

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01Q 3/00 (2006.01)

H01Q 1/52 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410034864.1

[45] 授权公告日 2009年4月29日

[11] 授权公告号 CN 100483845C

[22] 申请日 2004.4.16

[21] 申请号 200410034864.1

[30] 优先权

[32] 2003.4.18 [33] JP [31] 2003-113884

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 西村章太郎 山本温 小川晃一  
岩井浩

[56] 参考文献

CN1232325A 1999.10.20

WO02/075846A 2002.9.26

EP1030401A1 2000.8.23

审查员 李艳君

[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

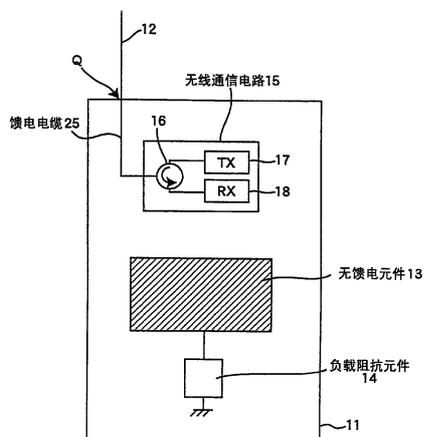
权利要求书4页 说明书27页 附图45页

## [54] 发明名称

无线电用天线装置及使用其的无线电通信设备

## [57] 摘要

本发明提供一种以简单的结构降低 SAR 的天线和使用其的无线电通信设备。在包括连接于收发无线电信号的无线通信电路(15)上的鞭状天线(12)的无线电通信设备中,负载阻抗元件(14)连接在作为导体板的无馈电元件(13)与包括无线通信电路(15)的无线电通信设备的框体 11 的接地点之间。另外,在无线电通信设备的发送时,通过设定或控制负载阻抗元件(14)的元件值,以使通过框体(11)的电流值在所定值以下,从而将比吸收率(SAR)设定或控制在所定值以下。



1.一种无线电用天线装置，其中具备了连接于收发无线电信号的无线通信电路上的鞭状天线，其特征在于，包括：

无馈电元件；

负载阻抗元件，连接在所述无馈电元件与包括所述无线通信电路的无线电通信设备的框体的接地点之间；

控制机构，在所述无线电通信设备的发送时，通过控制所述负载阻抗元件的元件值，以使在所述框体上流动的电流值在所定值以下，从而将比吸收率控制在所定值以下；和

存储机构，将在所述无线电通信设备的发送时使流过所述框体的电流值在所定值以下的所述负载阻抗元件的元件值按每个频率存储为表格，

所述控制机构根据所述无线电通信设备的通信频率，参照所述存储机构所存储的表格控制所述负载阻抗元件的元件值。

2.一种包括第1和第2天线的无线电用天线装置，其特征在于，包括：

切换机构，进行切换，以便在所述第1天线连接于设置在无线电通信设备内且收发无线电信号的无线通信电路上时，通过负载阻抗元件将所述第2天线连接在包括所述无线通信电路的无线电通信设备的框体的接地点上，另一方面，在所述第2天线连接于收发无线电信号的无线通信电路上时，通过所述负载阻抗元件将所述第1天线连接在所述框体的接地点上；

控制机构，在所述无线电通信设备的发送时，通过控制所述负载阻抗元件的元件值，以使通过所述框体的电流值在所定值以下，从而将比吸收率控制在所定值以下；和

存储机构，将在所述无线电通信设备的发送时使流过所述框体的电流值在所定值以下的所述负载阻抗元件的元件值按每个频率存储为表格，

所述控制机构根据所述无线电通信设备的通信频率，参照所述存储机构所存储的表格控制所述负载阻抗元件的元件值。

3.根据权利要求1或2所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述负载阻抗元件包括：

具有互不相同的元件值的多个阻抗元件；和

通过选择性地切换所述多个阻抗元件中的一个，而使得所述负载阻抗元件的元件值变化的开关元件。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述负载阻抗元件具有能改变元件值的阻抗元件，通过使能改变所述元件值的阻抗元件的元件值变化，而使所述负载阻抗元件的元件值变化。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述负载阻抗元件具有包含可变电容二极管的阻抗电路，通过使施加在所述可变电容二极管上的反向偏置电压变化，而使所述阻抗电路的阻抗值变化，从而使得所述负载阻抗元件的元件值变化。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，还包括检测出人体接近所述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器，

在由所述人体接近检测传感器检测出人体接近所述无线电通信设备，且在所述无线电通信设备的发送时，控制所述负载阻抗元件的元件值，使得通过所述框体的电流值在所定值以下。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，还包括：

检测出人体接近所述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；  
和

测定人体接触了所述无线电通信设备的框体时的体温的温度传感器，  
在由所述温度传感器测定的体温在所定值以上，由所述人体接近检测传感器检测出人体接近所述无线电通信设备，且在所述无线电通信设备的发送时，控制所述负载阻抗元件的元件值，以使通过所述框体的电流值在所定值以下。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，还包括：

检测出人体接近所述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；  
和

测定人体接触了所述无线电通信设备的框体时的应力的接触传感器，

在由所述接触传感器测定的应力在所定值以上，由所述人体接近检测传感器检测出人体接近所述无线电通信设备，且在所述无线电通信设备的发送时，控制所述负载阻抗元件的元件值，以使通过所述框体的电流值在所定值以下。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，还包括：

检测出人体接近所述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；测定人体接触了所述无线电通信设备的框体时的应力的接触传感器，以及

测定人体接触了所述无线电通信设备的框体时的体温的温度传感器，在由所述温度传感器测定的体温在所定值以上，由所述接触传感器测定的应力在所定值以上，由所述人体接近检测传感器检测出人体接近所述无线电通信设备，且在所述无线电通信设备的发送时，控制所述负载阻抗元件的元件值，以使通过所述框体的电流值在所定值以下。

10. 根据权利要求 1 所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述天线为单极天线，所述无馈电元件为导体板。

11. 根据权利要求 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述第 1 天线为单极天线，所述第 2 天线是平面天线或反 F 型天线。

12. 根据权利要求 2 所述的无线电用天线装置，其特征在于，所述第 1 天线为螺旋形天线，所述第 2 天线是平面天线或反 F 型天线。

13. 一种无线电通信设备，其特征在于，包括：

权利要求 1 所述的无线电用天线装置；和与  
与所述天线连接且收发无线电信号的无线通信电路。

14. 根据权利要求 13 所述的无线电通信设备，其特征在于，所述无线电通信设备为便携无线电通信设备。

15. 一种无线电通信设备，其特征在于，包括：

权利要求 2 所述的无线电用天线装置；和与  
与所述第 1 天线或所述第 2 天线连接且收发无线电信号的无线通信电路。

16. 根据权利要求 15 所述的无线电通信设备,其特征在于,所述无线电通信设备为便携无线电通信设备。

## 无线电用天线装置及使用其的无线电通信设备

### 技术领域

本发明涉及无线电用天线装置及使用其的移动电话、汽车电话等无线电通信设备。

### 背景技术

近年来，移动电话、汽车电话等无线电通信设备正在迅速地普及。这些无线电通信设备正逐年小型化。通过该小型化，除了来自天线的电波发射以外，还从无线电通信设备的无线电通信设备框体发射电波。即，整个无线电通信设备都发射电波。

从天线和无线电通信设备发射的电磁波一部分被人体吸收。发出的电波中，用比吸收率（相对吸收率）{以下称为 SAR(Specific Absorption rate)}表示人体吸收电磁波的电能的比率。在这里，近几年来，还制作了抑制 SAR 值的引导线（guide line），承担使 SAR 值为所定的所定值以下的义务（例如，参照非专利文献 1）。例如，由于移动电话在通话时接近头部使用，头部对电波吸收大。尤其，由于其框体与人的耳朵或面颊接触，故有这里的 SAR 最大的可能性。

图 45 是将具备了已有技术的无线电用天线的无线电通信设备支撑在人体头部时的主视图，图 46 是表示图 45 的无线电通信设备的外观的立体图。

图 45 及图 46 中示出的无线电通信设备设置为鞭状天线 1112 从长方体形状的框体 1111 的上部向上方延伸，并设有连接上述框体 1111 的导体板 1113，以便平行于和鞭状天线 1112 侧的背面相反的前面（与用户的面部相对的面）。通过在上述框体 1111 上连接导体板 1113，从而可以屏蔽来自该无线电通信设备的箭头 1113A 或 1113B 所示的发射方向的电磁波中的朝向人体方向的电磁波，减轻该电波的 SAR（例如，参照专利文献 1）。

（专利文献 1）特开 2001-308622 号公报

（非专利文献 1）

Niels Kuster 等人，“生物体在超过 300MHz 的偶极天线近场内的能量吸收机理（Energy Absorption Mechanism by Biological Bodies in the Near Field of Dipole Antennas Above 300MHz）”，IEEE Transactions on Vehicular technology, Vol.41, No.1, pp.17-23, February 1992。

（非专利文献 2）

社团法人无线电产业协会（Association of Radio Industries and Business in Japan）出版，“便携式无线电终端的比吸收率测定法的标准规格”，ARIBSTB-T56 Ver.2.0, 2002 年 1 月 24 日改版发行。

但是，已有技术的导体板 1113 在其形状上有限制，不能屏蔽从无线电通信设备发射的全部电波。因此，仅屏蔽部分电波，可以说 SAR 降低的效果不充分。

## 发明内容

本发明为了解决上述问题，其目的在于，提供一种与已有技术相比，利用极其简单的构成就可以实质性地相对人体屏蔽大部分从无线电通信设备发射的电波，可以大幅度降低 SAR 的无线电用天线装置和使用其的无线电通信设备。

本发明之第 1 发明的无线电用天线装置，是一种包括连接于收发无线电信号的无线通信电路上的天线的无线电用天线装置，其特征在于，包括：无馈电元件；负载阻抗元件，连接在上述无馈电元件与包括上述无线通信电路的无线电通信设备的框体的接地点之间；控制机构，在上述无线电通信设备的发送时，通过控制上述负载阻抗元件的元件值，以使在上述框体上流动的电流值在所定值以下，从而将比吸收率（SAR）控制在所定值以下；和存储机构，将在上述无线电通信设备的发送时使流过上述框体的电流值在所定值以下的上述负载阻抗元件的元件值按每个频率存储为表格，上述控制机构根据上述无线电通信设备的通信频率，参照上述存储机构所存储的表格控制上述负载阻抗元件的元件值。

本发明之第 2 发明的无线电用天线装置，是一种包括第 1 和第 2 天线的无线电用天线装置，其特征在于，切换机构，进行切换，以便在上述第

1 天线连接于设置在无线电通信设备内且收发无线电信号的无线通信电路上时，通过负载阻抗元件将上述第 2 天线连接在包括上述无线通信电路的无线电通信设备的框体的接地点上，另一方面，在上述第 2 天线连接于收发无线电信号的无线通信电路上时，通过上述负载阻抗元件将上述第 1 天线连接在上述框体的接地点上；控制机构，在上述无线电通信设备的发送时，通过控制上述负载阻抗元件的元件值，以使通过上述框体的电流值在所定值以下，从而将比吸收率（SAR）控制在所定值以下；和存储机构，将在上述无线电通信设备的发送时使流过上述框体的电流值在所定值以下的上述负载阻抗元件的元件值按每个频率存储为表格，上述控制机构根据上述无线电通信设备的通信频率，参照上述存储机构所存储的表格控制上述负载阻抗元件的元件值。

在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括存储机构，将在上述无线电通信设备的发送时使流过上述框体的电流值在所定值以下的上述负载阻抗元件的元件值存储为表格，上述控制机构参照上述存储机构所存储的表格控制上述负载阻抗元件的元件值。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括测定机构，在上述无线电通信设备的发送时测定通过上述框体的电流值，上述控制机构根据上述测定过的电流值控制上述负载阻抗元件的元件值，以使通过上述框体的电流值在所定值以下。

另外，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，上述负载阻抗元件包括：具有互不相同的元件值的多个阻抗元件；和通过选择性地切换上述多个阻抗元件中的一个，而使得上述负载阻抗元件的元件值变化的开关元件。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，上述负载阻抗元件具有能改变元件值的阻抗元件，通过使能改变上述元件值的阻抗元件的元件值变化，而使上述负载阻抗元件的元件值变化。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，上述负载阻抗元件具有包含可变电容二极管的阻抗电路，通过使施加在上述可变电容二极管上的反向偏置电压变化，而使上述阻抗电路的阻抗值变化，从而使得上述负载阻抗元件的元件值变化。

再有，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括检测出人体接近上述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器，在由上述人体接

近检测传感器检测出人体接近上述无线电通信设备，且在上述无线电通信设备的发送时，控制上述负载阻抗元件的元件值，使得通过上述框体的电流值在所定值以下。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括检测出人体接近上述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；和测定人体接触了上述无线电通信设备的框体时的体温的温度传感器，在由上述温度传感器测定的体温在所定值以上，由上述人体接近检测传感器检测出人体接近上述无线电通信设备，且在上述无线电通信设备的发送时，控制上述负载阻抗元件的元件值，以使通过上述框体的电流值在所定值以下。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括检测出人体接近上述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；和测定人体接触了上述无线电通信设备的框体时的应力的接触传感器，由上述接触传感器测定的应力在所定值以上，由上述人体接近检测传感器检测出人体接近上述无线电通信设备，且在上述无线电通信设备的发送时，控制上述负载阻抗元件的元件值，以使通过上述框体的电流值在所定值以下。再有，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，还包括检测出人体接近上述无线电通信设备的框体的人体接近检测传感器；和测定人体接触了上述无线电通信设备的框体时的应力的接触传感器，以及测定人体接触了上述无线电通信设备的框体时的体温的温度传感器，在由上述温度传感器测定的体温在所定值以上，由上述接触传感器测定的应力在所定值以上，由上述人体接近检测传感器检测出人体接近上述无线电通信设备，且在上述无线电通信设备的发送时，控制上述负载阻抗元件的元件值，以使通过上述框体的电流值在所定值以下。

还有，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，上述天线是单极天线或螺旋形天线，上述无馈电元件为导体板。或者，在上述无线电用天线装置中，其特征在于，上述第1天线为单极天线或螺旋形天线，上述第2天线为平面天线或反F型天线。

本发明之第3发明的无线电通信设备，其特征在于，包括：上述无线电用天线装置；和与上述天线或者第1天线或第2天线连接且收发无线电信号的无线通信电路。在这里，上述无线电通信设备是便携式无线电通信设备。

因此，根据本发明的无线电用天线装置及使用其的无线电通信设备，与已有技术相比，利用极其简单的构成就可以相对人体屏蔽大部分从无线电通信设备发射的电波，可以大幅度降低 SAR。

#### 附图说明

图 1 是表示具备了本发明的第 1 实施方式的无线电用天线装置的无线电通信设备的构成的框图。

图 2 是表示在从半波偶极天线 20 发射的电波的附近电磁场中，相对半波偶极天线 20 的纵向方向的位置之标准化磁场的平方值与标准化比吸收率 (SAR) 的关系的曲线图。

图 3 是第 1 实施方式的发送频率  $f=900\text{MHz}$  的无线电通信设备模型的立体图。

图 4 是表示图 3 的无线电通信设备模型的馈电点 Q 附近产生的电流的剖视图。

图 5 是表示在发送频率  $f=900\text{MHz}$  的发送信号的发送时，改变连接着图 3 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 14 的电抗值 X 时，通过无线电通信设备的框体 11 的最大电流值的曲线图。

图 6 是表示在发送频率  $f=900\text{MHz}$  的发送信号的发送时，改变连接着图 3 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 14 的电抗值 X 时，流过无线电通信设备的框体 11 上的 A 点的电流值的曲线图。

图 7 (a) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 1 实施例的负载阻抗元件 14a 的构成的电路图，(b) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 2 实施例的负载阻抗元件 14b 的构成的电路图，(c) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 3 实施例的负载阻抗元件 14c 的构成的电路图，(d) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 4 实施例的负载阻抗元件 14d 的构成的电路图。

图 8 是表示具备了作为本发明的第 2 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。

图 9 是表示具备了作为本发明的第 3 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。

图 10 (a) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 1 实施例的负载阻抗元件 51a 的构成的电路图, (b) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 2 实施例的负载阻抗元件 51b 的构成的电路图, (c) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 3 实施例的负载阻抗元件 51c 的构成的电路图, (d) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 4 实施例的负载阻抗元件 51d 的构成的电路图。

图 11 是表示具备了作为本发明的第 4 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。

图 12 是表示具备了作为本发明的第 4 实施方式的变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。

图 13 是第 4 实施方式的发送频率  $f=1.5\text{GHz}$  的无线电通信设备模型的立体图。

图 14 是表示在发送频率  $f=900\text{MHz}$  及  $1.5\text{GHz}$  的发送信号的发送时, 改变连接着图 11 或图 13 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时, 通过无线电通信设备的框体 11 的最大电流值的曲线图。

图 15 是表示发送频率  $f=900\text{MHz}$  及  $1.5\text{GHz}$  的发送信号在发送时, 改变连接着图 11 或图 13 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时, 流过无线电通信设备的框体 11 上的 A 点的电流值的曲线图。

图 16 是表示具备了作为本发明的第 5 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。

图 17 是表示具备了作为本发明的第 5 实施方式的变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。

图 18 是表示相对测定完来自图 16 的无线电通信设备的发射图案时的无线电通信设备而设置的 XYZ 坐标系的方向的立体图。

图 19 是表示在图 16 的无线电通信设备中, 改变连接着图 16 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时的水平面的平均增益的曲线图。

图 20 (a) 是表示作为测定完来自图 16 的无线电通信设备的发射图案时的实验结果的 XY 平面的发射图案的平面图, (b) 是表示作为该实验结果的 YZ 平面的发射图案的平面图, (c) 是表示作为该实验结果的 ZX 平

面的发射图案的平面图。

图 21 是表示具备了作为本发明的第 1 变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。

图 22 是表示具备了作为本发明的第 2 变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。

图 23 是本发明的第 1 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的上侧框体 102 上安装了传感器 111 时的主视图。

图 24 是图 23 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 25 是本发明的第 2 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的下侧框体 103 上安装了传感器 111 时的主视图。

图 26 是图 25 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 27 是本发明的第 3 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的铰接部 104 上安装了传感器 111 时的主视图。

图 28 是图 27 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 29 是本发明的第 4 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 上安装了传感器 111 时的主视图。

图 30 是图 29 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。

图 31 是本发明的第 5 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 上安装了传感器 111 时的主视图。

图 32 是图 31 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。

图 33 是本发明的第 6 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的上侧框体 102 的音孔部 106 周围安装了大致呈椭圆形状传感器 113 时的主视图。

图 34 是图 33 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 35 是本发明的第 7 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的下侧框体 103 的麦克风 107 周围安装了大致呈椭圆形状传感器 113 时的主视图。

图 36 是图 35 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 37 是本发明的第 8 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的铰接部 104 上安装了大致呈椭圆形状传感器 113 时的主视图。

图 38 是图 37 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。

图 39 是本发明的第 9 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 的音孔部 106 周围安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。

图 40 是图 39 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。

图 41 是本发明的第 10 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 的麦克风 107 周围安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。

图 42 是图 41 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。

图 43 是用来说明使用磁场检测用探针 201 检测通过上述框体 102 的电流 I 的方法的剖视图。

图 44 是用来说明使用磁场检测用微小偶极子 202 检测通过上述框体 102 的电流 I 的方法的剖视图。

图 45 是将具备了已有技术的无线电用天线的无线电通信设备支撑在人体头部时的主视图。

图 46 是表示图 45 的无线电通信设备的外观的立体图。

图中：11—框体，12—鞭状天线，13—无馈电元件，14、14a、14b、14c、14d、31、41、51、51a、51b、51c、51d、71、72、73、74—负载阻抗元件，15—无线通信电路，16—循环器，17—无线电发射机电路，18—无线电接收机电路，19—短路线，20—半波偶极天线，21、22—天线元件，23—平面天线，25—馈电电缆，30、32、42—开关，52、62—切换开关，60、60a、70、70a—控制器，61—表格存储器，71s—人体接近检测传感器，81、91—螺旋形天线，90—天线装置，92—鞭状天线，93—电绝缘部，95—接点，102—上侧框体，102a—上侧第 1 框体部，102b—上侧第 2 框体部，103—下侧框体，104—铰接部，105—液晶显示器，106—音孔部，107—麦克风，108、109—螺栓，110—螺孔部，111、113—传感器，112—框体，112a—表面，112b—背面，115—键区，201—磁场检测用探针，202—磁场检测用微小偶极子，C1、C2、C3、C11、C12—电容器，D1、D2、D3、D4—可变电容器二极管，L1、L2、L3、L11、L12—电感，Q—馈电点，T1、T2—端子。

具体实施方式

以下参照附图说明本发明的实施方式。而且，对于相同的构成要素，附加相同的符号。

(第1实施方式)

图1是表示具备了作为本发明的第1实施方式的无线电用天线装置的无线电通信设备的构成的框图。

在图1中，设于无线电通信设备的框体11内的无线通信电路15构成为包括：无线电发射机电路17、无线电接收机电路18和用来将1个(1/4)波长鞭状天线12在两个电路17、18间共用的循环器16。在这里，无线电发射机电路17对输入的声音信号或数据信号执行调制、高频变换、功率放大等处理，产生无线电发送信号，该无线电发送信号经循环器16、馈电电缆25和馈电点Q输出到鞭状天线12，该无线电发送信号的电波从鞭状天线12发射。另外，鞭状天线12接收到的无线电接收信号经馈电点Q、馈电电缆25及循环器16输入到无线电接收机电路18，进行低噪音放大、低频变换、解调等处理。

另一方面，在该框体11内，设置无馈电元件13及负载阻抗元件14。在这里，无馈电元件13例如是矩形的平板导体板，相对框体11的前面(与作为用户的人的头部相对的面)例如平行且相邻设置，以使其与框体11电磁耦合。该无馈电元件13连接在负载阻抗元件14上，同时通过该负载阻抗元件14与框体11连接并接地。

图2是表示在从作为实验测定天线的半波偶极天线20发射的电波的附近电磁场中，相对半波偶极天线20的纵向方向的位置之标准化磁场的平方值与标准化比吸收率(SAR)的关系的曲线图。在图2中，来自无线电发射机电路17的发送信号，是馈电到由2根天线元件21、22构成的半波偶极天线20上，使用磁场探针检测此时的附近磁场，同时使用电场探针并利用公知的电场探针法(例如，参照非专利文献2)测定附近电场，通过使用下式计算而测定出的。

【式1】

$$SAR=(\sigma \cdot E^2)/\rho$$

这里，SAR单位为W/kg， $\sigma$ 是人体组织(电介质)的导电率，E是

相对人体的电场强度， $\rho$  是人体组织（电介质）的比重。

从图 2 可知，附近磁场的平方值  $H^2$  与 SAR 的分布大致相同。由此，可知附近磁场的平方值  $H^2$  与 SAR 互成比例。另外，由于公知附近磁场  $H$  与天线电流成正比，故电流的平方值与 SAR 成正比。即，通过使电流的分布变化，从而能够使 SAR 变化。

但是，从鞭状天线 12 发射电波时，在该无线电通信设备的框体 11 上，如图 3 所示，朝向框体 11 的上部的馈电点 Q 流过框体电流。因此，本发明的发明者们发现利用如下方法可以进行：通过降低通过无线电通信设备的框体 11 的电流或使电流分布分散、降低局部的最大值，从而降低 SAR。为了改变通过无线电通信设备的框体 11 的电流，如图 1 所示，在无线电通信设备内设置无馈电元件 13。无馈电元件 13 通过负载阻抗元件 14，与框体 11 连接并接地，通过改变该负载阻抗元件 14 的阻抗值可改变流过框体 11 的电流值。由此，可以抑制通过框体 11 的电流分布局部变大，可以降低 SAR。

图 3 是第 1 实施方式的发送频率  $f=900\text{MHz}$  的无线电通信设备模型的立体图，图 4 是表示在图 3 的无线电通信设备模型的馈电点 Q 附近产生的电流的剖视图。

在图 3 中，鞭状天线 12 设置为从框体 11 上面的面前角部（接近背面的一侧）向上方延伸，在该角部具有馈电点 Q。另外，作为屏蔽用的矩形导体板的无馈电元件 13 与框体 11 的前面的上部相对且靠近设置，从该无馈电元件 13 的上边的一点经负载阻抗元件 14 连接到框体 11 的前面上部，同时从该无馈电元件 13 的上边的另一点经短路线 19，与框体 11 的前面上部连接并接地。

在图 3 的无线电通信设备模型的实施方式中，鞭状天线 12 是单极天线，由全长 83mm 的金属线构成。无馈电元件 13 是 35mm×60mm 的金属平板，由短路线 19 与框体 11 短路并接地。该实施方式是 900MHz 用的移动电话的模型。与发射源的距离越远，则 SAR 越急剧减小。相反，在与人体接触的地方，SAR 增大，即使在电流密度并非最大的情况下，SAR 也有可能最大。在这里，在该实施方式中，将通话时与人体面颊接触的点作为 A 点（参照图 3），并对其调查电流值。馈电点 Q 的框体电流和馈电

电流如图 4 所示地流动。

图 5 是表示在发送频率  $f=850$ 、 $900$ 、 $950\text{MHz}$  的发送信号的发送时，改变连接着图 3 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 14 的电抗值  $X$  时，通过无线电通信设备的框体 11 的最大电流值的曲线图，在图 5、图 6、图 14 和图 15 的曲线图中，作为一个例子，表示向单极天线馈电，将负载阻抗元件连接在反 F 型板状天线上的情况下向单极天线施加  $1\text{W}$  功率时的电流值。

图 5 中，在  $f=900\text{MHz}$ ，使电抗值  $X$  从  $-200$  变化到  $200\Omega$  为止的情况下，从图 5 可知，电抗值  $X$  为  $0\Omega$  时最大电流值变得最大，随着远离  $0\Omega$ ，电流最大值下降。此时，为了使最大电流值在  $10\text{mA}$  以下，优选使电抗值  $X$  为  $X < -25\Omega$  或  $X > 20\Omega$ 。再有，可以知道通过改变频率  $f$ ，从而电流变为最大的负载阻抗元件也变化。然而，可知若负载阻抗元件的绝对值增大，则电流降低。即， $|Z| > 100[\Omega]$  时，可以在全部的频率下实现  $8\text{mA}$  以下的电流。

图 6 是表示在发送频率  $f=850$ 、 $900$ 、 $950\text{MHz}$  的发送信号的发送时，改变连接着图 3 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 14 的电抗值  $X$  时，流过无线电通信设备的框体 11 上的 A 点的电流值的曲线图。在图 6 的曲线图中，表示图 3 的通话时与面颊接触的框体 11 上的 A 点的电流变化，此时， $f=900\text{MHz}$ ，为了使 A 点的电流值例如在  $2\text{mA}$ （阈值）以下，优选电抗值  $X$  为  $5\Omega < X < 50\Omega$ 。从图 5 和图 6 可知，若使电抗值  $X$  为  $20\Omega \sim 50\Omega$ ，则最大电流值和图 3 的 A 点的局部电流减小，可以整体地将 SAR 抑制为小，为所定值以下。可知通过改变频率  $f$ ，电流变为最小的负载阻抗元件也变化。但是，可知若负载阻抗元件的绝对值增大，则电流降低。即， $Z > -j50[\Omega]$  时，可以在全部频率下实现  $1\text{mA}$  以下的电流。另外，从图 5 和图 6 可知， $Z > j100[\Omega]$  时，最大电流在  $8\text{mA}$  以下，放置在 A 点，则实现  $1\text{mA}$  以下的电流。

在本实施方式中，根据图 5，预先按每个频率在图 11 的表格存储器 61 内存储使框体 11 上流动的最大电流值在所定阈值以下的负载阻抗元件的电抗值，优选根据使用的频率，调整电抗值。另外，根据图 6，预先按每个频率在图 11 的表格存储器 61 内存储使流过框体 11 上的 A 点（与人

体最接近位置的点的一例)的最大电流值在所定阈值以下的负载阻抗元件的电抗值,优选根据使用的频率调整电抗值。作为这些变形例,可以采用后述的电流检测方法实测流过框体 11 的所定点(例如 A 点)的电流,根据测定完的电流值控制负载阻抗元件的电抗值,以使该电流值在所定阈值以下。

在以上的实施方式中,虽然使用了由矩形形状的平板导体构成的无馈电元件 13,但本发明并未限于此,作为无馈电元件,可以使用线状导体或相对矩形形状的平板导体形成插槽的导体板等,由此,可以得到与上述无馈电元件 13 相同的作用效果。

图 7 (a) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 1 实施例的负载阻抗元件 14a 的构成的电路图,图 7 (b) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 2 实施例的负载阻抗元件 14b 的构成的电路图,图 7 (c) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 3 实施例的负载阻抗元件 14c 的构成的电路图,图 7 (d) 是表示作为图 1 的负载阻抗元件 14 的第 4 实施例的负载阻抗元件 14d 的构成的电路图。即,图 1 或图 3 的负载阻抗元件 14 可以是图 7 (a) ~ 图 7 (d) 所示的负载阻抗元件 14a、14b、14c、14d。

在这里,将电抗值  $X$  设为正值时,如图 7 (a) 所示,在连接图 1 的无馈电元件 13 的端子 T1 与框体接地点之间,通过串联连接接地点的电感 L1 构成负载阻抗元件 14a 并将其插入。将电抗值  $X$  设为负时,如图 7 (b) 所示,在连接图 1 的无馈电元件 13 的端子 T1 与框体接地点之间,通过串联连接接地点的电容器 C1 构成负载阻抗元件 14b 并将其插入。另外,如图 7 (c) 所示,在连接图 1 的无馈电元件 13 的端子 T1 与框体接地点之间,通过电容器 C2 与电感 L2 的串联电路构成负载阻抗元件 14c 并将其插入。还有,如图 7 (d) 所示,在连接图 1 的无馈电元件 13 的端子 T1 与框体接地点之间,通过电容器 C3 与电感 L3 的并联电路构成负载阻抗元件 14d 并将其插入。在这里,这些电感 L1、L2、L3 例如可由片形电感、或例如蛇 (meander) 形的导体线等构成。再有,这些电容器 C1、C2、C3 可由片形电容器、或平行平板电容器、MIM 电容器等构成。通过采用前者的片形电感和片形电容器,可以将无线电通信设备大幅度地小型化。

还有,作为负载阻抗元件 14,也可以利用作为接地侧的一端短路或开

路的分布常数线路的例如同轴线路的分布常数线路。此时，也可依赖于其终端条件或线路长度变更设定阻抗，可以与图 7 (a) ~ (d) 的各负载阻抗元件 14a~14d 同样，得到变更电抗值  $X$  等的同样效果。此外，作为分布常数线路，可以利用微波带状线路来替代同轴线路。这种情况下，可以形成于移动电话等无线电通信设备的基板上。根据如此构成，具有可以实现无线电通信设备的部件数减少和小型薄型化的特有效果。

### (第 2 实施方式)

图 8 是表示具有作为本发明的第 2 实施方式的无线电用天线装置的无线电通信设备的构成的框图。如图 8 所示，第 2 实施方式的无线电通信设备包括从框体 11 的上部向上方延伸的鞭状天线 12 和设于框体 11 内的平面天线 23，这两个天线 12、23 构成空间分集。

在图 8 中，在框体 11 内设置了平面天线 23 及两个负载阻抗元件 31、41。在这里，平面天线 23 例如是矩形的平板导体板，相对框体 11 的前面（与作为用户的人的头部对应的面）例如是平行的，且接近设置，以使其与框体 11 电磁耦合。

在图 8 的无线电通信设备中，开关 30 切换到接点 a 侧时，来自无线电通信设备的框体 11 内设置的无线通信电路 15 的无线电发送信号经开关 30 的接点 a 侧、馈电电缆 25 及馈电点 Q 输出到  $(1/4)$  波长鞭状天线 12 后，从鞭状天线 12 发射出无线电发送信号的电波。在这里，馈电点 Q 通过开关 32 及负载阻抗元件 31 相对框体 11 接地。开关 30 切换到接点 b 侧时，来自无线通信电路 15 的无线电发送信号经开关 30 的接点 b 侧输出到平面天线 23 后，从该平面天线 23 发射出无线电发送信号的电波。在这里，平面天线 23 通过开关 42 及负载阻抗元件 41 相对框体 11 接地。

在如上所述构成的无线电通信设备中，例如在用鞭状天线 12 接收到的接收信号的强度比用平面天线 23 接收到的接收信号的强度还大的情况下，开关 30 切换到接点 a 侧，利用鞭状天线 12 收发无线电信号。此时，通过断开开关 32、接通开关 42，平面天线 23 从无线通信电路 15 电脱离，同时经开关 42 及负载阻抗元件 41 接地。这种情况下，平面天线 23 与第 1 实施方式的无馈电元件 13 同样地动作，设定负载阻抗元件 41 的电抗值  $X$ ，

以便与第1实施方式同样，减小通过该无线电通信设备的框体11的电流，减小该框体11的前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低SAR。在这里，优选将该无线电通信设备的框体11上流动的电流设定为实质上的最小值，将SAR设定为最小值。

另一方面，例如在用平面天线23接收到的接收信号的强度比用鞭状天线12接收到的接收信号的强度还大的情况下，开关30切换到接点b侧，利用平面天线23收发无线电信号。此时，通过接通开关32、断开开关42，鞭状天线12从无线通信电路15电脱离，同时通过开关32及负载阻抗元件31接地。这种情况下，鞭状天线12与第1实施方式的无馈电元件13同样地动作，设定负载阻抗元件31的电抗值X，以便与第1实施方式同样，减小通过该无线电通信设备的框体11的电流，减小该框体11的前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低SAR。

在以上的第2实施方式中，作为各负载阻抗元件31、41，例如可以利用图7(a)~图7(d)所示的负载阻抗元件14a~14d。作为负载阻抗元件31、41，也可以利用作为接地侧的一端短路或开路的分布常数线路的例如同轴线路的分布常数线路。此时，也可以依赖于其终端条件或线路长度变更设定阻抗，与图7(a)~(d)的各负载阻抗元件14a~14d同样，可以得到变更电抗值X等同样效果。此外，作为分布常数线路，可以使用微波带状线路来替代同轴线路。这种情况下，可以形成于移动电话等无线电通信设备的基板上。利用如此构成，具有可以实现无线电通信设备的部件数的减少和小型薄型化的特有效果。

在如上构成的第2实施方式的无线电通信设备中，可以利用两根天线12、23以空间分集方式收发无线电信号，同时具有与第1实施方式的无线电通信设备同样的作用效果。

在以上的实施方式中，虽然备有鞭状天线12和平面天线23，但本发明并未限于此，平面天线23可以由鞭状天线或反F型天线等构成，鞭状天线12可以由平面天线或反F型天线等构成。

### (第3实施方式)

图9是表示具备了作为本发明的第3实施方式的无线电用天线装置之

无线电通信设备的构成的框图。如图 9 所示，第 2 实施方式的无线电通信设备的特征在于，包括从框体 11 的上部向上方延伸的鞭状天线 12 和设于框体 11 内的平面天线 23，这两根天线 12、23 构成空间分集，同时，用可改变电抗值  $X$  的 1 个负载阻抗元件 51 和一个切换开关 52 替代图 8 的第 2 实施方式的两个负载阻抗元件 31、41 和两个开关 32、42。

在图 9 中，在框体 11 内设置平面天线 23 和 1 个负载阻抗元件 51。在这里，平面天线 23 例如是矩形的平板导体板，相对框体 11 的前面（与作为用户的人的头部对应的面）例如是平行的，且接近设置，以使其与框体 11 电磁耦合。

在图 9 的无线电通信设备中，例如在用鞭状天线 12 接收到的接收信号的强度比用平面天线 23 接收到的接收信号的强度还大的情况下，开关 30 切换到接点 a 侧，随之联动的是，切换开关 52 切换到接点 b 侧。此时，来自设于无线电通信设备的框体 11 内的无线通信电路 15 的无线电发送信号经开关 30 的接点 a 侧、馈电电缆 25 及馈电点 Q 输出到  $(1/4)$  波长鞭状天线 12 后，从鞭状天线 12 发射出无线电发送信号的电波。平面天线 23 通过切换开关 52 的接点 b 侧及负载阻抗元件 51 接地。这种情况下，平面天线 23 与第 1 实施方式的无馈电元件 13 同样地动作，设定负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$ ，以便与第 1 实施方式同样，减小通过该无线电通信设备的框体 11 的电流，减小该框体 11 的前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低 SAR。

另一方面，例如在用平面天线 23 接收到的接收信号的强度比用鞭状天线 12 接收到的接收信号的强度还大的情况下，开关 30 切换到接点 b 侧，随之联动的是，切换开关 52 切换到接点 a 侧。此时，来自设于无线电通信设备的框体 11 内的无线通信电路 15 的无线电发送信号经开关 30 的接点 b 侧输出到平面天线 23 之后，从该平面天线 23 发射出无线电发送信号的电波。鞭状天线 12 通过切换开关 52 的接点 a 侧及负载阻抗元件 51 接地。这种情况下，鞭状天线 12 与第 1 实施方式的无馈电元件 13 同样地动作，设定负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$ ，以便与第 1 实施方式同样，减小通过该无线电通信设备的框体 11 的电流，减小该框体 11 的前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低 SAR。

图 10 (a) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 1 实施例的负载阻抗元件 51a 的构成的电路图, 图 10 (b) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 2 实施例的负载阻抗元件 51b 的构成的电路图, 图 10 (c) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 3 实施例的负载阻抗元件 51c 的构成的电路图, 图 10 (d) 是表示作为图 9 的负载阻抗元件 51 的第 4 实施例的负载阻抗元件 51d 的构成的电路图。即, 图 9 的负载阻抗元件 51 可以是图 10 (a) ~ 图 10 (d) 所示的负载阻抗元件 51a、51b、51c、51d。

在这里, 如图 10 (a) 所示, 在连接图 9 的切换开关 52 的公共端子的端子 T2 与框体接地点之间, 由电感 L11 及可变电容器二极管 D1 的串联电路构成负载阻抗元件 51a 并将其插入。如图 10 (b) 所示, 在连接图 9 的切换开关 52 的公共端子的端子 T2 与框体接地点之间, 由电感 L12 和可变电容器二极管 D2 的并联电路构成负载阻抗元件 51b 并将其插入。另外, 如图 10 (c) 所示, 在连接图 9 的切换开关 52 的公共端子的端子 T2 与框体接地点之间, 由电容器 C11 与可变电容器二极管 D3 的并联电路构成负载阻抗元件 51c 并将其插入。还有, 如图 10 (d) 所示, 在连接图 9 的切换开关 52 的公共端子的端子 T2 与框体接地点之间, 通过电容器 C12 与可变电容器二极管 D4 的串联电路构成负载阻抗元件 51d 并将其插入。

在图 10 (a) ~ 图 10 (d) 的各实施方式中, 通过改变对各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4 施加的反向偏置电压, 可以改变各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4 的电容值。这些变化控制例如可以利用后述的图 11 的控制器 60 来执行。在与控制器 60 连接的表格存储器 61 内, 按每个频率预先存储可以将 SAR 降低到所定阈值以下的负载阻抗元件的电抗值, 控制器 60 参照表格存储器 61 内的数据, 根据使用频率改变各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4 的电容值, 通过设定负载阻抗元件 51 的电抗值 X, 以便与第 1 实施方式同样, 减小通过该无线电通信设备的框体 11 的电流, 减小该框体 11 的前面的附近磁场, 从而可以大幅度地降低 SAR。

在这里, 通过增大对各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4 施加的反向偏置电压的变化幅度, 从而可以增大各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4 的电容值的变化幅度, 也可以增大负载阻抗元件 51a~51d 的电抗值 X 的变化幅度。另一方面, 通过减小对各可变电容器二极管 D1、D2、D3、D4

施加的反向偏置电压的变化幅度，从而可以减小各可变电容二极管 D1、D2、D3、D4 的电容值的变化幅度，也可以减小负载阻抗元件 51a~51d 的电抗值 X 的变化幅度。

另外，作为负载阻抗元件 51，可以利用作为接地侧的一端短路或开路的分布常数线路的例如同轴线路的分布常数线路。此时，可依赖于其终端条件或线路长度变更设定阻抗，与图 10 (a) ~ 图 10 (d) 的各负载阻抗元件 51a~51d 同样，得到变更电抗值 X 等同样效果。此外，作为分布常数线路，可以利用微波带状线路来替代同轴线路。这种情况下，可以形成于移动电话等无线电通信设备的基板上。利用如此构成，具有可以实现无线电通信设备的部件数的减少和小型薄型化的特有效果。

在如上构成的第 3 实施方式的无线电通信设备中，可以用两个天线 12、23 以空间分集方式收发无线电信号，同时具有与第 1 实施方式的无线电通信设备同样的作用效果。

在以上的实施方式中，虽然使用可变电容二极管 D1、D2、D3、D4，但本发明并未限于此，也可以使用可变电容器、可变电感等能够改变元件值的阻抗元件。

#### (第 4 实施方式)

图 11 是表示具备了作为本发明的第 4 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。该第 4 实施方式的无线电通信设备与图 1 的第 1 实施方式的无线电通信设备相比，不同之处在于以下几点。

(1) 替代负载阻抗元件 14，具备可以改变电抗值 X 的图 9 的负载阻抗元件 51。

(2) 由控制器 60 控制上述负载阻抗元件 51 的电抗值 X。

在这里，负载阻抗元件 51 如图 10 所示，是包含可变电容二极管 D1、D2、D3、D4 的阻抗元件，其电抗值 X 由控制器 60 控制。控制器 60 通过调整设定施加在可变电容二极管 D1、D2、D3、D4 上的反向偏置电压（即，其电容值），以便与第 1 实施方式同样，减小通过该无线电通信设备的框体 11 的电流，设定为减小框体 11 前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低 SAR。

图 12 是表示具备了作为本发明的第 4 实施方式的变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图，其他构成（框体 11、鞭状天线 12 及无线通信电路 15）与图 11 相同。该变形例与图 11 的第四实施方式相比，有以下几点不同。

(1) 替代负载阻抗元件 51，包括具有彼此不同的固定阻抗值  $Z_1$ 、 $Z_2$ 、 $Z_3$ 、 $Z_4$  的 4 个负载阻抗元件 71、72、73、74 及切换开关 62。

(2) 替代控制器 60，具备了连接表格存储器 61 的控制器 60a。

在图 12 中，切换开关 62 具有 4 个接点 a、b、c、d 及公共端子，由控制器 60a 控制，其公共端子连接 4 个接点 a、b、c、d 中的任意一个接点。在这里，切换开关 62 的接点 a 经负载阻抗元件 71 接地，切换开关 62 的接点 b 经负载阻抗元件 72 接地，切换开关 62 的接点 c 经负载阻抗元件 73 接地，切换开关 62 的接点 d 经负载阻抗元件 74 接地。

在如上所述构成的无线电通信设备的电路中，将切换开关 62 切换到接点 a 时，平面天线 23 经切换开关 62 的接点 a 及负载阻抗元件 71 接地。另外，将切换开关 62 切换到接点 b 时，平面天线 23 经切换开关 62 的接点 b 及负载阻抗元件 72 接地。将切换开关 62 切换到接点 c 时，平面天线 23 经切换开关 62 的接点 c 及负载阻抗元件 73 接地。将切换开关 62 切换到接点 d 时，平面天线 23 经切换开关 62 的接点 d 及负载阻抗元件 74 接地。这些负载阻抗元件 71、72、73、74 的切换控制，与第 1 实施方式同样，通过由控制器 60a 参照表格存储器 61 内的表格，选择性地切换使通过该无线电通信设备的框体 11 的电流减小的 1 个负载阻抗元件（71~74 之一，实际上优选是最小电流值），并设定为减小框体 11 前面的附近磁场，从而可以大幅度地降低 SAR。

在图 12 的变形例的无线电通信设备的电路中，虽然备有 4 个负载阻抗元件 71~74，但本发明并未限于此，也可以包括多个负载阻抗元件。

图 13 是第 4 实施方式的发送频率  $f=1.5\text{GHz}$  的无线电通信设备模型的立体图。在该无线电通信设备模型中，鞭状天线 12 与图 3 的无线电通信设备模型同样，设定为从框体 11 的上面的面前角部（接近背面的一侧）向上方延伸，在该角部具有馈电点 Q。作为屏蔽用的矩形导体板的无馈电元件 13 与框体 11 的前面的上部相对且邻近设置，从该无馈电元件 13 的

上边的一点经负载阻抗元件 51 连接到框体 11 的前面上部,同时从该无馈电元件 13 的上边的另一点经短路线 19 连接到框体 11 的前面上部并接地。在这里,作为单极天线的鞭状天线由 50mm 的金属线构成,无馈电元件 13 使用 35mm×60mm 的金属平板。

图 14 是表示在发送频率  $f=900\text{MHz}$  及  $1.5\text{GHz}$  的发送信号的发送时,改变连接着图 11 或图 13 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时,通过无线电通信设备的框体 11 的最大电流值的曲线图。从图 14 可知,在发送频率  $f=900\text{MHz}$  的发送信号的发送时,在电抗值  $X$  约为  $-20\Omega$  时最大电流值变为最大,电抗值  $X$  在  $+100\Omega$  或以上或  $-100\Omega$  或以下时,最大电流值约为  $5\text{mA}$  以下。另一方面,在发送频率  $f=1.5\text{GHz}$  的发送信号的发送时,即便电抗值  $X$  变化,最大电流值在  $-230\sim 200\Omega$  的范围内的变化量也较小,而且,在  $6\text{mA}$  以下,电抗值  $X$  的设定值可以为  $-230\sim 200\Omega$  范围内的任意值。

图 15 是表示在发送频率  $f=900\text{MHz}$  及  $1.5\text{GHz}$  的发送信号的发送时,改变连接着图 11 或图 13 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时,流过无线电通信设备的框体 11 上的 A 点的电流值的曲线图。从图 14 可知,在发送频率  $f=1.5\text{GHz}$  的发送信号的发送时,使 A 点的电流值最小的电抗值  $X$  为  $-180\Omega$ 。另一方面,在发送频率  $f=900\text{MHz}$  的发送信号的发送时,A 点的电流值在电抗值  $X$  为  $-30\Omega$  时最大,在电抗值  $X$  为  $20\Omega$  时最小。因此,可知若发送频率  $f$  变化,则使通过无线电通信设备的框体 11 的电流变为最小的电抗值  $X$  也变化。而且,无馈电元件 13 设于无线电通信设备的框体 11 的内侧或外侧,更优选的是,为了减少人体的影响,如图 15 及图 18 所示,设于和接触人体的面相对侧的框体的面的附近。

因此,在以多个频率动作的无线电通信设备中,根据图 11 或图 12 所示的电路构成,在发送频率变化时,由控制器 60、60a 控制负载阻抗元件 51,可以设定其电抗值  $X$ ,以使通过无线电通信设备的框体 11 的电流值减小,优选实际上为最小值。因此,通过设定为减小框体 11 的前面的附近磁场,从而可以大幅度地降低 SAR。具体说,例如构成为根据动作频率,利用实验预先求出 A 点的电流值为最小的电抗值  $X$  并存储在表格存储器 61 内,控制器 60、60a 根据来自控制整个无线电通信设备的控制器(图中

未示出)的动作频率信息,参照该表格存储器 61 进行控制,以使负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  实际上为 A 点的最小电流值,从而降低 SAR。

(第 5 实施方式)

图 16 是表示具备了作为本发明的第 5 实施方式的无线电用天线装置之无线电通信设备的构成的框图。该第五实施方式的无线电通信设备与图 11 的第 4 实施方式的无线电通信设备相比,有以下几点不同。

(1) 替代控制器 60,而具备连接表格存储器 61 的控制器 70。

(2) 将人体接近检测传感器 71s 连接在控制器 70 上。

在图 16 中,人体接近检测传感器 71s,例如为利用红外线检测出人体是否接近的部件,从该传感器 71s 向人体发射红外线,通过检测其反射波,而根据到人体的距离或反射波的强度来检测人体的接近。在人体例如以约 10mm 以下的距离接近无线电通信设备的框体 11 时,人体接近检测传感器 71s 检测出该人体的接近,将该检测信号输出到控制器 70。控制器 70 应答该检测信号,开始负载阻抗元件 51 的控制处理,参照表格存储器 61 内的控制数据控制负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$ ,以使通过该无线电通信设备的框体 11 的 A 点的电流值减小,降低 SAR。

图 17 是表示具备了作为本发明的第 5 实施方式的变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。该变形例是将图 16 的人体接近检测传感器 71s 应用于图 12 的无线电通信设备内。在图 17 中,控制器 70a 应答来自人体接近检测传感器 71s 的检测信号,开始选择性地切换负载阻抗元件 71~74 的开关 62 的控制处理,参照表格存储器 61 内的控制数据选择使通过该无线电通信设备的框体 11 的 A 点的电流值减小的 1 个负载阻抗元件(71~74 中的 1 个),由此,减小通过该无线电通信设备的框体 11 的 A 点的电流值,优选使其为最小值,大幅度地降低 SAR。

图 18 是表示测定来自图 16 的无线电通信设备的发射图案时的相对无线电通信设备而设置的 XYZ 坐标系的方向的立体图,在图 18 中,垂直于该无线电通信设备的前面(有键盘、麦克风、扬声器用音孔部的前面)的方向且朝向人体的方向为 X 方向,该前面的横方向或水平方向为 Y 方向,鞭状天线 12 的纵向方向且朝向上方的方向为 Z 方向。

图 19 是表示在图 16 的无线电通信设备中, 改变了连接着图 16 的无馈电元件 13 的负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  时的水平面的平均增益的曲线图。在这里, 所谓平均增益是指全部方位角的平均增益。从图 19 可知, 若负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  变化, 则发射平均增益也变化。该发射平均增益比 1dBi 还大的电抗值  $X$  是  $X > 40\Omega$  或  $X < -100\Omega$  时。另一方面, 在图 5 的最大电流值和图 6 的局部 A 点的电流中, 电抗值  $X$  为  $20 \sim 50\Omega$  时, 最大电流值和局部电流值减小。可知在该电抗值的范围内, 图 19 的平均增益比 1dBi 还大是在电抗值  $X$  为  $50\Omega$  时。

图 20 (a) 是表示作为测定来自图 16 的无线电通信设备的发射图案时的实验结果的 XY 平面的发射图案的平面图, 图 20 (b) 是表示作为该实验结果的 YZ 平面的发射图案的平面图, 图 20 (c) 是表示作为该实验结果的 ZX 平面的发射图案的平面图。在图 20 的各图中,  $P_{\theta}$  表示与天线的纵向方向偏离的角度  $\theta$  相关的发射相对增益 (以半波偶极天线为基准) 的  $\theta$  成分,  $P_{\phi}$  是包含天线的纵向方向的平面上的方位角的角度  $\phi$  相关的发射相对增益 (以半波偶极天线为基准) 的  $\phi$  成分。

在图 20 的发射图案的测定时, 负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  为  $50\Omega$ 。此时, 发射平均增益为 1.42dBi, 框体 11 的电流值为 5.7mA, A 点的电流值为 2.0mA。因此, 在电抗值  $X$  为  $50\Omega$  时, 本实施方式的天线以比较大的发射增益强烈地发射, 由于 SAR 值比较低, 故为最佳值。

此外, 在图 16 或图 17 的实施方式中, 人体未接近时, 可以使负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  为增大发射增益的电抗值  $X$ , 另一方面, 人体接近时, 可以为使通过无线电通信设备的框体 11 的电流减小的电抗值  $X$ 。例如, 在人体未接近时, 负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  为  $100 \sim 200\Omega$ , 另一方面, 在人体接近时, 负载阻抗元件 51 的电抗值  $X$  为  $50\Omega$ 。通过进行这样的控制, 从而能够降低 SAR 并提高发射增益。

在以上的实施方式中, 仅在接收表示来自控制该无线电通信设备整体的控制器 (图中未示出) 的通话中的通话中信号之时, 接收来自人体接近检测传感器 71s 的检测信号, 可以进行考虑这一点的负载阻抗元件 51 的控制。

(其他变形例)

图 21 是表示具备了作为本发明的第 1 变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。替代以上实施方式中使用的鞭状天线 12, 可以使用图 21 的螺旋形天线 81。

图 22 是表示具备了作为本发明的第 2 变形例的无线电用天线装置之无线电通信设备的部分构成的框图。替代以上实施方式中使用的鞭状天线 12, 可以使用图 22 的天线装置 90。天线装置 90 构成为通过作为电绝缘部 93 的电介质部连结螺旋形天线 91 和(1/4)波长鞭状天线 92, 以使其纵向方向实质在同一直线上延伸。无线通信电路 15 经馈电电缆 25 连接鞭状天线 92 的接点 95, 该接点 95 和鞭状天线 92 的连接部为馈电点 Q。在拉伸天线装置 90 时, 如图 22 所示, 鞭状天线 92 连接无线通信电路 15, 变为动作状态, 另一方面, 天线装置 90 中的鞭状天线 92 容纳在框体 11 内时, 接点 95 连接螺旋形天线 91 的下侧一端, 螺旋形天线 91 连接无线通信电路 15, 变为动作状态。

在图 1 的实施方式中, 虽然为了分离发送信号与接收信号而利用循环器 16, 但本发明并未限于此, 也可以利用共用器滤波器或收发切换开关等。

(传感器及其安装位置)

虽然在以上的实施方式中利用人体接近检测传感器 71s, 但本发明不限于此, 为了防止仅有人体接近检测传感器 71s 的误检测, 优选兼用温度传感器或接触传感器、温度传感器与接触传感器的组合。即, 可以仅在由温度传感器检测出所定阈值以上的体温(人体接触了无线电通信设备的框体 11 时), 且接收了来自人体接近检测传感器 71s 的检测信号时, 进行负载阻抗元件 51 的控制。也可以仅在由接触传感器检测出所定的阈值以上的应力且接收了来自人体接近检测传感器 71s 的检测信号时, 进行负载阻抗元件 51 的控制。另外, 还可以仅在由温度传感器检测出所定阈值以上的体温, 由接触传感器检测出所定阈值以上的应力且接收了来自人体接近检测传感器 71s 的检测信号时, 进行负载阻抗元件 51 的控制。

即, 在实施方式中, 可以安装人体接近检测传感器 71s、温度传感器、接触传感器中的至少一个(以下统称为传感器 111 或 113), 传感器 111 在

便携无线电通信设备中，优选在作为接触人体侧的（A）与人体的耳朵接触的扬声器用音孔部或其附近；（B）与人体的面颊接触的麦克风或其附近；和（C）在折叠型便携无线电通信设备的情况下，人体面颊接触的铰接部（由于该铰接部的拉伸形状有可能与人体接触）中的一个位置处安装。

而且，在安装多个传感器时，通过安装于不同位置，能够进行抑制 SAR 的所需位置上的 SAR 的降低控制。例如，在存在上述（A）和（B）双方的情况下，在上述（A）中被检测出时，切换负载阻抗，以减小音孔部附近的 SAR，在上述（B）中被检测出时，切换负载阻抗，以减小麦克风附近的 SAR。由此，能够有效地降低 SAR。再有，负载的电流控制优选仅在通话时或数据通信时动作。由此，由于不进行不必要的控制，故可以实现消耗功率的减少，可以使电池持续很长时间。以下参照传感器 111、113 的具体安装示例的图进行说明。

图 23 是本发明的第 1 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的上侧框体 102 上安装了传感器 111 时的主视图。图 24 是图 23 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在以下的图中，相同的构成要素都付与相同的符号。

在图 23 和图 24 中，折叠型便携无线电通信设备构成为经铰接部 104 可折叠上侧框体 102 和下侧框体 103。在这里，上侧框体 102 由内侧的上侧第 1 框体部 102a 和外侧的上侧第 2 框体部 102b 构成，通过在配置于上侧第 1 框体部 102a 的中央部的液晶显示器 105 的下侧即左右端部附近，利用螺栓 108、109 等拧紧固定于上侧第 2 框体部 102b 的螺孔部 110，从而将这些上侧第 1 框体部 102a 和上侧第 2 框体部 102b 贴紧固定。在液晶显示器 105 的上侧之上，设置扬声器用音孔部 106，在该音孔部 106 与液晶显示器 105 之间的位置上安装有矩形形状的传感器 111。而且，在下侧框体 103 的内侧面的中央部，配置键区（keypad）115，其下侧安装麦克风 107。

图 25 是本发明的第 2 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的下侧框体 103 上安装了传感器 111 时的主视图。图 26 是图 25 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在图 25 和图 26 中，在下侧框体 103 的内侧面上，在键区 115 和麦克风 107 之间安装传感器 111。

图 27 是本发明的第 3 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的铰接部 104 上安装了传感器 111 时的主视图。图 28 是图 27 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在图 27 和图 28 中，在铰接部 104 的内侧中央部上安装传感器 111。

图 29 是本发明的第 4 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 上安装了传感器 111 时的主视图。图 30 是图 29 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。在图 29 和图 30 中，在具有内侧面 112a 与外侧面 112b 的框体 112 的内侧面 112a 上，在其上侧设置液晶显示器 105 的同时，在其下侧设置键区 115。在液晶显示器 105 与框体 112 的上侧端部之间设置扬声器用音孔部 106，在音孔部 106 与液晶显示器 105 之间安装传感器 111。在键区 115 与下侧端部之间安装麦克风 107。

图 31 是本发明的第 5 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 上安装了传感器 111 时的主视图。图 32 是图 31 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。在图 31 和图 32 中，在键区 115 和麦克风 107 之间安装传感器 111。

图 33 是本发明的第 6 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的上侧框体 102 的音孔部 106 周围安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。图 34 是图 33 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在图 33 和图 34 中，在上侧框体 102 的音孔部 106 的周围安装大致呈椭圆形状的传感器 113。

图 35 是本发明的第 7 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的下侧框体 103 的麦克风 107 周围安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。图 36 是图 35 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在图 35 和图 36 中，在麦克风 107 的周围安装传感器 113。

图 37 是本发明的第 8 实施例，是在折叠型便携无线电通信设备的铰接部 104 上安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。图 38 是图 37 的折叠型便携无线电通信设备的侧视图。在图 37 和图 38 中，在铰接部 104 的内侧面上安装传感器 113。

图 39 是本发明的第 9 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 的音孔部 106 周围安装了大致呈椭圆形状的传感器 113 时的主视图。

图 40 是图 39 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。在图 39 和图 40 中，在框体 112 的音孔部 106 周围安装传感器 113。

图 41 是本发明的第 10 实施例，是在直体型便携无线电通信设备的框体 112 的麦克风 107 周围安装了大致呈椭圆形状传感器 113 时的主视图。图 42 是图 41 的直体型便携无线电通信设备的侧视图。在图 41 和图 42 中，在框体 112 的内侧面的麦克风 107 的周围安装传感器 113。

(检测通过框体的电流的方法)

以下参照图 43 及图 44，进一步说明用来检测通过便携无线电通信设备的框体的电流的方法。

图 43 是用来说明利用磁场检测用探针 201 检测通过上述框体 102 的电流 I 的方法的剖视图。在图 43 中，磁场检测用探针 201 是由具有边长为 d 的正方形的微小套圈 (loop) 构成的探针，装载为邻近便携无线电通信设备的上侧框体 102，且微小套圈的轴与上侧框体 102 的面实质上平行。在这里，将该磁场检测用探针 201 的端子中的启动功率设为 V，将该端子中发现磁场检测用探针 201 时的输入阻抗为 Z。此时，通过电流 I 时的磁场检测用探针 201 的轴中心的磁场 H，根据安培定律用下式表示。

【数学式 2】

$$H=I/(2\pi h) \quad (2)$$

或

【数学式 3】

$$B=\mu_0 \cdot H \quad (3)$$

这里， $\mu_0$  为真空导磁率。

根据法拉第电磁感应定律，启动功率 V 用下式表示。

【数学式 4】

$$V=-\frac{d\Phi}{dt} \quad (4)$$

在这里， $\Phi$  是磁力线，若将其面积设为  $S=d \times d$  (间隔 d 中的最大宽度)，则用下式表示。

【数学式 5】

$$\Phi=B \cdot S$$

$$\begin{aligned}
 &= \mu_0 \cdot H \cdot d^2 \\
 &= \mu_0 \cdot I / (2\pi h) \cdot d^2 \quad (5)
 \end{aligned}$$

因此，将数学式（4）代入数学式（5）中，得到下式。

【数学式 6】

$$V = -\mu_0 / (2\pi h) \cdot d^2 \cdot (dI/dt) \quad (6)$$

在这里，由

【数学式 7】

$$(dI/dt) = j\omega I \quad (7)$$

得到下式。

【数学式 8】

$$V = -j\omega \cdot \mu_0 \cdot I / (2\pi h) \cdot d^2 \quad (8)$$

若将磁场检测用探针 201 的输入阻抗设为  $Z$ ，则接收功率  $P_r$  用下式表示。

【数学式 9】

$$\begin{aligned}
 P_r &= V^2 / Z \\
 &= (\omega \cdot \mu_0 \cdot I_0 \cdot d^2 / (2\pi h))^2 / Z \quad (9)
 \end{aligned}$$

在这里，由

【数学式 10】

$$\omega = 2\pi / \lambda \quad (10)$$

得到下式。

【数学式 11】

$$P_r = (\mu_0 \cdot I_0 \cdot d^2 / (h \cdot \lambda))^2 / Z \quad (11)$$

因此，通过测定接收功率  $P_r$ ，从而可以使用上述数学式算出电流  $I_0$ 。

图 44 是用来说明利用磁场检测用微小偶极子 202 检测通过上述框体 102 的电流  $I$  的方法的剖视图。在图 44 中，微小偶极子 202 是由具有微小长度  $d$  ( $d \ll \lambda$ ；在这里， $\omega = 2\pi f$ ， $\lambda = c/f$ ， $c$  是光速) 的微小偶极子构成的探针，装载为在便携无线电通信设备的上侧框体 102 上以距离  $h$  接近且微小偶极子的纵向方向与上侧框体 102 的面实质上平行。在这里，将该磁场检测用微小偶极子 202 的端子的启动功率设为  $V$ ，将在该端子中发现磁场检测用微小偶极子 202 时的输入阻抗设为  $Z$ 。在磁场检测用微小偶极子 202

的情况下，距离  $h$  的最大值如下所示由接收功率  $P_r$  决定。若将与电流  $I$  距离  $h$  的地方的微小偶极子 202 的电场设为  $E$ ，则用下式表示启动功率  $V$ 。

【数学式 12】

$$V = E \cdot d \quad (12)$$

在这里，若电场与磁场的比为  $\eta$ ，则用下式表示。

【数学式 13】

$$E = \eta \cdot H \quad (13)$$

因此，通过将数学式 (12) 代入数学式 (13) 中，而得到下式。

【数学式 14】

$$E = \eta \cdot I_0 / (2\pi h) \quad (14)$$

因此，启动功率  $V$  和接收功率  $P_r$  用下式表示。

【数学式 15】

$$\begin{aligned} V &= E \cdot d \\ &= \eta \cdot I_0 \cdot d / (2\pi h) \end{aligned} \quad (15)$$

【数学式 16】

$$\begin{aligned} P_r &= V^2 / Z \\ &= (\eta \cdot I_0 \cdot d / (2\pi h))^2 / Z \end{aligned} \quad (16)$$

从数学式 (16) 可知，通过测定接收功率  $P_r$ ，可以检测出电流  $I_0$ 。

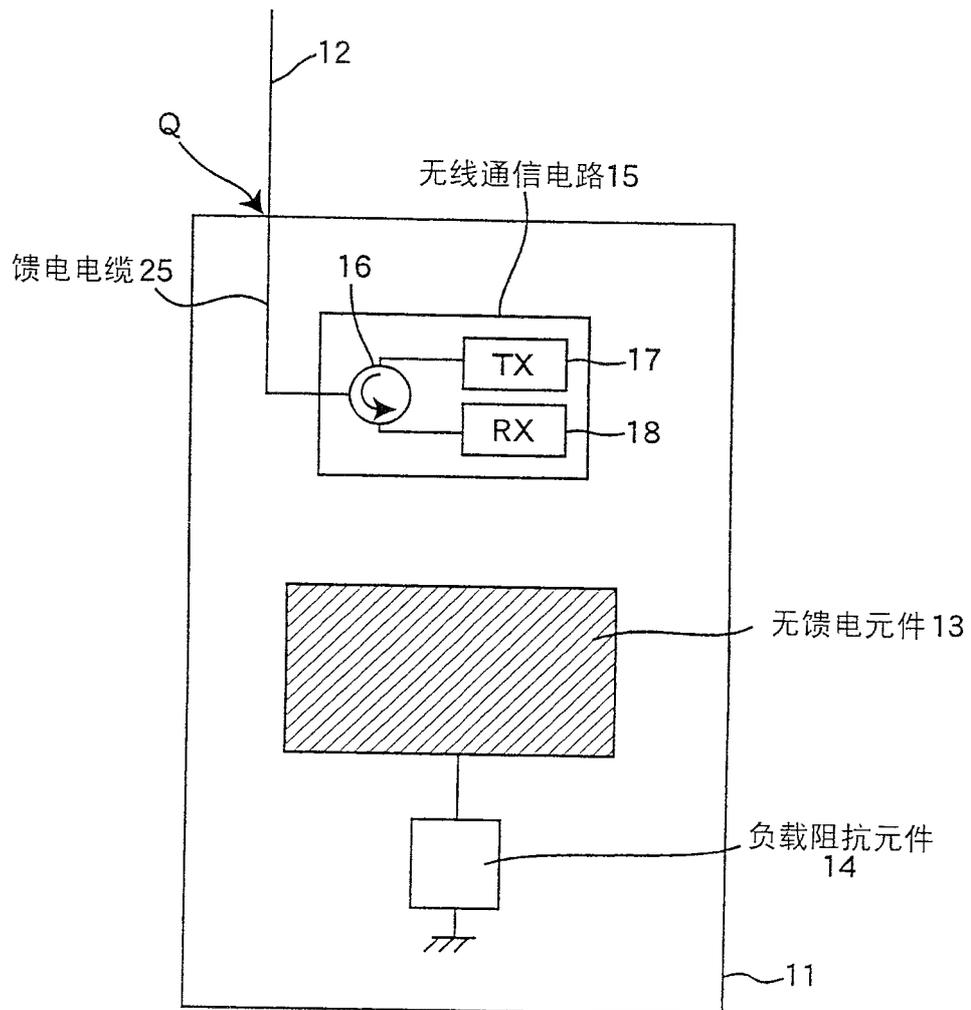
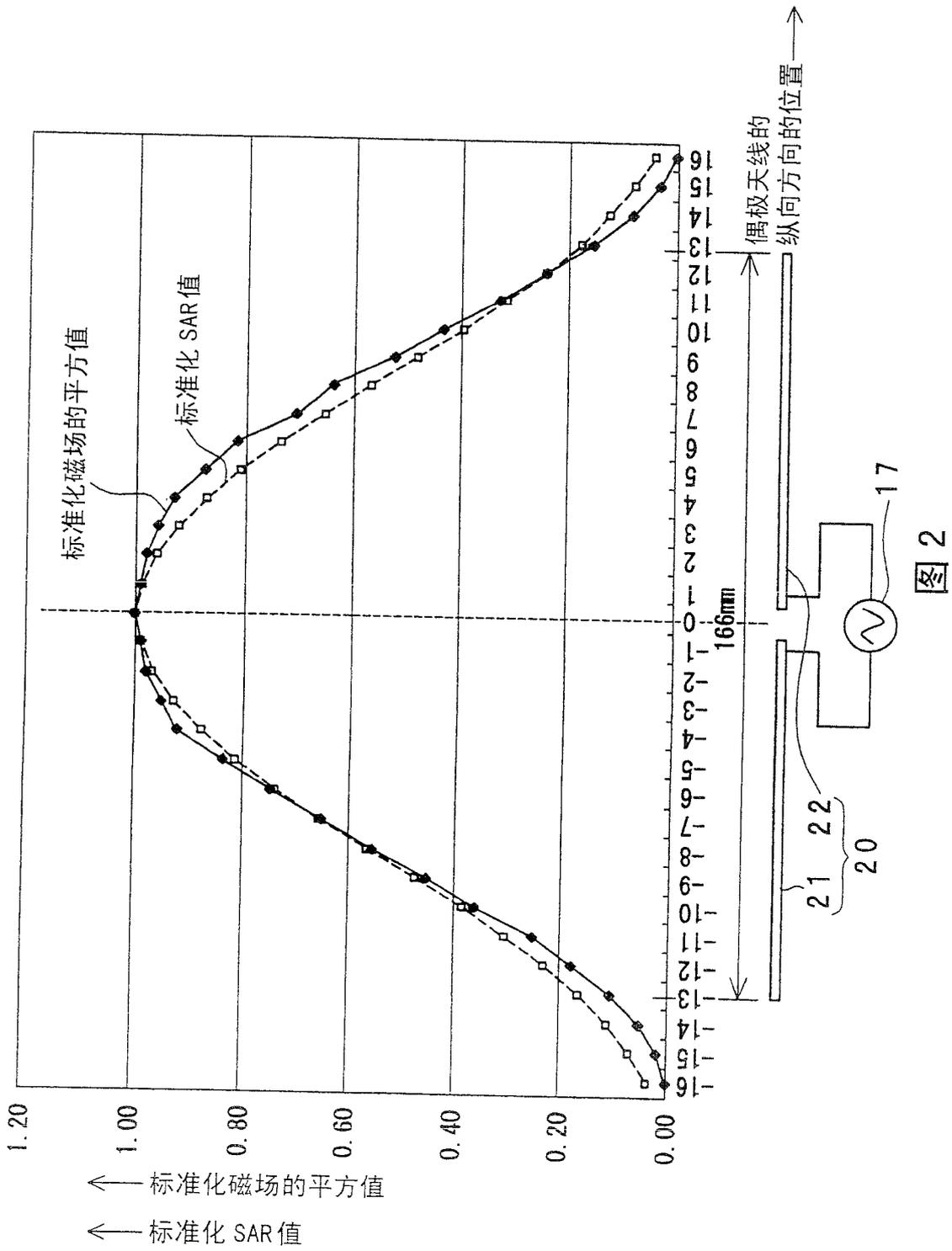


图 1



f=900MHz

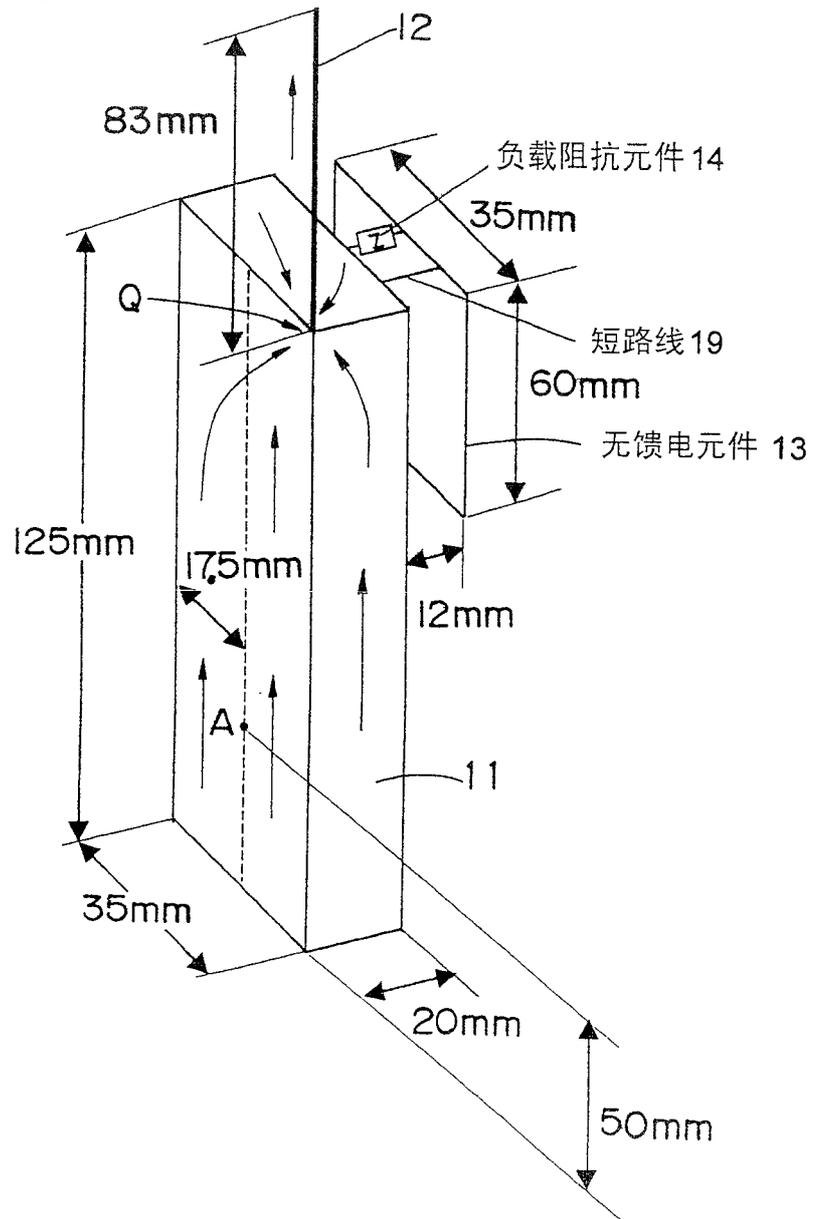


图 3

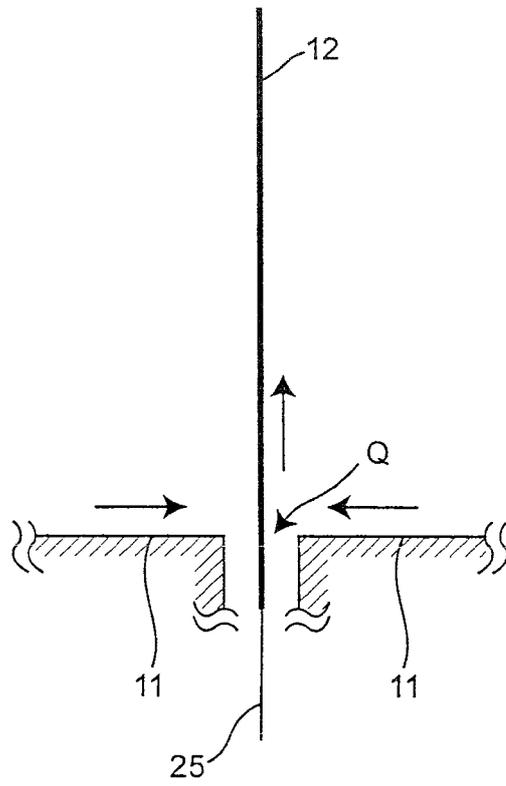


图 4

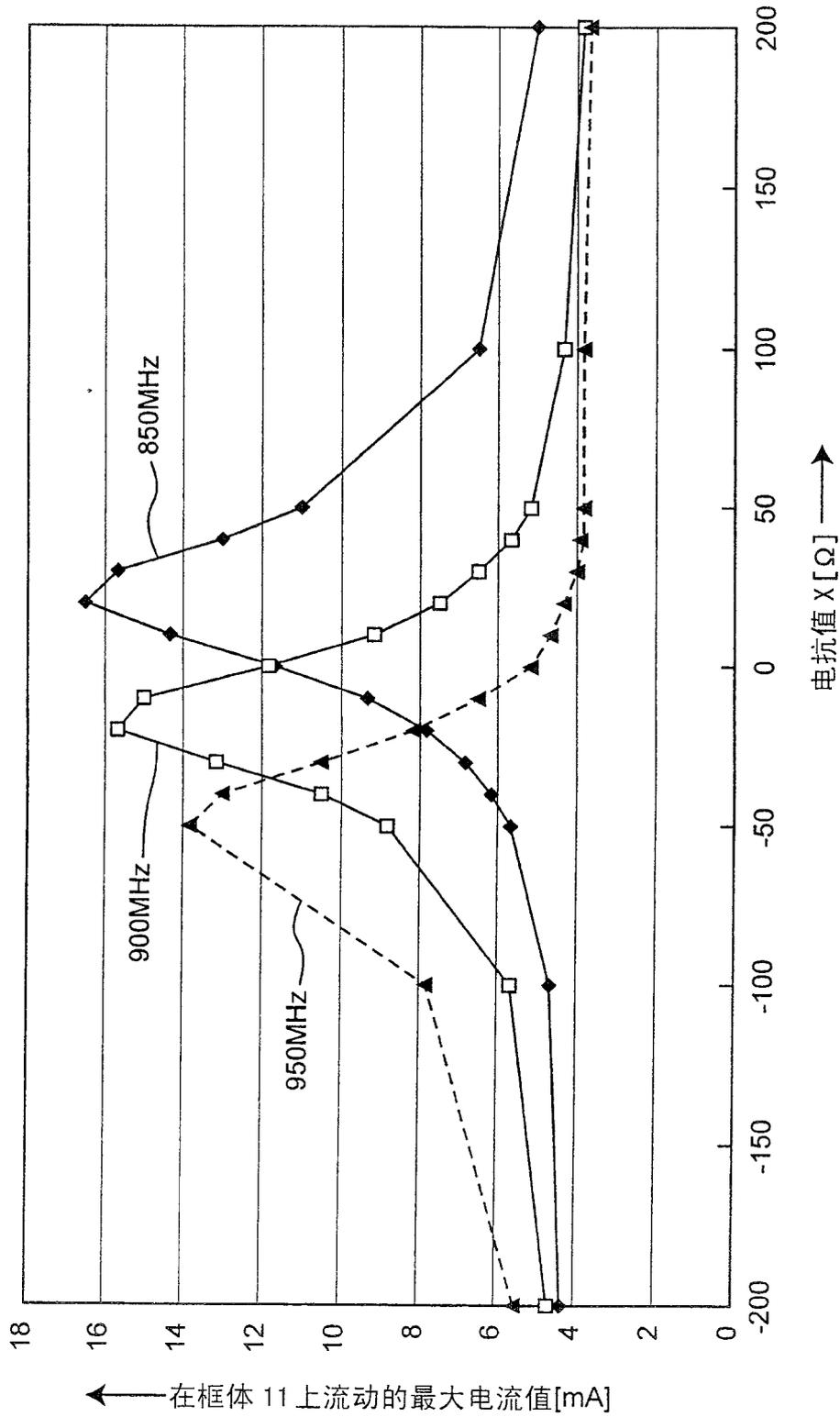


图 5

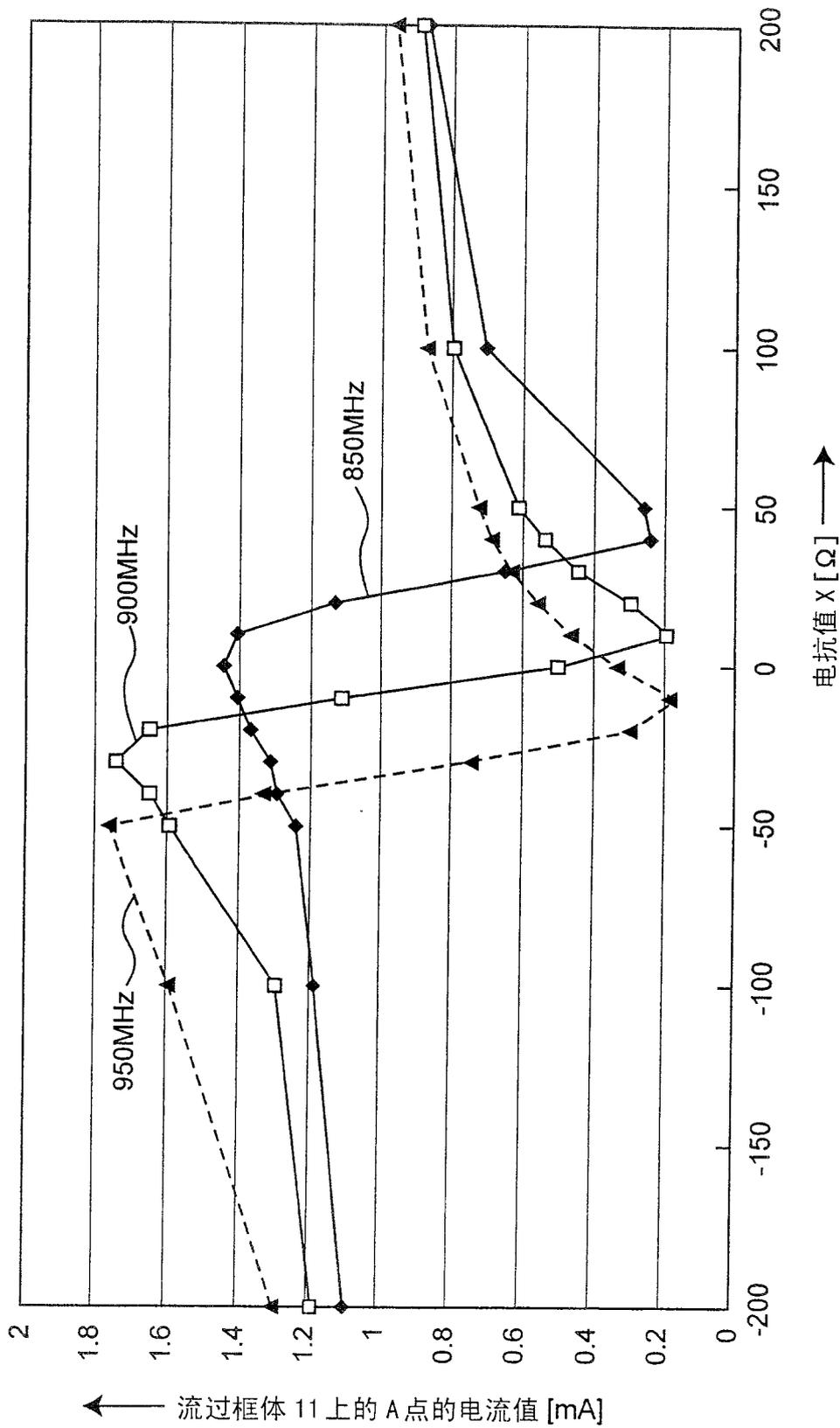


图 6

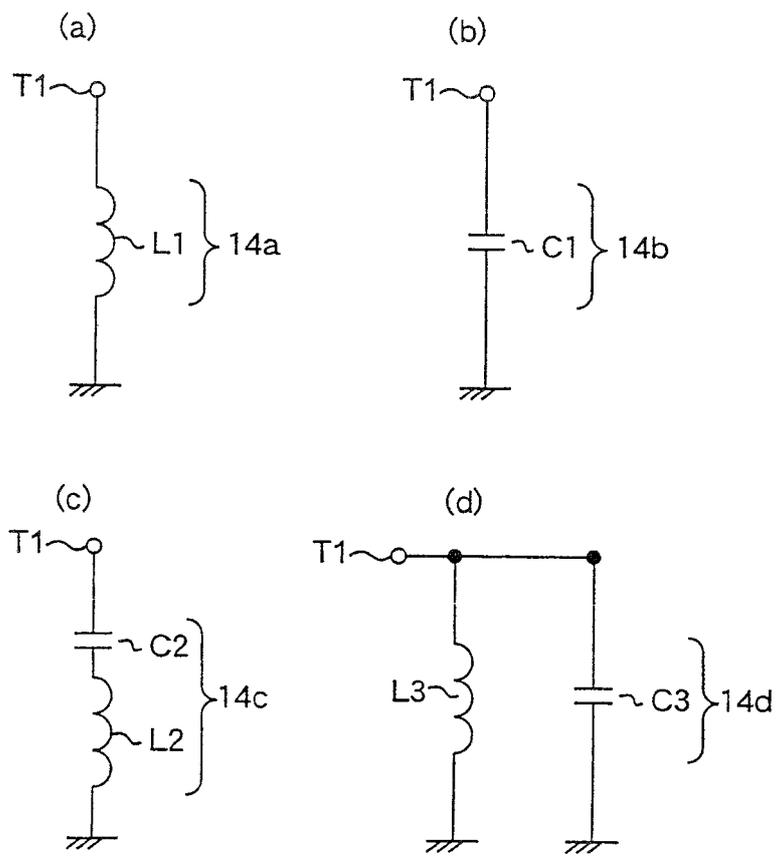


图 7

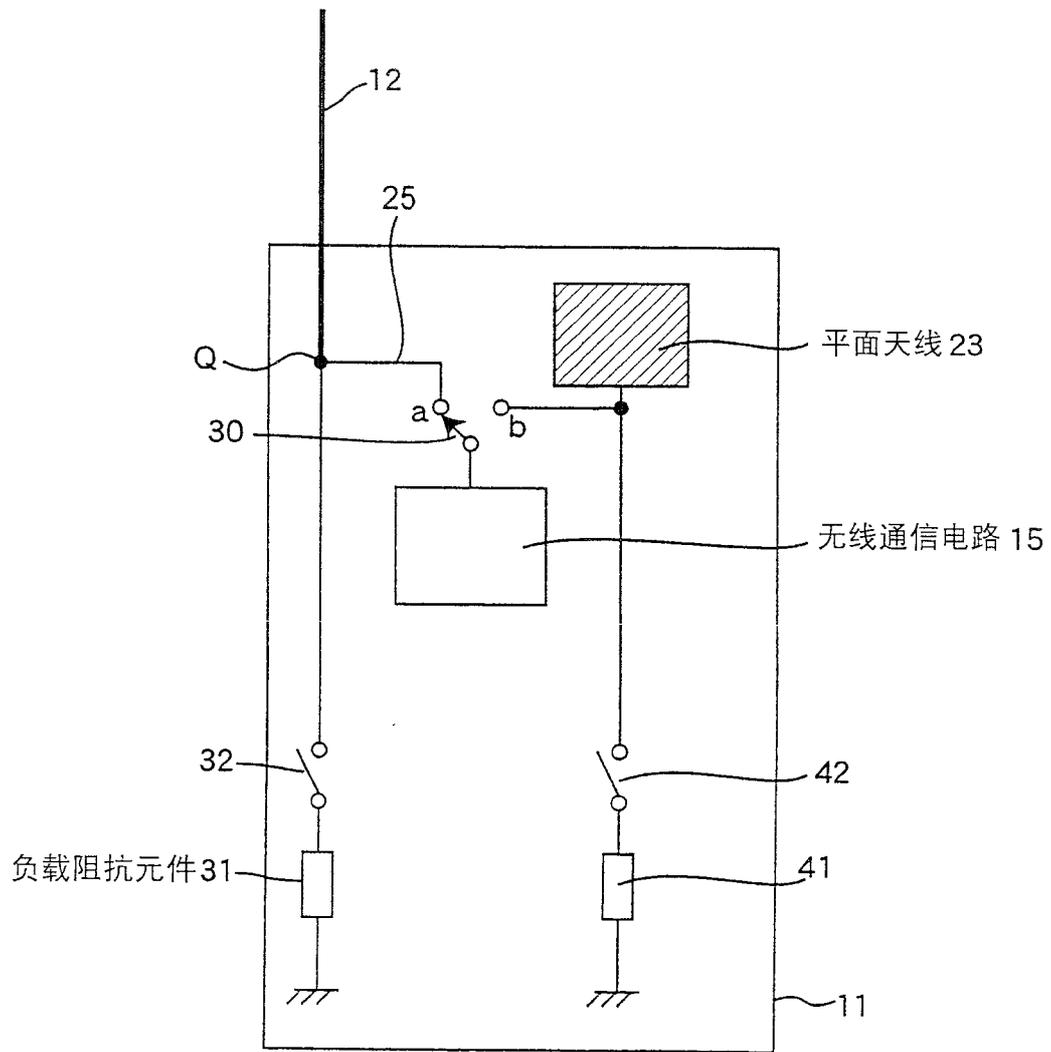


图 8

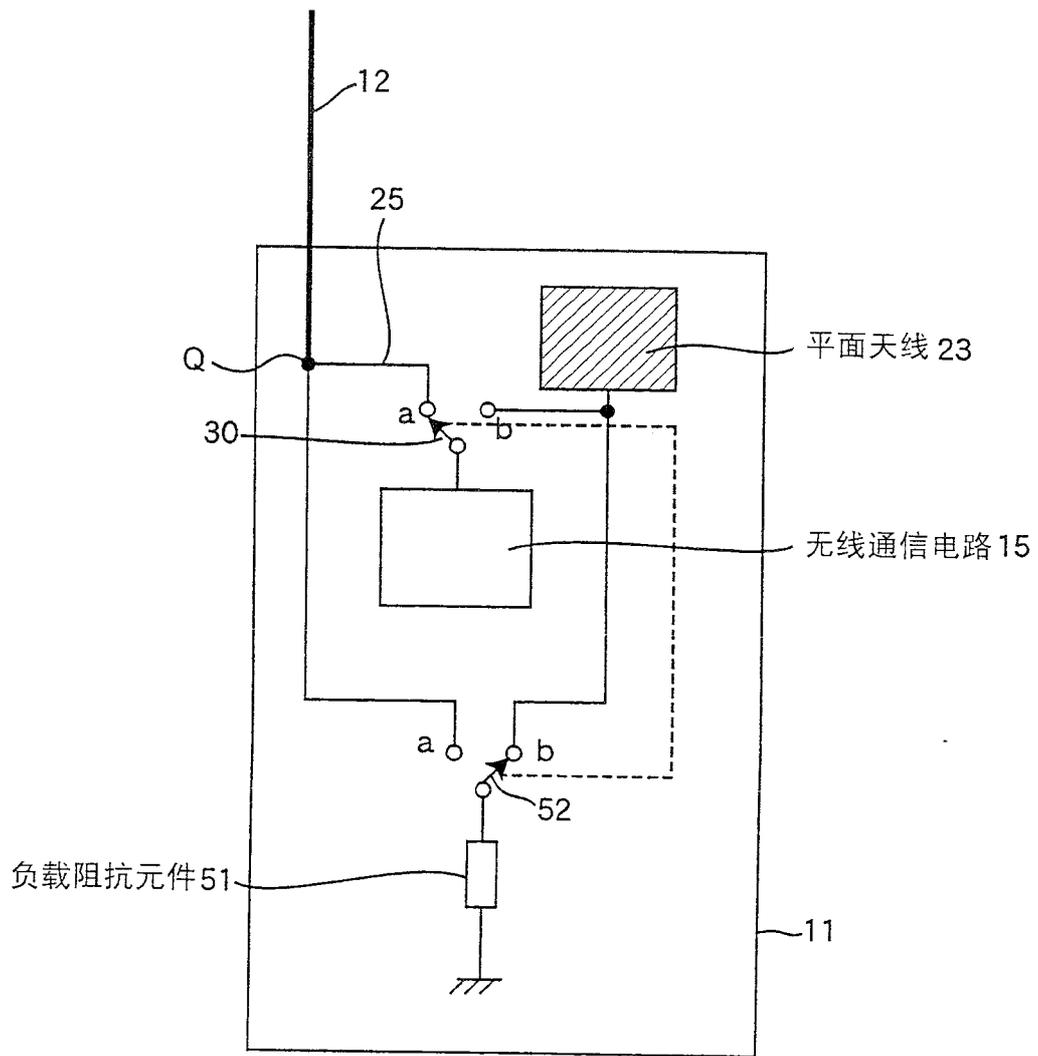


图 9

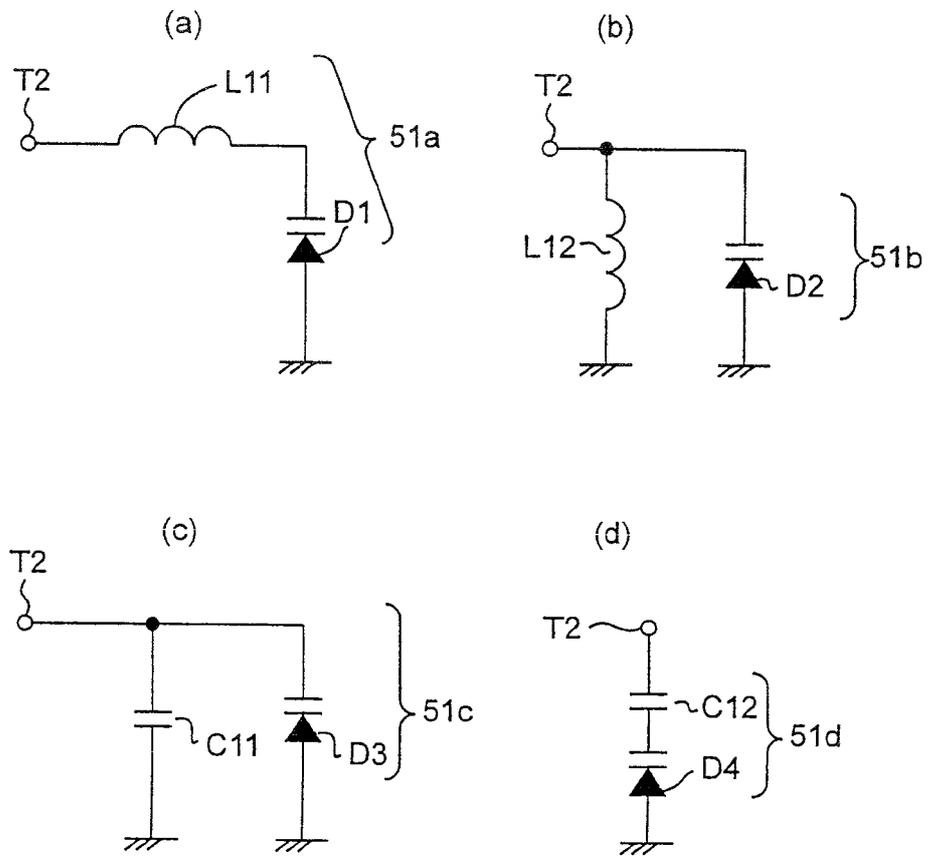


图 10

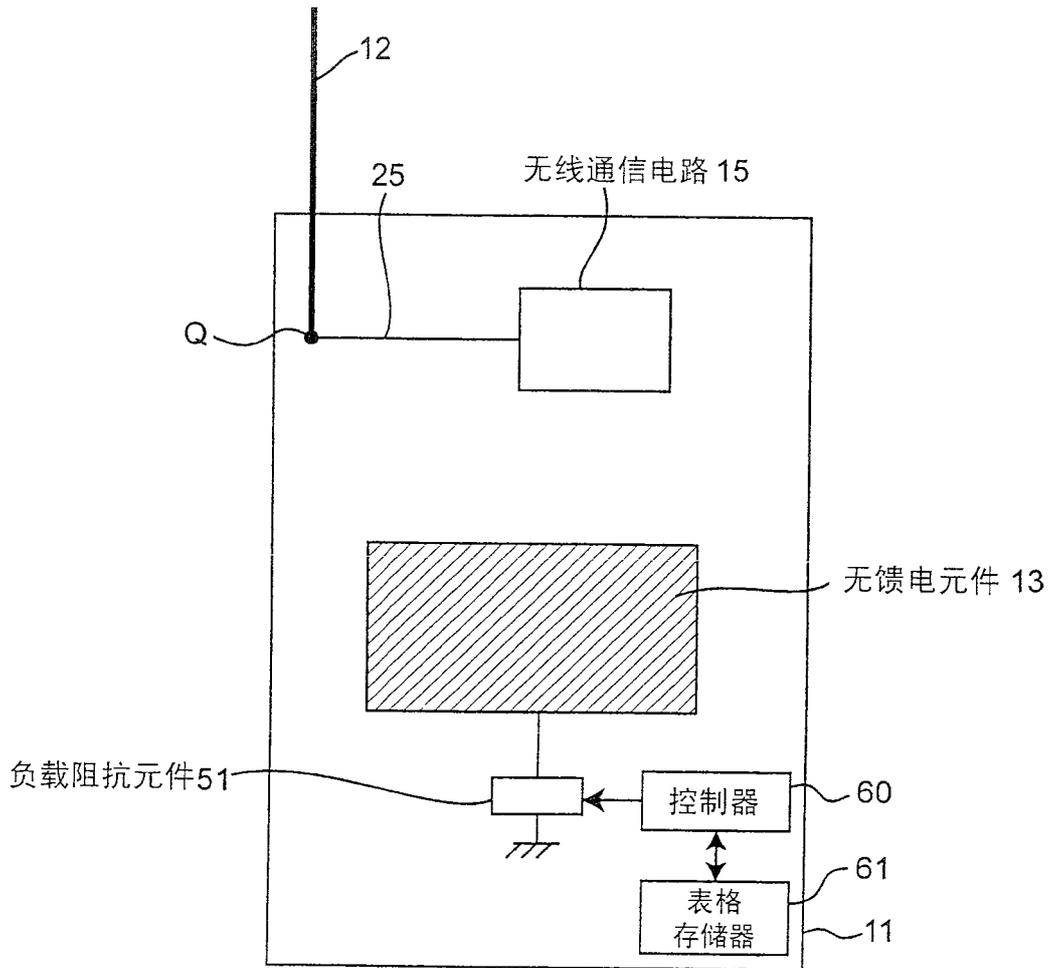


图 11

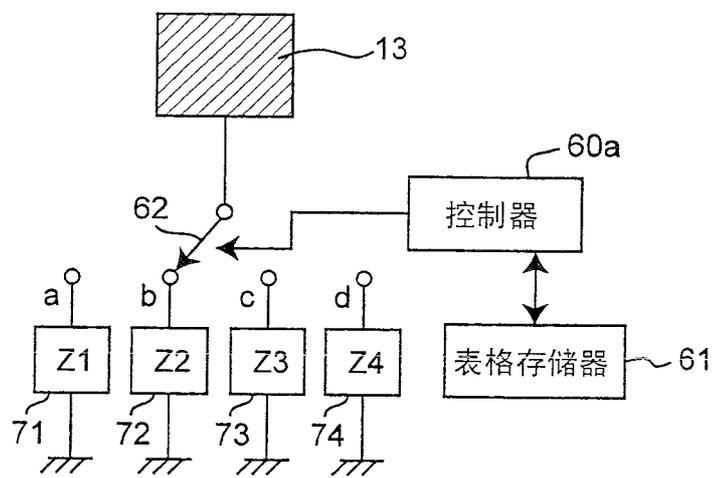


图 12

f=1.5GHz

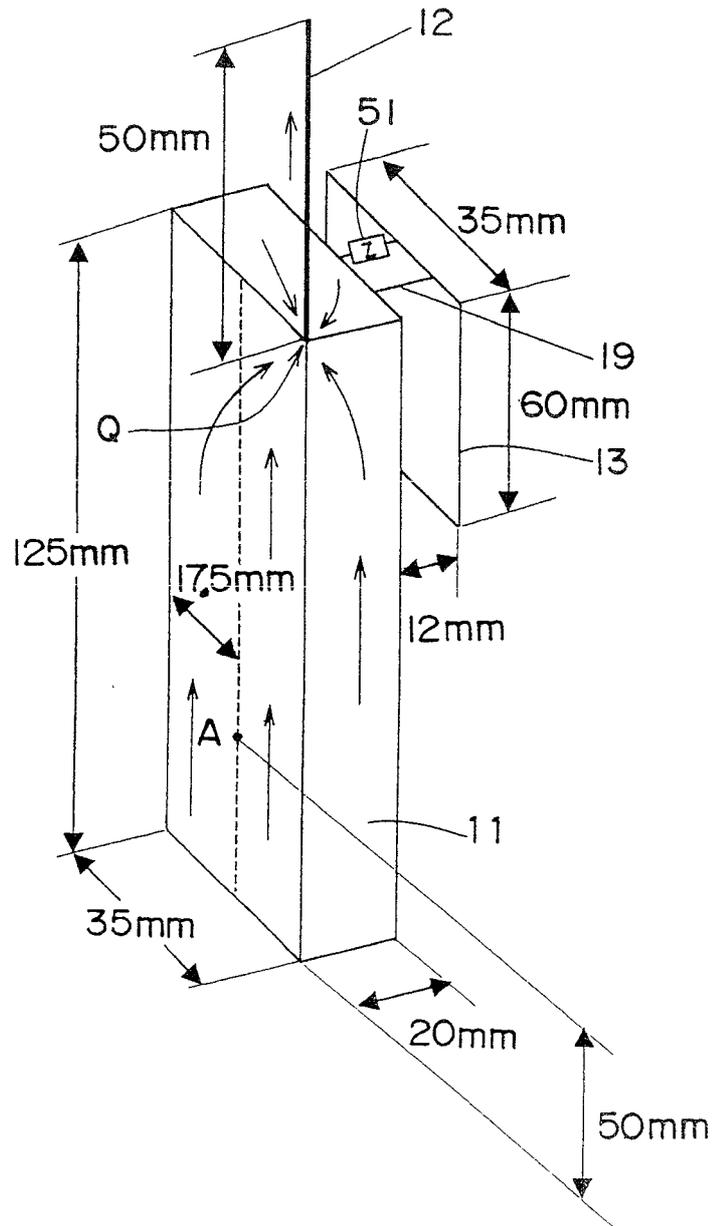


图 13

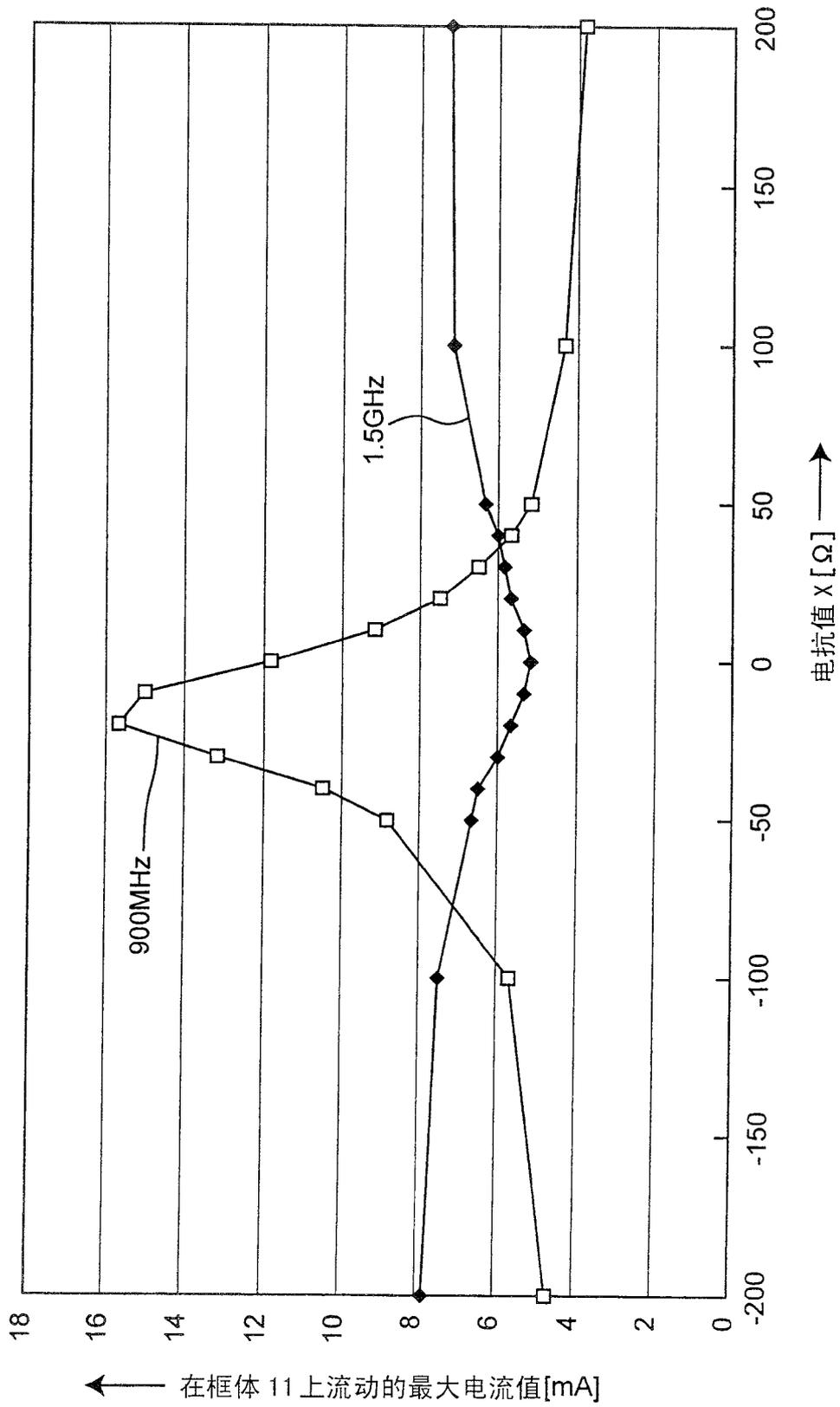


图 14

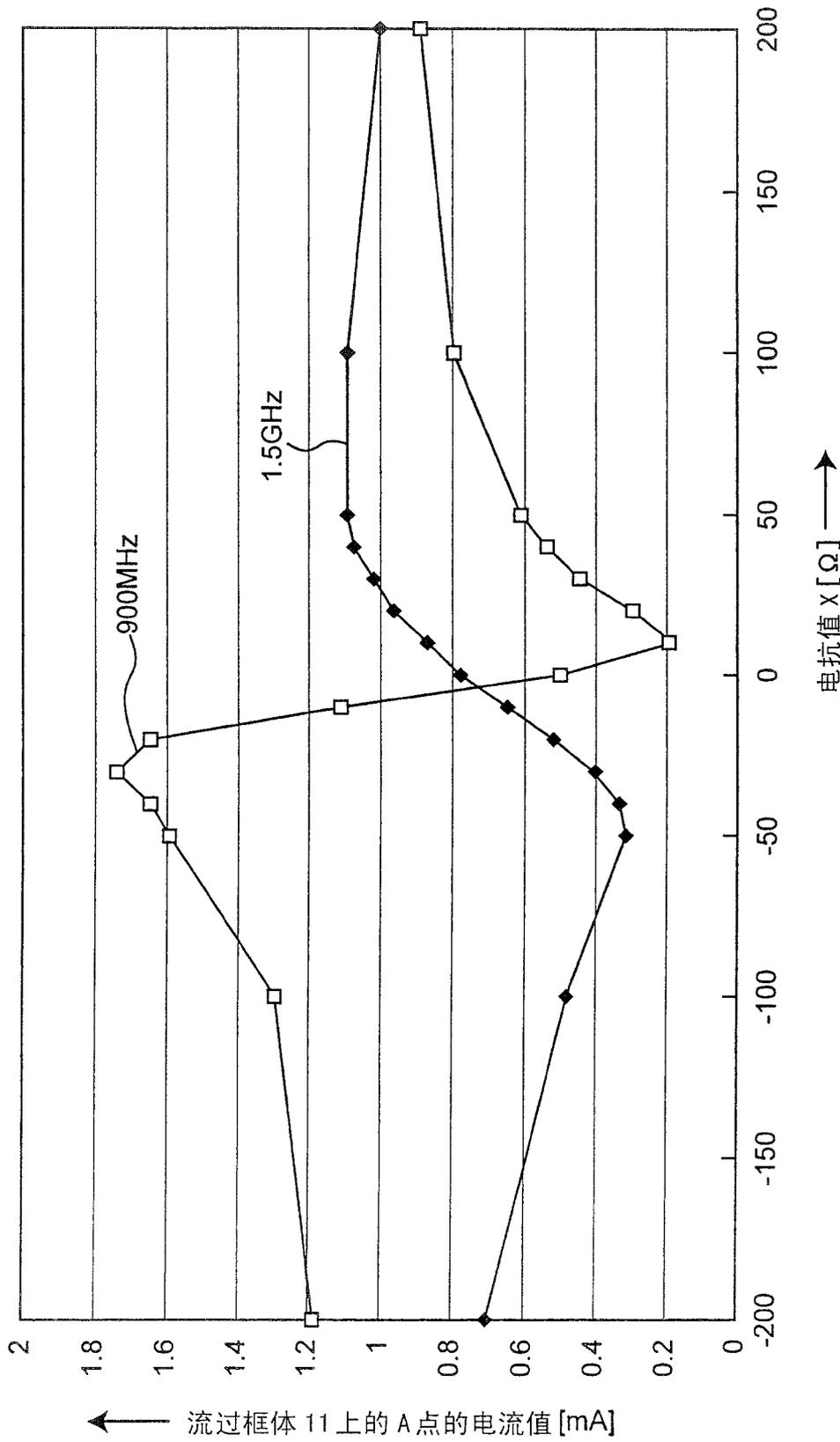


图 15

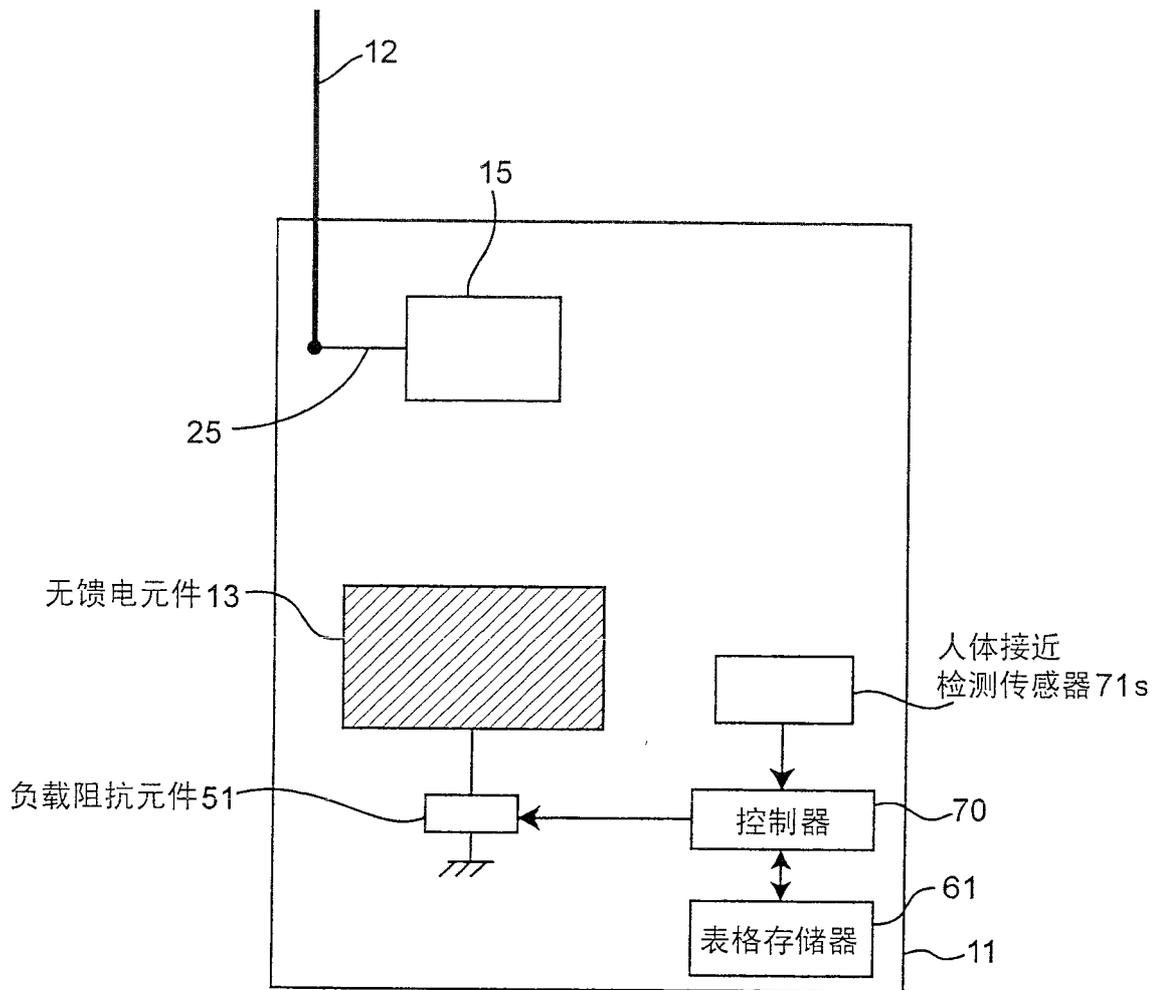


图 16

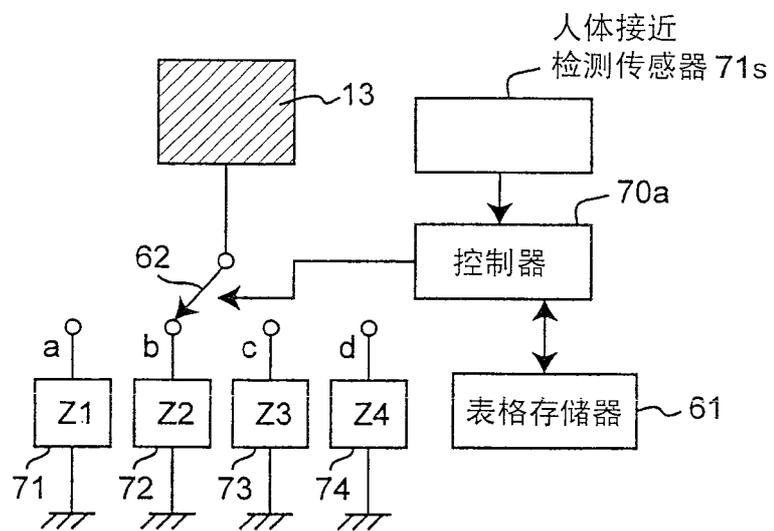


图 17

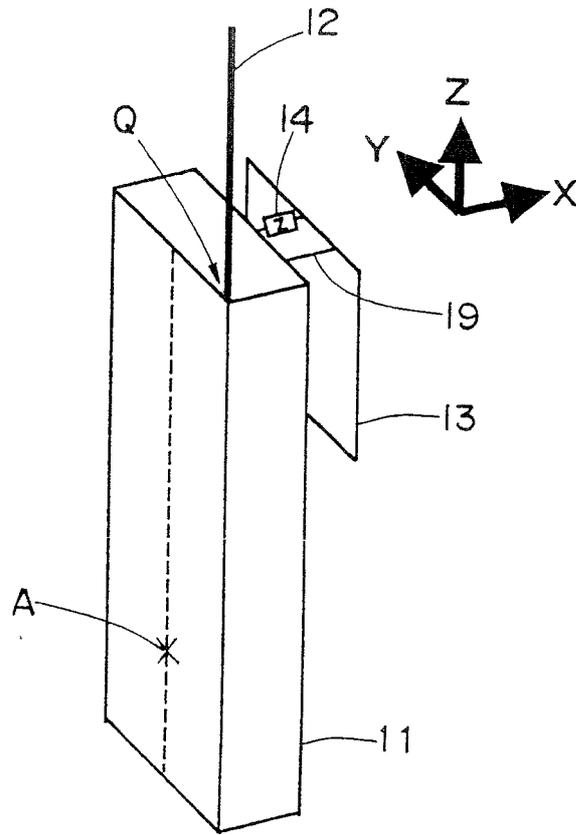


图 18

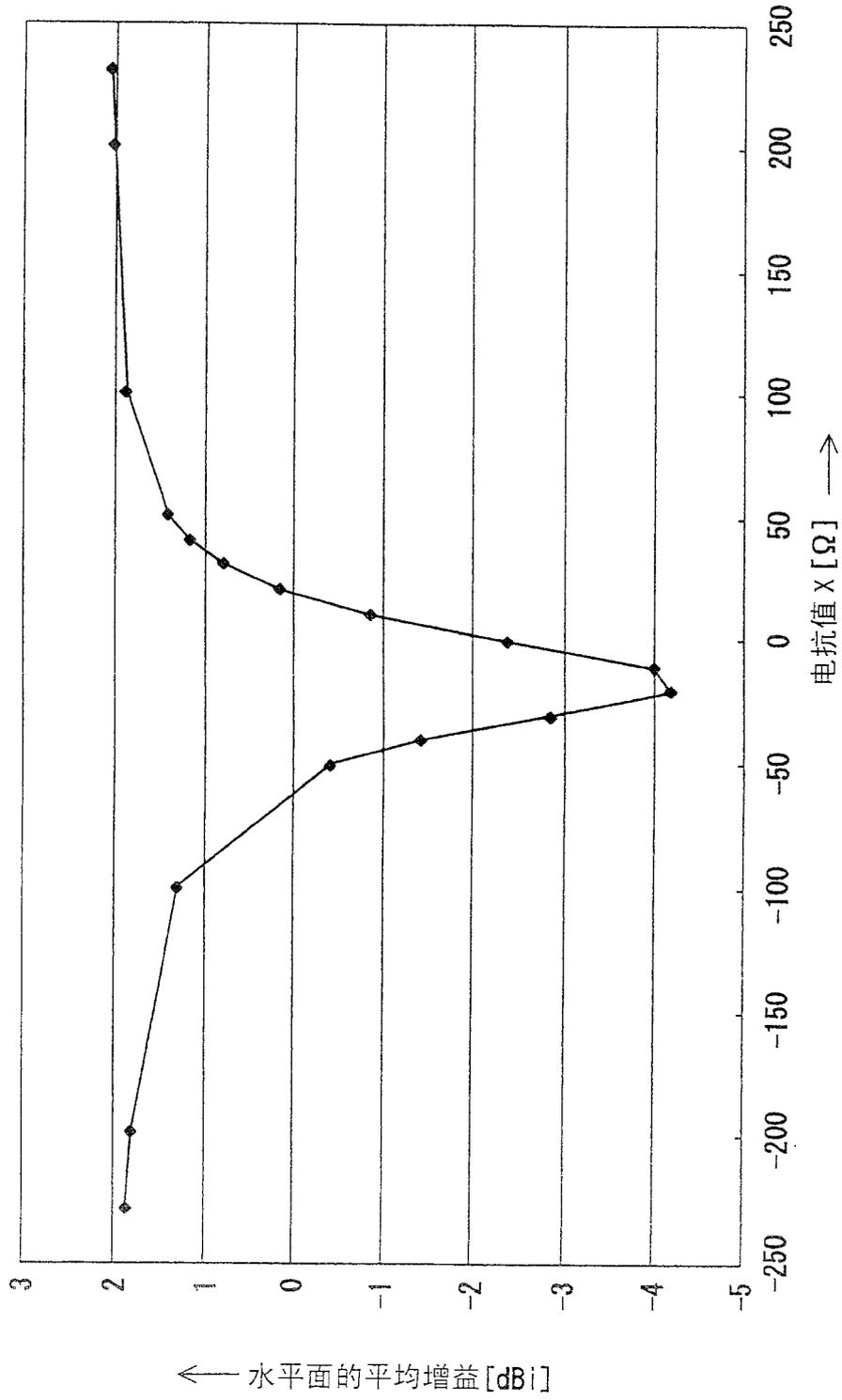


图 19

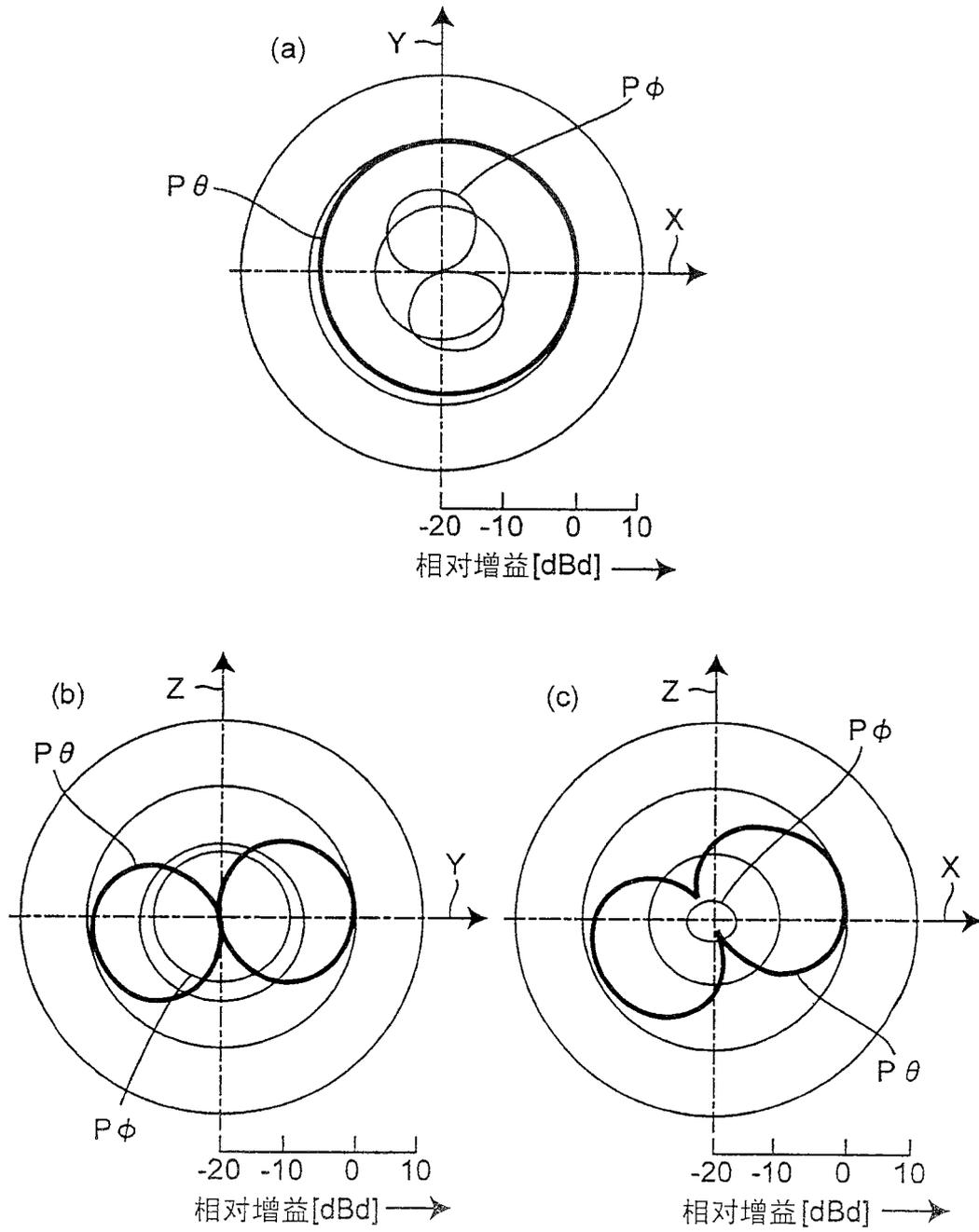


图 20

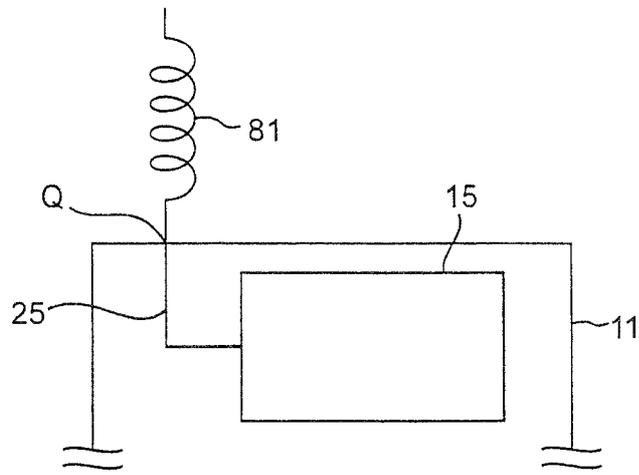


图 21

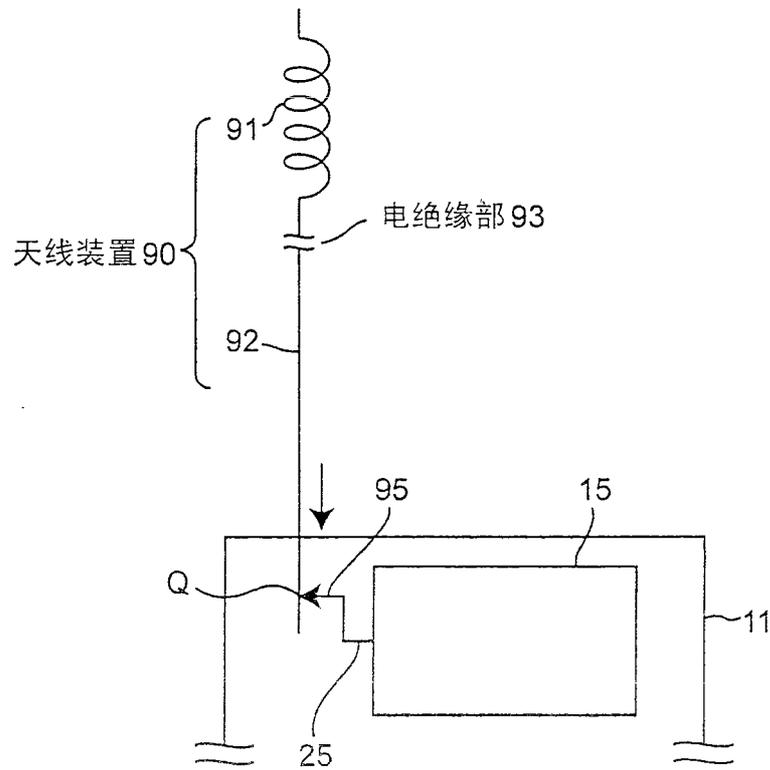


图 22

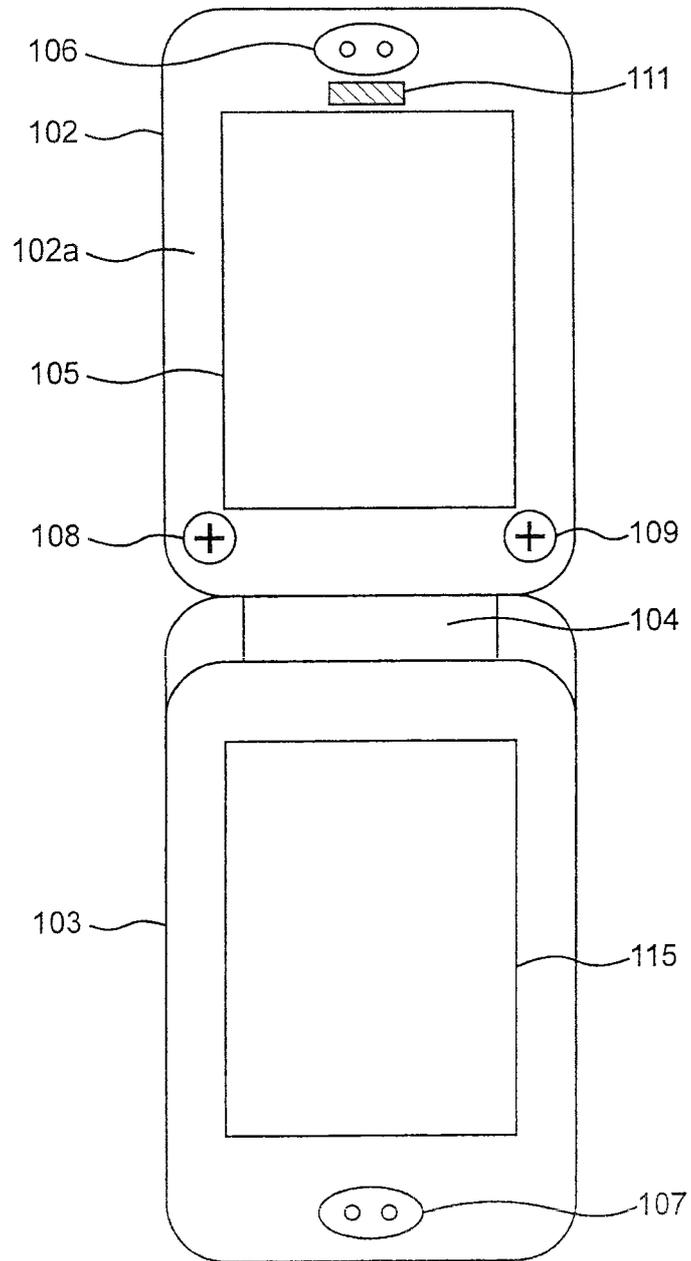


图 23

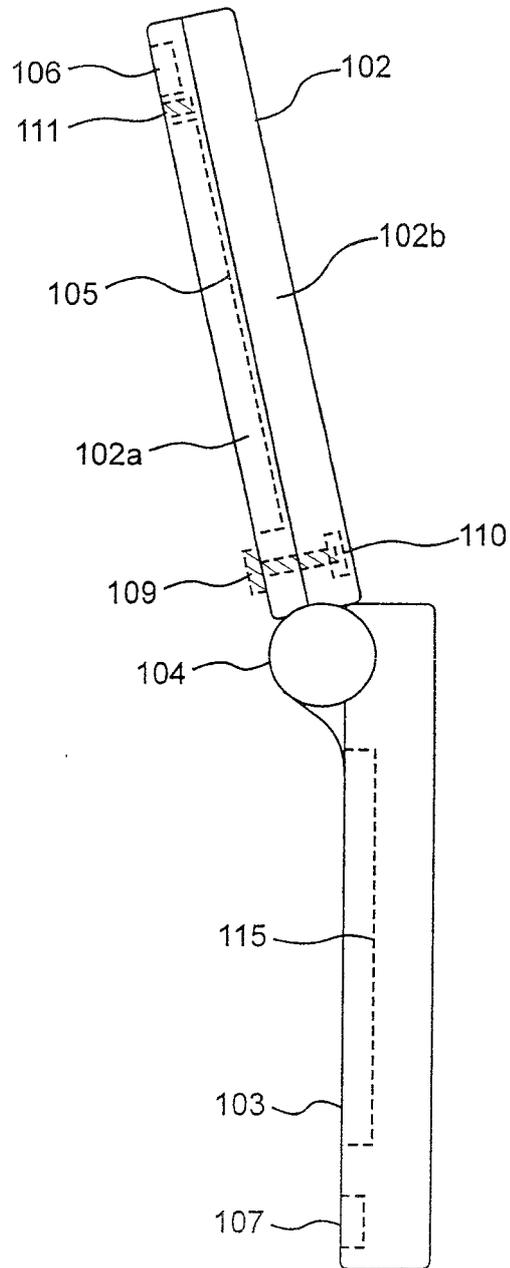


图 24

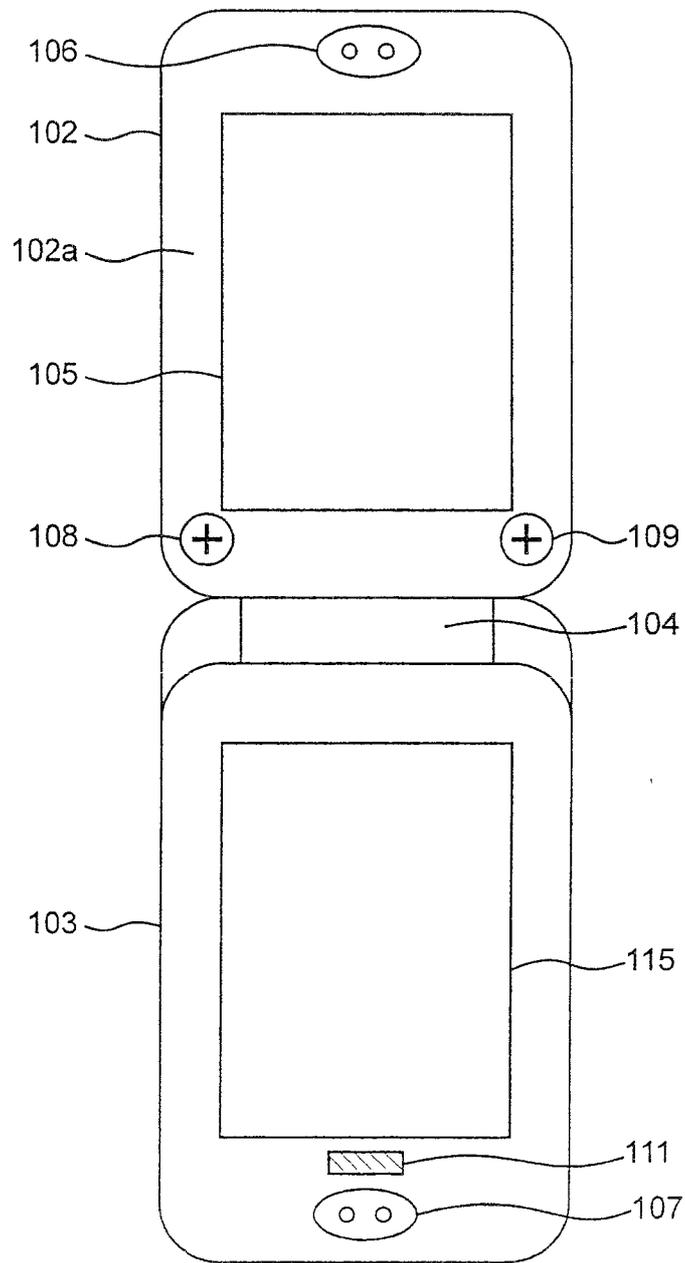


图 25

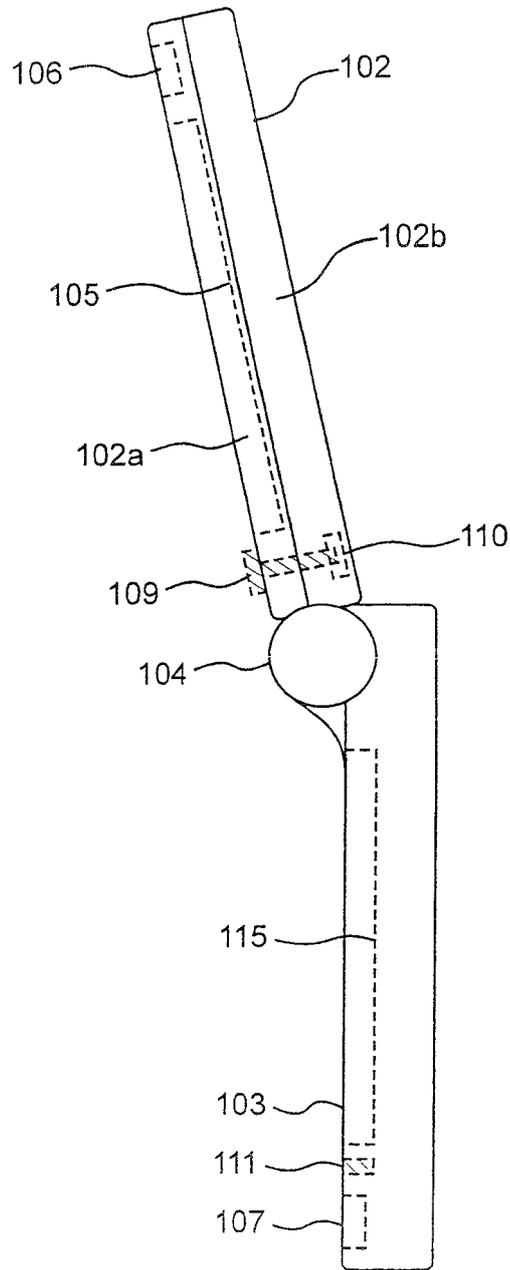


图 26

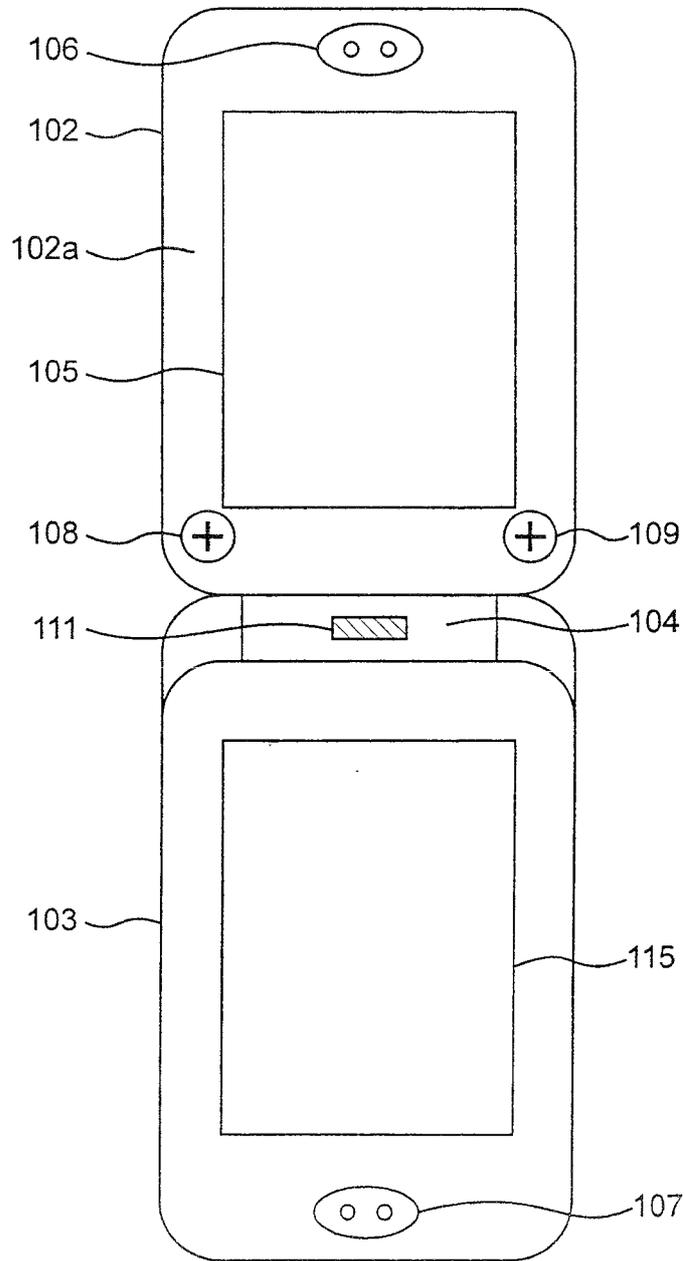


图 27

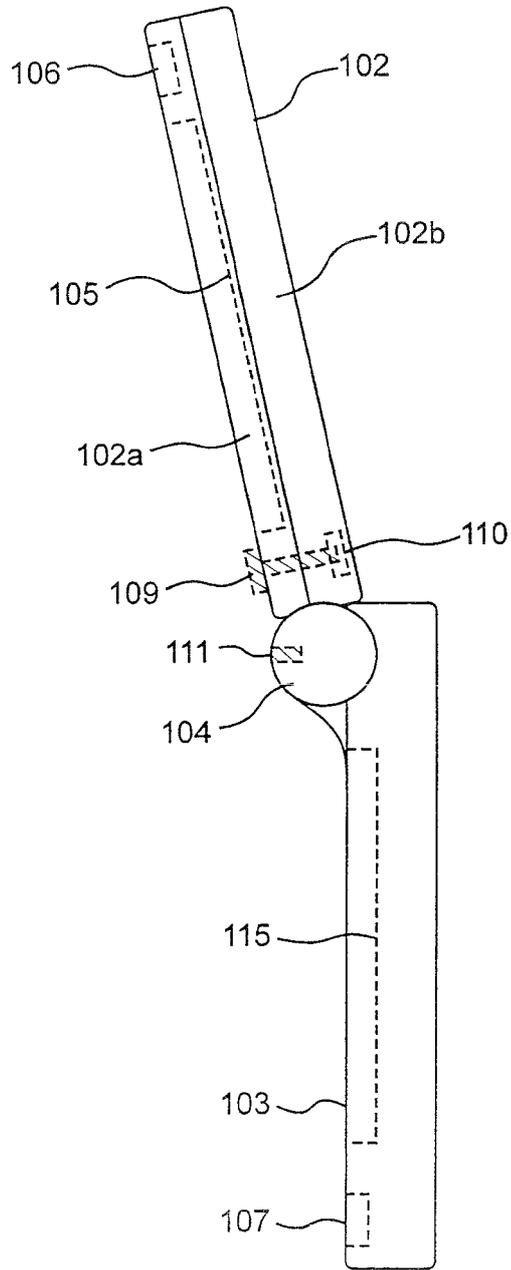


图 28

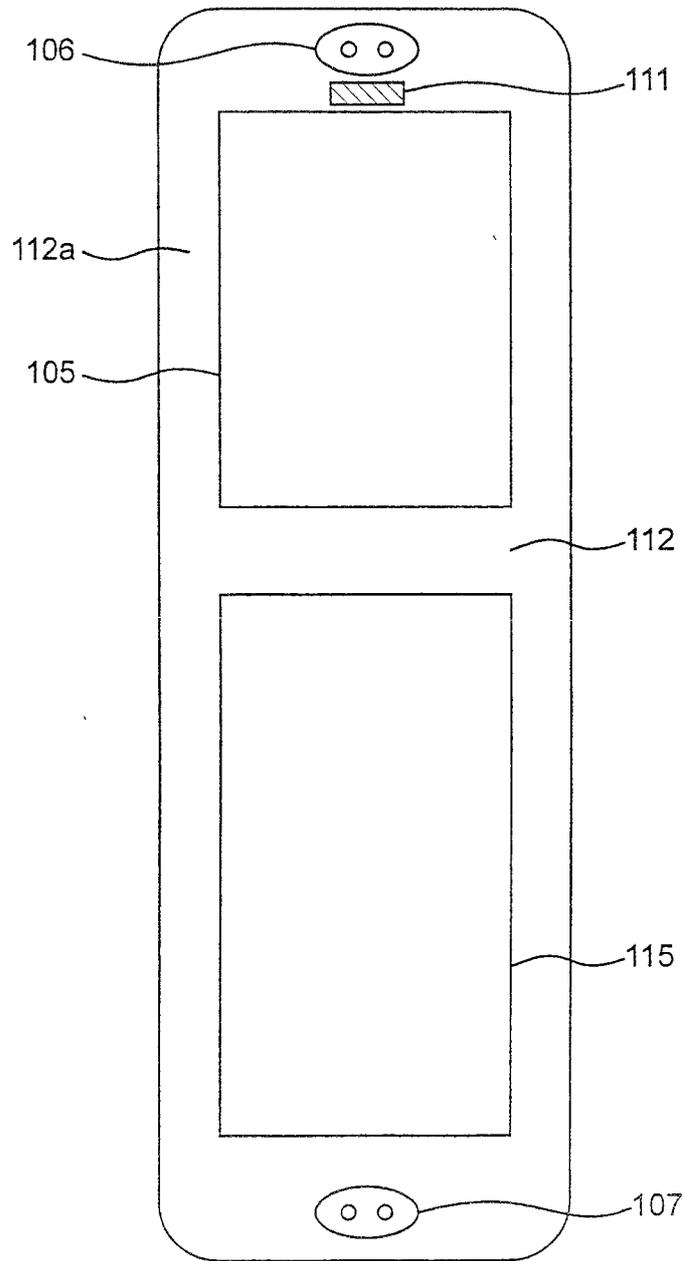


图 29

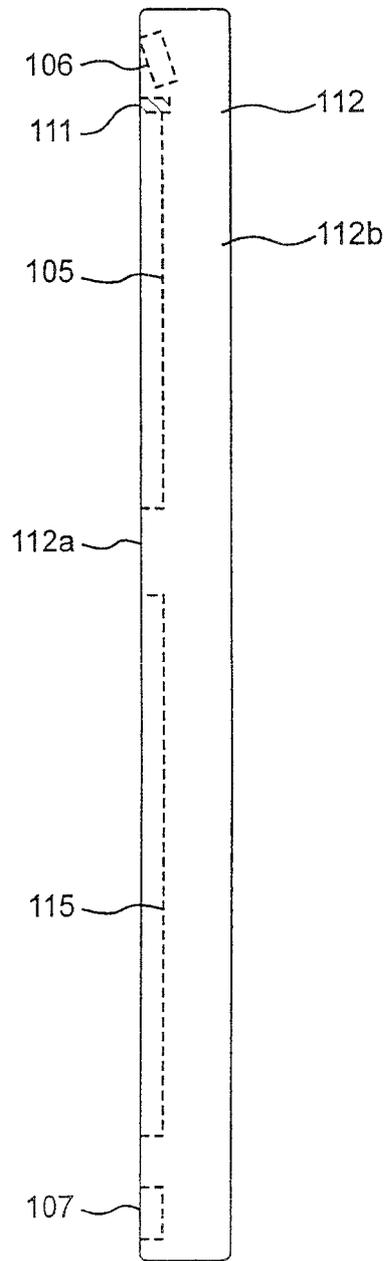


图 30

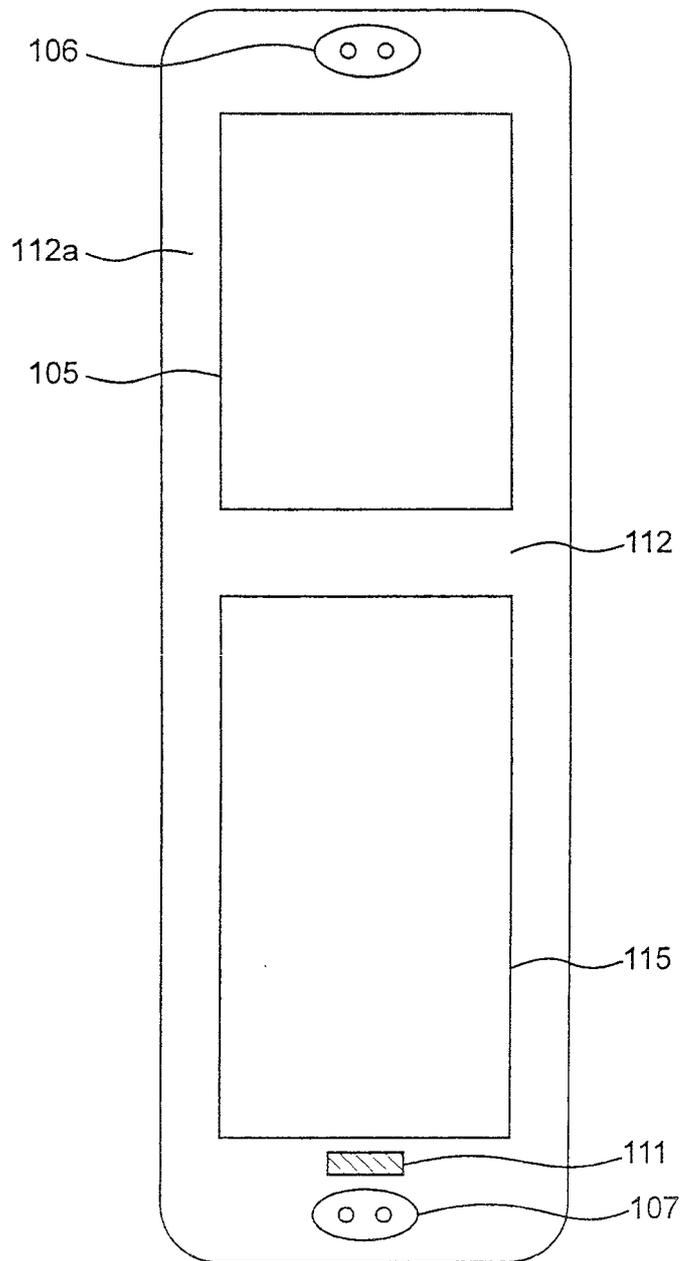


图 31

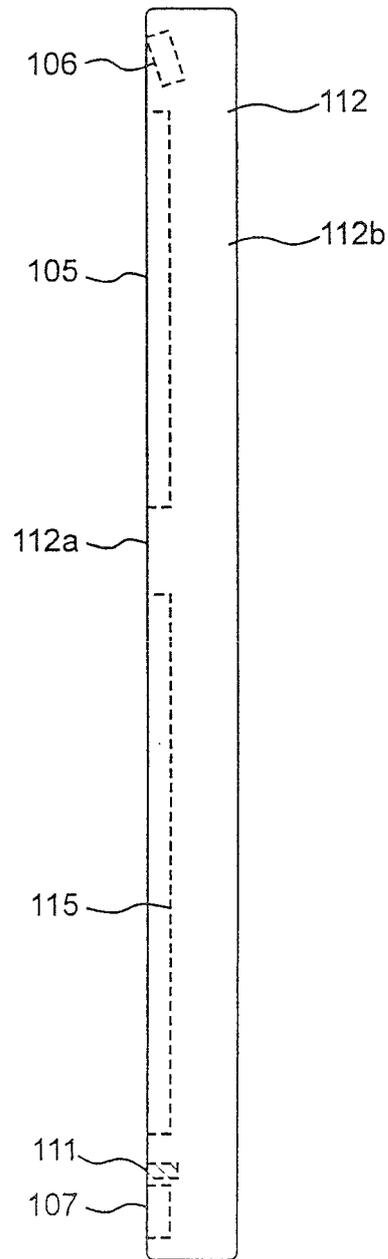


图 32

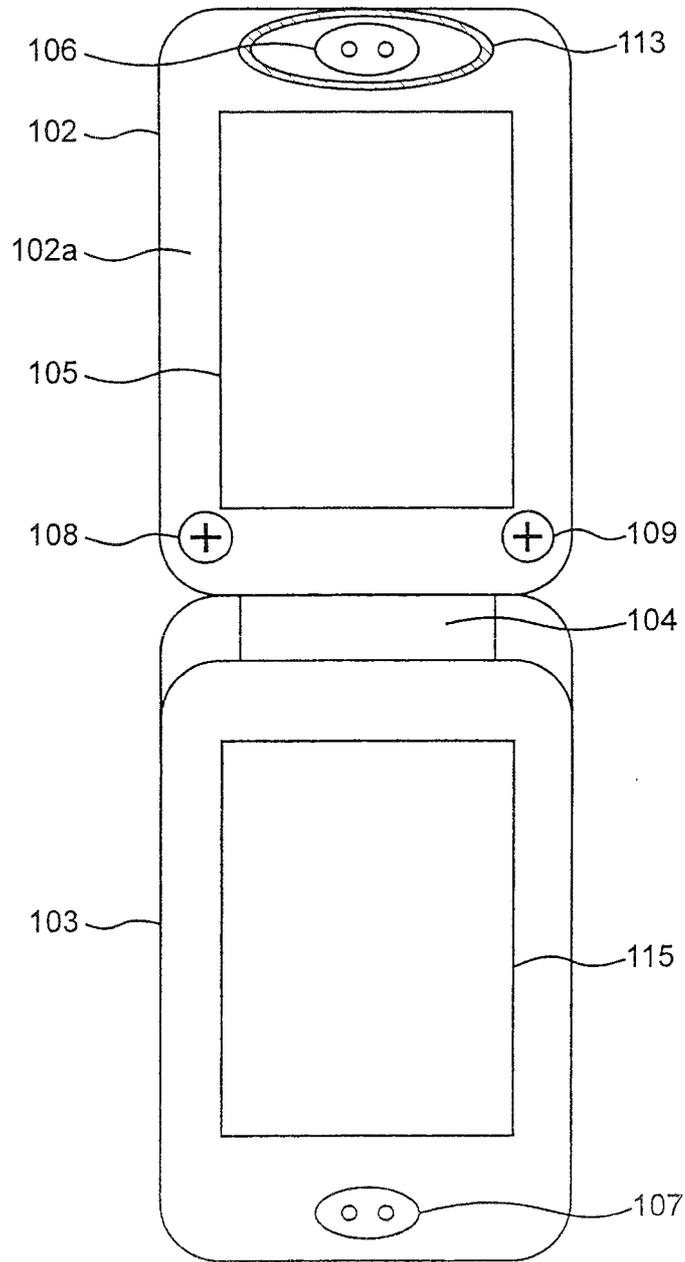


图 33

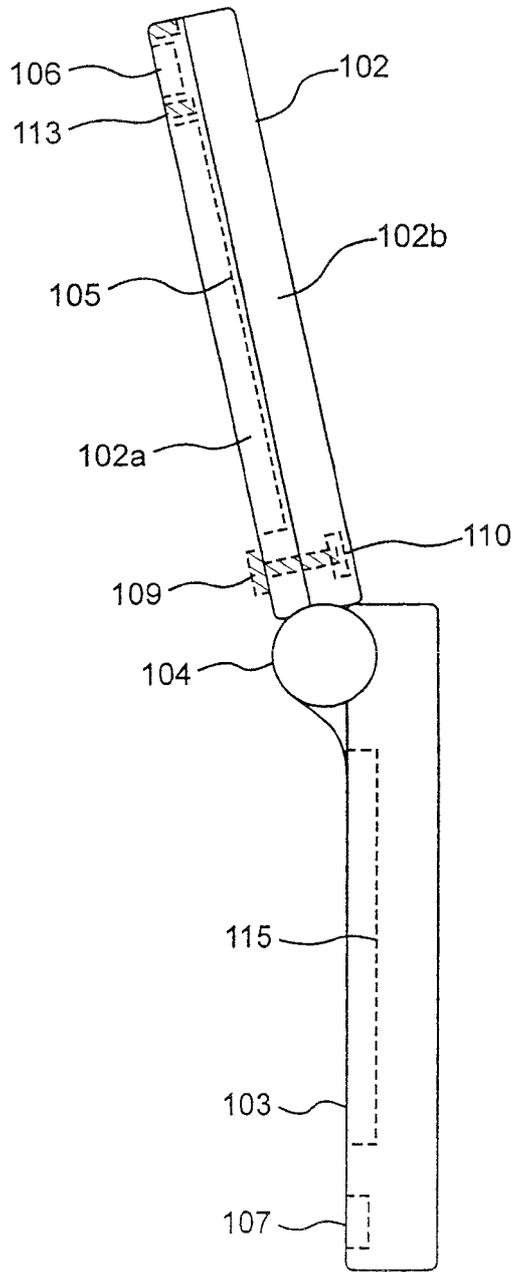


图 34

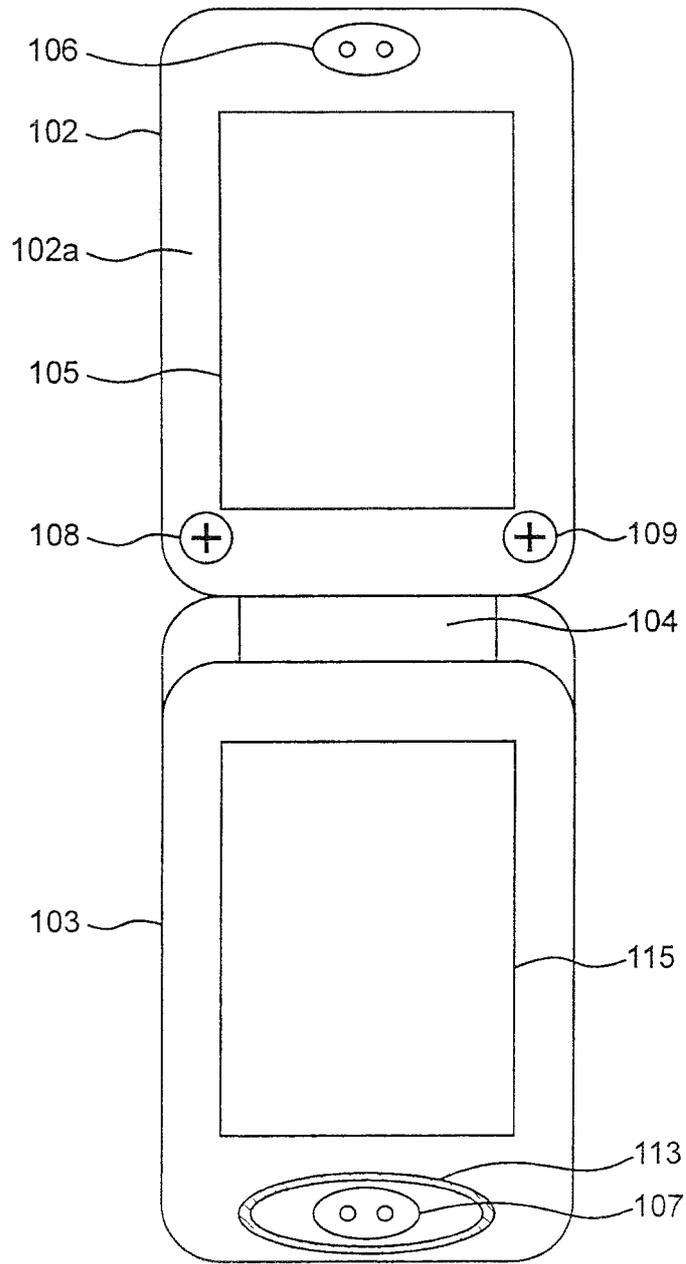


图 35

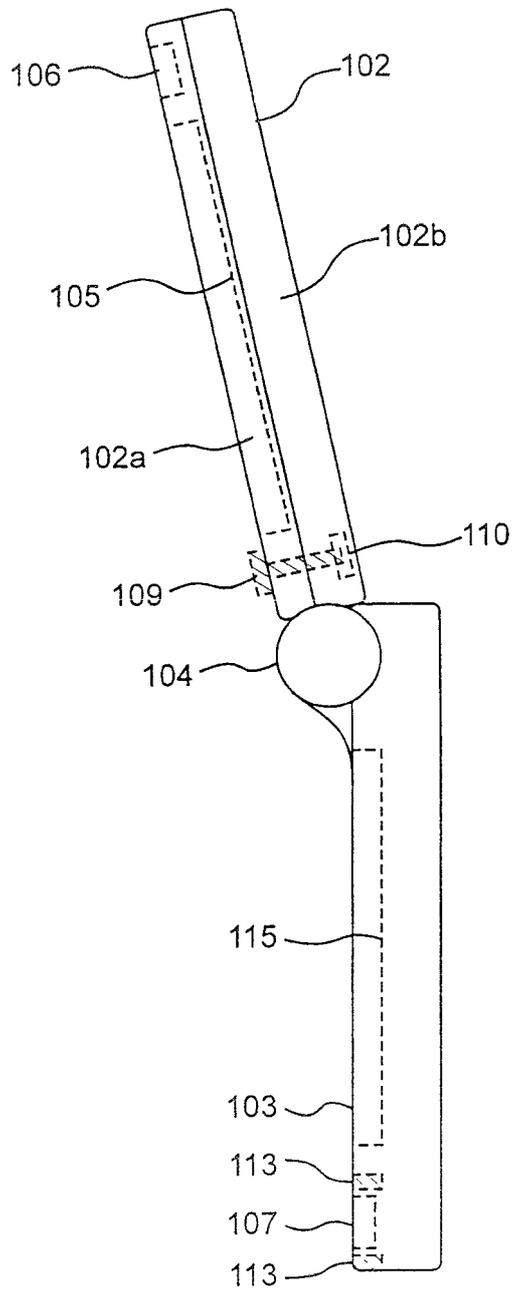


图 36

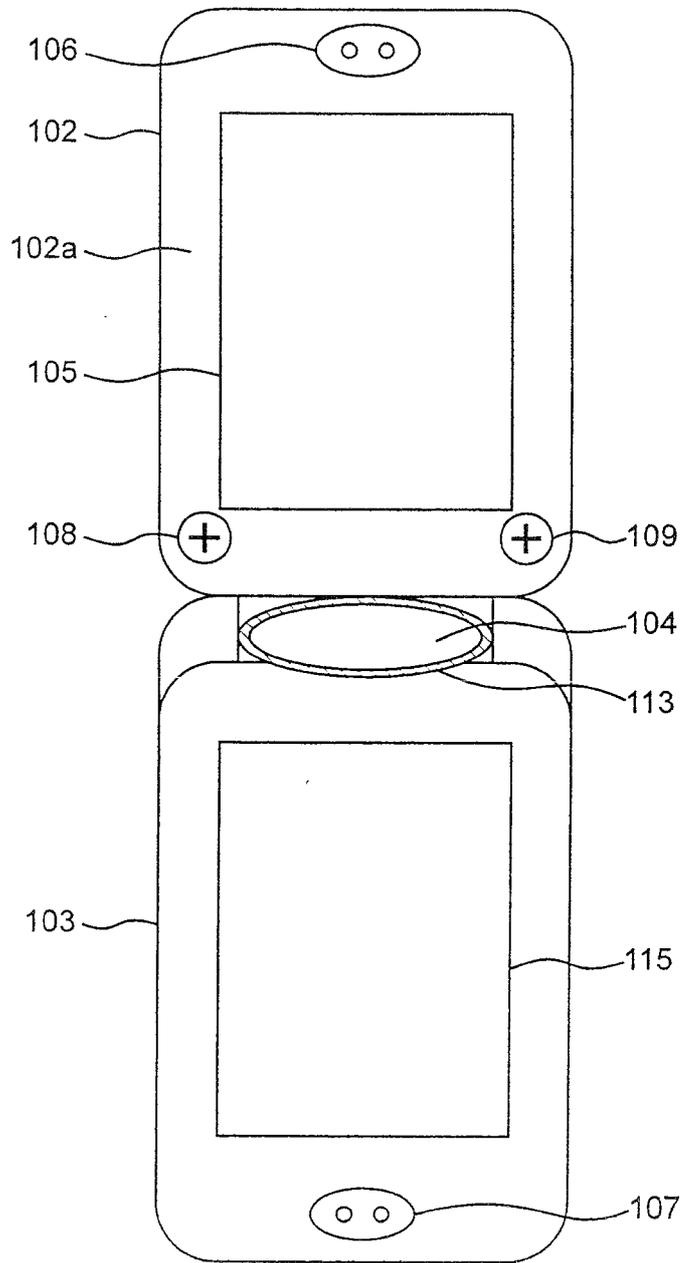


图 37

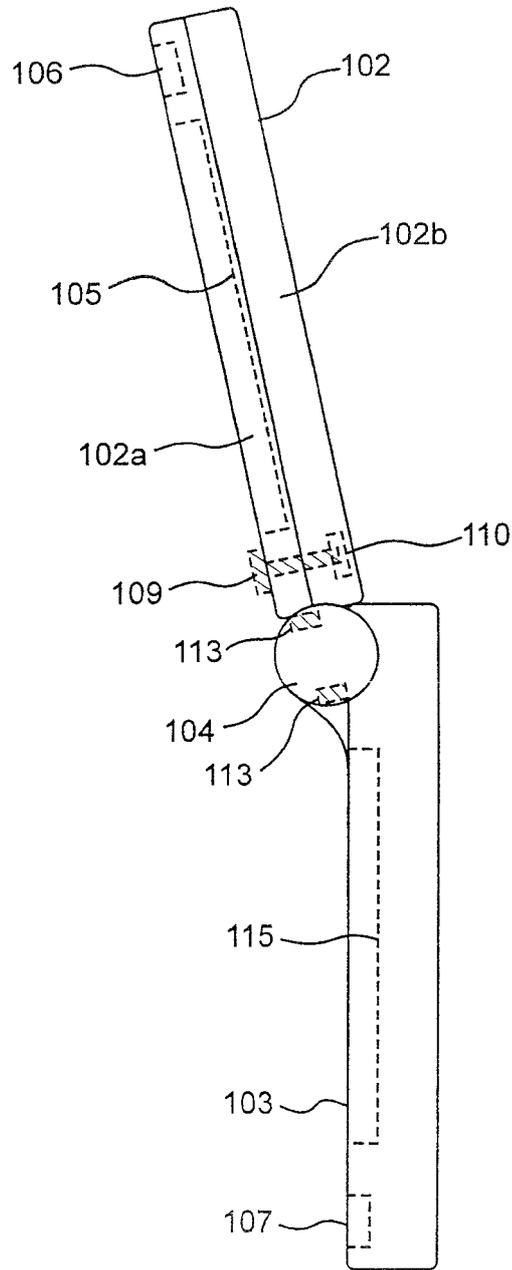


图 38

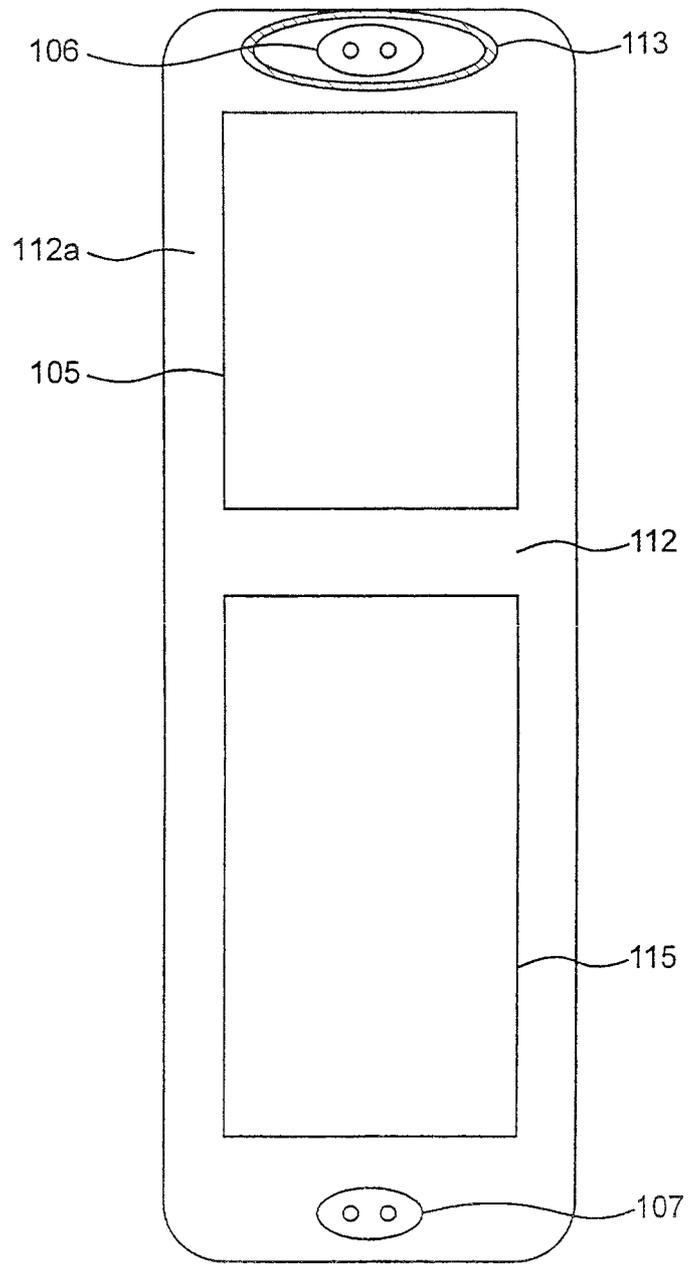


图 39

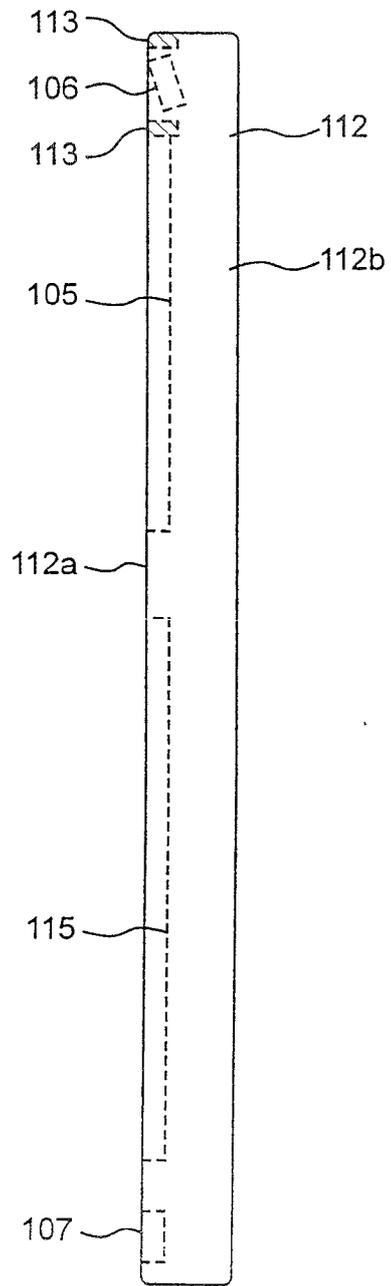


图 40

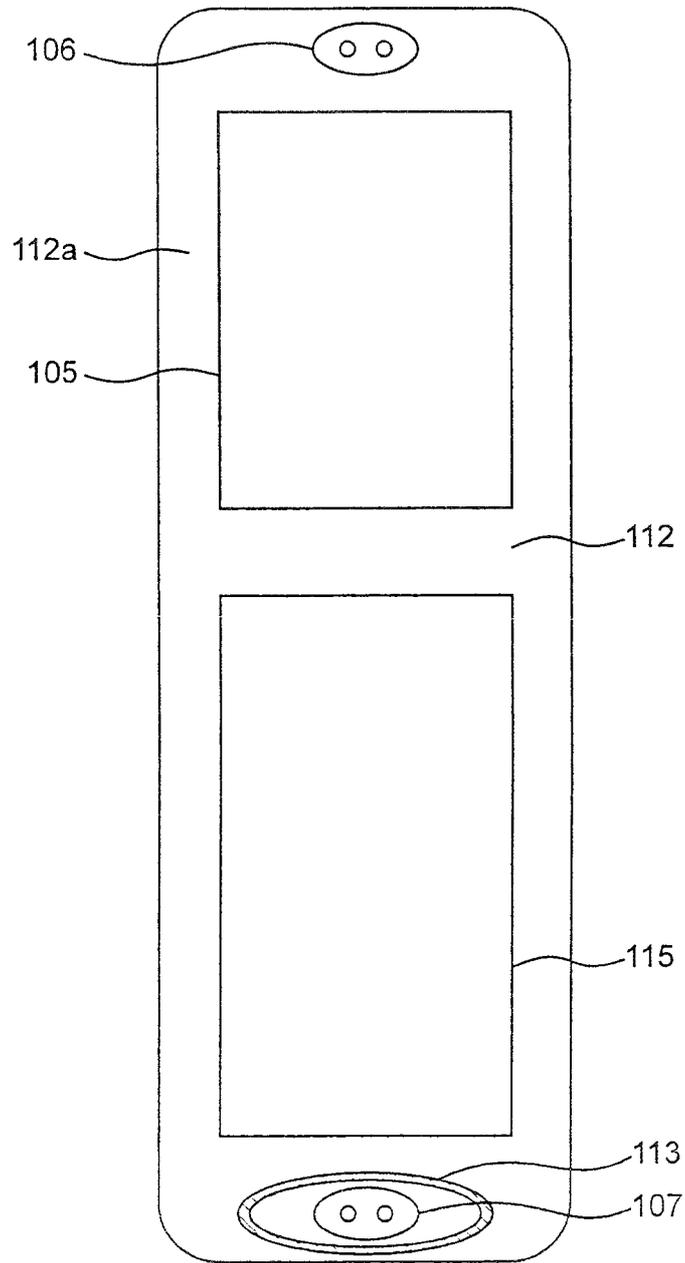


图 41

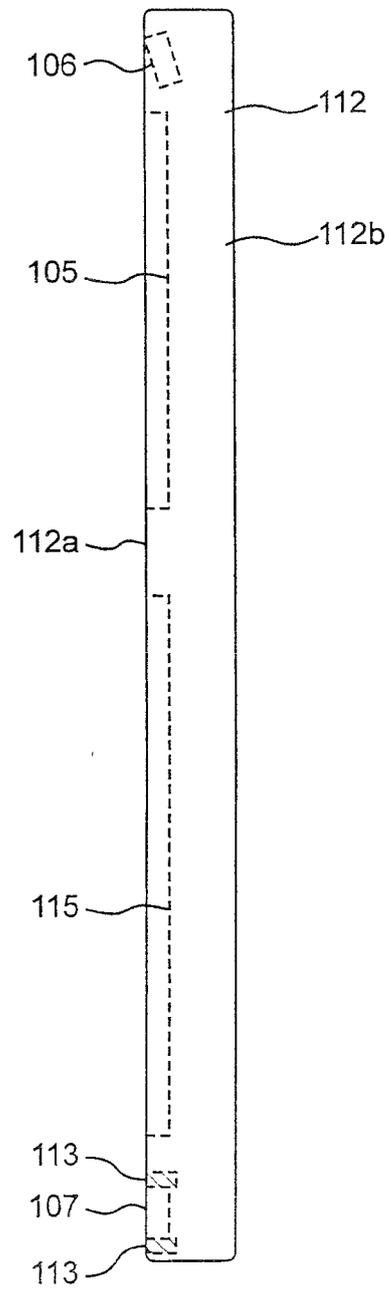


图 42

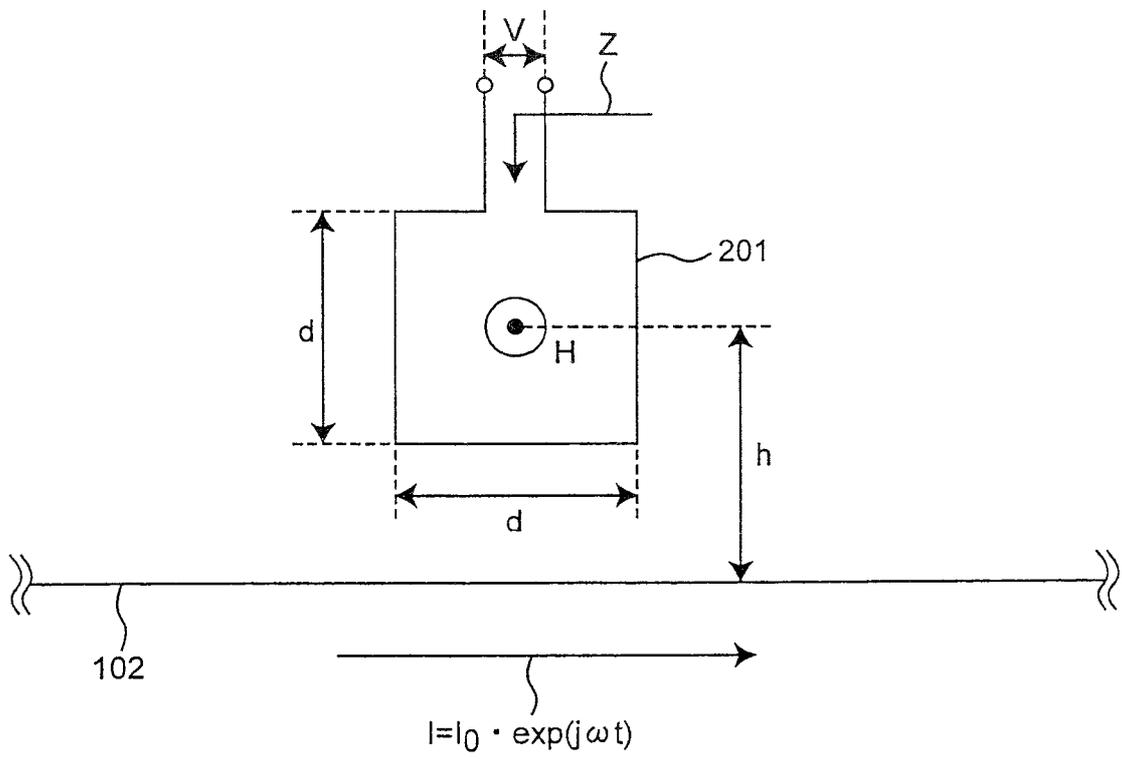


图 43

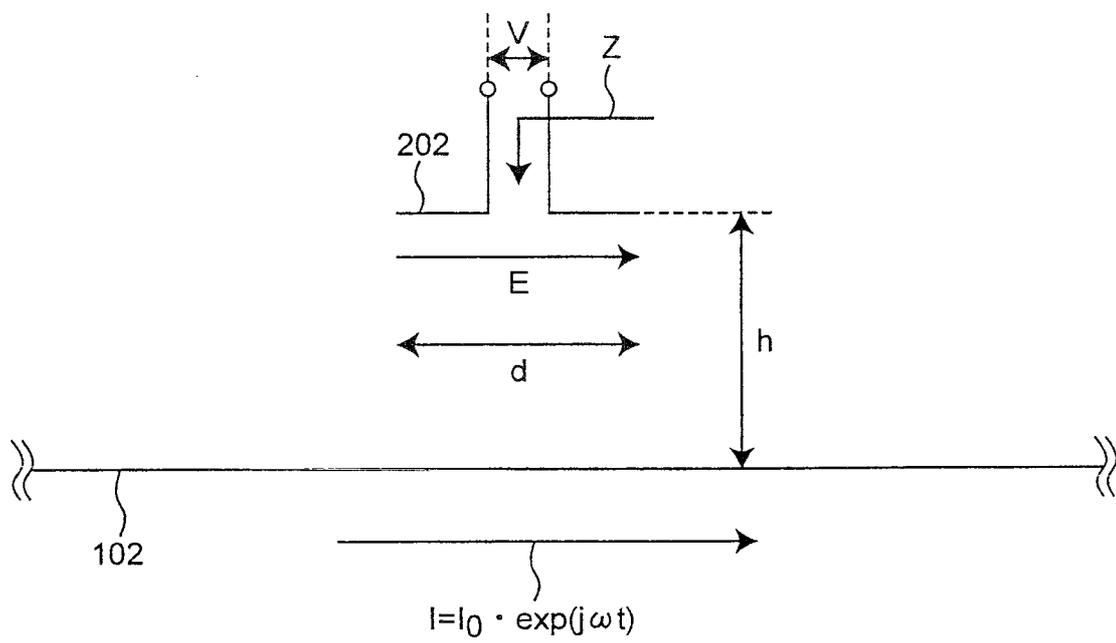


图 44

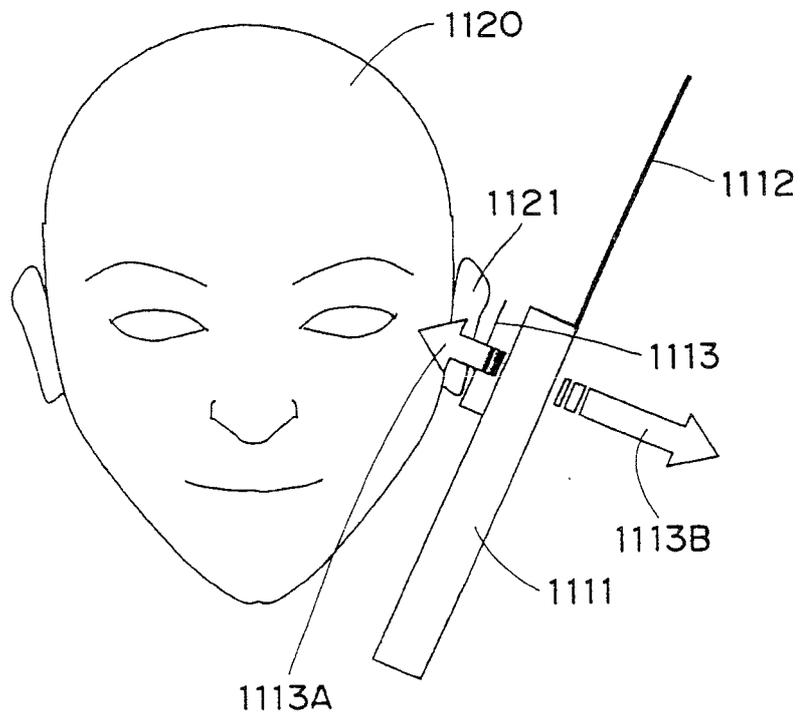


图 45

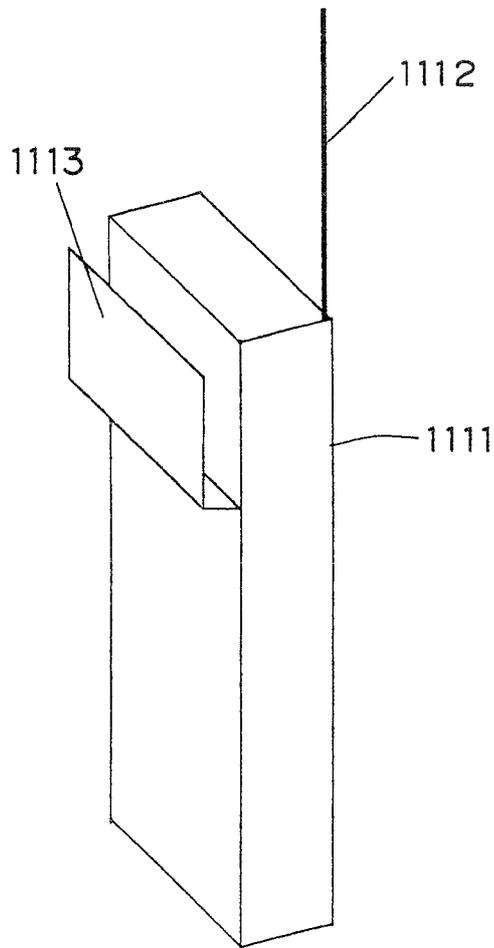


图 46