



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107947388 B

(45) 授权公告日 2021.09.07

(21) 申请号 201711076999.8

(22) 申请日 2013.12.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107947388 A

(43) 申请公布日 2018.04.20

(30) 优先权数据

61/736,143 2012.12.12 US

61/776,749 2013.03.11 US

14/029,689 2013.09.17 US

(62) 分案原申请数据

201380064214.9 2013.12.06

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 威廉·H·范诺瓦克

爱德华·卡拉勒

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int.Cl.

H02J 50/20 (2016.01)

H02J 50/12 (2016.01)

H02J 7/02 (2016.01)

(56) 对比文件

W0 2013089519 A1, 2013.06.20

CN 102027654 A, 2011.04.20

W0 2012111271 A1, 2012.08.23

US 2012293118 A1, 2012.11.22

审查员 严开沁

权利要求书1页 说明书20页 附图12页

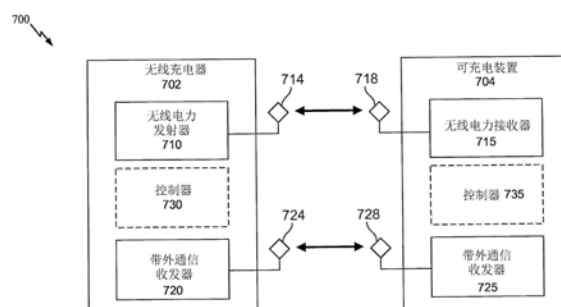
(54) 发明名称

用于促进避免无线充电交叉连接的系统和  
方法

(57) 摘要

本发明涉及用于促进避免无线充电交叉连接的系统和方法。本发明提供一种用于对可充电装置进行充电的系统和方法。所述系统可包含无线充电器，所述无线充电器包含无线电力天线以及耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场的无线电力发射器。所述无线充电场包含多个电力信号。所述无线充电器进一步包含通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包含控制器，所述控制器经配置以促进避免所述可充电装置与所述无线充电器和至少一个其它无线充电器的交叉连接，其中所述可充电装置从所述无线充电器的所述无线电力发射器接收电力同时与至少一个其它无线充电器通信。所述系统可包含可充电装置，所述可充电装置包含控制器，所述控制器经配置以产生经配置以由所述

无线充电器接收的负载脉冲。



1. 一种用于可充电装置与无线充电器之间的通信方法,所述方法包括:

检测由所述无线充电器产生的无线充电场的至少一个充电区域中的阻抗改变,所述阻抗改变是由将所述可充电装置引入所述无线充电场而引起的;

确定所检测到的阻抗改变具有预定属性,所述预定属性指示可充电装置进入所述无线充电器的所述无线充电场;

在第一预定时间周期期间检测来自所述可充电装置的带外通信信号,所述第一预定时间周期在检测到具有所述预定属性的所述阻抗改变之后;以及

基于所述带外通信信号在检测到具有所述预定属性的所述阻抗改变之后的所述第一预定时间周期期间被检测到,接受所述带外通信信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述预定属性包括大于预定量的阻抗改变。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一预定时间周期在1秒到10秒的范围中。

4. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括基于所述带外通信信号在检测到具有所述预定属性的所述阻抗改变之后的所述第一预定时间周期期间被检测到,建立与所述可充电装置的通信连接。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述通信连接是当所述带外通信信号的接收信号强度指示RSSI大于预定阈值时建立的。

6. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括在未检测到阻抗改变之后的第二时间周期中并不接受带外通信信号。

7. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括通过振幅调制所述无线充电场以产生多个电力信号,所述振幅充分低以便不影响电力发射但充分高以由所述可充电装置检测。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中调制所述无线充电场包括在唯一地识别所述无线充电器的模式中调制所述无线充电场。

9. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括在检测到不具有所述预定属性的阻抗改变之后的第二预定时间周期期间接受所述带外通信信号。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述第二预定时间周期大于所述第一预定时间周期。

## 用于促进避免无线充电交叉连接的系统和方法

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本申请是国际申请号为PCT/US2013/073559、申请日为2013年12月6日、发明名称为“用于促进避免无线充电交叉连接的系统和方法”的PCT申请进入中国国家阶段后申请号为201380064214.9的中国发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0003] 本发明大体上涉及无线电力。更具体来说，本发明是针对用于在无线电力接收器与无线电力发射器之间建立通信的系统、方法和装置，其中所述接收器可定位在所述发射器的无线充电区内但能够与一或多个额外无线电力发射器建立通信。

### 背景技术

[0004] 越来越多的数目和种类电子装置经由可再充电电池供电。此类装置包含移动电话、便携式音乐播放器、膝上型计算机、平板计算机、计算机外围装置、通信装置（例如，蓝牙装置）、数码相机、助听器，及其类似物。虽然电池技术已得到改进，但电池供电的电子装置越来越需要及消耗更大量的电力，进而常常需要再充电。可再充电装置常常经由有线连接通过物理地连接到电力供应器的电缆或其它类似连接器充电。电缆和类似连接器有时可能不方便或笨重，且具有其它缺点。能够在有待为可再充电的电子装置充电或向电子装置提供电力的自由空间中传递电力的无线充电系统可以克服有线充电解决方案的一些不足。由此，向电子装置有效且安全地传送电力的无线充电系统和方法是合乎需要的。

### 发明内容

[0005] 在所附权利要求书的范围内的系统、方法和装置的各种实施方案各自具有若干方面，其中的单个方面并不单独负责本文所描述的所要属性。在不限所附权利要求书的范围的情况下，本文描述一些显要特征。

[0006] 在附图和下文描述中阐述本说明书中描述的标的物的一或多个实施方案的细节。其它特征、方面及优点将从描述、图及权利要求书变得显而易见。应注意，以下各图的相对尺寸可能未按比例绘制。

[0007] 本发明的一个方面提供一种用于对可充电装置进行充电的无线充电器。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器，其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器，其经配置以促进避免所述可充电装置与所述无线充电器和至少一个其它无线充电器的交叉连接，其中所述可充电装置从所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的一者接收电力同时与所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的另一者通信。

[0008] 本发明的另一方面提供一种用于对可充电装置进行充电的无线充电器。所述无线

充电器包括用于在至少一个充电区中产生无线充电场的装置。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括用于与所述可充电装置通信的装置。所述无线充电器进一步包括用于促进避免所述可充电装置与所述无线充电器和至少一个其它无线充电器的交叉连接的装置,其中所述可充电装置从所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的一者接收电力同时与所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的另一者通信。

[0009] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使无线充电器在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器与所述可充电装置通信的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器促进避免所述可充电装置与所述无线充电器和至少一个其它无线充电器的交叉连接的代码,其中所述可充电装置从所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的一者接收电力同时与所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器中的另一者通信。

[0010] 本发明的一个方面提供一种可充电装置,其包括无线电力天线,所述无线电力天线经配置以从无线充电器接收电力。所述可充电装置进一步包括耦合到所述无线电力天线的无线电力接收器。所述可充电装置进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述无线充电器通信的收发器。所述可充电装置进一步包括控制器,其经配置以产生经配置以由所述无线充电器接收的负载脉冲。

[0011] 本发明的另一方面提供一种可充电装置,其包括用于从无线充电器接收电力的装置。所述可充电装置进一步包括用于与所述无线充电器通信的装置。所述可充电装置进一步包括用于产生经配置以由所述无线充电器接收的负载脉冲的装置。

[0012] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使可充电装置从无线充电器接收电力。所述媒体进一步包括当执行时致使所述可充电装置与所述无线充电器通信的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述可充电装置产生经配置以由所述无线充电器接收的负载脉冲的代码。

[0013] 本发明的另一方面提供一种促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的方法。所述方法包括改变由所述无线充电器的电力发射器发射的电力信号。所述方法进一步包括接收关于由所述可充电装置接收的电力信号的信息。所述方法进一步包括评估所述信息以确定所述可充电装置是否正在接收来自所述无线充电器的所发射电力信号。

[0014] 在某些此些方面中,所述方法由用于对可充电装置进行充电的无线充电器执行。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器,其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器,其经配置以改变所述电力信号,接收所述信息且评估所述信息。

[0015] 在某些方面中,由所述无线充电器的电力发射器发射的电力信号是以对无线充电器唯一的方式改变。在某些方面中,改变所述电力信号包括调制由所述无线充电器的电力发射器发射的电力信号的振幅。在某些方面中,所述信息指示由所述可充电装置接收的电力信号的变化。在某些方面中,改变电力信号包括以第一变化模式发射所述电力信号,且评

估所述信息包括将由所述可充电装置接收的电力信号的第二变化模式与所述第一变化模式进行比较。

[0016] 本发明的另一方面提供一种无线充电器,其经配置以用于促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。所述无线充电器包括用于改变由所述无线充电器的电力发射器发射的电力信号的装置。所述无线充电器进一步包括用于接收关于由所述可充电装置接收的电力信号的信息的装置。所述无线充电器进一步包括用于评估所述信息以确定所述可充电装置是否正在接收来自所述无线充电器的所发射电力信号的装置。

[0017] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使无线充电器改变由所述无线充电器的电力发射器发射的电力信号。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器接收关于由所述可充电装置接收的电力信号的信息的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器评估所述信息以确定所述可充电装置是否正在接收来自所述无线充电器的所发射电力信号的代码。

[0018] 本发明的另一方面提供一种促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的方法。所述方法包括检测由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述方法进一步包括评估所述检测到的阻抗改变以确定所述检测到的阻抗改变是否具有预定属性。所述方法进一步包括在检测到具有所述预定属性的阻抗改变之后的第一预定时间周期期间接受来自可充电装置的带外通信信号。

[0019] 在某些此些方面中,所述方法由用于对可充电装置进行充电的无线充电器执行。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器,其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器,其经配置以检测所述阻抗,评估检测到的阻抗且接受带外通信信号。

[0020] 本发明的另一方面提供一种无线充电器,其经配置以用于促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。所述无线充电器包括用于检测由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变的装置。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述无线充电器进一步包括用于评估所述检测到的阻抗改变以确定所述检测到的阻抗改变是否具有预定属性的装置。所述无线充电器进一步包括用于在检测到具有所述预定属性的阻抗改变之后的第一预定时间周期期间接受来自可充电装置的带外通信信号的装置。

[0021] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使无线充电器检测由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器评估所述检测到的阻抗改变以确定所述检测到的阻抗改变是否具有预定属性的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器在检测到具有所述预定属性的阻抗改变之后的第一预定时间周期期间接受来自可充电装置的带外通信信号。

[0022] 本发明的另一方面提供一种促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的方法。所述方法包括检测来自可充电装置的负载脉冲。所述方法进一步包括检测来自可充电装置的带外通信信号。所述方法进一步包括评估检测所述负载脉冲与检测所述带外

通信信号之间的时间周期。所述方法进一步包括在所述时间周期小于预定时间周期的情况下发射对所述带外通信信号的响应。

[0023] 在某些此些方面中,所述方法由用于对可充电装置进行充电的无线充电器执行。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器,其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器,其经配置以检测所述负载脉冲,检测所述带外通信信号且评估所述时间周期。

[0024] 本发明的另一方面提供一种无线充电器,其经配置以用于促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。所述无线充电器包括用于检测来自可充电装置的负载脉冲的装置。所述无线充电器进一步包括用于检测来自可充电装置的带外通信信号的装置。所述无线充电器进一步包括用于评估检测所述负载脉冲与检测所述带外通信信号之间的时间周期的装置。所述无线充电器进一步包括用于在所述时间周期小于预定时间周期的情况下发射对所述带外通信信号的响应的装置。

[0025] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使无线充电器检测来自可充电装置的负载脉冲。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器检测来自可充电装置的带外通信信号的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器评估检测所述负载脉冲与检测所述带外通信信号之间的时间周期的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器在所述时间周期小于预定时间周期的情况下发射对所述带外通信信号的响应的代码。

[0026] 本发明的另一方面提供一种促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的方法。所述方法包括检测来自可充电装置的带外通信信号。所述方法进一步包括与至少一个其它无线充电器通信。所述方法进一步包括确定所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器是否将连接到所述可充电装置。在某些方面中,所述确定包括比较所述无线充电器和所述至少一个其它无线充电器的接收信号强度指示测量值,且将具有最大接收信号强度指示测量值的无线充电器识别为将连接到所述可充电装置的无线充电器。

[0027] 在某些此些方面中,所述方法由用于对可充电装置进行充电的无线充电器执行。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器,其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器,其经配置以检测带外通信信号,与所述至少一个其它无线充电器通信且确定哪一无线充电器将连接到所述可充电装置。

[0028] 本发明的另一方面提供一种无线充电器,其经配置以用于促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。所述无线充电器包括用于检测来自可充电装置的带外通信信号的装置。所述无线充电器进一步包括用于与至少一个其它无线充电器通信的装置。所述无线充电器进一步包括用于确定所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器是否将连接到所述可充电装置的装置。

[0029] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执

行时致使无线充电器检测来自可充电装置的带外通信信号。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器与至少一个其它无线充电器通信的代码。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器确定所述无线充电器或所述至少一个其它无线充电器是否将连接到所述可充电装置的代码。

[0030] 本发明的另一方面提供一种促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的方法。所述方法包括检测来自可充电装置的通信信号。所述方法进一步包括检测在接收到所述通信信号之前或之后的第一时间周期内由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述方法进一步包括响应于确定所述通信信号的信号强度高于信号强度阈值且所述阻抗改变的量高于阻抗改变阈值而接受来自所述可充电装置的额外通信信号。在某些方面中,所述通信信号是经由不同于所述无线场的带外通信信道接收,且其中所述通信信号是在信标模式时间周期期间接收。

[0031] 在某些此些方面中,所述方法由用于对可充电装置进行充电的无线充电器执行。所述无线充电器包括无线电力天线。所述无线充电器进一步包括无线电力发射器,其耦合到所述无线电力天线且经配置以在至少一个充电区中产生无线充电场。所述无线充电场包括多个电力信号。所述无线充电器进一步包括通信天线以及耦合到所述通信天线且经配置以经由所述通信天线与所述可充电装置通信的收发器。所述无线充电器进一步包括控制器,其经配置以检测所述通信信号,检测所述阻抗改变且接受所述额外通信信号。

[0032] 本发明的另一方面提供一种无线充电器,其经配置以用于促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。所述无线充电器包括用于检测来自可充电装置的通信信号的装置。所述无线充电器进一步包括用于检测在接收到所述通信信号之前或之后的第一时间周期内由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变的装置。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述无线充电器进一步包括用于响应于确定所述通信信号的信号强度高于信号强度阈值且所述阻抗改变的量高于阻抗改变阈值而接受来自所述可充电装置的额外通信信号的装置。

[0033] 本发明的另一方面提供一种包括代码的非暂时性计算机可读媒体,所述代码当执行时致使无线充电器检测来自可充电装置的通信信号。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器检测在接收到所述通信信号之前或之后的第一时间周期内由所述无线充电器产生的无线充电场中的阻抗改变的代码。所述阻抗改变是由所述可充电装置进入所述无线充电场引起。所述媒体进一步包括当执行时致使所述无线充电器响应于确定所述通信信号的信号强度高于信号强度阈值且所述阻抗改变的量高于阻抗改变阈值而接受来自所述可充电装置的额外通信信号的代码。

## 附图说明

[0034] 图1是根据本发明的示范性实施例的示范性无线电力传送系统的功能框图。

[0035] 图2是根据本发明的各种示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统中的示范性组件的功能框图。

[0036] 图3是根据本发明的示范性实施例的包含发射或接收天线的图2的发射电路或接收电路的一部分的示意图。

[0037] 图4是根据本发明的示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统中的发射器的功能框图。

[0038] 图5是根据本发明的示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统中的接收器的功能框图。

[0039] 图6是可用于图4的发射电路中的发射电路的一部分的示意图。

[0040] 图7A是根据本发明的示范性实施例的在存在多个发射器的情况下的接收器的功能框图。

[0041] 图7B示意性地说明在存在两个发射器的情况下四个接收器之间的交叉连接的实例。

[0042] 图7C是可并入有图4的发射电路及图5的接收电路的无线充电系统的框图。

[0043] 图8是用以在无线充电器与可充电装置之间建立连接的无线充电器与可充电装置(例如图7A的无线充电器和可充电装置)之间的通信的时序和信号流图。

[0044] 图9是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的实例性第一解析方法的流程图。

[0045] 图10A是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第二解析方法的实例的流程图。

[0046] 图10B是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第二解析方法的另一实例的流程图。

[0047] 图11是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第三解析方法的实例的流程图。

[0048] 图12是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第四解析方法的实例的流程图。

[0049] 图13是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第五解析方法的实例的流程图。

[0050] 图式中说明的各种特征可能未按比例绘制。因此,为了清晰起见,可能任意扩大或减小各种特征的尺寸。此外,图式中的一些可能并未描绘给定系统、方法或装置的所有组件。最后,可在整个说明书和图式中使用相同的参考标号指代相同的特征。

## 具体实施方式

[0051] 在一些无线电力系统中且如下文将描述,发射器和接收器在与正用以传送电力的频率不同的频率上通信。在一些实施例中,期望独立于用以传送电力的无线电力场而建立此所谓的带外通信信道。带外通信信道可用于减少带内发射器和接收器电路的复杂性。因为带内电力传送和带外通信信道具有不同特性,所以接收器可能在来自发射器的无线电力的范围之外但在带外通信的范围内。因此,当多个发射器存在于给定空间内时,可导致交叉连接,其中电力发射器发送电力到电力接收器但将其控制信号连接到另一电力接收器,或电力接收器由电力发射器供电但具有连接到另一电力发射器的控制信号。此条件可导致不稳定操作、效率损失以及不良用户体验。因此,期望避免此交叉连接或者检测且补救此交叉连接并起始各种装置之间的恰当通信。

[0052] 下文结合附图阐述的详细描述既定作为对本发明的示范性实施例的描述,且并不



希望表示可在其中实践本发明的仅有实施例。贯穿此描述所使用的术语“示范性”意指“充当实例、例子或说明”，且未必应解释为比其它示范性实施例优选或有利。所述详细描述为了提供对本发明的示范性实施例的透彻理解而包括具体细节。在一些情况下，以框图形式展示一些装置。

[0053] 无线地传送电力可指将与电场、磁场、电磁场或其它者相关联的任何形式的能量从发射器传送到接收器，而不使用物理电导体（例如，可通过自由空间来传送电力）。输出到无线场（例如，磁场）中的电力可由“接收天线”接收、俘获或耦合以实现电力传送。

[0054] 图1是根据本发明的示范性实施例的示范性无线电力传送系统100的功能框图。输入电力102可从电源（未图示）提供到发射器104以用于产生用于提供能量传送的场105。接收器108可耦合到所述场105，且产生输出电力110供耦合到输出电力110的装置（未图示）存储或消耗。发射器104与接收器108两者分开距离112。在一个示范性实施例中，发射器104与接收器108是根据相互谐振关系而配置。当接收器108的谐振频率与发射器104的谐振频率实质上相同或极为接近时，发射器104与接收器108之间的发射损失最小。由此，与可能需要大线圈极接近（例如，几毫米）的纯电感解决方案相比，可经由较大距离提供无线电力传送。谐振感应耦合技术因此可允许在各种距离上且利用多种电感线圈配置的改善的效率和电力传送。

[0055] 接收器108可在接收器108位于由发射器104产生的能量场105中时接收电力。场105对应于其中由发射器104输出的能量可由接收器108俘获的区。在一些情况下，场105可对应于发射器104的“近场”，如下文将进一步描述。发射器104可包含用于输出能量发射的发射天线114。接收器108进一步包含用于接收或俘获来自能量发射的能量的接收天线118。近场可对应于其中存在由发射天线114中的最低限度地辐射电力远离所述发射天线114的电流及电荷而产生的强反应性场的区。在一些情况下，近场可对应于在发射天线114的约一个波长（或其分数）内的区。发射天线114及接收天线118根据应用及待与其相关联的装置而设定大小。如上所述，有效能量传送可通过将发射天线114的场105中的大部分能量耦合到接收天线118而非在电磁波中将大多数能量传播到所述远场而发生。当定位在场105内时，可在发射天线114与接收天线118之间形成“耦合模式”。发射天线114及接收天线118周围的可发生此耦合的区域在本文中被称为耦合模式区。

[0056] 图2是根据本发明的各种示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统100中的示范性组件的功能框图。发射器204可包含发射电路206，其可包含振荡器222、驱动器电路224和滤波与匹配电路226。振荡器222可经配置以产生所要频率（例如，468.75千赫、6.78兆赫或13.56兆赫）下的信号，所述所要频率可以响应于频率控制信号223来调整。可将振荡器信号提供到经配置以在（例如）发射天线214的谐振频率下驱动发射天线214的驱动器电路224。驱动器电路224可以是切换放大器，其经配置以从振荡器222接收方波并且输出正弦波。举例来说，驱动器电路224可以是E类放大器。还可包含滤波与匹配电路226以滤出谐波或其它不必要的频率，且将发射器204的阻抗匹配到发射天线214。作为驱动发射天线214的结果，发射器204可在足以对电子装置充电或供电的电平下以无线方式输出电力。作为一个实例，所提供的电力可例如约300毫瓦到5瓦以对具有不同电力需求的不同装置供电或充电。也可以提供较高或较低电力电平。

[0057] 接收器208可包含接收电路210，其可包含匹配电路232和整流器与切换电路234以

从AC电力输入产生DC电力输出,以便为如图2中所展示的电池236充电,或者为耦合到接收器208的装置(未图示)供电。可包含匹配电路232以将接收电路210的阻抗匹配到接收天线218。接收器208和发射器204可另外在单独的通信信道219(例如,蓝牙、紫蜂、蜂窝式等)上通信。接收器208和发射器204可以或者使用无线场205的特性经由带内信令通信。

[0058] 如下文更完全描述,接收器208(其最初可以具有可选择性停用的相关联负载(例如,电池236))可经配置以确定由发射器204发射并且由接收器208接收的电力量是否适于为电池236充电。另外,接收器208可经配置以在确定电力量适当后即刻启用负载(例如,电池236)。在一些实施例中,接收器208可经配置以直接利用从无线电力传送场接收的电力,而不对电池236充电。举例来说,例如近场通信(NFC)或射频识别装置(RFID)等通信装置可经配置以从无线电力传送场接收电力,且通过与无线电力传送场交互而通信及/或利用所接收电力与发射器204或其它装置通信。

[0059] 图3是根据本发明的示范性实施例的包含发射或接收天线352的图2的发射电路206或接收电路210的一部分的示意图。如图3中所说明,用于包含下文所述的实施例的示范性实施例中的发射或接收电路350可包含天线352。天线352还可称为或经配置为“环形”天线352。天线352还可在本文中被称作或经配置为“磁性”天线或感应线圈。术语“天线”大体上指可无线地输出或接收用于耦合到另一“天线”的能量的组件。天线也可被称作经配置以无线地输出或接收电力的类型的线圈。如本文所使用,天线352为经配置以无线地输出及/或接收电力的类型的“电力传送组件”的实例。天线352还可经配置以包含空气芯或物理芯,例如铁氧体芯(未图示)。空气芯环形天线可在更大程度上容受放置在芯的附近的外来物理装置。此外,空气芯环形天线352允许将其它组件放置在芯区域内。此外,空气芯环可更容易允许将接收天线218(图2)放置在发射天线214(图2)的平面内,在所述平面中,发射天线214(图2)的耦合模式区可能更加强大。

[0060] 如所陈述,在发射器104与接收器108之间匹配或几乎匹配的谐振期间,可以发生发射器104与接收器108之间的高效能量传送。然而,甚至在发射器104与接收器108之间的谐振不匹配时,也可以传送能量,只不过效率可能会受到影响。能量传送的发生是通过将能量从发射天线214线圈的场105耦合到驻留在其中建立此场105的邻域中的接收天线218,而不是将能量从发射天线214传播到自由空间中。

[0061] 环形或磁性天线的谐振频率是基于电感和电容。电感可仅为天线352产生的电感,而可将电容添加到天线的电感以产生所要谐振频率下的谐振结构。作为非限制性实例,电容器356和电容器354可以添加到发射或接收电路350以形成在谐振频率下选择信号358的谐振电路。因此,对于较大直径的天线,维持谐振所需的电容的大小可以随着环路的直径或电感的增加而减小。另外,随着天线的直径增加,近场的高效能量传送区域可增大。使用其它组件形成的其它谐振电路也是可能的。作为另一非限制性实例,可将电容器并联放置在天线352的两个端子之间。对于发射天线,频率实质上对应于天线352的谐振频率的信号358可为对天线352的输入。

[0062] 在一个实施例中,发射器104可经配置以输出具有对应于发射天线114的谐振频率的频率的时变磁场。当接收器在场105内时,时变磁场可引发接收天线118中的电流。如上所述,如果接收天线118经配置以在发射天线114的频率处谐振,那么可有效地传送能量。可以如上文所描述将在接收天线118中感应的AC信号整流以产生可经提供以为负载充电或供电

的DC信号。

[0063] 图4是根据本发明的示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统中的发射器404的功能框图。发射器404可包含发射电路406及发射天线414。发射天线414可为如图3中所示的天线352。发射电路406可通过提供导致产生围绕发射天线414的能量(例如,磁通量)的振荡信号而提供RF电力到发射天线414。发射器404可以在任何合适的频率下操作。以实例说明,发射器404可在6.78MHz ISM频带处操作。

[0064] 发射电路406可包含:固定阻抗匹配电路409,其用于将发射电路406的阻抗(例如,50欧姆)匹配到发射天线414;及低通滤波器(LPF)408,其经配置以将谐波发射降低到防止耦合到接收器108(图1)的装置的自干扰的电平。其它示范性实施例可包含不同滤波器拓扑,包含但不限于在使其它频率通过的同时使特定频率衰减的陷波滤波器,及可包含可基于可测量发射度量而变化的自适应阻抗匹配,所述度量例如到天线的输出电力或驱动器电路424所汲取的DC电流。发射电路406进一步包含驱动器电路424,其经配置以驱动通过振荡器423确定的RF信号。发射电路406可以由离散装置或电路组成,或者可以由集成式组合件组成。从发射天线414输出的示范性RF功率可为大约2.5瓦。

[0065] 发射电路406可以进一步包含控制器415,其用于在特定接收器的发射相位(或工作循环)期间选择性启用振荡器423,用于调整振荡器423的频率或相位,及用于调整输出功率电平以用于实施通信协议以便通过其附接的接收器与相邻装置交互。应注意,控制器415在本文中也可称为处理器415。发射路径中的振荡器相位和相关电路的调整可以允许减少带外发射,尤其是在从一个频率转变成另一频率时。

[0066] 发射电路406可进一步包含负载感测电路416,其用于检测发射天线414所产生的近场附近中有源接收器的存在或不存在。举例来说,负载感测电路416监视流动到驱动器电路424的电流,所述电流可受到发射天线414所产生的场附近中有源接收器的存在或不存在的的影响,如下文将进一步描述。控制器415监视对驱动器电路424上的加载的变化的检测,以用于确定是否启用振荡器423以便发射能量及与有源接收器通信。如下文较全面描述,在驱动器电路424处测得的电流可用于确定是否有无效装置处在发射器404的无线电力传送区内。

[0067] 发射天线414可以用利兹线实施,或者实施为具有经选择以使电阻损耗保持低的厚度、宽度和金属类型的天线条带。在一个实施方案中,发射天线414大体上可经配置以用于与较大结构(例如,桌子、垫子、灯或其它不太便携的配置)相关联。因此,发射天线414大体上可不需要“匝”以便具有实际尺寸。发射天线414示范性实施方案可为“电学较小的”(即,波长的部分),且经调谐以通过使用电容器来界定谐振频率而在较低可用频率下谐振。

[0068] 发射器404可搜集及跟踪关于可与发射器404相关联的接收器装置的行踪和状态的信息。因此,发射电路406可包含存在检测器480、封闭检测器460或其组合,所述检测器连接到控制器415(本文中还被称作处理器)。控制器415可响应于来自存在检测器480和封闭检测器460的存在信号而调整由驱动器电路424递送的电力量。发射器404可通过数个电源接收电力,所述电源例如用以转换建筑物中存在的常规AC电力的AC-DC转换器(未图示)、用以将常规DC电源转换成适合于发射器404的电压的DC-DC转换器(未图示),或直接来自常规DC电源(未图示)。

[0069] 作为非限制性实例,存在检测器480可为用以感测插入到发射器404的覆盖区域中

的待充电的装置的初始存在的运动检测器。在检测之后,可以接通发射器404,并且装置接收到的RF功率可用于以预定方式将Rx装置中的开关双态触发,这又会引起发射器404的驱动点阻抗的改变。此外,存在检测器可用以确保与发射器404通信的待充电装置是已最近放置到发射器404的覆盖区域中的装置。

[0070] 作为另一非限制性实例,存在检测器480可为能够例如通过红外线检测、运动检测或其它合适方式检测人的检测器。在一些示范性实施例中,可存在限制发射天线414可在特定频率发射的电力量的法规。在一些情况下,这些法规有意保护人免受电磁辐射。然而,可能存在发射天线414放置于不被人类占据或不频繁地被人类占据的区中的环境,例如车库、工厂车间、商店及其类似者。如果这些环境中没有人,那么可容许将发射天线414的电力输出增大到高于正常电力限制法规。换句话说,控制器415可响应于人的存在而将发射天线414的电力输出调整到法规电平或更低,且当人在距发射天线414的电磁场的法规距离外时将发射天线414的电力输出调整到高于法规电平的电平。

[0071] 作为非限制性实例,封闭检测器460(在本文中还可被称作封闭隔室检测器或封闭空间检测器)可以是例如用于确定何时壳体处于关闭或打开状态的感测开关等装置。当发射器处于呈封闭状态的壳体中时,可增大发射器的功率电平。

[0072] 在示范性实施例中,可使用发射器404不会无限地保持接通的方法。在此情况下,发射器404可经编程以在用户确定的时间量之后切断。此特征防止发射器404(特别是驱动器电路424)在其周边中的无线装置充满电之后运行长时间。此事件可归因于所述电路未能检测到从中继器或接收天线218(满充电的装置)发送的信号。为了防止发射器404在另一装置放置在其周边的情况下自动切断,可以仅在于其周界中检测不到运动的设置时段之后才激活发射器404自动切断特征。用户可能能够确定不活动时间间隔,且按需要改变所述时间间隔。作为非限制性实例,所述时间间隔可大于在装置最初完全放电的假设下将特定类型的无线装置充满电所需的时间。

[0073] 图5是根据本发明的示范性实施例的可用于图1的无线电力传送系统中的接收器508的功能框图。接收器508包含可包含接收天线518的接收电路510。接收器508进一步耦合到用于对其提供接收电力的装置550。应注意,接收器508说明为在装置550的外部,但可集成到装置550中。能量可以无线方式传播到接收天线518,并且接着通过接收电路510的其余部分耦合到装置550。举例来说,可充电装置可包含例如移动电话、便携式音乐播放器、膝上型计算机、平板计算机、计算机外围装置、通信装置(例如,蓝牙装置)、数码相机、助听器(及其它医疗装置)及其类似物等装置。

[0074] 接收天线518可经调谐以与发射天线414(图4)在相同频率下谐振或于在指定频率范围内的频率下谐振。接收天线518可与发射天线414类似地经设定尺寸或可基于相关联装置550的尺寸而不同地经设定大小。以实例说明,装置550可为具有小于发射天线414的直径或长度的直径或长度尺寸的便携式电子装置。在此类实例中,接收天线518可经实施为多匝线圈以便降低调谐电容器(未图示)的电容值及增加接收线圈的阻抗。举例来说,接收天线518可放置在装置550的实质性圆周周围以便最大化天线直径及减少接收天线518的环匝(即,绕组)的数目及绕组间电容。

[0075] 接收电路510可向接收天线518提供阻抗匹配。接收电路510包含用于将接收的RF能量源转换为供装置550使用的充电电力的电力转换电路506。电力转换电路506包含RF/DC

转换器520且还可包含DC/DC转换器522。RF/DC转换器520将在接收天线518处接收的RF能量信号整流成具有由 $V_{\text{rect}}$ 表示的输出电压的非交流电力。DC/DC转换器522(或其它电力调节器)将经整流的RF能量信号转换成能量电势(例如,电压),其与具有由 $V_{\text{out}}$ 和 $I_{\text{out}}$ 表示的输出电压和输出电流的装置550兼容。预期各种RF/DC转换器,包含部分整流器和全整流器、调节器、桥接器、倍压器以及线性和切换转换器。

[0076] 接收电路510可进一步包含切换电路512,用于将接收天线518连接到电力转换电路506或用于将电力转换电路506断开。断开接收天线518与电力转换电路506不仅使装置550的充电暂停,而且改变发射器404(图2)所“看见”的“负载”。

[0077] 如上文所揭示,发射器404包含负载感测电路416,其可以检测提供到发射器驱动电路424的偏置电流的波动。因此,发射器404具有用于确定接收器何时存在于发射器的近场中的机制。

[0078] 当多个接收器508存在于发射器的近场中时,可能需要将一或多个接收器的加载和卸载进行时间多路复用以使其它接收器能够更有效地耦合到发射器。接收器508还可被隐匿以便消除到其它附近接收器的耦合或减小附近发射器上的加载。接收器的这个“卸载”在本文中还称为“隐匿”。此外,由接收器508控制且由发射器404检测的卸载与加载之间的此切换可提供从接收器508到发射器404的通信机制,如下文更完全解释。另外,协议可与实现消息从接收器508到发射器404的发送的切换相关联。以实例说明,切换速度可为大约100微秒。

[0079] 在示范性实施例中,发射器404与接收器508之间的通信指装置感测及充电控制机制,而非双向通信(即,使用耦合场的带内信令)。换句话说,发射器404可使用对所发射信号的通/断键控来调整能量在近场中是否可供使用。接收器可将能量的这些改变解释为来自发射器404的消息。从接收器侧来看,接收器508可使用接收天线518的调谐及解调谐来调整从所述场接受的电力的量。在一些情况下,所述调谐及解调谐可经由切换电路512来实现。发射器404可检测这个来自所述场的所使用的电力的差,及将这些改变解译为来自接收器508的消息。应注意,可利用发射功率及负载行为的其它形式的调制。

[0080] 接收电路510可进一步包含用以识别所接收能量波动的信令检测器与信标电路514,所述能量波动可对应于从发射器到接收器的信息信令。此外,信令与信标电路514还可用以检测减少的RF信号能量(即,信标信号)的发射,及将减少的RF信号能量整流成用于唤醒接收电路510内的未经供电或电力耗尽电路的标称功率以便配置接收电路510以用于进行无线充电。

[0081] 接收电路510进一步包含用于协调本文所描述的接收器508的过程(包含本文所描述的切换电路512的控制)的处理器516。还可在发生其它事件后即刻发生接收器508的隐匿,包含检测到向装置550提供充电电力的外部有线充电源(例如,墙壁/USB电力)。除控制接收器的隐匿之外,处理器516还可监视信标电路514以确定信标状态并提取从发射器404发送的消息。处理器516还可调整DC/DC转换器522以便实现经改善的性能。

[0082] 图6为可用于图4的发射电路406中的发射电路600的一部分的示意图。发射电路600可包含如上文在图4中所述的驱动器电路624。如上文所描述,驱动器电路624可以是可经配置以接收方波并且输出待提供到发射电路650的正弦波的切换放大器。在一些情况下,驱动器电路624可被称为放大器电路。驱动器电路624展示为E类放大器;然而,可根据本发

明的实施例使用任何合适的驱动器电路624。驱动器电路624可由来自如图4中所示的振荡器423的输入信号602来驱动。驱动器电路624还可具备经配置以控制可通过发射电路650递送的最大功率的驱动电压 $V_d$ 。为了消除或减少谐波,发射电路600可包含滤波器电路626。滤波器电路626可为三极(电容器634、电感器632和电容器636)低通滤波器电路626。

[0083] 滤波器电路626输出的信号可提供到发射电路650(包括天线614)。发射电路650可包含具有电容620及电感(例如,可归因于天线的电感或电容或归因于额外电容器组件)的串联谐振电路,其可在驱动电路624所提供的经滤波信号的频率下谐振。发射电路650的负载可由可变电阻器622表示。负载可以是经过安置以从发射电路650接收电力的无线电力接收器508的功能。

[0084] 当多个发射器在接收器的带外通信范围内时,重要的是与最适合于向接收器传送无线电力的发射器建立通信。发射器与接收器之间的带外通信可在与无线电力传送场分开的通信信道上进行,如下文所描述。图7A是描绘其中接收器208接近于多个发射器204、204a和204b定位的情况的功能框图。如图所示,接收器208经定位以便经由场205从发射器204接收无线电力。然而,接收器208能够与发射器204、204a和204b建立带外通信信道219。因此,如果接收器208与发射器204a或204b建立信道219,那么涉及电力传送的任何后续通信将为不相关的。此情形在本文中可被称作误连接或交叉连接。

[0085] 图7B是包括两个电力发射器单元(PTU#1和PTU#2)和四个电力接收器单元(PRU#1、PRU#2、PRU#3、PRU#4)的系统中的交叉连接的另一实例的框图。举例来说,例如蓝牙低能量(BLE)的中等范围通信系统可具有10-50米的范围,从而潜在地导致其中电力接收器单元可连接到错误电力发射器单元的状况。如图7B中示出,PRU#1已正确地连接到PTU#1,且PRU#4已正确地连接到PTU#2。然而,PRU#2已不正确地连接(或交叉连接)到非位于同一地点的PTU#2,且PRU#3已不正确地连接(或交叉连接)到非位于同一地点的PTU#1。如图7B中示出,PRU#2可具有到PTU#2的通信连接同时具有到PTU#1的无线电力连接,且PRU#3可具有到PTU#1的通信连接同时具有到PTU#2的无线电力连接。

[0086] 无线充电系统预期在各种说明性环境中操作,一些环境具有多个电力发射单元和多个电力接收器单元,其中交叉连接的问题可产生。举例来说,“单独”环境可包括单个电力发射单元和单个电力接收器单元,因此不会导致交叉连接。作为另一实例,“住宅式”环境可包括彼此分隔开(例如,10米)且彼此同时操作的多个(例如,两个)电力发射单元。作为另一实例,“咖啡店”环境可包括彼此隔开(例如,2米)的多个(例如,10个)电力发射单元。因此,可存在附近的大多数电力接收器单元“可见”或可检测的多个电力发射单元,且这些电力发射单元的若干个(例如,5个)可在任何给定时间为作用中的。作为另一实例,“体育场”环境可包括彼此分隔开(例如,一米)的多个(例如,超过1000个)电力发射单元(例如,每平方米1个)。因此,可存在由一距离范围(例如,10米)内的电力接收器单元“可见”或可检测的许多(例如,300个)电力发射单元。

[0087] 防止不正确校正或交叉连接的尝试可能因为(例如)不正确地拒绝位于同一地点的电力接收单元(错误拒绝)或不正确地允许交叉连接的电力接收单元保持连接(错误接受)而失败。对于错误拒绝,正确无线充电器上的可充电装置被不正确地拒绝,且可由过量的Z波分离或由系统不稳定性引起。此些错误拒绝的潜在结果包含(但不限于)长拒绝周期(例如,若干分钟)直到装置被再接受,以及由于发射太多电力而未看到接收功率的对应增

加的发射器的表观测量值所致的系统跳脱(例如,无线充电器的一些或所有功能性的关断。对于错误接受,另一无线充电器上的可充电装置由无线充电器自身不正确地接受。这些故障可由跨越无线充电器的美好匹配或由重合的计时(例如,电力同时恢复到多个无线充电器)引起。

[0088] 可通过使用具有某一范围的实施方案(例如,专有通信协议、由例如IEEE等标准组织建立的通信协议、IrDA、无线USB、Z波、紫蜂、蓝牙低能量(BLE)和/或类似者)的任何无线通信协议来实施带外通信(例如,广告)。在此范围内具有多个电力发射单元可促成交叉连接的问题。

[0089] 图7C是可并入有图4的发射电路406和图5的接收电路510的能够进行带外通信的无线充电系统700的框图。无线充电系统700可包括无线充电器702(例如,电力发射器单元)和可充电装置704(例如,电力接收器单元)。

[0090] 无线充电器702可包括无线电力天线714,和耦合到无线电力天线714且经配置以在至少一个充电区(例如,一个、两个、三个或更多充电区)中产生无线充电场的无线电力发射器710。无线充电场可包括多个电力信号。无线充电器702可进一步包括通信天线724,和耦合到通信天线724且经配置以经由通信天线724与可充电装置通信的收发器720(例如,带外通信收发器)。无线充电器702可进一步包括控制器730,其经配置以促进避免可充电装置704与无线充电器702和至少一个其它无线充电器的交叉连接(例如,以防止交叉连接、减少交叉连接的概率、终止交叉连接)。在此交叉连接中,可充电装置704将从无线充电器702或所述至少一个其它无线充电器中的一者接收电力,同时可充电装置704与无线充电器702或所述至少一个其它无线充电器中的另一者通信。

[0091] 在一实施例中,发射天线714可类似于图4的发射线圈414,且无线充电器702的无线电力发射器710可类似于和/或包含与图4的发射电路406相同的功能性。在一实施例中,无线电力发射器710可经配置以通过在至少一个充电区中产生无线充电场而无线发射电力以对可充电装置704进行充电(例如,发射到可充电装置704的无线电力接收器715)。

[0092] 可充电装置704可包括经配置以从无线充电器(例如,无线充电器702)接收电力的无线电力天线718和耦合到无线电力天线718的无线电力接收器715。可充电装置704可进一步包括通信天线728,和耦合到通信天线728且经配置以经由通信天线728与无线充电器(例如,无线充电器702)通信的收发器725(例如,带外通信收发器)。可充电装置704可进一步包括控制器735,其经配置以促进避免可充电装置704与无线充电器702和至少一个其它无线充电器的交叉连接(例如,以防止交叉连接、减少交叉连接的概率、终止交叉连接)。举例来说,如下文更详细描述,控制器735可经配置以产生经配置以由无线充电器(例如,无线充电器702)接收的负载脉冲。

[0093] 在一实施例中,可充电装置704可类似于图5的可充电装置550,且无线电力接收器715可类似于和/或包含与图5的接收电路510相同的功能性。同样,无线电力接收器715可耦合到接收线圈718。接收线圈718可类似于图5的接收线圈518。

[0094] 如图7C中示出,带外通信收发器720可耦合到天线724且带外通信收发器725可耦合到天线728。在一实施例中,带外通信收发器720和725经由天线724和728可用以在无线充电器702与可充电装置704之间建立连接,以使得可充电装置704可从无线充电器702无线接收电力以便对其电池或相似装置进行充电。带外通信(例如,待充电装置的放置的初始通



知、广告)可通过使用任何无线通信协议(例如,专有通信协议、由例如IEEE的标准组织建立的通信协议等)来实施。举例来说,可使用IrDA、无线USB、Z波、紫蜂、蓝牙低能量(BLE)和/或类似者。

[0095] 为了更好地理解本文所揭示的解析技术,有帮助的是理解用于建立带外通信信道的示范性方法。图8是用以建立无线充电器与可充电装置之间的连接的无线充电器与可充电装置(例如无线充电器702(例如,电力发射器单元)和可充电装置704(例如,电力接收器单元))之间的通信的时序和信号流程图。无线充电器702可发射电力脉冲802(例如,信标信号),其中电力脉冲802可用以供应电力给可充电装置(例如可充电装置704)以对所述可充电装置进行充电。无线充电器702可发射电力脉冲802以便检测可充电装置。如图8中所示,发射电力脉冲802,但没有可充电装置在电力脉冲802的范围中。无线充电器702可在发射另一电力脉冲804之前等待一段时间周期。举例来说,无线充电器702可在脉冲之间等待1秒。在发射电力脉冲802和/或804之后,无线充电器702可即刻开始一般连接建立程序。如图8中所示,电力脉冲804发射且在可充电装置704的范围中。

[0096] 一旦无线充电器702检测到电力脉冲804上的负载,无线充电器702便开始用于来自装置(例如可充电装置704)的广播的扫描。以此方式,无线充电器702可通过仅在其检测到电力脉冲上的负载时才扫描广播而节约电力。在一实施例中,电力脉冲804致使可充电装置704产生广播(例如,可充电装置704的处理器可产生广播)。作为一实例,广播806可为经由蓝牙低能量信道发射的消息。可充电装置704可向作为既定接收方的无线充电器702发射广播806。如果广播806并不到达无线充电器702(如图8中所描绘),那么可充电装置704可产生且发射另一广播808。举例来说,可充电装置704可在发送另一广播808之前等待20ms。如果连接未在一定时间范围(例如10秒)内建立,那么可充电装置704可退出可连接模式且停止可能已经开始的任何充电。以此方式,可充电装置704可通过仅在一且其从无线充电器702接收到电力脉冲802和/或804时产生且发射广播806和/或808而节省电力。

[0097] 应注意,存在其中可发生误连接(例如,交叉连接)的许多情形。举例来说,除可充电装置704以外的另一装置或无线充电器702附近的对象可致使无线充电器702检测到负载且开始扫描广播。作为另一实例,一些充电器可独立于电力脉冲802和804的时序而不断地扫描广播。作为又一实例,一些可充电装置可独立于电力脉冲802和804的时序而不断地广播。作为又一实例,无线充电器可在发起电力脉冲的充电器之前响应于广播,从而抢先于通信的初始化。因此,在这些和其它情形中,无线充电器702可无意中与位于有效充电区外部的可充电装置建立通信,从而导致误连接或交叉连接。

[0098] 一旦无线充电器702接收到广播808,无线充电器便可将连接请求812发射到可充电装置704。如果可充电装置704接受连接请求812,那么连接814在无线充电器702与可充电装置704之间建立。

[0099] 应注意在图8中说明的连接过程期间,无线充电器702可例如经由电力脉冲802和/或804继续发射电力810,以便对可充电装置704进行充电。在一些方面中,可充电装置704可在充电器供电模式中,且电力810将允许可充电装置704保持作用以便建立与无线充电器702的连接。一旦无线充电器702确定连接无法建立,可充电装置704现在处于自身供电模式,和/或可充电装置704原本并不需要从无线充电器702发射的电力,那么无线充电器702可停止发射电力810。



[0100] 如果在任何时间点丢失连接,那么可充电装置704可尝试与无线充电器702重新连接。或者,可充电装置704可等待直到其从无线充电器702接收到另一电力脉冲802和/或804。

[0101] 本文所揭示的若干方法可用以辅助发射器与接收器之间的带外信令的正确连接,和/或确定发射器与接收器之间是否已不恰当地建立带外通信信道(例如,误连接或交叉连接)。这些方法在本文中被称作解析方法。这些解析方法中的一些不一定保证在最佳发射器与接收器之间已建立带外通信信道。实际上,一些方法趋于推断性地支持或削弱所建立通信信道的性质。因此,这些解析方法中的一或多个可以用于无线电力传送系统中以促进避免交叉连接(例如,以防止交叉连接、减少交叉连接的概率、终止交叉连接)。此外,可将这些解析方法的输出与用于所述特定方法的阈值进行比较和/或与本文所揭示的其它方法组合。这些方法的输出可经加权且在概率或模糊逻辑类型模型中使用以评估是否已存在误连接且带外通信是否应尝试重新连接。

[0102] 所述解析方法可由控制器(例如,图4的控制器415、图5的处理器516、图7的控制器730、735)进行。在一个实施例中,所述解析方法可由发射器侧控制器通过在带外通信信道上发射的接收器侧测量值来评估。在另一实施例中,所述解析方法可在发射器侧或接收器侧评估,其中所得输出经由带外通信信道发射到发射器(或接收器)。此外,在识别出误连接(例如,交叉连接)之后但在丢失带外通信信道之前,本地控制器可向远程控制器通知误连接。在某些实施例中,控制器可提供额外时间以允许进行连接以解析交叉连接,例如,增加到可充电装置的放置到解析任何交叉连接之间的总时间。确切地说,具有许多无线充电器和许多可充电装置的拥塞环境可花费大量时间来解析任何交叉连接。

[0103] “丢失电力算法”可使用与可充电装置处的所报告电力相比的电力测量值(例如,AC或DC)计算“丢失”电力的量,其意图是当未考虑太多电力时关断到无线充电器的电力,进而帮助防止在操作期间放置在无线充电器上的金属对象的发热。为了准确测量丢失的电力,接收电力的装置的数目的准确计数是合意的,但当发生交叉连接时此准确计数可能不可用。因此,在利用丢失电力算法的情况下交叉连接可导致非预期的关断,进而使用户体验降级。通过“停止”疑似交叉连接到多个电力充电器的任何可充电装置,可充电装置汲取的电力量以及由于丢失电力所致的电力跳脱的机会减少。然而,由于可充电装置在此些情况下将不在充电,因此用户体验可受影响。因此,在某些实施例中,本文所描述的解析技术可改善用户体验。

[0104] 图9是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的实例性第一解析方法900的流程图。在方法900的操作框910中,可以对无线充电器702唯一的方式(例如,唯一地识别无线充电器702与其它无线充电器)改变由电力发射器710发射的电力信号(例如,带内前向信号)。在某些所述实施例中,控制器730可调制由电力发射器710发射的电力信号的振幅( $I_{tx}$ )。这些调制可具有充分低以便不影响电力发射但充分高以由可充电装置704检测的振幅。举例来说,这些调制的振幅可为由电力发射器710发射的电力信号的振幅( $I_{tx}$ )的0.1%与10%之间、0.5%与7%之间、1%与7%之间、3%与6%之间或4%与5%之间。所述调制可具有可由可充电装置704辨识的特定模式。调制模式当中的区别特征的实例包含(但不限于)调制模式的形状(例如,方波、正弦波、三角形波)、工作循环(例如,调制的“接通”时间对“断开”时间的百分比)、调制的频率、调制的振幅或深

度、曼彻斯特译码调制(例如,允许发射一系列识别位、或非零返回(NZR)译码调制(例如,允许发射一系列识别位)。

[0105] 在方法900的操作框920中,无线充电器702可从可充电装置704接收关于由可充电装置704接收的电力信号的信息。举例来说,无线充电器702(例如,PTU)可查询可充电装置704(例如,PRU)是否有关于由可充电装置704接收的电力信号的信息。从可充电装置704接收的信息可指示由可充电装置704接收的电力信号的变化(例如,调制振幅、调制模式、经编码识别位)。

[0106] 在方法900的操作框930中,无线充电器702可随后评估所述信息以确定可充电装置704是否在从无线充电器702或从另一无线充电器接收所发射的电力信号。举例来说,无线充电器702可确定可充电装置704(例如,PRU)是否真的在无线充电器702(例如,PTU)的垫上。在某些实施例中,由无线充电器702发射的电力信号是以第一变化模式发射,且评估所述信息包括将由可充电装置704接收的电力信号的第二变化模式与第一变化模式进行比较。在某些所述实施例中,无线充电器702执行信息的评估且可充电装置704仅报告由可充电装置704接收的电力信号的第二变化模式。在某些其它实施例中,可充电装置704可检测所接收的电力信号的第二变化模式(例如,通过测量所接收电压或电流),且可随后对照所存储的可接受变化模式集合比较所述第二变化模式。如果所述变化模式是可接受变化模式,那么可充电装置704可随后向无线充电器702报告指示已检测到哪一可接受变化模式的信号,且无线充电器702可随后将此报告变化模式与第一变化模式进行比较(例如,无线充电器702实际上发送的变化模式)。如果存在匹配,那么可证实连接。或者,如果使用曼彻斯特或NRZ编码,那么可充电装置704可将实际所接收位报告回到无线充电器702以用于与由无线充电器702实际上发送的位进行比较。如果存在匹配,那么可证实连接。

[0107] 或者,电力发射器710可恒定地发送经调制电力信号(例如,每当无线充电器702发射电力时调制发生而不是仅当其尝试解析交叉连接时发生)以始终唯一地识别电力发射器710。此第一解析技术可提供唯一地识别在无线充电器702上的可充电装置704的益处。此技术紧接在可充电装置704接通之后是最有用的;然而,这也是当被供电负载改变其负载(例如,通过启用电荷等)时的时间周期。因此,噪声可引入到测量或检测中且可造成错误拒绝条件。在某些实施例中,用于调制的任意复杂的代码可减少此些错误拒绝条件的概率。此技术还利用增加范围的 $V_{reg}$ (例如,在调节器之后的可充电装置704处的电压)或 $I_{reg}$ (例如,在调节器之后的可充电装置704处的电流)以适应发射器环路电流( $I_{tx}$ )的较宽范围,所述范围与发射器电力输出相关但不相同(例如,可调制 $I_{tx}$ 以发射前向信号)。 $V_{reg}$ 和 $I_{reg}$ 表示所接收的场的强度,且因此无线充电器702的电力的前向调制将在 $V_{reg}$ 和/或 $I_{reg}$ 的变化中见到。第一解析技术实际上是拒绝交叉连接的方法,而不是确保正确连接的方法。因此,在实例性“体育场”环境中,可花费大约52秒来实现解析的50%置信度。

[0108] 图10A是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第二解析方法1000的实例的流程图。在方法1000的操作框1010中,无线充电器702检测由于可充电装置704进入无线充电器702的无线充电场所致的无线充电场中的阻抗改变。在方法1000的操作框1020中,无线充电器702评估检测到的阻抗改变以确定检测到的阻抗改变是否具有预定属性。在方法1000的操作框1030中,无线充电器702在检测到具有预定属性的阻抗改变之后的第一预定时间周期期间接受来自可充电装置的带外通信信

号。

[0109] 在某些实施例中,无线充电器702的控制器730可经配置以检测由于可充电装置704进入无线充电场所致的无线充电场中的阻抗改变(例如,如由发射器谐振器测得)。评估预定属性的检测到的阻抗改变可包括将检测到的阻抗改变与预定阻抗改变(例如,预期指示可充电装置704进入无线充电器702的无线充电场的阻抗改变)进行比较。举例来说,如果检测到的阻抗改变大于预定量(例如, $j10$ ),那么检测到的阻抗改变可视为指示可充电装置704进入无线充电场(例如,正放置在无线充电器702上)。在某些实施例中,控制器730可允许无线充电器702在控制器730检测到大于预定量的无线充电场中的阻抗改变之后的第一预定时间周期(例如,1到10秒)期间接受来自可充电装置704的带外通信信号(例如,广告)。较短时间周期可提供较准确结果,但可增加无线充电器702由于阻抗改变和带外通信信号的时间未确切对准而将“错过”可充电装置704的可能性。以此方式,无线充电器702可拒绝控制器730未结合具有预定属性的阻抗改变而检测到的来自可充电装置704的带外通信信号。应注意,在此论述的阻抗改变可包括实数(电阻性)阻抗的改变、虚数(电抗性)阻抗的改变或两者。

[0110] 图10B是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第二解析方法1050的另一实例的流程图。方法1050可例如在其中阻抗改变可能并不足够可靠以始终由无线充电器702见到(例如,由于产生较小阻抗改变的较小可充电装置704)的配置中使用。在操作框1005中,无线充电器702可在控制器730未检测到阻抗改变之后的第二预定时间周期(例如,1到10秒)中并不接受带外通信信号(例如,广告)。在操作框1010中,检测阻抗改变,且在操作框1020中,评估检测到的阻抗改变是否具有预定属性(例如,大于 $0 \pm j10$ 的阻抗改变)。如果所述阻抗改变具有预定属性,那么在操作框1030中在检测到所述阻抗改变之后的第一预定时间周期(例如,1到10秒)期间接受带外通信信号。如果阻抗改变并不具有预定属性,那么在操作框1040中在检测到所述阻抗改变之后的第三预定时间周期(例如,1到10秒)期间接受带外通信信号,其中所述第三预定时间周期大于第一预定时间周期。以此方式,可快速辨识造成大的阻抗改变的大的可充电装置704。造成较小阻抗改变的小的可充电装置704可随后在第一预定时间周期之后辨识,且将潜在地通过常用的交叉连接算法过程。

[0111] 图11是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第三解析方法1100的实例的流程图。在操作框1110中,检测来自可充电装置704的负载脉冲,且在操作框1120中,检测来自可充电装置704的带外通信信号(例如,广告)。在操作框1130中,评估检测负载脉冲与检测带外通信信号之间的时间周期。在操作框1140中,如果所述时间周期小于预定时间周期,那么可发射对带外通信信号的响应。

[0112] 在某些实施例中,无线充电器702的控制器730经配置以检测来自可充电装置704的负载脉冲(例如,经阻抗调制反向链路或带内反向信号)且检测来自可充电装置704的带外通信信号(例如,广告)。如果负载脉冲和带外通信信号的检测之间的时间周期小于预定时间周期(例如,10ms、50ms、100ms、500ms、1秒),那么负载脉冲和带外通信信号可被认为是彼此同时的且可指示正从同一可充电装置704接收。举例来说,通过在发送带外通信信号(例如,广告)的同时发射负载脉冲可唯一地识别可充电装置704。

[0113] 控制器730可经配置以允许无线充电器702仅响应于伴随着负载脉冲或阶跃的广

告(例如,广告和负载脉冲是彼此同时的,或检测负载脉冲和广告之间的时间周期小于预定时间周期)。并不发送一致的广告和负载脉冲的可充电装置704因此由无线充电器702忽略。

[0114] 由于输出负载可为不可靠的,因此可提供额外负载以产生负载的保证增加。举例来说,因为此负载可为不可靠的,所以可利用额外负载,而不是仅开始对可充电装置进行充电且使可充电装置提供负载。在某些所述实施例中,可充电装置704可与无线充电器702唯一地配对。举例来说,参考如图7C示意性地说明的实例性可充电装置704,可充电装置704可包括经配置以产生负载脉冲的控制器735,所述负载脉冲经配置以由无线充电器702接收。

[0115] 在某些实施例中,无线充电器702连续地寻找广告和负载脉冲,例如单个负载脉冲/阻抗调制或用于阻抗调制的负载脉冲串/频调突发。在检测到广告和一致的负载脉冲(例如,广告和负载脉冲是彼此同时的,或广告和负载脉冲在彼此的预定时间周期内)之后,无线充电器702可即刻接受连接,可将可充电装置704置于接受的(例如,“此处”)可充电装置的列表上,且可开始对可充电装置704进行充电。如果无线充电器702遇见不具有同时广告的负载脉冲,那么可能是可充电装置704尚未经引导且还不能够发送广告。无线充电器702可通过为发射器谐振器供应标称充电电力电平(例如, $I_{tx\_start}$ )历时预定时间周期(例如,30秒)(例如,如果其处于电力节约模式)或通过停用其丢失电力算法(例如,如上文所描述)历时预定时间周期(例如,30秒)(例如,如果其处于电力传送模式)来进行响应。以此方式,无线充电器702可延长无线充电器702处于标称充电电力电平中或使其丢失电力算法停用的信标模式时间周期(例如,超过100ms),而无需等待带外通信信号(例如,广告)以允许可充电装置704有更多时间来引导且开始带外通信。如果无线充电器702遇见不具有同时负载脉冲的广告,那么其可通过在响应之前等待预定数目的广告(例如,10个广告或各自含有某个数目的广告(例如5个)的两个信标脉冲)而延迟。此条件可由太小而不能提供负载脉冲的可充电装置704或在另一无线充电器702的垫上的可充电装置704引起。所述延迟可允许可充电装置704驻留于其上的无线充电器702完成连接。

[0116] 在某些实施例中,无线充电器702可通过监视功率放大器(PA)电流来感测负载脉冲,所述PA电流是可经由模拟装置监视的连续感测输出。在某些其它实施例中,无线充电器702的AC电力感测子系统也可用以通过寻找发射器谐振器阻抗的改变而感测负载脉冲。AC电力感测子系统可比监视PA电流显著更准确。

[0117] 负载脉冲可由可充电装置704在负载的AC侧上或负载的DC侧上产生。对于负载脉冲的AC侧产生(例如,以谐振器与整流器之间(例如图2的块232与234之间)的AC侧调制方案产生阻抗调制),可使用与适当电容器串联的一个或两个FET以用可检测方式改变经调谐接收器电路的阻抗。可充电装置704可包括可能产生此阻抗改变的一或多个过电压FET(例如,在接收电路510的切换电路512中),或可使用在接收电路510中在别处的再一个或两个FET。所述FET可为低输出电容、低ESR FET。有利地,二极管可隔离 $V_{reg}$ 与AC区段,且因此 $V_{reg}$ 将不会被此信令“下拉”,进而允许由 $V_{reg}$ 供电的装置的正常操作。并且,由于改变复阻抗的能力,可能AC负载脉冲可更快(且因此对系统的较低扰动)且更稳健。此电路的实例包含(但不限于)带内信令传感器。

[0118] 对于负载脉冲的DC侧产生(例如,在整流器之后(例如在图2中的块234之后)以DC侧调制方案产生阻抗调制),可使用简单电路(例如,电阻器和NPN晶体管)。也可使用齐纳二极管和NPN晶体管,且它们可具有的优点是提供可能的最大DC负载而不会因为将DC电压拉

动到对于带外通信(例如,BLE)所需的最小值以下而造成跌落电压。高于由电阻器和存储电容器(例如,图2的电池236)形成的RC滤波器的频率的脉冲串可用以产生特定频率。额外频谱内容可帮助负载脉冲的识别。

[0119] 图12是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第四解析方法1200的实例的流程图。在操作框1210中,无线充电器702接收(例如,检测)带外通信信号。在操作框1220中,在接收到带外通信信号之后,无线充电器702(例如,控制器730)即刻与至少一个其它无线充电器通信。在操作框1230中,无线充电器702确定无线充电器702或所述至少一个其它无线充电器是否将连接到发送带外通信信号的可充电装置704。在某些实施例中,可比较来自接收到带外通信信号的各种无线充电器的接收信号强度指示(RSSI)测量值,且具有最大RSSI测量值的无线充电器可连接到可充电装置。举例来说,如果两个无线充电器702接收到同一广告,那么这两者可彼此通信且比较它们各自在带外链路中接收的RSSI测量值。具有最大RSSI电力电平的无线充电器702是被允许连接到可充电装置704的无线充电器。

[0120] 另外,以上解析方法的任何组合可用以促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接。举例来说,信号指示符(例如,例如RSSI)和如上文所描述的大于阈值的阻抗改变的检测的组合可用以拒绝或接受通信请求。另外,根据本文所描述的原理预期以上解析方法的其它组合。

[0121] 图13是根据本文所描述的某些实施例的促进避免与无线充电器通信的可充电装置的交叉连接的第五解析方法1300的实例的流程图。在操作框1310中,无线充电器702接收(例如,检测)来自可充电装置704的通信信号。在一方面中,来自可充电装置704的通信信号可为如上文所描述的例如蓝牙广告的带外信号或另一种类型的信号。在操作框1320,无线充电器702(例如)如上文参考图10A和10B所描述检测无线充电场中的阻抗改变。

[0122] 在操作框1330,无线充电器702基于通信信号的第一属性和阻抗改变的第二属性而确定无线充电器702或至少一个其它无线充电器是否将连接到可充电装置(例如,无线充电器702或至少一个其它无线充电器是否将接受来自可充电装置的通信信号)。举例来说,无线充电器702可如上文所描述测量从可充电装置704接收的通信信号的RSSI且可确定所述RSSI是否高于阈值(例如,第一属性)。此外,无线充电器702可确定阻抗改变的量且确定阻抗改变的量是否高于阈值(例如,第二属性)。无线充电器702可在RSSI高于阈值且阻抗改变高于阈值的情况下建立与发送通信信号的可充电装置704的通信链路。此外,无线充电器702可在RSSI高于阈值且在接收到通信信号之前或之后的第一时间周期(例如,某一阈值时间周期)内接收的阻抗移位高于阈值的情况下确定建立通信链路。无线充电器702可基于这些中的一者或两者确定接受通信。

[0123] 以上描述的方法的各种操作可由能够执行所述操作的任何适当装置(例如,各种硬件和/或软件组件、电路和/或模块)执行。大体上,各图所说明的任何操作可由能够执行所述操作的对应功能装置执行。

[0124] 可使用各种不同技艺和技术中的任一者来表示信息和信号。例如,可通过电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或或其任何组合来表示在以上描述中始终参考的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片。

[0125] 结合本文揭示的实施例所描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可实

施为电子硬件、计算机软件,或两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的此可互换性,上文已大体上关于其功能性而描述了各种说明性组件、块、模块、电路及步骤。此类功能性是实施为硬件还是软件取决于特定应用及施加于整个系统的设计约束。可针对每一特定应用以不同方式来实施所描述的功能性,但此类实施方案决策不应被解释为会导致脱离本发明的实施例的范围。

[0126] 可使用以下各者来实施或执行结合本文中所揭示的实施例而描述的各种说明性块、模块和电路: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)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件,或其经设计以执行本文所描述的功能的任何组合。通用处理器可以为微处理器,但在替代方案中,处理器可以为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合,例如,DSP与微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP核心的一个或一个以上微处理器,或任何其它此类配置。

[0127] 结合本文中所揭示的实施例而描述的方法或算法和函数的步骤可直接体现在硬件、由处理器执行的软件模块或所述两者的组合中。如果实施于软件中,则可将功能作为一个或多个指令或代码而存储在有形的非暂时计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体进行传输。软件模块可驻留在随机存取存储器(RAM)、快闪存储器、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、可装卸式磁盘、CD ROM或所属领域中已知的任何其它形式的存储媒体中。存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息及将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可与处理器成一体式。如本文所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软性磁盘及蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式复制数据,而光盘用激光以光学方式复制数据。上文的组合也应包括在计算机可读媒体的范围内。处理器及存储媒体可驻留在ASIC中。ASIC可驻留于用户终端中。在替代例中,处理器和存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0128] 为了概述本发明的目的,本文已描述了本发明的某些方面、优点以及新颖特征。应了解,根据本发明的任何特定实施例,未必可以实现全部此类优点。因此,可以按照如本文所教导来实现或优化一个优点或一组优点而不一定实现本文可能教导或建议的其它优点的方式来体现或实施本发明。

[0129] 将容易了解对上述实施例的各种修改,且可在不脱离本发明的精神或范围的情况下将本文定义的一般原理应用到其它实施例。因此,本发明并不希望限于本文所展示的实施例,而应被赋予与本文所揭示的原理和新颖特征相一致的最广泛范围。

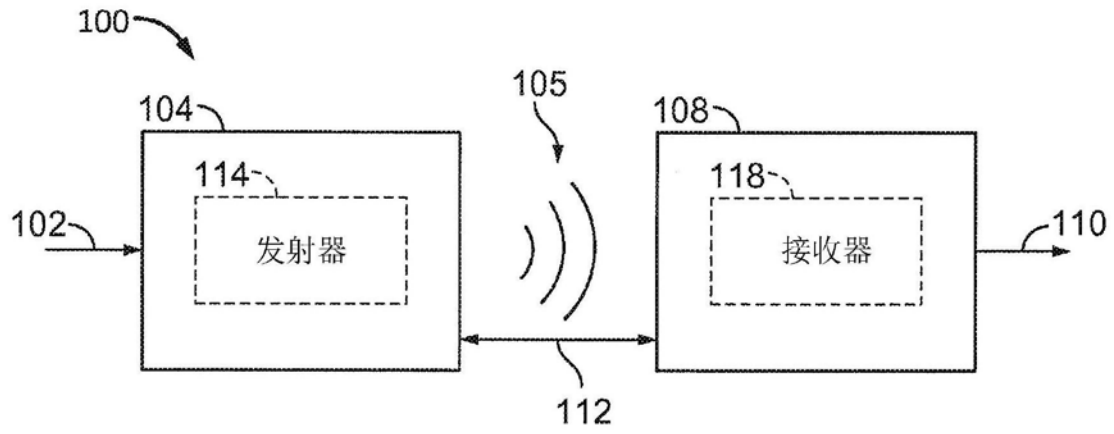


图1

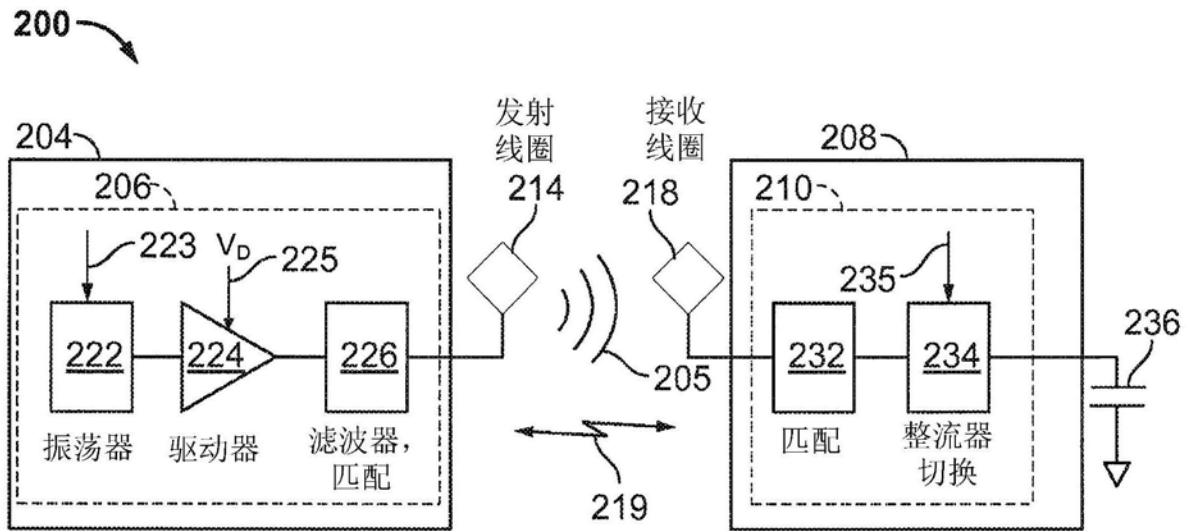


图2

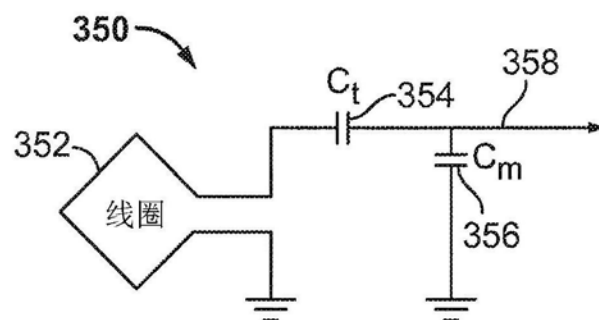


图3

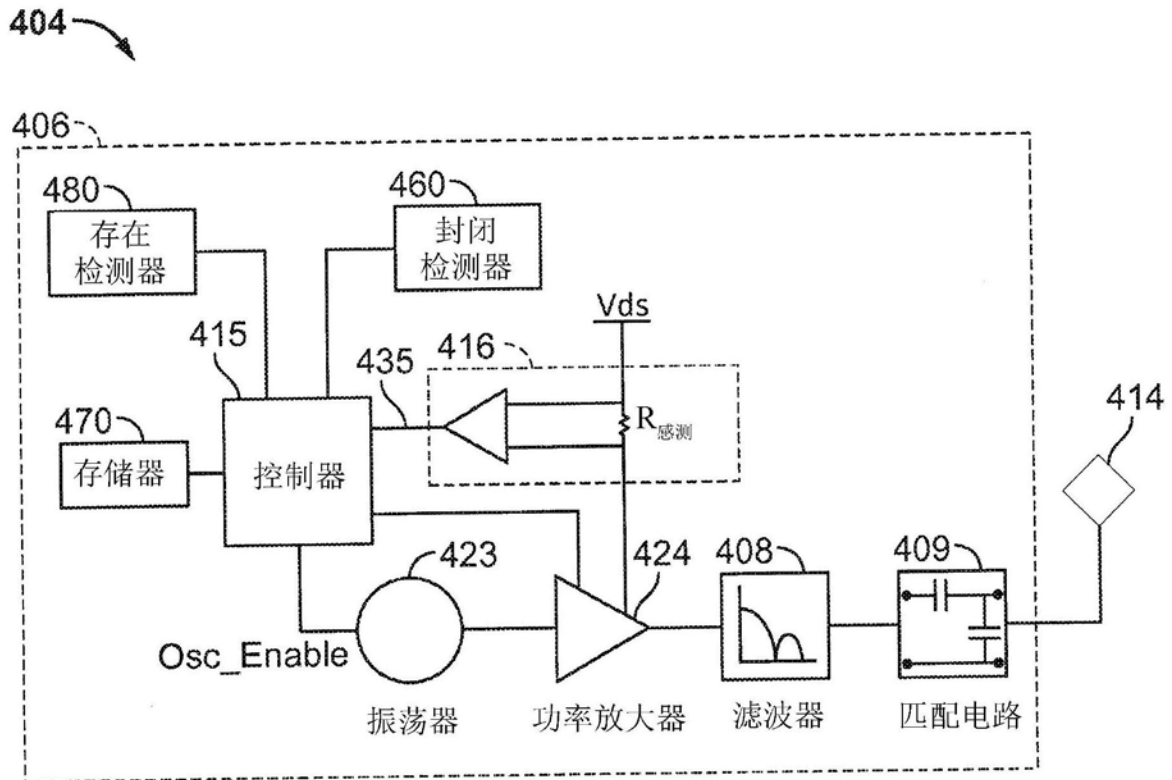


图4

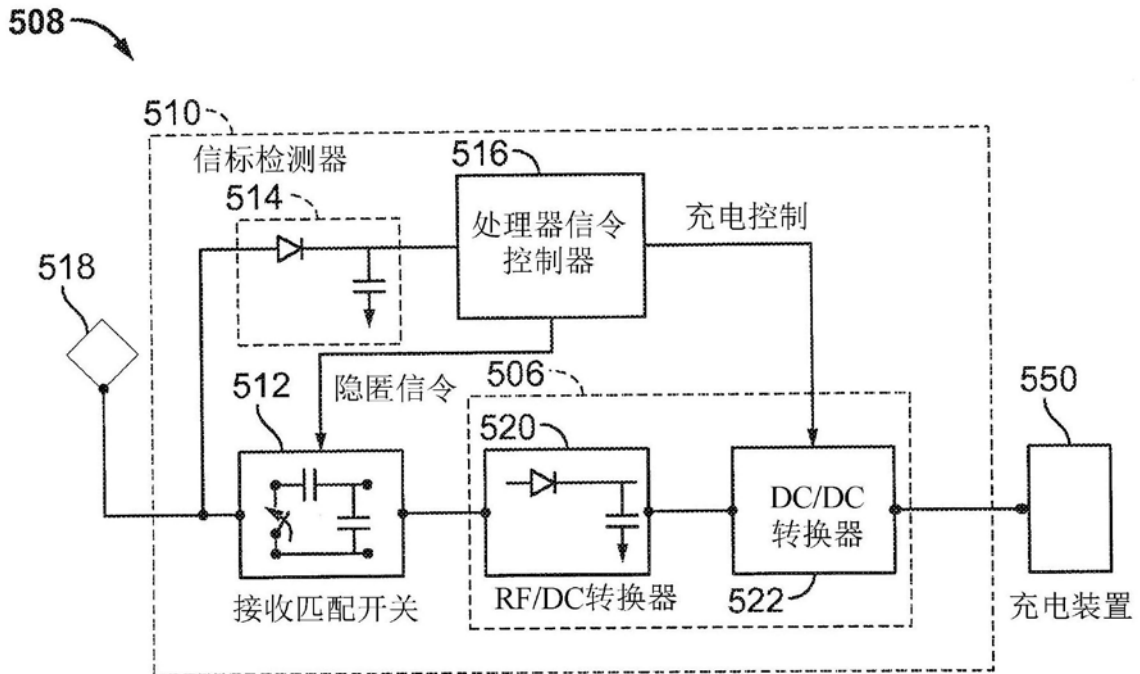


图5



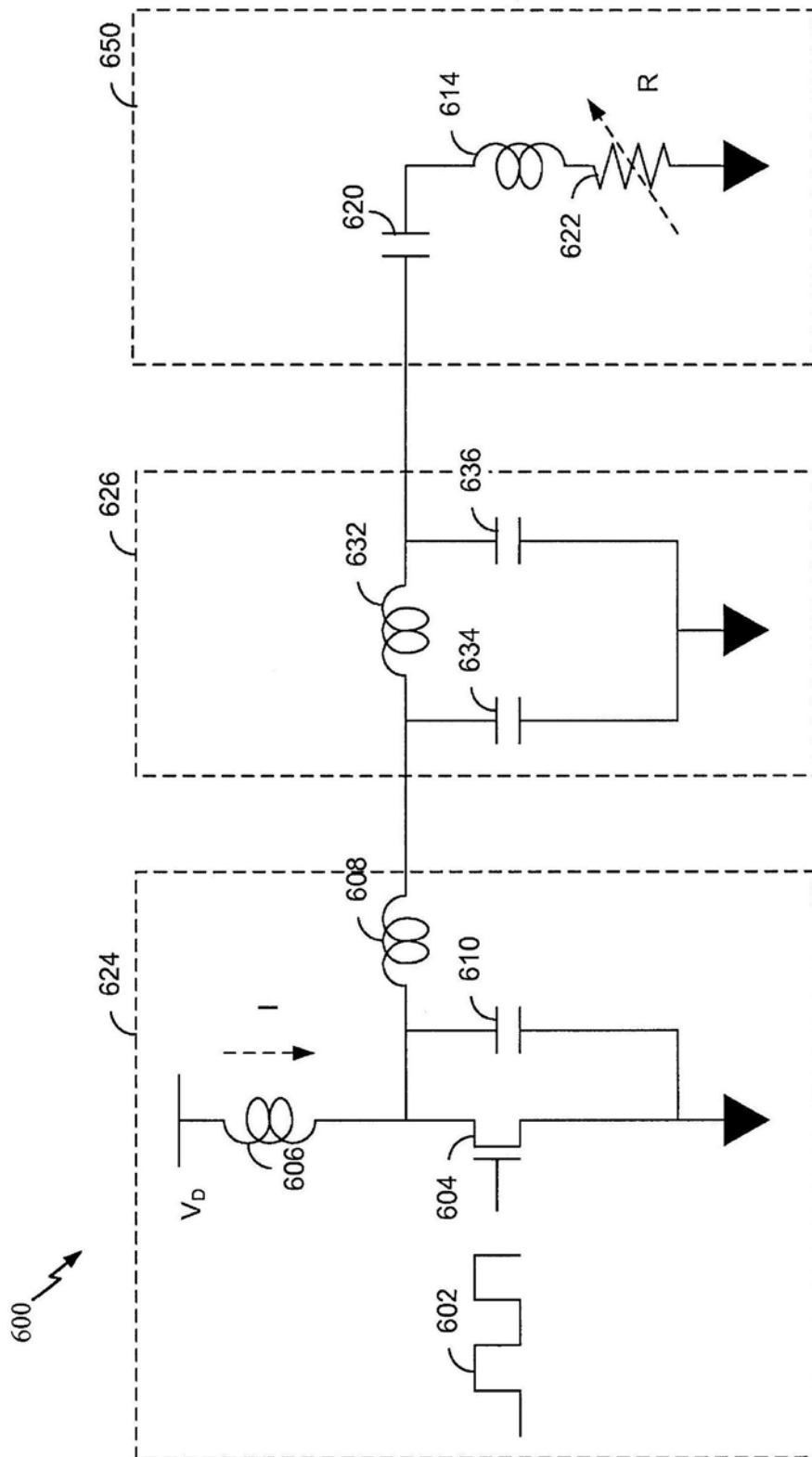


图6

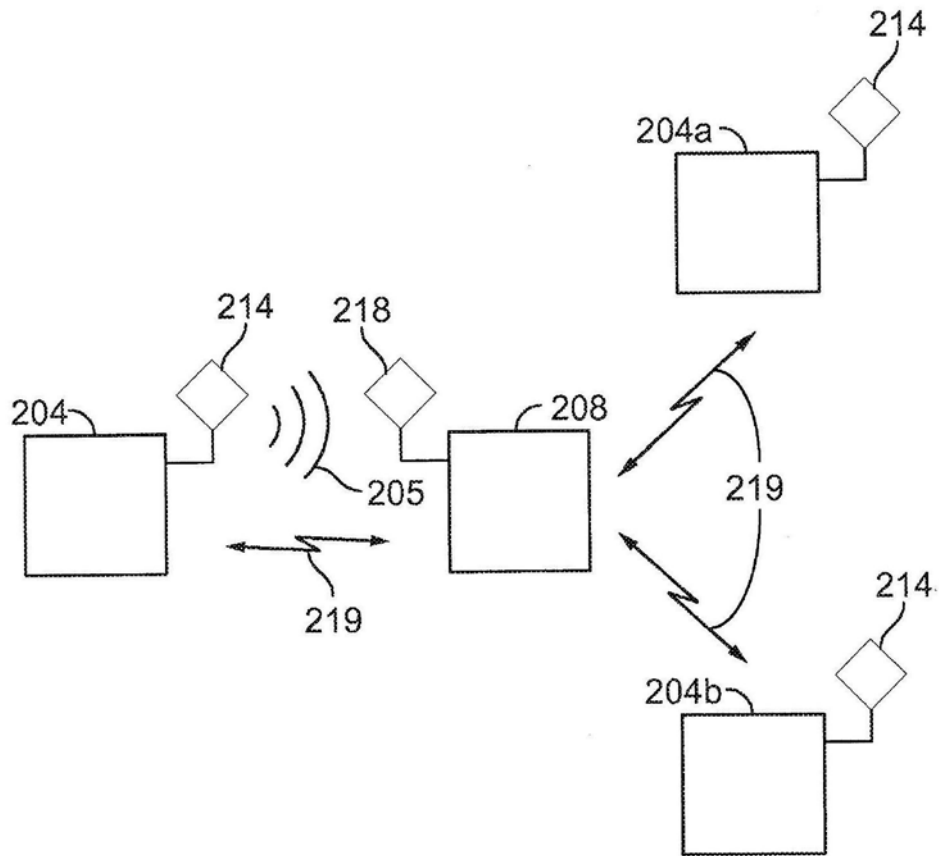


图7A

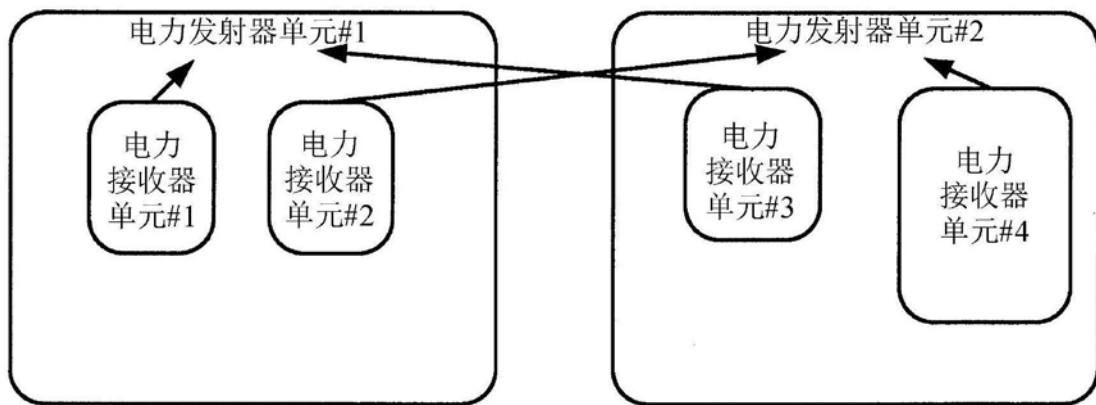


图7B

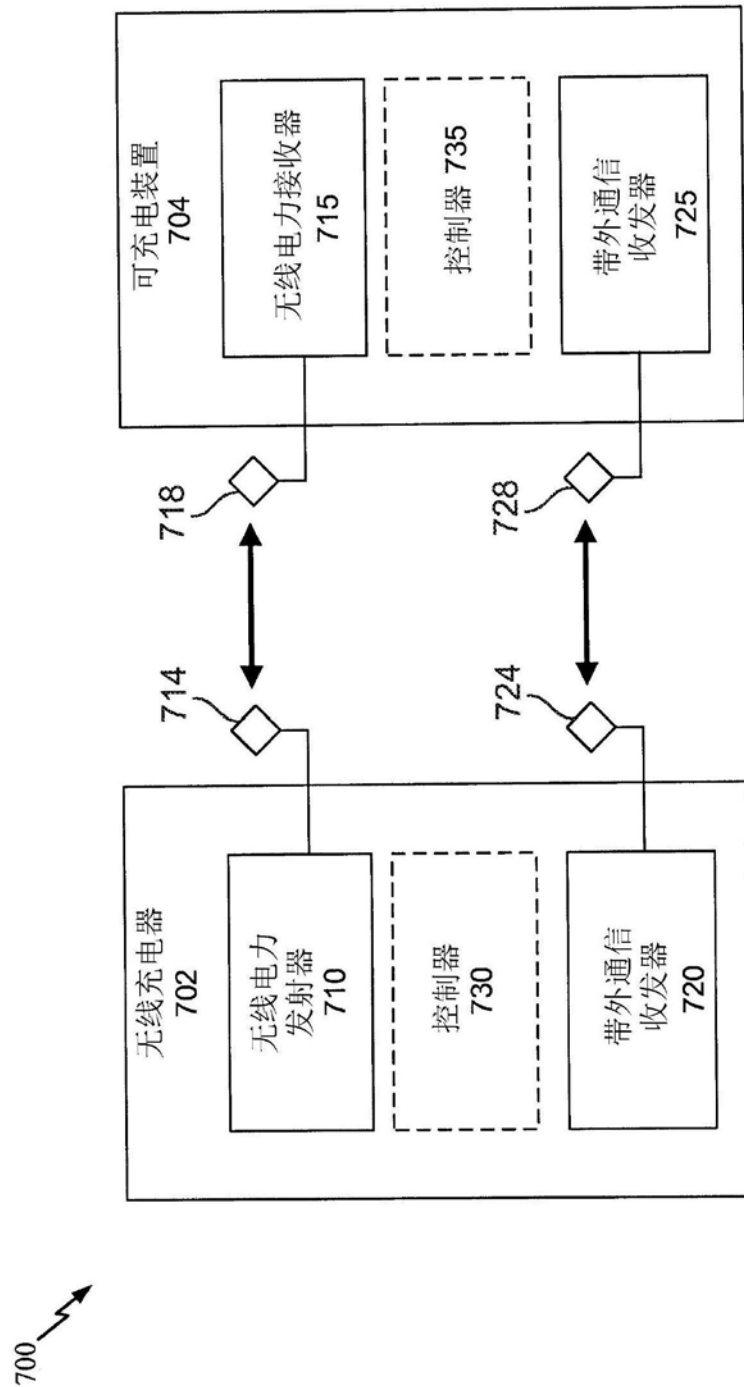


图7C

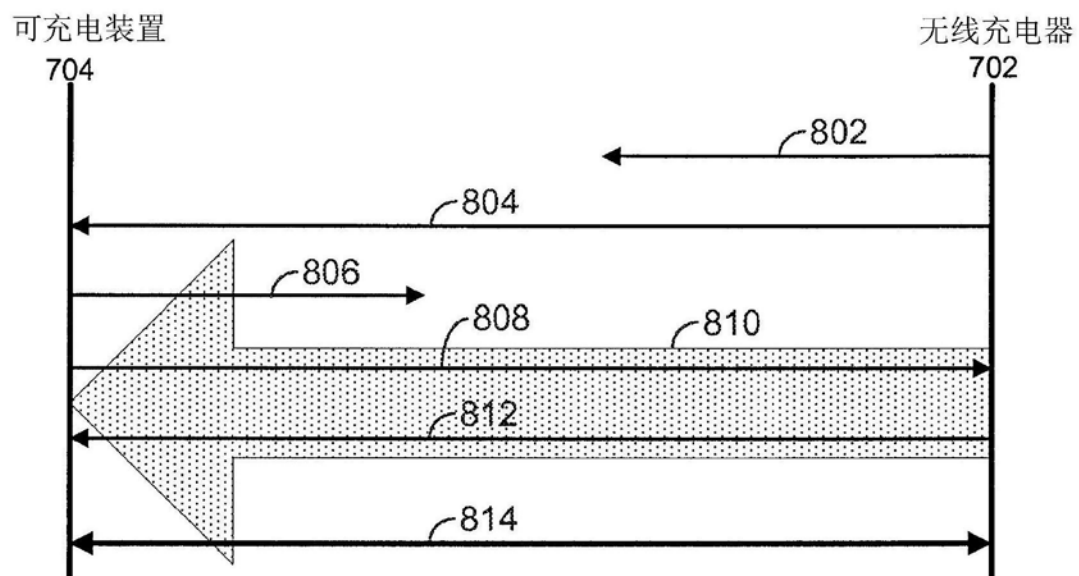


图8

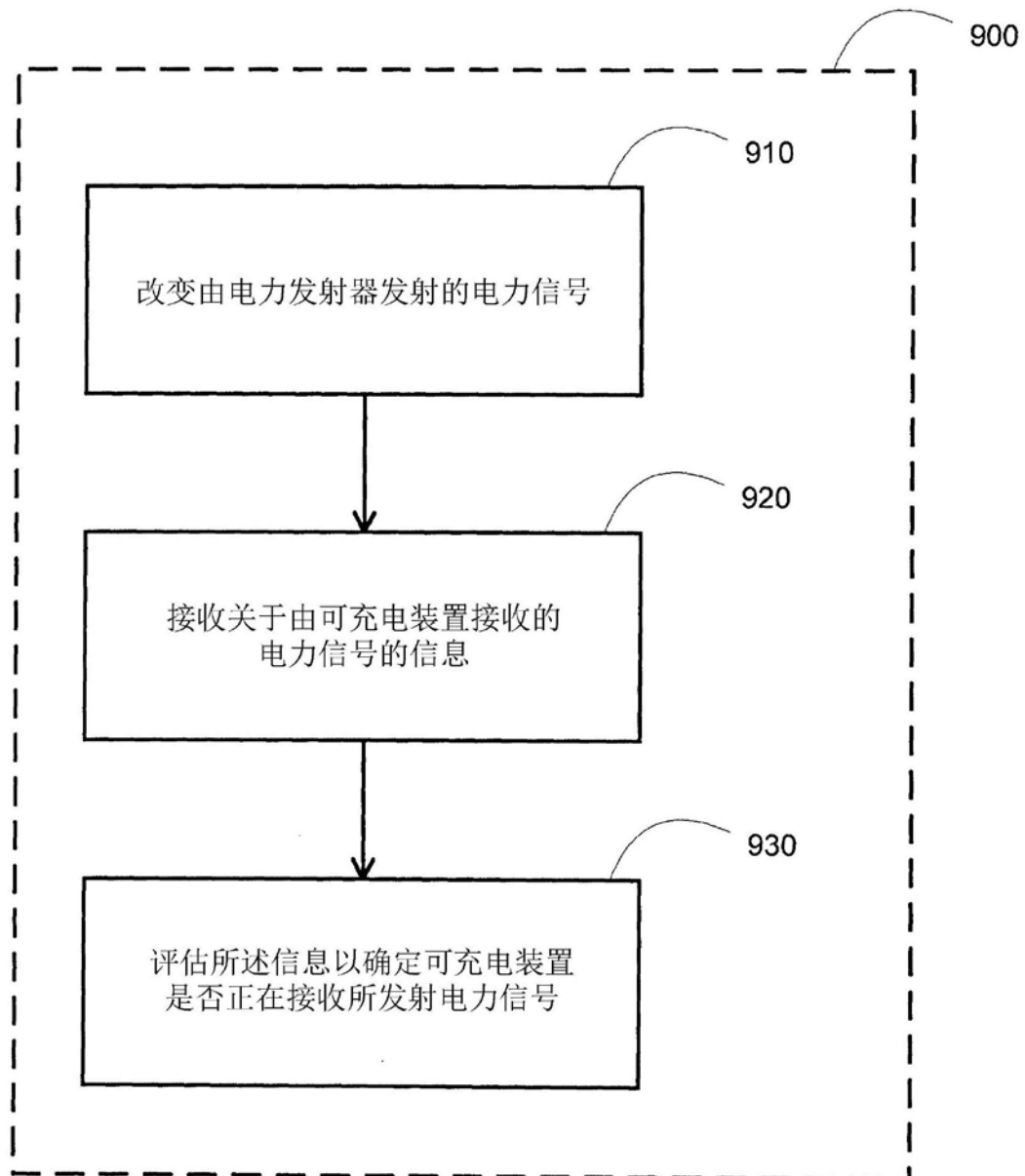


图9

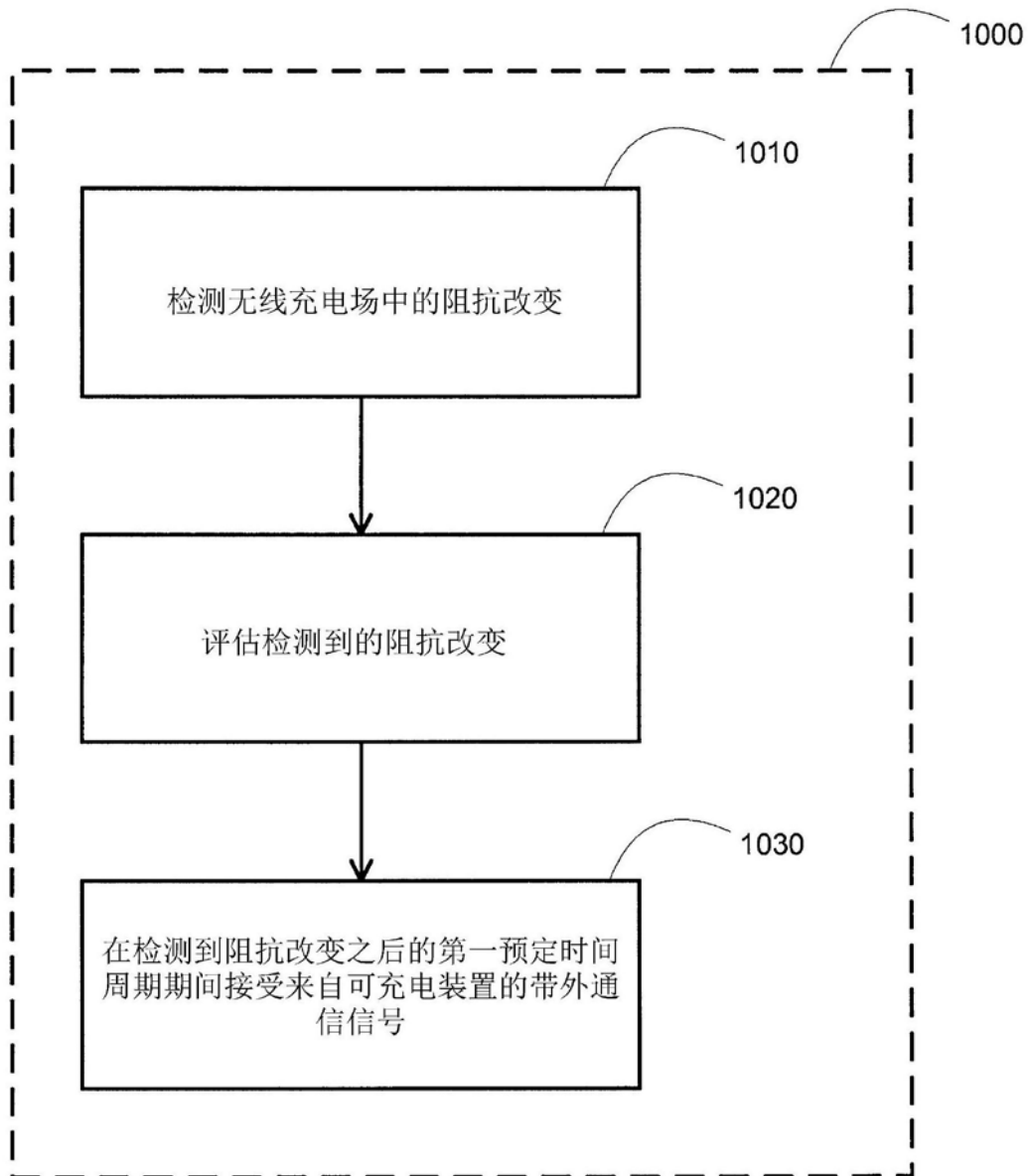


图10A

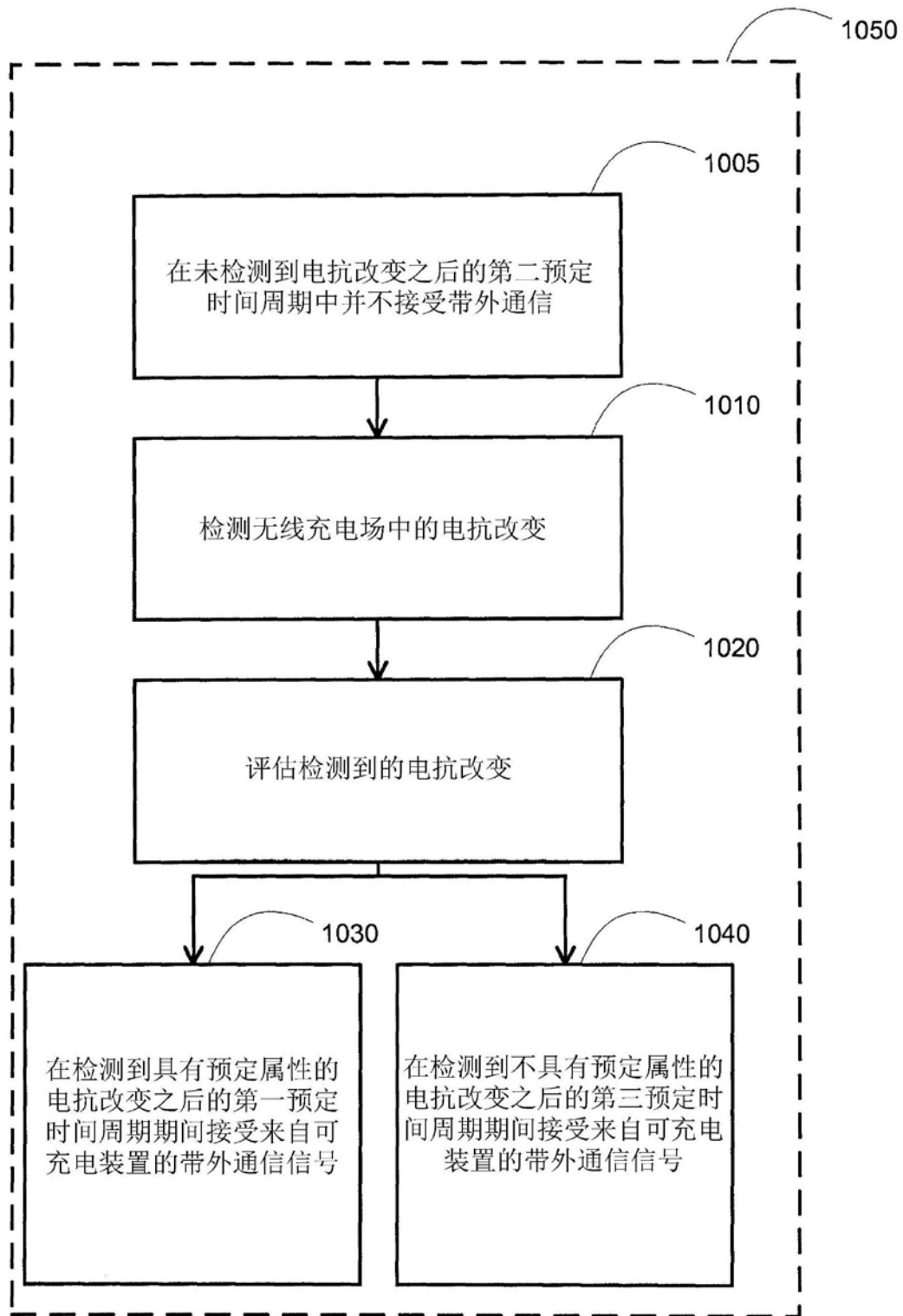


图10B

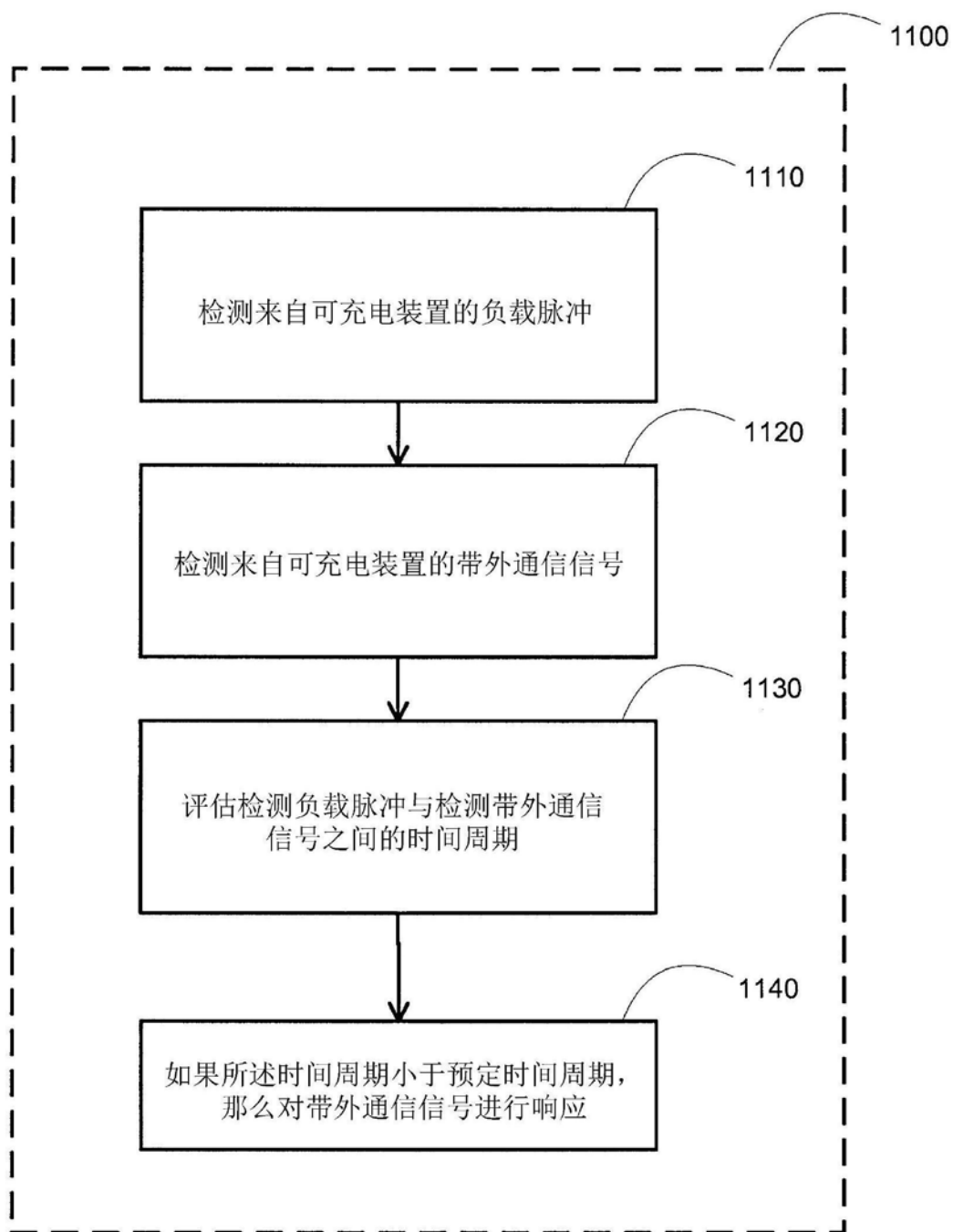


图11



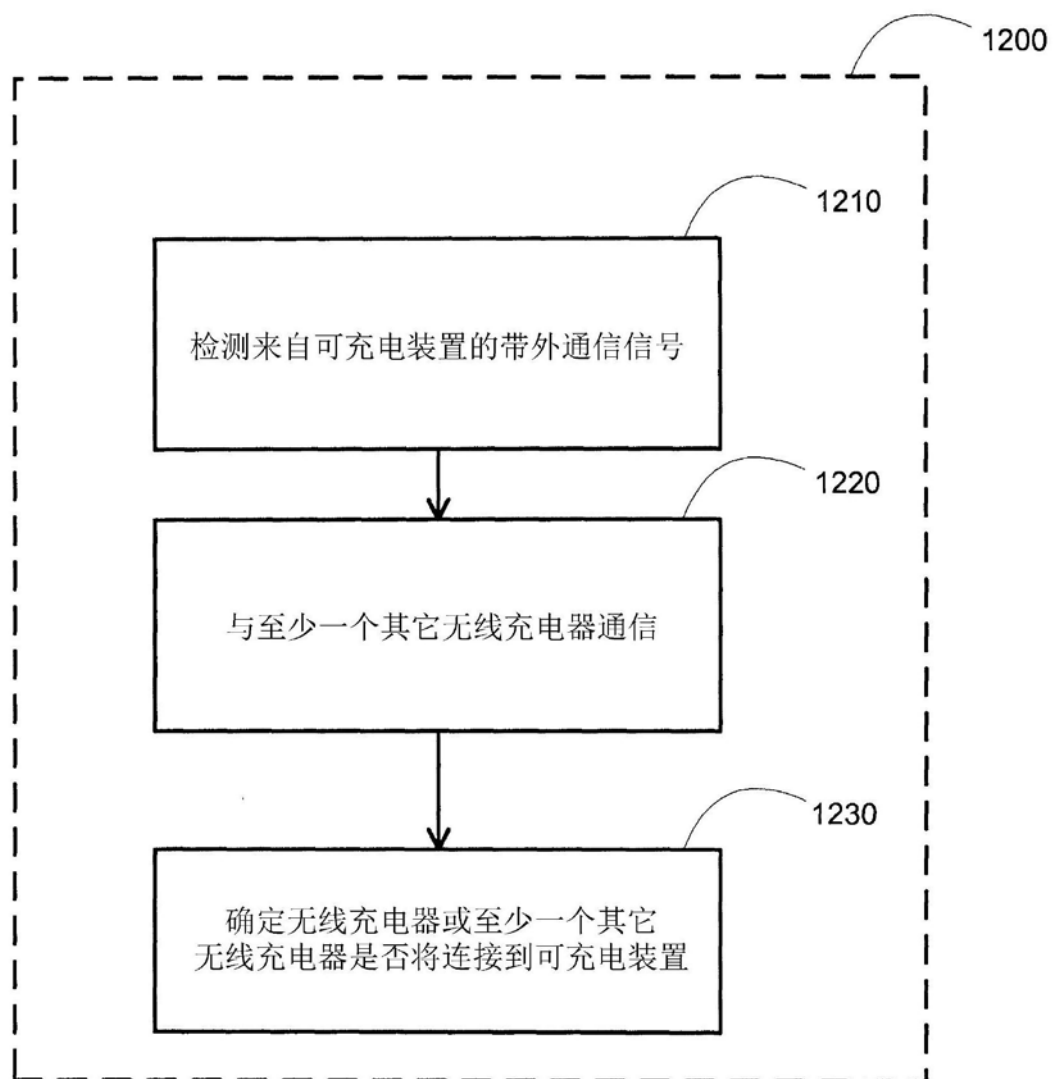


图12

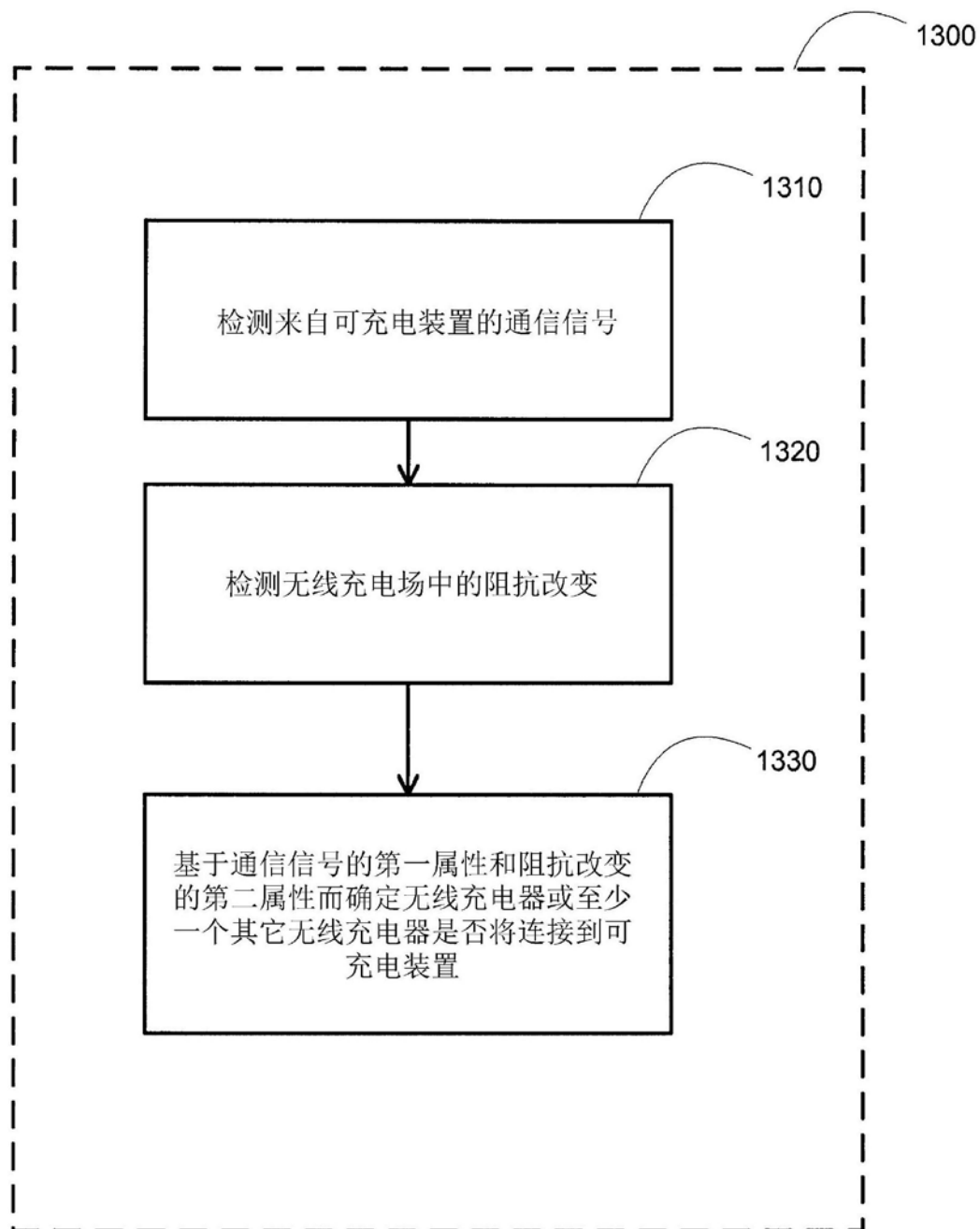


图13