



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114402500 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 26

(21) 申请号 202080063833.6

(22) 申请日 2020.07.23

(30) 优先权数据

62/877,831 2019.07.23 US

63/019,241 2020.05.01 US

63/019,245 2020.05.01 US

63/019,248 2020.05.01 US

16/936,360 2020.07.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.03.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/043343 2020.07.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/016490 EN 2021.01.28

(71) 申请人 艾拉公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 E·H·古德柴尔德 J·温特斯

J·斯科特

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 韩中领 王小东

(51) Int.Cl.

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/90 (2006.01)

H02J 50/10 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

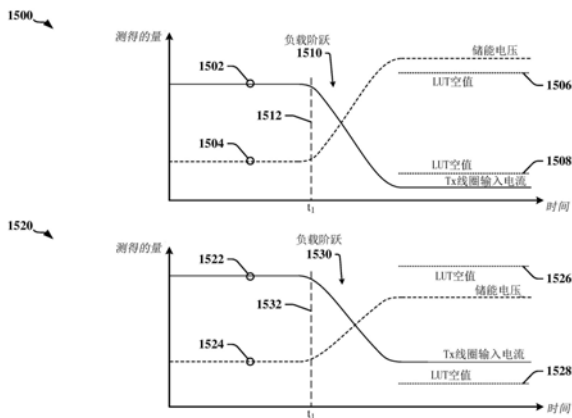
权利要求书3页 说明书20页 附图28页

(54) 发明名称

检测从多线圈无线充电装置的表面的装置移除

(57) 摘要

公开了用于无线充电的系统、方法以及设备。充电装置具有设置在充电表面上的多个充电单元、充电电路以及控制器。可以将该控制器配置成,使充电电路在将接收装置置于充电装置上时,向谐振电路提供充电电流;检测与谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率;以及当电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率超过阈值时,确定接收装置已经被从充电装置移除。



1. 一种对充电装置进行操作的方法,所述方法包括以下步骤:
当将接收装置置于所述充电装置的表面上时,向谐振电路提供充电电流;
检测与所述谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率;以及
当所述电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率超过阈值时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述谐振电路包括发送线圈。
3. 根据权利要求2所述的方法,所述方法还包括以下步骤:
当在所述发送线圈的端子处测得的电压超过阈值电压水平时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述阈值电压水平是由查寻表保持的,并且是当所述发送线圈在电磁上去耦时被确定的。
5. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述阈值电压水平是当将所述接收装置首次置于所述充电装置的所述表面上时被确定的。
6. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括以下步骤:
当在所述谐振电路中测得的电流具有小于阈值电流水平的幅值时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述阈值电流水平是由查寻表保持的,并且是在没有物体在电磁上与所述谐振电路中的线圈耦合时被确定的。
8. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述阈值电流水平是当将所述接收装置首次置于所述充电装置的所述表面上时被确定的。
9. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括以下步骤:
使用低通滤波器对表示所述电压或电流水平的信号中的短持续时间或低幅值变化进行滤波。
10. 根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括以下步骤:
通过降低或终止所述充电电流达一定时段来提供测量时隙;以及
在所述测量时隙期间,检测与所述谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率。
11. 根据权利要求10所述的方法,所述方法还包括以下步骤:
从所述充电装置中的一个或多个传感器接收测量结果;以及
当所述测量结果中的一个测量结果指示所述接收装置的物理移除时,提供所述测量时隙。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个传感器包括应变测量传感器。
13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个传感器包括加速度计。
14. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个传感器包括红外或超声感测元件。
15. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个传感器包括霍尔效应装置。
16. 一种充电装置,所述充电装置包括:

充电电路;以及

控制器,所述控制器被配置成:

使所述充电电路在接收装置被置于所述充电装置的表面上时,向谐振电路提供充电电流;

检测与所述谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率;以及

当所述电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率超过阈值时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。

17. 根据权利要求16所述的充电装置,其中,所述谐振电路包括发送线圈。

18. 根据权利要求17所述的充电装置,其中,所述控制器还被配置成:

当在所述发送线圈的端子处测得的电压超过阈值电压水平时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。

19. 根据权利要求18所述的充电装置,其中,所述阈值电压水平是由查寻表保持的,并且是当所述发送线圈在电磁上去耦时被确定的。

20. 根据权利要求18所述的充电装置,其中,所述阈值电压水平是当将所述接收装置首次置于所述充电装置的所述表面上时被确定的。

21. 根据权利要求16所述的充电装置,其中,所述控制器还被配置成:

当在所述谐振电路中测得的电流具有小于阈值电流水平的幅值时,确定所述接收装置已经被从所述充电装置的所述表面移除。

22. 根据权利要求21所述的充电装置,其中,所述阈值电流水平是由查寻表保持的,并且是在没有物体在电磁上与所述谐振电路中的线圈耦合时被确定的。

23. 根据权利要求21所述的充电装置,其中,所述阈值电流水平是当将所述接收装置首次置于所述充电装置的所述表面上时被确定的。

24. 根据权利要求16所述的充电装置,所述充电装置还包括:

低通滤波器,所述低通滤波器被配置成,对表示所述电压或电流水平的信号中的短持续时间或低幅值变化进行滤波,其中,所述电压或电流水平的变化或变化率是在所述低通滤波器的输出端检测到的。

25. 根据权利要求16所述的充电装置,其中,所述控制器还被配置成:

通过降低或终止所述充电电流达一定时段来提供测量时隙;以及

在所述测量时隙期间,检测与所述谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向所述接收装置传递的功率的变化或变化率。

26. 根据权利要求25所述的充电装置,其中,所述控制器还被配置成:

从所述充电装置中的一个或多个传感器接收测量结果;以及

当所述测量结果中的一个测量结果指示所述接收装置的物理移除时,提供所述测量时隙。

27. 根据权利要求26所述的充电装置,其中,所述一个或多个传感器包括应变测量传感器。

28. 根据权利要求26所述的充电装置,其中,所述一个或多个传感器包括加速度计。

29. 根据权利要求26所述的充电装置,其中,所述一个或多个传感器包括红外或超声

感测元件。

30. 根据权利要求26所述的充电装置,其中,所述一个或更多个传感器包括霍尔效应装置。

检测从多线圈无线充电装置的表面的装置移除

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求2020年7月22日在美国专利局提交的非临时专利申请No. 16/936,360、2019年7月23日在美国专利局提交的临时专利申请No. 62/877,831、2020年5月1日在美国专利局提交的临时专利申请No. 63/019,241、2020年5月1日在美国专利局提交的临时专利申请No. 63/019,245、以及2020年5月1日在美国专利局提交的临时专利申请No. 63/019,248的优先权和权益,这些申请的全部内容在其整体上并且出于所有适用的目的,就像下面完全阐述的那样通过引用而并入本文。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及电池(包括移动计算装置中的电池)的无线充电,更特别地,涉及检测在充电运行期间的装置移除。

背景技术

[0004] 无线充电系统已经被部署成使得某些类型的装置能够在不使用物理充电连接的情况下对内部电池进行充电。可以利用无线充电的装置包括移动处理和/或通信装置。诸如由无线电力协会定义的Qi标准之类的标准使得由第一供应商制造的装置能够使用由第二供应商制造的充电器来进行无线充电。无线充电的标准是针对装置的相对简单的配置而优化的,并且倾向于提供基本的充电能力。

[0005] 需要无线充电能力的改进以支持移动装置的持续增加的复杂性和变化的形状因素。例如,需要更快、更低功率的检测技术,其使得充电装置能够对充电装置的表面上的可充电装置进行检测和定位,并且在无线充电运行期间检测可充电装置的移除或重新定位。

附图说明

[0006] 图1例示了根据本文所公开的某些方面的可以设置在由无线充电装置提供的充电表面上的充电单元的示例。

[0007] 图2例示了根据本文所公开的某些方面的设置在由无线充电装置提供的充电表面的区段的单个层上的充电单元的布置的示例。

[0008] 图3例示了根据本文所公开的某些方面的在将充电单元的多个层覆盖在由无线充电装置提供的充电表面的区段内时的充电单元的布置的示例。

[0009] 图4例示了根据本文所公开的某些方面配置的由充电装置的采用充电单元的多个层的充电表面提供的功率传递(power transfer)区的布置。

[0010] 图5例示了根据本文所公开的某些方面的可以在充电器基台中设置的无线发送器。

[0011] 图6例示了根据本文所公开的某些方面的对被动ping的响应的第一示例。

[0012] 图7例示了根据本文所公开的某些方面的对被动ping的响应的第二示例。

[0013] 图8例示了根据本文所公开的某些方面的在对被动ping的响应中观察到的差异的

示例。

[0014] 图9例示了支持供在根据本文所公开的某些方面适配的无线充电器中使用的矩阵多路复用开关的第一拓扑。

[0015] 图10例示了支持根据本文所公开的某些方面适配的无线充电器中的直流装置的第二拓扑。

[0016] 图11例示了根据本公开的某些方面的被配置成可靠地检测接收装置的移除的多线圈无线充电系统。

[0017] 图12是根据本文所公开的某些方面的可以监测装置移除事件的某些方面的图示图。

[0018] 图13例示了根据本文所公开的某些方面的采用低通滤波来适应充电电流或储能电压(tank voltage)的可变性的经滤波阈值检测电路。

[0019] 图14例示了根据本文所公开的某些方面的用于检测接收装置的移除的Q因数比较电路。

[0020] 图15例示了根据本文所公开的某些方面的用于检测装置移除事件的查寻表的使用。

[0021] 图16例示了根据本文所公开的某些方面的在检测装置移除事件时使用查寻表的过程的示例。

[0022] 图17例示了根据本文所公开的某些方面的用于检测装置移除事件的测得的静止或空闲传递功率汲取的使用。

[0023] 图18例示了根据本文所公开的某些方面的基于测得的静止功率汲取的装置移除检测的过程的第一示例。

[0024] 图19例示了根据本文所公开的某些方面的基于测得的静止功率汲取的装置移除检测的过程的第二示例。

[0025] 图20例示了根据本文所公开的某些方面的使用测量时隙来执行ping过程的第一示例。

[0026] 图21例示了根据本文所公开的某些方面的使用测量时隙来执行ping过程的第二示例。

[0027] 图22例示了根据本文所公开的某些方面的在功率传递期间使用传感器来检测接收装置的移除的使用的第一示例。

[0028] 图23例示了根据本文所公开的某些方面的在功率传递期间使用传感器来检测接收装置的移除的使用的第二示例。

[0029] 图24例示了根据本文所公开的某些方面的在功率传递期间使用传感器来检测接收装置的移除的使用的第三示例。

[0030] 图25例示了根据本文所公开的某些方面的在功率传递期间使用传感器来检测接收装置的移除的使用的第四示例。

[0031] 图26例示了根据本文所公开的某些方面的在功率传递期间使用传感器来检测接收装置的移除的使用的第五示例。

[0032] 图27例示了采用可以根据本文所公开的某些方面适配的处理电路的设备的一个示例。

[0033] 图28例示了根据本公开的某些方面的对充电装置进行操作的方法。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图阐述的详细描述旨在作为对各种配置的描述,而非旨在表示可以具体实践本文所述概念的仅有配置。该详细描述包括用于提供对各种构思的透彻理解的目的的具体细节。然而,本领域技术人员应当明白,可以在不需要这些具体的细节的情况下来实践这些构思。在一些情况下,按框图形式示出了公知的结构和组件,以便避免模糊这种构思。

[0035] 下面,将参照各种设备和方法来呈现无线充电系统的多个方面。通过各种框、模块、组件、电路、步骤、过程、算法等(统称为“要素”),在下面的详细描述中描述并在附图中例示了这些设备和方法。可以使用电子硬件、计算机软件或其任何组合来实现这些要素。将这些要素实现为硬件还是软件取决于施加在总体系统上的特定应用和设计约束。

[0036] 举例来说,要素、或者要素的任何部分、或者要素的任何组合都可以利用包括一个或多个处理器的“处理系统”来实现。处理器的示例包括:微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP:digital signal processor)、现场可编程门阵列(FPGA:field programmable gate array)、可编程逻辑装置(PLD:programmable logic device)、状态机、选通逻辑、离散硬件电路以及被配置成执行贯穿本公开所描述的各种功能的其它合适的硬件。处理系统中的一个或多个处理器可以执行软件。无论是称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其它形式,软件都应当被广泛地解释为意指指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用程序、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行线程、过程、功能等。软件可以驻留于处理器可读存储介质上。作为示例,处理器可读存储介质(其在本文中也可以被称为计算机可读介质)可以包括:磁存储装置(例如,硬盘、软盘、磁带)、光学盘(例如,光盘(CD)、数字通用盘(DVD))、智能卡、闪存装置(例如,卡型、棒型或钥匙型驱动器)、近场通信(NFC)令牌(token)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除ROM(EEPROM)、寄存器、可去除盘、载波、传输线路、以及用于存储或传输软件的任何其它合适的介质。计算机可读介质可以驻留在处理系统中、处于处理系统外部、或者跨包括处理系统的多个实体进行分布。可以采用计算机程序产品来具体实施计算机可读介质。举例来说,计算机程序产品可以包括处于包装材料中的计算机可读介质。本领域技术人员应当认识到,如何最佳地实现贯穿本公开呈现的所描述的功能取决于特定的应用和施加于整个系统的总体设计约束。

[0037] 概述

[0038] 本公开的某些方面涉及可应用于无线充电装置和技术的系统、设备以及方法。充电单元可以配置有一个或多个感应线圈(inductive coil)以提供充电装置中的充电表面,其中,该充电表面使得充电装置能够无线地对一个或多个可充电装置进行充电。可以通过以下感测技术来检测待充电装置的位置:该感测技术将装置的位置与集中(centered)在充电表面上的已知位置处的物理特性的变化关联。位置的感测可以使用电容、电阻、电感、触摸、压力、载荷、应变和/或其它恰当类型的感测来实现。

[0039] 在本公开的一个方面,提供了一种设备,该设备具有电池充电电源、以矩阵配置的多个充电单元、第一多个开关以及第二多个开关,所述第一多个开关中的各个开关皆被配

置成将所述矩阵中的一行线圈联接至所述电池充电电源的第一端子,并且所述第二多个开关中的各个开关皆被配置成将所述矩阵中的一列线圈联接至所述电池充电电源的第二端子。所述多个充电单元中的各个充电单元皆可以包括围绕功率传递区的一个或更多个线圈。可以将所述多个充电单元设置成与充电装置的充电表面(charging surface)相邻,而不重叠所述多个充电单元中的充电单元的功率传递区。

[0040] 在一些情况下,所述设备还可以被称为充电表面。可以将功率以无线方式传递至位于所述设备的表面上的任何地方的接收装置。所述装置可以具有任意限定的尺寸和/或形状,并且可以与被使得能够进行充电的任何分立放置位置无关地放置。多个装置可以同时单个充电表面上进行充电。所述设备可以跟踪一个或更多个装置横跨充电表面的运动。

[0041] 充电单元

[0042] 根据本文所公开的某些方面,可以利用充电装置中的充电单元(charging cell)来提供充电表面,其中,充电单元被部署成与充电表面相邻。在一个示例中,充电单元是根据蜂窝封装配置部署在充电表面的一个或更多个层中的。可以使用一个或更多个线圈来实现充电单元,所述线圈皆可以沿着基本上正交于与线圈相邻的充电表面的轴线来感应磁场。在本描述中,充电单元可以指的是具有一个或更多个线圈的部件,其中,所述线圈被配置成生成电磁场,该电磁场相对于由充电单元中的其它线圈生成是相加的,并且沿着或者最接近公共轴线定向。

[0043] 在一些实现中,充电单元包括多个线圈,这些线圈沿着公共轴线堆叠,和/或重叠为使得它们贡献基本上正交于充电表面的感应磁场。在一些实现中,充电单元包括多个线圈,这些线圈设置在充电表面的限定部分内并且贡献与该充电单元关联的充电表面的基本上正交的部分内的感应磁场。在一些实现中,可以通过向被包括在动态限定的充电单元中的线圈提供激活电流来配置充电单元。例如,充电装置可以包括跨充电表面部署的多个线圈堆叠,并且充电装置可以检测待充电装置的位置,并且可以选择线圈堆叠的某一组合来提供与待充电装置相邻的充电单元。在一些情况下,充电单元可以包括单个线圈,或者被表征为单个线圈。然而,应意识到,充电单元可以包括多个堆叠线圈和/或多个相邻线圈或线圈堆叠。所述线圈在本文中可以被称为充电线圈、无线充电线圈、发送器线圈、发送线圈、功率发送线圈、功率发送器线圈等。

[0044] 图1例示了可以被部署和/或配置成提供充电装置的充电表面的充电单元100的示例。如本文所描述的,充电表面可以包括设置在一个或更多个基板106上的充电单元100的阵列。可以将包括一个或更多个集成电路(IC)和/或分立电子组件的电路设置在所述基板106中的一个或更多个基板上。该电路可以包括驱动器和开关,该开关用于控制向以下线圈提供的电流:该线圈用于向接收装置发送电力。可以将该电路配置为以下处理电路,该处理电路包括可以被配置成执行本文所公开的某些功能的一个或更多个处理器和/或一个或更多个控制器。在一些情况下,可以将所述处理电路中的一些或全部处理电路设置在充电装置的外部。在一些情况下,可以将电源联接至充电装置。

[0045] 可以将充电单元100设置成紧挨着充电装置的外表面区域,在该外表面区域上可以放置用于充电的一个或更多个装置。充电装置可以包括充电单元100的多个实例。在一个示例中,充电单元100具有基本上六边形的形状,该形状包围可以使用导体、导线或电路板

迹线构造的一个或多个线圈102,所述线圈可以接收足以在功率传递区104中生成电磁场的电流。在各种实现中,一些线圈102可以具有基本上多边形的形状,包括图1例示的六边形充电单元100。其它实现提供具有其它形状 of 线圈102。线圈102的形状可以至少部分地根据制造技术的能力或限制来确定,和/或优化基板106(诸如印刷电路板基板)上的充电单元的布局。各个线圈102皆可以使用导线、印刷电路板迹线和/或采用螺旋配置的其它连接器来实现。各个充电单元100皆可以跨越由绝缘体或基板106隔开的两个或多个层,使得不同层中的线圈102围绕公共轴线108居中。

[0046] 图2例示了可以根据本文所公开的某些方面适配(adapted)的、设置在充电装置的充电表面的区段的单个层上的充电单元202的布置200的示例。充电单元202是根据蜂窝封装配置进行设置的。在该示例中,充电单元202是在不重叠的情况下端到端设置的。这种布置可以在无需通孔或导线互连的情况下进行设置。其它布置也是可能的,包括充电单元202的某一部分重叠的布置。例如,可以使两个或多个线圈的导线交错到某一程度。

[0047] 图3例示了可以根据本文所公开的某些方面适配的、在将多个层覆盖在充电表面的区段内时的从两个角度300、310看的充电单元的布置的示例。充电单元302、304、306、308的层设置在充电表面的区段内。充电单元302、304、306、308的各个层内的充电单元是根据蜂窝封装配置来设置的。在一个示例中,可以在具有四个或多个层的印刷电路板上形成充电单元302、304、306、308的层。可以将充电单元100的布置选择成提供与所例示区段相邻的指定充电区域的完全覆盖。

[0048] 图4例示了根据本文所公开的某些方面配置的在采用充电单元的多个层的充电表面400中提供的功率传递区的布置。所例示的充电表面是由充电单元402、404、406、408的四个层构造的。在图4中,由充电电流402的第一层中的充电单元提供的各个功率传递区被标志为“L1”,由充电电流404的第二层中的充电单元提供的各个功率传递区被标志为“L2”,由充电电流406、408的第三层中的充电单元提供的各个功率传递区被标志为“L3”,以及由充电电流408的第一层中的充电单元提供的各个功率传递区被标志为“L4”。

[0049] 无线发送器

[0050] 图5例示了可以在充电器基台中设置的无线发送器500。控制器502可以接收由调节电路508进行滤波或以其它方式加以处理的反馈信号。控制器可以控制驱动器电路504向包括电容器512和电感器514的谐振电路506提供交流电的操作。谐振电路506在本文中也可以称为储能电路、LC储能电路或LC储能,并且在谐振电路506的LC节点510处测得的电压516可以称为储能电压。

[0051] 无线发送器500可以被充电装置用来确定是否已经将兼容装置置于充电表面上。例如,充电装置可以通过经由无线发送器500发送间歇测试信号(主动ping)来确定已经将兼容装置置于充电表面上,其中,当兼容装置响应该测试信号时,谐振电路506可以检测或接收已编码信号。可以将充电装置配置成,在接收到根据标准、惯例、制造商或应用所定义的响应信号之后,激活至少一个充电单元中的一个或多个线圈。在一些示例中,兼容装置可以通过传送接收信号强度来响应ping,使得充电装置可以找到要用于对兼容装置进行充电的最佳充电单元。

[0052] 被动ping技术可以使用在LC节点510处测得或观察到的电压和/或电流来识别接近根据本文所公开的某些方面适配的装置的充电垫的接收线圈的存在。在许多常规的无线

充电器发送器中,将电路设置成测量LC节点510处的电压或测量LC网络中的电流。出于功率调节的目的或者为了支持装置之间的通信,可以监测这些电压和电流。在图5所例示的示例中,对LC节点510处的电压进行测量,但可以设想,可以另外或者另选地监测电流,以支持其中向谐振电路506提供短脉冲的被动ping。谐振电路506对被动ping(初始电压 V_0)的响应可以由LC节点510处的电压(V_{LC})来表示,使得:

$$[0053] \quad V_{LC} = V_0 e^{-\left(\frac{\omega}{2Q}\right)t}, \quad (式1)$$

[0054] 根据本文所公开的某些方面,可以选择性地激活一个或更多个充电单元中的线圈,以提供用于对兼容装置进行充电的最佳电磁场。在一些情况下,可以将线圈指派给充电单元,并且一些充电单元可以与其它充电单元重叠。在后一种情况下,可以以充电单元水平来选择最佳充电配置。在其它情况下,可以基于待充电装置在充电装置的表面上的放置来限定充电单元。在这些其它的情况下,为各个充电事件激活的线圈的组合可以发生改变。在一些实现中,充电装置可以包括驱动器电路,该驱动器电路可以选择一个或更多个电池和/或一个或更多个预定义充电单元,以用于在充电事件期间激活。

[0055] 图6例示了第一示例,其中对被动ping的响应600是根据式3衰减(decay)的。在时间 $t=0$ 处的激励脉冲之后,可以看到电压和/或电流以根据式1定义的谐振频率进行振荡,并且具有根据式3定义的衰减率。振荡的第一周期在电压水平 V_0 处开始,并且 V_{LC} 继续衰减至零,如根据Q因数和 ω 所控制的。图6例示的示例表示当没有物体存在或最接近充电垫时的典型开路或空载响应。在图6中,将Q因数的值假设为20。

[0056] 图7例示了第二示例,其中对被动ping的响应700是根据式3衰减的。在时间 $t=0$ 处的激励脉冲之后,可以看到电压和/或电流以根据式1定义的谐振频率进行振荡,并且具有根据式3定义的衰减率。振荡的第一周期在电压水平 V_0 处开始,并且 V_{LC} 继续衰减至零,如根据Q因数和 ω 所控制的。图7例示的示例表示当物体存在或最接近加载线圈的充电垫时的有载响应。在图6中,Q因数可以具有值7。 V_{LC} 在响应700中相对于响应600振荡得更高。

[0057] 图8例示了一组示例,其中可以观察到响应800、820、840中的差异。当驱动器电路504使用短于 $2.5\mu s$ 的脉冲激励谐振电路506时,发起被动ping。不同类型的无线接收器和被置于发送器上的外来物体导致在LC节点510处的电压或发送器的谐振电路506中的电流中可观察到的不同响应。该差异可以指示谐振电路506的振荡频率 V_0 的Q因数的变化。表1例示了关于打开状态的被放置在充电垫上的物体的某些示例。

物体	频率	V_{peak} (mV)	50% 衰减周期	Q因数
不存在	96.98kHz	134mV	4.5	20.385
类型1接收器	64.39kHz	82mV	3.5	15.855
类型2接收器	78.14kHz	78mV	3.5	15.855
类型3接收器	76.38kHz	122mV	3.2	14.496
未对准的型3接收器	210.40kHz	110mV	2.0	9.060
铁质物体	93.80kHz	110mV	2.0	9.060
非铁质物体	100.30kHz	102mV	1.5	6.795

[0059] 表1在表1中:Q因数可以如下计算:

$$[0060] \quad Q = \frac{\pi N}{\ln(2)} \cong 4.53N, \quad (\text{式 } 2)$$

[0061] 其中, N是从激励起直到振幅降低到 $0.5V_0$ 以下为止的周期数。

[0062] 选择性激活线圈

[0063] 根据本文所公开的某些方面, 可以选择性地激活一个或更多个充电单元中的发送线圈, 以提供用于对兼容装置进行充电的最佳电磁场。在一些情况下, 在一些情况下, 可以将发送线圈指派给充电单元, 并且一些充电单元可以与其它充电单元重叠。在后一种情况下, 可以以充电单元水平来选择最佳充电配置。在其它情况下, 可以基于待充电装置在充电表面上的放置来限定充电单元。在这些其它的情况下, 为各个充电事件激活的线圈的组合可以发生改变。在一些实现中, 充电装置可以包括驱动器电路, 该驱动器电路可以选择一个或更多个电池和/或一个或更多个预定义充电单元以用于在充电事件期间激活。

[0064] 图9例示了支持供在根据本文所公开的某些方面适配的无线充电器中使用的矩阵多路复用开关的第一拓扑900。无线充电器可以选择一个或更多个充电单元100来对接收装置充电。可以将未处于使用中的充电单元100与电流流(current flow)断开连接。在图2所例示的需要对应数量的开关的蜂窝封装配置中可以使用相对大量的充电单元100。根据本文所公开的某些方面, 可以将充电单元100采用矩阵908来进行逻辑设置, 该矩阵908具有连接至使得特定单元能够被供电的两个或更多个开关的多个单元。在所例示的拓扑900中, 提供了二维矩阵908, 其中维数可以由X和Y坐标来表示。将第一组开关906中的各个开关皆配置成, 选择性地将一行单元中的各个单元的第一端子联接至在无线充电期间提供电流以激活线圈的无线发送器和/或接收器电路902。将第二组开关904中的各个开关皆配置成, 选择性地将一行单元中的各个单元的第二端子联接至无线发送器和/或接收器电路902。当将单元的两个端子都联接至无线发送器和/或接收器电路902时, 该单元是活动的。

[0065] 矩阵908的使用可以显著减少为操作经调谐LC电路的网络所需的开关组件的数量。例如, N个单独连接的单元需要至少N个开关, 而具有N个单元的二维矩阵908可以利用 \sqrt{N} 个开关来进行操作。矩阵908的使用可以产生显著的成本节省并降低电路和/或布局复杂性。在一个示例中, 9单元实现可以使用6个开关的 3×3 矩阵908来加以实现, 从而节省3个开关。在另一示例中, 16单元实现(16-cell implementation)可以使用8个开关的 4×4 矩阵908来加以实现, 从而节省8个开关。

[0066] 在工作期间, 使至少2个开关闭合以将一个线圈主动联接至无线发送器和/或接收器电路902。可以一次闭合多个开关, 以便有助于将多个线圈连接至无线发送器和/或接收器电路902。例如, 可以闭合多个开关, 以使得能够在向接收装置传递功率时实现驱动多个发送线圈的工作模式。

[0067] 图10例示了根据本文所公开的某些方面的第二拓扑1000, 其中各个线圈或充电单元皆是由驱动器电路1002单独和/或直接驱动的。可以将驱动器电路1002配置成, 从一组线圈1004中选择一个或更多个线圈或充电单元100来对接收装置进行充电。应意识到, 可以将本文所公开的关于充电单元100的概念应用于选择性激活单独的线圈或线圈堆。未处于使用中的充电单元100不接收电流流。较大的充电单元100可以处于使用中, 并且可以采用开关矩阵来驱动单独的线圈或一组线圈。在一个示例中, 第一开关矩阵可以配置限定在充电事件期间要使用的充电单元或一组线圈的连接, 并且可以将第二开关矩阵(例如, 参见图

9) 用于激活充电单元和/或一组选定的线圈。

[0068] 从多线圈无线充电器检测装置移除

[0069] 现在,参照图11,可以将根据本公开的某些方面提供的多线圈无线充电系统1100配置成,在充电进行中时可靠地检测接收装置1106的移除。接收装置的任意和/或意外移除了可以造成接近装置1108的检测效率的潜在损失之外,还可以造成对其它接收装置1108的损坏。多线圈无线充电系统1100提供包括多个发送线圈1104₁至1104_n的充电表面1102。在例示示例中,接收装置1106在从第n发送线圈(发送线圈1104_n)接收充电通量时被移除。

[0070] 在一些情况下,充电表面1102在接收装置1106已经被移除之后继续向发送线圈1104_n提供充电电流。接近装置1108可以在充电电流正在流动时被置于充电表面1102上。充电电流通常是基于接收装置1106的能力来进行配置的,接收装置1106的能力可以不同于接近装置1108的能力。如果接近装置1108未被设计成处理针对原始接收装置1106的感应电流水平,则可能发生对接近装置1108的损坏。

[0071] 本公开的某些方面使得多线圈无线充电系统1100能够快速且可靠地检测接收装置1106从充电表面1102的移除。多线圈无线充电系统1100可以在检测到接收装置1106的移除时中断充电电流到活动发送线圈1104_n的流。多线圈无线充电系统1100可以将充电表面1102配置成,在检测到接收装置1106的移除和充电电流的中断时检测包括接近装置1108的物体。

[0072] 根据本公开的某些方面,可以通过监测充电电路或者一个或多个发送线圈1104₁至1104_n的某些特性来进行检测接收装置1106的移除。在某些示例中,可以基于被测电气量的变化来检测接收装置1106的移除,该被测电气量的变化可以归因于发送线圈1104_n与接收装置1106中的接收线圈之间的电磁耦合的变化。

[0073] 在一个示例中,可以将动态推断耦合估计(DICE:Dynamic Inferred Coupling Estimation)用于实时检测耦合质量。DICE可以包括对包括发送线圈和串联谐振电容器的电路中的有功功率与无功功率的比率的评估。被储存在发送器的电感器-电容器(LC)电路中的无功功率的量基本上受耦合系数的影响。耦合系数限定了无线发送器的LC电路中的互感与漏电感的比率。例如,无线发送器的LC电路中的漏电感可以表示为:

$$[0074] \quad T_{x_leakage} = L_{Tx} \times (1-k), \quad (式3)$$

[0075] 其中, L_{Tx} 表示发送器线圈的自感,以及k表示耦合系数。降低耦合降低了耦合系数并增加了漏电感,从而导致更多的无功能量被储存在发送器的漏电感中。被储存在漏电感中的能量对功率传递没有贡献,并且随着能量在漏电感中积累,LC节点处的电压增加。

[0076] 一个或多个发送线圈1104₁至1104_n与接收装置1106之间的耦合的某些方面可以由LC节点处测得的电压来进行表征。出于其它理由,在LC节点处取得的电压测量结果是可用的。在一些情况下,可以对LC节点处的电压进行监测,作为用于保护功率电子器件和谐振电容器的过电压指示器。在一个示例中,测量电路包括被配置成检测超过阈值水平的电压的电压比较器。根据本文所公开的某些方面,可以添加测量电路,或者可以使用现有的测量电路来量化或比较LC节点处的直接随耦合质量而改变的电压。

[0077] 图12是根据本文所公开的某些方面的可以监测装置移除事件的某些方面的图示图1200。两条曲线1202、1204表示在多线圈无线充电系统1100中可测量的电气量(electrical quantities)的状态。

[0078] 第一曲线1202表示流向一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n以对接收装置1106进行充电的电流的幅度。接收装置1106最初被接近充电表面1102地放置并且以无线方式接收电力。然后,接收装置1106开始移动远离充电表面1102,从第一时间点1206(t_1)开始,直到接收装置1106在第二时间点1208(t_2)未接收到来自活动发送线圈1104₁至1104_n的电力或可忽略的电力水平。如图12所例示,当接收装置1106被移除时,可以预期充电电流下降。第一曲线1202包括充电电流的初始水平与接收装置1106已经被移除之后的充电电流或静态电流的水平之间的阶跃。考虑到当发送器与接收器之间的距离增加时与电磁耦合关联的平方反比关系,即使以中等速率移除接收装置1106,也可以观察到充电电流的急剧下降。

[0079] 第二曲线1204表示在谐振电路中的LC节点处测得的储能电压的幅度,该谐振电路包括用于对接收装置1106进行无线充电的一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n。最初被接近充电表面1102地放置并且以无线方式接收电力的接收装置1106开始移动远离充电表面1102,从第一时间点1206(t_1)开始,并且继续移动远离直到接收装置1106在第二时间点1208(t_2)未接收到来自活动发送线圈1104₁至1104_n的电力或可忽略的电力。如图12所例示,可以预期储能电压随着谐振电路的阻抗而增加,该谐振电路的阻抗是由于接收装置1106被移除而产生的。第二曲线1204包括储能电压的初始水平与接收装置1106已经被移除之后的储能电压的水平之间的阶跃。考虑到当发送器与接收器之间的距离增加时与电磁耦合关联的平方反比关系,即使以中等速率移除接收装置1106,也可以观察到阻抗和储能电压的急剧增加。

[0080] 根据本公开的某些方面,向所述一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n提供的充电电流和/或储能电压可以在功率传递期间进行监测。当电流或电压的阶跃超过阈值差值时或者当电流的变化率(di/dt)或者电压的变化率(dv/dt)超过阈值变化率时,可以使充电电流中断。阈值差值和/或阈值变化率可以在系统初始化期间和/或在制造或组装期间由应用进行预先配置。在一些实现中,可以基于充电配置来动态地配置阈值差值和/或阈值变化率,该充电配置标识了要用于无线充电的发送线圈1104₁至1104_n的数量、充电电流的大小、和/或接收装置1106的结构或内部配置。

[0081] 在一些情况下,当接收装置1106未被移除时,可以观察到充电电流或储能电压的可变性。例如,充电电流或储能电压可以因接收装置1106或充电表面1102的振动或滑移、由多线圈无线充电系统1100的运动而造成的物理不稳定性、或者因温度变化或电源输出中的漂移而发生改变。某些实现可以采用低通滤波来适应充电电流或储能电压的这种可变性。

[0082] 图13例示了采用低通滤波来适应不归因于接收装置1106的移动的充电电流或储能电压的可变性的经滤波阈值检测电路。图13包括例示了与经滤波阈值检测电路1300的操作相关的某些方面的曲线图1320。在例示示例中,经滤波阈值检测电路1300接收输入信号1310,该输入信号1310表示流向用于对接收装置1106进行充电的一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n的充电电流。将输入信号1310提供给低通滤波器1302,该低通滤波器可以延迟输入信号1310中的阶跃变化,和/或减慢输入信号1310中的变化率。比较电路1304使用基于比较电路1304的输出1316的在前状态的缩放因数1308或偏移量将低通滤波器1302的输出1312与根据输入信号1310生成的阈值信号1314进行比较。阈值信号1314可以由反馈电路1306生成以在经滤波阈值检测电路1300中提供滞后。阈值信号1314提供使得比较电路1304能够可靠地指示接收装置1106的移除的参考点1330。低通滤波器1302可以配置有滤波器常

数,该滤波器常数被配置成使得电流1332中的正常小变化不会造成装置移除指示。

[0083] 第一曲线1322表示流向一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n以对接收装置1106进行充电的电流的幅度。接收装置1106最初被接近充电表面1102放置并且以无线方式接收电力。第二曲线1324表示用于确定充电电流的阶跃变化何时指示装置移除事件的阈值。接收装置1106开始移动远离充电表面1102,从第一时间点1326(t_1)开始,直到接收装置1106在第二时间点1328(t_2)未接收到来自活动发送线圈1104₁至1104_n的电力或可忽略的电力。

[0084] 当接收装置1106被移除时,充电电流下降,从而导致充电电流的初始水平与接收装置1106已经被移除之后的充电电流或静态电流的水平之间的阶跃。阈值信号1314可以确保充电电流的大阶跃变化(或储能电压的大增加)足以越过阈值。

[0085] 在本公开的另一方面,可以使用基于时隙的技术以使得能够检测接收装置1106的移除。在一个示例中,提供了时隙,在该时隙期间,充电电流被暂停短暂时段,以使得能够实现一个或多个传感器的一个或测量和/或询问。

[0086] 图14例示了Q因数比较电路1400和对应定时图1420,该定时图例示了在测量时隙1424期间对接收装置1106的移除的检测。定时图1420包括曲线1422,该曲线表示当多线圈无线充电系统1100的充电表面1102被配置成对接收装置1106进行充电时,在一个或多个活动发送线圈1104₁至1104_n中流动的充电电流的幅度。可以周期性地或者响应于检测到充电电流或储能电压的幅度的阶跃变化来提供测量时隙1424。可以在测量时隙1424期间执行时隙化Q因数测试。可以在多线圈无线充电系统1100暂停或终止充电电流时提供测量时隙1424。在一个示例中,测量时隙1424具有高达100微秒(μs)的持续时间。被储存在谐振电路中的能量以部分地由谐振电路的Q因数确定的速率衰减。可以将谐振电路的Q因数值用作充电表面1102中的某些活动发送线圈1104₁至1104_n与接收装置1106中的接收线圈之间的电磁耦合的量度。

[0087] 当多线圈无线充电系统1100停止向包括活动发送线圈1104₁至1104_n的谐振电路供电时,可以在第一时间点1426(t_1)开始间隙化Q因数测试。谐振电路中的电流的幅度以由谐振电路的Q因数确定的速率衰减1428。在一个示例中,可以使用比较器1406来计算Q因数1402并将该Q因数与参考Q因数1404进行比较。参考Q因数1404可以对应于当没有接收装置被电磁耦合至活动发送线圈1104₁至1104_n时所计算的Q因数。

[0088] 在一些实现中,可以将经滤波阈值检测电路1300用于将所计算的Q因数与阈值Q因数进行比较。在一些实现中,周期性地提供测量时隙1424,以使得能够使用时隙化Q因数测试来检测异物的存在以及装置移除事件。

[0089] 本公开的另一方面涉及使用被保持在查找表中的阈值和其它参数来检测接收装置1106的移除。例如,可以使用查找表来保持多线圈无线充电系统1100的充电电流、储能电压、Q因数以及其它特性的测得值。在一些实现中,查找表可以保持不同的充电配置的阈值和其它参数。各个充电配置皆可以限定要用于对接收装置1106进行充电的一组发送线圈1104₁至1104_n以及发送线圈1104₁至1104_n当中的电流分布。例如,一个或多个充电配置可以限定当电磁通量要被集中在特定位置或者被引导到发送线圈1104₁至1104_n所跨越的区域内时,向不同发送线圈1104₁至1104_n提供的电流的相移。可以提供一个或多个充电配置,以匹配接收装置1106的能力、位置、取向、充电状态、和/或另一特性。查找表的使用可以提

高用于确定接收装置1106何时已经被移除的检测电路和过程的效率。

[0090] 图15包括例示了根据本文所公开的某些方面的使用查寻表来检测可以被监测的装置移除事件的曲线图1500、1520。在一个示例中,查找表(LUT:lookup table)可以保持标识充电配置的已知静态或“空”功率和/或已知电流汲取的信息。多线圈无线充电系统1100可以将已经在检测到阶跃事件之后测得的功率、电压和/或电流与在查找表中保持的静态功率、电压和/或电流汲取的阈值或其它对应值进行比较。该比较可以指示阶跃事件是对应于负载变化还是对应于装置移除。当接收装置卸下(dump)其负载时,可能发生负载变化。查找表可以包括针对没有被电磁耦合至接收线圈的一个或更多个发送线圈 1104_1 至 1104_n 或者可以影响包括更多发送线圈 1104_1 至 1104_n 的谐振电路的谐振频率或Q因数的另一物体测得的静态功率、电压和/或电流的值。在一些实现中,可以利用针对不同充电配置测得的值来填充查找表。在一些实现中,可以在系统配置或校准过程期间填充查找表。

[0091] 第一曲线图1500例示了在查找表中标识的阈值1506、1508可以可靠地指示接收装置1106已经被移除的示例。第二曲线图1520例示了在查找表中保持的阈值1526、1528可以可靠地指示负载变化已经发生的示例。第一曲线1502、1522表示流向一个或更多个活动发送线圈 1104_1 至 1104_n 以接收装置1106进行充电的电流的幅度。接收装置1106最初被接近充电表面1102放置并且以无线方式接收电力。然后,接收装置1106开始移动远离充电表面1102,从第一时间点1512、1532(t_1)开始,直到接收装置1106正在接收与充电电流中的下降相对应的缩减功率。第一曲线1502、1522中的各个曲线皆包括在充电电流的初始水平与接收装置1106已经被移除之后的充电电流的水平之间的阶跃1510、1530。

[0092] 在本公开的一个方面,将在阶跃1510、1530之后测得的充电电流的幅度与从查找表获得的电流阈值1508、1528(或参考静态电流水平)进行比较。在一个示例中,多线圈无线充电系统1100可以基于阶跃1510、1530之后的充电电流水平与参考静态电流水平或电流阈值150、1528之间的差异来终止充电电流。在第一曲线图1500所例示的示例中,当充电电流水平处于包括参考静态电流水平的经配置范围内或者小于使用参考静态电流水平计算的电流阈值1508、1528时,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。在第二曲线图1520所例示的示例中,当充电电流水平大于电流阈值1508、1528达指示已经发生负载变化事件的量时,多线圈无线充电系统1100可以继续提供充电电流。

[0093] 曲线图1500、1520中的第二曲线1504、1524表示在包括一个或更多个活动发送线圈 1104_1 至 1104_n 的谐振电路两端测得的储能电压的幅度。接收装置1106最初被接近充电表面1102放置并且以无线方式接收电力。然后,接收装置1106开始移动远离充电表面1102,从第一时间点1512、1532(t_1)开始,直到接收装置1106正在接收与储能电压中的增加相对应的缩减功率。第二曲线1504、1524中的各个曲线皆包括储能电压的初始水平与接收装置1106已经被移除之后的储能电压的水平之间的阶跃1510、1530。

[0094] 在本公开的一个方面,将在阶跃1510、1530之后测得的储能电压的幅度与从查找表获得的参考静态储能电压或电压阈值1506、1526进行比较。多线圈无线充电系统1100可以基于在阶跃1510、1530之后的储能电压水平与参考静态储能电压或电压阈值1506、1526之间的差异来终止充电电流。在第一曲线图1500所例示的示例中,当储能电压水平处于包括静态储能电压的经配置范围内或者大于电压阈值1506、1526时,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。在第二曲线图1520所例示的示例中,当储能电压小于指示已经发

生负载变化事件的电压阈值1506、1526时,多线圈无线充电系统1100可以继续提供充电电流。

[0095] 图16是例示基于图15所例示的示例的过程的示例的流程图1600。可以在多线圈无线充电系统1100处执行该过程。在框1602处,多线圈无线充电系统1100可以根据充电配置开始向接收装置1106提供充电电流。多线圈无线充电系统1100可以继续充电,直到在框1604处,多线圈无线充电系统1100检测到测得值中的阶跃变化。在一个示例中,测得值可以表示充电电流的幅度。在另一示例中,测得值可以表示储能电压。在框1606处,多线圈无线充电系统1100可以测量在该阶跃之后的值。在框1608处,多线圈无线充电系统1100可以将测得值与存储在查找表中的阈值进行比较。可以根据空闲或静止值来计算阈值。测得值与阈值之间的关系可以指示测得值中的阶跃变化是否是接收装置1106的移除的结果。当多线圈无线充电系统1100在框1610处确定阶跃变化涉及装置移除事件时,则在框1612处,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。如果多线圈无线充电系统1100在框1610处确定阶跃变化不涉及装置移除事件,则该过程可以在框1604处继续。

[0096] 图17是例示根据本文所公开的某些方面的用于检测装置移除事件的测得的静止功率汲取或预先配置的静止功率、或者预先测得的空闲传递功率汲取值的使用。在一个方面,在可以与ping过程关联的初始配置间隔时段1702期间获得功率传递的测量结果。曲线1710表示从多线圈无线充电系统1100到接收装置1106的功率或电流传递。在一个示例中,可以将表征最小或静态功率传递状态的测得功率传递值用于设定多线圈无线充电系统1100的已知工作点。可以将已知工作点用于限定用于检测装置移除的阈值。后一阈值在本文中可以被称为测得阈值1716。在另一方面,可以从查找表中获得用于检测装置移除的阈值。后一阈值在本文中可以被称为LUT阈值1718。LUT阈值1718可以在系统初始化、组装期间或者在校准过程期间加以计算或测量。在一个示例中,当没有可充电装置或其它物体位于充电表面1102上或附近时,可以计算或测量LUT阈值1718。

[0097] 曲线1710可以对应于使得功率能够从多线圈无线充电系统1100传递至接收装置1106的充电电流。在接收装置1106的初始检测和/或配置之后,可以确定最小功率传递水平1712和/或可以将该最小功率传递水平用于设定测得阈值1716。功率传递时段1704接着发生。功率传递时段1704持续直到检测到事件1706,其中,功率传递的水平呈现阶跃下降。在例示示例中,功率传递的水平下降至较低水平1714,该较低水平1714可以高于或低于用于确定装置移除的阈值。可以从测得阈值1716或LUT阈值1718中选择阈值。多线圈无线充电系统1100可以启动测量时隙1708以便建立或确认已经发生装置移除。在测量时隙1708期间,多线圈无线充电系统1100可以测量静态功率汲取并将该静态功率汲取与选定阈值进行比较。在确定接收装置1106已经被移除之后,多线圈无线充电系统1100可以中断充电电流。在确定接收装置1106未被移除之后,多线圈无线充电系统1100可以以较低水平1714继续功率传递。

[0098] 图18是例示用于基于测得的静态功率汲取来进行装置移除检测的过程的第一示例的流程图1800。可以在多线圈无线充电系统1100处执行该过程。在框1802处,多线圈无线充电系统1100可以检测已经被置于充电表面1102上或附近的接收装置1106的存在。在初始配置间隔时段1702期间,多线圈无线充电系统1100可以询问接收装置1106和/或与该接收装置协商以生成充电配置。在框1804处,多线圈无线充电系统1100可以向一个或多个活

动发送线圈1104₁至1104_n提供静态电流,并且可以测量静态功率汲取。多线圈无线充电系统1100可以使用测得静态功率汲取来建立测得阈值1716。在一个示例中,可以将测得阈值1716存储在诸如随机存取存储器(RAM)或基于寄存器的存储器的非易失性存储器中。

[0099] 功率传递时段1704开始,在该功率传递时段期间,多线圈无线充电系统1100可以向活动发送线圈1104₁至1104_n提供充电电流,以使得能够根据充电配置向接收装置1106传递功率。多线圈无线充电系统1100可以继续充电,直到在框1806处,多线圈无线充电系统1100检测到测得功率汲取中的阶跃变化。在一个示例中,该测得功率汲取可以由充电电流的幅度来表示。在另一示例中,该测得功率汲取可以由储能电压来表示。在框1808处,多线圈无线充电系统1100可以提供测量时隙1708,在该测量时隙期间,充电电流被减小至静态水平。多线圈无线充电系统1100可以在测量时隙1708期间测量静态功率汲取。在框1810处,多线圈无线充电系统1100可以将测得静态功率汲取与测得阈值1716进行比较。测得静态功率汲取与测得阈值1716之间的关系可以指示功率汲取中的阶跃变化是否是接收装置1106的移除的结果。当多线圈无线充电系统1100在框1812处确定阶跃变化涉及装置移除事件时,则在框1814处,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。如果多线圈无线充电系统1100在框1812处确定阶跃变化不涉及装置移除事件,则该过程可以在框1804处继续。

[0100] 图19是例示用于基于测得的静态功率汲取来进行装置移除检测的过程的第二示例的流程图1900。可以在多线圈无线充电系统1100处执行该过程。在框1902处,多线圈无线充电系统1100可以检测已经被置于充电表面1102上或附近的接收装置1106的存在。在初始配置间隔时段1702期间,多线圈无线充电系统1100可以询问接收装置1106和/或与该接收装置协商以生成充电配置。

[0101] 功率传递时段1704开始,在该功率传递时段期间,多线圈无线充电系统1100可以根据充电配置,向被配置成以无线方式向接收装置1106传递功率的一个或更多个活动发送线圈1104₁至1104_n提供充电电流。多线圈无线充电系统1100可以继续充电,直到在框1904处,多线圈无线充电系统1100检测到测得功率汲取中的阶跃变化。在一个示例中,该测得功率汲取可以由充电电流的幅度来表示。在另一示例中,该测得功率汲取可以由储能电压来表示。在框1906处,多线圈无线充电系统1100可以提供测量时隙1708,在该测量时隙期间,充电电流被减小至静态水平。多线圈无线充电系统1100可以在测量时隙1708期间测量静态功率汲取。在框1908处,多线圈无线充电系统1100可以将测得静态功率汲取与LUT阈值1718进行比较。LUT阈值1718可以基于静态(空线圈)功率提取而加以预先测量或预先计算。可以将预先测得的或预先计算的功率汲取保持在存储在非易失性存储器(诸如闪存)中的查找表中。测得静态功率汲取与LUT阈值1718之间的关系可以指示功率汲取中的阶跃变化是否是接收装置1106的移除的结果。当多线圈无线充电系统1100在框1910处确定阶跃变化涉及装置移除事件时,则在框1912处,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。如果多线圈无线充电系统1100在框1910处确定阶跃变化不涉及装置移除事件,则该过程可以在框1904处继续。

[0102] 图20是例示使用测量时隙来执行ping过程的曲线图2000,该ping过程可以确定接收装置1106是否仍保持在充电表面1102上或附近。ping过程可以包括主动ping和/或被动ping。ping过程可以包括模拟ping和/或数字ping。可以在已经在充电表面1102上或附近检测到装置或物体之后提供初始配置间隔时段2002。可以在初始配置间隔时段2002内进行

ping过程,以确定所检测到的物体是否是可充电物体,并且确定适合于可充电物体的充电配置。

[0103] 曲线2010表示从多线圈无线充电系统1100到接收装置1106的功率传递。在功率传递时段2004期间,可以检测事件2006,其中,功率传递的水平呈现阶跃下降。多线圈无线充电系统1100可以启动测量时隙2008以便建立或确认装置移除事件。在测量时隙2008期间,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流,以允许使用ping过程来确定接收装置1106是否已经被移除。在确定接收装置1106已经被移除之后,多线圈无线充电系统1100可以中断充电电流。在确定接收装置1106未被移除之后,多线圈无线充电系统1100可以以较低水平2012继续功率传递。

[0104] 图21是例示用于基于在测量时隙期间执行的ping过程来进行装置移除检测的方法的示例的流程图2100。可以在多线圈无线充电系统1100处执行该方法。在框2102处,多线圈无线充电系统1100可以检测已经被置于充电表面1102上或附近的接收装置1106的存在。在初始配置间隔时段2002期间,多线圈无线充电系统1100可以询问接收装置1106和/或与该接收装置协商以生成充电配置。

[0105] 功率传递时段2004开始,在该功率传递时段期间,多线圈无线充电系统1100可以根据充电配置,向被配置成以无线方式向接收装置1106传递功率的一个或多个活动发送线圈 1104_1 至 1104_n 提供充电电流。多线圈无线充电系统1100可以继续充电,直到在框2104处,多线圈无线充电系统1100检测到测得功率汲取、电流或储能电压中的阶跃变化。在框2106处,多线圈无线充电系统1100可以提供测量时隙2008,在该测量时隙期间,可以执行一个或多个ping过程以确定该阶跃变化是否是接收装置1106的移除的结果。当多线圈无线充电系统1100在框2108处确定阶跃变化涉及装置移除事件时,则在框2110处,多线圈无线充电系统1100可以终止充电电流。如果多线圈无线充电系统1100在框2108处确定阶跃变化不涉及装置移除事件,则该过程可以在框2104处继续。

[0106] 使用传感器的装置移除检测

[0107] 根据本公开的某些方面,接收装置的存在、位置和/或取向可以使用位置感测技术来加以确定,该位置感测技术例如涉及检测电容、电阻、电感、触摸、压力、温度、负载、应变和/或另一恰当类型的感测中的差异或变化。可以采用位置感测来确定待充电物体或装置的存在或位置。还可以采用位置感测来检测在从充电表面进行功率传递期间接收装置的移除。

[0108] 图22例示了无线充电器的充电表面2200的第一示例,该充电表面2200包括一个或多个传感器2202,这些传感器可以检测在从充电表面2200进行功率传递期间接收装置的移除。在该示例中,传感器2202可以包括被配置成检测装置的存在电容、电感或霍尔效应感测部件。在一些实现中,这些感测部件可以与设置在充电表面2200中的充电线圈(LP1至LP18)接界(border)。在一些实现中,感测部件可以与单独的充电线圈或成组的充电线圈接界。在某些实现中,可以在充电表面2200上标识充电区,并且感测部件可以限定或监测各个充电区的外部界限。

[0109] 还可以将传感器2202用于检测指示接收装置从充电表面2200移除的变化。在一些实现中,传感器2202可以基于充电电流、储能电压和/或功率汲取的测量结果来支持或增强移除检测技术。传感器2202的使用可以提高可靠性、效率并且可以降低功耗和处理器负载。

[0110] 图23例示了无线充电器的充电表面2300的第二示例,该充电表面包括可以用于检测装置移除的一个或更多个传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n。传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n可以测量可归因于被置于充电表面2300上或附近的装置或物体的变形、负载和/或重量。可以将传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n配置成,测量作为机械应变的变形,该变形可以量化表面上的两个点之间的位移。在一个示例中,被置于发送器线圈2304₁至2304_n与电路板2302之间的传感器2312₁至2312_n可以提供以下测量结果:该测量结果对应于发送器线圈2304₁至2304_n和被置于充电表面2300上或附近的装置或物体的组合重量。该装置或物体的重量可以根据组合重量来进行计算,或者可以将组合重量的变化用于指示装置或物体的放置或移除。在另一示例中,被置于充电表面2300的外表面上和发送器线圈2304₁至2304_n上方的传感器2314₁至2314_n可以提供以下测量结果:该测量结果对应于由被置于充电表面2300上或附近的物体的重量和形状而造成的外表面的变形。

[0111] 可以将传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n用于检测指示接收装置2306从充电表面2300移除的变化。在一些实现中,传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n可以基于充电电流、储能电压和/或功率汲取的测量结果来支持或增强移除检测技术。传感器2312₁至2312_n和/或2314₁至2314_n的使用可以提高可靠性、效率并且可以降低功耗和处理器负载。

[0112] 图24例示了无线充电器的充电表面2400的第三示例,该充电表面2400包括用于检测装置移除的一个或更多个传感器2412₁至2412_n。传感器2412₁至2412_n可以测量当接收装置2406或其它物体被拾起或以其它方式从充电表面2400移除时所造成的微小移动变化或振动变化。在一个示例中,将传感器2412₁至2412_n置于发送器线圈2404₁至2404_n与电路板2402之间。

[0113] 在一些实现中,传感器2412₁至2412_n可以基于充电电流、储能电压和/或功率汲取的测量结果来支持或增强移除检测技术。传感器2412₁至2412_n的使用可以提高可靠性、效率并且可以降低功耗和处理器负载。

[0114] 图25例示了无线充电器的充电表面2400的第四示例,该充电表面2400包括可以用于检测装置移除的一个或更多个装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄。装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄可以包括与充电表面2500的外表面共面定位的红外和/或超声发送和感测装置。在例示示例中,发送装置2504₁至2504₄将红外或超声射束指向一组感测装置2506₁至2506₄。当将接收装置2502置于充电表面2500上的装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄的对应之间时,可以中断一个或更多个射束。接收装置2502的移除使得感测装置2506₁至2506₄中的一个或更多个感测装置能够检测所发送的射束。

[0115] 在一些实现中,装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄可以基于充电电流、储能电压和/或功率汲取的测量结果来支持或增强移除检测技术。装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄的使用可以提高可靠性、效率并且可以降低功耗和处理器负载。在一些实现中,增加数量的发送和/或感测装置2504₁至2504₄和/或2506₁至2506₄可以提供可以以X和Y坐标来进行表达的装置位置的改进的分辨率。

[0116] 图26例示了无线充电器的充电表面2600的第五示例,该充电表面2600包括可以用于检测装置移除的一个或更多个感测装置2604₁至2604₅。感测装置2604₁至2604₅可以包括红外和/或超声组合的发送器和传感器。感测装置2604₁至2604₅可以与充电表面2600的外表面共面定位。在例示示例中,感测装置2604₁至2604₅发送红外或超声射束,并且被配置成感

测射束的反射特性。一个或多个射束可以被置于充电表面2600上的接收装置2602反射。感测装置2604₁至2604₅可以检测反射射束的相位变化、反射角以及其它特性,从而允许检测接收装置2602。接收装置2602的移除消除了反射射束或修改了反射射束的特性。

[0117] 在一些实现中,感测装置2604₁至2604₅可以基于充电电流、储能电压和/或功率汲取的测量结果来支持或增强移除检测技术。感测装置2604₁至2604₅的使用可以提高可靠性、效率并且可以降低功耗和处理器负载。在一些实现中,增加数量的感测装置2604₁至2604₅可以提供可以以X和Y坐标来进行表达的装置位置的改进的分辨率。在一些实现中,感测装置2604₁至2604₅可以检测感测装置2604₁至2604₅与接收装置2602之间的距离,使得两个传感器能够确定接收装置2602的精确位置。

[0118] 处理电路的示例

[0119] 图27例示了可以并入充电装置中或者使得电池能够被无线充电的接收装置中的设备2700的硬件实现的示例。在一些示例中,设备2700可以执行本文所公开的一个或多个功能。根据本公开的各个方面,可以使用处理电路2702来实现本文所公开的要素、或者要素的任何部分、或者要素的任何组合。处理电路2702可以包括由硬件和软件模块的某一组合控制的一个或多个处理器2704。处理器2704的示例包括:微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、SoC、ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑装置(PLD)、状态机、定序器(sequencer)、选通逻辑、离散硬件电路以及被配置成执行贯穿本公开所描述的各种功能的其它合适的硬件。所述一个或多个处理器2704可以包括执行特定功能并且可以由软件模块2716之一进行配置、扩充或控制的专用处理器。所述一个或多个处理器2704可以通过在初始化期间加载的软件模块2716的组合来进行配置,并且还通过在操作期间加载或卸载一个或多个软件模块2716来进行配置。

[0120] 在例示示例中,可以利用通常由总线2710表示的总线架构来实现处理电路2702。根据处理电路2702的具体应用以及总体设计约束,总线2710可以包括任何数量的互连总线和桥。总线2710将各种电路链接在一起,这些电路包括一个或多个处理器2704,以及存储装置2706。存储装置2706可以包括存储器装置和大容量存储装置,并且在本文中可以被称为计算机可读介质和/或处理器可读介质。存储器2706可以包括暂时性存储介质和/或非暂时性存储介质。

[0121] 总线2710还可以链接各种其它电路,诸如定时源、计时器、外围设备、电压调节器以及功率管理电路等。总线接口2708可以提供总线2710与一个或多个收发器2712之间的接口。在一个示例中,可以设置收发器2712以使得设备2700能够根据标准定义的协议与充电或接收装置进行通信。根据设备2700的性质,还可以提供用户接口2718(例如,小键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆),并且该用户接口2718可以直接或者通过总线接口2708以通信方式联接至总线2710。

[0122] 处理器2704可以负责管理总线2710并且可以负责如下的一般处理(general processing),该一般处理包括执行被存储在可以包括存储装置2706的计算机可读介质中的软件。在这方面,可以将包括处理器2704的处理电路2702用于实现本文所公开的方法、功能以及技术中的任一者。可以将存储装置2706用于存储在执行软件时由处理器2704操纵的数据,并且可以将该软件配置成实现本文所公开的方法中的任一方法。

[0123] 处理电路2702中的一个或多个处理器2704可以执行软件。无论是称为软件、固

件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其它形式,软件都应当被广泛地解释为意指指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用程序、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行线程、过程、函数、算法等。软件可以以计算机可读形式驻留在存储装置2706中或者外部计算机可读介质中。外部计算机可读介质和/或存储装置2706可以包括非暂时性计算机可读介质。举例来说,非暂时性计算机可读介质包括:磁存储装置(例如,硬盘、软盘、磁带)、光学存储盘(例如,光盘(CD)或数字通用盘(DVD))、智能卡、闪存装置(例如,“闪存驱动器”、卡型、棒型或钥匙型驱动器)、RAM、ROM、可编程只读存储器(PROM)、包括EEPROM的可擦除PROM(EPROM)、寄存器、可去除盘以及用于存储可以由计算机存取和读取的软件和/或指令的任何其它合适的介质。作为示例,计算机可读介质和/或存储装置2706还可以包括:载波、传输线、以及用于传输可以由计算机访问和读取的软件和/或指令的任何其它合适的介质。计算机可读介质和/或存储装置2706可以驻留在处理电路2702中、处理器2704中、在处理电路2702外部、或者横跨包括处理电路2702的多个实体进行分布。可以采用计算机程序产品来具体实施计算机可读介质和/或存储装置2706。举例来说,计算机程序产品可以包括处于包装材料中的计算机可读介质。本领域技术人员应当认识到,如何最佳地实现贯穿本公开呈现的所描述的功能取决于特定的应用和施加于整个系统的总体设计约束。

[0124] 存储装置2706可以以可加载代码段、模块、应用、程序等来保持和/或组织软件,其在本文中可以被称为软件模块2716。软件模块2716中的各个软件模块皆可以包括指令和数据,该指令和数据当被安装或加载到处理电路2702上并由所述一个或更多个处理器2704执行时,对控制所述一个或更多个处理器2704的操作的运行映像2714有利。在执行时,某些指令可以使处理电路2702根据本文所描述的某些方法、算法以及过程来执行功能。

[0125] 这些软件模块2716中的一些软件模块可以在处理电路2702的初始化期间被加载,并且这些软件模块2716可以配置处理电路2702以使得能够执行本文所公开的各种功能。例如,一些软件模块2716可以配置处理器2704的内部装置和/或逻辑电路2722,并且可以管理对外部装置(诸如收发器2712、总线接口2708、用户接口2718、计时器、数学协处理器等)的访问。软件模块2716可以包括控制程序和/或操作系统,该控制程序和/或操作系统与中断处理程序和装置驱动程序交互,并且控制对由处理电路2702提供的各种资源的访问。资源可以包括:存储器、处理时间、对收发器2712的访问、用户接口2718等。

[0126] 处理电路2702的一个或更多个处理器2704可以是多功能的,由此所述软件模块2716中的一些软件模块被加载并配置成执行不同的功能或相同功能的不同实例。所述一个或更多个处理器2704另外可以适于管理响应于例如来自用户接口2718、收发器2712以及装置驱动程序的输入而发起的后台任务。为了支持多功能的执行,可以将所述一个或更多个处理器2704配置成提供多任务处理环境,由此多个功能中的各个功能皆被实现为由所述一个或更多个处理器2704根据需要或希望而服务的一组任务。在一个示例中,多任务处理环境可以使用分时(timesharing)程序2720来实现,该分时程序2720在不同任务之间传递处理器2704的控制,由此在完成任何未完成(outstanding)操作时和/或响应于诸如中断的输入,各个任务皆将所述一个或更多个处理器2704的控制返回给分时程序2720。当任务具有对所述一个或更多个处理器2704的控制时,处理电路被有效地专门用于由与控制任务关联的功能所解决的目的。分时程序2720可以包括:操作系统、基于循环(round-robin)传递控

制的主循环、根据功能的优先化来分配对所述一个或更多个处理器2704的控制的功能、和/或通过向处理功能提供对所述一个或更多个处理器2704的控制来响应外部事件的中断驱动主循环。

[0127] 在一个实现中,设备2700包括或者操作为无线充电装置,该无线充电装置具有联接至充电电路的电池充电电源、多个充电单元以及控制器,该控制器可以被包括在一个或更多个处理器2704。所述多个充电单元可以被配置成提供充电表面。可以将至少一个线圈配置成引导电磁场穿过各个充电单元的电荷转移区域。可以将控制器配置成,使充电电路在将接收装置置于充电表面上时,向谐振电路提供充电电流;检测与谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率;以及当电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率超过阈值时,确定接收装置已经被从充电表面移除。

[0128] 在某些实现中,谐振电路包括发送线圈。还可以将控制器配置成,当在发送线圈的端子处测得的电压超过阈值电压水平时,确定接收装置已经被从充电表面移除。在一个示例中,阈值电压水平是由查寻表保持的并且当发送线圈在电磁上去耦时加以确定。在另一示例中,当将接收装置首次置于充电表面上时,确定阈值电压水平。

[0129] 在某些实现中,还将控制器配置成,当在谐振电路中测得的电流具有小于阈值电流水平的幅值时,确定接收装置已经被从充电表面移除。在一个示例中,所述阈值电流水平是由查寻表保持的并且当没有物体在电磁上与所述谐振电路中的线圈耦合时加以确定。在另一示例中:当将接收装置首次置于充电表面上时,确定阈值电流水平。

[0130] 在某些实现中,还将控制器配置成,通过降低或终止充电电流达一定时段来提供测量时隙;以及在测量时隙期间,检测与谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率。

[0131] 在某些实现中,还将控制器配置成,从充电表面中的一个或更多个传感器接收测量结果;以及当所述测量结果中的一个测量结果指示接收装置的物理移除时,提供测量时隙。

[0132] 在一些实现中,设备2700具有最接近充电装置的外表面定位的一个或更多个传感器。还可以将控制器配置成,从所述一个或更多个传感器接收测量结果;以及当所述测量结果中的一个测量结果指示接收装置的物理移除时,测量与谐振电路关联的电压或电流水平。该传感器可以包括应变测量传感器、加速度计、红外或超声感测元件和/或霍尔效应装置。

[0133] 在一些实现中,存储装置2706保持指令和信息,其中,该指令被配置成,使所述一个或更多个处理器2704在将接收装置置于充电表面上时,向谐振电路提供充电电流;确定与谐振电路关联的电压或电流水平的变化指示接收装置从充电表面的潜在移除;通过降低或终止充电电流达一定时段来提供测量时隙;以及基于在测量时隙期间的谐振电路的特性的测量结果来确定接收装置是否已经被从充电表面移除。在一个示例中,电压或电流水平的变化包括电压或电流水平的阶跃变化。可以将低通滤波器用于对表示电压或电流水平的信号中的短持续时间或低幅值阶跃变化进行滤波。

[0134] 在某些实现中,谐振电路包括充电表面中的发送线圈。谐振电路的特性可以指示发送线圈与接收装置中的接收线圈之间的耦合。可以将该指令配置成使所述一个或更多个

处理器2704,当在发送线圈的端子处测得的电压超过阈值电压水平时,确定接收装置已经被从充电表面移除。在一些情况下,阈值电压水平可以由查找表加以保持。在一些情况下,当发送线圈在电磁上去耦时,可以确定阈值电压水平。在一些情况下,当将接收装置首次置于充电表面上时,可以确定阈值电压水平。

[0135] 在某些实现中,可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,当在谐振电路中测得的电流具有小于阈值电流水平的幅值时,确定接收装置已经被从充电表面移除。在一些情况下,阈值电流水平可以由查找表加以保持。在一个示例中,当没有物体在电磁上与谐振电路中的线圈耦合时,可以确定阈值电流水平。在另一示例中,当将接收装置首次置于充电表面上时,可以确定阈值电流水平。

[0136] 在某些实现中,可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,基于被储存在谐振电路中的能量的衰减速率来确定接收装置是否已经被从充电表面移除。在一些实现中,可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,使用被动ping过程来确定接收装置是否已经被从充电表面移除。可以在测量时隙期间和在终止充电电流之后执行被动ping过程。在一些实现中,可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,使用数字ping过程来确定接收装置是否已经被从充电表面移除。可以在测量时隙期间和在终止充电电流之后执行数字ping过程。

[0137] 在某些实现中,可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,监测和/或接收来自充电表面中的一个或更多个传感器的测量结果。可以将该指令配置成使所述一个或更多个处理器2704,在所述测量结果中的一个测量结果指示接收装置的物理移除之后,测量与谐振电路关联的电压或电流水平。该传感器可以包括应变测量传感器、加速度计、红外或超声感测元件和/或霍尔效应装置。

[0138] 图28是例示根据本公开的某些方面的对充电装置进行操作的方法的流程图2800。该方法可以由充电装置中的控制器来执行。在框2802处,控制器可以当将接收装置置于充电表面的表面上时,向谐振电路提供充电电流。在框2804处,控制器可以检测与谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率。在框2806处,控制器当电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率超过阈值时,确定接收装置已经被从充电装置的表面移除。如果在框2808处,控制器确定接收装置已经被从充电装置的表面移除,则在框2810处,控制器可以终止与接收装置关联的充电电流和充电周期。如果在框2808处,控制器确定接收装置没有被从充电装置的表面移除,则该方法可以在框2804处继续或重新开始。谐振电路可以包括发送线圈。

[0139] 在某些实现中,控制器当在发送线圈的端子处测得的电压超过阈值电压水平时,确定接收装置已经被从充电装置的表面移除。在一个示例中,所述阈值电压水平是由查寻表保持的并且当所述发送线圈在电磁上去耦时加以确定。在另一示例中,当将接收装置首次置于充电装置的表面上时,确定阈值电压水平。

[0140] 在某些实现中,控制器当在谐振电路中测得的电流具有小于阈值电流水平的幅值时,确定接收装置已经被从充电装置的表面移除。在一个示例中,阈值电流水平是由查寻表保持的并且当没有物体在电磁上与谐振电路中的线圈耦合时加以确定。当将接收装置首次置于充电装置的表面上时,可以确定阈值电流水平。

[0141] 在某些实现中,控制器通过降低或终止充电电流达一定时段来提供测量时隙;以

及在测量时隙期间,检测与谐振电路关联的电压或电流水平的变化或变化率或者向接收装置传递的功率的变化或变化率。

[0142] 在某些实现中,可以将低通滤波器配置成,对表示电压或电流水平的信号中的短持续时间或低幅值变化进行滤波。电压或电流水平的变化或变化率可以在低通滤波器的输出端检测到。

[0143] 在某些实现中,控制器可以从充电表面中的一个或多个传感器接收测量结果;以及可以在所述测量结果中的一个测量结果指示接收装置的物理移除之后,测量与谐振电路关联的电压或电流水平。该传感器可以包括应变测量传感器、加速度计、红外或超声感测元件和/或霍尔效应装置。

[0144] 提供先前的描述是为了使得本领域任何技术人员能够实践本文所描述的各个方面。这些方面的各种修改对于本领域技术人员是显而易见的,并且可以将本文所定义的一般原理应用于其它方面。因此,权利要求并非旨在限制成本文所示的各方面,而是要符合与文字权利要求一致的全部范围,其中,除非明确地这样规定,否则按单数形式对要素的引用并非意指“一个且只有一个”,而是意指“一个或多个”。除非另外具体规定,否则术语“一些”是指一个或多个。本领域普通技术人员所已知或以后会知道的、贯穿本公开描述的各个方面的要素的所有结构性和功能性等同物通过引用而明确地并入本文,并且被权利要求所涵盖。此外,不管此类公开是否在权利要求中进行了明确陈述,本文所公开的任何内容都不旨在专用于公众。权利要求要素不应根据35U.S.C. §112第六段的规定来解释,除非该要素使用短语“用于…的装置”来明确陈述,或者在方法权利要求的情况下,该要素使用短语“用于…的步骤”来陈述。

100 ↗

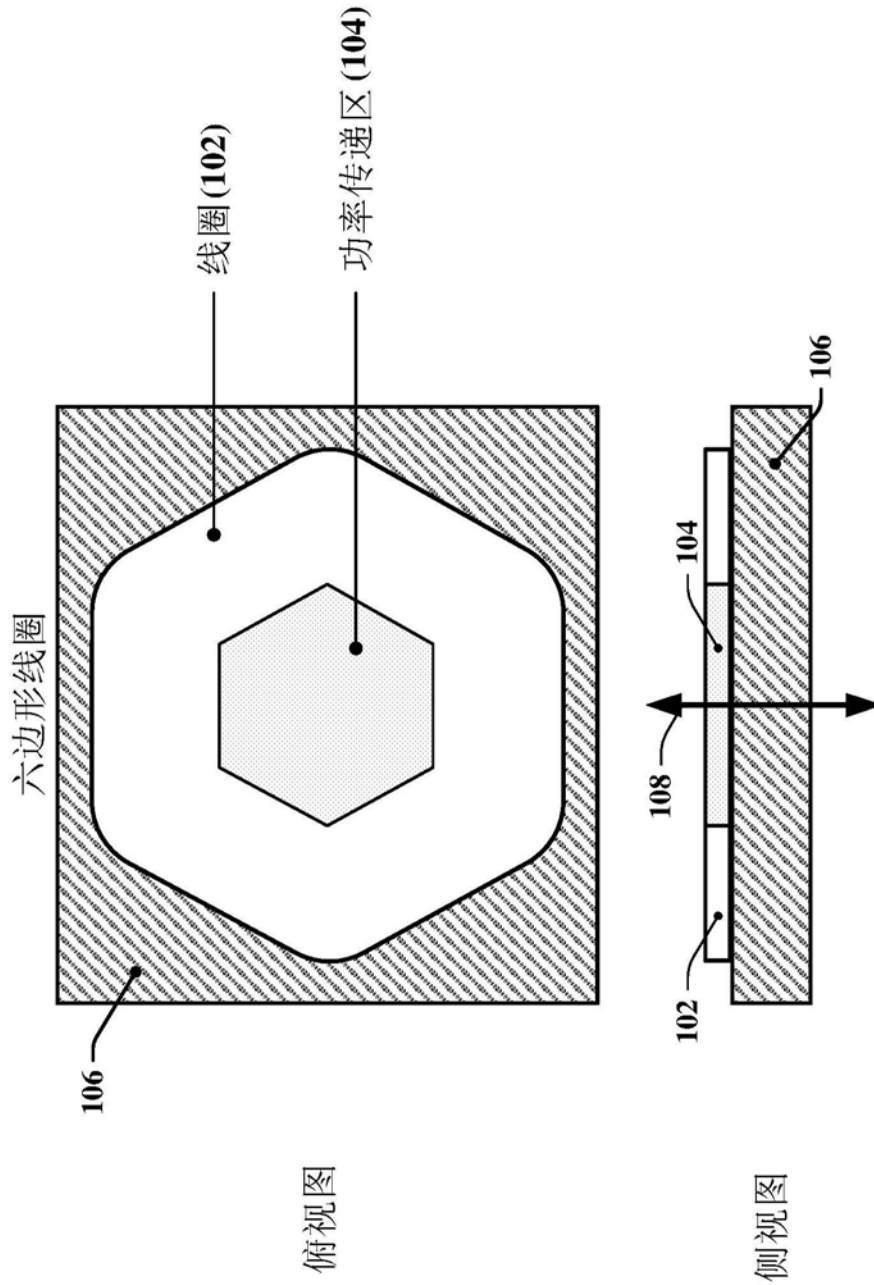


图1

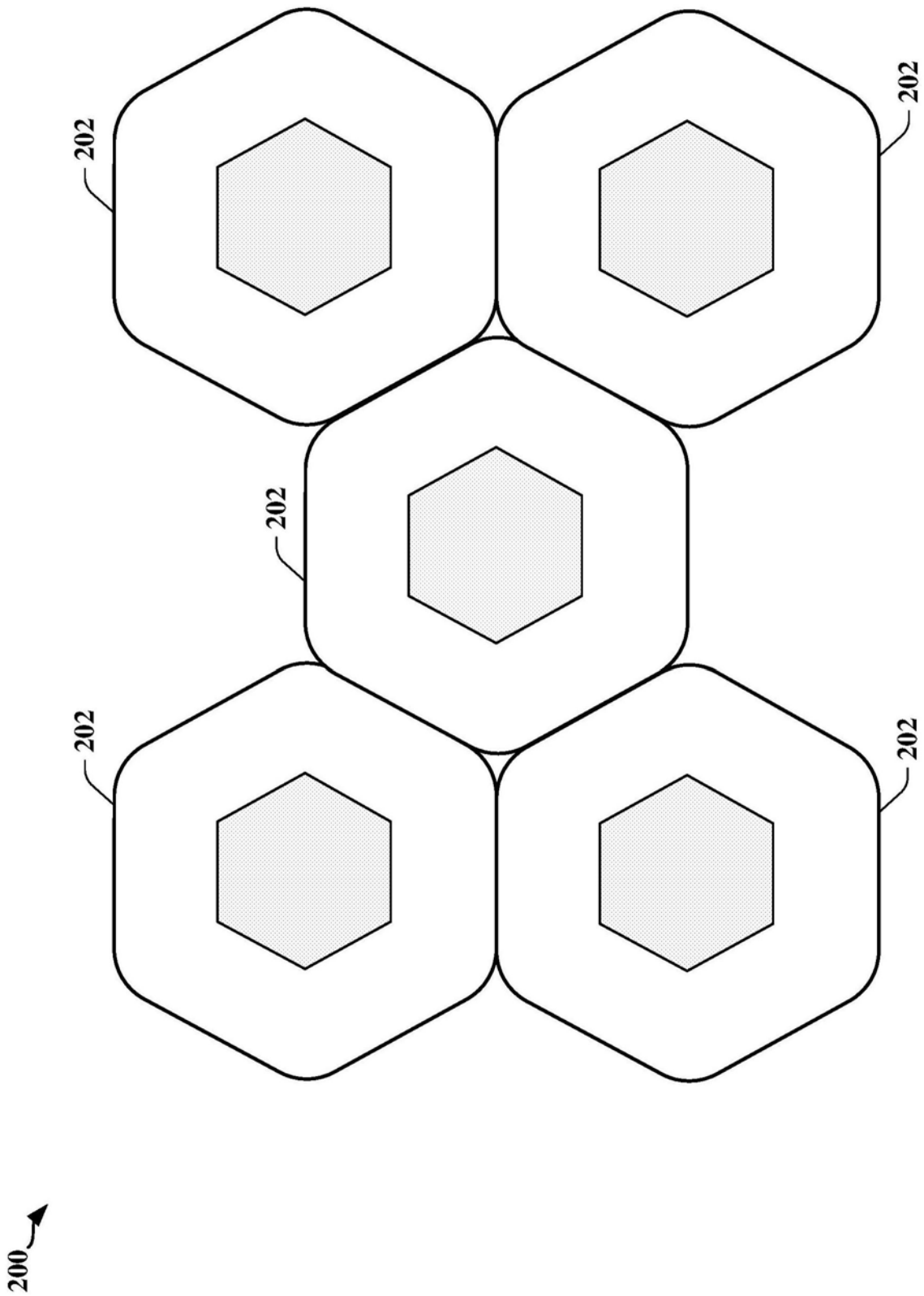


图2

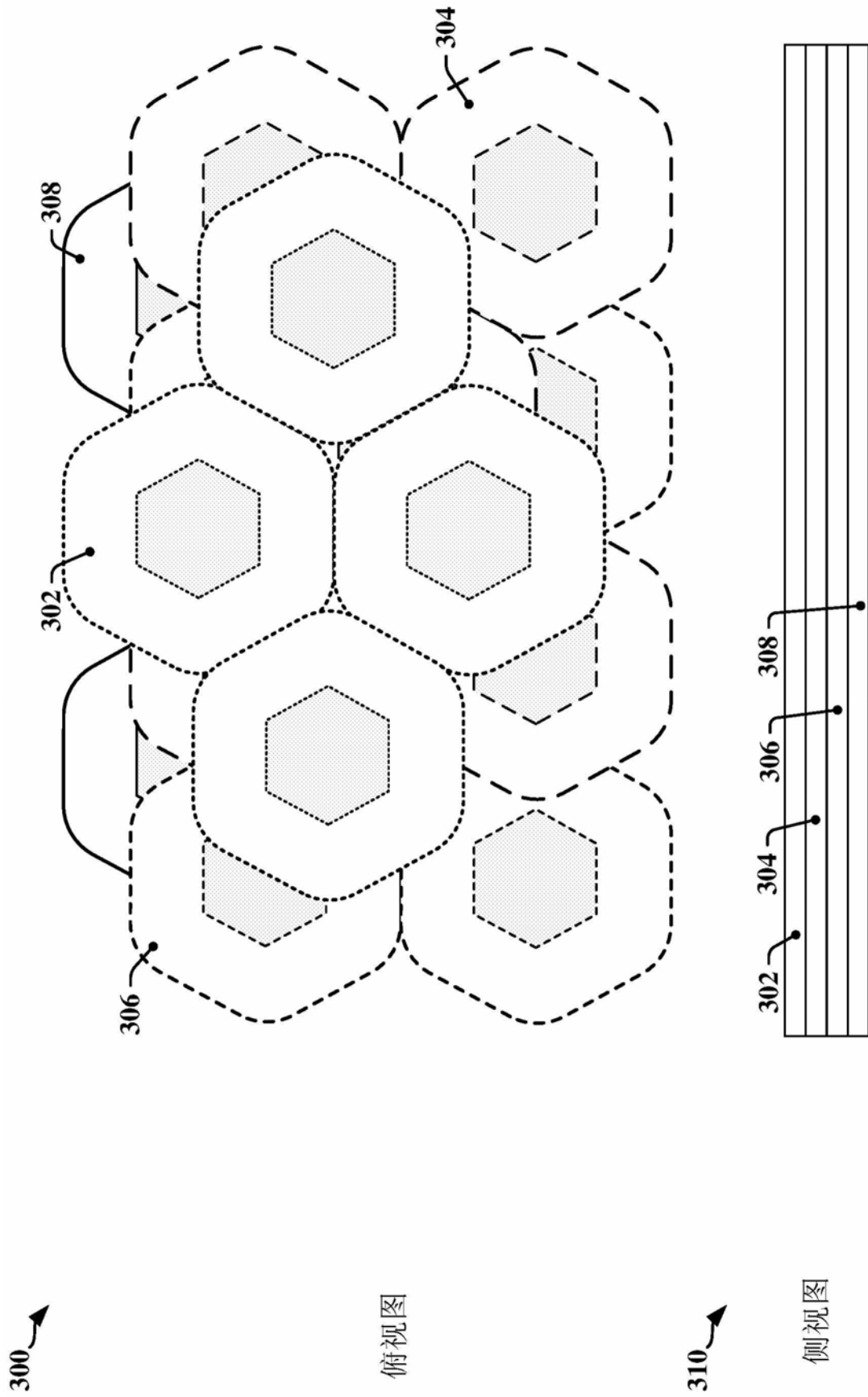
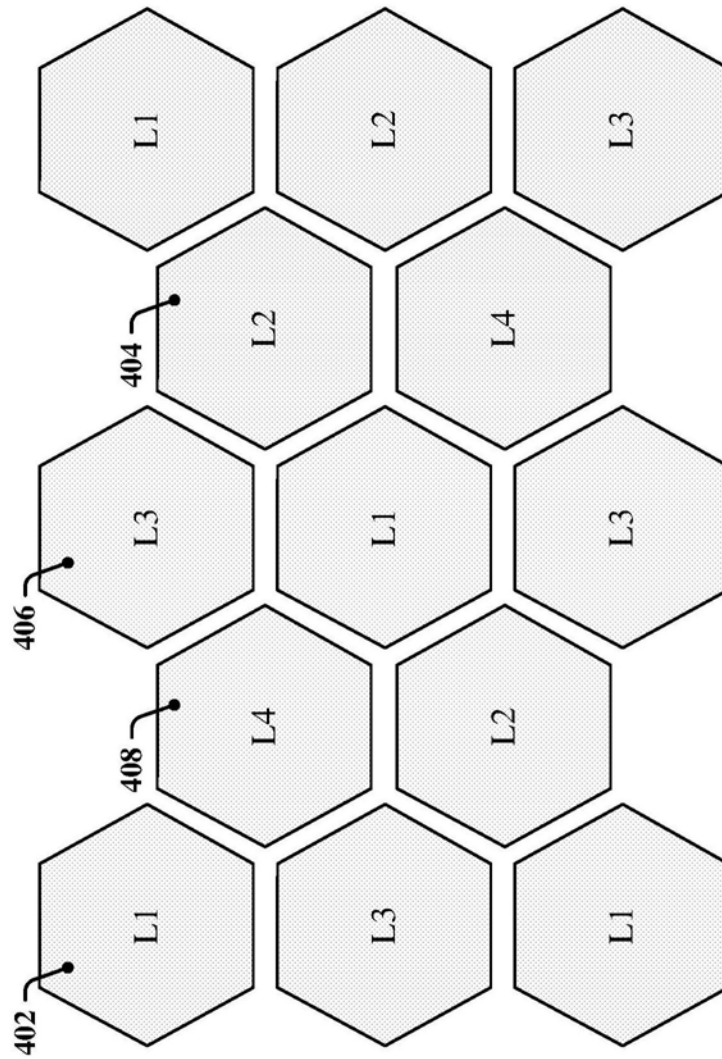


图3



400 ↗

图4

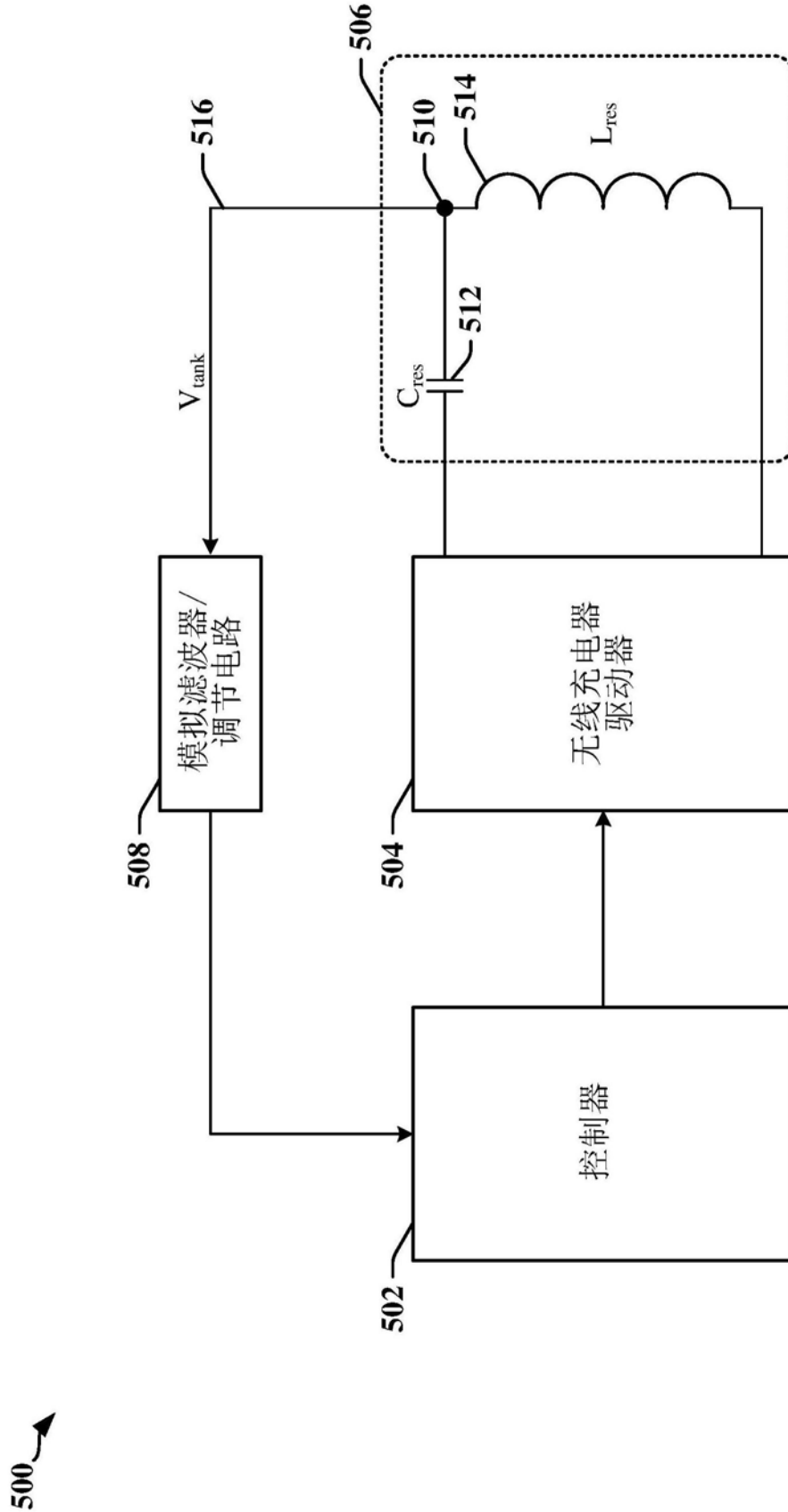


图5

600 →

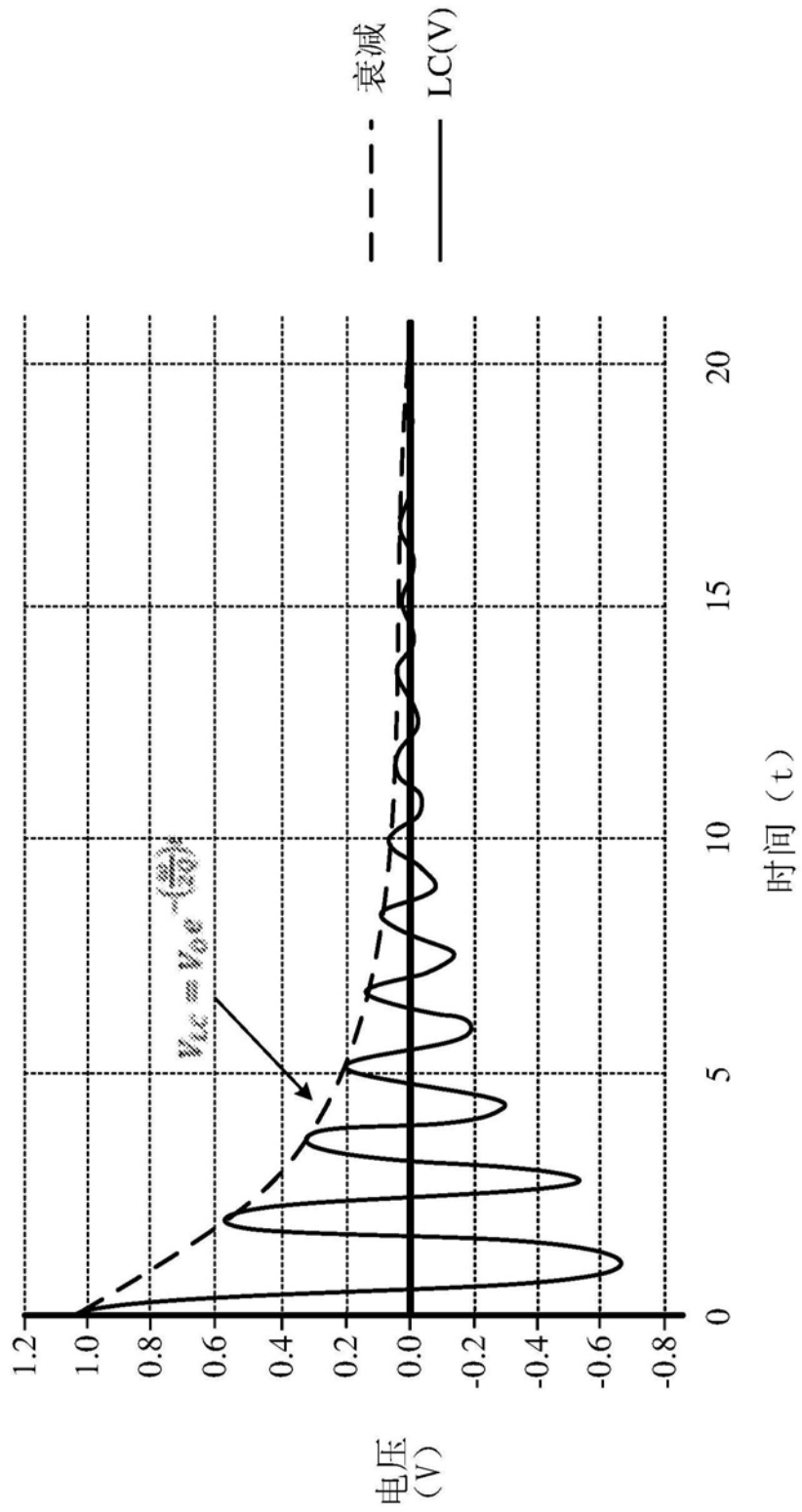


图6

700 →

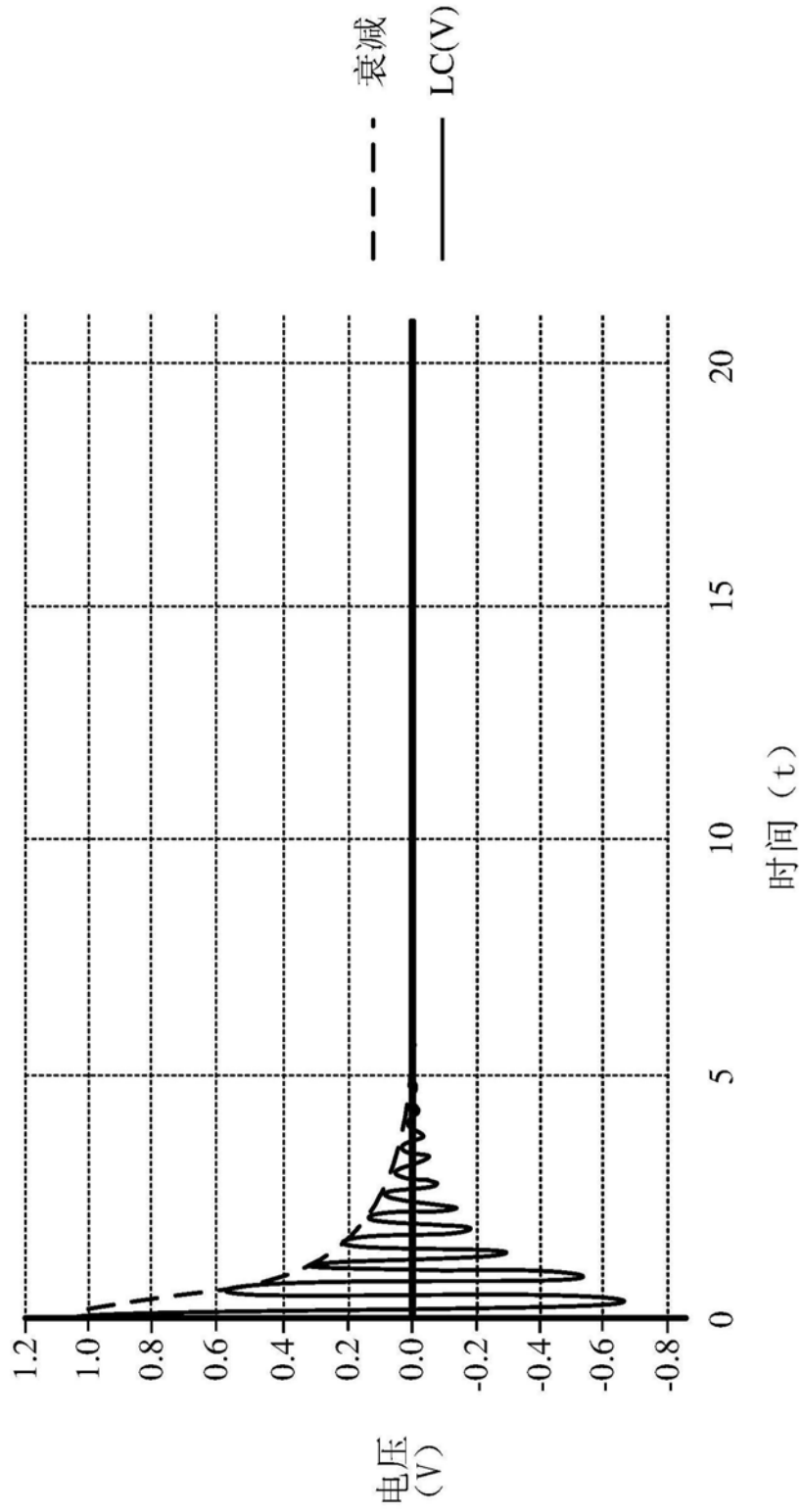


图7

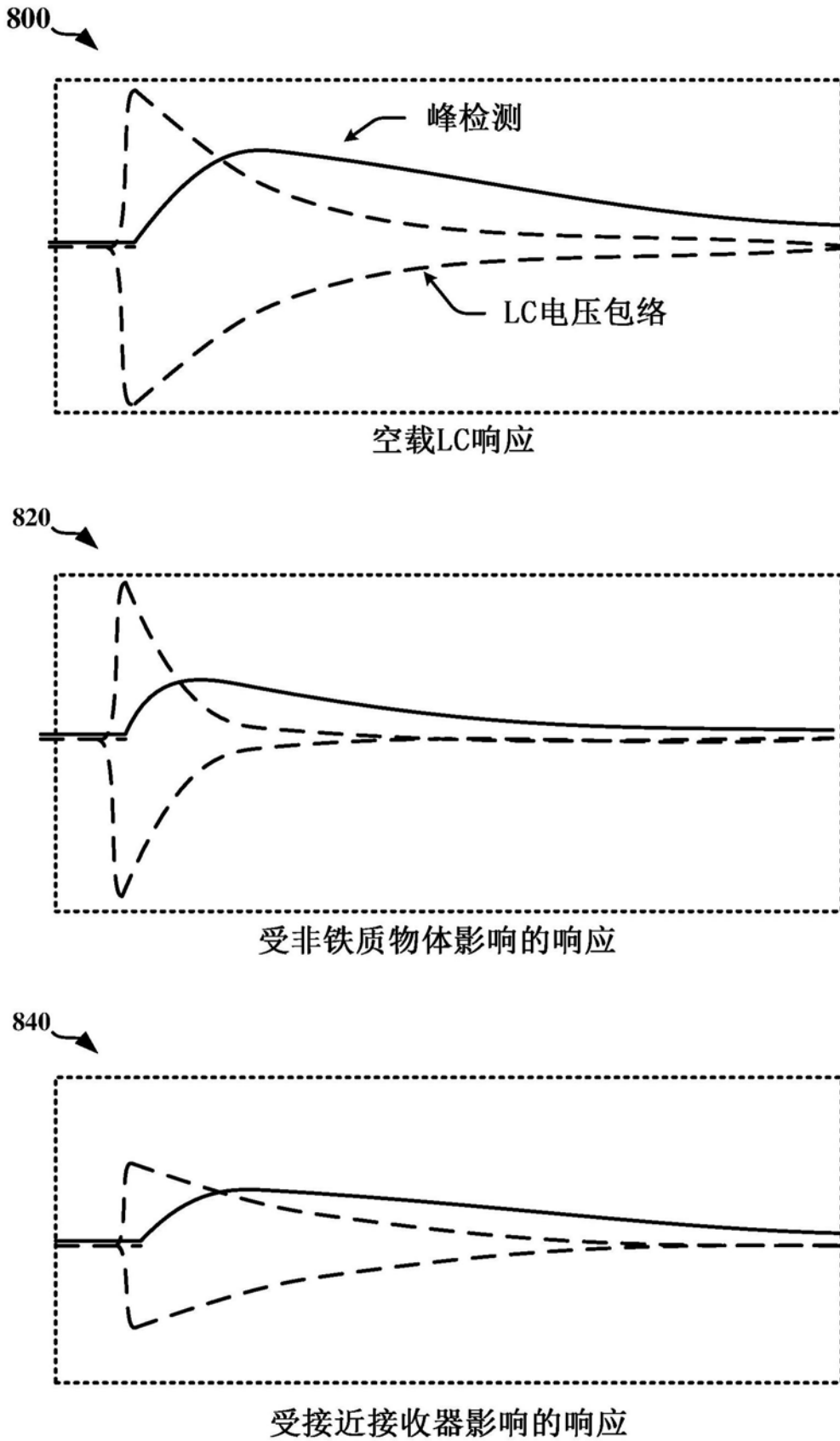


图8

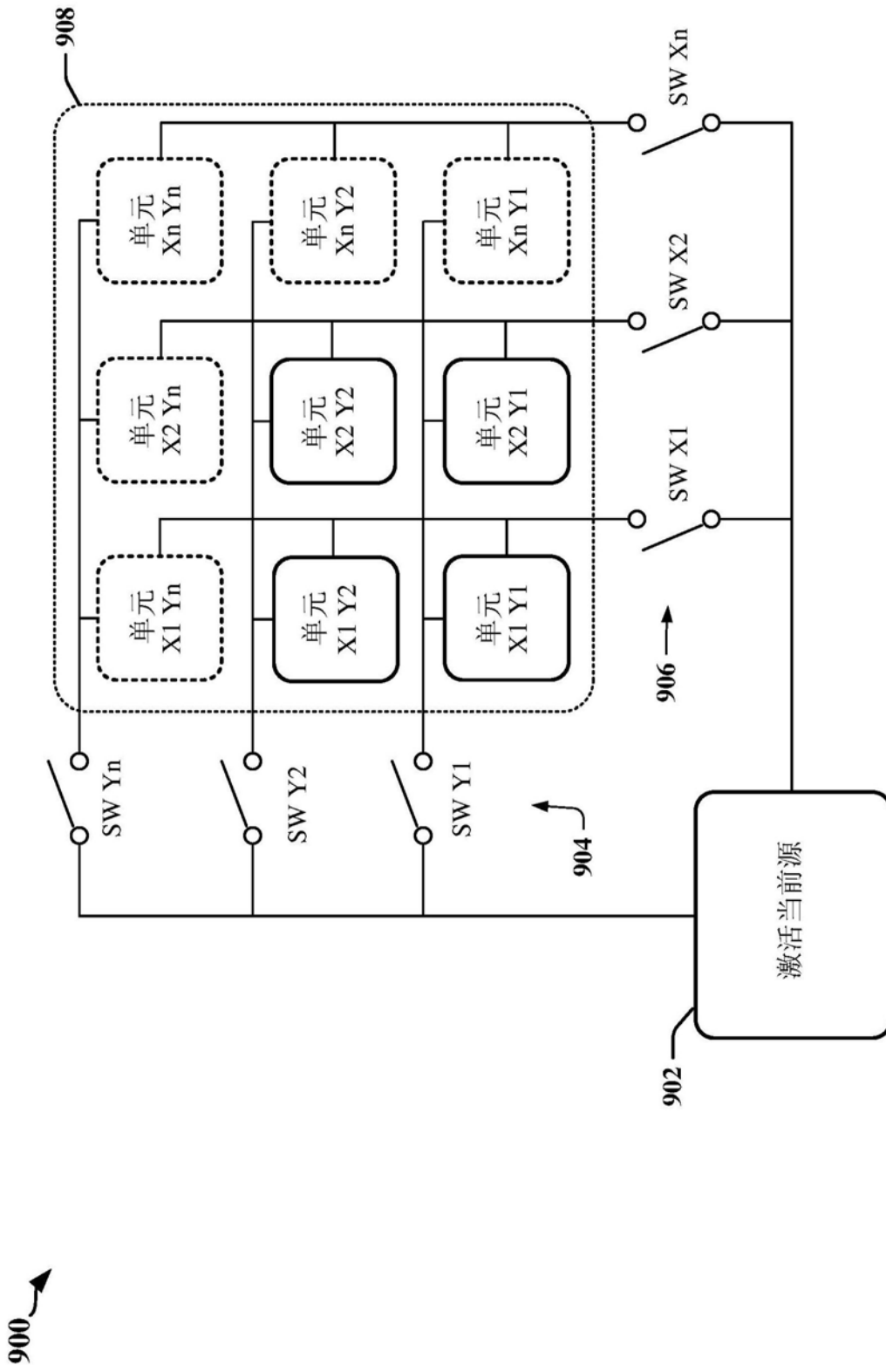


图9

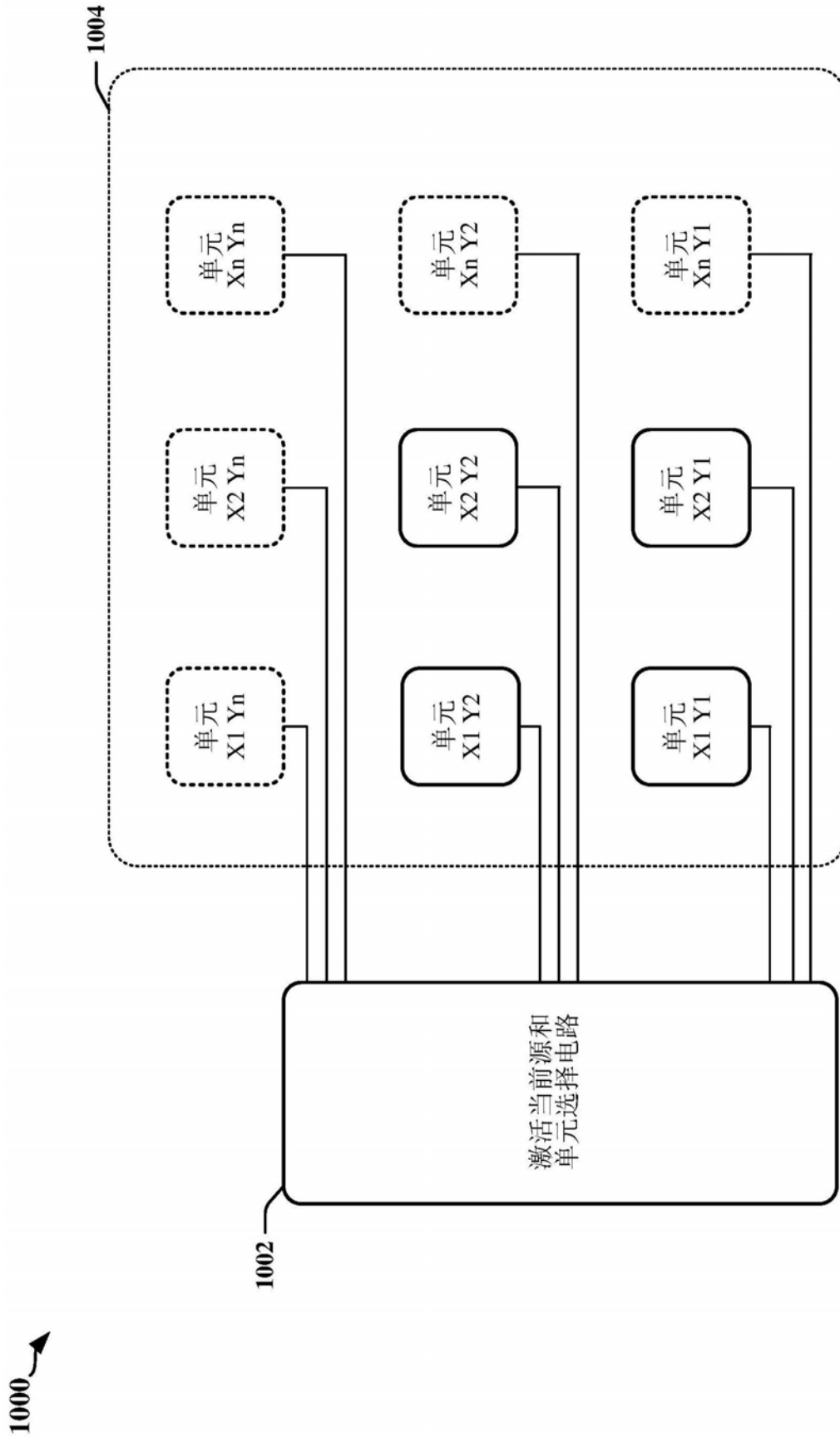


图10

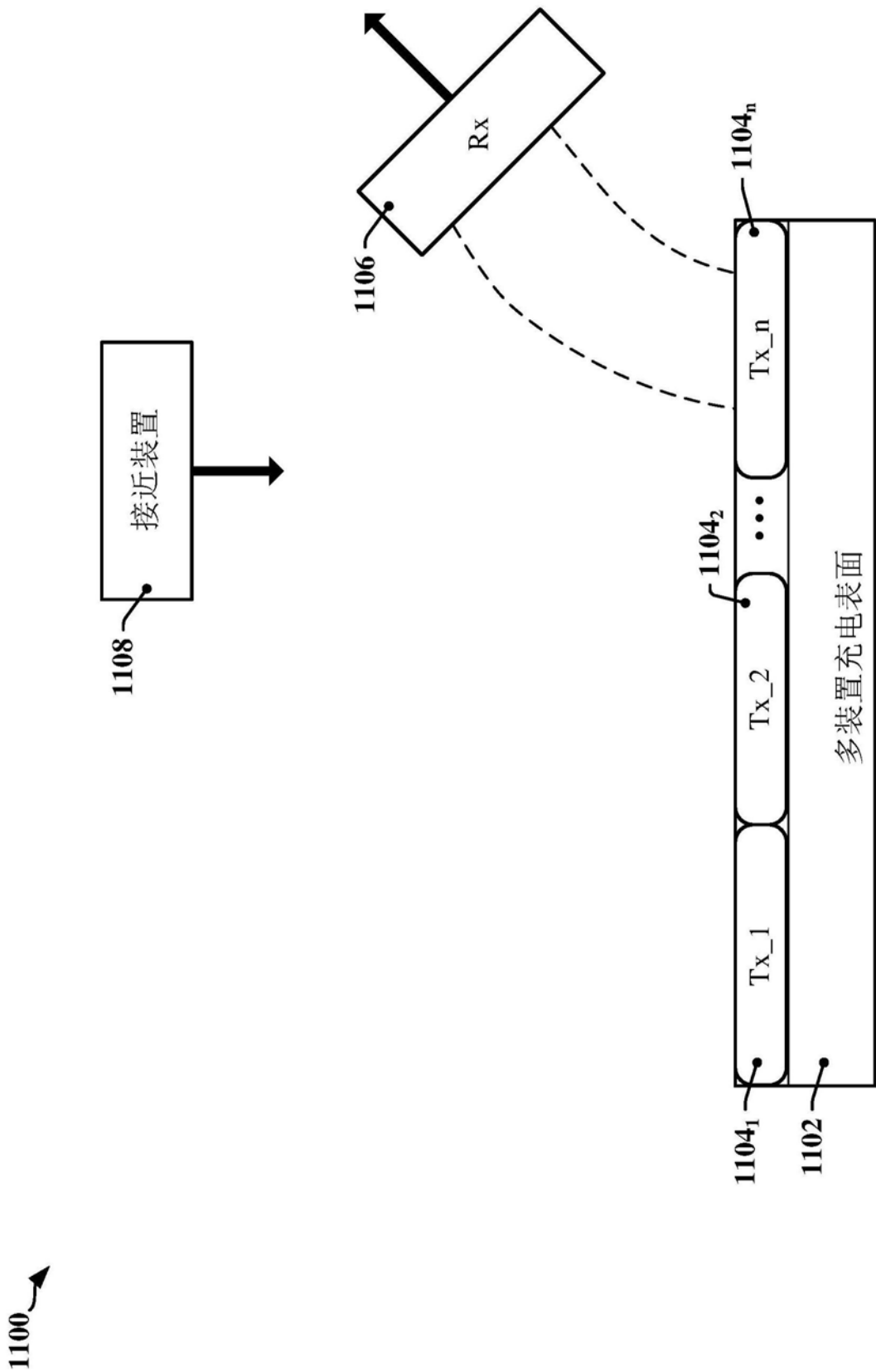


图11

1200 ↗

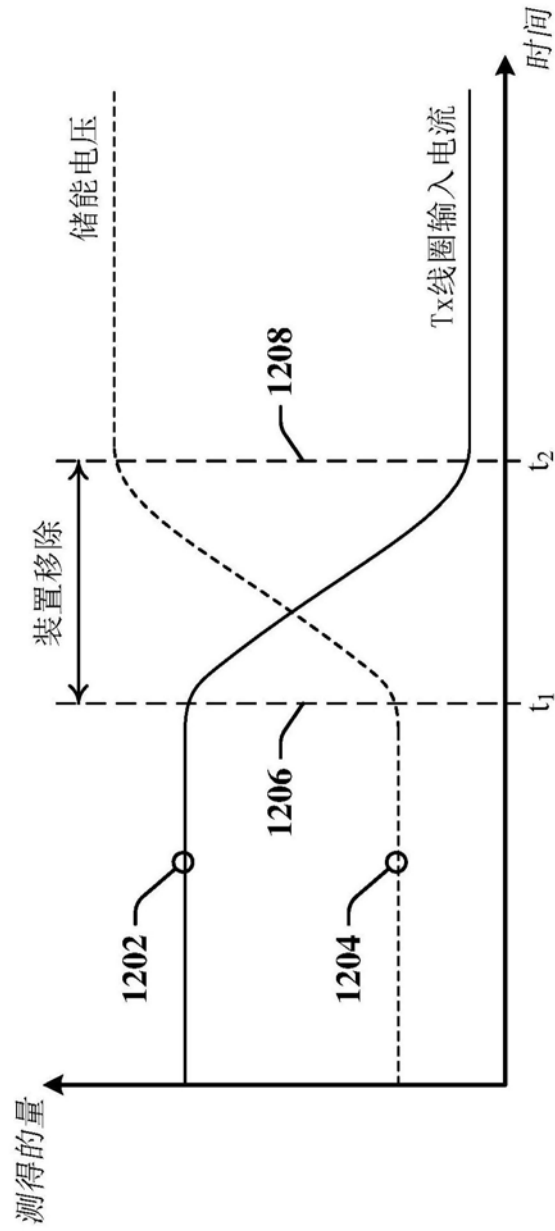


图12

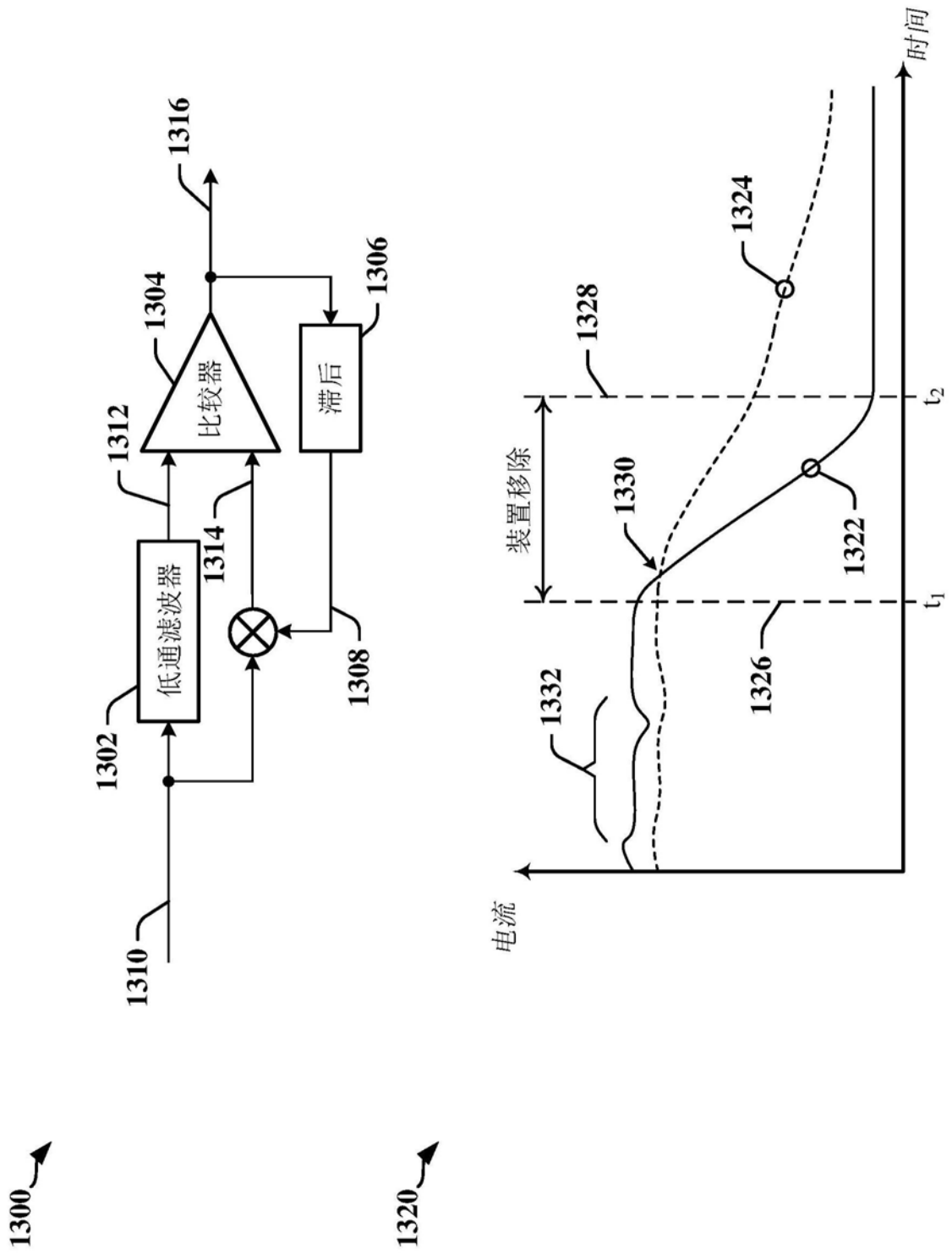
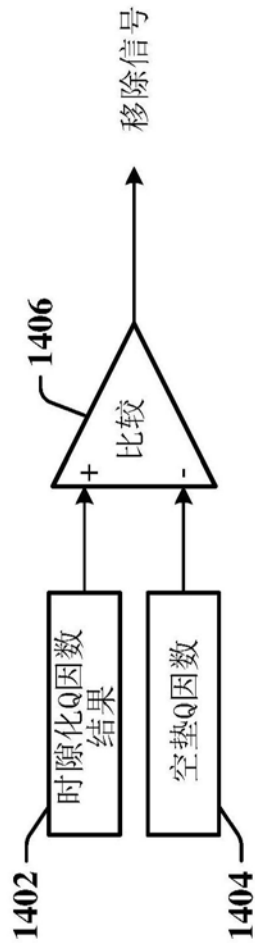


图13

1400 ↗



1420 ↗

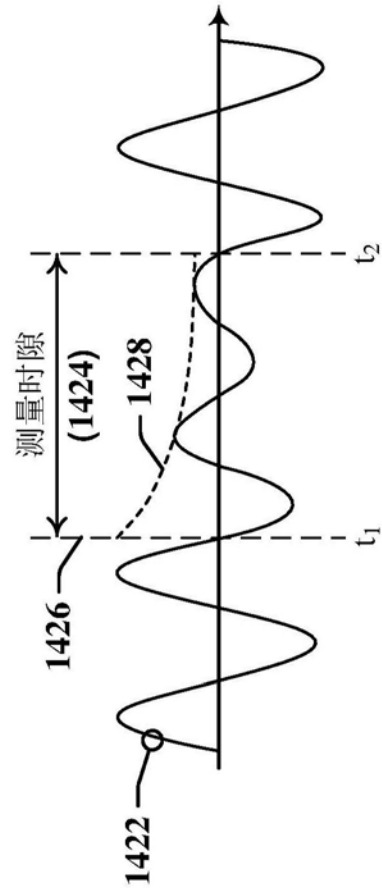
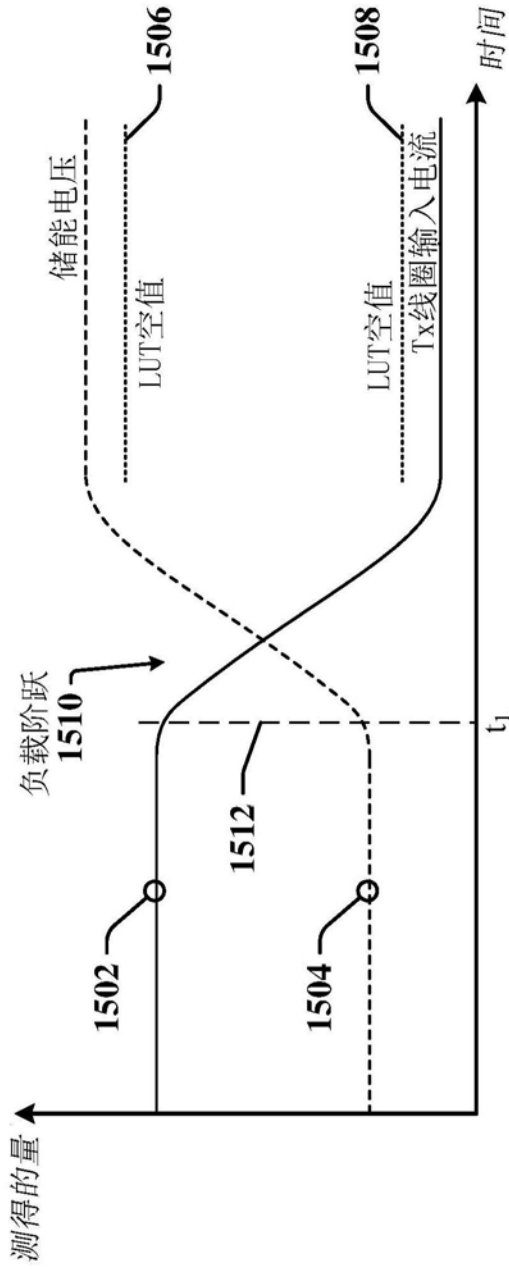


图14

1500 ↗



1520 ↗

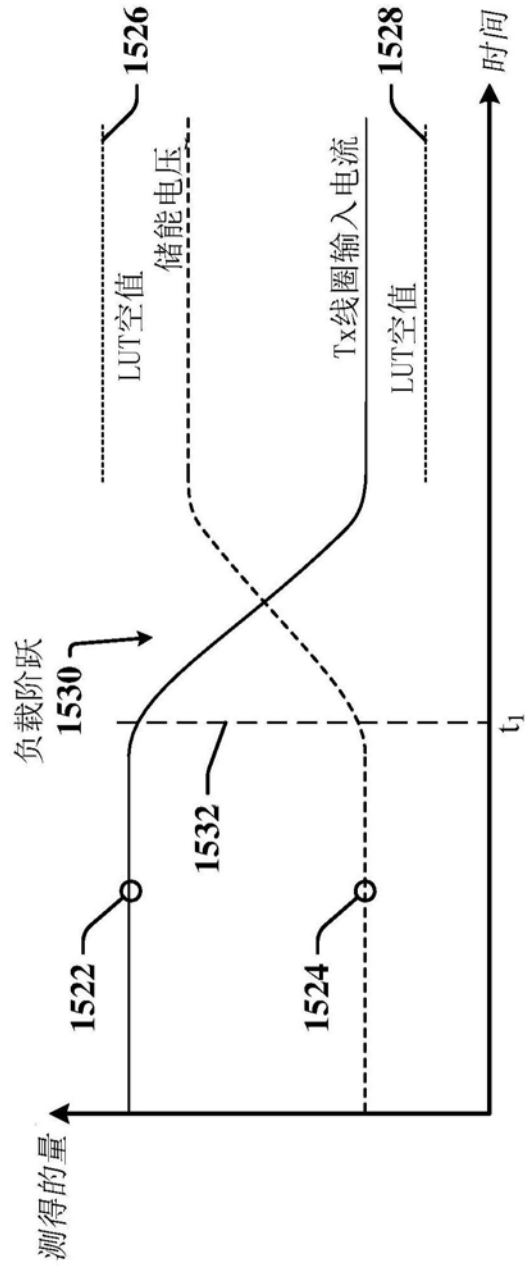


图15

1600 ↗

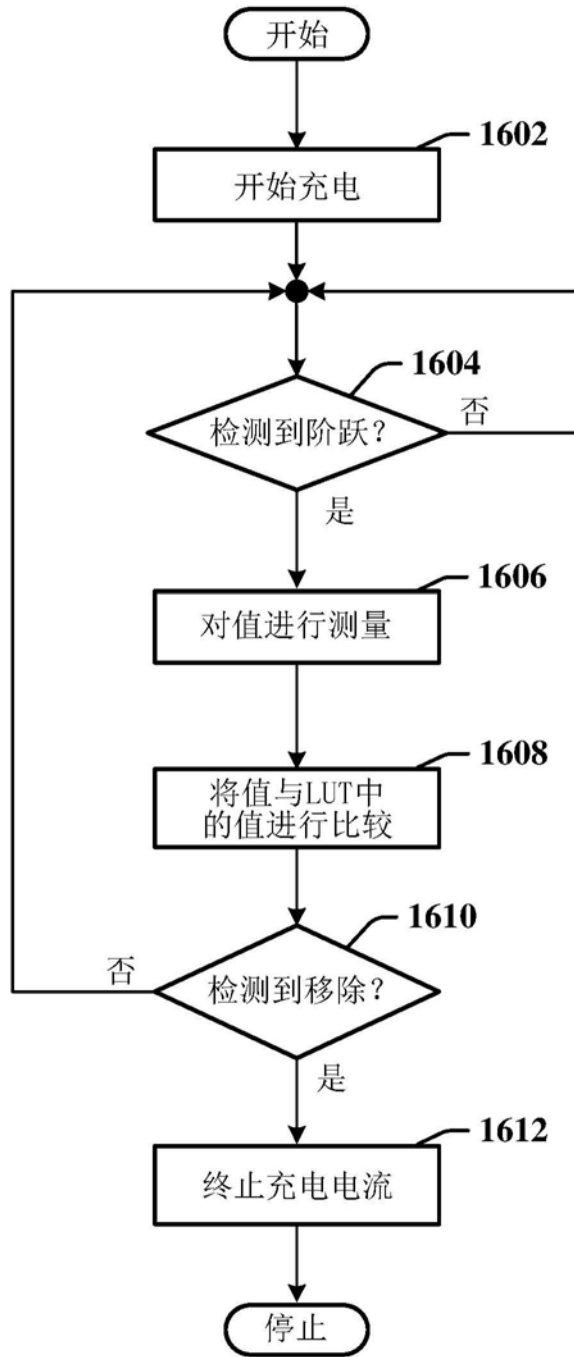


图16

1700 ↗

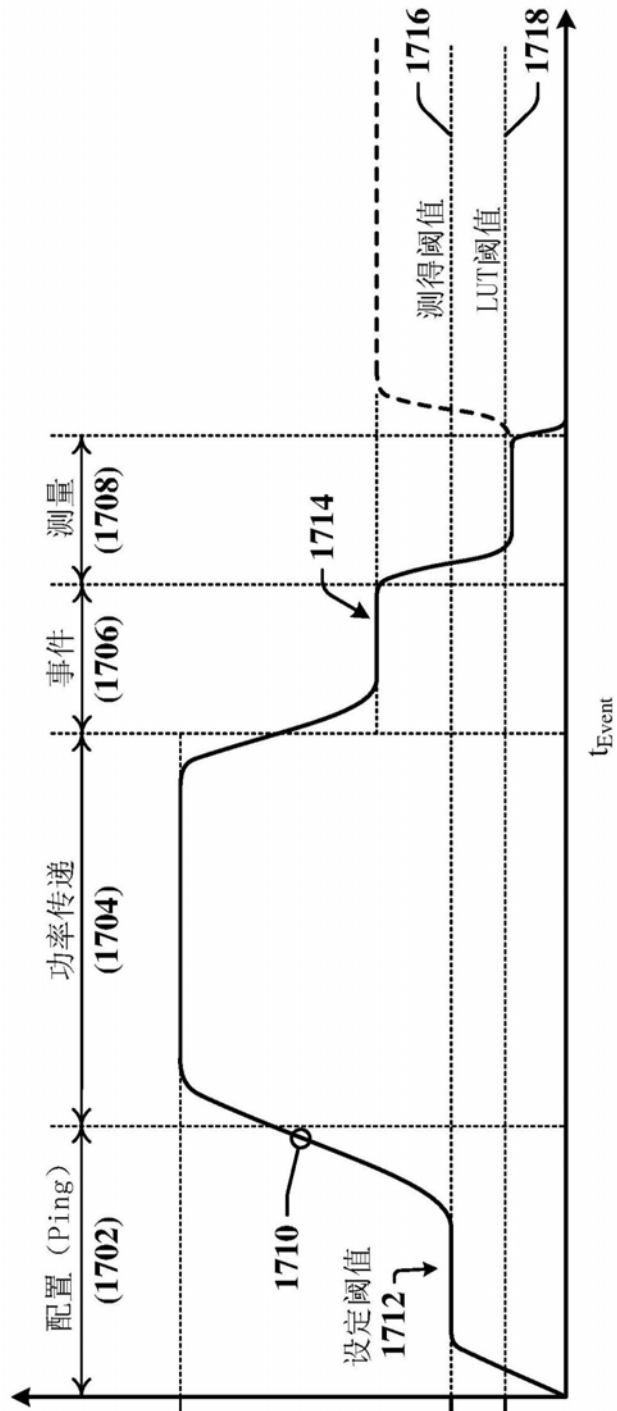


图17

1800 ↘

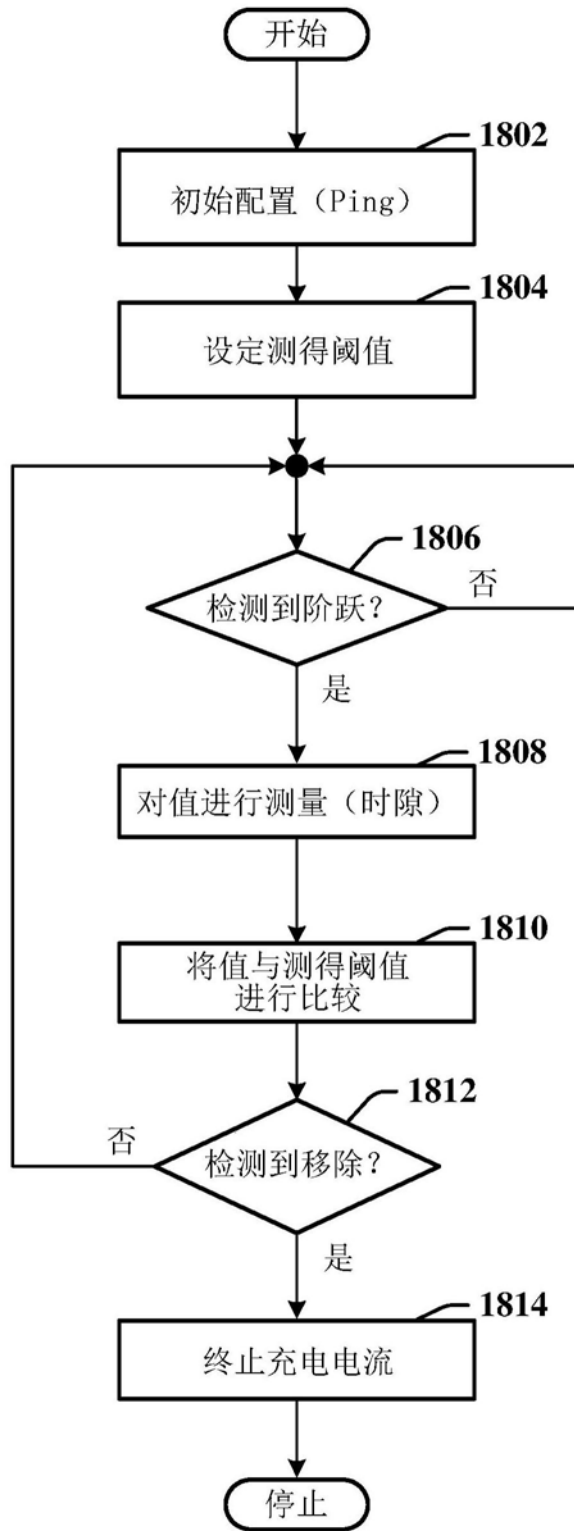


图18

1900 ↗

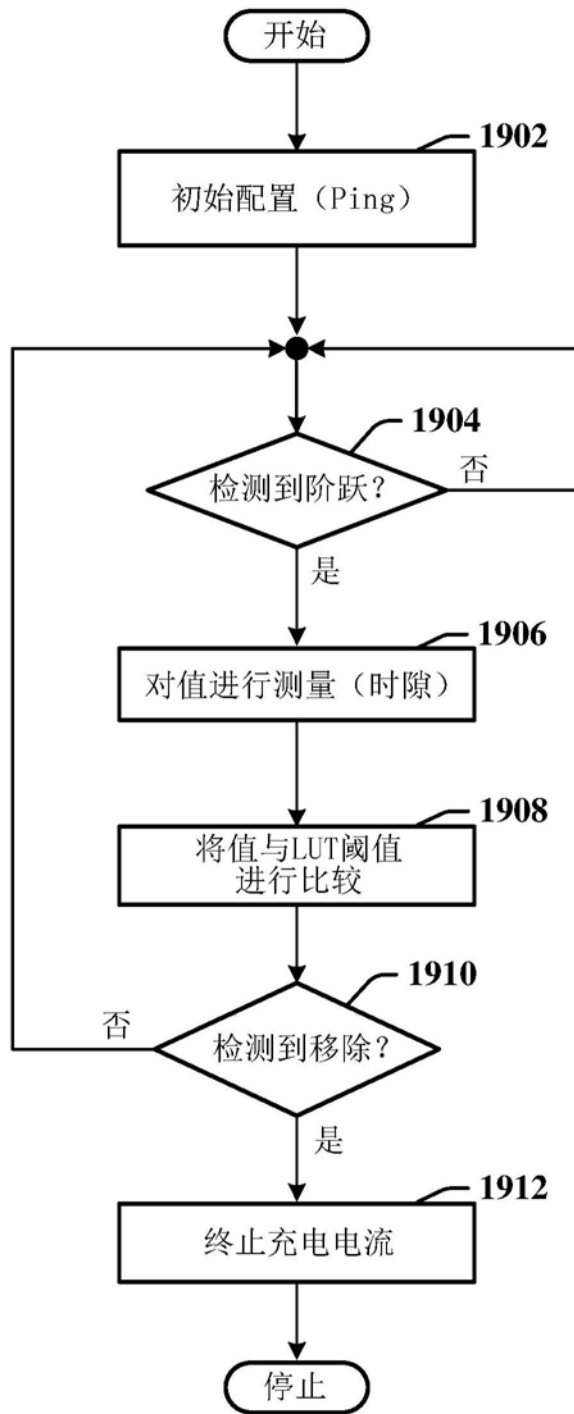


图19

2000 ↗

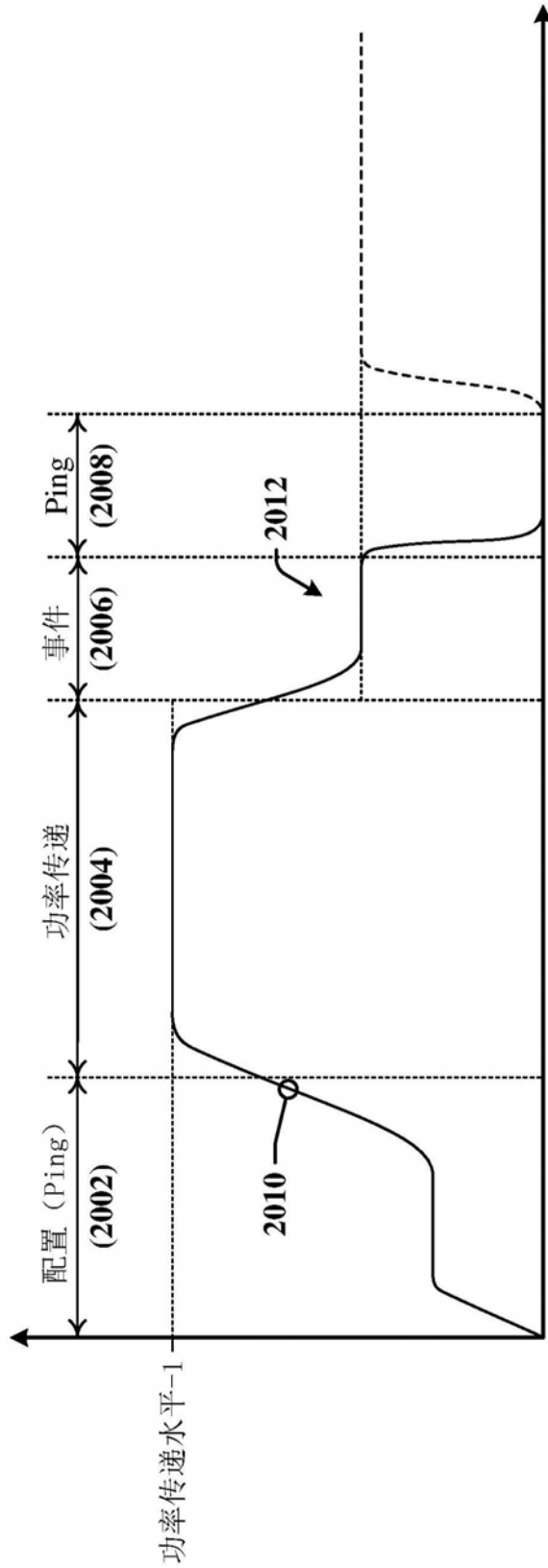


图20

2100 ↗

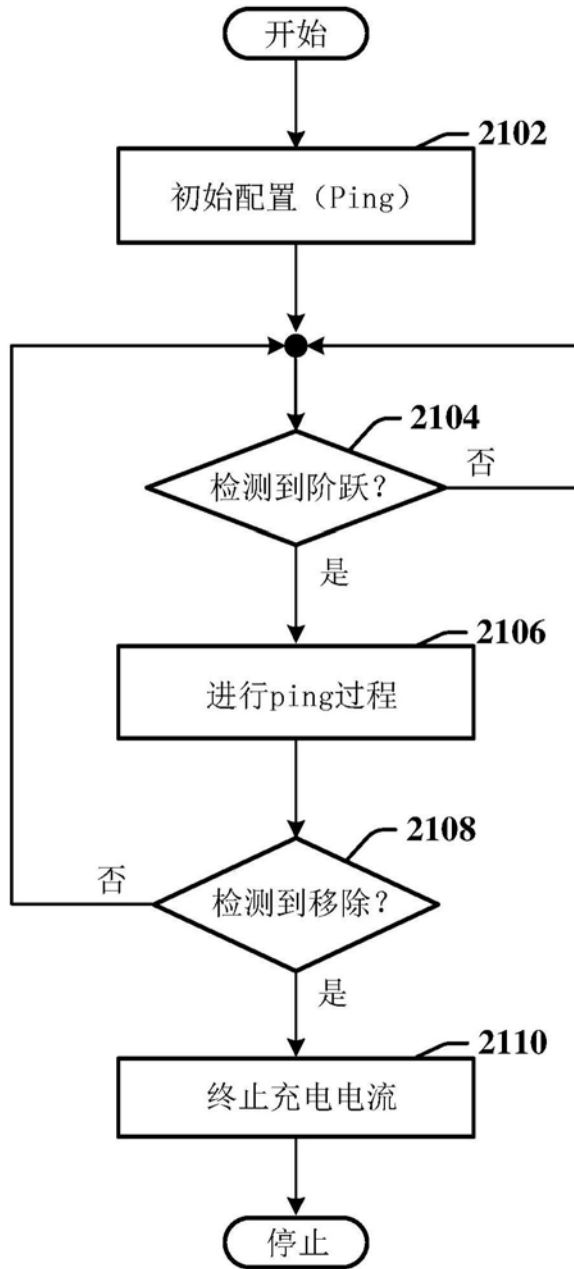


图21

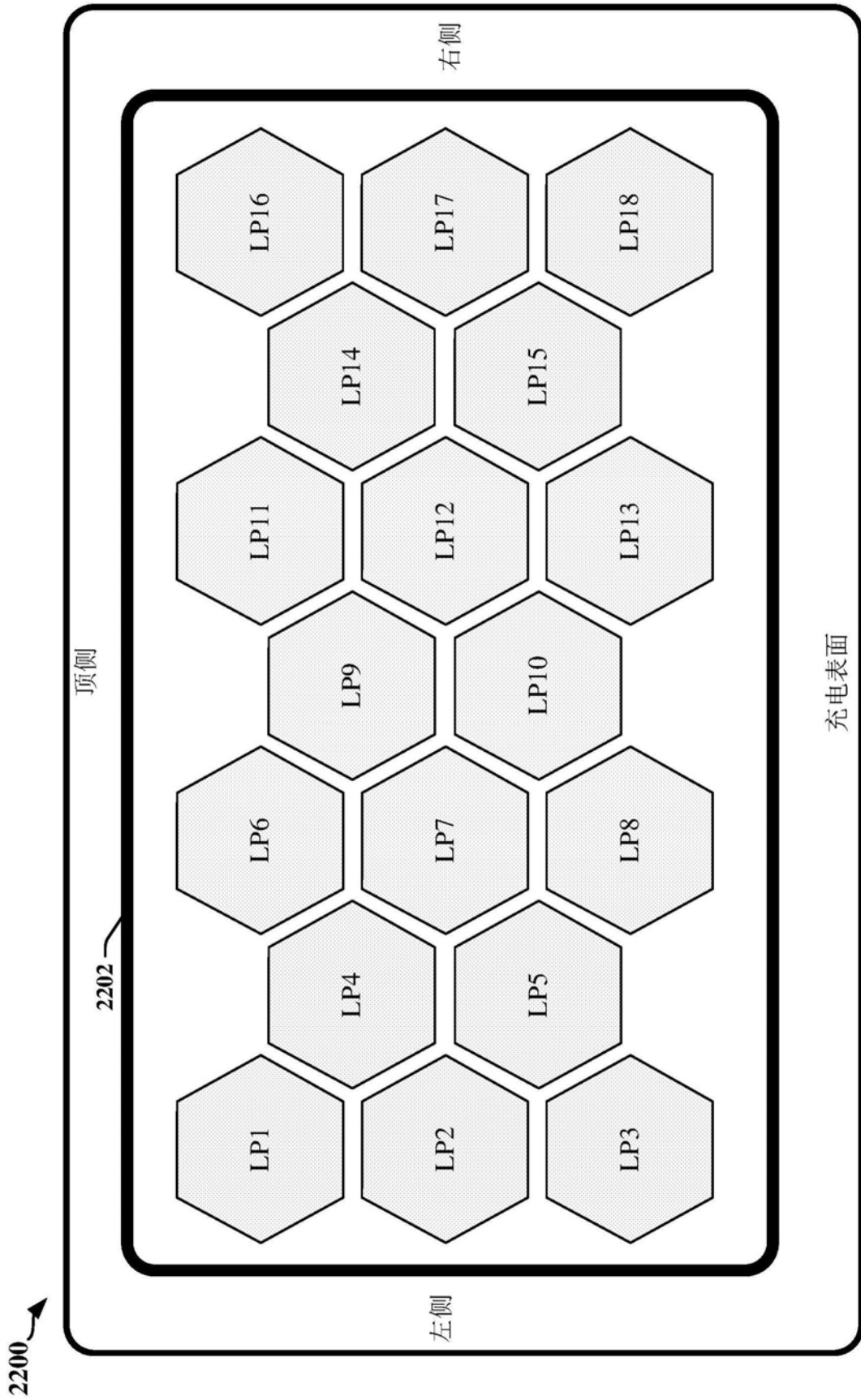


图22

2300 ↗

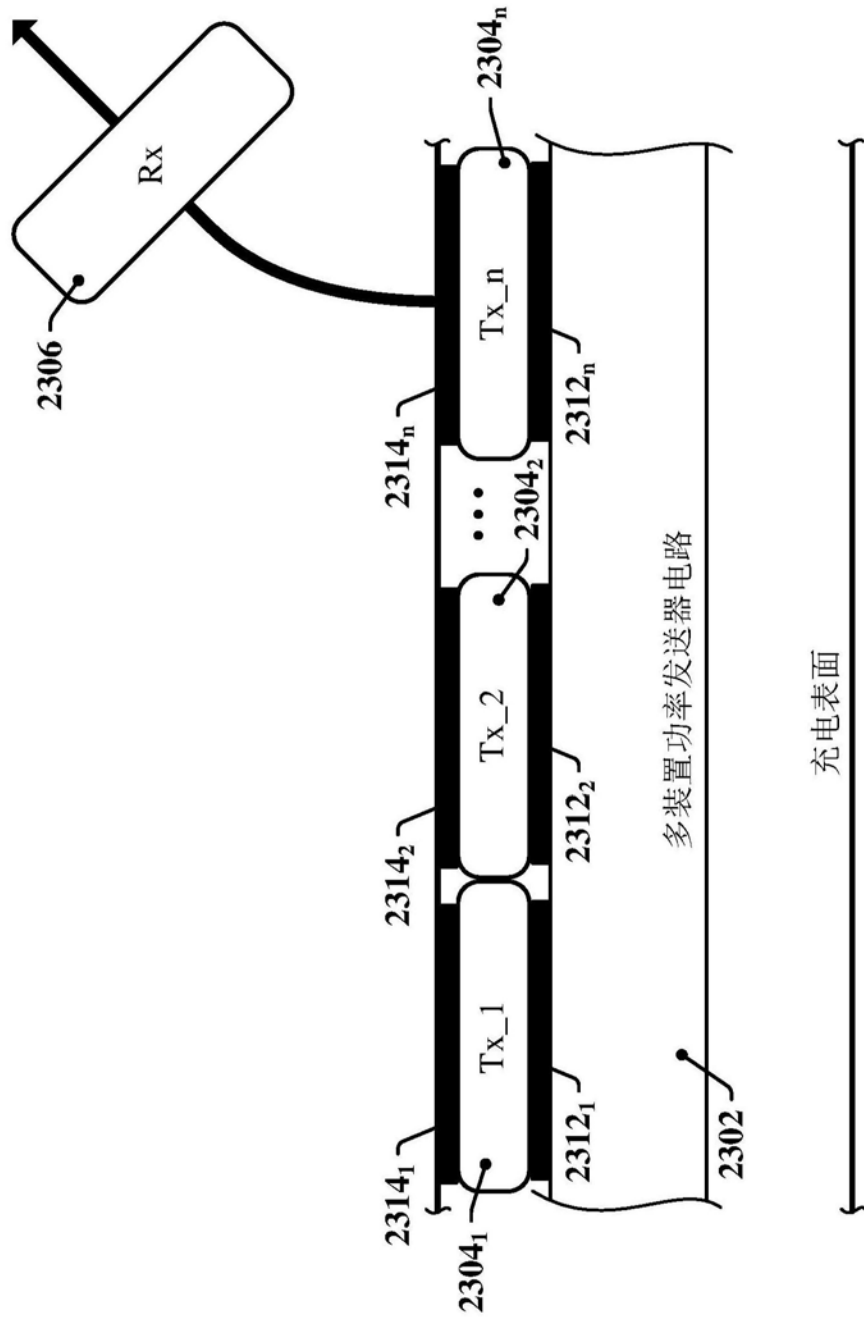


图23

2400 ↗

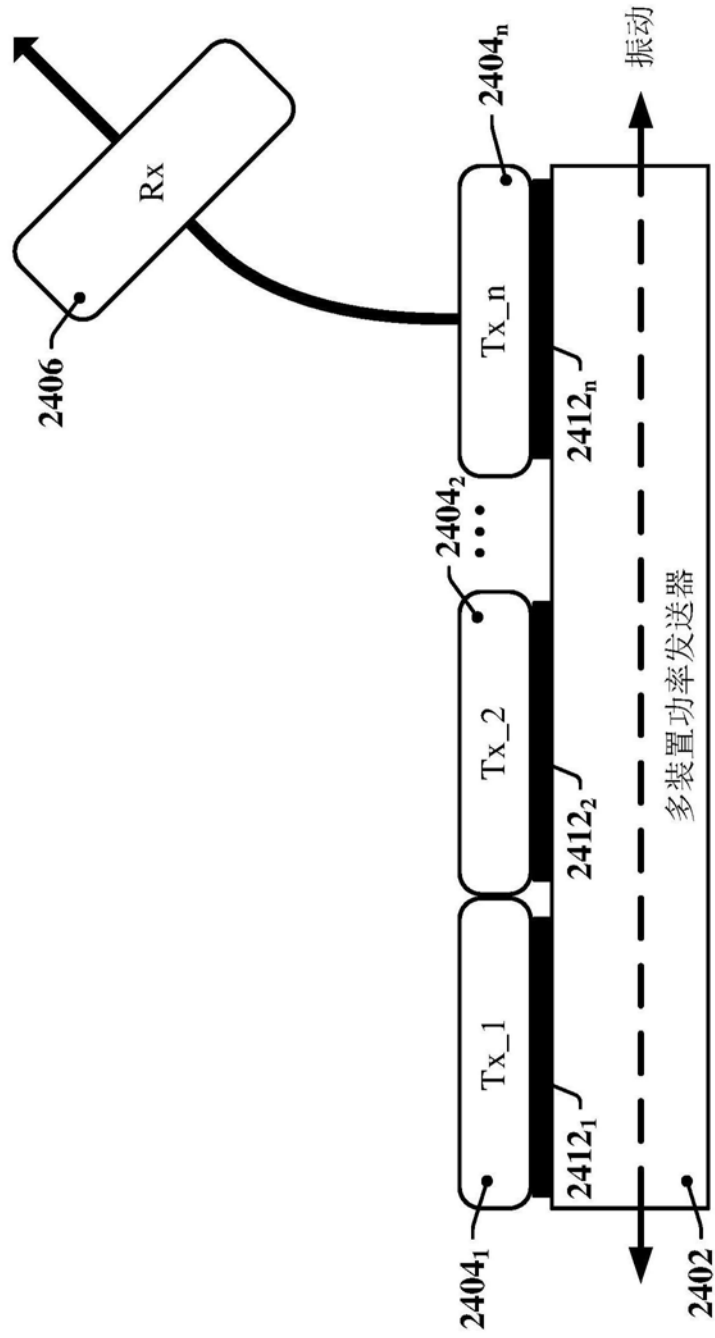


图24

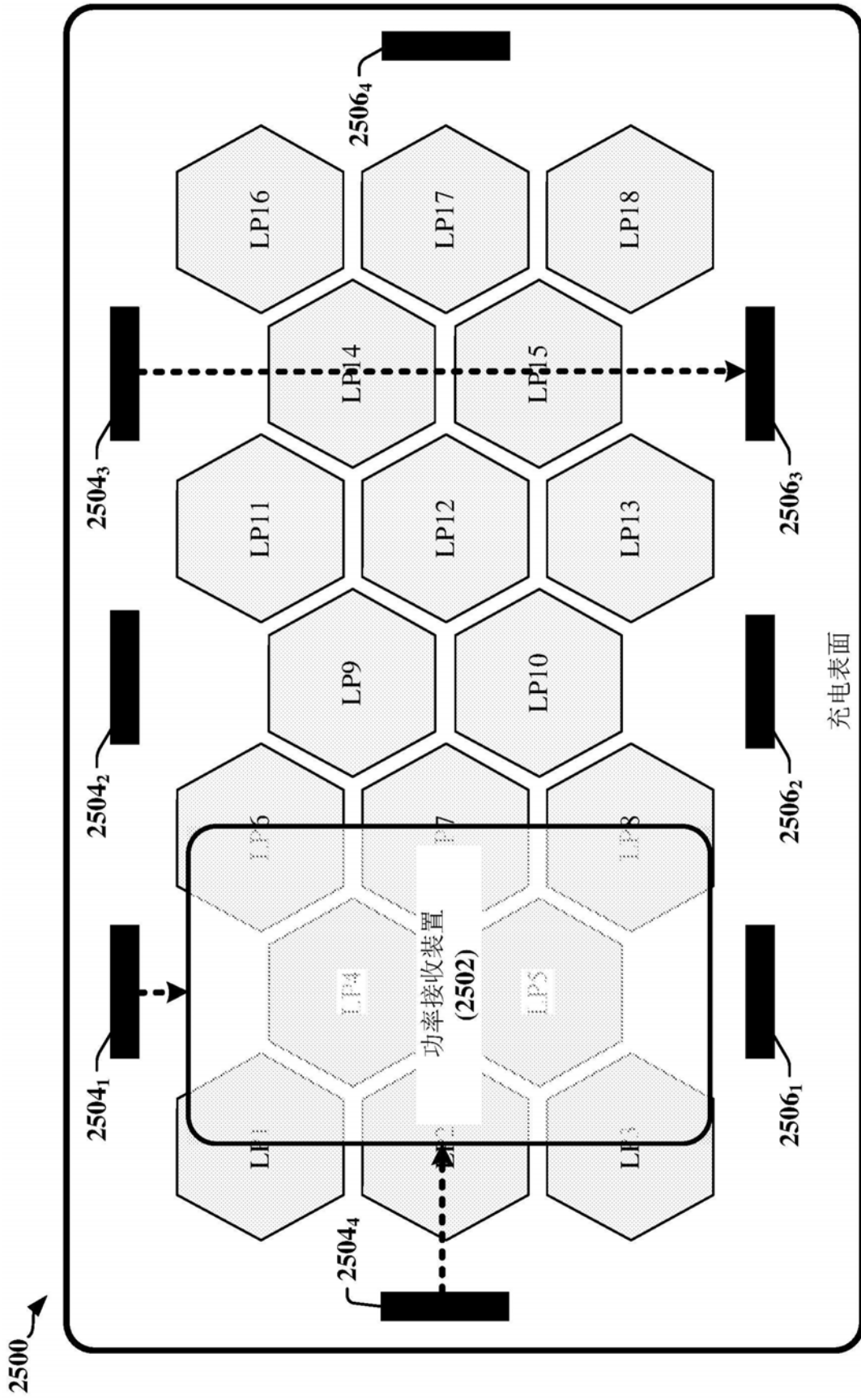
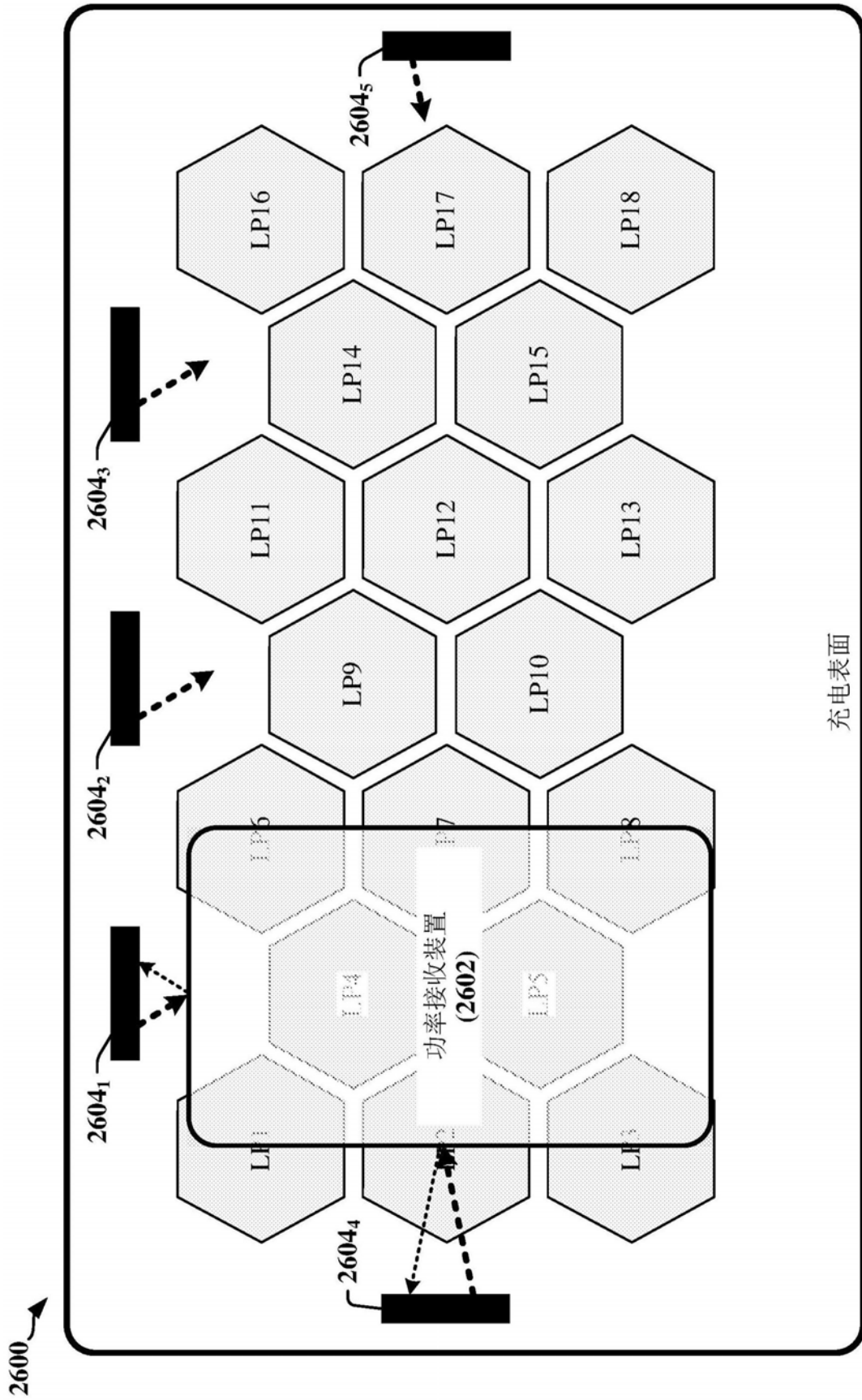


图25



充电表面

图26

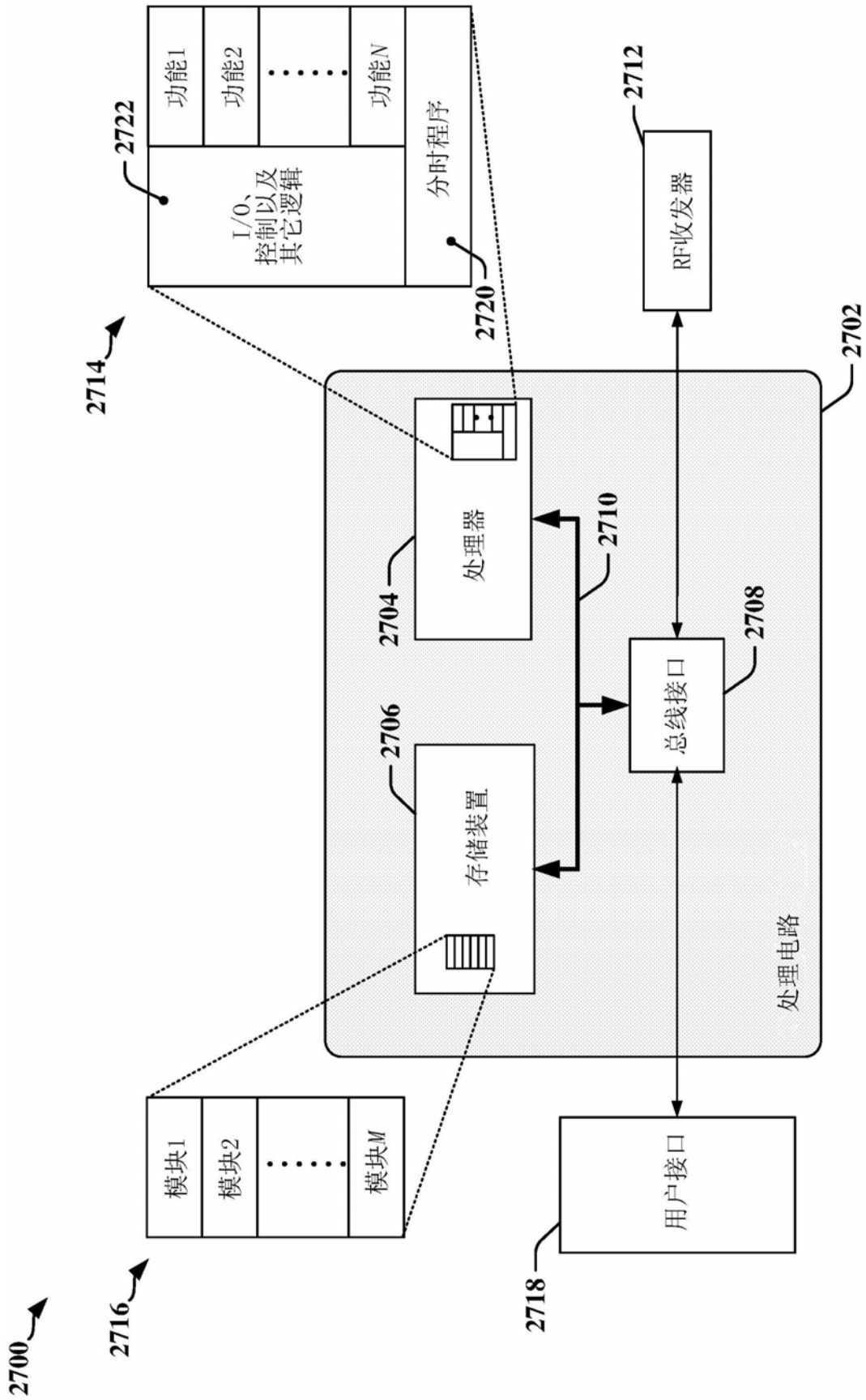


图27

2800

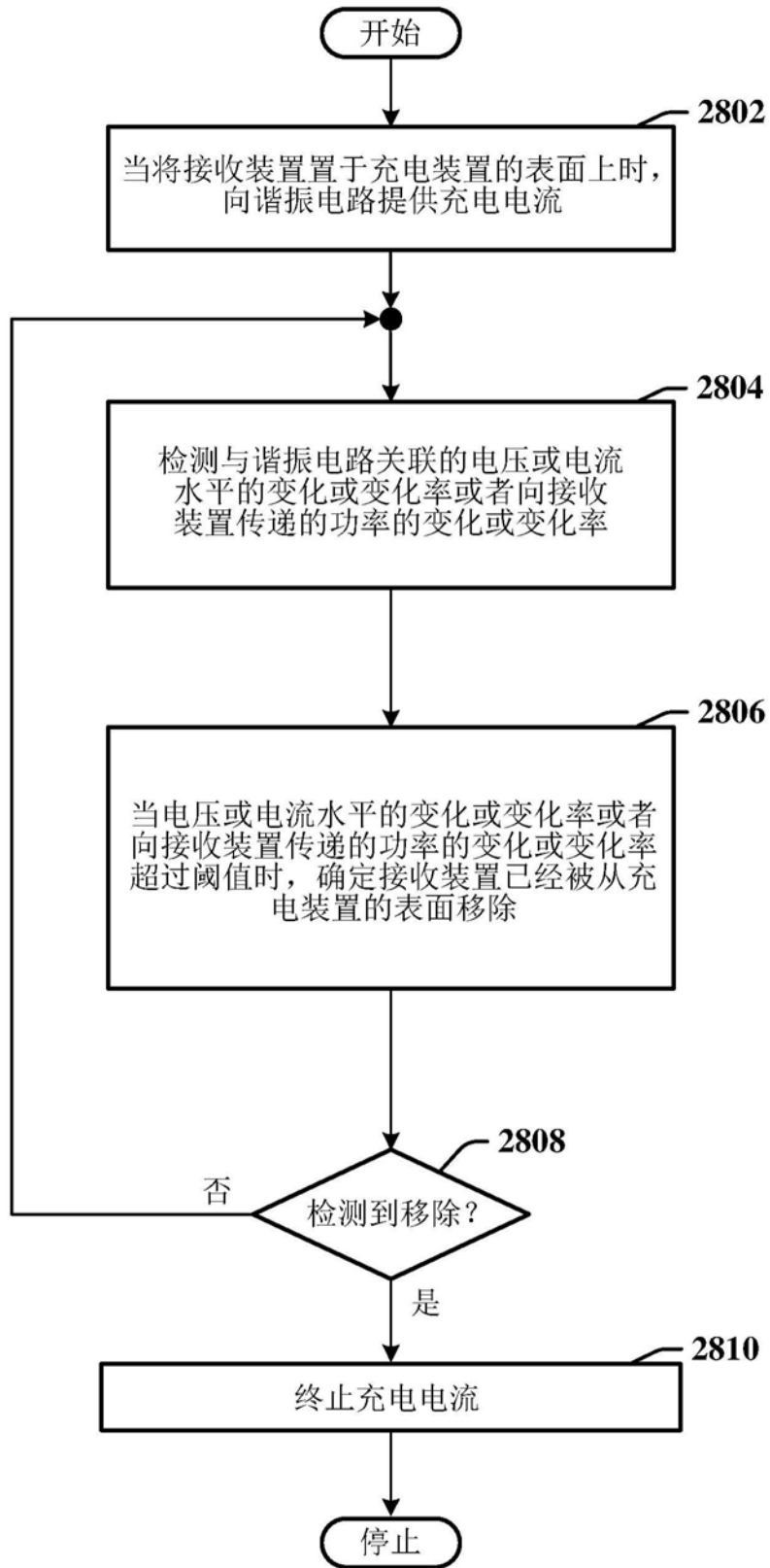


图28