254 структура разводки проводов

255, 255' устройство фильтра высокой частоты

256 антенная структура

256' антенный элемент

257, 260 щелевое отверстие

341 волноводная структура

431 схема сумматора

200, 300 система передачи миллиметровой волны

Формула изобретения

1. Устройство передачи миллиметровой волны, содержащее:

модуль генерирования первого сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты входного сигнала, предназначенного для передачи;

модуль генерирования второго сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования выходного сигнала, соответствующего входному сигналу, предназначенному для передачи; и

печатную плату, которая выполнена из диэлектрического материала и включает в себя модуль генерирования первого сигнала и модуль генерирования второго сигнала, в котором печатную плату используют как канал передачи миллиметровой волны

между модулем генерирования первого сигнала и модулем генерирования второго сигнала.

2. Устройство передачи миллиметровой волны по п.1, дополнительно содержащее: соединительный модуль первого сигнала, предназначенный для передачи сигнала миллиметровой волны, генерируемого модулем генерирования первого сигнала, в один конец печатной платы; и

соединительный модуль второго сигнала, предназначенный для приема сигнала миллиметровой волны из другого конца печатной платы,

в котором каждый из соединительного модуля первого сигнала и соединительного модуля второго сигнала выполнены из антенного элемента, имеющего длину, заданную на основе длины волны сигнала миллиметровой волны.

3. Устройство передачи миллиметровой волны по п.2,

в котором антенный элемент, составляющий соединительный модуль второго сигнала, принимает электромагнитную волну на основе сигнала миллиметровой волны, передаваемого в физическом объекте с помощью антенного элемента, состоящего из соединительного модуля первого сигнала.

4. Устройство передачи миллиметровой волны по п.1,

в котором модуль генерирования первого сигнала включает в себя схему модуляции, предназначенную для модуляции входного сигнала, и первую схему преобразования частоты, предназначенную для выполнения преобразования частоты для сигнала, модулированного схемой модуляции, и генерирования сигнала миллиметровой волны, и

модуль генерирования второго сигнала включает в себя вторую схему преобразования частоты, предназначенную для выполнения преобразования частоты для сигнала миллиметровой волны, и схему демодуляции, предназначенную для демодуляции сигнала, выводимого из второй схемы преобразования частоты, и генерирования выходного сигнала.

5. Устройство передачи миллиметровой волны по п.1,

в котором канал передачи миллиметровой волны выполнен так, что область передачи определена на печатной плате, и сигнал миллиметровой волны передают таким образом, что сигнал миллиметровой волны экранируют в этой определенной области передачи на печатной плате.

6. Устройство передачи миллиметровой волны по п.5,

в котором область передачи определена множеством участков полых цилиндрических отверстий, продолжающихся насквозь через печатную плату, или множество электропроводных цилиндрических элементов, соединяющих электропроводные слои.

7. Устройство передачи миллиметровой волны по п.4,

в котором каждый из первого модуля генерирования сигнала и второго модуля генерирования сигнала имеет усилитель, предназначенный для усиления сигнала миллиметровой волны.

8. Устройство передачи миллиметровой волны по п.7, дополнительно содержащее: схему определения качества сигнала, предназначенную для определения качества сигнала путем отслеживания выходного сигнала, предусмотренного в схеме демодуляции;

линию передачи постоянного тока или низкой частоты, предназначенную для передачи сигнала определения качества, выводимого из схемы определения качества сигнала; и

схему управления усилением, предназначенную для управления усилением усилителя на основе сигнала определения качества, передаваемого линией передачи постоянного тока или низкой частоты.

9. Устройство передачи миллиметровой волны по п.2, содержащее:

5 первый электронный компонент, включающий в себя модуль генерирования первого сигнала и соединительный модуль первого сигнала; и

второй электронный компонент, включающий в себя соединительный модуль второго сигнала и модуль генерирования второго сигнала, в котором первый

10 электронный компонент и второй электронный компонент установлены на одной и той же печатной плате.

10. Устройство передачи миллиметровой волны по п.1,

в котором печатная плата состоит из, по меньшей мере, одного из стеклопластика на основе эпоксидной смолы, акриловой смолы и полиэтиленовой смолы.

11. Устройство передачи миллиметровой волны по п.2,

в котором электронный компонент, используемый для обработки сигналов в области основной полосы пропускания входного сигнала и выходного сигнала,

установлен на печатной плате между первой областью печатной платы, включающей в себя модуль генерирования первого сигнала и соединительный модуль первого

20 сигнала, и второй областью печатной платы, включающей в себя модуль генерирования второго сигнала и соединительный модуль второго сигнала.

12. Способ передачи миллиметровой волны,

в котором печатная плата, состоящая из диэлектрического материала, включает в себя модуль генерирования первого сигнала, предназначенный для генерирования

25 сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты для входного сигнала, предназначенного для передачи, и модуль генерирования второго сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны

30 и генерирования выходного сигнала, соответствующего входному сигналу, предназначенному для передачи, и

способ передачи миллиметровой волны содержит следующие этапы:

35 обеспечивают генерирование модулем генерирования первого сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты для входного сигнала, предназначенного для передачи;

передают сигнал миллиметровой волны в один конец печатной платы, и передают электромагнитную волну на основе сигнала миллиметровой волны в пределах печатной платы;

40 принимают сигнал миллиметровой волны на основе электромагнитной волны, полученной из другого конца печатной платы; и

обеспечивают демодуляцию модулем генерирования второго сигнала принятого сигнала миллиметровой волны и генерируют выходной сигнал, соответствующий входному сигналу, предназначенному для передачи.

45 13. Способ передачи миллиметровой волны по п.12,

в котором, когда генерируют сигнал миллиметровой волны, способ включает в себя следующие этапы:

модулируют входной сигнал; и

50 выполняют преобразование частоты для модулированного сигнала, и

когда генерируют выходной сигнал, способ включает в себя следующие этапы:

выполняют преобразование частоты для принимаемого сигнала миллиметровой волны; и

демодулируют сигнал, который был подвергнут преобразованию частоты, и генерируют выходной сигнал.

14. Система передачи миллиметровой волны, содержащая:

5 элемент передачи первой миллиметровой волны, включающий в себя модуль генерирования первого сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты первого входного сигнала, предназначенного для передачи, модуль генерирования второго сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и
10 генерирования первого выходного сигнала, соответствующего первому входному сигналу, предназначенному для передачи, и первую печатную плату, состоящую из диэлектрического материала и включающую в себя модуль генерирования первого сигнала и модуль генерирования второго сигнала, в которой первая печатная плата
15 используется как канал передачи миллиметровой волны между модулем генерирования первого сигнала и модулем генерирования второго сигнала;

элемент передачи второй миллиметровой волны, включающий в себя модуль генерирования третьего сигнала, предназначенный для генерирования сигнала миллиметровой волны путем выполнения преобразования частоты второго входного
20 сигнала, предназначенного для передачи, модуль генерирования четвертого сигнала, предназначенный для демодуляции принятого сигнала миллиметровой волны и генерирования второго выходного сигнала, соответствующего второму входному сигналу, предназначенному для передачи, и вторую печатную плату, составленную из диэлектрического материала и включающую в себя модуль генерирования третьего
25 сигнала и модуль генерирования четвертого сигнала, в которой вторая печатная плата используется как канал передачи миллиметровой волны между модулем генерирования третьего сигнала и модулем генерирования четвертого сигнала; и

соединительную среду, предназначенную для соединения элемента передачи первой
30 миллиметровой волны и элемента передачи второй миллиметровой волны и распространения электромагнитной волны на основе сигнала миллиметровой волны.

15. Система передачи миллиметровой волны по п.14,

в которой первая печатная плата, включающая в себя элемент передачи первой миллиметровой волны, и вторая печатная плата, включающая в себя элемент
35 передачи второй миллиметровой волны, представляют собой одну и ту же печатную плату, и

элемент передачи первой миллиметровой волны и элемент передачи второй миллиметровой волны соединены через соединительное средство.

40 16. Система передачи миллиметровой волны по п.14,

в которой соединительное средство, в котором распространяется сигнал миллиметровой волны, состоит из диэлектрического материала, отличающегося от первой печатной платы и второй печатной платы.

17. Система передачи миллиметровой волны по п.14,

45 в которой соединительное средство состоит из волноводной структуры для распространения сигнала миллиметровой волны.

18. Система передачи миллиметровой волны по п.14, содержащая:

множество элементов передачи первой миллиметровой волны; и
50 схему сумматора для суммирования сигналов миллиметровой волны, предоставляемых из множества элементов передачи первой миллиметровой волны.

19. Система передачи миллиметровой волны по п.14,

в которой первая печатная плата, включающая в себя элемент передачи первой

миллиметровой волны, и вторая печатная плата, включающая в себя элемент передачи второй миллиметровой волны, представляют собой одну и ту же печатную плату, и

5 электронный компонент, используемый для обработки сигнала в области основной полосы пропускания входного сигнала и выходного сигнала, установлен на печатной плате между первой областью печатной платы, включающей в себя элемент передачи первой миллиметровой волны, и второй областью печатной платы, включающей в себя элемент передачи второй миллиметровой волны.

10

15

20

25

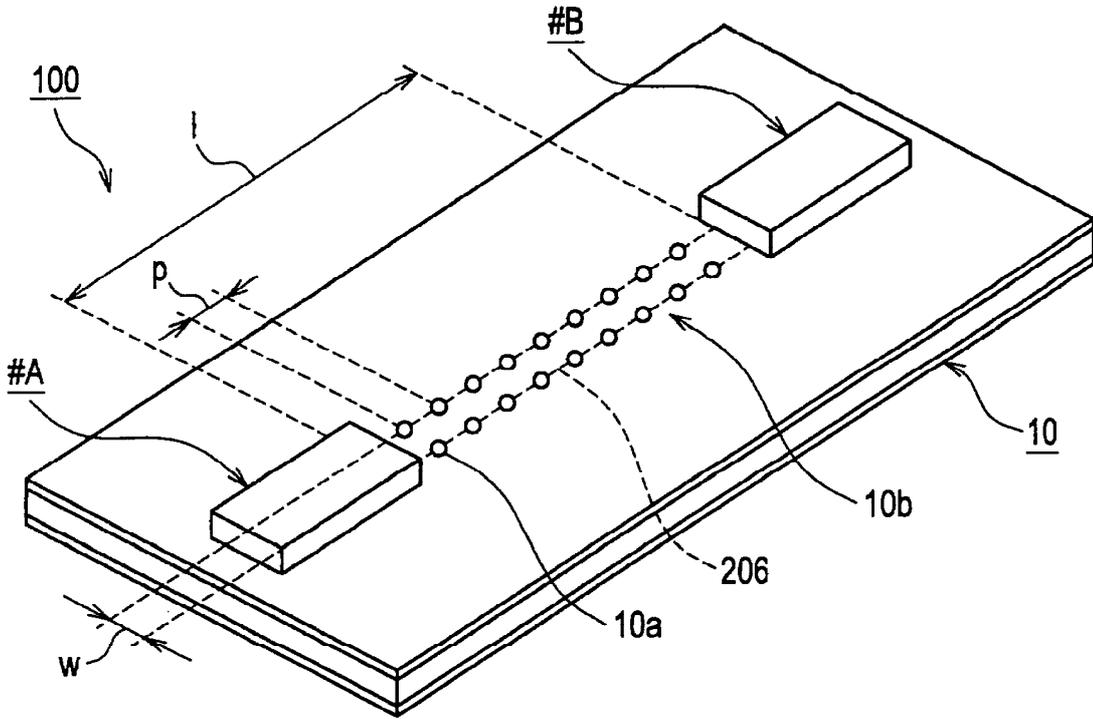
30

35

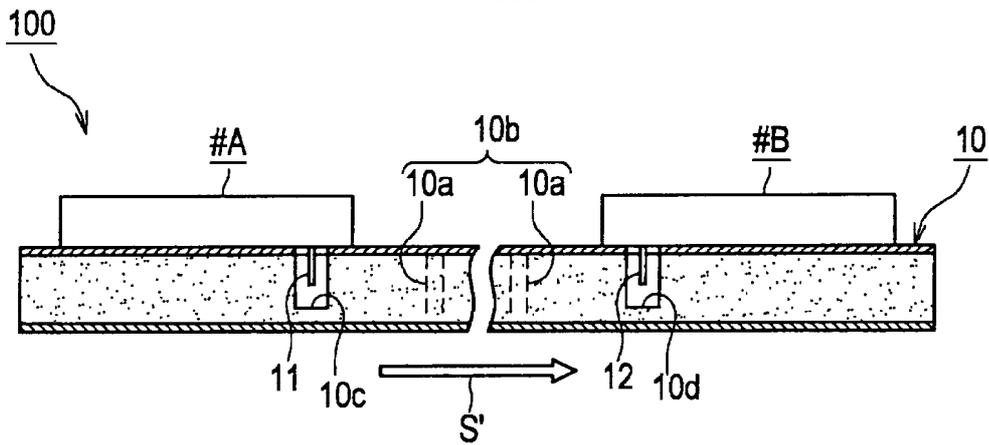
40

45

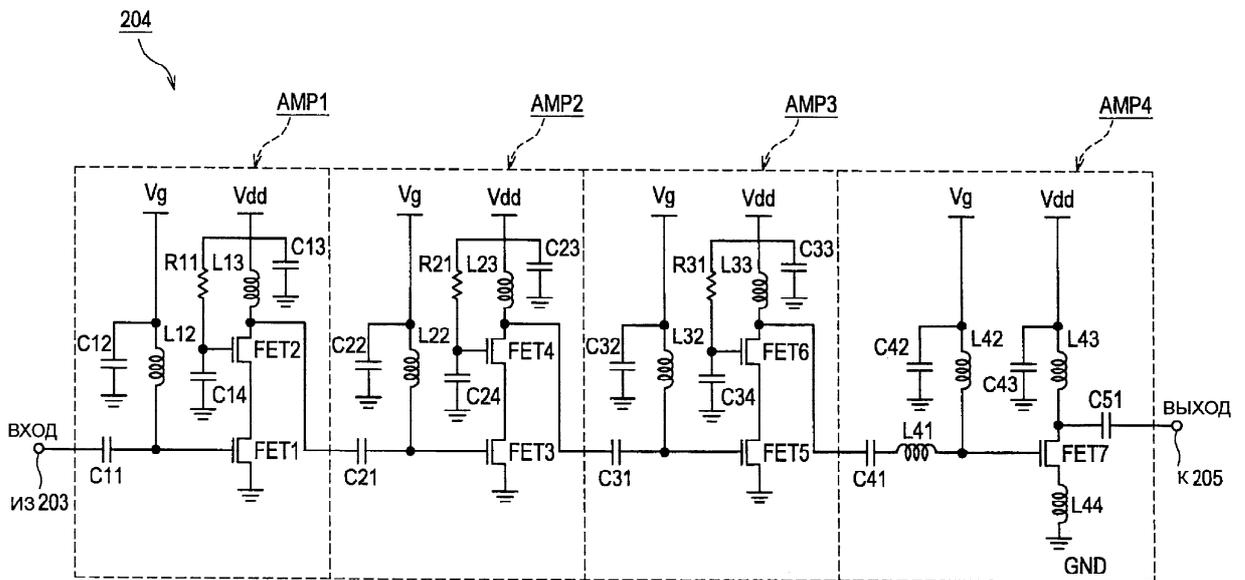
50



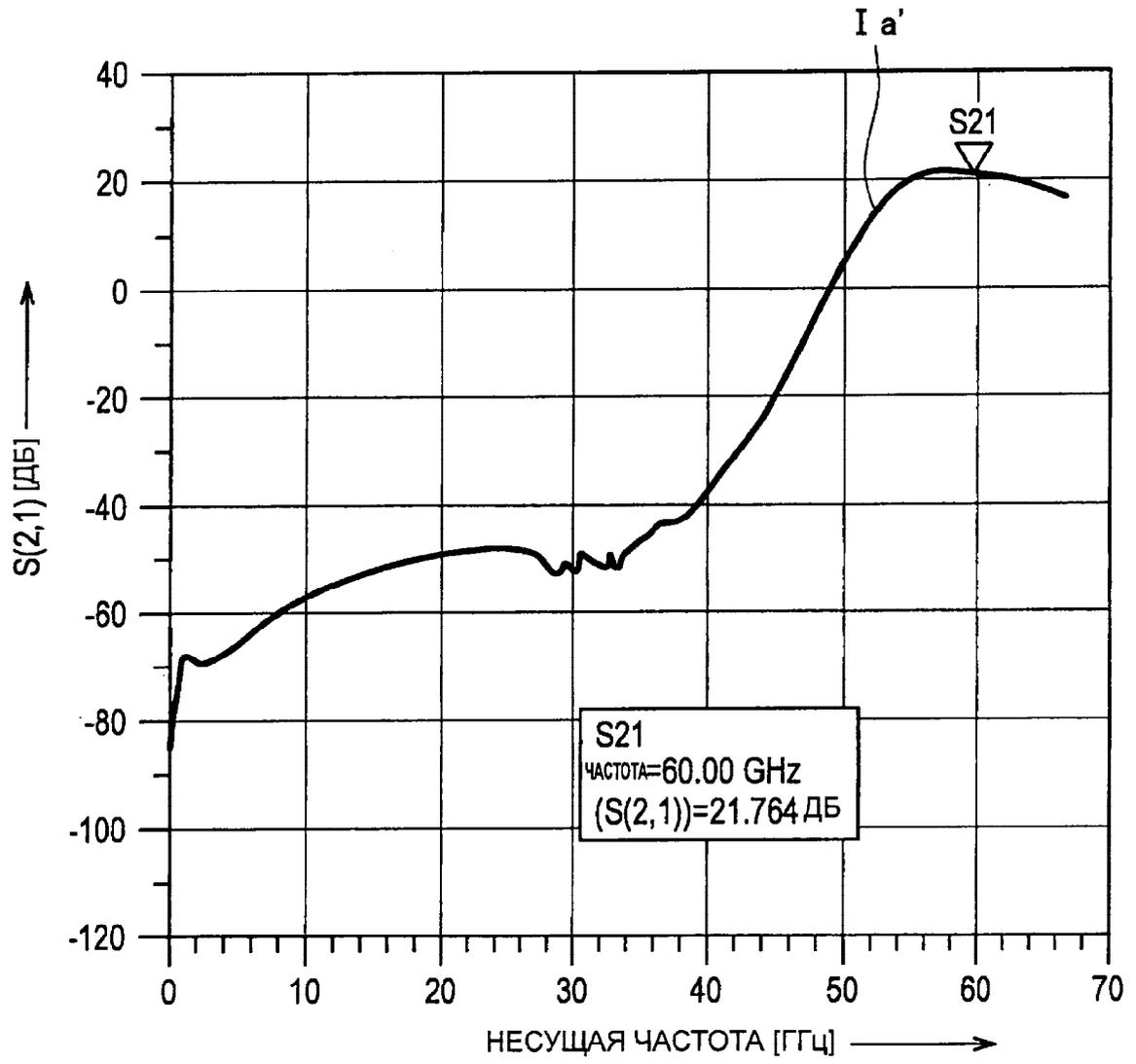
Фиг. 2А



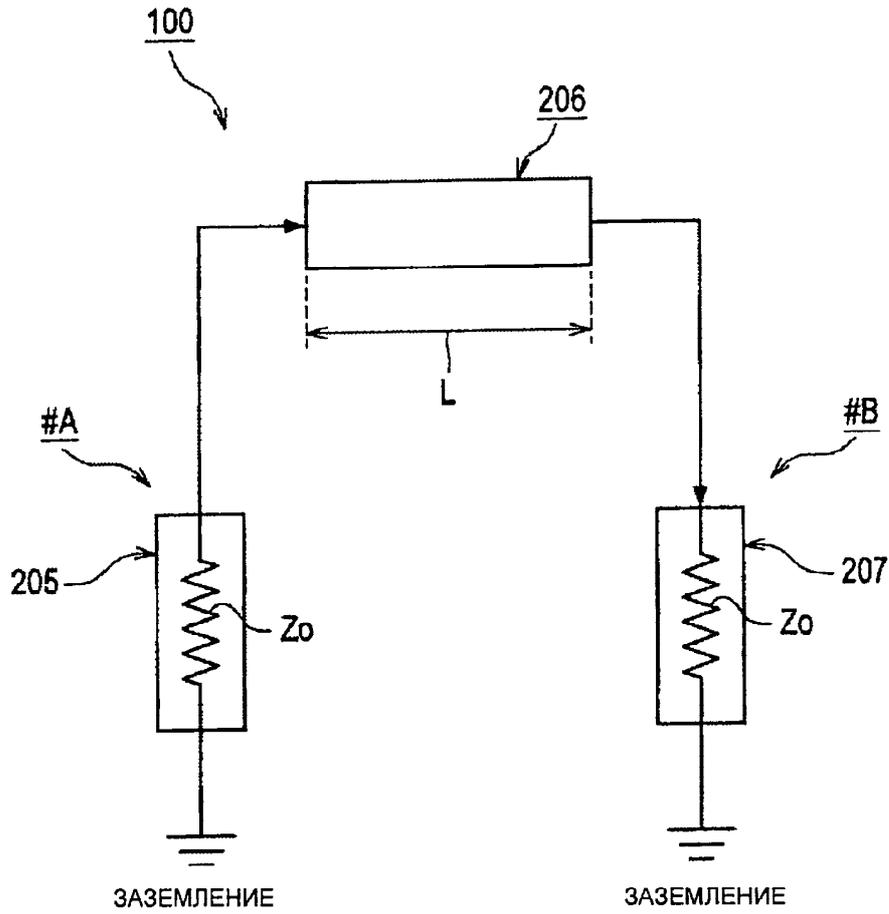
Фиг. 2В



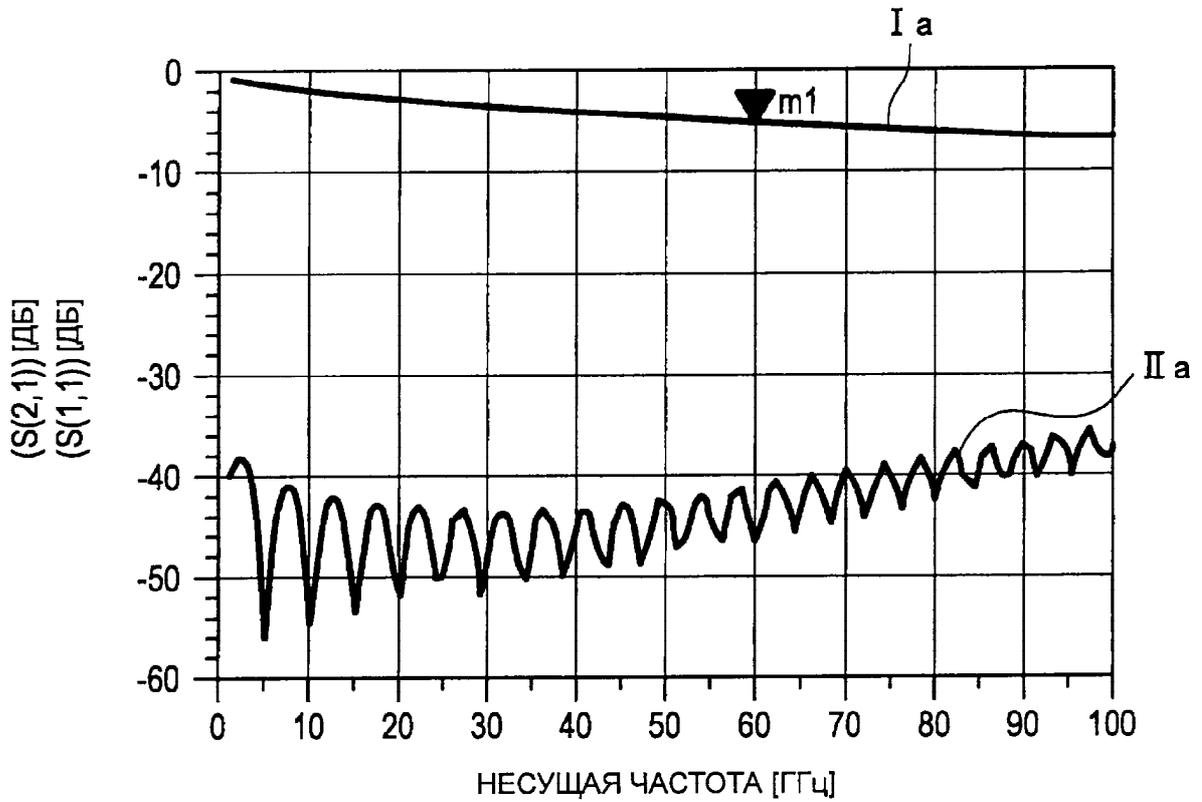
Фиг. 3



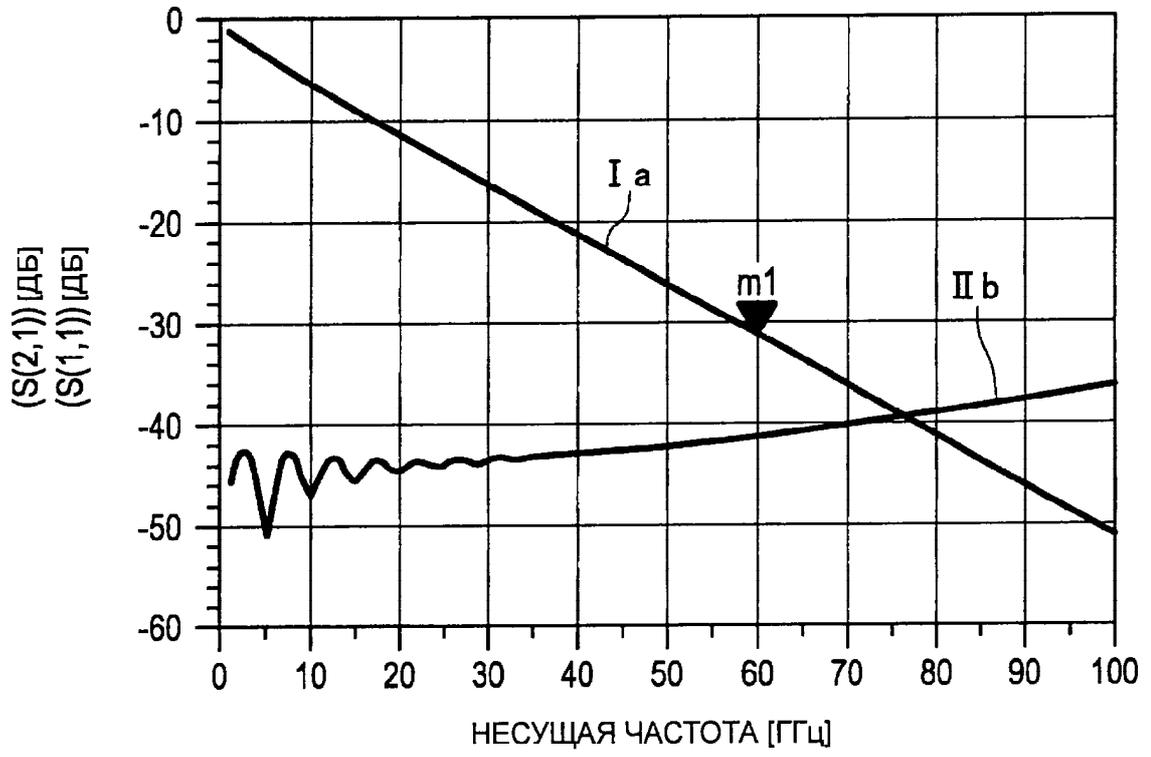
Фиг. 4



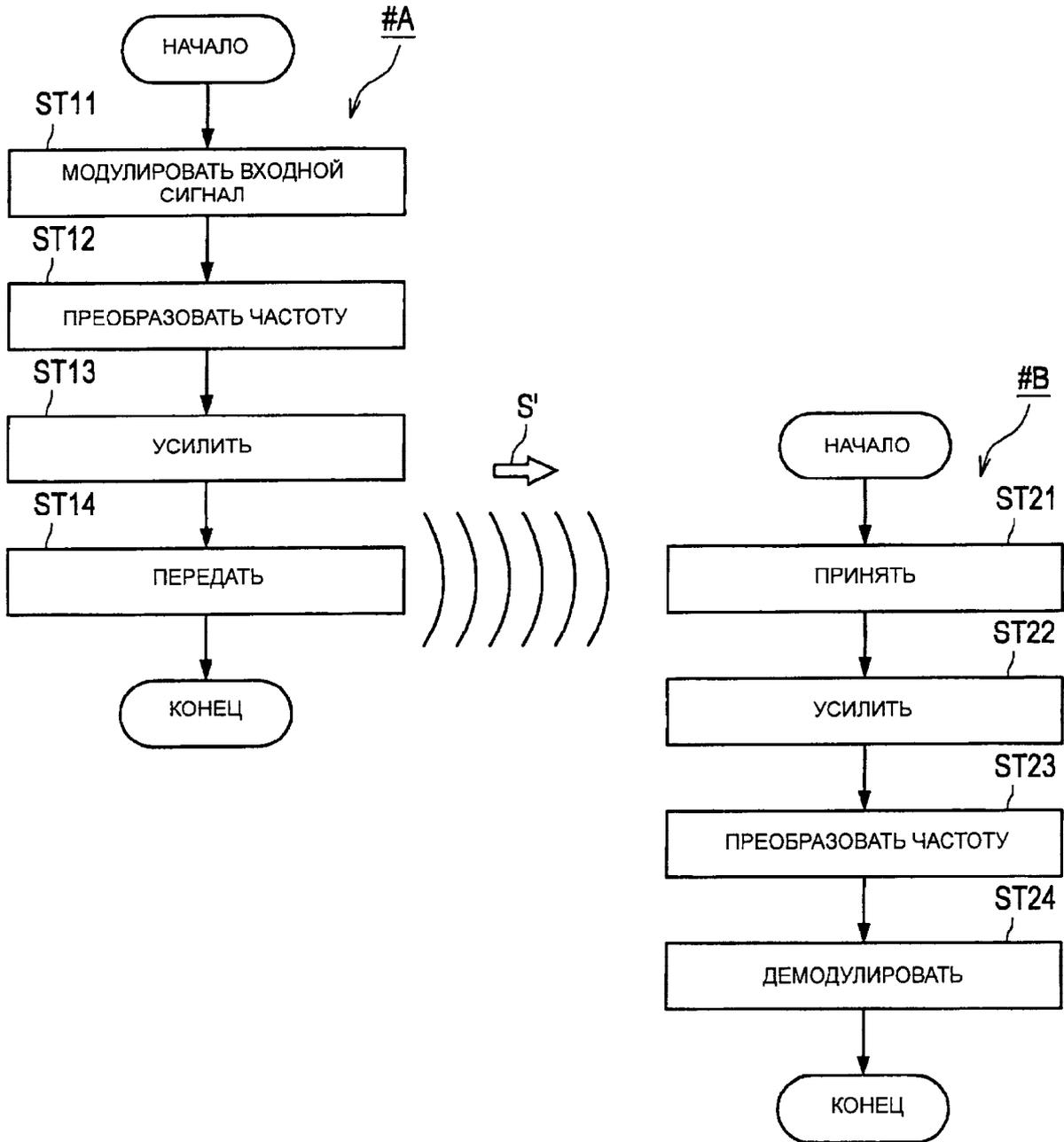
Фиг. 5



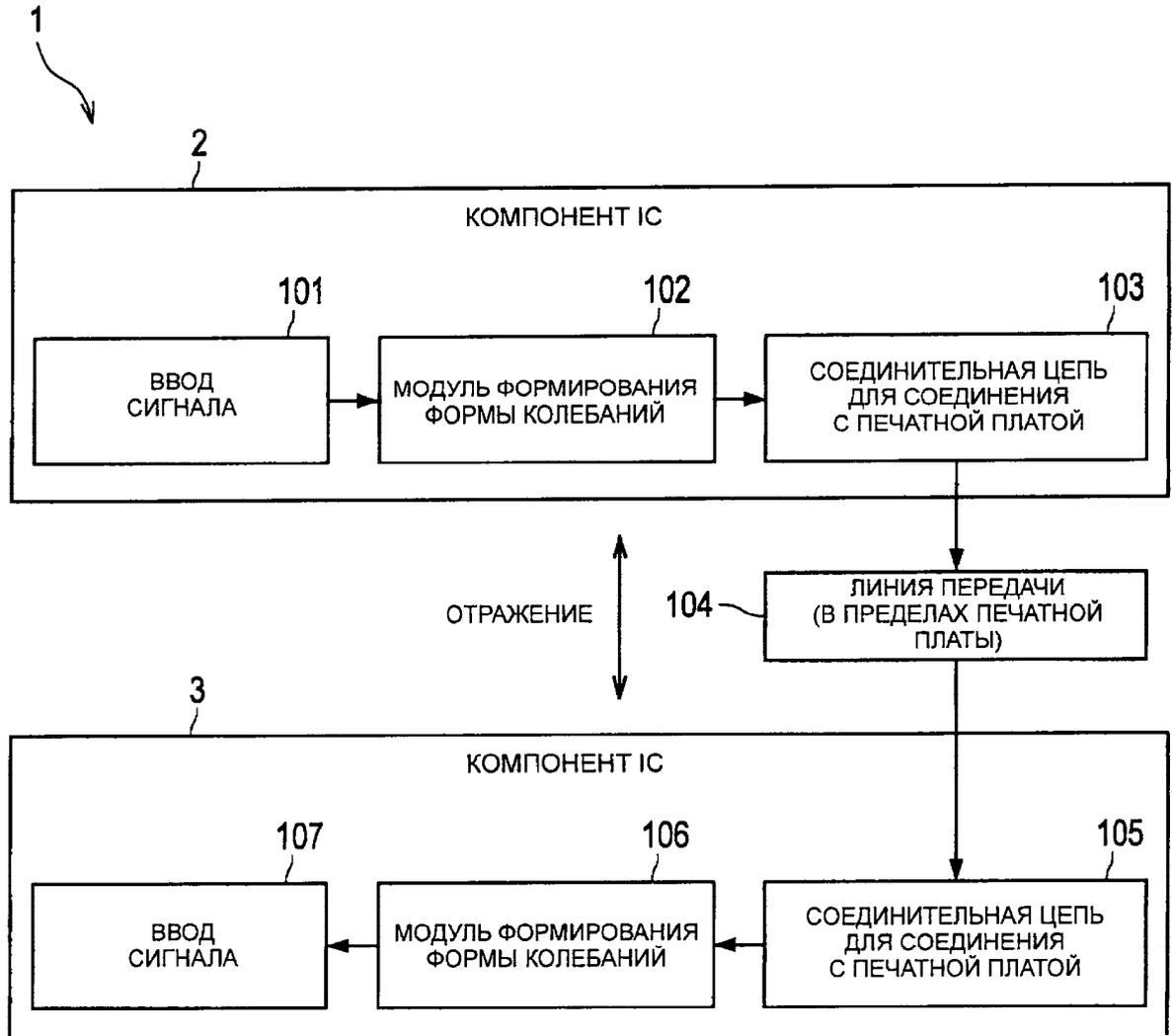
Фиг. 6



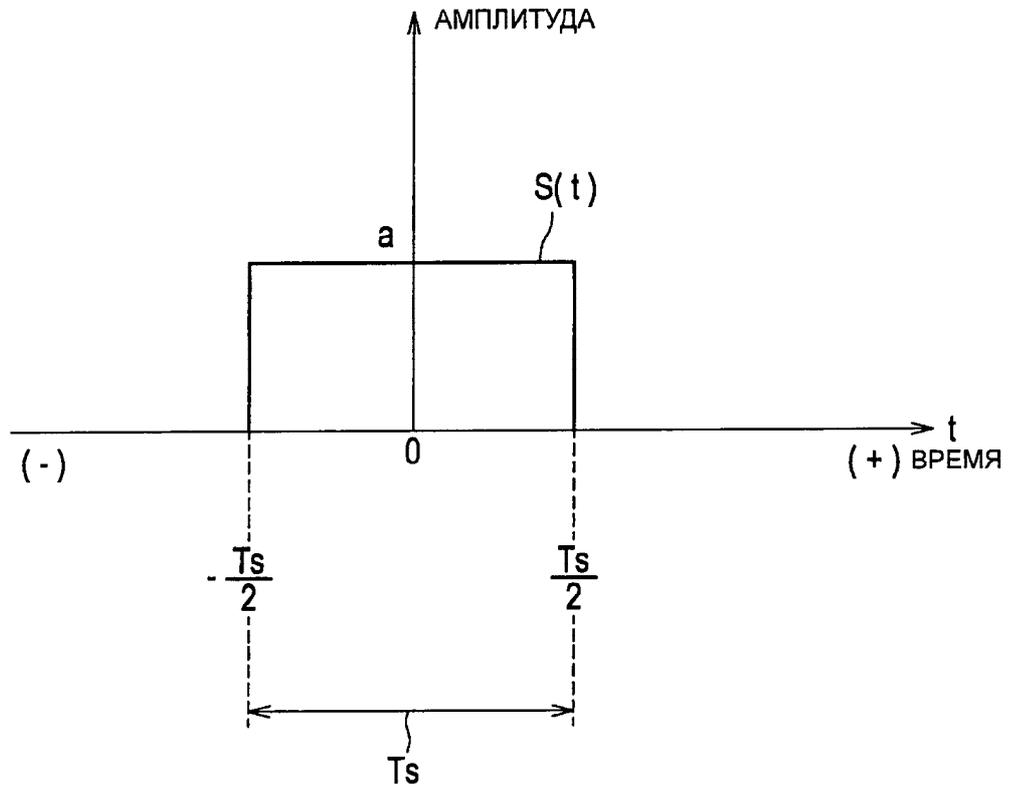
ФИГ. 7



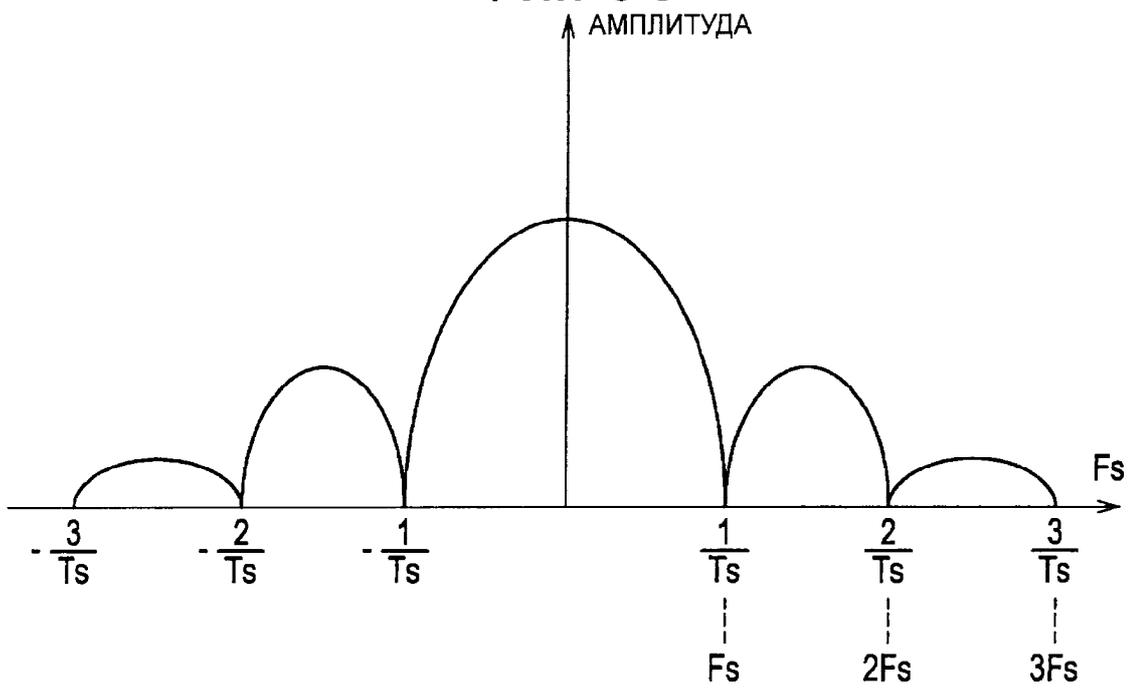
Фиг. 8А



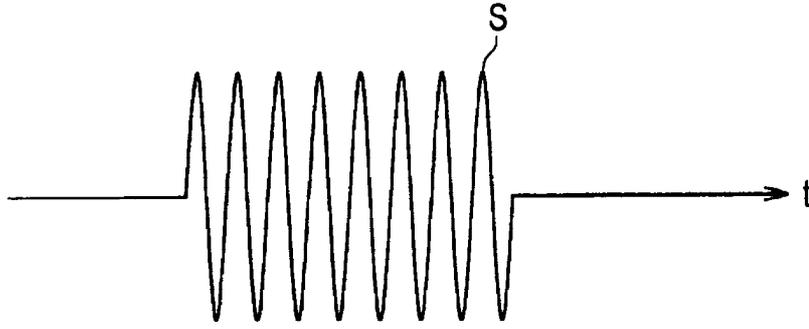
Фиг. 8В



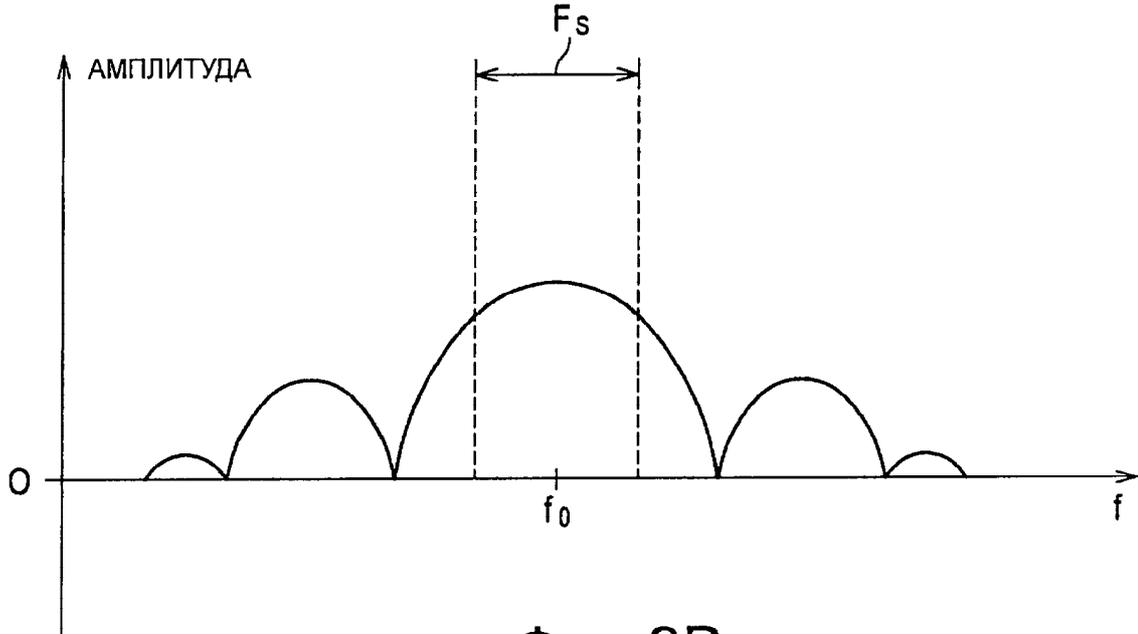
Фиг. 8С



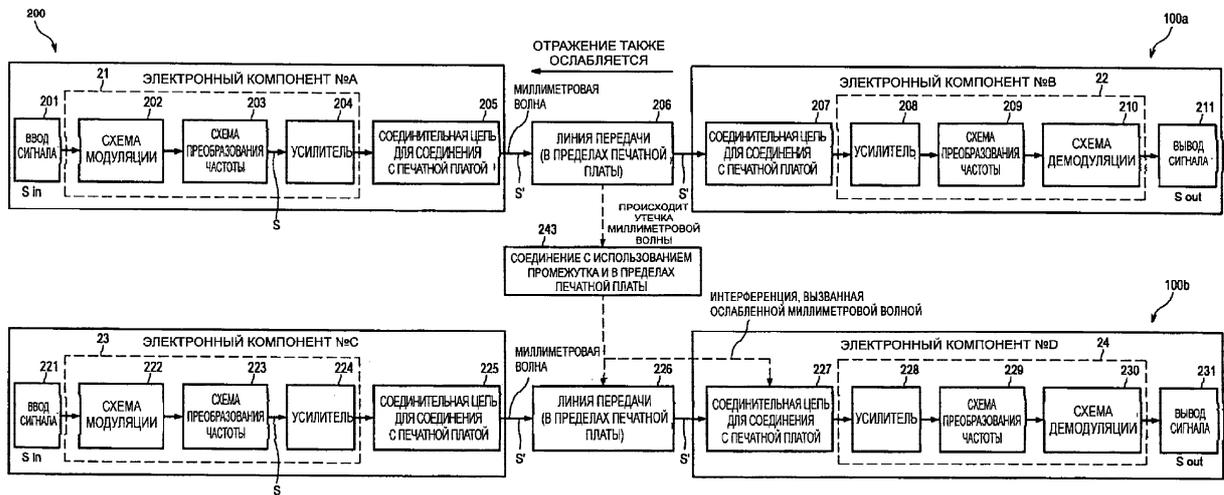
Фиг. 8D



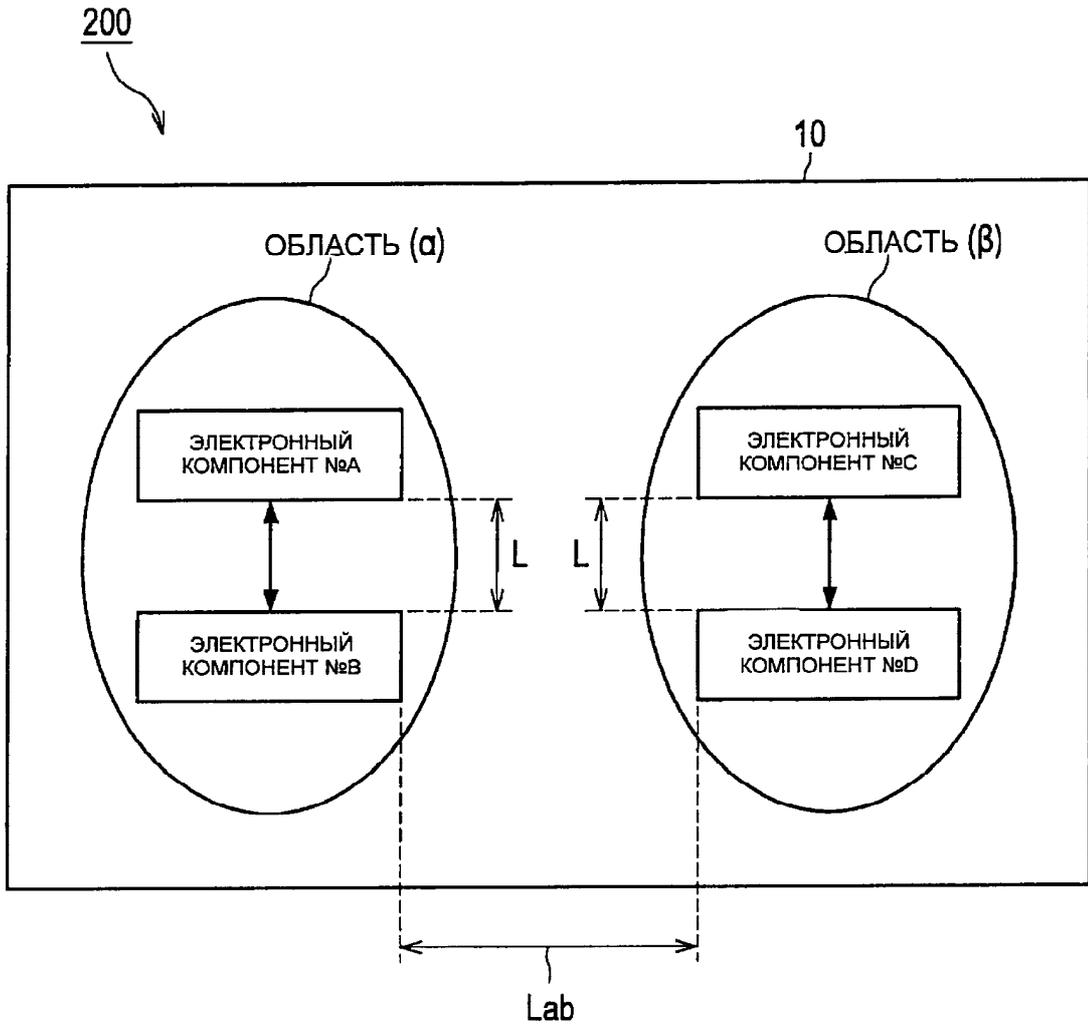
Фиг. 9А



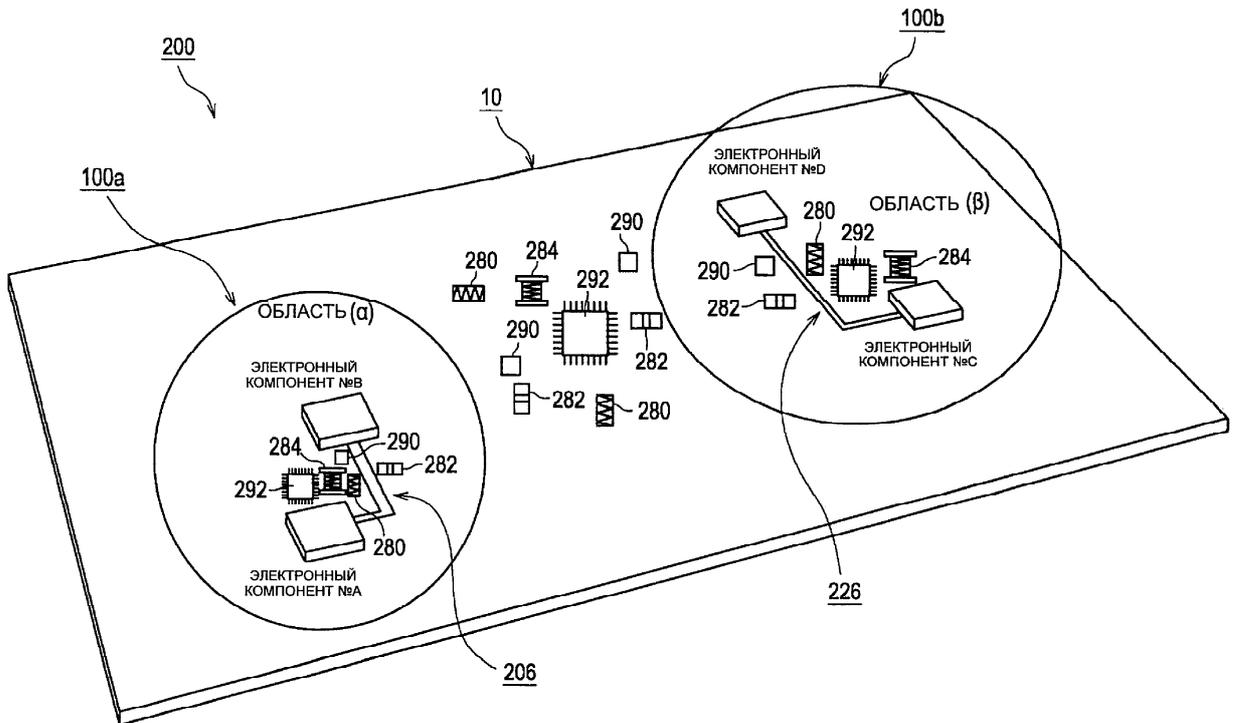
Фиг. 9В



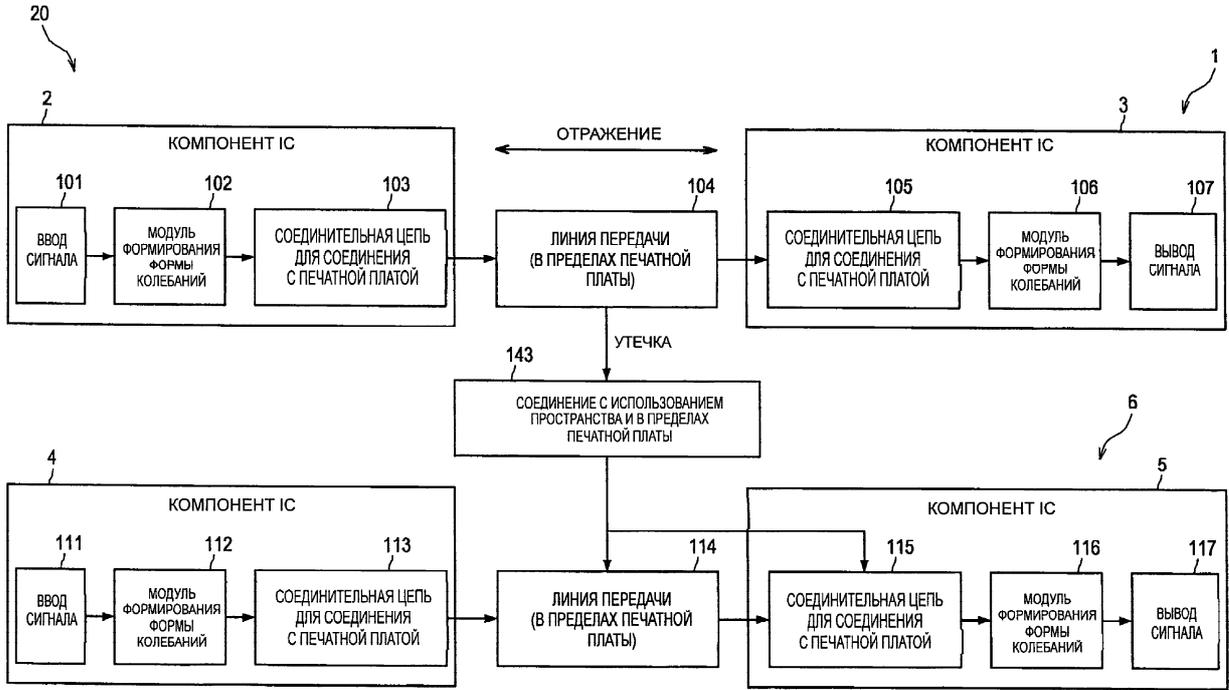
Фиг. 10



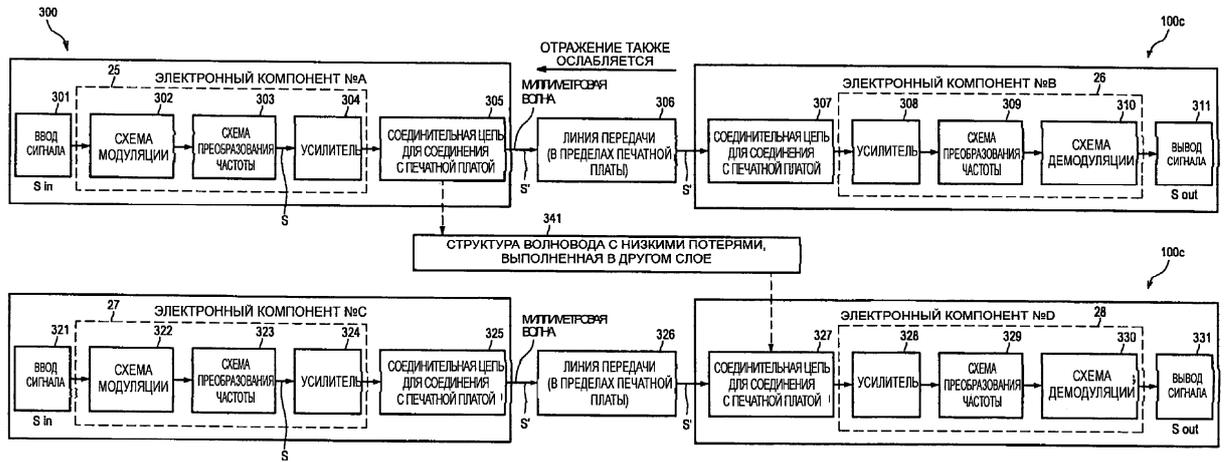
Фиг. 11



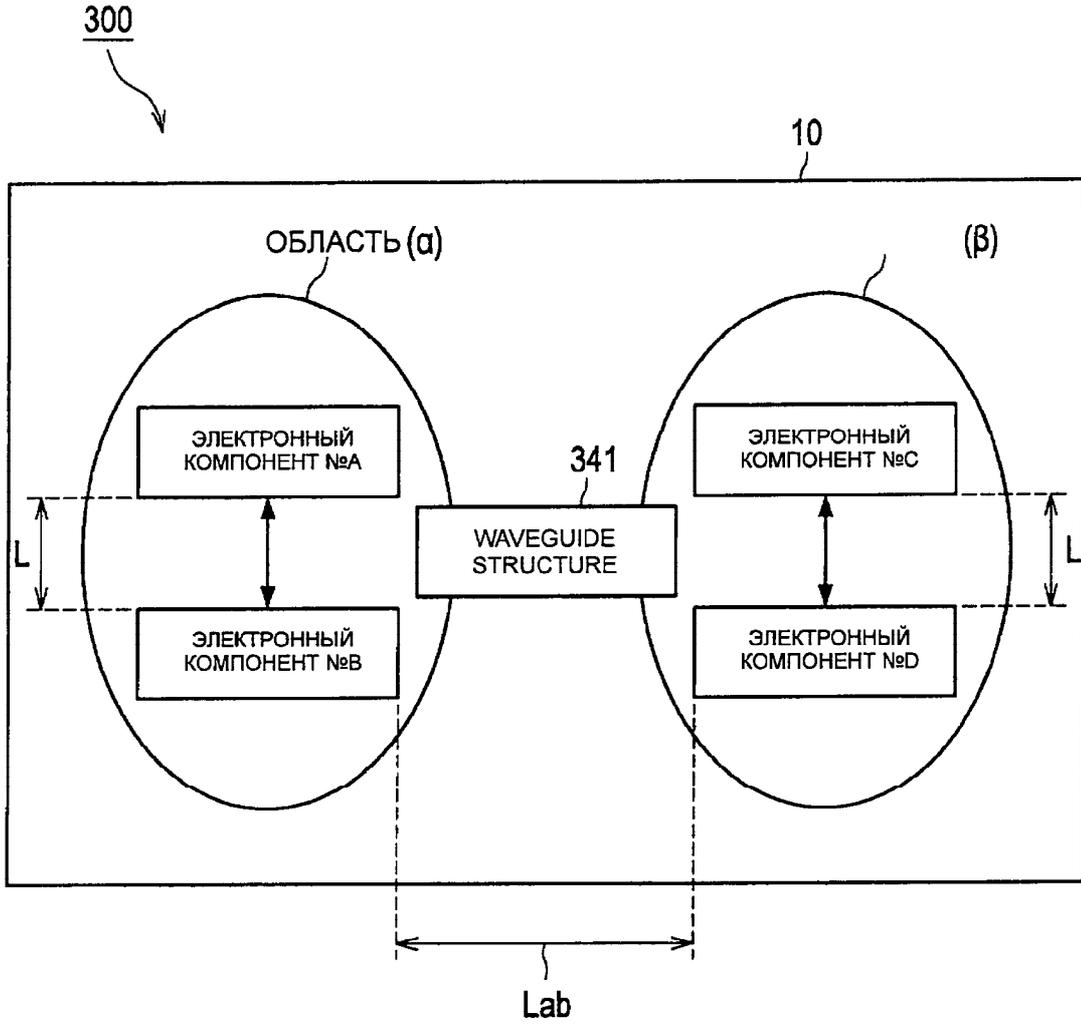
Фиг. 12А



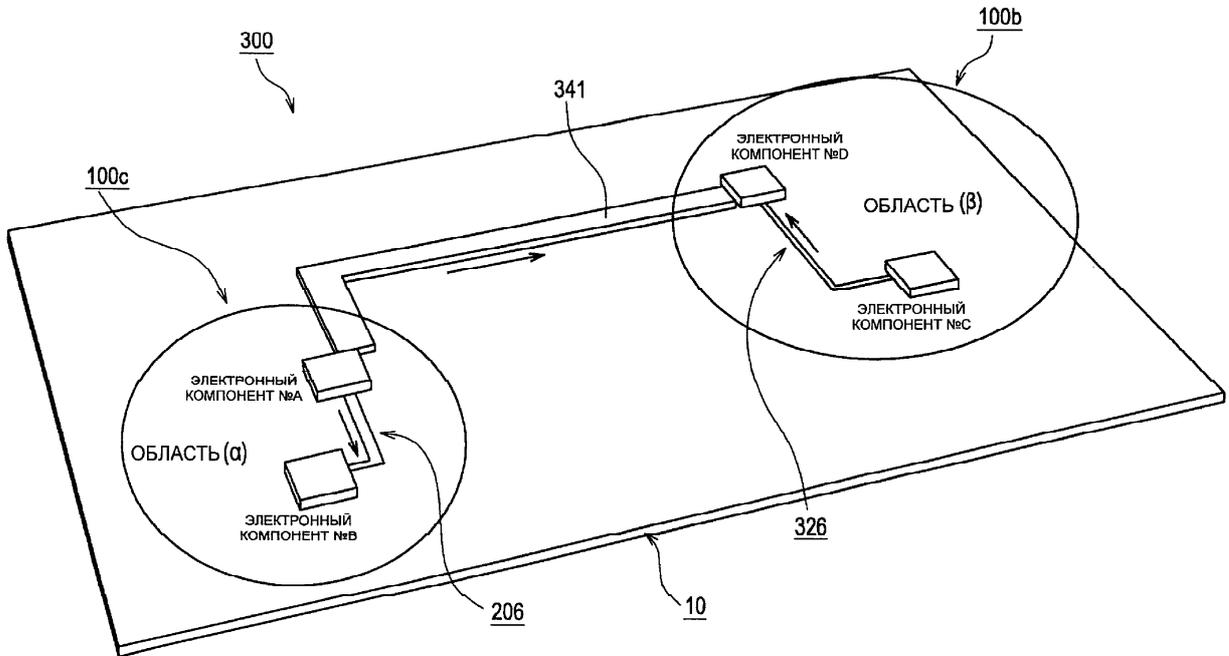
Фиг. 12В



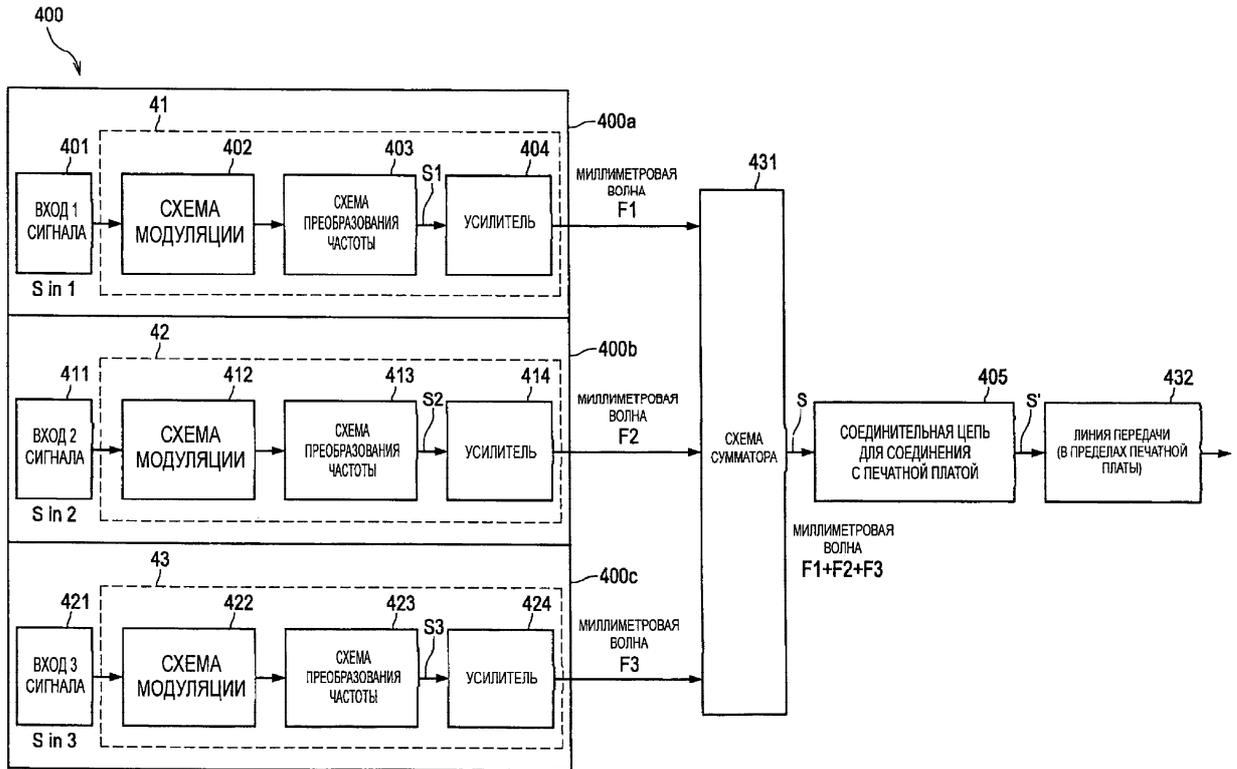
Фиг. 13



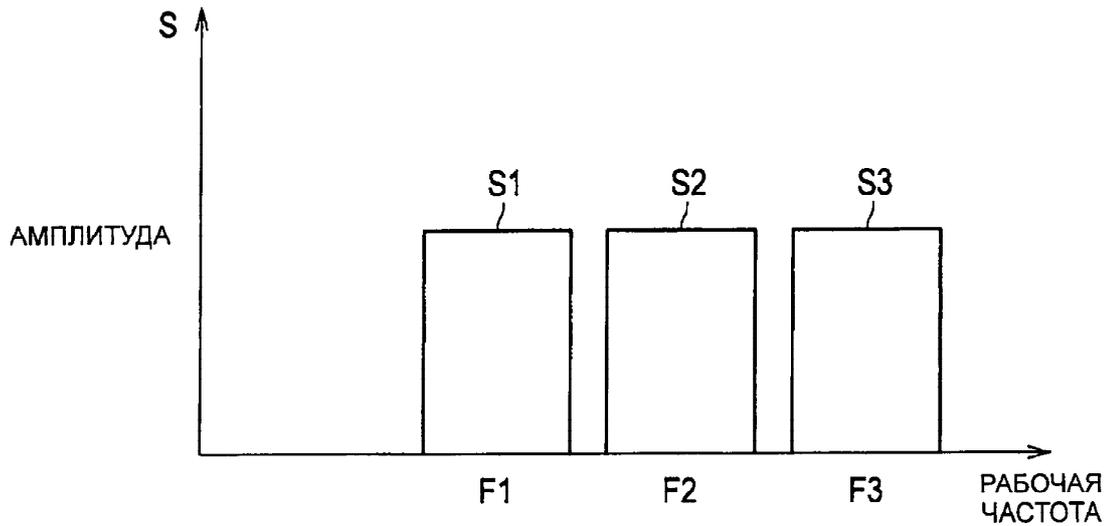
Фиг. 14



Фиг. 15

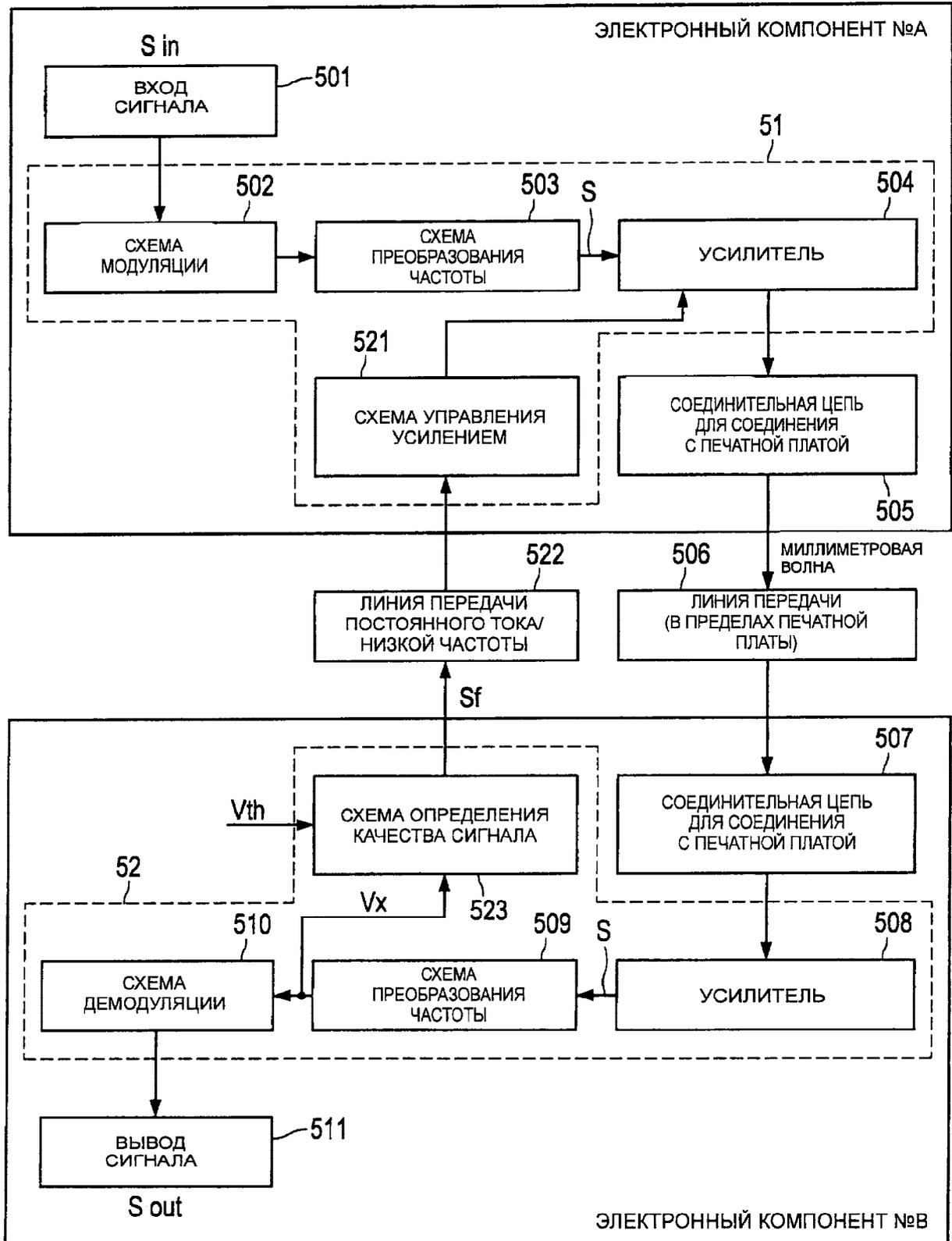


Фиг. 16

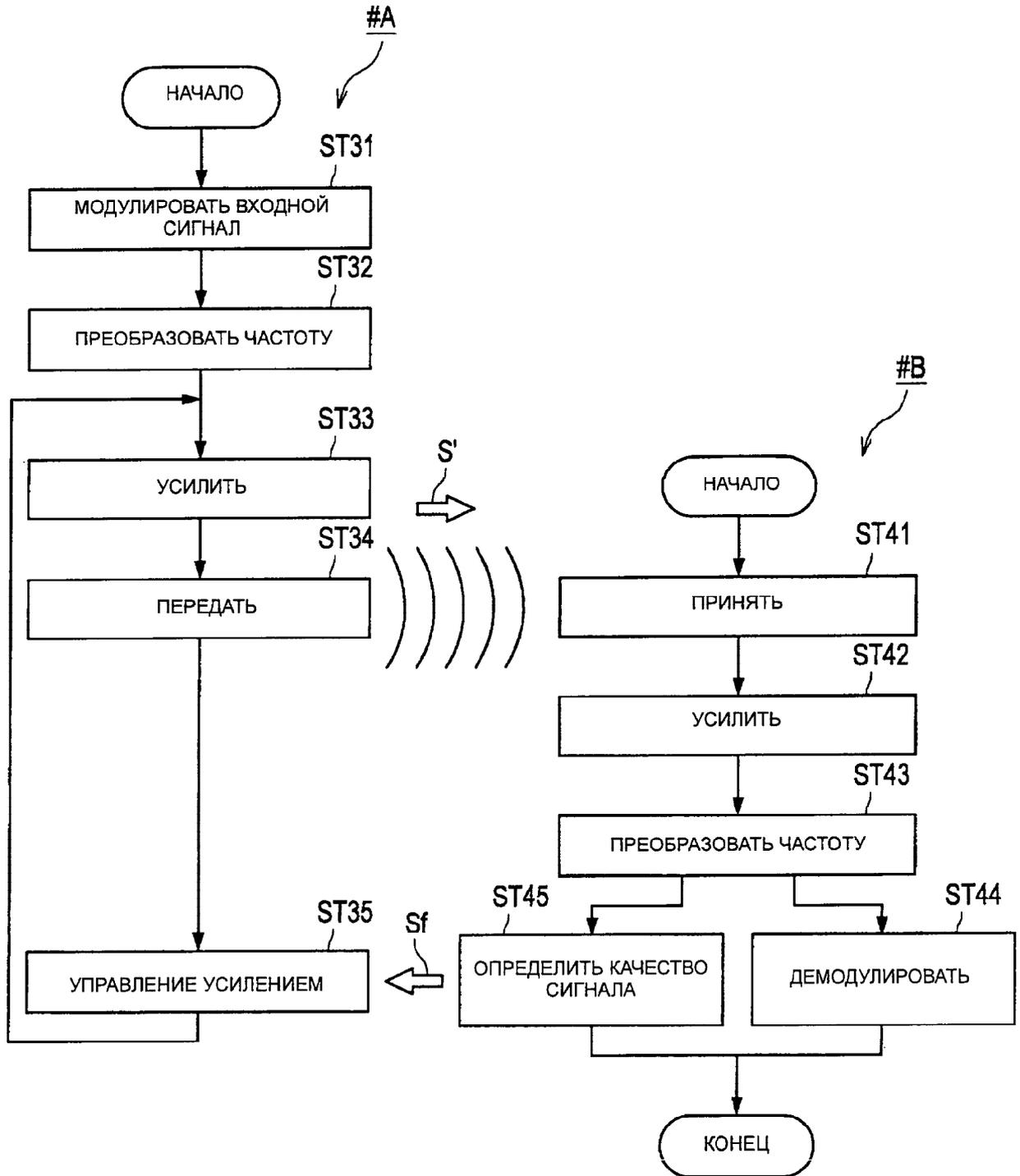


Фиг. 17

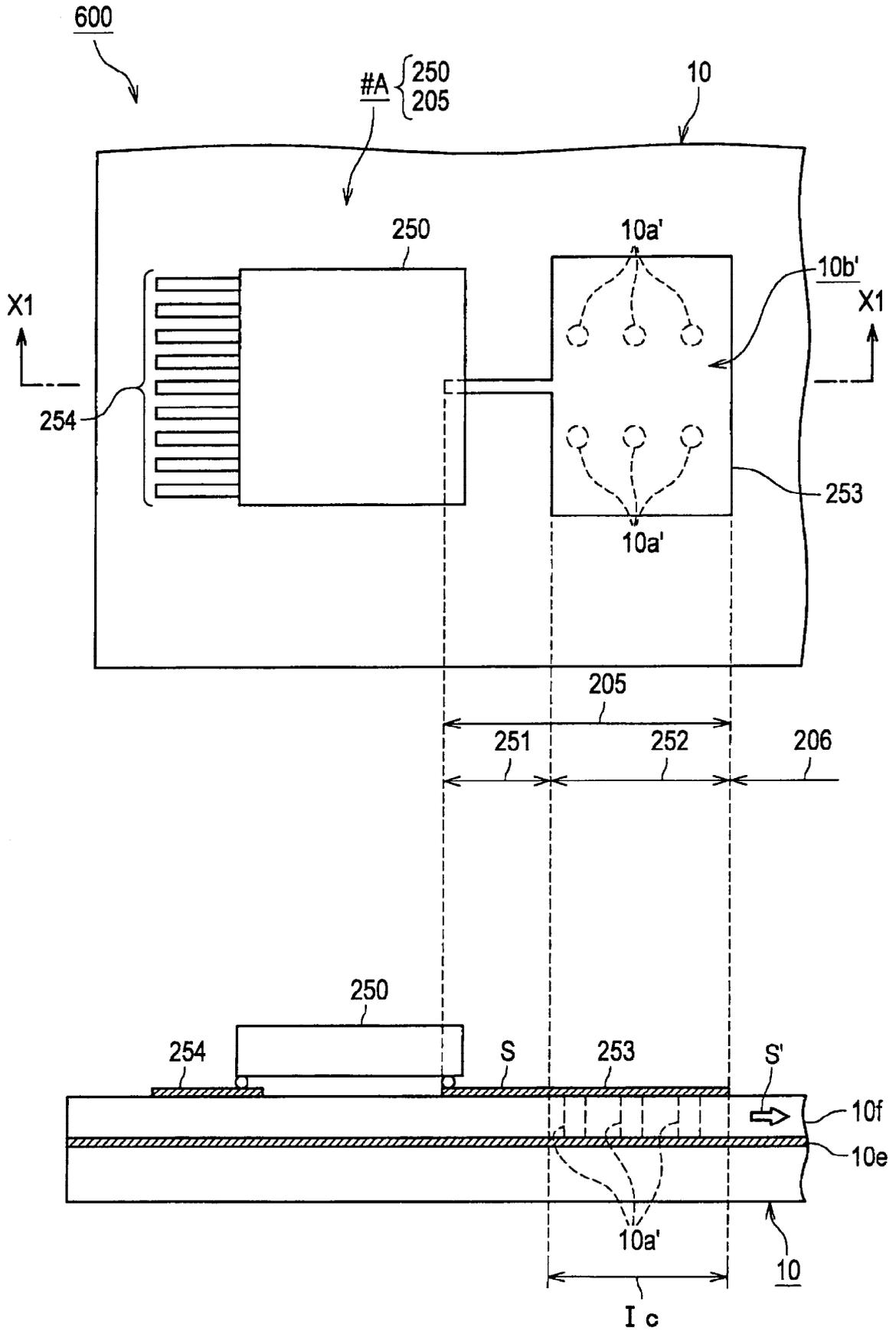
500



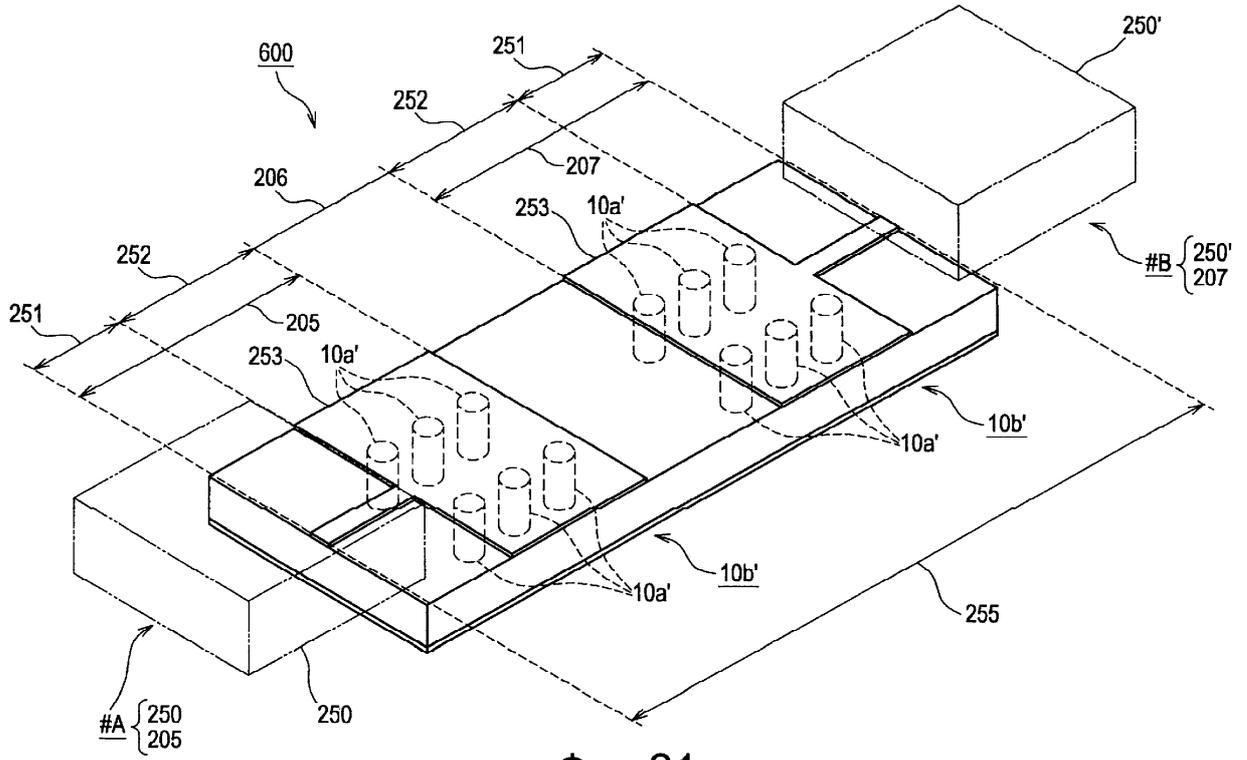
Фиг. 18



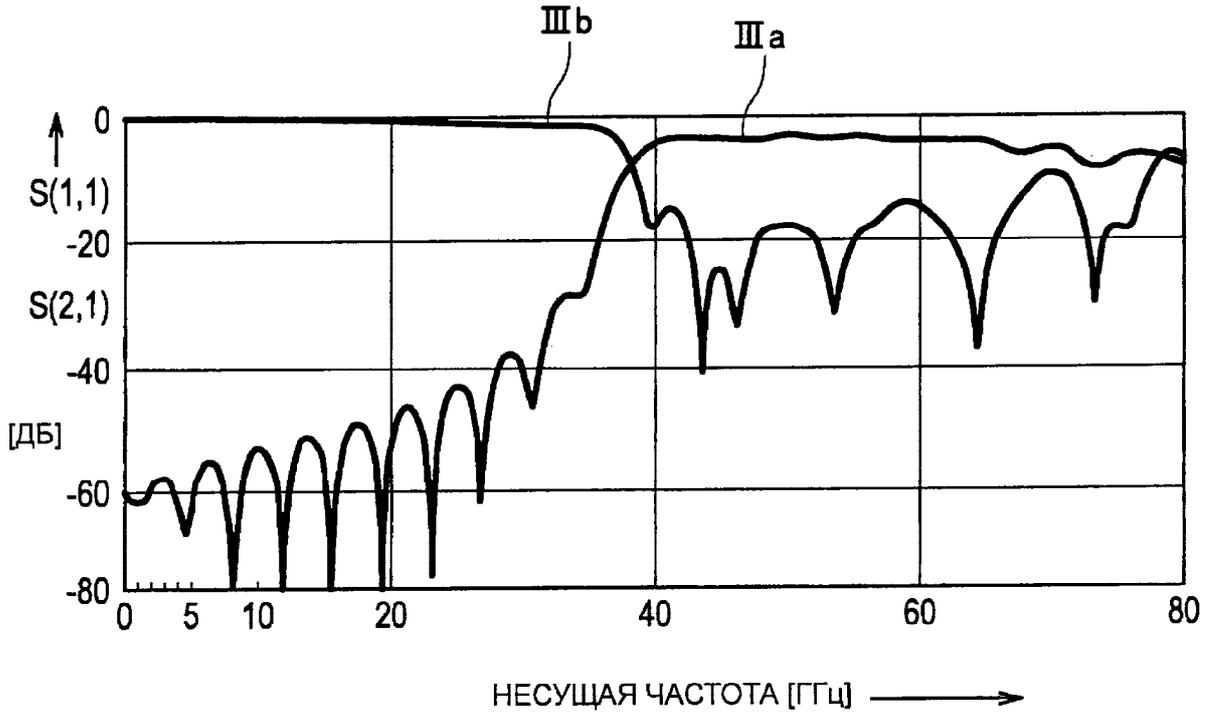
Фиг. 19



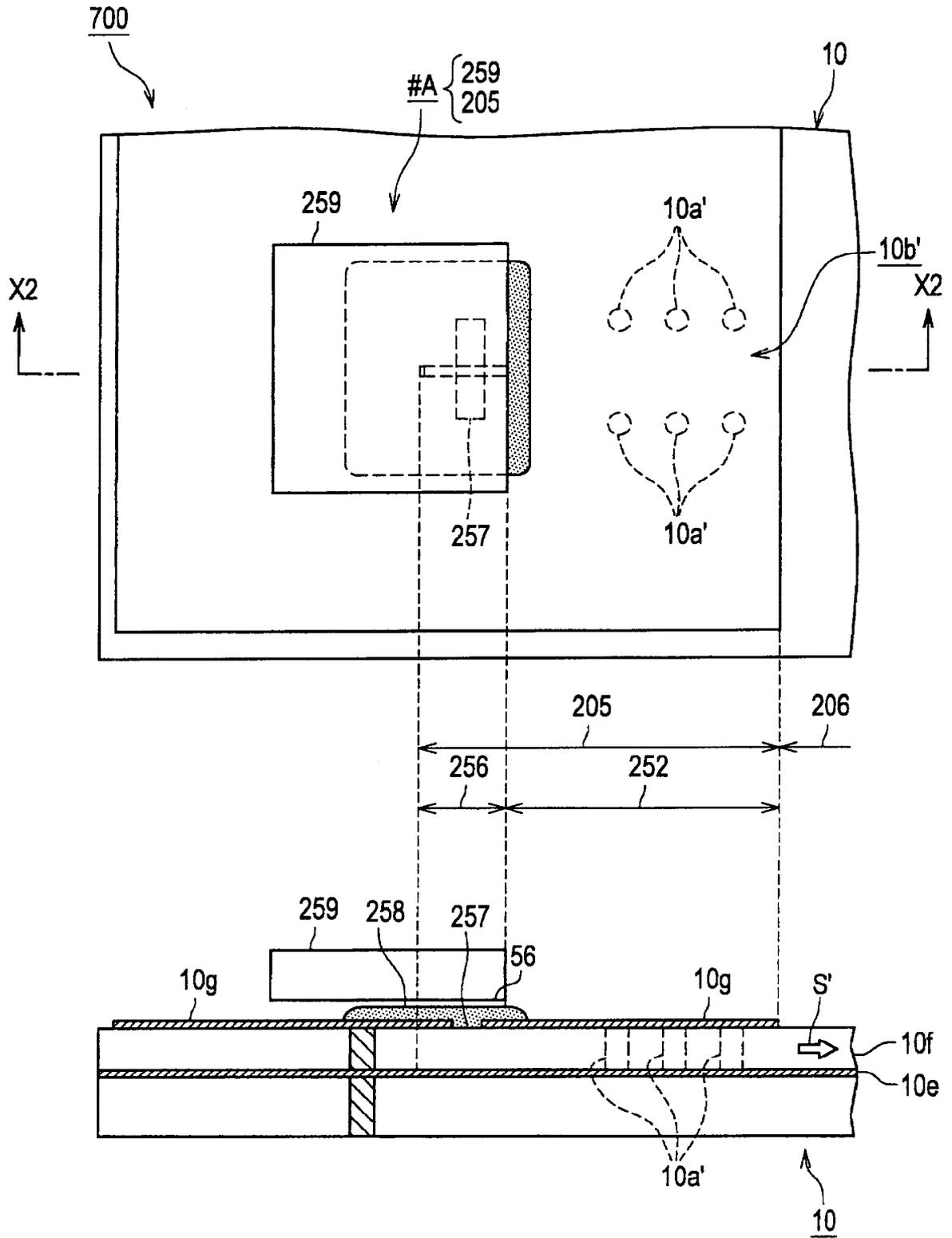
Фиг. 20



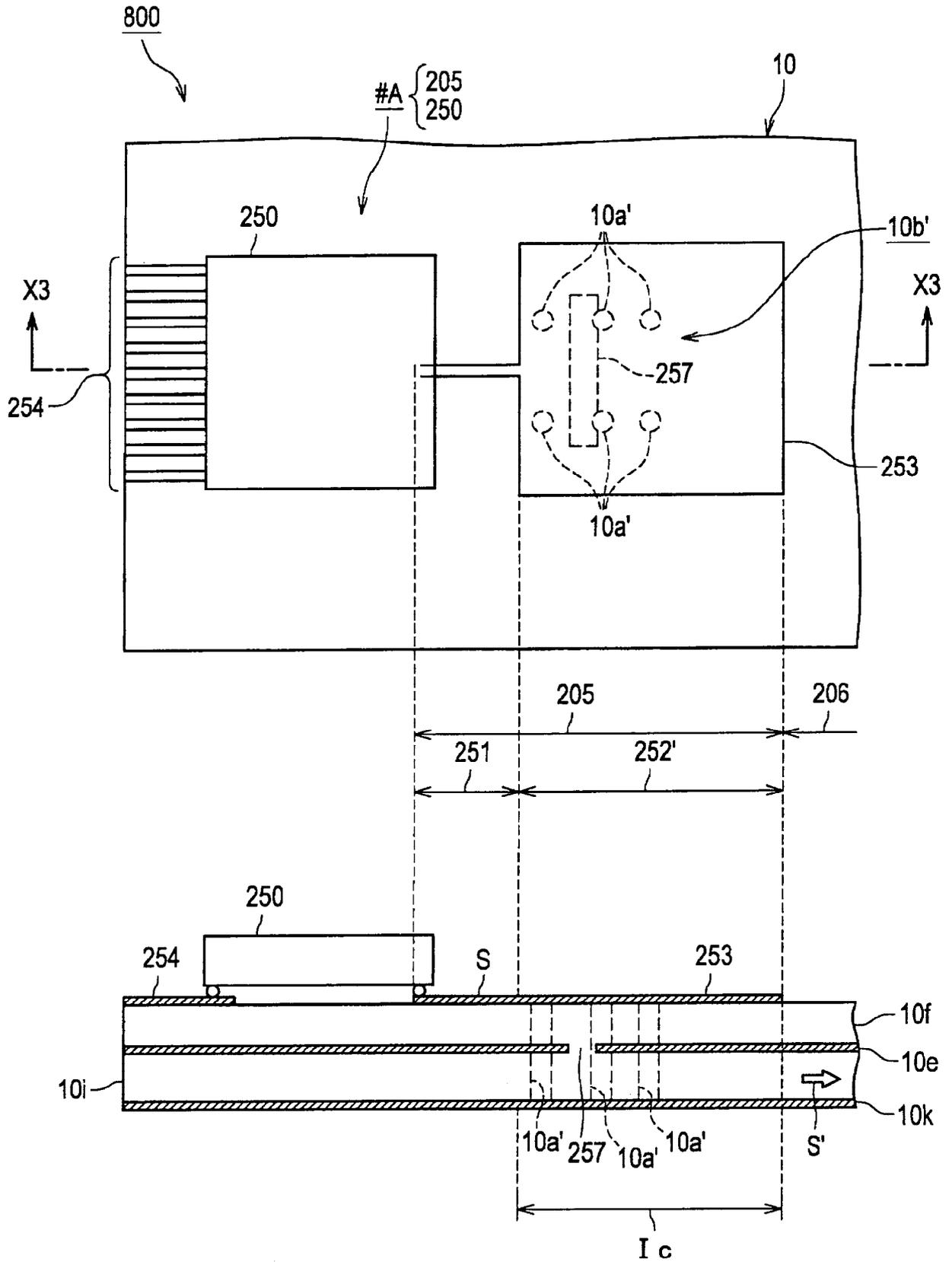
Фиг. 21



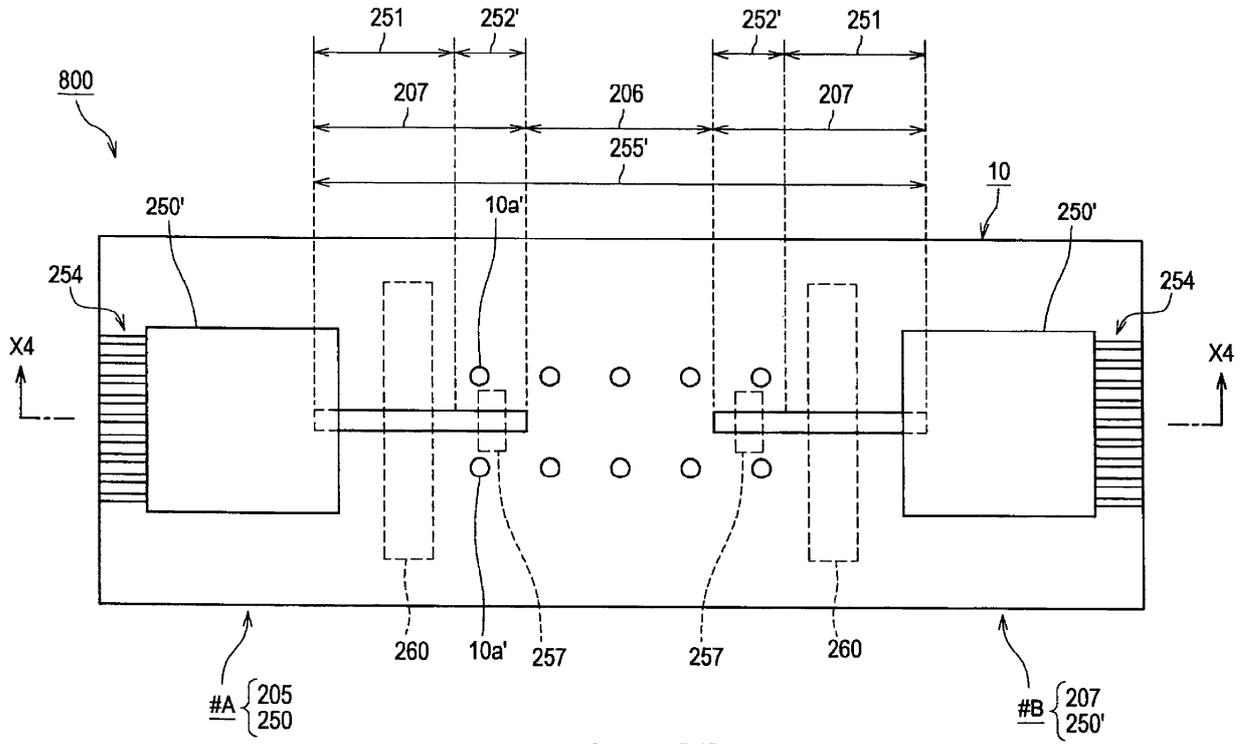
Фиг. 22



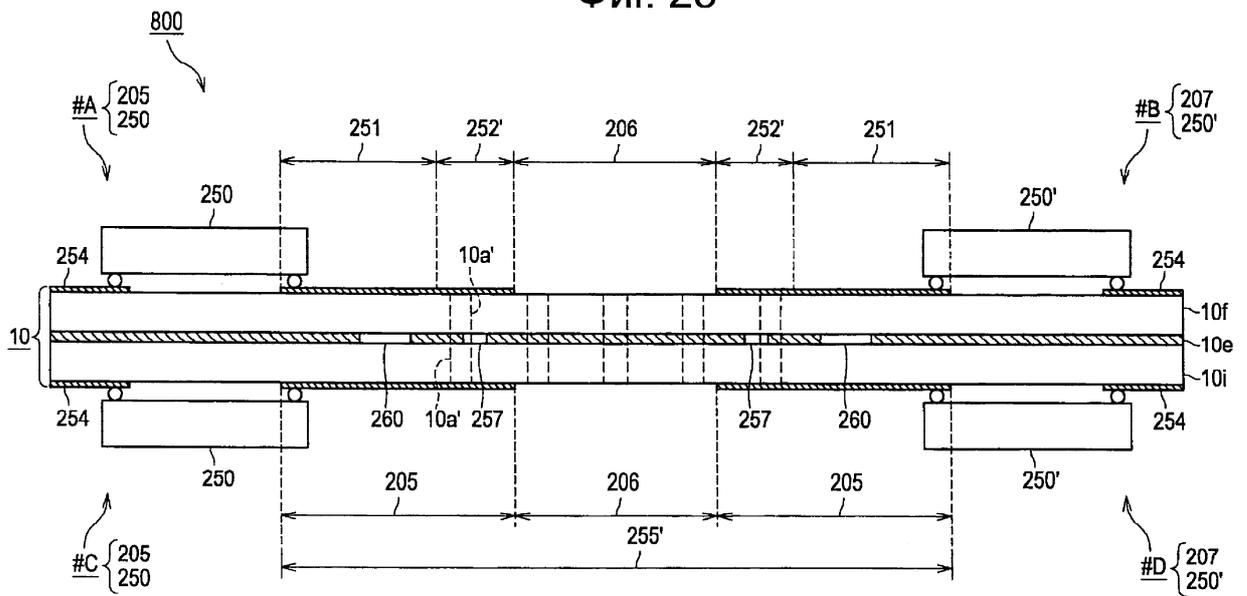
ФИГ. 23



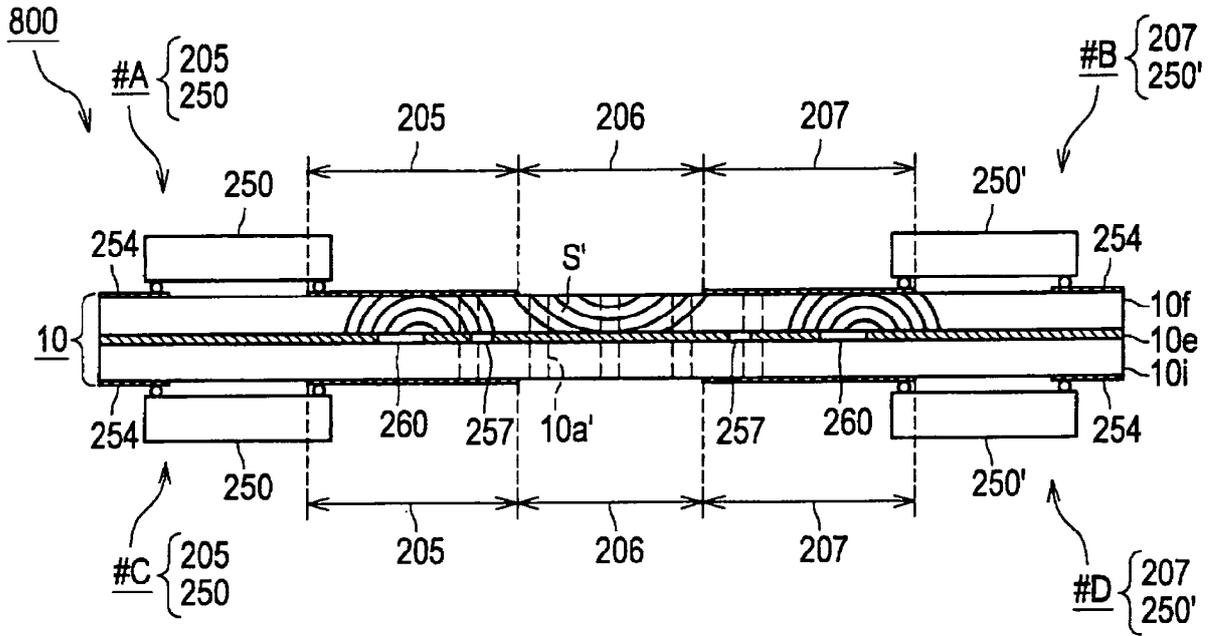
Фиг. 24



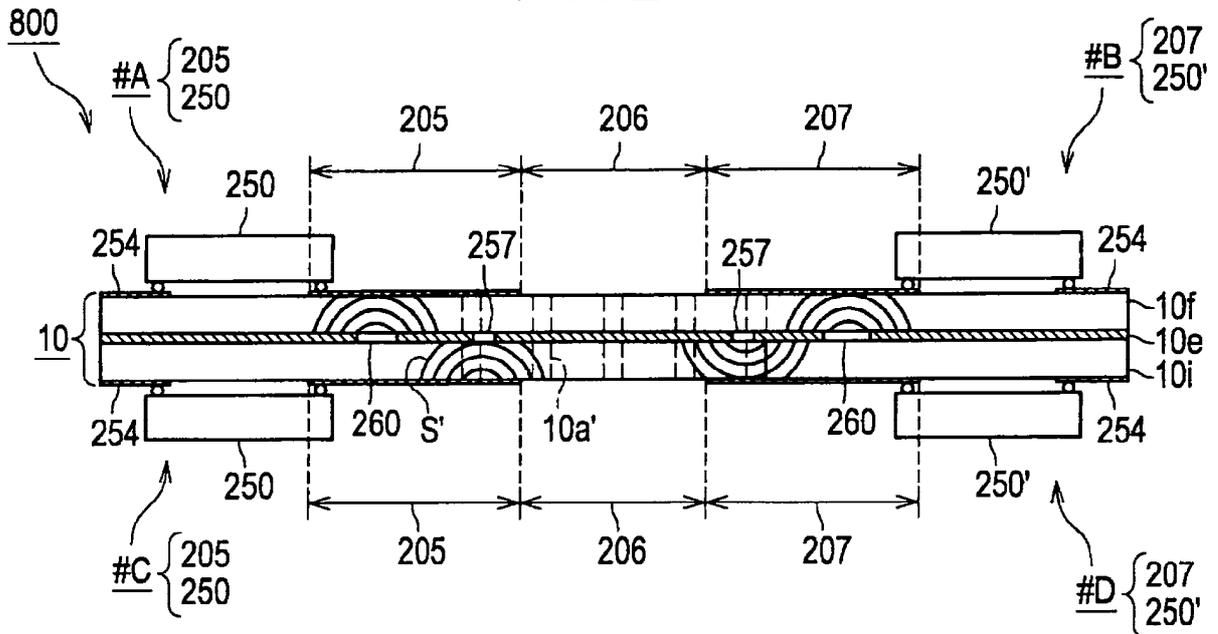
Фиг. 25



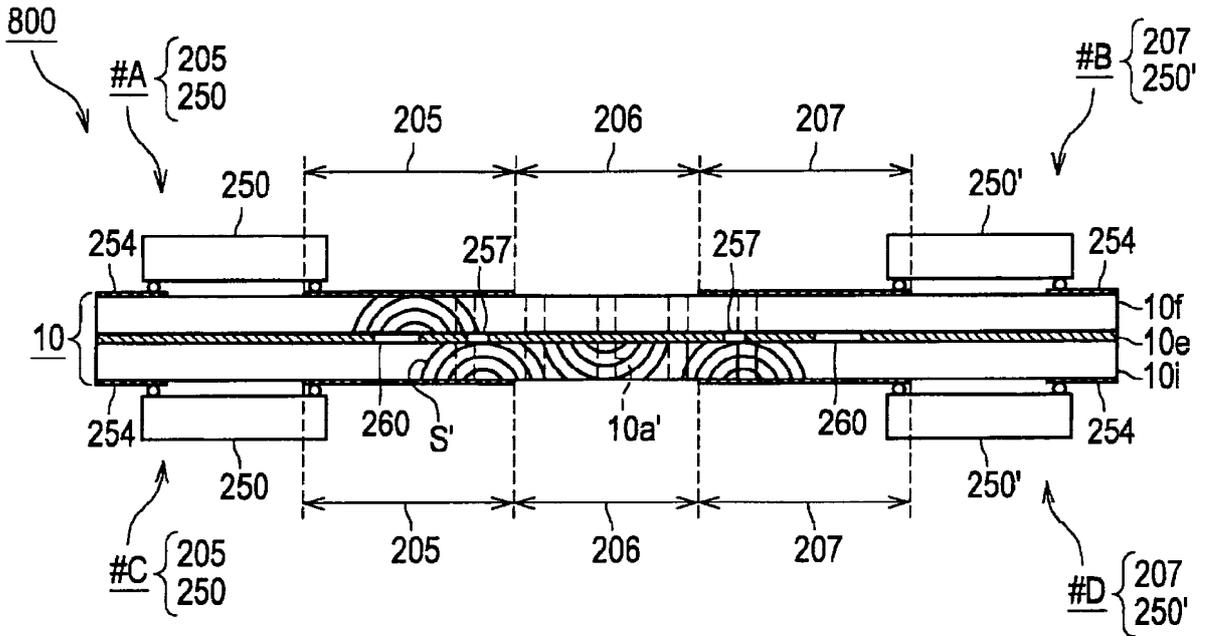
Фиг. 26



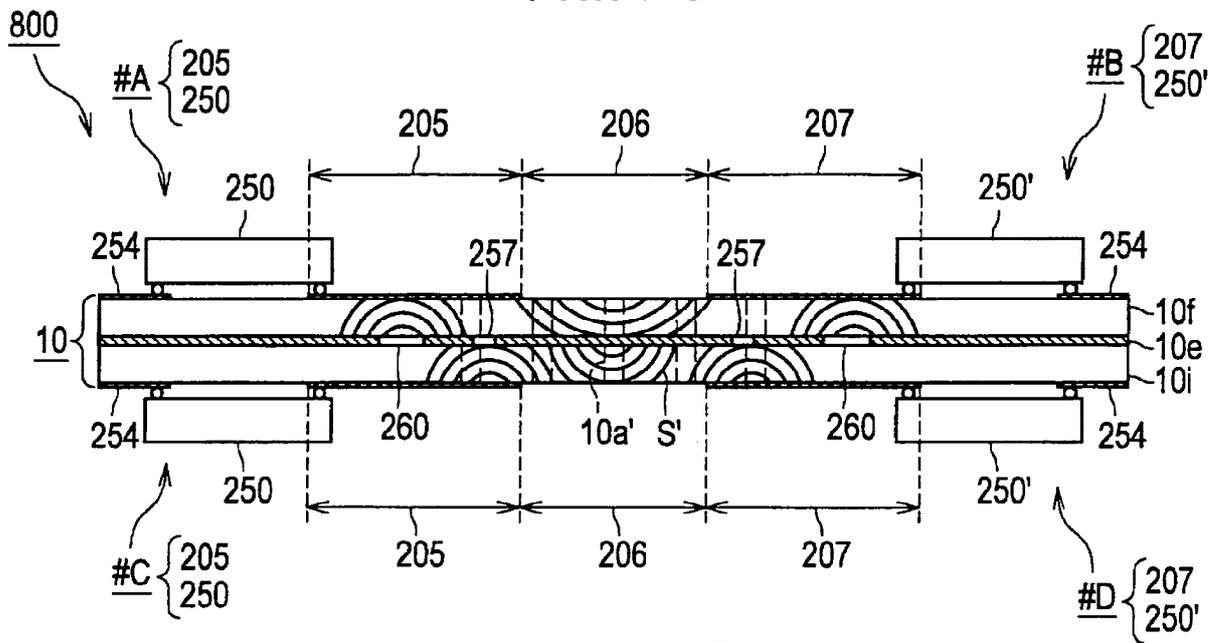
Фиг. 27А



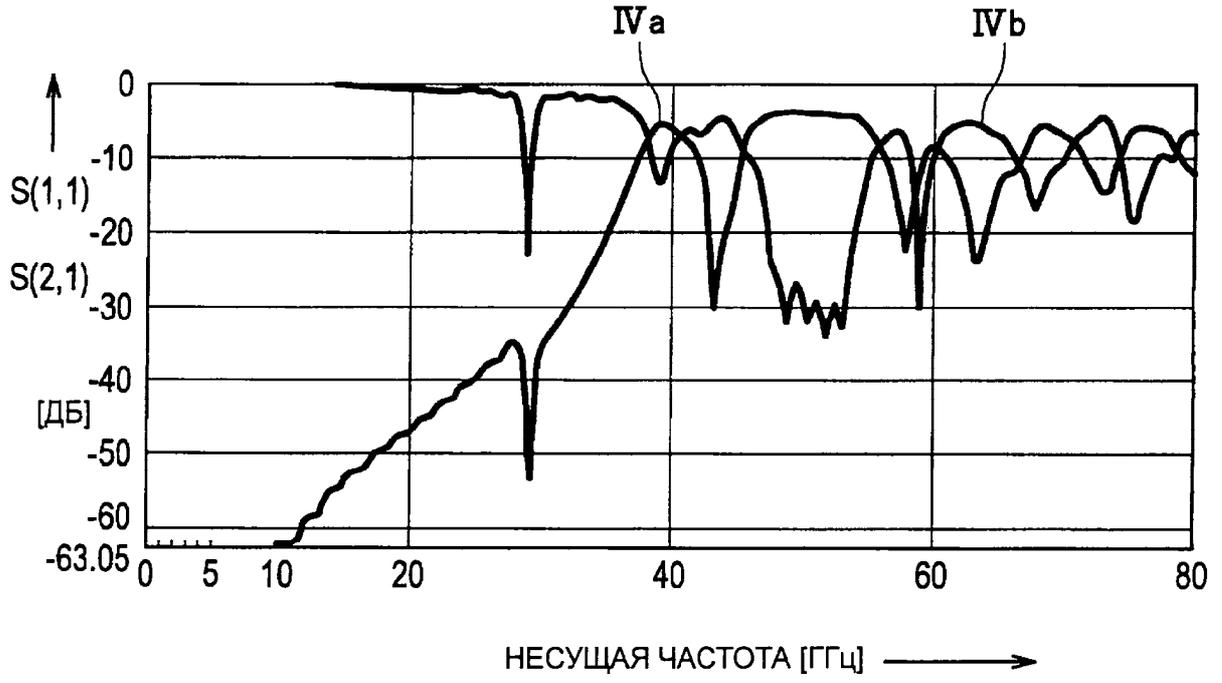
Фиг. 27В



Фиг. 28А



Фиг. 28В



ФИГ. 29