



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116349112 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 27

(21) 申请号 202180071016.X

(22) 申请日 2021.08.12

(30) 优先权数据

63/066,313 2020.08.16 US

17/400,053 2021.08.11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/045812 2021.08.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/040018 EN 2022.02.24

(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 D·拉塞尔

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 游雷 师玮

(51) Int.Cl.

H02J 50/00 (2006.01)

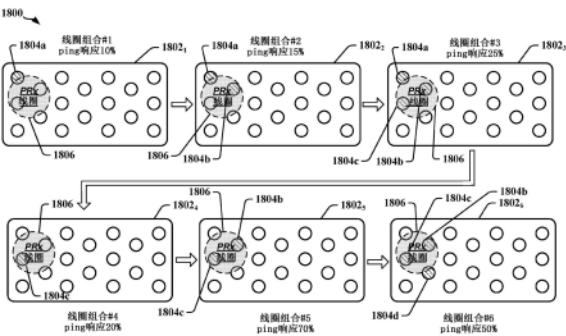
权利要求书2页 说明书21页 附图23页

(54) 发明名称

多线圈无线充电设备中的数字PING选择

(57) 摘要

公开了用于无线充电的系统、方法和装置。充电设备具有提供在充电表面上的多个充电单元、充电电路和控制器。控制器可以被配置为使充电电路使用模拟ping处理从多个充电线圈发送ping,以扫描来自接近充电表面的接收设备的一个或多个ping响应。可以确定多个充电线圈中的响应于利用模拟处理发送ping而从接收设备接收ping响应的充电线圈子集。随后,控制器使用数字ping处理从充电线圈子集发送ping。然后,可以基于来自接收设备的ping响应来选择充电线圈子集中的一个或多个充电线圈的组合。



1. 一种用于操作无线充电设备的方法,所述方法包括:

使用模拟ping处理从所述无线充电设备中的多个充电线圈发送一个或更多个ping,以扫描来自接近所述无线充电设备的接收设备的一个或更多个ping响应;

确定所述无线充电设备中的所述多个充电线圈中的响应于利用所述模拟ping处理发送所述一个或更多个ping而从所述接收设备接收到ping响应的充电线圈子集;

使用数字ping处理从所述充电线圈子集发送一个或更多个ping;以及

基于来自所述接收设备的响应于所述数字ping处理的ping响应来选择所述充电线圈子集中的一个或更多个充电线圈的组合。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用所述数字ping处理从所述充电线圈子集发送ping还包括:

从所述充电线圈子集内的充电线圈组的多个不同线圈组合向所述接收设备发送一个或更多个ping。

3. 根据权利要求2所述的方法,所述方法还包括:

确定所述充电线圈子集内的充电线圈组的所述多个不同充电线圈组合中的每个充电线圈组合的ping响应的强度值;以及

选择所述多个不同充电线圈组合中具有最高强度值的线圈组合以用于向所述接收设备供应充电能量。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,使用所述数字ping处理从充电线圈子集发送ping还包括:

从所述充电线圈子集中的每个充电线圈向所述接收设备发送一个或更多个ping。

5. 根据权利要求4所述的方法,所述方法还包括:

确定所述充电线圈子集中的每个线圈的ping响应的相对强度值;

基于所确定的每个所述ping响应的相对强度值来计算最强ping的位置;以及

基于所计算的位置来选择所述充电线圈子集中的一个或更多个充电线圈的所述组合,以用于向所述接收设备供应充电能量。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,计算所述最强ping的位置包括:基于所述充电线圈子集中的两个或更多个所述充电线圈的已知位置的三角测量计算。

7. 一种无线充电装置,所述无线充电装置包括:

电池充电电源,所述电池充电电源联接到充电电路;

多个充电单元,所述多个充电单元被配置为提供充电表面,其中,至少一个线圈被配置为引导电磁场通过每个充电单元的电荷转移区域;以及

控制器,所述控制器被配置为:

使用模拟ping处理从所述多个充电单元发送一个或更多个ping,以扫描来自接近所述无线充电设备的接收设备的一个或更多个ping响应;

确定所述无线充电设备中的所述多个充电单元中的响应于利用所述模拟ping处理发送所述一个或更多个ping而从所述接收设备接收到ping响应的充电单元子集;

使用数字ping处理从所述充电单元子集发送ping;以及

基于响应于所述数字ping处理来自所述接收设备的ping响应来选择所述充电单元子集中的一个或更多个充电单元的组合。

8. 根据权利要求7所述的无线充电装置,其中,所述控制器被配置为:
从所述充电单元子集内的充电单元组的多个不同充电单元组合向所述接收设备发送一个或多个ping。
9. 根据权利要求8所述的无线充电装置,其中,所述控制器被配置为:
确定所述多个不同充电单元组合中的每个充电单元组合的ping响应的强度值;以及
选择所述多个不同充电单元组合中具有最高强度值的充电单元组合,以用于向所述接收设备供应充电能量。
10. 根据权利要求9所述的无线充电装置,其中,所述控制器被配置为:
从所述充电单元子集中的每个充电单元向所述接收设备发送一个或多个ping。
11. 根据权利要求7所述的无线充电装置,其中,所述控制器被配置为:
确定所述充电单元子集中的每个充电单元的ping响应的相对强度值;
基于所确定的每个所述ping响应的相对强度值来计算最强ping的位置;以及
基于所计算的位置来选择所述充电单元子集中的一个或多个充电单元的组合,以用于向所述接收设备供应充电能量。
12. 根据权利要求11所述的无线充电装置,其中,计算所述最强ping的位置包括:基于所述充电单元子集中的两个或多个所述充电单元的已知位置的三角测量计算。

多线圈无线充电设备中的数字PING选择

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求于2021年8月11日在美国专利和商标局提交的非临时专利申请No.17/400,053和2020年8月16日在美国专利和商标局提交的临时专利申请No.63/066,313的优先权和利益,并且该申请的全部内容通过引用合并于此,如同在下文中完全阐述了它们的全部内容并用于所有适用目的一样。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及电池(包括移动计算设备中的电池)的无线充电,并且更具体涉及由无线充电设备进行数字ping选择,以获得无线充电设备的充电线圈选择。

背景技术

[0004] 已经部署了无线充电系统以使得某些类型的设备能够在不使用物理充电连接的情况下对内部电池充电。可以利用无线充电的设备包括移动处理和/或通信设备。标准(诸如无线充电联盟限定的Qi标准)使得第一供应商制造的设备能够使用第二供应商制造的充电器进行无线充电。无线充电的标准针对相对简单的设备配置进行了优化,并且倾向于提供基本的充电能力。

[0005] 传统的无线充电系统通常使用“Ping”来确定用于无线充电的基站中的发送线圈上或接近所述发送线圈是否存在接收设备。发送器线圈具有电感(L)和谐振电容器,谐振电容器具有联接到发送线圈以获得谐振LC电路的电容(C)。Ping是通过向谐振LC电路输送电力而产生的。在发送器监听来自接收设备的响应的同时,在一段持续时间内施加电力。此外,在多线圈无线充电设备中,ping可以被用来确定用于对接收设备中的电池进行充电的线圈的最佳组合。

[0006] 需要改进无线充电能力,以支持移动设备的不断增加的复杂性和不断变化的形状因子。例如,需要更快地确定用于通过无线充电设备对接收设备进行充电的线圈的最佳组合。

附图说明

[0007] 图1示出了根据本文公开的某些方面的可以提供在由无线充电设备提供的充电表面上的充电单元的示例。

[0008] 图2示出了根据本文公开的某些方面的由无线充电设备提供的充电表面的一区段的单层上提供的充电单元的布置的示例。

[0009] 图3示出了根据本文公开的某些方面的当多层充电单元被覆盖在由无线充电设备提供的充电表面的一区段内时充电单元的布置的示例。

[0010] 图4示出了由充电设备的充电表面提供的电力传送区域的布置,该充电设备采用根据本文公开的某些方面配置的多层充电单元。

[0011] 图5示出了根据本文公开的某些方面的使用差分电容式感测来检测移动通信设备

的位置和/或取向。

[0012] 图6示出了根据本文公开的某些方面的当每个充电单元包括多个线圈时进行的搜索的某些方面。

[0013] 图7示出了根据本文公开的某些方面进行的搜索中涉及的具有多个充电单元的充电表面,该充电表面包括所涉及的三个所示充电单元。

[0014] 图8是示出根据本文公开的某些方面的可以通过充电设备进行的搜索处理的流程图。

[0015] 图9示出了根据本文公开的某些方面的可以在充电器基站中提供的无线发送器。

[0016] 图10示出了根据本文公开的某些方面的对被动ping的响应的第一示例。

[0017] 图11示出了根据本文公开的某些方面的对被动ping的响应的第二示例。

[0018] 图12示出了根据本文公开的某些方面的观察到的对被动ping的响应中的差异的示例。

[0019] 图13是示出了根据本文公开的某些方面适配的无线充电设备中实现的涉及被动ping的方法的流程图。

[0020] 图14是示出由根据本文公开的某些方面实现的无线充电设备可以采用的电力传送管理过程的流程图。

[0021] 图15示出了支持用于根据本文公开的某些方面适配的无线充电器的矩阵复用切换的第一拓扑结构。

[0022] 图16示出了支持在根据本文公开的某些方面适配的无线充电器中的直流驱动的第二拓扑。

[0023] 图17示出了根据本文公开的多个方面的充电表面和线圈的示例。

[0024] 图18示出了根据本公开的多个方面的用于在无线充电设备中使用ping进行选择的处理。

[0025] 图19示出了用于在无线充电设备中使用ping进行线圈选择的方法的流程图。

[0026] 图20示出了根据本公开的多个方面的用于在无线充电设备中使用ping进行选择的另一处理。

[0027] 图21示出了用于在无线充电设备中使用ping进行线圈选择的另一种方法的流程图。

[0028] 图22示出了采用可以根据本文公开的某些方面适配的处理电路的装置的一个示例。

[0029] 图23示出了根据本公开的某些方面的用于操作充电设备的方法。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图阐述的详细描述旨在作为各种配置的描述,而不是旨在表示其中可以实践本文所述概念的唯一配置。详细描述包括用于提供对各种概念的透彻理解的具体细节。然而,对于本领域技术人员来说显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践这些概念。在某些情况下,公知的结构和部件以框图的形式示出,以避免混淆这些概念。

[0031] 现在将参考各种装置和方法来呈现无线充电系统的若干方面。这些装置和方法将在以下详细描述中进行描述,并在附图中通过各种框、模块、部件、电路、步骤、处理、算法等

(统称为“要素”)进行例示。这些要素可以使用电子硬件、计算机软件或其任何组合来实现。这些要素被实现为硬件还是软件取决于特定应用和施加在整个系统上的设计约束。

[0032] 举例来说,要素、要素的任何部分或要素的任何组合可以利用包括一个或更多个处理器的“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)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门控逻辑、分立硬件电路以及被配置为执行贯穿本公开所描述的各种功能的其它适当硬件。处理系统中的一个或更多个处理器可以执行软件。软件应被广义地解释为意指指令、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(无论是被称为软件、固件、中间件、微码、硬件描述语言还是其它)。该软件可以驻留在处理器可读存储介质上。举例来说,处理器可读存储介质(在本文中也可以称为计算机可读介质)可以包括磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁条)、光盘(例如,紧凑盘(CD)、数字多功能盘(DVD))、智能卡、闪存设备(例如卡、棒、键驱动器)、近场通信(NFC)令牌、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PROM(EEPROM)、寄存器、可移动磁盘、载波、传输线以及用于存储或发送软件的任何其它合适介质。计算机可读介质可以驻留在处理系统中、在处理系统外部、或者分布在包括处理系统的多个实体上。计算机可读介质可以实施在计算机程序产品中。举例来说,计算机程序产品可以包括封装材料中的计算机可读介质。本领域技术人员将认识到如何最好地实现贯穿本公开呈现的所描述的功能,这取决于特定应用和施加在整个系统上的总体设计约束。

[0033] 概述

[0034] 本公开的某些方面涉及适用于无线充电设备和技术的系统、装置和方法。充电单元可以配置有一个或更多个感应线圈以在充电设备中提供充电表面,其中,充电表面使得充电设备能够对一个或更多个可充电设备进行无线充电。可以通过感测技术来检测待充电的设备的位置,该感测技术将设备的位置与以充电表面上的已知位置为中心的物理特性的变化相关联。可以使用电容、电阻、电感、触摸、压力、负载、应变和/或另一适当类型的感测来实现对位置的感测。

[0035] 在本公开的一个方面,一种装置具有:电池充电电源;多个充电单元,其被配置成矩阵;第一多个开关,其中每个开关被配置成将矩阵中的一行线圈联接到电池充电电源的第一端子;以及第二多个开关,其中每个开关被配置成将矩阵中的一列线圈联接到电池充电电源的第二端子。多个充电单元中的每个充电单元可以包括围绕电力传送区域的一个或更多个线圈。多个充电单元可以被布置为与充电设备的充电表面邻近,而不与多个充电单元中的充电单元的电力传送区域交叠。

[0036] 在一些情况下,该装置也可以被称为充电表面。电力可以被无线地传送到位于装置表面上的任何地方的接收设备。该设备可以具有任意限定的尺寸和/或形状,并且可以在不考虑能够进行充电的任何分立放置位置的情况下被放置。多个设备可以同时单个充电表面上充电。该装置可以跟踪一个或更多个接收设备跨充电表面的运动。

[0037] 充电单元

[0038] 根据本文公开的某些方面,可以使用充电设备中的充电单元来提供充电表面,其中充电单元邻近充电表面部署。在一个示例中,根据蜂窝式封装配置将充电单元部署在充电表面的一个或更多个层中。可以使用一个或更多个线圈来实现充电单元,每个线圈可以

沿着与邻近线圈的充电表面基本上正交的轴线来感应磁场。在本描述中,充电单元可以指具有一个或更多个线圈的元件,其中每个线圈被配置为产生电磁场,该电磁场相对于由充电单元中的其它线圈产生并沿着或接近公共轴线定向(direct)的场是附加的。在一些示例中,使用印刷电路板上的迹线来形成充电单元中的线圈。在一些示例中,通过螺旋缠绕导线以获得具有大致圆柱形轮廓的平面线圈或线圈来形成充电单元中的线圈。在一个示例中,利兹导线可以用于形成提供具有中心电力传送区域的线圈的平面或基本上平坦的绕组。

[0039] 在一些实现中,充电单元包括沿着公共轴线堆叠的和/或按照使得它们有助于基本上正交于充电表面的感应磁场的方式交叠的线圈。在一些实现中,充电单元包括线圈,该线圈被布置在充电表面的限定部分内并且有助于与充电单元相关联的充电表面的基本上正交部分内的感应磁场。在一些实现中,充电单元能够通过向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。例如,充电设备可以包括跨充电表面部署的多个线圈堆叠,并且充电设备可以检测待充电的设备的位置,并且可以选择线圈堆叠的一些组合以提供与待充电设备邻近的充电单元。在一些情况下,充电单元可以包括或表征为单个线圈。然而,应当理解,充电单元可以包括多个堆叠线圈和/或多个邻近线圈或线圈堆叠。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、电力发送线圈、电力发送器线圈等。

[0040] 图1例示了可以被部署和/或配置为提供充电设备的充电表面的充电单元100的示例。如本文所述,充电表面可以包括设置在一个或更多个基板106上的充电单元阵列100。可以在一个或更多个基板106上设置包括一个或更多个集成电路(IC)和/或分立电子部件的电路。电路可以包括驱动器和开关,所述驱动器和开关用于控制提供给线圈的电流,线圈用于向接收设备发送电力。电路可以作为处理电路来配置,该处理电路包括可以被配置为执行本文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,处理电路中的一些或全部处理电路可以被设置在充电设备的外部。在一些情况下,电源可以联接到充电设备。

[0041] 充电单元100可以被设置成非常接近充电设备的外表面区域,在充电设备的外表面区域上可以放置一个或更多个设备用于充电。充电设备可以包括充电单元100的多个实例。在一个示例中,充电单元100具有包围一个或更多个线圈102的基本上六边形的形状,线圈102可以使用可以接收足以在电力传送区域104中产生电磁场的电流的导体、导线或电路板迹线来构造。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所示的六边形充电单元100。其它实现提供具有其它形状的线圈102。线圈102的形状可以至少部分地由制作技术的能力或限制来确定,和/或被确定以优化基板(诸如印刷电路板基板)106上的充电单元的布局。每个线圈102可以使用导线、印刷电路板迹线和/或螺旋配置中的其它连接件来实现。每个充电单元100可以跨越由绝缘体或基板106分隔开的两个或更多个层,使得不同层中的线圈102以公共轴线108为中心。

[0042] 图2示出了在可以根据本文公开的某些方面进行适配的充电设备的充电表面的一区段的单层上提供的充电单元202的布置200的示例。充电单元202根据蜂窝式封装构造来布置。在该示例中,充电单元202被端到端地布置而没有交叠。这种布置可以在没有通孔或导线互连的情况下提供。其它布置也是可以的,包括充电单元202的一些部分交叠的布置。例如,两个或更多个线圈的导线可以在某种程度上交错。

[0043] 图3从两个视角300、310(例如,俯视图和剖面图)示出了当多层覆盖在可以根据本文公开的某些方面适配的充电表面的一区段内时充电单元的布置的示例。多层充电单元302、304、306、308被提供在充电表面的一区段内。每一层充电单元302、304、306、308内的充电单元都根据蜂窝式封装配置来布置。在一个示例中,多层充电单元302、304、306、308可以形成在具有四层或更多层的印刷电路板上。可以选择充电单元100的布置以提供与所示区段相邻的指定充电区域的完全覆盖。充电单元可以是图3中所示的302、304、306、308,其对应于由多边形的发送线圈提供的电力传送区域。在其它实现中,充电线圈可以包括由导线构造的螺旋缠绕平面线圈,每个螺旋缠绕平面线圈被缠绕以提供基本上圆形的电力传送区域。在后一示例中,多个螺旋缠绕平面线圈可以部署在无线充电设备的充电表面下方的堆叠平面中。

[0044] 图4示出了在充电表面400中提供的电力传送区域的布置,该充电表面400采用根据本文公开的某些方面配置的多层充电单元。所示的充电表面由四层充电单元402、404、406、408构成,其可以对应于图3中的多层充电单元302、304、306、308。在图4中,由第一层充电单元402中的充电单元提供的每个电力传送区域被标记为“L1”,由第二层充电单元404中的充电单元提供的每个电力传送区域被标记为“L2”,由第三层充电单元406中的充电单元提供的每个电力传送区域被标记为“L3”,并且由第四层充电单元408中的充电单元提供的每个电力传送区域被标记为“L4”。

[0045] 充电表面上的定位设备

[0046] 根据本文公开的某些方面,位置感测可以依赖于在充电单元中形成线圈的电导体的某些特性的变化。电导体的特性的可测量差异可以包括电容、电阻、电感和/或温度。在一些示例中,充电表面的装载可能影响位于装载点附近的线圈的可测量电阻。在一些实现中,可以提供传感器以通过检测触摸、压力、负载和/或应变的变化来实现位置感测。

[0047] 本文公开的某些方面提供了可以使用差分电容式感测技术感测可以自由放置在充电表面上的低电力设备的位置的装置和方法。图5示出了使用差分电容式感测来检测移动通信设备或其它对象512的位置和/或取向的示例500。一个或更多个线圈504被提供在印刷电路板502、基板或其它类型的载体的表面上。电容式联接(由虚线510示出)可以归因于在多对线圈504之间可测量的有效电容508。电容可以使用联接到每个线圈504的电路来测量。诸如可充电设备之类的对象512可以增加或减少多对线圈504之间的表观电容508。对象512可以修改多对线圈504之间的电容式联接(由虚线520示出)。在一个示例中,对象512可能影响覆盖层(overlay)506的介电特性,通过对象512提供替代电容式电路,或者产生电气特征的一些其它变化,这些变化增加或减小多对线圈504之间的电容508的测量值或视在值。所测量的由对象512引起的差异可以被称为差分电容。

[0048] 充电设备可以使用差分电容式感测来定位充电表面上的任何位置处的设备,该充电表面包括根据本文公开的某些方面提供的线圈阵列。充电设备然后可以确定线圈504中的可以用于提供设备的最佳充电的一个或更多个线圈,该设备可以被称为接收设备。

[0049] 与传统检测技术相比,差分电容式感测的使用能够实现极低电力检测和定位操作。当前无线充电应用中用于检测设备的传统技术采用“ping”方法,该方法驱动发送线圈并消耗大量电力(例如100mW-200mW)。由发送线圈生成的场被用于检测接收设备。差分电容式感测不需要给发送线圈供电来检测接收设备的存在,并且不需要额外的感测元件。在线

圈阵列中使用的线圈可以用于寻找接收设备和/或识别接收设备的物理位置的电容式感测元件。

[0050] 差分电容式感测通过测量两个相邻线圈之间的差分电容进行操作。电容的差异和/或变化可以识别接收设备的存在,而不需要接地平面或附加导电感测元件。差分电容式感测提供了一种高速方法,该高速方法通过消除等待由接收设备响应于ping发送的响应的需要来实现对接收设备的快速检测。差分电容式感测还可以感测具有不足以响应来自充电设备的ping或查询的存储电力的接收设备。

[0051] 根据某些方面,可以使用差分电容式感测或另一种位置感测技术来确定接收设备的存在、位置和/或取向,该另一种位置感测技术涉及例如检测电容、电阻、电感、触摸、压力、温度、负载、应变和/或另一适当类型的感测的差异或变化。位置感测可被用于确定待充电设备的大致位置,并使充电设备能够确定兼容设备是否已被放置在充电表面上。例如,充电设备可以通过发送使兼容设备响应的间歇测试信号(ping)来确定兼容设备已经被放置在充电表面上。充电设备可以被配置为在确定接收到由标准、惯例、制造商或应用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,兼容设备可以通过传输接收到的信号强度来响应ping,使得充电设备可以找到将用于对兼容设备进行充电的最佳充电单元。

[0052] 在一个示例中,控制器、状态机或其它处理设备可以被配置为测量可归因于充电单元中的一个或多个线圈的电容,并且确定所测量电容是否指示接收设备或接收设备中的相应线圈的接近度(proximity)。在一些情况下,电容可以被测量为感测电路中的电容差异。当不存在接收设备时,控制器、状态机或其它处理设备可以保持标识与每个充电单元相关联的预期电容的信息。然后可以使用所测量电容的差异来确定接收设备位于充电单元附近。差异的大小可以指示充电单元和接收设备之间的距离。

[0053] 在一些实现中,控制器、状态机或其它处理设备可以保持充电表面的一个或多个配置文件。当存在接收设备时,配置文件可以将单独充电单元或充电单元组与预期的电容测量结果、上次测量的电容和/或电容值的历史可能性相关联。

[0054] 根据某些方面,可以通过使用搜索模式搜索充电单元的电容差异来确定接收设备的存在、位置和/或取向。搜索模式可以是伪随机的,以改进检测充电设备的平均时间。在一些实现中,可以基于当接收设备接近并且接收电荷时捕获的测量结果的历史来选择搜索的起始点。在一些实现中,可以基于当接收设备接近并且接收电荷时捕获的测量结果的历史来对初始充电单元组进行优先搜索。

[0055] 图6示出了在包括多个线圈602、604、606、608、622、624、626、628的线圈分组中进行的搜索的某些方面。在一些实现中,可以通过测量不同线圈分组600、620的可测量特性的差异来进行搜索。在所示的示例中,包括线圈602、604、606、608的第一线圈分组600的组合特性可以独立于包括线圈622、624、626、628的第二线圈分组620的组合特性来评估。线圈分组600、620可以被选择为通过聚集来增加待测量的量,或者在单个测量期间覆盖更宽的区域。在一个示例中,与线圈堆叠相关联的电容可以作为集合(aggregate)来测量。在另一示例中,可以测量充电表面中不同位置处的线圈的电容,以使得能够快速检测放置在由所测量的线圈服务的充电表面上的待充电设备。

[0056] 图7和图8示出了使用差分电容式感测进行的搜索的某些方面。图7示出了充电表

面700的二维视图(X轴702和Y轴704),该充电表面700被提供有一个或多个充电单元,这些充电单元包括三个示出的充电线圈706、708、710。图7所示的某些方面也可应用于涉及充电线圈706、708、710内的单独线圈或遍布充电表面700和/或三维空间中的单独线圈的搜索。在所示的示例中,充电线圈706、708、710是在搜索期间测试的前三个充电线圈,搜索可以作为伪随机搜索进行。搜索在第一充电线圈706处开始。搜索模式可以使测试移动712到第二充电线圈708,然后可以使测试移动到714第三充电线圈710。可以进行搜索以识别接收设备的一般位置,并且可以在获得指示存在接收设备的测量结果时停止搜索。然后,可以围绕充电线圈706、708、710进行第二区域特定搜索。

[0057] 图8是示出可以由充电设备进行以确定待充电设备是否已被放置在充电表面上或放置在何处的搜索处理的流程图800。流程图800可以涉及在充电设备内提供的单独线圈、沿着公共轴线接近堆叠的线圈组、和/或在单个充电线圈706、708、710中提供的线圈组或为充电表面的感兴趣区域服务的线圈组(还参见图6)。

[0058] 在框802,选择初始线圈或线圈组作为搜索的起始点。可以使用伪随机数生成器等来选择起始点。在一些情况下,起始点可以从一组潜在起始点中选择,这些潜在起始点可以是已知的或被预期为具有存在待充电设备的较高概率的附近位置。例如,充电设备可以保持搜索和/或充电事件的历史,所述搜索和/或者充电事件标识被充电的设备的位置和/或最频繁被激活以对设备进行充电的充电线圈或充电单元。

[0059] 在框804,充电设备可以获得一个或多个线圈中的导体的电容的测量结果,或者与线圈或充电表面相关的一些其它特性,这些特性可以在存在待充电设备的情况下改变。充电设备可以确定特性的测量值是否已经从该特性的先前测量值、标称值和/或在充电表面上的不同位置测量的值改变。

[0060] 如果在框804处检测到变化,则充电设备可以在框808处更新充电表面的配置文件。例如,可以修改配置文件以反映新的值和/或值的变化的大小。该配置文件可以被用于映射待充电设备的潜在位置和/或重新映射或取消映射已经从充电表面移动或移除的设备。在一些情况下,对测量特性的变化或差异的检测可能导致充电设备使用表现出变化或触发特性值的充电线圈来发起ping。如果在框806没有检测到变化,或者在框808不发起充电处理,则搜索可以在框810处继续。

[0061] 在框810,充电设备可以选择待测量的下一个线圈。可以基于伪随机序列进行选择,使用伪随机数生成器来选择下一个线圈。如果在框812处确定所有待测试线圈都被测试,则可以终止搜索。如果仍有额外的待测试线圈,则搜索可以在框804处继续。

[0062] 当搜索识别出在充电表面上的潜在设备放置时,充电设备可以开始ping处理,以识别要被激活以对放置在充电表面上的设备进行充电的充电单元、充电单元的组合和/或线圈的组合。ping处理验证待充电设备与充电设备兼容,并且可以识别信号强度,信号强度指示用于发送ping的线圈对于所请求的或期望的充电过程是否被最佳定位。

[0063] 当在使用ping证实设备被配置为从无线充电设备接收电荷之前,进行搜索以定位放置在多线圈自由位置充电板上或附近的设备时,可以实现显著的电力节省。可以通过在搜索中检测到设备之前避免提供ping,以及通过将ping传输限制到接近被检测设备放置并且可能能够与被检测设备建立电磁充电连接的发送线圈来获得功耗的节省。

[0064] 被动Ping

[0065] 无线充电设备可以根据本文公开的某些方面进行适配,以支持低电力发现技术,该低电力发现技术可以取代和/或补充传统的ping传输。通过驱动包括基站的发送线圈的谐振LC电路来产生传统ping。然后,基站等待来自接收设备的幅移键控(amplitude-shift keying,ASK)调制响应。低电力发现技术可以包括利用被动ping来提供快速和/或低电力发现。根据某些方面,可以通过利用包括少量能量的快速脉冲驱动包括谐振LC电路的网络来产生被动ping。快速脉冲激励谐振LC电路,并使网络以其固有谐振频率振荡,直到注入的能量衰减并耗散。在一个示例中,快速脉冲可以具有与网络和谐振LC电路的谐振频率的半个周期相对应的持续时间。当基站被配置为在100kHz至200kHz的频率范围内无线传输电力时,快速脉冲的持续时间可能小于2.5μs。

[0066] 被动ping可以基于包括谐振LC电路的网络振铃的固有频率和能量在网络中的衰减率来表征和/或配置。网络和谐振LC电路的振铃频率可以定义为:

$$[0067] \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (\text{式 1})$$

[0068] 衰减率由振荡器网络的质量因子(Q因子)控制,定义如下:

$$[0069] \quad Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\text{式 2})$$

[0070] 式1和式2示出了谐振频率受L和C影响,而Q因子受L、C和R影响。在根据本文公开的某些方面提供的基站中,无线驱动器具有由谐振电容器的选择确定的固定值C。L和R的值由无线发送线圈和与无线发送线圈相邻放置的对象或设备确定。

[0071] 无线发送线圈被配置为与非常接近发送线圈放置的设备中的接收线圈磁联接,并且将其一些能量联接到待充电的接近设备中。发送器电路的L和R值可能受待充电设备和/或非常接近发送线圈的其它对象的特征影响。例如,如果放置在发送器线圈附近的具有高磁导率的一块铁质材料可以增加发送器线圈的总电感(L),则导致较低的谐振频率,如式1所示。由于涡流感应,一些能量可能会通过材料的加热而损失,并且这些损失的特征可能在于R值的增加,从而降低Q因子,如式2所示。

[0072] 非常接近发送器线圈放置的无线接收器也会影响Q因子和谐振频率。接收器可以包括具有高Q的调谐LC网络,这可以导致发送器线圈具有较低的Q因子。由于磁性材料在接收器中的添加(接收器现在是整个磁性系统的一部分),发送器线圈的谐振频率可能会降低。表1说明了可归因于非常接近发送器线圈放置的不同类型的对象的某些影响。

[0073]	对象	L	R	Q	频率
	不存在	基值	基值	基值(高)	基值
	铁质	小幅增加	大幅增加	大幅减少	小幅减少
	非铁质	小幅减少	大幅增加	大幅减少	小幅增加
	无线接收器	大幅增加	小幅减少	小幅减少	大幅减少

[0074] 表1

[0075] 图9示出了可以在充电器基站中提供的无线发送器900。控制器902可以接收由滤波器电路908滤波或以其它方式处理的反馈信号。控制器可以控制向包括电容器912和电感器914的谐振电路906提供交流电的驱动器电路904的操作。在谐振电路906的LC节点910处

测量的电压916。

[0076] 被动ping技术可以使用在LC节点910处测量或观察到的电压和/或电流来识别接近根据本文公开的某些方面适配的设备的充电垫的接收线圈 (PRx) 的存在。在许多传统无线充电器发送器中,提供电路以测量LC节点310处的电压或网络中的电流。可以监测这些电压和电流以用于电力调节目的和/或支持设备之间的通信。在图9所示的示例中,LC节点910处的电压被监测,但是可以设想,可以附加地或另选地监测电流以支持被动ping。谐振电路306对被动ping(初始电压 V_0) 的响应可以由LC节点310处的电压 (V_{LC}) 表示,使得:

$$[0077] \quad V_{LC} = V_0 e^{-\left(\frac{\omega}{2Q}\right)t} \quad (\text{式 } 3)$$

[0078] 图10示出了对被动ping的响应1000根据式3衰减的第一示例。在时间=0的激励脉冲之后,可以看到电压和/或电流以式1定义的谐振频率振荡,并且具有式3定义的衰减率。第一个振荡周期从电压电平 V_0 开始,并且 V_{LC} 在Q因子和 ω 的控制下继续衰减到零。图10中所示的示例表示当没有对象存在于或接近充电垫时的典型打开或卸载响应。在图10中,Q因子的值被假定为20。

[0079] 图11示出了对被动ping的响应1100根据式3衰减的第二示例。在时间=0的激励脉冲之后,可以看到电压和/或电流以式1定义的谐振频率振荡,并且具有式3定义的衰减率。第一个振荡周期从电压电平 V_0 开始,并且 V_{LC} 在Q因子和 ω 的控制下继续衰减到零。图11中所示的示例表示当存在于或接近充电垫的对象加载线圈时的加载响应。在图10中,Q因子可以具有值7。 V_{LC} 在电压响应1100中相对于电压响应1000以更高的频率振荡。

[0080] 图12示出了一组示例,其中可以观察到响应1200、1220、1240的差异。当驱动器电路904使用短于 $2.5\mu s$ 的脉冲激励谐振电路906时,发起被动ping。不同类型的无线接收器和放置在发送器上的异物导致在LC节点910处的电压或发送器的谐振电路906中的电流中可观察到的不同响应。这些差异可以指示为 V_0 的振荡频率的谐振电路906的Q因子的变化。表2说明了放置在充电板上的对象关于打开状态的某些示例。

[0081]	对象	频率	V_{peak} (mV)	50% 衰减周期	Q因子
	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
	错位类型-3接收器	210.40kHz	110mV	2.0	9.060
	铁质对象	93.80kHz	110mV	2.0	9.060
	非铁质对象	100.30kHz	102mV	1.5	6.795

[0082] 表2

[0083] 在表2中,Q因子可以被计算如下:

$$[0084] \quad Q = \frac{\pi N}{\ln(2)} \cong 4.53N \quad (\text{式 } 3)$$

[0085] 其中,N是从激励到幅度降至 $0.5V_0$ 以下的周期数。

[0086] 图13是示出了在根据本文公开的某些方面适配的无线充电设备中实现的涉及被动ping的方法的流程图1300。在框1302,控制器可以生成短激励脉冲,并且可以将该短激励

脉冲提供给包括谐振电路的网络。网络可以具有标称谐振频率,并且短激励脉冲可以具有小于网络的标称谐振频率的一半的持续时间。当谐振电路的发送线圈与外部对象隔离时,可以观察到标称谐振频率,外部对象包括待充电设备中的铁质对象、非铁质对象和/或接收线圈。在一些示例中,短激励脉冲具有与网络的标称谐振频率的一个或更多个周期相对应的持续时间。在一些示例中,短激励脉冲具有与网络的标称谐振频率的至少五个周期相对应的持续时间。

[0087] 在框1304,控制器可以确定网络的谐振频率,或者可以监测网络谐振响应于脉冲的衰减。根据本文公开的某些方面,当设备或其它对象接近发送线圈放置时,与网络相关联的谐振频率和/或Q因子可以被改变。谐振频率可以从当谐振电路的发送线圈与外部对象隔离时观察到的标称谐振频率增加或减少。当谐振电路的发送线圈与外部对象隔离时,网络的Q因子可以相对于可测量的标称Q因子增加或减少。根据本文公开的某些方面,当Q因子的差异相对于与标称Q因子相关联的延迟延长或加速谐振电路中振荡幅度的衰减时,延迟的持续时间可以指示接近发送线圈放置的对象的存在或类型。

[0088] 在一个示例中,控制器可以使用转换检测器电路来确定网络的谐振频率,该转换检测器电路被配置为使用比较器等来检测代表LC节点910处的电压的信号过零点。在一些情况下,可以从信号中过滤直流(direct current,DC)分量以提供过零点。在一些情况下,比较器可以考虑使用偏移量来检测公共电压电平的交叉点的DC分量。可以采用计数器来对检测到的过零点进行计数。在另一示例中,控制器可以使用转换检测器电路来确定网络的谐振频率,该转换检测器电路被配置为由代表LC节点910处的电压的信号检测通过阈值电压的交叉点,其中信号的幅度被箝位或限制在可由逻辑电路检测和监测的电压范围内。在该示例中,可以采用计数器来对信号中的转换进行计数。可以使用其它方法来测量、估计和/或计算网络的谐振频率。

[0089] 在另一示例中,可以采用定时器或计数器来确定 V_{LC} 从电压电平 V_0 衰减到阈值电压电平所经过的时间。所经过的时间可以用来表示网络的衰减特征。阈值电压电平可以被选择为提供足够的粒度以使计数器或定时器能够在对脉冲的各种响应1200、1220、1240之间进行区分。 V_{LC} 可以由检测或测量的峰值、峰峰、包络和/或整流电压电平来表示。可以使用其它方法来测量、估计和/或计算网络的衰减特征。

[0090] 如果在框1306处,控制器确定谐振频率相对于标称谐振频率的变化指示接近发送线圈存在对象,则控制器在框1312处可以尝试识别该对象。如果控制器在框1306处确定谐振频率与标称谐振频率基本相同,则控制器可以在框1308处考虑谐振电路中振荡幅度的衰减特征。当频率保持在以标称谐振频率为中心或包括标称谐振频率的定义频率范围内时,控制器可以确定网络的谐振频率与标称谐振频率基本相同。在一些实现中,控制器可以使用谐振频率和衰减特征的变化来识别对象。在在后的这些实现中,控制器可以在框1308处继续,而不管谐振频率如何,并且可以在识别接近传输线圈定位的对象时使用谐振频率的变化作为附加参数。

[0091] 在框1308,控制器可以使用定时器和/或可以对谐振电路中在初始 V_0 幅度和用于评估衰减特征的阈值幅度之间经过的振荡周期进行计数。在一个示例中, $V_0/2$ 可以被选择作为阈值幅度。在框1310,初始 V_0 幅度和阈值幅度之间的周期数或经过的时间可以用于表征谐振电路中振荡幅度的衰减,并且将表征的衰减与对应的标称衰减特征进行比较。如果

在框1310处,没有检测到频率和延迟特征的变化,则控制器可以在确定没有对象接近传输线圈定位的情况下终止该过程。如果在框1310处,已经检测到频率和/或延迟特征的变化,则控制器可以在框1312处识别对象。

[0092] 在框1312处,控制器可以被配置为识别放置在充电板上的接收设备。控制器可以被配置为忽略其它类型的对象、或者没有被最佳地放置在充电垫上的接收设备,包括例如与提供被动ping的传输线圈错位的接收设备。在一些实现中,控制器可以使用通过谐振频率、衰减时间、谐振频率的变化、衰减时间的变化和/或Q因子估计编索引的查找表。查找表可以提供标识特定设备类型的信息、和/或将在对所标识的设备或设备类型进行充电时使用的充电参数。

[0093] 在一些示例中,被动ping使用非常短的激励脉冲,该激励脉冲可以小于在谐振电路906中的LC节点910处观察到的标称谐振频率的半个周期。传统ping可以主动地驱动传输线圈多于16000个周期。传统ping所消耗的电力和时间可以超过被动ping的电力和时间使用几个数量级。在一个示例中,被动ping每次ping消耗约0.25 μ J,最大ping时间约为 $\sim 100\mu$ s,而传统主动ping每次ping消耗约80mJ,最大ping时间约为90ms。在该示例中,能量耗散可以减少到1/320000,每次ping的时间可以减少到1/900。

[0094] 被动ping也可以与另一种降低电力感测方法相联接,诸如电容式感测。电容式感测等可以提供超低电力检测方法,该方法确定对象是否接近充电表面。在电容式感测检测之后,可以在每个线圈上顺序地或同时地发送被动ping,以产生电势接收设备和/或对象所在位置的更精确映射。在进行了被动ping处理之后,可以在最可能的设备位置中提供主动ping(例如,主动数字ping)。用于设备位置感测、识别和充电的示例算法在图14中示出。

[0095] 图14是示出涉及多种感测和/或询问技术的电力传送管理过程的流程图1400,这些技术可以由根据本文公开的某些方面实现的无线充电设备采用。该过程可以周期性地发起,并且在一些情况下,可以在无线充电设备退出低电力或睡眠状态之后发起。在一个示例中,可以以所计算的频率重复该过程,以提供对将设备放置在充电垫上的亚秒响应。当在过程的第一次执行期间检测到错误条件时,和/或在放置在充电板上的设备的充电已经完成之后,可以重新进入该过程。

[0096] 在框1402处,控制器可以使用电容式接近度感测来执行初始搜索。可以快速且低功耗地执行电容式接近度感测。在一个示例中,可以迭代地执行电容式接近度感测,其中在每次迭代中测试一个或更多个传输线圈。在每次迭代中测试的传输线圈的数量可以由控制器可用的感测电路的数量来确定。在框1404处,控制器可以确定电容式接近度感测是否已经检测到接近传输线圈之一的对象的存在或潜在存在。如果电容式接近度感测没有检测到对象,则在框1424处,控制器可以使充电设备进入低电力、空闲和/或睡眠状态。如果已经检测到对象,则在框1406处,控制器可以发起被动ping感测。

[0097] 在框1406处,控制器可以发起被动ping感测,以确认一个或更多个传输线圈附近存在对象,和/或评估接近定位对象的性质。被动ping感测可以消耗类似电力量,但比电容式接近度感测跨越更长的时间。在一个示例中,每个被动ping可以在约100 μ s内完成,并且可能花费0.25 μ J。可以向通过电容式接近度感测识别为感兴趣的每个传输线圈提供被动ping。在一些实现中,可以向通过电容式接近度感测识别为感兴趣的每个传输线圈附近的传输线圈(包括交叠的传输线圈)提供被动ping。在框1408处,控制器可以确定被动ping感

测是否已经检测到接近可能是接收设备的发送线圈之一的潜在可充电设备的存在。如果已经检测到潜在可充电设备,则在框1410处,控制器可以发起主动数字ping感测。如果没有检测到潜在可充电设备,则在框1406处可以继续被动ping感测,直到所有线圈都已被测试和/或控制器终止被动ping感测。在一个示例中,控制器在测试完所有发送线圈之后终止被动ping感测。当被动ping感测未能找到潜在可充电设备时,控制器可以使充电设备进入低电力、空闲和/或睡眠状态。在一些实现中,当检测到潜在可充电设备时,可以暂停被动ping感测,从而可以使用主动ping来询问潜在可充电设备。在已经获得主动ping的结果之后,可以恢复被动ping感测。

[0098] 在框1410处,控制器可以使用主动ping来询问潜在可充电设备。主动ping可以被提供给通过被动ping感测识别的发送线圈。在一个示例中,标准定义的主动ping交换可以在约90ms内完成,并且可以花费80mJ。可以向与潜在可充电设备相关联的每个传输线圈提供主动ping。

[0099] 在框1412,控制器可以识别并配置可充电设备。在框1410处提供的主动ping可以被配置为激励可充电设备,使得其发送包括识别可充电设备的信息的响应。在一些情况下,控制器可能无法识别或配置通过被动ping检测到的潜在可充电设备,并且在框1406处,控制器可以基于被动ping恢复搜索。在框1414处,控制器可以确定是否应当使用基线充电配置文件或协商充电配置文件来对所识别的可充电设备进行充电。可以通过标准来定义基线或默认充电配置文件。在一个示例中,基线配置文件将充电电力限制到5W。在另一示例中,协商充电配置文件可以使得充电能够在高达15W下进行。当选择基线充电配置文件时,控制器可以在框1420处开始传送电力(充电)。

[0100] 在框1416处,控制器可以发起标准定义协商和校准处理,该处理可以优化电力传送。控制器可以与可充电设备协商以确定不同于针对基线充电配置文件定义的电力配置文件的扩展电力配置文件。控制器可以在框1418处确定协商和校准处理已经失败,并且可以终止电力传送管理过程。当控制器在框1418处确定协商和校准处理已经成功时,根据协商的配置文件的充电可以在框1420处开始。

[0101] 在框1422处,控制器可以确定充电是否已经成功完成。在一些情况下,当协商的配置文件被用于控制电力传送时,可能会检测到错误。在后一种情况下,在框1416处,控制器可以尝试重新协商和/或重配置配置文件。当充电已经成功完成时,控制器可以终止电力传送管理过程。

[0102] 选择性激活线圈

[0103] 根据本文公开的某些方面,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设备充电的最佳电磁场。在一些情况下,线圈可以被分配给充电单元,并且一些充电单元可以与其它充电单元交叠。在后一种情况下,可以在充电单元级选择最佳充电配置。在其它情况下,充电单元可以基于充电表面上的待充电设备的放置来限定。在这些其它情况下,针对每个充电事件而激活的线圈的组合可以改变。在一些实现中,充电设备可以包括驱动器电路,所述驱动器电路可以选择一个或更多个单元和/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。

[0104] 图15示出了第一拓扑1500,其支持在根据本文公开的某些方面适配的无线充电器中使用的矩阵复用切换。无线充电器可以选择一个或更多个充电单元100来对接收设备进

行充电。不使用的充电单元100可以与电流断开。相对大量的充电单元100可以用于图2所示的蜂窝式封装配置中,该蜂窝式封装配置需要相应数量的开关。根据本文公开的某些方面,充电单元100可以在逻辑上布置在矩阵1508中,矩阵1508具有连接到两个或更多个开关的多个单元,这两个或多个开关使得特定单元能够被供电。在所示的拓扑1500中,提供了二维矩阵1508,其中维度可以由X和Y坐标表示。第一组开关1506中的每一个被配置为选择性地将一列单元中的每个单元的第一端子联接到无线发送器和/或接收器电路1502,该无线发送器和/或接收器电路在无线充电期间提供电流以激活线圈。第二组开关1504中的每一个开关被配置为选择性地将一行单元中的每个单元的第二端子联接到无线发送器和/或接收器电路1502。当单元的两个端子都联接到无线发送器和/或接收器电路1502时,单元是活动的。

[0105] 矩阵1508的使用可以显著减少操作调谐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1508可以用 $\sqrt{N}$ 个开关操作。矩阵1508的使用可以产生显著成本节约并降低电路和/或布局复杂性。在一个示例中,可以使用6个开关在3x3矩阵1508中实现9-单元实现,从而节省3个开关。在另一示例中,可以使用8个开关在4x4矩阵1508中实现16-单元实现,从而节省8个开关。

[0106] 在操作期间,至少2个开关闭合以将一个线圈主动联接到无线发送器和/或接收器电路1502。多个开关可以同时闭合,以便于将多个线圈连接到无线发送器和/或接收器电路1502。例如,可以闭合多个开关,以启用在向接收设备传送电力时驱动多个发送线圈的操作模式。

[0107] 图16示出了根据本文公开的某些方面的第二拓扑1600,其中每个线圈或充电单元由驱动器电路1602单独地和/或直接地驱动。驱动器电路1602可以被配置为从一组线圈1604中选择一个或更多个线圈或充电单元100来对接收设备进行充电。应当想到,这里公开的关于充电单元100的概念可以应用于单独线圈或线圈堆叠的选择性激活。未使用的充电单元100不接收电流。可以使用相对大量的充电单元100,并且可以采用切换矩阵来驱动单独线圈或线圈组。在一个示例中,第一切换矩阵可以配置定义要在充电事件期间使用的充电单元或线圈组的连接,并且第二切换矩阵(参见例如图15)可以用于激活充电单元和/或所选线圈组。

[0108] 对一个或更多个线圈的直接驱动的可用性可以允许充电设备通过线圈600、620的不同分组同时发送ping(参见图6)。

[0109] 在一些实现中,电容式感测可以用于通过首先将两个相邻线圈连接到电容式感测电路来确定位置。使用这两个线圈,电路通过使用一种或更多种已知方法来测量电容。第一种方法包括施加恒定电流波形并基于测量电路感测到的电压变化来计算电容。计算可以基于下式:

$$[0110] \quad Q = C * V$$

$$[0111] \quad Q = I * t$$

[0112] 如果通过在指定时间量(t)内提供已知恒定电流(I)来输送已知电荷(Q),则可以测量电压(V),由此可以计算电容(C)。所测量的电容可以与上次记录的测量值进行比较。电容的某些变化足够显著,以指示系统已经变化,从而能够检测到某些东西已经成为系统的一部分(例如,手机)。

[0113] 电容的变化可以通过使用RC时间常数来测量。可以在已知电阻(R)和未知电容(C或Cx)之间施加恒定变化的方波信号。充电/放电的时间可以使用计时器和比较器来测量。通过使用时间常数方程,可以计算电容。

[0114] 可以按照定义的顺序对线圈进行电容测量,直到所有位置都被测试。从线圈测量的变化和/或变化幅值可以识别待充电设备的位置。该处理可以在一个周期中重复,该周期可以基于所配置的间隔时间重复。可以基于检测速度和电力消耗之间的折衷来选择扫描速率。如果需要较低电力消耗水平,则可以以较低检测速度为代价来降低扫描速率,反之亦然。

[0115] 在感测到设备位置后,可以确定一个或更多个设备的位置。可以通过记录足够大电容变化的线圈的组合来指示位置。线圈可以基于先到先得被接通。随着设备被添加,接近设备的相关线圈可以连接到驱动器并且被激活。可以被充电的设备数量可能受可用于服务设备的驱动器的数量限制。

[0116] 通过每个线圈的电流大致由适当无线充电标准(例如Qi标准)、频率、幅度等定义。本文公开的某些方面涉及识别使用开关阵列和相应电路和/或算法激活的阵列中的线圈。

[0117] 根据本公开的某些方面,可用于充电的面积随着所公开的充电设备的总表面积而增加。在传统无线充电器中,单个Qi线圈发送器的有效电力传送面积小于9.2%(基于A6线圈,最常用线圈)。根据本文公开的某些方面提供的线圈布局可以实现充电面积对总面积的高得多的比率。在一个示例中,100mm x 200mm的三设备配置的可用充电面积为充电设备表面积的57.2%。在另一示例中,200mm x 200mm的六设备配置的可用充电面积为充电设备表面积的63.5%。

[0118] 使用传感器的设备检测

[0119] 根据某些方面,可以使用位置感测技术来确定接收设备的存在、位置和/或取向,该位置感测技术涉及例如检测电容、电阻、电感、触摸、压力、温度、负载、应变和/或另一种适当类型的感测的差异或变化。可以采用位置感测来确定待充电对象或设备的存在或位置。也可以采用位置感测来检测在从充电表面进行电力传送期间接收设备的移除。

[0120] 图17示出了无线充电器的充电表面1700的第一示例,该充电器包括一个或更多个传感器1702,该一个或更多个传感器1702可以检测接收设备在电力传送期间从充电表面1700的移除。在该示例中,传感器1702可以包括被配置为检测设备的存在的电容式、电感式或霍尔效应感测元件。在一些实现中,感测元件可以与提供在充电表面1700中的充电线圈(LP1-LP18)毗邻。在一些实现中,感测元件可以与单独充电线圈或充电线圈组毗邻。在某些实现中,可以在充电表面1700上识别充电区域,并且感测元件可以定义或监测每个充电区域的外部界限。

[0121] 传感器1702也可用于检测指示接收设备从充电表面1700的移除的变化。在一些实现中,传感器1702可以支持或增强基于充电电流、槽电压和/或电力消耗的测量的移除检测技术。传感器1702的使用可以提高可靠性、效率并且可以减少功耗和处理器负载。

[0122] 使用模拟和数字Ping选择充电线圈

[0123] 图18示出了根据一些方面的应用选择方法的装置的示例1800。特别地,示例1800中所示的方法被用于通过使用被动(或模拟)ping和主动(或数字)ping来选择具有最高信号强度的充电线圈的组合。在一个特定方面,所公开的选择提供了对提供最强ping的充电

线圈的组合作为选择,或者换句话说,提供用于接收设备 (PRx) 的最佳连接的多个线圈的组合。

[0124] 在该示例中,无线变化表面1802包括与图17的示例类似的多个线圈1804(例如,线圈LP1-LP18),除了为了简单起见,线圈被表示为圆形几何形状。特别地,当电力接收器(power receiver, PRx) 1806接近充电表面1802放置,并且一个或多个充电线圈1804能够实现对于PRx 1806的ping时,该方法包括对线圈1804的多个可能组合中的每一个进行ping。在图18的示例中,各种可能的线圈组合中的每一个组合都由充电表面的多个不同示意图示出(即,1802₁、1802₂、1802₃、1802₄、1802₅、1802₆),每个示意图都示出了不同的电势线圈组合。

[0125] 如由1802₁表示的选项所示,单个激活线圈1804a(由阴影表示的激活线圈)用于对PRx 1806进行ping。在由1802₂表示的下一个选项中,两个线圈1804a和1804b被无线充电设备激活以对PRx 1806进行ping。在由1802₃表示的又一个选项中,三个线圈1804a、1804b和1804c被激活以对PRx 1806进行ping,依此类推,用于由1802₄、1802₅和1802₆所示的六个潜在组合的剩余部分。在该特定示例中,注意到,由1802₁示出的第一组合,被激活的线圈1804a仅部分地被PR 1806覆盖,并且ping响应可以是最大可能的或预期的响应电力电平的百分比,或者作为发送电力的百分比。在图18所示的特定示例中,例如,ping响应可以是发送电力的10%。例如,在具有三个激活线圈1804a、1804b和1804c的另一个线圈组合中,如1802₃所示,ping响应可以在25%处更高。如图18所示,各种不同的组合具有不同水平的ping响应,并且选择方法可以分析所有可能线圈组合的不同ping响应水平,然后选择最高或最强ping响应。在图18的示例中,在1802₅处所示的线圈组合将具有最强ping响应,并且可以选择该线圈组合。如下所述,选择可以涉及使用模拟(被动)和数字(主动)ping中的一个或两个,以更快地确定对于特定PRx具有最高ping响应的线圈组合及其在充电表面上的位置。注意,对于图18的示例,将选择如1802₅所示的具有70%的ping响应的线圈1804b和1804c的组合,因为该组合具有最高ping响应。然而,这仅仅是示例性的,并且本公开不旨在限于任何特定的值或百分比。

[0126] 图19示出了根据本公开的一些方面的用于在无线充电设备中使用模拟和数字ping来进行最佳线圈组合选择的ping选择的方法1900的示例。在所示的方法1900的示例中,该方法从无线充电设备中的各种线圈的模拟或被动ping开始,以便确定充电表面上的PRx设备(例如,1802)的可能组合,如框1902所示。在特定示例中,无线充电设备可以被配置为使用模拟或被动ping来对所有可能线圈组合进行ping。

[0127] 由于模拟ping通常比数字ping更快,初始模拟ping允许无线充电设备更快地确定PRx设备在充电表面上的位置,以及更快地识别待分析的潜在线圈组合。在一个方面,框1902中的处理可以涉及确定从PRx生成ping响应的所有线圈,从而能够检查产生ping响应的那些线圈的所有可能组合。在其它方面,可以预定义阈值,使得在产生ping响应的所有线圈的集合中,只有接收到高于预定水平的ping响应的那些线圈可以用于可能线圈组合的初始确定。

[0128] 在框1902中确定了可能组合的全部或适当子集的扫描之后,流程前进到决策框1904,在那里确定是否存在至少两个不同的线圈组合可供选择。如果不是,则选择的需要是不存在的或多余的,并且流程返回到框1902以继续扫描用于任何接收设备 (PRx) 的ping和伴随的线圈组合,或者如果接收设备PRx随后移动,则扫描在PRx移动之后可能形成的多个

线圈组合。

[0129] 如果在框1904处确定有多个可用线圈组合,则流程前进到框1906,在框1906处针对在框1902中确定的各种线圈组合执行数字ping。在一个示例中,可以针对在框1902中识别的所有可能组合执行数字ping。根据另一示例,在框1906的处理中,只有有资格满足预定义阈值的那些线圈组合可以被数字ping。

[0130] 在框1906中对线圈组合进行数字ping之后,如框1908所示,选择具有最高或最强数字ping的线圈(在单个线圈的情况下,诸如在18021处可以看到)或线圈组合。在进行选择之后,方法1900可以在选择完成时结束,并且所选择的线圈组合然后被用于为PRx(例如,1806)提供充电能量,如框1910所示。所选择的线圈组合然后可以被用于向PRx设备提供充电能量。

[0131] 图20示出了线圈选择方法的另一示例2000,其中无线充电中的每个单独线圈一次一个地被激活,以便确定接收器(PRx)的位置。如所示,无线充电设备可以具有充电表面2002,充电表面2002具有接近其定位的接收设备(例如,PRx线圈)2004。为了确定PRx 2004的位置,每个单独线圈2006可以被激活以对PRx线圈2004进行ping,然后确定相对强度。例如,图20示出了大多数线圈2006将具有0%的相对ping强度,因为大多数线圈不被定位成足够非常接近PRx线圈2004以产生ping响应。在该示例中,四个线圈2006a、2006b、2006c和2006d足够接近,以在ping时接收来自PRx线圈2004的ping响应。如在该示例2000中进一步说明的,每个线圈具有相对强度值或百分比,相对强度值或百分比指示当线圈发送ping时来自PRx 2004的ping响应的强度。为了便于说明,仅作为示例性数字,线圈2006a具有40%的相对强度,线圈2006b具有20%的相对强度,线圈2006c具有40%的相对强度,以及线圈2006d具有5%的相对强度。在一个示例中,要注意的是,可以使用模拟/被动ping来执行每个线圈2006的初始ping确定,以便更快地实现该处理。此外,要注意的是,模拟ping处理也可以不必测量相对强度,而仅仅是为了识别无线充电表面2002的具有ping响应的那些线圈。

[0132] 一旦识别出具有ping响应(或在其它示例中为高于预定阈值的ping强度响应)的所有线圈2006,则可以一次一个地对这些识别出的线圈执行数字ping,但是不必限于此。在该示例中,数字ping可以仅限于被识别为具有来自充电表面2002中的所有线圈的模拟/被动ping扫描的ping响应的那些线圈。可以从数字ping中确定相对强度(或者可以细化先前从模拟扫描中确定的相对强度以提高精度)。

[0133] 基于所测量或确定的相对强度,可以通过使用几何或其它数学技术(例如,三角测量)的计算来确定PRx 2004的位置,以确定PRx 2004的位置。作为示例,图20示出了可以执行的三角测量的视觉示图2010。在该示图中,线圈2006a、2006b和2006c的相对强度和位置可以用于进行三角测量计算。此外,相对强度可以由用于线圈2006a、2006b和2006c的贡献的相对尺寸来解释,如2012a、2012b和2012c所示。基于该计算,无线充电设备可以选择最佳线圈或线圈组/组合。

[0134] 图21示出了说明上面结合图20中公开的示例讨论的用于无线改变的方法的流程2100。在框2102中,如上面结合图20所讨论的,单独地(即,一次一个)执行所有线圈的扫描ping。在某些方面,可以使用模拟或被动ping技术来执行框2102中的扫描。在其它示例中,框2102中的扫描可以包括测量或确定线圈的相对强度,所述线圈产生来自接近无线充

电设备的接收器设备 (PRx) 的 ping 响应。

[0135] 在框 2102 中执行扫描后, 流程前进到决策框 2104, 以基于框 2102 的扫描结果确定设备是否有多于一个线圈可用。如果不是, 则不存在对线圈选择的需要, 并且流程返回到框 2012。另一方面, 如果两个或更多个线圈被确定为产生对 ping 的响应, 则流程前进到框 2106。在该框中, 可以执行由在框 2102 识别的那些线圈进行的数字 ping。在一个方面中, 处理 2106 可以再次一次一个线圈地执行。此外, 框 2106 可以包括确定相对强度, 诸如利用如图 20 所示的值或百分比。然后, 框 2106 的结果将基于数字 ping 产生所识别线圈的两个或更多个相对强度。根据该信息, 可以计算 PRx 设备的位置 (例如, 2004), 如框 2108 中所示。特别地, 计算可以使用根据三角法的三角测量计算作为一个示例, 并且进一步地, 可以在计算中诸如通过相对强度的加权来解释相对强度。方法 2100 然后可以包括选择一个或更多个线圈 (例如, 线圈组合), 用于向 PRx 设备提供充电能量, 如框 2110 所示。

[0136] 处理电路的示例

[0137] 图 22 例示了装置 2200 的硬件实现的示例, 该装置 2200 可以被结合到充电设备或接收设备中, 该充电设备或接收设备使得电池能够被无线充电。在一些示例中, 装置 2200 可以执行本文公开的一个或更多个功能。根据本公开的各个方面, 可以使用处理电路 2202 来实现如本文所公开的要素或要素的任何部分、或要素的任何组合。处理电路 2202 可以包括由硬件和软件模块的某种组合控制的一个或更多个处理器 2204。处理器 2204 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)、可编程逻辑器件 (PLD)、状态机、定序器、门控逻辑、分立硬件电路和被配置为执行贯穿本公开描述的各种功能的其它合适的硬件。一个或更多个处理器 2204 可以包括执行特定功能并且可以由软件模块 2216 中的一个软件模块配置、增强或控制的专用处理器。一个或更多个处理器 2204 可以通过在初始化期间加载的软件模块 2216 的组合来配置, 并且还可以通过在操作期间加载或卸载一个或更多个软件模块 2216 来配置。

[0138] 在所示的示例中, 处理电路 2202 可以用总线架构 (通常由总线 2210 表示) 来实现。取决于处理电路 2202 的具体应用和总体设计约束, 总线 2210 可以包括任何数量的互连总线和桥。总线 2210 将包括一个或更多个处理器 2204 和存储装置 2206 的各种电路链接在一起。存储装置 2206 可以包括存储器设备和大容量存储设备, 并且在本文中可以被称作计算机可读介质和/或处理器可读介质。存储装置 2206 可以包括暂时性存储介质和/或非暂时性存储介质。

[0139] 总线 2210 还可以链接各种其它电路, 诸如定时源、定时器、外围设备、电压调节器和电力管理电路。总线接口 2208 可以提供总线 2210 与一个或更多个收发器 2212 之间的接口。在一个示例中, 可以提供收发器 2212 以使装置 2200 能够根据标准限定的协议与充电设备或接收设备通信。取决于装置 2200 的性质, 还可以提供用户接口 2218 (例如, 小键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆), 并且该用户接口 2218 可以直接或通过总线接口 2208 通信地联接到总线 2210。

[0140] 处理器 2204 可以负责管理总线 2210 和一般处理, 其可以包括执行存储在可以包括存储装置 2206 的计算机可读介质中的软件。在这方面, 包括处理器 2204 的处理电路 2202 可以用于实现本文公开的任何方法、功能和技术。存储装置 2206 可以用于存储由处理器 2204 在执行软件时操纵的数据, 并且软件可以被配置为实现本文公开的方法中的任何一种。

[0141] 处理电路2202中的一个或多个处理器2204可以执行软件。软件应被广义地解释为意指指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、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(无论是被称为软件、固件、中间件、微码、硬件描述语言还是其它)。软件可以驻留在存储装置2206中或外部计算机可读介质中的计算机可读形式中。外部计算机可读介质和/或存储装置2206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设备(例如,硬盘、软盘、磁条)、光盘(例如,紧凑盘(CD)或数字通用盘(DVD))、智能卡、闪存设备(例如,“闪存驱动器”、卡、棒或键驱动器)、RAM、ROM、可编程只读存储器(PROM)、包括EEPROM的可擦除PROM(EPROM)、寄存器、可移动盘、以及用于存储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。举例来说,计算机可读介质和/或存储装置2206还可以包括载波、传输线和用于发送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2206可以驻留在处理电路2202中、处理器2204中、处理电路2202外部、或者分布在包括处理电路2202的多个实体上。计算机可读介质和/或存储装置2206可以被实施在计算机程序产品中。举例来说,计算机程序产品可以包括封装材料中的计算机可读介质。本领域技术人员将认识到如何最好地实现在整个本公开中呈现的所描述的功能,这取决于具体应用和施加在整个系统上的总体设计约束。

[0142] 存储装置2206可以维护和/或组织可加载代码段、模块、应用、程序等中的软件,其在本文中可以被称为软件模块2216。软件模块2216中的每一者可以包括指令及数据,所述指令及数据在安装或加载于处理电路2202上且由一个或多个处理器2204执行时有助于控制一个或多个处理器2204的操作的运行时间图像2214。某些指令当被执行时可以使处理电路2202根据本文描述的某些方法、算法和处理来执行功能。

[0143] 软件模块2216中的一些软件模块可以在处理电路2202的初始化期间被加载,并且这些软件模块2216可以配置处理电路2202以使得能够执行本文公开的各种功能。例如,一些软件模块2216可以配置处理器2204的内部器件和/或逻辑电路2222,并且可以管理对外部设备(诸如收发器2212、总线接口2208、用户接口2218、定时器、数学协处理器等)的访问。软件模块2216可以包括控制程序和/或操作系统,其与中断处理程序和设备驱动程序交互,并且控制对由处理电路2202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2212的访问、用户接口2218等。

[0144] 处理电路2202的一个或多个处理器2204可以是多功能的,由此软件模块2216中的一些软件模块被加载并且被配置为执行相同功能的不同功能或不同实例。例如,一个或多个处理器2204可以另外被调整为管理响应于来自用户接口2218、收发器2212和设备驱动器的输入而发起的后台任务。为了支持多个功能的执行,一个或多个处理器2204可以被配置为提供多任务环境,由此多个功能中的每一者被实现为根据需要或期望由一个或多个处理器2204服务的一组任务。在一个示例中,多任务环境可以使用时间共享程序2220来实现,该时间共享程序2220在不同任务之间传递对处理器2204的控制,由此每个任务在完成任何未完成的操作和/或响应于诸如中断的输入而将对一个或多个处理器2204的控制返回给时间共享程序2220。当任务具有对一个或多个处理器2204的控制时,处理电路被有效地专用于由与控制任务相关联的功能所解决的目的。时间共享程序2220可以包括操作系统、在轮循基础上传输控制的主环路、根据功能的优先级来分配对一个或多个处理

器2204的控制的功能、和/或通过向处理功能提供对一个或多个处理器2204的控制来响应外部事件的中断驱动主轮循。

[0145] 在一种实现中,装置2200包括或操作为无线充电设备,该无线充电设备具有联接到充电电路的电池充电电源、多个充电单元和控制器,该控制器可以包括在一个或多个处理器2204中或与一个或多个处理器2202一起实现。所述多个充电单元可以被配置为提供充电表面。至少一个线圈可以被配置为引导电磁场通过每个充电单元的电荷转移区域。控制器可以被配置为当接收设备被放置在充电表面上时使充电电路向谐振电路提供充电电流,检测与谐振电路相关联的电压或电流电平的变化或变化率、或者传送到接收设备的电力的变化或变化率,以及当传送到接收设备的电压或电流电平的变化或变化率或电力的变化或改变率超过阈值时,确定接收设备已经从充电表面移除。

[0146] 在一些实现中,谐振电路包括发送线圈。控制器可以进一步被配置为当在发送线圈的端子处测量的电压超过阈值电压电平时,确定接收设备已经从充电表面移除。在一个示例中,阈值电压电平由查找表保持,并且在发送线圈被电磁去耦时确定。在另一示例中,当接收设备第一次被放置在充电表面上时,确定阈值电压电平。

[0147] 在某些实现中,控制器还被配置为使发送线圈发出ping,该ping可以由接近无线充电设备(例如,设置在无线充电表面上)的电力接收设备(例如PRx)接收。此外,发送线圈可以被配置为从电力接收设备(PRx)接收ping应答,诸如ASK调制的应答。此外,在谐振电路中测量的具有小于阈值电流电平的幅值。在一个示例中,阈值电流电平由查找表保持,并且当没有对象与谐振电路中的线圈电磁联接时被确定。在另一示例中,当接收设备第一次被放置在充电表面上时,确定阈值电流电平。

[0148] 在一些实现中,设备2200具有一个或多个传感器,该一个或多个传感器接近充电设备的外表面定位。控制器可以进一步被配置为从一个或多个传感器接收测量结果,并且当测量结果中的一个测量结果指示接收设备的物理移除时,测量与谐振电路相关联的电压或电流电平。传感器可以包括应变测量传感器、加速度计、红外或超声波感测元件和/或霍尔效应设备。

[0149] 在一些实现中,存储装置2206保持指令和信息,其中指令被配置为使一个或多个处理器2204使用模拟ping处理从无线充电设备中的多个充电线圈(或具有至少一个充电线圈的充电单元)发送一个或多个ping,以从接近无线充电设备的接收设备扫描一个或多个ping响应。特别地,发送ping的这种功能可以包括图19和图21中的框1902或2102中的处理,用于使用单独线圈或线圈组/组合进行扫描。

[0150] 此外,存储装置2206保持指令和信息,其中所述指令被配置为使一个或多个处理器2204确定无线设备中的多个充电线圈中的响应于通过模拟处理发送ping而从接收设备接收ping响应的充电线圈子集。例如,该功能可以包括框1904或2104中的处理,其中来自模拟或被动ping的ping响应由处理器2204使用,以确定随后用于对所识别的潜在线圈(即,充电线圈子集)进行数字ping的潜在线圈。

[0151] 在进一步实现中,存储装置2206保持指令和信息,其中指令被配置为使一个或多个处理器2204使用数字ping处理从所识别的充电线圈子集(即,从接收设备接收ping响应的线圈或线圈组合)发送一个或多个ping。作为一个示例,该功能可以包括框1906或2106中的处理,其中使用数字或主动ping处理来ping有资格的线圈组/组合或单独线圈,如

结合图18至图21所讨论的。此外,存储装置2206保持指令和信息,其中指令被配置为使一个或更多个处理器2204基于来自接收设备的响应于数字ping处理的ping响应来选择充电线圈子集的一个或更多个充电线圈的组合。该功能的示例可以包括框1908或2108的处理。

[0152] 图23是示出根据本公开的某些方面的用于操作充电设备的方法2300的流程图。方法2300可以由充电设备中的控制器来执行。在框2302处,控制器可以使用模拟ping处理从无线充电设备中的多个充电线圈发送一个或更多个ping,以扫描来自接近无线充电设备的接收设备的一个或更多个ping响应。

[0153] 此外,方法2300包括确定无线设备中的多个充电线圈中的充电线圈子集,该充电线圈子集响应于用模拟处理发送ping而接收来自接收设备的ping响应,如框2304所示。框2304的处理可以包括根据如在图18和图19的示例中所讨论的扫描线圈组合或如在图20和图21的示例中讨论的单独线圈来确定子集。

[0154] 此外,方法2300可以包括使用数字ping处理从充电线圈子集发送ping,如框2306所示。框2306中的该处理可以包括使用如图18和图19的示例中的组合或使用如图20和图21的示例中所讨论的单独线圈来发送数字或主动ping。

[0155] 此外,方法2300包括基于响应于数字ping处理来自接收设备的ping响应,选择充电线圈子集中的一个或更多个充电线圈的组合,如框2308所示。这里要注意的是,一个或更多个线圈的选择可以通过如图18和图19的示例中的组合的扫描或者使用来自各个线圈的数字ping来实现,然后在数学上计算哪些线圈可以被组合,如图20和图21的示例中所讨论的。因此,在一个示例中,方法2300通过以下步骤来提供对线圈的优化组合的选择,以为接收设备提供充电:根据所选择的线圈组合的变化进行ping并且根据所观察到的ping响应决定哪一个是最优的;或者,根据各个线圈的ping强度,然后根据各个ping强度在数学上确定最佳线圈组合。

[0156] 在以下编号条款中描述了一些实现示例:

[0157] 1.一种用于操作无线充电设备的方法,所述方法包括:使用模拟ping处理从无线充电设备中的多个充电线圈发送一个或更多个ping,以扫描来自接近无线充电设备的接收设备的一个或更多ping响应;确定所述无线充电设备中的所述多个充电线圈中的响应于利用所述模拟ping处理发送所述一个或更多个ping而从所述接收设备接收ping响应的充电线圈子集;使用数字ping处理从所述充电线圈子集发送一个或更多个ping;以及基于响应于数字ping处理来自接收设备的ping响应来选择充电线圈子集中的一个或更多个充电线圈的组合。

[0158] 2.根据条款1所述的方法,其中,使用所述数字ping处理从所述充电线圈子集发送ping还包括:从所述充电线圈子集内的充电线圈组的多个不同线圈组合向所述接收设备发送一个或更多个ping。

[0159] 3.根据条款2所述的方法,所述方法还包括:确定针对所述充电线圈子集内的充电线圈组的所述多个不同充电线圈组合中的每个组合的ping响应的强度值;以及选择所述多个不同充电线圈组合中具有最高强度值的线圈组合以用于向所述接收设备供应充电能量。

[0160] 4.根据条款1至3中任一项所述的方法,其中,使用所述数字ping处理从充电线圈子集发送ping还包括:从所述充电线圈子集中的每个充电线圈向所述接收设备发送一个或更多个ping。

[0161] 5. 根据条款4所述的方法,所述方法还包括:确定针对所述充电线圈子集中的每个线圈的ping响应的相对强度值;基于所确定的每个所述ping响应的相对强度值来计算最强ping的位置;以及基于所计算的位置来选择所述充电线圈子集中的一个或更多个充电线圈的组合,以用于向所述接收设备供应充电能量。

[0162] 6. 根据条款5所述的方法,其中,计算所述最强ping的位置包括基于所述充电线圈子集中的两个或更多个充电线圈的已知位置的三角测量计算。

[0163] 7. 一种无线充电设备,所述无线充电设备包括:联接到充电电路的电池充电电源;多个充电单元,所述多个充电单元被配置为提供充电表面,其中,至少一个线圈被配置为引导电磁场通过每个充电单元的电荷转移区域;以及控制器,所述控制器被配置为:使用模拟ping处理从所述多个充电单元发送一个或更多个ping,以扫描来自所述无线充电设备附近的接收设备的一个或更多个ping响应;确定所述无线充电设备中的所述多个充电单元中的响应于利用所述模拟ping处理发送所述一个或更多个ping而从所述接收设备接收ping响应的充电单元子集;使用数字ping处理从所述充电单元的子集发送ping;以及基于响应于所述数字ping处理来自所述接收设备的ping响应来选择充电单元子集中的一个或更多个充电单元的组合。

[0164] 8. 根据条款7所述的无线充电设备,其中,所述控制器被配置为:从所述充电单元子集内的充电单元组的多个不同充电单元组合向所述接收设备发送一个或更多个ping。

[0165] 9. 根据条款8所述的无线充电设备,其中,所述控制器被配置为:确定针对所述多个不同充电单元组合中的每一个的ping响应的强度值;以及选择多个不同充电单元组合中具有最高强度值的充电单元组合,以用于向接收设备供应充电能量。

[0166] 10. 根据条款9所述的无线充电设备,其中,所述控制器被配置为:从所述充电单元子集中的每个充电单元向所述接收设备发送一个或更多个ping。

[0167] 11. 根据条款7至10中任一项所述的无线充电设备,其中,所述控制器被配置为:确定针对所述充电单元子集中的每个充电单元的ping响应的相对强度值;基于所确定的每个ping响应的相对强度值来计算最强ping的位置;以及基于所计算的位置来选择所述充电单元子集的一个或更多个充电单元的组合,以用于向所述接收设备供应充电能量。

[0168] 12. 根据条款11所述的无线充电设备,其中,计算所述最强ping的位置包括基于所述充电单元子集中的两个或更多个所述充电单元的已知位置的三角测量计算。

[0169] 提供前面的描述以使本领域技术人员能够实践本文描述的各个方面。对这些方面的各种修改对于本领域技术人员而言将是显而易见的,并且本文限定的一般原理可以应用于其它方面。因此,权利要求不旨在限于本文所示的方面,而是要被赋予与措辞权利要求一致的全部范围,其中除非特别声明,否则对单数形式的要素的引用不旨在表示“一个和仅一个”,而是“一个或更多个”。除非另有特别说明,否则术语“一些”指的是一个或更多个。本领域普通技术人员已知或以后将已知的贯穿本公开描述的各个方面的要素的所有结构和功能等同物通过引用明确地并入本文并且旨在由权利要求涵盖。此外,本文所公开的任何内容都不旨在专用于公众,而不管是否在权利要求中明确地叙述了这样的公开内容。不应根据35U.S.C. §112第六段的规定来解释权利要求要素,除非使用短语“用于……的装置”来明确地叙述要素,或者在方法权利要求的情况下,使用短语“用于……的步骤”来叙述要素。

100

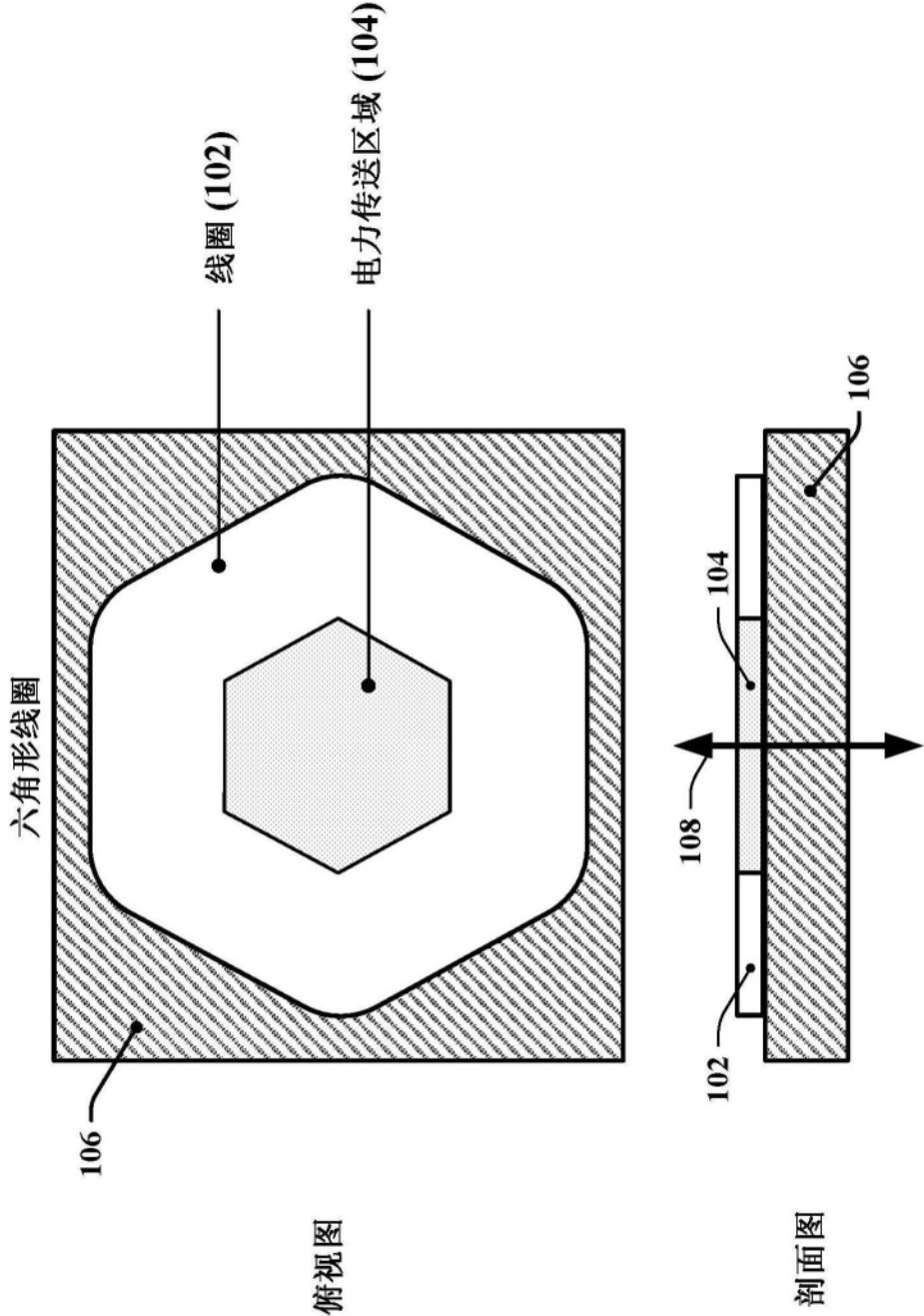


图1

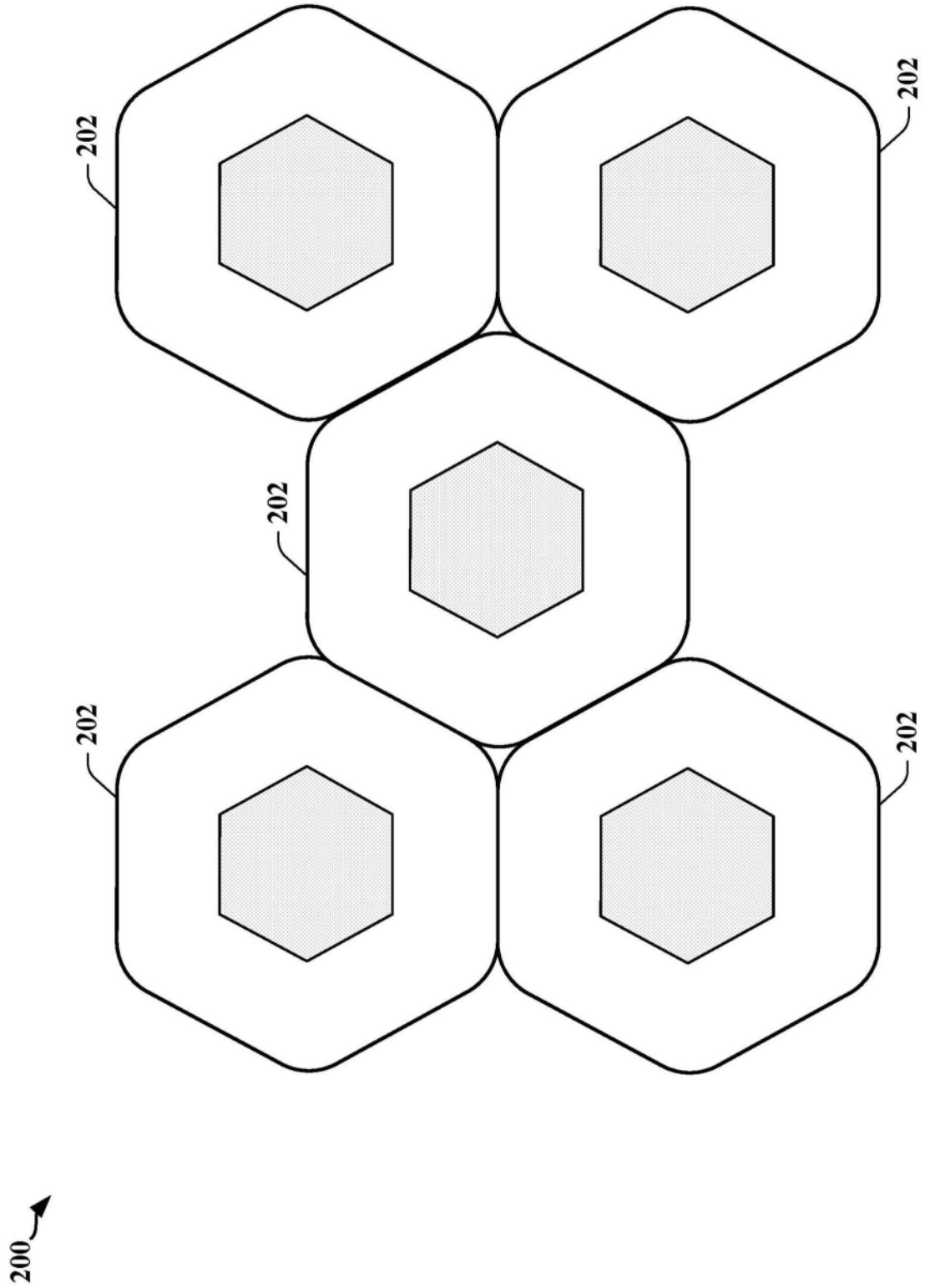


图2

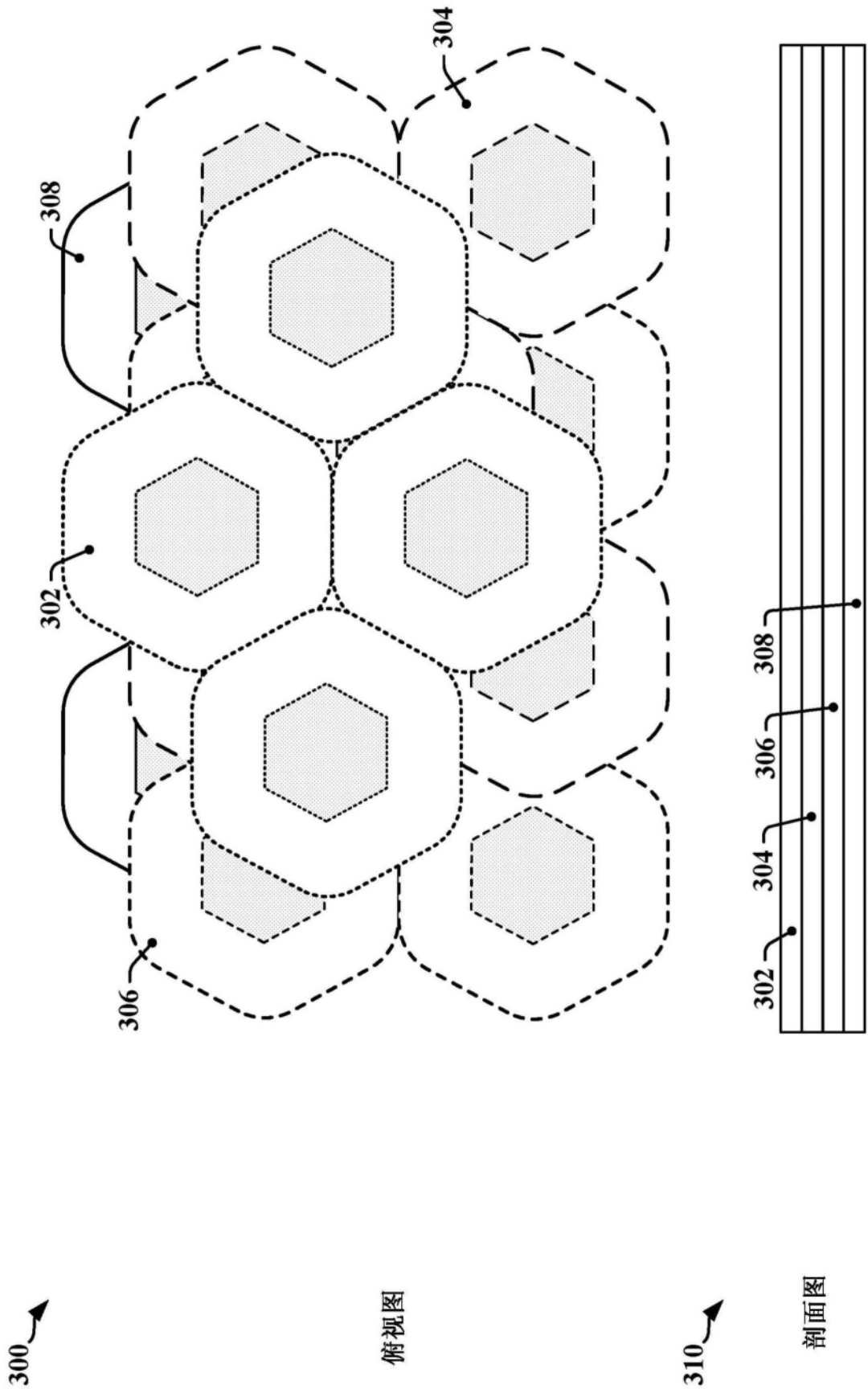


图3

400 ↗

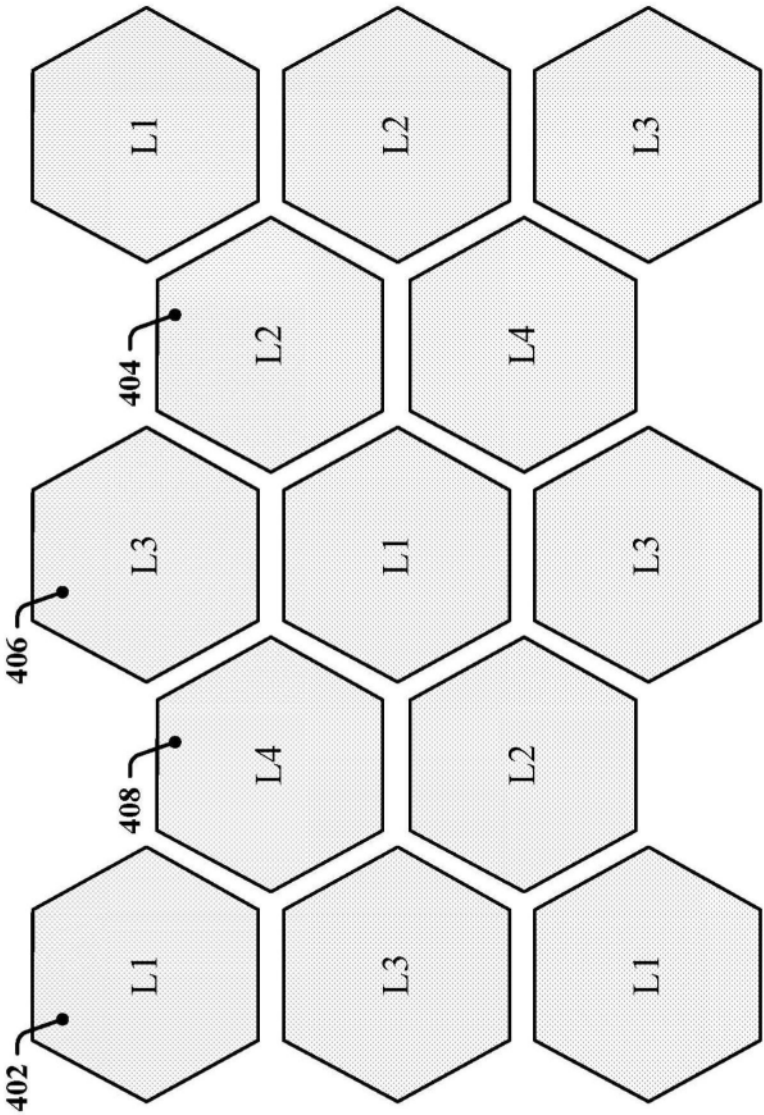


图4

500

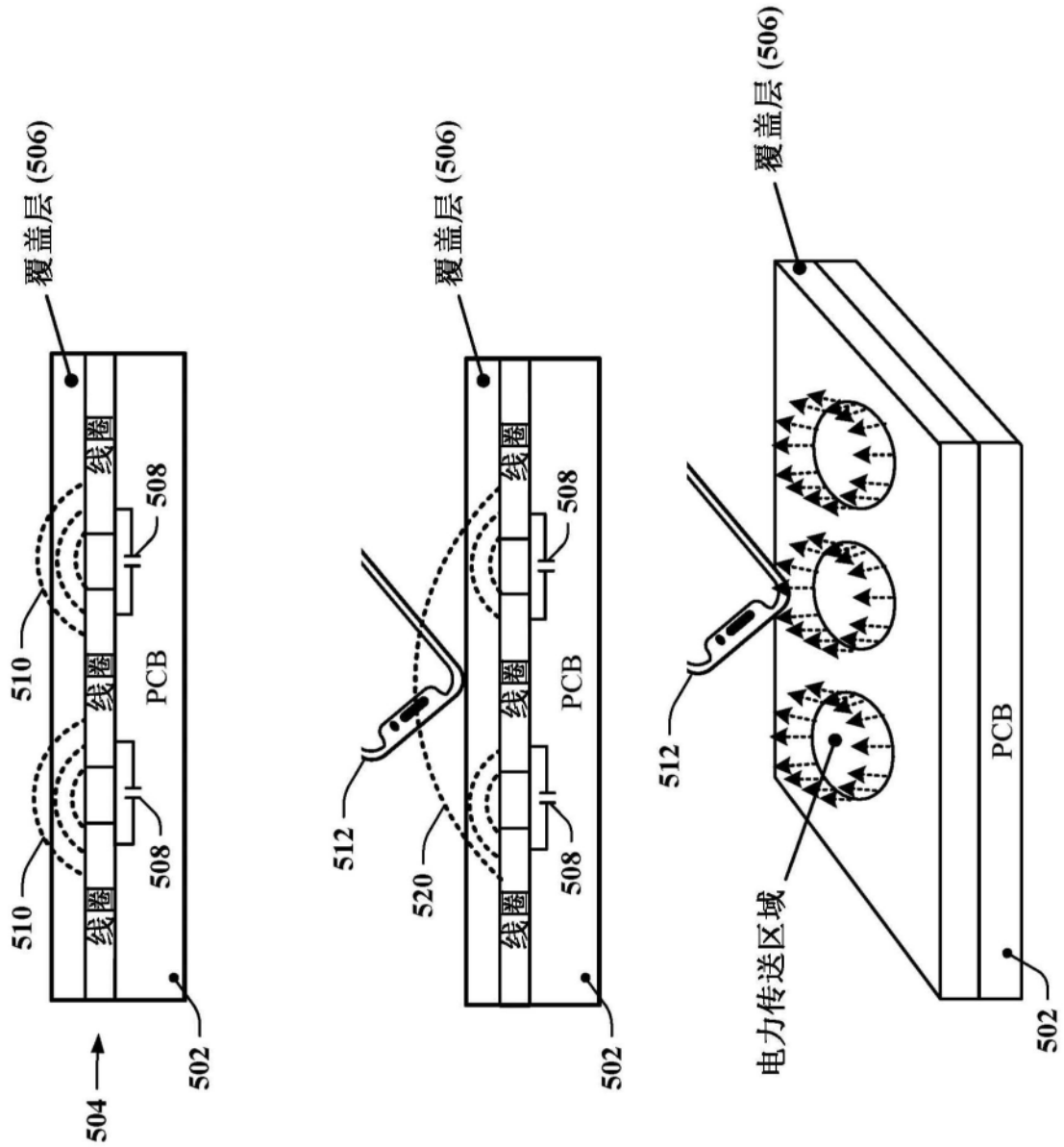


图5

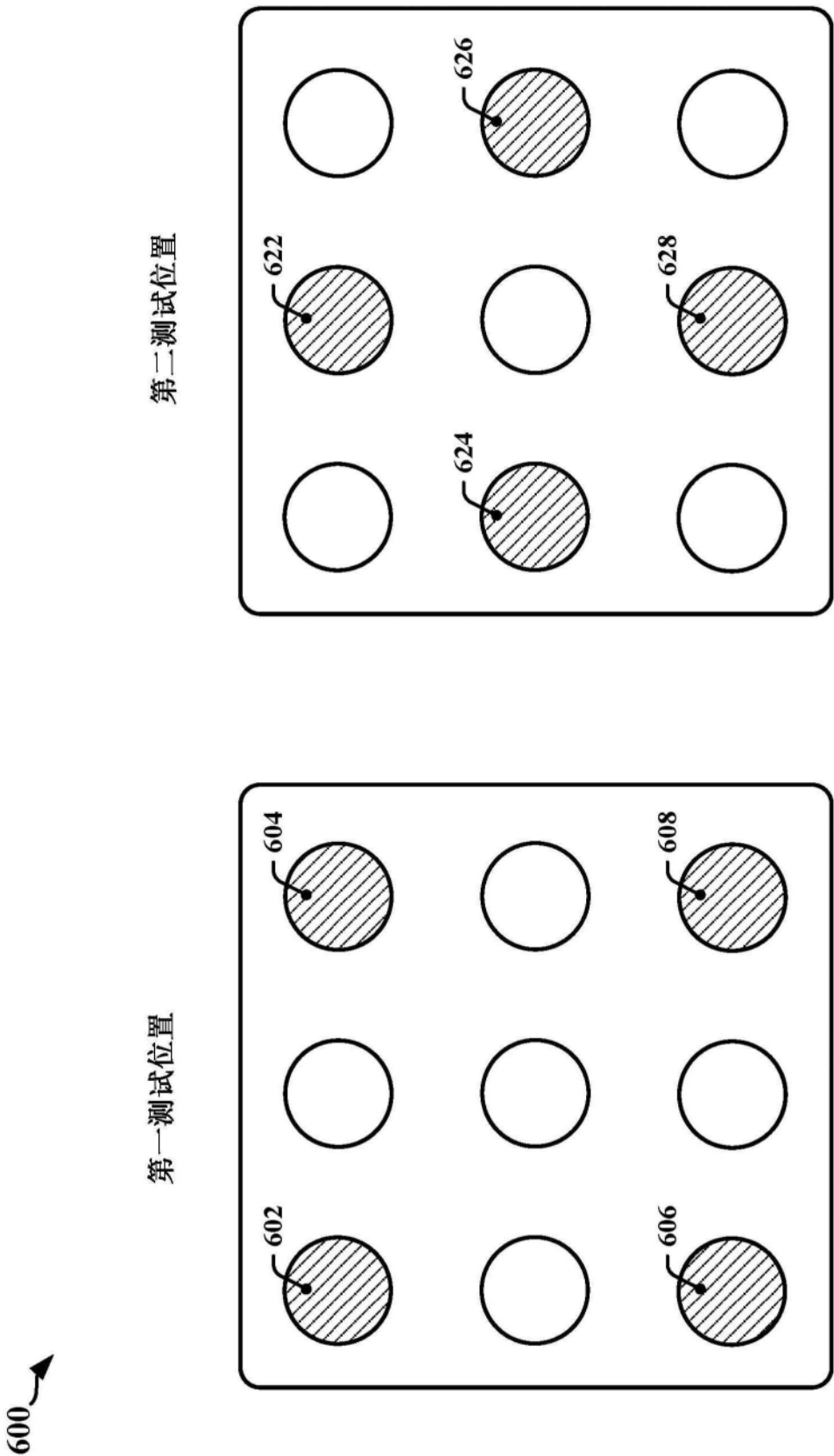


图6

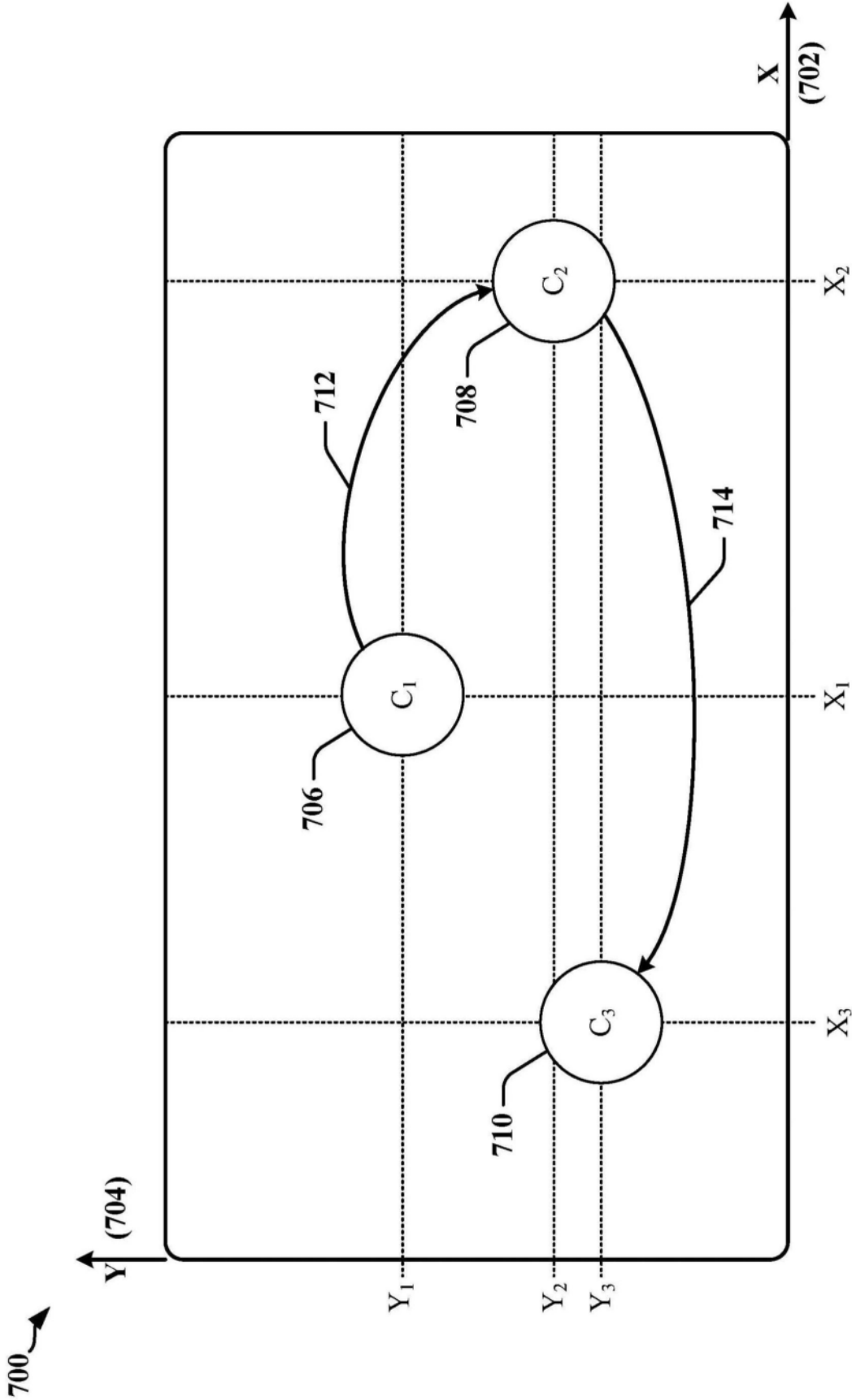


图7

800

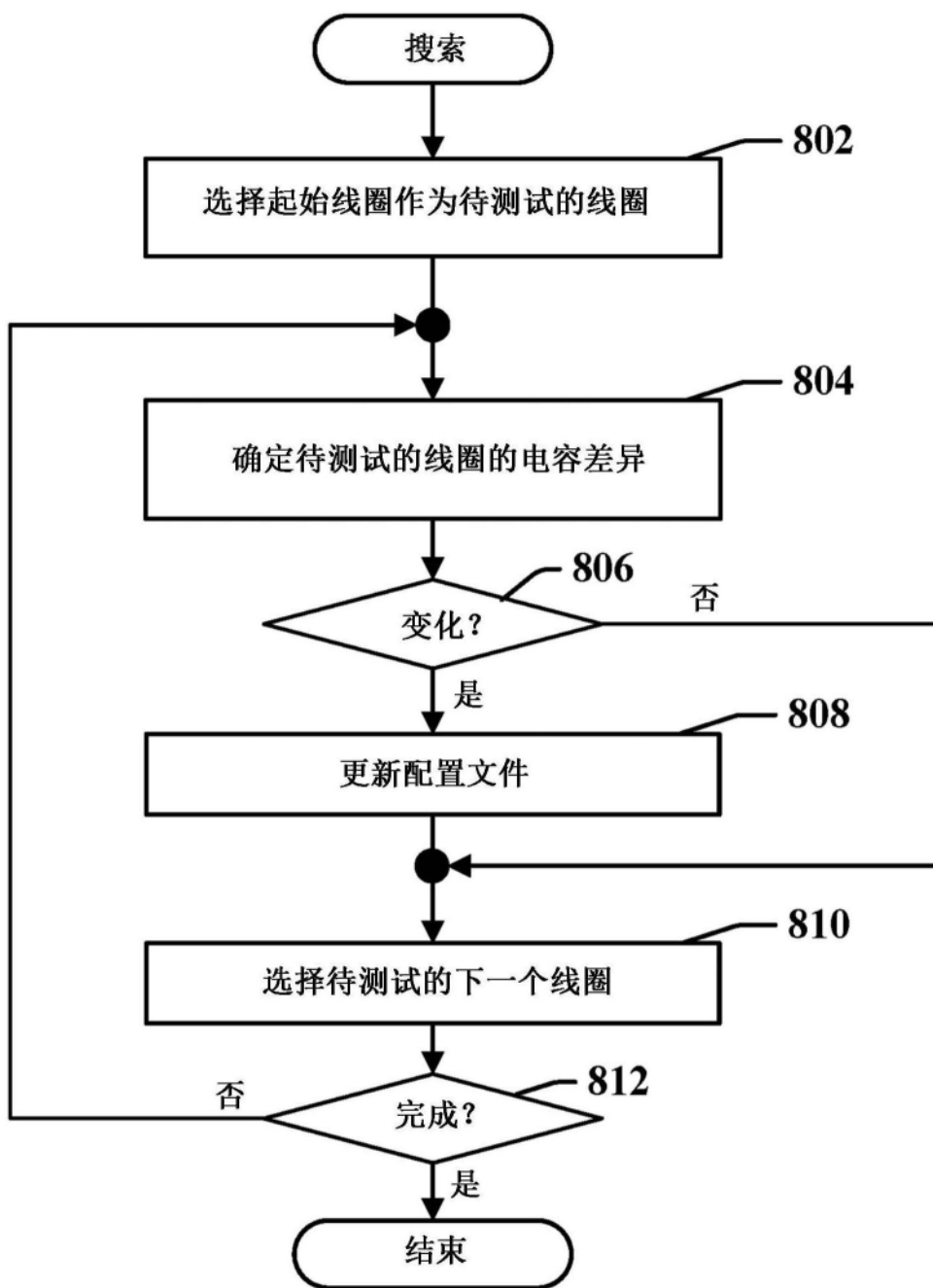


图8

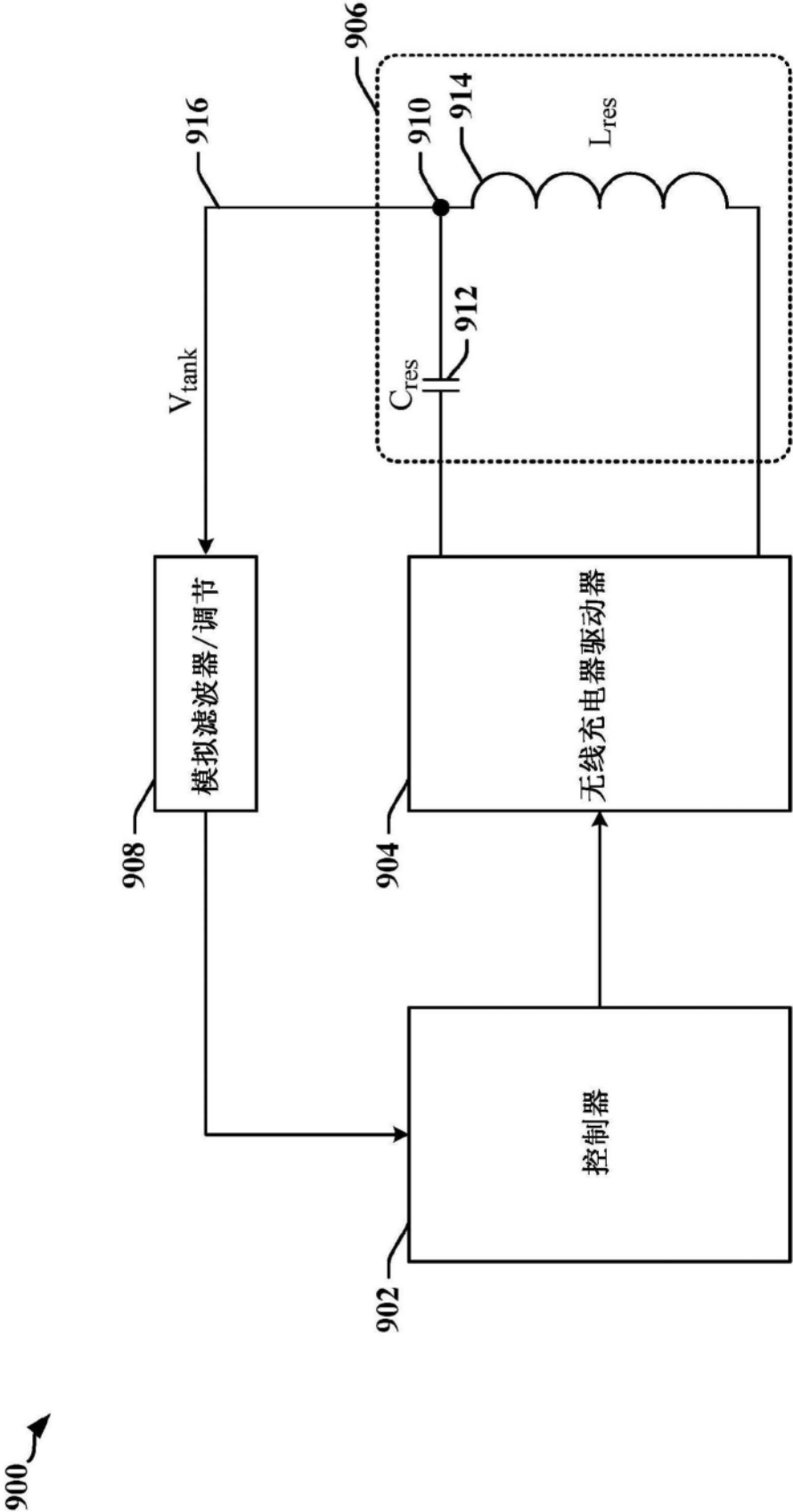


图9

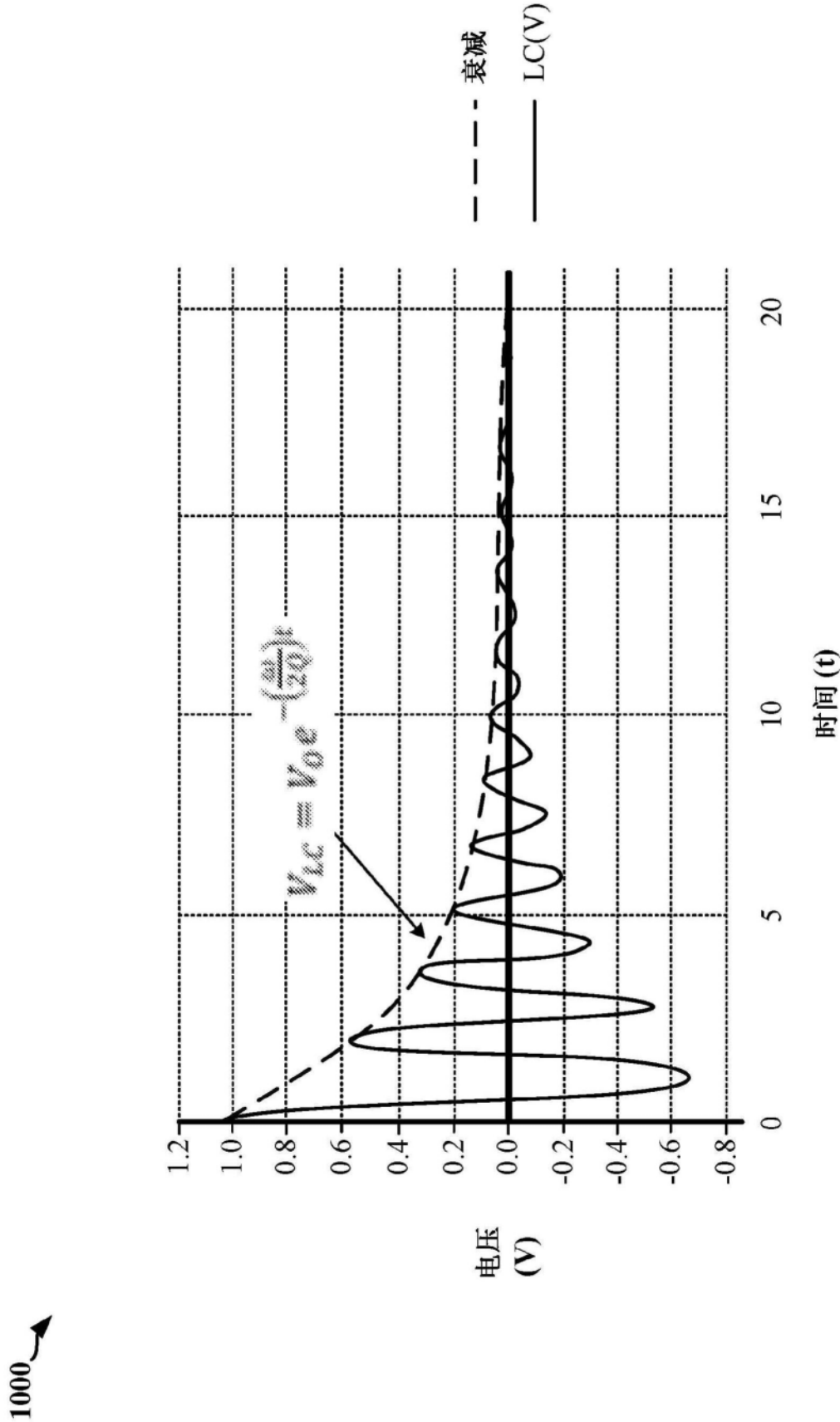


图10

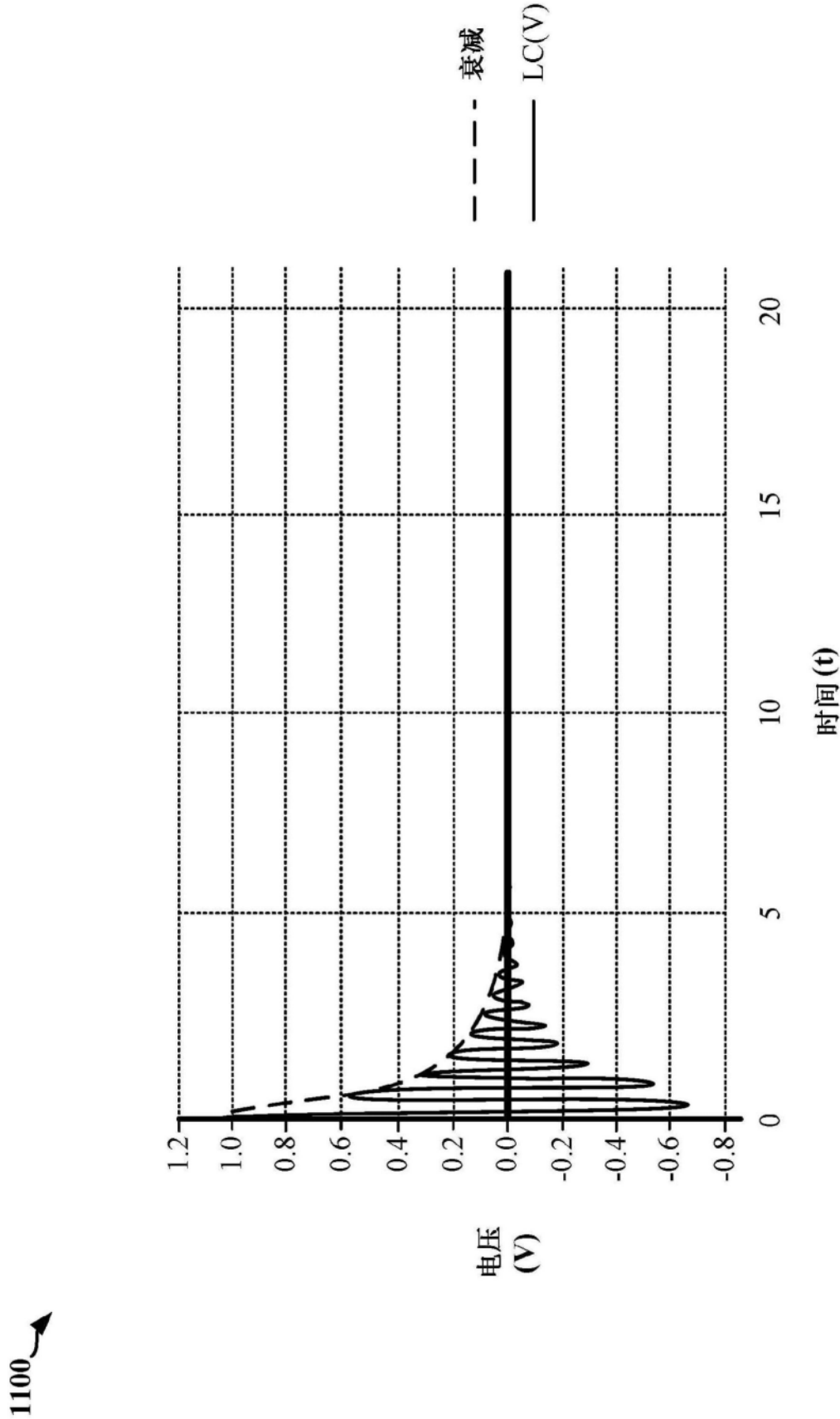


图11

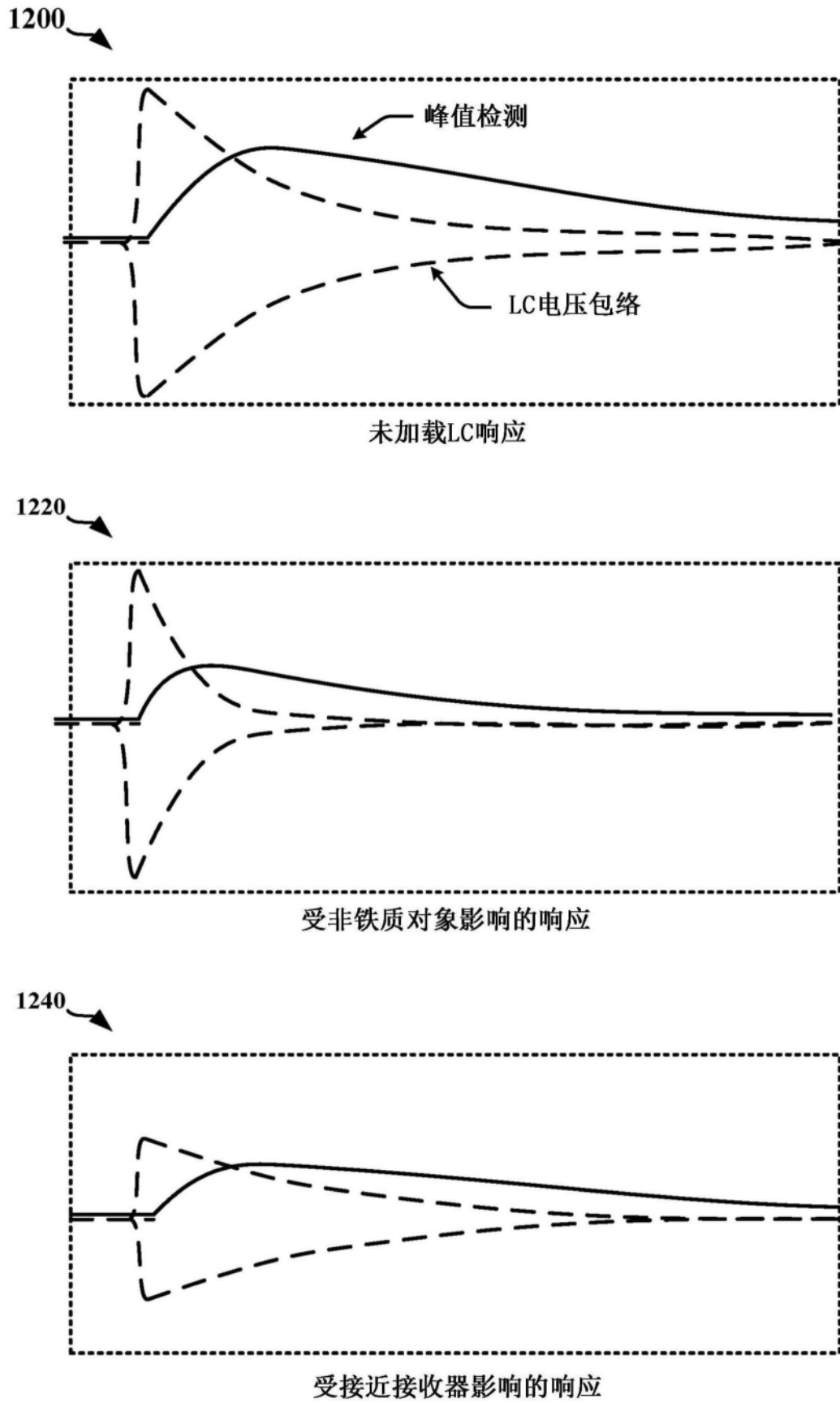


图12

1300

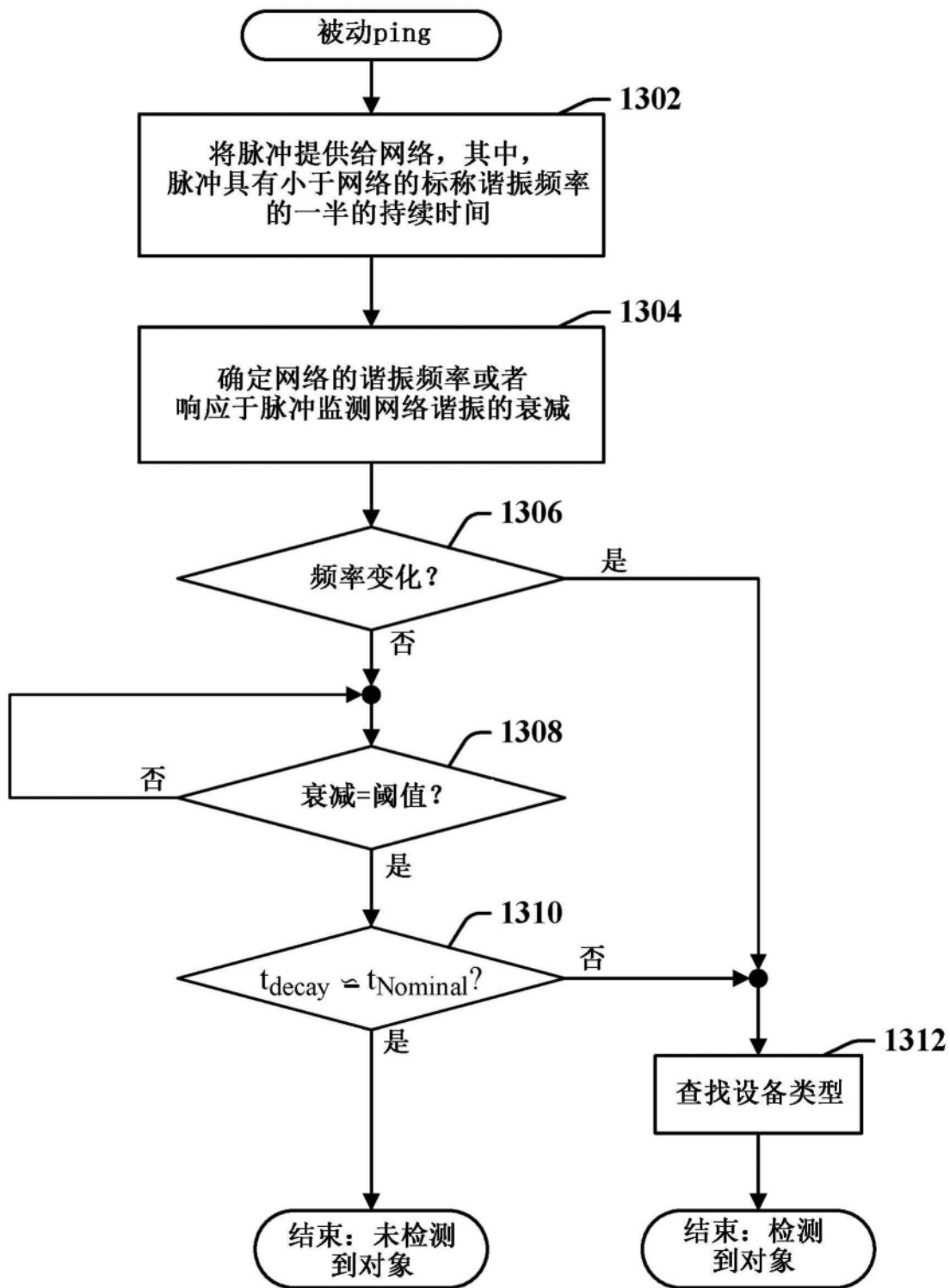


图13

1400

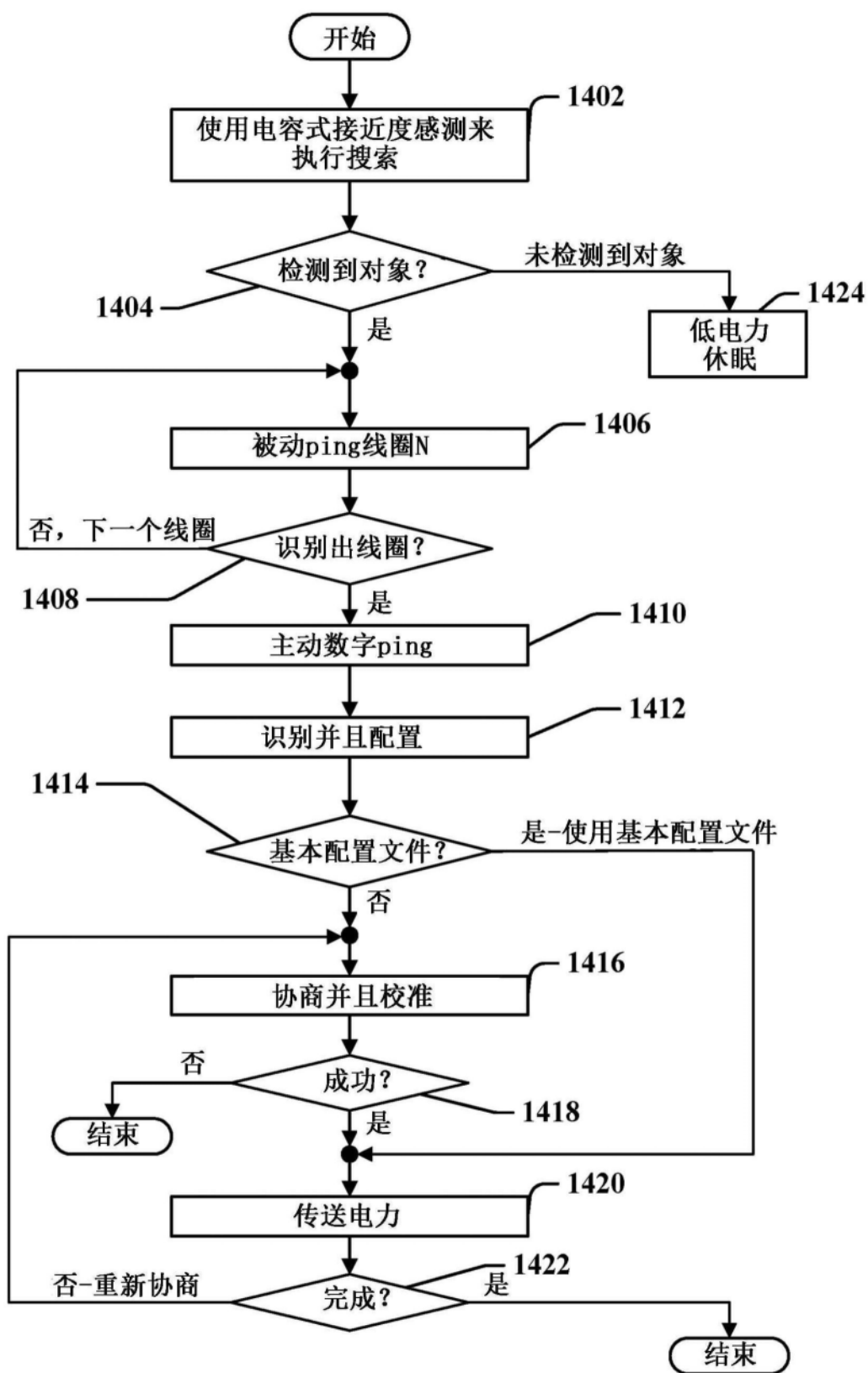


图14

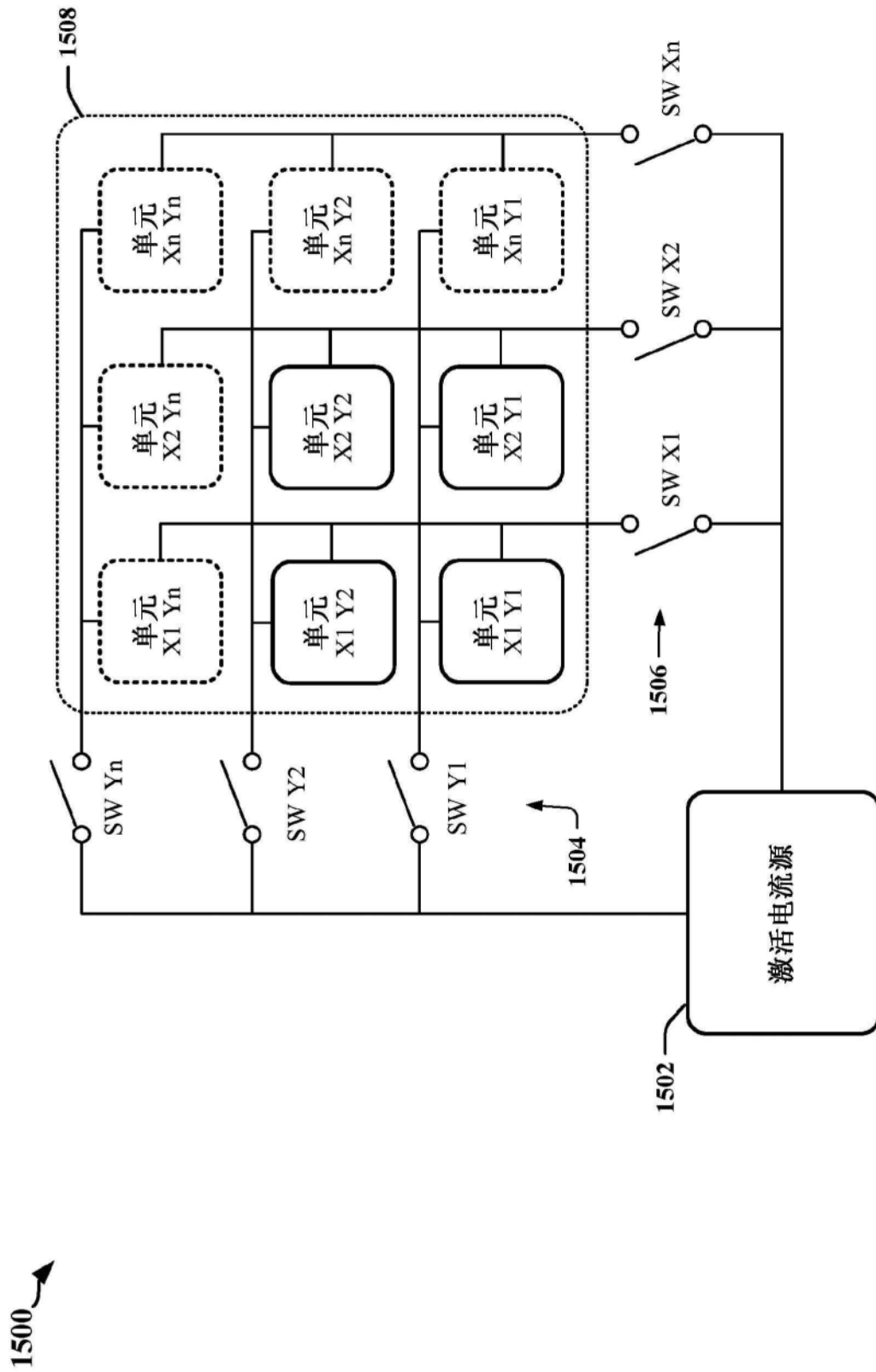


图15

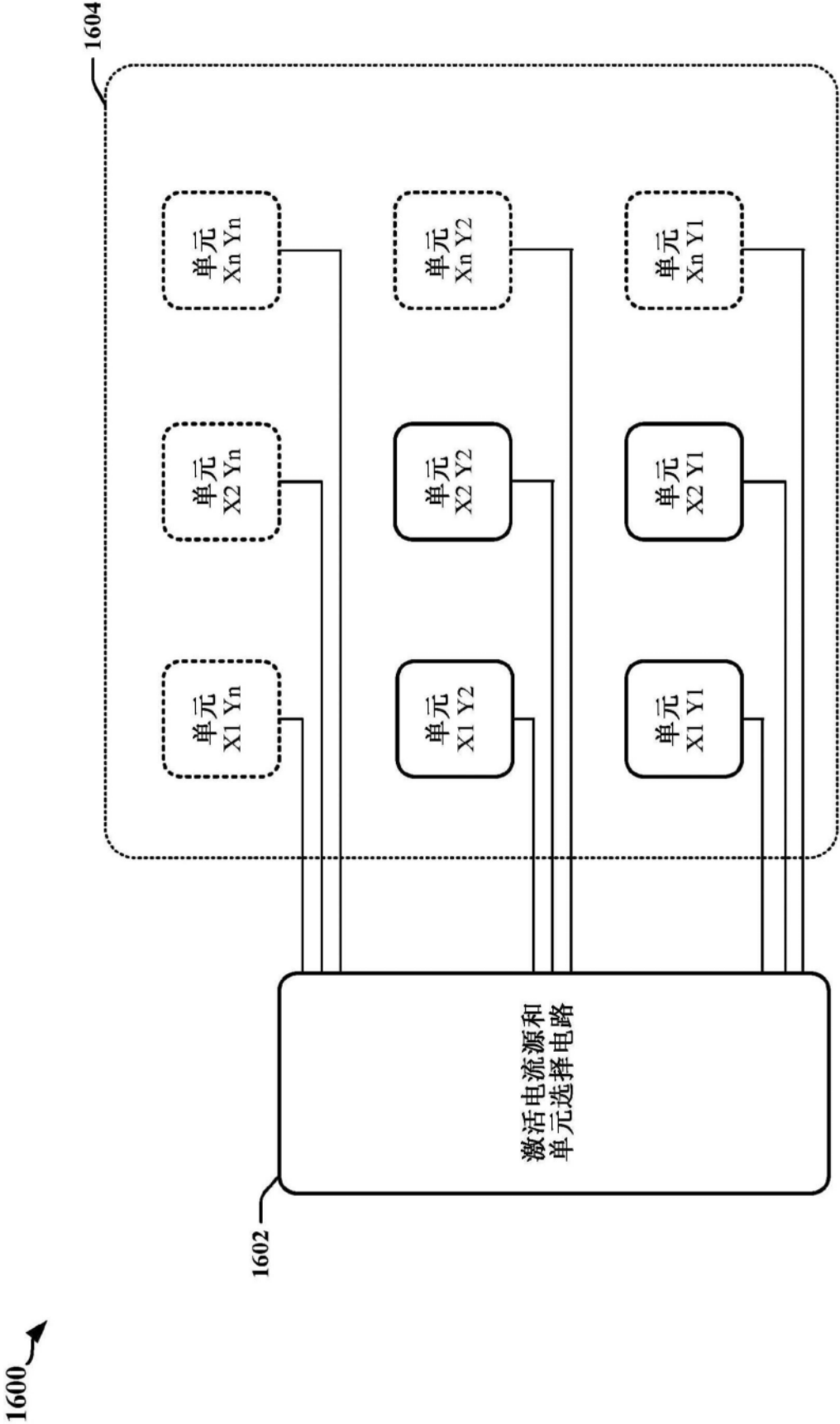


图16

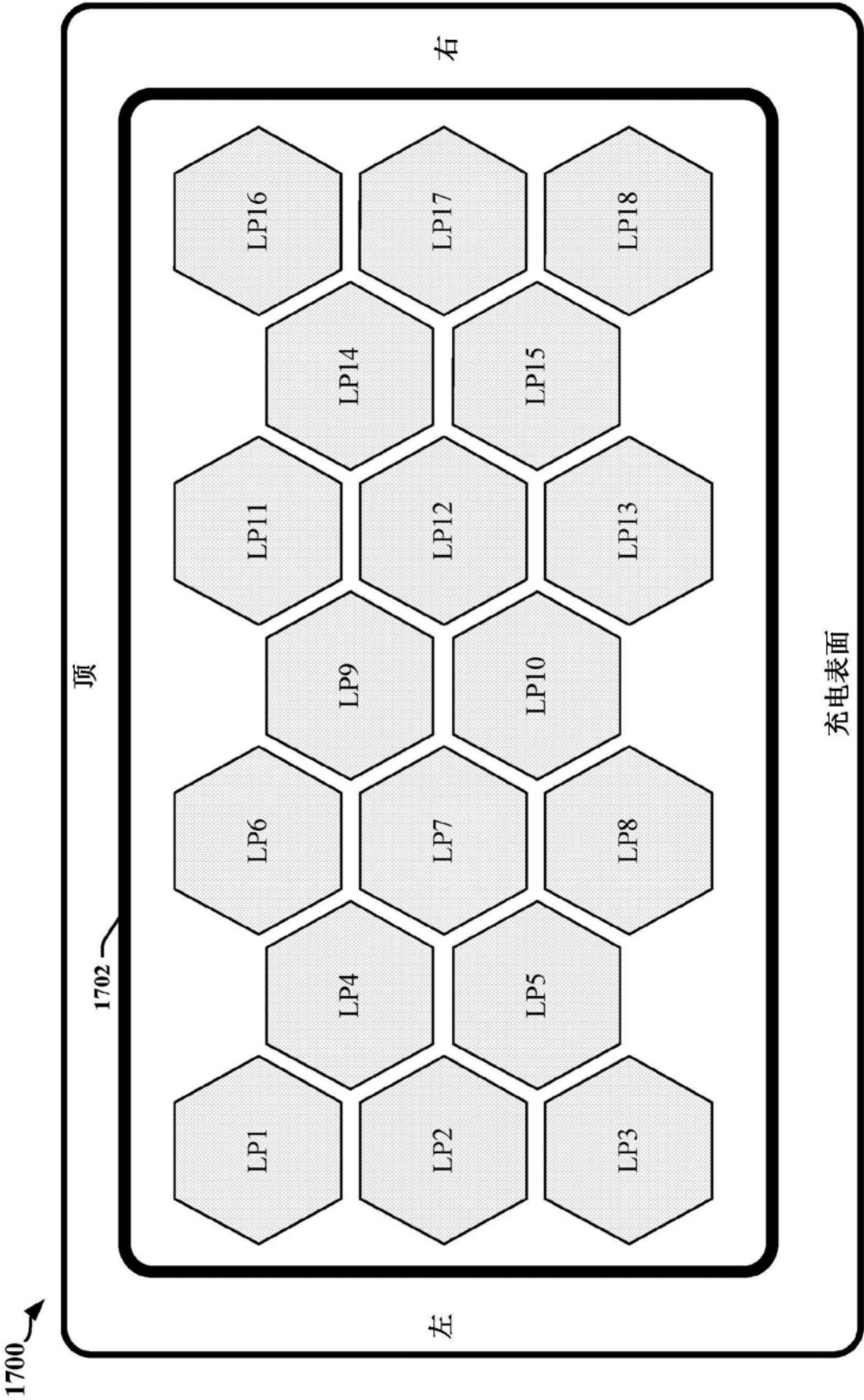


图17

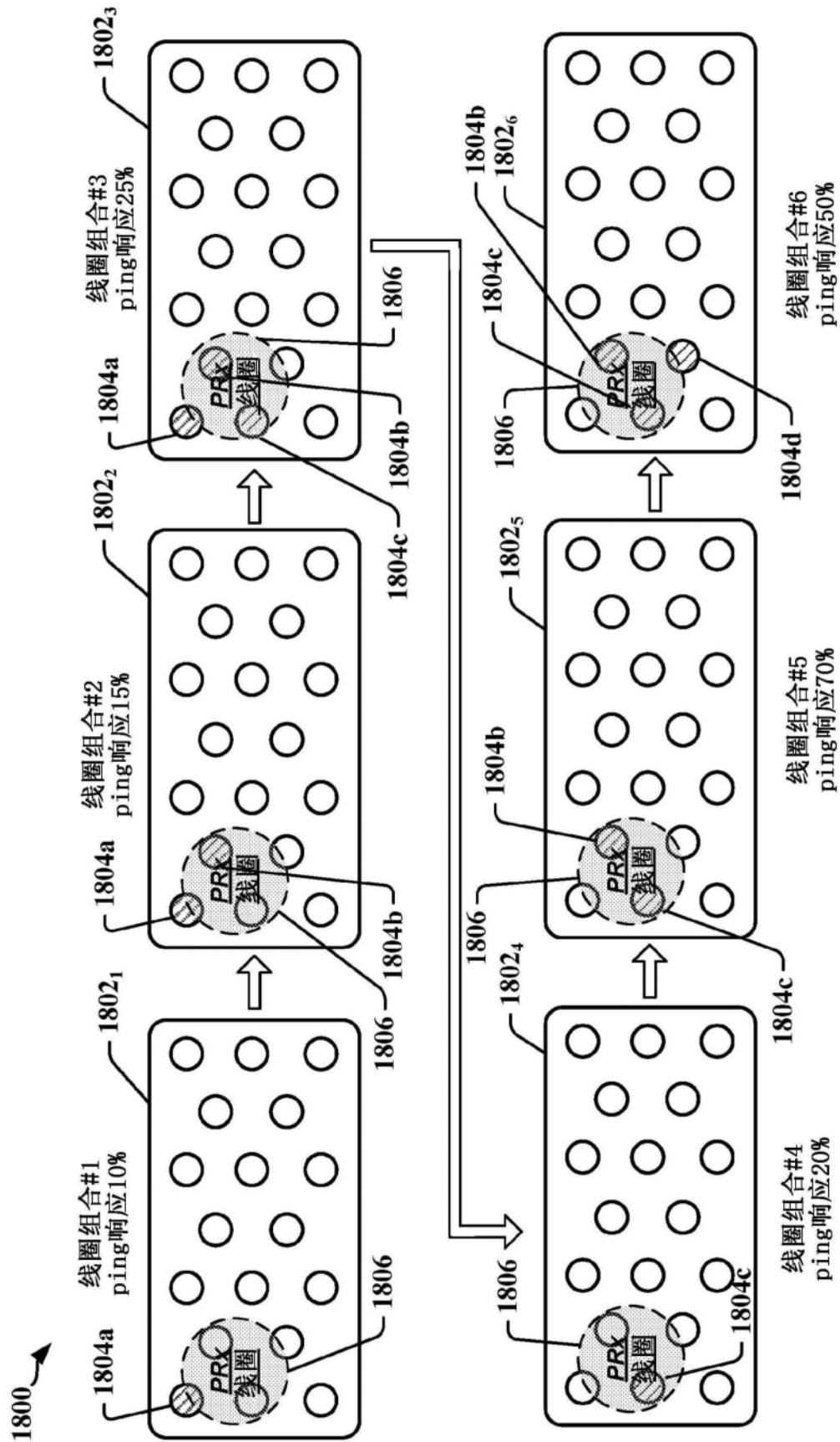


图18

1900

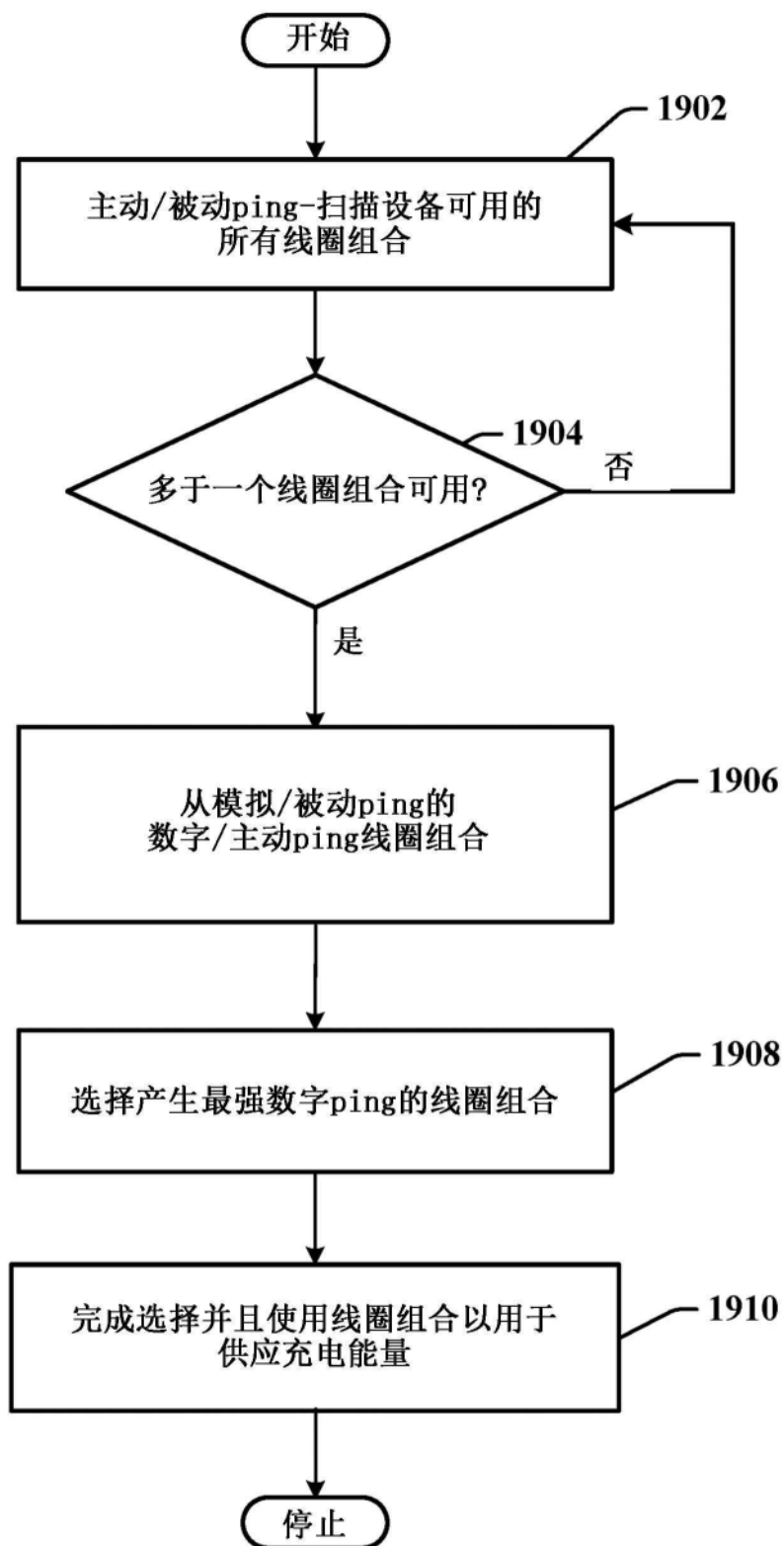


图19

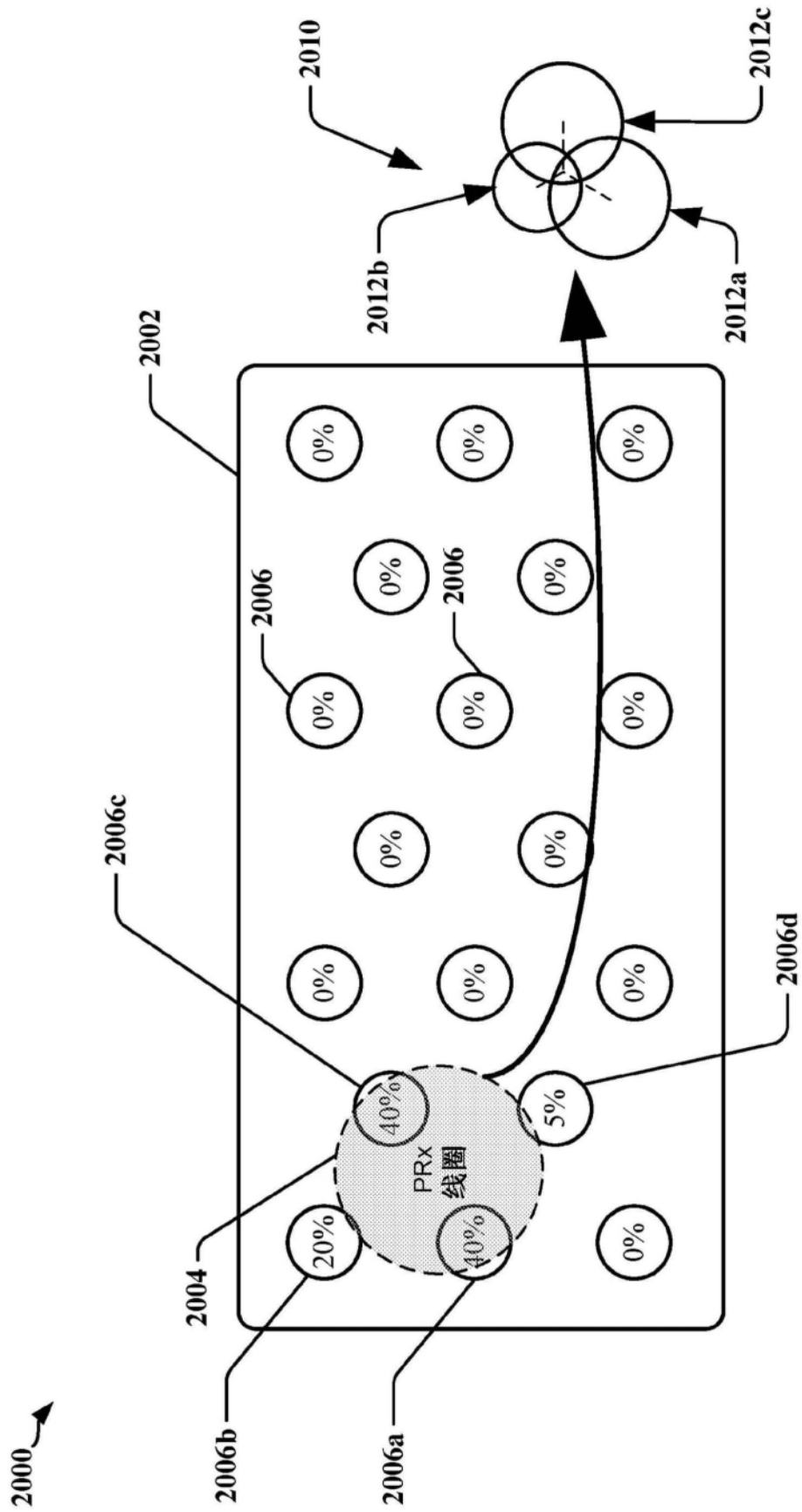


图20

2100

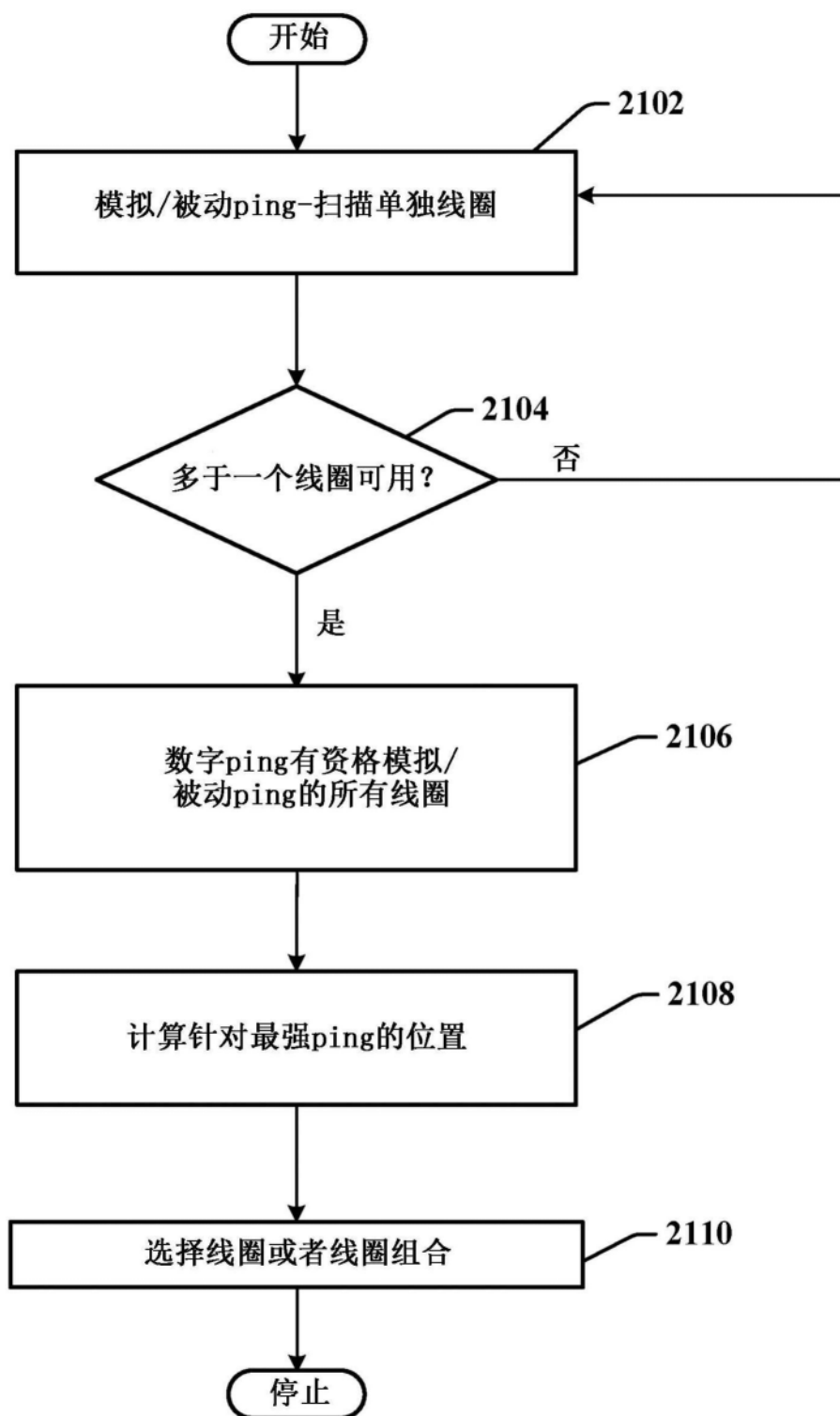


图21

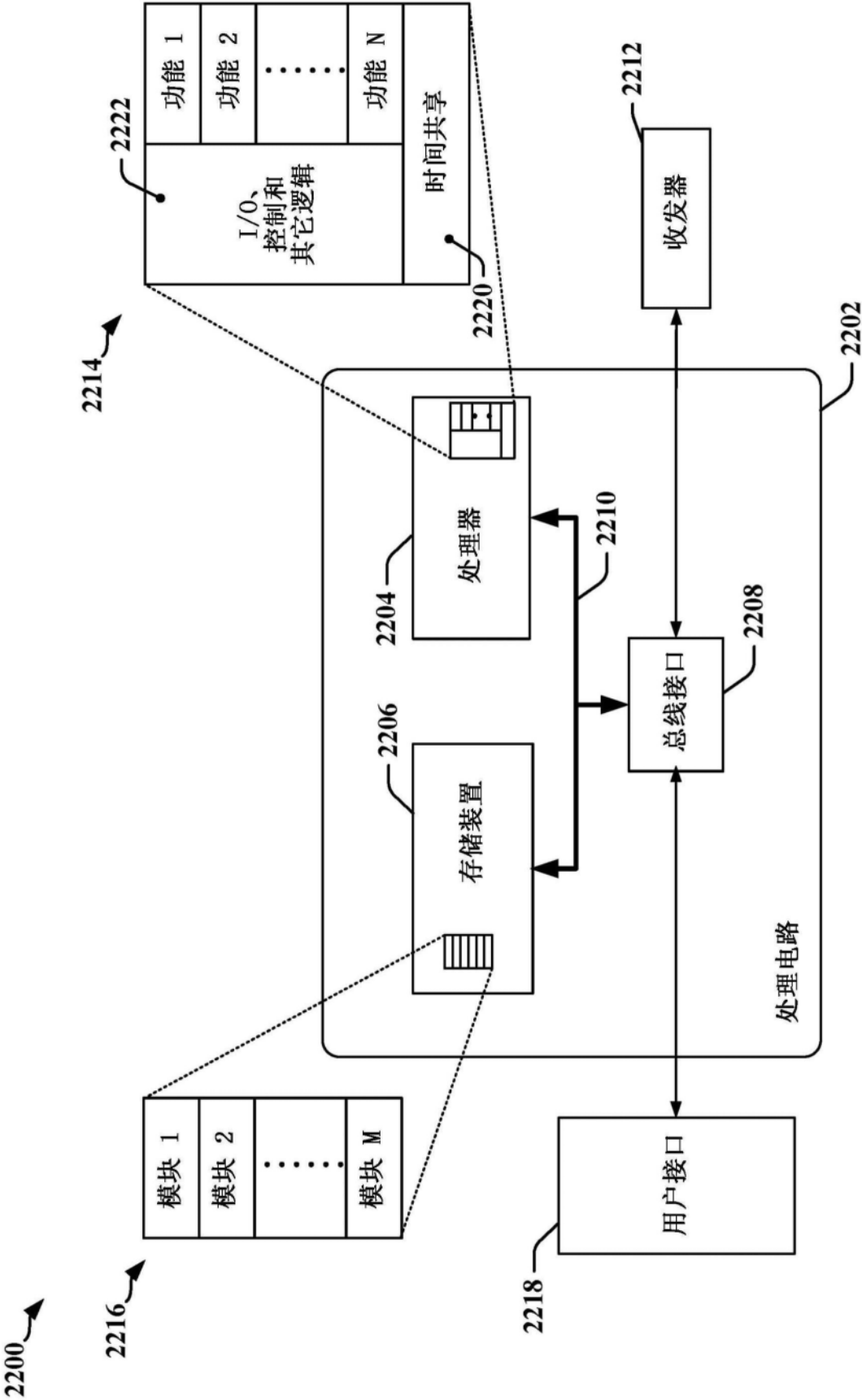


图22

2300

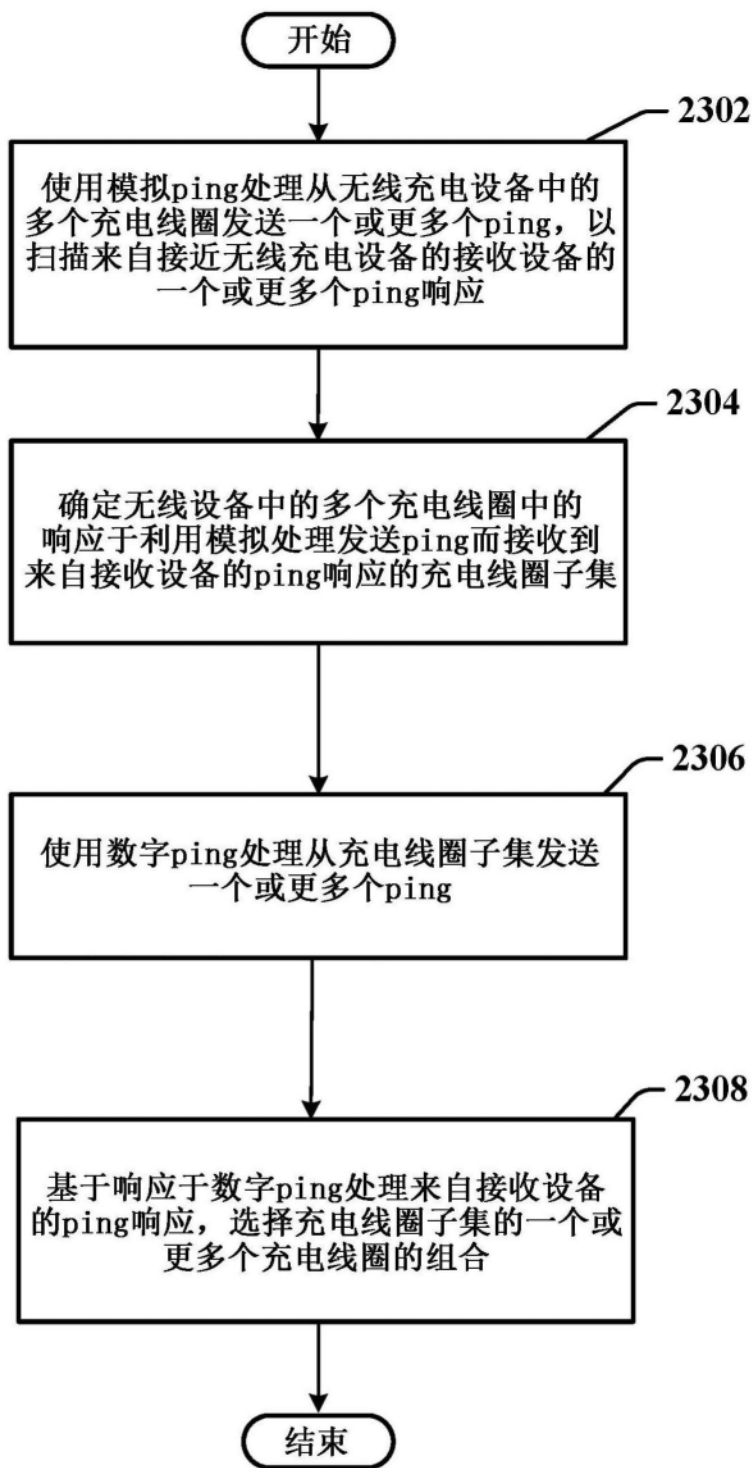


图23