

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01P 7/10

H01P 1/20 H01P 1/205

H01P 1/212 H01P 1/213



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02803754.5

[43] 公开日 2004年3月31日

[11] 公开号 CN 1486520A

[22] 申请日 2002.1.21 [21] 申请号 02803754.5

[30] 优先权

[32] 2001.1.19 [33] JP [31] 011244/2001

[32] 2001.6.12 [33] JP [31] 176603/2001

[86] 国际申请 PCT/JP02/00372 2002.1.21

[87] 国际公布 WO02/058185 日 2002.7.25

[85] 进入国家阶段日期 2003.7.15

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 榎原晃 难波英树 中村俊昭

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公

司

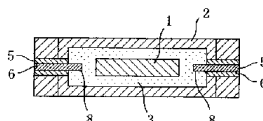
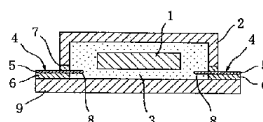
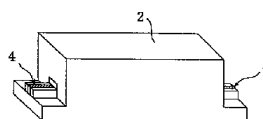
代理人 汪惠民

权利要求书4页 说明书26页 附图27页

[54] 发明名称 高频电路元件及高频电路模块

[57] 摘要

一种高频电路元件，包括：介电部件1；包围介电部件1的遮蔽导体2；固定、支撑介电部件1的支撑部件3；以及由微带线构成的1对传输线4。传输线4由介电体制成的基板6、带状导体5以及接地导体层9构成。带状导体5的前端部分与介电部件1的一部分相对，起进行输出耦合或输入耦合的耦合探针的作用。传输线4为带状线、微带线、共面线等，在将它连接在电路基板时损耗少。



ISSN 1008-4274

1. 一种高频电路元件，其中：

包括：

可产生电磁波的共振状态的至少一个介电部件；

包围上述介电部件周围的遮蔽导体；

具有与上述介电部件的一部分面对面的布置着的带状导体、与该带状导体面对面的接地导体层、以及介于带状导体—接地导体层之间的介电体的至少一根传输线；及

连接在上述传输线上，在与上述介电部件之间起电磁波的输入耦合作用或输出耦合作用的耦合探针。

2. 根据权利要求第 1 项所述的高频电路元件，其中：

上述介电部件在 TM 模式下激振。

3. 根据权利要求第 1 项或者第 2 项所述的高频电路元件，其中：

上述传输线，包含了带状线、微带线、共面线以及微细导线中之至少一种。

4. 根据权利要求第 1 项到第 3 项中之任一项所述的高频电路元件，其中：

还包括：在上述遮蔽导体内部，填满上述遮蔽导体和上述介电体之间的间隙，并支撑上述介电部件的绝缘层。

5. 根据权利要求第 4 项所述的高频电路元件，其中：

上述遮蔽导体，由形成在上述绝缘层外表面的导体覆盖膜构成，

上述带状导体，以与上述遮蔽导体分离的方式由上述导体覆盖膜形成，

上述导体覆盖膜中与上述带状导体面对面的那一部分起上述接地导体层的作用。

6. 根据权利要求第 1 到第 3 项中之任一项所述的高频电路元件，其中：

上述接地导体层，形成将成为上述遮蔽导体的一部分的一个壁部；

还包括：形成在上述接地导体层的沟槽，及跨过上述沟槽设在上地导体层之上并支撑上述介电部件的绝缘体支撑板。

7.根据权利要求第1到6项中之任一项所述的高频电路元件,其中:  
设置了一对上述至少一根传输线,起带通滤波器的作用。

8.根据权利要求第7项所述的高频电路元件,其中:

上述带状导体的前端部分延伸到上述介电体层之外,该前端部分起上述耦合探针之作用。

9.根据权利要求第7项所述的高频电路元件,其中:

上述带状导体的前端部分位于上述介电体层之上,该前端部分起上述耦合探针之作用。

10.根据权利要求第8或9项所述的高频电路元件,其中:

上述带状导体的前端部分朝着与上述介电部件的耦合增大的方向弯曲。

11.根据权利要求第10项所述的高频电路元件,其中:

上述带状导体的主要部分,在与上述介电部件的长边方向垂直的方向上延伸着,

上述带状导体的前端部分,大致与上述介电部件的长边方向平行着延伸。

12.根据权利要求第1到第6项中之任一项所述的高频电路元件,其中:

上述至少一根传输线为一连续的线,起带阻滤波器的作用。

13.根据权利要求第12项的高频电路元件,其中:

上述带状导体的端部以外的一部分与上述介电部件面对着面,上述一部分起上述耦合探针的作用。

14.根据权利要求第13项的高频电路元件,其中:

上述带状导体的前端部分朝着与上述介电部件的耦合增大的方向弯曲。

15.根据权利要求第14项所述的高频电路元件,其中:

上述带状导体的主要部分,在与上述介电部件的长边方向垂直的方向上延伸着,

上述带状导体的前端部分,大致与上述介电部件的长边方向平行着延伸。

- 16.根据权利要求第 1 到 15 中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
还包括:  
介电体基板;  
形成在与上述介电体基板的上述介电部件面对着面的面上, 将成为上述遮蔽导体的一部分的第一导体膜。
17. 根据权利要求第 1 到 16 中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
上述介电部件为四棱柱或圆柱。
18. 根据权利要求第 1 到 17 中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
与上述介电部件的长边方向垂直的那一方向上的介电部件的剖面形状, 变化成其面积在中央部为最大。
- 19.根据权利要求第 1 到 18 项中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
上述至少一个介电部件为互相耦合的多个介电部件。
20. 根据权利要求第 1 到 19 中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
还具有频率调整螺钉, 它贯穿上述遮蔽导体而插在由上述遮蔽导体包围的区域中, 其前端部分与上述介电部件面对着面。
21. 根据权利要求第 1 到 19 项中之任一项所述的高频电路元件, 其中:  
上述至少一个介电部件为互相耦合的多个介电部件,  
还具有级间耦合调整螺钉, 它贯穿上述遮蔽导体而插在由上述遮蔽导体包围的区域中, 其前端部分与上述各介电部件之间的间隙面对着面。
22. 一种高频电路模块, 其中:  
包括:  
多个高频电路元件, 以及设在上述多个高频电路元件间的相位电路;  
上述各高频电路元件, 具有: 可产生电磁波的共振状态的至少一个介电部件、包围上述介电部件周围的遮蔽导体、具有与上述介电部件的一部分面对面的布置着的带状导体、与该带状导体面对面的接地导体层、介于带状导体—接地导体层之间的介电体层的至少一根传输线、连接在上述传输线上并在与上述介电部件之间起电磁波的输入耦合作用或输出耦合作用的耦合探针;  
上述各高频电路元件的传输线连接在上述相位电路上。
23. 根据权利要求第 22 项所述的高频电路模块, 其中:

---

上述多个高频电路元件的共振状态的中心频率互异。

24. 根据权利要求第 22 或 23 项所述的高频电路模块，其中：

上述相位电路连接在天线上。

## 高频电路元件及高频电路模块

### 技术领域

本发明涉及共振用高频电路元件及高频电路模块，它用在以无线通信系统为首的处理高频信号的装置上。

### 背景技术

到目前为止，以高频滤波器为首的具备共振体的高频电路元件是通信系统中不可缺少的基本要素。此外，在共振体中，若使用高介电常数且低损失的陶瓷材料作介电体，便能实现小型、起低损失(高Q)共振器之作用的高频电路元件。

话说回来，此种共振器可以与共振器以外的电路要素，例如放大电路、振荡电路、混频电路等设置在同一基板上，而使高频电路成为模块结构。此时，必须从基板上的带状线等传输线向共振器输出、入高频信号。我们已知，这样的高频电路且使用了介电体的，在特开平 10-284946 号公报中已经公开过，即在电路基板上设置介电部件，在其附近设置带状线，这样来对共振器进行高频信号的输出入。

此时，介电部件具有圆形剖面而进行  $TE_{01\delta}$  模式的共振。使用介电部件的目的，在于：只让带状线的高频信号中所期待的频率成分透过，或者是除去不必要的频率成分。

然而，上述现有的在基板上设置介电部件的高频电路，有以下问题。

首先，因为使用时不遮蔽介电部件，故从介电部件放射出高频信号(电磁波)。因此，共振器的损失增加。亦即，共振Q值会下降。此外，放射出的电磁波与基板上其他电路耦合，会导致电路工作的不稳定。再者，为了抑制放射出的电磁波与其他电路耦合，必须将介电部件与其他电路布置成相隔一定距离的样子，这就成了妨碍整个模块小型化的主要原因。

高频电路中的高频信号的频率越高，以上问题就越明显，在毫波带等

中会造成致命的问题。

此外，TE<sub>01δ</sub>模式共振器中，共振电场的分布在圆筒形的介电部件内部呈同心圆状旋转，很难得到理想的与配置在基板上的带状线等的耦合。

## 发明内容

本发明的目的，在于：提供一种装上了介电部件且损失小的高频电路元件与高频电路模块。

本发明的高频电路元件，包括：可产生电磁波的共振状态的至少一个介电部件；包围上述介电部件周围的遮蔽导体；具有与上述介电部件的一部分面对面的布置着的带状导体、与该带状导体面对面的接地导体层、以及介于带状导体—接地导体层之间的介电体层的至少一根传输线；及连接在上述传输线上，在与上述介电部件之间起电磁波的输入耦合作用或输出耦合作用的耦合探针。

这样以来，因介电部件被遮蔽导体包围起来，故不仅遮断了从介电部件放射到外部的电磁波，从传输线的结构来看，在高频电路内与其他半导体器件等间的连接也较圆滑。亦即，以往由导波管等实现的功能由电路板得以实现。因此，实现了：损失小亦即Q值大，布置有高频电路元件的整个高频电路的尺寸小型化。

上述介电部件以TM模式所激励，而在TM模式共振器中因电场朝向介电部件的长边方向，故很容易实现与传输线的带状导体的耦合。结果，输出入可使用具有带状导体的传输线，将传输线和高频电路布置在共同的基板上以后，而很容易应用到模块结构的高频电路上。

上述传输线，最好包括带状线、微带线、共面线以及微细导线中之至少一种。

还包括：在上述遮蔽导体内部，填满上述遮蔽导体和上述介电体之间的间隙并支撑上述介电部件的绝缘层。由此，介电部件的共振状态稳定化。

上述遮蔽导体，由形成在上述绝缘层外表面的导体覆盖膜构成，上述带状导体，以与上述遮蔽导体分离的方式由上述导体覆盖膜形成，上述导体覆盖膜中与上述带状导体面对面的那一部分起上述接地导体层的作用。这样做以后，可简化制造工艺、降低生产成本。

还可采用以下结构，即上述接地导体层，形成将成为上述遮蔽导体的一部分的一个壁部，还包括：形成在上述接地导体层的沟槽，及跨过上述沟槽设在上述接地导体层之上并支撑上述介电部件的绝缘体支撑板。

设置了一对上述至少一根传输线，起带通滤波器的作用。

此时，上述带状导体前端部分延伸到上述介电体层之外，该前端部分可以作为上述耦合探针而发挥作用；而上述带状导体前端部分在上述介电体层之上，该前端部分也可以作为上述耦合探针而发挥作用。

最好是，上述带状导体前端部分弯曲到与上述介电部件的耦合增大的方向上。

特别是，最好是，在上述带状导体的主要部分在与上述介电部件的长边方向垂直的方向延伸的情况下，上述带状导体前端部分几乎平行于上述介电部件的长边方向延伸。

上述至少一根传输线为一连续的线，作为带阻滤波器来发挥作用。在这种情况下，上述带状导体的端部以外的一部分与上述介电部件面相对，上述一部分作为上述耦合探针而发挥作用。

最好是，上述带状导体的上述一部分在与上述介电部件的耦合变大的方向上弯曲着。

特别是，最好是，在上述带状导体的主要部分在与上述介电部件相交叉的方向上延伸的情况下，上述带状导体的上述一部分几乎平行于上述介电部件的长边方向延伸。

还包括：介电体基板；形成在与上述介电体基板的上述介电部件面对着面的面上，将成为上述遮蔽导体的一部分的第一导体膜。这样就能实现简化生产工艺的目标。

上述介电部件，例如为四棱柱或圆柱。

与上述介电部件的长边方向垂直的那一方向上的介电部件的剖面形状，变化成其面积在中央部为最大。这样可实现高频电路元件小型化。

上述至少一个介电部件可为互相耦合的多个介电部件。

还具有频率调整螺钉，它贯穿上述遮蔽导体而插在由上述遮蔽导体包围的区域中，其前端部分与上述介电部件面对着面。这样以来，就可对频率特性进行微调。



上述至少一个介电部件为互相耦合的多个介电部件，还具有级间耦合调整螺钉，它贯穿上述遮蔽导体而插在由上述遮蔽导体包围的区域中，其前端部分与上述各介电部件之间的间隙面对着面。这样以来，可对级间的耦合状态进行微调。

本发明的高频电路模块，包括：多个高频电路元件，以及设在上述多个高频电路元件间的相位电路；上述各高频电路元件，具有：可产生电磁波的共振状态的至少一个介电部件、包围上述介电部件周围的遮蔽导体、具有与上述介电部件的一部分面对面的布置着的带状导体、与该带状导体面对面的接地导体层、介于带状导体—接地导体层之间的介电体层的至少一根传输线、连接在上述传输线上并在与上述介电部件之间起电磁波的输入耦合作用或输出耦合作用的耦合探针；上述各高频电路元件的传输线连接在上述相位电路上。

这样以来，可实现小型且低损失的共用器(将频率带域相异的收发信号合成/分离)，以往由导波管等中实现的功能可由电路基板实现。

在上述多个高频电路元件的共振状态的中心频率互异的情况下，也能进行处理。

例如，在上述相位电路接到天线上时，很容易利用上述多个高频电路元件而同时接收信号、发送信号。

#### 附图的简单说明

图 1(a)、图 1(b)及图 1(c)依次为本发明的第一实施形态所涉及的高频电路元件的立体图、纵剖面图以及横剖面图。

图 2(a)及图 2(b)依次为本发明的第二实施形态所涉及的高频电路元件的立体图及横剖面图。

图 3 示出了通过电磁场解析而模拟的第二实施形态的具体例中的高频电路元件的插入损失—频率特性(穿透特性)。

图 4 示出了试作的第二实施形态的具体例中的高频电路元件的插入损失—频率特性的实测数据。

图 5 为本发明的第三实施形态所涉及的高频电路元件的纵剖面图。

图 6 示出了通过电磁场解析而模拟的第三实施形态的具体例中的高频

电路元件的插入损失—频率特性(穿透特性)。

图 7(a)、图 7(b)依次为本发明的第四实施形态所涉及的高频电路元件的纵剖面图以及横剖面图。

图 8 为本发明的第五实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。

图 9 为通过 3 维电磁场解析模拟出的模拟结果,表示第五实施形态的具体例的高频电路元件的前端部分的长度和表示输出耦合度的外部 Q 值 ( $Q_e$ )间之关系。

图 10 为本发明的第六实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。

图 11 示出了模拟结果,表示第六实施形态的具体例中的 2 个介电部件间的耦合度  $k$  与介电部件的间隔  $d$  之关系。

图 12 为表示在第六实施形态的具体例中试作出的高频电路元件的插入损失—频率特性的图。

图 13 为本发明的第七实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。

图 14 为本发明的第八实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。

图 15 示出了通过电磁场解析而模拟出的第八实施形态的具体例中的高频电路元件的插入损失—频率特性。

图 16(a)、图 16(b)及图 16(c)依次为本发明的第九实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图、长边方向上的纵剖面图以及与长边方向垂直的方向上的纵剖面图。

图 17(a)、图 17(b)依次为从本发明的第十实施形态所涉及的高频电路元件的斜上方观察到的立体图与从斜下方观察到的立体图。

图 18(a)、图 18(b)依次为本发明的第十实施形态所涉及的高频电路元件的纵剖面图以及横剖面图。

图 19(a)、图 19(b)及图 19(c)依次为本发明的第十一实施形态所涉及的高频电路元件的立体图、纵剖面图及横剖面图。

图 20(a)、图 20(b)依次为本发明的第十一实施形态所涉及的高频电路元件的介电体基板的俯视图与背面图。

图 21(a)、图 21(b)依次为本发明的第十二实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图以及纵剖面图。

图 22 为显示第十二实施形态的具体例的高频电路元件的共振频率与

频率调整螺钉插入量间之关系的图。

图 23 为显示第十二实施形态的具体例中的高频电路元件的共振频率与频率调整螺钉插入量之关系的图。

图 24 为显示第十二实施形态的具体例中的高频电路元件的共振频率与级间耦合度调整螺钉插入量之关系的图。

图 25(a)、图 25(b)依次为本发明的第十三实施形态所涉及的高频电路模块的立体图及横剖面图。

图 26(a)、图 26(b)依次为本发明的第十三实施形态的变形例所涉及的高频电路模块的立体图及横剖面图。

图 27(a)、图 27(b)依次为显示信号接收一侧的损失量—频率特性及信号发送一侧的损失量—频率特性的图。

图 28(a)、图 28(b)依次为显示第十三实施形态或变形例中的相位电路的理想结构例的图。

图 29 为一剖面图,显示让第一实施形态中的介电部件 1 形成为从端部朝着中央部其剖面不断增大的样子的变形例。

图 30 为一个表格,示出了使用了 3 种陶瓷材料时的 26 GHz 下的介电部件和遮蔽导体的尺寸及无负荷 Q 的实测值。

图 31(a)、图 31(b)及图 31(c)为一俯视图,示出了 1 对传输线形成在接地导体层上时的结构例。

图 32(a)~图 32(i)为剖面图,显示可用到本发明的高频电路元件或高频电路模块中的传输线的一些例子。

## 具体实施方式

### (第一实施形态)

图 1(a)、图 1(b)及图 1(c)分别为本发明的第一实施形态所涉及的高频电路元件的立体图、纵剖面图及横剖面图。如图 1(a)~图 1(c)所示,本实施形态的高频电路元件,包含以二氧化铪( $ZrO_2$ ) / 二氧化钛( $TiO_2$ ) / 六氧化二铌镁( $MgNb_2O_6$ )为主成分的材料等陶瓷材料等所制成的四棱柱状介电部件 1; 包围介电部件 1, 内壁镀金且由锌铜合金等所制成的遮蔽导体 2; 用于固定、支撑介电部件 1 的由聚四氟乙烯树脂等所制成的支撑部件 3; 由

微带线所组成的一对传输线 4。传输线 4 根据高频信号流动的方向起输入线或输出线的作用。

此外，传输线 4，由聚四氟乙烯树脂等所制成的传输线基板 6，形成在传输线基板 6 上面的由银制彩带 (ribbon) 等构成的带状导体 5，从传输线基板 6 的背面支撑传输线基板 6 的接地导体层 9 所构成。接地导体层 9 由遮蔽导体 2 的一部分所构成。还有，各传输线 4 从遮蔽导体 2 的一部分穿过而插在由遮蔽导体所包围的区域内。亦即，在与遮蔽导体 2 的长边方向垂直的侧壁的一部分上开设窗口，从该窗口将传输线 4 插入，同时在窗口处用绝缘体 7 来覆盖传输线 4 的上面。该绝缘体 7 起不使传输线基板 6 上的带状导体 5 与遮蔽导体 2 短路的作用。还有，在遮蔽导体 2 的内部，带状导体 5 的前端突出到绝缘体基板 6 的外侧，该前端部分和与介电部件 1 的长边方向垂直的侧面相对而成为耦合探针部 8。该耦合探针部 8，具有根据高频信号的流动方向与介电部件 1 进行输入耦合或输出耦合的功能。

此外，虽然未图示，在本实施形态及后述的其他实施形态中，该传输线 4 连接在装在电路基板中的各种电路(放大电路、声音转换电路、图像转换电路)等上。

本实施形态中，为遮蔽导体 2 的一部分的接地导体层 9 成为传输线 4 的地平面(ground plain)。因此，要想将传输线 4 与外部电路连接起来，只要在带状导体 5 与接地导体层 9 之间施加信号电压即可，故可将信号的损失抑制在很小的水平上。

在本实施形态的高频电路元件的结构中，适当地选择介电部件 1、遮蔽导体 2 以及支撑部件 3 的形状与材质，介电部件 1 就可在矩形剖面共振体的被称为  $TM_{11\delta}$  模式的共振模式下共振，故利用本实施形态的高频电路元件能够实现  $TM_{11\delta}$  模式共振器。还有，可将本实施形态的高频电路元件作为 1 级带域滤波器使用。

此处，使用了具有矩形剖面的介电部件的矩形剖面共振体的  $TM_{11\delta}$  模式与使用了圆筒状介电部件的圆形剖面共振体的  $TM_{01\delta}$  模式一样。这是因为：模式名称的起头 2 个字母(此处为“11”或“01”)的决定方法，在矩形剖面共振体中是以剖面矩形各边方向的电磁场的周期性为基础，而在圆形剖面共振体中却是以剖面的圆周方向与半径方向的电磁场的周期性为基

础。

### (第二实施形态)

图 2(a)、图 2(b)依次为本发明的第二实施形态所涉及的高频电路元件的立体图与横剖面图。如图 2(a)及图 2(b)所示,本实施形态的高频电路元件与第一实施形态不同,其结构为在遮蔽导体 2 的较长的侧壁的一部分上开设窗口,并插入传输线 4。带状导体 5 的耦合探针部 8 的侧面和与介电部件 1 的长边方向垂直的侧面相对。其他结构及所得到的效果基本上与第一实施形态一样。

此外,如图 2(b)所示,不从遮蔽导体 2 的较长的相对的侧壁插入一对传输线 4 也可,即使为从同一个侧壁插入这一对传输线的结构,也能收到和本实施形态一样的效果。

#### —第二实施形态的具体例—

具有图 2(a)及图 2(b)所示的结构的高频电路元件是通过以下步骤形成的。准备尺寸  $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(氧化锌 / 二氧化钛 / 六氧化二铌镁为主成分的材料,相对介电常数: 42.2,  $fQ$  值: 43 000 GHz)作介电部件 1,将该介电部件 1 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2 \times 2 \times 10 \text{ mm}$ 。此时,使用聚四氟乙烯树脂作支撑部件 3,填满遮蔽导体 2 与介电部件 1 间的空隙。在由聚四氟乙烯树脂制成的传输线基板 6 上加上由银制彩带(厚度: 0.1 mm,宽度: 约 1 mm)构成的带状导体 5,即构成传输线 4。将该带状导体 5 延伸到远离传输线基板 6 的遮蔽导体 2 的内部,该延长部分为耦合探针部 8。

图 3 为借助电磁场解析而模拟的本具体例的高频电路元件的插入损失—频率特性(穿透特性)。从该图可知,在约 26 GHz 下存在基本共振模式。通过对电场分布的解析,此模式被确认为  $TM_{11\delta}$  模式,由此,确认出了该高频电路元件是作为共振电路(共振器)工作的。

图 4 示出了所试制的本具体例的高频电路元件的插入损失—频率特性的实测数据。该图所示的数据,包含高次共振模式,与图 3 所示的电磁场解析下的模拟结果相当一致。实测的无负荷  $Q$  值为 870。该测量按以下步骤进行。将图 4 的  $TM_{11\delta}$  模式的峰值附近扩大,测定峰值频率  $f_0$ ,插入损失  $L_0$  (dB),以及峰值两侧损失为  $L_0+3$  (dB)的频率  $f_1, f_2$ 。接着,将这些

值代入下式，计算出无负荷 Q 值( $Q_u$ )。

$$Q_u = [f_0 / |f_1 - f_2|] [1 / (1 - 10^{-L_0/20})]$$

此外，还证实了：将高频电路元件的结构作一下微调后，该具体例中的陶瓷材料时的无负荷 Q 值( $Q_u$ )的实测值也可提高 1000 左右。

如下所述，若使用其他的低损失陶瓷材料，无负荷 Q 值会进一步增大。

考虑到一般的微带线下的 1/2 波长共振器 Q 值为 100 左右这一事实，那么，因为这些无负荷 Q 值的实测值非常高，故通过事实证实了：可由本实施形态的高频电路元件构成损失非常低的共振电路。特别是若将它应用到毫米波带的共振器、滤波器等电路元件上，效果会更大。

此外，本具体例虽是第二实施形态的结构的具体例，若将它作为第一实施形态的结构的具体例，也能得到几乎一样的结果。

### (第三实施形态)

图 5 为本发明的第三实施形态所涉及的高频电路元件的纵剖面图。如图 5 所示，在遮蔽导体 2 的内部，将 2 个介电部件 1a、1b 并排着布置在长边方向上，且让布置高度几乎一样，即构成本实施形态的高频电路元件。其他基本结构基本上与图 1 所示的第一实施形态的高频电路元件结构一样。

如由以下具体例所确认的那样，本实施形态中的高频电路元件，能够发挥出低损失的 2 级带通滤波器的作用。

#### —第三实施形态的具体例—

具有图 5 所示结构的高频电路元件是由以下步骤形成的。准备 2 个尺寸  $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(氧化锌 / 氧化钛 / 六氧化二铌镁为主成分的材料，相对介电常数：42.2， $f_Q$  值：43 000 GHz)作介电部件 1a、1b，将该介电部件 1a、1b 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2 \times 2 \times 12 \text{ mm}$ 。此时，使用聚四氟乙烯树脂作支撑部件 3，填满遮蔽导体 2 与介电部件 1a、1b 间的空隙。在由聚四氟乙烯树脂制成的传输线基板 6 上加上由银制彩带(厚度：0.1 mm，宽度：约 1 mm)构成的带状导体 5，即构成传输线 4。将该带状导体 5 延伸到远离传输线基板 6 的遮蔽导体 2 的内部，该延长部分为耦合探针部 8。

图 6 为借助电磁场解析而模拟的第三实施形态的具体例的高频电路元

件的插入损失—频率特性(穿透特性)。从该图中确认出了:本具体例(亦即第三实施形态)的高频电路元件可作为2级带通滤波器工作。

此外,本实施形态的高频电路元件的结构,也象第二实施形态的高频电路元件(参考图2)一样,在遮蔽导体2的较长的侧壁的一部分开设窗口,并插入传输线4,带状导体5的耦合探针部8的侧面和与介电部件1a、1b的长边方向垂直的侧面相对,也能得到和本实施形态几乎相同的效果。

此外,也可以配置3个以上的介电部件来代替本实施形态的2个介电部件。亦即,也可作为多级带域滤波器使用。

#### (第四实施形态)

图7(a)及图7(b)依次为本发明的第四实施形态所涉及的高频电路元件纵剖面图与横剖面图。图7(a)中,用虚线表示介电部件1的位置。如图7(a)及图7(b)所示,本实施形态的高频电路元件中,构成传输线4(微带线)的带状导体5及传输线基板6埋设在所形成的与遮蔽导体2的接地导体层9短边平行的沟槽内。亦即,带状导体5及传输线基板6在接地导体层9的沟槽内插入介电部件1的两端的正下方,带状导体5的前端部分与介电部件1的下面面对着面。本实施形态的高频电路元件的其他部分的结构基本上与第一实施形态一样。

本实施形态中,因可直接将带状导体5的位于传输线基板6的前端部分设为耦合探针部8,故不但能收到和第一实施形态的效果,还能将进行输出耦合的部分的结构简化。

此外,在本实施形态的高频电路元件的结构下,可以借助传输线基板6与介电部件1的高度位置、横向位置的位置关系来调节输出耦合度。例如,有这样的倾向:当传输线基板6与介电部件1的间隔变小,两者越互相接近,输出耦合度就越大;而传输线基板6越接近介电部件1中央部,其输出耦合度就越小。还有,本实施形态的高频电路元件与第一实施形态一样,能起共振器的作用,可作为低损失的1级带域滤波器来用。

此外,本实施形态中,说明的是只布置一个介电部件的例子,不仅如此,还可象第三实施形态那样,布置两个介电部件1a、1b,或者布置三个以上的介电部件。亦即,它可作为2级或多级带域滤波器来用。

#### (第五实施形态)

图 8 为本发明的第五实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。图 8 中，用虚线表示介电部件 1 的位置。如图 8 所示，在本实施形态的高频电路元件中，构成传输线 4 (微带线)的带状导体 5 及传输线基板 6 埋设在所形成的与遮蔽导体 2 的接地导体层 9 短边平行的沟槽内。亦即，带状导体 5 及传输线基板 6 在接地导体层 9 的沟槽内插入介电部件 1 的两端的正下方，带状导体 5 的前端部分与介电部件 1 的下面面对着面。还有，本实施形态中，带状导体 5 的前端部分 10 以平面直角弯曲，带状导体 5 呈 L 字形状，弯曲的前端部分 10 主要做为输出耦合探针 8 来发挥作用。本实施形态的高频电路元件的其他部分的结构基本上与第一实施形态一样。

本实施形态中，因可直接将带状导体 5 的位于传输线基板 6 的前端部分设为耦合探针部 8，故和第四实施形态一样，具有将进行输出耦合的部分的结构简化的优点。

特别是，在本实施形态中，通过将做为耦合探针而发挥作用的前端部分弯曲到输入耦合或输出耦合变大的方向上，而能实现效率高的共振器。例如，因若加长弯曲的前端部分 10 的长度时，可使该长度比介电部件 1 的短边长度还长，故可使与介电部件面对着面的输出耦合探针 8 的长度比第四实施形态中的还长。因此，利用本实施形态的高频电路元件，通过有效地与共振模式的电场成分耦合，就能得到比第四实施形态更大的输出耦合。此外，其优点还有：可保持传输线基板 6 与介电部件 1 的位置关系固定不变，通过调整前端部分 10 的长度 L 来调整耦合度。本实施形态的高频电路元件与第一实施形态一样，可作为共振电路起作用，还可作为低损失的 1 级区域滤波器来用。

#### —第五实施形态的具体例—

具有图 8 所示的结构的高频电路元件是按以下步骤形成的。准备尺寸  $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(二氧化铈 / 二氧化钛 / 六氧化二铈镁为主成分的材料，相对介电常数：42.2, fQ 值：43 000 GHz)作介电部件 1，将该介电部件 1 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2 \times 2 \times 12 \text{ mm}$ 。此时，使用聚四氟乙烯树脂作支撑部件 3，填满遮蔽导体 2 与介电部件 1 间的空隙。在由氧化铝烧结体制成的传输线基板 6 上加上由金薄膜(厚度： $10 \mu\text{m}$ ，宽度：约  $0.3 \text{ mm}$ )所制成的带状导体



5(特性阻抗:  $50\Omega$ ), 即构成传输线 4, 前端部分 10 的长度设为  $L\text{ mm}$ 。

实际上, 由网路分析器的测量结果, 证实了: 在  $26\text{ GHz}$  附近有共振现象, 除可作为共振电路工作外, 还可作为 1 级带通滤波器来用。共振的无负荷  $Q$  值约为 1000。

图 9 为用 3 次元电磁场解析模拟出的结果, 它表示本具体例的高频电路元件的前端部分 10 的长度与表示输出耦合度的外部  $Q$  值( $Q_e$ )之间的关系。因输出耦合愈强, 则外部  $Q$  值  $Q_e$  愈小, 故从该图可知, 通过长度  $L$  可在较广的范围内控制外部  $Q$  值  $Q_e$ 。

#### (第六实施形态)

图 10 为本发明的第六实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。如图 10 所示, 本实施形态的高频电路元件具有这样的结构: 和第三实施形态一样, 在遮蔽导体 2 的内部, 将 2 个介电部件 1a、1b 并排着布置在长边方向上, 且让布置高度几乎一样, 而且, 和第六实施形态一样, 将带状导体 5 在传输线基板 6 上弯曲为直角方向的 L 字形。基本上与图 8 所示的第五实施形态的高频电路元件的结构一样。

通过以下具体例证实了: 本实施形态的高频电路元件, 可起低损失的 2 级带通滤波器的作用。

还有, 根据本实施形态的电路元件, 将第五实施形态的耦合结构应用到多级的带通滤波器上以后, 能发挥出更大的效果。因为在带通滤波器中, 通常是输出耦合度比较大, 且为获得我们所希望的特性而以较佳的精密程度来控制耦合度。

此外, 本实施形态中虽表示了作为 2 级区域滤波器而发挥作用的高频电路元件的例子, 而使用 3 个以上的介电部件来作为 3 级以上的多级区域滤波器来利用也是非常有效的。

#### —第六实施形态的具体例—

具有图 10 所示的结构的高频电路元件是按照如以下步骤形成的。准备 2 个尺寸  $1\times 1\times 4\text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(氧化锌 / 氧化钛 / 六氧化二铌镁为主成分的材料, 相对介电常数: 42.2,  $fQ$  值:  $43\ 000\text{ GHz}$ )作介电部件 1a、1b, 将该介电部件 1a、1b 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2\times 2\times 12\text{ mm}$ 。此时, 使用聚四氟乙

烯树脂作支撑部件 3, 填满遮蔽导体 2 与介电部件 1a、1b 间的空隙。在由氧化铝烧结体制成的传输线基板 6 之上加上由金薄膜(厚度:  $10\ \mu\text{m}$ , 宽度: 约  $0.3\ \text{mm}$ )所制成的带状导体 5(特性阻抗:  $50\ \Omega$ )即构成传输线 4, 前端部分 10 的长度设为  $L\ \text{mm}$ 。

图 11 示出了对本具体例的介电部件 1a、1b 的耦合度  $k$  与介电部件 1a、1b 间的间隔  $d$  之关系进行模拟后的结果。由该图可知, 可由介电部件彼此的间隔来设定介电部件间的耦合度(级间耦合度)。实际上, 使用本具体例的高频电路元件的结构, 设计、制成了在中心频率  $26\ \text{GHz}$  前后带宽率为  $0.3\%$ , 带域内脉动为  $0.005\ \text{dB}$  的切比雪夫滤波器。由该滤波器规格, 算出所必需的输出耦合度为  $Q_e$  (外部  $Q$  值)  $= 120$ , 级间耦合度  $k = 0.0083$ 。可根据该计算结果, 从图 9、图 11 得出合适的前端部分的长度  $L = 0.7\ \text{mm}$ , 间隔  $d = 1.2\ \text{mm}$ , 实际试作了该值的高频电路元件。

图 12 示出了这样试制成的高频电路元件损失量—频率特性。证实了它可在作为 2 级带通滤波器进行良好地工作。插入损失约为  $1.2\ \text{dB}$ 。若用现有的微带线共振器来制作同样特性的滤波器, 推测: 插入损失为本具体例中的高频电路元件的几倍, 即几  $\text{dB}$  左右, 故证实了本实施形态的高频电路元件的有效性。

#### (第七实施形态)

图 13 为本发明的第七实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。在第一到第六实施形态中, 高频电路元件具有 2 个传输线(微带传输线)。而如图 13 所示, 本实施形态的高频电路元件的结构是这样的, 介电部件 1 与两端部成为输出端子(输出耦合探针)的穿透型微带传输线所组成的 1 个传输线 4 耦合。此处, 在传输线 4 附近布置了用虚线表示的介电部件 1, 借助传输线 4 的电磁场和介电部件的共振模式的电磁场的重叠而进行输出耦合, 由传输线 4 传输的高频信号的能量的一部分被介电部件 1 所吸收。因此, 在图 12 所示的高频电路元件的结构中, 用传输线 4 的两端部作为输出端子而观察其间的透过特性时, 可知在介电部件 1 的共振频率附近透过率减少, 而作为所谓的带阻滤波器(陷波滤波器)工作。

此外, 本实施形态中, 示出了只有一个介电部件 1 的情况, 当使用多个介电部件 1 而作为多级带阻滤波器用时, 也同样有效。

### (第八实施形态)

图 14 为本发明的第八实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图。如图 14 所示,本实施形态的高频电路元件与第七实施形态中的一样,介电部件 1 与两端部成为输出端子(输出耦合探针)的穿透型微带传输线所组成的 1 个传输线 4 耦合。只不过是,在第七实施形态中,带状导体 5 的形状为直线,而在本实施形态中,带状导体 5 在介电部件 1 下方具有弯曲部 11。在本实施形态中,

此处,在传输线 4 附近布置了用虚线表示的介电部件 1,借助传输线 4 的电磁场和介电部件的共振模式的电磁场的重叠而进行输出耦合,由传输线 4 传输的高频信号的能量的一部分被介电部件 1 所吸收。因此,在图 12 所示的高频电路元件的结构中,用传输线 4 的两端部作为输出端子而观察其间的透过特性时,可知在介电部件 1 的共振频率附近透过率减少,而作为所谓的带阻滤波器(陷波滤波器)工作。

另外,根据本实施形态的高频电路元件,带状导体 5 的弯曲部 11 沿介电部件 1 的长边方向延伸。于是在弯曲部 11 上共振模式的电磁场与传输线 4 的电磁场方向一致,而可在由传输线 4 传输的电磁波与共振模式的电磁场之间得到非常大的耦合,由此可得到更陡峭的带阻特性。

此外,本实施形态中,示出了只有一个介电部件 1 的情况,当使用多个介电部件 1 而作为多级带阻滤波器用时,也同样有效。

#### —第八实施形态的具体例—

具有图 14 示的结构的高频电路元件是按照以下步骤形成的。准备尺寸  $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(二氧化铍 / 二氧化钛 / 六氧化二铌镁为主要成分的材料,相对介电常数: 42.2,  $fQ$  值: 43 000 GHz)作介电部件 1,将该介电部件 1 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2 \times 2 \times 12 \text{ mm}$ 。此时,使用聚四氟乙烯树脂作支撑部件 3,填满遮蔽导体 2 与介电部件 1 间的空隙。在由氧化铝烧结体制成的传输线基板 6 之上加上由金薄膜(厚度:  $10 \mu\text{m}$ ,宽度: 约  $0.3 \text{ mm}$ )所制成的带状导体 5(特性阻抗:  $50 \Omega$ ),即构成传输线 4,前端部分 10 的长度设为  $L \text{ mm}$ 。

图 15 示出了利用电磁场解析进行模拟而得到的本具体例的高频电路元件的插入损失—频率特性的结果。由该图可知,本具体例子中的高频电

路元件可作为衰减量在共振器的共振频率前后大大地增大的带阻滤波器工作，证实了本实施形态的有效性。

(第九实施形态)

图 16(a)、图 16(b)及图 16(c)依次为本发明的第九实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图、长边方向上的纵剖面图以及与长边方向垂直的纵剖面图。如图 16(a)~(c)所示，本实施形态的高频电路元件，包含以二氧化钛( $ZrO_2$ ) / 二氧化钛( $TiO_2$ )/六氧化二铌镁( $MgNb_2O_6$ )为主成分的材料等陶瓷材料等所制成的四棱柱状介电部件 1；包围介电部件 1、内壁镀金且由锌铜合金等所制成的遮蔽导体 2；由氧化铝制成且支撑介电部件 1 的介电体基板 12；由微带线构成的一对传输线 4。

此处，在本实施形态中，在接地导体层 9 上形成了沿长边方向延伸的沟槽 13，沟槽 13 的内部有间隙。此外，遮蔽导体 2 内部也是间隙。介电部件 1 装在沟槽 13 上方介电体基板 12 上。亦即，在本实施形态中，介电体基板 12 起支撑介电部件 1 的支撑部件的作用。

传输线 4，由传输线基板 6、形成在传输线基板 6 上面的由银制彩带等构成的带状导体 5、从传输线基板 6 的背面支撑传输线基板 6 的接地导体层 9 所构成。接地导体层 9 由遮蔽导体 2 的一部分所构成。还有，各传输线 4 从遮蔽导体 2 的一部分穿过而插在由遮蔽导体 2 所包围的区域内。亦即，在与遮蔽导体 2 的长边方向垂直的侧壁的一部分上开设窗口，从该窗口将传输线 4 插入，同时在窗口处用绝缘体 7 来覆盖传输线 4 的上面。该绝缘体 7 起不使传输线基板 6 上的带状导体 5 与遮蔽导体 2 短路的作用。还有，在遮蔽导体 2 的内部，带状导体 5 在介电体基板 12 上延伸，其前端部分基本弯成直角，呈 L 字形状，在介电体基板 12 上，带状导体 5 的前端部分 10 与和介电部件 1 的长边方向垂直的侧面相对，该前端部分 10 成为耦合探针部 8。

本实施形态中，也是遮蔽导体 2 的一部分的接地导体层 9 成为传输线 4 的地平面。因此，要想将传输线 4 与外部电路连接起来，只要在带状导体 5 与接地导体层 9 之间施加信号电压即可，故可将信号的损失抑制在很小的水平上。

本实施形态的高频电路元件的结构中，适当地选择介电部件 1、遮蔽

导体 2、介电体基板 12 及沟槽 13 的形状(与材质),介电部件 1 就可在矩形剖面共振体的被称为  $TM_{11\delta}$  模式的共振模式下共振,故利用本实施形态的高频电路元件能够实现  $TM_{11\delta}$  模式共振器。还有,可将本实施形态的高频电路元件作为 1 级带域滤波器使用。

特别是,由本实施形态的高频电路元件,从图 16 可知,有以下特征:传输线基板 6 可与介电体基板 12 一体化;因介电部件 1 可由介电体基板 12 固定,故不需要第一~第八实施形态的支撑部件 3 等。

此外,在本实施形态中,传输线 4 和第一实施形态一样,也可从介电部件 1 前后方向插入。

再者,不一定非要有沟槽 12。即使没有沟槽 12,让介电体基板 12 的背面直接接在遮蔽导体 2 的内壁,也可得到与本实施形态一样工作的共振器。其中,若遮蔽导体 2 接触到介电体基板 12 的背面中位于介电部件 1 正下方的那一部分背面,该处会因大的高频电流流动而导致损失增大。针对于此,如图 16 所示,设置沟槽 13 可以降低损失。

此外,在如图 16(a)~图 16(c)所示的本实施形态的高频电路元件中,耦合探针部 8 的形状不一定要是弯曲成 L 字形的带状导体 5 的前端部分 10,如图 1(c)及图 2(b)所示,直线状的带状导体 5 前端部分也可作为探针部 8 发挥作用。此外,也可将 2 个带状导体 5 的各个前端部分 10 互相朝着同一方向弯曲,或朝着互相远离的方向弯曲。

此外,在介电体基板 12 的背面形成耦合探针部 8 也同样有效。此时,藉由在介电部件 1 正下方形成耦合探针部 8,而能得到很大的耦合量。其中,此时,为了和带状导体 5 连接,必须经由电容而让介电体基板 12 的表面的带状导体 5 与背面的耦合探针部 8 进行电容耦合,或者在传输线基板 6 下方的面上形成带状导体 5。

此外,在本实施形态的结构中,如第七或第八实施形态(参考图 13 或图 14)所示,对于两端部成为输出端子的穿透型传输线 4 可使用介电部件 1 耦合的结构。此时,可将传输线 4 的两端作为输出端子,即所谓的带阻滤波器来动作。

此外,在本实施形态中,更希望使用相对介电常数比介电部件 1 更低的材料作为介电体基板 12。例如,使用相对介电常数 20 以上的材料作介

电部件 1 时,使用氧化铝等介电常数比较低的板状介电体作介电体基板 12,从特性上与结构上来看都是很有有效的。

#### (第十实施形态)

图 17(a)及图 17(b)依次为自斜上方和自斜下方观察到的本发明的第十实施形态的高频电路元件的立体图。图 18(a)及图 18(b)依次为本发明的第十实施形态所涉及的高频电路元件的纵剖面图与横剖面图。

如图 17(a)、图 17(b)与图 18(a)、图 18(b)所示,本实施形态的高频电路元件中,设有由陶瓷材料等所制成的四棱柱状介电部件 1,由由聚四氟乙烯树脂制成的支撑部件 3 来固定支撑介电部件 1。在支撑部件 3 外表面形成了以镀铜加工等制成的导体覆盖膜 17。此外,形成了由分离导体覆盖膜 17 的一部分而形成的带状导体 5 及由剩下的导体覆盖膜 17 形成传输线 4。在导体覆盖膜 17 的内部介电部件 1 的底面与带状导体 5 面对面,利用带状导体 5 而进行与介电部件 1 的输入输出耦合。

在本实施形态的情况下,在区域  $R_{co}$  中,由带状导体 5 与导体覆盖膜 17f 构成共面线。因此,在和外部电路连接时,在带状导体 5 与导体覆盖膜 17 之间外加信号电压即可。

在本实施形态的高频电路元件的结构中,适当地选择介电部件 1、导体覆盖膜 17 以及支撑部件 3 的形状与材质,介电部件 1 就可在矩形剖面共振体的被称为  $TM_{11\delta}$  模式的共振模式下共振,故利用本实施形态的高频电路元件能够实现  $TM_{11\delta}$  模式共振器。还有,可将本实施形态的高频电路元件作为 1 级带域滤波器使用。

另外,利用本实施形态的高频电路元件,可在同一面上形成构成传输线 4 的带状导体 5 与为地平面的导体覆盖膜 17,而容易进行表面安装。

此外,在本实施形态的高频电路元件中,也可象第二实施形态(参考图 2)那样,让传输线 4 形成在介电部件的横向上,亦即,在图 17(a)所示的四棱柱的上面或者下面设置带状导体 5。

#### (第十一实施形态)

图 19(a)、图 19(b)及图 19(c)依次为本发明的第十一实施形态所涉及的高频电路元件的立体图、纵剖面图以及横剖面图。图 20(a)及图 20(b)依次为本发明的第十一实施形态所涉及的高频电路元件的介电体基板的俯视图

及内面图。如图 19(a)~图 19(c)及图 20(a)、图 20(b)所示,由陶瓷材料等制成的四棱柱状介电部件 1 配置在遮蔽导体 2 中,由支撑部件 3 固定。介电部件 1 与遮蔽导体 2 之间由支撑部件 3 填满。此外,在由陶瓷材料等制成的介电体基板 20 的上面,形成了构成遮蔽导体 2 一部分的由金属膜所构成的导体覆盖膜 17,在介电体基板 20 的背面,形成了为地平面的接地导体层 9。

此外,传输线 4,由介电体基板 20、由从导体覆盖膜 17 脱离的金属膜构成的带状导体 5;从它的背面支撑介电体基板 20 的接地导体层 9 所构成。导体覆盖膜 17 与接地导体层 9 通过贯穿介电体基板 20 通孔 21 而互相电性连接。还有,各传输线 4 从遮蔽导体 2 的一部分穿过而插在由遮蔽导体 2 所包围的区域内。亦即,在与遮蔽导体 2 的长边方向垂直的侧壁的一部分上开设窗口,从该窗口将传输线 4 插入,同时在窗口处用绝缘体 7 来覆盖传输线 4 的上面。该绝缘体 7 起不使介电体基板 20 上的带状导体 5 与遮蔽导体 2 短路的作用。还有,在遮蔽导体 2 的内部,带状导体 5 的前端部分在介电体基板 12 上与介电部件 1 的下面(及和长边方向垂直的侧面)相对,该前端部分 10 起耦合探针部 8 的作用。

本实施形态中,也是遮蔽导体 2 的一部分的接地导体层 9 成为传输线 4 的地平面。因此,要想将传输线 4 与外部电路连接起来,只要在带状导体 5 与接地导体层 9 之间施加信号电压即可,故可将信号的损失抑制在很小的水平上。

本实施形态的高频电路元件的结构中,适当地选择介电部件 1、遮蔽导体 2、介电体基板 20 及支撑部件 3 的形状与材质,介电部件 1 就可在矩形剖面共振体的被称为  $TM_{11\delta}$  模式的共振模式下共振,故利用本实施形态的高频电路元件能够实现  $TM_{11\delta}$  模式共振器。还有,本实施形态的高频电路元件能起 1 级带域滤波器的作用。

此外,根据本实施形态的高频电路元件,因可用同一个金属膜构成带状导体 5 和导体覆盖膜 17,故可减少组装零件数目,因此,其优点为可抑制由于各个零件的偏差而造成的性能的偏差。

此外,本构成中,也可象第一实施形态中的图 2 一样,让介电部件 1 形成在传输线 4 的横向。

### (第十二实施形态)

图 21(a)及图 21(b)依次为本发明的第十二实施形态所涉及的高频电路元件的横剖面图与纵剖面图。如图 21(a)及图 21(b)所示,在遮蔽导体 2 的内部,将 2 个介电部件 1a、1b 并排着布置在长边方向上,且让布置高度几乎一样,即构成本实施形态的高频电路元件。具有:贯穿与遮蔽导体 2 长边方向的侧壁而与介电部件 1a、1b 一个端面面对面地布置着的 2 个频率调整螺钉 14;贯穿遮蔽导体 2 的上壁而与介电部件 1a、1b 上面的几乎中央处面对面布置着的 2 个频率调整螺钉 15;贯穿遮蔽导体 2 的上壁而与介电部件 1a、1b 空隙面对面布置着的 1 个级间耦合度调整螺钉 16。此外,根据需要,为将各螺钉 14、15、16 插到遮蔽导体 2 内而在各螺钉 14、15、16 周围除掉了支撑部件 3。其他基本结构如图 7(a)、图 7(b)所示的第四实施形态的高频电路元件结构基本上是相同的。

由本实施形态的高频电路元件的结构,可调整介电部件 1a、1b 周围的电磁场分布。亦即,共振器的共振频率可通过调整频率调整螺钉 14、15 的插入量而得到调整,共振器间的耦合度可通过级间调整螺钉 16 的插入量来调整。因此,由于生产步骤中所产生的加工/组装尺寸误差而造成的特性恶化,可通过高频电路元件的制作后的调整而得以恢复,而能大幅度地提高生产效率。

此外,在本实施形态中,以 2 级带域滤波器的结构为例进行了说明,但不受限于该结构,1 级滤波器或 3 级以上的滤波器等也适用。

其中,并不是非要设置螺钉,才能进行频率调整与级间耦合调整,设置与螺钉相同功能的棒状零件以及平板状零件等,也能进行频率调整与级间耦合调整。

此外,在第一到第十一实施形态中,通过螺钉等零件也可以进行共振频率调整与级间耦合度调整,此时能得到和本实施形态相同的效果。

此外,有关频率调整螺钉的配置位置与螺钉轴向,象频率调整螺钉 14 一样,在让介电部件 1a、1b 的各个端部与螺钉面对面时,能够象本实施形态所说明的那样对频率进行有效的调整,但相反,而在设置 3 级以上的介电部件时,就只能对两端的介电部件进行频率调整了。此处,象频率调整螺钉 15 一样,在垂直于各介电部件的方向上,正确来说,在与 TM 模式的



电场面向方向垂直的方向上设置调整螺钉是有效的。此外，频率调整用螺钉的插入位置在介电部件电场最强的部分最有效。亦即，在本实施形态中使调整螺钉与介电部件 1a、1b 的中央部分面对面是最有效的。此时，其优点为：对布置了 3 级以上的多级介电部件的高频电路元件也适用。

#### —第十二实施形态的具体实施例—

具有图 21(a)、图 21(b)所示的结构的高频电路元件，是按照以下步骤形成的。准备 2 个尺寸  $1 \times 1 \times 4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(氧化锌 / 二氧化钛 / 六氧化二铌镁为主成分的材料，相对介电常数：42.2， $fQ$  值：43 000 GHz)作介电部件 1a、1b，将该介电部件 1a、1b 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2 中。遮蔽导体 2 的内壁尺寸为  $2 \times 2 \times 12 \text{ mm}$ 。此时，使用聚四氟乙烯树脂作支撑部件 3，填满遮蔽导体 2 与介电部件 1a、1b 间的空隙。由氧化铝烧结体制成的传输线基板 6 之上加上由金薄膜(厚度： $10 \mu\text{m}$ ，宽度：约  $0.3 \text{ mm}$ )所制成的带状导体 5(特性阻抗： $50 \Omega$ )，即构成传输线 4，该带状导体 5 在传输线 6 上延伸到遮蔽导体 2 的内部，它的前端部分弯向介电部件的长边方向，让该前端部分为耦合探针部 8。此外，使用螺钉规格 M1.6 的小螺钉作为频率调整螺钉 14、15 及级间耦合调整螺钉 16。对小螺钉的端面进行平坦加工，并对整个表面镀金。

图 22~图 24,为显示用网路分析器分析本具体例的高频电路元件而得到的共振频率调整功能的图。图 22 示出了本具体例的高频电路元件的共振频率与频率调整螺钉 14 的插入量间的关系；图 23 示出了本具体例的高频电路元件的共振频率与频率调整螺钉 15 的插入量间的关系；图 24 示出了本具体例的高频电路元件的共振频率与级间耦合度调整螺钉 16 的插入量间的关系。

由图 22~图 24 可知，可调整各螺钉的插入量而对共振频率及级间耦合度进行微调。

#### (第十三实施形态)

图 25(a)及图 25(b)依次为本发明的第十三实施形态所涉及的高频电路模块的立体图与横剖面图。本实施形态中的结构为两个上述第一实施形态的高频电路元件，中间夹着 2 个相位电路。亦即，是一个这样的例子：将中心频率互异的 2 个高频电路元件 A、B 与具有适当的移位变化量的移相

电路 18 的 2 个分支部进行输出耦合,而构成分离频率相异的信号的共用器。相位电路 18 为由接地导体层 9、埋在接地导体层 9 凹处的相位电路基板 19、设在相位电路基板 19 上由金属膜构成的带状导体 5b 所构成的微带线,导体带 5b 的主干部分连接在天线上。其他基本结构与图 1(a)~图 1(c)所示的第一实施形态中的高频电路元件的结构基本上相同。在这一结构下,例如可从高频电路元件 B (或 A)经由天线而将高频信号送到外部,也从外部经由天线而将高频信号接收到高频电路元件 A (或 B)等中。

此外,各高频电路元件通过开关连接在处理用电路,接收处理用电路中的信号放大、声音/图像等的变换处理等。

根据本实施形态所涉及的高频电路模块,因中间夹着相位电路而设置了多个高频电路元件,亦即,可实现小型而低损失的共用器(将频率带域相异的接收、发送信号予以合成/分离),以往由导波管等实现的功能在电路基板上得以实现。

在将相位电路连接在天线上时,可接收、发送信号。特别是,夹着相位电路组合两个中心频率相异的高频电路元件时,也可边维持上述第一实施形态的效果,便接收、发送信号。

此外,本实施形态中,举例说明了具有 1 级×1 级的介电部件的共用器,使用多个至少一方的带域滤波器(高频电路元件 A 或 B)的介电部件,作为具有多级带域滤波器的共用器使用时是有很有效的。

#### —第十三实施形态的变形例—

图 26(a)及图 26(b)依次为第十三实施形态所涉及的变形例的高频电路模块的立体图与横剖面图。在该变形例中,在高频电路元件 A 中将 3 个介电部件 1a~1c 以相同的高度位置排列在长边方向上;在高频电路元件 B 中将 3 个介电部件 1d~1f 以相同高度位置排列在长边方向上。

接着,具有图 26(a)及图 26(b)所示的结构的高频电路模块是按照以下步骤形成的。在高频电路元件 A (带通滤波器)中,准备尺寸  $1 \times 1 \times 5.6 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(相对介电常数: 21, fQ 值: 70 000 GHz)作为介电部件 1a、1c,准备尺寸  $1 \times 1 \times 5.4 \text{ mm}$  的四棱柱介电体陶瓷(相对介电常数: 21, fQ 值: 70 000 GHz)以作为介电部件 1b,将这些介电部件 1a~1c 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2a 中。遮蔽导体 2a 的内壁尺寸为 3

×3×24.1 mm。

此外，在高频电路元件 B (带通滤波器)中，准备尺寸 1×1×5.8 mm 的四棱柱介电体陶瓷(相对介电常数：21，fQ 值：70 000 GHz)以作为介电部件 1d、1f，准备尺寸 1×1×5.6 mm 的四棱柱介电体陶瓷(相对介电常数：21，fQ 值：70 000 GHz)以作为介电部件 1b，将这些介电部件 1d~1f 固定在内壁镀金的锌铜合金制遮蔽导体 2b 中。遮蔽导体 2b 的内壁尺寸为 3×3×25.7 mm。

接着，使用聚四氟乙烯树脂以作为支撑部件 3a、3b，填满遮蔽导体 2a 与介电部件 1a~1c 间的空隙，以及遮蔽导体 2b 与介电部件 1d~1f 间的空隙。在由氧化铝烧结体所组成的传输线基板 6 上，装上由金薄膜(厚度：10 μm，宽度：约 0.3 mm (特性阻抗：50 Ω))制成的带状导体 5a、5c，即构成传输线 4。将该带状导体 5a、5c 在传输线基板 6 上延伸到遮蔽导体 2a、2b 的内部，将前端部分设为耦合探针部 8。

此外，相位电路 18 中，形成了带状导体 5b，而带状导体 5b 为在由聚四氟乙烯树脂基板所制成的相位电路 19 中被图案化了的金属膜所构成，形成了主干部和 2 个分支部所构成的 T 字形图案。为使特性阻抗在 50 Ω 附近，而将带状导体 5b 的宽度设为 0.5 mm。

此外，相位电路 18 具有这样的功能，通过适当地设定带状导体的长度，来将各分支的另一交叉带域电气在几乎开放，并予以分支/合成。

图 27(a)及图 27(b)依次为显示信号发送一侧的损失量—频率特性与信号接收一侧的损失量—频率特性。从图 27(a)及图 27(b)可确认出：本实施形态的高频电路模块可作为 3 级×3 级的共用器而良好动作。插入损失约 2 dB，交叉带的衰减量约 53 到 55 dB。

此外，该结构也和实施形态 1 的图 1 所示一样，将介电部件 1a、1b 分别排列在传输线 4 的长边方向上。

图 28(a)及图 28(b)各自为显示上述第十三实施形态或变形例中的相位电路 18 的较佳结构例的剖面图。如图 28(a)或图 28(b)所示，将高频电路元件 A、B (区域滤波器)的传输线 4 与相位电路 18 在同一个相位电路基板 19 上一体化以后，可消除一般由于在连接部上发生的失配而引起的反射。

此外，本实施形态中，举例说明了将接收信号、发送信号予以合成、

分离的 2 波共用器, 本发明的高频电路模块不限于本实施形态的结构, 在将 3 波以上的频率带信号予以合成、分离时也很有效。此时, 相位电路板 19 上的相位电路 18 的图案可使用数量为合波·分离的频带数目的分支图案。此外, 当分支很多时, 将图 28(a)及图 28(b)所示的 2 分支线进行多个分支, 再将已分出来的分支接上同样的分支线, 使用分支图案会更有效。任何一种状况下, 均可通过调整从分支部分到各滤波器(高频电路元件)的相位变化量(电气长)来实现作为共用器的动作。

#### (其他实施形态)

在上述实施形态中, 使用具有矩形剖面的四棱柱状介电部件作介电部件 1 的  $TM_{11\delta}$  模式, 但本发明不需受限于此种结构, 使用圆形剖面的圆柱形状介电部件亦能发挥与上述实施形态相同的效果。此时, 惯例是共振模式被称呼为  $TM_{01\delta}$ 。此外, 关于介电部件的剖面形状, 举例说明的也是长边方向, 亦即, 在介电部件内部的电场方向上有一定形状的介电部件, 剖面形状做一些部分变化也能收到同样的效果。

图 29 为一剖面图, 示出了将第一实施形态的介电部件 1 形成为从端部朝着中央部其剖面逐渐增大的变形例。这样加大介电部件 1 的中央部附近的剖面尺寸以后, 就可缩短介电部件(共振体)的长度。这是因为  $TM$  模式电场强度在介电部件中央附近最大, 加大其附近的剖面, 就可加大共振模式的实效介电常数之故。这样的介电部件的形状对第二到第十三实施形态(包含变形例)也能适用。

此外, 在除了上述第十三实施形态的各实施形态的具体例中, 由以二氧化铍 / 二氧化钛 / 六氧化二铌镁为主成分的材料(相对介电常数: 42.2,  $fQ$  值: 43 000 GHz)来构成介电部件 1, 但不一定受限于该材料。使用比支撑部件 3 的介电常数高的材料作为介电部件 1 时,  $TM_{11\delta}$  模式存在, 也能收到本发明的效果。

此外, 因共振器的  $Q$  值受构成介电部件 1 的材料的介电损失的影响很大, 故最好是使用损失少的材料( $fQ$  值大的材料)作为介电部件 1。此外, 若使用介电常数大的材料, 那么, 获得相同的共振频率所需的介电部件 1 的长度与粗细可以缩小, 故可实现共振器的小型化。

图 30 为一个表格, 示出了使用了 3 种陶瓷材料时, 26 GHz 下的介电

部件与遮蔽导体的尺寸以及无负荷  $Q$  值的实测值。

若使用氧化铝那样的低介电常数且损失小的材料作为介电部件 1，虽然共振器的尺寸会变大，但共振器的无负荷  $Q$  值会更大。

举例说明了以相对介电常数为 2 的聚四氟乙烯作为上述各具体例的支撑部件 3 的情况，但并不限于此，只要是能够支撑固定介电部件 1 的材料即可。不过，最好是支撑部件 3 的介电常数比介电部件 1 的小。实际上，在使用相对介电常数 20 以上的介电部件作为介电部件 1 的情况下，若使用相对介电常数在 15 以下的材料作支撑部件 3，便能得到更理想的特性。

此外，在第九实施形态以外的各个实施形态中，说明的是用支撑部件 3 填充遮蔽导体 2 内的间隙那样的结构，但不受限于这种结构，在其他实施形态中也可采用第九实施形态所示的介电部件支撑结构。

此外，用由微带线等构成的分支线将各实施形态中所举例说明的带通滤波器、带阻滤波器(陷波滤波器)等连接起来以后，就能构成将频率相异的发送信号、接收信号分离开来的天线共用器。此时，在发送频率以及接收频率附近具有中心频率的 2 个带通滤波器在具有合适的相位变化量的分支传输线的分支部进行输出耦合。还有，为满足所希望的规格，还可根据需要，将带阻滤波器串联在带通滤波器上，以增加交叉带的衰减。

此外，上述各实施形态中，举例说明了以 26 GHz 带作为设计频率带的情况，但不限于这一频率带，主要结合所希望的频率而改变介电部件的尺寸，便适用于宽频率范围。特别是，在在共振器中使用介电常数为 20~40 左右的材料时，因在 5 GHz 到 100 GHz 左右的范围中共振器宽度约在 0.1 mm~10 mm 这一范围内，故在使用本发明的结构的情况下，高频电路元件的尺寸大小合适，很好。特别是在 20~70 GHz 的范围内，使用图 30 所示的低损失陶瓷材料以后，显示出了比其他结构的介电部件还高的无负荷  $Q$  值，而且，因为在将它装到电路基板上时也足够小，而且，在这样一个大小下不需要特别的精度加工，故本发明的效果极大。

再者，在上述各实施形态中，是将 2 个传输线 4 设置在共用的接地导体层 9 上这样的结构，但本发明的高频电路元件的传输线不限于这一结构。

图 31(a)、图 31(b)及图 31(c)为平面图，显示 1 对传输线形成在接地导体层上时的结构例。如图 31(a)~图 31(c)所示，因为只要成为耦合探针 10

的部分与介电部件 1 任一部分面对面，就具有输出耦合功能，故得到本发明的基本效果。此外，构成共面线时，图 31(a)~图 31(c)所示的接地导体层 9，形成在在传输线基板 6 上和带状导体 5 相同的那一侧。此外，起耦合探针 10 之作用的那一部分上，不必有传输线基板 6 与接地导体层 9。

此外，上述各实施形态中，举例说明了使用微带线或共面线作传输线 4 的情况，但本发明的高频电路元件或高频电路模块中的传输线 4 并不限于所述的实施形态。

图 32(a)~图 32(i)为剖面图，显示可用在本发明的高频电路元件或高频电路模块中的传输线的例子。图 32(a)~图 32(i)中，与上述实施形态一样，5 表示带状导体，6 表示传输线基板，9 表示接地导体层。图 32(a)显示最普通的微带线例，图 32(b)显示多线状微带线的例，图 32(c)显示 TFMS (Thin Film Microstrip 薄膜微带)的例，图 32(d)显示反相 TFMS 线的例，图 32(e)显示反相 TFMS 线的例，图 32(f)显示广面耦合 TFMS 线的例，图 32(g)显示带缝隙的广面耦合 TFMS 线的例，图 32(h)为微线线的例，图 32(i)显示微带线的例。本发明的高频电路元件或高频电路模块可使用图 32(a)~图 32(i)中所示的任一种结构或这几种结构的混合结构的传输线。

如上所述，采用本发明的高频电路元件的结构以后，结构简单、小型还能进行大 Q 值的共振动作。特别是用在毫米波域的共振器与滤波器等电路元件中以后，能收到更好的效果。

再者，应用了上述高频电路元件而构成的高频电路模块，因为活用了上述高频电路元件的小型、高 Q 值这一特性，故小型、低损失且功能高。

—产业上的利用范围—

具体而言，本发明的高频电路元件或者高频电路模块可用在：

1.使用了毫波或微波 FWA (固定无线存取)系统的送受信机内的高频电路部

2.移动体通信(手机)系统的终端机，以及中继站的高频电路部

3.光通信系统中处理高频调制信号的电路

4.无线 LAN (局部网路)装置的高频电路部分

5.车辆与车辆间的车间通信，道路与车辆间的路车间通信系统的高频电路部分

6.毫波雷达系统的高频电路部分等中。

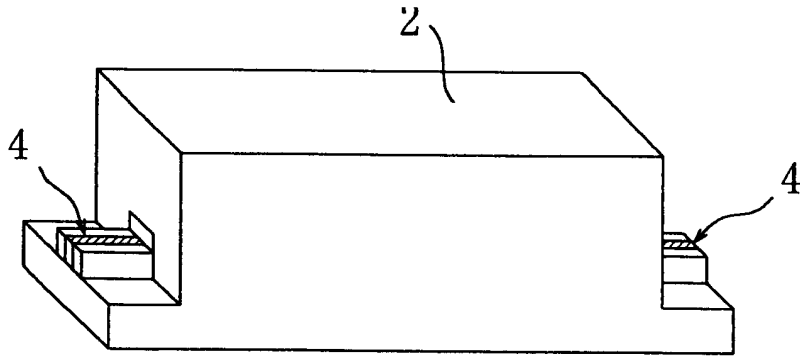


图 1(a)

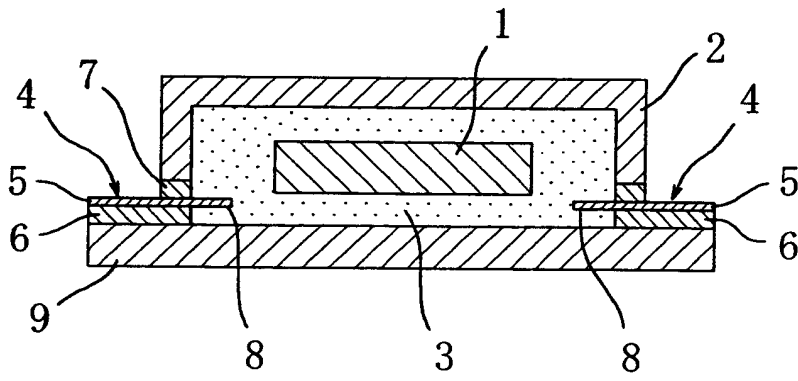


图 1(b)

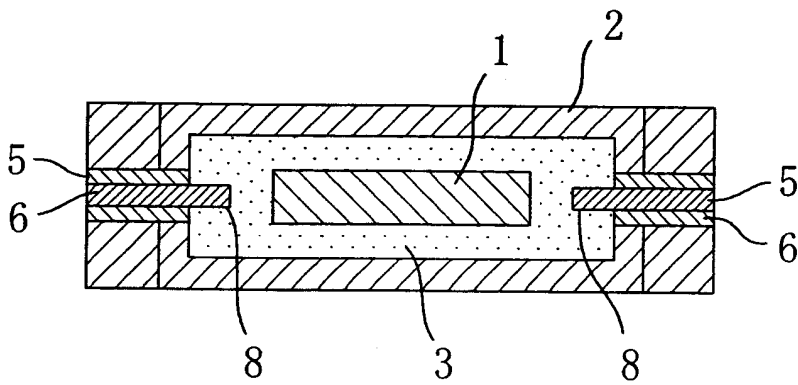


图 1(c)



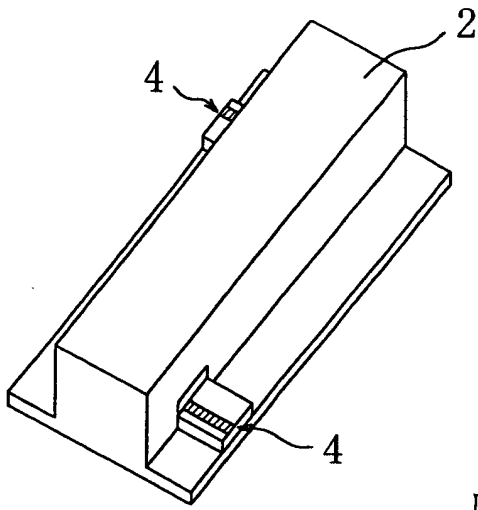


图 2(a)

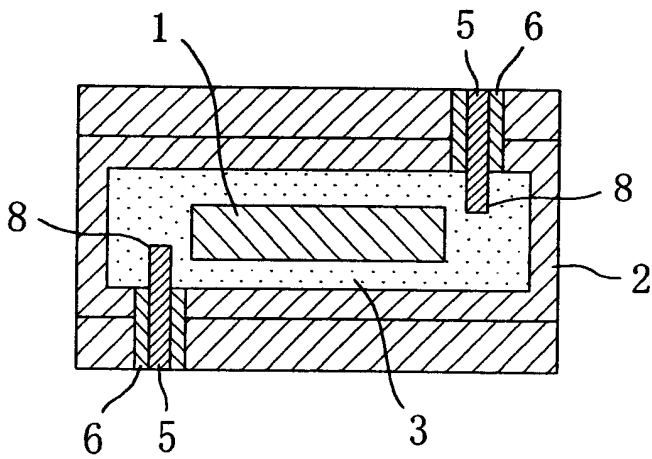


图 2(b)

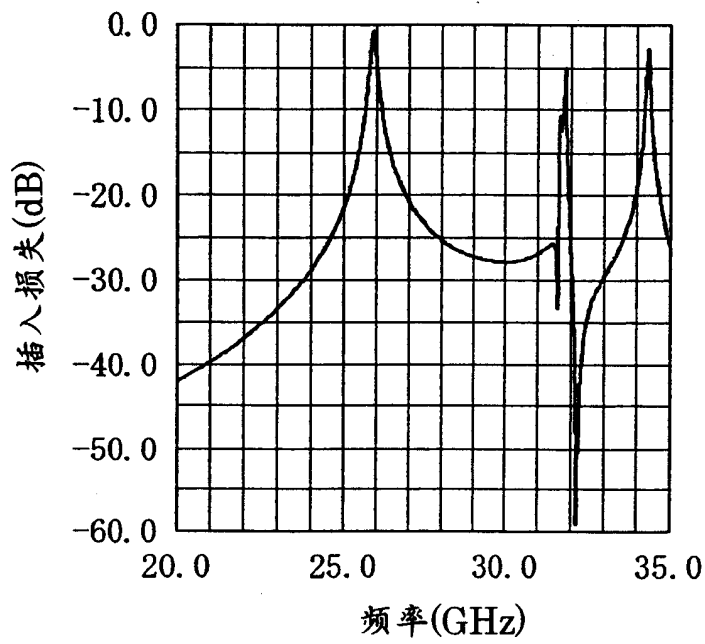


图 3

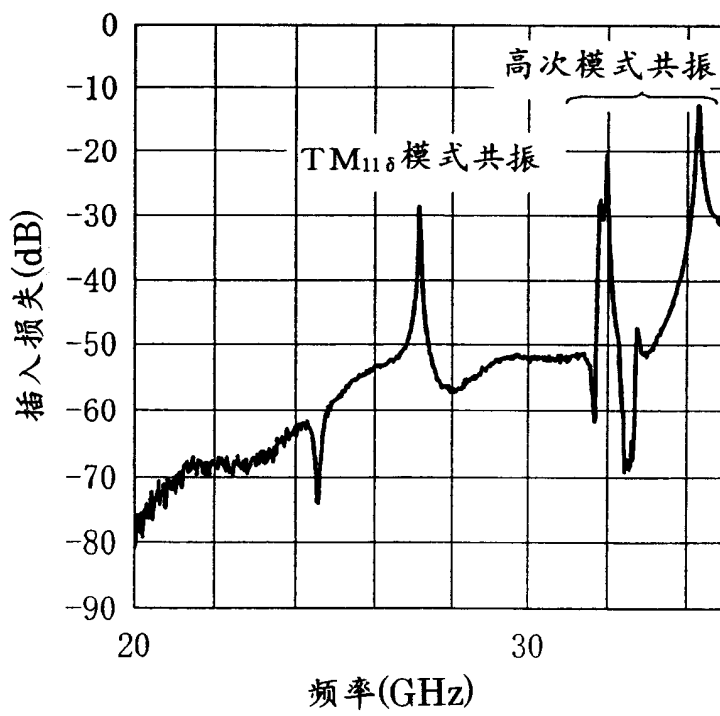


图 4

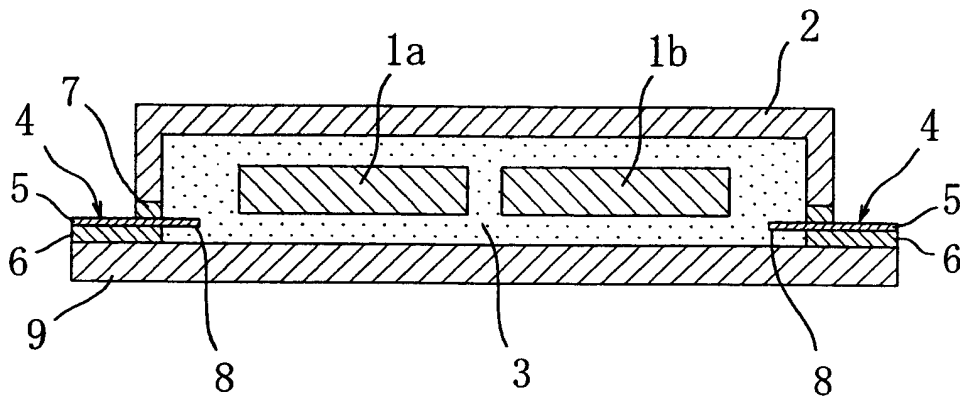


图 5

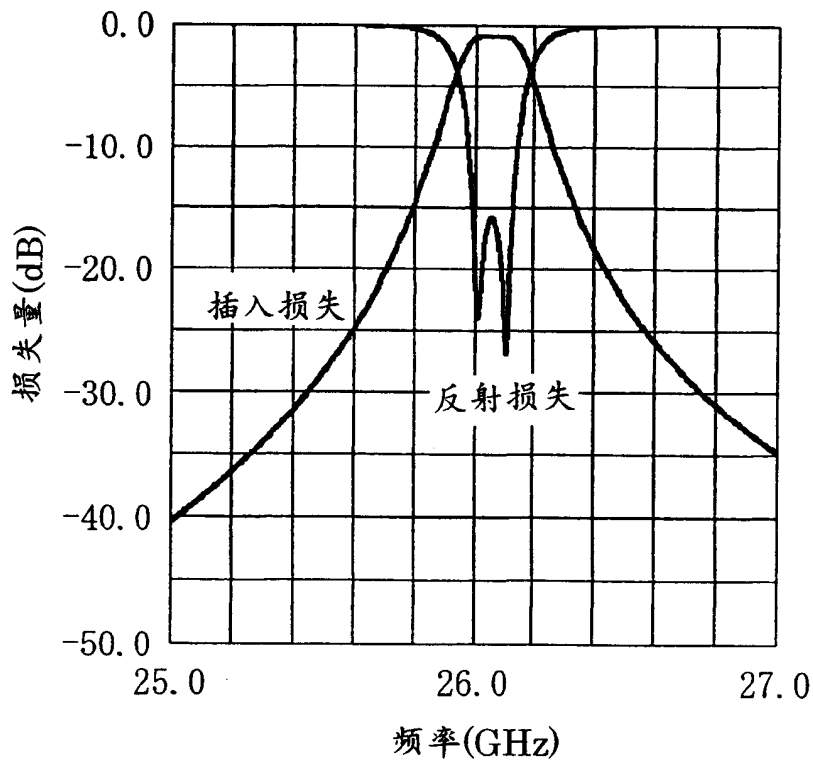


图 6

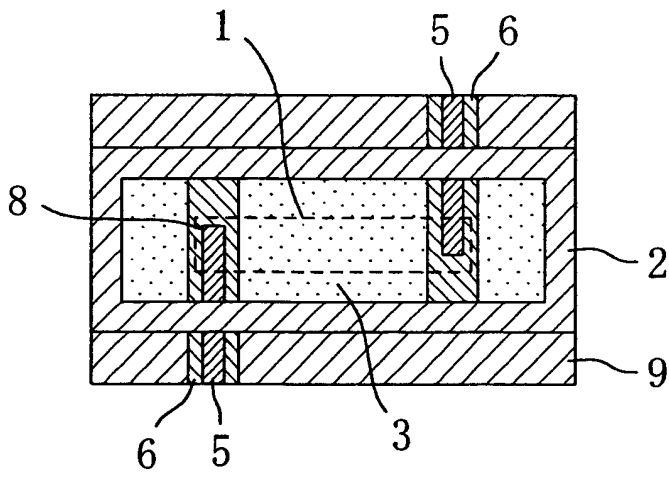


图 7(a)

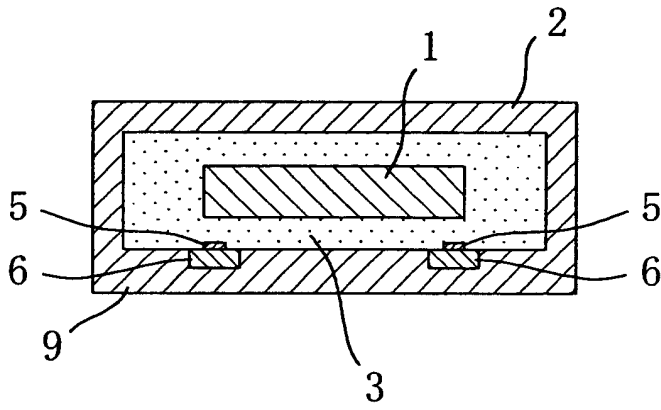


图 7(b)

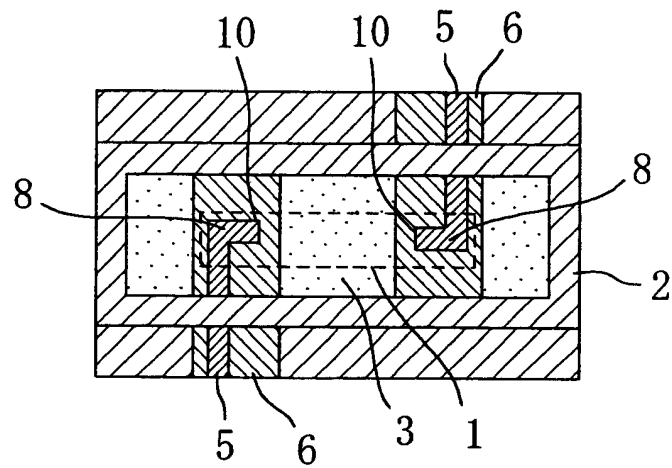


图 8

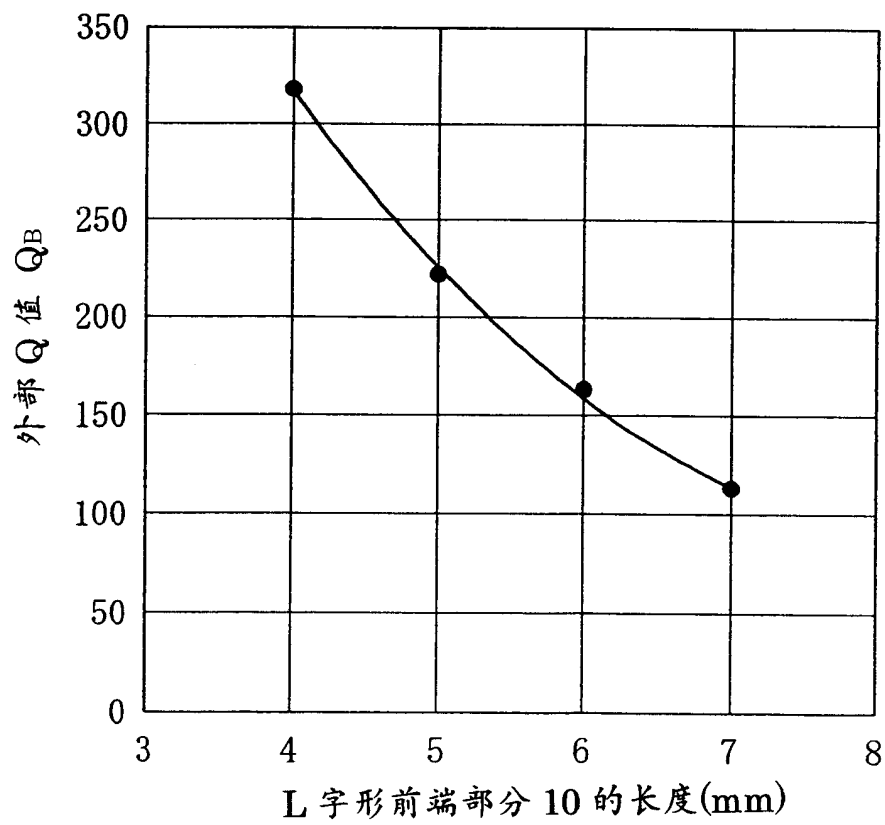


图 9

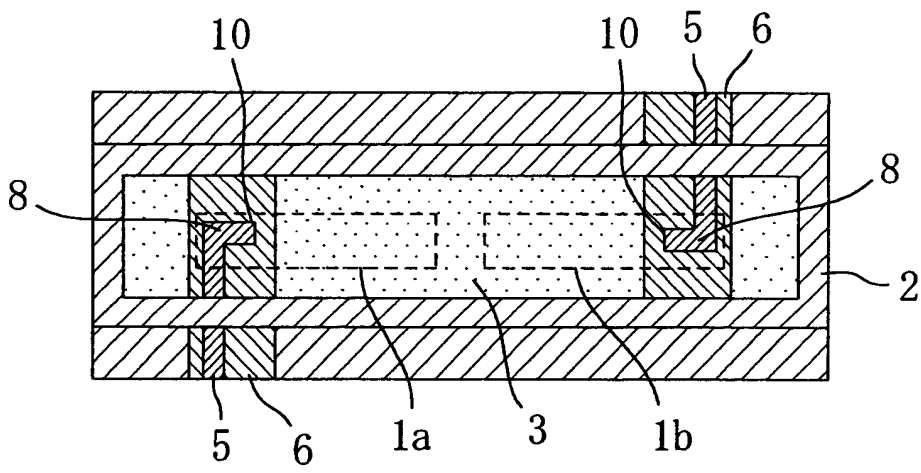


图 10

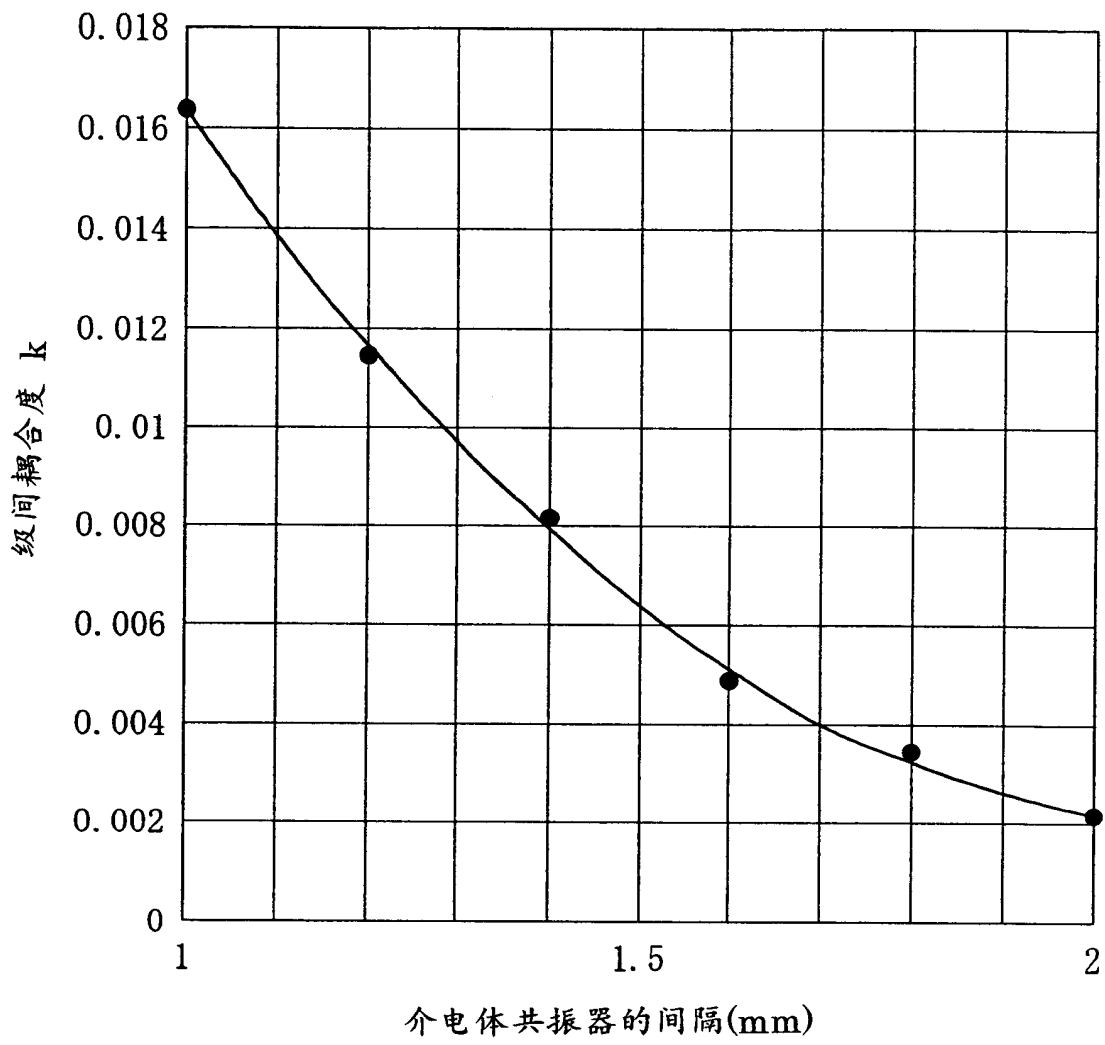


图 11

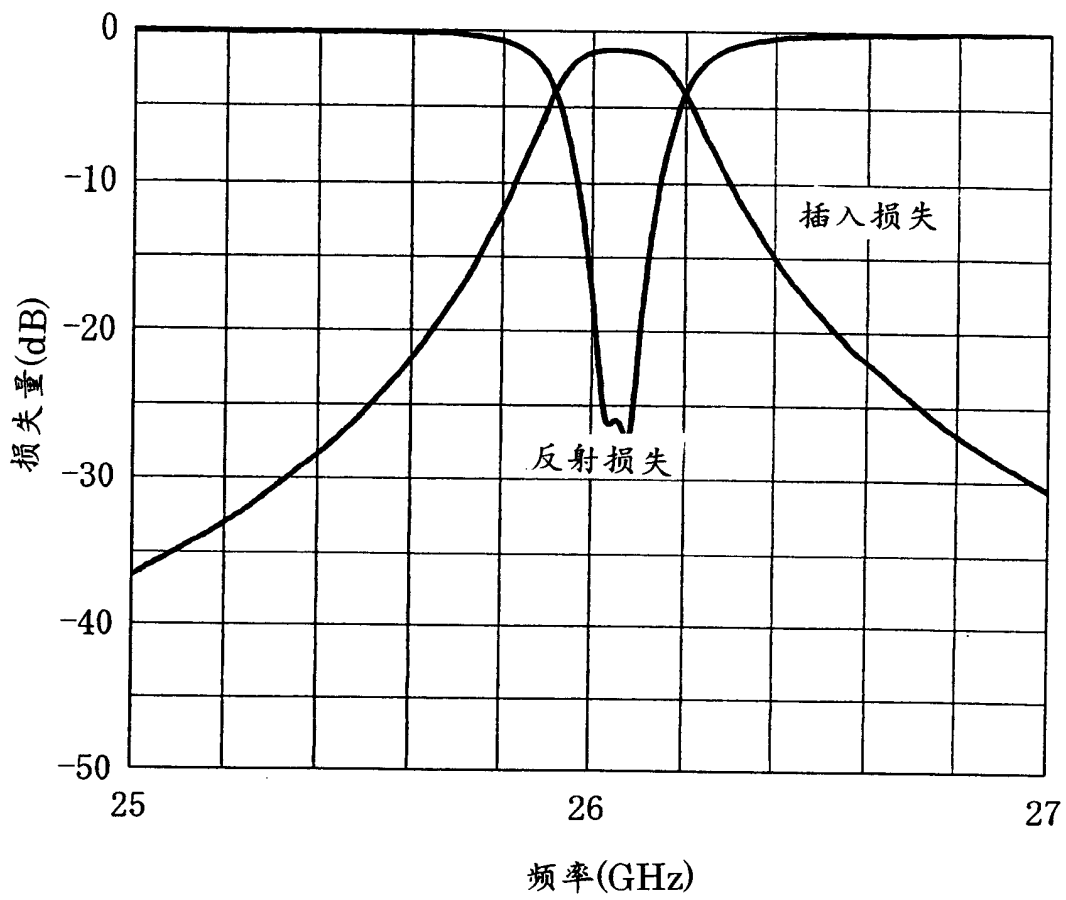


图 12



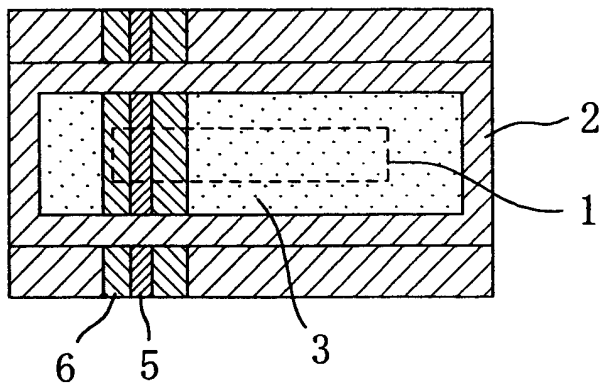


图 13

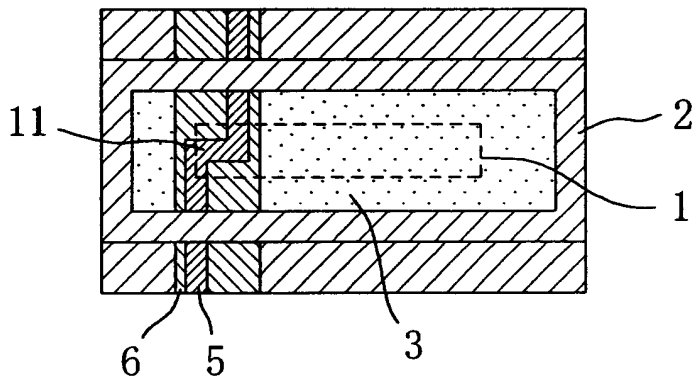


图 14

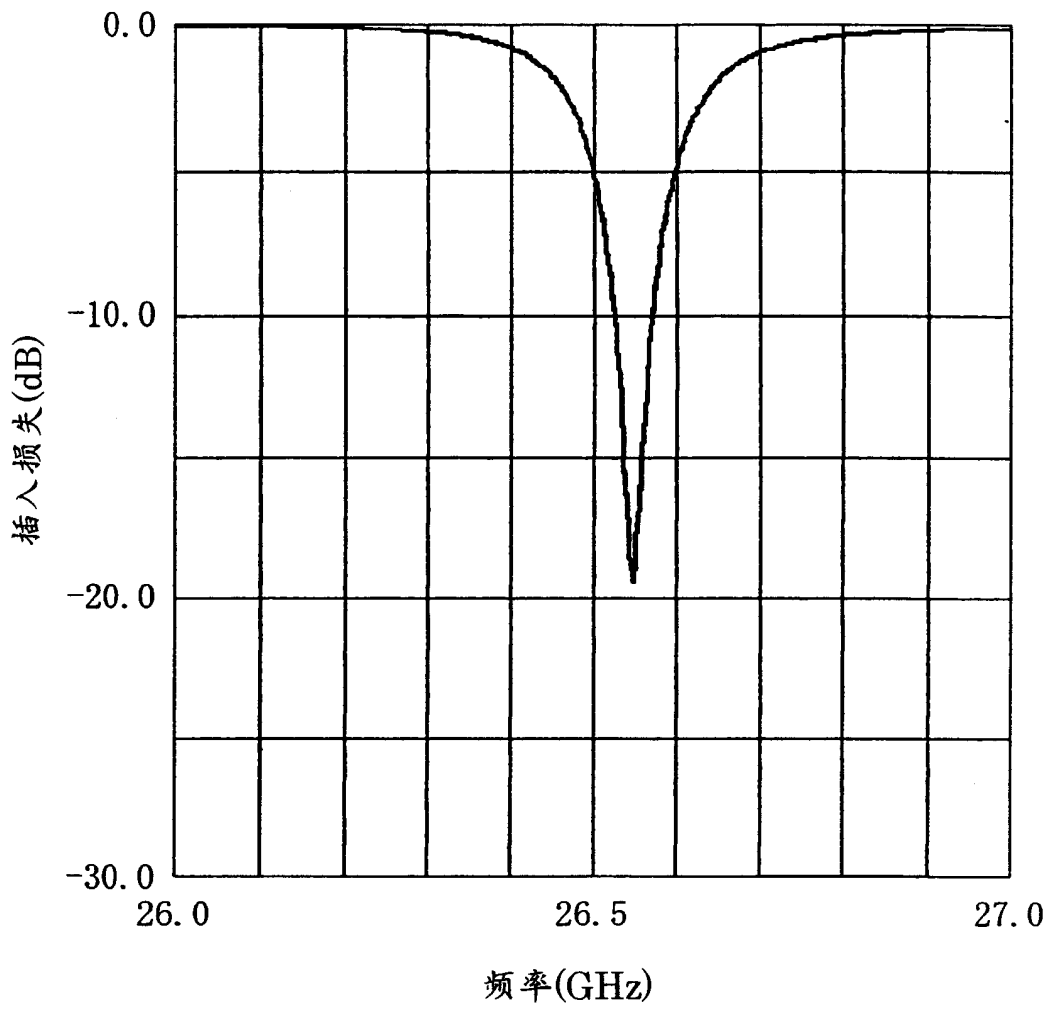


图 15

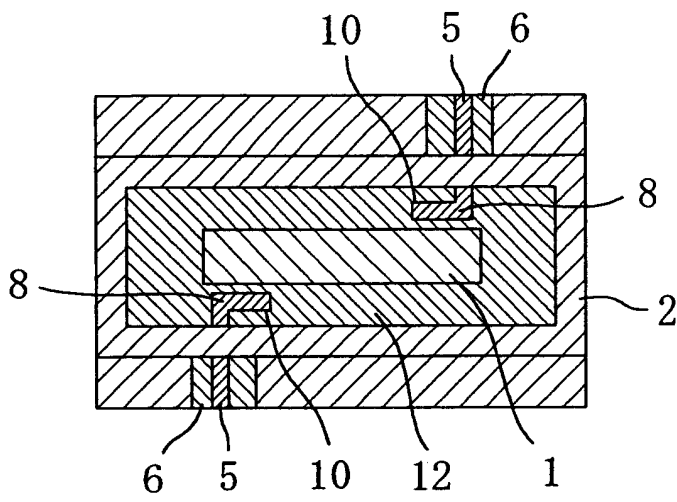


图 16(a)

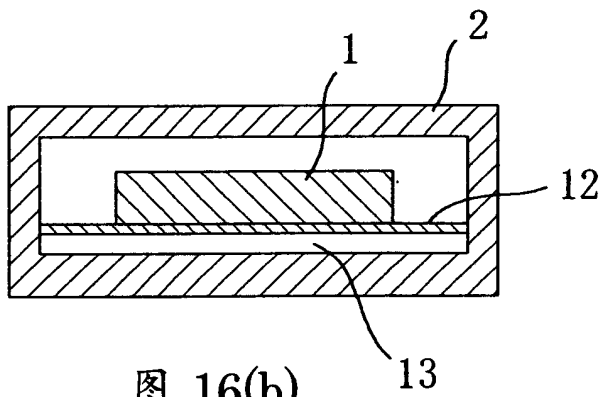


图 16(b)

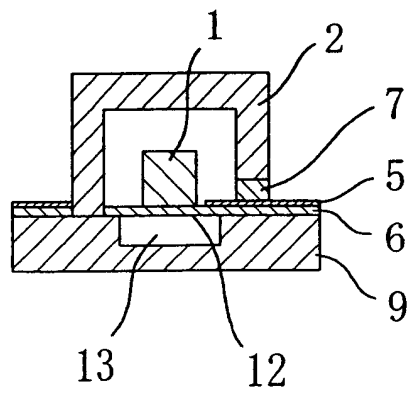


图 16(c)

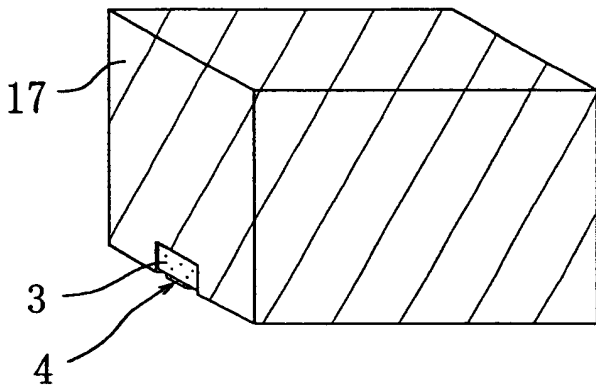


图 17(a)

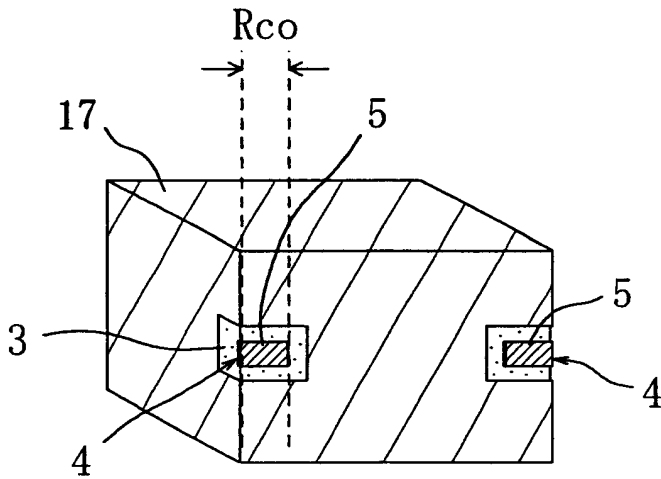


图 17(b)

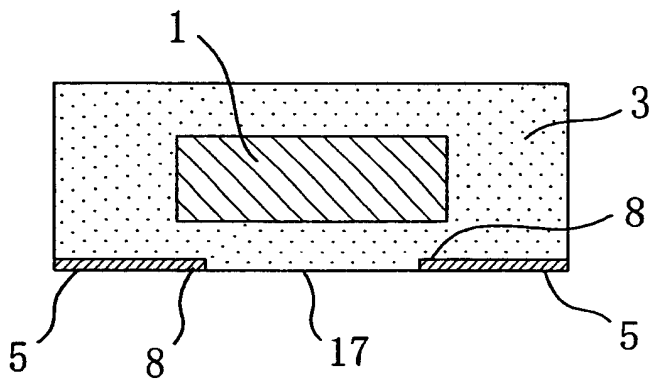


图 18(a)

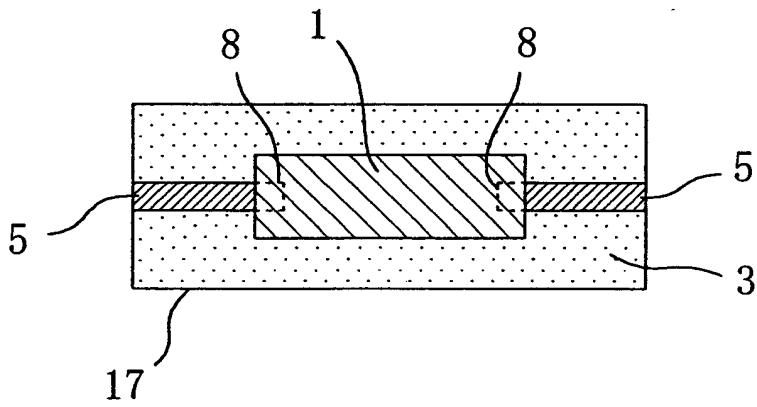


图 18(b)

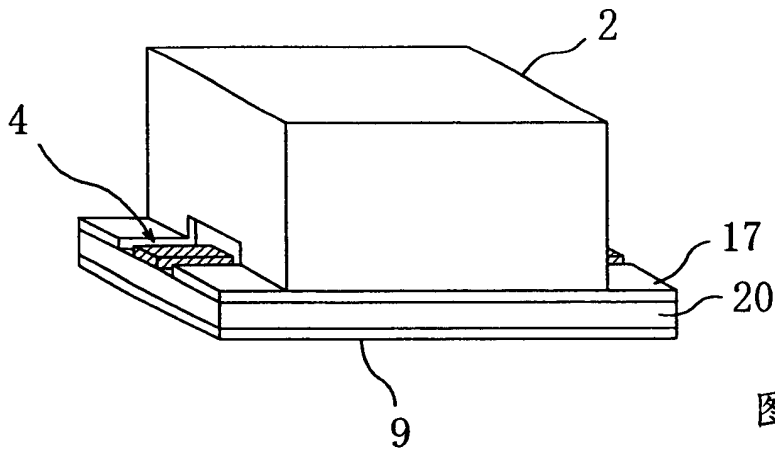


图 19(a)

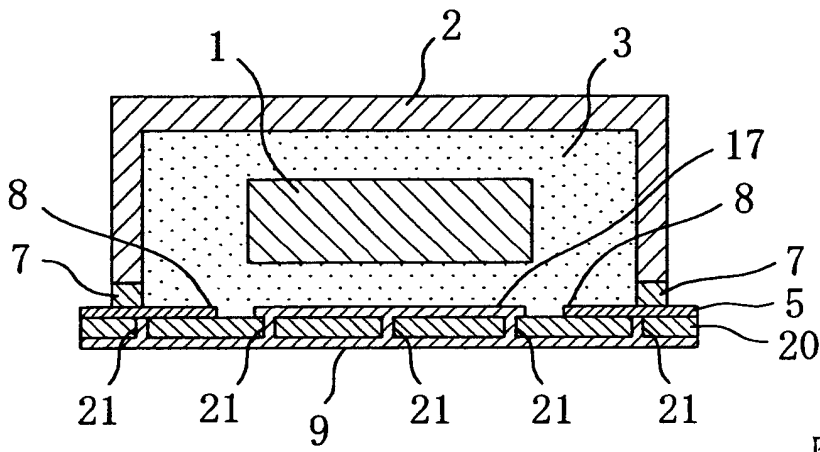


图 19(b)

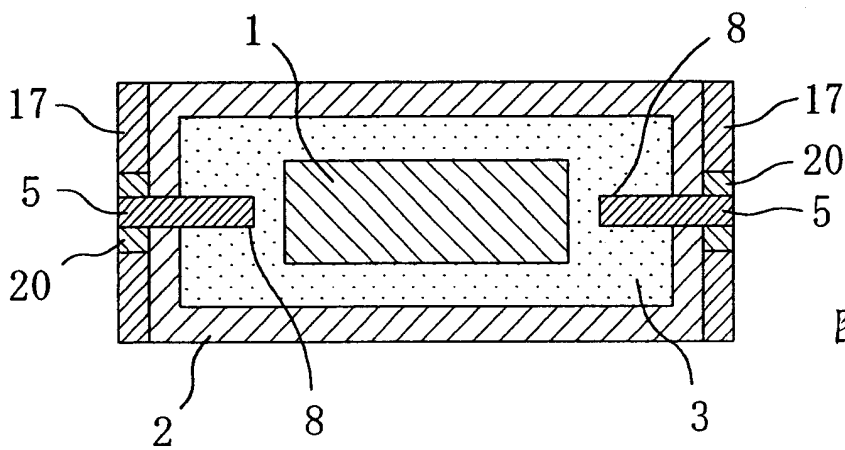


图 19(c)

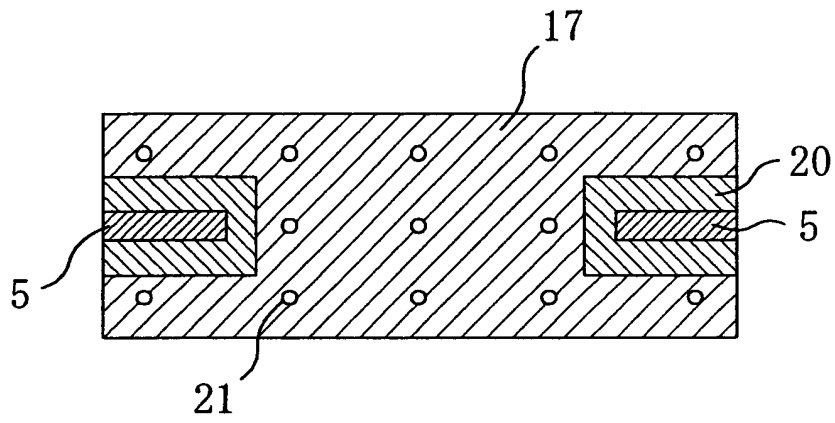


图 20(a)

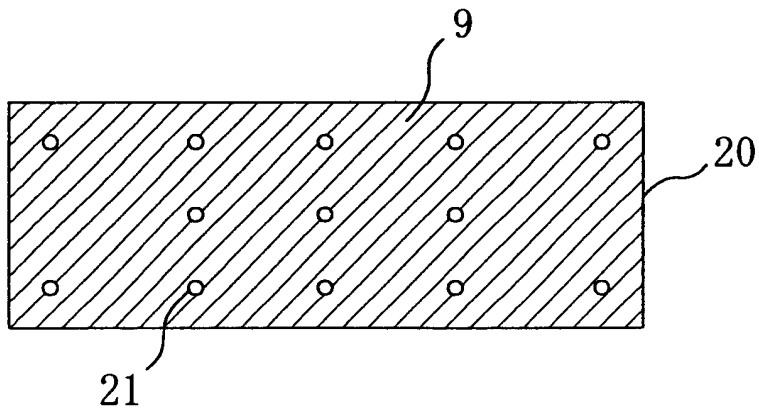


图 20(b)

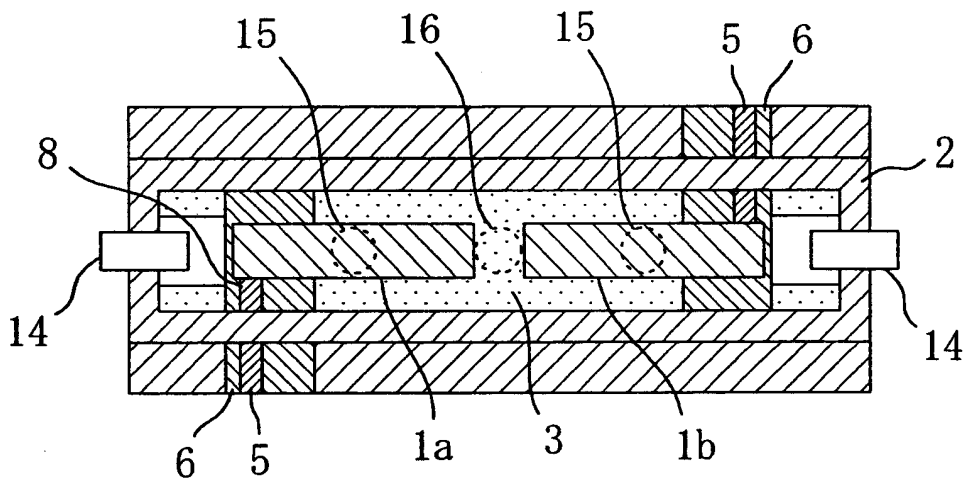


图 21(a)

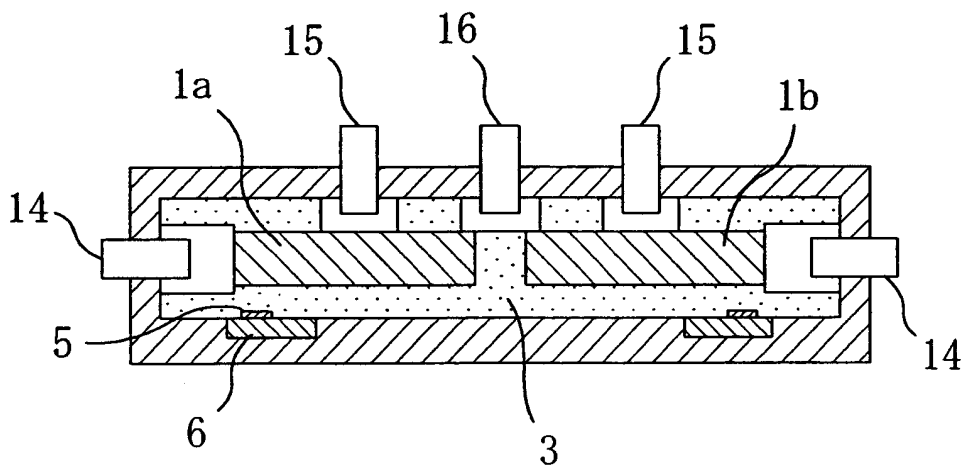


图 21(b)



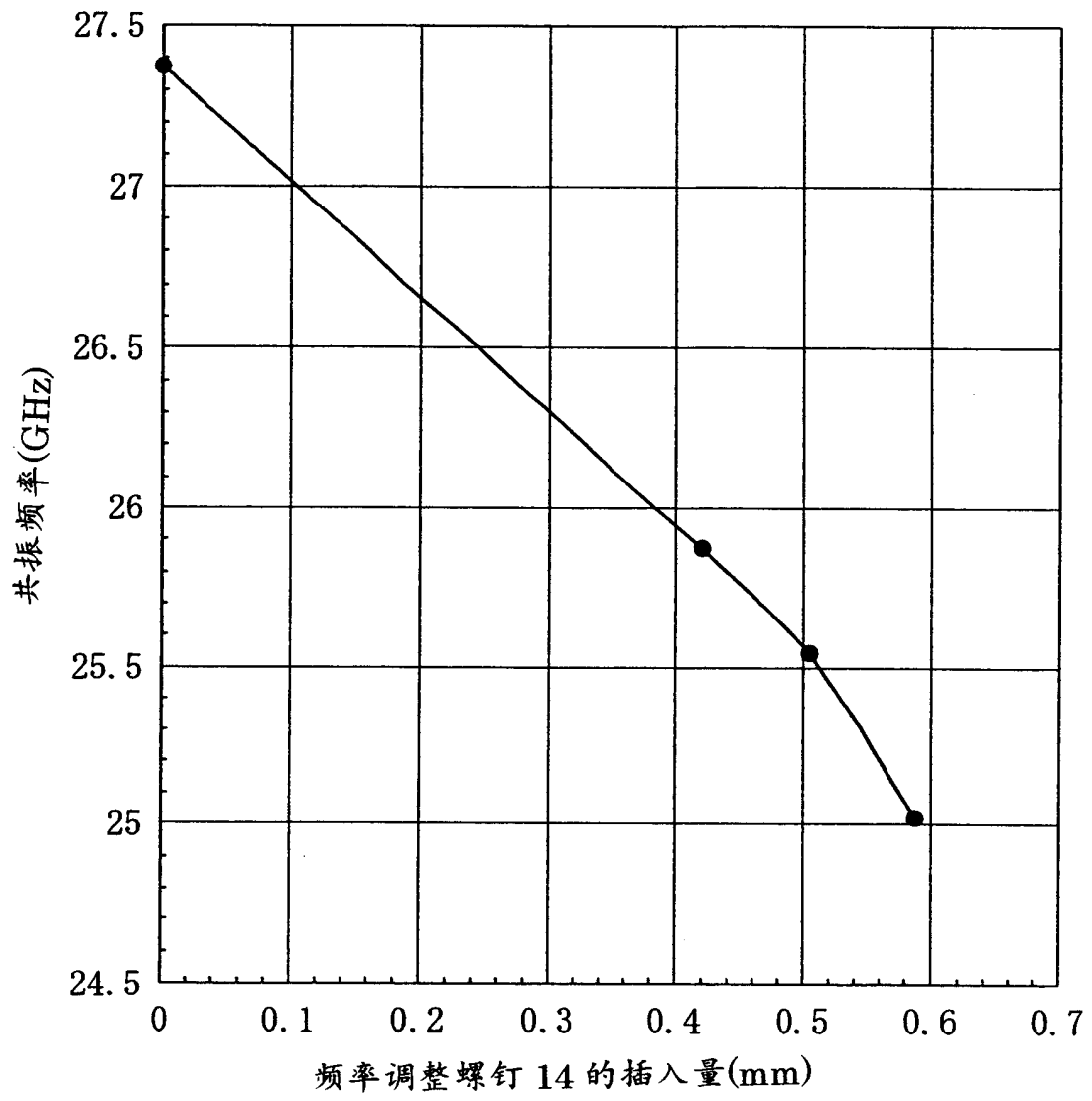


图 22

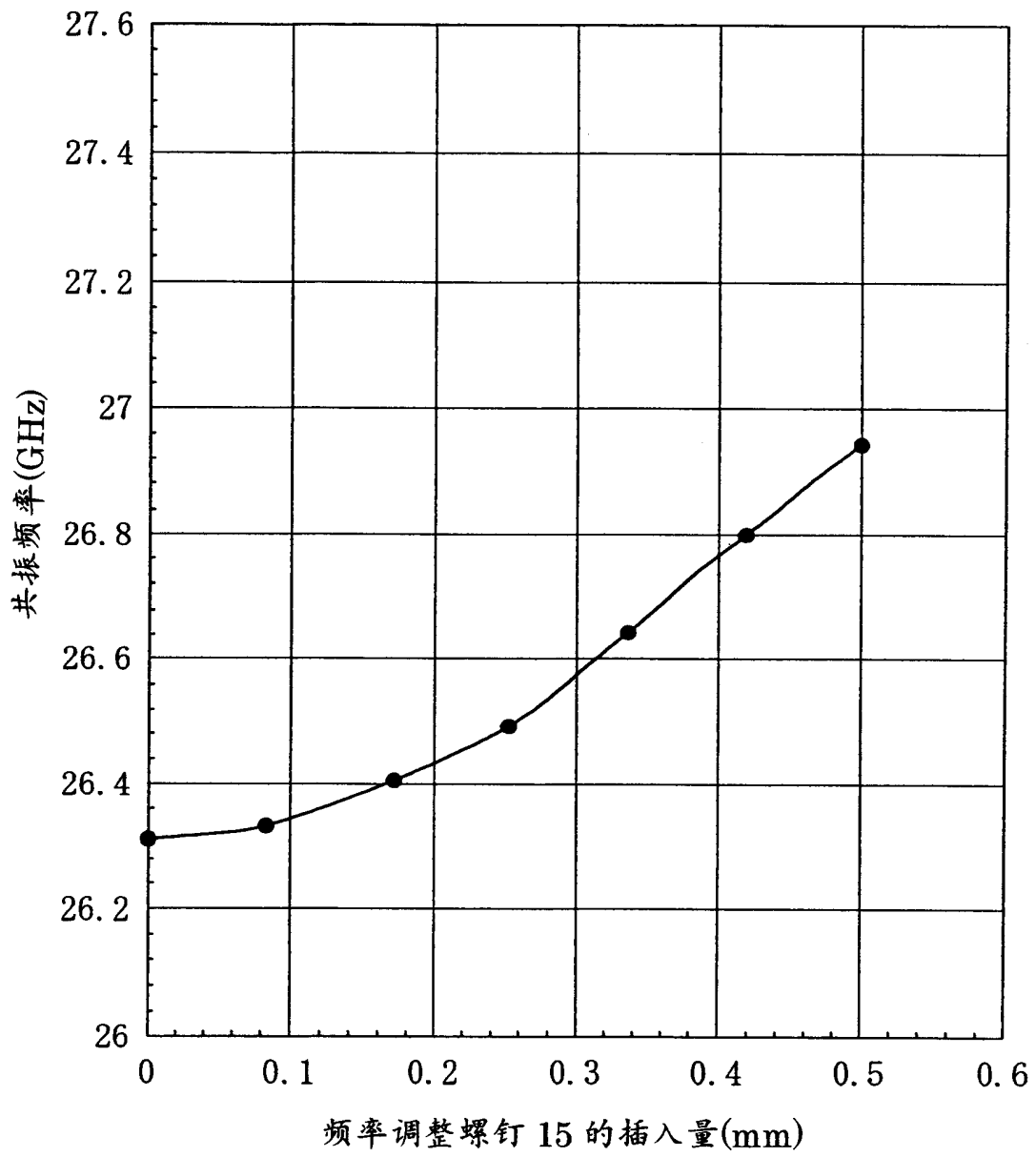


图 23

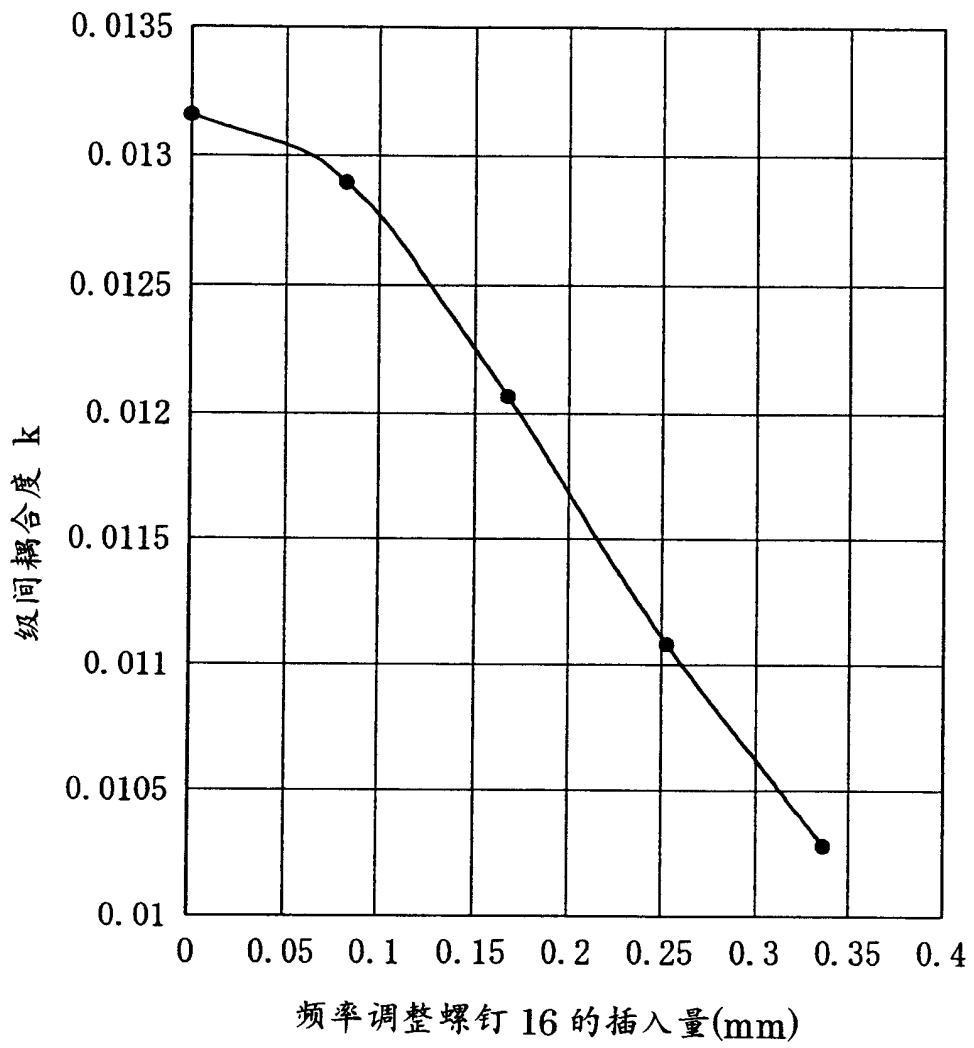


图 24

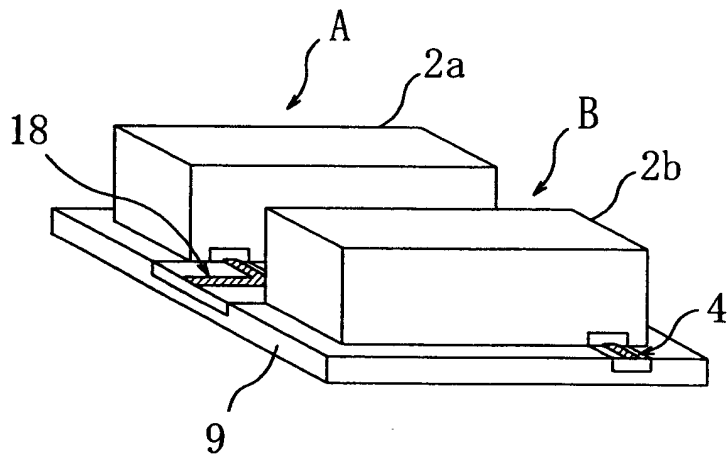


图 25(a)

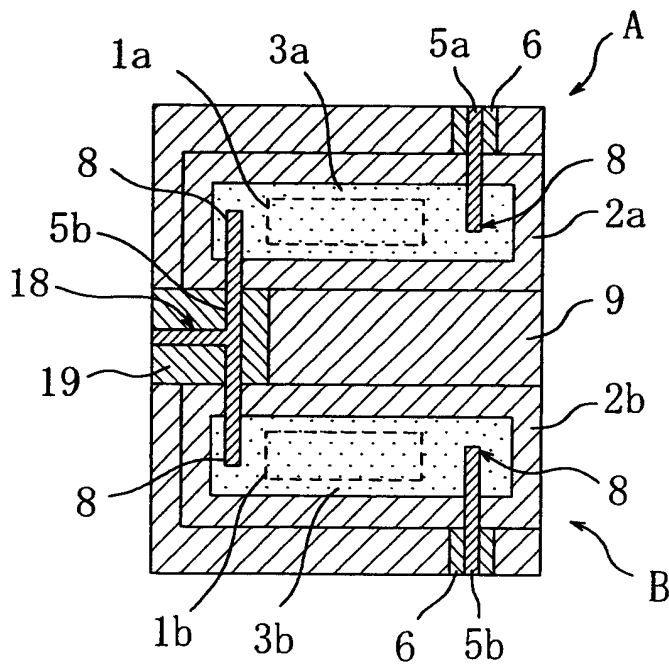


图 25(b)

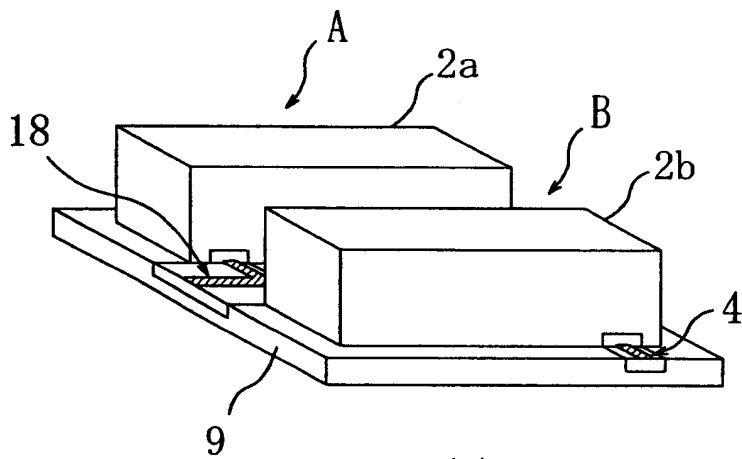


图 26(a)

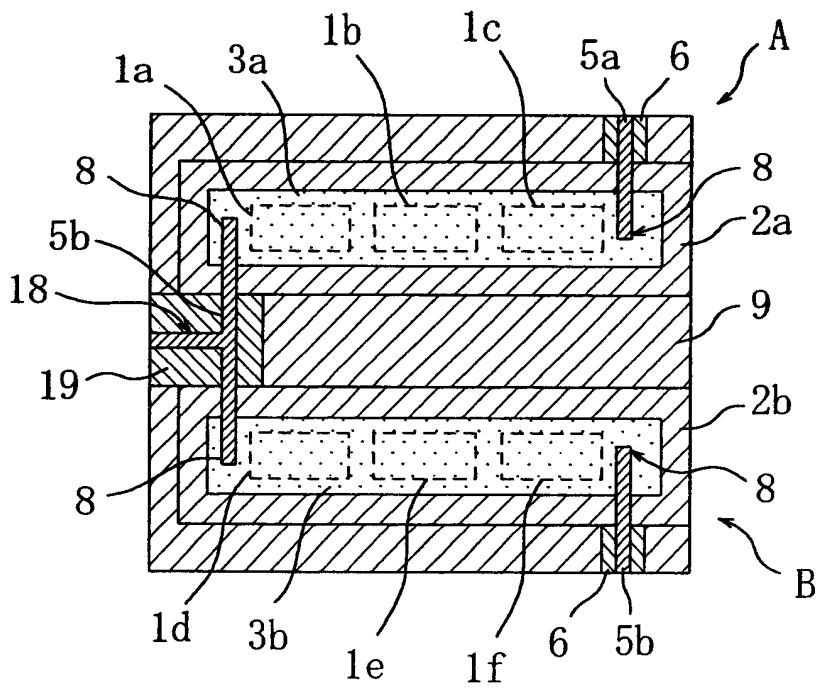


图 26(b)

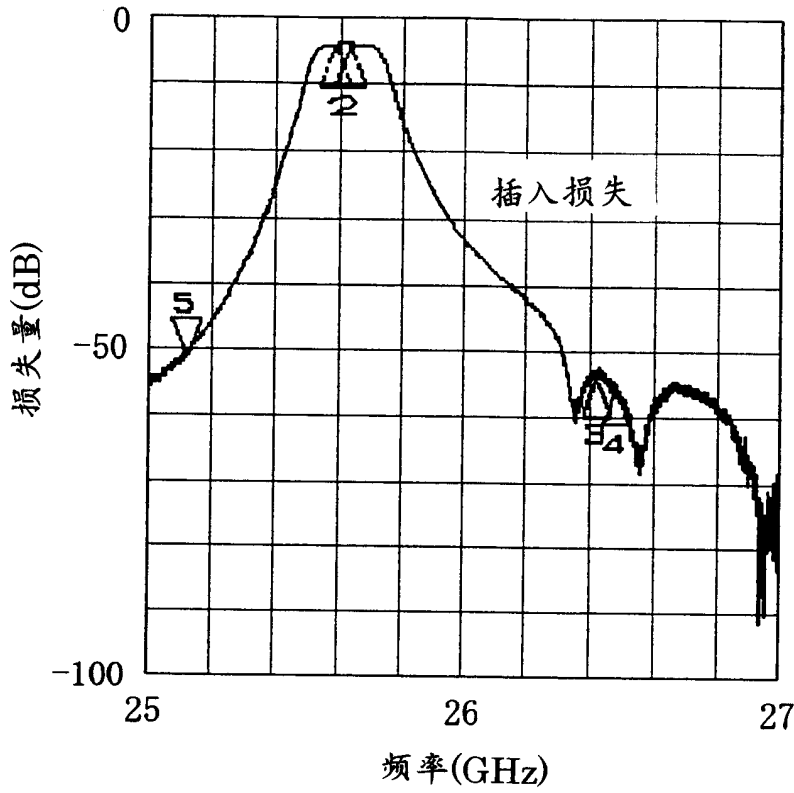


图 27(a)

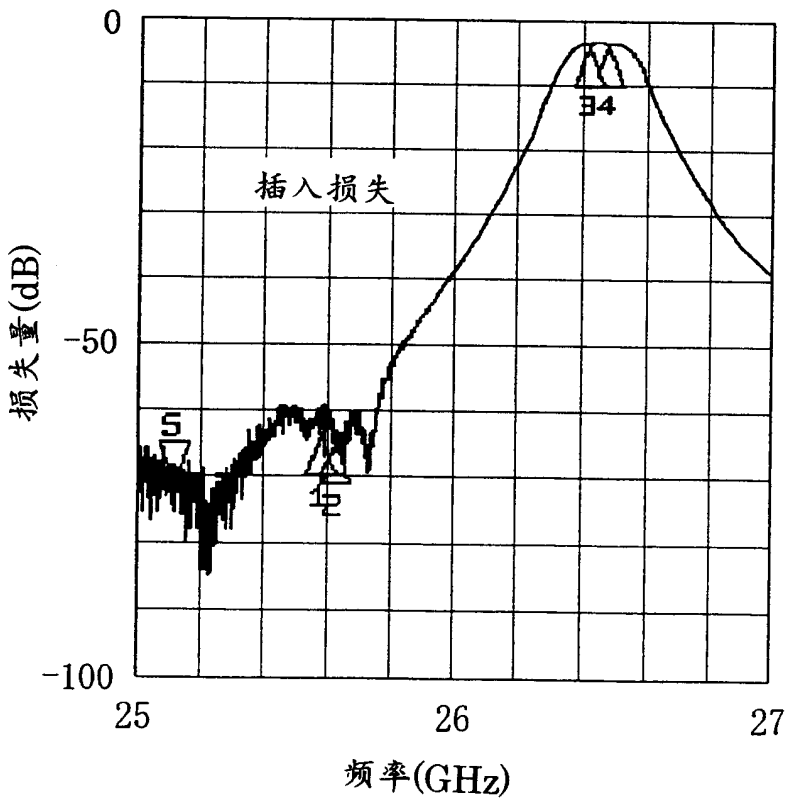


图 27(b)

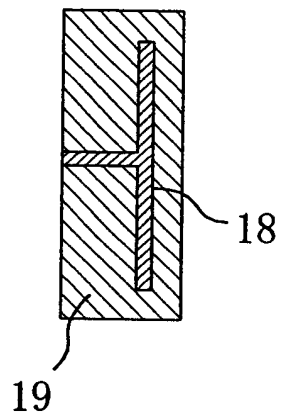


图 28(a)

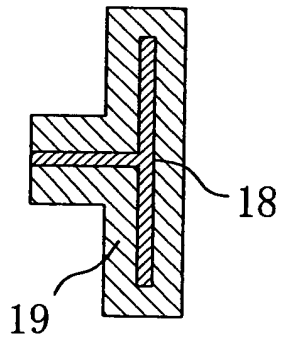


图 28(b)

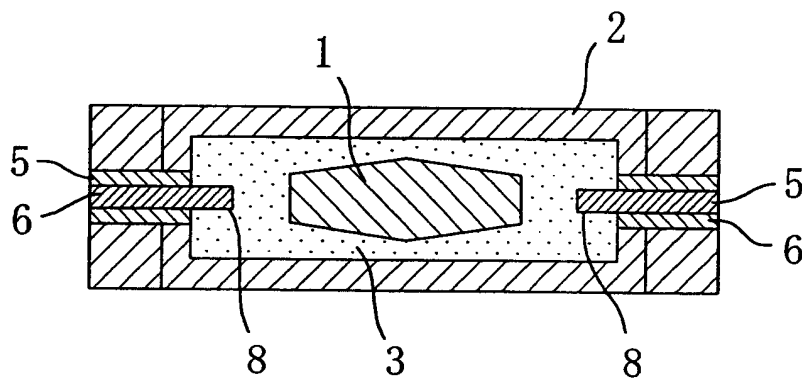


图 29

介电体陶瓷材料		26GHz 下的尺寸(mm)		无负荷 Q 值 (实测)
材料名	特性	介电体共振机	遮蔽导体 剖面	
Zr-Ti-O <sub>4</sub>	$\epsilon_r = 42.5$ fQ=44000[GHz]	1 × 1 × 4.2	2 × 2	1000
MgTiO <sub>3</sub> CaTiO <sub>3</sub>	$\epsilon_r = 21$ fQ=70000[GHz]	1 × 1 × 5.6	3 × 3	2000
Ba(Mg, Ta)O <sub>3</sub>	$\epsilon_r = 24$ fQ=120000[GHz]	1 × 1 × 5.1	3 × 3	2600

图 30



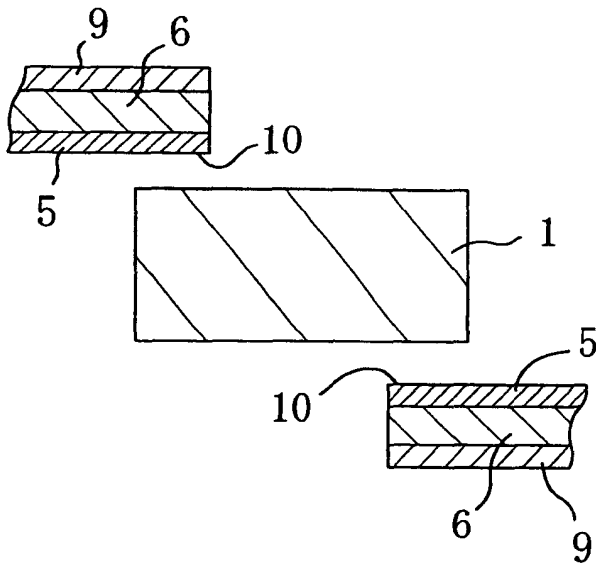


图 31(a)



图 31(b)

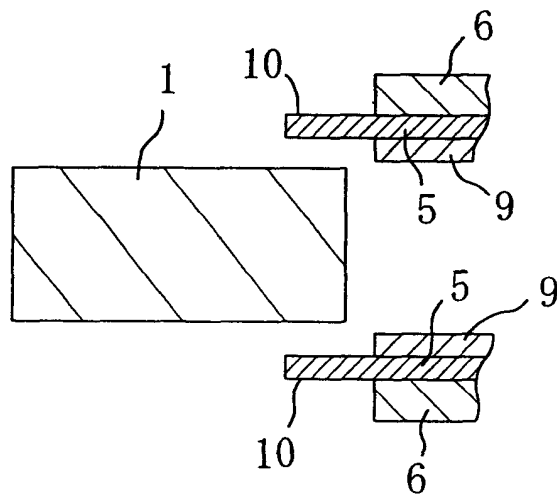


图 31(c)

