



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107925270 B

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 201680046779.8

C·龚 W·H·冯诺瓦克三世

(22) 申请日 2016.07.12

M·D·怀特二世

(65) 同一申请的已公布的文献号

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

申请公布号 CN 107925270 A

代理人 王茂华

(43) 申请公布日 2018.04.17

(51) Int.CI.

(30) 优先权数据

H02J 50/12 (2006.01)

62/203,277 2015.08.10 US

H02J 50/80 (2006.01)

15/081,088 2016.03.25 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2018.02.08

CN 104396121 A, 2015.03.04

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2012149307 A1, 2012.06.14

PCT/US2016/041922 2016.07.12

CN 103283120 A, 2013.09.04

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2012299540 A1, 2012.11.29

W02017/027150 EN 2017.02.16

CN 104471834 A, 2015.03.25

(73) 专利权人 高通股份有限公司

CN 104242478 A, 2014.12.24

地址 美国加利福尼亚州

US 2008296978 A1, 2008.12.04

(72) 发明人 S·A·谢维德 J·N·马洛夫

CN 104428972 A, 2015.03.18

审查员 李小婉

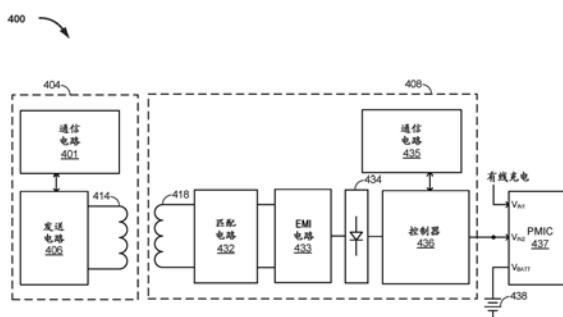
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于在无线充电应用中改变无线功率接收器的无线充电类别的方法和装置

(57) 摘要

提供了用于接收无线功率的设备。设备包括被配置为发送与设备相关联的第一无线充电类别的第一指示的通信电路。通信电路还被配置为接收功率发送单元(PTU)的无线充电等级的指示。通信电路还被配置为基于与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的PTU的无线充电等级来发送与设备相关联的第二无线充电类别的第二指示。设备还包括耦合器，耦合器被配置为接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平。较高的无线充电类别表示接收比第一无线充电类别更大量的无线功率的能力。



1. 一种用于接收无线功率的装置,所述装置包括:
通信电路,被配置为:
发送与所述装置相关联的第一无线充电类别的第一指示,
接收功率发送单元PTU的无线充电等级的指示,
将与所述第一无线充电类别相关联的功率与与所述PTU的所述无线充电等级相关联的另一功率进行比较,
基于所述比较,确定所述PTU的所述无线充电等级是否与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容,以及
基于所述PTU的所述无线充电等级与所述更高的无线充电类别兼容的所述确定,发送与所述装置相关联的第二无线充电类别的第二指示;以及
耦合器,被配置为接收对应于所述第二无线充电类别的无线功率电平。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述第一无线充电类别与比所述装置被配置接收的最大无线功率量小的无线功率量相关联。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述更高的无线充电类别指示接收比与所述第一无线充电类别相关联的无线功率量更大的无线功率量的能力。
4. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括处理器,所述处理器被配置为响应于所述通信电路从所述PTU接收到第一无线通信连接请求来经由所述通信电路与所述PTU建立第一无线通信连接。
5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述处理器被配置为基于所述PTU的所述无线充电等级与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容而取消所述第一无线通信连接。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中所述通信电路进一步被配置为接收所述PTU的标识符,并且所述耦合器被配置为基于所述PTU的所述标识符与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联来接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平。
7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述耦合器被配置为以多个递增步长从接收对应于所述第一无线充电类别的无线功率电平转变为接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平。
8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述通信电路还被配置为:
在所述耦合器接收对应于所述第二无线充电类别的无线功率电平之前,发送与所述装置相关联的所述第二无线充电类别的所述第二指示。
9. 根据权利要求1所述的装置,其中所述通信电路还被配置为:
接收所述PTU的标识符;以及
基于所述PTU的所述标识符,发送与所述装置相关联的所述第二无线充电类别的所述第二指示。
10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述通信电路还被配置为:
基于所述PTU的所述标识符,确定所述PTU的所述标识符是否与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联;以及
基于包括所述PTU的所述标识符的所述确定,发送与所述装置相关联的所述第二无线充电类别的所述第二指示。
11. 一种用于接收无线功率的方法,所述方法包括:

发送与装置相关联的第一无线充电类别的第一指示；

接收功率发送单元PTU的无线充电等级的指示；

将与所述第一无线充电类别相关联的功率与与所述PTU的所述无线充电等级相关联的另一功率进行比较；

基于所述比较，确定所述PTU的所述无线充电等级是否与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容；

基于所述PTU的所述无线充电等级与所述更高的无线充电类别兼容的所述确定，发送与所述装置相关联的第二无线充电类别的第二指示；以及

接收对应于所述第二无线充电类别的无线功率电平。

12. 根据权利要求11所述的方法，其中所述第一无线充电类别与比所述装置被配置接收的最大无线功率量小的无线功率量相关联。

13. 根据权利要求11所述的方法，其中所述更高的无线充电类别指示接收比与所述第一无线充电类别相关联的无线功率量更大的无线功率量的能力。

14. 根据权利要求11所述的方法，还包括：响应于从所述PTU接收到第一无线通信连接请求来与所述PTU建立第一无线通信连接。

15. 根据权利要求14所述的方法，还包括基于所述PTU的所述无线充电等级与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容而取消所述第一无线通信连接。

16. 根据权利要求11所述的方法，还包括接收所述PTU的标识符，其中接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平是基于所述PTU的所述标识符与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联的。

17. 根据权利要求16所述的方法，还包括以多个递增步长从接收对应于所述第一无线充电类别的无线功率电平转变为接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平。

18. 一种包括代码的非暂时性计算机可读介质，其特征在于，所述代码在被执行时使得用于接收无线功率的装置：

发送与所述装置相关联的第一无线充电类别的第一指示；

接收功率发送单元PTU的无线充电等级的指示；

将与所述第一无线充电类别相关联的功率与与所述PTU的所述无线充电等级相关联的另一功率进行比较；

基于所述比较，确定所述PTU的所述无线充电等级是否与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容；

基于所述PTU的所述无线充电等级与所述更高的无线充电类别兼容的所述确定，发送与所述装置相关联的第二无线充电类别的第二指示；以及

接收对应于所述第二无线充电类别的无线功率电平。

19. 根据权利要求18所述的介质，其中所述第一无线充电类别与比所述装置被配置接收的最大无线功率量小的无线功率量相关联。

20. 根据权利要求18所述的介质，其中所述代码在被执行时还使得所述装置响应于从所述PTU接收到第一无线通信连接请求来与所述PTU建立第一无线通信连接；以及

基于所述PTU的所述无线充电等级与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容而取消所述第一无线通信连接。

21. 根据权利要求18所述的介质，其中所述代码在被执行时还使得所述装置接收所述PTU的标识符，其中接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平是基于所述PTU的所述标识符与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联的。

22. 根据权利要求21所述的介质，其中所述代码在被执行时还使得所述装置以多个递增步长从接收对应于所述第一无线充电类别的无线功率电平转变为接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平。

23. 一种用于接收无线功率的装置，所述装置包括：

用于发送与所述装置相关联的第一无线充电类别的第一指示的部件；

用于接收功率发送单元PTU的无线充电等级的指示的部件；

用于将与所述第一无线充电类别相关联的功率与与所述PTU的所述无线充电等级相关联的另一功率进行比较的部件；

用于基于所述比较来确定所述PTU的所述无线充电等级是否与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的部件；

用于基于所述PTU的所述无线充电等级与所述更高的无线充电类别兼容的所述确定来发送与所述装置相关联的第二无线充电类别的第二指示的部件；以及

用于接收对应于所述第二无线充电类别的无线功率电平的部件。

24. 根据权利要求23所述的装置，进一步包括：

用于响应于用于接收所述PTU的所述无线充电等级的指示的部件从所述PTU接收到第一无线通信连接请求来与所述PTU建立第一无线通信连接的部件；以及

用于基于所述PTU的所述无线充电等级与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容而取消所述第一无线通信连接的部件。

25. 根据权利要求23所述的装置，进一步包括用于接收所述PTU的标识符的部件，其中用于接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平的部件被配置为基于所述PTU的所述标识符与比所述第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联来接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平；以及

用于以多个递增步长从接收对应于所述第一无线充电类别的无线功率电平转变为接收对应于所述第二无线充电类别的所述无线功率电平的部件。

用于在无线充电应用中改变无线功率接收器的无线充电类别 的方法和装置

技术领域

[0001] 本申请整体涉及无线功率传递，并且更具体地涉及用于在无线充电应用中改变无线功率接收器的无线充电类别的方法和装置。

背景技术

[0002] 在无线充电中，无线功率发送器通过驱动交流电流通过线圈来生成时变磁场。无线功率接收器可以被配置为通过时变磁场以在无线功率接收器的线圈中感应的时变电压的形式从时变磁场接收能量。随着无线充电技术的不断推进，无线功率发送器和无线功率接收器已经开始彼此通信，为了建立、协商及中断充电会话来提高无线充电时间和效率。因此，期望用于在无线充电应用中改变无线功率接收器的无线充电类别的方法和装置。

发明内容

[0003] 根据一些实现，提供了用于接收无线功率的装置。装置包括通信电路，被配置为发送与装置相关联的第一无线充电类别的第一指示。通信电路还被配置为接收功率发送单元(PTU)的无线充电等级的指示。通信电路还被配置为基于与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的PTU的无线充电等级来发送与装置相关联的第二无线充电类别的第二指示。设备还包括耦合器，被配置为接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平。

[0004] 在一些其他实现中，提供了用于接收无线功率的方法。方法包括发送与装置相关联的第一无线充电类别的第一指示。方法包括接收功率发送单元(PTU)的无线充电等级的指示。方法包括基于与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的PTU的无线充电等级来发送与装置相关联的第二无线充电类别的第二指示。方法包括接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平。

[0005] 在其他实现中，提供了包括代码的非暂时性计算机可读介质。代码在被执行时使得装置发送与装置相关联的第一无线充电类别的第一指示。代码在被执行时使得设备接收功率发送单元(PTU)的无线充电等级的指示。代码在被执行时使得装置基于与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的PTU的无线充电等级来发送与装置相关联的第二无线充电类别的第二指示。代码在被执行时使得装置接收与第二无线充电类别对应的无线功率电平。

[0006] 在其他实现中，提供了用于接收无线功率的设备。装置包括用于发送与设备相关联的第一无线充电类别的第一指示的部件。装置包括用于接收功率发送单元(PTU)的无线充电等级的指示的部件。装置包括用于基于与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容的PTU的无线充电等级来发送与设备相关联的第二无线充电类别的第二指示的部件。装置包括用于接收与第二无线充电类别相对应的无线功率电平的部件。

附图说明

- [0007] 图1是根据一些实现的无线功传递系统的功能框图。
- [0008] 图2是根据一些其他实现的无线功率传输系统的功能框图。
- [0009] 图3是根据一些实现的、图2的发送电路或接收电路的一部分的示意图，发送电路或接收电路包括发送耦合器或接收耦合器。
- [0010] 图4是根据一些实现的无线功率传输系统的另一功能框图。
- [0011] 图5是描绘根据一些实现的由PRU进行无线功率传输的方法的流程图。
- [0012] 图6是根据一些实现的在无线充电时在功率发送单元和功率接收单元之间交换的信号的呼叫流程图。
- [0013] 图7是描绘根据一些实现的用于由PRU进行无线功率传递的方法的另一流程图。
- [0014] 图8是根据一些实现的在无线充电时在功率发送单元与功率接收单元之间交换的信号的另一呼叫流程图。

具体实施方式

[0015] 在以下详细描述中，参考形成本公开的一部分的附图。在详细描述、附图和权利要求书中描述的示例性实现并不意味着限制。在不脱离本文呈现的主题的精神或范围的情况下，可以利用其他实现，并且可以做出其他改变。将容易理解，可以以各种各样的不同配置来布置、替换、组合并设计如本文一般地描述的以及在附图中示出的本公开的方面，所有这些都被明确认想并形成本公开的一部分。

[0016] 无线功率传递可以指代在不使用物理电导体的情况下将与电场、磁场、电磁场或其他方面相关联的任何形式的能量从发送器传递到接收器（例如，功率可以通过自由空间传递）。输出到无线场（例如，磁场或电磁场）的功率可以被“接收耦合器”接收、捕获或耦合来实现功率传递。

[0017] 本文所使用的术语仅用于描述特定实现的目的，而不旨在限制本公开。应理解，如果意图指定具体数量的权利要求元素，则将在权利要求中明确地记载这样的意图，并且在没有这样的记载的情况下，不存在这样的意图。例如，如本文所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式“一”、“一个”和“所述”旨在也包括复数形式。如本文所使用的，术语“和/或”包括相关联的所列项目中一个或多个的任何组合及所有组合。将进一步理解，当在本说明书中使用时，术语“包括”、“包括有”、“包含”以及“包含有”指定存在所陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件，但并不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其组合的存在或附加。诸如“至少一个”的表达当在元素列表之前时，修改整个元素列表并且不修改列表的单个元素。

[0018] 图1是根据一些示例性实现的无线功率传输系统100的功能框图。可以从电源（未示出）向发送器104提供输入功率102，以经由发送耦合器114生成无线场（例如，磁场或电磁场）105来执行能量传输。当接收器108位于由发送器104产生的无线场105中时，接收器108可以接收功率。无线场105对应于由发送器104输出的能量可以被接收器108捕获的区域。接收器108可以耦合到无线场105并且生成输出功率110，用于由耦合到输出功率110的器件（在图1中未示出）存储或消耗。发送器104和接收器108均被分开距离112。

[0019] 在一些实现中，经由由发送耦合器114生成的时变磁场感应地传输功率。可以根据

相互谐振关系来进一步配置发送器104和接收器108。当接收器108的谐振频率和发送器104的谐振频率基本相同或非常接近时，发送器104和接收器108之间的传输损耗最小。然而，即使当发送器104和接收器108之间的谐振不匹配时，也可以传输能量，但是可能降低效率。例如，当谐振不匹配时，效率可能会降低。通过将来自发送耦合器114的无线场105的能量耦合到驻留在无线场105附近的接收耦合器118来发生能量传输，而不是将来自发送耦合器114的能量传播到自由空间中。谐振感应耦合技术因此可以允许在各种距离以及利用各种电感耦合器配置来提高效率和功率传输。

[0020] 在一些实现中，无线场105对应于发送器104的“近场”。近场可以对应于由发送耦合器114中的电流和电荷产生强烈的无功场的区域，无功场从发送耦合器114最小化地辐射功率。近场可以对应于在发送耦合器114大约一个波长(或其一部分)内的区域。可以通过将无线场105中的大部分能量耦合到接收耦合器118来发生有效的能量传输，而不是将电磁波中的大部分能量传播到远场。当定位在无线场105内时，可以在发送耦合器114和接收耦合器118之间建立“耦合模式”。

[0021] 图2是根据一些其他示例性实现的无线功率传输系统200的功能框图。系统200可以是具有与图1的系统100类似的操作和功能的无线功率传输系统。然而，与图1相比，系统200提供了关于无线功率传输系统200的组件的附加细节。系统200包括发送器204和接收器208。发送器204包括发送电路206，发送电路206包括振荡器222、驱动器电路224以及滤波器和匹配电路226。振荡器222可以被配置为生成处于期望频率处的信号，期望频率响应于频率控制信号223而被调整。振荡器222将振荡器信号提供给驱动器电路224。驱动器电路224可以被配置为基于输入电压信号(V_D)225以发送耦合器214的谐振频率驱动发送耦合器214。

[0022] 滤波器和匹配电路226滤除谐波或其他不需要的频率，并将发送电路206的阻抗匹配到发送耦合器214。作为驱动发送耦合器214的结果，发送耦合器214生成无线场205，以足以为电池236充电的电平无线地输出功率。

[0023] 接收器208包括接收电路210，接收电路210包括匹配电路232和整流器电路234。匹配电路232可以将接收电路210的阻抗匹配到接收耦合器218的阻抗。整流器电路234可以从交流(AC)功率输入生成直流(DC)功率输出来为电池236充电。接收器208和发送器204可以附加地在单独的通信信道219(例如，蓝牙、Zigbee、蜂窝等)上进行通信。接收器208和发送器204可以备选地使用无线场205的特性经由带内信令进行通信。在一些实现中，接收器208可以被配置为确定由发送器204发送并由接收器208接收的功率量是否适合于对电池236进行充电。

[0024] 图3是根据一些示例性实现的图2的发送电路206或接收电路210的一部分的示意图。如图3所示，发送或接收电路350可以包括耦合器352。耦合器352也可以被称为或被配置为“导体环路”、线圈、电感器、天线或“磁”耦合器。术语“耦合器”通常指代可以无线地输出或接收能量用于耦合到另一“耦合器”的组件。

[0025] 环路或磁耦合器的谐振频率是基于环路或磁耦合器的电感和电容的。电感可以简单地是由耦合器352创建的电感，而电容可以经由电容器(或者耦合器352的自电容)被添加，来在期望的谐振频率处创建谐振结构。作为一个非限制性示例，电容器354和电容器356可以被添加到发送或接收电路350来创建谐振电路，该谐振电路选择处于谐振频率的信号

358。对于使用呈现较大电感的大直径耦合器的较大尺寸耦合器,产生谐振所需的电容值可能较低。而且,随着耦合器的尺寸增加,耦合效率可能增加。如果发送和接收耦合器二者的尺寸增加,该情况通常为真。对于发送耦合器,具有基本上对应于耦合器352的谐振频率的频率的信号358可以是到耦合器352的输入。

[0026] 在一些实现中,无线功率发送器被配置为基于发送器的等级来提供有限量的功率,以努力将充电发送器与接收器之间的兼容性标准化。因此,无线功率接收器可以最初地以接收器类别的形式向无线功率发送器指示其最大功率接收能力。然而,如果无线功率发送器的功率等级指示小于该接收器能力的无线功率传输能力,则发送器可以被确定为与无线功率接收器不兼容。相反,如果无线功率接收器最初地向无线功率发送器指示所需的小功率接收能力,则当无线功率发送器具有比所需的小功率传输能力时(例如,可以传输更大量的无线功率),充电可以进行得比最佳情况时慢很多。

[0027] 图4是根据一些实现的无线功率传输系统400的另一功能框图。图4示出了功率发送单元(PTU)404和功率接收单元(PRU)408。PTU 404可以对应于如先前分别结合图1和图2所描述的发送器104、204。类似地,PRU 408可以对应于先前分别结合图1和图2所描述的接收器108、208。在一些实现中,PTU 404可以与用于无线传输功率的特定标准兼容,并且PRU 408可以类似地与标准兼容。

[0028] PTU 404可以包括发送电路406,发送电路406被配置为使用交流电流来驱动发送耦合器414,以生成用于将功率无线地传输到PRU408的交替无线场(例如,磁场)。在一些实现中,耦合器414还可以被称为或者包括“用于发送对应于第二无线充电类别的无线功率电平的部件”、“用于发送对应于第二无线充电类别的所述无线功率电平的部件”、和/或“用于以多个递增步长从发送对应于第一无线充电类别的无线功率电平转变为发送对应于第二无线充电类别的无线功率电平的部件”的至少一部分。

[0029] PTU 404还包括通信电路401,通信电路401可以是被配置为根据蓝牙低功耗(BLE)通信标准进行通信的BLE通信电路。然而,本申请不限于此,并且通信电路401可以使用任何其他通信标准。通信电路401也可以被称为或包括“用于接收与功率接收单元(PRU)相关联的第一无线充电类别的第一指示的部件”、“用于接收与PRU相关联的所述第二无线充电类别的第二指示的装置部件”、“用于建立第一无线通信连接的部件”、和/或“用于发送标识符的部件”的至少一部分。

[0030] 为了区分根据标准操作的不同PTU的不同能力,可以基于PTU404被配置来发送的功率的量来定义PTU的充电等级。下面在表2中示出了用于PTU的可能充电等级的示例。PTU等级还可以基于与具有特定能力的特定PRU的期望的兼容性。可以通过所定义的PRU类别来区分具有不同能力的PRU。这样的PRU类别的示例在以下表1中示出,和/或通过限制PTU 404的组件示出。

[0031]

PRU 类别	PRU 耦合器的最大输出功率	示例应用
类别 1	1.75W	蓝牙耳机
类别 2	3.5W	功能电话
类别 3	6.5W	智能电话
类别 4	13W	平板计算机
类别 5	25W	小形状因子膝上型计算机
类别 6	37.5W	常规膝上型计算机
类别 7	50W	- - -

[0032]

表1

[0033]

PTU 等级	最大输入功率	最小类别支持	针对最大数量
		要求	的所支持的器件的最小值

[0034]

等级 1	2W	1x 类别 1	1x 类别 1
等级 2	10W	1x 类别 3	2x 类别 2
等级 3	16W	1x 类别 4	2x 类别 3
等级 4	33W	1x 类别 5	3x 类别 3
等级 5	50W	1x 类别 6	4x 类别 3
等级 7	70W	1x 类别 7	5x 类别 3

[0035]

表2

[0036] PRU 408可以包括接收耦合器418,接收耦合器418被配置为在由发送耦合器414生成的无线场(例如,磁场)的影响下生成交流电流。接收耦合器418还可以被称为“用于接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平的部件”。接收耦合器418可以被连接到匹配电路432,匹配电路432将接收耦合器418的阻抗匹配到接收链的其余部分的阻抗,为了将可用于为PRU 408和/或附接器件供电或充电的无线接收的功率的量最大化。匹配电路432电连接到电磁干扰(EMI)滤波电路433,电磁干扰(EMI)滤波电路433被配置为去除由匹配电路432输出的、可能使得EMI超过任何适用的调节极限的交流电流的任何频率成分。EMI滤波电路433被电连接到整流电路434,整流电路434被配置为将交流电流整流并输出直流电流。整流电路434可操作地连接到控制器436。控制器436可以被配置为执行关于无线接收的功率的一个或多个测量,以控制通信电路435、和/或选择性地将功率输出到功率管理集成电路(PMIC)437。控制器436也可以被称为“用于与PTU建立第一无线通信连接的部件”、“用于取消第一无线通信连接的部件”、和/或“用于以多个递增步长从接收对应于第一无线充电类别的无线功率电平转变到接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平的部件”。

[0037] 如将结合图5-图8所描述的,通信电路435被配置为与PTU 404的通信电路401进行通信,用于建立PTU 404与PRU 408之间的通信信道,并用于协商和/或优化PTU 404与PRU 408之间的充电条件。通信电路435也可以被称为“用于发送与设备相关联的第一无线充电类别的第一指示的部件”、“用于接收功率发送单元(PTU)的无线充电类别的指示的部件”、“用于发送与设备相关联的第二无线充电类别的第二指示的部件”、和/或“用于接收PTU的标识符的部件”。PMIC437可以被配置为从PRU 408(例如,在V_{IN2}引脚处)和/或从有线充电功率连接(例如,在V_{INI}引脚处)接收功率并且将功率输出到电池438(例如,经由V_{BATT}引脚)。

[0038] 在一些实现中,PRU 408可以基于对PRU充电的PTU的等级和/或与PRU配对的PTU的等级,经由通信电路435将其自身通告,作为具有可变无线充电类别的PRU。通常,PRU 408将通告自身与实际用于充电的最低无线充电类别(例如,将提供足够的功率来最小限度地为PRU 408供电的最低PRU无线充电类别)相关联。这可能是也可能不是最低可能的无线充电类别。一旦PRU 408确定PTU 404可以支持与更高无线充电类别兼容的充电,PRU 408就可以将自身从PTU 404断开连接。

[0039] 这样的解决方案允许PTU 404和PRU 408之间的改进的兼容性,同时允许对兼容器件更快的充电速率。例如,类别“3”可以将接收器谐振器输出处的功率限制为6.5W(参见表1)。但是,今天的许多智能手机都能够在其充电器输入处接受更高的功率电平。例如,处理电池充电的许多PMIC能够接受高达10W或更高的功率。在这种情况下,使用无线充电(6.5W的限制)的电池充电时间比使用有线充电(10W的限制)的充电时间长得多。

[0040] 例如,在电池438是充电至4.2V的3000mAH电池的情况下,假设向PMIC 437的V_{INI}端口输送10W的功率并且忽略任何其他损耗,则使用有线充电器从完全放电完成充电花费1.26小时(例如, $3000\text{mAH} \times 4.2\text{V} / 10\text{W} = 1.26\text{小时}$)。然而,如果设备被认证为类别3的设备(参见表1),则对于任何等级的PTU 404的无线充电,相同的充电周期将花费超过2小时,因为不允许类别3的设备接收超过6.5W的功率(并且因此PTU 404将不以更高的电平供应功率),这可能导致仅大约5.5W到达电池438(例如, $3000\text{mAH} \times 4.2\text{V} / 5.5\text{W} = 2.29\text{小时}$)。这可能使得用户对无线充电能力的认知不足、不准确。

[0041] 图5是描绘根据一些实现的用于通过PRU 408进行无线功率传输的方法的流程图500。由图5所描绘的方法可以对应于由图4的PRU408执行的示例性方法。尽管框可以被描述为以某种顺序发生,但是可以将框重新排序、可以省略框、和/或可以添加附加的框。

[0042] 流程图500可以从框502开始,框502可以包括发送第一无线充电类别的第一指示。例如,图4的PRU 408可以被配置为向PTU 404发送第一PRU通告(advertisement),第一PRU通告指示与PRU 408的实际更高无线充电类别兼容的最低无线充电类别。例如,如果PRU408具有类别4的实际无线充电类别(参见表1),则PRU 408可以发送指示类别1、2或3的无线充电类别的第一PRU通告。因此,第一无线充电类别与小于设备被配置来接收的最大无线功率量的无线功率的量相关联。关于框502,PTU 404的通信电路401可以被配置为接收与PRU 408相关联的第一无线充电类别的第一指示。流程图500然后可以进行到框504。

[0043] 框504可以包括从PTU 404接收第一无线通信连接请求并与PTU404建立第一无线通信连接。例如,PTU 404可以分别经由通信电路401和435与PRU 408建立第一无线通信连接。该连接可以构成PTU404和PRU408之间正式建立的通信信道,并且在一些实现中,该连接可以包括PTU404和PRU408之间的往返协商。流程图500然后可以进行到框506。

[0044] 框506可以包括接收PTU的无线充电等级的指示。例如,PRU 408可以从PTU 404接收等级3的PTU的指示。因此,PTU 404的通信电路401被配置为发送PTU 404的无线充电等级的指示。流程图500可以然后进行到框508。

[0045] 框508可以包括确定PTU无线充电类别是否与比第一无线充电类别更高的无线类别兼容。在一些实现中,PRU 408的控制器436可以做出这样的确定。在一些实现中,如果PTU 404是等级3的PTU并且PRU具有类别4的实际无线充电类别(或者至少可以确定其可以在与等级3的PTU 404相关联的电平处接收功率),但是PRU 408先前发送指示类别1的PRU的第一PRU通告,则控制器436可以确定PTU等级3与比先前通告的类别1更高的无线充电类别兼容(例如,类别2、3或4)。如果框508处的确定为否,则流程图可前进至框510,其中PRU 408可以开始以对应于第一无线充电类别(例如,在本示例中为类别1)的功率电平充电。备选地,如果确定为是,则流程图可以前进至框512。

[0046] 框512可以包括取消与PTU的第一无线通信连接。例如,PRU 408可以断开之前结合框504描述的与PTU 404的第一无线通信连接。流程图500然后可以前进至框514。在一些实现中,PRU 408可能实际上不断开与PTU 404的第一无线通信连接。在这样的实现中,流程图500可以从框508直接前进到框514。

[0047] 框514可以包括发送第二无线充电类别的第二指示。例如,基于PTU 404的无线充电等级与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容,PRU 408可以发送指示更高的无线充电类别的第二PRU通告,更高的无线充电类别比仍然与PRU 408的实际无线充电类别(例如,类别2、3或4的PRU中的任一个)兼容的、框502的第一PRU通告所指示的无线充电类别更高。因此,更高的无线充电类别指示接收比与第一无线充电类别相关联的无线功率量更多的无线功率量的能力。据此,PTU 404的通信电路401可以被配置为基于PTU 404的无线充电等级与PRU408的、比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容来接收与PRU 408相关联的第二无线充电类别的第二指示。流程图500然后可以前进到框516。

[0048] 框516可以包括从PTU接收第二无线通信连接请求并且与PTU建立第二无线通信连接。例如,PRU 408可以从PTU 404接收第二无线通信连接请求,并且随后可以与PTU 404建立第二无线通信连接。流程图500然后可以前进到框518。在一些实现中,在第一无线通信连接未被取消的情况下(例如,在不存在框512的情况下),流程图500可以不包括框516,相反,流程图500可以直接从框514前进到框518,或者备选地直接从框514前进到框520。

[0049] 框518可以包括接收PTU的无线充电等级的指示。例如,一旦与PTU 404建立了第二无线通信连接,则PRU 408可以在框518处接收在框506处所接收的相同指示。这也可以在PTU 404被预配置为在建立无线通信连接时向PRU发送其无线充电等级时发生。流程图500然后可以前进到框520。如上所述,在第一无线通信连接未被取消的情况下(例如,在不存在框512的情况下),流程图可以不包括框518,相反,流程图500可以直接从框514前进到框520。

[0050] 框520可以包括接收对应于第二无线充电类别的无线功率电平。例如,在框514,在PRU 408先前已发送指示类别2、3或4的PRU中的任一个的第二PRU通告的情况下,PRU 408现在可以开始以对应于新近指示的无线充电类别的功率电平接收充电功率(见表1)。类似地,PTU 404的耦合器414可以被配置为发送对应于第二无线充电类别的功率电平。

[0051] 图6是根据一些实现的在无线充电中功率发送单元与功率接收单元之间交换的信

号的呼叫流程图600。呼叫流程图600可以与图5的流程图500并行。

[0052] 呼叫流程图600包括由PRU 408发送并由PTU 404接收的消息602,消息602包括指示第一无线充电类别的通告。消息602可以对应于图5的框502。

[0053] 呼叫流程图600进一步包括由PTU 404发送并由PRU 408接收的消息604,消息604包括来自PTU 404的第一无线通信连接请求。点线606指示在PTU 404和PRU 408之间第一无线通信会话或信道的建立,并且可以包括在PTU 404和PRU 408之间往返的若干消息。消息604可以对应于图5的框504。

[0054] 呼叫流程图600进一步包括由PTU 404发送并由PRU 408接收的消息608,消息608包括PTU 404的无线充电等级的指示。消息608可以对应于图5的框506。

[0055] 呼叫流程图600可以进一步包括点线610,点线610指示响应于PRU 408确定PTU无线充电等级与比第一无线充电类别更高的无线充电类别兼容而取消由点线606指示的第一无线通信连接。在如上结合图5所描述的一些实现中,PRU 408可以不取消第一无线通信连接。在这样的实现中,呼叫流程图可以不包括点线610。

[0056] 呼叫流程图600还包括由PRU 408发送并由PTU 404接收的消息612,消息612指示指示第二无线充电类别的第二PRU通告。消息612可以对应于图5的框514。

[0057] 呼叫流程图600可以进一步包括由PTU 404发送并且由PRU 408接收的消息614,消息614指示来自PTU 404的第二无线通信连接请求。PRU 408与PTU 404之间第二无线通信连接的建立由点线616指示。在未取消第一无线通信连接的一些实现中(例如,呼叫流程图600不包括点线610的情况下),由于第一无线通信连接将保持建立呼叫,流程图600也可以不包括消息614。

[0058] 呼叫流程图600还包括由PTU 404发送并由PRU 408接收的消息618,消息618指示PTU 404的无线充电等级。该第六消息618可以包括先前包括在第三消息608中的相同信息。消息618可以对应于图5的框518。在未取消第一无线通信连接的一些实现中(例如,在呼叫流程图600不包括点线610的情况下),由于先前信息被包括在与建立第一无线通信连接相关联的第三消息608中呼叫,流程图600也可以不包括消息618。

[0059] 在第六消息618之后,如先前结合图5的框520所描述的,可以开始以对应于第二无线充电类别的功率电平进行充电。如点线620所指示的,关于图5的框518建立的并由点线616表示的第二无线通信连接可以随时由PTU 404或PRU 408终止。

[0060] 图7是根据一些实现的描绘用于由PRU进行无线功率传输的方法的另一流程图700。在一些情况下,设计特定PTU/PRU组合的制造商将了解,特定组合可以获得比类别或等级定值所指示的更多的功率。在这种情况下,PRU可以基于从PTU接收的标识符将PTU标识为特定高功率能力的PTU,并且仅增加其针对该充电会话的功耗。由图7所描述的流程图700可以对应于由图4的PRU 408执行的另一示例性方法。尽管框可以被描述为以某种顺序发生,但是可以将框重新排序、可以省略框、和/或可以添加附加的框。

[0061] 流程图700可以以框702开始,框702可以包括发送第一无线充电类别的第一指示。例如,图4的PRU 408可以被配置为向PTU 404发送第一PRU通告,第一PRU通告指示与PRU 408的实际更高无线充电类别兼容的最低无线充电类别。例如,如果PRU 408具有类别4的实际无线充电类别(参见表1),则PRU 408可以发送指示类别1、2或3的无线充电类别的第一PRU通告。流程图700然后可以进行到框704。

[0062] 框704可以包括从PTU 404接收第一无线通信连接请求并与PTU404建立第一无线通信连接。例如,PTU 404可以分别经由通信电路401与通信电路435与PRU 408建立第一无线通信连接。该连接可以构成PTU 404和PRU 408之间通信信道的正式建立。流程图700然后可以进行到框706。

[0063] 框706可以包括接收PTU 404的无线充电等级的指示以及PTU404的标识符。例如,PRU 408可以从PTU 404接收关于等级3的PTU的指示以及与PTU 404相关联的标识符。同样地,PTU 404的通信电路401可以被配置为发送PTU 404的标识符。流程图700然后可以进行到框708。

[0064] 框708可以包括以对应于第一无线充电类别的第一功率电平进行充电。例如,PTU 404可以无线地发送对应于PRU 408在框702中先前指示的类别1、2或3的无线充电类别的功率量。流程图700然后可以进行到框710。

[0065] 框710可以包括确定PTU的标识符是否与大于第一无线充电类别的无线充电类别相关联。例如,如果PTU 404的标识符与无线充电等级相关联,则流程图700可以前进到框712,该无线充电等级被配置为提供比第一无线充电类别(例如,先前由框702中的PRU 408指示的类别1、2或3)指示PRU 408被配置来接收的功率更多、但是在PRU 408实际能够接收的功率范围内的功率。如果在框710处的确定为否,则流程图700可以前进回到框708并继续在框702中以与由PRU 408指示的第一无线充电类别对应的第一功率电平充电。

[0066] 框712可以包括发送第二无线充电类别的第二指示。例如,基于PTU 404的标识符与比第一无线充电类别更高的无线充电类别相关联,PRU 408可以发送第二PRU通告,第二PRU通告指示比仍然与PRU 408(例如,类别2、3或4的PRU中的任一个)的实际无线充电类别兼容的、框502的第一PRU通告所指示的无线充电类别更高的无线充电类别。流程图700可以前进到框714。

[0067] 框714可以包括以与PTU 404的无线充电类别和PRU 408的最高无线充电能力中的每一个兼容的第二功率电平充电。例如,如果PRU408实际能够接收差不多10W用于充电或操作,并且PTU 404是能够向发送耦合器414输入最大值16W的等级3的PTU(参见表2),则PTU 404可以发送无线功率,使得PRU 408接收差不多10W的无线功率。可以在单个步长中(例如,从第一功率电平直接前进到第二功率电平)或者在相对短的时间量内分离的多个步长中实现到该第二功率电平的转换(例如,将功率传输从第一功率电平递增地或连续地提升到第二功率电平)。因此,PTU404的耦合器401被配置为基于PTU404的标识符与比第一无线充电类别更高的、与PRU408相关联的无线充电类别相关联,发送与第二无线充电类别对应的无线功率电平。在这样的实现中,PTU 404的耦合器401被配置为以多个递增步长从发送对应于第一无线充电类别的无线功率电平转变为发送对应于第二无线充电类别的无线功率电平。

[0068] 图8是根据一些实现的在无线充电中功率发送单元与功率接收单元之间交换的信号的另一呼叫流程图。呼叫流程图800可以与图7的流程图700并行。

[0069] 类似于先前结合流程图700(参见图7)的框702所描述的,呼叫流程图800包括由PRU 408发送并由PTU 404接收的消息802,消息802包括指示第一无线充电类别的通告。

[0070] 呼叫流程图800还包括由PTU 404发送并由PRU 408接收的消息804,消息804包括来自PTU 404的第一无线通信连接请求。点线806指示PTU 404与PRU 408之间的第一无线通

信会话或信道的建立。消息804可以对应于图7的框704。

[0071] 呼叫流程图800还包括由PTU 404发送并由PRU 408接收的消息808，消息808包括PTU 404的无线充电等级的指示以及PTU 404的标识符。消息808可以对应于图7的框706。

[0072] 呼叫流程图800进一步包括点线810，点线810指示PTU 404以对应于第一无线充电类别的第一功率电平对PRU 408进行无线充电。点线810可以对应于图7的框708。

[0073] 呼叫流程图800还包括由PRU 408发送并由PTU 404接收的消息812，消息812包括指示比消息802中指示的第一无线充电类别更高的无线充电类别的通告。消息812可以对应于图7的框712。

[0074] 呼叫流程图800还包括点线814，点线814指示PTU 404以与PTU404的无线充电类别以及PRU408的最高无线充电能力中的每一个兼容的第二功率电平对PRU 408进行无线充电。点线814可以对应于图7的框714。

[0075] 可以通过能够执行操作的任何合适的装置(例如，各种硬件和/或(多个)软件组件、电路和/或(多个)模块)来执行上述方法的各种操作。通常，可以通过能够执行操作的对应的功能装置来执行附图中所示的任何操作。

[0076] 可以使用各种不同的技术和工艺中的任何一个来表示信息和信号。例如，可以通过电压、电流、电磁波、磁场或者粒子、光学场或者粒子、或其任何组合来表示可以在整个上述描述中引用的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片。

[0077] 结合本文所公开的实现描述的各种示例性逻辑块、模块、电路和算法步长可以被实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地图示硬件和软件的这种可互换性，上面已经根据其功能整体描述了各种示例性组件、块、模块、电路和步骤。这样的功能是以硬件还是软件来实现取决于施加在整个系统上的特定应用和设计约束。所描述的功能可以针对每个特定应用以不同的方式来实现，但是这样的实现决策不应被解释为导致偏离实现的范围。

[0078] 可以使用通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件、或其设计为执行本文所述功能的任何组合来实现或执行结合本文所公开的实现描述的各种示例性框、模块和电路。通用处理器可以是微处理器，但是备选地，处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合，例如，DSP和微处理器的组合、多个微处理器的组合、结合DSP核芯的一个或多个微处理器的组合、或者任何其他这样的配置。

[0079] 结合本文所公开的实现描述的方法或算法和功能的步骤可以直接实现为硬件、由处理器执行的软件模块或两者的组合。如果以软件实现，则可以将功能作为一个或多个指令或代码存储在有形的非暂时性计算机可读介质上或者作为一个或多个指令或代码传输。软件模块可以驻留在随机存取存储器(RAM)、闪存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD ROM或者本领域已知的任何其他形式的存储介质中。存储介质被耦合到处理器，使得处理器可以从存储介质读取信息并将信息写入存储介质。备选地，存储介质可以被集成到处理器。本文使用的磁盘和光盘包括光盘(CD)、激光盘、光学盘、数字多功能盘(DVD)、软盘和蓝光盘，其中磁盘通常磁性地再现数据，而光盘利用激光器光学地再现数据。上述的组合也应包括在计算机可读介

质的范围内。处理器和存储介质可以驻留在ASIC中。

[0080] 为了总结本公开,本文已描述了某些方面、优点和新颖特征。应理解,根据任何特定的实现,不一定能够实现所有这些优点。因此,在不必实现本文中可能教导或提出的其他优点的情况下,一个或多个实施方式实现或优化如本文所教导的一个优点或优点组。

[0081] 上述实现的各种修改将是显而易见的,并且在不脱离本申请的精神或范围的情况下,可以将本文中所定义的一般原理应用于其他实现。因此,本申请并非旨在被限制于本文中所示的实现,而是应被赋予与本文所公开的原理和新颖特征一致的最广范围。

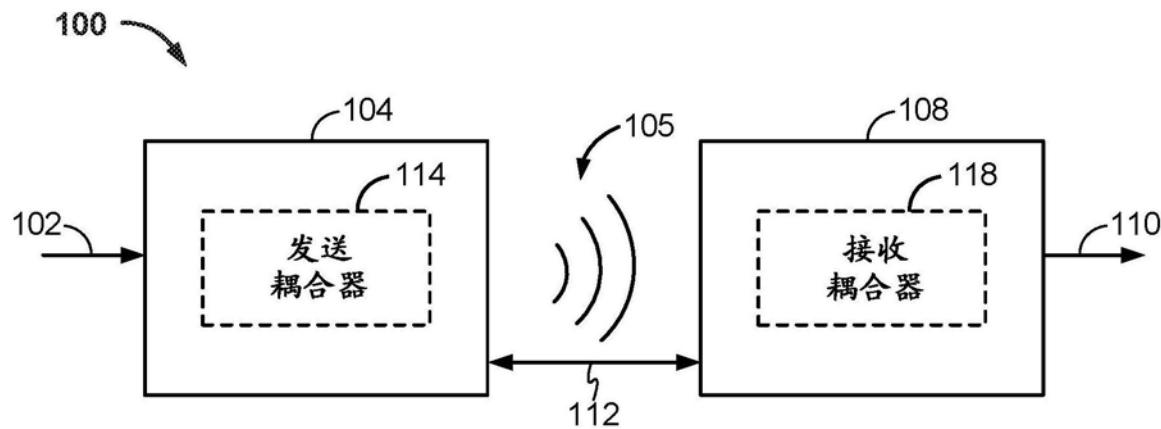


图1

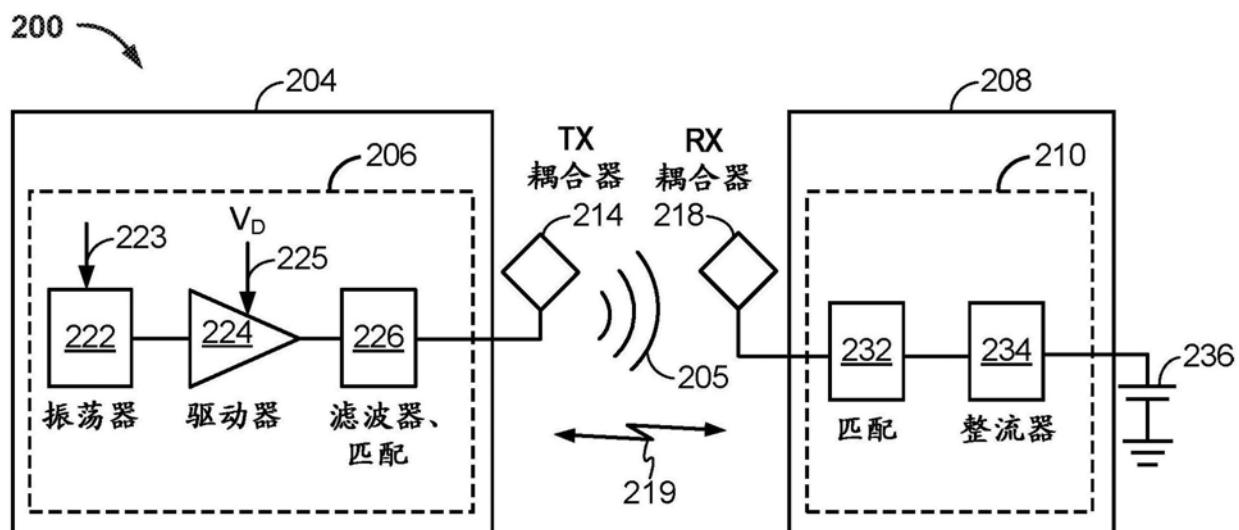


图2

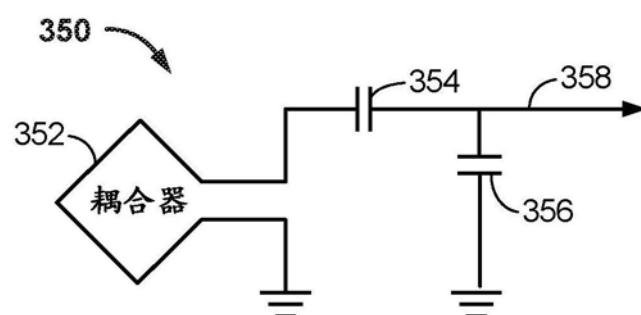


图3

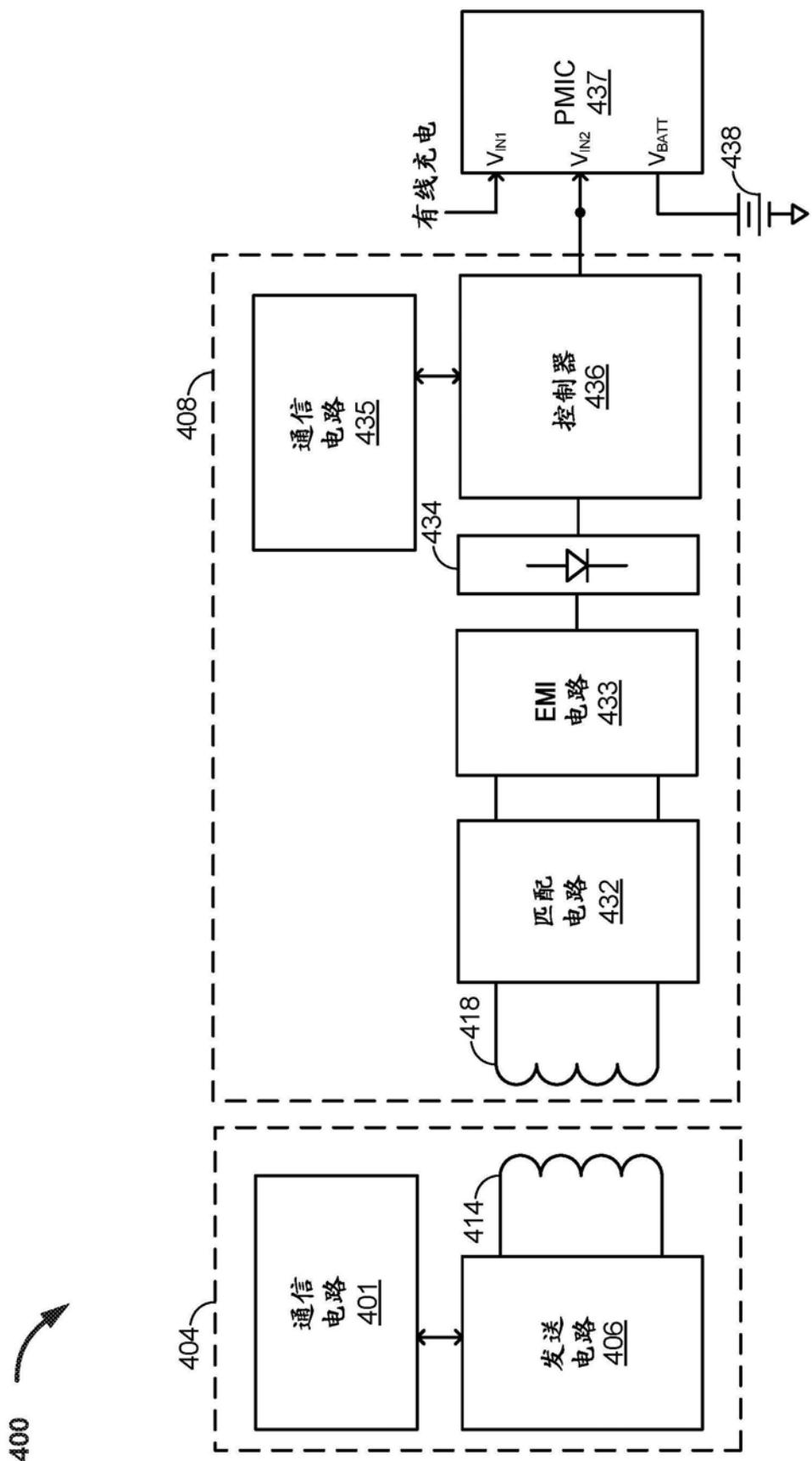


图4

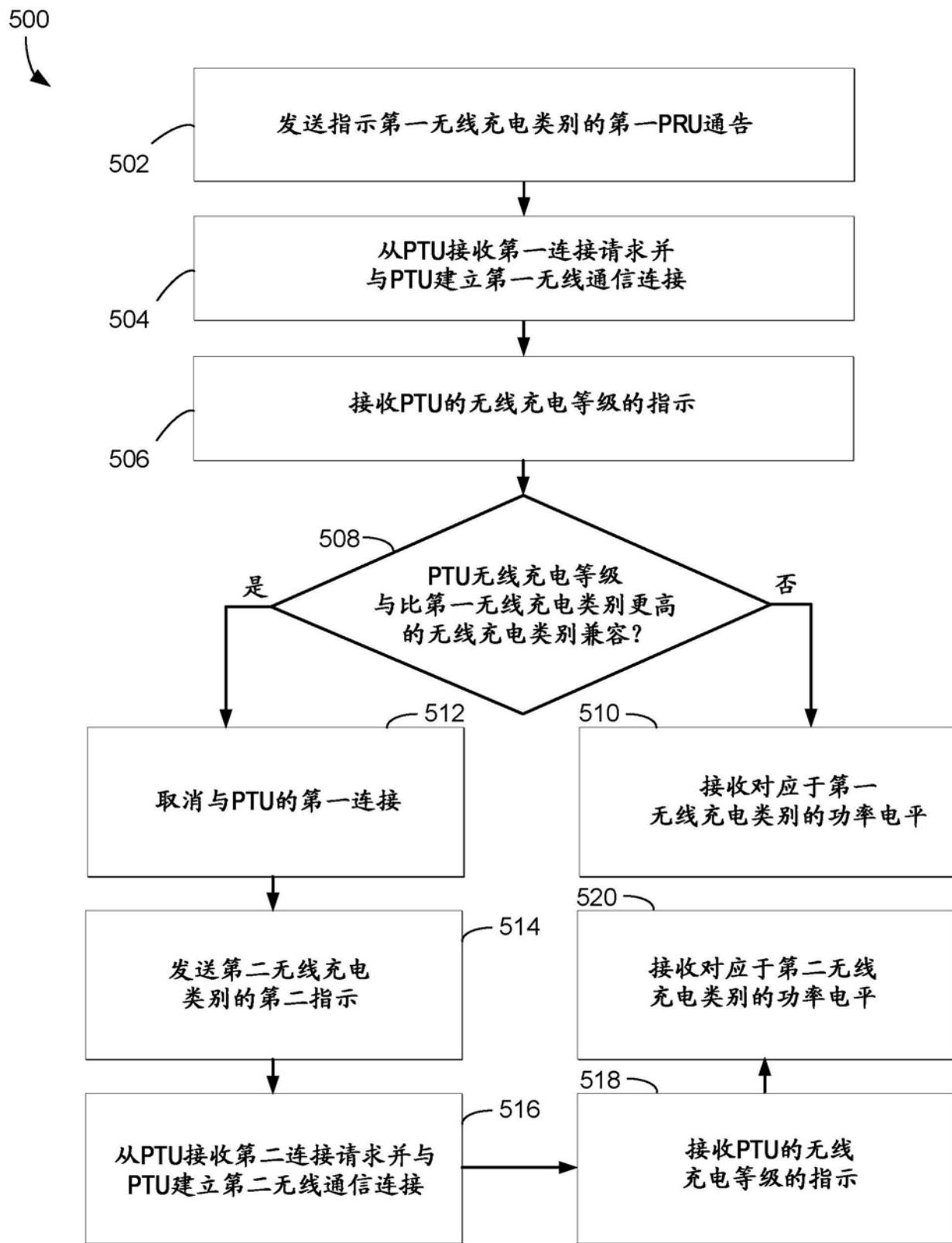


图5

600 ↗

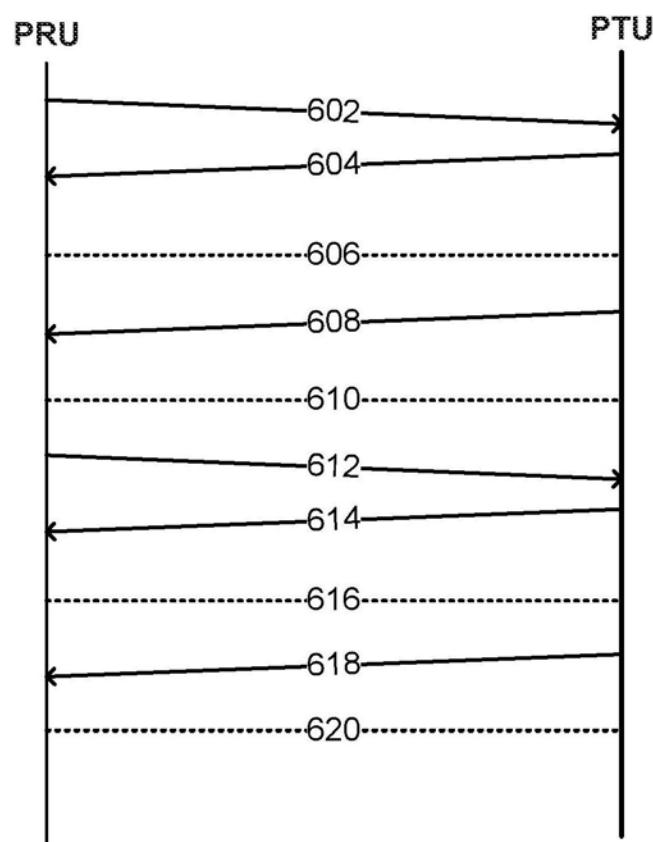


图6

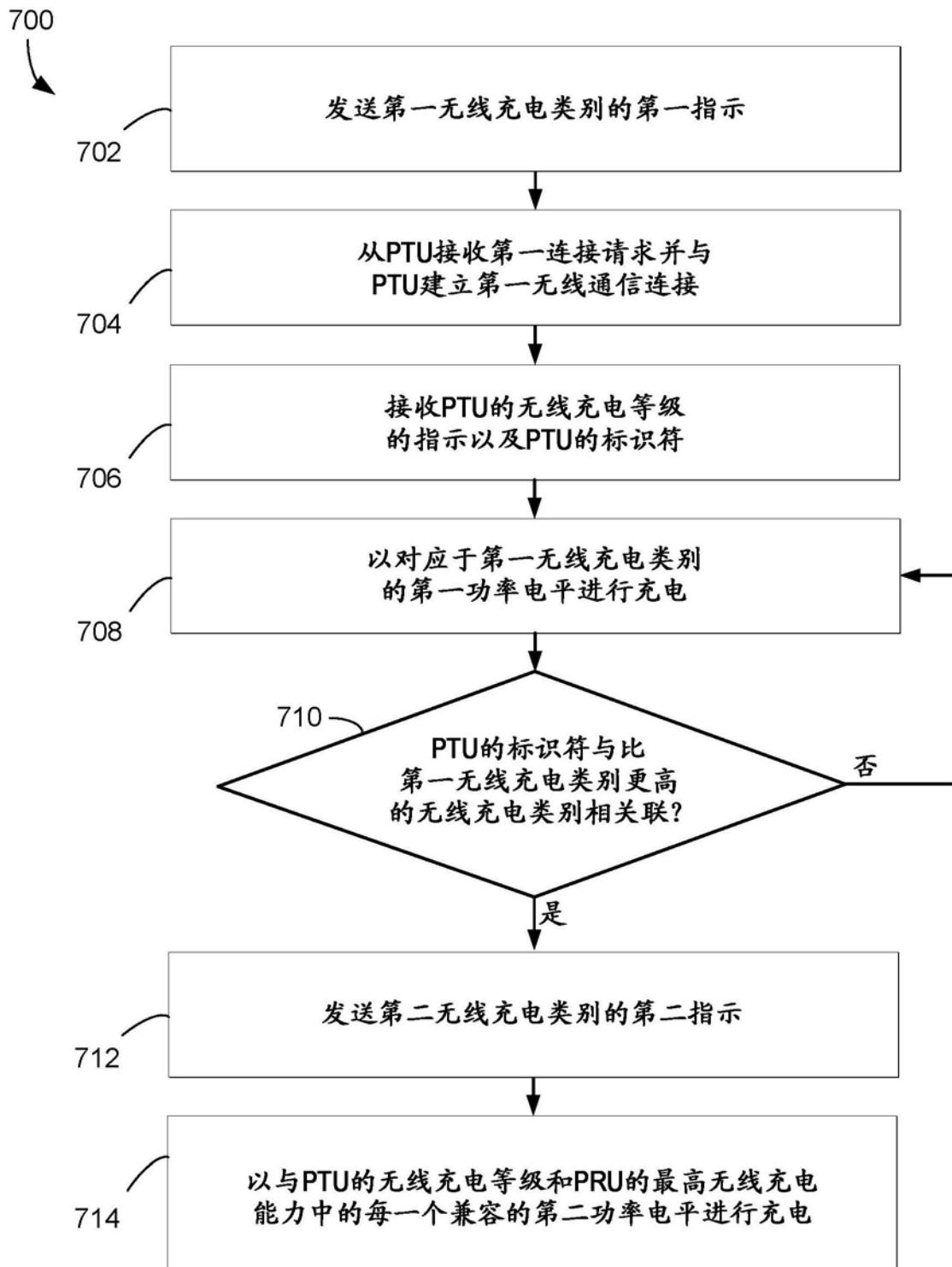


图7

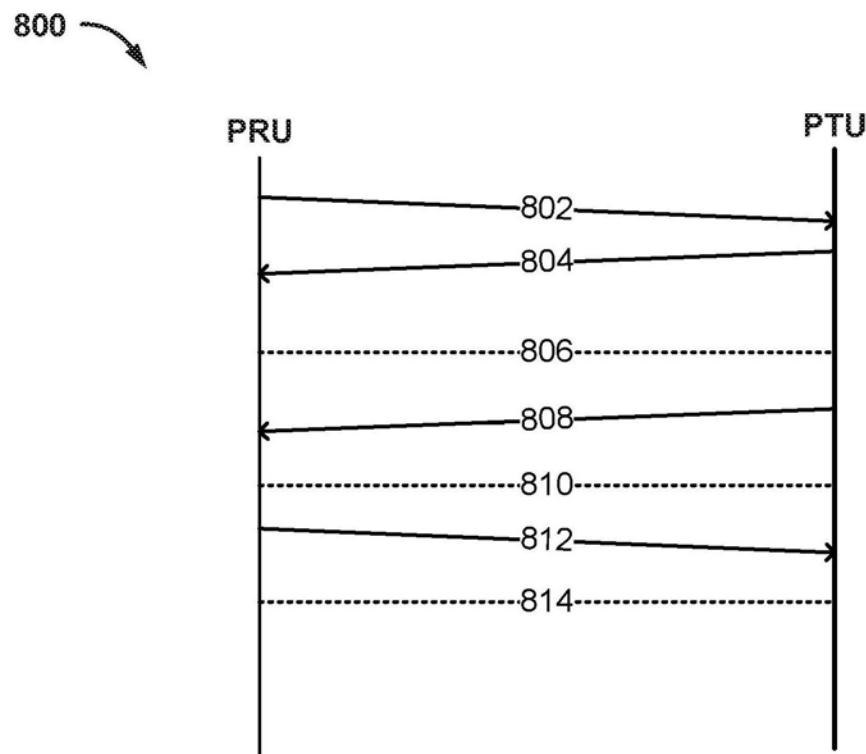


图8