



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 205 480** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>7</sup> **H 01 Q 9/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2002100003/09, 03.01.2002

(24) Дата начала действия патента: 03.01.2002

(46) Дата публикации: 27.05.2003

(56) Ссылки: Model 3110B Biconical, Antenna catalog 1999, Essential Equipment for EMC Testing-TM, "EMCO" EMC TEST SYSTEMS -An ESCO Company, p.13. FR 2346870, 14.11.1979. FR 2441278, 06.06.1980. RU 94000394 A1, 20.09.1995. WO 0122528 A1, 29.03.2001. DE 199114340, 05.10.2000.

(98) Адрес для переписки:  
129515, Москва, 5-й Останкинский пер., 11а, кв. 53, А.Б.Орлову

(71) Заявитель:

Орлов Александр Борисович,  
Орлов Кирилл Александрович

(72) Изобретатель: Орлов А.Б.,  
Орлов К.А.

(73) Патентообладатель:

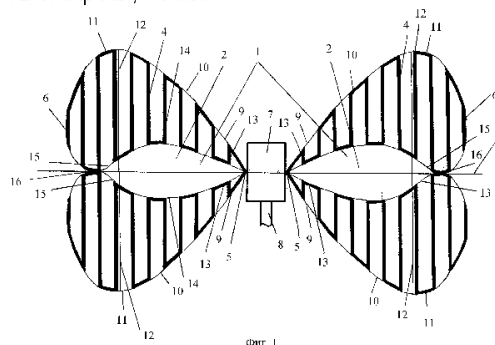
Орлов Александр Борисович,  
Орлов Кирилл Александрович

(54) ВИБРАТОРНАЯ АНТЕННА

(57) Реферат:

Данное изобретение относится к области радиотехники, в частности к классу сверхширокополосных приемопередающих вибраторных антенн, и может найти применение в системах связи, в метрологии, в задачах электромагнитной совместимости, задачах обеспечения эколого-защитных мероприятий. Техническим результатом изобретения является создание приемопередающей сверхширокополосной, с расширением в область низких и высоких частот вибраторной антенны с высоким уровнем согласования во всем рабочем диапазоне частот. Вибраторная антенна содержит два идентичных вибратора, каждый из которых выполнен из двух металлических ленточных проводников зигзагообразной формы, каждый из которых вписан в контур, огибающая которого образована исходящими из одного конца расходящимися линиями с острым углом раскрытия  $\theta$ , при этом линейный участок внешней огибающей контура

переходит в нелинейный участок с выпуклым искривлением внутренней линейный участок огибающей контура и переходит в нелинейный участок с вогнутым искривлением, и далее нелинейные участки переходят во вторые нелинейные участки, выполненные в форме овала. Одни концы проводников вибраторов соединены с согласующе-симметрирующим устройством. 12 з.п.ф-лы, 13 ил.



RU 2 205 480 C1

RU 2 205 480 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 205 480** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **H 01 Q 9/28**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002100003/09 , 03.01.2002  
 (24) Effective date for property rights: 03.01.2002  
 (46) Date of publication: 27.05.2003  
 (98) Mail address:  
 129515, Moskva, 5-j Ostankinskij per., 11a, kv.  
 53, A.B.Orlovu

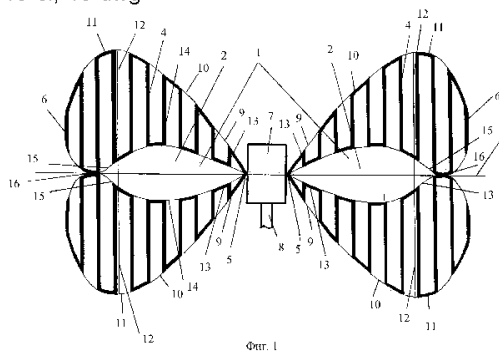
(71) Applicant:  
 Orlov Aleksandr Borisovich,  
 Orlov Kirill Aleksandrovich  
 (72) Inventor: Orlov A.B.,  
 Orlov K.A.  
 (73) Proprietor:  
 Orlov Aleksandr Borisovich,  
 Orlov Kirill Aleksandrovich

(54) **DIPOLE ANTENNA**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering; communication systems, metrology, electromagnetic compatibility and environment protection problems. SUBSTANCE: proposed transceiving dipole antenna designed for operation in super-broad frequency band with expansion to low and high frequencies has two identical dipoles each built of two zigzag-shaped metal strip conductors, each conductor being inscribed in circuit whose envelope is formed by diverging lines outgoing from one end with acute aperture acute angle  $\phi_0$ ; linear section of external envelope of circuit turns to nonlinear section with convex curvature ; internal linear section of circuit envelope turns to nonlinear section with concave curvature; then linear sections turn to second oval- shaped nonlinear

sections. Some leads of dipole conductors are connected to matching-and-balancing device. EFFECT: enhanced matching level throughout entire operating frequency band. 13 cl, 13 dwg



RU 2 205 480 C1

RU 2 205 480 C1

Данное изобретение относится к области радиотехники, в частности к классу сверхширокополосных приемопередающих вибраторных антенн, и может найти применение в системах связи, в задачах метрологии для измерения синусоидальных, шумовых и импульсных электрических полей в лабораторных помещениях, экранированных камерах и на открытых площадках, в задачах обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, защиты информации, а также предельно допустимых уровней электромагнитных полей в задачах обеспечения эколого-защитных мероприятий.

Известна приемная активная измерительная вибраторная антенна (антенна типа АИ4-2, Каталог "Научно-производственный центр "НЕЛК", Москва, "Технические системы защиты информации 2000", стр.57) с рабочим диапазоном частот 0,05...1000 МГц, содержащая два осесимметричных вибратора, каждый из которых выполнен в форме металлического круглого прямого конуса, вершины которых обращены друг к другу и подключены к входным каналам активного согласующе-симметрирующего усилительного устройства, выходной канал которого является выходным каналом вибраторной антенны. Недостатками активной измерительной вибраторной антенны являются возможность работы только в режиме измерения, т.е. приема сигнала, и невозможность использования в режиме излучения; активное согласующе-симметрирующее усилительное устройство имеет значительный уровень собственных шумов; наличие источника питания постоянного тока - аккумуляторов или батарей; антенна обладает значительным уровнем "микрофонного эффекта", что не позволяет проводить измерения при уровне внешних шумовых воздействий > 60 dB; антенна имеет большую металлоемкость; значительные объемные габариты.

Наиболее близким техническим решением-прототипом является приемопередающая вибраторная антенна (Antenna Catalog 1999 "EMCO" EMC TEST SYSTEMS - An ESCO Company, Model 3110B, стр.13) с диапазоном рабочих частот 30...300 МГц (коэффициент перекрытия по частоте  $K_f = f_{max}/f_{min} = 10$ ), содержащая два осесимметричных вибратора, каждый из которых выполнен из металлических проводников круглого поперечного сечения, расположенных по образующей конической поверхности круглого прямого конуса, вершины которых обращены друг к другу, причем одни и другие концы металлических проводников каждого вибратора сходятся в одной точке и гальванически в ней соединены соответственно. Одни точки гальванического соединения металлических проводников вибраторов, соответствующие вершинам конической поверхности, соединены с входными каналами пассивного согласующе-симметрирующего устройства, выходной канал которого является выходным каналом вибраторной антенны, выполненный на отрезке коаксиальной линии. Недостатками приемопередающей вибраторной антенны являются: узкополосность относительно верхней границы частотного диапазона;

низкий уровень согласования в низкочастотной области диапазона; значительные продольные и поперечные габариты; антенна обладает достаточно высоким уровнем "микрофонного эффекта", что не позволяет проводить измерения при уровне внешних шумовых воздействий >55 dB.

Технической задачей данного изобретения является создание приемопередающей сверхширокополосной, с расширением в область низких и высоких частот вибраторной антенны с высоким уровнем согласования во всем рабочем диапазоне частот, с низким уровнем боковых лепестков, с низким уровнем "микрофонного эффекта" при уровне внешних шумовых воздействий  $\leq 96$  dB, с плоской апертурой, простой конструкцией, с высокой механической прочностью и надежностью, малой металлоемкостью, малым весом, высокой технологической воспроизводимостью.

Поставленная задача решается тем, что в вибраторной антенне, содержащей два идентичных вибратора, продольная ось которых совмещена с продольной осью вибраторной антенны, при этом каждый вибратор выполнен из двух металлических проводников конечной толщины, вершины которых обращены друг к другу, причем металлические проводники вибраторов на одном конце сходятся в одной точке и гальванически в ней соединены, а со стороны других концов металлические проводники гальванически соединены между собой, при этом со стороны одного конца металлические проводники соединены с соответствующими входными линиями передачи согласующе-симметрирующего устройства, выходная линия передачи которого, выполненная на отрезке коаксиальной линии передачи, является входом вибраторной антенны, при этом металлические проводники выполнены в виде металлических ленточных проводников зигзагообразной формы, вписаны в контур, огибающий которого образована исходящими из одного конца в направлении другого конца металлического ленточного проводника линиями, расходящимися с острым углом раскрытия, при этом линейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника, внешний по отношению к продольной оси вибраторной антенны, плавно переходит в нелинейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника с выпуклым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в направлении от одного конца металлической ленточного проводника к другому концу, и переходит в первый нелинейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника, выполненного в форме овала, при этом длина перпендикуляра  $h$  к огибающей контура в точке перегиба первого нелинейного участка, выполненного в форме овала, до продольной оси вибраторной антенны определяет размер половины ширины вибратора, а линейный участок огибающей контура, внутренний по отношению к продольной оси вибраторной антенны, переходит в нелинейный участок огибающей контура, с вогнутым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в

направлении от одного конца металлического ленточного проводника к другому его концу, и переходит во второй нелинейный участок огибающей контура, выполненного в форме овала, точка перегиба которого соответствует точке схождения и гальванического соединения со стороны других концов металлических ленточных проводников соответствующего вибратора. При этом первый и второй нелинейные участки огибающей контура, выполненного в форме овала, металлических ленточных проводников вибратора расположены со стороны вершин, соответствующих большой оси овала, причем длина образующей огибающей контура  $L$  металлического ленточного проводника вибратора, внешней по отношению к продольной оси вибраторной антенны, равна сумме геометрических длин линейного участка огибающей контура металлического ленточного проводника вибратора, нелинейного участка огибающей продольного контура с выпуклым искривлением металлического ленточного проводника вибратора, первого нелинейного участка огибающей контура, выполненного в форме овала, металлического ленточного проводника вибратора и второго нелинейного участка огибающей контура, выполненного в форме овала, металлического ленточного проводника вибратора от точки схождения и гальванического соединения других концов металлических ленточных проводников вибратора до точки соединения с первым нелинейным участком огибающей контура, выполненного в форме овала, металлического ленточного проводника вибратора.

Вибраторная антенна структурно представляет собой конструкцию, состоящую из двух идентичных металлических вибраторов. Каждый вибратор выполнен, по крайней мере, из двух металлических конечной толщины ленточных проводников зигзагообразной формы. Огибающая контура каждого металлического ленточного проводника вибратора имеет форму почти "запятой". Вибратор представляет собой две "запятые", совмещенные вогнутыми сторонами друг к другу, а острыми окончаниями - "запятые", одной и другой огибающих контура металлических ленточных проводников вибратора, сходятся в одной точке. Угол  $\psi$  при вершине образующей поверхности вибратора выбирается из условия  $\psi \geq 90^\circ$ . Величина угла  $\psi$  определяет входное сопротивление вибраторной антенны (Щелкунови Фрис, "Антенны", пер. с англ., М.: - изд.-во "Советское Радио", 1955, гл.13).

Нижняя граница частотного диапазона  $f_{грн}$  вибраторной антенны с вибраторами в виде ленточных металлических проводников зигзагообразной формы с огибающей внешнего и внутреннего контура вибратора сложной формы определяется соотношением  $f_{грн} \cong K \cdot C_0 / 12L$ , где  $C_0$  - скорость света,  $L$  - длина огибающей контура ленточного проводника вибратора зигзагообразной формы, внешней по отношению к продольной оси вибраторной антенны, от вершины поверхности до точки гальванического схождения металлических ленточных проводников вибратора;  $K$  - коэффициент удлинения ( $>1$ ) вибраторной антенны с металлическим ленточным проводником вибратора, и определяется как функция

5 параметров формы изгиба, геометрических размеров ленточного проводника и шага (Shhafai L., Sebak A. A. - Antennas and Propag, AP - S Int. Symp. Dig., Boston, Mass., 1984, vol. 1. N.Y., 1984, p.55-57). Форма и длина огибающей контура, 10 металлических ленточных проводников вибратора, внутреннего по отношению к продольной оси вибраторной антенны, от вершины поверхности до точки гальванического схождения металлических ленточных проводников вибратора выбирается из условий оптимального согласования в рабочем диапазоне частот вибраторной антенны. Линейно 15 расширяющиеся огибающие контура каждого металлической ленточного проводника вибратора, исходящие из точки одного конца, соответствующего вершине поверхности, выполнены с острым углом раскрыва  $\Theta$ , который составляет от  $20$  до  $38^\circ$  (Eugen Philippow, Taschenbuch Elektrotechnik, Band 3, Carl Hanser-Verlag Munchen-Wien 1978, Seite 569). Величина угла 20 раскрыва  $\Theta$  является функциональной зависимостью входного сопротивления вибраторной антенны от формы изгибов металлического ленточного проводника, количества изгибов, шага изгибов, геометрических размеров ленточного проводника.

Верхняя граница частотного диапазона  $f_{грв}$  плоской вибраторной антенны 30 определяется требованиями к форме диаграммы направленности (как правило, по уровню провала в главном лепестке диаграммы направленности порядка 3 dB), что составляет порядка  $f_{грв} \cong 14 \cdot N \cdot C_0 / 2\pi L$ , где  $N$  - коэффициент удлинения ( $>1$ ) вибраторной 35 антенны с металлическим ленточным проводником вибратора и определяется как функция формы изгиба, шага и геометрических размеров ленточного проводника (Wood C., Hall P., James J.R. Design of wideband circularly polarised microstrip antennas and arrays. "Int. Conf. Antennas and Propag., London, 1978. Part 1. Antennas". London, 1978, 312-316). В этом случае коэффициент 40 перекрытия по частоте составляет  $K_f = (N/K) \cdot 26,75$ . В рамках определенного частотного диапазона плоская вибраторная антенна имеет достаточно постоянную величину входного сопротивления, что 45 позволяет обеспечить высокий уровень симметрирования (переход с двухпроводной симметричной линии на несимметричную коаксиальную линию) и согласование входного сопротивления вибратора с 50-омной коаксиальной линией (М.С. Жук, Ю.Б. Молочков. Проектирование антенно-фидерных устройств. М. - Л., Энергия, 1966, стр.130).

55 Выполнение огибающей контура металлического ленточного проводника вибратора, выполненной в форме овала, вибраторной антенны в форме овала Кассини, позволяет оптимизировать частотные характеристики и характеристики согласования в диапазоне частот (Математическая энциклопедия: Гл. ред. И.М. 60 Виноградов, т.2 Д-Коо.-М.: Советская энциклопедия, 1979. - стр.759); и (И.Н. Бронштейн, К. А. Семендяев/ Справочник по

математике, М.: Наука, 1967, стр. 106).

Большая ось огибающей контура металлического ленточного проводника вибратора, выполненной в форме овала, составляет с продольной осью вибраторной антенны угол  $\Phi$  от 65 до 105°. Величина угла  $\Phi$  определяет неравномерность характеристики согласования в диапазоне частот вибраторной антенны и функционально зависит от формы изгиба, шага и геометрических размеров ленточного проводника.

Острый угол раскрытия  $\Theta$  между линейно расширяющимися исходящими из точки одного конца огибающей контура металлического ленточного проводника вибратора, составляет от 20 до 38°, а угол  $\Psi$  при вершине образующей контура поверхности вибратора выбирается из условия  $\Psi \geq 90^\circ$ . Углы  $\Psi$  и  $\Theta$  функционально связаны и определяют входное сопротивление и неравномерность характеристики согласования в рабочем диапазоне частот вибраторной антенны.

Выполнение огибающей контура вибраторов, внешней по отношению к продольной оси вибраторной антенны, в форме овала Лемниската, у которого фокусы соответствуют точкам схождения и гальванического соединения со стороны других концов металлических ленточных проводников вибраторов соответственно, позволяет оптимизировать нижнюю и верхнюю границы частотного диапазона по величине неравномерности характеристики согласования вибраторной антенны в диапазоне частот и особенно на краях частотного диапазона (И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев/ Справочник по математике, М.: Наука, 1967, стр.107; Уолш Дж. -Л., Интерполяция и аппроксимация рациональными функциями в комплексной области, пер. с англ., М.: Мир, 1961, с.256).

Металлические ленточные проводники вибраторов вибраторной антенны могут быть выполнены в печатном исполнении на диэлектрической подложке. В этом случае при сохранении геометрических размеров ленточных проводников вибраторов электрические размеры

увеличиваются в  $\sqrt{\epsilon_r}$  раз, где  $\epsilon_r$  -

относительная диэлектрическая проницаемость подложки. Это позволяет обеспечить вибраторной антенне дополнительное расширение частотного диапазона в низкочастотную область с высокими характеристиками согласования, увеличить надежность, обеспечить высокую технологическую воспроизводимость, уменьшить металлоемкость и вес, повысить механическую прочность.

Металлические ленточные проводники вибраторов вибраторной антенны могут быть выполнены с различной формой изгибов: синусоидальной, трапецеидальной, прямоугольной, треугольной и другой формы; могут быть выполнены с переменным шагом; могут быть выполнены с переменной шириной ленточного проводника от одного конца к другому. Параметры геометрических размеров вибраторной антенны, такие как: форма изгиба, шаг, геометрические размеры

поперечного сечения ленточного проводника, форма огибающей контура вибраторов, величины углов  $\Psi$ ,  $\Phi$  и  $\Theta$  и длина  $L$  являются функционально завязанными между собой и определяются в результате параметрической оптимизации.

К другим концам металлических ленточных проводников вибраторов вибраторной антенны могут быть подключены согласованные нагрузки, выполненные, например, на сосредоточенных или распределенных резисторах, или могут быть подключены реактивные нагрузки, например емкостные, выполненные на распределенных элементах. Подключение активных или реактивных нагрузок позволяет обеспечить дополнительную степень свободы для обеспечения согласования и расширения диапазона рабочих частот вибраторной антенны.

Поверхности металлических ленточных проводников вибраторов вибраторной антенны могут быть покрыты радиопрозрачной краской или радиопрозрачным диэлектрическим материалом, что позволяет обеспечить защиту от механических воздействий и повреждений от климатических воздействий.

Использование в качестве радиопрозрачного диэлектрического материала диэлектрические материалы на вспененной основе позволяет обеспечить металлическим ленточным проводникам вибраторов дополнительную механическую прочность.

Дополнительное механическое, решаемое конструктивным путем закрепление металлических ленточных проводников в корпусе согласующе-симметрирующего устройства и использование диэлектрического покрытия на основе вспененного диэлектрика, например на основе радиопрозрачного пенополиуретана или на основе пористой радиопрозрачной резины, обеспечивает вибраторной антенне низкий уровень "микрофонного эффекта", что позволяет проводить измерения при уровне внешних шумовых воздействий >95 dB (Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре. Изд-во "Советское радио", 1971, 344 с.; Акустика в задачах. Под ред. С.Н.Гурбатова и О.В.Руденко. - М.: Наука, Физматлит, 1996. - 336с. )

Использование диэлектрических покрытий одновременно выполняет и защитные функции от механических воздействий и повреждений, климатических воздействий и активных сред на поверхность металлических ленточных проводников вибраторов.

На фиг. 1 изображена конструкция вибраторной антенны с двумя металлическими ленточными проводниками конечной толщины с прямоугольной формой изгиба; на фиг.2 - проекция вибраторной антенны по конструкции фиг.1; на фиг.3 - конструкция вибраторной антенны с четырьмя металлическими ленточными проводниками конечной толщины в каждом вибраторе с прямоугольной формой изгиба; на фиг.4 - конструкция вибраторной антенны в печатном исполнении на диэлектрической подложке с двумя металлическими ленточными проводниками в каждом вибраторе с прямоугольной формой изгиба; на фиг.5 - конструкция вибраторной антенны в печатном

исполнении на диэлектрической подложке с четырьмя металлическими ленточными проводниками в каждом вибраторе с прямоугольной формой изгиба; на фиг.6 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками переменной ширины с прямоугольной формой изгиба; на фиг. 7 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с синусоидальной формой изгиба; на фиг.8 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с трапецеидальной формой изгиба; на фиг.9 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с треугольной формой изгиба; на фиг.10 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с зигзагообразной формой изгиба; на фиг.11 - схематически показаны геометрические параметры конструкции металлических ленточных проводников вибраторной антенны; на фиг.12 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с трапецеидальной формой изгиба, концы которого нагружены на резистор; на фиг. 13 - конструкция вибратора с двумя металлическими ленточными проводниками с трапецеидальной формой изгиба, концы которого нагружены на емкость.

Вибраторная антенна 1 (фиг.1) содержит два идентичных вибратора 2, продольная ось которых совмещена с продольной осью 3 вибраторной антенны 1, при этом вибраторы 2 выполнены из двух металлических проводников 4 конечной толщины, вершины которых обращены друг к другу, причем металлические проводники 4 вибраторов 2 на одном конце 5 сходятся в одной точке и гальванически в ней соединены, а со стороны других концов 6 металлические проводники 4 вибраторов 2 гальванически соединены между собой, при этом со стороны одного конца 5 гальванического соединения металлических проводников 4 вибраторов 2 соответствующие вершинам поверхности соединены с соответствующими входными линиями передачи согласующе-симметрирующего устройства 7, выходная линия передачи 8 которого, выполненная на отрезке коаксиальной линии передачи, является входом вибраторной антенны 1, причем металлические проводники вибраторов 2 вибраторной антенны 1 выполнены в виде металлических ленточных проводников зигзагообразной формы, вписаны в контур, огибающая которого образована исходящими из одного конца 5 в направлении другого конца 6 металлического ленточного проводника 4 линиями расходящимися с острым углом раскрытия  $\theta$  при этом линейный участок 9 внешней огибающей контура металлического ленточного проводника 4 вибратора 2, внешний по отношению к продольной оси 3 вибраторной антенны 1, переходит в нелинейный участок 10 огибающей контура металлического ленточного проводника 4 вибратора 2, с выпуклым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в направлении от одного конца 5 металлического ленточного проводника 4 вибратора 2 к другому его концу 6, и переходит в первый нелинейный участок

11 огибающей контура металлического ленточного проводника 4 вибратора 2, выполненного в форме овала, при этом длина перпендикуляра 12 h к огибающей контура в точке перегиба первого нелинейного участка 11, выполненного в форме овала, до продольной оси 3 вибраторной антенны 1 определяет размер половины ширины вибратора 2, а линейный участок 13 огибающей контура металлического ленточного проводника 4 вибратора 2 зигзагообразной формы, внутренний по отношению к продольной оси 3 вибраторной антенны 1, переходит в нелинейный участок 14 огибающей контура, с вогнутым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в направлении от одного конца 5 металлического ленточного проводника 4 вибратора 3 змейковой формы к другому концу 6, и переходит во второй нелинейный участок 15 огибающей контура, выполненного в форме овала, точка перегиба 16 которого соответствует точке схождения и гальванического соединения со стороны других концов 6 металлических ленточных проводников 4 соответствующего вибратора 2. При этом первый 11 и второй 15 нелинейные участки огибающей контура металлических ленточных проводников 4 вибратора 2 зигзагообразной формы, выполненных в форме овала, расположены со стороны вершин, соответствующих большой оси овала, причем длина образующей огибающей контура L металлического ленточного проводника 4 вибратора 2 зигзагообразной формы, внешней по отношению к продольной оси 3 вибраторной антенны 1, равна сумме геометрических длин линейного участка 9 огибающей контура, нелинейного участка 10 огибающей продольного контура с выпуклым искривлением, первого нелинейного участка 11 огибающей контура, выполненного в форме овала, и второго нелинейного участка 15 огибающей контура, выполненного в форме овала, от точки схождения 16 и гальванического соединения со стороны других концов 6 металлических ленточных проводников 4 вибраторов 2 зигзагообразной формы до точки соединения с первым нелинейным участком 11 огибающей контура, выполненного в форме овала.

На фиг.2 показана проекция вибраторной антенны 1 по конструкции фиг.1 с двумя металлическими ленточными проводниками 4 конечной толщины, выполненными с прямоугольной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.3) может быть выполнена с четырьмя металлическими ленточными проводниками 4 конечной толщины, выполненными с прямоугольной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.4) может быть выполнена в печатном исполнении на диэлектрической подложке 17 с двумя металлическими ленточными проводниками 4 зигзагообразной формы в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.5) может быть выполнена в печатном исполнении на диэлектрической подложке 17 с четырьмя металлическими ленточными проводниками 4 зигзагообразной формы в каждом вибраторе

2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.6) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4 переменной ширины, выполненными с прямоугольной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.7) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными с синусоидальной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.8) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными трапецеидальной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг.9) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными с треугольной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

Вибраторная антенна 1 (фиг. 10) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными с зигзагообразной формой изгиба в каждом вибраторе 2.

На фиг.11 схематически показаны геометрические параметры построения конструкции металлических ленточных проводников 4 вибратора 2 вибраторной антенны 1.

Вибраторная антенна 1 (фиг. 12) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными трапецеидальной формой изгиба в каждом вибраторе 2, концы которых нагружены на пленочный резистор 18.

Вибраторная антенна 1 (фиг. 13) может быть выполнена с двумя металлическими ленточными проводниками 4, выполненными трапецеидальной формой изгиба в каждом вибраторе 2, концы которых нагружены на емкость 19.

Вибраторная антенна 1 работает следующим образом.

В режиме излучения электромагнитная энергия входного сигнала через отрезок 8 коаксиальной линии передачи, являющейся несимметричной линией с волной типа ТЕМ и, как правило, с волновым сопротивлением 50 Ом, поступает на согласующе-симметрирующее устройство 7. В согласующе-симметрирующем устройстве 7 осуществляется симметрирование волны типа ТЕМ коаксиальной линии в волну типа ТЕМ двухпроводной линии с одновременной трансформацией волнового сопротивления 50 ом в входное сопротивление вибраторной антенны 1 на входных линиях передачи в точках одних концов 5 вибраторов 2. Величина входного сопротивления вибраторной антенны 1 составляет порядка (110 -150) Ом с углом  $\varphi \geq 90^\circ$  при вершине образующей поверхности вибратора 2. Входные линии передачи согласующе-симметрирующего устройства 7 соединены с одними концами 5 металлических ленточных проводников 4 вибраторов 2 вибраторной антенны 1. Правильно рассчитанное и спроектированное согласующе-симметрирующее устройство 7 обеспечивает сверхширокополосное согласование и симметрирование, а также по направленному действию во всем частотном диапазоне работы вибраторной антенны 1 в

режиме излучения и в режиме приема.

Амплитудно-фазовое распределение в вибраторной антенне 1 зависит от следующих геометрических размеров с металлическими ленточными проводниками 4 зигзагообразной формы: формы изгиба, количества изгибов, шага изгибов, величины зазора между ленточными проводниками (определяет величину взаимной связи - коэффициента связи), формы изгибов, амплитуды изгибов, ширины ленточного проводника. Сложная функциональная взаимосвязь между структурными и геометрическими параметрами металлических ленточных проводников 4 вибраторной антенны 1 требует проведение параметрического синтеза и оптимизации по заданным электрическим характеристикам. Так, например, при нормальном к вибраторной антенне 1 излучении относительная величина кросс-поляризации уменьшается с увеличением длины металлического ленточного проводника 4, в тоже время длина металлического ленточного проводника 4 определяет диапазонные свойства. Так, взаимная связь изгибов, форма изгибов и их число в металлическом ленточном проводнике 4 мало влияют на диаграмму направленности и кросс-поляризацию, в тоже время изменением амплитуды изгибов возможно получить диаграмму направленности вибраторной антенны 1 с низким уровнем боковых лепестков (-35 dB).

Геометрическая форма огибающей контура металлического ленточного проводника 4 вибратора 2 с высокой степенью приближения аппроксимируется овалом Кассини и лемнискатой, фокусы которого соответствуют точкам 16 схождения и гальванического соединения со стороны других концов 6 металлических ленточных проводников 4 вибраторов 2 зигзагообразной формы соответственно. Овал Кассини и лемниската представляют собой плоские геометрические кривые, описываемые уравнением четвертого порядка как в прямоугольной, так и в полярной системе координат.

Например, используя метод конечных элементов (Л. Сегерлинд. Применение метода конечных элементов. - Пер. с англ. под ред. Б.Е.Победри. М.: Мир 1979. - 398с.) и "квазирегулярное" приближение (Ильинский А.С., Слепян Г.Я. Колебания и волны в электродинамических системах с потерями. - М.: Изд-во МГУ, 1983. -323с.) посредством синтеза и параметрической оптимизации рассчитываются форма и геометрические размеры металлических ленточных проводников 4 зигзагообразной формы вибраторов 2 под заданные электродинамические характеристики вибраторной антенны 1.

#### Формула изобретения:

1. Вибраторная антенна, содержащая два идентичных вибратора, продольная ось которых совмещена с продольной осью вибраторной антенны, при этом каждый вибратор выполнен из двух металлических проводников конечной толщины, вершины вибраторов обращены друг к другу, причем металлические проводники на одном конце сходятся в одной точке и гальванически в ней соединены, а со стороны других концов металлические проводники гальванически

соединены между собой, при этом со стороны одного конца металлические проводники соединены с соответствующими входными линиями передачи симметрирующе-согласующего устройства, выходящая линия передачи которого, выполненная на отрезке коаксиальной линии передачи, является входом вибраторной антенны, отличающаяся тем, что металлические проводники выполнены в виде металлических ленточных проводников зигзагообразной формы и вписаны в контур, огибающая которого образована исходящими из одного конца в направлении другого конца металлического ленточного проводника расходящимися линиями с острым углом раскрытия  $\theta$ , при этом линейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника, внешний по отношению к продольной оси вибраторной антенны, плавно переходит в нелинейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника с выпуклым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в направлении от одного конца металлического ленточного проводника к другому концу, и переходит в первый нелинейный участок огибающей контура металлического ленточного проводника, выполненного в форме овала, при этом длина перпендикуляра  $h$  к огибающей контура в точке перегиба первого нелинейного участка, выполненного в форме овала, до продольной оси вибраторной антенны определяет размер половины ширины вибратора, а линейный участок огибающей контура, внутренний по отношению к продольной оси вибраторной антенны, переходит в нелинейный участок огибающей контура с вогнутым искривлением, радиус кривизны которого уменьшается с увеличением расстояния в направлении от одного конца металлического ленточного проводника к другому концу, и переходит во второй нелинейный участок огибающей контура, выполненного в форме овала, точка перегиба которого соответствует точке схождения и гальванического соединения со стороны других концов металлических ленточных проводников соответствующего

вибратора.

2. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что большая ось овала составляет с продольной осью вибраторной антенны угол  $\Phi$  от  $65^\circ$  до  $105^\circ$ .

3. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что острый угол раскрытия  $\theta$  составляет от  $20^\circ$  до  $38^\circ$ .

4. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, угол  $\psi$  при вершине вибратора выбирается из условия  $\psi \geq 90^\circ$ .

5. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что металлические ленточные проводники выполнены в печатном исполнении на диэлектрической подложке.

6. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что металлические ленточные проводники выполнены переменной ширины.

7. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что металлические ленточные проводники выполнены в форме синусоидального изгиба.

8. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что металлические ленточные проводники выполнены в форме трапецеидального изгиба.

9. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что металлические ленточные проводники выполнены в форме треугольного изгиба.

10. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что к другим концам металлических проводников зигзагообразной формы подключены согласованные нагрузки.

11. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что к другим концам металлических проводников зигзагообразной формы подключены емкостные нагрузки.

12. Вибраторная антенна по п. 1, отличающаяся тем, что поверхности металлических ленточных проводников покрыты радиопрозрачным диэлектрическим материалом.

13. Вибраторная антенна по п. 12, отличающаяся тем, что в качестве радиопрозрачного диэлектрического материала используются диэлектрические материалы на вспененной основе.

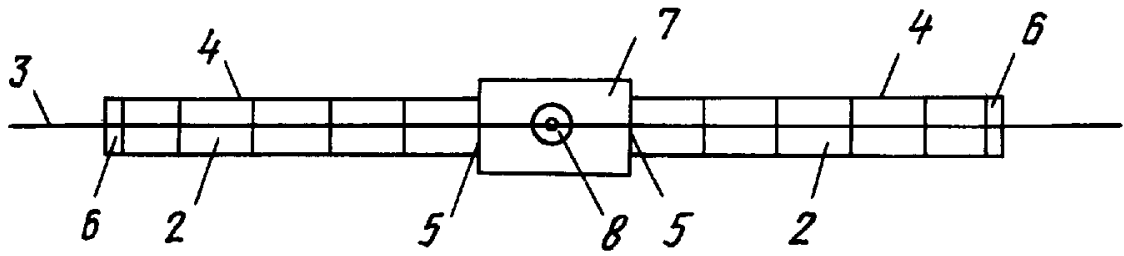
45

50

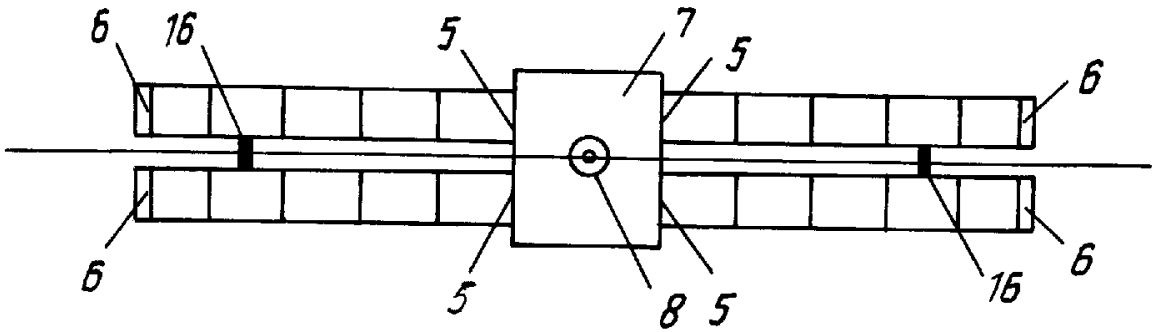
55

60

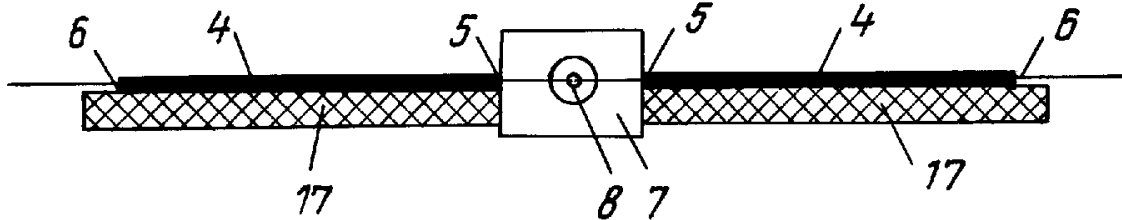




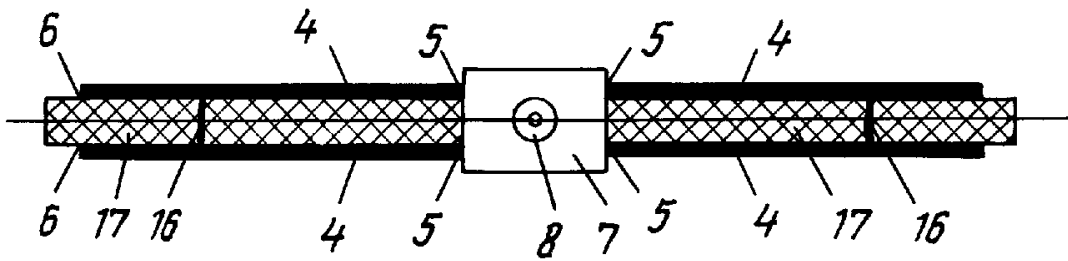
Фиг. 2



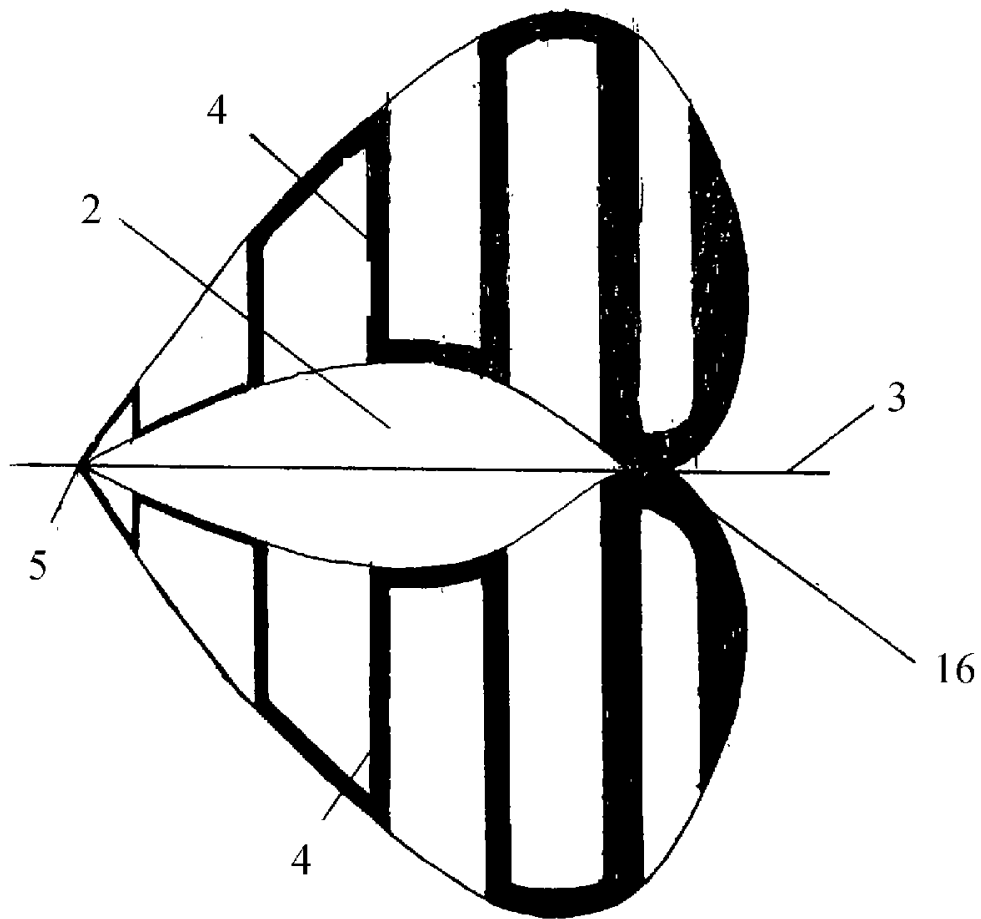
Фиг. 3



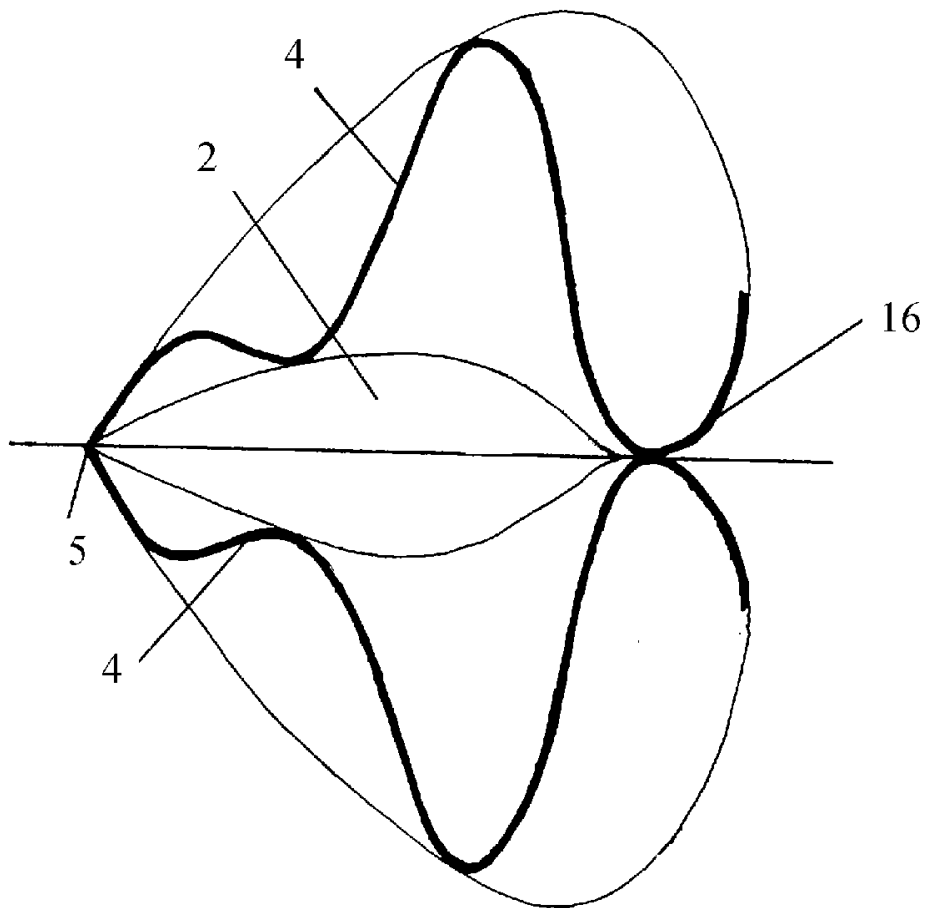
Фиг. 4



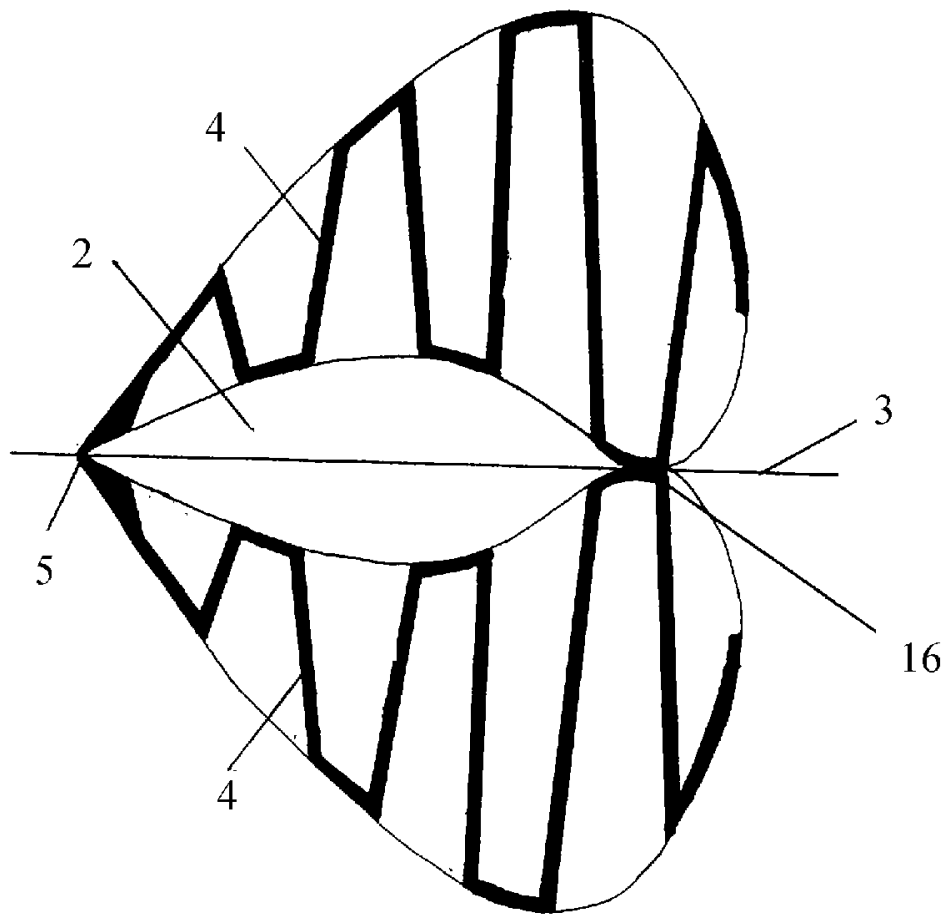
Фиг. 5



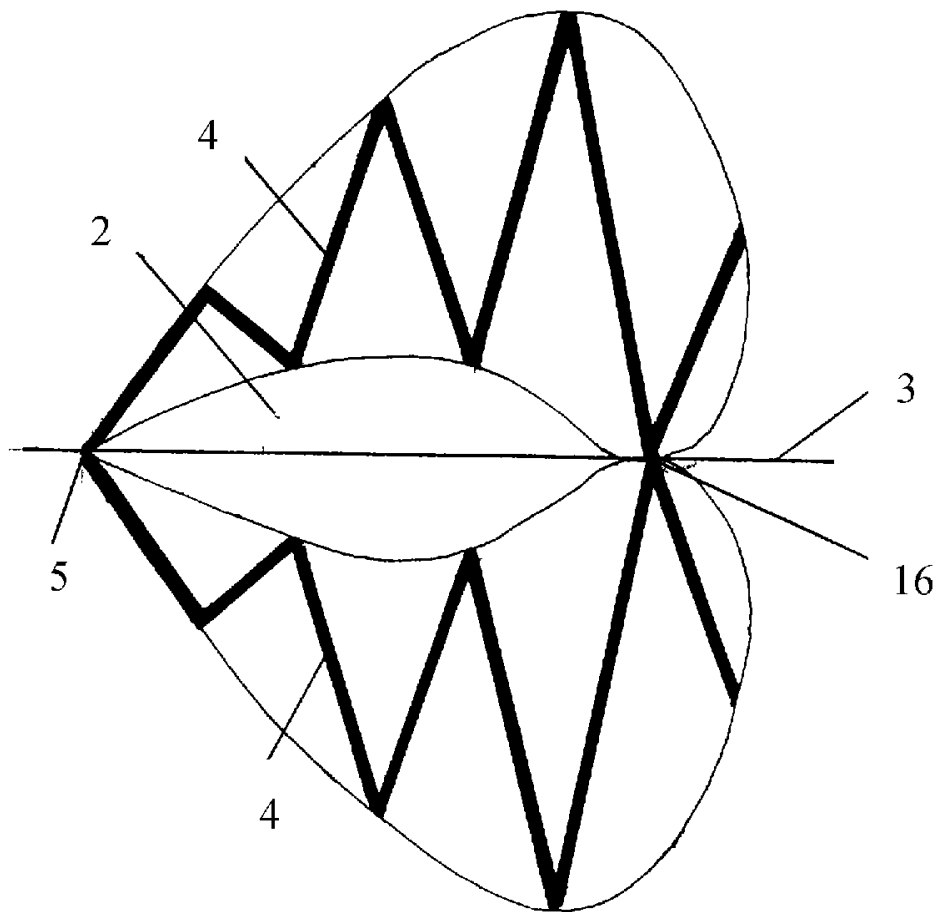
Фиг. 6



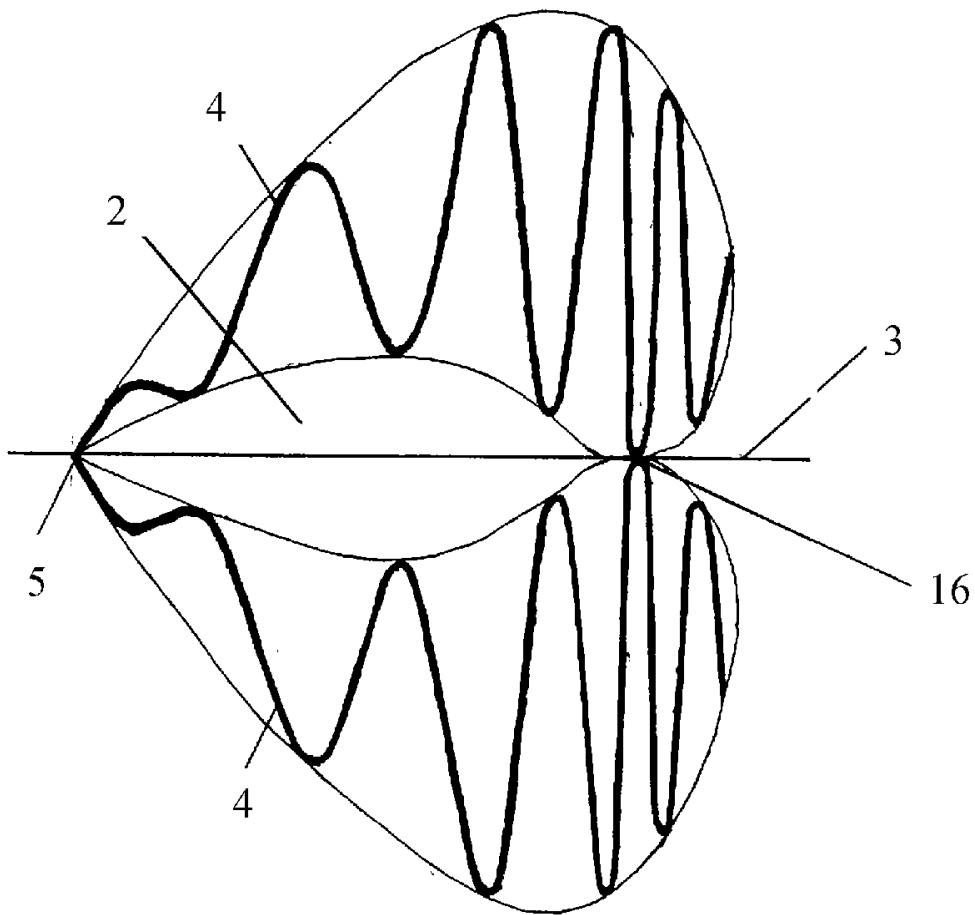
Фиг. 7



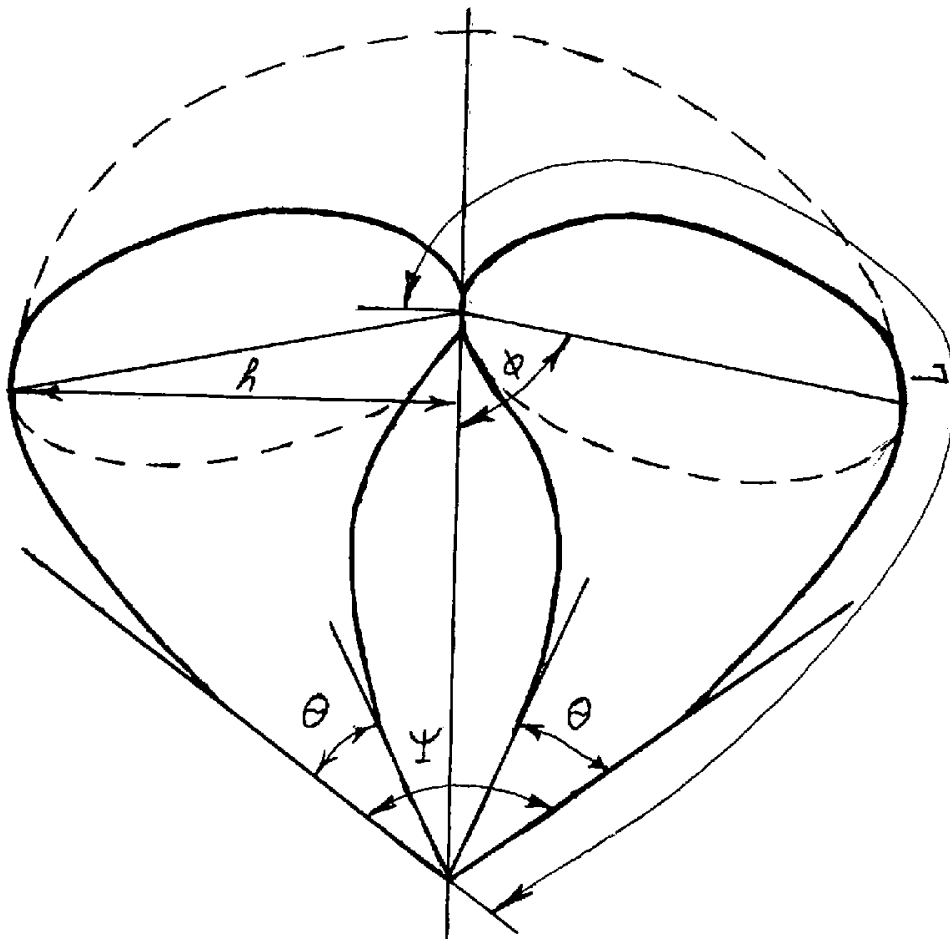
Фиг. 8



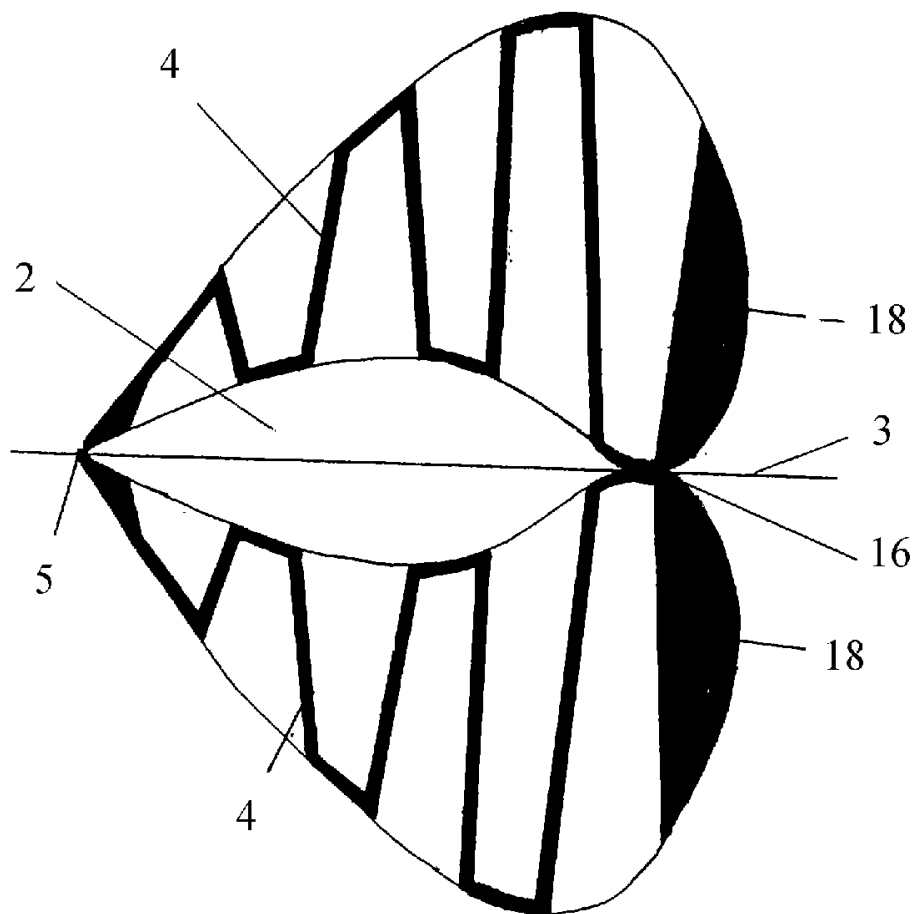
Фиг. 9



Фиг. 10

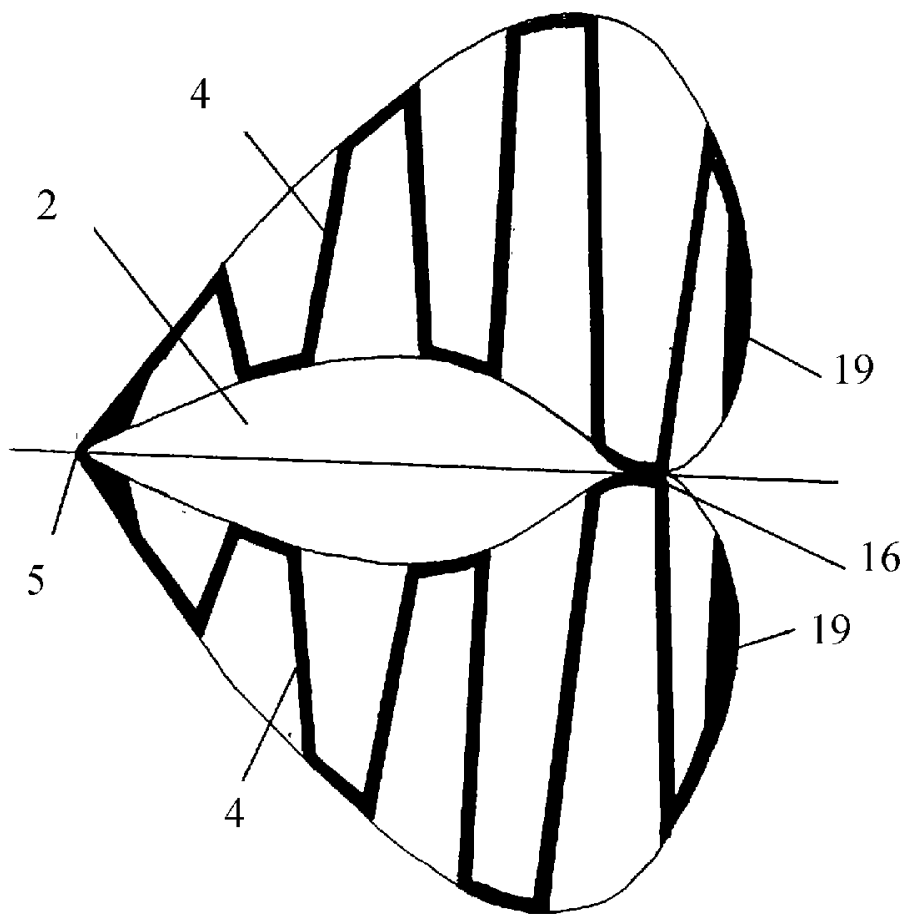


Фиг. 11



Фиг. 12





Фиг. 13