

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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

H01P 1/32

H04Q 7/32

H04B 1/38



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03154055.4

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1233064C

[22] 申请日 2003.8.14 [21] 申请号 03154055.4

[30] 优先权

[32] 2002.8.14 [33] JP [31] 2002-236649

[71] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府长冈京市

[72] 发明人 长谷川隆

审查员 丰学民

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

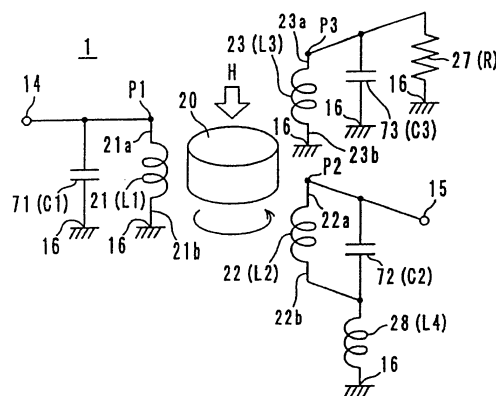
代理人 包于俊

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 16 页

[54] 发明名称 三端口型非可逆电路元件和通信装置

[57] 摘要

本发明提供一种不使插入损耗特性和反射损耗特性劣化，且能抑制工作频率  $f$  的 2 倍频 ( $2f$ ) 和 3 倍频 ( $3f$ ) 的传播的三端口型非可逆电路元件和通信装置。该元件中，第 1 中心电极 (21) 的一端 (21a) 通过输入端口 (P1) 电连接于外部输入端子 (14)，另一端 (21b) 电连接于外部接地端子 (16)。第 2 中心电极 (22) 的一端 (22a) 通过输出端口 (P2) 电连接于外部输出端子 (15)。第 2 中心电极 (22) 与匹配电容器 (72) 形成 LC 并联谐振电路，该 LC 并联谐振电路与外部接地端子 (16) 之间连接串联电感 (28)。第 3 中心电极 (23) 的一端 (23a) 电连接于第 3 端口 (P3)。第 3 端口 (P3) 与地线之间电连接由匹配电容器 (73) 和终端电阻 (27) 组成的并联 RC 电路。



- 1.一种三端口型非可逆电路元件，其特征在于，具有永久磁铁、  
利用所述永久磁铁施加直流磁场的铁氧体、  
配置在所述铁氧体的主面或内部，一端电连接于第1端口的第1中心电极、  
以电绝缘状态与第1中心电极交叉配置在所述铁氧体的主面或内部，并且一端电连接于第2端口的第2中心电极、  
以电绝缘状态与所述第1中心电极和第2中心电极交叉配置在所述铁氧体主面或内部，并且一端电连接于第3端口的第3中心电极、  
分别与所述第1中心电极、第2中心电极和第3中心电极中的任一个组成LC并联谐振电路的至少一个匹配电容器、以及  
电连接在一个所述并联谐振电路与地线之间的串联电感，  
其中所述第1中心电极、第2中心电极和第3中心电极中的至少一个的中心电极的另一端不连接公共电位，不是与其它中心电极的另一端共用的共用端。
- 2.如权利要求1所述的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，电连接在由至少2个匹配电容器组成的多个LC并联谐振电路的各个电路与地线之间的多个所述串联电感的电感值互不相同。
- 3.如权利要求1所述的三端口型非可逆电路元件，用作隔离器，其特征在于，该非可逆电路元件还具有：  
电连接所述第1端口的输入端子、  
电连接所述第2端口的输出端子、  
电连接所述第3端口的终端电阻、  
所述至少一个匹配电容器分别与所述第1中心电极和第2中心电极中的任一个组成LC并联谐振电路。
- 4.如权利要求1所述的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，所述LC并联谐振电路与所述串联电感构成的电路的谐振频率在工作频率的1.5倍以上、3.5倍以下的范围内。
- 5.如权利要求3所述的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，所述LC并联谐振电路与所述串联电感构成的电路的谐振频率在工作频率的1.5倍以上、3.5倍以下的范围内。

6.如权利要求1所述的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，在叠置绝缘性层而构成的叠层衬底上设置所述匹配电容器的电容器电极和所述串联电感的电感电极。

7.如权利要求3所述的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，在叠置绝缘性层而构成的叠层衬底上设置所述匹配电容器的电容器电极和所述串联电感的电感电极。

8.一种通信装置，其特征在于，具有权利要求1所述的三端口型非可逆电路元件。

9.一种通信装置，其特征在于，具有权利要求3所述的三端口型非可逆电路元件。

## 三端口型非可逆电路元件和通信装置

### 技术领域

本发明涉及三端口型非可逆电路元件，尤其是涉及微波频段用的隔离器和循环器等三端口型非可逆电路元件和通信装置。

### 背景技术

隔离器通常具有使信号仅在传送方向通过并阻止其反向传送的功能，用于汽车电话、便携电话等移动通信设备的发送电路部分。

历来，作为这种隔离器，已公知有三端口型隔离器（具有第1～第3等3个中心电极的隔离器）。如图12所示，这种隔离器100具有中心电极101、102、和103、铁氧体110、匹配电容器105、106和107以及终端电阻108。中心电极101的一端连接的端口部P1上电连接输入端子114和匹配电容器105。中心电极102的一端上连接的端口部P2上电连接输出端子115和匹配电容器106。中心电极103的一端上连接的端口部P3上电连接匹配电容器107和终端电阻108。匹配电容器105、106、107和终端电阻108分别接地。

一般的通信装置中，电路中使用的放大器使信号有某种程度的失真，这造成产生工作频率 $f$ 的2倍频（ $2f$ ）和3倍频（ $3f$ ）等的杂散分量，成为非所需辐射的原因。通信装置的非所需辐射造成功率放大器工作异常和干扰，因而预先设定基准和规格。为了防止非所需辐射，一般的方法是配备滤波器等，使非所需频率分量衰减。然而，使用这种滤波器时，存在产生滤波器造成的损耗等缺陷，效果不理想。

因此，考虑利用具有隔离器或循环器的带通滤波器的特性，抑制杂散分量。然而，具有图12所示已有的基本结构的非可逆电路元件在非所需频段不能得到足够的衰减特性。

日本特开2001-320205号公报和特开2001-320206号公报记载一种非可逆电路元件，该元件主要做成在工作频率 $f$ 的2倍频（ $2f$ ）和3倍频（ $3f$ ）等杂散频段能够取得大衰减量，以解决上述问题。图13示出作为这种非可逆电路元件之一例的隔离器的等效电路。

该隔离器120与图12所示的隔离器100的不同点是，匹配电容器106与地

线之间电连接串联电感 121。借助于此，用匹配电容器 106 和串联电感 121 构成陷波电路，能使偏离通频带的频带的信号衰减。

图 14 是图 12 所示隔离器 100（已有例 1）和图 13 所示的隔离器 120（已有例 2）的衰减特性曲线。隔离器 100、120 其通带均为 900MHz 频段。从图 14 可知，已有例 2 与已有例 1 相比，2 倍频（2f）和 3 倍频（3f）的衰减量得到改善。

如日本特开 2001-320205 号公报所记载，隔离器 120 的 3 个中心电极 101、102、103 的一端电连接于形状与铁氧体 110 的底面相同的公共接地部。而且，使该公共接地部接触铁氧体 110 的底面，又在铁氧体 110 的上表面弯曲配置从公共电极部开始延伸的 3 个中心电极 101、102、103，使其以绝缘层为中介，相互形成 120 度的角度。

然而，图 13 所示那样具有用匹配电容器 106 和串联电感 121 构成的陷波电路的隔离器 120 虽然能改善通信装置工作频率  $f$  的 2 倍频（2f）和 3 倍频（3f）的衰减量，但存在插入损耗特性和反射损耗特性劣化，相对带宽减小的问题。

图 15 和图 16 分别是示出图 12 所示隔离器 100（已有例 1）和图 13 所示隔离器 120（已有例 2）的插入损耗特性和反射损耗特性的曲线。从图 15 和图 16 可知，隔离器 120 的相对带宽减小。

因此，本发明的目的是提供不使插入损耗特性和反射损耗特性劣化而且能抑制工作频率  $f$  的 2 倍频（2f）和 3 倍频（3f）的传播的三端口型非可逆电路元件和通信装置。

## 发明内容

为了到达上述目的，本发明的三端口型非可逆电路元件，其特征在于，具有

- (a) 永久磁铁、
- (b) 利用永久磁铁施加直流磁场的铁氧体、
- (c) 配置在铁氧体的主面或内部，并且一端电连接第 1 端口的第 1 中心电极、
- (d) 以电绝缘状态与第 1 中心电极交叉，配置在铁氧体的主面或内部，并且一端电连接第 2 端口的第 2 中心电极、
- (e) 以电绝缘状态与第 1 中心电极和第 2 中心电极交叉，配置在铁氧体主面或内部，并且一端电连接第 3 端口的第 3 中心电极、

(f) 分别与第 1 中心电极、第 2 中心电极和第 3 中心电极中的任一个组成 LC 并联谐振电路的至少一个匹配电容器、以及

(g) 电连接在一个并联谐振电路与地线之间的串联电感，

(h) 第 1 中心电极、第 2 中心电极和第 3 中心电极中的至少一个中心电极的另一端不连接公共电位，不是与其它中心电极的另一端共用的共用端。

利用以上的结构，由中心电极和匹配电容器组成的 LC 并联谐振电路上连接串联电感的电路构成陷波电路。该陷波电路不使插入损耗特性和反射损耗特性劣化，而且能加大通信装置工作频率  $f$  的 2 倍频 ( $2f$ ) 和 3 倍频 ( $3f$ ) 的衰减量。LC 并联谐振电路和串联电感构成的陷波电路的谐振频率（陷波频率）在工作频率的 1.5 倍以上、3.5 倍以下的范围为佳。

又，通过使在多个电感 LC 并联谐振电路的各个与地线之间连接的多个串联电感的电感值不同，可使多个陷波电路的陷波频率互不相同。因此，例如将 1 个陷波电路的陷波频率设定在 2 倍频 ( $2f$ ) 附近，将另一个陷波电路的陷波频率设定在 3 倍频 ( $3f$ ) 附近，能进一步加大 2 倍频 ( $2f$ ) 和 3 倍频 ( $3f$ ) 两者的衰减量。

又，以在叠置绝缘层而构成的叠层衬底上设置匹配电容器的电容器电极和串联电感的电感电极为特征。以此减小匹配电容器与串联电感相互间的软钎焊的连接部位的个数，提高连接可靠性。

本发明的通信装置具有上述三端口型非可逆电路元件，因而能改善频率特性。

#### 附图说明

图 1 是本发明的三端口型隔离器的实施形态 1 的分解立体图。

图 2 是图 1 所示叠层衬底的分解立体图。

图 3 是图 1 所示三端口型隔离器的电等效电路。

图 4 是隔离特性曲线图。

图 5 是插入损耗特性的曲线图。

图 6 是输入反射损耗特性的曲线图。

图 7 是输出反射损耗特性的曲线图。

图 8 是衰减特性的曲线图。

图 9 是本发明的三端口型隔离器的实施形态 2 的电等效电路图。

图 10 是衰减特性的曲线图。

图 11 是本发明的通信装置的电路框图。

图 12 是已有三端口型隔离器的电等效电路图。

图 13 是另一已有三端口型隔离器的电等效电路图。

图 14 是衰减特性的曲线图。

图 15 是插入损耗特性的曲线图。

图 16 是输出反射损耗特性的曲线图。

符号说明

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1、1A            | ……三端口型隔离器      |
| 4               | ……金属制上壳体       |
| 8               | ……金属制下壳体       |
| 9               | ……永久磁铁         |
| 13              | ……中心电极组装体      |
| 14              | ……外部输入端子       |
| 15              | ……外部输出端子       |
| 16              | ……外部接地端子       |
| 20              | ……铁氧体          |
| 21~23           | ……中心电极         |
| 71~73           | ……匹配电容器        |
| 27              | ……终端电阻         |
| 28、29           | ……串联电感         |
| 30              | ……叠层衬底         |
| 41~46           | ……介质层          |
| 71a~73b、57a~58b | ……电容器电极        |
| 74              | ……接地电极         |
| 220             | ……便携电话         |
| P1              | ……输入端口（第 1 端口） |
| P2              | ……输出端口（第 2 端口） |
| P3              | ……第 3 端口       |

### 具体实施方式

下面，参照附图说明本发明的三端口型非可逆电路元件和通信装置的实施形态。

### 实施形态 1 (图 1~图 8)

图 1 是本发明一三端口型非可逆电路元件实施形态的分解立体图。该三端口型非可逆电路元件 1 是集总常数型隔离器。如图 1 所示, 三端口型隔离器 1 大致具有由金属制上壳体 4 和金属制下壳体 8 组成的金属壳体、永久磁铁 9、由铁氧体 20 和中心电极 21~23 组成的中心电极组装体 13 以及叠层衬底 30。

金属制上壳体 4 由上部 4a 和两个侧部 4b 组成。金属制下壳体 8 由底部 8a 和两个侧部 8b 组成, 底部 8a 设置外部接地端子 16。金属制上壳体 4 和金属制下壳体 8 形成磁路, 为此用例如由软铁等强磁性体组成的材料形成, 其表面镀 Ag 或 Cu。

中心电极组装体 31 在矩形微波铁氧体 20 的上表面将 3 组中心电极 21~23 隔着绝缘层 (图中未示出) 配置成分别按 120 度交叉。本实施形态 1 中, 按 2 行构成中心电极 21~23。中心电极 21~23 各自的 2 个端部 21a 和 21b、22a 和 22b、23a 和 23b 在铁氧体 20 的下表面延伸, 各自的端部 21a~23b 相互分离。

中心电极 21~23 可用铜箔卷绕在铁氧体 20 上, 也可在铁氧体 20 上或内部印刷银糊。或者, 也可如特开平 9-232818 号公报记载的那样, 用叠层衬底形成。但是, 印刷的方法使中心电极 21~23 的位置精度高, 因而与叠层衬底 30 的连接稳定。尤其在本案这样用微小的中心电极用连接电极 P1~P3 (后文说明) 进行连接时, 印刷形成中心电极 21~23 的方法可靠性和操作性好。

如图 2 所示, 叠层衬底 30 的组成部分包含背面设置输入端口 P1、输出端口 P2、第 3 端口 P3 和中心电极用连接电极 31~33 的收缩抑制层 47、背面设置高电位端电容器电极 71a~73a 和终端电阻 27 的介质层 41、背面设置接地端电容器电极 57a 和 58a 的介质层 42、背面设置高电位端电容器电极 71b~73b 的介质层 43、背面设置接地端电容器电极 57b 和 58b 的介质层 44、背面设置电感电极 (串联电感) 28 和中继电极 60 的介质层 45、设置接地电极 74、外部输入端子用通路孔 14a 和外部输出端子用通路孔 15a 的介质层 46 以及设置外部输入端子用通路孔 14b 和外部输出端子用通路孔 15b 的收缩抑制层 48 等。

该叠层衬底 30 制作如下。即, 介质层 41~46 用低温烧结介质材料制作, 该材料包含作为主成分的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 并且包含  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{PbO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  中的一种或多种作为副成分。

制作收缩抑制层 47、48, 该抑制层在叠层衬底 30 的烧固条件 (尤其在烧固温度  $1000^\circ\text{C}$  以下) 不烧结, 抑制叠层衬底 30 的衬底平面方向 (X-Y 方向) 的烧固收缩。该收缩抑制层 47、48 的材料是氧化铝粉末和稳定化氧化锆粉末的

混合材料。层 41~48 的厚度为  $10\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$  左右。

在层 41~46 的背面利用图案印刷等方法形成电极 28、57a~58b、71a~73b、74。作为电极 28、71a~73b 等的材料，采用电阻率低且能与介质层 41~46 同时烧固的 Ag、Cu、Ag-Pd 等。电极 28、71a~73b 等的厚度是  $2\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$  左右，通常设定为表皮厚度的 2 倍以上。

在介质层 41 的背面利用图案的方法形成终端电阻 27。作为该终端电阻 27 的材料，采用金属陶瓷、碳、钉等。可在叠层衬底 30 的上表面用印刷方法形成终端电阻 27，也可用片状电阻形成。

在介质层 41~46 和收缩抑制层 48 上利用激光加工或冲孔加工等方法预先形成通路孔用的孔之后，在该孔填充导电糊，从而形成通路孔 18、侧面通路孔 65 和外部端子用通路孔 14a、14b、15a、15b。

电容器电极 71a、71b、72a、72b、73a、73b 分别与电容器电极 57a、57b、58a、58b 对置，将介质层 42~44 夹在中间，构成匹配电容器 71、72、73。这些匹配电容器 71~73、终端电阻 27 和电感 28 与端口 P1~P3、通路孔 14a、14b、15a、15b、18、65 等一起在叠层衬底 30 的内部构成电路。

将上述介质层 41~46 叠置，进而从介质层 41~46 的叠层体的上下两侧用收缩抑制层 47、48 夹入后，进行烧固。由此得到烧结体。然后，利用超声波洗净法或湿式珩磨法去除未烧结的收缩抑制材料，成为图 1 所示的叠层衬底 30。

叠层衬底 30 的底面设置凸起状的外部输入端子 14 和外部输出端子 15，该端子通过使外部输入端子用通路孔 14a、14b 和外部输出端子用通路孔 15a、15b 分别综合为一体而形成。外部输入端子 14 电连接于电容器电极 71a、71b，外部输出端子 15 电连接于电容器电极 72a、72b。然后，将 Ni 镀层作为基底，进行镀 Au。Ni 镀层加强电极的 Ag 与 Au 镀层的粘合强度。Au 镀层优化软钎料的浸润性，而且导电率高，因而能使隔离器 1 损耗低。

通常以母板状态制成该叠层衬底 30。该母板上按规定间距形成半切槽，沿该槽折断，就能从母板得到所需尺寸的镀层衬底 30。或者，也可用冲片机或激光器等切断母板，切出所需尺寸的镀层衬底 30。

这样得到的叠层衬底 30 内部具有匹配电容器 71~73，终端电阻 27 和电感 28。按所需电容值精度制作匹配电容器 71~73。然而，需要修整时，在匹配电容器 71~73 与中心电极 21~23 连接前进行。即，叠层衬底 30 在单体的状态下将内部（第 2 层）的电容器电极 71a、72a、73a 与表层的介质一起修整（去除）。修整时采用例如切削机或 YAG 激光器的基波、2 次谐波、3 次谐波激光。

采用激光器，可得到快速且高精度的加工。也可对母板状态的叠层衬底 30 进行高效修整。

这样，将靠近叠层衬底 30 上表面的电容器电极 71a、72a、73a 作为修整用电容器电极，因而能使修整时去除的介质层厚度最小。而且，成为修整的障碍的电极减少（本第 1 实施形态时仅有端口 P1~P3 和连接电极 31~33），因而可修整的电容器电极区大，能扩大电容量调整范围。

叠层衬底 30 还内置终端电阻 27。与匹配电容器 71~73 相同，终端电阻 27 也与表层的介质一起修整，以便能调整电阻值 R。终端电阻 27 即使在一处宽度细，也使电阻值提高，因而切削到宽度方向的中间为止。

以上的组成部件组装如下。即如图 1 所示，用粘接剂将永久磁铁 9 固定到金属制上壳 4 的顶部。将中心电极组装体 13 的中心电极 21~23 各自的一端 21a、22a、23a 钎焊到叠层衬底 30 表面上形成的端口 P1、P2、P3 上，而且将中心电极 21~23 各自的另一端 21b、22b、23b 钎焊到中心电极用连接电极 31~33 上，从而将中心电极组装体 13 装在叠层衬底 30 上。也可对母板状态的叠层衬底 30 高效地进行中心电极 21~23 的焊接。

叠层衬底 30 置于金属制下壳 8 的底面部 8a 上，并利用钎焊将叠层衬底 30 下表面上设置的接地电极 74 与底面部 8a 固定连接。这样，外部接地端子 16 就便于通过侧面通路孔 65 电连接于终端电阻 27、串联电感 28 和电容器电极 58a、58b。

然后，金属制下壳 8 和金属制上壳 4 各自的侧面部 8b 和 4b 用钎焊等方法进行结合，从而构成金属壳，作为磁轭起作用。即，该金属壳形成磁路，包围永久磁铁 9、中心电极组装体 13 和叠层衬底 30。又，永久磁铁 9 对铁氧体 20 施加直流磁场。

这样，就得到三端口型隔离器 1。图 3 是隔离器 1 的等效电路图。第 1 中心电极 21 的一端 21a 通过输入端口 P1 电连接于外部输入端子 14。第 1 中心电极 21 的另一端 21b 通过中心电极用连接电极 31 电连接于外部接地端子 16。外部输入端子 14 与外部接地端子 16 之间电连接匹配电容器 71。

第 2 中心电极 22 的一端 22a 通过输出端口 P2 电连接于外部输出端子 15。该电极 22 与匹配电容器 72 形成 LC 并联谐振电路，在该 LC 谐振电路与外部接地端子 16 之间电连接串联电感 28。

第 3 中心电极 23 的一端 23a 电连接于第 3 端口 P3。该电极 23 的另一端 23b 通过中心电极用连接电极 33 电连接于外部接地端子 16。在第 3 端口 P3 与地线

之间电连接由匹配电容器 73 和终端电阻 27 组成的并联 RC 电路。即，第 1 中心电极 21 和第 3 中心电极 23 各自的另一端 21b、23b 电连接于外部接地端子 16，是公共电位。另一方面，第 2 中心电极 22 的另一端 22b 通过串联电感 28 电连接于外部接地端子 16，与另一端 21b、23b 不是公共电位，非共用端。

如上所述构成的三端口型隔离器 1 在输出端口 P2 与地线之间，在由中心电极 22 和匹配电容器 72 组成的 LC 并联谐振电路上连接串联电感 28。该 LC 并联谐振电路和串联电感 28 的电路形成陷波电路，并将其谐振频率（陷波频率）设定在工作频率  $f$  的 1.5 倍以上、3.5 倍以下的范围内。于是，利用该陷波电路，能加大通信装置的工作频率  $f$  的 2 倍频（ $2f$ ）和 3 倍频（ $3f$ ）的衰减量，不使插入损耗和反射损耗特性劣化。

图 4、图 5、图 6、图 7 和图 8 分别是示出本实施形态 1 的三端口型隔离器 1 的隔离特性、插入损耗特性、输入反射损耗特性、输出反射损耗特性和衰减特性的曲线（实施例 1 参照实线）。为了比较，图 4~图 8 一起记载图 12 所示的已有的三端口型隔离器 100 的特性（比较例 1 参照虚线）。表 1-1 示出本实施形态 1（实施例 1）的三端口型隔离器 1 和图 12、图 13 所示的已有的三端口型隔离器 100（比较例 1）、120（比较例 2）各自的第 1~第 3 中心电极的电感  $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$  和匹配电容器的电容  $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$  以及电感器的电感  $L4$  的数值。

终端电阻的电阻值  $R$  均为  $65\ \Omega$ 。表 1-1 中的中心电极的电感为假设相对导磁率为 1 时中心电极实质上的自感，实际上该电感值乘以铁氧体等的有效导磁率才是电感  $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 。

【表 1-1】

	第 1 和第 2 中心电极 21、22 的自感	第 3 中心电极 23 的自感	C1	C2	C3	L4
比较例 1	1.0nH	0.7nH	10.4pF	10.4pF	15.0pF	—
比较例 2	1.0nH	0.7nH	10.4pF	9.1pF	15.0pF	0.4nH
实施例 1	1.0nH	0.7nH	10.4pF	10.4pF	15.0pF	0.4nH

【表 1-2】

	输入反射 损 耗 (dB)	插入损耗 (dB)	隔离度 (dB)	输出反射 损耗 (dB)	2 倍频衰 减 量 (dB)	3 倍频衰 减 量 (dB)
比较例 1	15.2	0.66	12.8	15.7	16.0	21.0
比较例 2	15.1	0.69	12.8	15.3	19.5	31.0
实施例 1	15.2	0.66	12.8	15.8	19.1	29.1

这里，用以下的式（1）和式（2）表示图 13 所示已有的三端口型隔离器 120（比较例 2）的匹配电容器 106 和电感器 121 组成的陷波电路的导纳 Y 和谐振频率 f（0）。

$$Y = j(\omega C_2) / j(\omega^2 L_4 C_2 - 1) \quad \dots\dots (1)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f(0) = 1 / \{2\pi(L_4 C_2)^{1/2}\} \quad \dots\dots (2)$$

该比较例 2 中，由上述式（1）可知，9.1pF 的匹配电容器 106 和 0.4nH 的电感器 121 组成的串联谐振电路的导纳 Y 在 893MHz~960MHz 的频带，其值大致等于 10.4pF 的电容器的导纳。于是，由上述式（2）可知，该串联谐振电路的谐振频率 f（0）在 2.7GHz 附近。

另一方面，用以下的式（3）和式（4）表示本实施形态 1 的三端口型隔离器 1（实施例 1）中由中心电极 22、匹配电容器 72 和串联电感 28 组成的陷波电路的阻抗 Z 以及谐振频率 f（0）。

$$Z = j\{\omega L_4 - \omega L_2 / (\omega^2 L_2 C_2 - 1)\} \quad \dots\dots (3)$$

$$f(0) = 1 / 2\pi \cdot [ \{ (L_2 / L_4) + 1 \} / (L_2 C_2) ]^{1/2}$$

$$= 1 / 2\pi \cdot [ 1 / C_2 \cdot \{ (1 / L_2) + (1 / L_4) \} ]^{1/2} \quad \dots\dots$$

(4)

因此，例如有效导磁率为 2 时，采用表 1-1 中的中心电极 22 的自感、匹配电容器的电容量 C2 和串联电感 28 的电感量 L4 的数值，由式（4）可知，陷波电路的谐振频率为 2.7GHz。这时，电感 L2 的值为第 2 中心电极 22 的自感乘以有效导磁率 2 所得的值。

表 1-2 汇总实施例 1 和比较例 1、2 各自的三端口型隔离器 1、100、120 在工作频率 893MHz~960MHz 频段中的最差值、2 倍频（1786MHz~1920MHz）的衰减量和 3 倍频（2679MHz~2880MHz）的衰减量。

由于叠层衬底 30 内置匹配电容器 71~73 和串联电感 28，能减少匹配电容

器 71~73 和串联电感 28 相互间钎焊的焊接点数, 取得连接可靠性高的隔离器 1。而且可减少部件数和制造工数, 所以隔离器 1 成本低。

#### 实施形态 2 (图 9 和图 10)

如图 9 所示, 实施形态 2 的三端口型隔离器 1A 相当于所述实施形态 1 的三端口型隔离器 1 中, 输入端由中心电极 21 和匹配电容器 71 组成的 LC 并联谐振电路上进一步电连接串联电感 29。与串联电感 28 相同, 串联电感 29 也配置在叠层衬底 30 的内部。即, 第 3 中心电极 23 的另一端 23b 电连接于外部接地端子 16。另一方面, 第 1 中心电极 21 和第 2 中心电极 22 各自的另一端 21b、22b 则通过串联电感 29、28 电连接于外部接地端子 16, 另一端 21b、22b、23b 都不是公共电位, 非共用端。

然后, 设定串联电感 28 的电感值  $L_4$ , 使由中心电极 22、匹配电容器 72 和串联电感 28 组成的陷波电路的谐振频率 (陷波频率) 在 3 倍频 ( $3f$ ) 附近。又设定串联电感 29 的电感值  $L_5$ , 使中心电极 21、匹配电容器 71 和串联电感 29 组成的陷波电路的谐振频率 (陷波频率) 在 2 倍频 ( $2f$ ) 附近。

本实施例 2 中, 将电感值  $L_4$  设定为  $0.8\text{nH}$ , 将电感值  $L_5$  设定为  $0.3\text{nH}$ 。这样, 2 倍频 ( $2f$ ) 的衰减量即为  $33.8\text{dB}$ 。3 倍频 ( $3f$ ) 的衰减量为  $29.2\text{dB}$ , 比上述实施形态 1 的隔离器 1, 衰减量得到改善。图 10 是示出三端口型隔离器 1A 的衰减特性的曲线 (实施例 2 参照实线)。为了比较, 图 10 中一起记载图 12 所示的三端口型隔离器 100 的特性 (参照比较例 1 的虚线)。

#### 实施形态 3 (图 11)

实施形态 3 以便携式电话为例说明本发明的通信装置。

图 11 是便携电话 220 的射频 (RF) 部分的电路框图。图 11 中, 222 是天线元件, 223 是双工器, 231 是发送端隔离器, 232 是发送端放大器, 233 是发送端级间带通滤波器, 234 是发送端混频器, 235 是接收端放大器, 236 是接收端级间带通滤波器, 237 是接收端混频器, 238 是压控振荡器 (VCO), 239 是本机带通滤波器。

这里, 作为发送端隔离器 231, 可用上述实施形态 1 或 2 的三端口型隔离器 1、1A。通过安装这些隔离器, 能实现频率特性改善而可靠性高的便携式电话。

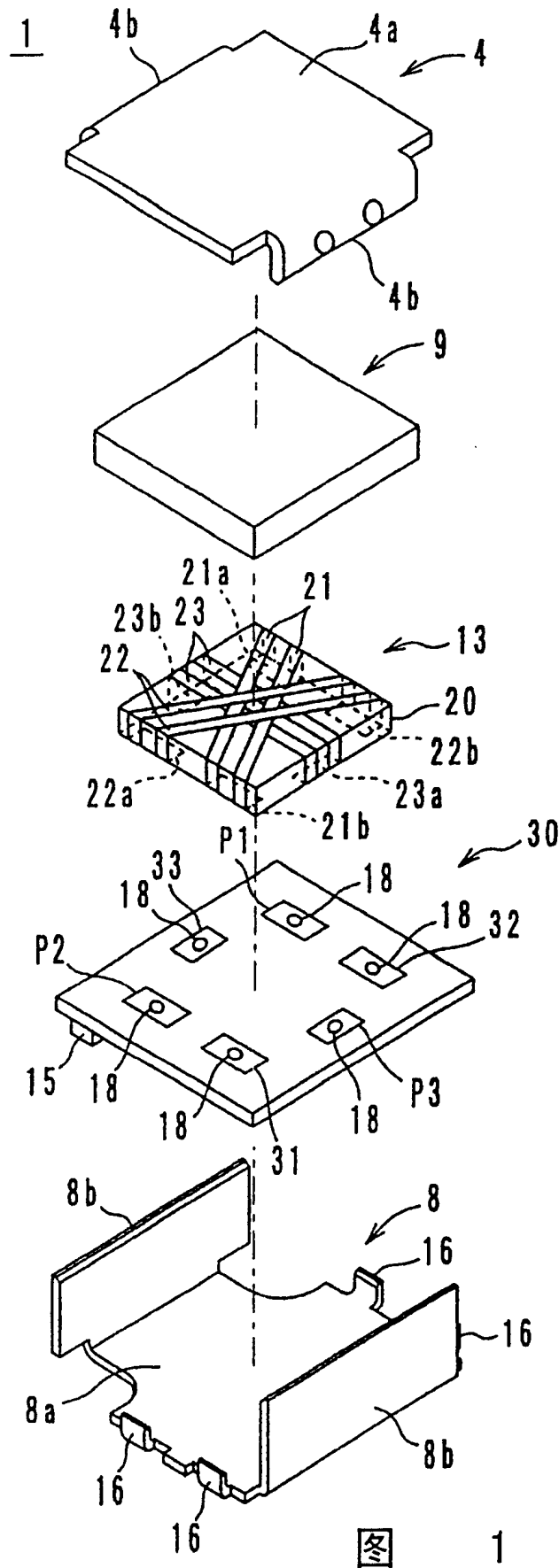
#### 其他实施形态

本发明不限于上述实施形态, 在其要旨范围内可作种种变换。例如, 使永久磁铁 9 的 N 极和 S 极对调, 则改换输入端口 P1 和输出端口 P2。上述实施形态在叠层衬底内置电感 28, 但也可用片状电感器或空心线圈构成电感 28。还

可用单板电容器构成匹配电容器 71~73。

又可将第 1 中心电极 21、第 2 中心电极 22 和第 3 中心电极 23 的另一端 21b、22b、23b 分别通过串联电感电连接于外部接地端子 16。这时，另一端子 21b、22b、23b 都不是公共电位，非共用端。

以上的说明中可知，采用本发明，由中心电极和匹配电容器组成的 LC 并联谐振电路连接串联电感，构成陷波电路，因而能加大通信装置工作频率  $f$  的 2 倍频 ( $2f$ ) 和 3 倍频 ( $3f$ ) 的衰减量，不使插入损耗特性和反射损耗特性劣化。结果，能得到性能高、可靠性高而且小型的三端口型非可逆电路元件和通信装置。



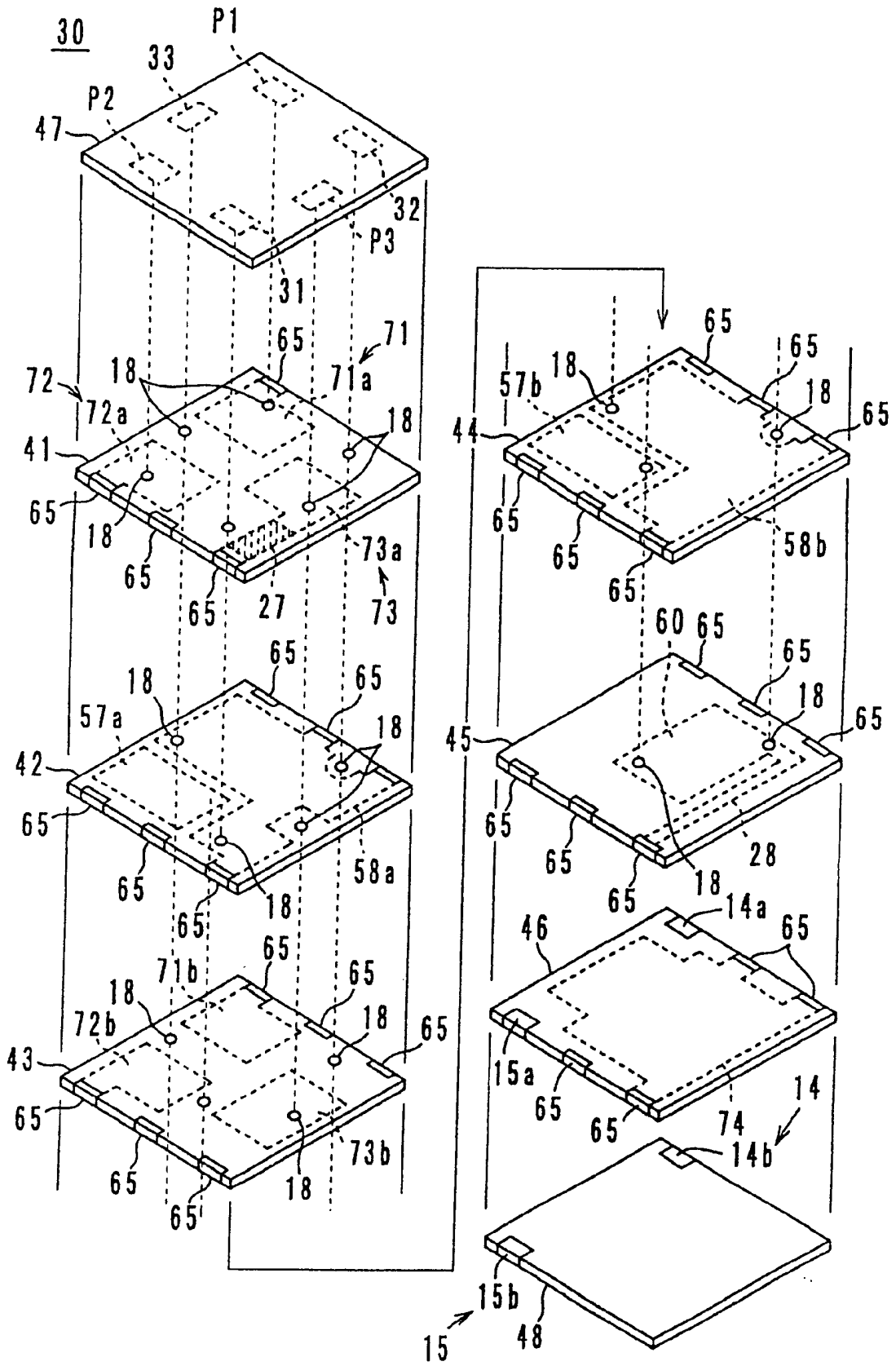


图 2

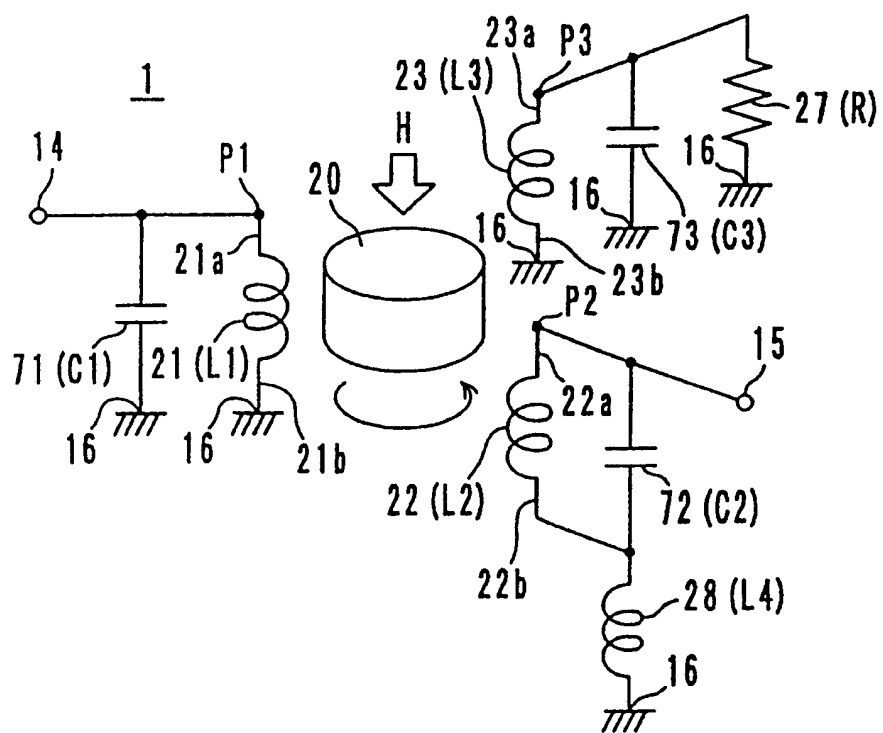


图 3

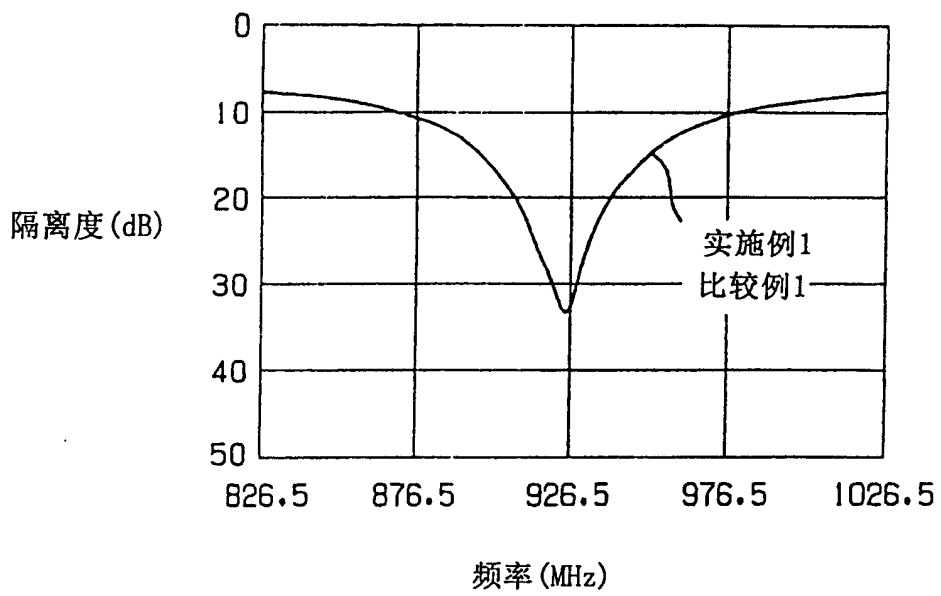


图 4

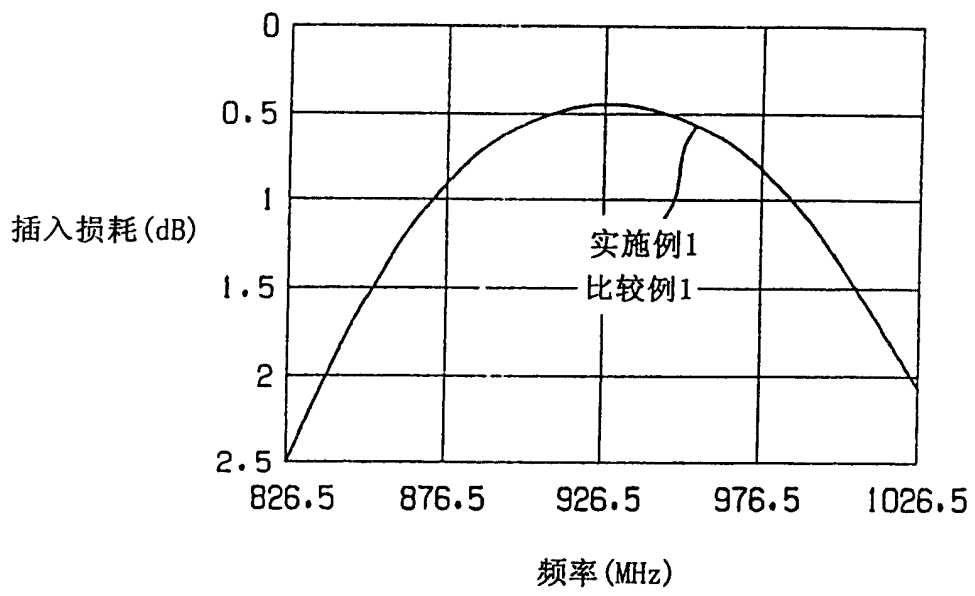


图 5

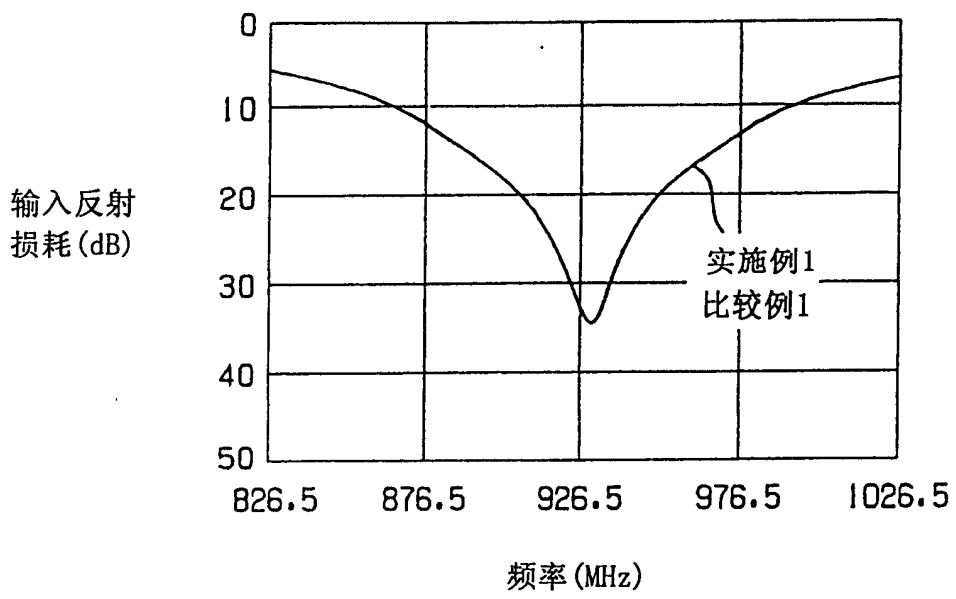


图 6

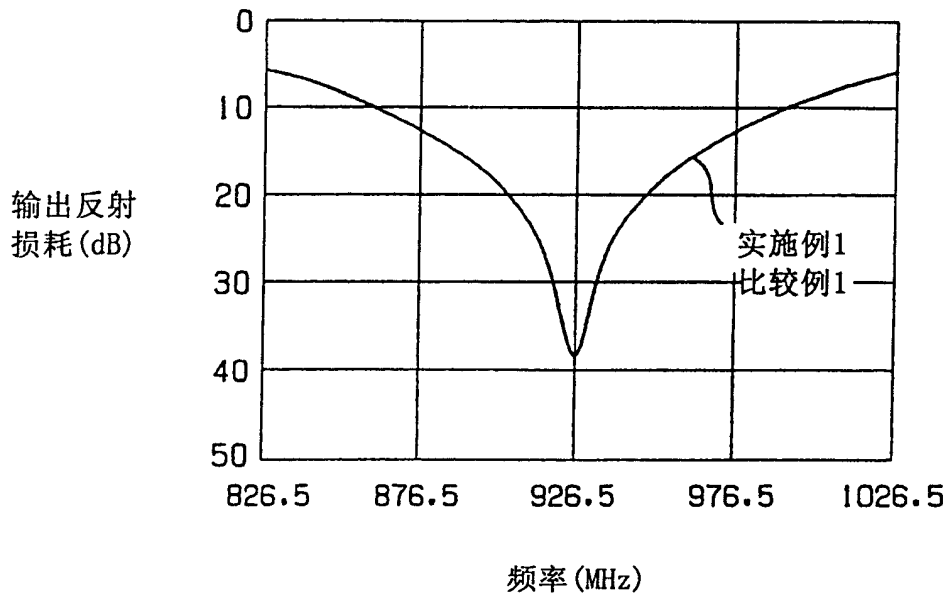


图 7

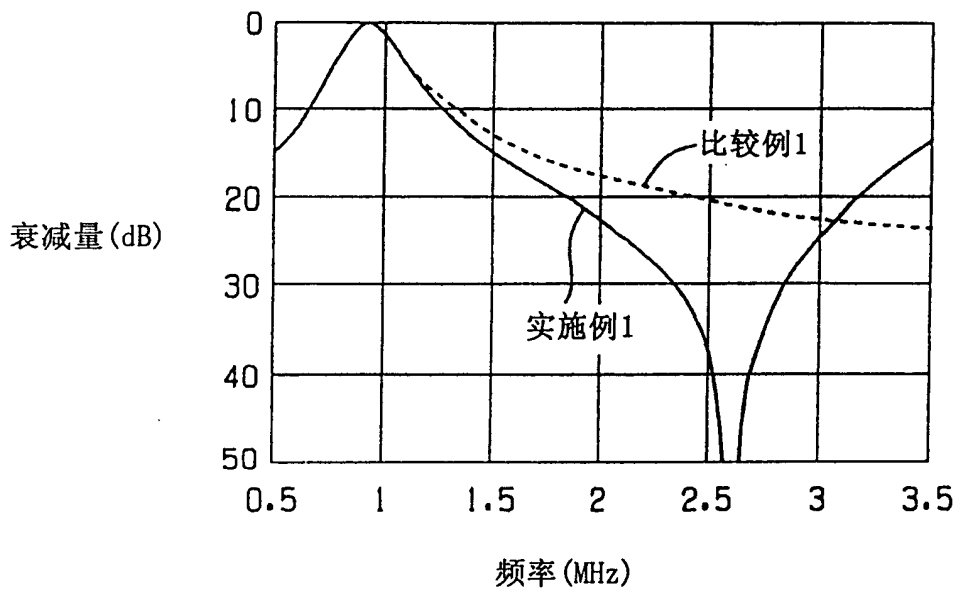


图 8

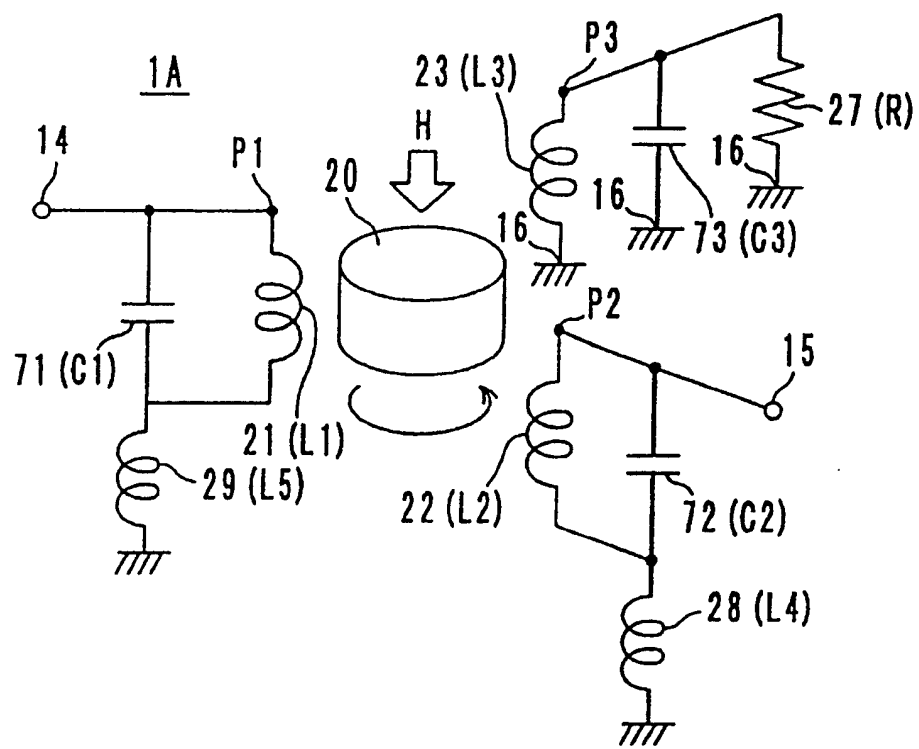


图 9

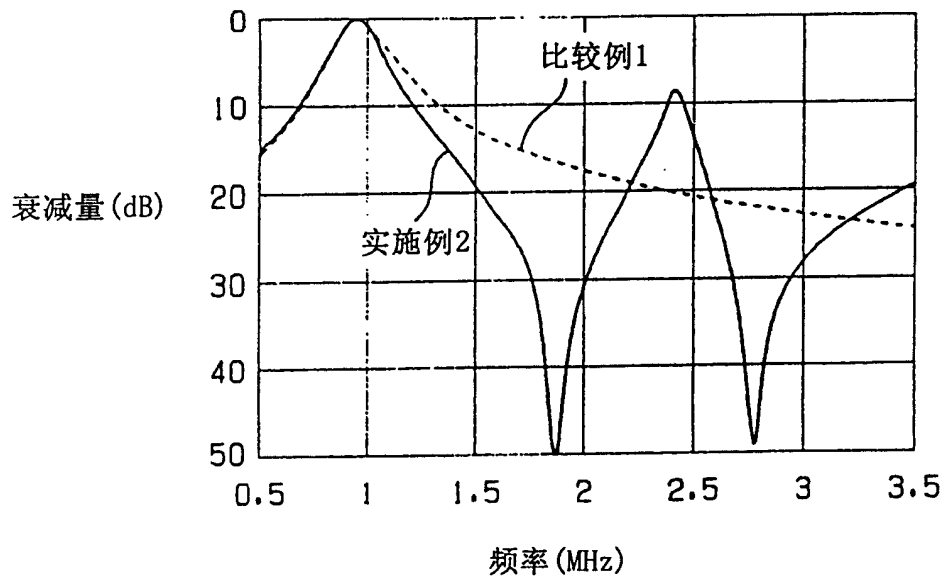


图 10

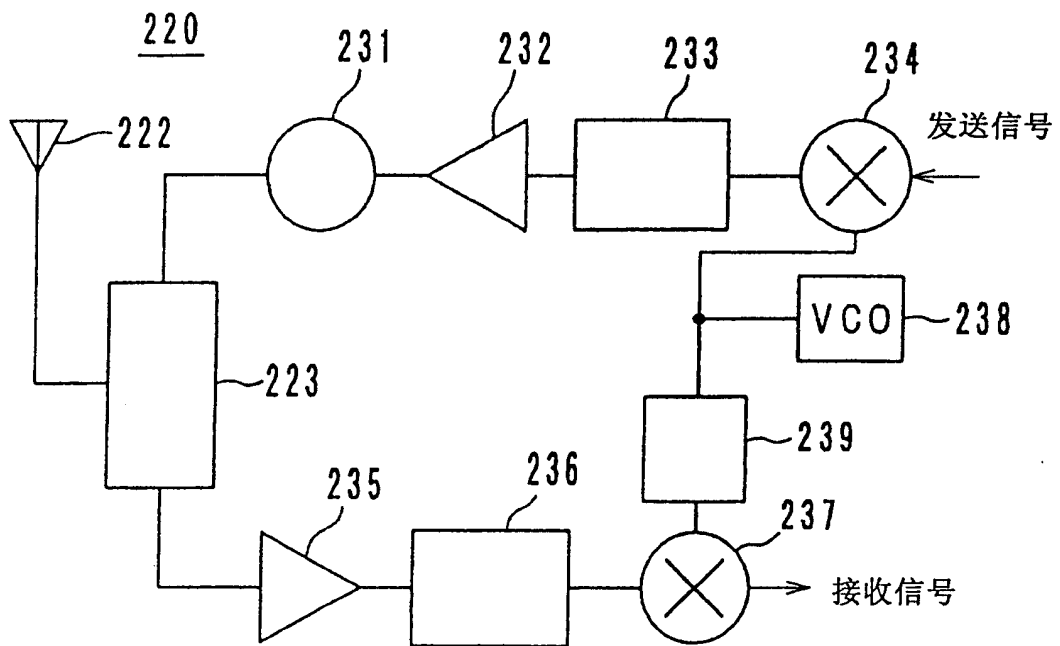


图 11

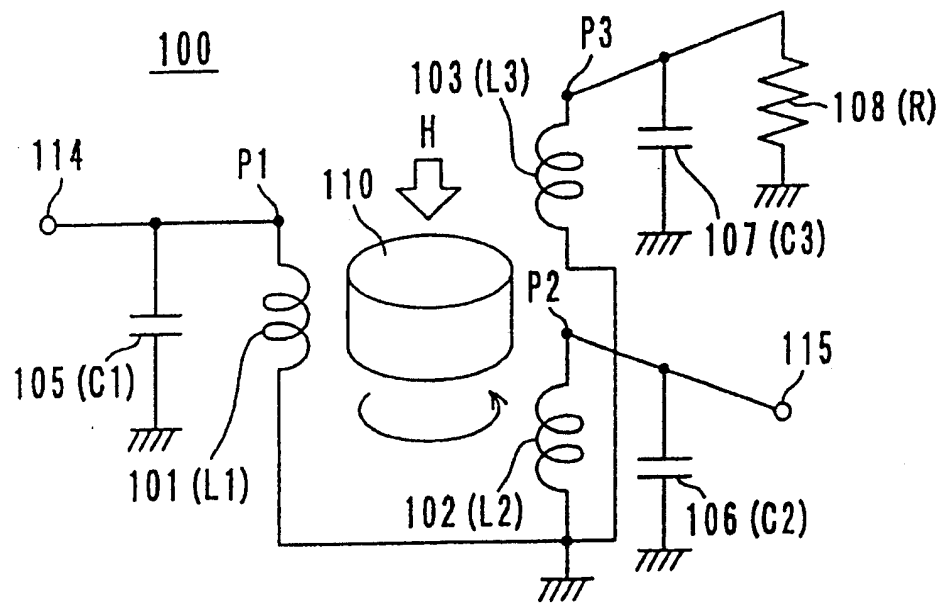


图 12

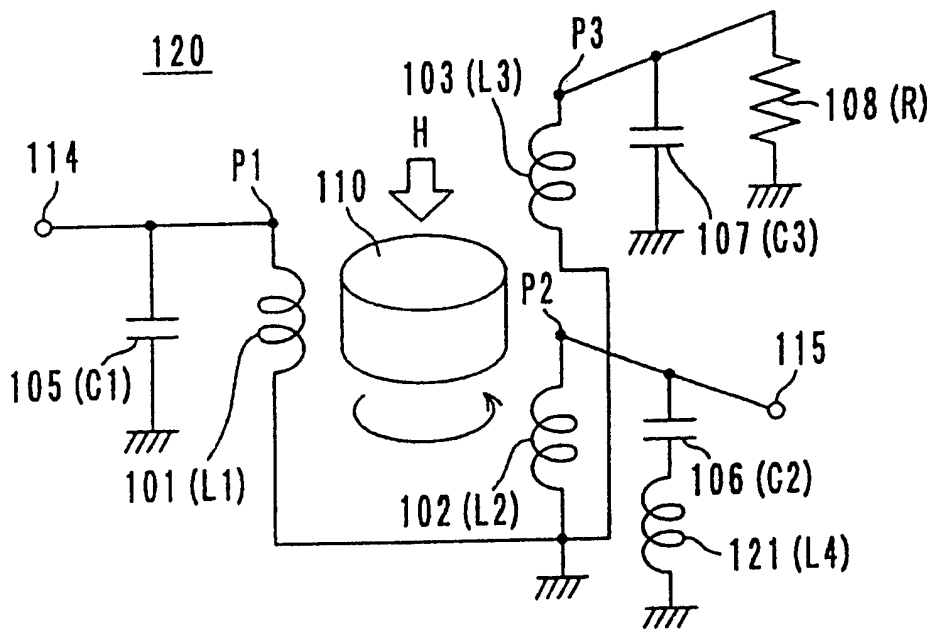


图 13

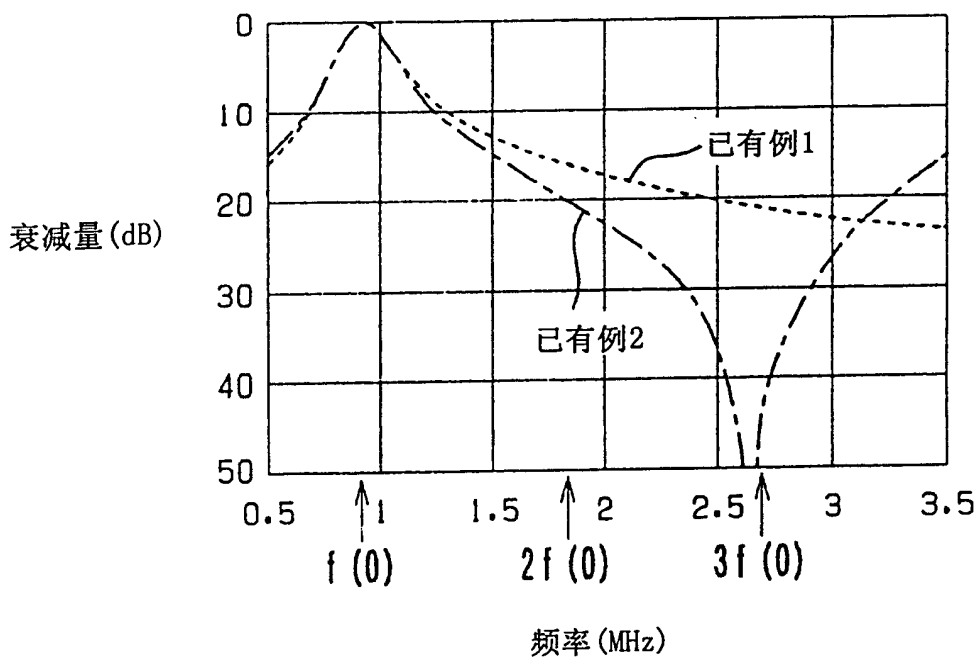


图 14

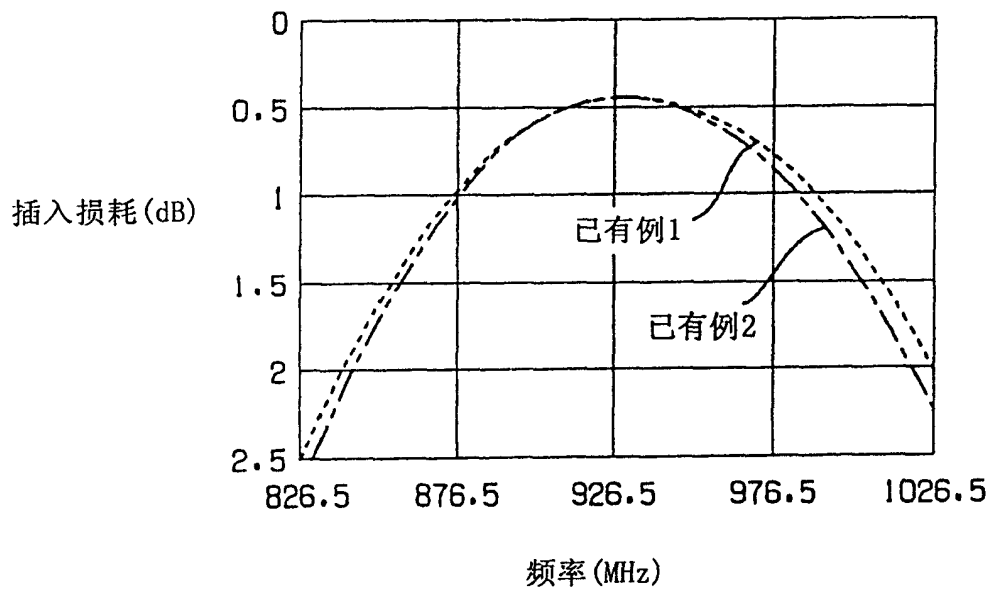


图 15

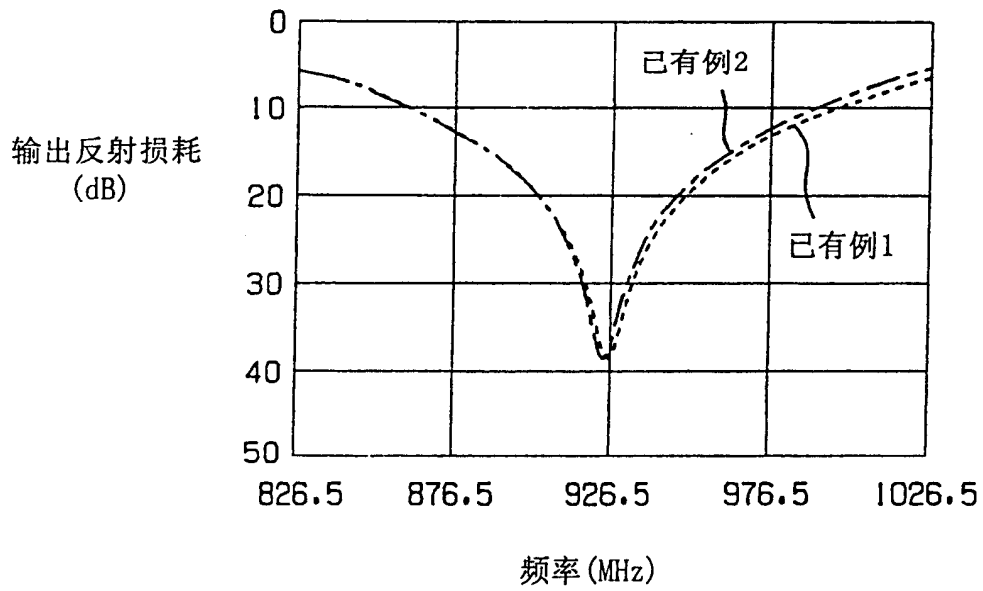


图 16