

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H04M 1/02 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910159893.3

[43] 公开日 2010年1月20日

[11] 公开号 CN 101630773A

[22] 申请日 2009.7.16

[21] 申请号 200910159893.3

[30] 优先权

[32] 2008.7.18 [33] JP [31] 2008-186859

[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 坂田勉 山本温 天利悟

[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

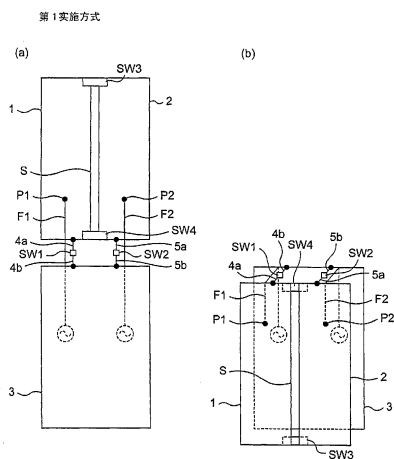
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 27 页

## [54] 发明名称

无线通信装置

## [57] 摘要

本发明提供一种无线通信装置，其在机身处于打开状态和闭合状态的任一状态下都收发信息，而且同时执行相互低相关的多个无线信号的收发。天线装置处于打开状态时断开开关(SW1)、(SW2)，因此，天线单元(1)与接地导体(3)作为第1偶极子天线而工作，天线单元(2)与接地导体(3)通过非激励缝隙(S)在与第1偶极子天线的之间具有规定的隔离度，且作为第2偶极子天线而工作。天线单元处于闭合状态时接通开关(SW1)、(SW2)，因此，天线单元(1)在接地导体(3)上作为第1倒F型天线而工作，天线单元(2)在接地导体(3)上，通过非激励缝隙(S)在与第1倒F型天线的之间具有规定的隔离度，并作为第2倒F型天线而工作。



1、一种无线通信装置，其具备：

第1和第2机身，该第1和第2机身通过铰接部连接为能够打开与闭合的方式；

第1和第2天线单元，该第1和第2天线单元以仅相互间隔规定距离的方式设置在所述第1机身中；

缝隙，其在所述第1机身中存在于所述第1和第2天线单元之间；

第1和第2供电点，其按照夹着所述缝隙的方式分别设置在所述第1和第2天线单元上；

接地导体，其设置在所述第2机身中；

第1开关，其能电通断地连接所述第1天线单元与所述接地导体；和

第2开关，其能电通断地连接所述第2天线单元与所述接地导体，

该无线通信装置的特征在于：

所述第1和第2机身处于打开状态时，所述第1和第2开关电断开，因此所述第1天线单元与所述接地导体作为第1偶极子天线而工作，所述第2天线单元与所述接地导体通过所述缝隙，在与所述第1偶极子天线的之间具有规定的隔离度，并作为第2偶极子天线而工作，

所述第1和第2机身处于闭合状态时，所述第1和第2开关电接通，因此所述第1天线单元在所述接地导体上，作为第1倒F型天线而工作，所述第2天线单元在所述接地导体上，通过所述缝隙在与所述第1倒F型天线的之间具有规定的隔离度，并作为第2倒F型天线而工作。

2、根据权利要求1所述的无线通信装置，其特征在于：

所述无线通信装置还具备：

第3开关，其在所述缝隙的第1端部，能电通断地连接所述第1和第2天线单元；

第4开关，其在所述缝隙的第2端部，能电通断地连接所述第1和第2天线单元；和

控制器，其控制所述第3开关和第4开关，

所述控制器在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，接通所述第 3 开关并断开所述第 4 开关，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，断开所述第 3 开关并接通所述第 4 开关。

3、根据权利要求 2 所述的无线通信装置，其特征在于：

所述无线通信装置还具备：

第 1 变容元件，其在所述缝隙的第 1 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；和

第 2 变容元件，其在所述缝隙的第 2 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间，

所述控制器，还在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述第 2 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数最小化，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，控制所述第 1 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 倒 F 型天线的反射系数最小化。

4、根据权利要求 2 所述的无线通信装置，其特征在于：

所述无线通信装置还具备：变容元件，其在所述缝隙的所述第 1 和第 2 端部之间的位置，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间，

所述控制器，还在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数最小化，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，控制所述变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 倒 F 型天线的反射系数最小化。

5、根据权利要求 1 所述的无线通信装置，其特征在于：

所述无线通信装置还具备：

第 1 变容元件，其在所述缝隙的第 1 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；

第 2 变容元件，其在所述缝隙的第 2 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；和

控制器，其控制所述第 1 和第 2 变容元件，

所述控制器，在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述第 1 变容元件的电抗值，以使所述第 1 变容元件实际上处于短路状态，并控制所述第 2 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数

最小化，在所述第1和第2机身处于闭合状态时，控制所述第2变容元件的电抗值，以使所述第2变容元件实际上处于短路状态，并控制所述第1变容元件的电抗值，以使所述第1和第2倒F型天线的反射系数最小化。

6、根据权利要求2所述的无线通信装置，其特征在于：

所述控制器还控制所述第1和第2开关，在所述第1和第2机身处于打开状态时，电断开所述第1和第2开关，在所述第1和第2机身处于闭合状态时，电接通所述第1和第2开关。

7、根据权利要求1~6的任一项所述的无线通信装置，其特征在于：

所述第1和第2机身通过所述铰接部连接为能够打开与闭合的对折式。

8、根据权利要求1~6的任一项所述的无线通信装置，其特征在于：

所述铰接部包括在厚度方向上贯通所述第1和第2机身的旋转轴，

所述第1和第2机身通过以所述旋转轴为中心旋转，而连接为能够打开与闭合的方式。

## 无线通信装置

### 技术领域

本发明涉及一种具备由2个机身部分构成的能够进行打开与闭合的机身的便携式电话机等无线通信装置，特别是涉及一种用于这样的无线通信装置的天线装置。

### 背景技术

如图26和图27所示，在便携式电话机中具有具备由2个机身部分构成的能够进行打开与闭合的机身而构成的部件。图26(a)和图26(b)是表示现有的对折型便携式电话机的打开状态与闭合状态的图，在该便携式电话机中，通过铰接部103，按照能够进行打开与闭合的方式连接了具备听筒和显示器等的上部机身101与具备麦克风和键盘等的下部机身102。另外，上部机身101中设置有由液晶显示器或有机EL显示器构成的第1显示装置104与第2显示装置105。第1显示装置104在打开便携式电话机的状态下，进行来自设置在下部机身102中的信息输入终端的输入信息或接收信息等的显示。另外，第2显示装置105在闭合便携式电话机的状态下，进行接收信息的显示或时间等的显示。图27(a)和图27(b)是表示现有的旋转型便携式电话机的打开状态与闭合状态的图，在该便携式电话机中，通过在厚度方向上贯通上部机身111和下部机身112的旋转轴113（或同等的连接机构）连接了具备听筒和显示器等的上部机身111与具备麦克风和键盘等的下部机身112，通过以旋转轴113为中心旋转上部机身111来进行便携式电话机的打开与闭合。另外，上部机身111中设置有由液晶显示器或有机EL显示器构成的显示装置114。显示装置114在便携式电话机的打开状态以及闭合的状态下，进行来自设置在下部机身112中的信息输入终端的输入信息或接收信息和时间等的显示。

专利文献1公开了便携式电话机中的内置天线。专利文献1的便携式电话机构成为：具有以至少覆盖其主体的一部分的方式相对于该主体而言

开关自如地安装的翻转部，在翻转部中内置有第1金属板并且在该主体侧内置有第2金属板，具备在闭合翻转部时电连接第1和第2金属板、在打开时断开该连接的单元，从连接点间隔规定距离向第1和第2金属板间供电高频信号。

专利文献2公开了将机身内的电路基板作为天线来使用的便携式电话机。在专利文献2的便携式电话机中，上机身中容纳了上电路基板，下机身中容纳了下电路基板，上下电路基板电连接，且下机身的上部侧容纳了天线部，在下机身中容纳了向天线部供电的供电部，上机身和下机身相互重叠的携带模式时供电部电连接天线部，并且在通过上机身和下机身互相变更相互位置来使总长变长的通话模式时，供电部通过天线部和连接部件连接上电路基板。

专利文献3公开了具备多个天线的折叠型便携式终端和该便携式终端中的多个天线的切换方法。专利文献3的便携式电话机相对于多个频带的各个具备多个天线，至少一个频带的多个天线由机身偶极方式的天线与其它天线构成。在开关检测部检测出机身的闭合状态且正在使用的频带的天线中包含机身偶极方式等天线时、选择其它天线并切换而另一方面开关检测部检测出机身的打开状态时、或正在使用的频带的天线中不包含机身偶极方式等天线时，CPU（控制部）测定该频带的多个天线的接收灵敏度后选择接收灵敏度高的天线并进行切换控制。

【专利文献1】：JP特开平6-216621号公报

【专利文献2】：JP特开2006-067361号公报

【专利文献3】：JP特开2007-274518号公报

近几年，随着便携式电话机的小型化、能够进行打开与关闭的机身的采用，确保用于容纳在便携式电话机内搭载天线单元的体积变得困难。特别是，能够进行打开与闭合的便携式电话机时，为了最大化天线的电长度，如专利文献1和2的记载，一般，在第1机身部分与第2机身部分中分开设置天线单元与接地导体，通过在天线单元与接地导体相互贴近的位置（即，第1机身部分与第2机身部分的连接部分的附近）上设置供电点，从而构成由天线单元和接地导体构成的偶极子天线。这样的便携式电话机在便携式电话机的机身处于打开状态时，虽按照所期望的作为偶极子天线

而工作，但是便携式电话机的机身处于闭合状态时，由于第1机身部分内的天线单元与第2机身部分内的接地导体呈对置的结构，因此会相互抵消流过天线单元的电流与流过接地导体的电流，无法作为偶极子天线而工作。因此，为了在现有的便携式电话机的闭合状态下进行通信，如专利文献3的记载，需要个别追加用于在闭合状态下使用的专门的天线单元。因此，需要具备便携式电话机的机身不管是在打开状态还是在闭合状态都能收发信息的新型天线装置的便携式电话机。

另外，最近，为了增大通信容量来实现高速通信，出现了采用基于空分复用同时收发多个通道的无线信号的MIMO (Multi-Input Multi-Output) 技术的天线装置。执行MIMO通信的天线装置为了实现空分复用，需要通过使方向性或极化特性等不同，从而同时执行相互低相关的多个无线信号的收发。

## 发明内容

本发明的目的在于解决以上的课题，并提供一种无线通信装置不管是在打开状态还是在闭合状态都能收发信息而且能够同时执行相互低相关的多个无线信号的收发的无线通信装置。

为了解决所述课题，本发明的无线通信装置特征在于，具备：第1和第2机身，其通过铰接部连接为能够打开与闭合的方式；第1和第2天线单元，其在所述第1机身中仅相互间隔规定距离而设置；缝隙，其在所述第1机身中存在于所述第1和第2天线单元之间；第1和第2供电点，其按照夹着所述缝隙的方式分别设置在所述第1和第2天线单元上；接地导体，其设置在所述第2机身中；第1开关，其能电通断地连接所述第1天线单元与所述接地导体；和第2开关，其能电通断地连接所述第2天线单元与所述接地导体；所述第1和第2机身处于打开状态时，所述第1和第2开关电断开，因此所述第1天线单元与所述接地导体作为第1偶极子天线而工作，所述第2天线单元与所述接地导体通过所述缝隙在与所述第1偶极子天线的之间具有规定的隔离度，并作为第2偶极子天线而工作；所述第1和第2机身处于闭合状态时，所述第1和第2开关电接通，因此所述第1天线单元在所述接地导体上，作为第1倒F型天线而工作，所述第

2 天线单元在所述接地导体上，通过所述缝隙在与所述第 1 倒 F 型天线的之间具有规定的隔离度，并作为第 2 倒 F 型天线而工作。

所述无线通信装置特征在于，还具备：第 3 开关，其在所述缝隙的第 1 端部能电通断地连接所述第 1 和第 2 天线单元；第 4 开关，其在所述缝隙的第 2 端部能电通断地连接所述第 1 和第 2 天线单元；和控制器，其控制所述第 3 开关和第 4 开关；所述控制器在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，接通所述第 3 开关并断开所述第 4 开关，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，断开所述第 3 开关并接通所述第 4 开关。

所述无线通信装置特征在于，还具备：第 1 变容元件，其在所述缝隙的第 1 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；和第 2 变容元件，其在所述缝隙的第 2 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；而且，所述控制器，在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述第 2 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数最小化，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，控制所述第 1 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 倒 F 型天线的反射系数最小化。

所述无线通信装置特征在于，还具备：变容元件，其在所述缝隙的所述第 1 和第 2 端部之间的位置，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；而且，所述控制器，在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数最小化，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，控制所述变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 倒 F 型天线的反射系数最小化。

另外，所述无线通信装置特征在于，还具备：第 1 变容元件，其在所述缝隙的第 1 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；第 2 变容元件，其在所述缝隙的第 2 端部，被连接在所述第 1 和第 2 天线单元之间；和控制器，其控制所述第 1 和第 2 变容元件；所述控制器，在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，控制所述第 1 变容元件的电抗值，以使所述第 1 变容元件实际上处于短路状态，并控制所述第 2 变容元件的电抗值，以使所述第 1 和第 2 偶极子天线的反射系数最小化，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，控制所述第 2 变容元件的电抗值，以使所述第 2 变容元件实际上处于短路状态，并控制所述第 1 变容元件的电抗值，以使所述第



1 和第 2 倒 F 型天线的反射系数最小化。

另外，所述无线通信装置的特征在于：所述控制器控制所述第 1 和第 2 开关，在所述第 1 和第 2 机身处于打开状态时，电断开所述第 1 和第 2 开关，在所述第 1 和第 2 机身处于闭合状态时，电接通所述第 1 和第 2 开关。

而且，所述无线通信装置的特征在于：所述铰接部包括在厚度方向上贯通所述第 1 和第 2 机身的旋转轴，且所述第 1 和第 2 机身通过以所述旋转轴为中心旋转，而连接为能够打开与闭合的方式。

（发明效果）

根据本发明，由于即使在所述第 1 机身与所述第 2 机身处于闭合状态的情况下，也能不相互抵消流过所述第 1 和第 2 天线单元的电流与流过接地导体的电流，因此不需要由偶极子天线与倒 F 型天线设置个别的天线单元，能够谋求小空间化。另外，由于通过设置优选与连接所述第 1 和第 2 供电点的虚拟线正交、在所述第 1 和第 2 天线单元之间遍及所述第 1 和第 2 天线单元的全长而形成、在由所述第 1 和第 2 供电点的供电而生成的电波之间生成规定的隔离度的非激励缝隙，能够提高由第 1 天线单元的供电点的供电而生成的电波与由第 2 天线单元的供电点的供电而生成的电波之间的隔离度，因此能够使天线单元作为多个第 1 和第 2 天线单元来起作用，能够提高通信速度。

形成遍及天线单元的全长的缝隙时，天线面积变小，因此随之流过天线单元的电流的电长度会变短。所以，谐振频率频移到高频侧，无法得到期望的频率特性。根据本发明，所述第 1 机身与所述第 2 机身处于打开状态时，由于通过在远离所述非激励缝隙的所述铰接部的一侧的第 1 端部连接所述第 1 和所述第 2 天线单元，使得流过第 1 天线单元与第 2 天线单元的电流的电长度变长，因此能够使在第 1 天线单元与第 2 天线单元双方中产生的谐振频率频移到低频侧，并能扩大频带。另外，根据本发明，所述第 1 机身与所述第 2 机身处于闭合状态时，由于通过在与所述非激励缝隙的所述铰接部相邻的一侧的第 2 端部中连接所述第 1 和第 2 天线单元，使得流过所述第 1 和第 2 天线单元的电流的电长度变长，因此能够使在第 1 和第 2 天线单元双方中产生的谐振频率频移到低频侧，并能扩大频带。

根据本发明, 由于缝隙位于第1和第2供电点之间, 因此能够在第1和第2供电点之间确保规定的隔离度。另外, 所述第1机身与所述第2机身处于打开状态时, 由于通过在远离所述非激励缝隙的所述铰接部的一侧的第1端部中连接所述第1和第2天线单元, 使得流过所述第1和第2天线单元的电流的电长度变长, 因此能够使在所述第1和第2天线单元双方中产生的谐振频率频移到低频侧, 并能扩大频带。另外, 根据本发明, 所述第1机身与所述第2机身处于闭合状态时, 由于通过在与所述非激励缝隙的所述铰接部相邻的一侧的第2端部中连接所述第1和第2天线单元, 使得流过所述第1和第2天线单元的电流的电长度变长, 因此能够使在第1和第2天线单元双方中产生的谐振频率频移到低频侧, 并能扩大频带。

根据本发明, 由于能够仅通过改变所述第1和第2变容元件的外加电压来进行所述第1和第2天线单元的连接/非连接的控制, 并且改变非激励缝隙的电长度, 并能够通过虚拟改变流过非激励缝隙周围的电流的路径来调整第1和第2天线单元的谐振频率, 因此能够削减部件个数。

根据本发明, 随着通信频率的变化, 由于即使所述第1和第2天线单元的谐振频率与通信频率之间的差距变大, 也会通过对应于通信频率的变化而改变非激励缝隙的电长度, 并且虚拟改变流过非激励缝隙的周围的电流的路径, 从而将第1和第2天线单元的谐振频率的调整设为实际可变动, 因此相对于通信频率能够适当调整所述第1和第2天线单元的谐振频率。另外, 由于在所述非激励缝隙的所述第1端部与所述第2端部之间设置调整所述非激励缝隙的谐振频率的变容元件, 因此只要一个设置在非激励缝隙上的变容元件即可, 能够削减部件个数及成本。

根据本发明, 由于能够将所述第1和第2变容元件从根据所述第1机身与所述第2机身的打开与闭合状态而变化的所述第1和第2天线单元的连接位置分离并配置在自由的位置上, 因此根据所述第1机身与所述第2机身的打开与闭合状态, 能够在所述非激励缝隙的电场强度变大的缝隙上的最佳位置上配置所述第1和第2变容元件。其结果, 能够用小的电容值调整缝隙的谐振频率, 并能够小型化使用的变容元件。

根据本发明, 由于即使在所述第1机身与所述第2机身闭合的情况下, 也能不相互抵消流过所述第1和第2天线单元的电流与流过接地导体的电

流，因此不需要由偶极子天线与倒 F 型天线设置个别的天线单元，能够谋求小空间化。

另外，设置有优选连接所述第 1 和第 2 供电点的虚拟线正交、在所述第 1 和第 2 天线单元之间遍及所述第 1 和第 2 天线单元的全长而形成、在由所述第 1 和第 2 供电点的供电而生成的电波之间生成规定的隔离度的非激励缝隙。因此，由于能够提高由第 1 天线单元的供电点的供电而生成的电波与由第 2 天线单元的供电点的供电而生成的电波之间的隔离度，所以能够使天线单元作为多个第 1 和第 2 天线单元来起作用，能够提高通信速度。

根据本发明，例如，本发明能够作为执行 MIMO 通信的便携式电话机来安装，但是不仅限于 MIMO，也能够作为能同时执行用于多个应用的通信（多级应用（multi application））的便携式电话机来安装。

## 附图说明

图 1 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的天线装置的打开状态的示意图，(b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 2 (a) 是通过透视来表示具备图 1 的天线装置的安装例的便携式电话机的打开状态的示意图，(b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 3 (a) 是图 2 (a) 所示的打开状态的便携式电话机的纵截面图，(b) 是图 2 (b) 所示的闭合状态的便携式电话机的纵截面图。

图 4 是表示图 1 的天线装置的电路结构的打开状态的框图。

图 5 是表示图 1 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。

图 6 (a) 是表示图 1 的天线装置在打开状态下断开开关 SW3、SW4 时的电流路径的示意图，(b) 是表示接通开关 SW3 时的电流路径的示意图。

图 7 (a) 是表示图 1 的天线装置在闭合状态下断开开关 SW3、SW4 时的电流路径的示意图，(b) 是表示接通开关 SW4 时的电流路径的示意图。

图 8 是表示基于图 1 的天线装置的控制器 16 执行的第 1 天线控制处理的流程图。

图 9 是表示基于图 1 的天线装置的控制器 16 执行的第 2 天线控制处理的流程图。

图 10 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的第 1 变形例的天线装置的打开状态的示意图, (b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 11 是表示图 10 的天线装置的电路结构的打开状态的框图。

图 12 是表示图 10 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。

图 13 (a) 是表示相对于施加在变容二极管的反向电压  $V_R$  的电容  $C$  的变化的图表, (b) 是表示图 10 的变容二极管 D1 的详细结构的电路图。

图 14 (a) 是表示在图 10 的天线装置的打开状态下接通开关 SW3 时的电流路径的示意图, (b) 是表示断开开关 SW3 时的电流路径的示意图。

图 15 是表示基于图 10 的天线装置的控制器 16A 执行的第 3 天线控制处理的流程图。

图 16 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的第 2 变形例的天线装置的打开状态的示意图, (b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 17 是表示基于图 16 的天线装置的控制器执行的第 4 天线控制处理的流程图。

图 18 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的第 3 变形例的天线装置的打开状态的示意图, (b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 19 是表示基于图 18 的天线装置的控制器执行的第 5 天线控制处理的流程图。

图 20 (a) 是表示本发明的第 2 实施方式的天线装置的打开状态的示意图, (b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 21 (a) 是通过透视来表示具备图 20 的天线装置的安装例的便携式电话机的打开状态的示意图, (b) 是表示其闭合状态的示意图。

图 22 (a) 是通过透视来表示从下端看图 21 (a) 所示的打开状态的便携式电话机时的结构的示意图, (b) 是通过透视来表示从下端看图 21 (b) 所示的闭合状态的便携式电话机时的结构的示意图。

图 23 (a) 是通过透视来表示从下端看本发明的第 2 实施方式的变形例的打开状态的便携式电话机时的结构的示意图, (b) 是通过透视来表示从下端看闭合状态的该便携式电话机时的结构的示意图。

图 24 是表示图 20 的天线装置的电路结构的打开状态的框图。

图 25 是表示图 20 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。

图 26 (a) 是表示现有例的对折型便携式电话机的打开状态的图, (b) 是表示其闭合状态的图。

图 27 (a) 是表示现有例的旋转型便携式电话机的打开状态的图, (b) 是表示其闭合状态的图。

图中: 1、2—天线单元; 3—接地导体; 4a、4b、5a、5b—短路导体; 11、13—匹配电路; 12、14—无线通信电路; 15—开关检测器; 16、16A、16B—控制器; 101、111—上部机身; 102、112—下部机身; 103—铰接部; 104、105、114—显示装置; 113—旋转轴; D1、D2、D3—变容二极管; E1、E2、E3、E4、E5、E6—端子部; F1、F2、F3、F4—供电线; F1a、F2a—外部导体; L1、L2—电感; P1、P2—供电点; S—非激励缝隙; SW1、SW2、SW3、SW4、SW5—开关。

### 具体实施方式

以下, 参照附图对本发明的优选实施方式进行说明。另外, 对同样的构成要素赋予了同一符号。

#### (第 1 实施方式)

图 1 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的天线装置的打开状态的示意图, 图 1 (b) 是表示其闭合状态的示意图。图 2、图 3 是表示具备图 1 的天线装置的安装例的便携式电话机的示意图, 图 4、图 5 是表示图 1 的天线装置的电路结构的框图。

在图 1 (a) 中, 天线装置具备由分别具有至少 1 个直线状的边的导体板构成的 2 个天线单元 1、2, 通过以在一边使这些天线单元 1、2 相互贴近的方式对置, 从而在天线单元 1、2 之间形成非激励缝隙 S。如图 2 所示, 与便携式电话机的长边方向 (在图 1 和图 2 中是上下方向) 平行地设置非激励缝隙 S。天线装置还具备由靠近天线单元 1、2 而设置的导体板构成的接地导体 3, 接地导体 3 在其外周的一部分 (在图 1 (a) 中是接地导体 3 的上端的部分) 与非激励缝隙 S 的一端 (在图 1 (a) 中是下端) 对置, 并且与靠近该非激励缝隙 S 的一端的各天线单元 1、2 的部分 (在图 1 (a)

中是下端的部分)对置。在本实施方式中,天线单元 1、2 和接地导体 3 分别具有矩形形状。另外,在以下的说明中,将在附图中的天线元件 1、2 和接地导体 3 中朝外的侧面称作表面,朝里的侧面称作里面。在各天线单元 1、2 上的规定的位置,分别设置了供电点 P1、P2。通过非激励缝隙 S 位于供电点 P1、P2 之间,从而在供电点 P1、P2 之间确保规定的隔离度。优选在相对于非激励缝隙 S 而对称的位置上设置供电点 P1、P2,使连接供电点 P1、P2 的直线与非激励缝隙 S 正交。通过供电线 F1、F2,供电点 P1、P2 与设置在接地导体 3 的里侧的高频电路(将在后面详述)连接。天线单元 1 在与接地导体 3 对置的端部,通过其间包括开关 SW1 的短路导体 4a、4b,能电通断地与接地导体 3 连接。同样地,天线单元 2 在与接地导体 3 对置的端部,通过其间包括开关 SW2 的短路导体 5a、5b,能电通断地与接地导体 3 连接。非激励缝隙 S 的两端中,在与接地导体 3 对置的一侧的端部(在图 1(a)中是下端),设置能电通断地连接天线单元 1、2 的开关 SW4,在另一端部(在图 1(a)中是上端),设置能电通断地连接天线单元 1、2 的开关 SW3。如图 1(a)所述,天线装置处于打开状态时,天线装置的控制单元(将在后面详述)控制开关 SW1、SW2,使其断开,通过用供电点 P1 来激励,使得天线单元 1 和接地导体 3 作为偶极子天线而工作,同样地,通过用供电点 P2 来激励,也使得天线单元 2 和接地导体 3 又作为偶极子天线而工作。由于非激励缝隙 S 的存在,2 个偶极子天线在相互之间拥有规定的隔离度而工作。而且,天线装置处于打开状态时,天线装置的控制单元在非激励缝隙 S 中控制为接通开关 SW3 并断开开关 SW4,因此形成经过开关 SW3 且向天线单元 1、2 两者延伸的电流路径,为天线装置的宽频域化作贡献。

如图 1(b)所示,本实施方式的天线装置在图 1(a)中天线单元 1、2 与接地导体 3 对置的位置(即,设置了短路导体 4a、4b、5a、5b 和开关 SW1、SW2 的位置),呈以 2 部分对折的方式折叠而闭合的状态。天线装置处于闭合状态时,天线单元 1、2 以实际上其整体与接地导体 3 重合的方式位于贴近接地导体 3 处。天线装置以处于闭合状态时从天线单元 1、2 的接地导体 3 侧的面连接供电点 P1、P2 的方式设置各供电线 F1、F2,另外,各供电线 F1、F2 从接地导体 3 的边缘(或贴近边缘而设置的孔)进

入到接地导体 3 的里侧与高频电路连接。以在便携式电话机处于闭合状态时位于接地导体 3 的外侧的方式，换言之，以不会夹在天线单元 1、2 与接地导体 3 之间的方式设置高频电路。天线装置处于闭合状态时，天线装置的控制器控制开关 SW1、SW2，使其接通，天线单元 1、2 与接地导体 3 短路。另外，天线装置处于闭合状态时，通过使用与供电点 P1 连接的供电线 F1 来激励，使得天线单元 1 在接地导体 3 上作为倒 F 型天线而工作，同样地，通过使用与供电点 P2 连接的供电线 F2 来激励，也使得天线单元 2 在接地导体 3 上也作为倒 F 型天线而工作。由于非激励缝隙 S 的存在，2 个倒 F 型天线在相互之间拥有规定的隔离度而工作。而且，天线装置处于闭合状态时，天线装置的控制器控制为断开开关 SW3 并接通开关 SW4，因此形成经过开关 SW4 且包括天线单元 1、2 的两者的电流路径，为天线装置的宽频域化作贡献。

根据本实施方式的天线装置，在天线单元 1、2 与接地导体 3 之间具备开关 SW1、SW2，天线装置处于打开状态时，通过断开开关 SW1、SW2 来使天线装置作为 2 个偶极子天线而工作，天线装置处于闭合状态时，通过接通开关 SW1、SW2 来使天线装置作为 2 个倒 F 型天线而工作，从而即使在闭合状态下也不会相互抵消流过天线单元 1、2 的电流与流过接地导体 3 的电流，因此不需要个别追加用于闭合状态时的专用天线单元，能够达到天线装置的小空间化。另外，根据本实施方式的天线装置，通过在 2 个天线单元 1、2 之间设置用于在供电点 P1、P2 之间确保规定的隔离度的非激励缝隙 S，从而能够提高 2 个偶极子天线之间的隔离度和 2 个倒 F 型天线之间的隔离度，因此能够将天线装置作为 2 个独立的天线而起作用来进行 MIMO 通信等，能够提高通信速度。

图 2 (a) 是通过透视来表示具备图 1 的天线装置的安装例的便携式电话机的打开状态的示意图，图 2 (b) 是表示其闭合状态的示意图。另外，图 3 (a) 是图 2 (a) 所示的打开状态的便携式电话机的纵截面图，图 3 (b) 是图 2 (b) 所示的闭合状态的便携式电话机的纵截面图。在图 3 的纵截面图中，仅示意地表示图 1 所示的构成要素的一部分。图 2 和图 3 的便携式电话机的机身构成为与参照图 26 说明的现有技术的便携式电话机同样的结构。天线单元 1、2 按照其间的非激励缝隙 S 与便携式电话机的

长边方向平行的方式被设置在上部机身 101 内，即，非激励缝隙 S 在上部机身 101 内设置为在贴近铰接部 103 的位置和远离铰接部 103 的位置（在图 2（a）中是上端的部分）之间延伸。另外，在下部机身 102 内设置接地导体 3。上部机身 101 与下部机身 102 连接为通过铰接部 103 能够折叠。随着该便携式电话机的打开与闭合，天线单元 1、2 和接地导体 3 在铰接部 103 折起重叠为闭合状态。

另外，上部机身 101 中设置有由液晶显示器或有机 EL 显示器构成的第 1 显示装置 104 和第 2 显示装置 105。第 1 显示装置在打开便携式电话机的状态下进行来自在下部机身 102 中设置的信息输入终端的输入信息或接收信息等的显示。另外，第 2 显示装置 105 在闭合便携式电话机的状态下，进行接收信息的显示或时间等的显示。

图 4 是表示图 1 的天线装置的电路结构的打开状态的框图，图 5 是表示图 1 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。如图 4 和图 5 所示，天线装置的高频电路包括设置在接地导体 3 的里侧（即，便携式电话机处于闭合状态时成为接地导体 3 的外侧的面）的阻抗匹配电路（以下，称作匹配电路）11、13 和无线通信电路 12、14。天线装置还具备检测该天线装置处于打开状态还是处于闭合状态的开关检测器 15 和控制无线通信电路 12、14 以及开关 SW1、SW2、SW3、SW4 的控制器 16。与供电点 P1 连接的供电线 F1 从接地导体 3 的边缘（或贴近边缘而设置的孔）进入到接地导体 3 的里侧，通过匹配电路 11 与无线通信电路 12 连接，同样地，与供电点 P2 连接的供电线 F2 从接地导体 3 的边缘（或贴近边缘而设置的孔）进入到接地导体 3 的里侧，通过匹配电路 13 与无线通信电路 14 连接。供电线 F1、F2 的一部分也可以作为具备外部导体 F1a、F2a 的同轴电缆等而构成，此时，外部导体 F1a、F2a 与接地导体 3 的边缘电连接。无线通信电路 12、14 在控制器 16 的控制下执行 MIMO 通信的调制解调。如上所述，控制器 16 在天线装置处于打开状态时，控制开关 SW2，使其断开，而且控制为接通开关 SW3 并断开开关 SW4。另外，控制器 16 在天线装置处于闭合状态时，控制开关 SW1、SW2，使其接通，而且控制为断开开关 SW3 并接通开关 SW4。

在本实施方式中，如图 1 等所示，由于优选遍及天线单元 1、2 的长



边方向的整体设置非激励缝隙 S，且电分离天线单元 1、2，因此天线单元 1、2 的面积变小，并且随之流过天线单元 1、2 的电流的电长度（即，电流路径的长度）变短。因此，天线单元 1、2 的谐振频率频移（shift）到高频侧，无法得到期望的频率特性。在本实施方式中，通过在天线装置处于打开状态时接通开关 SW3，天线装置处于闭合状态时接通开关 SW4，从而如参照图 6 和图 7 详述，确保电流路径的长度来实现宽频带的频率特性。

图 6 (a) 是表示图 1 的天线装置在打开状态下断开开关 SW3、SW4 时的电流路径的示意图，图 6 (b) 是表示接通开关 SW3 时的电流路径的示意图。为了说明，在图 6 (a) 中省略开关 SW1、SW2、SW3、SW4 以及短路导体 4a、4b、5a、5b 的图示，在图 6 (b) 中省略 SW1、SW2、SW4 以及短路导体 4a、4b、5a、5b 的图示。如图 6 (a) 所示，断开开关 SW3、SW4 时，通过供电线 F1 来到供电点 P1 的高频电流在天线单元 1 中流向离供电点 P1 最远的地点，即，在本实施方式中，流向贴近非激励缝隙 S 并远离接地导体 3 的一侧的端部的地点 A1（电流  $i_{11}$ ）。这里，接通开关 SW3 时，电流从供电点 P1 流向开关 SW3（电流  $i_1$ ），并从天线单元 1 侧的地点 A1 向天线单元 2 侧的地点 A2 经过开关 SW3（电流  $i_{12}$ ），然后，在天线单元 2 中流向离开关 SW4 最远的地点 A3（电流  $i_{13}$ ）。这样，通过接通开关 SW3，经过开关 SW3 形成从天线单元 1 至天线单元 2 的电流路径。同样地，通过供电线 F2 向供电点 P2 供电高频电流时，也经过开关 SW3 形成从天线单元 2 至天线单元 1 的电流路径。

这样，在本实施方式中，天线装置处于打开状态时，由于通过由开关 SW3 连接天线单元 1、2 来增加向各天线单元 1、2 供电的高频电流的电流路径的长度，因此与分别单独激励天线单元 1、2 时相比，能够将通过各供电点 P1、P2 分别激励天线单元 1、2 时的谐振频率频移到低频侧。其结果，能够得到期望的频率特性。

图 7 (a) 是表示图 1 的天线装置在闭合状态下断开开关 SW3、SW4 时的电流路径的示意图，图 7 (b) 是表示接通开关 SW4 时的电流路径的示意图。在图 7 (a) 和图 7 (b) 中，还接通了开关 SW1、SW2。为了说明，在图 7 (a) 中省略了开关 SW3、SW4 的图示，在图 7 (b) 中省略了开关 SW3 的图示。如图 7 (a) 所示，断开开关 SW3、SW4 时，通过供电

线 F1 来到供电点 P1 的高频电流在天线单元 1 中先沿着天线单元 1 的里面（即，天线单元 1 中的接地导体 3 侧的面）流向离供电点 P1 最远的地点 A1（电流  $i_{21}$ ）。然后，电流流向沿着天线单元 1 的外周连接了天线单元 1 的表面与短路导体 4a 的地点 A5，即，在本实施方式中，从地点 A1 流向非激励缝隙 S 的另一端的地点 A4（电流  $i_{22}$ ），并从地点 A4 流向地点 A5（电流  $i_{23}$ ）。这里，由于非激励缝隙 S 的边缘部中的电流密度会变高，因此，电流从地点 A1 至地点 A4 流过沿非激励缝隙 S 的路径。之后，电流从地点 A5 通过短路导体 4a、4b 以及开关 SW1 流向接地导体 3（电流  $i_{24}$ ）。这里，接通开关 SW4 时，电流先在天线单元 1、2 中流向离供电点 P1 最远的地点，即，在本实施方式中，沿天线单元 1 的里面从供电点 P1 流向开关 SW4（电流  $i_{31}$ ），从天线单元 1 侧的地点 A4 向天线单元 2 侧的地点 A6 经过开关 SW4（电流  $i_{32}$ ），沿着天线单元 2 的里侧流向离开关 SW4 最远的地点 A7（电流  $i_{33}$ ）。之后，电流流向连接了天线单元 1、2 的表面与短路导体 4a 的地点 A5，即，在本实施方式中，从地点 A7 流向地点 A6（电流  $i_{34}$ ），从地点 A6 向地点 A4 经过开关 SW4 并流到地点 A5（电流  $i_{35}$ ），然后，电流从地点 A5 通过短路导体 4a、4b 以及开关 SW1 流向接地导体 3（电流  $i_{36}$ ）。这样，通过开关 SW4 的接通，形成先通过开关 SW4 从天线单元 1 到天线单元 2，然后再回到天线单元 1 之后到达接地导体 3 的电流路径。同样地，通过供电线 F2 向供电点 P2 供电高频电流时，也形成先通过开关 SW4 从天线单元 2 到天线单元 1 然后再回到天线单元 2 后到达接地导体 3 的电流路径。

这样，在本实施方式中，天线装置处于闭合状态时，由于通过由开关 SW4 连接天线单元 1、2 来增加向各天线单元 1、2 供电的高频电流的电流路径的长度，因此与分别单独激励天线单元 1、2 时相比，能够将通过各供电点 P1、P2 分别激励天线单元 1、2 时的谐振频率频移到低频侧。其结果，能够得到期望的频率特性。

图 8 是表示基于图 1 的天线装置的控制装置 16 执行的第 1 天线控制处理的流程图。在图 8 的天线控制处理中，为了简化，只对开关 SW1、SW2 进行控制。在步骤 S1 中，控制装置 16 基于来自开关检测器 15 的开关检测信号检测出便携式电话机的打开与闭合状态，闭合状态时进入步骤 S2，打

开状态时进入步骤 S3。在步骤 S2 中，控制器 16 接通开关 SW1 和 SW2，进入步骤 S4。在步骤 S3 中，控制器 16 断开开关 SW1 和 SW2，进入步骤 S4。在步骤 S4 中，控制器 16 判断是否执行无线通信，“是”时进入步骤 S5，“否”时回到步骤 S1。在步骤 S5 中，控制器 16 使无线通信电路 12、14 执行无线通信并回到步骤 S1。

图 9 是表示基于图 1 的天线装置的控制器 16 执行的第 2 天线控制处理的流程图。在图 9 的天线控制处理中，除了图 8 的处理还控制开关 SW3、SW4。在步骤 S11 中，控制器 16 基于来自开关检测器 15 的开关检测信号检测出便携式电话机的打开与闭合状态，闭合状态时进入步骤 S12，打开状态时进入步骤 S14。在步骤 S12 中，控制器 16 接通开关 SW1 和 SW2，然后在步骤 S13 中断开开关 SW3 并接通开关 SW4，进入步骤 S16。在步骤 S14 中，控制器 16 断开开关 SW1 和 SW2，然后在步骤 S15 中接通开关 SW3 并断开开关 SW4，进入步骤 S16。在步骤 S16 中，控制器 16 判断是否执行无线通信，“是”时进入步骤 S17，“否”时回到步骤 S11。在步骤 S17 中，控制器 16 使无线通信电路 12、14 执行无线通信并回到步骤 S11。

作为变形例，天线单元 1、2 和接地导体 3 的形状并不限定于矩形形状，例如，也可以是其它的多角形或包括曲线的图形。另外，如图 2 所示，天线单元 1、2 并不限定于设置在便携式电话机的上部机身 101 的内部，也可以设置在上部机身 101 的外部或与上部机身 101 整体设置。如在图 2 中设置在下部机身 102 的内部，对图示的接地导体 3 也相同。另外，缝隙 S 的方向也不限定于如图 2 (a) 和图 2 (b) 所示的平行于便携式电话机的长边方向，也可以设置在斜方向上，而且，缝隙 S 不限定于直线形状，也可以包括曲线形状部分

开关 SW1、SW2 也可以不通过控制器 16 的控制而进行电打开与电闭合，而与便携式电话机的机身的打开与闭合联动并机械式地打开与闭合。

开关 SW3 的位置并不限定于天线装置处于打开状态时远离接地导体 3 的一侧的非激励缝隙 S 的端部，也可以是非激励缝隙 S 的长边方向上的该端部与中央之间的规定的位置。同样地，开关 SW4 的位置并不限定于天线装置处于打开状态时与接地导体 3 对置的一侧的非激励缝隙 S 的端

部，也可以是非激励缝隙 S 的长边方向上的该端部与中央之间的规定的位置。

另外，天线装置处于闭合状态时，由于天线单元 1、2 与接地导体 3 由短路导体 4a、4b、5a、5b 电连接，因此，根据天线装置的结构（例如，短路导体 4a、5a 与非激励缝隙 S 的端部贴近时），也有时能构成为不接通开关 SW3、SW4 而一端开路的非激励缝隙。而且，天线装置处于闭合状态时，也可以通过接通开关 SW3、SW4 这两个开关来构成时隙（slot）。此时，由于时隙的谐振频率比天线单元 1、2 的谐振频率高，因此能够将天线装置的工作频率频移到高频侧。另外，天线装置处于闭合状态时，由于天线单元 1、2 与接地导体 3 由短路导体 4a、4b、5a、5b 电连接，因此，根据天线装置的结构，也有时能通过不接通开关 SW4 而只接通开关 SW3 来构成时隙。

另外，无线通信电路 12、14 也可以构成为代替 MIMO 通信而执行独立的 2 个无线信号的调制解调，此时，本实施方式的天线装置能够同时执行涉及多个应用的无线通信或同时执行在多个频带中的无线通信。

如以上说明，根据本实施方式的天线装置和便携式电话机，天线装置在打开状态和闭合状态的任一状态中都能收发信息，而且能够同时执行互相低相关的 2 个无线信号的收发。

以下，参照图 10 至图 19，进一步说明本实施方式的变形例。

图 10 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式的第 1 变形例的天线装置的打开状态的示意图，图 10 (b) 是表示其闭合状态的示意图。另外，图 11 是表示图 10 的天线装置的电路结构的打开状态的框图，图 12 是表示图 10 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。图 10 的天线装置，其特征在于，除了具备了图 1 的结构，还具备了用于调整非激励缝隙 S 的实际的电长度以使其变为期望的谐振频率的变容二极管 D1、D2。变容二极管 D1 按照在非激励缝隙 S 中靠近开关 SW3 且在非激励缝隙 S 中位于比开关 SW3 更靠外侧的位置的方式连接于天线单元 1、2。同样地，变容二极管 D2 按照在非激励缝隙 S 中靠近开关 SW4 且在非激励缝隙 S 中位于比开关 SW4 更靠外侧的位置的方式连接于天线单元 1、2。如图 11 和图 12 所示，天线装置代替图 4 和图 5 的控制器 16 而构成为计算并控制变容二极管 D1、

D2 的外加电压来改变其电容值（或电抗值），并具备执行图 15 所示的天线控制处理的控制器 16A。

若固定非激励缝隙 S 的形状，则无法改变非激励缝隙 S 的谐振频率。因此，随着通信频率的变化，通过各供电点 P1、P2 分别激励天线单元 1、2 时的谐振频率与非激励缝隙 S 的谐振频率的差距变大时，各天线单元 1、2 与非激励缝隙 S 之间的耦合度变小，谐振频率的调整变得困难。本变形例的控制器 16A 通过以改变变容二极管 D1、D2 的电容值（或电抗值）的方式控制对变容二极管 D1、D2 的外加电压，从而调整非激励缝隙 S 的实际的电长度，以使成为期望的谐振频率。具体而言，控制器 16A 向无线通信电路 12、14 分别发送期望频率的测试信号，并且改变对变容二极管 D1、D2 的外加电压，并监测涉及各供电点 P1、P2 的反射系数（也可以是 VSWR 或反射功率）。控制器 16A 适当计算使该反射系数最小化的外加电压值，并在变容二极管 D1、D2 上设定计算出的外加电压值。控制器 16A 在天线装置处于打开状态时仅控制变容二极管 D2，在天线装置处于闭合状态时仅控制变容二极管 D1。由于在非激励缝隙 S 中，在比开关 SW3、SW4 更靠外侧设置了变容二极管 D1、D2，因此，只有在断开开关 SW3、SW4 时，各变容二极管 D1、D2 才会变得实质性有效。天线装置处于打开状态且接通开关 SW3 时，变容二极管 D1 实际上不会影响非激励缝隙 S 的电长度，另外，天线装置处于闭合状态且由此接通开关 SW4 时，变容二极管 D2 实际上不会影响非激励缝隙 S 的电长度。因此，由于随着通信频率的变化，即使通过各供电点 P1、P2 分别激励天线单元 1、2 时的谐振频率与非激励缝隙 S 的谐振频率的差距变大，也能根据通信频率的变化来实际改变非激励缝隙 S 的电长度，所以能够提高各天线单元 1、2 与非激励缝隙 S 之间的耦合度并能够适当调整谐振频率。

图 13 (a) 是表示相对于施加在变容二极管的反向电压  $V_R$  的电容 C 的变化的图表，图 13 (b) 是表示图 10 的变容二极管 D1 的详细结构的电路图。如图 13 (b) 所示，变容二极管 D1 连接于天线单元 1、2，优选其两端通过分别包括阻止高频用的电感 L1、L2 的控制线与控制器 16A 连接。另外，变容二极管 D2 也与图 13 (b) 同样地与控制器 16A 连接。一般，将具有电容值 C 的电容元件的角频率  $\omega$  时的电抗 Z 表示为  $Z=1/(j\omega C)$ ，

充分增大电容值  $C$  时电抗实际上趋于 0，电容元件呈短路状态，另一方面，充分减小电容值  $C$  时电抗实际上趋于无限大，电容元件呈开路状态。作为变容元件的一种，具有变容二极管（varactor diode），如图 13（a）所示，变容二极管具有在增加外加反向电压  $V_R$  时电容值降低，在减小反向电压  $V_R$  时电容值增大的特性。因此，变容二极管根据外加的反向电压值  $V_R$ ，能够获得短路状态、电容元件状态、或开路状态。作为替代的变容元件，也可以使用 MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）元件。由于 MEMS 元件通过机械动作决定电容值  $C$ ，因此能够进行比变容二极管范围更宽的电容值  $C$  的改变。而且，通过使用具有从可看作开路的电容值或电抗值到可看作短路的电容值或电抗值的可变区域的变容元件，如参照图 18 和图 19 在后面的详述，该变容元件除了调整电容值或电抗值来改变非激励缝隙  $S$  的电长度的功能，还起到开关 SW3、SW4 的作用。

图 14（a）是表示在图 10 的天线装置的打开状态下接通开关 SW3 时的电流路径的示意图，图 14（b）是表示断开开关 SW3 时的电流路径的示意图。为了简化说明，在图 14（a）中省略开关 SW1、SW2、SW4、短路导体 4a、4b、5a、5b 及变容二极管 D1、D2 的图示，在图 14（b）中省略开关 SW1、SW2、SW3、SW4、短路导体 4a、4b、5a、5b 及变容二极管 D2 的图示，而且在图 14（b）中表示了未将天线装置折叠而打开状态下的天线装置。如图 14（a）所示，接通开关 SW3 时，如参照图 6（b）的说明，通过供电线 F1 来到供电点 P1 的高频电流从供电点 P1 流向开关 SW3（电流  $i_{41}$ ），从天线单元 1 侧的地点 A11 向天线单元 2 侧的地点 A12 经过开关 SW3（电流  $i_{42}$ ），然后，在天线单元 2 中流向离开关 SW3 最远的地点 A13（电流  $i_{43}$ ）。这里，断开开关 SW3 时，由于基于变容二极管 D1 的效果而非激励缝隙  $S$  的实际的电长度在变化，因此非激励缝隙  $S$  并不是延伸至成为其闭合端的开关 SW3 的实际的位置的地点 A14 及 A15，而是实际上变成延伸到从地点 A14 及 A15 移动了的虚拟的地点 A14' 及 A15'。增加变容二极管 D1 的电容值时，如图 14（b）所示，非激励缝隙  $S$  的电长度变长。因此，图 14 的情况下，实际上电流从供电点 P1 流向地点 A14'（电流  $i_{44}$ ）、从地点 A14' 流向地点 A15'（电流  $i_{45}$ ），然后流向地点 A13（电流  $i_{46}$ ）。这样，由于电流流过非激励缝隙  $S$  的周围，

因此通过调整与非激励缝隙 S 连接的变容二极管 D1 的电容值来改变非激励缝隙 S 的电长度时，也虚拟改变流过非激励缝隙 S 周围的电流的路径，并改变天线装置的谐振频率。因此，通过断开开关 SW3 来使电流通过变容二极管 D1，从而根据通信频率的改变而实际改变非激励缝隙 S 的电长度，并且能够改变提供给各天线单元 1、2 的高频电流的电流路径的长度，所以，能提高各天线单元 1、2 与非激励缝隙 S 之间的耦合度，并适当调整谐振频率。同样地，断开开关 SW4 来使电流通过变容二极管 D2 时，即使进一步使天线装置的闭合状态下工作时，也能提高各天线单元 1、2 与非激励缝隙 S 之间的耦合度，并适当调整谐振频率。

图 15 是表示基于图 10 的天线装置的控制 16A 执行的第 3 天线控制处理的流程图。在步骤 S21 中，控制器 16A 基于来自开关检测器 15 的开关检测信号检测出便携式电话机的打开与闭合状态，闭合状态时进入步骤 S22，打开状态时进入步骤 S25。在步骤 S22 中，控制器 16A 接通开关 SW1、SW2，然后在步骤 S23 中，断开开关 SW3，接通开关 SW4，进入步骤 S24。在步骤 S24 中，控制器 16A 通过发送测试信号并且改变对变容二极管 D1 的外加电压来设定变容二极管 D1 的电容值，以使 VSWR 最小化，并进入步骤 S28。在步骤 S25 中，控制器 16A 断开开关 SW1 和 SW2，然后在步骤 S26 中接通开关 SW3，断开开关 SW4，进入步骤 S27。在步骤 S27 中，控制器 16A 通过发送测试信号并且改变对变容二极管 D2 的外加电压来设定变容二极管 D2 的电容值，以使 VSWR 最小化，并进入步骤 S28。在步骤 S28 中，控制器 16A 判断是否执行无线通信，“是”时进入步骤 S29，“否”时回到步骤 S21。在步骤 S29 中，控制器 16A 使无线通信电路 12、14 执行无线通信，并回到步骤 S21。

作为以上说明的相对于实施方式的第 1 变形例的进一步变形例，并不限定在非激励缝隙 S 中使各变容二极管 D1、D2 分别与开关 SW3、SW4 靠近并且在非激励缝隙 S 中位于比开关 SW3、SW4 更靠外侧的位置的设置方式，各变容二极管 D1、D2 也可以配置在沿着非激励缝隙 S 的其它希望的位置上。例如，由于根据天线装置的打开状态或闭合状态，能够在电场强度变大的非激励缝隙 S 上的最佳位置上配置变容二极管 D1、D2，因此能够由小的电容值调整非激励缝隙 S 的谐振频率，所以能够小型化使用

的变容二极管 D1、D2。

控制器 16A 为了监测反射系数，也可以代替发送测试信号而发送实际进行通信的数据信号并监测。另外，为了计算用于接收时使用的外加电压值，也可以代替发送测试信号而基于发送时获得的外加电压值，利用规定的已知的计算式（例如，基于发送频率与接收频率之间的频率差来进行加上规定值或减去规定值的运算的算式等）来计算。

图 16 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式第 2 变形例的天线装置的打开状态的示意图，图 16 (b) 是表示其闭合状态的示意图。在本变形例中，其特征在于，代替如第 1 变形例具有的 2 个变容二极管 D1、D2，在沿着非激励缝隙 S 的长边方向且在开关 SW3、SW4 之间的规定的位置上，优选在非激励缝隙 S 的长边方向的大致中央处，具备单一的变容二极管 D3。与第 1 变形例相比，在本变形例中，由于在相对于电容值的变化不敏感的位置上配置变容二极管 D3，因此需要设置电容值的变化幅度大的变容二极管。本变形例的控制器（未图示）控制对变容二极管 D3 的外加电压，以使改变变容二极管 D3 的电容值（或电抗值）。根据该结构，通过将变容二极管的个数消减为 1 个，从而能够削减天线装置的部件个数以及成本，并能够简化天线控制处理。

图 17 是表示基于图 16 的天线装置的控制器执行的第 4 天线控制处理的流程图。在步骤 S31 中，控制器基于来自开关检测器 15 的开关检测信号检测出便携式电话机的打开与闭合状态，闭合状态时进入步骤 S32，打开状态时进入步骤 S34。在步骤 S32 中，控制器接通开关 SW1、SW2，然后在步骤 S33 中，断开开关 SW3，接通开关 SW4，进入步骤 S36。在步骤 S34 中，控制器断开开关 SW1 和 SW2，然后在步骤 S35 中接通开关 SW3，断开开关 SW4，进入步骤 S36。在步骤 S36 中，控制器通过发送测试信号并且改变对变容二极管 D3 的外加电压来设定变容二极管 D3 的电容值，以使 VSWR 最小化，并进入步骤 S37。在步骤 S37 中，控制器判断是否执行无线通信，“是”时进入步骤 S38，“否”时回到步骤 S31。在步骤 S38 中，控制器使无线通信电路 12、14 执行无线通信，并回到步骤 S31。

图 18 (a) 是表示本发明的第 1 实施方式第 3 变形例的天线装置的打开状态的示意图，图 18 (b) 是表示其闭合状态的示意图。在本变形例



中,其特征在于,从第1变形例的构成中去除开关SW3、SW4,在变容二极管D1、D2中除了执行调整电容值来改变非激励缝隙S的电长度的功能,还执行开关SW3、SW4的功能。本变形例的变容二极管D1、D2具有从可看作开路的电容值到可看作短路的电容值的可变区域。本变形例的控制器(未图示)控制对变容二极管D1、D2的外加电压,以使改变变容二极管D1、D2的电容值(或电抗值)。根据该结构,通过从图10的天线装置消减开关SW3、SW4,从而能够削减天线装置的部件个数以及成本。

图19是表示基于图18的天线装置的控制器执行的第5天线控制处理的流程图。在步骤S41中,控制器基于来自开关检测器15的开关检测信号检测出便携式电话机的打开与闭合状态,闭合状态时进入步骤S42,打开状态时进入步骤S45。在步骤S42中,控制器接通开关SW1、SW2,进入步骤S43。在步骤S43中,控制器通过控制对变容二极管D2的外加电压来设定变容二极管D2的电容值,以使天线单元1、2实际上短路,并进入步骤S44。在步骤S44中,控制器通过发送测试信号并且改变对变容二极管D1的外加电压来设定变容二极管D1的电容值,以使VSWR最小化,并进入步骤S48。在步骤S45中,控制器断开开关SW1、SW2,进入步骤S46。在步骤S46中,通过控制对变容二极管D1的外加电压来设定变容二极管D1的电容值,以使天线单元1、2实际上短路,并进入步骤S47。在步骤S47中,控制器通过发送测试信号并且改变对变容二极管D2的外加电压来设定变容二极管D2的电容值,以使VSWR最小化,并进入步骤S48。在步骤S48中,控制器判断是否执行无线通信,“是”时进入步骤S49,“否”时回到步骤S41。在步骤S49中,控制器使无线通信电路12、14执行无线通信,并回到步骤S41。

#### (第2实施方式)

图20(a)是表示本发明的第2实施方式的天线装置的打开状态的示意图,图20(b)是表示其闭合状态的示意图。图21至图23是表示具备图20的天线装置的安装例的便携式电话机的示意图,图24和图25是表示图20的天线装置的电路构成的框图。本实施方式的天线装置,其特征不在于,不像第1实施方式的天线装置那样将2部分对折而折叠来打开与闭合,而是与参照图27说明的现有技术的便携式电话机同样地基于旋转进

行打开与闭合。

在图 20 (a) 中, 在规定的平面内设置由导体板构成的天线装置 1、2, 在相对于该平面平行且仅间隔规定距离的另一个平面内设置由导体板构成的接地导体 3。在天线单元 1、2 与接地导体 3 对置的位置上, 通过以与包括它们的平面相垂直的旋转轴 (未图示) 为中心, 将天线单元 1、2 相对于接地导体 3 旋转 180 度, 从而使天线装置处于如图 20 (b) 所示的闭合状态。天线装置处于闭合状态时, 实际上天线装置 1、2 其整体与接地导体 3 重合。在天线装置 1、2 与接地导体 3 对置的位置 (即, 所述旋转轴的附近的位置) 上设置有向 2 个高频电路的任一个分别机械地连接各供电点 P1、P2, 并机械地切换短路导体 4a、5a 与短路导体 4b、5b 的接通与断开的开关 SW5。具体而言, 天线装置处于打开状态时, 开关 SW5 将与供电点 P1 连接的供电线 F3 连接到与第 1 高频电路连接的供电线 F1, 并将与供电点 P2 连接的供电线 F4 连接到与第 2 高频电路连接了的供电线 F2。天线装置处于打开状态时, 开关 SW5 还使短路导体 4a、4b 对置, 以使其不会相互电连接, 并使短路导体 5a、5b 对置, 以使其不会相互电连接。另一方面, 天线装置处于闭合状态时, 开关 SW5 将供电线 F3 连接到供电线 F2, 并将供电线 F4 连接到供电线 F1, 将短路导体 4a 连接到短路导体 5b, 将短路导体 5a 连接到短路导体 4b。

如图 20 (a) 所示, 天线装置处于打开状态时, 通过使用供电点 P1 来激励, 从而使天线单元 1 和接地导体 3 作为偶极子天线而工作, 同样地, 通过使用供电点 P2 来激励, 从而使天线单元 2 和接地导体 3 也作为偶极子天线而工作。通过非激励缝隙 S 的存在, 2 个偶极子天线在相互之间具有规定的隔离度而工作。而且, 天线装置处于打开状态时, 天线装置的控制装置 (未图示) 按照在非激励缝隙 S 中接通开关 SW3 并断开开关 SW4 的方式来控制, 由此, 形成经过开关 SW3, 并延伸至天线单元 1、2 这两个天线单元的电流路径, 并为天线装置的宽频带化作贡献。另一方面, 如图 20 (b) 所示, 天线装置处于闭合状态时, 天线单元 1、2 与接地导体 3 短路。另外, 天线装置处于闭合状态时, 通过使用与供电点 P1 连接的供电线 F2、F3 来激励, 从而天线单元 1 在接地导体 3 上作为倒 F 型天线而工作, 同样地, 通过使用与供电点 P2 连接的供电线 F1、F4 来激励, 从而天

线单元 2 在接地导体 3 上也作为倒 F 型天线而工作。通过非激励缝隙 S 的存在，2 个倒 F 型天线在相互之间具有规定的隔离度而工作。而且，天线装置处于闭合状态时，天线装置的控制器按照断开开关 SW3 并接通开关 SW4 的方式来控制，由此，形成经过开关 SW4，并包括天线单元 1、2 这两个天线单元的电流路径，并为天线装置的宽频带化作贡献。

图 21 至图 23 的便携式电话机的机身构成为与参照图 27 来说明的现有技术的便携式电话机相同的结构。图 21 (a) 是通过透视来表示具备图 20 的天线装置的安装例的便携式电话机的打开状态的示意图，图 21 (b) 是表示其闭合状态的示意图。天线单元 1、2 按照在其间的非激励缝隙 S 与便携式电话机的长边方向平行的方式被设置在上部机身 111 内，另外，在下部机身 112 内设置接地导体 3。由在厚度方向上贯通上部机身 111 和下部机身 112 的旋转轴 113 (或同等的连接机构) 连接上部机身 111 和下部机身 112，通过以旋转轴 113 为中心地旋转上部机身 111 来进行便携式电话机的打开与闭合。随着该便携式电话机的打开与闭合，天线单元 1、2 以便携式电话机的机身的旋转轴 113 为中心相对于接地导体 3 旋转 180 度。

图 22 (a) 是通过透视来表示从下端看图 21 (a) 所示的打开状态的便携式电话机时的结构的示意图，图 22 (b) 是通过透视来表示从下端看图 21 (b) 所示的闭合状态的便携式电话机时的结构的示意图。开关 SW5 具备端子部 E1、E2、E3、E4，天线装置处于打开状态 (图 22 (a)) 与闭合状态 (图 22 (b)) 时，端子部 E1、E2、E3、E4 分别起到如下作用。端子部 E1 在打开状态时将供电线 F3 连接到供电线 F1，在闭合状态时将供电线 F4 连接到供电线 F1。端子部 E2 在打开状态时，使短路导体 4a、4b 对置，以使其不会相互电连接，在闭合状态时将短路导体 5a 连接到短路导体 4b。端子部 E3 在打开状态时，使短路导体 5a、5b 对置，以使其不会相互电连接，在闭合状态时将短路导体 4a 连接到短路导体 5b。端子部 E4 在打开状态时将供电线 F4 连接到供电线 F2，在闭合状态时将供电线 F3 连接到供电线 F2。

图 23 (a) 是通过透视来表示从下端看本发明的第 2 实施方式的变形例的打开状态的便携式电话机时的结构的示意图，图 23 (b) 是通过透视来表示从下端看闭合状态的该便携式电话机时的结构的示意图。在变形例

中，其特征在于，通过使相对于便携式电话机的机身的旋转轴 113 的端子部的距离不同，从而在打开状态下电切断短路导体 4a、4b、5a、5b，在闭合状态下电连接短路导体 4a、4b、5a、5b。在图 23 (a) 中，端子部 E1、E4 与图 22 的端子部的结构相同。连接到短路导体 4b 的端子部 E2 与连接到短路导体 5a 的端子部 E6 位于相对于旋转轴 113 具有规定的第 1 距离的位置上，连接到短路导体 4a 的端子部 E5 与连接到短路导体 5b 的端子部 E3 位于相对于旋转轴 113 具有规定的与第 1 距离不同的第 2 距离的位置上。因此，天线装置处于打开状态时，短路导体 4a、4b、5a、5b 之间不会确立电连接。另一方面，在图 23 (b) 中，端子部 E5 通过旋转移移动到端子部 E3 的位置（未图示），同样地，端子部 E6 通过旋转移移动到端子部 E2 的位置（未图示）。因此，天线装置处于闭合状态时，短路导体 5a 与短路导体 4b 连接，短路导体 4a 与短路导体 5b 连接。

图 24 是表示图 20 的天线装置的电路结构的打开状态的框图，图 25 是表示图 20 的天线装置的电路结构的闭合状态的框图。由于通过便携式电话机的机身的旋转机械地切换短路导体 4a、4b、5a、5b 的接通与断开，因此天线装置的控制器 16B 仅控制无线通信电路 12、14 与开关 SW3、SW4。

作为变形例，在本实施方式的天线装置中，也如在第 1 实施方式的各种变形例中的说明，也可以在非激励缝隙 S 的部分中还具备变容二极管。另外，开关 SW5 并不限定于机械式地接通与断开的开关，例如，与第 1 实施方式同样地，也可以具备在天线装置的控制器的控制下接通与断开的开关 SW1、SW2 来控制短路导体 4a、4b、5a、5b 的连接。

如以上说明，根据本发明的各实施方式的天线装置和便携式电话机，天线装置即使在打开状态和闭合状态的任一状态中，也能收发信息，而且能够同时执行相互低相关的多个无线信号的收发。

（工业上的利用可能性）

本发明的无线通信装置虽然例如能够作为执行 MIMO 通信的便携式电话机来安装，但不仅限于 MIMO，也能作为能够同时执行用于多个应用的通信（多级应用）的便携式电话机来安装。

第1实施方式

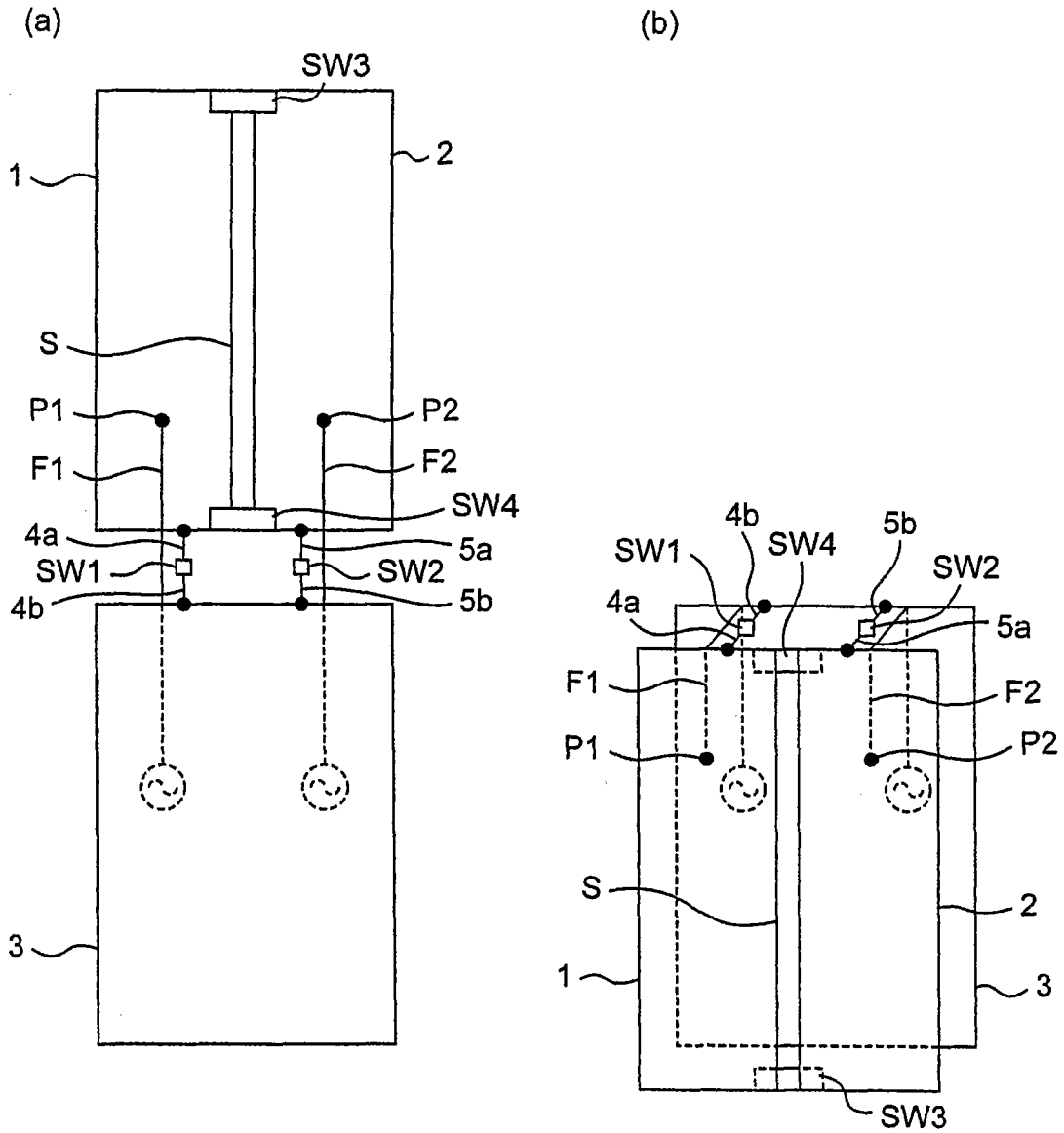


图 1

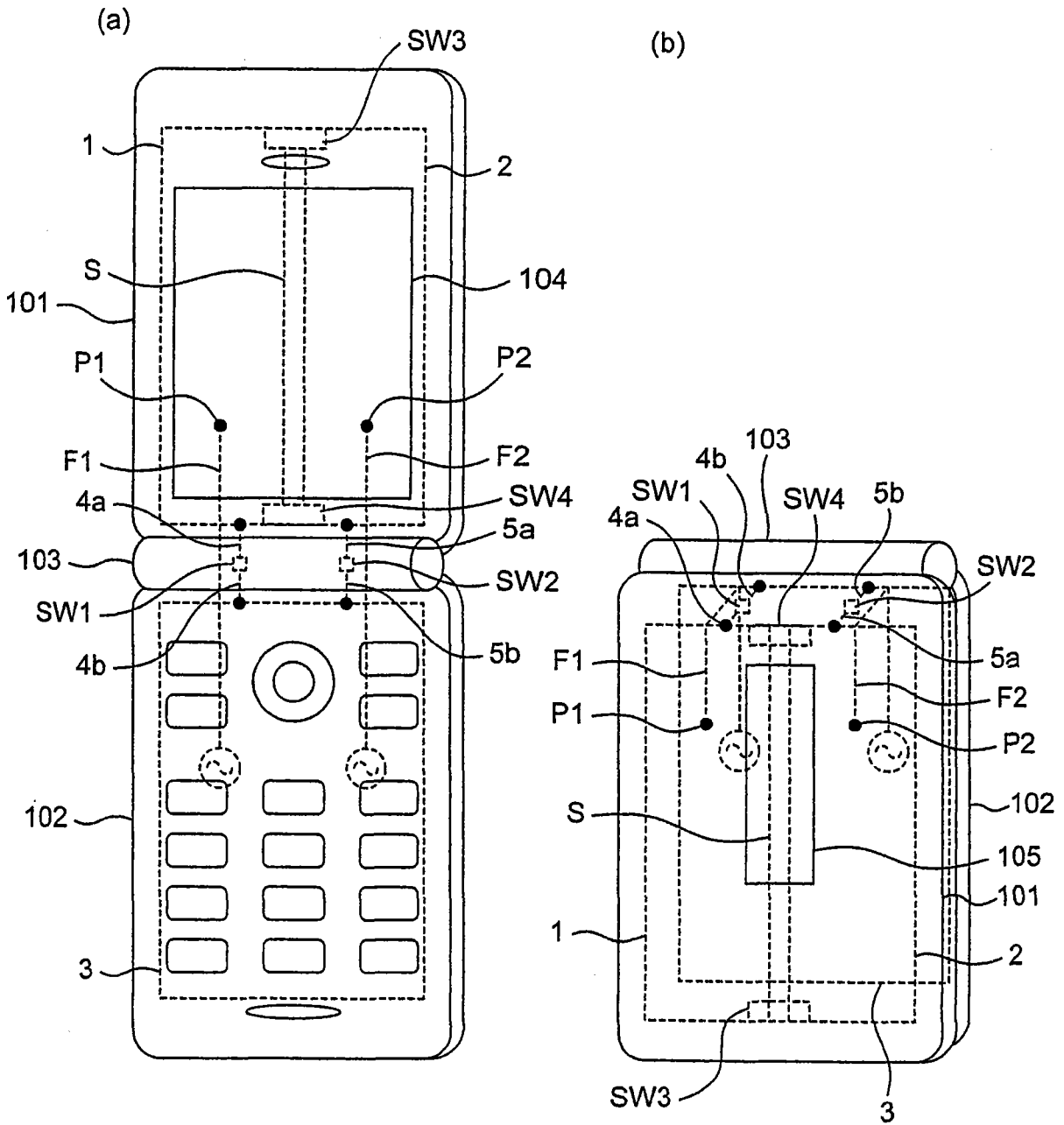


图 2

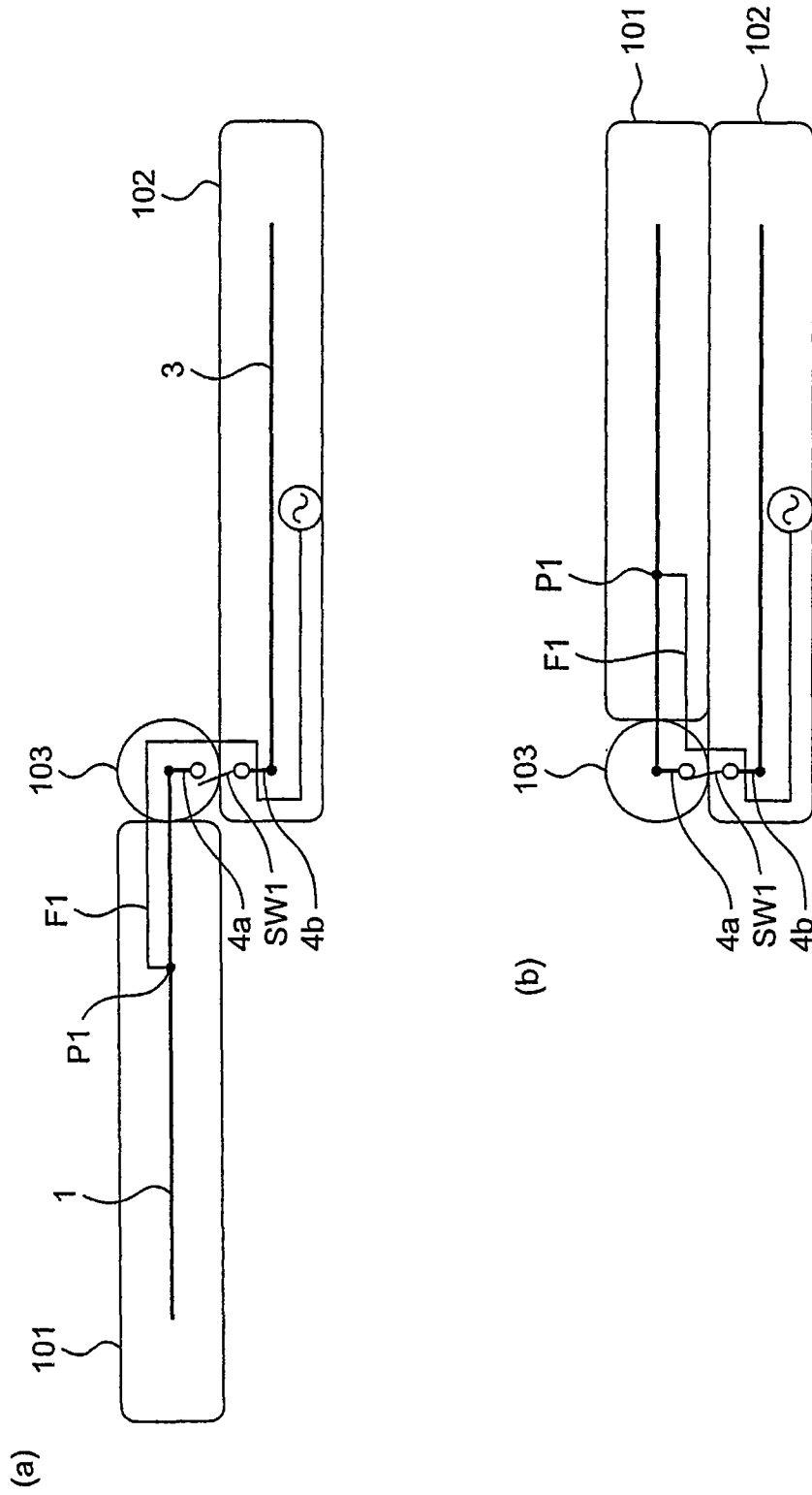


图 3

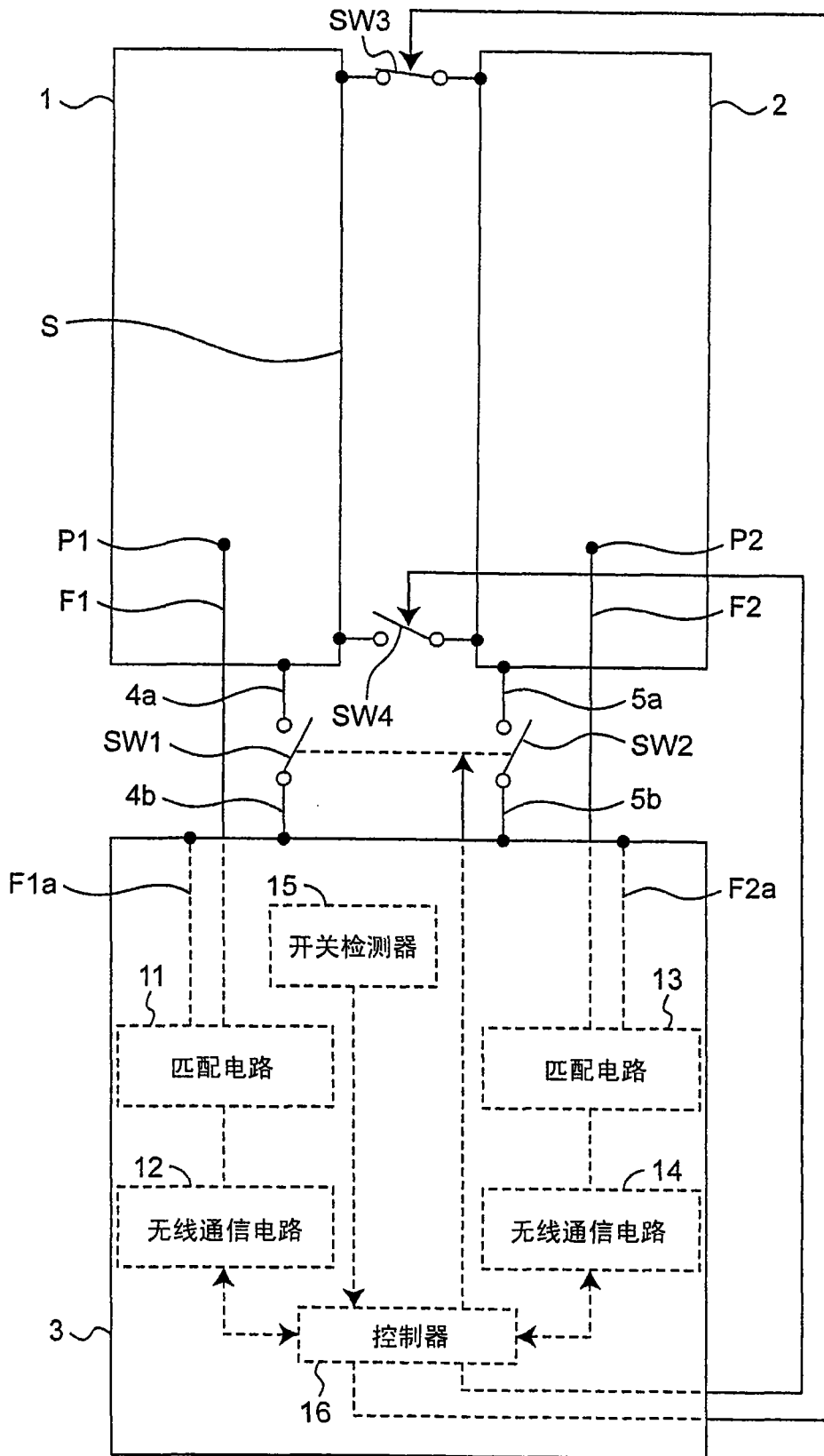


图 4



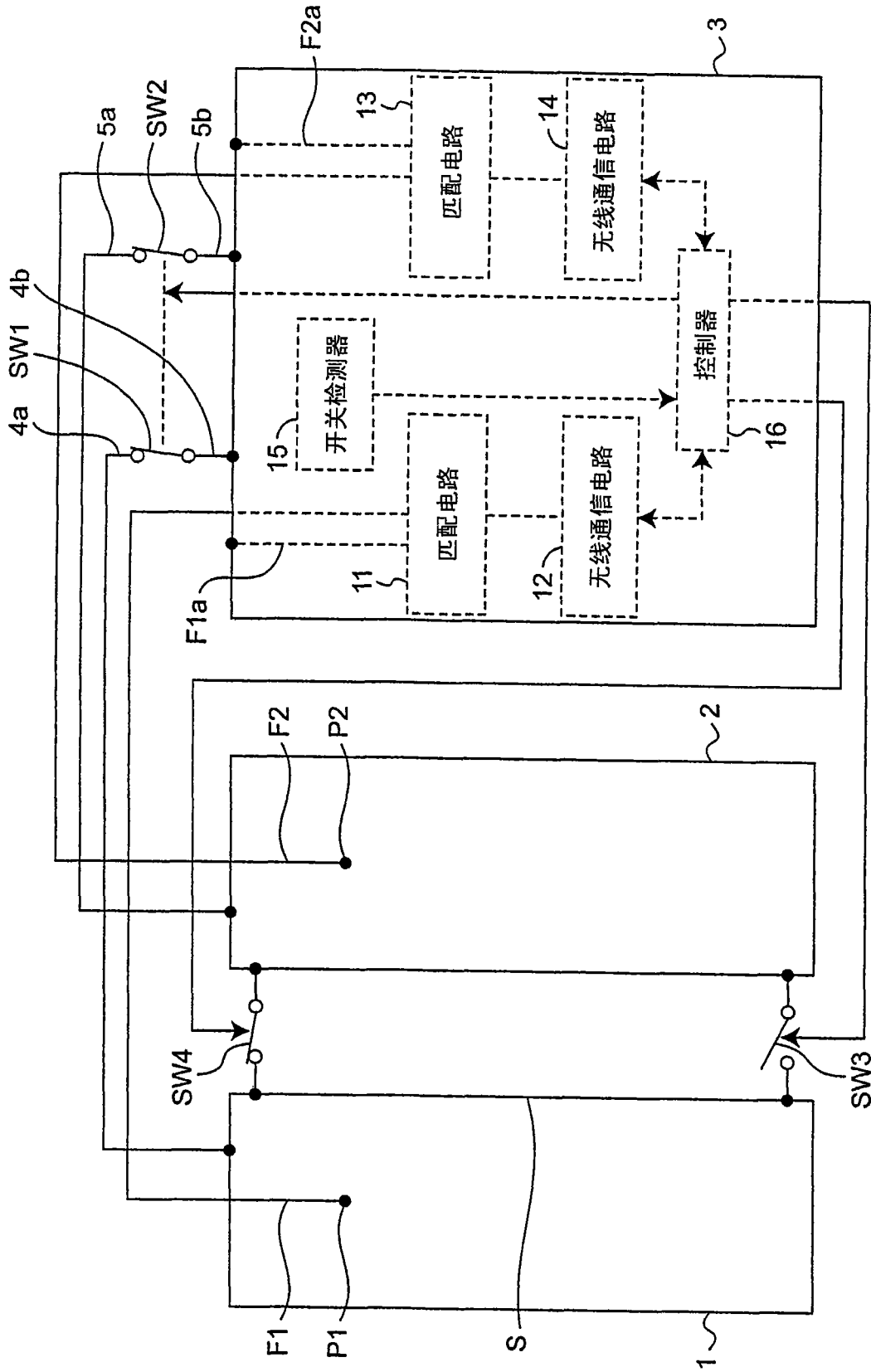


图 5

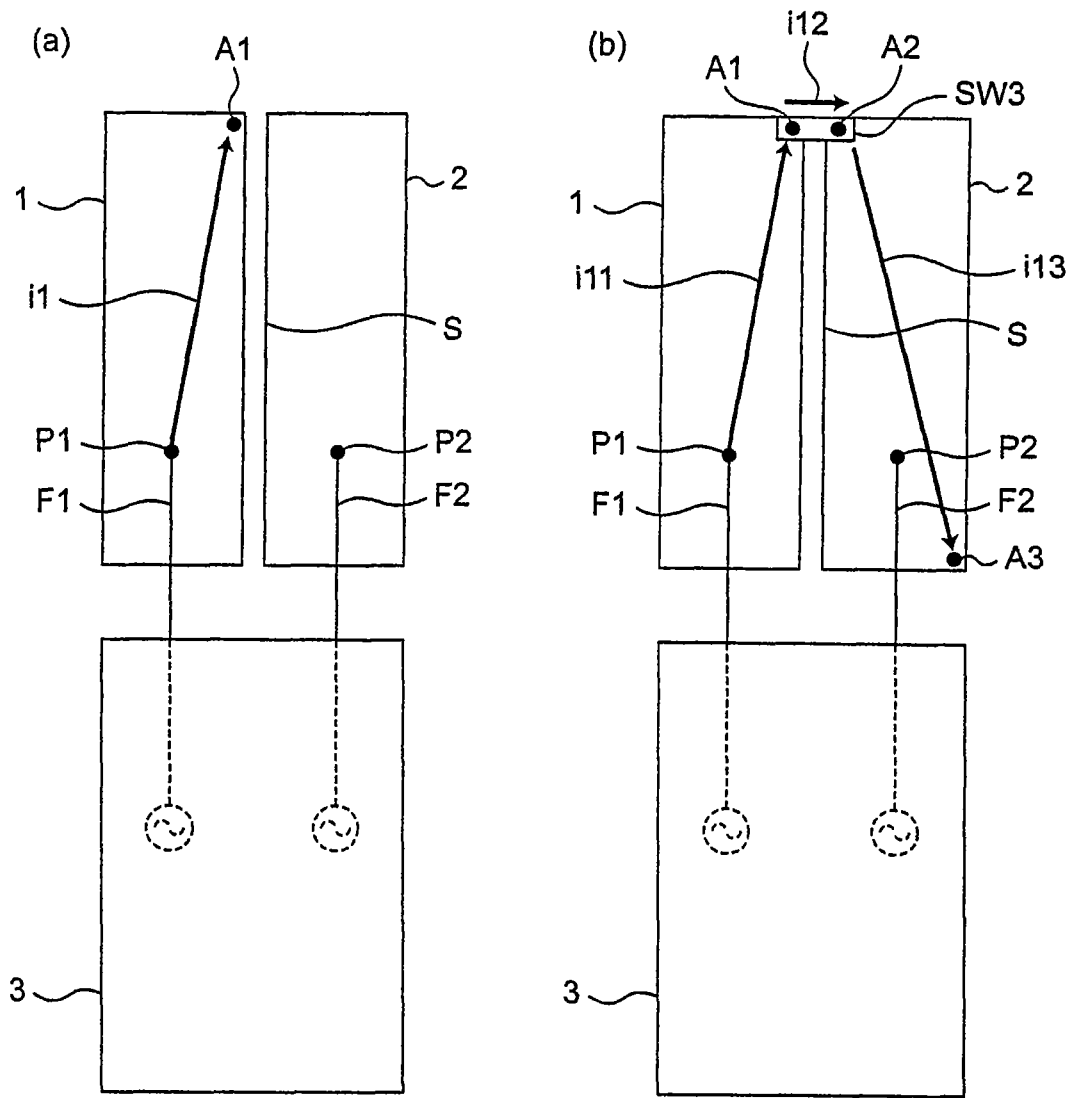


图 6

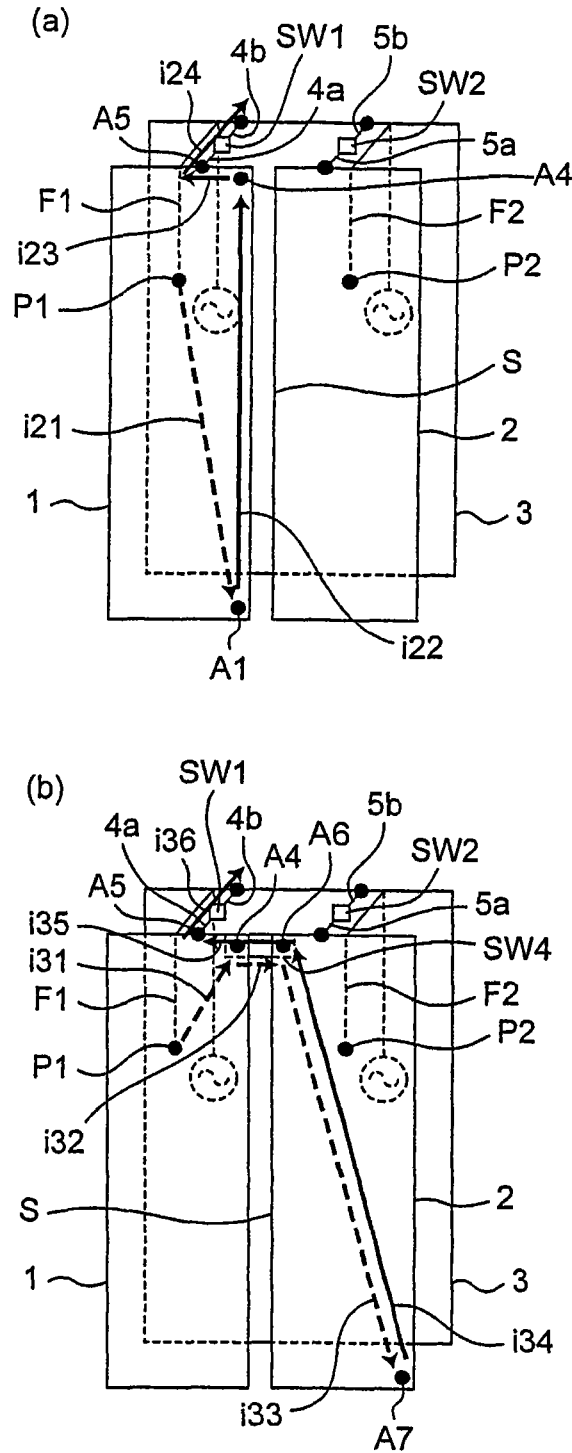


图 7

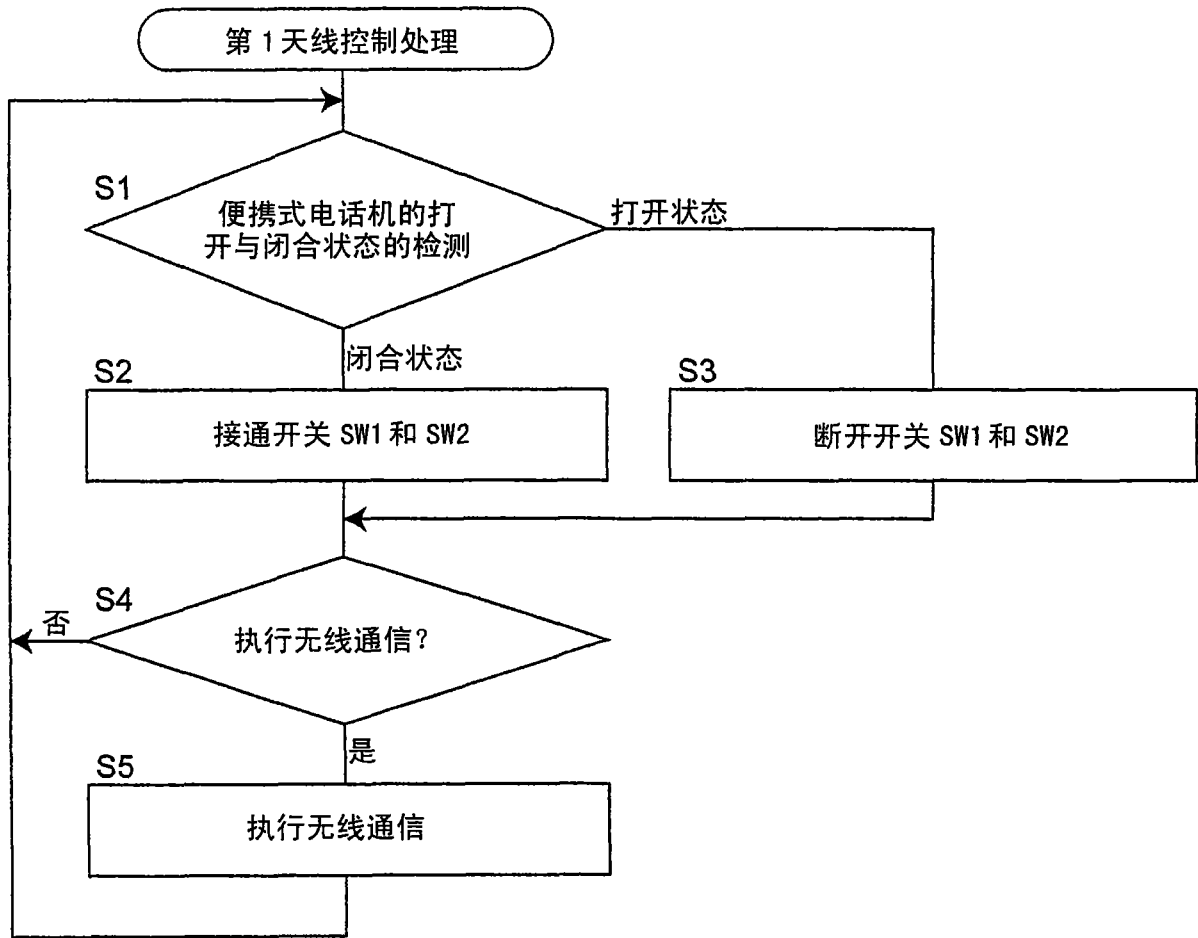


图 8

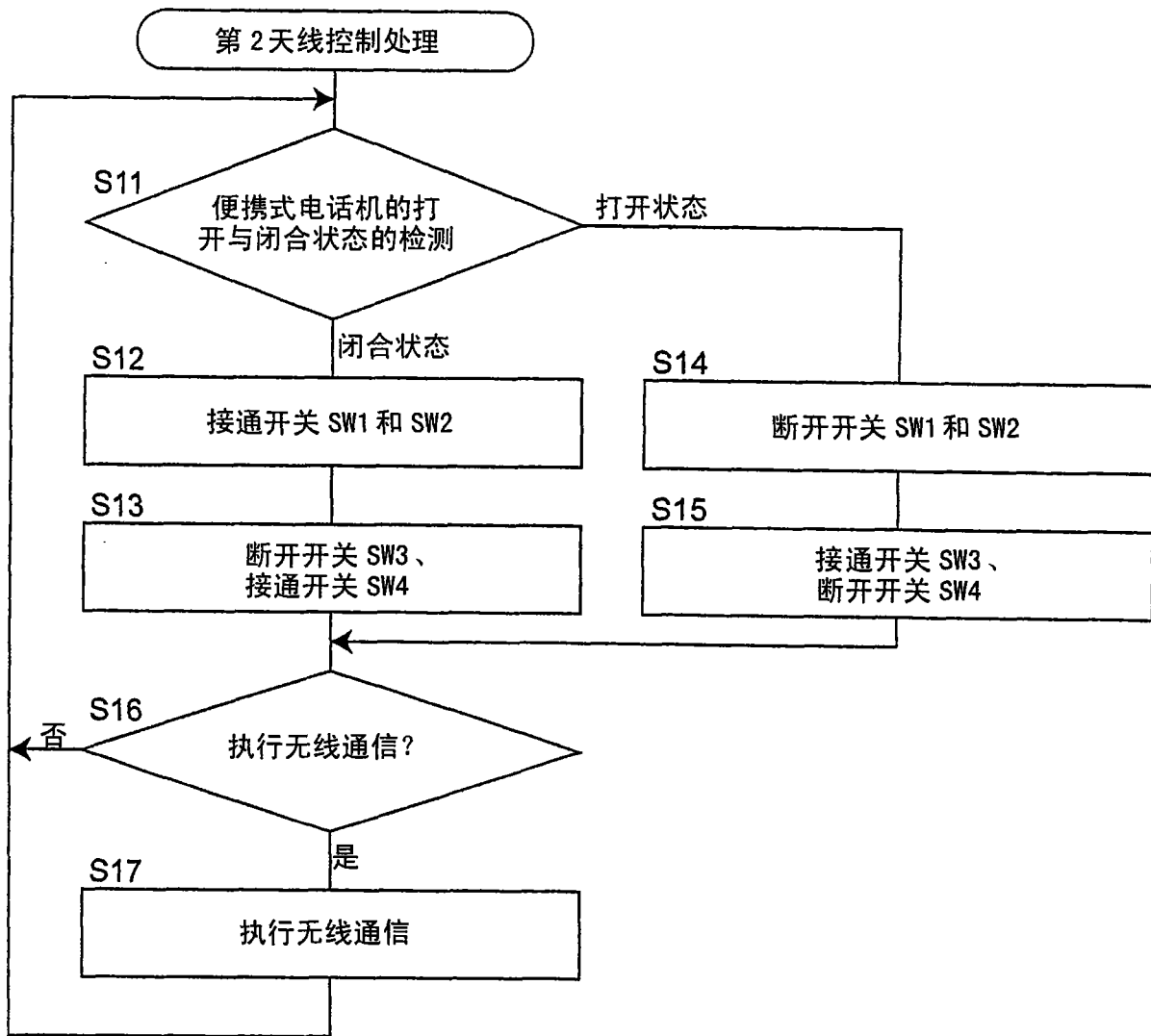


图 9

第1实施方式的第1变形例

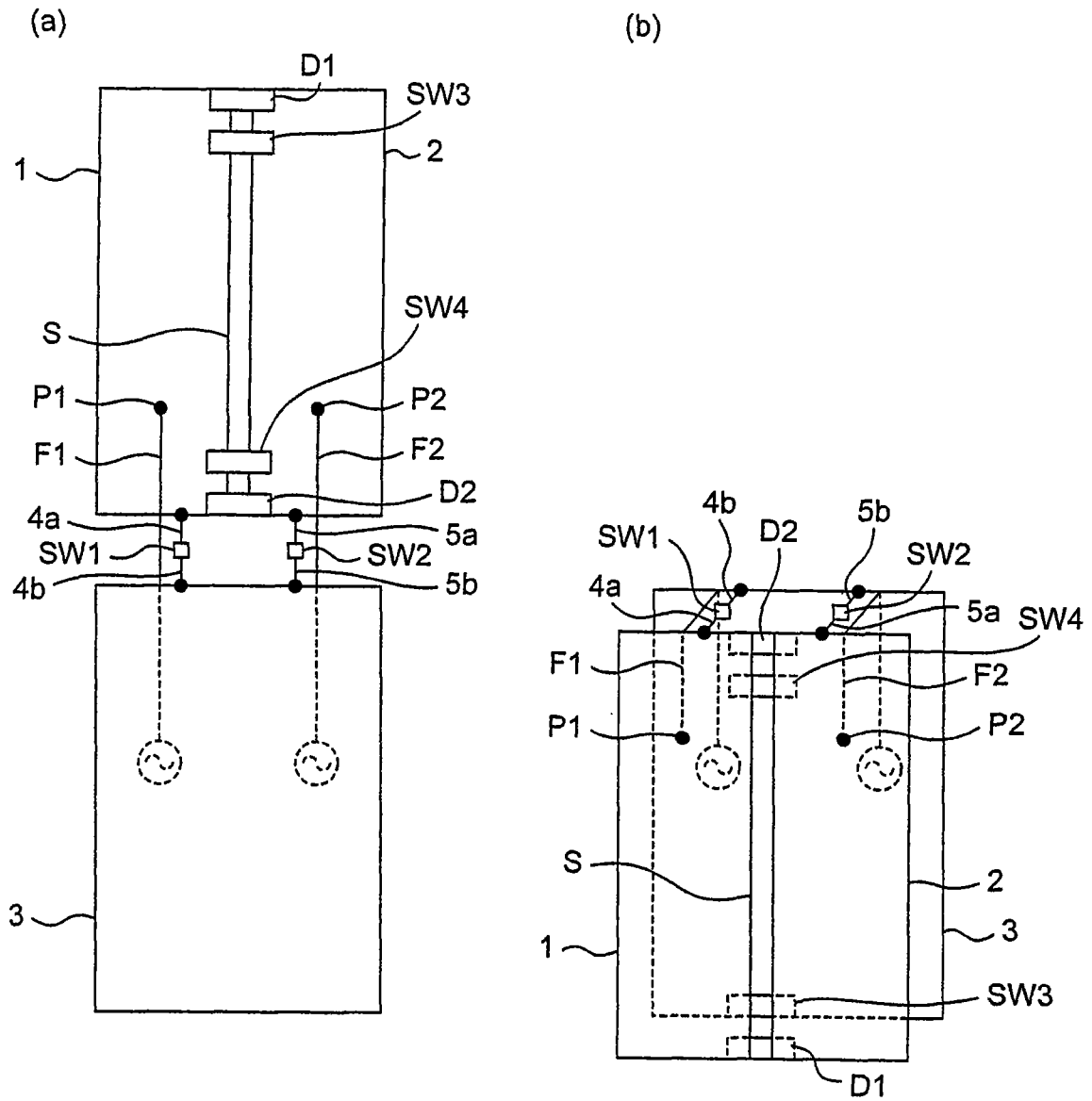


图 10

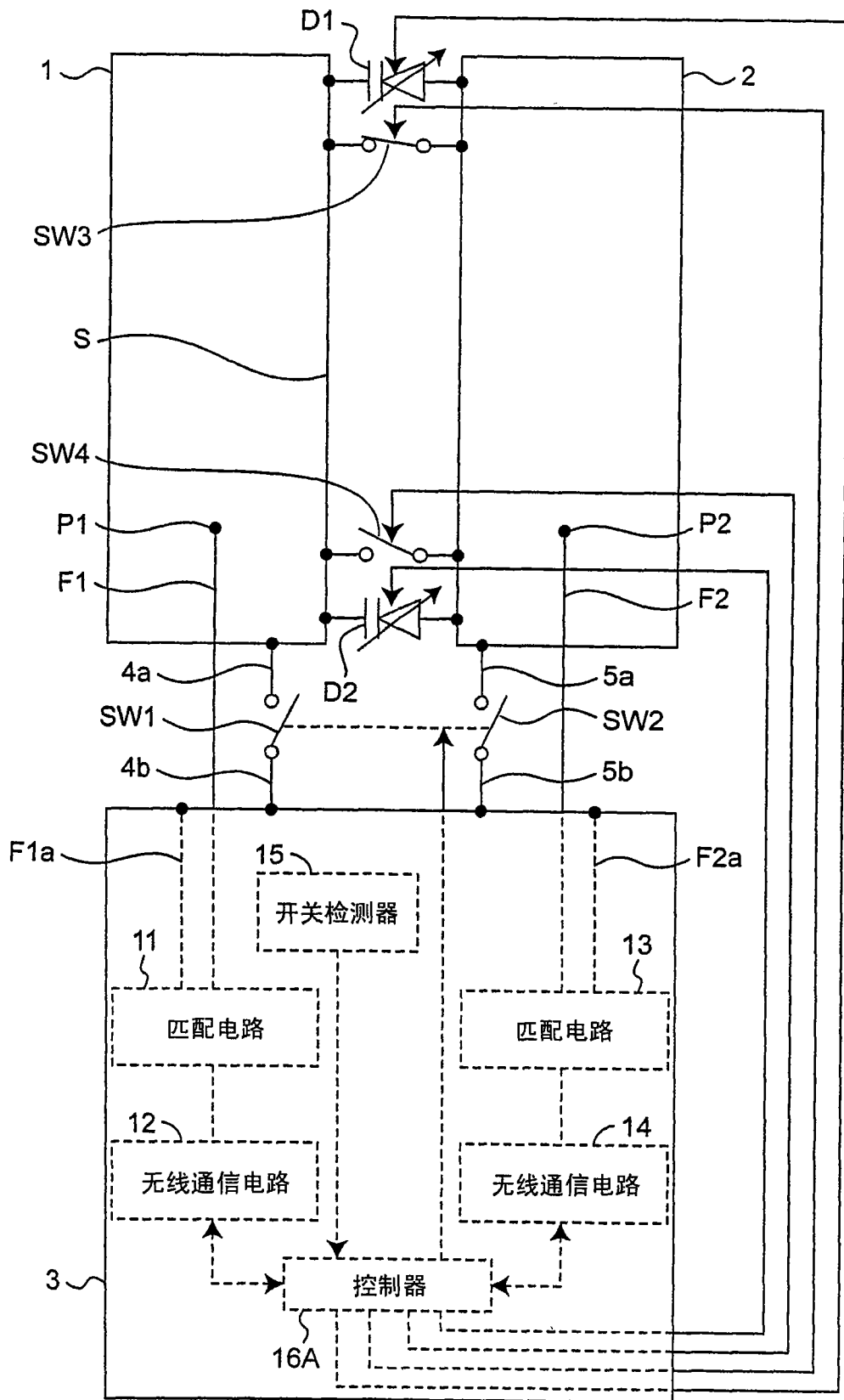


图 11

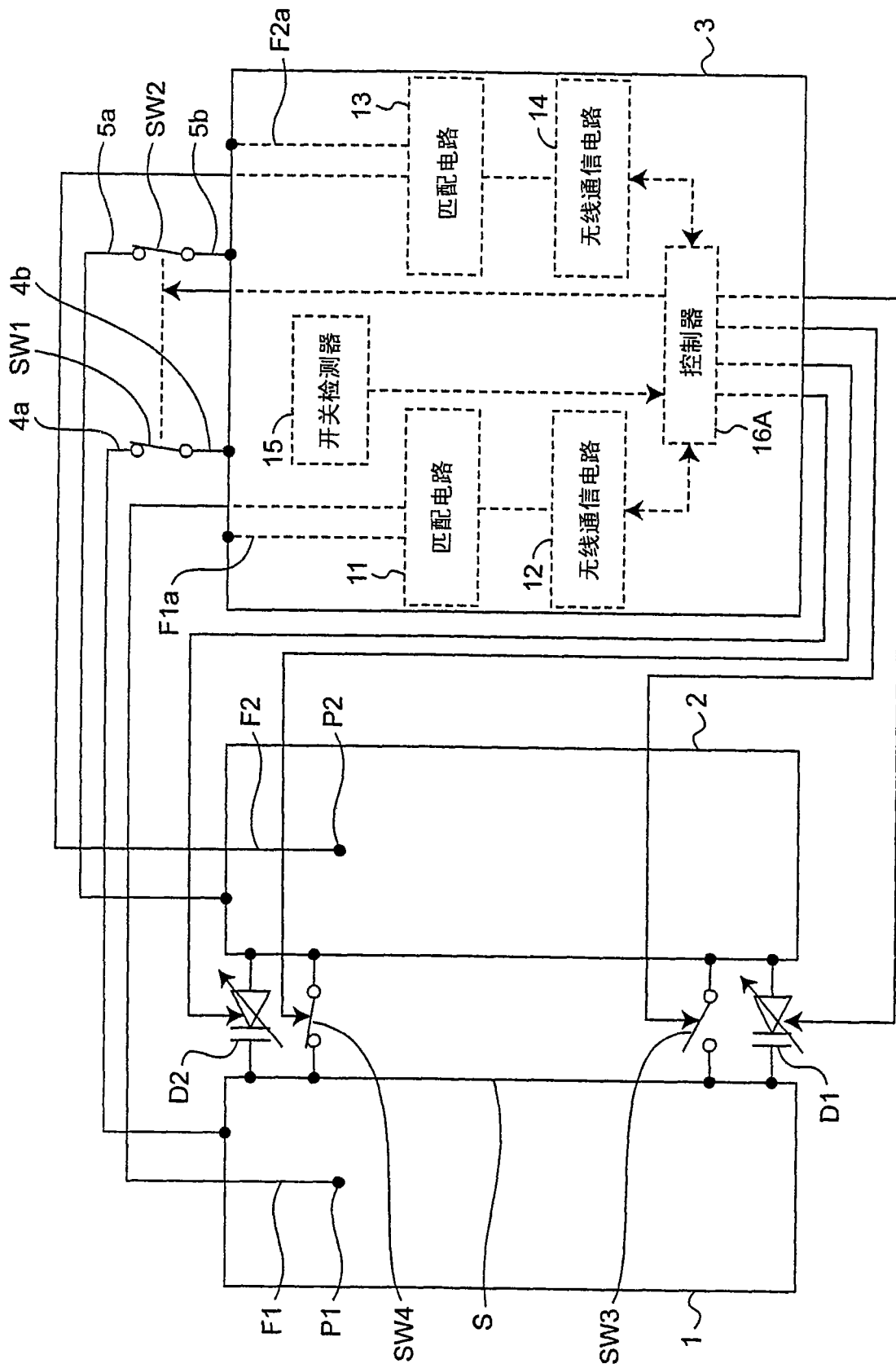


图 12



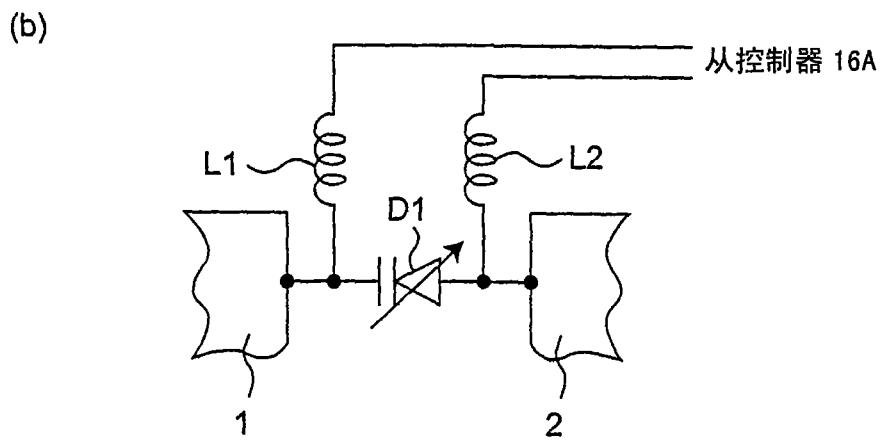
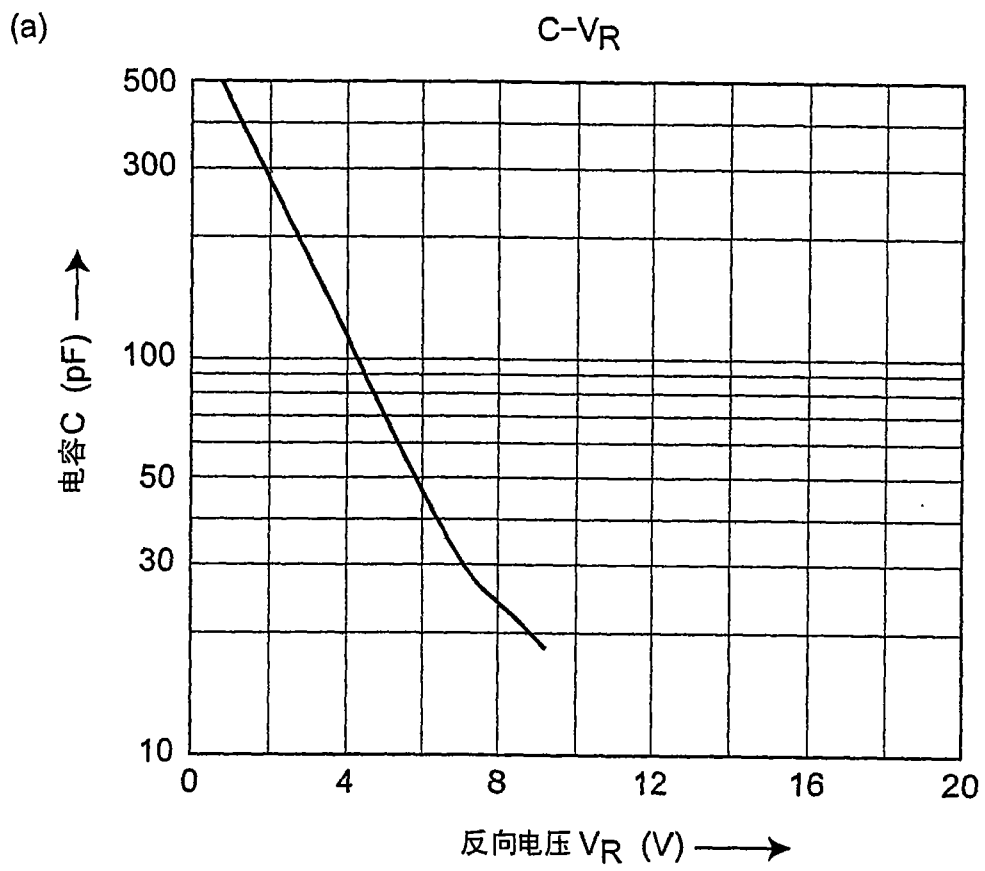


图 13

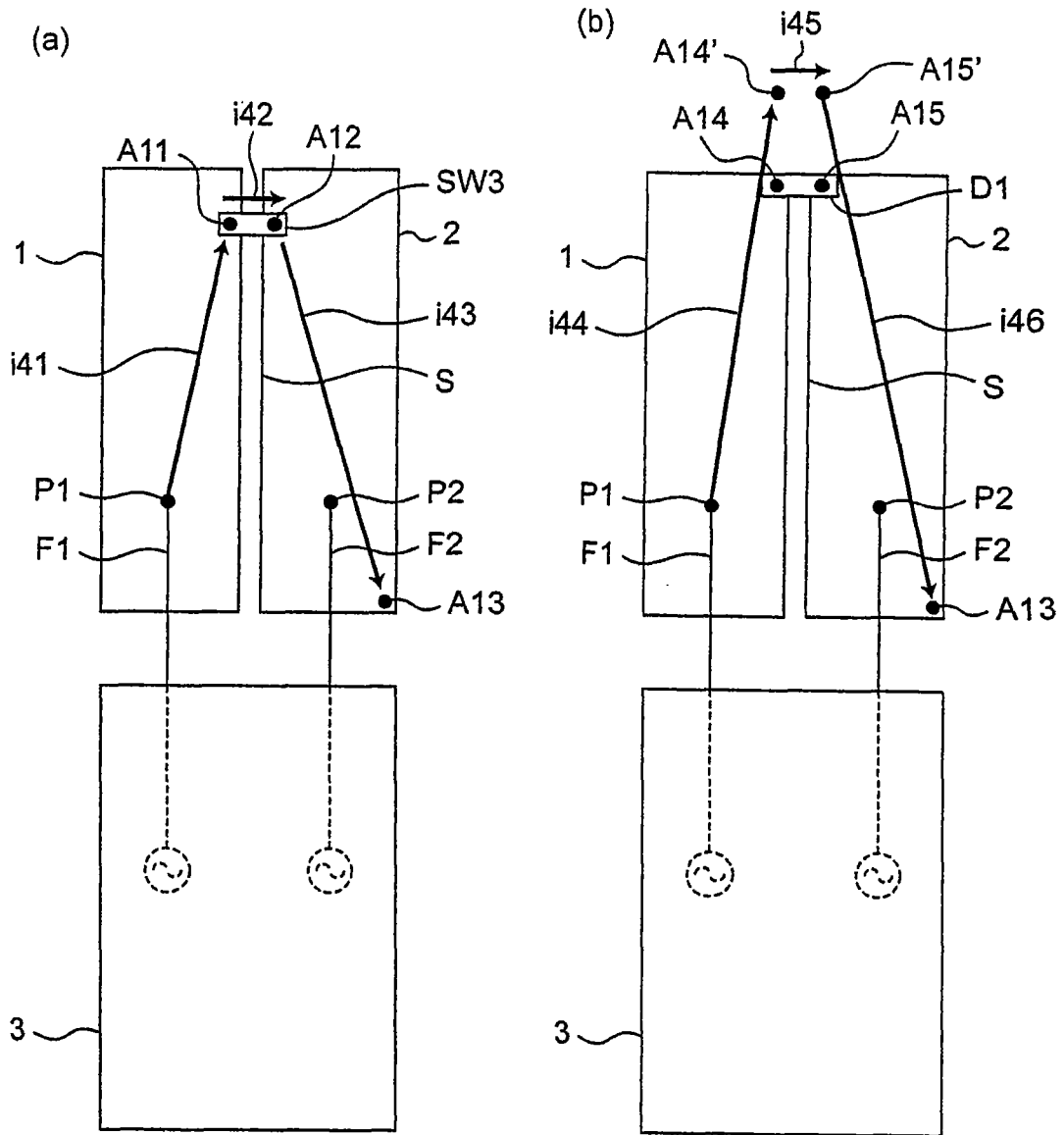


图 14

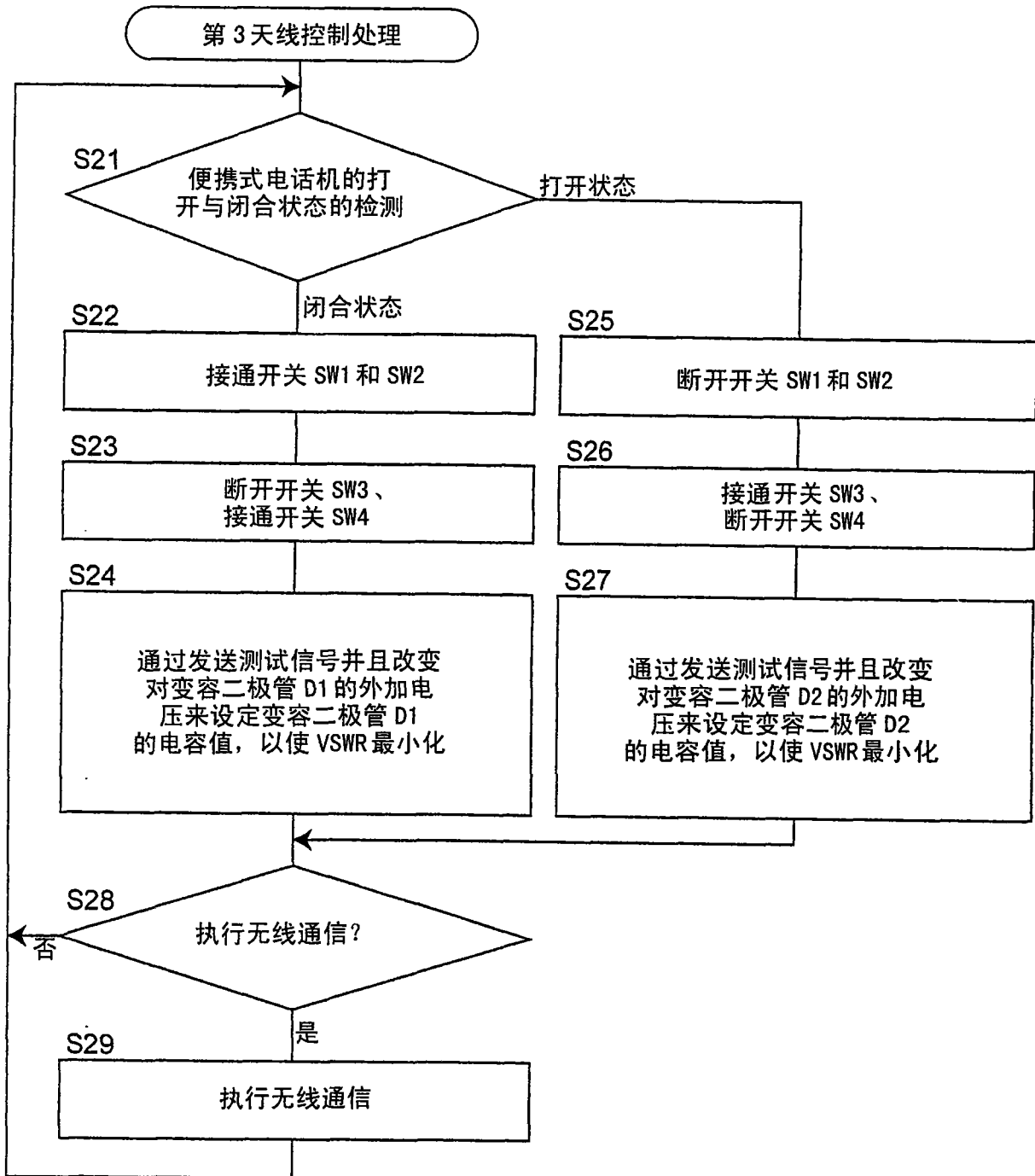


图 15

第1实施方式的第2变形例

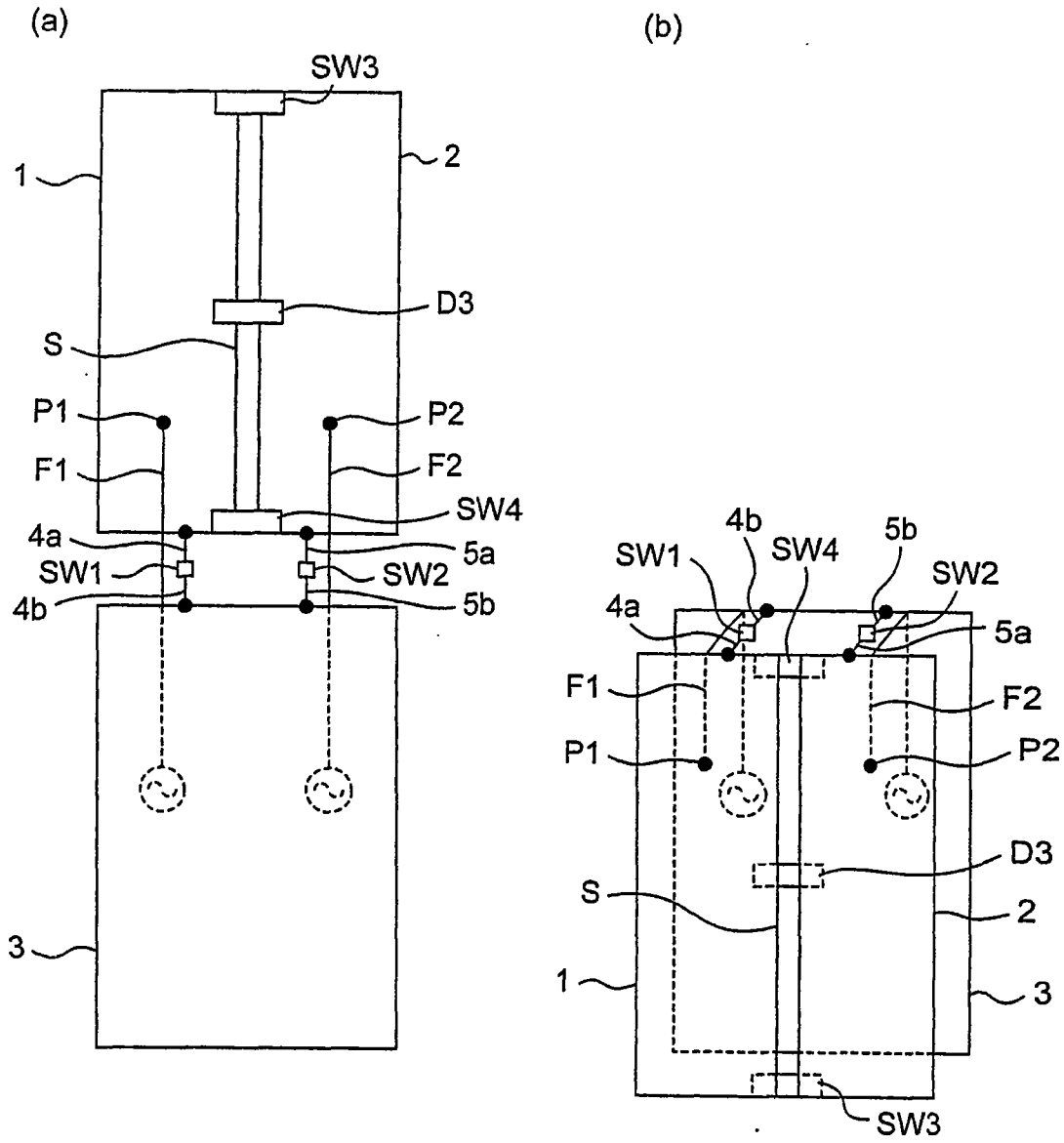


图 16

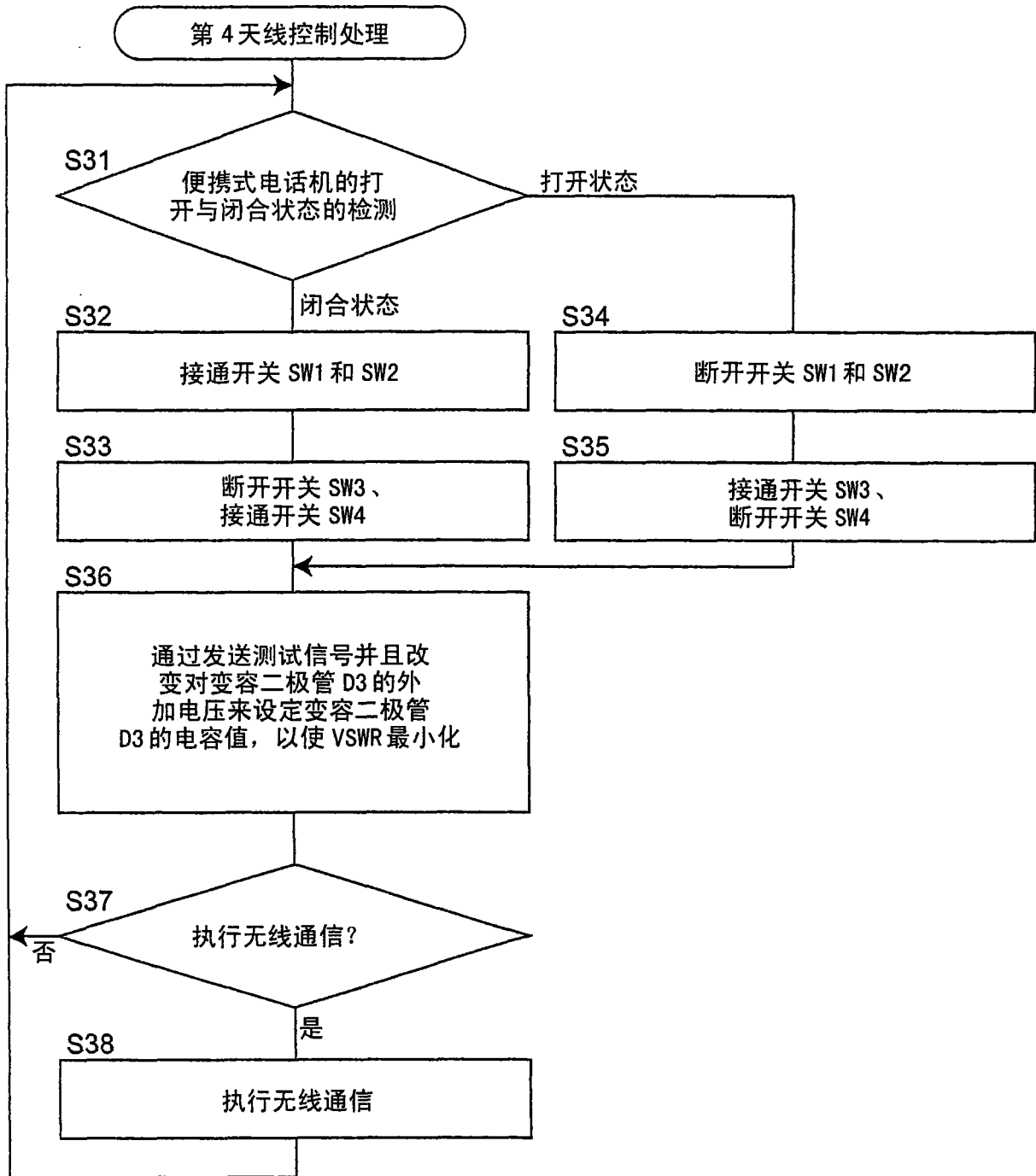


图 17

第1实施方式的第3变形例

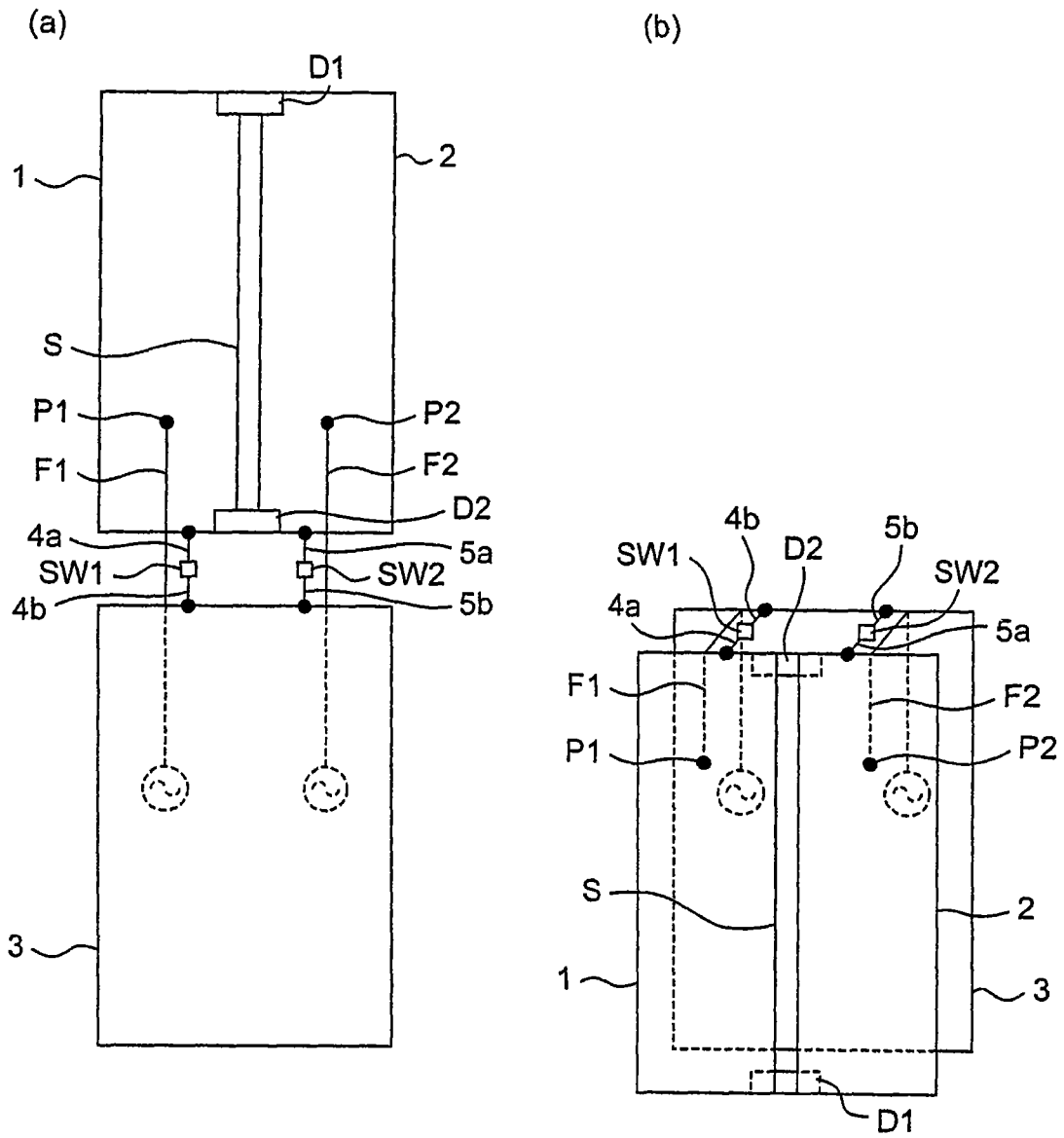


图 18

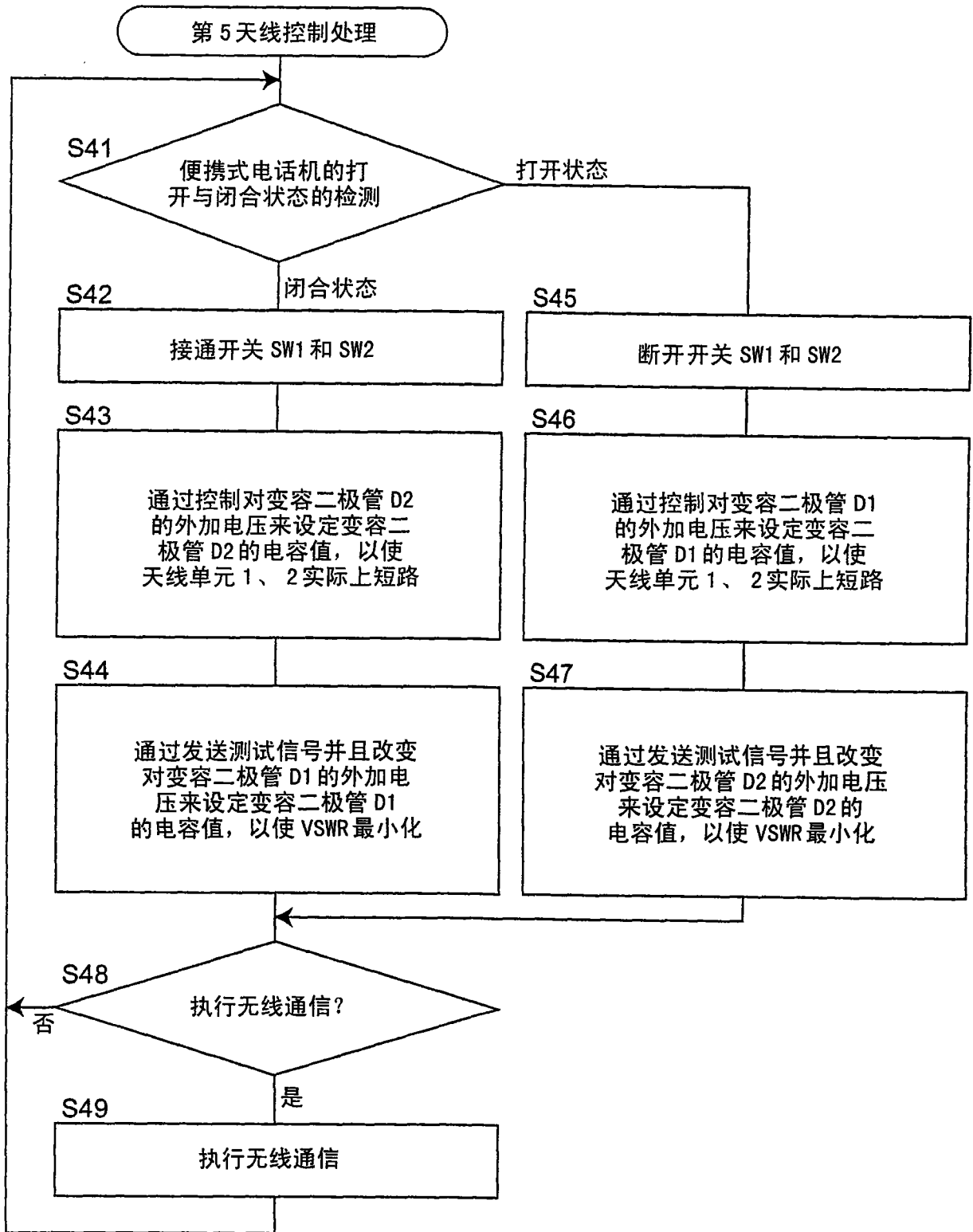


图 19

第2实施方式

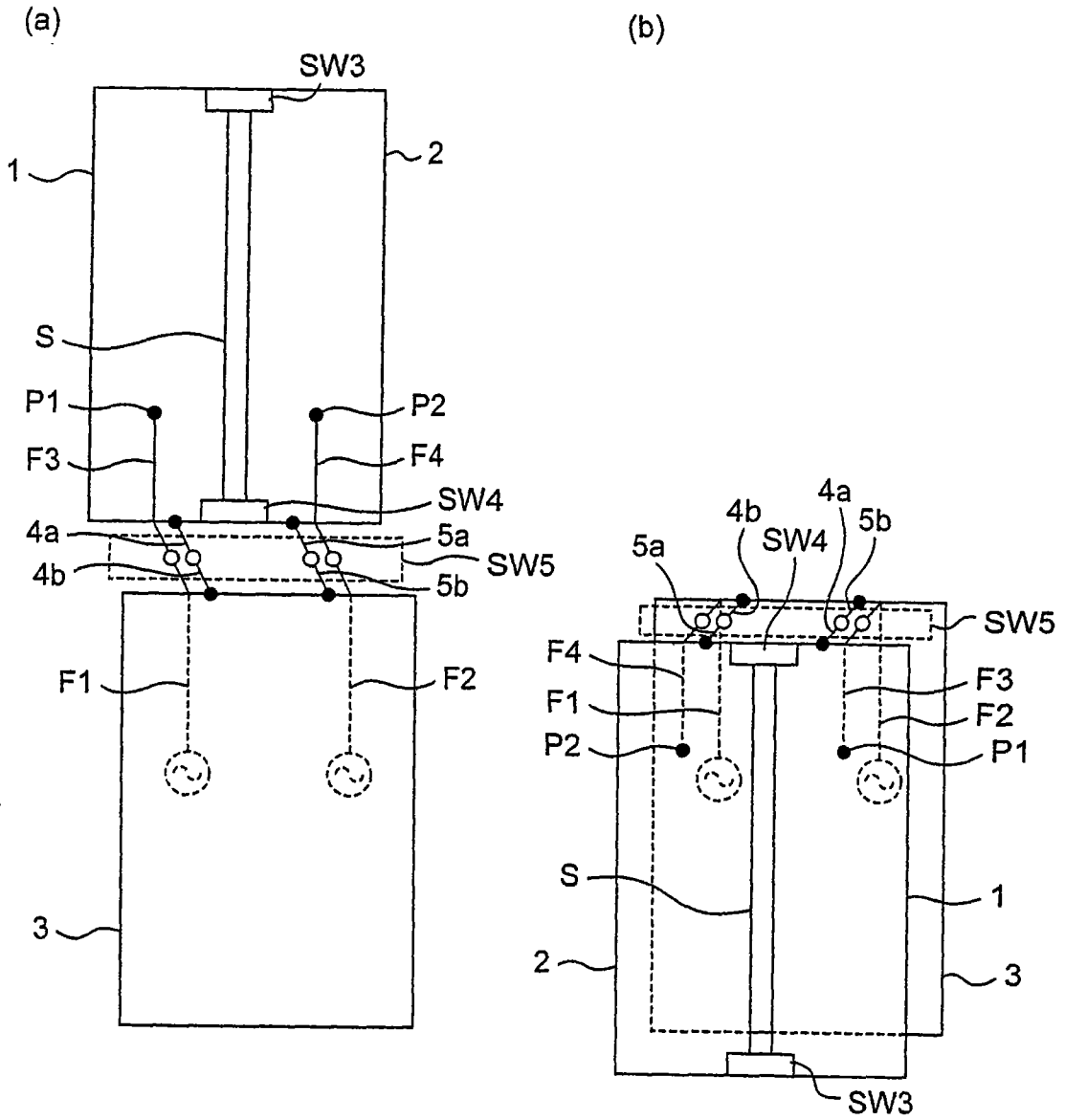


图 20



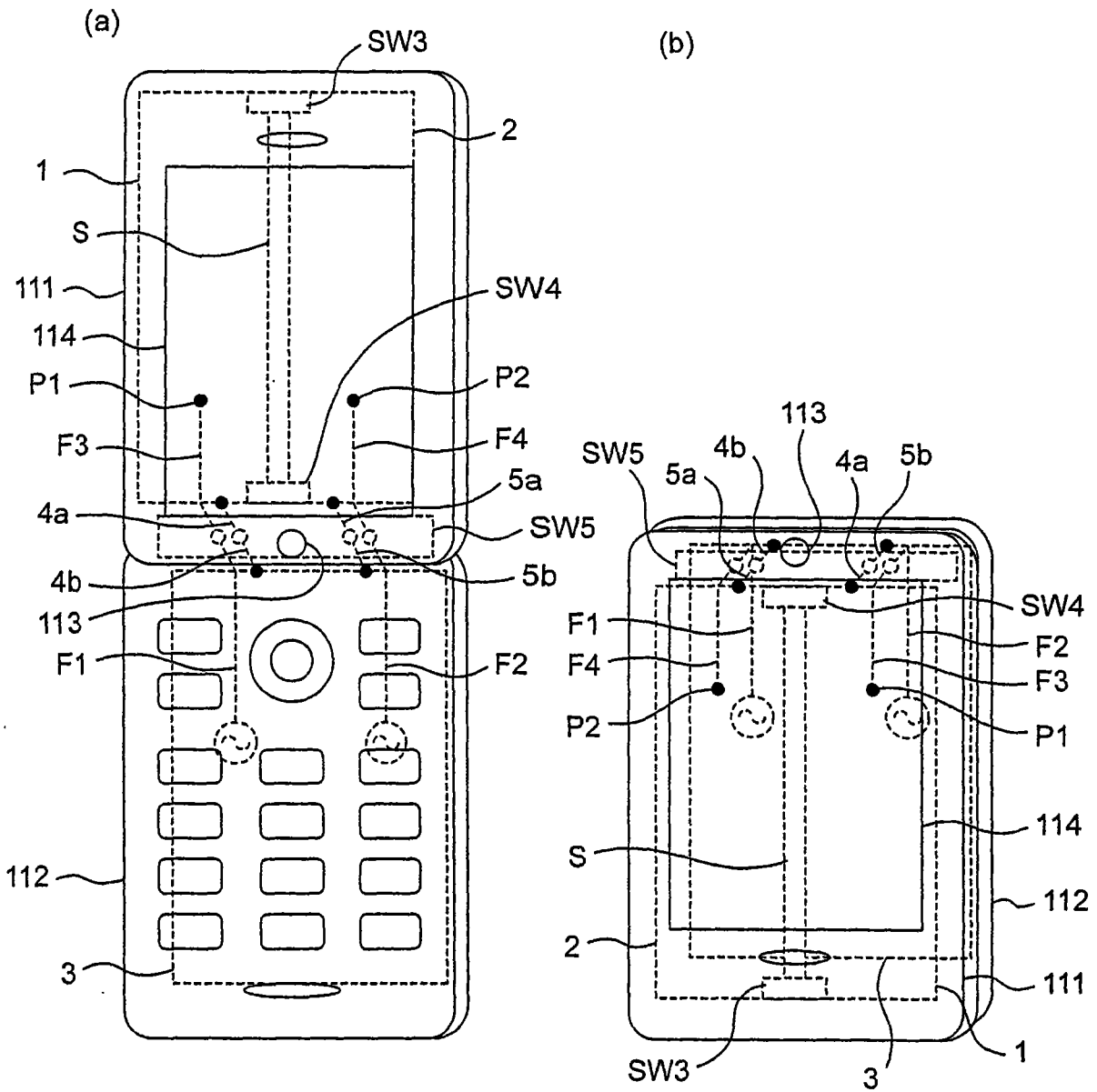


图 21

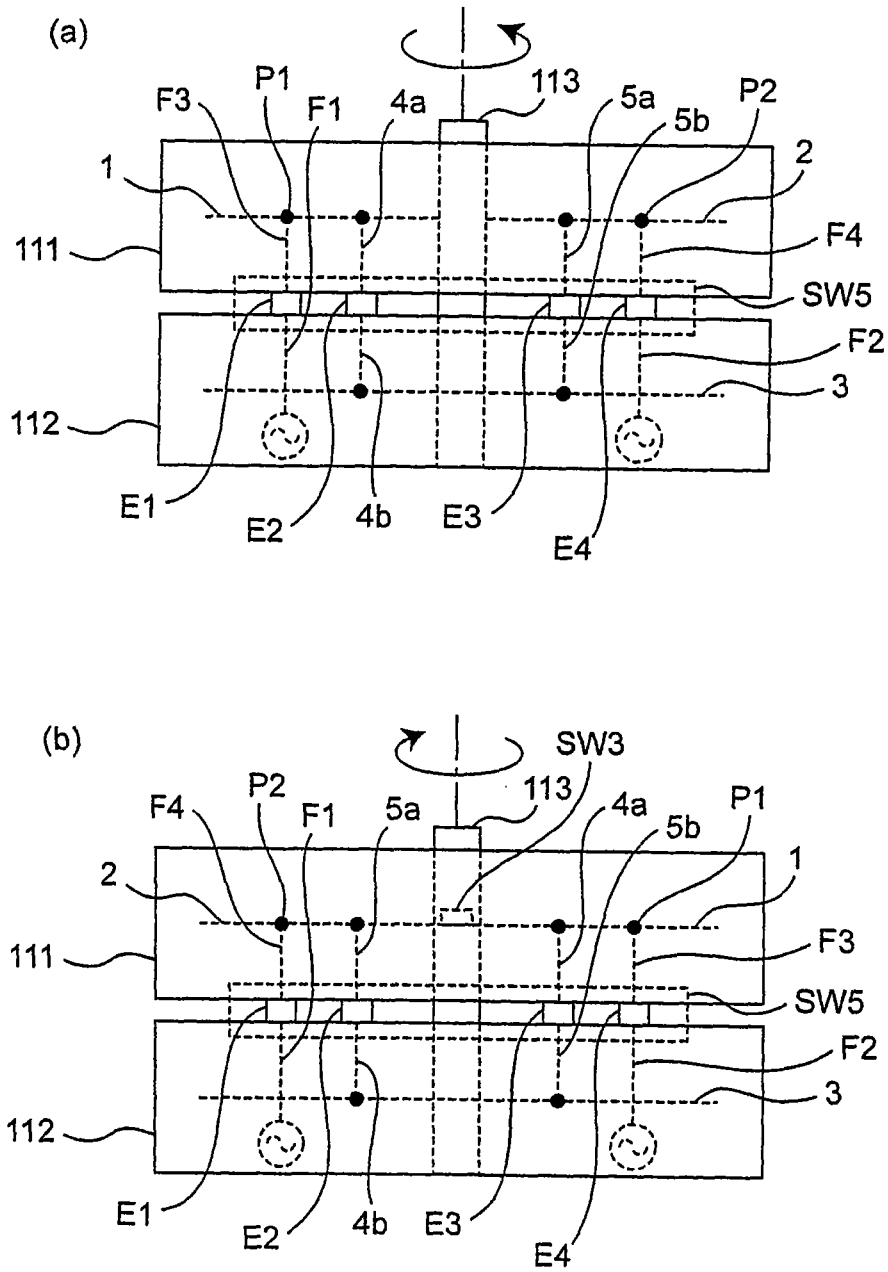


图 22

第2实施方式的变形例

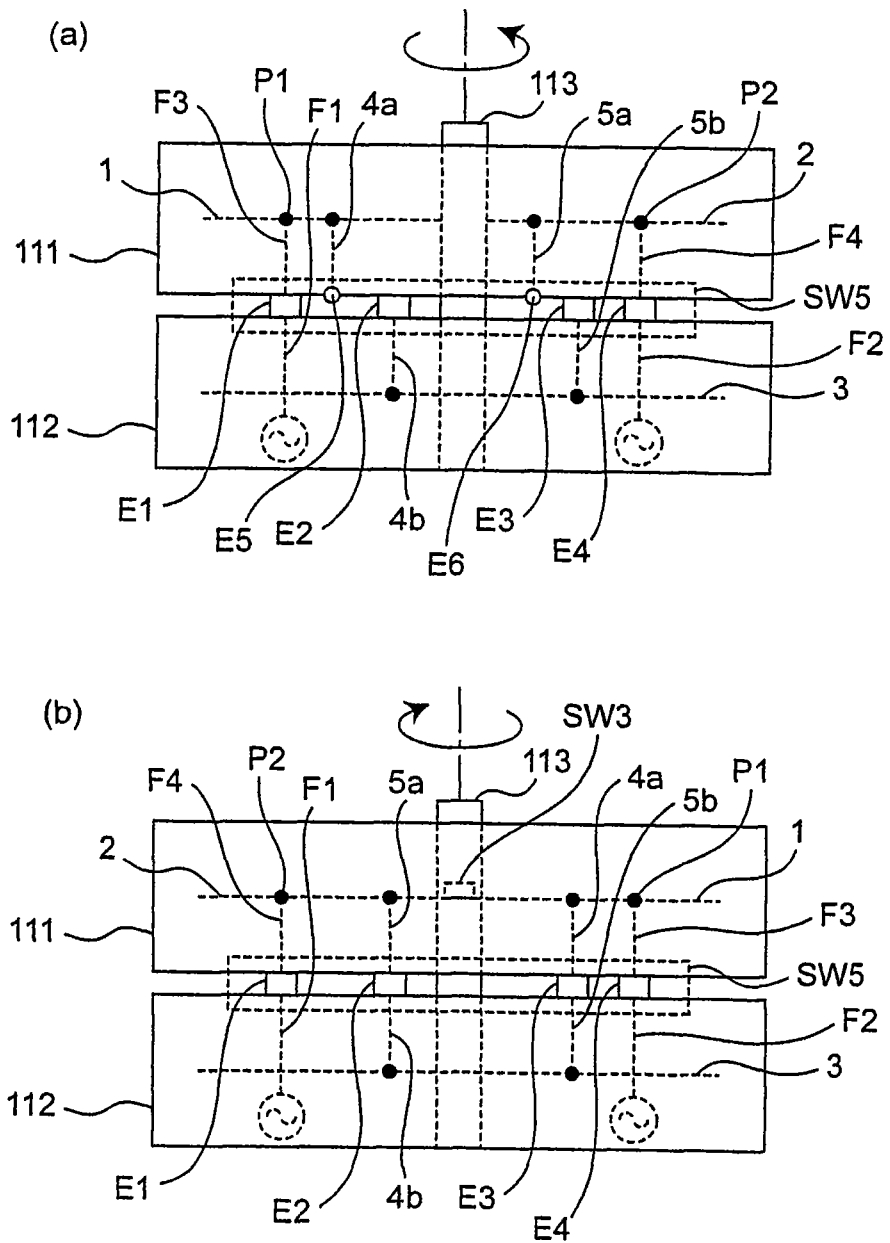


图 23

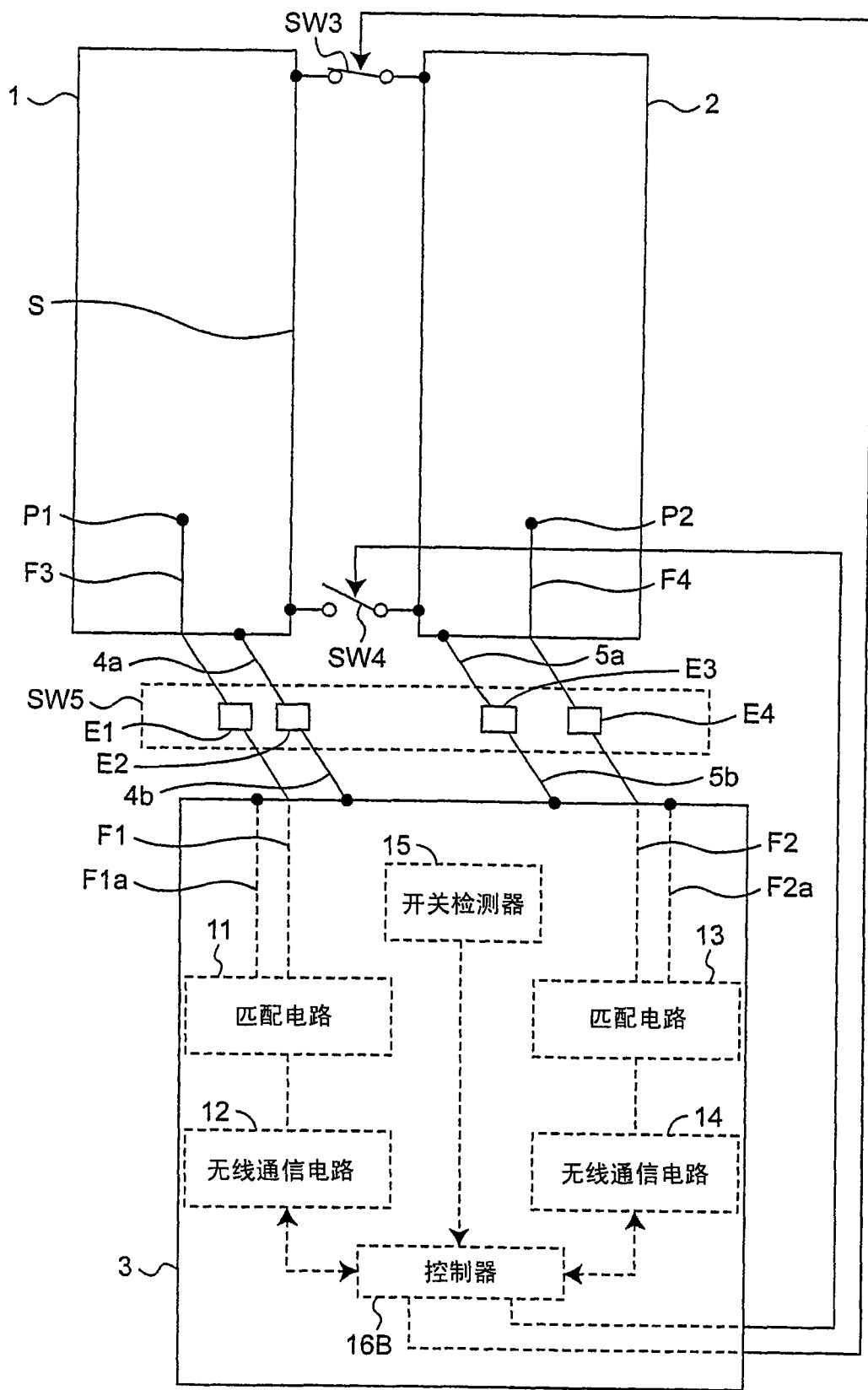


图 24

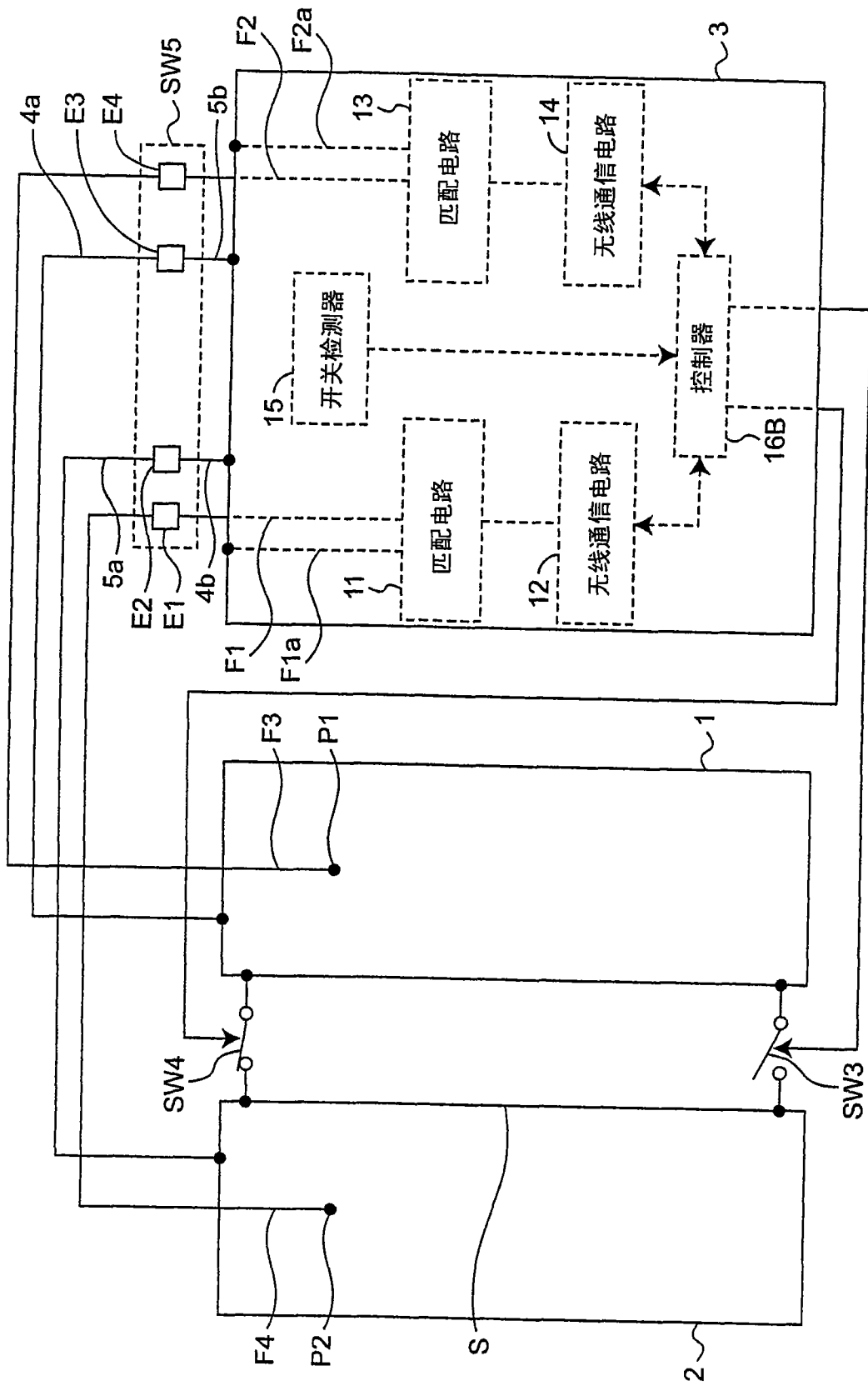


图 25

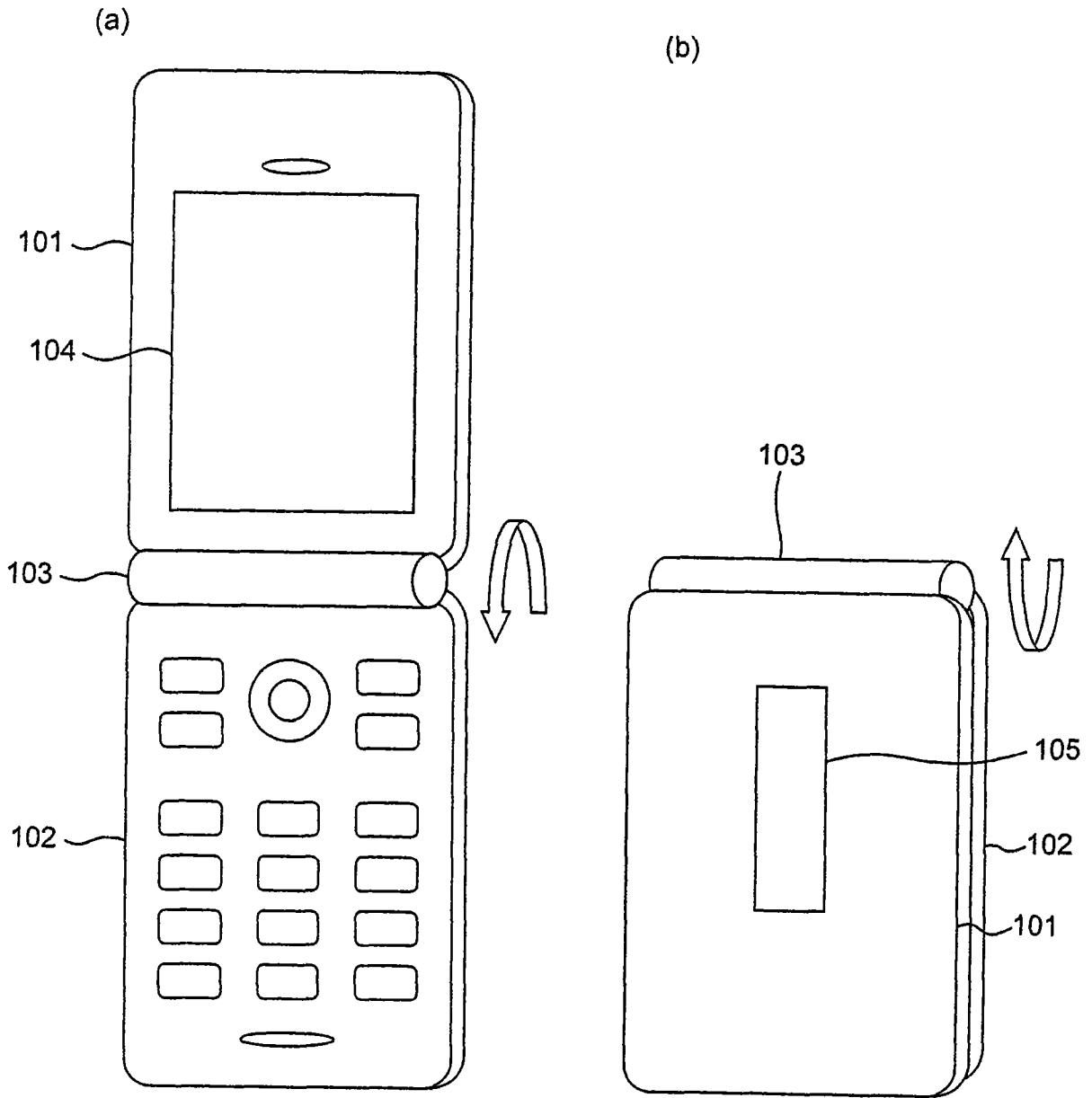


图 26

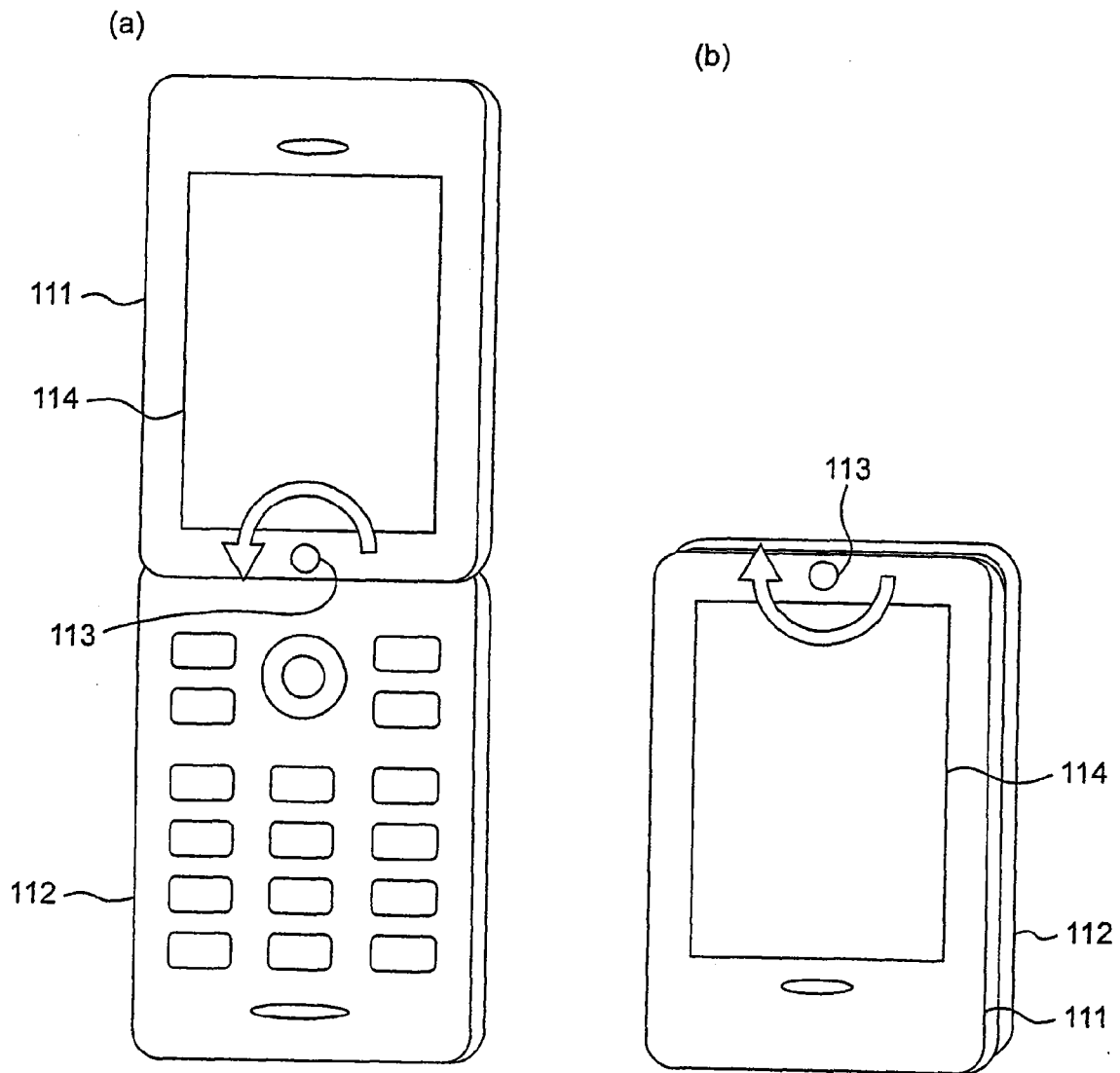


图 27