



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105432023 B

(45)授权公告日 2020.08.28

(21)申请号 201480041147.3

(22)申请日 2014.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105432023 A

(43)申请公布日 2016.03.23

(30)优先权数据
10-2013-0086340 2013.07.22 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.01.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2014/006641 2014.07.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/012563 EN 2015.01.29

(73)专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市灵通区三星路129号

(72)发明人 金南伦 权相旭 金起永 金峰澈
朴允权 朴在贤 柳荣颢

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限公司 11204

代理人 王达佐 王艳春

(51)Int.Cl.
H04B 5/00(2006.01)
H02J 50/10(2016.01)

(56)对比文件
CN 1765146 A,2006.04.26
US 2013058380 A1,2013.03.07

审查员 向琳

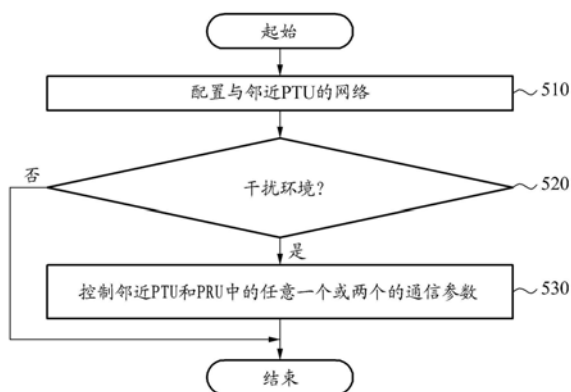
权利要求书2页 说明书19页 附图14页

(54)发明名称

用于控制无线功率传输系统中的干扰的方法和设备

(57)摘要

一种功率传输单元(PTU)的干扰控制方法包括:确定所述PTU是否处于发生邻近PTU的干扰的干扰环境中;以及响应于确定的结果是所述PTU处于所述干扰环境中,控制所述邻近PTU和功率接收单元(PRU)中的任意一个或两个的通信参数。



1. 一种功率传输单元PTU的干扰控制方法,所述方法包括:
由所述PTU确定所述PTU是否处于发生邻近PTU的干扰的干扰环境中;以及
响应于所述确定的结果是所述PTU处于所述干扰环境中,由所述PTU控制以下通信参数中的至少之一:功率接收单元PRU的报告信号的时间间隔以及来自所述PTU或所述邻近PTU的响应于所述报告信号的响应信号的时间间隔,
其中来自所述PTU的响应信号的时间间隔不同于来自所述邻近PTU的响应信号的时间间隔,
其中,所述控制包括:基于从所述PRU接收报告信号的所述邻近PTU的数量确定所述PRU的每个报告信号的间隔,以及将包括与每个报告信号的所述间隔有关的信息的控制信号传输至所述PRU。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述控制还包括控制所述邻近PTU的传输起始时间、所述邻近PTU的传输功率、和/或所述邻近PTU的跳频间隔。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述传输功率包括唤醒功率。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,
所述PTU和所述邻近PTU处于任意地配置的网络中;以及
预设所述通信参数中的任意一个或其任意组合。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述确定包括:检测所述PTU与所述邻近PTU之间的通信中的通信差错率;以及
基于所检测到的通信差错率,确定所述PTU是否处于所述干扰环境中。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述确定包括:
检测邻近PTU的数量;以及
基于所检测到的邻近PTU的数量,确定所述PTU是否处于所述干扰环境中。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述确定包括:
检测所述邻近PTU或所述PRU的接收信号强度指示符RSSI;以及
基于所检测到的RSSI,确定所述PTU是否处于所述干扰环境中。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述确定包括:
检测所述邻近PTU所使用的信道;以及
基于所检测到的信道,确定所述PTU是否处于所述干扰环境中。
9. 根据权利要求1所述的方法,还包括:配置包括所述PTU和所述邻近PTU的网络。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述PTU被配置成在主模式中操作。
11. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
配置包括所述PTU的网络;
其中,所述邻近PTU被配置成对包括所述PTU的网络进行配置。
12. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
配置包括所述PTU的网络;
其中,所述邻近PTU被配置成对与包括所述PTU的网络不同的网络进行配置。
13. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述报告信号包括:与所述PRU所接收到的功率有关的信息、与所述PRU的状态有关的信息、以及与所述PRU的温度有关的信息中的任意一个或其任意组合。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中,由所述邻近PTU传输的信号包括信标信号。

15. 根据权利要求1所述的方法,还包括:与所述邻近PTU共享与所述通信参数有关的信息。

16. 一种功率传输单元PTU,包括:

干扰环境确定器,配置为确定所述PTU是否处于发生邻近PTU的干扰的干扰环境中;以及

通信参数控制器,配置为响应于所述干扰环境确定器确定所述PTU处于所述干扰环境中,控制以下通信参数中的至少之一:功率接收单元PRU的报告信号的报告时间间隔以及来自所述PTU或所述邻近PTU的响应于所述报告信号的响应信号的时间间隔,

其中来自所述PTU的响应信号的时间间隔不同于来自所述邻近PTU的响应信号的时间间隔,

其中,所述通信参数控制器还被配置为基于从所述PRU接收报告信号的所述邻近PTU的数量确定所述PRU的每个报告信号的间隔,以及将包括与每个报告信号的所述间隔有关的信息的控制信号传输至所述PRU。

17. 一种功率传输单元PTU的干扰控制方法,所述方法包括:

由所述PTU确定邻近PTU是否干扰所述PTU或具有干扰所述PTU的可能性;以及

响应于所述邻近PTU干扰所述PTU或具有干扰所述PTU的可能性,由所述PTU控制以下通信参数中的至少之一:功率接收单元PRU的报告信号的时间间隔以及来自所述PTU或所述邻近PTU的响应于所述报告信号的响应信号的时间间隔,

其中来自所述PTU的响应信号的时间间隔不同于来自所述邻近PTU的响应信号的时间间隔,

其中,所述控制包括:基于从所述PRU接收报告信号的所述邻近PTU的数量确定所述PRU的每个报告信号的间隔,以及将包括与每个报告信号的所述间隔有关的信息的控制信号传输至所述PRU。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述PTU被配置为作为网络中的主装置进行操作;并且所述邻近PTU被配置成作为所述网络中的从装置进行操作。

19. 根据权利要求17所述的方法,其中,

所述PTU和所述邻近PTU在主机的授权下连接到任意地配置的网络;并且

由所述主机预设所述PTU和所述邻近PTU中的每一个的至少一个通信参数。

用于控制无线功率传输系统中的干扰的方法和设备

技术领域

[0001] 以下描述涉及一种用于无线功率传输系统中的干扰的设备和方法。

背景技术

[0002] 无线功率是通过磁耦合从功率传输单元 (PTU) 传输到功率接收单元 (PRU) 的能量。因此,无线功率传输系统或无线功率充电系统包括源装置和目标装置。源装置无线地传输功率,并且目标装置无线地接收功率。源装置可以被称为源或PTU,并且目标装置可以被称为目标或PRU。

[0003] 源装置包括源谐振器,并且目标装置包括目标谐振器。源谐振器与目标谐振器之间发生磁耦合或谐振耦合。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 提供本概述是为了以简化形式介绍下文将在详述中进一步描述的一些概念。本概述既不意图识别所要求保护的主题的关键特征或基本特征,也不意图用来帮助确定所要求保护的主题的范围。

[0006] 在一个一般方面中,一种功率传输单元 (PTU) 的干扰控制方法包括:确定PTU是否处于发生邻近PTU的干扰的干扰环境中;以及响应于PTU处于干扰环境中确定的是结果,控制邻近PTU和功率接收单元 (PRU) 中的任意一个或两个的通信参数。

[0007] 通信参数可包括通信时间、传输功率和通信频率中的任意一个或其任意组合。

[0008] 控制可包括控制传输功率的量值。

[0009] 传输功率号可包括唤醒功率。

[0010] 控制可包括控制通信频率的跳频间隔。

[0011] PTU和邻近PTU可处于任意地配置的网络中;并且可以预设邻近PTU的通信时间、传输功率和通信频率中的任意一个或其任意组合。

[0012] 确定可包括:检测PTU与邻近PTU之间的通信中的通信差错率;以及基于检测到的通信差错率,确定PTU是否处于干扰环境中。

[0013] 确定可包括:检测邻近PTU的数量;以及基于检测到的邻近PTU的数量,确定PTU是否处于干扰环境中。

[0014] 确定可包括:检测邻近PTU或PRU的接收信号强度指示符 (RSSI);以及基于检测到的RSSI,确定PTU是否处于干扰环境中。

[0015] 确定可包括:检测邻近PTU所使用的信道;以及基于检测到的信道,确定PTU是否处于干扰环境中。

[0016] 方法还可包括配置包括PTU和邻近PTU的网络。

[0017] PTU可被配置成在主模式中进行操作。

[0018] 方法还可包括配置包括PTU的网络;并且邻近PTU可以被配置成配置包括PTU的网

络。

[0019] 方法还可包括配置包括PTU的网络;并且邻近PTU可以被配置成配置与包括PTU的网络不同的网络。

[0020] 控制可包括控制从PRU接收报告信号的间隔。

[0021] 报告信号可包括与PRU所接收到的功率有关的信息、与PRU的状态有关的信息、以及与PRU的温度有关的信息中的任意一个或其任意组合。

[0022] 控制可包括控制由邻近PTU传输的信号传输的传输间隔和传输起始时间中的任意一个或两个。

[0023] 由邻近PTU传输的信号可包括信标信号。

[0024] 方法还可包括与邻近PTU共享与通信参数有关的信息。

[0025] 在另一个一般方面中,一种功率传输单元 (PTU) 包括:干扰环境确定器,配置成确定PTU是否处于其中发生邻近PTU生成的干扰的干扰环境中;以及通信参数控制器,配置成响应于干扰环境确定器确定PTU处于干扰环境中,控制邻近PTU和功率接收单元 (PRU) 中的任意一个或两个的通信参数。

[0026] 在另一个一般方面中,一种功率传输单元 (PTU) 的干扰控制方法包括:确定邻近PTU是否干扰PTU或具有干扰PTU的可能性;以及响应于邻近PTU干扰PTU或具有干扰PTU的可能性,控制邻近PTU和功率接收单元 (PRU) 中的任意一个或两个以防止邻近PTU干扰PTU。

[0027] PTU可被配置成作为网络中的主装置进行操作;并且邻近PTU可被配置成作为网络中的从装置进行操作。

[0028] PTU和邻近PTU可在主机的授权下连接到任意地配置的网络;并且可由主机预设PTU和邻近PTU中的每一个的至少一个通信参数。

[0029] 其他特征和优点将通过以下详述、附图和权利要求书而显而易见。

附图说明

[0030] 图1示出无线功率传输系统的实例;

[0031] 图2a和图2b示出馈电器和谐振器中的磁场的分布的实例;

[0032] 图3a和图3b示出无线功率传输设备的实例;

[0033] 图4a示出通过馈电馈电器所生成的磁场在谐振器内部的分布的实例;

[0034] 图4b示出馈电器和谐振器的等效电路的实例;

[0035] 图5示出功率传输单元 (PTU) 的干扰控制方法的实例;

[0036] 图6a和图6b示出无线功率传输系统中的干扰环境的实例;

[0037] 图7a至图7d示出PTU的网络的实例;

[0038] 图8a至图8c示出报告信号的实例;

[0039] 图9a至图9b示出控制传输间隔和传输起始时间的实例;

[0040] 图10示出控制跳频间隔的实例。

[0041] 图11是用于描述任意网络中的PTU的干扰控制方法的透视图;以及

[0042] 图12示出PTU的实例。

具体实施方式

[0043] 提供以下详细描述以便帮助读者获得对本文所述的方法、设备和/或系统的全面理解。然而,本文所述的方法、设备和/或系统的各种改变、修改和等效物对于本领域的普通技术人员来说将是显而易见的。本文所述的操作的顺序仅仅是实例,并且不限于本文所阐明的那些,而是可以改变,如对于本领域的普通技术人员将显而易见的,除了必需以特定次序发生的操作之外。另外,为了增加清晰度和简洁性,可以省略对本领域的普通技术人员所熟知的功能和构造的描述。

[0044] 贯穿附图和详细描述,相同的附图标记指代相同的元件。附图可不必按比例绘制,并且为了清楚、说明和方便起见,附图中的元件的相对尺寸、比例和描绘可以进行放大。

[0045] 源与目标或源与另一个源之间的通信方案可包括带内通信方案和带外通信方案。

[0046] 在带内通信方案中,源和目标或者源和另一个源使用与用于功率传输的频率相同的频率彼此通信。

[0047] 在带外通信方案中,源和目标或者源和另一个源使用与用于功率传输的频率不同的频率彼此通信。

[0048] 图1示出无线功率传输系统的实例。

[0049] 参照图1,无线功率传输系统包括源110和目标120。源110是被配置成提供无线功率的装置,并且可以是能够提供功率的任意电子装置,例如平板电脑、终端机、平板个人计算机(PC)、电视机(TV)、医疗装置或电动车辆。目标120是被配置成接收无线功率的装置,并且可以是需要功率进行操作的任意电子装置,例如平板电脑、终端机、平板PC、医疗装置、电动车辆、洗衣机、收音机或照明系统。

[0050] 源110包括可变切换模式电源(SMPS) 111、功率放大器(PA) 112、匹配网络113、传输(Tx)控制器114(例如,Tx控制逻辑)、通信单元115以及功率检测器116。

[0051] 可变SMPS 111通过切换从电源输出的频率在数十赫兹(Hz)频带内的交流(AC)电压,生成直流(DC)电压。可变SMPS 111可输出固定DC电压,或者可输出可在Tx控制器114的控制下进行调节的可调节DC电压。

[0052] 可变SMPS 111可基于从PA112输出的功率水平,对提供到PA112的输出电压进行控制,使得PA112可始终在饱和区域高效操作,从而在PA112的所有输出功率电平上都能维持最大效率。例如,PA112可以是E类放大器。

[0053] 如果使用固定SMPS而非可变SMPS 111,那么可能需要可变的DC到DC(DC/DC)转换器。在此实例中,固定SMPS将固定DC电压输出到可变DC/DC转换器,并且可变DC/DC转换器基于从PA112输出的功率电平,对提供到PA112的输出电压进行控制,使得PA 112(其可以是E类放大器)可始终在饱和区域高效操作,从而在所有输出功率电平上都能维持最大效率。

[0054] 功率检测器116检测可变SMPS 111的输出电流和输出电压,并且将有关检测的输出电流和检测的输出电压的信息传输到Tx控制器114。此外,功率检测器116可检测PA 112的输入电流和输入电压。

[0055] PA 112通过使用频率在几兆赫(MHz)到几十MHz的频带内的切换脉冲信号,将可变SMPS 111提供给PA 112的具有预定电平的DC电压转换成AC电压,生成功率。例如,PA 112可将提供到PA 112的DC电压转换成具有参考谐振频率 F_{Ref} 的AC电压,并且可生成用于通信的通信功率和/或用于充电的充电功率。通信功率和充电功率可用于多个目标。

[0056] 如果使用几十千赫 (kHz) 到几百kHz的带内谐振频率来传输几千瓦 (kW) 到几十kW的高功率,那么PA 112可被省略,并且功率可从可变SMPS 111或高功率电源提供到源谐振器131。例如,逆变器可代替PA 112。逆变器可将从高功率电源提供的DC功率转换成AC功率。逆变器可通过使用频率在几十kHz到几百kHz的频带内的切换脉冲信号,将具有预定电平的DC电压转换成AC电压,转换DC功率。例如,逆变器可将具有预定电平的DC电压转换成具有源谐振器131的谐振频率的AC电压,源谐振器131的频率在几十kHz到几百kHz的频带内。

[0057] 本文所用的术语“通信功率”是指0.1毫瓦 (mW) 到1mW的低功率。术语“充电功率”是指目标设备负载消耗的几mW到几十kW的高功率。本文所用的术语“充电”是指将功率提供到被配置成给电池或其他可充电装置充电的单元或元件。此外,术语“充电”是指将功率提供到被配置成消耗功率的单元或元件。例如,术语“充电功率”可以指目标在操作时消耗的功率,或者用于给目标的电池充电的功率。例如,该单元或元件可以是电池、显示器、声音输出电路、主处理器或各种类型的任意传感器。

[0058] 本文所用的术语“参考谐振频率”是指源110名义上使用的谐振频率。另外,术语“跟踪频率”是指已基于预设方案调节的源110使用的谐振频率。

[0059] Tx控制器114可检测通信功率或充电功率的反射波,并且可基于检测到的反射波来检测目标谐振器133与源谐振器131之间发生的失配。为了检测失配,例如,Tx控制器114可检测反射波的包络、反射波的功率量或者受失配影响的反射波的任意其他特性。

[0060] 匹配网络113补偿源谐振器131与目标谐振器133之间的阻抗失配,以在Tx控制器114的控制下实现最佳匹配。匹配网络113包括至少一个电感器和至少一个电容器,每个电感器和电容器连接到受Tx控制器114控制的相应开关。

[0061] 如果将使用几十kHz到几百kHz频带内的谐振频率来传输高功率,那么匹配网络113可从源110中省略,这是因为在传输高功率时匹配网络113的效应可被降低。

[0062] Tx控制器114可基于反射波的电压电平和源谐振器131或PA112的输出电压的电平,计算电压驻波比 (VSWR)。在一个实例中,如果VSWR大于预定值,那么Tx控制器114可确定在源谐振器131与目标谐振器133之间检测到失配。

[0063] 在另一实例中,如果Tx控制器114检测到VSWR大于预定值,那么Tx控制器114可计算N个跟踪频率中的每个的无线功率传输效率,确定N个跟踪频率中提供最佳无线功率传输效率的跟踪频率 F_{Best} ,并且将参考谐振频率 F_{Ref} 调节到跟踪频率 F_{Best} 。N个跟踪频率可以预先设置。

[0064] Tx控制器114可调节PA 112使用的切换脉冲信号的频率。在Tx控制器114的控制下,可确定切换脉冲信号的频率。例如,Tx控制器114可通过控制PA 112,生成已调信号,以传输到目标120。换句话说Tx控制器114可使用带内通信将多种数据传输到目标120。Tx控制器114也可检测反射波,并且可根据检测到的反射波对接收自目标120的信号进行解调。

[0065] Tx控制器114可使用各种方法生成用于带内通信的已调信号。例如,Tx控制器114可通过以下方式来生成已调信号:打开或关闭PA 112使用的切换脉冲信号、执行德尔塔-西格玛 (delta-sigma) 调制,或者使用所属领域的技术人员已知的任意其他调制方法。此外,Tx控制器114可生成具有预定包络的脉宽调制 (PWM) 信号。

[0066] Tx控制器114可基于源110的温度变化、目标120的电池状态、目标120接收到的电量变化和/或目标120的温度变化,确定将要传输到目标120的初始无线功率。

[0067] 源110可进一步包括被配置成检测源110的温度变化的温度测量传感器(未示出)。源110可通过与目标120通信而从目标120接收与目标120的电池状态、目标120接收到的电量的变化和/或目标120的温度变化有关的信息。源110可基于从目标120接收到的信息,检测目标120的温度变化。

[0068] Tx控制器114可基于目标120的温度变化使用查找表来调节提供到PA 112的电压。查找表可基于源110的温度变化存储提供到PA112的电压电平。例如,当源110的温度上升时,Tx控制器114可通过控制可变的SMPS 111来降低待提供到PA 112的电压。

[0069] 通信单元115可以使用单独的通信信道来执行带外通信。通信单元115可包括可由通信单元115用来通过带外通信将数据140传输到目标120或从目标120接收数据140的通信模块,诸如ZigBee模块、蓝牙模块或本领域的普通技术人员已知的任意其他通信模块。

[0070] 源谐振器131将电磁能量130传输到目标谐振器133。例如,源谐振器131可通过与目标谐振器133的磁耦合来将通信功率或充电功率传输到目标120。

[0071] 源谐振器131可以由超导材料制成。此外,尽管图1中未示出,但源谐振器131可以设置在制冷剂容器中,以使得源谐振器131能够维持超导状态。已转变到气体状态的受热制冷剂可通过制冷器而液化到液体状态。目标谐振器133也可以由超导材料制成。在这个实例中,目标谐振器133也可以设置在制冷剂容器中,以使得目标谐振器133能够维持超导状态。

[0072] 如图1所示,目标120包括匹配网络121、整流器122、DC/DC转换器123、通信单元124、接收(Rx)控制器125(例如,Rx控制逻辑)、电压检测器126以及功率检测器127。

[0073] 目标谐振器133从源谐振器131接收电磁能量130。例如,目标谐振器133可通过与源谐振器131的磁耦合来从源110接收通信功率或充电功率。另外,目标谐振器133可以使用带内通信从源110接收数据。

[0074] 目标谐振器133可接收由Tx控制器114基于源110的温度变化、目标120的电池状态、目标120所接收到的功率量变化、和/或目标120的温度变化而确定的初始无线功率。

[0075] 匹配网络121将从源110观察到的输入阻抗与从目标120的负载观察到的输出阻抗相匹配。匹配网络121可以被配置成具有至少一个电容器和至少一个电感器。

[0076] 整流器122通过整流从目标谐振器133接收到的AC电压来生成DC电压。

[0077] DC/DC转换器123基于负载所需的电压来调节从整流器122输出的DC电压的电平。作为一个实例,DC/DC转换器123可以将从整流器122输出的DC电压的电平调节到在3伏特(V)至10V范围内的电平。

[0078] 电压检测器126检测DC/DC转换器123的输入端子的电压,并且功率检测器127检测DC/DC转换器123的输出端子的电流和电压。可以使用输入端子的检测到的电压来计算从源110接收到的功率的无线功率传输效率。另外,Rx控制器125可以使用输出端子的检测到的电流和检测到的电压来计算实际传递到负载的功率量。源110的Tx控制器114可基于负载所需的功率量和实际传递到负载的功率量来计算需要由源110传输到目标120的功率量。

[0079] 如果通信单元124将Rx控制器125计算出的实际传递到负载的功率量传输到源110,那么源110可以计算需要传输到目标120的功率量,并且可以控制可变的SMPS 111和PA 112中的任意一个或两个以生成将使得源110传输所计算的功率量的功率量。

[0080] Rx控制器125可执行带内通信,以使用谐振频率来向和从源110传输和接收数据。在带内通信期间,Rx控制器125可通过检测目标谐振器133与整流器122之间的信号或者检

测整流器122的输出信号,对接收到的信号进行解调。换句话说,Rx控制器125可使用带内通信对接收到的消息进行解调。

[0081] 此外,Rx控制器125可使用匹配网络121来调节目标谐振器133的输入阻抗,以便对传输到源110的信号进行调制。例如,Rx控制器125可调节匹配网络121,以增加目标谐振器133的阻抗,从而使得反射波被源110的Tx控制器114检测到。Tx控制器114可根据是否检测到反射波,检测第一值,例如,二进制数“0”,或者第二值,例如,二进制数“1”。例如,当检测到反射波时,Tx控制器114可检测到“0”,并且当未检测到反射波时,Tx控制器114可检测到“1”。或者,当检测到反射波时,Tx控制器114可检测到“1”,并且当未检测到反射波时,Tx控制器114可检测到“0”。

[0082] 目标120的通信单元124可将响应消息传输到源110的通信单元115。例如,响应消息可包括以下项中的任意一个或任意组合:目标120的模型名称、目标120的制造商信息、目标120的型号名称、目标120的电池类型、目标120的充电方案、目标120的负载的阻抗值、目标120的目标谐振器133的特性信息、目标120使用的频带信息、目标120消耗的电量、目标120的识别符(ID)、目标120的产品版本信息、目标120的标准信息以及有关目标120的任意其他信息。

[0083] 通信单元124可使用单独的通信信道执行带外通信。例如,通信单元124可包括通信模块,例如,ZigBee模块、蓝牙模块或者所属领域的技术人员已知的任意其他通信模块,通信单元124可使用该通信模块采用带外通信将数据140传输到源110并且从中接收数据。

[0084] 通信单元124可从源110接收唤醒请求消息,并且功率检测器127可检测目标谐振器133接收到的电量。通信单元124可将与目标谐振器133接收到的检测电量有关的信息传输到源110。例如,与目标谐振器133接收到的检测电量有关的信息可包括:整流器122的输入电压值和输入电流值、整流器122的输出电压值和输出电流值、DC/DC转换器123的输出电压值和输出电流值,以及有关检测到的目标谐振器133接收到的电量的任意其他信息。

[0085] 在图2a至图4b的以下描述中,除非另外指明,否则术语“谐振器”可以指源谐振器和目标谐振器两者。图2a至图4b的谐振器可用作关于图1和图5-12所描述的谐振器。

[0086] 图2a和图2b示出馈电器和谐振器中的磁场的分布的实例。当谐振器接收到通过单独的馈电器提供的功率时,在馈电器和谐振器两者中生成磁场。源谐振器和目标谐振器各自可具有包括外部回路和内部回路的双回路结构。

[0087] 图2a是示出无线功率传输器的结构的实例的视图,其中馈电器210和谐振器220不具有共同接地。参考图2a,当输入电流通过标记为“+”的端子流入到馈电器210而通过标记为“-”的端子流出馈电器210时,输入电流生成磁场230。馈电器210内部的磁场230的方向231进入图2a的平面,并且与馈电器210外部的磁场230的方向233相反,该方向离开图2a的平面。馈电器210生成的磁场230感应流入谐振器220中的电流。谐振器220中的感应电流的方向与馈电器210的输入电流的方向相反,如图2a中的虚线箭头所示。

[0088] 谐振器220中的感应电流生成磁场240。谐振器220生成的磁场230的方向在谐振器220内的所有位置上均相同,并且离开图2a的平面。因此,在馈电器210的内部由谐振器220生成的磁场240的方向241与在馈电器210的外部由谐振器220生成的磁场240的方向243相同。

[0089] 因此,当馈电器210生成的磁场230和谐振器220生成的磁场240相结合时,总磁场

的强度在馈电器210内部减少,但在馈电器210外部增加。因此,当通过如图2a所示那样配置的馈电器210向谐振器220提供功率时,总磁场的强度在谐振器220的在馈电器210内部的部分中减少,但在谐振器220的在馈电器210外部的部分中增加。当磁场在谐振器220中随机或不均匀分布时,可能难以执行阻抗匹配,因为输入阻抗可能频繁改变。另外,当总磁场的强度增加时,无线功率传输效率增加。相反,当总磁场的强度降低时,无线功率传输效率降低。因此,平均来说,无线功率传输效率可降低。

[0090] 图2b示出无线功率传输设备的结构的实例,其中谐振器250和馈电器260具有共同接地。谐振器250包括电容器251。馈电器260通过端口261接收无线射频(RF)。当RF信号被输入到馈电器260时,在馈电器260中生成输入电流。在馈电器260中流动的输入电流生成磁场,并且该磁场在谐振器250中感应出电流。另外,在谐振器250中流动的感应电流生成另一个磁场。在这个实例中,在馈电器260中流动的输入电流的方向与在谐振器250中流动的感应电流的方向相反。因此,在谐振器250与馈电器260之间的区域中,由输入电流生成的磁场的方向271与由感应电流生成的磁场的方向273相同,并且因此总磁场的强度增加。相反,在馈电器260内部,由输入电流生成的磁场的方向281与由感应电流生成的磁场的方向283相反,并且因此总磁场的强度降低。因此,总磁场的强度在谐振器250的在馈电器260内部的部分中降低,但在谐振器250的在馈电器260外部的部分中增加。

[0091] 可通过调节馈电器260的内部面积来调节输入阻抗。输入阻抗是从馈电器260到谐振器250观察到的阻抗。当馈电器260的内部面积增加时,输入阻抗增加,并且当馈电器260的内部面积减少时,输入阻抗减少。然而,如果磁场随机或不均匀地分布在谐振器250中,那么即使已调节了馈电器260的内部面积,输入阻抗也可基于目标的位置而改变,以便针对目标的特定位置调节输入阻抗来匹配功率放大器的输出阻抗。因此,可能需要单独的匹配网络以使输入阻抗与功率放大器的输出阻抗相匹配。例如,当输入阻抗增加时,可能需要单独的匹配网络以使增加的输入阻抗与功率放大器的相对低的输出阻抗相匹配。

[0092] 图3a和图3b示出无线功率传输设备的实例。

[0093] 参照图3a,无线功率传输设备包括谐振器310和馈电器320。谐振器310包括电容器311。馈电器320电连接到电容器311的两端。

[0094] 图3b更详细地示出图3a的无线功率传输设备的结构。谐振器310包括第一传输线(在图3b中未用附图标记标识,但由图3b中的各种元件形成,如下文所论述)、第一导线341、第二导线342以及至少一个电容器350。

[0095] 电容器350串联连接在第一传输线中的第一信号传导部分331与第二信号传导部分332之间,从而致使电场集中在电容器350中。一般来说,传输线包括在传输线的上部部分中的至少一根导线和设置在传输线的下部部分中的至少一根导线。电流可流过设置在传输线的上部部分中的至少一根导线并且设置在传输线的下部部分中的至少一根导线可电接地。在图3b的实例中,设置在第一传输线的上部部分中的导线被分成两部分,它们将被称为第一信号传导部分331和第二信号传导部分332,并且设置在第一传输线的下部部分中的导线将被称为第一接地传导部分333。

[0096] 如图3b所示,谐振器310具有大体二维(2D)结构。第一传输线包括在第一传输线的上部部分中的第一信号传导部分331和第二信号传导部分332、以及第一传输线的下部部分中的第一接地传导部分333。第一信号传导部分331和第二信号传导部分332被设置成面

向第一接地传导部分333。电流流过第一信号传导部分331和第二信号传导部分332。

[0097] 另外,第一信号传导部分331的一端连接到第一导线341的一端,第一信号传导部分331的另一端连接到电容器350的一端,并且第一导线341的另一端连接到第一接地传导部分333的一端。第二信号传导部分332的一端连接到第二导线342的一端,第二信号传导部分332的另一端连接到电容器350的另一端,并且第二导线342的另一端连接到第一接地传导部分333的另一端。因此,第一信号传导部分331、第二信号传导部分332、第一接地传导部分333、第一导线341以及第二导线342彼此连接,从而致使谐振器310具有电闭合回路结构。术语“回路结构”包括多边形结构、圆形结构、矩形结构以及任意其他闭合的几何结构,即在其周边中不具有任意开口的几何结构。表达“具有回路结构”指示电闭合的结构。

[0098] 电容器350插入到第一传输线的中间部分中。在图3b中的实例中,电容器350插入到第一信号传导部分331与第二信号传导部分332之间的空间中。电容器350可以是集总元件电容器、分布元件电容器或本领域的普通技术人员已知的任意其他类型的电容器。例如,分布元件电容器可包括Z字形导体线和设置在Z字形导体线之间的具有高介电常数的介电材料。

[0099] 插入到第一传输线中的电容器350可致使谐振器310具有超材料的特性。超材料是具有自然界中不存在的电特性的材料,并且因此可具有人工设计的结构。自然界中存在的所有材料都具有磁导率和介电常数。大多数材料具有正的磁导率和/或正的介电常数。

[0100] 对于大多数材料,右手定则可应用于电场、磁场和坡印亭(Poynting)矢量,因此对应材料可以被称为右手材料(RHM)。然而,具有自然界中不存在的磁导率和/或介电常数的超材料可基于超材料的介电常数的标志和超材料的磁导率的标志而被分类为负介电常数(ENG)材料、负磁导率(MNG)材料、双负(DNG)材料、负折射率(NRI)材料、左手(LH)材料以及本领域的普通技术人员已知的任意其他超材料分类。

[0101] 如果电容器350是集总元件电容器并且电容器350的电容量被适当地确定,那么谐振器310可具有超材料的特性。如果通过适当地调节电容器350的电容量而致使谐振器310具有负磁导率,那么谐振器310还可以被称为MNG谐振器。可以应用各种标准,确定电容器350的电容量。例如,该各种标准可包括用于使得谐振器310能够具有超材料的特性的标准、用于使得谐振器310在目标频率下能够具有负磁导率的标准、用于使得谐振器310在目标频率下能够具有零阶谐振特性的标准、以及任意其他合适的标准。基于前述标准中的任意一个或其任意组合,可以适当地确定电容器350的电容量。

[0102] 谐振器310,在下文中被称为MNG谐振器310,可具有当传播常数为“0”时具有谐振频率的零阶谐振特性。当MNG谐振器310具有零阶谐振特性时,谐振频率与MNG谐振器310的物理尺寸无关。可以在不改变MNG谐振器310的物理尺寸的情况下通过改变电容器350的电容量来改变具有零阶谐振特性的MNG谐振器310的谐振频率。

[0103] 在近场,电场集中在插入到第一传输线中的电容器350中,从而致使磁场在近场中成为主导。当电容器350是集总元件电容器时,MNG谐振器310具有相对高的品质因数,从而增加无线功率传输效率。品质因数指示无线功率传输中的欧姆损耗的电平或电抗相对于电阻的比率。如本领域的普通技术人员将理解的,无线功率传输效率将随着品质因数的增加而增加。

[0104] 尽管图3b中未示出,但可以提供穿过MNG谐振器310的磁芯以便增加无线功率传输

距离。

[0105] 参照图3b, 馈电器320包括第二传输线(在图3b中未用附图标记标识, 但由图3b中的各种元件形成, 如下文所论述)、第三导线371、第四导线372、第五导线381以及第六导线382。

[0106] 第二传输线包括在第二传输线的上部部分中的第三信号传导部分361和第四信号传导部分362、以及在第二传输线的下部部分中的第二接地传导部分363。第三信号传导部分361和第四信号传导部分362被设置成面向第二接地传导部分363。电流流过第三信号传导部分361和第四信号传导部分362。

[0107] 另外, 第三信号传导部分361的一端连接到第三导线371的一端, 第三信号传导部分361的另一端连接到第五导线381的一端, 并且第三导线371的另一端连接到第二接地传导部分363的一端。第四信号传导部分362的一端连接到第四导线372的一端, 第四信号传导部分362的另一端连接到第六导线382的一端, 并且第四导线372的另一端连接到第二接地传导部分363的另一端。第五导线381的另一端在第一信号传导部分331连接到电容器350的一端的位置处或附近连接到第一信号传导部分331, 并且第六导线382的另一端在第二信号传导部分332连接到电容器350的另一端的位置处或附近连接到第二信号传导部分332。因此, 第五导线381和第六导线382与电容器350的两端平行地连接。第五导线381和第六导线382可以用作用于接收机RF信号作为输入的输入端口。

[0108] 因此, 第三信号传导部分361、第四信号传导部分362、第二接地传导部分363、第三导线371、第四导线372、第五导线381、第六导线382以及谐振器310彼此连接, 从而致使谐振器310和馈电器320具有电闭合回路结构。术语“回路结构”包括多边形结构、圆形结构、矩形结构以及任意其他闭合的几何结构, 即在其周边中不具有任意开口的几何结构。表达“具有回路结构”指示电闭合的结构。

[0109] 如果将RF信号输入到第五导线381或第六导线382, 那么输入电流流过馈电器320和谐振器310, 从而生成在谐振器310中感应出电流的磁场。流过馈电器320的输入电流的方向与流过谐振器310的感应电流的方向相同, 从而致使谐振器310中的总磁场的强度在馈电器320内部增加, 但在馈电器320外部降低。

[0110] 输入阻抗是由谐振器310与馈电器320之间的区域的面积确定。因此, 可能不需要用于使输入阻抗与功率放大器的输出阻抗相匹配的单独匹配网络。然而, 即使使用了匹配网络, 也可通过调节馈电器320的尺寸来调节输入阻抗, 并且因此可以简化匹配网络的结构。匹配网络的简化结构减少了匹配网络的匹配损耗。

[0111] 馈电器320的第二传输线、第三导线371、第四导线372、第五导线381以及第六导线382可具有与谐振器310相同的结构。例如, 如果谐振器310具有回路结构, 那么馈电器320也可具有回路结构。作为另一个实例, 如果谐振器310具有圆形结构, 那么馈电器320也可具有圆形结构。

[0112] 图4a示出通过向馈电器馈电所生成的磁场在谐振器内部的分布的实例。图4a更简单地示出图3a和图3b的谐振器310和馈电器320, 并且为了描述方便, 在图4a的以下描述中将使用图3b中的各种元件的名称。

[0113] 馈电操作可以是以无线功率传输方式向源谐振器提供功率的操作、或者以无线功率传输方式向整流器提供AC功率的操作。图4a示出在馈电器320中流动的输入电流的方向、

和在操作为源谐振器的谐振器310中流动的感应电流的方向。另外,图4a示出由馈电器320的输入电流生成的磁场的方向、和由谐振器310的感应电流生成的磁场的方向。

[0114] 参照图4a,图3a的馈电器320的第五导线381或第六导线382可用作输入端口410。在图4a中,馈电器320的第六导线382被用作输入端口410。输入端口410接收RF信号作为输入。RF信号可以从功率放大器输出的。功率放大器可基于目标的功率需求来增加或减少RF信号的幅度。由输入端口410接收到的RF信号在图4a中表示为在馈电器320中流动的输入电流。输入电流在馈电器320中沿着馈电器320的第二传输线以逆时针方向流动。馈电器320的第五导线381和第六导线382电连接到谐振器310。更具体地说,馈电器320的第五导线381连接到谐振器310的第一信号传导部分331,并且馈电器320的第六导线382连接到谐振器310的第二信号传导部分332。因此,输入电流在谐振器310和馈电器320两者中流动。输入电流在谐振器310中沿着谐振器310的第一传输线以逆时针方向流动。在谐振器310中流动的输入电流生成磁场,并且该磁场在谐振器310中感应出电流。感应电流在谐振器310中沿着谐振器310的第一传输线以顺时针方向流动。谐振器310中的感应电流向谐振器310的电容器311提供能量,并且还生成磁场。在这个实例中,在图3a的馈电器320和谐振器310中流动的输入电流在图4a中用带箭头的实线指示,并且在谐振器310中流动的感应电流在图4a中用带箭头的虚线指示。

[0115] 由电流生成的磁场的方向基于右手定则确定。如图4a所示,在馈电器320内部,由在馈电器320中流动的输入电流生成的磁场的方向421与由在谐振器310中流动的感应电流生成的磁场的方向423相同。因此,在馈电器320内部总磁场的强度增加。

[0116] 相反,如图4a所示,在馈电器320与谐振器310之间的区域中,由在馈电器320中流动的输入电流生成的磁场的方向433与由在源谐振器310中流动的感应电流生成的磁场的方向431相反。因此,在馈电器320与谐振器310之间的区域中总磁场的强度降低。

[0117] 通常,在具有回路结构的谐振器中,磁场的强度在谐振器中心降低,并且在谐振器的外周边附近增加。然而,参照图4a,因为馈电器320电连接到谐振器310的电容器311的两端,所以谐振器310中的感应电流的方向与馈电器320中的输入电流的方向相同。因为谐振器310中的感应电流的方向与馈电器320中的输入电流的方向相同,所以总磁场的强度在馈电器320内部增加,并且在馈电器320外部降低。因此,由于馈电器320的影响,总磁场的强度在具有回路结构的谐振器310的中心增加,并且在谐振器310的外周边附近降低,从而补偿了具有回路结构的谐振器310的正态特性,即,磁场强度在谐振器310的中心降低,并且在谐振器310的外周边附近增加。因此,总磁场的强度在谐振器310内部可以是恒定的。

[0118] 将功率从源谐振器传输到目标谐振器的无线功率传输效率与在源谐振器中生成的总磁场的强度成正比。换句话说,当在源谐振器的中心的总磁场的强度增加时,无线功率传输效率也增加。

[0119] 图4b示出馈电器和谐振器的等效电路的实例。参照图4b,馈电器440和谐振器450可以由图4b中的等效电路表示。馈电器440被表示为具有电感 L_f 的电感器,并且谐振器450被表示为具有电感 L 的电感器、具有电容 C 的电容器以及具有电阻 R 的电阻器的串联连接,该电感 L 通过互感 M 耦合到馈电器440的电感 L_f 。在从馈电器440到谐振器450的方向上观察到的输入阻抗 Z_{in} 的实例可用以下等式1来表达。

$$[0120] \quad Z_{in} = \frac{(\omega M)^2}{Z} \quad (1)$$

[0121] 在等式1中,M指代馈电器440与谐振器450之间的互感, ω 指代馈电器440与谐振器450之间的谐振频率,且Z指代在从谐振器450到目标的方向上观察到的阻抗。如从等式1中可以看出,输入阻抗 Z_{in} 与互感M的平方成比例。因此,可通过调节馈电器440与谐振器450之间的互感M来调节输入阻抗 Z_{in} 。互感M取决于馈电器440与谐振器450之间的区域的面积。可通过调节馈电器440的尺寸来调节馈电器440与谐振器450之间的区域的面积,从而调节互感M和输入阻抗 Z_{in} 。因为可通过调节馈电器440的尺寸来调节输入阻抗 Z_{in} ,所以可能无需使用单独的匹配网络来与功率放大器的输出阻抗进行阻抗匹配。

[0122] 在无线功率接收设备中所包括的谐振器450和馈电器440中,磁场可如图4a所示那样分布。谐振器450可作为目标谐振器进行操作。例如,目标谐振器可通过与源谐振器的磁耦合从源谐振器接收无线功率。所接收到的无线功率在目标谐振器中感应出电流。目标谐振器中的感应电流生成磁场,该磁场在馈电器440中感应出电流。如果谐振器450如图4a所示连接到馈电器440,那么在谐振器450中流动的感应电流的方向将与在馈电器440中流动的感应电流的方向相同。因此,由于上文结合图4a所论述的原因,总磁场的强度在馈电器440内部将增加,但在馈电器440与谐振器450之间的区域中将降低。

[0123] 在下文中,为了便于描述,“源”或“无线功率传输设备”将被称为功率传输单元(PTU)。“目标”或“无线功率接收设备”将被称为功率接收单元(PRU)。在主模式中操作的PTU可以被称为“主装置”,并且在从模式中操作的PTU可以被称为“从装置”。

[0124] 主装置可以联网到至少一个从装置。表达“联网”是指配置用于在装置之间传输和接收数据的网络。在网络中,主装置是控制从装置的装置,并且从装置受主装置控制。

[0125] 图5示出PTU的干扰控制方法的实例。

[0126] 参照图5,在510中,配置PTU与邻近的PTU网络。邻近PTU是存在于该PTU附近区域中的PTU。可存在多个邻近PTU。PTU的操作模式的实例包括主模式和从模式。

[0127] 该PTU可与邻近PTU或PRU进行带内通信或带外通信。带内通信的实例包括近场通信(NFC)和无线射频识别(RFID)通信。带外通信的实例包括蓝牙通信和蓝牙低功耗(BLE)通信。

[0128] PTU可自动配置与邻近PTU的网络。在这个实例中,PTU可以在主模式或从模式中进行操作。当向PTU提供功率时,PTU可验证PTU附近区域中是否存在主装置。在这个实例中,PTU可以使用带外通信来传输或接收搜索信号以便验证PTU附近区域中是否存在主装置。搜索信号可包括广告信号。在一个实例中,PTU可将其操作模式设置为主模式,并且将搜索信号传输或广播到邻近PTU。当从邻近PTU接收到响应于搜索信号的响应信号时,PTU可确定PTU附近区域中存在主装置。当未从邻近PTU接收到响应于搜索信号的响应信号时,PTU可确定PTU附近区域中不存在主装置。在另一个实例中,PTU可将其操作模式设置为从模式,并且从邻近PTU接收搜索信号。当接收到搜索信号时,PTU可确定PTU附近区域中存在主装置。当未接收到搜索信号时,PTU可确定PTU附近区域中不存在主装置。

[0129] 当PTU确定PTU附近区域中存在主装置时,PTU可将其操作模式设置为从模式。当PTU确定PTU附近区域中不存在主装置时,PTU可将其操作模式设置为主模式。

[0130] 当PTU在主模式中进行操作时,PTU可周期性地监测PTU附近区域中是否存在从装置。当PTU在PTU附近区域中检测到从装置时,PTU可以将连接请求信号传输到从装置。当PTU从从装置接收到响应于连接请求信号的响应信号时,PTU可联网到从装置。因此,PTU可作为控制从装置的主装置进行操作。

[0131] 当PTU在从模式中进行操作时,PTU可以从主装置接收连接请求信号。PTU可响应于连接请求信号将响应信号传输到主装置。因此,PTU可联网到主装置。

[0132] PTU可配置微微网(piconet)或分散网(scatternet)。微微网是其中PTU和邻近PTU形成同一个网络的网络,并且分散网是其中多个微微网相互连接并且PTU和邻近PTU形成不同网络的网络。

[0133] 此外,PTU可利用主机任意形成网络。任意网络是其中节点的位置和参数可任意改变的网络,这与其中节点的位置和参数固定的网络相反。主机的实例包括能够形成网络的装置,例如膝上型计算机、PC、服务器以及能够形成网络的任意其他装置。当PTU利用主机任意形成网络时,PTU的数量和邻近PTU的数量可以根据PTU与主机之间的通信状态和网络类型预先确定的。例如,蓝牙规范指定可同时连接的装置的最大数量是七个。相反,蓝牙低功耗规范不指定可同时连接的装置的最大数量。PTU可与主机进行有线通信或无线通信。PTU可以将搜索信号传输到能够与PTU进行有线通信或无线通信的装置,并且将对搜索信号做出响应的装置识别为主机。PTU可以将其操作模式设置为从模式,并且联网到所找到的主机。在这个实例中,主机可以作为主装置进行操作,并且PTU可以作为从装置进行操作并且联网到主机。

[0134] 在520中,PTU确定PTU是否处于发生邻近PTU的干扰的干扰环境中。当邻近PTU集中在具有预先确定尺寸的区域中时,在PTU与邻近PTU或PRU进行通信时可发生干扰。当发生干扰时,由PTU传输或接收到的信号可能失真,或由PTU传输的信号可能与由邻近PTU传输的信号冲突,并且传输时间和接收时间可能延迟。因此,PTU可确定PTU是否处于干扰环境中,并且防止、减少或消除干扰。在这个实例中,PTU可以在主模式中进行操作,并且与邻近PTU共享信息,例如通信参数。

[0135] PTU可基于通信差错率,确定PTU是否处于干扰环境中。PTU可以检测与邻近PTU执行的通信中的通信差错率。在一个实例中,PTU可以使用差错检测代码来检测通信差错率。PTU可以将检测到的通信差错率与预先确定的参考率进行比较。当检测到的通信差错率低于预先确定的参考率时,PTU可以确定PTU处于不发生干扰的环境中。相反,当检测到的通信差错率高于或等于预先确定的参考率时,PTU可以确定PTU处于干扰环境中。

[0136] PTU可基于邻近PTU的数量,确定PTU是否处于干扰环境中。PTU可以检测邻近PTU的数量。在这个实例中,PTU可以检测与PTU配置同一个网络的邻近PTU,并且还检测配置与PTU所配置的网络不同的网络的邻近PTU。可以预设由PTU检测邻近PTU的数量的区域。PTU可以将检测到的邻近PTU的数量与预先确定的参考数量进行比较。当检测到的邻近PTU的数量小于预先确定的参考数量时,PTU可以确定PTU处于不发生干扰的环境中。当检测到的邻近PTU的数量大于或等于预先确定的参考数量时,PTU可以确定PTU处于干扰环境中。

[0137] PTU可基于接收信号强度指示符(RSSI),确定PTU是否处于干扰环境中。PTU可以检测邻近PTU或PRU的RSSI。例如,邻近PTU或PRU可以测量关于PTU的RSSI,并且将测量到的RSSI传输到PTU。此外,PTU可以共享由邻近PTU测量到的RSSI。PTU可以将接收到的RSSI与预

先确定的参考值进行比较。大于预先确定的参考值的RSSI指示PTU集中在具有预先确定尺寸的区域中。因此,当检测到的RSSI大于或等于预先确定的参考值时,PTU可以确定PTU处于干扰环境中。相反,当检测到的RSSI小于预先确定的参考值时,PTU可以确定PTU处于不发生干扰的环境中。

[0138] PTU可基于所使用的频率信道,确定PTU是否处于干扰环境中。PTU可与邻近PTU或PRU进行带外通信。带外通信的实例包括蓝牙通信和BLE通信。蓝牙通信可以使用2.4吉赫(GHz)频带的通信频率和79个信道进行,并且BLE通信可以使用2.4GHz频带的通信频率和40个信道进行。PTU可以检测邻近PTU所使用的信道。PTU可以将检测到的邻近PTU所使用的频率信道的数量与预先确定的参考值进行比较。邻近PTU所使用的频率信道的数量大于或等于预先确定的参考值可指示邻近PTU的数量可能大得足以造成干扰。因此,当检测到的邻近PTU所使用的频率信道的数量大于或等于预先确定的参考值时,PTU可以确定PTU处于干扰环境中。相反,当邻近PTU所使用的频率信道的数量小于预先确定的参考值时,PTU可以确定PTU处于不发生干扰的环境中。

[0139] 当PTU处于干扰环境中时,在530中,PTU控制邻近PTU和PRU中的任意一个或两个的通信参数。通信参数可包括通信时间、传输功率和通信频率中的任意一个或其任意组合。

[0140] PTU可以控制从PRU接收到的报告信号的间隔。报告信号可包括表示可在PRU正在充电时的改变一个或多个测量值的动态参数。PTU可以从PRU接收报告信号,以便检测PRU的充电状态、PRU是否处于无线功率传输区域中以及其他信息。例如,PTU可以以250毫秒(ms)的间隔从PRU接收报告信号。当报告信号中发生通信差错时,可能发生充电功率控制差错,PRU识别差错以及其他差错。在一个实例中,报告信号可包括与PRU所接收到的功率有关的信息、与PRU的状态有关的信息、以及与PRU的温度有关的信息中的任意一个或其任意组合。例如,报告信号可包括整流器的输出电压 V_{RECT} 、整流器的输出电流 I_{RECT} 、充电端口或电池端口的电压 V_{OUT} 、充电端口或电池端口的电流 I_{OUT} 、整流器的输出电压的最小阈值 $V_{RECT_MIN_DYN}$ 、整流器的输出电压的目标值 $V_{RECT_SET_DYN}$ 、整流器的输出电压的最大阈值 $V_{REC_HIGH_DYN}$ 、以及PRU警报中的任意一个或其任意组合。

[0141] PTU可以通过控制报告信号的间隔,控制干扰。接收报告的信号的邻近PTU或PTU可以传输响应于报告信号的响应信号。响应信号的间隔可以与报告信号的间隔相同。

[0142] 在一个实例中,当报告信号和响应信号的间隔在干扰环境中相对较短时,在预先确定的时间段内传输和接收到的信号的数量可增加,并且因此PTU与PRU之间可发生干扰的概率可增加。在这个实例中,PTU可以将报告信号的间隔控制为足够长,从而减少在预先确定的时间段内传输和接收到的信号的数量,并且因此可降低可发生干扰的概率。

[0143] 在另一个实例中,PTU可以将控制信号传输至PRU,该控制信号基于PRU的报告信号传输至的邻近PTU的数量来设置报告信号的间隔。接收控制信号的PRU可以使用由PTU设置的报告信号间隔将报告信号传输到PRU和邻近PTU。

[0144] PTU可以控制由邻近PTU传输的信号的传输间隔和传输起始时间中的任意一个或两个。该信号可以是信标信号。信标信号可以是短信标信号或长信标信号。短信标信号是用于在预先确定的范围内检测对象(例如,PRU或外来物)是否存在的信标信号。长信标信号是用于唤醒PRU的信标信号。此外,传输到PRU的信号可以是另一种信号而不是信标信号,例如连接请求信号、控制信号或数据信号。

[0145] 当多个PTU同时向单个PRU传输信号(例如,信标信号)时,可能发生交叉连接。交叉连接是由于PTU集中的环境而发生的通信连接差错。因此,PTU可以控制由邻近PTU传输的信号传输间隔和传输起始时间中的任意一个或两个。在一个实例中,PTU可以控制单个PTU以便在单个时隙期间将信号传输到单个PRU。时隙是可识别的预先确定的时间段。例如,单个时隙具有625微秒(μs)的时长。

[0146] 因为PTU可以与邻近PTU共享通信参数,所以PTU可以获得与邻近PTU所传输的信号有关的信息。当在某个时隙中PTU所传输的信号与邻近PTU所传输的信号重叠时,PTU可以重新设置与邻近PTU所传输的信号有关的信息,以防止PTU所传输的信号与邻近PTU所传输的信号重叠。

[0147] 在一个实例中,PTU可以控制邻近PTU所传输的信号序列的传输起始时间。在由PTU传输到PRU的信号序列的传输间隔与由邻近PTU传输到PRU的信号序列的传输间隔相同的情况下,当PTU的传输起始时间与邻近PTU的传输起始时间相同时,PTU的信号序列可与邻近PTU的信号序列重合,并且因此PTU和邻近PTU可以在相同时隙期间传输信号。因此,PTU可以将PTU和邻近PTU的传输起始时间设置为不同的,以使得PTU和邻近PTU可以在不同隙期间向PRU传输信号。

[0148] 在另一个实例中,PTU可以控制邻近PTU所传输的信号序列的传输间隔。PTU的信号序列的传输间隔可以与邻近PTU的信号序列的传输间隔相同或不同。当PTU的信号序列的传输间隔和邻近PTU的信号序列的传输间隔相同时,PTU可以将PTU的传输起始时间和邻近PTU的传输起始时间设置为不同的,以便控制信号序列使得信号序列不重叠。相反,当PTU的信号序列的传输间隔和邻近PTU的信号序列的传输间隔彼此不同时,信号序列可能重叠,即使PTU的传输起始时间不同于邻近PTU的传输起始时间。PTU可以设置PTU的传输起始时间和邻近PTU的传输起始时间,并且调节信号序列的传输间隔,以使得信号序列不重叠。

[0149] PTU可以控制传输功率的量值。该传输功率号可以是唤醒功率。PRU可以使用唤醒功率来进行控制和通信。

[0150] 在一个实例中,大量的邻近PTU可存在于具有预先确定尺寸的区域中。在这个实例中,当邻近PTU将相对大量的功率传输到PRU时,可能发生干扰。因此,PTU可以控制邻近PTU的传输功率的量值以防止由传输功率造成的干扰。

[0151] PTU可以控制跳频间隔。跳频是指通过快速地将传输信号从一个频率切换到另一个频率来扩展频谱的技术。PTU可以传输分布在多个频率中的传输信号。在一个实例中,当PTU执行蓝牙通信时,PTU可以使用79个跳频信道。在另一个实例中,当PTU执行BLE通信时,PTU可以使用40个跳频信道。如本文所用,术语“跳频间隔”是使用跳频序列中的所有跳频信道的间隔。

[0152] 在一个实例中,PTU和邻近PTU可以使用相同的跳频序列。例如,PTU可以形成微微网。可以使用不同的跳频序列来将每个微微网与另一个微微网区分开。属于同一个微微网的PTU和邻近PTU可以与同一个跳频序列同步。

[0153] 当跳频间隔减少时,在预先确定的时间段期间由PTU使用的信道的数量或由邻近PTU使用的信道的数量可增加。例如,当跳频序列是“信道1-信道2-信道3”并且跳频间隔是3 μs 时,PTU和邻近PTU可以使用单个信道持续1 μs 。相反,当跳频间隔减少到1 μs 时,PTU和邻近PTU可以使用三个信道持续1 μs 。因此,由PTU使用的信道与由邻近TU使用的信道重叠的概率

可增加,并且发生干扰的概率可增加。PTU可以控制邻近PTU的跳频间隔,以便调节由PTU使用的信道和由邻近TU使用的信道使得该信道彼此不重叠,从而降低发生干扰的概率。

[0154] 图6a和图6b示出无线功率传输系统中的干扰环境的实例。

[0155] 参照图6a,无线功率传输系统包括PTU和PRU 630,该PTU包括第一PTU 610至第N PTU 620。尽管作为一个实例图6a示出单个PRU 630,但可以提供多个PRU。

[0156] 包括第一PTU 610至第N PTU 620的PTU可以使用源谐振器与目标谐振器之间的磁耦合来传输无线功率。包括第一PTU 610至第N PTU 620的PTU可以相互配置网络,例如微微网或分散网。

[0157] 在包括第一PTU 610至第N PTU 620的PTU集中在一个区域中的情况下,当包括第一PTU 610至第N PTU 620的PTU向PRU 630传输信号时可能发生干扰。因此,包括第一PTU 610至第N PTU 620的PTU中的一个可作为主装置进行操作并且可通过控制其他PTU的通信参数,控制干扰,该其他PTU可作为从装置进行操作。

[0158] 参照图6b,通信区域640的小区中的白点表示PTU,并且通信区域640的小区中的黑点表示PRU。在每个小区中,PTU可以将功率传输到PRU,并且将数据传输到PRU和从PRU接收数据。因为小区651和655中的每一个中设置有单个PTU,所以小区651和655中的PTU与PRU之间发生干扰的概率相对较低。然而,因为小区652至654中的每一个中设置有多个PTU,所以与小区651和655相比,发生干扰的概率相对较高。为了消除干扰,可以由在小区652至654中的每一个中包括的至少一个PTU,控制小区652至654中的PTU和PRU的通信参数。

[0159] 图7a至图7d示出PTU的网络的实例。

[0160] 参照图7a,PTU的网络701包括主装置711、第一从装置712和第二从装置713。PRU 714至PRU 716可存在于PTU之间的网络701中。PRU 714至PRU 716位于可以从主装置711、第一从装置712和第二从装置713接收功率或信号的区域中。主装置711、第一从装置712和第二从装置713向PRU 714至PRU 716传输信号。作为一个实例,为了唤醒PRU 714至PRU 716,主装置711、第一从装置712和第二从装置713可以向PRU 714至PRU 716传输信标信号。在这个实例中,当主装置711、第一从装置712和第二从装置713同时传输信标信号时,可能发生交叉连接。作为另一个实例,主装置711、第一从装置712和第二从装置713可以向PRU 714至PRU 716传输数据信号。在这个实例中,当主装置711、第一从装置712和第二从装置713所使用的信道重叠时,可能生成干扰信号。因此,主装置711可以控制从装置712和713以及PRU 714至PRU 716中的任意一个或其任意组合的通信参数,从而防止交叉连接的发生并且消除干扰信号。

[0161] 参照图7b,PTU的网络721包括主装置731、第一从装置732和第二从装置733。PRU 734至736可分别位于主装置731、第一从装置732和第二从装置733上或附近。在这个实例中,PRU 734至736分别接收由PTU 731至PTU 733传输的功率或信号。此外,PRU 734至736可以接收由邻近PTU而不是由与主装置731、第一从装置732和第二从装置733对应的PTU传输的功率或信号。因此,类似于图7a,可能发生交叉连接或可能生成干扰信号。为了防止交叉连接的发生或干扰信号的生成,主装置731可以控制从装置732和733以及PRU 734至PRU 736中的任意一个或其任意组合的通信参数,从而防止交叉连接的发生并且消除干扰信号。

[0162] 参照图7c,微微网751包括主装置761和从装置,微微网752包括主装置762和从装置,并且微微网753包括主装置763和从装置。微微网751至753可彼此连接以形成分散网。从

装置764位于微微网751和微微网752重叠的区域中,并且从装置765位于微微网752和微微网753重叠的区域中。从装置764可执行微微网751与微微网752之间的中继,并且从装置765可执行微微网752与微微网753之间的中继。

[0163] 参照图7d,微微网771包括主装置781和从装置,微微网772包括主装置782和从装置,并且微微网773包括主装置783和从装置。类似于图7c,微微网771至773可彼此连接以形成分散网。主装置781位于微微网771和微微网772重叠的区域中,并且主装置782位于微微网772和微微网773重叠的区域中。主装置781可执行微微网771与微微网772之间的中继,并且主装置782可执行微微网772与微微网773之间的中继。

[0164] 在图7c和图7d中,主装置和从装置可共享关于通信参数的信息。当主装置处于可能发生干扰的干扰环境中时,主装置可控制从装置的通信参数。此外,在分散网中,多个主装置中的一个可控制其他主装置和从装置的通信参数。

[0165] 图8a至图8c示出报告信号的实例。

[0166] 参照图8a,PTU 811将信标信号821单播或广播给PRU 812以便检测PRU 812。PRU 812向PTU 811传输广告信号822,并且PTU811向PRU 812传输连接请求信号823。当PTU 811从PRU接收到响应于接收连接请求信号的响应信号823时,将PTU 811连接到PRU812。

[0167] PTU 811从PRU 812接收第一报告信号826至第N报告信号827以便检测PRU 812的状态。报告信号可包括动态参数。当报告信号的间隔减少时,由PTU 811传输到PRU 812的响应信号的传输间隔也减少,从而使得可能发生干扰。因此,PTU 811向PRU 812传输控制信号825以便控制报告信号的间隔。可基于控制信号825来调节报告信号826至827的传输间隔以便消除干扰。

[0168] 参照图8b和图8c, $f(k)$ 、 $f(k+1)$ 等指示时隙。时隙是可识别的预先确定的时间段。 k 表示时隙的数量。在图8b中,PRU以二时隙间隔传输报告信号。PTU以二时隙间隔传输相对于报告信号的响应信号。在可能发生干扰的干扰环境中,当报告信号的间隔减少时,PTU的响应信号的间隔也减少,并且因此可能发生干扰的概率可能增加。因此,PTU可控制报告信号的间隔,如图8c所示。

[0169] 在图8c中,PRU在PTU的控制下以3时隙间隔传输报告信号。PTU以3时隙间隔传输响应于报告信号的响应信号。因此,与如图8b所示的以2时隙间隔传输报告信号的情况相比,发生干扰的概率可降低。

[0170] 图9a至图9b示出控制传输间隔和传输起始时间的实例。

[0171] 参照图9a,PTU(即,PTU 1)和邻近PTU(即PTU 2和PTU3)的传输间隔是相同的,具体地,为3时隙间隔。当PTU的传输起始时间和邻近PTU的传输起始时间相同时,PRU可以以3时隙间隔同时从三个PTU接收信号。在这个实例中,可由于邻近PTU而发生干扰。因此,PTU可控制PTU的传输起始时间和邻近PTU的传输起始时间,如图9a所示,以防止两个或更多个PTU同时传输信号。

[0172] 参照图9b,PTU(即,PTU 1)可以不同地设置邻近PTU、例如第一邻近PTU(即,PTU 2)和第二邻近PTU(即,PTU 3)的传输间隔,并且向PRU传输信号。PTU可以将PTU的传输起始时间设置为 $f(k)$,将第一邻近PTU的传输起始时间设置为 $f(k+1)$,并且将第二邻近PTU的传输起始时间设置为 $f(k+3)$ 。PTU可调节PTU的传输间隔和邻近PTU的传输间隔,以防止PTU和邻近PTU同时传输信号。例如,PTU可以将PTU的传输间隔设置为2时隙间隔,将第一邻近PTU的

传输间隔设置为4时隙间隔,并且将第二邻近PTU的传输间隔设置为8时隙间隔。

[0173] 图10示出控制跳频间隔的实例。

[0174] 参照图10,PTU和邻近PTU可以使用带外通信来传输信号。在一个实例中,带外通信可以是BLE通信。在BLE通信的情况下,可以使用2.4GHz的通信频率和40个通信信道。在这个实例中,可以使用信道0至36来传输和接收数据信号,并且可以使用信道37至39来传输和接收广告信号。

[0175] 在一个实例中,PTU可以设置PTU和邻近PTU的跳频序列,并且通过基于所设置的跳频序列控制通信频率来向PRU传输信号。例如,PTU可以将跳频序列设置为“信道1 1010-信道10 1020-信道141030-信道16 1040-信道24 1050”。

[0176] 在可能发生干扰的环境中,PTU可以控制邻近PTU的跳频间隔。例如,如果跳频间隔为1 μ s,那么邻近PTU将在1 μ s内使用五个信道。当PTU将跳频间隔控制为5 μ s时,邻近PTU将在1 μ s内使用单个信道。因此,由PTU使用的信道与由邻近TU使用的信道之间发生重叠的概率可降低,并且因此发生干扰的概率也可降低。

[0177] 图11是用于描述任意网络中的PTU的干扰控制方法的透视图。

[0178] 参照图11,任意网络包括主机1110、PTU 1120以及邻近PTU1130和1140。在这个实例中,PTU 1120可以在主模式中进行操作,并且邻近PTU 1130和1140可以在从模式中进行操作。

[0179] 在一个实例中,在主机1110的授权之下,另外的PTU可以连接到任意网络。因为PTU的数量可预先确定,所以主机1110可预先计算PTU 1120与邻近PTU 1130和1140之间可不发生干扰的通信参数范围。因此,PTU 1120以及邻近PTU 1130和1140的通信时间、传输功率和通信频率可由主机预设。

[0180] 图12示出PTU的实例。

[0181] 参照图12,PTU 1200包括谐振器1210、匹配网络1220、PA 1230、功率提供单元1240、以及控制和通信单元1250。

[0182] 谐振器1210与另一个PTU或PRU的谐振器生成磁场耦合。

[0183] 匹配网络1220补偿了PTU 1200与另一个PTU或PRU之间的阻抗失配以便在控制和通信单元1250的控制下实现最佳匹配。

[0184] PA 1230通过在控制和通信单元1250的控制下将具有预先确定电平的DC电压转换成AC电压而生成功率。

[0185] 功率提供单元1240在控制和通信单元1250的控制下向PA 1230提供功率。

[0186] 控制和通信单元1250包括干扰环境确定器1260和通信参数控制器1270。干扰环境确定器1260确定PTU 1200是否处于其中可能发生由邻近PTU生成的干扰的干扰环境中。当干扰环境确定器确定PTU1200处于干扰环境中时,通信参数控制器1270控制邻近PTU和PRU中的任意一个或两个的通信参数。

[0187] 关于图1至图11所提供的描述可应用于图12的PTU 1200,并且因此为简洁起见将省略重复的描述。

[0188] 以上所述的图1中的Tx控制器114、通信单元115和124、和Rx控制器125以及图12中的控制和通信单元1250、干扰环境确定器1260、和通信参数控制器1270可以使用一个或多个硬件组件、一个或多个软件组件、或一个或多个硬件组件和一个或多个软件组件的组合

来实施。

[0189] 硬件组件可以是例如物理地执行一个或多个操作的物理装置,但不限于此。硬件组件的实例包括电阻器、电容器、电感器、功率源、频率发生器、运算放大器、功率放大器、低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器、模数转换器、数模转换器以及处理装置。

[0190] 软件组件可以例如由受软件或指令控制以执行一个或多个操作的处理装置来实施,但不限于此。计算机、控制器或其他控制装置可致使处理装置运行软件或执行指令。一个软件组件可以由一个处理装置实施,或者两个或更多个软件组件可以由一个处理装置实施,或者一个软件组件可以由两个或更多个处理装置实施,或者两个或更多个软件组件可以由两个或更多个处理装置实施。

[0191] 处理装置可以使用一个或多个通用或专用计算机实施,例如像,处理器、控制器和算术逻辑单元、数字信号处理器、微型计算机、现场可编程阵列、可编程逻辑单元、微处理器、或能够运行作软件或执行指令的任意其他装置。处理装置可运行操作系统(OS),并且可操作在OS下运行的一个或多个软件应用程序。在运行软件或执行指令时,处理装置可访问、存储、操纵、处理和创建数据。为简单起见,在说明书中可使用单数术语“处理装置”,但本领域的普通技术人员将理解,处理装置可包括多个处理元件和多种类型的处理元件。例如,处理装置可包括一个或多个处理器,或一个或多个处理器和一个或多个控制器。此外,可能有不同的处理配置,诸如并行处理器或多核处理器。

[0192] 被配置成实施软件组件以执行操作A的处理装置可包括以下处理器:该处理器被编程来运行软件或执行指令以便控制处理器执行操作A。此外,被配置成实施软件组件以执行操作A、操作B和操作C的处理装置可具有以下各种配置:例如像,被配置成实施软件组件以执行操作A、B和C的处理器;被配置成实施软件组件以执行操作A的第一处理器、和被配置成实施软件组件以执行操作B和C的第二处理器;被配置成实施软件组件以执行操作A和B的第一处理器、和被配置成实施软件组件以执行操作C的第二处理器;被配置成实施软件组件以执行操作A的第一处理器、被配置成实施软件组件以执行操作B的第二处理器、以及被配置成实施软件组件以执行操作C的第三处理器;被配置成实施软件组件以执行操作A、B和C的第一处理器;以及被配置成实施软件组件以执行操作A、B和C的第二处理器;或者各自实施操作A、B和C中的一个或多个的一个或多个处理器的任意其他配置。尽管这些实例参考三个操作A、B、C,但可以实施的操作的数目并不限于三个,而可以是实现期望结果或执行期望任务所需的任意数目的操作。

[0193] 用于控制处理装置来实施软件组件的软件或指令可包括计算机程序、代码段、指令或它们的某种组合,以用于独立地或共同地指示或配置处理装置来执行一个或多个期望的操作。软件或指令可包括可由处理装置直接执行的机器代码,诸如由编译程序生成的机器代码、和/或可由处理装置使用解释程序来执行的更高级代码。软件或指令以及任意相关联的数据、数据文件和数据结构可永久地或暂时地体现在任意类型的机器、组件、物理或虚拟设备、计算机存储介质或装置、或能够将指令或数据提供给处理装置或能够由处理装置解译的传播信号波中。软件或指令以及任意相关联的数据、数据文件和数据结构也可分布在网络耦合的计算机系统中,以使得软件或指令以及任意相关联的数据、数据文件和数据结构以分布式方式存储和执行。

[0194] 例如,软件或指令以及任意相关联的数据、数据文件和数据结构可记录、存储或固

定在一个或多个非瞬时性计算机可读存储介质中。非瞬时性计算机可读存储介质可以是能够存储软件或指令以及任意相关联的数据、数据文件和数据结构以使得它们能够被计算机系统或处理装置读取的任意数据存储装置。非瞬时性计算机可读存储介质的实例包括只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、快闪存储器、CD-ROM、CD-R、CD+R、CD-RW、CD+RW、DVD-ROM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW、DVD-RAM、BD-ROM、BD-R、BD-R LTH、BD-RE、磁带、软盘、磁光数据存储装置、光学数据存储装置、硬盘、固态硬盘、或本领域的普通技术人员已知的任意其他非瞬时性计算机可读存储介质。

[0195] 基于如本文提供的附图及其对应描述,实例相关领域的程序员可易于创建用于实施本文所公开的实例的功能性程序、代码和代码段。

[0196] 尽管本公开包括具体实例,但对于本领域的普通技术人员将显而易见的是,在不脱离权利要求书及其等效物的精神和范围的情况下,可以对这些实例做出形式和细节上的各种改变。如果该技术以不同的次序执行,和/或如果该系统、架构、装置或电路中的组件以不同的方式组合和/或由其他组件或其等效物替代或补充,那么可以实现合适的结果。因此,本公开的范围并不是由具体实施方式限定,而是由权利要求书及其等效物限定,并且权利要求书及其等效物范围内的所有变化均应解释为包括在本公开中。

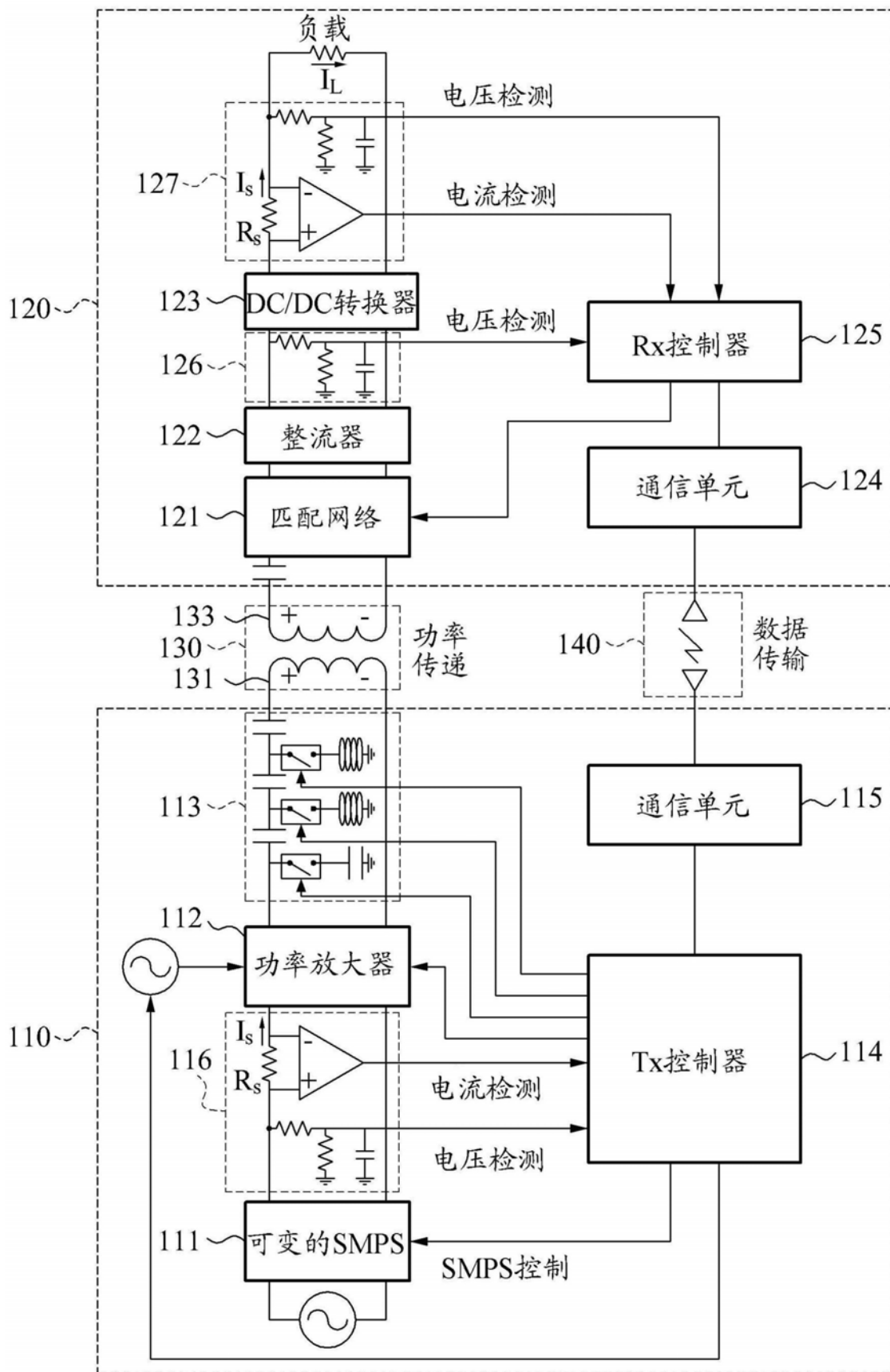


图1

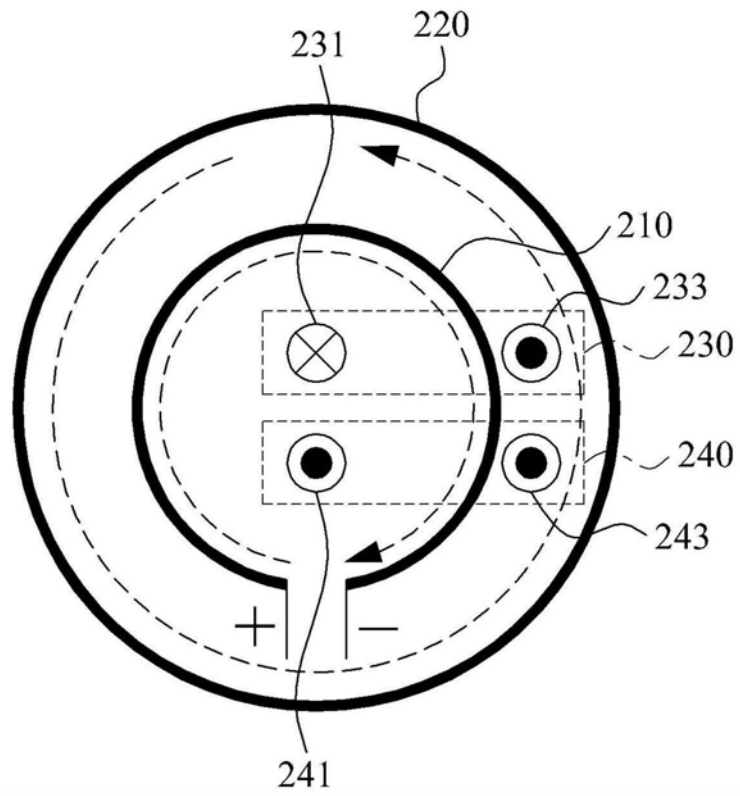


图2a

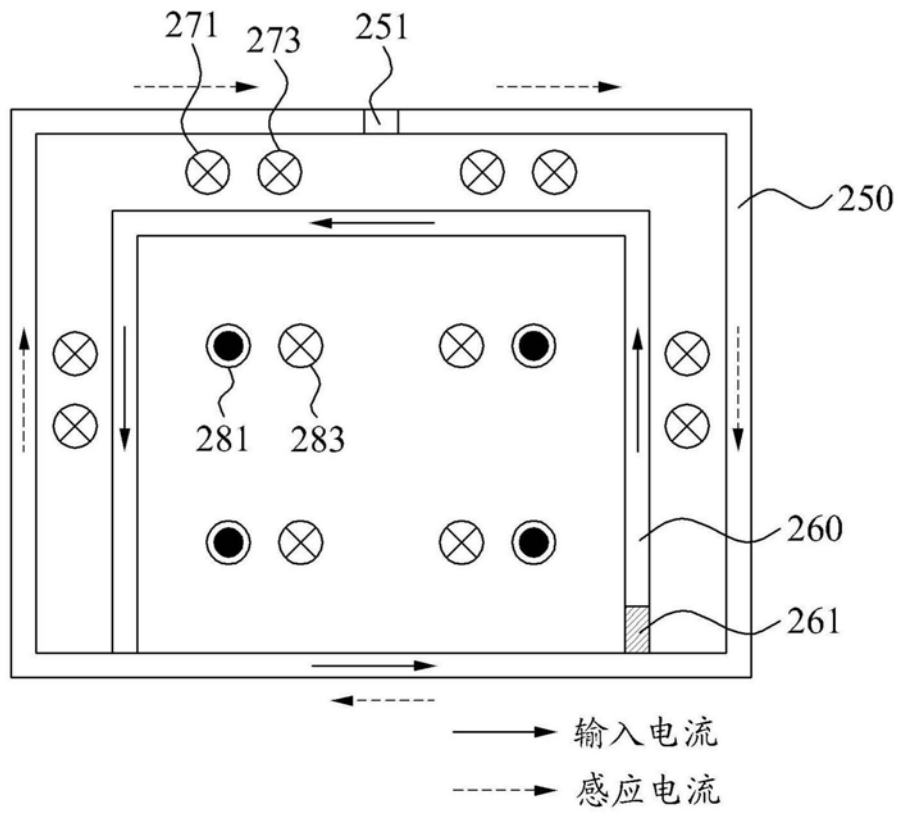


图2b

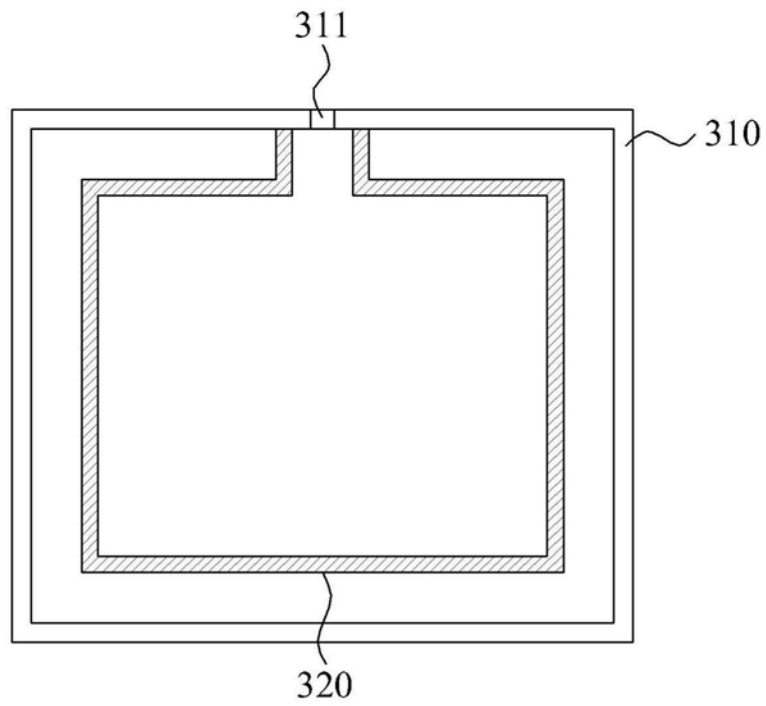


图3a

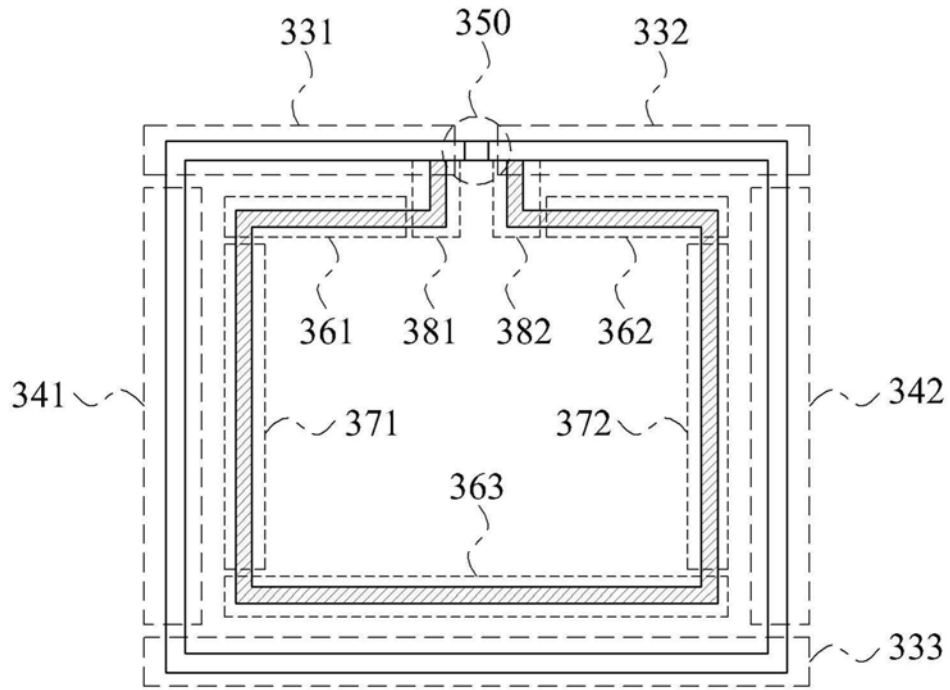


图3b

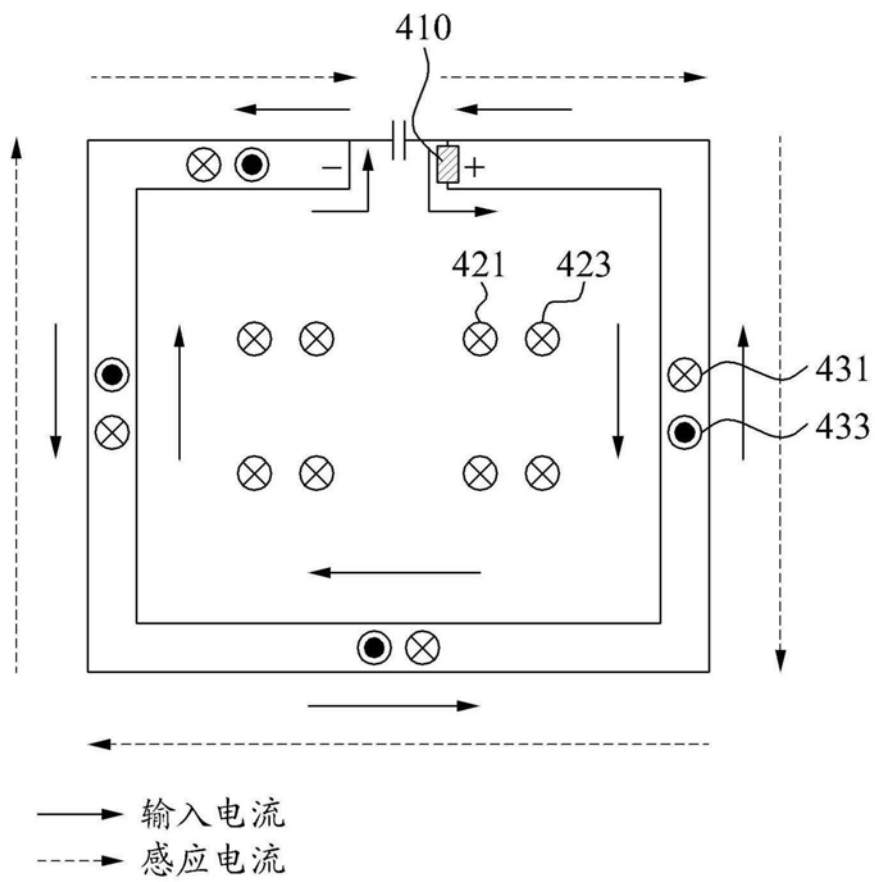


图4a

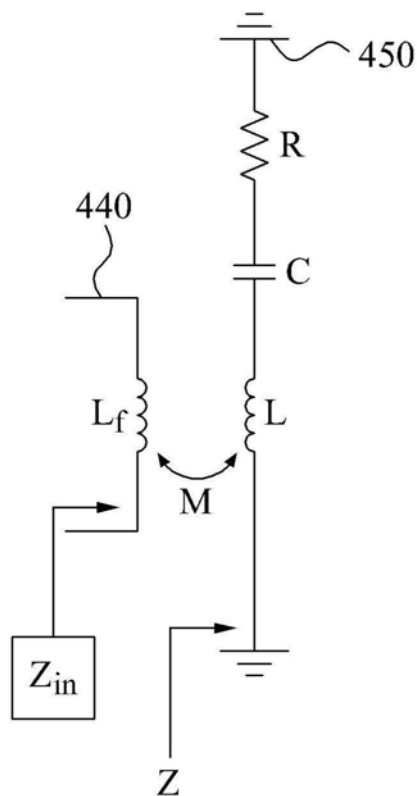


图4b

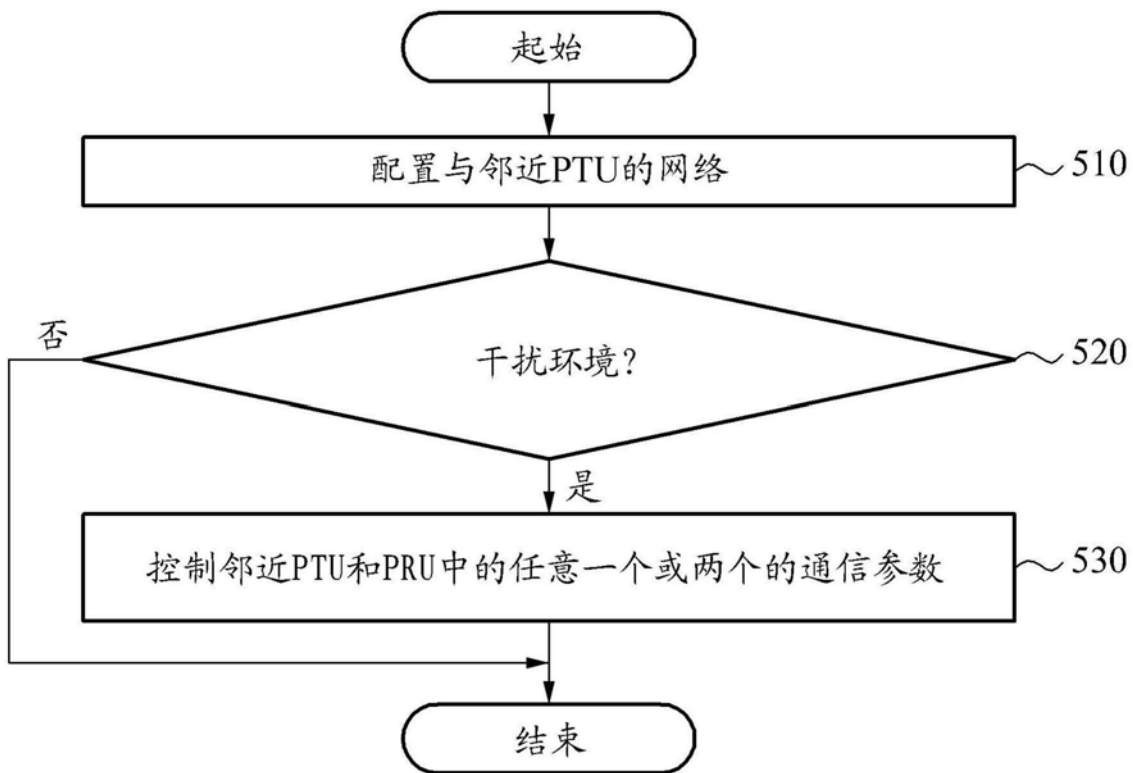


图5

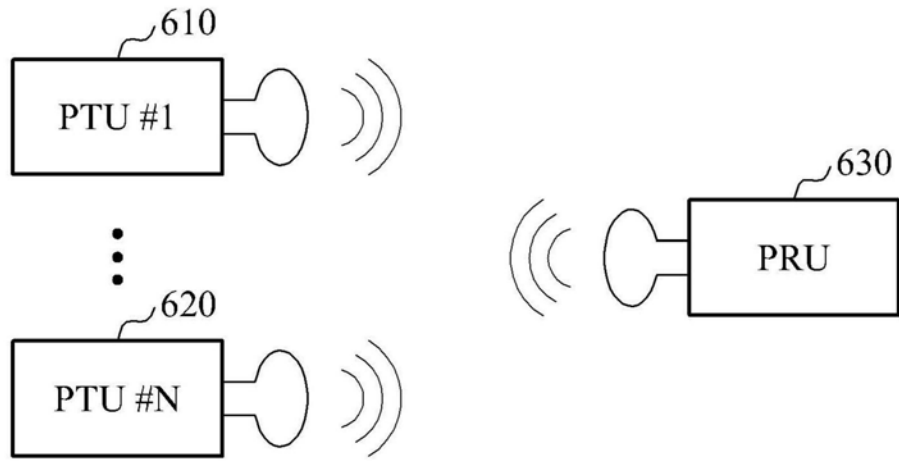


图6a

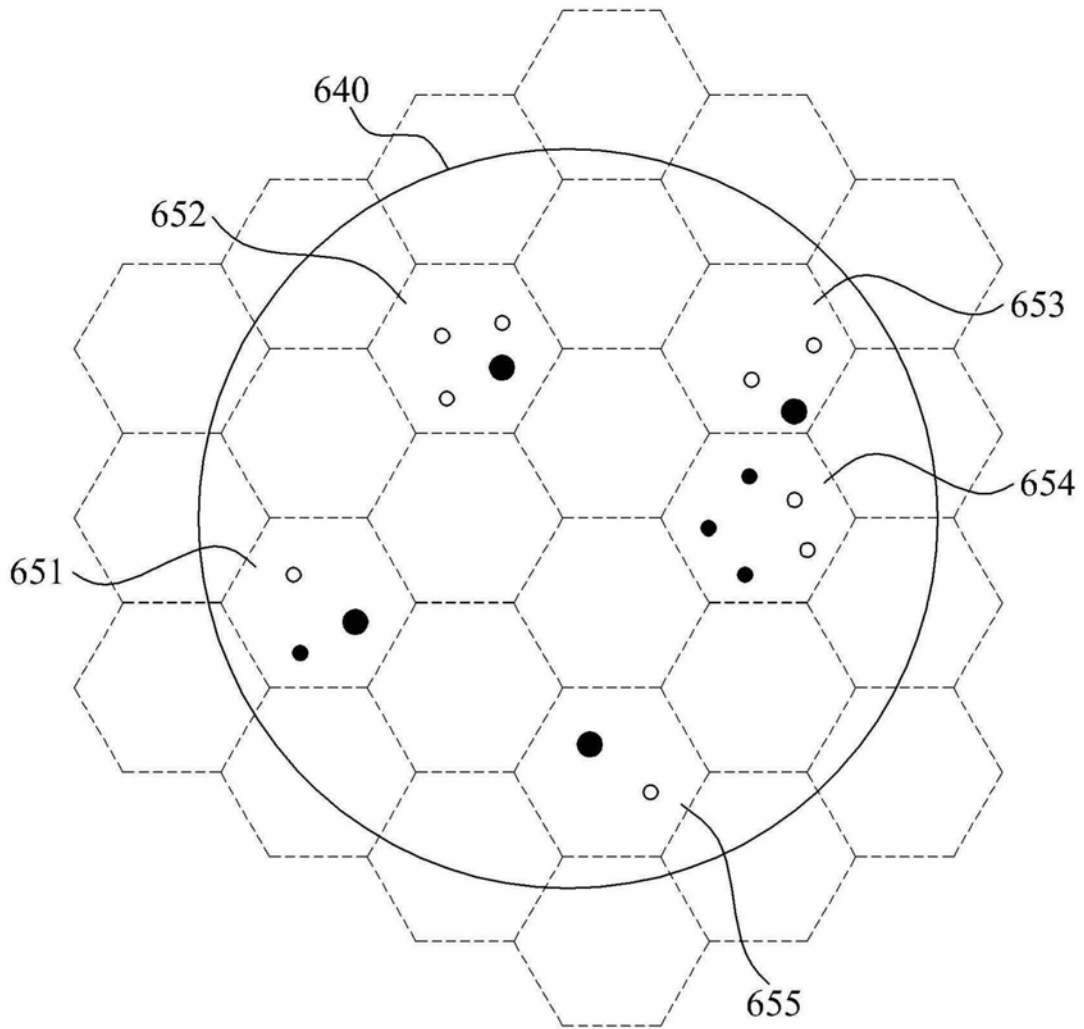


图6b

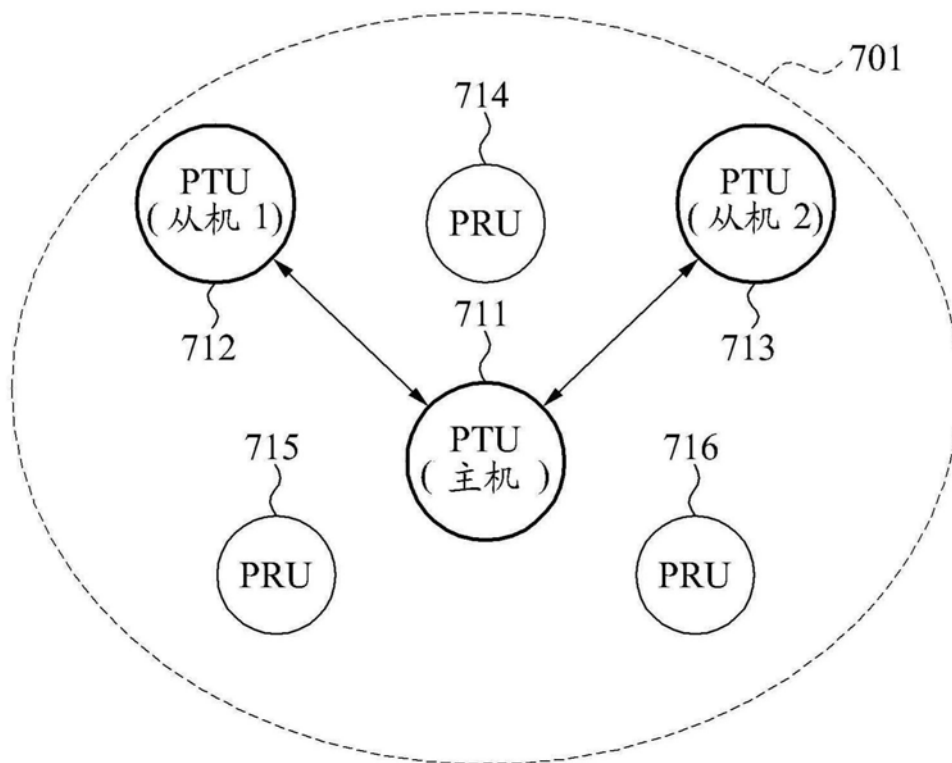


图7a

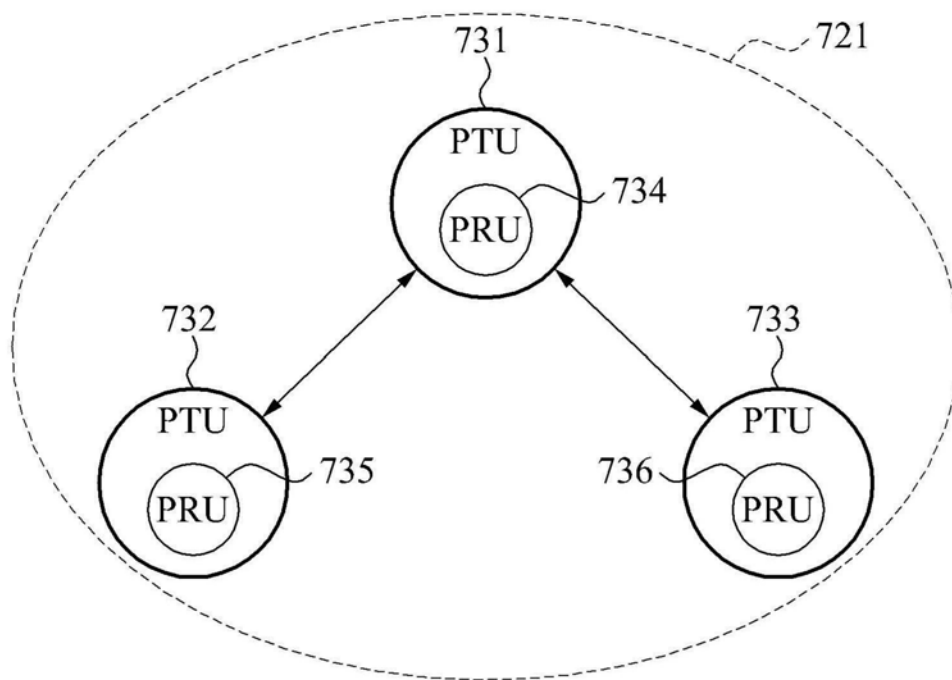


图7b

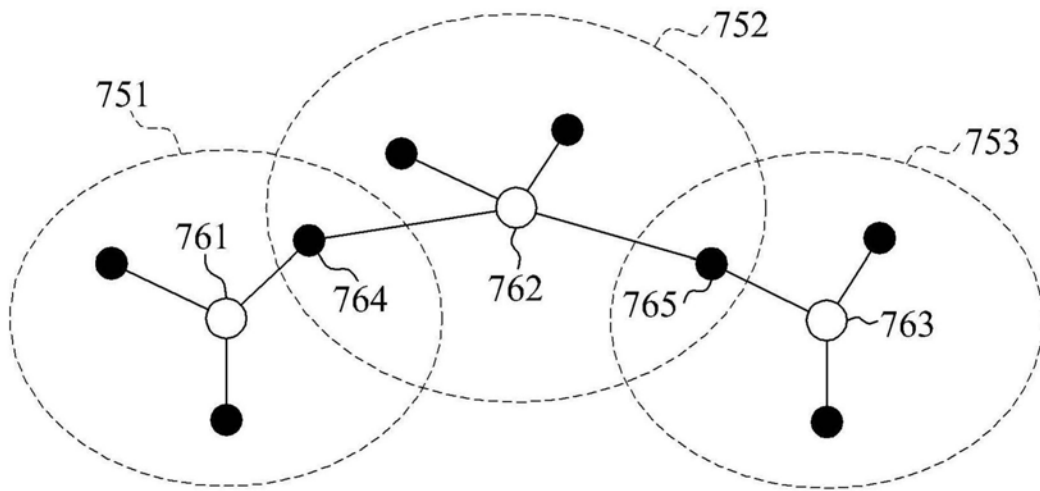


图7c

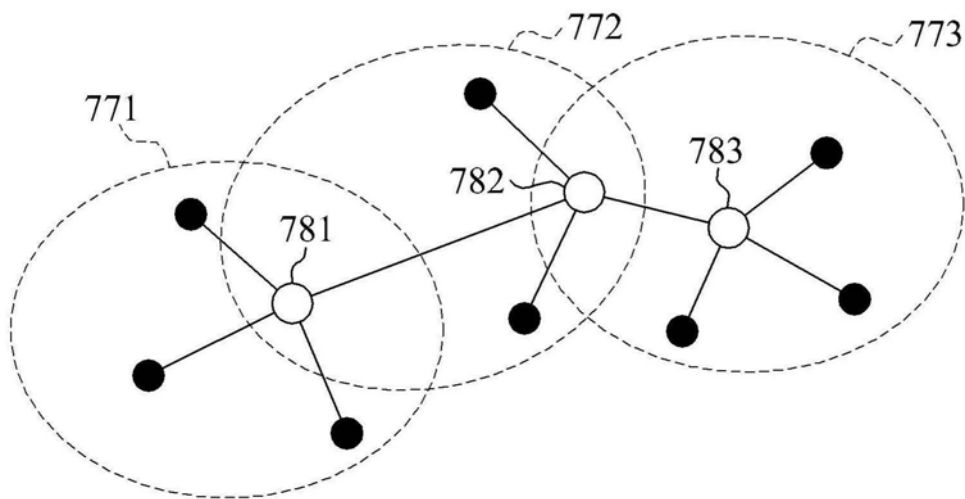


图7d

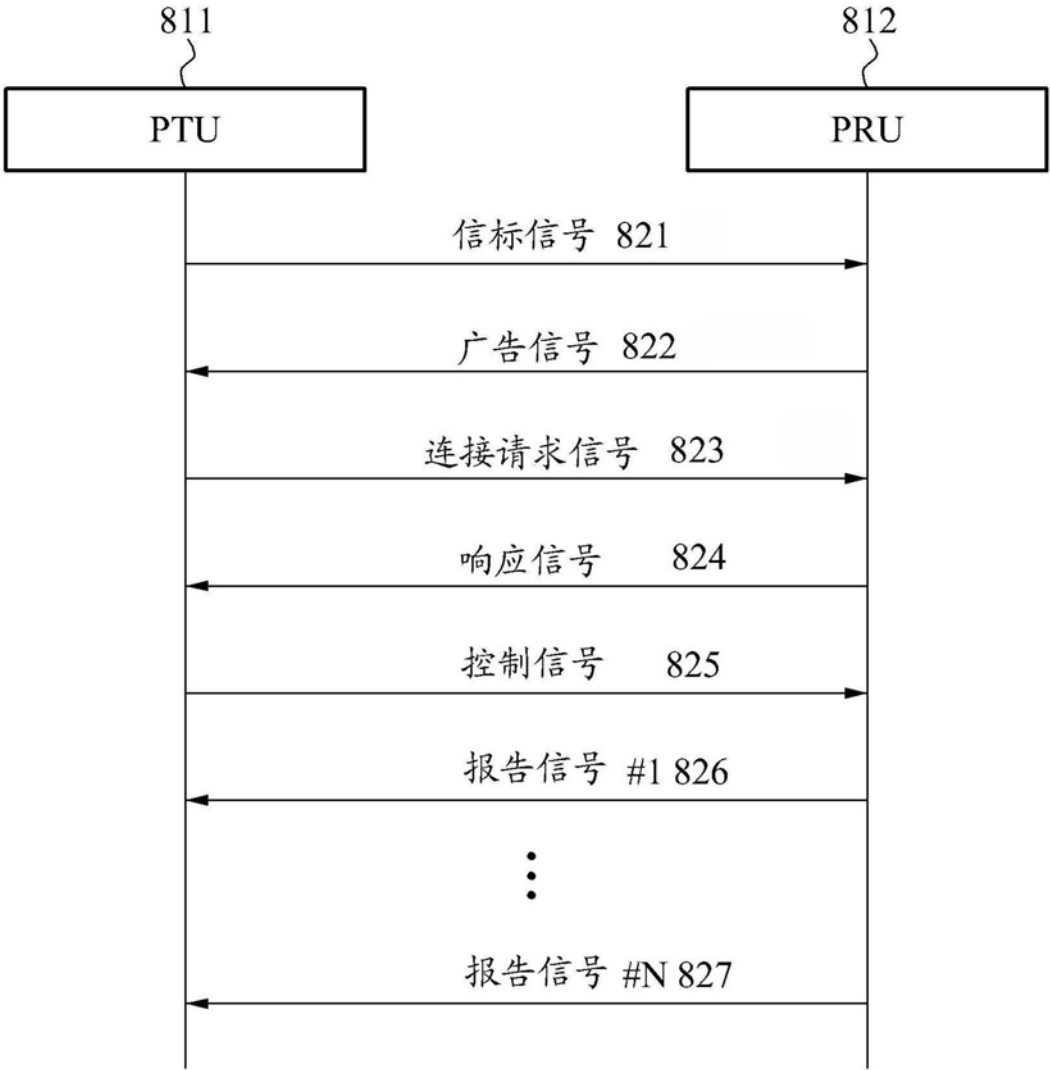


图8a

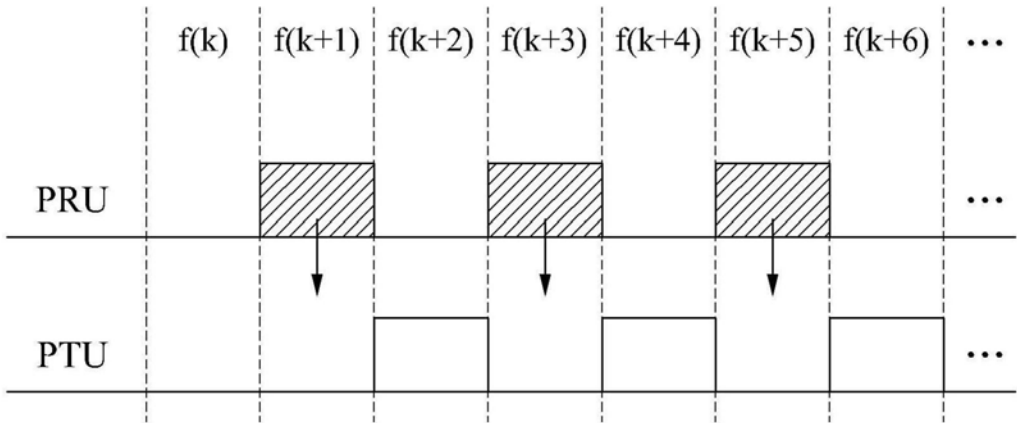


图8b

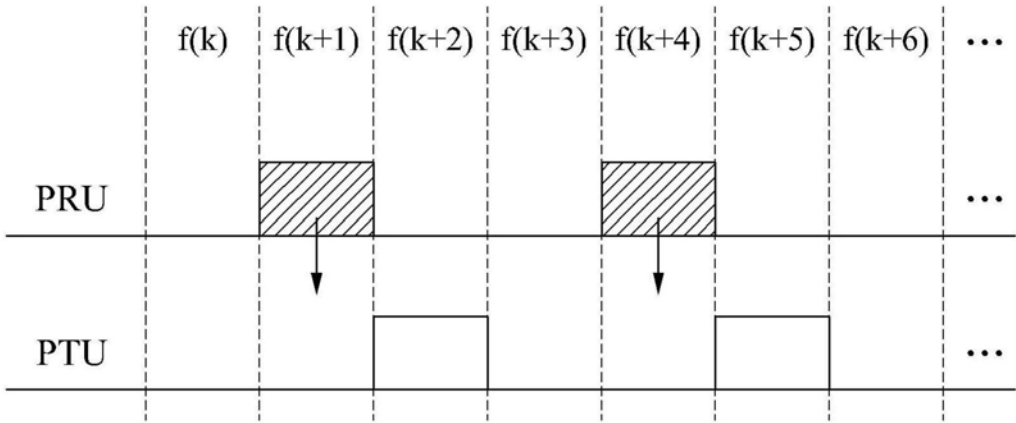


图8c

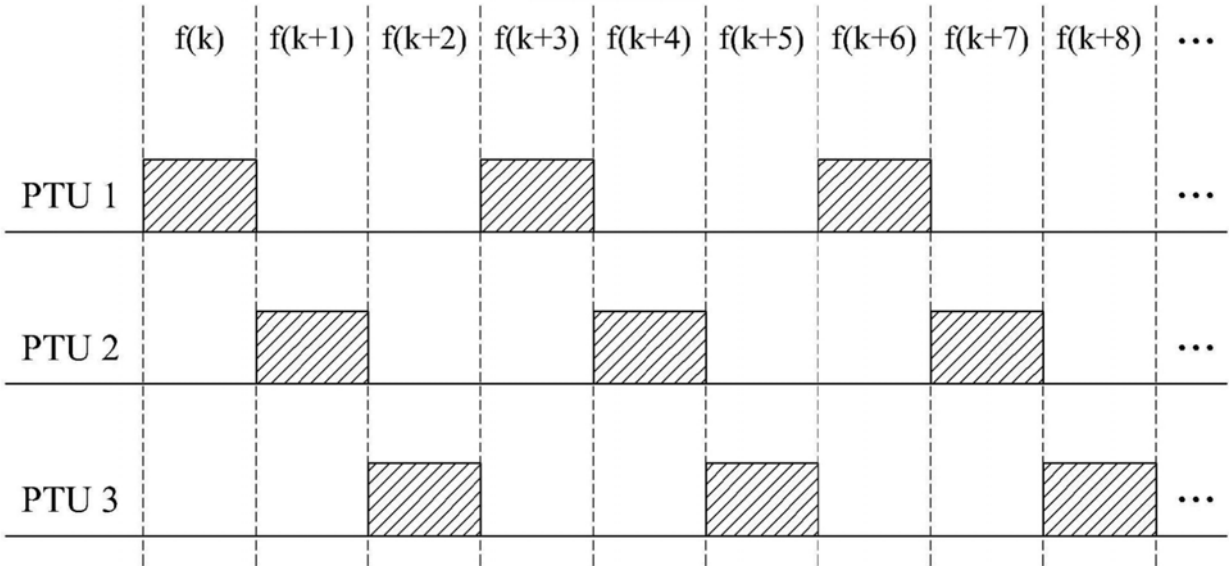


图9a

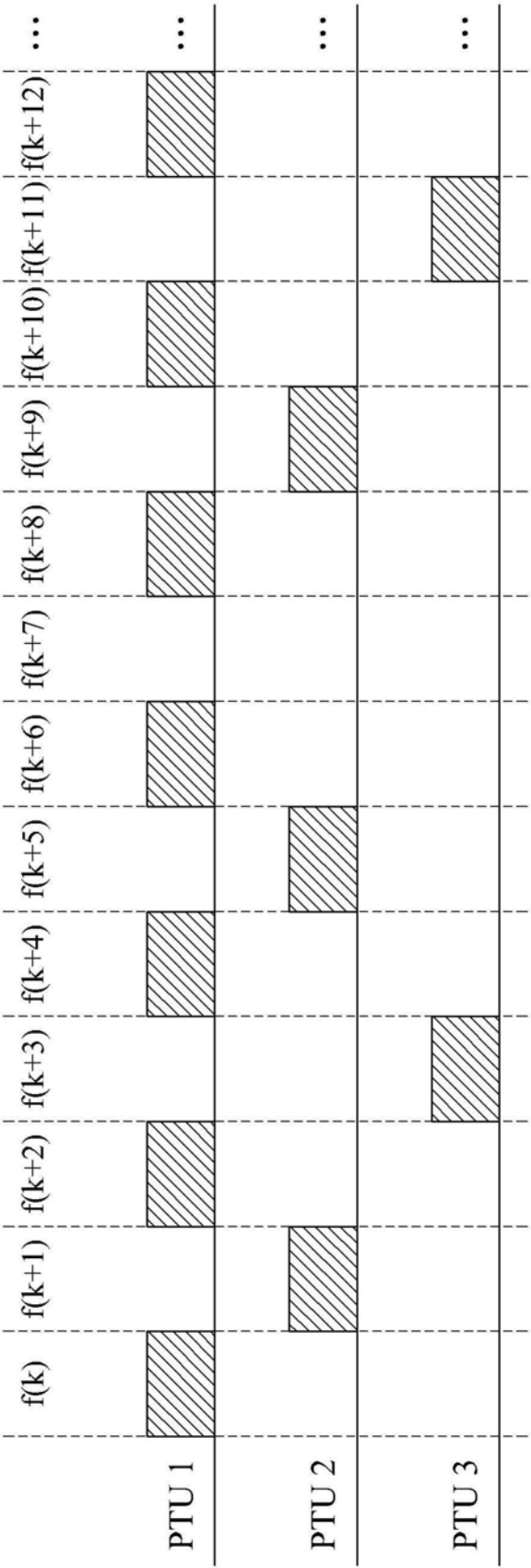


图9b

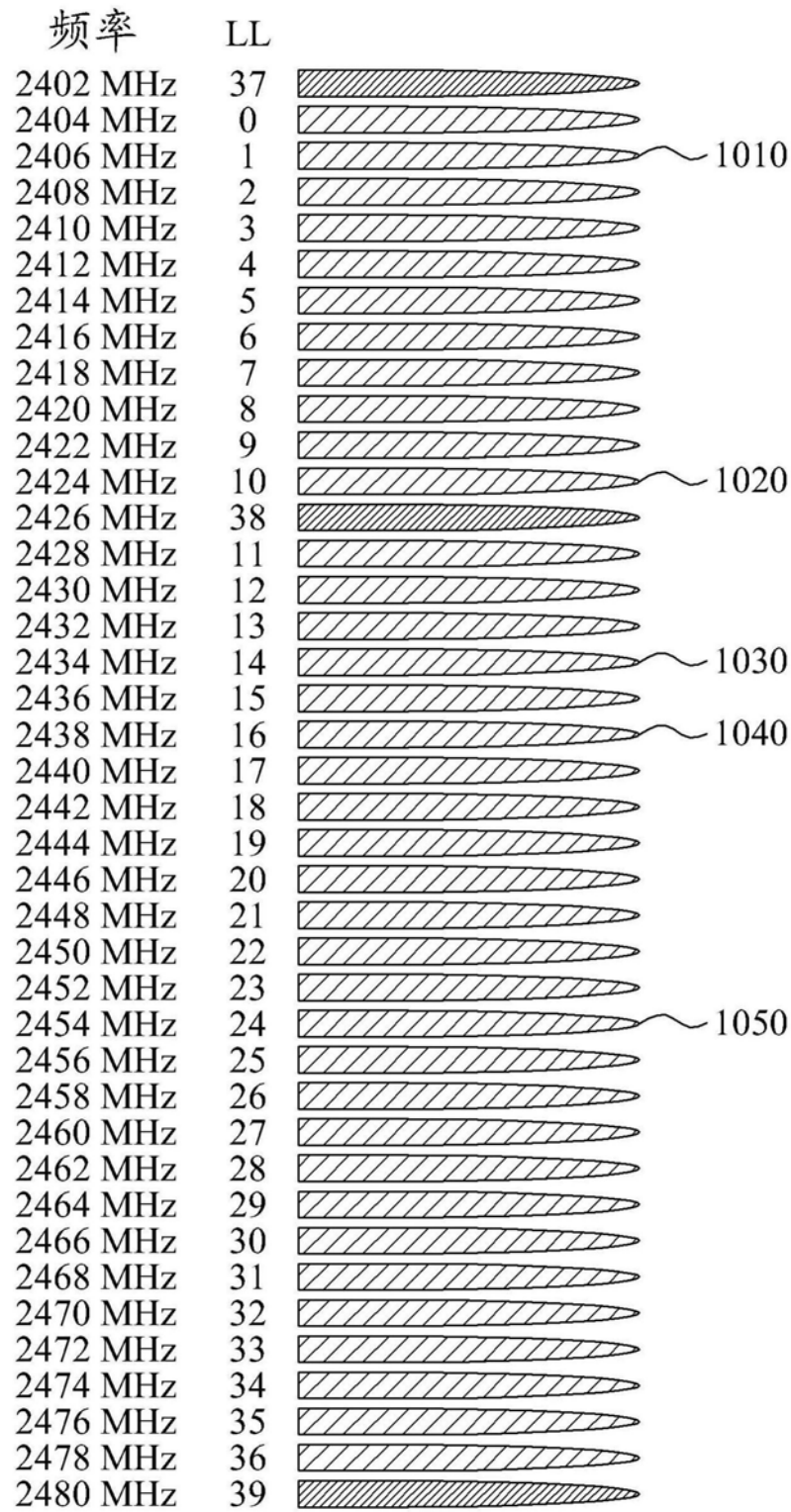


图10

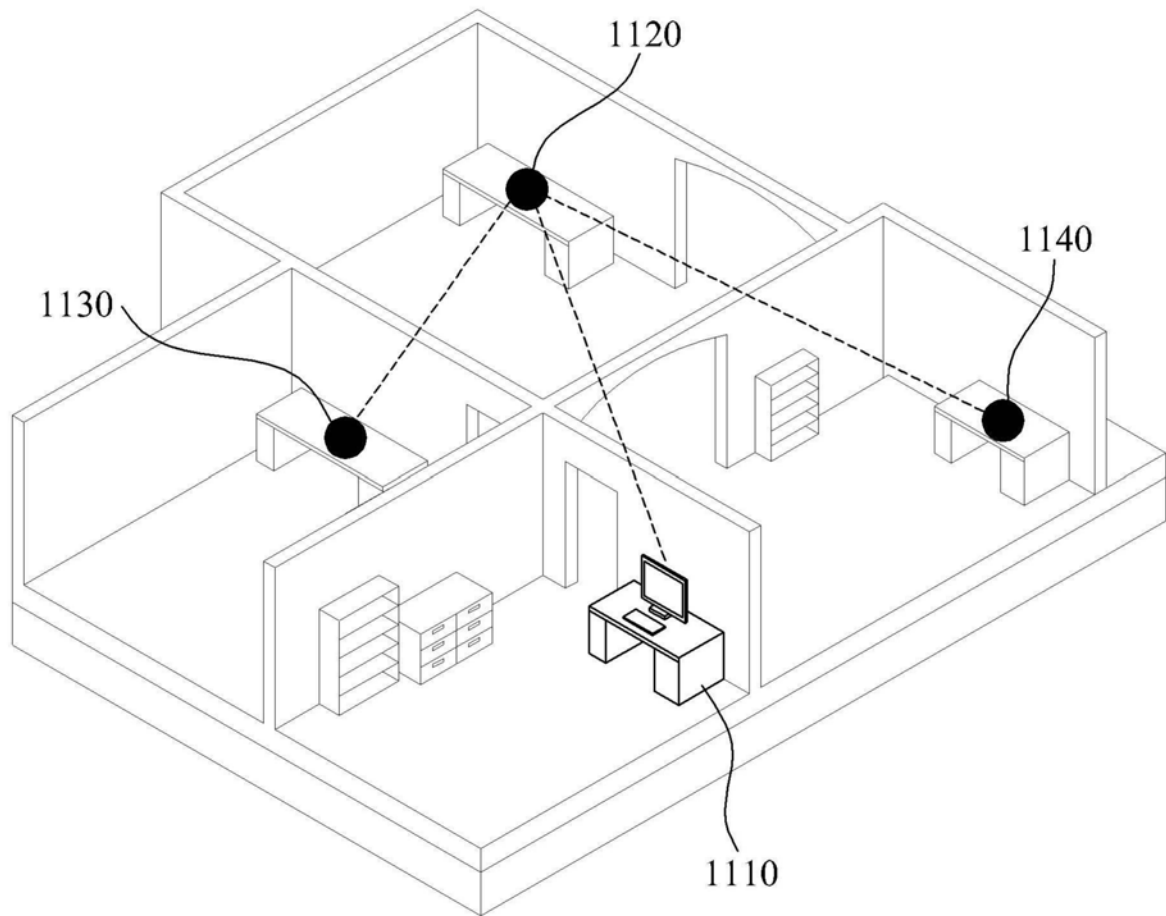


图11

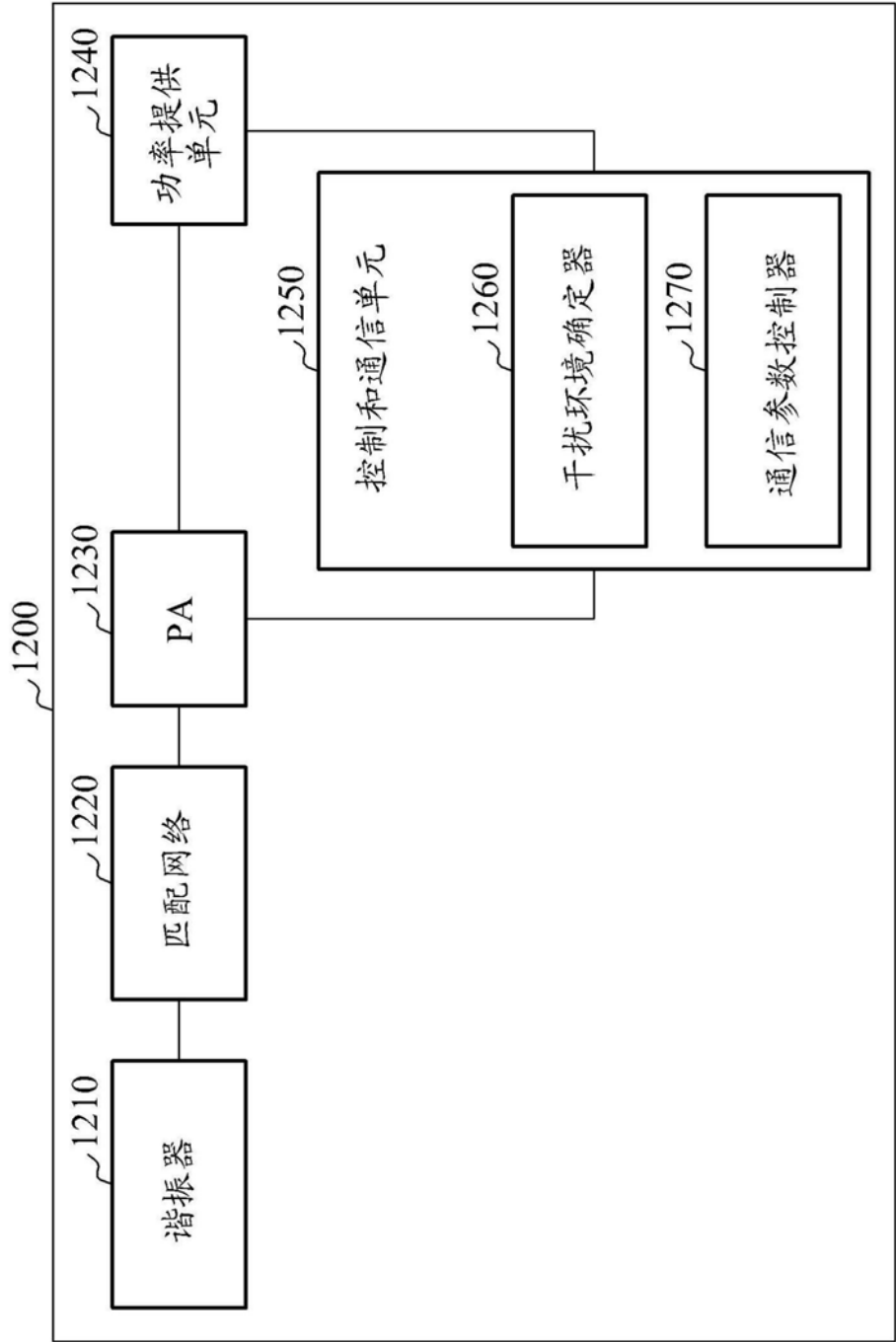


图12