

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01Q 7/00 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780000708.5

[43] 公开日 2008年12月24日

[11] 公开号 CN 101331651A

[22] 申请日 2007.3.6

[21] 申请号 200780000708.5

[30] 优先权

[32] 2006.4.14 [33] JP [31] 112352/2006

[32] 2006.9.20 [33] JP [31] 254153/2006

[32] 2006.11.17 [33] JP [31] 311546/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/054242 2007.3.6

[87] 国际公布 WO2007/119310 日 2007.10.25

[85] 进入国家阶段日期 2008.1.14

[71] 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 加藤登

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
代理人 沈昭坤

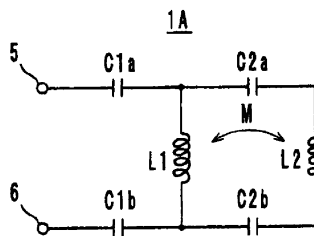
权利要求书2页 说明书16页 附图24页

[54] 发明名称

天线

[57] 摘要

得到能确保小型且宽带的天线。该天线具备相互磁耦合的电感元件(L1)、(L2)，并且包含由电感元件(L1)和电容元件(C1a)、(C1b)组成的LC串联谐振电路；以及由电感元件(L2)和电容元件(C2a)、(C2b)组成的LC串联谐振电路。将多个LC串联谐振电路用于辐射电波，且用作使从馈电端子(5)、(6)看馈电侧的阻抗(50Ω)与自由空间的辐射阻抗(377Ω)得到阻抗匹配的匹配电路的电感。



|            |            |
|------------|------------|
| L1         | L2         |
| Q:100      | Q:100      |
| F:0.760GHz | F:0.760GHz |
| M:1        | M:1        |

1、一种天线，具备馈电端子、以及电感值互不相同的至少 2 个电感元件，其特征在于，

将所述电感元件用于辐射电波，同时还作为使从所述馈电端子看馈电侧的阻抗与自由空间的辐射阻抗得到阻抗匹配的匹配电路的电感来使用。

2、如权利要求 1 中所述的天线，其特征在于，

还具备电容元件，并由该电容元件和所述电感元件构成多个谐振电路。

3、一种天线，具备馈电端子、以及多个谐振电路，其特征在于，

将所述多个谐振电路用于辐射电波，同时还作为使从所述馈电端子看馈电侧的阻抗与自由空间的辐射阻抗得到阻抗匹配的匹配电路的电感来使用。

4、如权利要求 3 中所述的天线，其特征在于，

所述多个谐振电路由电容元件和电感元件构成。

5、如权利要求 3 或 4 中所述的天线，其特征在于，

将所述多个谐振电路与所述馈电端子直接电连接、或者通过集总常数型电容或电感电连接。

6、如权利要求 3 至 5 中任一项所述的天线，其特征在于，

所述多个谐振电路中相邻的谐振电路的耦合系数至少大于等于 0.1。

7、如权利要求 3 至 6 中任一项所述的天线，其特征在于，

构成多个谐振电路的电感元件由按往单轴方向排列的线状电极图案构成。

8、如权利要求 3 至 7 中任一项所述的天线，其特征在于，

所述馈电端子与电容元件电连接。

9、如权利要求 8 中所述的天线，其特征在于，

在叠层衬底上形成连接所述馈电端子的电容元件。

10、如权利要求 3 至 9 中任一项所述的天线，其特征在于，

将所述多个谐振电路形成在叠层衬底上。

11、一种天线，具备第 1 和第 2 馈电端子、以及多个谐振电路，其特征在于，具备：

包含第 1 电感元件和与其两端电连接的第 1 电容元件和第 2 电容元件的第 1 LC 串联谐振电路；以及

包含第 2 电感元件和与其两端电连接的第 3 电容元件和第 4 电容元件的第 2 LC 串联谐振电路，

所述第 1 和第 2 电感元件相互磁耦合，

将所述第 1 电感元件的一端通过所述第 1 电容元件与所述第 1 馈电端子电连接，另一端通过所述第 2 电容元件与所述第 2 馈电端子电连接，并且

将所述第 2 电感元件的一端通过所述第 3 电容元件和第 1 电容元件与所述第 1 馈电端子电连接，另一端通过所述第 4 电容元件和第 2 电容元件与所述第 2 馈电端子电连接。

## 天线

### 技术领域

本发明涉及天线，尤其涉及小型且宽带的表面安装型天线。

### 背景技术

以往，作为用于便携电话等的移动通信的小型天线，专利文献1已揭示一种螺旋天线，其中在细长的绝缘主体部将激励线圈卷绕成螺旋状，且同时在主体部以与该激励线圈相邻的方式将第1、第2无馈电线圈卷绕成螺旋状，从而可在2个频段进行工作。

然而，上述螺旋天线，其可工作的2个频段的间隔离开大于等于几百兆赫(MHz)，不能使2个频段靠近在小于等于100兆赫的近处。而且，1个频段的带宽虽然比用单一线圈形成的螺旋天线大，但还不能确保足够的带宽。

专利文献1：特开2003-37426号公报

因此，本发明的目的在于提供一种能确保小型且宽带的的天线。

### 发明内容

为了达到上述目的，第1发明的天线，具备馈电端子、以及具有不相同的电感值的至少2个电感元件，其中，将所述电感元件用于辐射电波，同时还作为使从所述馈电端子看馈电侧的阻抗与自由空间的辐射阻抗得到阻抗匹配的匹配电路的电感来使用。

第1发明的天线中，通过将电感值互不相同的至少2个电感元件用作匹配电路的电感，使连接馈电端子的设备的阻抗与空间的阻抗 $377\Omega$ 能在宽带中实质上得到匹配，从而完成小型且宽带的天线，并能做成表面安装型。

第2发明的天线，具备馈电端子、以及多个谐振电路的天线，其中，将所述多个谐振电路用于辐射电波，同时还作为使从所述馈电端子看馈电侧的阻抗

与自由空间的辐射阻抗得到阻抗匹配的匹配电路的电感来使用。

第2发明的天线中，通过将用于辐射电波的多个谐振电路的电感分量用作匹配电路的电感，使连接馈电端子的设备的阻抗与空间的阻抗  $377\Omega$  能在宽带实质上得到匹配，从而完成小型且宽带的天线，并能做成表面安装型。

第2发明中，多个谐振电路可由电容元件和电感元件构成。这时，最好将多个谐振电路与馈电端子直接电连接、或者通过集总常数型电容或电感电连接。而且，最好多个谐振电路中相邻的谐振电路的耦合系数至少大于等于0.1。

又，最好构成多个谐振电路的电感元件能由按往单轴方向排列的线状电极图案构成。作为电涌的对策，最好在馈电端子与电容元件电连接，将该电容元件形成在叠层衬底上，则小型化不受损。将多个谐振电路形成在叠层衬底上，则进一步促进小型化，容易利用叠层工艺法制造。

第3发明的天线，具备第1和第2馈电端子、以及多个谐振电路的天线，其中，具备包含第1电感元件和与其两端电连接的第1和第2电容元件的第1LC串联谐振电路、以及包含第2电感元件和与其两端电连接的第3和第4电容元件的第2LC串联谐振电路，

第1和第2电感元件相互磁耦合，将第1电感元件的一端通过第1电容元件与第1馈电端子电连接，另一端通过第2电容元件与第2馈电端子电连接，并且

将第2电感元件的一端通过第3和第1电容元件与第1馈电端子电连接，另一端通过第4和第2电容元件与第2馈电端子电连接。

第3发明中，将第1和第2LC串联谐振电路用于辐射电波，而且第1和第2电感元件作为匹配电路的电感起作用，能使第1和第2馈电端子连接的设备的阻抗与空间的阻抗  $377\Omega$  在宽带中实质上匹配。而且，各元件能方便地叠层结构化，完成小型且宽带的表面安装型天线。

根据本发明，用于辐射电波的多个电感元件或多个谐振电路中，能使连接馈电端子的设备的阻抗与空间的阻抗  $377\Omega$  在宽带中实质上匹配，不必另行设置匹配电路，而能得到小型且宽带的天线。

## 附图说明

图 1 是实施例 1 的天线的等效电路图。

图 2 是示出实施例 1 的天线的叠层结构的俯视图。

图 3 是示出第 1 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 4 是示出第 1 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 5 是示出第 1 实施例的天线的方向性的 X-Y 平面的方向性图。

图 6 是示出第 1 实施例的天线的阻抗的史密斯圆图。

图 7 是实施例 2 的天线的等效电路图。

图 8 是示出实施例 2 的天线的叠层结构的俯视图。

图 9 是示出第 2 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 10 是实施例 2 的天线的电路变换后的等效电路图。

图 11 是实施例 3 的天线的等效电路图。

图 12 是示出实施例 3 的天线的外观的立体图。

图 13 是示出第 3 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 14 是实施例 4 的天线的等效电路图。

图 15 是示出实施例 4 的天线的叠层结构的俯视图。

图 16 是示出第 4 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 17 是实施例 5 的天线的等效电路图。

图 18 是示出实施例 5 的天线的叠层结构的俯视图。

图 19 是实施例 6 的天线的等效电路图。

图 20 是示出实施例 6 的天线的叠层结构的俯视图。

图 21 是其它实施例的天线的等效电路图。

图 22 是实施例 7 的天线的等效电路图。

图 23 是示出第 7 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 24 是实施例 8 的天线的等效电路图。

图 25 是示出第 8 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 26 是实施例 9 的天线的等效电路图。

图 27 是示出第 9 实施例的天线的反射特性的曲线图。

图 28 是实施例 10 的天线的等效电路图。

图 29 是示出实施例 10 的天线的叠层结构的俯视图。

图 30 是示出实施例 10 的天线的反射特性的曲线图。

图 31 是实施例 11 的天线的等效电路图。

图 32 是示出第 11 实施例的天线的反射特性的曲线图。

### 具体实施方式

下面，参照附图说明本发明的天线的实施例。

#### 实施例 1(参照图 1~图 7)

如图 1 中作为等效电路所示，实施例 1 的天线 1A 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感  $M$  表示)的电感元件  $L1$ 、 $L2$ ，并将电感元件  $L1$  通过电容元件  $C1a$ 、 $C1b$  与馈电端子 5、6 连接，而且通过电容元件  $C2a$ 、 $C2b$  与电感元件  $L2$  并联。换句话说，此谐振电路构成包含由电感元件  $L1$  和电容元件  $C1a$ 、 $C1b$  组成的 LC 串联谐振电路以及由电感元件  $L2$  和电容元件  $C2a$ 、 $C2b$  组成的 LC 串联谐振电路。

包含上述电路组成的天线 1A 由图 2 中作为一个例子示出的叠层结构组成，是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 11a~11i 后得到的器件。即，在陶瓷片 11a 上形成馈电端子 5、6 和通路孔导体 19a、19b，在陶瓷片 11b 上形成电容器电极 12a、12b，在陶瓷片 11c 上形成电容器电极 13a、13b 和通路孔导体 19c、19d，在陶瓷片 11d 上形成电容器电极 14a、14b 和通路孔导体 19c、19d、19e、19f。

又，在陶瓷片 11e 上形成连接用导体图案 15a、15b、15c 和通路孔导体 19d、19g、19h、19i。在陶瓷片 11f 上形成导体图案 19a、17a 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。在陶瓷片 11g 上形成导体图案 16b、17b 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。在陶瓷片 11h 上形成导体图案 16c、17c 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。又，在陶瓷片 11i 上形成导体图案 16d、17d。

通过层叠上述陶瓷片 11a~11i，以通路孔导体 19j 为中介连接导体图案 16a~16d，形成电感元件  $L1$ ，并以通路孔导体 19k 为中介连接导体图案 17a~

17d, 形成电感元件 L2。电容元件 C1a 由电极 12a、13a 构成, 电容元件 C1b 由电极 12b、13b 构成。电容元件 C2a 由电极 13a、14a 构成, 电容元件 C2b 由电极 13b、14b 构成。

然后, 将电感元件 L1 的一端通过通路孔导体 19g、连接用导体图案 15c、通路孔导体 19c 连接到电容器电极 13a, 另一端通过通路孔导体 19d 连接到电容器电极 13b。将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 19i、连接用导体图案 15a、通路孔导体 19e 连接到电容器电极 14a, 另一端通过通路孔导体 19h、连接用导体图案 15b、通路孔导体 19f 连接到电容器电极 14b。

又, 将馈电端子 5 通过通路孔导体 19a 与电容器电极 12a 连接, 将馈电端子 6 通过通路孔导体 19b 与电容器电极 12b 连接。

在包含上述组成的天线 1A 中, 包含相互磁耦合的电感元件 L1、L2 的 LC 串联谐振电路产生谐振, 电感元件 L1、L2 作为辐射元件起作用。而且, 电感元件 L1、L2 通过电容元件 C2a、C2b 耦合, 从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

相邻的电感元件 L1、L2 的耦合系数 k 用  $k^2 = M^2/(L1 \times L2)$  表示, 最好大于等于 0.1, 本实施例 1 中为实质上 0.8975。设定电感元件 L1、L2 的电感值和电感元件 L1 与电感元件 L2 的磁耦合的程度(互感 M), 以便得到希望的带宽。而且, 将电容元件 C1a、C1b、C2a、C2b 和电感元件 L1、L2 组成的 LC 谐振电路作为集总常数谐振电路加以构成, 所以作为叠层型, 能小型化, 并且不容易受来自其它元件的影响。又, 由于馈电端子 5、6 中介入电容元件 C1a、C1b, 因此能切断低频电涌, 从而能保护设备免受电涌。

而且, 将多个 LC 串联谐振电路形成在叠层衬底上, 所以能做到可在便携电话等的电路板上进行表面安装的小型天线, 也能用作 RFID (Radio Frequency Identification: 射频标识) 系统中使用的无线 IC 器件的天线。

本发明人根据图 1 所示等效电路的模拟结果, 在天线 1A 中能得到图 3 所示的反射特性。从图 3 判明, 在中心频率为 760 兆赫且 700 兆赫~800 兆赫的宽带中得到大于等于 -10 分贝(dB)的反射特性。此外, 后面阐述的实施例 2 中, 详述这样得到宽带反射特性的理由。



图 4 示出天线 1A 的方向性, 图 5 示出 X-Y 平面的方向性。X 轴、Y 轴、Z 轴对应于图 2 和图 4 所示的箭头号 X、Y、Z。图 6 是示出阻抗的史密斯圆图。

#### 实施例 2(参照图 7~图 9)

如图 7 中作为等效电路所示, 实施例 2 的天线 1B 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感  $M$  表示)的电感元件  $L1$ 、 $L2$ , 并将电感元件  $L1$  的一端通过电容元件  $C1$  与馈电端子 5 连接, 而且通过电容元件  $C2$  与电感元件  $L2$  连接。还将电感元件  $L1$ 、 $L2$  的另一端分别与馈电端子 6 直接连接。换句话说, 此谐振电路构成包含由电感元件  $L1$  和电容元件  $C1$  组成的 LC 串联谐振电路、以及由电感元件  $L2$  和电容元件  $C2$  组成的 LC 串联谐振电路。设定电感元件  $L1$ 、 $L2$  的电感值和电感元件  $L1$  与电感元件  $L2$  的磁耦合的程度(互感  $M$ ), 以便得到希望的带宽。

包含上述电路组成的天线 1B 由图 8 中作为一个例子示出的叠层结构组成, 是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 11a~11i 后得到的器件。即, 在陶瓷片 11a 上形成馈电端子 5、6 和通路孔导体 19a、19b, 在陶瓷片 11b 上形成电容器电极 12a 和通路孔导体 19m, 在陶瓷片 11c 上形成电容器电极 13a 和通路孔导体 19c、19m, 在陶瓷片 11d 上形成电容器电极 14a、14b 和通路孔导体 19c、19e、19m。

又, 在陶瓷片 11e 上形成连接用导体图案 15a、15b、15c 和通路孔导体 19d、19g、19h、19i。在陶瓷片 11f 上形成导体图案 19a、17a 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。在陶瓷片 11g 上形成导体图案 16b、17b 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。在陶瓷片 11h 上形成导体图案 16c、17c 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。又, 在陶瓷片 11i 上形成导体图案 16d、17d。

通过层叠上述陶瓷片 11a~11i, 以通路孔导体 19j 为中介连接导体图案 16a~16d, 形成电感元件  $L1$ , 并以通路孔导体 19k 为中介连接导体图案 17a~17d, 形成电感元件  $L2$ 。电容元件  $C1$  由电极 12a、13a 构成, 电容元件  $C2$  由电极 13a、14a 构成。

然后, 将电感元件  $L1$  的一端通过通路孔导体 19g、连接用导体图案 15c、

通路孔导体 19c 连接到电容器电极 13a, 另一端通过通路孔导体 19d、连接用导体图案 15b、通路孔导体 19m、19b 连接到馈电端子 6。而且, 将电容器电极 12a 通过通路孔导体 19a 连接到馈电端子 5。

另一方面, 将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 19i、连接用导体图案 15a、通路孔导体 19e 连接到电容器电极 14a, 另一端通过通路孔导体 19h、连接用导体图案 15b、通路孔导体 19m、19b 连接到馈电端子 6。利用连接用导体图案 15b 分别连接电感元件 L1、L2 的另一端。

在包含上述组成的天线 1B 中, 包含相互磁耦合的电感元件 L1、L2 的 LC 串联谐振电路产生谐振, 电感元件 L1、L2 作为辐射元件起作用。而且, 电感元件 L1、L2 通过电容元件 C2 耦合, 从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

本发明人根据图 7 所示等效电路进行模拟的结果, 天线 1B 中得到图 9 所示的反射特性。

下面, 详述实施例 2 的天线 1B 得到宽带反射特性的情况。参照图 10, 该图(A)示出本天线 1B 的电路组成, 将包含电感元件 L1、电容元件 C2、电感元件 L2 的  $\pi$  形电路部分变换成 T 形电路后的电路组成为该图(B)。该图(B)中,  $L1 < L2$  时, 根据互感 M 的大小, 形成  $L1 - M \leq 0$ 。这里,  $L1 - M = 0$  时, 该图(B)所示的电路能变换成该图(C)所示的电路。 $L1 - M < 0$  时, 该图(C)所示电路的电容 C2 为 C2'。这样作电路变换后的该图(C)所示的电路包含电容 C1 和互感 M 的串联谐振电路、以及电容 C2 和电感  $L2 - M$  的并联谐振电路, 通过加大各谐振电路的谐振频率的间隔, 扩大带宽, 谋求宽带化。

### 实施例 3(参照图 11~图 13)

如图 11 中作为等效电路所示, 实施例 3 的天线 1C 由分别包含 2 个 LC 串联谐振电路的组件 A、B、C 构成。各组件 A、B、C 中包含的 LC 串联谐振电路的电路组成与所述实施例 1 的天线 1A 相同, 省略其详细说明。

此天线 1C 如图 12 所示那样地并行设置图 2 所示的叠层结构, 分别作为组件 A、B、C, 并将各组件 A、B、C 的 LC 串联谐振电路连接公共的馈电端子 5、

6。

在包含上述组成的天线 1C 中, 包含相互磁耦合的电感元件 L1 和 L2、电感元件 L3 和 L4、以及电感元件 L5 和 L6 的 LC 串联谐振电路分别产生谐振, 作为辐射元件起作用。而且, 各电感元件通过电容元件耦合, 从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

即, 实施例 3 的天线 1C 并联 3 个实施例 1 的天线 1A, 并且本发明人根据图 11 所示的等效电路进行模拟的结果, 如图 13 所示, 在 3 个频段 T1、T2、T3 中得到大于等于 -10 分贝的反射特性。频段 T1 相当于 UHF 电视, 频段 T2 相当于 GSM, 频段 T3 相当于无线 LAN。本实施例 3 的其它作用效果与上述实施例 1 相同。

#### 实施例 4(参照图 14~图 16)

如图 14 中作为等效电路所示, 实施例 4 的天线 1D 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感 M 表示)的电感元件 L1、L2、L3、L4, 并将电感元件 L1 通过电容元件 C1a、C1b 与馈电端子 5、6 连接, 而且通过电容元件 C2a、C2b 并联电感元件 L2, 通过电容元件 C3a、C3b 并联电感元件 L3, 通过电容元件 C4a、C4b 并联电感元件 L4。换句话说, 此谐振电路构成包含由电感元件 L1 和电容元件 C1a、C1b 组成的 LC 串联谐振电路、由电感元件 L2 和电容元件 C2a、C2b 组成的 LC 串联谐振电路、由电感元件 L3 和电容元件 C3a、C3b 组成的 LC 串联谐振电路以及由电感元件 L4 和电容元件 C4a、C4b 组成的 LC 串联谐振电路。

包含上述电路组成的天线 1D 由图 15 中作为一个例子示出的叠层结构组成, 是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 21a~21j 后得到的器件。即, 在陶瓷片 21a 上形成也作为馈电端子 5、6 起作用的电容器电极 22a、22b, 在陶瓷片 21b 上形成电容器电极 23a、23b 和通路孔导体 29a、29b, 在陶瓷片 21c 上形成电容器电极 24a、24b 和通路孔导体 29a~29d。在陶瓷片 21d 上形成电容器电极 25a、25b 和通路孔导体 29a~29f, 在陶瓷片 21e 上形成电容器电极 26a、26b 和通路孔导体 29a~29h。

又,在陶瓷片 21f 上形成连接用导体图案 30a ~ 30d 和通路孔导体 28a ~ 28h。在陶瓷片 21g 上形成导体图案 31a ~ 31d 和通路孔导体 27a ~ 27h。在陶瓷片 21h 上形成导体图案 31a ~ 31d 和通路孔导体 27a ~ 27h。在陶瓷片 21i 上形成导体图案 31a ~ 31d 和通路孔导体 27a ~ 27h。又在陶瓷片 21j 上形成连接用导体图案 32a ~ 32d。

通过层叠上述陶瓷片 21a~21j,以通路孔导体 27e ~ 17h 为中介连接导体图案 31a~31d,形成电感元件 L1 ~ L4。将电感元件 L1 的一端通过通路孔导体 27a 和 28a、连接用导体图案 30a 以及通路孔导体 29a 连接到电容器电极 23a。将电感元件 L1 的另一端通过通路孔导体 28e、29b 连接到电容器电极 23b。将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 27f、连接用导体图案 32b、通路孔导体 27b 和 28b、连接用导体图案 30b 以及通路孔导体 29c 连接到电容器电极 24a。将电感元件 L2 的另一端通过通路孔导体 28f、29d 连接到电容器电极 24b。

又,将电感元件 L3 的一端通过通路孔导体 27g、连接用导体图案 32c、通路孔导体 27c 和 28c、连接用导体图案 30c、以及通路孔导体 29e 连接到电容器电极 25a。将电感元件 L3 的另一端通过通路孔导体 28g、29f 连接到电容器电极 25b。将电感元件 L4 的一端通过通路孔导体 27h、连接用导体图案 32d、通路孔导体 27d 和 28d、连接用导体图案 30d、以及通路孔导体 29g 连接到电容器电极 26a。将电感元件 L4 的另一端通过通路孔导体 28h、29h 连接到电容器电极 26b。

电容元件 C1a 由电极 22a、23a 构成,电容元件 C1b 由电极 22b、23b 构成。电容元件 C2a 由电极 23a、24a 构成,电容元件 C2b 由电极 23b、24b 构成。电容元件 C3a 由电极 24a、25a 构成,电容元件 C3b 由电极 24b、25b 构成。电容元件 C4a 由电极 25a、26a 构成,电容元件 C4b 由电极 25b、26b 构成。

在包含上述组成的天线 1D 中,包含相互磁耦合的电感元件 L1~L4 的 LC 串联谐振电路产生谐振,电感元件 L1~L4 作为辐射元件起作用。而且,电感元件 L1~L4 通过电容元件 C2a、C2b 和 C3a、C3b 和 C4a、C4b 进行耦合,从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

相邻的电感元件 L1、L2 的耦合系数  $k_1$ 、电感元件 L2、L3 的耦合系数  $k_2$ 、电感元件 L3、L4 的耦合系数  $k_3$ ，分别用  $k_{12} = M_2(L_1 \times L_2)$ 、 $k_{22} = M_2(L_2 \times L_5)$ 、 $k_{32} = M_2(L_3 \times L_4)$  表示，最好分别大于等于 0.1，本实施例 4 中  $k_1$  为实质上 0.7624， $k_2$  为实质上 0.5750， $k_3$  为实质上 0.6627。设定这些电感元件 L1~L4 的电感值和耦合系数  $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$  的值，以便得到希望的带宽。

本发明人根据图 14 所示等效电路进行模拟的结果，天线 1D 中，如图 16 所示，在极宽的频带 T4 得到大于等于 -6 分贝的反射特性。而且，本实施例 4 的其它作用效果与实施例 1 相同。

#### 实施例 5(参照图 17 和图 18)

如图 17 中作为等效电路所示，实施例 5 的天线 1E 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感 M 表示)的电感元件 L1、L2，并将电感元件 L1 通过电容元件 C1a、C1b 与馈电端子 5、6 连接，构成包含由电感元件 L1 和电容元件 C1a、C1b 组成的 LC 串联谐振电路。而且，将电感元件 L2 与和电容元件 C2 串联，构成 LC 串联谐振电路。

包含上述电路组成的天线 1E 由图 18 中作为一个例子示出的叠层结构组成，是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 41a~41f 后得到的器件。即，在陶瓷片 41a 上形成也作为馈电端子 5、6 起作用的电容器电极 42a、42b，在陶瓷片 41b 上形成电容器电极 43a、43b 和通路孔导体 49a、49b。

又，在陶瓷片 41c 上形成导体图案 44a、45a 和通路孔导体 49c、49d、49e、49f。在陶瓷片 41d 上形成导体图案 44b、45b 和通路孔导体 49g、49h。在陶瓷片 41e 上形成电容器电极 46 和通路孔导体 49i。又，在陶瓷片 41f 上形成电容器电极 47。

通过层叠上述陶瓷片 41a~41f，以通路孔导体 49d 为中介连接导体图案 44a、44b，形成电感元件 L1，并以通路孔导体 49e 为中介连接导体图案 45a、45b，形成电感元件 L2。电容元件 C1a 由电极 42a、43a 构成，电容元件 C1b 由电极 42b、43b 构成。电容元件 C2 由电极 46、47 构成。

然后，将电感元件 L1 的一端通过通路孔导体 49c、49a 连接到电容器电极

43a, 另一端通过通路孔导体 49b 连接到电容器电极 43b。将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 49f、49h 连接到电容器电极 46, 另一端通过通路孔导体 49g、49i 连接到电容器电极 47。

在包含上述组成的天线 1E 中, 包含相互磁耦合的电感元件 L1、L2 的 LC 串联谐振电路产生谐振, 电感元件 L1、L2 作为辐射元件起作用。而且, 电感元件 L1、L2 通过电容元件 C2a、C2b 耦合, 从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

本实施例 5 的天线 1E 的作用效果与上述实施例 1 的天线 1A 基本相同。

#### 实施例 6(参照图 19 和图 20)

如图 19 中作为等效电路所示, 实施例 6 的天线 1F 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感 M 表示)的电感元件 L1、L2, 并将电感元件 L1 通过电容元件 C1 与馈电端子 5 连接, 构成包含由电感元件 L1 和电容元件 C1 组成的 LC 串联谐振电路。将电感元件 L2 和电容元件 C2 串联, 构成 LC 串联谐振电路。而且, 将电感元件 L3 的一端与馈电端子 6 连接, 另一端分别连接电感元件 L1、L2。设定电感元件 L1、L2、L3 的电感值和电感元件 L1 与电感元件 L2 的磁耦合的程度(互感 M), 以便得到希望的带宽。

包含上述电路组成的天线 1F 由图 20 中作为一个例子示出的叠层结构组成, 是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 51a~51h 后得到的器件。即, 在陶瓷片 51a 上形成馈电端子 5、6 和通路孔导体 59a、59b。在陶瓷片 51b 上形成电容器电极 52a 和通路孔导体 59c。在陶瓷片 51c 上形成电容器电极 52b、导体图案 56b 和通路孔导体 59c、59d。

又, 在陶瓷片 51d 上形成导体图案 53、56c 和通路孔导体 59c、59e。在陶瓷片 51e 上形成导体图案 56d 和通路孔导体 59c、59f、59g。在陶瓷片 51f 上形成电容器电极 54a、导体图案 56e 和通路孔导体 59c、59g。在陶瓷片 51g 上形成电容器电极 54b、导体图案 56f 和通路孔导体 59c、59g、59h。又, 在陶瓷片 51h 上形成导体图案 55, 并将该导体图案 55 的另一端侧的端部作为导体 56g。

通过层叠上述陶瓷片 51a~51h, 将导体图案 53 作为电感元件 L1 加以构成,

将导体图案 55 作为电感元件 L2 加以构成。而且，以通路孔导体 59c 为中介连接导体图案 56a~56g，形成电感元件 L3。容元件 C1 由电容电极 52a、52b 构成，电容元件 C2 由电容电极 54a、54b 构成。

将电感元件 L1 的一端通过通路孔导体 59d 连接到电容器电极 52b，另一端通过通路孔导体 59e、59g 连接到电感元件 L2 的另一端。将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 59h 连接到电容器电极 54b，另一端如上文所述那样通过通路孔导体 59g、59e 连接电感元件 L1 的另一端，且同时连接电感元件 L3 的一端(导体图案 56g)。将电感元件 L3 的另一端通过通路孔导体 56b 连接到馈电端子 6。而且，将电容器电极 52a 通过通路孔导体 59a 连接到馈电端子 5。

在包含上述组成的天线 1F 中，包含相互磁耦合的电感元件 L1、L2 的 LC 串联谐振电路产生谐振，电感元件 L1、L2 作为辐射元件起作用。而且，电感元件 L1、L2 磁耦合，从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

本天线 1F 中，由于直接连接元件 L1、L2，尽管电感元件 L1、L2 的磁耦合小也能确保宽带。又，由于将电感元件 L1、L2 的另一端通过电感元件 L3 连接到馈电端子 6，能使电感元件 L1、L2 的耦合系数 k 提高。而且，通过添加电感元件 L3，即使电感元件 L1、L2 的耦合系数小，也能实现宽带化。实施例 6 的天线 1F 的其它作用效果与上述实施例 1 的天线 1A 基本相同。

(具有 LC 谐振电路的其它谐振电路、参照图 21)

构成天线的谐振电路除实施例 1~6 外，还能采用例如图 21(A)~(E)中以等效电路示出的各种方式，并能得到小型且宽带的特性。

图 21(A)由电感元件 L1 和电容元件 C1、以及由电感元件 L2 和电容元件 C2 分别构成 LC 串联谐振电路，将电感元件 L1、L2 直接相联，并将电感元件 L1 的一端连接到馈电端子 5，将电容元件 C1、C2 连接到馈电端子 6。

图 21(B)由电感元件 L1 和电容元件 C1、以及由电感元件 L2 和电容元件 C2 分别构成 LC 串联谐振电路，将电感元件 L1 的一端连接到馈电端子 5，在电感元件 L1 与 L2 之间连接电容元件 C2，并将电容元件 C1 和电感元件 L2 的另一端连接到馈电端子 6。

图 21(C)由电感元件 L1 和电容元件 C1、以及由电感元件 L2 和电容元件 C2 分别构成 LC 串联谐振电路，将电感元件 L1、L2 直接相联，并将电容元件 C1 连接到馈电端子 5，将电容元件 C2 和电感元件 L1 的另一端连接到馈电端子 6。

图 21(D)由电感元件 L1 和电容元件 C1、以及由电感元件 L2 和电容元件 C2 分别构成 LC 串联谐振电路，将电感元件 L1、L2 的一端通过电容元件 C1 连接，另一端直接相联。将电感元件 L1 的一端连接到馈电端子 5，将电感元件 L1、L2 的另一端连接到馈电端子 6。

图 21(E)由电感元件 L1 和电容元件 C1、以及由电感元件 L2 和电容元件 C2 分别构成 LC 串联谐振电路，将电感元件 L1、L2 直接相联，并将电感元件 L1 的一端与电容元件 C1 的连接点连接到馈电端子 5，将电感元件 L2 的另一端与电容元件 C1 的连接点连接到馈电端子 6。

#### 实施例 7(参照图 22 和图 23)

如图 22 中作为等效电路所示，实施例 7 的天线 1G 具备具有不相同的电感值而且相互同相磁耦合(用互感 M 表示)的电感元件 L1、L2，并将该电感元件 L1、L2 相互并联在馈电端子 5、6 上。

包含上述电路组成的天线 1G 中，电感元件 L1、L2 具有不相同的电感值，并且同相磁耦合。于是，电感元件 L1、L2 因磁耦合而产生  $L1 - L2 = M$  的互感。根据本发明人的模拟，天线 1G 作为具有图 23 所示宽带反射特性的辐射元件起作用。

再者，仅用 2 个电感元件 L1、L2 构成匹配电路时，连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗或电抗受到限制，但能得到图 23 所示的宽带反射特性。

#### 实施例 8(参照图 24 和图 25)

如图 24 中作为等效电路所示，实施例 8 的天线 1H 对上述实施例 7 所示的电感元件 L1、L2，在电感元件 L1 的一端与馈电端子 5 之间连接电容元件 C1。

包含上述电路组成的天线 1H 中，因具有不相同的电感值的电感元件 L1 和 L2 的磁耦合而产生互感 M。根据本发明人的模拟，能得到图 25 所示的宽带反



射特性。

#### 实施例 9(参照图 26 和图 27)

如图 26 中作为等效电路所示,实施例 9 的天线 1I 对上述实施例 7 所示的电感元件 L1、L2, 在各自的一端与馈电端子 5 之间连接电容元件 C1、C2。

包含上述电路组成的天线 1I 中, 也因具有不相同的电感值的电感元件 L1 和 L2 的磁耦合而产生互感 M。根据本发明人的模拟, 能得到图 27 所示的宽带反射特性。

#### 实施例 10(参照图 28~图 30)

如图 28 中作为等效电路所示, 实施例 10 的天线 1J 在上述实施例 2 所示的电感元件 L1 设置“中间抽头”, 该中间抽头连接馈电端子 5, 并省略电容元件 C1。

其作用效果与实施例 2 相同, 但通过配合馈电端子 5 与 6 之间的阻抗设置抽头, 能取空间的阻抗与连接在馈电端子 5 与 6 之间的设备的阻抗的匹配, 而不使电磁场能量减小。这里, 将电感元件 L1 划分成电感 L1a、L1b。

包含上述电路组成的天线 1J 由图 29 中作为一个例子示出的叠层结构组成, 是层叠、压接、烧结电介质组成的陶瓷片 11a~11h 后得到的器件。即, 在陶瓷片 11a 上形成馈电端子 5、6 和通路孔导体 19a、19b, 在陶瓷片 11b 上形成电容器电极 13a、连接用导体图案 15d 和通路孔导体 19c、19m、19n, 在陶瓷片 11c 上形成电容器电极 14a 和通路孔导体 19c、19e、19m、19n。

又, 在陶瓷片 11d 上形成连接用导体图案 15a、15b、15c 和通路孔导体 19d、19g、19h、19i、19n。在陶瓷片 11e 上形成导体图案 16a、17a 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k、19n。在陶瓷片 11f 上形成导体图案 16b、17b 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k、19n。在陶瓷片 11g 上形成导体图案 16c、17c 和通路孔导体 19g、19i、19j、19k。又, 在陶瓷片 11h 上形成导体图案 16d、17d。

通过层叠上述陶瓷片 11a~11h, 以通路孔导体 19j 为中介连接导体图案 16a~16d, 形成电感元件 L1, 而且导体图案 16c 的分支部 16c' 作为中间抽头起作

用。将该分支部 16c' 通过通路孔导体 19n, 进而通过连接用导体图案 15d 和通路孔导体 19a 连接到馈电端子 5。以通路孔导体 19k 为中介连接导体图案 17a ~ 17d, 形成电感元件 L2。电容元件 C2 由电极 13a、14a 构成。

然后, 将电感元件 L1 的一端通过通路孔导体 19g、连接用导体图案 15c、通路孔导体 19c 连接到电容器电极 13a, 另一端通过通路孔导体 19d、连接用导体图案 15b、通路孔导体 19m、19b 连接到馈电端子 6。

另一方面, 将电感元件 L2 的一端通过通路孔导体 19i、连接用导体图案 15a、通路孔导体 19e 连接到电容器电极 14a, 另一端通过通路孔导体 19h、连接用导体图案 15b、通路孔导体 19m、19b 连接到馈电端子 6。利用连接用导体图案 15b 分别连接电感元件 L1、L2 的另一端。

在包含上述组成的天线 1J 中, 包含相互磁耦合的电感元件 L1、L2 的 LC 串联谐振电路产生谐振, 电感元件 L1、L2 作为辐射元件起作用。又, 电感元件 L1、L2 通过电容元件 C2 耦合, 而且设置分支部 16c'(中间抽头), 从而作为连接馈电端子 5、6 的设备的阻抗(通常为  $50\ \Omega$ )和空间的阻抗( $377\ \Omega$ )的匹配电路起作用。

本发明人根据图 28 所示等效电路进行模拟的结果, 天线 1J 中得到图 30 所示的反射特性。

#### 实施例 11(参照图 31 和图 32)

如图 31 中作为等效电路所示, 实施例 11 的天线 1K 在上述实施例 10 所示的天线 1J 中添加电容元件 C1。其作用效果与实施例 10 相同, 通过配合馈电端子 5 与 6 之间的阻抗设置中间抽头, 能取空间的阻抗与连接在馈电端子 5 与 6 之间的设备的阻抗的匹配, 而不使电磁场能量减小。通过对实施例 10 添加电容元件 C1, 容易取与馈电端子 5、6 之间的阻抗匹配。

在包含上述组成的天线 1K, 其组成与图 8 和图 29 所示的叠层结构相同, 省略详述。本发明人根据图 31 所示等效电路进行模拟的结果, 天线 1K 中得到图 32 所示的反射特性。

通过上述实施例 10 和实施例 11 那样设置中间抽头, 使与馈电端子 5、6 的

阻抗匹配容易取时，反射变大，带宽随之扩大。因而，为了得到希望的频段，在设定各电感元件的常数时，需要考虑阻抗匹配的程度。

(其它实施例)

再者，本发明的天线不限于上述实施例，可在其要旨的范围作各种变换。

例如上述各实施例中，用集总常数型谐振电路构成 LC 谐振电路，但也可用分布常数型谐振电路构成。而且，内置此 LC 谐振电路的叠层体不仅可为电介质，而且可为绝缘体；作为材料，能用陶瓷、树脂等。

工业上的实用性

综上所述，本发明对表面安装型天线有用，尤其在能确保小型且宽带方面优良。

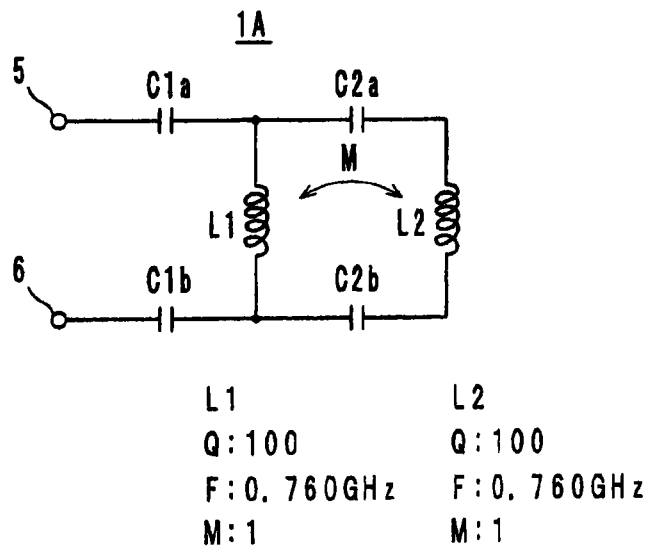


图 1

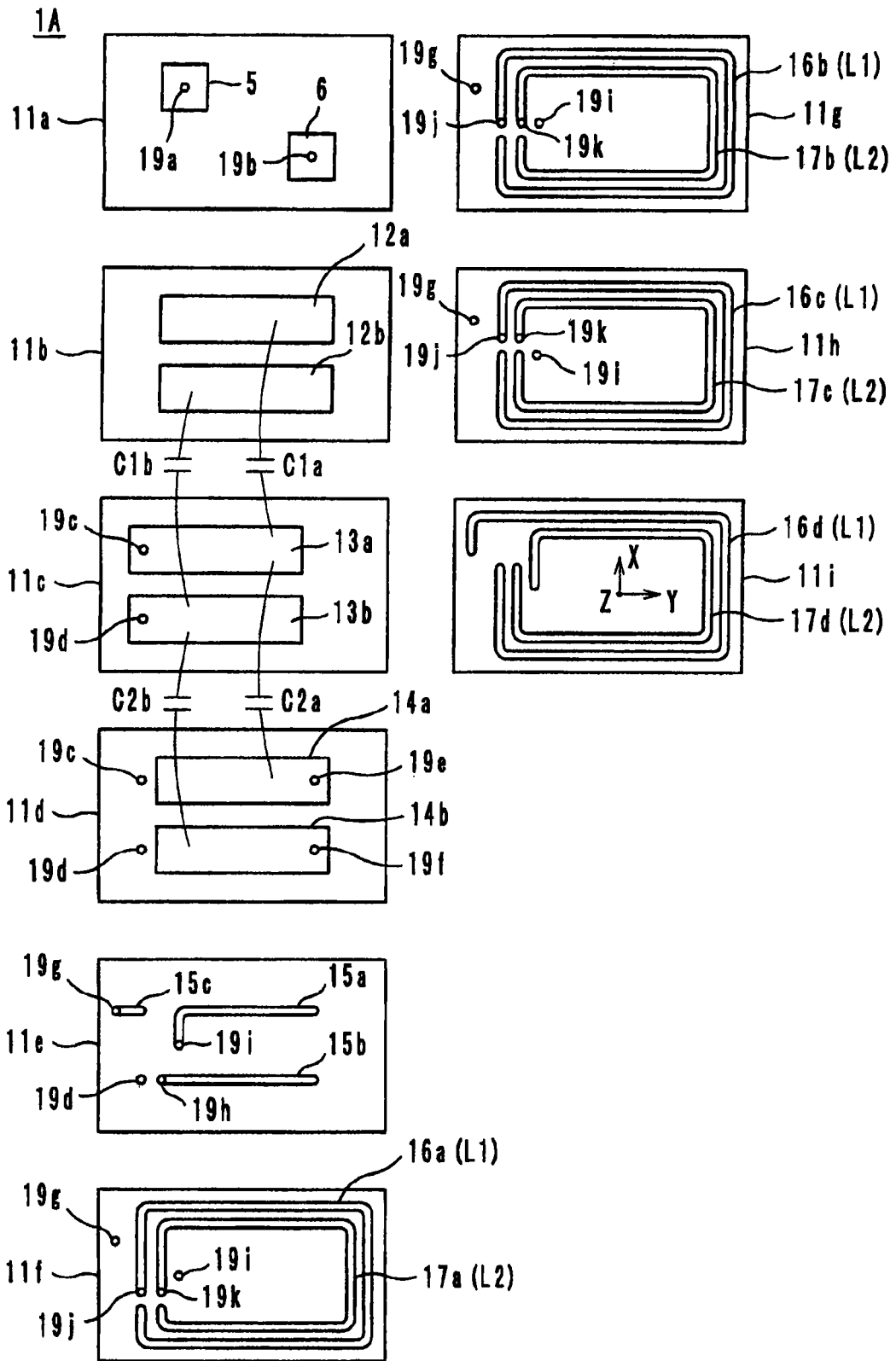


图 2

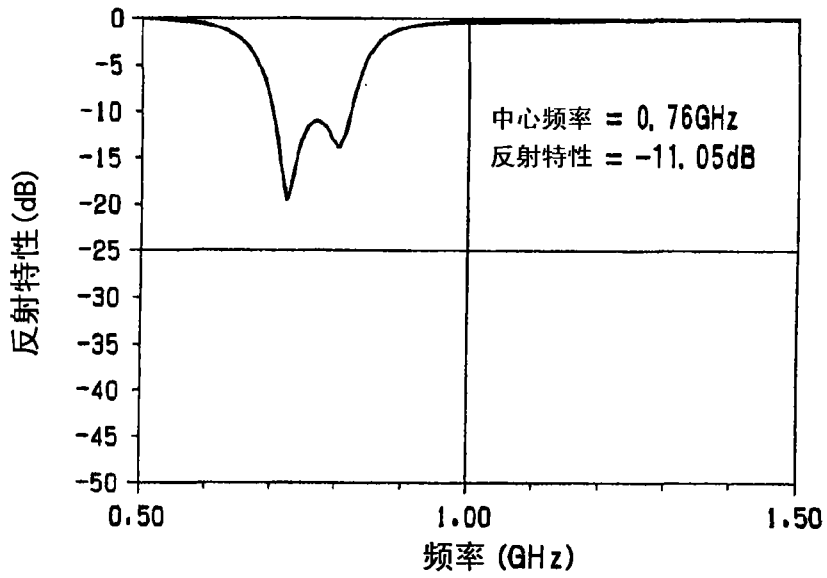


图 3

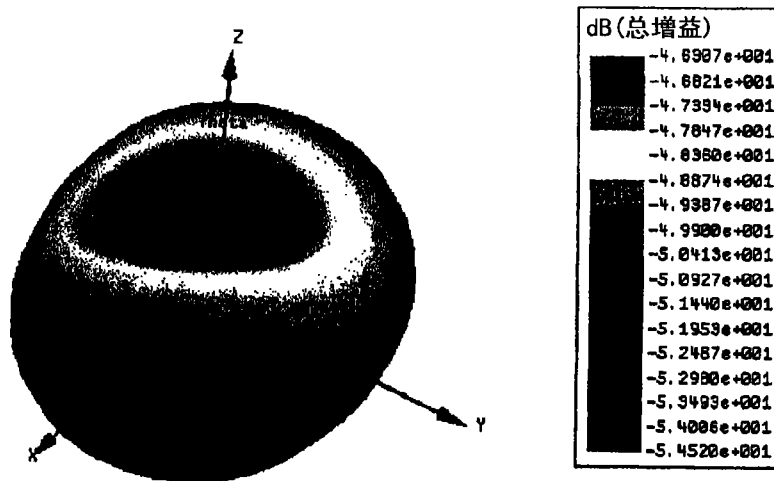


图 4

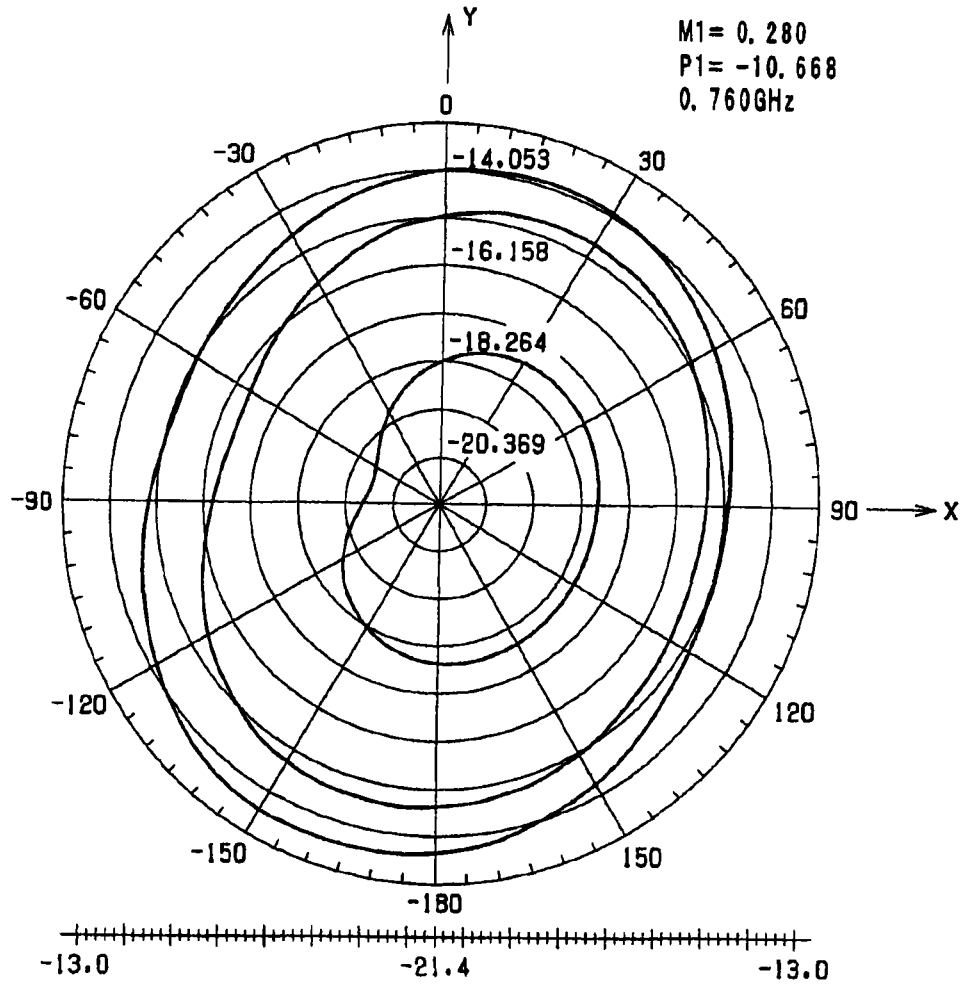


图 5

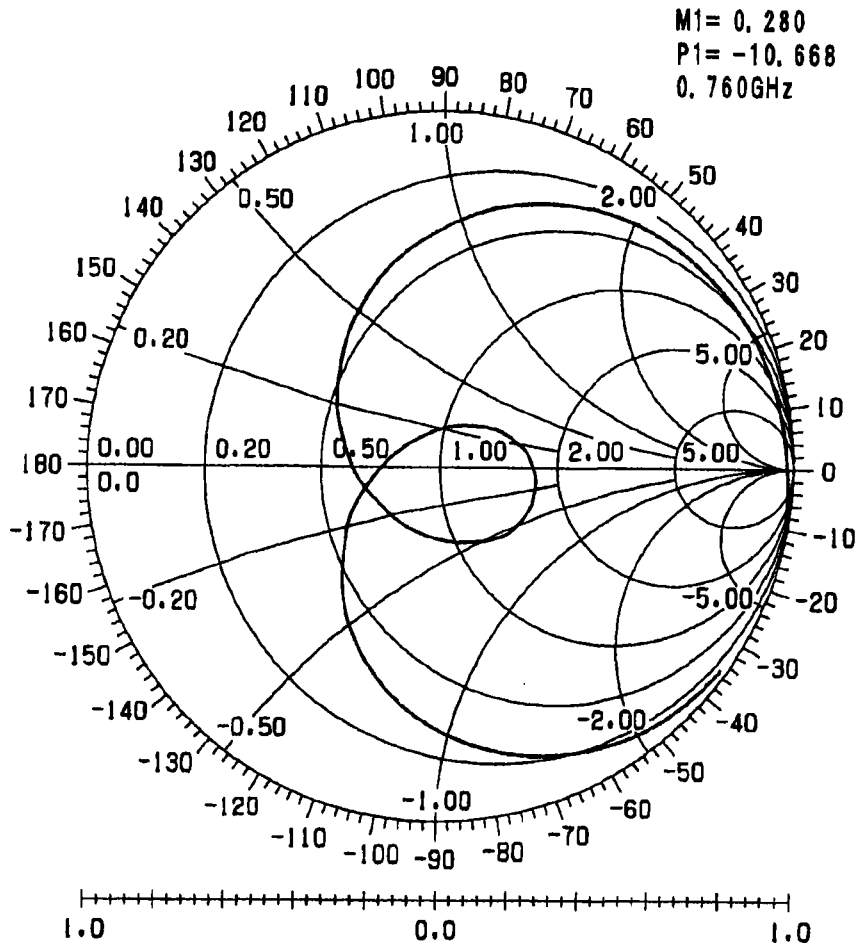


图 6

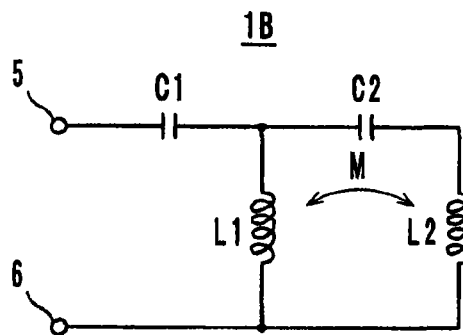


图 7



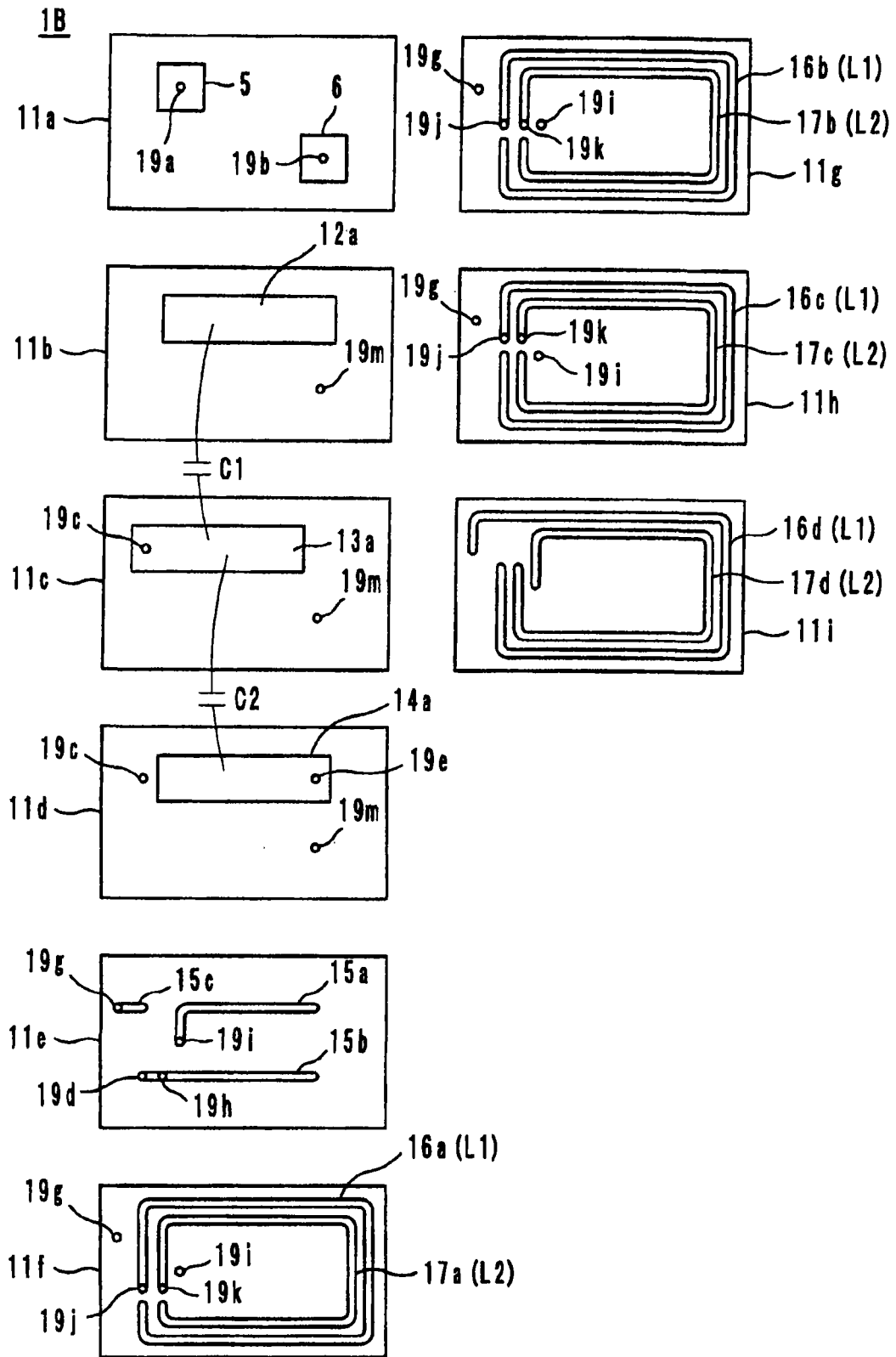


图 8

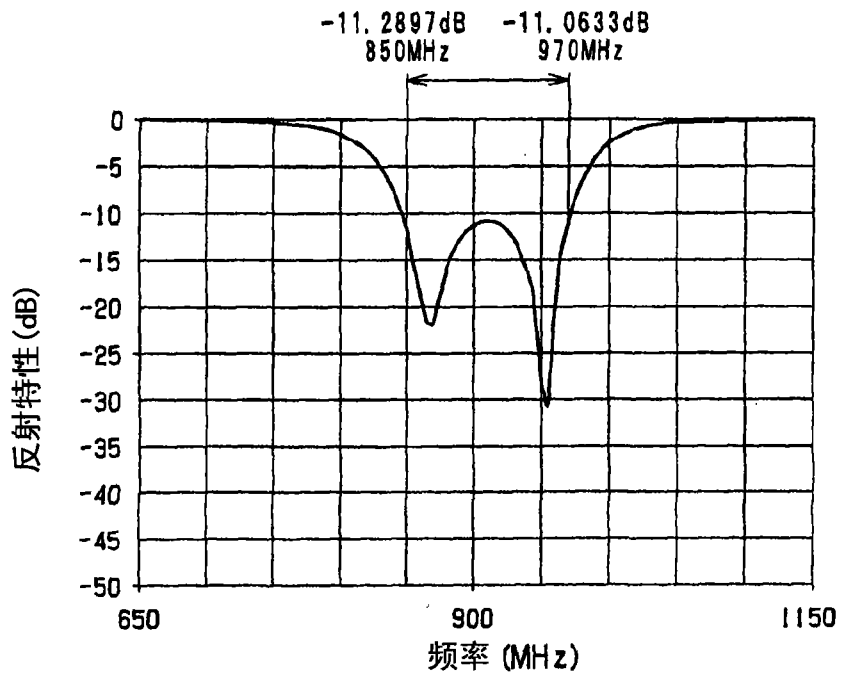


图 9

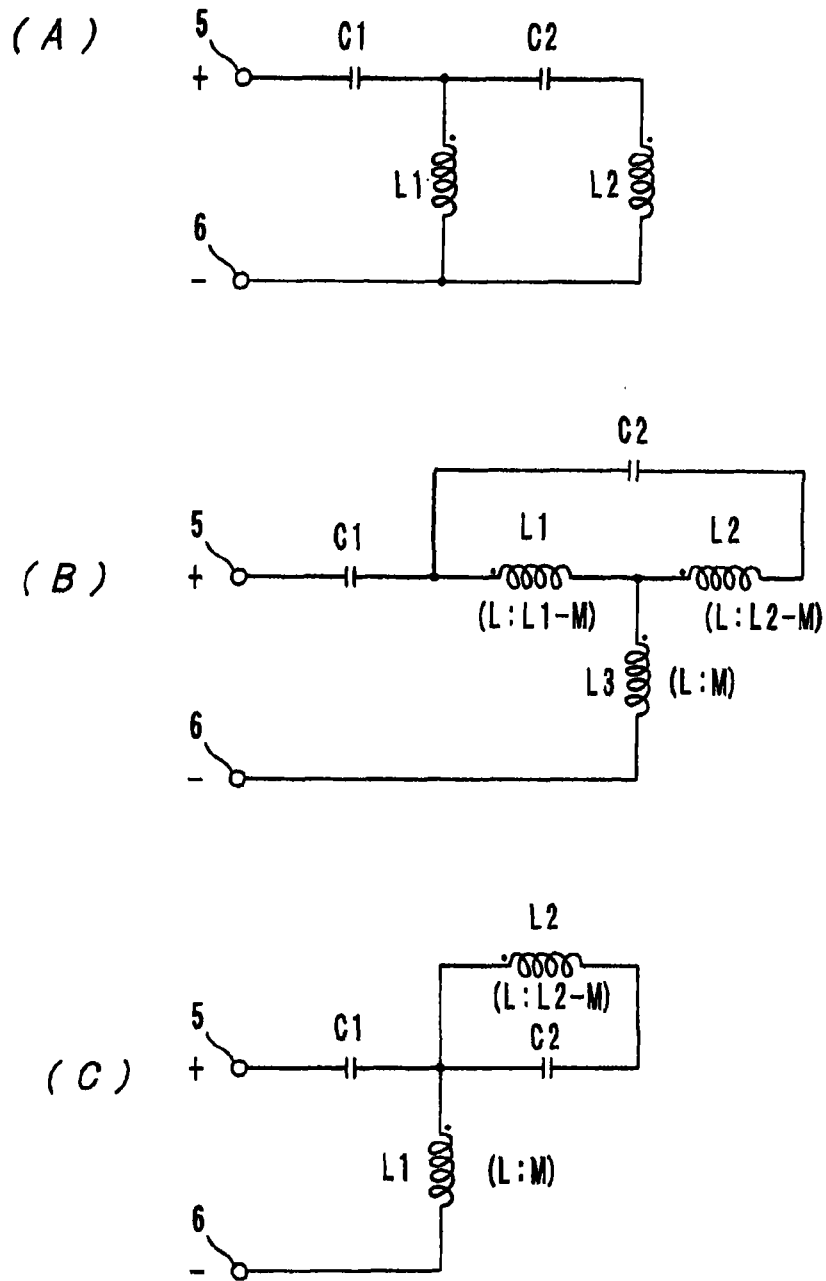


图 10

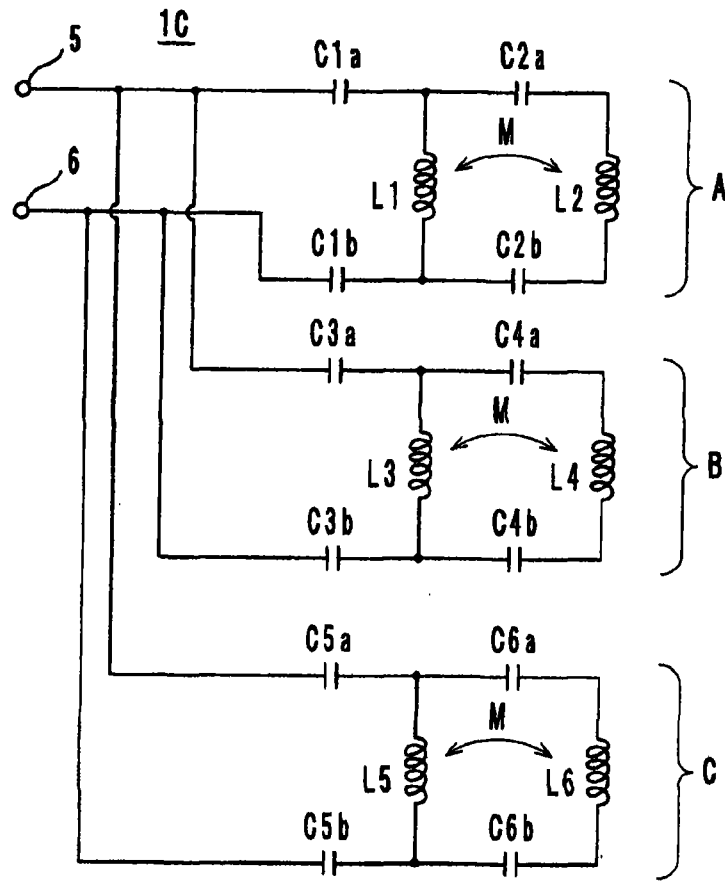


图 11

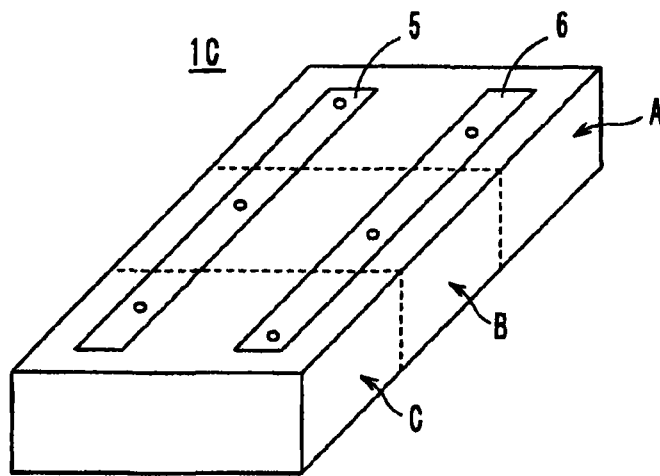


图 12

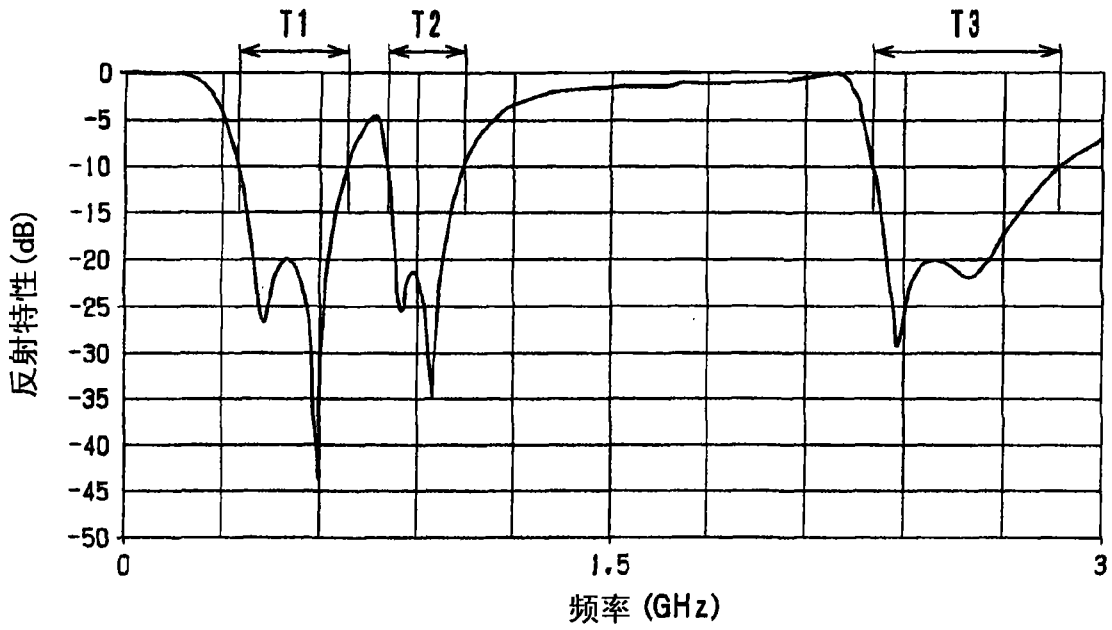


图 13

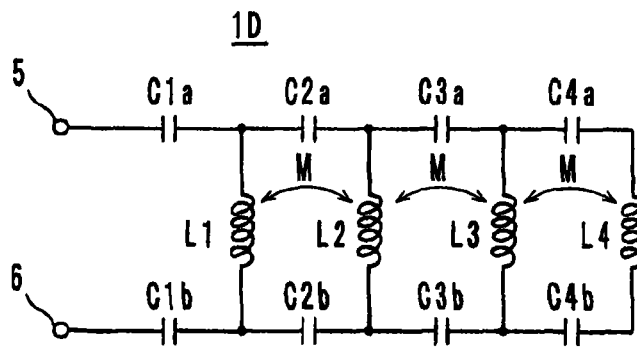


图 14

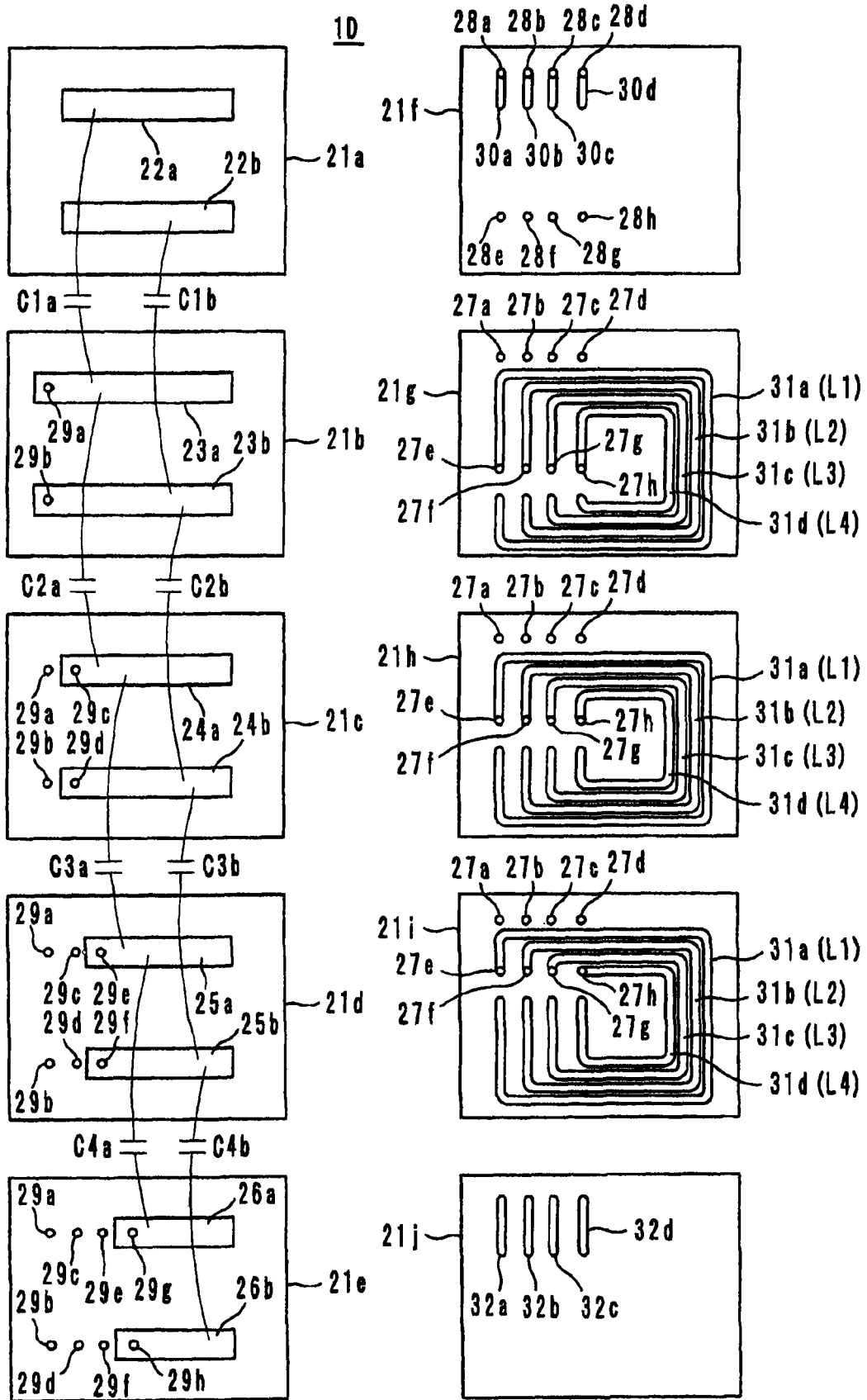


图 15

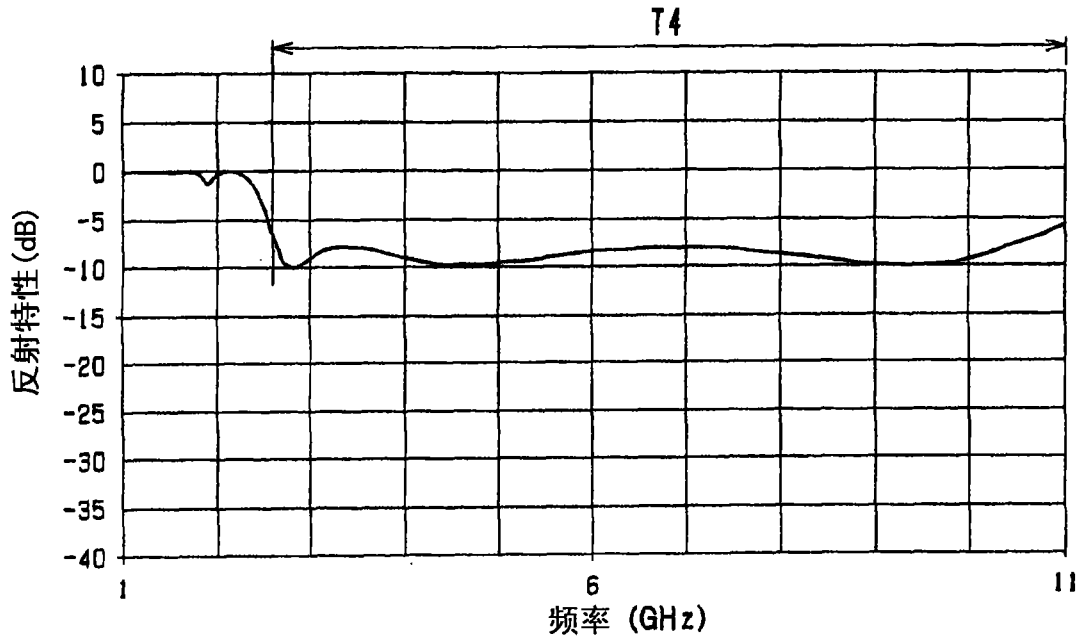


图 16

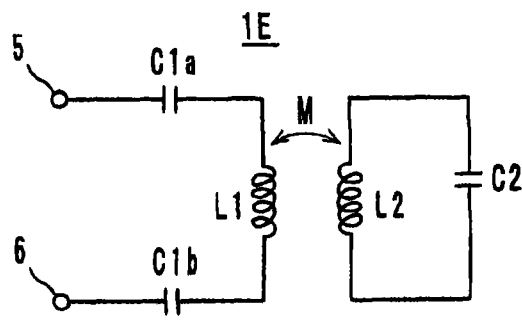


图 17

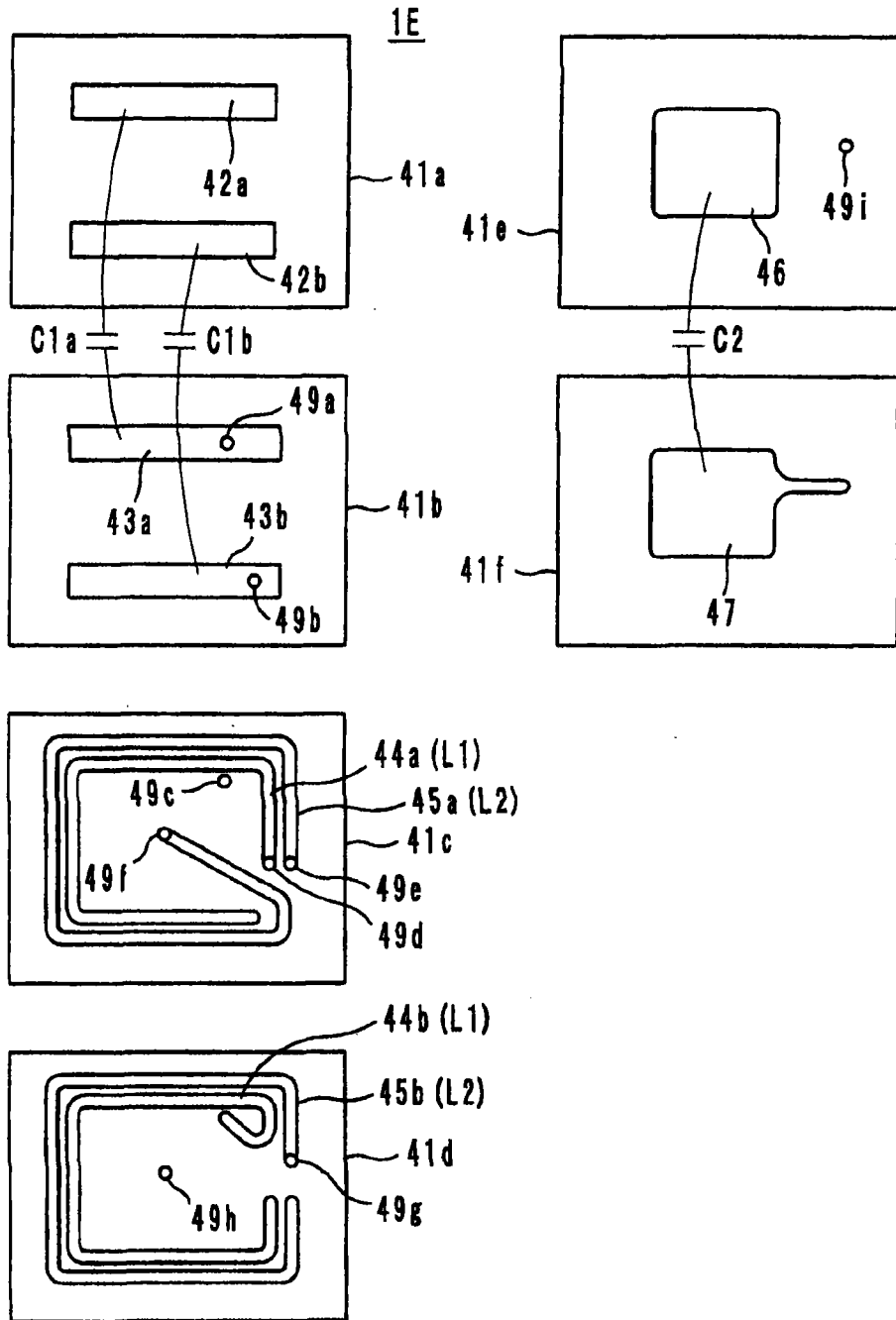


图 18



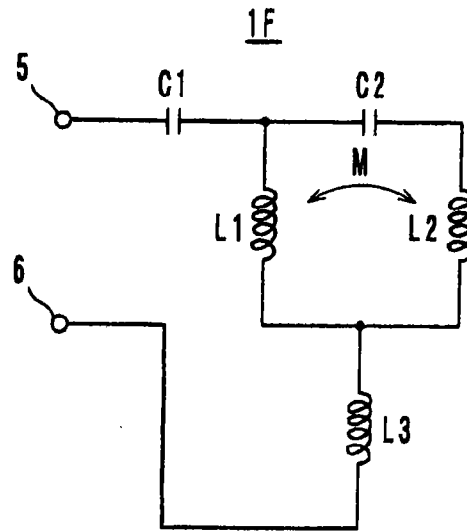


图 19

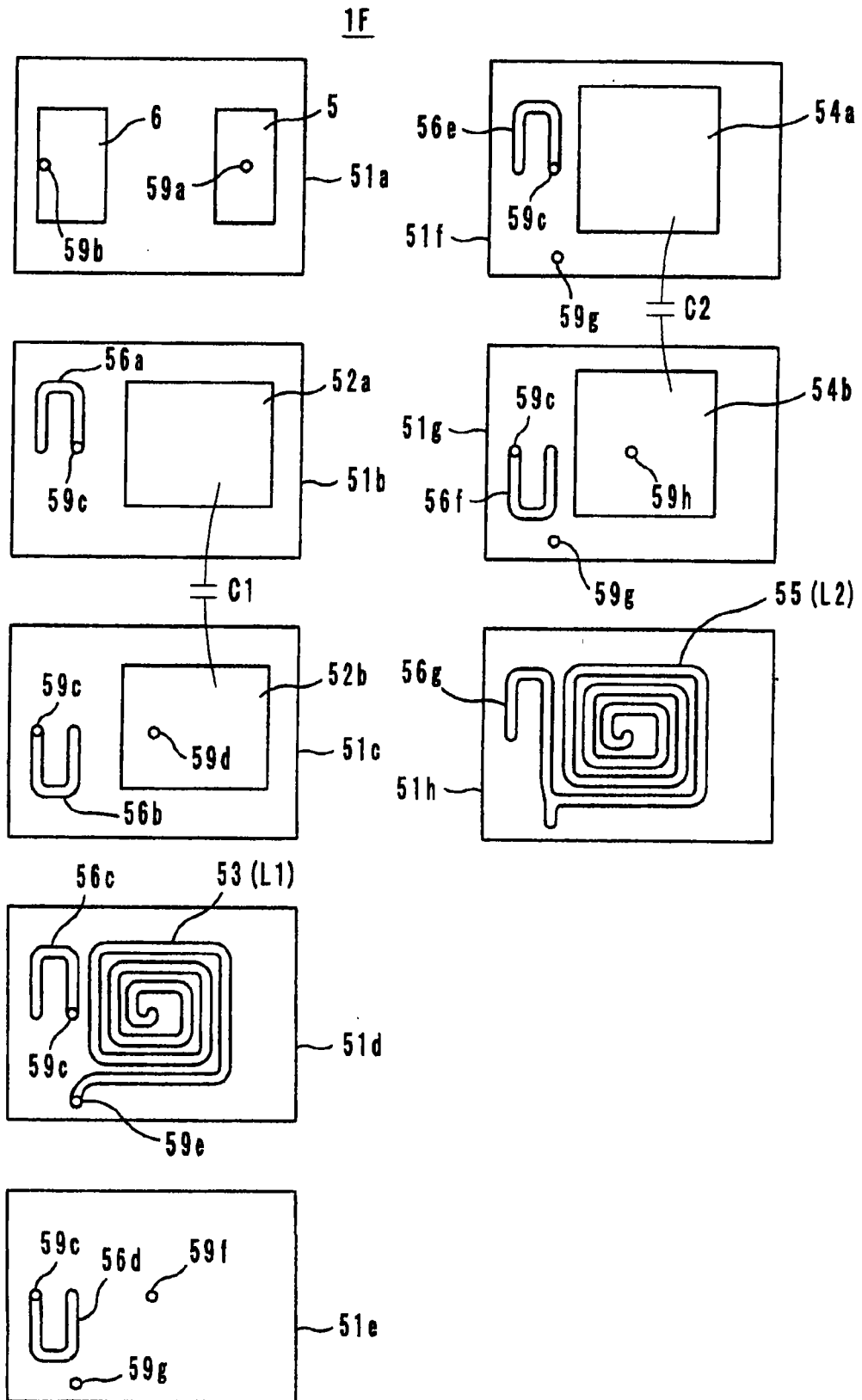


图 20

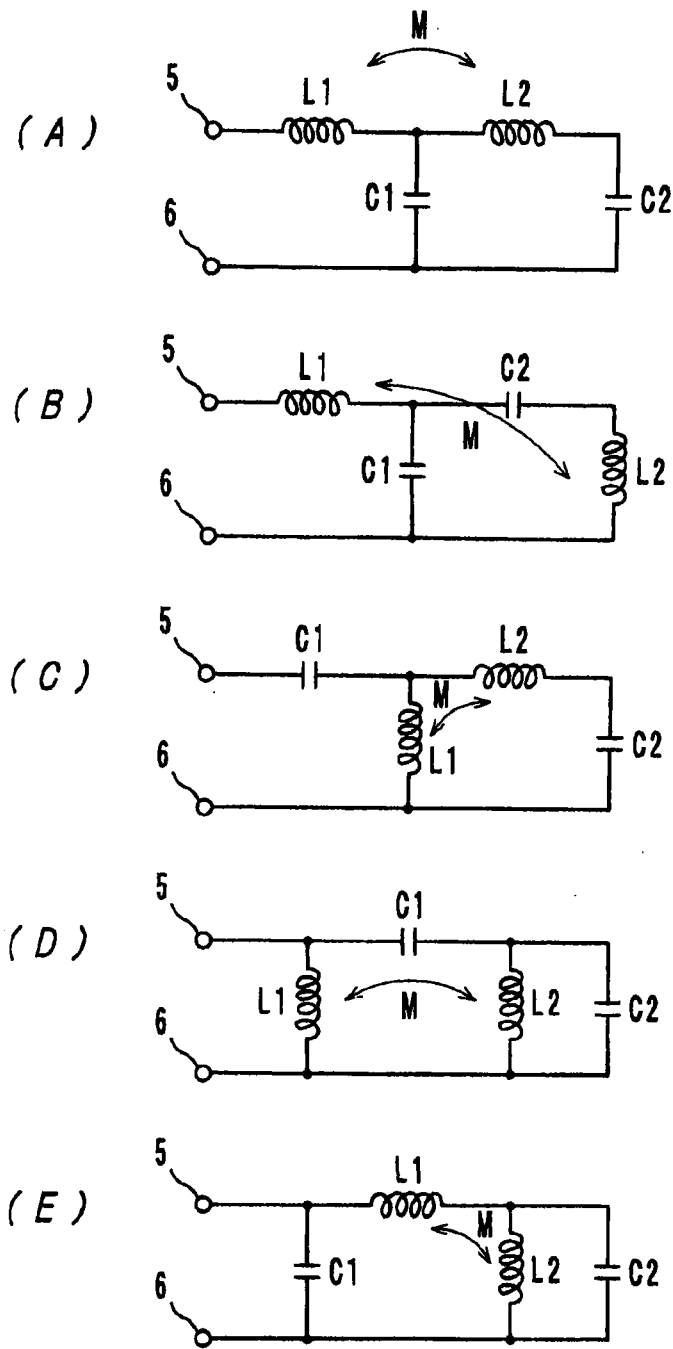


图 21

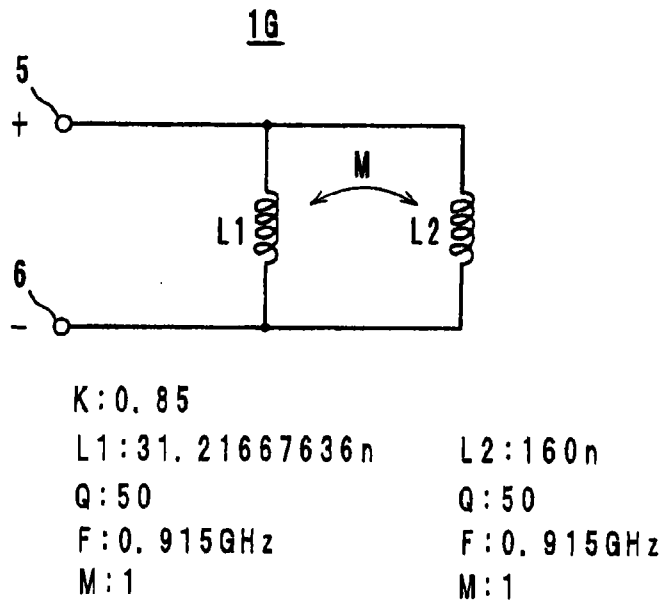


图 22

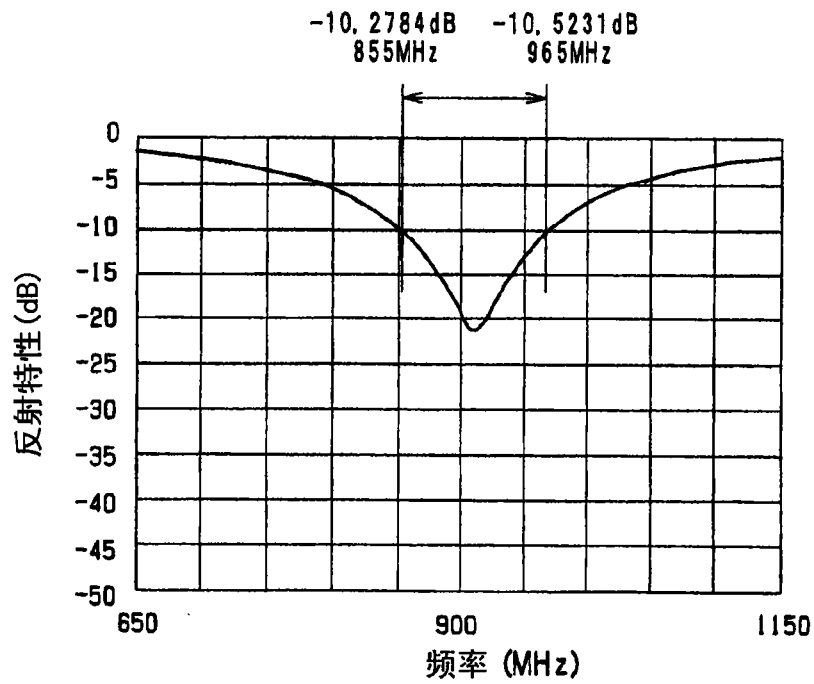
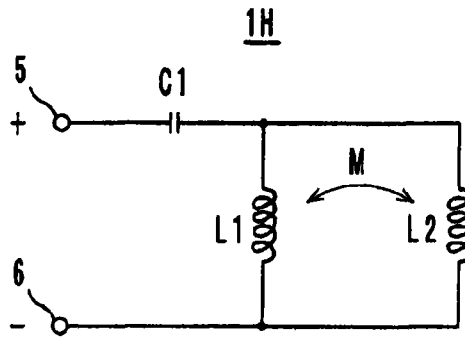


图 23



C1: 1.2 p  
 K: 0.85  
 L1: 122.0198815 n      L2: 50.93850328 n  
 Q: 50                      Q: 50  
 F: 0.915GHz              F: 0.915GHz  
 M: 1                        M: 1

图 24

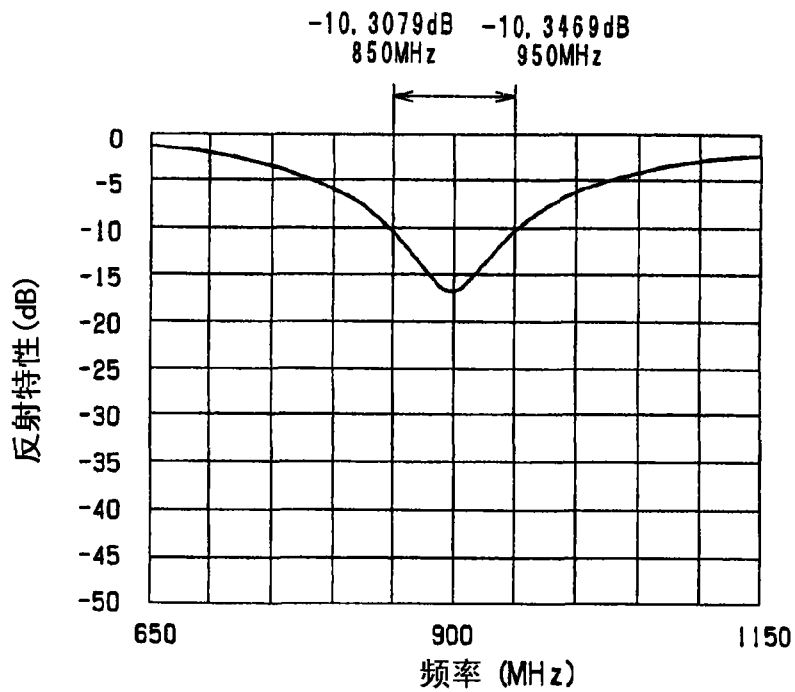
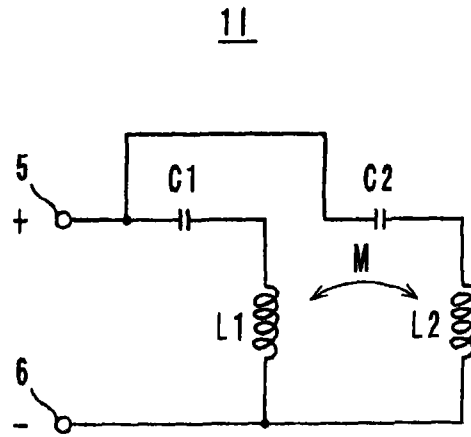


图 25



C1:12.92465532p

C2:8.145954482p

K:0.8724937823

L1:26.50626921n

L2:20.74591069n

Q:25

Q:25

F:0.915GHz

F:0.915GHz

M:1

M:1

图 26

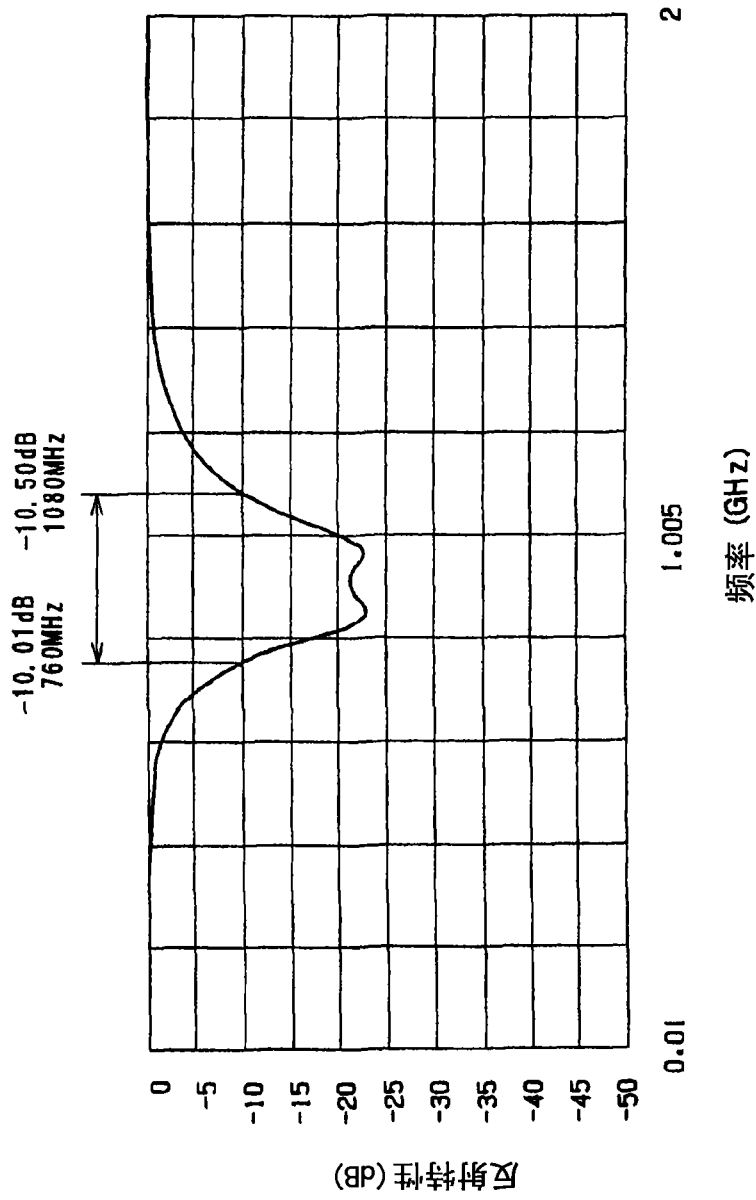


图 27

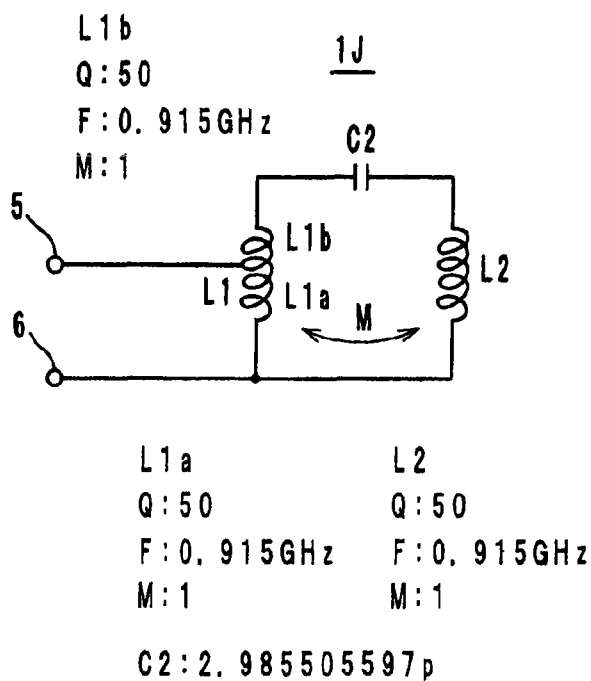


图 28



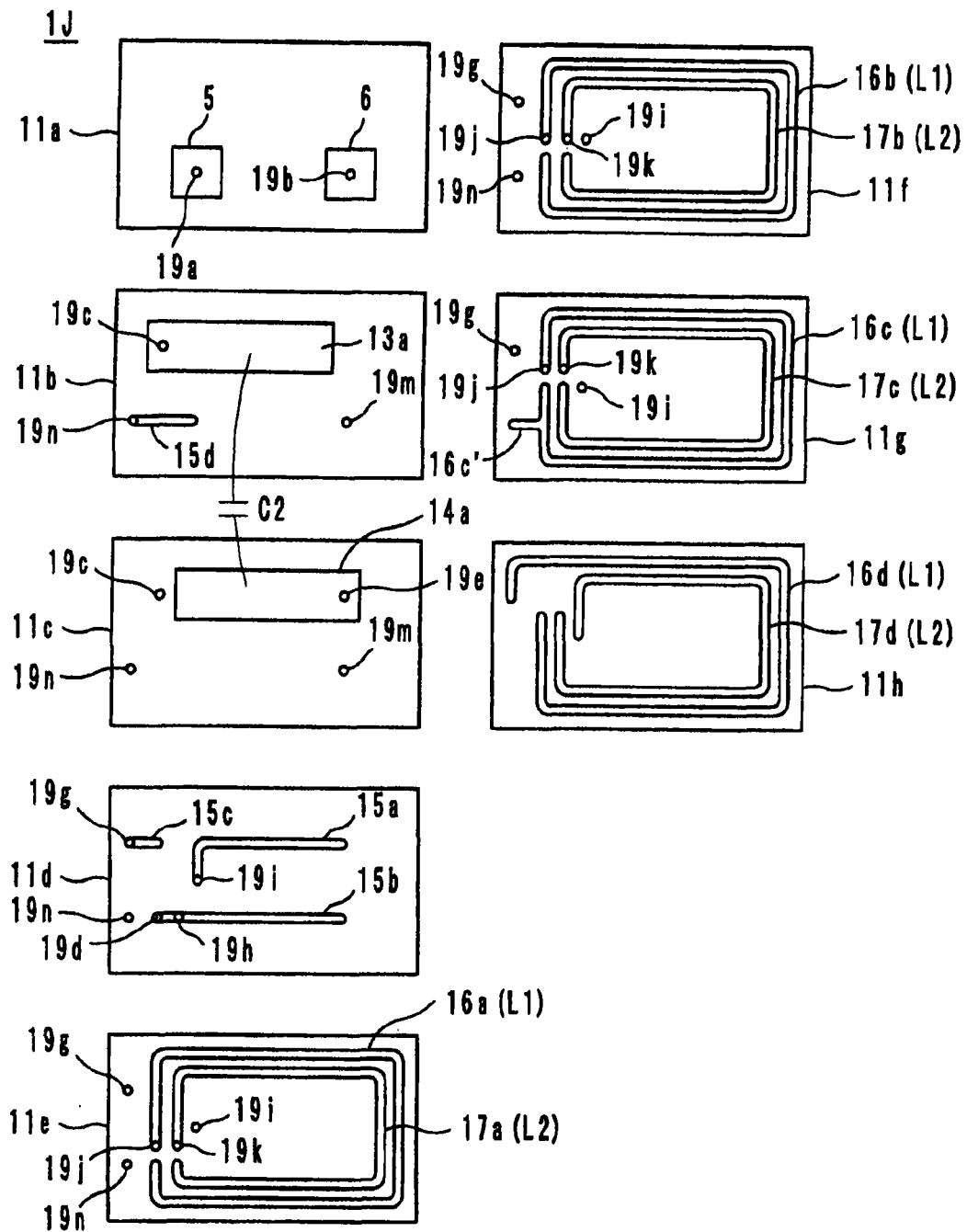


图 29

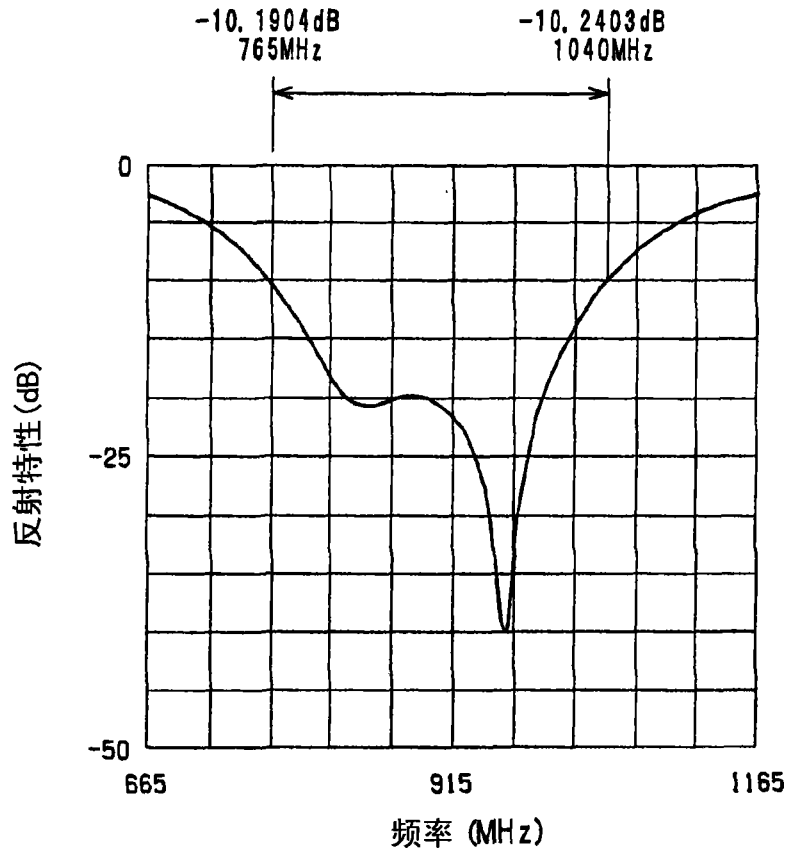


图 30

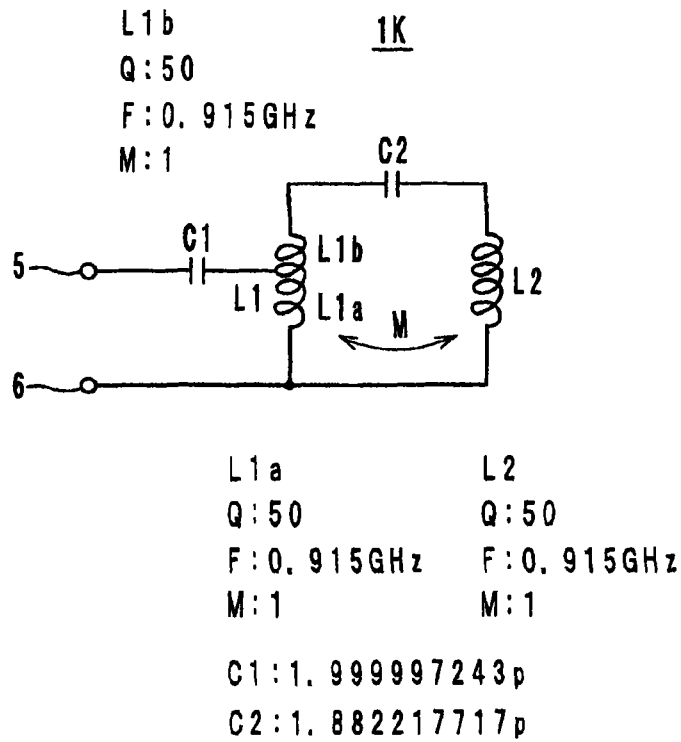


图 31

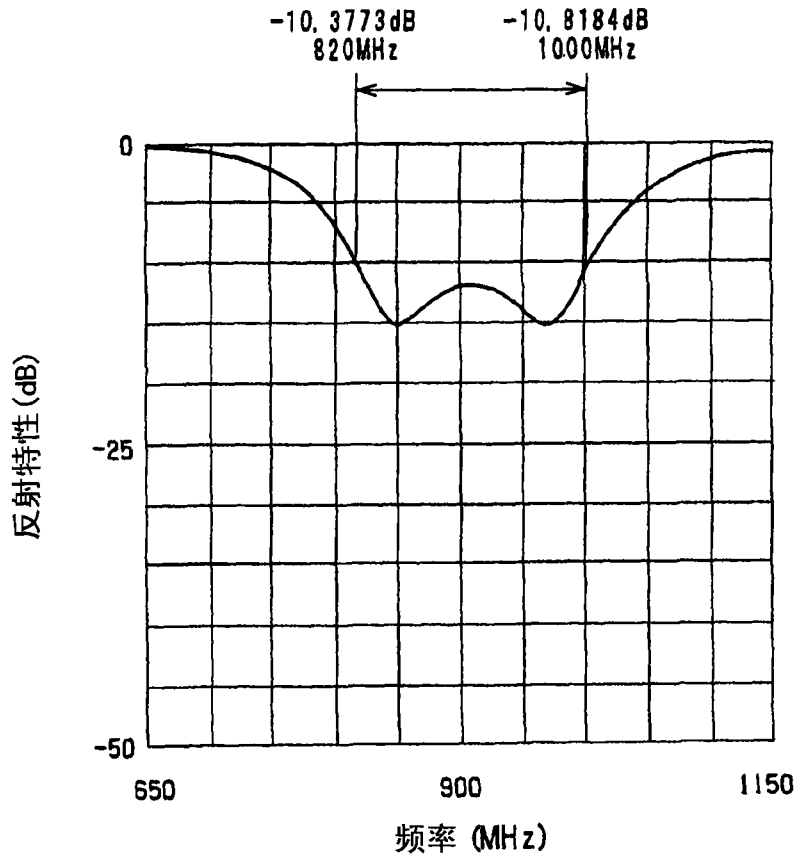


图 32