(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107408448 B
(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201580077115.3
(22)申请日 2015.12.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107408448 A
(43)申请公布日 2017.11.28
(30)优先权数据
14/584,061 2014.12.29 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.08.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/067291 2015.12.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/109316 EN 2016.07.07
(73)专利权人 艾诺格思公司
地址 美国加利福尼亚
(72)发明人 迈克尔·A·利布曼
格雷戈里·斯科特·布雷维尔
(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 马芬 姚开丽
(51)Int.Cl.
H01F 27/42(2006.01)
(56)对比文件
US 2013178253 A1,2013.07.11,全文.
CN 102292896 A,2011.12.21,全文.
US 2013293423 A1,2013.11.07,全文.
CN 102860037 A,2013.01.02,全文.
CN 103380561 A,2013.10.30,全文.
审查员 李素娟

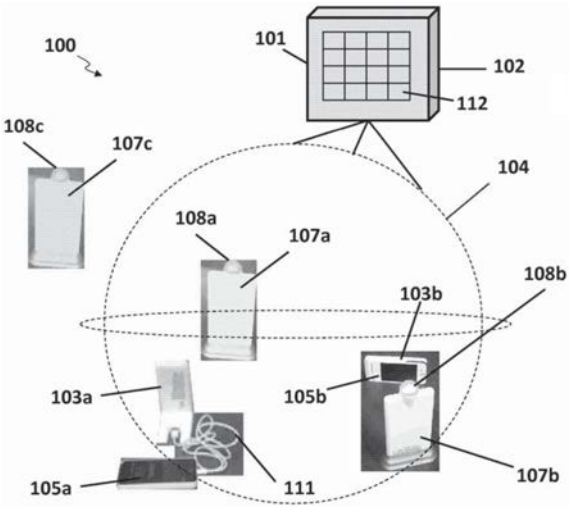
权利要求书3页 说明书69页 附图63页

(54)发明名称

用于无线电能传输的系统及方法

(57)摘要

本文中所描述的实施例包括发射机,其发射电能传输信号(例如,射频(RF)信号波)以创建三维能量袋。至少一个接收机可被连接或集成到电子设备中并且从能量袋中接收电能。发射机可以使用通信介质(例如,蓝牙技术)在三维空间中定位至少一个接收机。发射机生成波形以在该至少一个接收机中的每一个周围创建能量袋。发射机使用算法来定向、聚焦以及控制三维波形。接收机可以将传输信号(例如,RF信号)转换成电能用于对电子设备供电。因此,用于无线电能传输的实施例使得能够在不需要电线的情况下对多个电子设备供电以及充电。



CN 107408448 B

1.一种用于无线电能传输的方法,该方法包括:

包括通信部件、多个天线和控制器的发射机:

经由所述通信部件从耦接到第一接收机上的第一电子设备接收第一控制信号,所述第一控制信号包括用于识别所述第一电子设备的位置的信息;以及

经由所述通信部件从耦接到第二接收机上的第二电子设备接收第二控制信号,所述第二控制信号包括用于识别所述第二电子设备的位置的信息;

所述发射机的控制器(i)为所述第一电子设备分配所述发射机的多个天线中的第一分组并(ii)为所述第二电子设备分配所述多个天线中的第二分组,其中,所述天线的第一分组与第二分组不同;

所述发射机的控制器:

根据所述第一控制信号确定用于将电能传输信号传送至所述第一电子设备的第一组有效特征,所述第一组有效特征包括方向、相位、增益或振幅中的一个或多个;以及

根据所述第二控制信号确定用于将电能传输信号传送至所述第二电子设备的第二组有效特征,所述第二组有效特征包括方向、相位、增益或振幅中的一个或多个;以及

经由所述多个天线中的第一分组使用所述第一组有效特征将第一电能传输信号传送至所述第一电子设备的位置;以及

经由所述多个天线中的第二分组使用所述第二组有效特征将第二电能传输信号传送至所述第二电子设备的位置。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述传送包括:

分别经由所述多个天线中的第一分组和所述多个天线中的第二分组基本上同时传送所述第一电能传输信号和所述第二电能传输信号。

3.根据权利要求1所述的方法,其中:

在所述第一控制信号后,接收所述第二控制信号;以及

在为所述第一电子设备分配所述天线的第一分组后,为所述第二电子设备分配所述天线的第二分组。

4.根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

所述发射机从所述第一接收机接收基于所述第一电能传输信号的第一电压电平数据;以及

响应于基于所述第一电压电平数据确定在所述第一接收机处接收的功率小于最大值,所述发射机的控制器调整所述第一电能传输信号的相位。

5.根据权利要求1所述的方法,所述方法还包括:

所述发射机从所述第二接收机接收基于所述第二电能传输信号的第一电压电平数据;

所述发射机使用调整后的相位值按照从所述多个天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式向所述第二接收机传送第三电能传输信号;

所述发射机从所述第二接收机接收基于所述第三电能传输信号的第二电压电平数据;以及

基于比较所述第一电压电平数据与所述第二电压电平数据来确定是否使用所述第二组有效特征或所述调整后的相位值将电能传输信号传送至所述第二电子设备的位置。

6.根据权利要求5所述的方法,其中:

所述发射机对来自所述天线的第二分组的所述第一电压电平数据和所述第二电压电平数据进行比较；

当确定所述第一电压电平数据大于所述第二电压电平数据时，按照从所述天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式连续传送所述第一电能传输信号；以及

当确定所述第二电压电平数据大于所述第一电压电平数据时，按照从所述天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式传送所述第三电能传输信号。

7.根据权利要求1所述的方法，其中，所述多个天线是平板天线、贴片天线或偶极子天线。

8.根据权利要求1所述的方法，其中，所述多个天线配置成在大约900MHz、2.5GHz或5.8GHz的频带内工作。

9.根据权利要求1所述的方法，其中，所述多个天线中的每个天线为垂直极化、水平极化、圆极化、左旋极化或右旋极化。

10.根据权利要求1所述的方法，其中，所述第一电能传输信号和所述第二电能传输信号为选自包括以下各项的分组的类型：电磁波、超声波和磁共振。

11.一种用于无线电能传输的系统，所述系统包括发射机，所述发射机包括：

多个天线，配置成传送电能传输信号；

通信部件，配置成：

从耦接到第一接收机上的第一电子设备接收第一控制信号，所述第一控制信号包括用于识别所述第一电子设备的位置的信息，以及

从耦接到第二接收机上的第二电子设备接收第二控制信号，所述第二控制信号包括用于识别所述第二电子设备的位置的信息；

控制器，可操作地耦接到所述通信部件与用于控制所述多个天线的电路，所述控制器配置成：

(i)为所述第一电子设备分配所述发射机的多个天线中的第一分组并(ii)为所述第二电子设备分配所述多个天线中的第二分组，其中，所述天线的第一分组与第二分组不同；

所述发射机的控制器：

根据所述第一控制信号确定用于将电能传输信号传送至所述第一电子设备的第一组有效特征，所述第一组有效特征包括方向、相位、增益或振幅中的一个或多个；以及

根据所述第二控制信号确定用于将电能传输信号传送至所述第二电子设备的第二组有效特征，所述第二组有效特征包括方向、相位、增益或振幅中的一个或多个；以及

经由所述多个天线中的第一分组使用所述第一组有效特征将第一电能传输信号传送至所述第一电子设备的位置；以及

经由所述多个天线中的第二分组使用所述第二组有效特征将第二电能传输信号传送至所述第二电子设备的位置。

12.根据权利要求11所述的系统，其中，所述发射机还配置成：

分别经由所述多个天线中的第一分组和所述多个天线中的第二分组基本上同时传送所述第一电能传输信号和所述第二电能传输信号。

13.根据权利要求11所述的系统，其中，所述发射机还配置成：

在所述第一控制信号后，接收所述第二控制信号；以及

在为所述第一电子设备分配所述天线的第一分组后，为所述第二电子设备分配所述天线的第二分组。

14.根据权利要求11所述的系统，其中，所述发射机还配置成：

从所述第一接收机接收基于所述第一电能传输信号的第一电压电平数据；以及

响应于基于所述第一电压电平数据确定在所述第一接收机处接收的功率小于最大值，调整所述第一电能传输信号的相位。

15.根据权利要求11所述的系统，其中，所述发射机还配置成：

从所述第二接收机接收基于所述第二电能传输信号的第一电压电平数据；

使用调整后的相位值按照从所述多个天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式向所述第二接收机传送第三电能传输信号；

从所述第二接收机接收基于所述第三电能传输信号的第二电压电平数据；以及

基于比较所述第一电压电平数据与所述第二电压电平数据来确定是否使用所述第二组有效特征或所述调整后的相位值将电能传输信号传送至所述第二电子设备的位置。

16.根据权利要求15所述的系统，其中，所述发射机还配置成：

对来自所述天线的第二分组的所述第一电压电平数据和所述第二电压电平数据进行比较；

当确定所述第一电压电平数据大于所述第二电压电平数据时，按照从所述天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式连续传送所述第一电能传输信号；以及

当确定所述第二电压电平数据大于所述第一电压电平数据时，按照从所述天线的第二分组中的第一天线到所述第二电子设备的位置的方式传送所述第三电能传输信号。

17.根据权利要求11所述的系统，其中，所述多个天线是平板天线、贴片天线或偶极子天线。

18.根据权利要求11所述的系统，其中，所述多个天线配置成在大约900MHz、2.5GHz或5.8GHz的频带内工作。

19.根据权利要求11所述的系统，其中，所述多个天线中的每个天线为垂直极化、水平极化、圆极化、左旋极化或右旋极化。

20.根据权利要求11所述的系统，其中，所述第一电能传输信号和所述第二电能传输信号为选自包括以下各项的分组的类型：电磁波、超声波和磁共振。

用于无线电能传输的系统及方法

[0001] 相关交叉引用

[0002] 本申请为于2013年5月10日提交的题为“Methodology For Pocket-Forming (袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.13/891,430的部分接续申请,其要求于2012年10月31日提交的题为“Scalable Antenna Assemblies For Power Transmission(用于电能传输的可伸缩天线组件)”的美国临时专利申请No. 61/720,798、于2012年7月6日提交的题为“Receivers For Wireless Power Transmission(用于电能传输的接收机)”的美国临时专利申请No.61/668,799 和于2012年7月31日提交的题为“Transmitters For Wireless Power Transmission (用于无线电能传输的发射机)”的的美国临时专利申请No.61/677,706的优先权,上述申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0003] 本申请为于2013年6月24日提交的题为“Methodology for Multiple Pocket-Forming(多袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.13/925,469的部分接续申请,该申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0004] 本申请为于2013年7月19日提交的题为“Method for 3Dimensional Pocket-Forming(三维袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.13/946,082的部分接续申请,该申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0005] 本申请为于2013年5月10日提交的题为“Receivers For Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的接收机)”的美国非临时专利申请No. 13/891,399的部分接续申请,其要求于2012年10月31日提交的题为“Scalable Antenna Assemblies For Power Transmission(用于电能传输的可伸缩天线组件)”的美国临时专利申请No.61/720,798、于2012年7月6日提交的题为“Receivers For Wireless Power Transmission(用于电能传输的接收机)”的美国临时专利申请No.61/668,799以及于2012年7月31日提交的题为“Transmitters For Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的发射机)”的美国临时专利申请No. 61/677,706的优先权,上述申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0006] 本申请为于2013年5月10日提交的题为“Transmitters for Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的发射机)”的美国非临时专利申请No. 13/891,445的部分接续申请,其要求于2012年10月31日提交的题为“Scalable Antenna Assemblies For Power Transmission(用于电能传输的可伸缩天线组件)”的美国临时专利申请No.61/720,798、于2012年7月6日提交的题为“Receivers For Power Transmission(用于电能传输的接收机)”的美国临时专利申请No. 61/668,799以及于2012年7月31日提交的题为“Transmitters For Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的发射机)”的美国临时专利申请No. 61/677,706的优先权,上述申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0007] 本申请为于2013年6月25日提交的题为“Wireless Power Transmission with Selective Range(具有可选择范围的无线电能传输)”的美国非临时专利申请No. 13/926,020的部分接续申请,该申请的全部内容以整体引用的方式并入本申请中。

[0008] 本申请为于2014年5月23日提交的题为“Enhanced Transmitter for Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的增强型发射机)”的美国非临时专利申请No.14/286,243的部分接续申请,该申请以整体引用的方式并入本申请中。

[0009] 本申请涉及于2014年12月27日提交的题为“Receivers for Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的接收机)”的美国非临时专利申请No. 14/583.625、于2014年12月27日提交的题为“Methodology For Pocket-Forming (袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.14/583,630、于2014年12月27 日提交的题为“Transmitters for Wireless Power Transmission(用于无线电能传输的发射机)”的美国非临时专利申请No.14/583,634、于2014年12月27日提交的题为“Methodology for Multiple Pocket-Forming(多袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.14/583,640、于2014年12月27日提交的题为“Wireless Power Transmission with Selective Range(具有可选择范围的无线电能传输)”的美国非临时专利申请No.14/583,641以及于2014年12月27日提交的题为“Method for 3Dimensional Pocket-Forming(三维袋形成方法)”的美国非临时专利申请No.14/583,643,上述申请以整体引用的方式并入本申请中。

技术领域

[0010] 本申请总体上涉及无线电能传输。

背景技术

[0011] 诸如智能手机、平板电脑、笔记本电脑以及其他电子设备之类的便携式电子设备已成为我们互相通信与交互的每日所需。这些电子设备的频繁使用会需要大量的电能,这很容易耗尽附接到这些设备上的电池。因此,用户经常需要将设备插入电源,对该设备重新充电。这可能需要给电子设备一天至少充一次电、或者给高需求的电子设备一天充不止一次电。

[0012] 上述活动可能是枯燥的并且会造成用户的负担。例如,可能会要求用户携带充电器,以防他的电子设备电能不足。此外,用户必须找到可以连接的可用电源。最后,用户必须将充电器插在墙上或其他电源以能够给他的或她的电子设备充电。然而,这种活动会致使电子设备在充电期间无法进行操作。

[0013] 目前对上述问题的解决方案可以包括具有可充电电池的设备。然而,上述提及的方法要求用户携带额外的电池,并还要确保该额外的电池组已充电。太阳能电池充电器也是已知的,然而,太阳能电池价格昂贵,并且需要大的太阳能电池阵列给任何大容量的电池充电。其他方法包括衬垫或垫子,其使得能够在不需要将设备的插头物理地连接到电插座的情况下通过使用电磁信号给设备充电。在这种情况下,仍然需要在一段时间内将设备放置在特定的位置处以对该设备进行充电。假设电磁(EM)信号为单源电能传输,则EM信号功率在距离r上以与$1/r^2$成正比的因子减小,换言之,信号功率以与距离的平方成比例的方式衰减。因此,在与EM发射机相距较大距离处接收到的功率是所发射的功率中的一小部分。为了增大接收信号的功率,必须提高发射功率。假设发射信号在离EM发射机三厘米处具有有效的接收率,那么要在三米的有效距离上接收相同的信号功率就需要将发射功率提高10000倍。由于大部分能量将被传输而不是被预期的设备接收,因此这种电能传输是浪费

的，它对活体组织是有害的，它很可能会干扰附近的大多数电子设备，并且它可能会作为热量耗散。

[0014] 在诸如定向电能传输的又一方法中，通常需要知道设备的位置以能够将信号指向正确的方向，从而增强电能传输效率。然而，即使在已对设备定位的情况下，由于物体在路径或接收设备附近中的反射和干扰，仍然不能保证有效传输。此外，在许多使用情况下，设备不是固定的，这增加了难度。

发明内容

[0015] 本文中所描述的实施例包括发射机，其发射电能传输信号(例如，射频(RF) 信号波)以创建三维能量袋。至少一个接收机可以被连接到或集成到电子设备中并从能量袋中接收电能。发射机可以使用通信介质(例如，蓝牙技术)在三维空间中定位该至少一个接收机。发射机生成波形以在该至少一个接收机中的每一个周围创建能量袋。发射机使用算法来定向、聚焦(focus)以及控制三维波形。接收机能够将传输信号(例如，RF信号)转换成电，用于给电子设备供电和/或用于给电池充电。因此，用于无线电能传输的实施例可以使得能够在不需要电线的情况下给多个电子设备供电以及充电。

[0016] 在一实施例中，一种用于传输无线电能的方法可包括：发射机从耦接到第一接收机上的第一电子设备接收第一通信信号，该第一通信信号包括与第一电子设备相关联的位置；发射机给第一电子设备分配多个天线；发射机以第一相位按照从多个天线中的第一天线到所述第一电子设备的位置的方式向第一接收机传送第一电能传输信号；发射机从第一接收机接收基于第一电能传输信号的电压电平数据；发射机以第二相位按照从第一天线到第一电子设备的位置的方式向第一接收机传送第二电能传输信号；发射机从接收机接收基于第二电能传输信号的电压电平数据；发射机从耦接到第二接收机上的第二电子设备接收第二通信信号，该第二通信信号包括与第二电子设备相关联的第二位置；发射机将多个天线分成第一分组和第二分组；以及发射机给第一电子设备分配多个天线的第一分组，给第二电子设备分配多个天线的第二分组。

[0017] 在另一实施例中，发射机可以包括：从耦接到第一接收机上的第一电子设备接收第一通信信号，该第一通信信号包括与第一电子设备相关联的位置；给第一电子设备分配多个天线；以第一相位按照从多个天线中的第一天线到所述第一电子设备的位置的方式向第一接收机传送第一电能传输信号；从第一接收机接收基于第一电能传输信号的电压电平数据；以第二相位按照从所述第一天线到所述第一电子设备的位置的方式向第一接收机传送第二电能传输信号；从接收机接收基于第二电能传输信号的电压电平数据；从耦接到第二接收机上的第二电子设备接收第二通信信号，该第二通信信号包括与第二电子设备相关联的第二位置；将多个天线分成第一分组和第二分组；以及给第一电子设备分配多个天线钟的第一分组，给第二电子设备分配多个天线中的第二分组。

[0018] 实施例的附加特征和优点将在下面的描述中进行阐述，并且部分将根据以下描述变得明显。本发明的目的和其他优点将通过在说明书及其权利要求以及附图中的示例性实施例中特别指出的结构来实现并达到。

[0019] 应该理解的是，上文的大概描述以及下文的详细描述是示例性且解释性的，并且意在提供对所保护的本发明的进一步解释。

附图说明

[0020] 参照示意性且不按比例绘制的附图，通过示例对本申请的非限制性实施例进行描述。除非背景技术另有说明，否则附图表示本申请的各个方面。

[0021] 图1示出了根据示例性实施例的系统概述；

[0022] 图2示出了根据示例性实施例的无线电能传输的步骤；

[0023] 图3示出了根据示例性实施例的用于无线电能传输的架构；

[0024] 图4示出了根据示例性实施例的通过使用袋形成过程进行无线电能传输的系统的部件；

[0025] 图5示出了根据示例性实施例给多个接收机设备供电的步骤；

[0026] 图6A示出了用于具有选择范围的无线电能传输的可以统一为单个波形的波形；

[0027] 图6B示出用于具有选择范围的无线电能传输的可以统一为单个波形的波形；

[0028] 图7示出了可以沿发射机的各个半径(radii)产生多个能量袋的具有选择范围的无线电能传输；

[0029] 图8示出了可以沿发射机的各个半径产生多个能量袋的具有选择范围的无线电能传输；

[0030] 图9A和图9B示出了根据示例性实施例的用于给客户计算平台无线充电的架构图；

[0031] 图10A示出了根据示例性实施例的通过使用多袋形成进行的无线电能传输；

[0032] 图10B示出了根据示例性实施例的多个自适应的袋形成；

[0033] 图11示出了根据示例性实施例的用于给客户端设备无线充电的系统架构图；

[0034] 图12示出了根据示例性实施例的用于使用天线元件来确定接收机位置的方法；

[0035] 图13A示出了根据示例性实施例的阵列子集配置；

[0036] 图13B示出了根据示例性实施例的阵列子集配置；

[0037] 图14示出了根据示例性实施例的平板(flat)发射机；

[0038] 图15A示出了根据示例性实施例的发射机；

[0039] 图15B示出了根据示例性实施例的盒式发射机；

[0040] 图16示出了根据示例性实施例的用于将发射机并入不同设备的架构图；

[0041] 图17示出了根据示例性实施例的发射机配置；

[0042] 图18A示出了根据示例性实施例的与天线元件并联连接的多个整流器；

[0043] 图18B示出了根据示例性实施例的与整流器并联连接的多个天线元件；

[0044] 图19A示出了根据示例性实施例的与并联整流器结合并连接到并联整流器的多个天线元件；

[0045] 图19B示出了根据示例性实施例的连接到不同整流器的多个天线元件的分组；

[0046] 图20A示出了根据示例性实施例的具有嵌入式接收机的设备；

[0047] 图20B示出了根据示例性实施例的具有嵌入式接收机的电池；

[0048] 图20C示出了根据示例性实施例的可附接到设备的外部硬件；

[0049] 图21A示出了根据示例性实施例的以壳体形式的硬件；

[0050] 图21B示出了根据示例性实施例的以印制膜或柔性印制电路板形式的硬件；

[0051] 图22示出了根据示例性实施例的内部硬件；

[0052] 图23示出了根据示例性实施例的具有可以电源插头的便携式发射机，该电源插头

可将便携式无线发射机连接到一个或多个电源插座；

[0053] 图24示出了根据示例性实施例的发射机，其中多个插头将便携式无线发射机连接到电源和/或电适配器；

[0054] 图25示出了根据示例性实施例的无线电能传输系统，其中发射机可以包括在激活时可以创建至少一个能量袋的按钮；

[0055] 图26示出了根据实施例的可以用于无线电能传输的增强的无线电能发射机的框图；

[0056] 图27示出了根据实施例的可以耦接到专用接收射频集成电路(RFIC)上的天线元件的发射机布置；

[0057] 图28示出了根据实施例的在增强的无线电能发射机中的专用接收RFIC的框图；

[0058] 图29示出了根据示例性实施例的用于包括三个发射机的无线电能系统的部件级实施例；

[0059] 图30示出了根据示例性实施例的包括在两个不同房间中的两个发射机的无线电能传输系统；

[0060] 图31示出了根据示例性实施例的包括在两个不同房间中的插进灯插座的两个发射机的无线电能传输系统；

[0061] 图32示出了根据示例性实施例的用作接收机并嵌入智能手机壳内的内部硬件；

[0062] 图33示出了根据示例性实施例的用于给一个或多个电子设备无线供电或充电的接收机的框图；

[0063] 图34示出了根据示例性实施例的在无线电能传输期间可以在接收机中实施的电能变换过程；

[0064] 图35示出了根据示例性实施例的系统架构图；

[0065] 图36示出了根据示例性实施例的包括发射机和无线接收机的无线电能网络的示例性实施例；

[0066] 图37示出了根据实施例的无线电能传输系统网络；

[0067] 图38示出了根据示例性实施例的无线电能传输系统架构；

[0068] 图39示出了根据示例性实施例的可在其中操作实施方式中的一个或多个实施例的示例性计算设备；

[0069] 图40示出了根据示例性实施例的用于使用自适应三维(3-D)袋形成技术来传输无线能量的无线能量传输系统；

[0070] 图41示出了根据示例性实施例的配对过程的流程图；

[0071] 图42示出了根据示例性实施例的未配对过程的流程图；

[0072] 图43示出了根据示例性实施例的追踪和定位流程图；

[0073] 图44A示出了根据示例性实施例的手机接收机以低效率接收电荷和/或电能的无线电能传输；

[0074] 图44B示出了根据示例性实施例的手机接收机以低效率接收电荷和/或电能的无线电能传输；

[0075] 图45示出了根据示例性实施例的充电请求过程的流程图；

[0076] 图46示出了根据实施例的可被发射机的微控制器利用来验证需要无线电能传输

的设备的示例例程(route)；

[0077] 图47示出了根据实施例的可被发射机的微控制器利用来给在例程中事先验证的设备传送电能的示例例程；

[0078] 图48示出了根据示例性实施例的在可进一步将电能重定向到其他接收设备的便携式垫子上创建至少一个能量袋的发射机；

[0079] 图49A示出了根据示例性实施例的包括可用于在至少一个接收设备上建立用于生成能量袋的所需位置的追踪器的无线电能传输系统；

[0080] 图49B示出了根据示例性实施例的包括可用于在至少一个接收设备上建立用于生成能量袋的所需位置的追踪器的无线电能传输；

[0081] 图50示出了根据示例性实施例的包括可在多个个接收设备上建立用于生成能量袋的所需位置的追踪器的无线电能传输；

[0082] 图51示出了根据示例性实施例的一种用于自动分配天线阵列子集以同时给两个或更多个客户端设备供电的方法的流程图；

[0083] 图52示出了根据示例性实施例的可被系统管理GUI初始化的无线电能管理软件利用来命令系统对一个或多个客户端设备充电的示例例程的流程图；

[0084] 图53示出了根据实施例的在无线电能传输系统中使用时分复用(TDM) 方法对多个客户端设备供电的过程的流程图；

[0085] 图54示出了根据示例性实施例的用于调整分配给无线电能接收机的天线数量以使得从无线电能发射机到接收机的电能传输更加平衡的过程的流程图；

[0086] 图55A示出了根据示例性实施例的可用于无线电能传输的发射机的框图；

[0087] 图55B示出了根据示例性实施例的可用在发射机中的平板天线阵列的示例性图示；

[0088] 图56A示出了根据示例性实施例的其中所有天线可在5.8GHz处工作的单一阵列；

[0089] 图56B示出了根据示例性实施例的其中天线元件的上半部分可在5.8GHz 处工作而下半部分可在2.4GH处工作的成对阵列；

[0090] 图56C示出了根据示例性实施例的可虚拟地将每个天线元件分开以避免无线电能传输期间的功率损耗的四方阵列；

[0091] 图57示出了根据示例性实施例的描绘了在无线电能传输中使用TDM的情况下通信信道随时间的示例性分布的表格；

[0092] 图58示出了根据一些实施例的在无线电能接收机和无线电能发射机之间的示例性潜在(potential)交互的图表；

[0093] 图59示出了根据示例性实施例的作为无线电能传输系统架构的一部分的无线电能接收机和无线电能发射机的示例性潜在交互的图表；

[0094] 图60示出了根据示例性实施例的总体上示出了用于向设备传送无线电能的示例性方法的流程图；

[0095] 图61示出了根据示例性实施例的总体上示出了用于监测传送给设备的无线电能的示例性方法的流程图；

[0096] 图62示出了根据示例性实施例的用于在无线电能传输系统中监测电池性能的方法的流程图；

[0097] 图63示出了根据示例性实施例的用于监测电池性能的方法的序列图;以及

[0098] 图64示出了根据示例性实施例的用于基于规定的健康安全环境来禁止客户端设备从无线电能传输系统接收电能的方法的流程图。

具体实施方式

[0099] 此处参照附图中示出的形成本文一部分的实施例来详细描述本公开。在不脱离本公开的精神或范围的情况下,可以使用其他实施例和/或可以进行其他改变。在详细说明中描述的说明性实施例并不是对本申请体现的主题的限制。此外,在不脱离本发明的精神或范围的情况下,可以对本申请中所描述的实施例进行组合以形成附加实施例。

[0100] 现将参照附图中示出的示例性实施例,并且本申请将使用特定的词语来描述相同的元件。然而,应该理解的是,这并不不意图限制本发明的范围。本申请示出的为相关技术领域且知晓本公开的技术人员所知的创造性特征的变化和进一步修改以及本发明的原理的附加应用应该被视为在本发明的范围内。

[0101] I.用于无线电能传输的系统及方法

[0102] A.系统组成实施例

[0103] 图1示出了用于通过形成能量袋104来进行无线电能传输(wireless power transmission)的系统100。系统100可以包括发射机101、接收机103、客户端设备105以及袋检测器107。发射机101可发射电能传输信号,电能传输信号包括可以被接收机103捕获的电能传输波。接收机103可以包括天线、天线元件以及其他电路(稍后详述),其可以将所捕获的波转换成与接收机103相关联的客户端设备105可使用的电能源。在一些实施例中,发射机101可以通过控制电能传输波的相位、增益和/或其他波形特征、和/或通过选择不同的发射天线来沿一个或多个轨迹发射由电能传输波组成的电能传输信号。在这样的实施例中,发射机101可以控制电能传输信号的轨迹以使底层的电能传输波汇聚到空间中一位置处,从而导致特定形式的干涉。在电能传输波汇聚处生成的一类干涉“相长干涉(constructive interference)”可以是由电能传输波的汇聚而导致的使得它们叠加在一起并加强在该位置处集中的能量的能量场,相反地,以彼此相减并使该位置处集中的能量减少的方式叠加在一起的干涉被称为“相消干涉 (destructive interference)”。在相长干涉时累积足够的能量可以建立能量场或“能量袋(pocket of energy)”104,假设接收机103的天线被配置为在电能传输信号的频率上工作,则可以通过天线获取该能量袋。因此,电能传输波在接收机103可以接收、获取该电能传输波以及将该电能传输波转换成可用电能的空间中的位置处建立能量袋104,该可用电能可为相关联的电子客户端设备105 供电或充电。检测器107可以是包括接收机103的设备,该设备能够响应于接收电能传输信号产生通知或警报。作为示例,搜索接收机103的最佳位置以给用户的客户端设备105充电的用户可以使用包括LED灯108的检测器107,LED 灯108可以在检测器107从单个波束或能量袋104中捕获到电能传输信号时发光。

[0104] 1.发射机

[0105] 发射机101可向与设备105相关联的接收机103发射或传播电能传输信号。尽管下文提及的几个实施例将电能传输信号描述为射频(RF)波,但是应该理解的是,电能传输信号可以是能够通过空间传播并且能够被转换成电能量的来源103的物理介质。发射机101可

以发射如定向在接收机103处的单个波束的电能传输信号。在一些情况中，一个或多个发射机101可以发射沿多个方向扩散并且可以从物理障碍物(例如墙壁)偏转的多个电能传输信号。该多个电能传输信号可以在三维空间中的一位置处汇聚，形成能量袋104。在能量袋104边界内的接收机103可以捕获电能传输信号并将其转换成可用的能量源。发射机101可以基于对电能传输信号的相位调整和/或相对幅度调整来控制袋形成，以形成相长干涉图样。

[0106] 尽管示例性实施例引用了对RF波传输技术的使用，但无线充电技术并不应该被限制为RF波传输技术。相反应该理解的是，可能的无线充电技术可以包括用于给接收机传送能量并将所传送的能量转换成电力的的任何数量的替代或附加技术。针对通过接收设备转换成电力的能量的非限制示例性传输技术可以包括:超声波、微波、谐振和感应磁场、激光、红外线或其他形式的电磁能。在超声波的情况中，例如，可以将一个或多个换能器元件放置成使得形成向接收超声波并将其转换成电力的接收设备发射超声波的换能器阵列。在谐振或感应磁场的情况中，磁场在发射机线圈中被创建并通过接收机线圈转换成电力。此外，尽管将示例性发射机101显示为包括潜在的多个发射机(发射机阵列) 的单个单元，但是针对本段中提及的RF电能传输方法和其他电能传输方法两者发射机阵列还能够包括在房间周围物理分散而不是位于紧凑规则结构中的多个发射机。

[0107] 发射机包括天线阵列，在该天线阵列中，天线用于发送电能传输信号。每个天线发送电能传输波，其中发射机对从不同天线发射的信号施加不同的相位和幅度。与能量袋的形成类似，发射机可以形成待发送信号的延迟版本的相控阵列，然后给该信号的延迟版本施加不同的振幅，随后从合适的天线发送信号。对诸如RF信号、超声波、微波或其他波之类的正弦波形而言，使信号延迟类似于给该信号施加相移。

[0108] 2.能量袋

[0109] 能量袋104可以在由发射机101发射的电能传输信号的相长干涉图样的位置处形成。能量袋104可以表现为三维场，该三维场中的能量可以被位于能量袋104内的接收机103获取。发射机101在袋形成期间产生的能量袋104可以被接收103获取、转换成电荷、然后被提供给与接收机103(例如笔记本电脑、智能手机、可充电电池)相关联的电子客户端设备105。在一些实施例中，可以存在多个发射机101和/或给各个客户端设备105供电的多个接收机103。在一些实施例中，自适应袋形成可以对电能传输信号的传输进行调整以调节电能等级(power level)和/或识别设备105的移动。

[0110] 3.接收机

[0111] 接收机103可以用于给相关联的客户端设备105供电或充电，客户端设备 105可以是耦接到或与接收机103集成的电气设备。接收机103可以从源自一个或多个发射机101的一个或多个电能传输信号中接收电能传输波。接收机103 可以接收由发射机101产生的单个波束的电能传输信号、或者接收机103可以从能量袋104中获取电能传输波，该能量袋104可以是空间中的由一个或多个发射机101产生的多个电能传输波的汇聚而产生的三维场。接收机103可以包括天线阵列112，天线阵列112配置成从电能传输信号接收电能传输波以及从单个波束或能量袋104的电能传输信号中获取能量。接收机103可以包括将电能传输信号(例如，射频电磁辐射)的能量转换成电能的电路。接收机103的整流器可以将电能从AC(Alternating current，交流)转换为DC(Direct current，直流)。也可以应用其他类型的调节器。例如，电压调节电路可以增大或减小客户端设备105所需的电能的电压。然后，继电

器可以将电能从接收器103传递到客户端设备105。

[0112] 在一些实施例中，接收机103可以包括通信部件，该通信部件向发射机101 传送控制信号以实时或近实时地交换数据。控制信号可以包含有关客户端设备 105、接收机103的状态信息或电能传输信号。例如，状态信息可以包括设备 105当前的位置信息、所接收到的电荷量、所用的电荷量和用户账户信息以及其他类型的信息。此外，在一些应用中，可以将包括整流器的接收机103集成到客户端设备105中。出于实用目的，接收机103、电线111以及客户端设备 105可以为包含在单个封装中的单个单元。

[0113] 4.控制信号

[0114] 在一些实施例中，控制信号可以用作各个天线元件使用的数据输入，该数据输入负责控制电能传输信号的产生和/或袋形成。控制信号可以通过使用外部电源(未示出)和在某些情况中可包括使用压电材料的本地振荡芯片(未示出) 由接收机103或发射机101产生。控制信号可以是RF波或能够在处理器之间传递数据的任何其他通信介质或协议，诸如蓝牙®、RFID、红外线、近场通信 (NFC)。如稍后将详细描述的，控制信号可以用来在发射机101和接收机103 之间传递用来调整电能传输信号的信息，并包含涉及状态、效率、用户数据、电能消耗、计费、地理位置的信息和其他类型的信息。

[0115] 5.检测器

[0116] 检测器107可以包括类似于接收机103的硬件，该硬件可以使检测器107 能够接受源自一个或多个发射机101的电能传输信号。用户可以使用检测器107 来识别能量袋104的位置，使得用户可以确定接收机103的优选参数。在一些实施例中，检测器107可以包括当检测器被放置在能量袋104内时进行指示的指示灯108。作为示例，在图1中，检测器107a、107b位于由发射机101生成的能量袋104内，由于检测器107a、107b正在接收能量袋104的电能传输信号，因而可触发检测器107a、107b打开它们各自的指示灯108a、108b；然而，因为位于能量袋104外侧的第三检测器107c没有从发射机101接收电能传输信号，所以关闭第三检测器107c的指示灯108c。应该理解的是，替代性实施中，还可以将检测器的诸如指示灯之类的功能集成到接收机或者客户端设备中。

[0117] 6.客户端设备

[0118] 客户端设备105可以是需要连续电能或者需要来自电池的电能的任何电子设备。客户端设备105的非限制性示例可以包括以下类型的电子设备：笔记本电脑、移动手机、智能手机、平板电脑、音乐播放器、玩具、电池、手电筒、灯具、电子手表、相机、游戏机、电器、GPS设备以及可穿戴设备或所谓的“可穿戴物”(例如，健身手环、计步器、智能手表)设备，以及其他类型的设备。

[0119] 在一些实施例中，客户端设备105a可以是与客户端设备105a相关联的接收机103a不同的的物理设备。在这种实施例中，可以通过将电能从接收机103a 传递到客户端设备的电线111来将客户端设备105a连接到接收机。在一些情况中，可以通过电线111传输其他类型的数据，诸如电能消耗状态、电能使用计量、设备标识符以及其他类型的数据。

[0120] 在一些实施例中，客户端设备105b可以永久地集成或可拆卸地耦接到接收机103b上，从而形成单个集成产品或单元。作为示例，客户端设备105b可以被放置在具有嵌入式接收机103b并且可拆卸地耦接到设备105b的电源输入端的套筒(sleeve)中，该电源输入端可以典型地用于对设备105b的电池充电。在该示例中，虽然设备105b可以与接收机解耦，但是

仍保留在套筒中，而不管设备105b是否需要电荷或正在使用。在另一示例中，代替具有保持给设备105b 充电的电池，设备105b可以包括集成接收机105b，该集成接收机105b可以永久地集成到设备105b中以形成模糊的产品、设备或单元。在该示例中，设备 105b几乎完全依靠集成接收机103b以通过获取能量袋104来产生电能。对本领域内的技术人员来说显而易见的是，接收机103和客户端设备105之间的连接可以是电线111或者可以是电路板或集成电路上的电连接、或者甚至可以是诸如感应式或电磁式之类的无线连接。

[0121] B.无线电能传输方法

[0122] 图2示出了根据示例性方法200实施例的无线电能传输的步骤。

[0123] 在第一步骤201中，发射机(TX)与接收机(RX)建立连接或以其他方式与接收机(RX)相关联。也就是说，在一些实施例中，发射机和接收机可以通过使用能够在电子设备的两个处理器之间传送信息的无线通信协议(例如，蓝牙®、低功耗蓝牙(BLE)、Wi-Fi、NFC、ZigBee®)传递控制数据。例如，在实施蓝牙®或蓝牙®变型的实施例中，发射机可以扫描接收机的广播广告信号或者接收机可以向发射机传送广告信号。广告信号可以向发射机通知接收机的存在，并且可以触发发射机和接收机之间的关联。如本文中所描述的，在一些实施例中，广告信号可以传递被各种设备(例如，发射机、客户端设备、服务器计算机、其他接收机)使用的信息以执行并管理袋形成的过程。广告信号内包含的信息可以包括设备标识符(例如，MAC地址、IP地址、UUTD)、所接收到的电能的电压、客户端设备电能消耗以及与电能传输有关的其他类型的数据。发射机可以使用所传送的广告信号来识别接收机，以及在一些情况下，在二维空间或三维空间中定位接收机。一旦发射机识别了接收机，则发射机可以在该发射机中建立与接收机相关联的连接，从而使得发射机和接收机能够通过第二通信信道传递控制信号。

[0124] 在下一步骤203中，发射机可以使用广告信号来确定用于传送电能传输信号的一组电能传输信号特征，然后建立能量袋。电能传输信号特征的非限制性示例可以包括相位、增益、振幅、幅度和方向等。发射机可以使用接收机的广告信号中包含的信息或从接收机接收的后续控制信号中包含的信息来确定如何产生并传送电能传输信号，以使接收机可以接收电能传输信号。在一些情况中，发射机可以传送电能传输信号以建立能量袋，接收机可以从该能量袋中获取电能。在一些实施例中，发射机可以包括执行软件模块的处理器，软件模块能够基于从接收机接收到的信息(诸如接收机从电能传输信号获取的电能的电压) 自动识别建立能量袋所需的电能传输信号特征。应该理解的是，也可以在ASIC (Application Specific Integrated Circuit，专用集成电路)中实施处理器和软件模块的功能。

[0125] 附加地或者可替换地，在一些实施例中，接收机通过第二通信信道传送的广告信号或后续信号可以指示一个或多个电能传输信号特征，然后发射机可以使用该一个或多个电能传输信号特征来产生并传送电能传输信号以建立能量袋。例如，在一些情况中，发射机可以基于设备的位置以及设备或接收机的类型自动识别传送电能传输信号所需的相位和增益；以及在一些情况中，接收机可以通知发射机用于有效地传送电能传输信号的相位和增益。

[0126] 在下一步骤205中，在发射机确定发射机传送功率传输信号时要使用的合适特征后，发射机可以开始根据控制信号在单独的信道上传送电能传输信号。可以传送电能传输

信号以建立能量袋。发射机的天线元件可以发射电能传输信号以使电能传输信号在接收机周围的二维空间或三维空间中汇聚。在接收机周围产生的场形成能量袋，接收机可以从该能量袋中获取电能量。可以使用一个天线元件来传送电能传输信号以建立二维能量传输；以及在一些情况中，可以使用第二或附加的天线元件来传送电能传输信号以建立三维能量袋。在一些情况中，可以使用多个天线元件来传送电能传输信号以建立能量袋；以及在一些情况中，多个天线可以包括发射机中的所有天线；以及在一些情况中，多个天线可以仅包括发射机中的天线中的一个或多个天线，而不是所有天线。

[0127] 正如前面所提及的，发射机可以根据确定的一组电能传输信号特征产生并发射电能传输信号，可以使用外部电源和包括压电材料的本地振荡芯片来产生并发送该组电能传输信号特征。发射机可以包括RFIC，RFIC基于与从接收机接收的电能传输和袋形成有关的信息来控制电能传输信号的产生和传输。可以使用诸如BLE、NFC或ZigBee®之类的无线通信协议根据电能传输信号在不同信道上传递该控制数据。发射机的RFIC可以根据需要自动调整电能传输信号的相位和/或相对幅度。袋形成(Pocket-forming)是通过发射机以形成相长干涉图样的方式传送电能传输信号来实现的。

[0128] 当在袋形成期间传送电能传输信号时，发射机的天线元件可以使用波干涉的概念来确定某些电能传输信号特征(例如，传输方向、电能传输信号波的相位)。天线元件不仅可以使用相长干涉的概念来生成能量袋，还可以利用相消干涉的概念在特定物理位置中生成传输零点。

[0129] 在一些实施例中，发射机可以使用袋形成给多个接收机提供电能，这可以要求发射机执行用于多袋形成的过程。包括多个天线元件的发射机可针对该发射机的为各自的接收机传送电能传输信号的每个天线元件通过自动计算电能传输信号波的相位和增益来实现多袋形成。发射机可以独立地计算相位和增益，这是因为每个电能传输信号的多条波路径可以通过发射机的天线元件生成以向接收机相应的天线元件传送电能传输信号。

[0130] 作为计算发射机传送两个信号(也就是X和Y)的两个天线元件的相位/ 增益调整的示例，其中Y是X的180度相移变体(version)(Y＝-X)。在累积接收到的波形为X-Y的物理位置处，接收机接收到X-Y＝X+X＝2X，而在累积接收到的波形为X+Y的物理位置处，接收机接收到X+Y＝X-X＝0。

[0131] 在下一步骤207中，接收机可以从单个波束或能量袋的电能传输信号中获取或接收电能量。接收机可以包括整流器和AC/DC转换器，AC/DC转换器可以将电能从AC电流转换成DC电流，然后接收机的整流器可以对电能进行整流，从而产生与接收机相关联的诸如笔记本电脑、智能手机、电池、玩具或其他电子设备之类的客户端设备可用的电能。接收机可利用发射机在袋形成期间产生的能量袋来给电子设备充电或供电。

[0132] 在下一步骤209中，接收机可以生成控制数据，该控制数据包含指示给接收机提供电能传输信号的单个波束或能量袋的有效性的信息。然后，接收机可以将包含控制数据的控制信号传送给发射机。可以根据发射机和接收机是否同步通信(即，发射机期望从接收机接收控制数据)来间歇地传送控制信号。此外，发射机可以连续地给接收机传送电能传输信号，而不管发射机和接收机是否正在传达控制信号。控制数据可以包含与传送电能传输信号和/或建立有效的能量袋有关的信息。控制数据中的一些信息可以通知发射机如何有效地产生、传送以及在一些情况中调整电能传输信号的特征。可以使用能够传送与电能传输

信号和/或袋形成有关的控制数据的诸如BLE、NFC、Wi-Fi等之类的的无线协议来通过第二信道传送并接收与电能传输信号无关的控制信号。

[0133] 如前面所提到的，控制数据可以包含指示单个波束的电能传输信号的有效性或建立能量袋的信息。控制数据可由接收机的监测接收机和/或与接收机相关联的客户端设备的各个方面的处理器生成。控制数据可以基于各种类型的信息，诸如从电能传输信号接收的电能量的电压、电能传输信号接收的质量、电池充电的质量或电能接收的质量以及接收机的位置或运动、以及用于调整电能传输信号和/或袋形成的其他类型的信息。

[0134] 在一些实施例中，接收机可以确定从发射机发射的电能传输信号中接收到的电能的量，然后可以指示发射机应将电能传输信号“分割”或分段成强度较小的电能传输信号。强度较小的电能传输信号可以从设备附近的物体或墙壁反弹，从而减小了从发射机直接传送到接收机的电能的量。

[0135] 在下一步骤211中，发射机可以校准传送电能传输信号的天线，以使天线传送具有一组更有效的特征(例如，方向、相位、增益、振幅)的电能传输信号。在一些实施例中，发射机的处理器可以基于从接收机接收到的控制信号自动确定用于产生并传送电能传输信号的更有效的特征。控制信号可以包含控制数据，并且可以使用任意数量的无线通信协议(例如BLE、Wi-Fi、ZigBee®) 由接收机传送。控制数据可以包含明确指示用于电能传输波的更有效的特征的信息；或者发射机可以基于控制信号的波形特征(例如形状、频率、振幅)来自动确定更有效的特征。然后，发射机可以根据新确定的更有效的特征自动地重新配置天线以传送重新校准的电能传输信号。例如，在用户将接收机移动到建立能量袋的三维空间外侧后，发射机的处理器可以调整电能传输信号的增益和/或相位以及电能传输特征的其它特征来调整接收机的位置变化。

[0136] C.电能传输系统的系统架构

[0137] 图3示出了根据示例性实施例的用于使用袋形成的无线电能传输的架构 300。“袋形成”可以指生成在三维空间中一位置处汇聚的两个或更多个电能传输波342，在该位置处产生相长干涉图样。发射机302可以传送和/或传播可在三维空间中汇聚的可控的电能传输波342(例如，微波、无线电波、超声波)。可以通过相位和/或相对振幅调整来控制这些电能传输波342以在能量袋作用的位置中形成相长干涉图样(袋形成)。还应该理解的是，发射机可以使用同样的原理在一位置中创建相消干涉，从而创建传输零点，该位置为所传送的电能传输波基本上互相抵消并且没有较大能量可被接收机收集的位置。在典型的使用情况中，在接收机的位置处接收电能传输信号的目标是客观的(objectibve)；而在其他情况中，理想的是，特别避免向特定位置的电能传输；而在其它情况中，理想的是，将电能传输信号定位在一个位置处，而同时特别避免传输到第二位置。当校准用于电能传输的天线时，发射机将使用情况考虑在内。

[0138] 发射机302的天线元件306可以以单个阵列、成对阵列、四方阵列或可以根据所期望的应用设计的任何其他合适的布置方式进行操作。可以在电能传输波342累积以形成三维能量场的相长干涉图样处形成能量袋，在该三维能量场周围，可以通过相消干涉图样在特定的物理位置中生成一个或多个相应的传输零点。特定的物理位置中的传输零点可以指由于电能传输波342的相消干涉图样而未形成能量袋的空间的区域或领域。

[0139] 然后，接收机320可以利用发射机302发射的电能传输波342来建立能量袋，用于给

电子设备313充电或供电，从而有效地提供无线电能传输。能量袋可以指以电能传输波342的相长干涉图样的形式累积能量或电能的空间区域或领域。在其他情形中，可以存在用于同时给各电子设备(例如智能手机、笔记本电脑、音乐播放器、玩具以及其他设备)供电的多个发射机302和/或多个接收机320。在其他实施例中，自适应袋形成可用来调节电子设备上的电能。自适应袋形成可以指对袋形成进行动态调整以调节一个或多个目标接收机上的电能。

[0140] 接收机320可以通过天线元件324生成短波信号(short signal)以指示其相对于发射机302的位置来与发射机302通信。在一些实施例中，接收机320 可以额外地利用网络接口卡(未示出)或类似的计算机网络部件来通过网络340 与系统300的其他设备或部件通信，诸如管理发射机302的多个集合的云计算服务。接收机320可以包括电路308，电路308用于将天线元件324捕获的电能传输信号342转换成电能量，该电能量可被提供给电子设备313和/或设备315 的电池。在一些实施例中，电路可以给接收机335的电池提供电能量，接收机 335的电池可以存储能量而不用将电子设备313通信地耦接到接收机320。

[0141] 通信部件324可以使接收机320能够通过基于无线协议传送控制信号345 来与发射机302通信。该无线协议可以是专有协议或者使用诸如蓝牙(Bluetooth)®、BLE、Wi-Fi、NFC、ZigBee等的传统无线协议。然后，通信部件324可以用来传递诸如以下信息：电子设备313的标识符以及电池电平信息、地理位置数据、或者发射机302确定何时给接收机320发送电能以及确定用于传递创建能量袋的电能传输波342的位置时所用的其他信息。在其他实施例中，自适应袋形成可以用来调节提供给电子设备313的电能。在这种实施例中，接收机的通信部件324可以传送电压数据，该电压数据指示在接收机320处接收到的电能的量和/或提供给电子设备313b或电池315的电压的量。

[0142] 一旦发射机302识别并定位了接收机320，则可以建立用于控制信号345 的信道或路径，发射机302可以通过该信道或路径获知来自接收机320的控制信号345的增益和相位。发射机302的天线元件306可以开始传送或传播可控的电能传输波342(例如射频波、超声波)，该电能传输波342可以通过使用至少两个天线元件306在三维空间中汇聚以控制从各个天线元件306发出的电能传输波342。可以通过使用外部电源和使用适当的压电材料的本地振荡芯片来产生这些电能传输波342。电能传输波342可以由发射机电路301控制，发射机电路301可以包括用于对电能传输波342的相位和/或增益进行调整的专有芯片。电能传输波342的相位、增益、振幅以及其他波形特征可以用作天线元件 306的输入以形成相长干涉图样(袋形成)。在一些实施方式中，发射机302的微控制器310或其他电路可以产生电能传输信号，该电能传输信号包括电能传输波342并且可以根据连接到发射机电路301的天线元件的数量由发射机电路 301分成多个输出。例如，如果四个天线元件306a-d被连接到发射机电路301a 上，则电能传输信号将被分成四个不同的输出，每个输出到达天线元件306以源自各天线元件306的电能传输波342的形式传送。

[0143] 袋形成可以利用干涉来改变天线元件306的方向性，其中相长干涉生成能量袋，而相消干涉生成传输零点。然后，接收机320可以利用通过袋形成产生的能量袋以对电子设备充电或供电，从而有效地提供无线电能传输。

[0144] 可以通过计算从发射机302的每个天线306到每个接收机320的相位和增益来实现多袋形成。

[0145] 图35示出了根据示例性实施例的无线充电系统架构3500。系统架构3500 可以包括一个或多个无线电能发射机3501和一个或多个无线电能接收机3520a、3530b。在一些实施例中，无线充电系统架构3500可以包括一个或多个电子设备3552，其中电子设备3552可以不具有嵌入式无线电能接收机3520a。在其他实施例中，无线充电系统架构3500可以包括具有嵌入式电能接收机3520a的电子设备3552。配对可以指在无线电能传输系统的分布式系统数据库中的单个电子客户端设备与单个电能接收机的关联，使得例如当用户或自动系统过程命令对客户端设备充电时，该系统能够根据所述关联确定传送电能给所述客户端设备以对其充电的电能接收机。系统数据库可以指存储在任意系统计算机内且该系统计算机可访问的已安装产品的系统数据库的精确复制、或者对所述数据库的子集的精确复制。

[0146] 电能发射机3501可以传送在3-D空间中汇聚的可控的射频(RF)波。这些RF波可以通过相位和/或相对振幅调整来控制以形成相长干涉图样(袋形成)。袋形成可以指生成在三维空间中汇聚从而形成可控的相长干涉图样的两个或更多个RF波。可以在三维形状的相长干涉图样处形成能量袋，反之，可以在相消干涉图样处生成位于特定物理位置中的传输零点。能量袋指以RF波的相长干涉图样的形式累积能量或电能的空间区域或领域。在特定物理位置中的传输零点指由于RF波的相消干涉图样而未形成能量袋的空间区域或领域。自适应袋形成指对袋形成进行动态调整以调节一个或多个目标接收机上的电能。电能可以指电能量，其中“无线功率传输”可以等同于“无线能量传输”，并且“无线电能传输”可以等同于“无线能量传输”。

[0147] 根据示例性实施例，电能发射机3501可以包括电能发射机管理器应用 3594a、第三方BTLE API 3512a、BTLE芯片3512b、天线管理器软件3593和天线阵列3586a以及其他部件。电能发射机管理器应用3594a可以是在电能发射机3501内的非易失性存储器中加载的可执行程序。电能发射机管理器应用 3594a可以控制电能发射机3501的行为、监测电子设备3552的充电状态，而电能接收机3520a可以保持追踪电能接收机3520a的位置并且可以执行电能调度等。在一些实施例中，电能发射机3501可以包括数据库(图中未示出)，该数据库用于存储与电能接收机3520a、电子设备3552、电能状态、电能调度、ID、配对有关的信息以及运行系统所需的任何信息。BTLE或BLE可以指低功耗蓝牙通信硬件和/或软件。数据库可以指以下数据库：SQL文件或不同格式或任何格式的文件、或者在计算机的易失性存储器或非易失性存储器内但用于组织、存储以及检索计算机的数据库内的数据的数据结构阵列。第三方BTLE API 3512a使得能够在电能发射机管理器3594a和BTLE芯片3512b之间进行有效交互。天线管理器软件3593可以处理来自电能发射机管理器应用3594a的指令并且可以控制天线阵列3586a。

[0148] 包括在电能发射机3501中的天线阵列3586a可以包括能够传送电能的大量天线元件。在一些实施例中，天线阵列3586a可以包括以等间距的网格分布的 64至256个天线元件。在一实施例中，天线阵列3586a可以具有8x8的网格以总共具有64个天线元件。在另一实施例中，天线阵列3586a可以具有16x16的网格以总共具有256个天线元件。然而，天线元件的数量可以相对于电能发射机3501的所需范围和电能传输能力而改变。一般来说，采用越多的天线元件，可以实现更宽的范围和更高的电能传输能力。还可以采用包括圆形图样或多边形布置方式等等的替选配置。天线阵列3586a的天线元件可以包括用于在诸如900MHz、2.5GHz、5.250GHz或5.8GHz之类的频带上工作的天线类型，天线元件可以以独立的

频率工作，从而允许袋形成的多信道操作。

[0149] 附加地，电能发射机3501可以包括诸如Wi-Fi、ZigBee和LAN等等之类的其他通信方法。电能接收机3520a可以包括电能接收机应用3594b、第三方 BTLE API 3512a、BTLE芯片3512b和天线阵列3586b。电能接收机3520a能够利用由电能发射机3501产生的能量袋用于给电子设备3552a和电子设备3520b 充电或供电。电能接收机应用3594b可以是电能接收机3520a内的非易失性存储器中加载的可执行程序。第三方BTLE API 3512a可以使得能够在电能接收机应用3594b和BTLE芯片3512b之间进行有效交互。天线阵列3586b能够从能量袋中获取电能。

[0150] 电子设备3552和电子设备3520a可以包括GUI，GUI用于管理它们在无线充电系统架构3500内的交互。GUI可以与非易失性存储器中加载的可执行程序相关联。在一些实施例中，电子设备3552和电子设备3520a可以包括数据库(图中未示出)，该数据库用于存储与电能接收机3520a、电能状态、电能调度、IDs、配对有关的信息以及运行系统所需的任何信息。系统管理GUI可以指在无线电能传输系统中的计算机上运行的或者在位于互联网云中的远程服务器上运行的软件应用程序。所述系统管理GUI为系统用户或操作员和无线电能传输系统内的软件之间的图形用户界面，并且用于配置、监测、命令、控制、上报以及任何其他的系统管理功能。

[0151] 在一些实施例中，无线充电系统架构3500可以包括多个电能发射机3501 和/或用于给电子设备3552充电或供电的多个电能接收机3520a。在包括多个电能发射机3501的系统中，两个或更多个电能发射机可以使用任何可用的通信信道进行恒定通信，该可用的通信信道包括包括蓝牙、BTLE、Wi-Fi、ZigBee、 LAN、LTE和LTE direct等。

[0152] 图36示出了本公开的一个或多个实施例可在其中操作的无线电能传输系统(WPTS，wireless power transmission system)3600的示例性实施例。无线电能传输系统3600可以包括一个或更多个无线电能发射机3601和一个或多个无线电能接收机3620a以及客户端设备3620b之间的通信。客户端设备3652可以与使无线电能传输到达该客户端设备3652的可适配的接收机3620a配对。在另一实施例中，客户端设备3620b可以包括内置为设备硬件的一部分的无线电能接收机。客户端设备3652可以是使用电源的任何设备，诸如笔记本电脑、固定式计算机、移动电话、平板电脑、移动游戏设备、电视、收音机和/或需要电源或受益于电源的任何一组设备。

[0153] 在一实施例中，一个或多个无线电能发射机3601可以包括微处理器，该微处理器集成了作为嵌入式软件的电能发射机管理器应用3694a(PWR TX MGR APP)、用于低功耗蓝牙芯片3612b(BTLE CHIP HW)的第三方应用程序编程接口3612a(第三方API)。APP可以指在移动电话、笔记本电脑、台式电脑或服务器计算机上运行的软件应用。低功耗蓝牙芯片3612b可以使无线电能发射机3601和包括电能接收机3620a、客户端设备3652和3620b等的其他设备之间能够通信。无线电能发射机3601还可以包括天线管理器软件(天线MGR软件)以控制RF天线阵列，该RF天线阵列可用来形成可以在三维空间中汇聚并且在无线电能接收机上创建能量袋的可控RF波。在一些实施例中，一个或多个低功耗蓝牙芯片3612b可以利用包括Wi-Fi、蓝牙、LTE direct等等的其他无线通信协议。

[0154] 电能发射机管理器应用3694a可以调用第三方应用程序编程接口3612a，用于运行包括建立连接、结束连接以及发送数据等多个功能。第三方应用程序编程接口3612a可以根

据电能发射机管理器应用3694a所调用的功能给低功耗蓝牙芯片3612b发命令。

[0155] 电能发射机管理器应用3694a还可以包括分布式系统数据库，该分布式系统数据库可以存储与客户端设备3652相关联的诸如用于客户端设备3652的标识符、用于电能接收机3620a的电压范围、客户端设备3652的位置、信号强度之类的相关信息和/或与客户端设备3652相关联的任何其他相关信息。数据库还可以存储与无线电能网络相关的信息，该信包括：接收机ID、发射机ID、终端用户手持设备、系统管理服务器、充电调度、充电优先级和/或与无线电能网络相关的任何其他数据。

[0156] 同时，第三方应用程序编程接口3612a可通过回调函数来调用电能发射机管理器应用3694a，可以在电能发射机管理器应用3694a启动时注册该回调函数。第三方应用程序编程接口3612a可以具有定时器回调，该定时器回调可以一秒进行十次，并且可以每当连接开始、连接结束、尝试连接或接收到消息时发送回调。

[0157] 客户端设备3620b可以包括电能接收机应用3694b(PWR RX APP)、用于低功耗蓝牙芯片3630b(BTLE CHIP HW)的第三方应用程序编程接口3650a (第三方API)以及RF天线阵列3686b，该RF天线阵列3686b可以用来接收并利用从无线电能发射机3601发送的能量袋。

[0158] 电能接收机应用3694b可以调用第三方应用程序编程接口3650a，用于运行包括建立连接、结束连接以及发送数据等多个功能。第三方应用程序编程接口3650a可以具有定时器回调，该定时器回调可以一秒进行十次，并且可以每当连接开始、连接结束、尝试连接或接收到消息时发送回调。

[0159] 客户端设备3652可以经由BTLE连接3696与可适用的电能接收机3620a 配对。图形用户界面(GUI 3698)可以用来管理来自客户端设备3652的无线电能网络。GUI 3698可以是可以从任何应用存储库中下载并且可以在包括iOS和安卓等的任何操作系统上运行的软件模块。客户端设备3652还可以经由BTLE 连接3696与无线电能发射机3601通信以发送重要数据，诸如用于设备的标识符、电池电量信息、地理位置数据或可以用于无线电能发射机3601的任何其他信息。

[0160] 可以使用无线电能管理器软件以对无线电能传输系统3600进行管理。无线电能管理器可以是驻存在存储器中并由计算设备内的处理器执行的软件模块。无线电能管理器可以包括本地应用GUI、或者可以驻存网页GUI，用户可以从该网页GUI中看到选项和状态，也可以执行命令以管理无线电能传输系统3600。可以通过标准通信协议将基于云的计算设备连接到无线电能发射机3601，该标准通信协议包括蓝牙、低功耗蓝牙、Wi-Fi或ZigBee等。电能发射机管理器应用3694a可以与无线电能管理器交换信息以控制对客户端设备3652的访问和电能传输。由无线电能管理器控制的功能可以包括调度用于各个设备的电能传输、设置不同客户端设备之间的优先级、访问每个客户的证书(credentials)、追踪电能接收机相对于电能发射机区域的物理位置、传播消息和/或管理无线电能传输系统3600所需的任何功能。

[0161] 计算设备可以通过网络连接连接到无线电能发射机3061。网络连接可以指计算机之间的任何连接，包括内部网、局域网(LAN)、虚拟专用网(VPN)、无线局域网(WAN)、蓝牙、低功耗蓝牙、Wi-Fi和ZigBee等。电能发射机管理器应用3694a可以与无线电能管理器交换信息以通过设备控制对电能传输的访问。由无线电能管理器控制的功能可以包括调度用于各个设备的电能传输、分配给客户端设备的天线的数量、不同客户端设备之间的优先级、每个

客户的访问证书、物理位置、传播消息和/或管理无线电能传输系统3600内的部件所需的任何功能。

[0162] 一个或多个无线电能发射机3601可以自动给任何单个无线电能接收机传送电能，该单个无线电能接收机足够靠近电能发射机3601以建立与该无线电能发射机的通信。然后，无线电能接收机可以给诸如客户端设备3652之类电连接的电子设备供电或充电。单个无线电能发射机3601可以同时给多个无线电能接收机供电。可替换地，无线电能传输系统3600内的部件可以通过无线电能管理器图形用户界面配置成根据具体系统准则和/或条件自动地仅对特定的无线电能接收机机传送电能，该具体系统准则和/或条件例如为基于时间自动调度电能传输的时刻、电能接收机物理位置和客户端设备的所有者等等。

[0163] 无线电能接收机可以将从无线电能发射机3601传送的能量带到无线电能接收机的天线中、对其进行整流、调节，然后将产生的电能量发送给电连接设备以对该设备供电或充电。如果任何无线电能接收机移动到不同的空间位置，则无线电能发射机3601可以改变分配的天线的数量、发射的RF的相位和振幅以使产生的能量束保持瞄准接收机。

[0164] 图37示出了根据实施例的无线电能传输系统网络。根据一些实施例，无线电能传输系统网络3700可以包括能够通过互联网云3769与远程信息服务3777 通信的多个无线电能传输系统。

[0165] 在一些实施例中，无线电能传输系统可以包括一个或多个无线电能发射机 3701、一个或多个电能接收机3720、一个或多个可选的备份服务器3767和本地网络3740。根据一些实施例，每个电能发射机3701可以包括无线电能发射机管理器3765软件和分布式电能传输系统数据库3763。每个电能发射机3701 可以能够管理电能并将电能传送给一个或多个电能接收机3720，其中每个电能接收机3720能够给一个或多个电子设备3761供电或充电。

[0166] 电能发射机管理器3765可以控制电能发射机3701的行为、监测电子设备 3761的充电状态以及控制电能接收机3720、保持追踪电能接收机3720的位置、执行电能调度、运行系统检查以及对提供给不同电子设备3761中的每一个的能量保持追踪等等。

[0167] 根据一些实施例，数据库3763可以存储来自电子设备3761的诸如电子设备3761的标识符、用于来自电能接收机3720的测量值的电压范围、位置、信号强度之类的相关信息、和/或来自电子设备3761的任何相关信息。数据库3763 还可以存储与无线电能传输系统相关的信息，诸如接收机ID、发射机ID、终端用户手持设备名或ID、系统管理服务器ID、充电调度、充电优先级之类的信息和/或与无线电能传输系统网络3700相关联的任何数据。除此之外，在一些实施例中，数据库3763可以存储过去的数据和现在的系统状态。

[0168] 过去的系统状态可以包括诸如以下的细节：传递给电子设备3761的电能的量、传输至与用户相关联的一组电子设备3761的能量的量、将电子设备3761 关联到无线功率发射机3791的时间量、配对记录、系统内的活动、系统中的任何无线电能设备的任何动作或事件、错误、故障以及配置问题等等。过去的系统状态数据还可以包括电能调度、名称、客户登录名、授权和认证证书、加密信息、系统操作的物理区域、用于运行系统的细节以及任何其他系统或与用户相关的信息。

[0169] 数据库3763中存储的现在的系统状态数据可以包括系统中的位置和/或移动、配置、配对、错误、故障、警报、问题、在无线电能设备之间发送的消息以及追踪的信息等等。

[0170] 根据一些示例性实施例，电能发射机3701内的数据库3763还可以存储未来的系统

状态信息，其中系统的未来状态可根据来自过去的系统状态数据和现在的系统状态数据的历史数据来预测或评估。

[0171] 在一些实施例中，来自无线电能传输系统中的所有设备数据库3763的记录也可以存储在服务器3767中并定期进行更新。在一些实施例中，无线电能传输系统网络3700可以包括两个或多个服务器3767。在其他实施例中，无线电能传输系统网络3700可以不包括服务器3767。

[0172] 在另一示例性实施例中，无线电能发射机3701还能够检测无线电能传输系统中的故障。电能传输系统502中的故障的示例可以包括任何组件过热、故障和过载等等。如果系统内的任何无线电能发射机3701检测到故障，则可以通过系统中的无线电能发射机管理器3765分析该故障。在分析完成之后，可以生成建议或警报并向电能传输系统的所有者或基于云的远程信息服务上报，以分发给系统所有者或制造商或供应商。

[0173] 在一些实施例中，电能发射机3701可以使用网络3740来发送和接收信息。网络3740可以为本地局域网或无线电能传输系统的部件之间的任何通信系统。网络3740可以使电能发射机、系统管理服务器3767(如果有的话)以及其他电能传输系统(如果有的话)等之间进行通信。根据一些实施例，网络3740 可以通过互联网云3779促进电能传输系统和远程信息服务3777之间的数据通信。

[0174] 系统的所有者、系统的制造者或供应商、或者服务提供商可以操作远程信息服务3777。远程管理系统可以包括企业云3775、远程管理器3773软件和后台服务器3769，其中远程管理器3773还可以包括通用数据库3771。可以将后台服务器3769和远程管理器3773的功能组合成单个物理服务器或虚拟服务器。

[0175] 通用数据库3771可以存储在设备数据库3763中存储的信息的附加备份。除此之外，通用数据库3771可以存储营销信息、客户帐单、客户配置、客户认证和客户支持信息等。在一些实施例中，通用数据库3771还可以存储诸如以下之类的信息：较不通用的特征、系统中的错误、问题报告、数据统计和质量控制等。出于认证、问题上报目的或者报告状态或使用细节等等，每个无线电能发射机3701可以定期地与远程管理器3773建立TCP通信连接。

[0176] 图38示出了根据示例性实施例的无线电能传输系统架构3800。无线电能传输系统架构3800可以包括无线电能传输系统、互联网云3879和远程信息服务3883。所公开的无线电能传输系统可以包括一个或多个无线电能发射机3877、可以与任何客户端设备3861耦接或内置到任何客户端设备3861中的一个或多个无线电能接收机3820、一个或多个本地系统管理服务器3867或基于云的远程系统管理服务器3873(例如，后台服务器)以及本地网络3840。网络3840 连接可以指计算机之间的任何连接，诸如内部网、局域网(LAN)、虚拟专用网 (VPN)、无线局域网(WAN)和互联网等等。

[0177] 根据一些实施例，每个无线电能发射机3877可以包括无线电能发射机管理器软件3865、分布式系统数据库3883和TDM电能传输3875软件模块。每个无线电能发射机3877能够管理电能并将电能传送给一个或多个无线电能接收机3820，每个无线电能接收机3820能够给一个或多个客户端设备3861供电或充电。客户端设备3861的示例可以包括智能手机、掌上电脑、音乐播放器和玩具等等。某种客户端设备3861可以运行系统管理GUI app。该app可从诸如苹果iTunes、Android Play商店和/或亚马逊之类的公共软件应用商店或数字应用分发平台上获得、下载和安装。

[0178] 根据又一实施例，无线电能传输系统可以包括系统管理器GUI应用，系统管理器GUI位于本地系统管理服务器3867或基于云的远程系统管理服务器 3873中、在本地系统管理服务器3867或基于云的远程系统管理服务器3873中运行、或者根据本地系统管理服务器3867或基于云的远程系统管理服务器3873 运行，该系统管理器GUI可以用来根据诸如以下的系统准则或操作条件来控制对特定无线电能接收机3820的无线电能传送：电能传输调度和客户端设备3861 的物理位置等等。

[0179] 每个无线电能发射机管理器软件3865能够控制无线电能发射机3877的行为，监测诸如以下的不同方面：电能传输开始的时刻、无线电能发射机3877 和无线电能接收机3820两者唯一的系统标识、所连接的设备的数量、所使用的天线的方向角、无线电能接收机3820的电能接收机天线处的电压以及无线电能发射机508和无线电能接收机3820之间的实时通信连接等，该实时通信连接可以用于追踪来自无线电能接收机3820的信息而无论无线电能接收机3820位于何处或移动到何处。除此之外，电能发射机管理器软件3865可以控制TDM电能传输3875的使用，其能够将无线电能传输系统置于或不置于TDM电能传输 3875模式。具体地，TDM电能传输3875模式可以通过重新分配天线分组来控制无线电能发射机3877的天线阵列，其中，每个分组可以用来在规定时间间隔内向仅处于在线模式的客户端设备3861传送电能，而处于离线模式的剩余客户端设备3861等待由无线电能发射机3877供电。

[0180] 通过TDM电能传输3875模式，无线电能发射机3877可以将与无线电能接收机3820耦接的客户端设备3861的一特定分组切换为上线模式，反之，可以将客户端设备3861的另一特定分组切换为离线模式，直到与无线电能发射机 3877足够接近的所有客户端设备3861接收到足够的电能。这种TDM电能传输循环可以继续进行，然而对无线电能发射机3877而言存在太多的客户端设备 3861而不能同时给它们供电。

[0181] 根据一些实施例，分布式系统数据库3883可以记录来自以下各项的相关信息：客户端设备3861内的无线电能接收机3820、无线电能发射机3877和本地系统管理服务器3867。信息可以包括但不限于：用于客户端设备3861的标识符、无线电能接收机3820内的供电电路的电压测量值、位置、信号强度、无线电能接收机3820的ID、无线电能发射机3877的ID、终端用户手持设备的名称ID、系统管理服务器的ID、充电调度、充电优先级和/或与无线电能传输系统相关的任何数据。此外，无线电能发射机3877、给客户端设备3861供电的无线电能接收机3820和本地系统管理服务器3867可以作为系统信息发生器操作。

[0182] 分布式系统数据库3871可以通过本领域已知的数据库管理系统(DBMS) 来实现，诸如例如MySQL、PostgreSQL、SQLite(轻型数据库)、Microsoft SQL Server、Microsoft Access、Oracle、SAP、dBASE、FoxPro、IBM DB2、LibreOffice Base、FileMaker Pro和/或可以组织数据集合的任何其他类型的数据库。

[0183] 在一些实施例中，无线电能发射机3877可以使用网络3840来发送和接收信息。网络3840可以为本地局域网、WIFI或无线电能传输系统的部件之间的任何通信系统。网络3840可以使能两个或多个无线电能发射机3877之间的通信、无线电能发射机3877与系统管理服务器3867的通信，并可以通过互联网云3879促进无线电能传输系统和远程信息服务3883之间的通信等等。

[0184] 可以通过系统的所有者、制造者、系统的供应商或者服务提供商来操作远程信息服务3883。远程信息服务3883可以包括不同的部件，诸如后台服务器、远程信息服务管理器

和通用远程信息服务数据库。

[0185] 图39为根据实施例的可以操作实施方式中的一个或多个实施例的示例性计算设备3900。在一实施例中，计算设备3900包括总线3995、输入/输出(I/O) 设备3985、通信接口3987、存储器3989、存储设备3991和中央处理单元3993。在另一实施例中，计算设备3900包括比图39中示出的计算设备更多、更少、不同或不同布置的部件。

[0186] 在图39中，总线3995与(I/O)设备3985、通信接口3987、存储器3989、存储设备3991和中央处理单元3993进行物理通信。总线3995包括允许计算设备3900内的部件互相通信的路径。(I/O)设备3985的示例包括可以使检查员或候选者能够给计算设备3900输入信息的外设和/或其他机构，包括键盘、计算机鼠标、按钮、触摸屏、触摸板、语音识别、生物认证机制等。(I/O)设备 3985还包括向计算设备3900的用户输出信息的机构，诸如例如显示屏、麦克风、发光二极管(LED)、打印机、扬声器、方向传感器等。所述方向传感器包括一个或多个加速度计、一个或多个陀螺仪、一个或多个罗盘等。加速度计提供了各个角度绕各自轴线的各自变化。陀螺仪提供了各个角度绕各自轴线的各自变化速度，而罗盘提供了罗盘航向。

[0187] 通信接口3987的示例包括使计算设备3900能够通过网络连接与其他计算设备和/或系统通信的机构。存储器3989的示例包括随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存等。存储设备3991的示例包括磁或光记录介质、铁电随机存储器(F-RAM)硬盘、固态硬盘、软盘、光盘等。在一实施例中，存储器3989和存储设备3991存储信息和用于中央处理单元3993执行的指令。在另一实施例中，中央处理单元3993包括微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程对象阵列(FPOA)等。在该实施例中，中央处理单元3993解释并执行从存储器3989和存储设备3991中检索的指令。

[0188] 这些实施方式的示例包括服务器、授权的计算设备、智能手机、台式计算机、笔记本电脑、平板电脑、可以接收、处理、传送数字数据的另一类处理器控制设备等。除此之外，计算设备3900可以执行系统架构的适当操作所需的某些操作。响应于中央处理单元3993执行诸如存储器3989之类的计算机可读介质中包含的软件指令，合适的计算设备3900可以执行这些操作。

[0189] 在一实施例中，系统的软件指令经由通信接口3987从另一存储位置(例如存储设备3991)、或另一计算设备3900(例如第一客户端设备、第二客户端设备、计算设备等)读入到存储器3989中。在该实施例中，存储器3989内包含的软件指令致使中央处理单元3993执行处理。

[0190] 图40为示出了使用自适应三维袋形成技术来传送无线能量的无线能量传输系统4000的功能框图。在一些实施例中，无线能量传输系统4000包括云服务提供商、任何数量的合适的无线电能传输发射机4001-4001n和任何数量的合适的无线充电设备。在其他实施例中，无线能量传输系统4000包括比图40中示出的无线能量传输系统更多、更少、不同或不同布置的部件。

[0191] 在图40中，云服务提供商包括系统管理服务4067和信息分发服务，每个无线充电设备包括相关联的接收机4020-4020n、客户端设备4052-4052n和GUI 4061-4061n。在一些实施例中，可以存在附加的无线充电设备(例如高达n个)，每个无线充电设备包括接收机、客户端设备和GUI。

[0192] 在一些实施方式中，云服务提供商、无线电能发射机4001以及无线充电设备与彼

此中的一个或多个进行有线/无线通信。在这些实施例中，无线电能发射机4001经由任何合适的无线协议与无线充电设备无线耦接并通信。合适的无线协议的示例包括蓝牙、低功耗蓝牙、Wi-Fi、ZigBee等。

[0193] 在一些实施例中，云服务提供商被实施为计算机硬件和软件，其包括运行一组应用所需的任何数量的部件、包括任何数量的处理器、随机访问存储器模块、物理存储设备、有线通信端口、无线通信端口等。在示例中，使用计算设备的一个或多个部件来实现云服务提供商。在这些实施例中，云服务提供商执行主机系统管理服务4067所需的任何软件，该软件包括能够管理以下各项的软件：用户证书、设备标识、设备认证、与一个或多个用户相关联的使用或支付、处理服务请求、信息请求、存储和读取与一个或多个用户有关的数据等。在其他实施例中，云服务提供商还包括用于存储用户数据、设备数据、支付数据等的数据库。

[0194] 在一些实施例中，系统管理服务4067配置成管理以下各项：从一个或多个无线电能发射机到一个或多个接收机的电能传输、与移动设备用户相关联的证书、与无线电能传输相关联的账单等。在这些实施例中，系统管理服务4067 为硬件和软件，其配置成给一个或多个无线电能发射机4001下发命令，该命令包括开始、中断或停止给一个或多个无线电能接收机传送电能等。在一示例中，云服务提供商起与计算设备基本类似的作用。在另一示例中，系统管理服务 4067起与无线电能管理器基本类似的作用。

[0195] 在一些实施例中，云服务提供商执行主机信息分发服务所需的任何软件。这种软件的示例包括能够存储并读取与一个或多个用户有关的数据、执行关于数据的分析等的软件。在其他实施例中，信息分发服务为硬件和软件，其配置成收集来自系统管理服务4067、无线电能发射机4001、接收机4020和/或客户端设备4052的使用数据、账单数据、人口统计(demographic)数据等。数据的示例包括总充电时间、传送给设备的总能量、每月传送给设备的能量的平均量、将能量传送给移动设备的位置、移动设备用户人口统计描述符等。

[0196] 在其他实施例中，无线电能发射机4001被实现为计算机硬件和软件，其包括运行需要的一组应用所需的任何数量的部件、包括任何数量的处理器、随机访问存储器模块、物理存储设备、有线通信端口、使得能够耦接到天线的无线通信接口等。在示例中，使用计算设备的一个或多个部件来实现无线电能发射机4001。在一些实施例中，无线电能发射机4001被实现为能够使用自适应三维袋形成技术给无线充电设备(包括无线电能接收机)和无线电能接收机(耦接到一个或多个电子设备)传送电能的发射机。在这些实施例中，一个或多个无线电能发射机4001与(作为无线充电设备的部分或耦接到一个或多个电子设备上的)一个或多个接收机4020通信，在三维空间中定位一个或多个接收机 4020，以及传送电能信号以在一个或多个接收机4020处形成能量袋。

[0197] 在一些实施例中，无线充电设备被实施为计算机硬件和软件，其包括运行需要的一组应用所需的任何数量的部件、包括任何数量的处理器、随机访问存储器模块、物理存储设备、有线通信端口、使得能够耦接到天线的无线通信接口等。在一些实施例中，无线充电设备被实施为与合适的无线电能接收机耦接并通信的计算设备。无线充电设备的示例包括移动手机、笔记本电脑、便携式视频游戏系统、视频游戏控制器等。在示例中，使用计算设备的一个或多个部件来实现无线充电设备。在一些实施例中，无线充电设备被实施为包括可操作为使用自适应三维袋形成技术从无线电能发射机接收电能的接收机(例如接收机

4020)。在这些实施例中,一个或多个无线充电设备中包括的接收机部分(例如接收机4020)与一个或多个无线电能发射机4001通信,并且从在与一个或多个无线充电设备相关联的接收机的位置处所形成的能量袋中接收能量,无线充电设备可以包括固有的接收机(例如接收机4020)或者可以与单个无线接收机耦接并通信。

[0198] 在操作中,无线电能发射机4001使用合适的无线通信协议来传播与各个发射机相关联的标识符,该无线通信协议包括蓝牙、低功耗蓝牙、Zigbee等。合适的标识符的示例包括MAC地址、IMEIs、序列号、ID串等。在其他实施例中,合适的标识符还包括关于无线电能发射机4001中使用的软件版本的信息。在一些实施例中,无线充电设备内的客户端设备4052配置成检测通过一个或多个无线电能发射机4001传播的一个或多个标识符,并通过GUI 4061将无线电能发射机4001的一个或多个图形表示显示给移动设备用户。在其他实施例中,客户端设备4052确定无线电能发射机4001上运行的软件版本,并使用该版本信息在无线电能发射机4001传播的信息内确定与无线电能发射机4001相关联的位置和标识符的格式。

[0199] 在一些实施例中,客户端设备4052能够向系统管理服务4067传递用户请求,该用户请求包括启动充电、中断充电、结束充电、认证支付交易等。在其他实施例中,云服务提供商与一个或多个无线电能发射机4001通信并管理来自该一个或多个无线电能发射机4001的电能信号的分布。无线电能发射机4001 与接收机4020无线通信并且被配置成使用自适应三维袋形成技术将电能信号从无线电能发射机4001传送到接收机4020。

[0200] 图41为根据示例性实施例的配对过程4100的流程图。当电子设备识别 4121系统中可用的电能接收机时,配对过程4100开始。然后,通过使用信号强度,电子设备能够监测4123可用的电能接收机中的每一个的接近度 (proximity)。电子设备可以不断检查4125电能接收机中的一个是否处于接近度范围内以执行配对。如果没有电能接收机在该范围内,则电子设备可以继续监测电能接收机的接近度。如果电能接收机中的一个位于该范围内,则电子设备可以继续检查数据库4127以确定该电能接收机是否已进行配对4129。如果该电能接收机与另一电子设备相关联,则该电子设备可以继续扫描电能接收机并追踪它们的接近度。如果该电能接收机没有关联物,则电子设备可以开始配对协议,并且可以开启4131定时器并连续监测该电能接收机的接近度。一段时间后,电子设备可以检查4135该电能接收机是否仍然在范围内。如果该电能接收机不在接近度范围内,则电子设备可以继续追踪电能接收机的接近度。如果该电能接收机仍然在接近度范围内,则电子设备可以更新4137数据库,使自身 ID与电能接收机的ID相关联。

[0201] 在一些实施例中,在更新数据库之前,电子设备中的GUI可以在预定时间段内对多个信号强度测量值(RSSI)进行分析。在一些实施例中,GUI可以计算信号强度测量值并对信号强度测量值求平均以及将所述平均值与预定参考值进行比较。在更新内部数据库中的信息后,电子设备可以将更新后的数据库的副本发送4139给电能发射机,结束配对过程4100。

[0202] 图42为根据示例性实施例的未配对过程(un-pairing process)4200的流程图。当与电能接收机配对的电子设备不断监测4241电能接收机的接近度以检查 4243电能接收机是否超出配对范围时,未配对过程4200开始。如果没有变化,则电子设备可以继续监测4241已配对的电能接收机的接近度。如果有变化,则电子设备可以开启4245定时器。在一段时间后,电子设备可以检查电能接收机传播的广告的信号强度以确定4249该电能接收机是否仍

然在范围内。这可以由电子设备中的GUI来完成。GUI可以在预定时间段内对多个信号强度测量值 (RSSI)进行分析。在一些实施例中,GUI可以计算信号强度测量值并对信号强度测量值求平均以及将所述平均值与预定参考值进行比较。

[0203] 如果电子设备确定电能接收机仍然在接近度范围内,则可以继续正常监测该电能接收机的接近度。如果电子设备确定电能接收机不再在接近度范围内,则电子设备可以继续更新4251内部数据库,随后将该数据库的更新版本发送 4253给该电能发射机。在并行过程中,电子设备可以开始扫描并识别4255可用的电能接收机,并连续监测该可用的电能接收机的接近度,结束未配对过程 4200。

[0204] 在示例性实施例中,包括用于与无线充电系统交互的GUI的智能手机与手机壳中嵌入的电能接收机配对。在第一时刻,智能手机与电能接收机通信、进行认证、接收该电能接收机的数据库并开始扫描电能接收机设备。在扫描后,智能手机发现3个可用的电能接收机。智能手机基于信号强度追踪电能设备的接近度。在第二时刻,将电能接收机中的一个放置在智能手机附近。智能手机确定电能接收机在范围内并开始配对过程。在几秒后,智能手机再次检查信号强度,并确定该电能接收机仍然在用于配对的可接受的距离内。然后,智能手机更新自身内部数据库并将所更新的数据库的副本发送给电能接收机。在第三时刻,智能手机向电能发射机发送供电请求。电能发射机搜索数据库以确定与该智能手机相关联的电能接收机,然后将天线阵列定向到与该智能手机相关联的电能接收机,并开始传送电能。

[0205] D.形成能量袋的系统的组成

[0206] 图4示出了使用袋形成过程的示例性无线电能传输系统400的组成部分。系统400可以包括一个或多个发射机402、一个或多个接收机420和一个或多个客户端设备446。

[0207] 1.发射机

[0208] 发射机402可以是能够广播无线电能传输信号的任何设备,该无线电能传输信号可以是如本文中所描述的用于无线电能传输的RF波442。发射机402可以负责执行有关传送电能传输信号的任务,该任务可以包括袋形成、自适应袋形成和多袋形成。在一些实施方式中,发射机402可以以RF波的形式给接收机420传送无线电能传输信号,该无线电能传输信号可以包括具有任何频率或波长的无线电信号。发射机402可以包括一个或多个天线元件406、一个或多个RFIC(Radio frequency integrated circuit,射频集成电路)408、一个或多个微控制器410、一个或多个通信部件412、电源414和壳体,壳体可以分配发射机402所有请求的部件。发射机402的各个部件包括元材料、微印制电路、纳米材料等和/或可以使用元材料、微印制电路、纳米材料等来制造。

[0209] 在示例性系统400中,发射机402可以传送或传播受控的RF波442,该 RF波在三维空间中的一位置处汇聚,从而形成能量袋444。这些RF波可以通过相位和/或相对振幅调整来控制以形成相长或相消干涉图样(袋形成)。能量袋444可以是在相长干涉图样处形成的场并且可以是三维形状;反之,可以在相消干涉图样处生成位于特定物理位置中的传输零点。接收机420可以从通过袋形成产生的能量袋中获取电能量以用于给电子客户端设备446(例如,笔记本电脑、手机)充电或供电。在一些实施例中,系统400可以包括多个发射机 402和/或用于给各电子设备充电的多个接收机420。客户端设备446的非限制性示例可以同时包括:智能手机、掌上电脑、音乐播放器和玩具等等。在一些实施例中,自适应袋形成可以用来调节电子设备上的电能。

[0210] 2.接收机

[0211] 接收机420可以包括壳体，该壳体中可以包括至少一个天线元件424、一个整流器426、一个电源变换器428和通信部件430。

[0212] 接收机420的壳体可以由能够促进信号或波传送和/或接收的任何材料制成，例如塑料或硬质橡胶。壳体可以是例如以容器的形式添加到不同电子设备上的外部硬件，或者也可以被嵌入在电子设备内。

[0213] 3.天线元件

[0214] 接收机420的天线元件424可以包括能够在发射机402A所使用的频带中传送和/或接收信号的任何类型的天线。天线元件424可以包括垂直极化或水平极化、右旋极化或左旋极化、椭圆极化或者其他极化、以及任何数量的极化的组合。在例如智能手机或便携式游戏系统的设备中多个极化是有益的，其中在使用期间不存在优选方向或者极化方向可随时间不断改变。对具有明确限定了期望方向的设备(例如，双手视频游戏控制器)而言，可能存在针对天线的优选极化，这可以指定给定极化的天线个数比。接收机420的天线元件424的天线类型可以包括贴片天线，该贴片天线的高度约为1/8英寸至约6英寸，宽度约为1/8英寸到6英寸。贴片天线可以优选地具有依赖于连接性的极化，即极化可以根据该贴片被馈入在哪一侧而改变。在一些实施例中，天线的类型可以是诸如贴片天线之类的能够动态改变天线极化以优化无线电能传输的任何类型的天线。

[0215] 4.整流器

[0216] 接收机420的整流器426可以包括二极管、电阻、电感和/或电容以将由天线元件424生成的交流(AC)电压转换成直流(DC)电压。整流器426可以被放置为在技术上尽可能靠近天线元件A24B，以使从电能传输信号中收集的电能量中的损失最小。在对AC电压整形后，可以使用电源变换器428来调节产生的DC电压。电压变换器428可以是DC-DC变换器，其可以有助于给电子设备、或者如该示例性系统400中给电池提供恒定的电压输出，而与输入无关。典型的电压输出可以从大约5伏至大约10伏。在一些实施例中，电源变换器可以包括可以提供高效率的电子开关模式DC-DC变换器。在该实施例中，接收机420可以包括在变换器428之前的适于接收电能量的电容(未示出)。电容可以确保给电子开关设备(例如开关模式DC-DC变换器)提供足够的电流，因此电子开关设备可以有效地工作。当给电子设备(例如手机或笔记本电脑)充电时，可能需要能够超过激活电子开关模式DC-DC变换器的操作所需的最小电压的初始大电流。在这种情况下，可以将电容(未示出)添加在接收机420 的输出端处以提供所需的额外的能量。之后，能够提供更低的功率。例如，可以使用1/80的总初始功率，同时使手机或笔记本仍进行充电。

[0217] 5.通信部件

[0218] 接收机420的通信部件430可以与系统400的一个或多个设备通信，诸如其他接收机420、客户端设备和/或发射机402。如将在下面的实施例中解释的，天线、整流器或电源变换器的不同布置方式对接收机而言是可能的。

[0219] E.用于多个设备的袋形成方法

[0220] 1.基本配置

[0221] 图5示出了根据示例性实施例给多个接收机设备供电的步骤。在第一步骤 501中，发射机(TX)与接收机(RX)建立连接或者相关联。即就是说，发射机和接收机可以通过使用

能够在电子设备的两个处理器之间传送信息的无线通信协议(例如，蓝牙®、BLE、Wi-Fi、NFC、ZigBee®)传递控制数据。例如，在实施蓝牙®或蓝牙®变型的实施例中，发射机可以扫描接收机的广播广告信号或者接收机可以给发射机传送广告信号。广告信号可以向发射机通知接收机的存在，并且可以触发发射机和接收机之间的联系。如稍后所描述的，在一些实施例中，广告信号可以传递可以被各种设备(例如，发射机、客户端设备、服务器计算机、其他接收机)使用的信息以执行并管理袋形成的过程。广告信号内包含的信息可以包括设备标识符(例如，MAC地址、IP地址、UUTD)、所接收到的电能的电压、设备电能消耗以及与电能传输波有关的其他类型的数据。发射机可以使用所传送的广告信号来识别接收机，并且在一些情况下，在二维空间或三维空间中定位接收机。一旦发射机识别了接收机，则发射机可以在该发射机中建立与接收机相关联的连接，从而使得发射机和接收机能够通过第二通信信道传递控制信号。

[0222] 作为示例，当包括蓝牙®处理器的接收机上电或被置于发射机的检测范围内时，蓝牙处理器可以根据蓝牙®标准开始通告接收机。发射机可以识别广告并开始建立用于传递控制信号和电能传输信号的连接。在一些实施例中，广告信号可以包含唯一标识符以使发射机可以区分广告，并最终将该接收机与范围内的所有其他蓝牙®设备区分开。

[0223] 在下一步骤503中，当发射机检测到广告信号时，发射机可以自动形成与该接收机的通信连接，这可以使得发射机和接收机能够传递控制信号和电能传输信号。然后，发射机可以命令该接收机开始传送实时采样数据或控制数据。发射机还可以开始传送来自发射机的天线阵列的天线的电能传输信号。

[0224] 在下一步骤505中，接收机然后可以基于通过接收机的天线接收的电能量来测量电压以及与电能传输信号的有效性相关的其他度量。接收机可以生成包含测量信息的控制数据，然后将包含控制数据的控制信号传送给发射机。例如，接收机可以例如以每秒100次的速率对接收到的电能量的电压测量值进行采样。接收机可以以控制信号的形式按照每秒100次将电压采样测量值传送回发射机。

[0225] 在下一步骤507中，发射机可以执行一个或多个软件模块，该一个或多个软件模块对从接收机接收的诸如电压测量值之类的度量进行监测。算法可以通过发射机的天线改变电能传输信号的产生和传送，以使接收机周围的能量袋的有效性最大化。例如，发射机可以对发射机的天线传送电能传输信号时的相位进行调整，直到接收机接收的电能指示在接收机周围有效建立的能量袋。当用于天线的最佳配置被识别时，发射机的存储器可以存储该配置以保持发射机以最高水平进行传播。

[0226] 在下一步骤509中，发射机的算法可以确定何时必须调整电能传输信号，并且也可以响应于确定需要进行这样的调整来改变发射机天线的配置。例如，发射机可以基于从接收机接收的数据来确定在接收机处接收到的电能小于最大值。然后，发射机不仅可以自动调整电能传输信号的相位，而且同时也可以继续接收并监测从接收机上报的电压。

[0227] 在下一步骤511中，在用于与特定接收机通信的确定的时间段后，发射机可以扫描和/或自动检测来自位于发射机的范围中的其他接收机的广告。发射机可以响应于来自第二接收机的蓝牙®广告建立与第二接收机的连接。

[0228] 在下一步骤513中，在建立与第二接收机的第二通信连接后，发射机可以继续调整发射机的天线阵列中的一个或多个天线。在一些实施例中，发射机可以识别天线子集以服务第二接收机，从而将阵列解析成与接收机相关联的阵列子集。在一些实施例中，整个天线阵列可以在给定的时间段内服务第一接收机，然后整个阵列可以在该时间段内服务第二接收机。

[0229] 发射机执行的手动或自动过程可以选择阵列的一个子集来服务第二接收机。在该示例中，发射机的阵列可以被分成两半，从而形成两个子集。因此，一半天线可以配置成给第一接收机传送电能，而另一半天线可以配置为给第二接收机传送电能。在当前的步骤513中，发射机可以应用上文中讨论的类似技术来配置或优化用于第二接收机的天线子集。当选择用于传送电能传输信号的一个天线子集时，发射机和第二接收机可以传递控制数据。因此，当发射机交替地与第一接收机通信和/或扫描新接收机时，发射机已经接收了足够量的采样数据来调整发射机的天线阵列的第二子集所传送的波的相位，从而有效地给第二接收机传送电能传输波。

[0230] 在下一步骤515中，在将第二子集调整成给第二接收机传送电能传输信号后，发射机可以交替地与第一接收机通信、或扫描另外的接收机。发射机可以重新配置第一子集天线，然后以预定间隔在第一接收机和第二接收机之间交替。

[0231] 在下一步骤517中，发射机可以继续以预定间隔在接收机之间交替并扫描新接收机。当检测到每个新接收机时，发射机可以建立连接，并因此开始传送电能传输信号。

[0232] 在一些示例性实施例中，接收机可以电连接到类似于智能手机的设备上。发射机的处理器将扫描任何蓝牙设备。接收机可以开始通过蓝牙芯片通告自身是一个蓝牙设备。在广告里，可以存在唯一标识符以使发射机在其扫描到该广告时可以区分该广告，最终将该接收机与范围内的所有其他蓝牙设备区分开。当发射机检测到广告并且注意到它是接收机时，发射机可以即时形成与该接收机的通信连接并命令接收机开始发送实时采样数据。

[0233] 然后，接收机将测量其接收天线处的电压，将电压采样测量值发送回发射机(例如每秒100次)。发射机可以开始通过调整相位来改变传输天线的配置。当发射机调整相位时，发射机监测从接收机发送回的电压。在一些实施方式中，电压越高，能量袋中的能量越多。天线相位可以被改变直到电压处于最高级并且在接收机周围存在最大的能量袋。发射机可以将天线保持在特定相位处以使电压处于最高级。

[0234] 发射机可以改变每个单独的天线，每次改变一个天线。例如，如果发射机中有32个天线，并且每个天线有8个相位，发射机可以从第一天线开始并将通过所有8个相位步入第一天线。然后，接收机可以针对第一天线的8个相位中的每一个发送回电能等级(power level)。然后发射机可以存储用于第一天线的最高相位。发射机可以针对第二天线重复这个过程，并通过8个相位步入第二天线。接收机可以再次发送回来自每个相位的电能等级，而发射机可以存储最高等级。接下来，发射机可以针对第三天线重复该过程并且继续重复该过程直到通过8个相位步入所有32个天线。在该过程结束时，发射机可以以最有效的方式将最大电压传送至接收机。

[0235] 在另一示例性实施例中，发射机可以检测到第二接收机的广告并形成与第二接收机的连接。当发射机形成与第二接收机的通信时，发射机可以使原来的 32个天线瞄准第二接收机，并针对瞄准第二接收机的32个天线重复该相位过程。一旦完成该过程，第二接收机

就可以从发射机得到尽可能多的电能。发射机可以与第二接收机通信一秒钟，然后在预定的时间段(例如，一秒)内交替回第一接收机，并且发射机可以在预定时间间隔内继续在第一接收机和第二接收机之间来回交替。

[0236] 在又一示例性实施例中，发射机可以检测到第二接收机的广告并形成与第二接收机的通信连接。首先，发射机可以与第一接收机通信并重新分配瞄准第一接收机的示例性32个天线中的一半天线、即仅将16个天线专用于朝向第一接收机。然后，发射机可以将天线中的第二半天线分配给第二接收机、即将16 个天线专用于第二接收机。发射机可以对天线中的第二半天线的相位进行调整。一旦该16个天线经历了8个相位中的每一个，第二接收机就可以以对接收机最有效的方式获得最大电压。

[0237] 2.确定用于袋形成的最佳位置

[0238] 图43示出了追踪定位流程图4300，可以在控制器、CPU、处理器、计算机等等中通过算法来使用该追踪定位流程图以用于确定可以通过无线电能偿传输来接收供电和/或充电的电子设备的最佳位置和方向。为了达到最佳的效率，电子设备可以使用各种传感器以用于确定电池中的电压等级和/或当无线电能传输开始4359时接收到的功率等级。这种传感器可以指示该设备是否正在以最大可用效率4359接收电能。确定功率效率的传感器和/电路的示例可以包括以下各项中的一个或多个：加速度计、环境光传感器、GPS传感器、罗盘、近程传感器、压力传感器、陀螺仪、红外传感器、运动传感器、OPS传感器电路和/ 或其他类型的传感器或电路。

[0239] 最大可用效率可以取决于距发射机的距离、障碍物、温度等。如果设备正在以最大可用效率接收电能，则电子设备上和/或接收机中安装的应用、软件或程序可以察觉和/或注意到用户以保持当前位置4363。而且，如果设备正在以比最大可用效率低的效率接收电能，则软件或程序可以使用各种传感器以用于追踪并确定电子设备的与发射机位置和方向相关的最佳位置。传感器可以包括加速度计、红外线、OPS等等。此外，用于追踪和定位的通信模块可以使用通信互惠。通信模块可以包括并结合蓝牙技术、红外通信、Wi-Fi、FM收音机等。通过比较在电子设备的每个位置中和/或方向上接收到的电压等级和/或电能，软件和/或程序可以通知和/或指导用户改变设备位置4365以用于查看最佳位置和/ 或方向。

[0240] 图44A示出了无线能电能传输4400A，其中发射机4401A可以在多个手机 4452A中产生袋形成。如图44A中所描绘的，无线电能传输4400A可以以低效率给手机4452A充电和/或供电，这是由于接收机上的天线4406B可以面向RF 波4442B的同一方向，因此能量袋4404A可以给天线4406B提供更少的电荷和 /或电能。

[0241] 图44B示出了根据示例性实施例的无线电能传输，其中手机以低效率接收充电和/或供电。如图44B所示，通过将手机4452B转动180度，天线4406B 可以更高的效率接收电能，这种效率可以因天线4406B(面向RF波4442B的相反方向)的方向而实现。

[0242] 3.接收机启动充电

[0243] 图45为根据示例性实施例的充电请求过程4500的流程图。当包括用于与无线充电系统交互的GUI的电子设备与电能发射机通信4569时，过程4500开始。在通信期间，电子设备可以将包括设备ID和充电状态等的信息发送给电能发射机。电能发射机可以更新自身数据库并可以将包括系统内的可用电能发射机的ID的副本发送给电子设备。然后，电子设备可以检查4571电子设备的ID 是否已经与电能接收机的ID相关联。

[0244] 如果电子设备尚未配对，则电子设备可以开始扫描4573电能接收机。系统中的所有电能接收机可以在任何时刻传播广告消息。该广告消息可以包括唯一 32位设备ID和系统ID或UUTD(Universally Unique Identifier，通用唯一识别码)。在一些实施例中，广告消息可以包括附加信息。电子设备能够监测由不同电能接收机传播的广告的信号强度，并追踪电能接收机与电子设备的接近度。

[0245] 当电子设备检测到电能接收机长时间位于接近度范围内时，电子设备可以检查数据库以确定电能接收机是否已经与另一电子设备配对。如果电能接收机尚未与另一设备配对，则电子设备可以在配对4575期间采用电子设备的ID与电能接收机的ID的关联来更新数据库。然后，电子设备可以将更新的数据库的副本发送给电能发射机。

[0246] 一旦电子设备进行了配对，用户或电子设备就可以通过电子设备中的GUI 给电能发射机发送供电请求4577。如果电能发射机发现其适于给电子设备提供电能，则可以打开4579电能接收机。

[0247] 之后，电能发射机可以将天线阵列瞄准与电子设备相关联的电能接收机并开始给电能接收机发送能量。然后电能接收机可以开始给电子设备充电4581。一旦电子设备被充电，该过程可以结束。

[0248] 图46示出了可以由发射机4600的微控制器利用来控制无线电能传输的示例例程4600。当发射机4600接收到来自接收机的电能输送请求4683时，例程 4600开始。在电能输送请求4683处，接收机可以发送签名信号(signature signal)，该签名信号可以使用诸如以下的技术进行编码：延迟编码、OFDM(orthogonal frequency-division multiplexing，正交频分复用)、CDM(code division multiplexing，码分复用)或用于识别包括接收机的给定电子设备的其他二进制编码。在这个阶段，微控制器可以继续认证4685，其中该微控制器可以评估接收机发送的签名信号。基于认证4685，微控制器可以进行判断4687。如果接收机未被授权为接收电能，则在判断4687处，微控制器决定不输送电能4689，因而在结束4691处结束例程4600。另一方面，如果接收机被授权接收电能，则微控制器可以确定设备类型4693。在这个步骤中，微控制器可以从接收机获得诸如以下信息：设备类型、制造商、序列号、所需的总电能以及其他此类信息。之后，微控制器可以运行设备模块4695，其中微控制器可以运行适用于认证设备的例程。此外，如果多个接收机正在需要电能，则微控制器可以平等地给所有接收机输送电能或者可以利用每个接收机的优先级状态。这样的优先级状态可以是用户限定的。在一些实施例中，用户可以选择给其智能手机传递比游戏设备更多的电能。在其他情况中，用户可以选择首先给其智能手机供电，然后给其游戏设备供电。

[0249] 图47示出了可以在设备模块处被微控制器利用的例程4700的示例。例程 4700可以以确定功率输送曲线(power delivery profile)4741开始，在该步骤中，例程可以决定运行默认的功率曲线或用户自定义的曲线。在前一种情况中，微控制器可以验证电池电量4743，在该步骤中，微控制器可以确定包括接收机的电子设备的电力需求。之后，微控制器可以进入判断4745。在判断4745处，如果包括接收机的电子设备的电池被完全充电，则微控制器执行不输送电能 4747，因而在结束4751处结束例程4700。另一方面，如果包括接收机的电子设备的电池未被完全充电，则微控制器可以在判断4749处验证该电子设备是否满足具体的供电准则。上述供电准则可以取决于需要电能的电子设备。例如，智能手机可以在以下情况下才接收供电：在未被使用时、或者可能在使用期间但仅在用户不通过它打电话时、

或者在使用过程中只要Wi-Fi未被损坏时以及其他这样的准则。在用户自定义曲线的情况下，用户可以指定在输送电能之前其设备可以具有的最小的电池电量，或者用户可以指定用于对他的或她的设备供电的准则以及其他这样的选项。

[0250] 可替换地，微控制器还可以记录关于发射机上的处理器的数据。该数据可以包括与以下各项有关的供电统计数据：设备需要供电的周期、设备请求供电的时间、对设备供电所花费的时间、输送给该设备的电能的量、设备的优先级状态、最常给设备供电的地方(例如在家或者在工作场所)。此外，可以将上述统计数据上传到基于云的服务器上以使用户可以查看所有此类统计数据。在一些实施例中，商店、咖啡店等将无线电能设置为辅助服务的地方可以使用上述提及的统计数据来针对所接收到的总电能向用户收取相应的货币金额。在一些情况中，用户可以购买供电时间，例如，用户可以支付一小时的电能。因此，上述提及的统计数据能够帮助微控制器决定何时停止给这样的用户输送电能。

[0251] 4.发射机启动充电

[0252] 图48示出了根据示例性实施例的在可以进一步将电能重定向到其他接收设备的便携式垫子上创建至少一个能量袋的发射机。图48示出了以无线电能传输4800的形式的对WPT的替选配置，在该替选配置中，发射机4801可以在便携式垫子4894上创建至少一个能量袋4804。垫子4894可以包括至少一个接收机和至少一个发射机(未示出)，以用于接收来自发射机4801的无线电能并通过袋形成将该电能重新传送给设备，例如可操作地耦接到接收机(未示出) 上的智能手机4852。在一些实施例中，垫子4894可以通过经发射机4801的天线元件或经由标准通信协议发送的短RF信号与发射机4801通信。上述操作可以使得发射机4801能够容易地定位垫子4894。当智能手机4852不能直接与发射机4801通信时，所公开的配置是有益的。这种配置也可以是有益的，这是由于垫子4894实际上可以放置在任何理想且容易到达的位置中。最后，发射机 4801可以包括与发射机4801的按钮类似的按钮(未示出)，当激活该按钮时，发射机4801可以在垫子4894上产生能量袋4804。能量袋4804在垫子4894上的持续时间可以被自定义限定为适于各种用户的需求，WPT的更进一步优点在于，其他设备可以被置于垫子4894附近并且也可以无线接收电能，即需要充电的电子设备可能甚至不需要放置在垫子4894上。

[0253] 图49包括描述无线电能传输4900A的图49A和图49B。首先参见图49A，可操作地耦接到接收机(未示出)上的智能手机4952A可能缺乏可用电能并且可能不能与发射机4901A通信。在该实施例中，追踪器可以用来将应该输送电能的位置传递给发射机4901A。追踪器可以包括其内部的通信部件(未示出)，如以上针对发射机和接收机所描述的那些，以用于将上述位置传递给发射机 4901A。这种通信部件可以在用户请求时激活。例如，追踪器可以包括激活按钮(未示出)，该按钮在被按压后可以激活上述提及的通信部件。

[0254] 图49B示出了根据示例性实施例的包括追踪器的无线电能传输，该追踪器可以用于在至少一个接收设备上建立生成能量袋所需的位置。

[0255] 在上述激活之后，通信部件可以给发射机4901A发送请求以用于在追踪器的位置处创建能量袋4904B。为了给智能手机4952A充电，用户可以在智能手机4952A的相同位置或接近位置处(图49B)激活追踪器。在建立必要的充电后，智能手机4952A可以(通过其自身的装置)可选地将其位置传递给发射机 4901A以继续无线输送电能。在其他实施例中，可以在空间领域或区域处创建能量袋4904B，该空间领域或区域对用户而言可能是有益的或容易

达到的，但是在该空间领域或区域中并不存在电子设备。在这种情况下，可以将诸如智能手机4952A之类的需要充电的电子设备移动到上述位置以用于利用能量袋 4904B。在没有需要充电的电子设备时，用户可以自定义限定能量袋4904B的持续时间。在一些其他实施例中，可以通过追踪器的操作给定能量袋4904B的持续时间，例如在激活追踪器后可以生成至少一个能量袋4904B。这种能量袋 4904B可以保持有效直到第二次按压追踪器的激活按钮。

[0256] 在无线电能传输的上述配置中，诸如智能手机4952A之类的电子设备可以利用更小且更便宜的接收机。上述目的可以被达到，这是因为接收机不需要自身的通信部件来将位置传递给发射机4901A。相反地，追踪器可以用来执行该功能。在一些其他实施例中，追踪器可以采用经由诸如USB(Universal Serial Bus，通用串行总线)之类的连接件连接到电子设备的附件的形式。在这种情况下，追踪器可以在连接到设备后激活，并且可以控制无线输送的电能总量。在一些实施例中，用户可以创建与需要充电的设备一样多的能量袋4904B。

[0257] 图50示出了无线电能传输5000，在该无线电能传输中，携带追踪器5098 的用户可以在不同位置中创建各种能量袋5004以用于给包括用于袋形成的接收机的各种电子设备供电。在请求时以及用户指定的位置处，可以通过发射机 5001形成能量袋5004。此外，一旦设备建立了充电，这些设备就可以(通过其自身的装置)可选地将其位置传递给发射机5001以继续无线输送电能。

[0258] 5.利用时分复用对多个设备充电

[0259] 图51示出了根据示例性实施例的一种用于自动分配天线阵列的子集以同时给两个或更多个客户端设备供电的方法的流程图。

[0260] 当用户或系统操作员通过网站或在客户计算设备上访问系统管理GUI以命令5153无线电能传系统给客户端设备充电时，方法5100开始，该客户端设备可以与适配的接收机配对或者可以包括内置为设备的一部分硬件的无线电能接收机。在其他实施例中，系统自动充电调度也可以命令无线电能传输系统给客户端设备充电。随后，系统管理可以给所有系统发射机发送充电命令5155。每个系统发射机可以确定其是否在所述电能接收机的供电范围内，如果该系统发射机不在所述电能接收机的供电范围内，则可以选择5157最佳的发射机来控制客户端设备的无线电能接收机供电，随后，所选择的发射机可以开始与无线电能接收机进行实时通信来追踪5159无线电能接收机相对于传输天线阵列的方向、将整个电能传输天线阵列瞄准无线电能接收机并开始电能传输。然后，无线电能接收机可以接收所述电能，随后给客户端设备供电。

[0261] 在方法5100后，用户或自动调度软件可以命令5161给第二客户端设备充电，随后，所选择的发射机可以开始与第二客户端设备的接收机实时通信来追踪第二无线电能接收机的方向并将发射机的天线阵列分成5163两半，以使发射机可以瞄准并使用电能天线阵列的一半或其子集来给第一客户端设备供电，瞄准并使用剩余的天线来给第二客户端设备供电，从而使得两个客户端设备可以不断地接收到电能。然后，在判断5165处，如果用户或自动调度软件命令给更多的客户端设备充电，则所选择的发射机可以开始与第三或更多客户端设备实时通信并通过将所述天线阵列分成天线子集来重新分配5167其天线阵列以瞄准每个接收机并给每个接收机供电。如果没有更多的客户端设备要充电，则系统管理器可以在判断5169处检查正在充电或供电的任何客户端设备是否要停止供电，随后，如果给一个

或多个客户端设备停止供电，则分配用于对所述客户端设备的接收机供电的天线阵列子集可以在剩余的客户端设备的接收机中重新分布5171以继续给所述接收机供电。该过程对正在供电的设备而言几乎是同时发生的，这是由于发射机软件已经在追踪并即时使用它们相对于天线阵列的精确方向。如果没有客户端设备停止充电，则系统管理器可以在判断5165处再次检查是否有更多的客户端设备要充电并遵循之前描述的相同步骤。只要无线电能系统正在给一个或多个客户端设备的接收机充电或供电，该方法可以继续循环进行。

[0262] 图52示出了可以被无线电能管理软件利用的示例例程5200的流程图，该无线电源管理软件可以通过系统管理GUI初始化以在步骤5273处命令系统给一个或多个客户端设备充电。系统管理可以给由无线管理软件管理的所有系统发射机分发命令。然后，基于待充电的客户端设备的数量，在判断5275处，管理软件可以确定否存在足够可用的天线和通信信道。如果有足够的天线和通信信道用于给客户端设备充电，则在步骤5277处，管理软件可以分配最接近的发射机以给客户端设备充电并且可以分配专用的通信信道以开始与客户端设备通信，这可以通过根据电能传输天线阵列连续追踪客户端设备的方向、或监测电池电量、或从接收机接收测量值或其他遥测或元数据、或支持无线电能传输的任何其他功能实现。专用的通信信道可以从用于与客户端设备通信的可用信道中选择。

[0263] 随后，在判断5279处，无线管理软件可以继续给客户端设备充电直到更多的客户端设备请求供电。如果没有额外的客户端设备请求供电，则例程5200 结束。然而，如果更多的设备正在请求供电，则在判断5279处，无线电能管理器可以确定是否存在足够的天线和通信信道可用于新的客户端设备。如果没有足够的天线和通信信道，则在步骤5281处，无线电能管理器可以通过使用TDM (Time Division Multiplexing，时分复用)来分配来自天线阵列的所有天线或天线分组以及通信信道。

[0264] TDM用于通过随时间共享可用信道使得发射机能够与数量多于其所具有的通道的电能接收机通信。发射机轮流与每个接收机通信，从而在有限时间内与每一个接收机通信，有限时间可以是例如1秒或更短的短时间。通过共享有限数量的发射机通信信道使得能够与所有接收机频繁进行通信，则发射机可以追踪这些接收机和/或给所有这些接收机供电(随后，电能接收机给客户端设备传送电能)。

[0265] TDM也支持随时间在所有设备之间共享来自整个发射机天线阵列的电能传输。即就是说，当发射机在所调度的接收机中自动切换通信来接收电能，以使发射机可以追踪接收机相对于发射机天线阵列的方向(角度)时，该发射机还快速地将天线阵列从一个接收机重定向到另一接收机，以使每个调度的接收机在其“时间片(time slice)”期间定期地获得天线电能。发射机还可以将天线的单个分组(子集)定向到具体的接收机，并同时将一个或多个其他分组定向到一个或多个其他接收机。

[0266] TDM可以用于使得能够进行充电，更具体地能够通过使用可以代替专用的信道被不止一个设备共享的现有通信通道，在发射机和客户端设备的电能接收机之间通信。通过使用TDM技术，无线电能发射机可以使得将其各自的传输天线和通信信道中的一个或多个重新分配给可以处于在线模式的客户端设备的特定分组，因此可以同时对该特定分组的客户端设备进行供电。可以将剩余的客户端设备切换成离线模式，而对在线的客户端设备供电并在有限的时间间隔内保持通信信道。

[0267] 随后，在判断5279处，无线电能管理器可以继续给客户端设备充电直到更多的客

户端设备请求供电。最后，在判断5279处，如果没有额外的客户端设备请求供电，则结束例程5200。

[0268] 图53为根据实施例的在无线电能传输系统中使用时分复用(TDM)方法给多个客户端设备供电的过程5300的流程图。在步骤5383处，当用户在无线电能发射机系统中操作的系统管理GUI可以命令系统管理服务器手动或自动从无线电能接收机给一个或多个客户端设备供电时，过程5300开始。随后，在步骤5385处，系统管理服务器可以给在无线电能传输系统中的一个或多个无线电能发射机传递命令。

[0269] 每个无线电能发射机可以检查本地系统分布式数据库或系统状态的其他存储装置、控制并配置成在步骤5387处确定发射机是否在客户端设备的供电范围内，并且可以控制客户端设备的被命令接收电能的无线电能接收机。如果客户端设备的无线电能接收机不在无线电能发射机的供电范围内，则该过程可以结束。然而，如果客户端设备的无线电能接收机在无线电能发射机的供电范围内，则在步骤5389处，所述无线电能发射机可以开始与客户端设备的无线电能接收机实时通信。每当存在命令无线电能发射机供电的一个或多个客户端设备时，无线电能发射机可以将其电能传输天线重新分组，在这些分组中，可以将每个分组分配给每个客户端设备，以使得能够同时给所有客户端设备供电。

[0270] 之后，在步骤5391处，如果有足够的发射机天线给供电范围内的客户端设备的所有无线电能接收机供电，则无线电能传输系统内的系统管理服务器可以命令无线电能发射机。如果无线电能发射机内的发射机天线能够满足所有无线电能接收机的供电需求，则在步骤5393处，无线电能发射机可以继续给所有客户端设备供电。然而，如果无线电能发射机的现有电源不满足所有无线电能接收机的需求，则在步骤5395处，系统管理服务器可以命令无线电能发射机内的电能发射机管理器实施TDM电能传输。无线电能发射机内的无线电能管理器可以接收关于待供电的客户端设备的命令，并且可以确定与该客户端设备相关联的无线电能接收机。

[0271] 通过使用TDM电能传输，无线电能发射机分组或重新分配其传输天线中的一个或多个，以使每个分组给不同的无线电能接收机发送电能，从而使得接收机的客户端设备同时接收到电能。可以将无线电能接收机的剩余客户端设备设为离线模式，而给在线的客户端设备供电。在步骤5397处，TDM电能传输系统可以确定是否有足够的电能用于在线的客户端设备。如果没有足够的电能用于在线的客户端设备，即一个或多个客户端设备可能不会接收到足够的电能，则无线电能发射机将把一个或多个在线的客户端设备设为离线模式，并再次尝试，然后通过将更多的设备设为离线模式直到所有在线的客户端设备接收到足够的电能。

[0272] 在步骤5399处，TDM电能传输过程可以使得无线电能发射机能够使用自动在线/离线处理在规定的时间间隔(或时段)内足以给所有客户端设备供电。

[0273] 类似地，如果没有足够的电能用于当前在线的客户端设备，则可以将已处于在线模式持续时间最长的客户端设备依次地切换为离线模式，直到所有在线的客户端设备获得足够的电能。然而，如果处于在线模式的客户端设备接收到足够的电能，则在步骤5393处，TDM电能传输可以决定将相同数量的客户端设备保持在在线模式并给它们供电。

[0274] 图54为用于调整分配给无线电能接收机的天线数以使得从无线电能发射机到接收机的电能传输更加平衡的过程5400的流程图。过程5400可以是用于无线电能传输的整个

过程的一部分，并且可以由作为系统架构的一部分的微处理器来执行。过程5400可以由处理器通过执行诸如电能发射机管理器应用之类的电能传输管理应用中的软件代码来执行。在一些实施例中，处理器可以通过执行在无线电能管理器应用中布局的指令来执行过程5400，在又一实施例中，处理器可以通过执行在不是系统架构的一部分的软件应用中布局的指令来执行过程5400。

[0275] 由微处理器执行的代码可以致使系统架构中包括的多个部件启动或终止活动。替代系统架构中的那些硬件电路的硬件电路可以用来替换软件指令或与软件指令组合以实施此处描述的过程。因此，此处所描述的实施方式不限于硬件电路和软件的任何特定的组合。虽然所公开的过程5400中的框图是以特定顺序显示的，但是实际顺序可以不同。在一些实施例中，可以并行地执行某些步骤。

[0276] 在步骤5451处，当处理器命令无线电能发射机(WPT)与足够接近该WPT 以建立与该WPT的通信的无线电能接收机(WPR)通信时，上述过程开始。WPR可以给WPT传递包括以下各项的数据：WPR的识别码、WPR的近似空间位置和WPR的供电状态等。在步骤5453处，处理器可以根据接收到的数据和可以存储于数据库的附加数据(例如数据库)来确定WPT是否应该给WPR 传送电能。如果处理器确定WPT不应该给WPR供电，则在步骤5465处，处理器可以继续查看位于范围中且应该被供电的更多的无线电能接收机。如果处理器确定WPT应该给WPR供电，则在步骤5455处，处理器可以通过使用从 WPR接收的近似空间位置数据和附加度量来计算WPR的更近似的位置，该附加度量可以包括信号强度、WPT类型以及WPR可以附接到的设备类型等。

[0277] 在步骤5457处，处理器可以命令WPT从可以用来给WPR传送RF波的天线阵列中分配一组天线。在步骤5459处，处理器可以命令WPT修改振幅和相位以及传送的RF波的其他参数以使可在WPR上聚焦的波束成型。在步骤5461 中，处理器可以读取来自WPR的状态数据。来自WPR的状态数据可以包括由 WPR接收到的能量的测量值、WPR的电能等级、WPR的感知到的空间位置以及足以给WPR可以附接到的电子设备供电的最小电能、以及其他工作参数。在一些实施例中，最小电能设置可以来自诸如系统内其他位置中的查找表之类的其他来源。

[0278] 在步骤5463处，处理器可以使用所读取的信息并确定传送给该WPR的电能相比较其他WPR而言是否是不平衡的、或者任一WPR是否获得了太多或太少的电能。如果WPR接收到的电能小于最小电能，则返回到步骤5457，处理器可以命令WPT为可以用来对WPR供电的该组天线分配更多的天线。在一些实施例中，如果可用的天线的数量不足以给WPR供电，则WPT可以利用诸如时分复用之类的技术来与WPR共享更多的天线，以满足位于一个或多个无线电能发射机的供电范围内的WPR的电能需求。诸如时分复用之类的技术可以使得能够在自动在线模式或离线模式序列期间通过规定的时间间隔或时间段给多个WPR充电。

[0279] 如果WPR接收到的电能大体上超过其所需的最小电能，则返回到步骤5457，处理器可以命令WPT减少给WPR分配的天线的数量，并使用重新分配的天线给其他WPR供电，以使得能够同时继续给第一WPR无线供电。在步骤5465 处，处理器可以查找位于范围中并应该被供电的另一无线供电接收机，并且如果发现这样的接收机，则回到步骤5453处，处理器可以启动与新的WPR的通信，并可以从步骤5453重复该过程。当处理器根据与WPR的通信确定WPT完成了给WPR传送电能时，回到步骤5451，WPT可以与WPR通信通知已结束电能传输并且在步骤5453处可以断开通信。然后，在步骤5465处，WPT可以检查数据库以确定位于WPT应该传输

电能的范围中的WPR(如果存在的话)。

[0280] 图55A描绘了可以用于无线电能传输的发射机5500A的框图。这种发射机 5500A可以包括一个或多个天线元件5506A、一个或多个射频集成电路(RFIC) 5508A、一个或多个微控制器5510A、通信部件5512A、电源5514A和壳体5501A,壳体5501A可以分配发射机5500A的所有请求的部件。可以使用元材料、微印制电路、纳米材料等来制造发射机5500A中的部件。

[0281] 发射机5500A可以通过上述段落中提及的部件的使用负责袋形成、自适应袋形成和多袋形成。发射机5500A可以以无线电信号的形式给一个或多个接收机发送无线电能传输,这种信号可以包括具有任何频率或波长的任何无线电信号。

[0282] 图55B为可以在发射机5500A中使用的平板天线阵列5500B的示例性图示。平板天线阵列5500B可以包括N个天线元件5506A,在该N个天线元件5506A 中,用于电能传输的增益需求可以为以任何等间距的网格分布的64至256个天线元件5506A。在一实施例中,平板天线阵列5500B可以具有8x8网格以具有总共64个天线元件5506A。在另一实施例中,平板天线阵列5500B可以具有 16x16网格以具有总共256个天线元件5506A。然而,天线元件5506A的数量可以关于发射机5500A的所需范围和电能传输能力而改变,天线元件5506A越多,范围越宽,电能传输能力越高。替选配置也可以包括圆形图案和多边形布置方式。平板天线阵列5500B也可以分解成多片并沿多个表面(多方面)分布。

[0283] 天线元件5506A可以包括平板天线元件5506A、贴片天线元件5506A、偶极子天线元件5506A以及任何合适的用于无线电能传输的天线。例如,合适的天线类型可以包括高度从约1/2英寸至约6英寸、宽度从约1/2英寸至约6英寸的贴片天线。天线元件5506A的形状和方向可以根据发射机5500A所需的特征而改变,方向可以沿X轴、Y轴和Z轴、以及各个方向类型和三维布置方式中的组合是平坦的。天线元件5506A材料可以包括合适的可以使无线电信号传输能够效率高、散热少等的材料。

[0284] 天线元件5506A可以包括用于在诸如900MHz、2.5GHz或5.8GHz之类的频带中工作的合适的天线类型,这是由于这些频带遵循FCC(Federal Communications Commission,美国联邦通讯委员会)规定部分18(工业、科学和医学设备)。天线元件5506A可以以独立的频率工作,以允许袋形成的多通道操作。

[0285] 此外,天线元件5506A可以具有至少一个极化或极化选择。这种极化可以包括垂直极化、水平极化、圆极化、左旋极化、右旋极化或这些极化的组合。极化选择可以根据发射机5500A特征而改变。此外,天线元件5506A可以位于发射机5500A的各个表面中。

[0286] 天线元件5506A可以以单个天线阵列、成对阵列、四方阵列以及任何其他的布置方式进行操作,这可以根据所需应用来设计。

[0287] 图56示出了根据各实施例的天线阵列5686A。天线阵列5686A可以包括用于在诸如900MHz、2.5GHz或5.8GHz之类的频带中工作的合适的天线类型,这是由于这些频带遵循FCC规定部分18。

[0288] 图56A示出了单个天线阵列5686A,其中所有天线元件5606B可以在5.8hz 处工作。因此,单个阵列5686A可以用于给单个设备充电或供电。

[0289] 图56B示出了成对阵列5686B,其中天线元件5606B的上半部分5688B可以在5.8GHz处工作而下半部分5690B可以在2.4GHz处工作。然后,成对天线 5686B可以用来同时给可以在诸如以上所描述的频带之类的不同频带上工作的两个接收机充电或供电。如图56B可见,

天线元件5606B的大小可以根据天线类型而改变。

[0290] 图56C示出了四方阵列5686C，其中每个天线元件可以被虚拟地分开以避免无线电能传输期间的功率损耗。在该实施例中，每个天线元件可以被虚拟地分为两个天线单元：天线元件5694C和天线元件5692C。天线元件5694C可以用于在5.8GHz频带中传送电能，而天线元件5692C可以用于2.4GHz频带中传送电能。然后，四方阵列5686C可以用于以下情形：在不同频带上工作的多个接收机需要充电或供电。

[0291] 在第一示例性实施例中，可以给在2.4GHz处工作的便携式电子设备供电或充电。在该示例中，发射机可以用来将能量袋输送到一个电子设备上。该发射机可以具有8×8个平板天线的单个阵列，其中所有天线元件可以在2.4GHz 频带上工作，平板天线可以比其他天线占据更小的体积，因此使得发射机能够位于诸如墙壁、镜子、门、天花板等等之类的小而薄的空间中。此外，可以对平板天线进行优化，以将无线电能传输从远距离传输操作为窄距离传输，该特征可以允许便携式设备在诸如火车站、公共汽车站、机场等等之类的较大区域中的操作。此外，8×8的平板天线可以由于其更小的体积生成比其他天线更小的能量袋，这可以减小损失并且可以使得能够更精确地生成能量袋，该精确度可以用于给区域附近的各种便携式设备和/或不需要其附近或其上的能量袋的对象充电或供电。

[0292] 在第二示例性实施中，可以同时给在两个不同频带上工作的两个电子设备充电或供电。在该示例中，发射机可以用来将能量袋输送到两个电子设备上。在该示例中，发射机可以具有有不同类型天线(平板天线和偶极子天线)的成对阵列，在该成对阵列中，1/2的阵列可以由平板天线形成，而另一半天线由偶极子天线形成。如第一示例性实施中所述，可以将平板天线优化成在相当大的距离的狭窄大厅内辐射电能。另一方面，偶极子天线可以用于近距离辐射电能，但是由于它们的辐射方向因而覆盖了更多的区域，此外，可以手动地调整偶极子天线，当发射机位于拥挤空间中并且发射需要被优化时，该特征是有益的。

[0293] 图57为描绘了在无线电能传输中使用TDM通信信道5700随时间的示例性分布的表格。更具体地，图57描绘了具有针对5个客户端设备的信道分配而无线电能发射机仅允许4个通信信道的表格。

[0294] 图57示出了发射机的有限的4个通信通道是如何随时间推移被用来与5 个接收机-比发射机的通道数多的更多个接收机通信的。时间从左向右前进，并且被表示为10个时间片。每个时间片表示有限量的时钟时间，例如1秒。每个‘Cn’代表发射机的通信信道中的一个通信信道。每个‘Rn’代表从无线发射机接收电能并随后给客户端设备传送电能的无线电能发射机中的一个。

[0295] 在时间片t0期间，发射机使用信道C1与接收机R1通信、使用信道C2与接收机R2通信、使用信道C3与接收机R3通信、使用信道C4与接收机R4通信，而不存在与接收机R5的通信。

[0296] 在时间片t1期间，发射机现在使用C1与接收机R5通信，以使R5有机会接收电能，接收机R2继续通过信道C2与发射机通信，接收机R3继续通过信道C3与发射机通信，并且接收机R4继续通过信道C4与发射机通信。不存在与接收机R1的通信。

[0297] 在时间片t2期间，发射机现在使用C2与接收机R1通信，以使R1有机会接收电能，接收机R3继续通过信道C3与发射机通信，接收机R4继续通过信道C4与发射机通信，并且接收机R5继续通过信道C1与发射机通信。不存在与接收机R2的通信。

[0298] 在发射机与具体的接收机通信的时间片期间，它可以使用该通信从接收机获得接收机电能状态，发射机使用该值将该接收机瞄准发射机天线以给接收机的客户端设备供电。该系统可以使用其他方法来控制将天线瞄准接收机，诸如接收机信标信号传输和发射机信标信号接收。发射机可以将阵列天线子集瞄准处于通信中的四个接收机中的每一个。

[0299] 该模式随时间继续，同时用户调度接收机来接收电能。可以将更多的接收机添加到这些调度中、或者可以移除一些接收机。当存在超过可用的发射机信道(在该示例中为4个)时，随时间推移共享这些信道(TDM)以使发射机可以与任何数量的接收机通信。当没有更多的发射机信道时，发射机将每个信道指定给具体的接收机。

[0300] 在具有用于5个客户端设备的信道分配而无线电能发射机仅允许4个通信信道的表中描绘了在无线电能传输中使用TDM的通信信道的示例性分布。当命令第五个客户端设备R5在时间段t1开始充电时，无线电能管理器可以使用 TDM技术。随后，在时间段t1，无线电能管理器可以命令无线电能发射机停止使用第一通信信道C1与第一客户端设备R1的通信，而开始使用第一通信信道 C1与第五客户端设备R5的通信。之后，在有限时间后的时间段t2，无线电能管理器可以命令无线电能发射机停止使用第二通信信道C2与第二客户端设备 R2的通信，然后无线电能发射机可以使用第二通信信道R2来重新开始与第一客户端设备R1的通信，并将天线分组瞄准第一客户端设备R1。随后，在有限时间后的时间段t3，无线电能管理器可以命令无线电能发射机停止与正在使用第三通信信道C3的第三客户端设备R3的通信。无线电能发射机现在可以使用第三通信信道C3来重新开始与第二客户端设备R2的通信，并将天线分组瞄准第二客户端设备R2。该过程可以继续进行直到待供电的客户端设备的数量发生改变。

[0301] 图58为根据一些实施例的在无线电能接收机和无线电能发射机之间的示例性潜在交互的图表5800。图表5800可以描述关于TDM电能传输(软件模块) 如何可以在无线电能发射机中工作的过程。具体地，该过程可以在时刻t_0开始，在该时刻t_0处，无线供电设备(D1)可以到达无线电能发射机，TDM电能传输可以命令无线电能发射机分配天线分组(GA)来给D1供电。

[0302] 在时刻t_1，如果D1从初始位置移开，则TDM电能传输可以命令无线电能发射机根据原始分组改变天线的数量并分配一天线分组(GB1)以给D1供电。如果同一时间另一无线电能接收机(D2)到达无线电能发射机，则TDM电能传输可以命令无线电能发射机分配另一天线分组(GB)来给D2供电。无线电能发射机现在可以给两个无线电能接收机供电。

[0303] 在时刻t_3，如果D1和D2两者从它们的位置移开，则TDM电能传输可以命令无线电能发射机根据原始分组改变天线的数量并分配一天线分组(GB1) 以给D1供电，以及分配另一天线分组(GC2)来给D2供电。如果又有两个无线电能接收机(D3和D4)到达无线电能发射机，则TDM电能传输可以命令无线电能发射机分配两个天线分组(GC3和GC4)来给D3和D4供电。该无线电能发射机现在可以给四个设备供电并且可能没有更多发射天线可用于附加的无线电能接收机。

[0304] 如果附加的无线电能接收机(D5)进入无线电能发射机的范围中，则在时刻t_3并且没有附加的天线可用于指定新的分组给D5供电，则TDM电能传输可以使用天线共享技术来确保所有设备正在接收电能。例如，TDM电能传输可以在规定时间间隔内将天线分组从一个设备切换到另一设备。如果位置中没有发生其他改变，例如从时刻t_4到t_9，则TDM电能传输可

以继续将分组从被传送电能时间最长的无线电能接收机切换到被传送电能时间最短的无线电能接收机。

[0305] 图59示出了可以是无线电能传输系统架构的一部分的无线电能接收机和无线电能发射机的示例性潜在交互的图表5900。图表5900可以提供由无线电能发射机服务的无线电能接收机的示例。根据一些实施例，当附加的无线电能接收机到达无线电能发射机时，可以给该附加的无线电能接收机供电。

[0306] 根据另一实施例，多个无线电能发射机可以一起给一个或多个接收机供电。在时刻t_0，无线电能设备(D1)可以进入无线电能发射机的范围中。处理器可以命令无线电能发射机分配所有发射机天线的天线分组(GA)来给客户端设备 D1功能供电。

[0307] 在时刻t_1，系统开始又给客户端设备D2供电，因此发射机采用两个新的天线分组(用于继续要供电的D1的G_{B1}和用于新供电的设备D2的分组G_{B2})替换先前的天线分组G_A。由于有两个分组，所以每个分组获得整个发射机天线阵列的一半。

[0308] 在时刻t_2，又有两个设备D3和D4开始接收电能，因此发射机采用四个天线分组替换先前的两个天线分组G_{B1}和G_{B2}，当前，使用一个天线分组：G_{C1}、G_{C2}、G_{C3}、G_{C4}来给每个客户端设备(D1，D2，D3，D4)供电。

[0309] 在时刻t_3，第五个客户端设备D5被配置成接收电能。然而，同时允许的最大天线分组是4。因此，为了给5个客户端设备供电，必须使用时分复用来即时使用该4个天线分组来同时给4个设备供电，其中在每个随后的时间间隔t_n期间，5个设备中的一个没有被供电。因此，在时刻t_3，最多四个天线分组G_{C1}、G_{C2}、G_{C3}、G_{C4}分别给客户端设备D5、D2、D3、D4供电。在时刻t_4，停止给 D2供电，重新开始给D1供电，并且D3、D4和D5继续接收电能。该循环模式无限期地继续进行直到所有设备得到充电。

[0310] 6.电能传输管理

[0311] 图60为总体上示出了用于给设备传输无线电能的示例性方法的流程图6000。在包含计算机可读代码的计算机可读介质中实施该示例性方法的步骤，以使得当计算机可读代码被计算机设备执行时实施上述步骤。在一些实施方式中，在不偏离该方法的目标的情况下，可以将该方法的某些步骤进行组合、同时执行、以不同的顺序执行或者省略。

[0312] 在图60中，当客户端设备在客户请求后启动6067应用时，该过程开始。在一些实施例中，客户端设备检测到其耦接到的接收机，并从接收机读取与接收机相关联的标识符。在其他实施例中，接收机是客户端设备固有的，因此客户端设备已包括与接收机相关联的标识符。在另外的其他实施例中，客户端设备将与接收机相关联的标识符传播或者广告给范围中的其他客户端设备。

[0313] 接下来，客户端设备通过合适的网络连接与系统管理服务通信6069，该网络连接包括以太网、局域网(LAN)、虚拟专用网络(VPN)、广域网(WAN)、蓝牙、低功耗蓝牙、Wi-Fi、ZigBee等。在一些实施例中，客户端设备传递与客户端设备的用户相关联的证书、与客户端设备相关联的接收机的标识符等，然后系统管理服务认证6071与客户端设备相关联的证书。在一些实施例中，如果该证书无法得到认证，则需要用户进行注册。在其他实施例中，如果认证失败，则系统管理服务拒绝访问用户。

[0314] 然后，客户端设备检测6073来自发射机的广播并读取与发射机相关联的标识符。在一些实施例中，发射机使用蓝牙、低功耗蓝牙(BTLE)、Wi-Fi等来广播其存在以及与其相

关联的标识符。与发射机相关联的标识符可以包括发射机的MAC地址、网络地址等，客户端设备经由GUI向移动设备用户显示6075 发射机的呈现形式。在一些实施例中，GUI产生发射机的呈现形式，使得移动设备用户能够请求从发射机到客户端设备的电能传输。在其他实施例中，GUI 显示附加信息，诸如例如发射机到客户端设备的距离、与从发射机接收电能相关联的代价等。

[0315] 接下来，客户端设备接收6077来自移动设备用户的命令以给客户端设备供电，客户端设备给系统管理服务发送用于无线电能输送的请求6079。在一些实施例中，客户端设备所发送的请求包括与客户端设备相关联的证书(例如用户账户证书)、与一个或多个附近的发射机相关联的标识符、与客户端设备相关联的标识符、与耦接到客户端设备上(在没有集成到客户端设备时)的接收机相关联的标识符、账单指令等等。

[0316] 然后，系统管理服务认证6081客户端设备、核实账单配置并核实客户端设备是否被授权接收无线电能。在一些实施例中，系统管理服务通过将请求(例如用户账户证书)内包含的证书和与客户端设备相关联的标识符与云服务提供商内的数据库中存储的数据进行比较来认证客户端设备。在其他实施例中，系统管理服务另外核实用户的账单配置是有效的，然后系统管理服务确定6083 客户端设备是否被授权接收电能。在一些实施例中，如果客户端设备未被授权，则该过程结束。在其他实施例中，该过程继续进行到另一过程中，使得移动设备用户能够通过给账户添加额外的资金、从第三方请求授权等等来授权客户端设备。

[0317] 系统管理服务与发射机通信6085并命令发射机给与客户端设备相关联的接收机供电。在一些实施例中，系统管理服务使用合适的网络连接与发射机通信，该网络连接包括以太网、局域网(LAN)、虚拟专用网络(VPN)、广域网 (WAN)、蓝牙、低功耗蓝牙、Wi-Fi、ZigBee等。在其他实施例中，该命令包括用于执行所需的充电方法的任何数量的合适参数，该合适参数包括所希望的电能输出、充电的时间的量、传送的电能的量等。在一些实施例中，接收机与客户端设备集成在一起。在其他实施例中，接收机是与一个或多个客户端设备耦接并电连接的无线接收机。

[0318] 发射机建立6087与接收机的通信并在三维空间中定位该接收机。然后发射机使用其天线在接收机处形成能量袋6089。接下来，接收机接收6091从由发射机形成的袋中接收能量并给客户端设备供电。

[0319] 图61为总体上示出了用于监测给设备传送的无线电能的示例性方法的流程图6100。在包括计算机可读代码的计算机可读介质中实施该示例性方法的步骤以使得当计算机可读代码被计算机设备执行时实施上述步骤。在一些实施方式中，在不偏离该方法的目标的情况下，可以将该方法的某些步骤进行组合、同时执行、以不同的顺序执行或者被省略。

[0320] 在图61中，该过程从发射机从接收机读取6151电能和能量数据开始。在一些实施例中，接收机与客户端设备集成在一起。在其他实施例中，接收机是与一个或多个客户端设备耦接并电连接的无线接收机。在一些实施例中，该数据包括从无线电能发射机给接收机输送电能的速度、从无线电能发射机传送到接收机的总能量、客户端设备当前的电池电量等。

[0321] 然后，发射机与系统管理服务通信6153并通知系统管理服务其正在给客户端设备

充电。在一些实施例中，发射机还上报所传送的满足客户端设备的充电请求的能量/电能、接收机的标识符等。

[0322] 接下来，如果有需要的话，系统管理服务针对从发射机发送到客户端设备的能量给移动设备用户开账单6155。然后，系统管理服务将账户信息传递6157 给客户端设备。在一些实施例中，账户信息包括账单信息以及与当前的计费会话(charging session)相关联的信息、来自前一次计费会话的信息、账户余额信息、与在当前的计费会话期间接收到的无线电能相关联的收费、发射机的电能传输速度等等。

[0323] 客户端设备显示的GUI显示出6159正在给该客户端设备充电。在一些实施例中，GUI显示了上述提到的账户余额信息、账户信息等。

[0324] 然后，无线电能发射机、接收机和/或系统管理服务中的一个或多个向信息分发服务传递6161使用状态信息。在一些实施例中，该使用状态信息用于运行对客户行为、人口统计、服务质量等分析。在一些实施例中，信息分发服务驻存在远程云中。在其他实施例中，信息分发服务驻存在本地网络中。

[0325] 例如，具有智能手机的用户走进咖啡厅。智能手机检测到由咖啡厅操作的无线电能发射机并读取发射机的ID。然后，用户注意到智能手机电量过低，命令移动app请求本地无线电能。无论何时和/或无论何地当无线电能可用时，用户还可以令经配置的无线电能系统管理来自动进行该操作。然后，智能手机将其ID、其接收机的ID以及发射机的ID传递给系统管理服务。系统管理服务审核其系统数据库并找到智能手机或智能手机的接收机和发射机。系统管理服务然后与发射机通信并命令发射机给用户的智能手机接收机供电。然后，发射机与接收机通信以确定接收机的位置，并使用袋形成技术给接收机传送无线能量。接收机采用该能量给智能手机供电。

[0326] 在另一示例中，使用具有内置的无线电能接收机的可穿戴设备的客户拜访朋友的装配有无线电能发射机的住宅。可穿戴设备检测到住宅的无线电能发射机并读取发射机的ID，而且屋主的发射机对系统管理服务进行了配置以自动给任何无线电能接收机供电。可穿戴设备的接收机将其ID和发射机的ID传递给系统管理服务，然后系统管理服务审核其系统数据库并找到可穿戴设备、可穿戴设备的接收机和发射机。系统管理服务然后与发射机通信并命令发射机给用户的可穿戴设备的接收机供电。然后，发射机与接收机通信以确定接收机的位置，并使用自适应三维袋形成技术给接收机传送无线能量。然后，接收机采用该能量给该可穿戴设备供电。

[0327] 7、测量并上报电能等级

[0328] 图62示出了根据实施例的用于在无线电能传输系统中监测电池性能6200 的方法的流程图。在一些示例性实施例中，无线电能传输系统能够确定电子设备正在充电的当前速度或实际速度实际速度，并将该值与期望的参考速度进行比较。如果当前速度明显小于期望的参考速度，则电子设备内的电池或相关充电电路可能发生故障并导致很低的充电效率或性能。

[0329] 当无线电能传输系统检测到该错误条件时，系统可以向系统操作员或客户端设备的用户、或者任何其他合适的一方报警，以使得该问题可以得到解决并且当充电或停止采用比其应该充电的时间更长的时间段时，电子设备电池充电系统可以不再浪费电能。

[0330] 在替代性实施例中，无线电能传输系统从设备首次为系统服务时开始监测客户端

设备的充电速度，然后使用该充电速度作为参考来与给设备充电的当前速度进行比较，以使得如果给设备充电的当前速度小于基于初始充电速度的参考速度时，由系统生成警报，指示设备出问题了并且在充电时该设备花费了太长时间来充电或者浪费电能。

[0331] 在一些示例性实施例中，用于监测电池性能6281的方法从步骤6263开始，在步骤6263中，操作员或用户安装并操作无线电能传输系统。然后，在步骤 6265中，客户端设备可以与系统内的无线电能接收机配对。当客户端电子设备检测到电能接收机在适当的一段时间内处于适当的接近度范围内时，配对可以发生。然后，可以进入到检查内部数据库以确定电能接收机是否尚未与另一电子设备配对。如果电能接收机尚未与另一设备配对，则客户电子设备可以将其 ID与电能接收机的ID相关联并更新内部数据库。然后，电子设备可以将更新的数据库记录的副本发送给电能发射机。以这种方式，设备可以准备开始无线充电。

[0332] 在步骤6267中，无线电能发射机可以不断监测客户端设备的电池电量以在步骤6269中确定电池是否需要充电。在其他实施例中，无线电能发射机可以根据预先限定的调度给客户端设备充电。无论什么时候执行充电或者如果电池电量未充满并且电池需要充电，无线电能传输系统都可以自动给客户端设备的电池充电，或者响应于系统中内置的或者由操作员或用户配置的一些其他条件或状况等，系统可以自动给电池充电。

[0333] 如果无线电能发射机确定客户端设备需要充电，则在步骤6271中，无线电能发射机可以开始给连接到客户端设备的无线电能接收机传送电能。为此，无线电能发射机与无线电能接收机进行连续地实时通信。

[0334] 在充电期间，在步骤6273中，接收机连续地向无线电能发射机发送充电电能值。此外，在步骤6275中，客户端设备可以不断地向无线电能发射机发送电池电量值。

[0335] 在步骤6277中，使用在步骤6273和步骤6275中接收到的值，发射机能够计算客户端设备的充电速度。在一些实施例中，无线电能发射机将监测其自身的实时时钟电路或其他电路来测量当前实时时间或时钟时间，以计算客户端设备电池的充电速度。

[0336] 然后，在步骤6279中，无线电能发射机可以确定客户端设备的充电速度处于可接受的范围内或者不处于可接受的范围内。在一些示例性实施例中，无线电能发射机将在参考表中查找用于特定的客户端设备的期望的充电速度；设备的唯一标识或类别通过操作员或用户事先被系统已知，或者客户端设备自动将所述类别从客户端设备直接传递到无线电能发射机或无线电能传输系统的其他系统计算机。所述参考表位于发射机存储器或本地数据库内、或者从远程管理或远程服务器上的信息服务被下载或传递到发射机。

[0337] 在一些实施例中，特定的客户端设备所期望的参考充电速度已经存储在发射机的存储器中。而且，期望发射机充电的客户端设备的每个类别或模型的充电速度也全部存储在存储器中。这些速度在发射机制造时就已经存储在发射机的存储器中，或者可能已经从诸如系统管理服务器之类的另一系统计算机上传或传递到发射机，系统管理服务器包含期望无线电能传输系统充电的客户端设备的更新的所有类型的速度、类别或模型。

[0338] 如果无线电能发射机检测到设备的实际充电性能低于期望充电性能，则在步骤6281中，发射机可以向系统操作员或客户端设备用户报警：客户端设备的电池或充电电路等发生故障、可能丢失电能、可能花费太长的时间来充电以及需要需要进行调查、修理或更换。在一些实施例中，当客户端设备的电池没有导致充电速度过低或电能损失时，无线电能发射机还能够确定系统故障的根本原因。

[0339] 在一些实施例中，无线电能发射机通过自动数据复制、通过发射机和其他系统计算机之间的系统网络或通过其他适当的通信装置发送消息来传递上述信息。此外，操作员或用户可以接收警报并通过以下来响应：将无线系统配置为不再给客户端设备无线充电，然后将客户端设备从服务移除以使得能够对其进行调查、修理或更换或者其他适当的解决方法。

[0340] 如果无线电能发射机确定在所分析的数据中没有发现系统或部件故障的证据，则无线电能发射机继续给客户端设备充电，并在步骤6283中不断检查客户端设备的电池电量是否充满。如果客户端设备的电池未充满，则无线电能发射机可以继续向连接到客户端设备的无线电能接收机传送无线电能以保持给客户端设备充电。如果客户端设备的电池已经充满或者到达停止对设备充电的时刻，则在步骤6285中，无线电能发射机停止给设备充电，则该过程结束。

[0341] 图63为根据本公开的示例性方面的用于监测电池性能的方法的序列图6300。序列图6300包括客户端设备6352、系统管理计算机6373、无线电能发射机6301、无线电能接收机6320以及用户或操作员6375。

[0342] 系统管理计算机首先给无线电能发射机6301发送客户端设备6352的期望充电速度6355。然后，客户端设备6352发送关于客户端设备6373的电池电量6357。之后，无线电能发射机6301开始向连接到客户端设备6352的无线电能接收机6320输送无线电能6359。然后，无线电能接收机连续向客户端设备6352 发送所传送的电能量的测量值6361。随后，客户端设备6352向无线电能发射机6301发送最新的电池电量6363。使用给客户端设备6352所传送的电能量的测量值6361和最新的电池电量6363，无线电能发射机6301计算客户端设备6352的充电速度。万一客户端设备6352的充电速度低于阈值，则无线电能发射机向用户或操作员6375发送警报6365。然后，用户或操作员6375采取行动 6367以纠正该错误。

[0343] 例如，一家庭在他们的家中安装了无线电能传输系统。他们的一个家庭成员将该系统配置为给智能手机无线供电或充电。该智能手机已经用了几年了。无论该智能手机何时处于系统的供电范围内且该智能手机的电池电量足够低以许可充电，系统都自动给该智能手机充电。该家庭已经在智能手机中安装了从公共应用商店下载的用于无线电能传输系统的软件app。该app自动将智能手机的电池电量的值传递给系统。在给智能手机充电后，系统观察到智能手机花费的时间是它应当完全充满电花费的时间的三倍。然后，系统通过给所有者发送具有智能手机的名称和问题的简要说明的文本消息向家庭系统的所有者传递该问题的警报。随后，所有者购买替换的智能手机。

[0344] 在另一示例中，用户购买穿戴在用户的手腕上的可穿戴产品。该产品包含无线电能接收机。无线电能发射机位于用户的卧室中，并且每天晚上用户上床睡觉时都穿戴着可在用户的手腕上穿戴的产品。然后，无线电能传输系统通过从卧室中的距电能接收机一段距离的发射机传送电能来自动给可穿戴产品内的电池充电，以给用户的手腕上的可穿戴产品内的接收机供电。每个晚上，可穿戴设备进行后台充电。

[0345] 从发射机给可穿戴的客户端设备第一次充电开始，发射机计算可穿戴设备的电池的充电速度。无线电能传输系统没有关于该特定可穿戴产品的电池的充电速度的参考信息。

[0346] 经过一年后，无线电能传输系统检测到目前给可穿戴电池充电的时间的量比用户

采用系统第一次开始给可穿戴产品无线充电花费的时间长。随后，该系统通过发送包含用户的可穿戴设备目前花费了更长的时间来充电的信息的电子邮件向用户发出警告。随后，用户采用最新的模型更换该可穿戴产品。

[0347] 8.安全传送电能

[0348] 图64示出了用于基于规定的健康安全环境来禁止客户端设备从无线电能传输系统接收电能的方法6400的流程图。所公开的方法可以在无线电能传输系统的部件中的一个或多个中进行操作。无线电能传输系统可以包括一个或多个系统计算机、在客户端设备上运行的GUI系统管理软件、一个或多个远程信息业务服务器以及一个或多个系统管理服务器等。系统计算机可以指无线电能传输系统的计算机中的一个并且是无线电能传输系统的所有计算机之间的通信网络的一部分。系统计算机可以通过所述网络与任何其他系统计算机通信，并且可以为无线电能发射机、无线电能接收机、客户端设备、系统管理业务服务器和/或其他计算设备。客户端设备的示例可以包括智能手机、掌上电脑和音乐播放器等。

[0349] 远程信息业务服务器可以耦接到系统数据库，系统数据库可以通过在无线电能传输系统中操作的所有网络计算机进行复制或分布。所述分布式系统数据库与在所有网络计算机内操作的数据库分布管理软件一起可以允许无线电能传输系统中的即时通信。网络计算机可以指任何系统计算机或主动远程信息服务器，该主动远程信息服务器是在线的并且具有与特别的无线电能传输系统的网络的连接。

[0350] 在步骤6469中，当无线电能传输系统(WPTS)启动并运行系统检查以确保所有的通信信道正常工作时，该过程开始。随后，如果该步骤尚未完成，则在步骤6471中，用户可以下载并在客户端设备中安装用于WPTS的系统管理软件应用(GUI App)。该app可从诸如苹果iTunes、谷歌的应用商店、亚马逊的应用商店之类的公共软件应用商店或数字应用分发平台上获得、下载和安装。在其他实施例中，用户可以浏览由计算机或服务器驻存的网页，在该网页中，用户可以命令、控制或配置WPTS。App或网页可以具有用户界面，用户界面包括但不限于：行业标准检查标识控制、或在客户端设备的显示屏上显示或描述的用于指定或控制健康安全操作参数的任何其他用户接口控制、或者由管理无线电能传输系统的计算机提供的网页。

[0351] 在该过程之后，在判断6473中，GUI app核实是否存在任何在WPTS中启用的针对电能传输的禁令(proscription)。如果启用了用于电能传输的禁令，则继续进行下面的步骤6485，反之，如果尚未启用用于电能传输的禁令，则在判断6475中，GUI可以向用户显示消息，询问用户是否希望启用用于无线电能传输的健康安全操作参数。如果用户不接受启用禁令，则在步骤6491中，WPTS 允许在没有禁令的情况下进行电能输送，然后该过程结束。如果在判断508中用户接受启用禁令，则在步骤6477中，GUI app可以向用户显示检查列表，在该检查列表中，他或她可以指定不应该将无线电能传送给用户正使用中的设备的情况。然后，在步骤6479中，用户指定可以包括但不限于以下准则的禁止情况：

[0352] 1)如果客户端设备当前正在移动，则指示用户自己携带着该设备或者用户正拿着或穿戴着该设备。客户端设备的运动或移动可以指客户端设备相对于给设备传送电能的发射机、或者相对于发射机的空间位置的物理上的三维移动，以使得当运动时，客户端设备可以改变其与发射机的物理距离或者可以改变其与发射机中的天线的角度。

[0353] 2)如果客户端设备当前被物理地定向为指示其正在使用的任何姿态。例如，如果

设备是当前垂直定向的移动手机。

[0354] 3)如果客户端设备当前检测到其处于用户的接近度内,诸如如果该设备正被夹持在用户的脸部。

[0355] 4)如果客户端设备当前正在拨打电话。

[0356] 5)如果客户端设备当前正在触摸、敲击或者进行诸如滑动、捏住、旋转之类的手指动作或以任何方式与客户端设备交互。

[0357] 6)如果客户端设备当前与耳机或任何其他外部设备连接。

[0358] 随后,在步骤6487中,在用户指定禁止情况或准则后,将禁止情况策略应用到所有系统计算机上。然后,在步骤6483中,WPTS更新其分布式数据库中的客户端设备数据记录。WPTS读取并核实与客户端设备相关联的禁止情况。随后,在步骤6485中,WPTS读取并核实与客户端设备相关联的被禁止情况。接下来,在判断6487中,如果存在禁止情况,则在步骤6489中,禁用电能输送,或者如果在判断6487中,禁止情况不存在,则在步骤6489中启用电能输送。该过程结束。

[0359] 在所述客户端设备上运行的GUI app可以不断地监测客户端设备,以检测所述客户端设备的当前操作是否与健康安全的禁止情况中的任何一个匹配。监测客户端设备可以包括但不限于:读取所述设备内的测量硬件、或者对设备指示禁止情况是否存在的任何其他方面进行感测,测量硬件使用所述客户端设备内部的加速度计或陀螺仪或者指示设备是否被夹持在脸部的传感器来确定设备的当前速度、偏航、俯仰、或滚动或者姿态。

[0360] 可以通过GUI app将客户端设备当前是否处于被禁止从所述传输系统接收电能的情况下的健康安全性判定存储在数据记录内,该数据记录对所述客户端设备的控制和配置进行描述。所述记录可以是WPTS的分布式数据库的一部分,其副本驻留在所述客户端设备的存储器中。然后,GUI app和无线电能传输系统中的其他计算机将所述更新的记录自动分布到整个所述系统中,以保持将所述数据库的所有副本保留在相同的整个WPTS中。

[0361] 一示例性实施例描述了如何进行判断以给客户端设备传送电能。在系统数据库内,配对的客户端设备的记录与附接或内置在所述客户端设备内的无线电能接收机的记录相关联。

[0362] 如果用户使用WPTS的用户界面(GUI或网页)来手动地命令(根据由所述无线电能接收机接收到的电能)给所述客户端设备充电,或者如果用户使用所述用户界面来诸如通过时间、名称或物理位置、或者其他方法对所述无线电能接收机的记录进行配置以给所述客户端设备自动充电,则将通过对所述无线电能接收机的数据库记录进行当前控制的无线电能发射机来更新所述无线电能接收机的记录,这是由于该发射机是离所述无线电能接收机最近的无线电能发射机,以指示所述无线电能接收机当前应该闭合其输出开关从而使得能够将电能输出到所述客户端设备。还通过所述无线电能发射机将所述无线电能接收机的所述记录分布在所述系统中以用于其他无线电能发射机进行读取。

[0363] 一旦控制所述无线电能接收机的所述无线电能发射机确定其应该给所述无线电能接收机传送电能,则接下来所述无线电能发射机将检查与所述无线电能接收机相关联或配对的客户端设备的记录,并且如果所述健康安全确定当前没有禁止向所述客户端设备传送电能,则将仅向所述无线电能接收机传送电能。如果没有禁止电能传输,则电能发射机可以采取以下动作:

[0364] A)开始与所述接收机进行实时通信以获得对所接收到的电能量的连续反馈,从而保持将传输天线瞄准所述接收机。

[0365] B)开始向所述接收机进行电能传输。

[0366] C)命令所述接收机关闭其电气继电器开关以将电能量传送给客户端设备。

[0367] 如果用户改变所述安全禁令,则所述无线电能发射机将重新确定所述无线电能接收机是否应该接收电能。

[0368] F.具有选择范围的无线电能传输

[0369] 1.相长干涉

[0370] 图6A为表示可以在示例性袋形成过程期间实施的无线电能传输原理的示例性系统。包括天线阵列中的多个天线的发射机601可以对从发射机601的每个天线传送的电能传输波607的相位和振幅以及其他属性进行调整。在缺少任何相位或振幅调整的情况下,可以从天线中的每一个传送电能传输波607。在这种情况下,由于发射机的每个天线元件距离位于各位置的接收机的不同距离,因而被传送的波将到达具有不同相位的不同位置处。

[0371] 接收机(RCVR)可以从多个天线元件中接收多个信号607a,并且如果这些信号以相消方式增加,则这些信号的组合可以基本为零。发射机的天线元件可以传送完全相同的电能传输信号(即,包括具有相同特征的电能传输波),然而,电能传输信号607a中的每一个可以以彼此偏移180度的方式到达接收机,因而这些电能传输信号可以互相“抵消”。以这种方式偏移的信号可以被称为“相消干涉”。相反地,如图6B中所示,在所谓的“相长干涉”中,信号607b彼此精确地“同相”到达接收机,因而增大了信号的振幅。在图6A中的说明性示例中,注意到传输信号的相位在传送时是相同的,并且他们相消地叠加在接收机机处;然而,在图6B中,在传送时对传输信号的相位进行调整以使他们以相位对准的方式到达接收机并且相长地叠加。在该说明性实施例中,在图6B 中将存在位于接收机周围的能量袋,而在图6A中将存在位于接收机周围的传输零点。

[0372] 图7描绘了具有选择范围的无线电能传输700,其中发射机702可以产生袋形成以用于与电子设备701相关联的多个接收机。发射机702可以通过具有选择范围的无线电能传输700生成袋形成,该具有选择范围的无线电能传输700 可以包括一个或多个无线充电半径范围704和在特定物理位置706中的一个或多个为零的半径范围。可以在无线充电半径范围704内给多个电子设备701充电或供电。因此,可以创建多个能量点,这些点可以用于使能用于给电子设备 701供电和充电的限制。作为示例,该限制可以包括在无线充电半径范围704 内包含的具体的或有限的点中操作具体的电子设备。此外,可以通过使用具有选择范围的无线电能传输700来实施安全限制,这种安全限制可以避免在需要避免能量的领域或区域中的能量袋,该领域可以包括以下领域:包括对能量袋敏感的设备的领域和/或包括不想要该领域附近和/或该领域上的能量袋的人员的领域。在诸如图7中示出的实施例之类的实施例中,发射机702可以包括在服务领域中与电子设备701相关联的接收机不同的平面上找到的天线元件。例如,电子设备701的天线元件可以位于房间里,发射机702可以安装在该房间中的天花板上。可以通过将发射机702的天线阵列放置在天花板或其他升高的位置上通过使用表示为同心圆的能量传输波来建立能量袋的选择范围,并且发射机702可以发出将生成能量袋的‘锥体’的电能传输波。在一些实施例中,发射机701可以控制每个充电半径范围704的半径,从而为建立服务领域的间隔以创建指向在更低平面上的领域的能量袋,可

以通过对天线相位和振幅的适当选择来调整锥体的宽度。

[0373] 图8描绘了具有选择范围的无线电能传输800，其中发射机802可以产生用于多个接收机806的袋形成。发射机802可以通过具有选择范围的无线电能传输800生成袋形成，具有选择范围的无线电能传输800可以包括一个或多个无线充电点804。可以在无线充电点804中给多个电子设备充电或供电。可以在多个接收机806中生成能量袋，而与围绕该多个接收机的障碍804无关。可以在无线充电点804中根据本文中描述的原理通过创建相长干涉生成能量袋。可以通过追踪接收机806以及通过在各种通信系统中使用诸如蓝牙®技术、红外通信、Wi-Fi、FM收音机等多个通信协议来形成能量袋的位置。

[0374] G.使用热图的示例性系统实施例

[0375] 图9A和图9B示出了根据示例性实施例的用于给客户计算平台无线充电的架构900A、900B。在一些实施方式中，用户可以在房间内并且可以将电子设备(例如智能手机、平板电脑)拿在手上。在一些实施方式中，电子设备可以位于房间内的家具上。电子设备可以包括嵌入到电子设备中或者作为连接到电子设备上的单独的适配器的接收机920A、920B。接收机920A、920B可以包括在图11中描述的所有部件。发射机902A、902B可以悬挂在房间的在用户后方的一个墙壁上。发射机902A、902B也可以包括在图11中描述的所有部件。

[0376] 由于用户可能会阻碍接收机920A、920B和发射机902A、902B之间的路径，因此难以沿直线方向将RF波对准接收机920A、920B。然而，由于从接收机920A、920B生成的短信号对于所使用的天线元件的类型可以是全向性的，所以这些信号可以在墙壁944A、944B上反弹直到它们到达发射机902A、902B。热点944A、944B可以是房间中的将反射RF波的任何物品。例如，墙上的大型金属钟可以用来将RF波反射到用户的手机上。

[0377] 发射机中的微控制器基于从接收机接收的信号来调整从每个天线传送的信号。调整可以包括形成从接收机接收的信号相位的共轭(conjugates)，并且传输天线的相位调整还将天线元件的内置相位考虑在内。可以同时控制天线元件以沿给定方向引导能量。发射机902A、902B可以扫描房间，并查找热点944A、 944B。一旦执行了校准，发射机902A、902B就可以遵循路径将RF波聚焦到信道中，该路径可以是最有效的路径。随后，RF信号942A、942B可以在第一电子设备上形成一能量袋，而在第二电子设备中形成另一能量袋，同时避开诸如用户和家具之类的障碍物。当扫描服务领域、图9A和图9B中的房间时，发射机可以使用不同的方法。作为说明性示例，但并不对能够使用的可行方法进行限制，发射机可以检测来自接收机的信号的相位和幅值，并例如通过计算信号的相位和幅值的共轭以及在传输时应用它们来使用该信号的信号的相位和幅值以形成一组传输相位和幅值。作为另一说明性示例，发射机可以以每次一个的方式将传输天线的所有可能的相位应用到后续的传输中，并通过观察来自接收机的信号检测由每个组合形成的能量袋的强度。然后，发射机不时地重复该校准。注意到发射机不需要搜索所有可能的相位而是可以搜索基于之前的校准值更可能产生强的能量袋的一组相位。在又一说明性示例中，发射机可以使用用于天线的传输相位的预设值来形成指向房间中的不同位置的能量袋。例如，发射机可以通过在后续的传输中使用天线的预设相位值来从上到下以及从左到右扫描房间中的物理空间。然后，发射机通过观察来自接收机的信号来检测在接收机周围产生最强能量袋的相位值。在不偏离本文中所描述的精神的情况下，存在其他可能的方法。无论使用哪一个方法，扫描的结果都为房间的热图，在该热图中，发射机识别指示最佳相位和幅值的热点以用于传输天线，从而使得

接收机周围的能量袋最大。

[0378] 发射机902A、902B可以使用蓝牙连接来确定接收机920A、920B的位置，并且可以使用RF带不同的不重叠部分来将RF波传递给不同的接收机920A、920B。在一些实施方式中，发射机902A、902B可以对房间进行扫描以确定接收机920A、920B的位置，并通过不重叠的RF传输带形成彼此正交的能量袋。使用多个能量袋将能量引导给接收机可固有地比一些替代的电能传输方法更安全，这是由于不存在很强的单个传输，而在接收机处接收到的总的电能传输信号很强。

[0379] H.示例性系统实施例

[0380] 图10A示出了使用多袋形成1000A的无线电能传输，该多袋形成1000A 可以包括一个发射机1002A和至少两个接收机1020A。接收机1020A可以与发射机1002A通信，这在图11中进行了进一步描述。一但发射机1002A识别并定位接收机1020A，就能够通过获知来自接收机1020A的增益和相位来建立信道或路径。

[0381] 发射机1002A可以开始传送受控RF波1042A，该受控RF波可以通过使用最少两个天线元件汇聚在三维空间中。可以通过使用外部电源和使用适当的压电材料的本地振荡芯片来产生这些RF波1042A。RF波1042A可以由RFIC 控制，RFIC可以包括专有芯片，该专有芯片用于对可以用作天线元件输入的 RF信号的相位和/相对幅值进行调整以形成相长干涉图样(袋形成)。袋形成可以利用干涉来改变天线元件的定向性，在该天线元件中，相长干涉生成能量袋 1060A，而相消干涉生成零点。然后，接收机1020A可以利用通过袋形成1060A 产生的能量袋对电子设备(例如，笔记本电脑1062A和智能手机1052A)充电或供电，从而有效地提供无线电能传输。

[0382] 可以通过计算从发射机1002A的每个天线到接收机1020A的相位和增益来实现多袋形成1000A。可以独立地进行上述计算过程，这是因为可以通过从发射机1002A的天线元件到接收机1020A的天线元件生成多条路径。

[0383] I.示例性系统实施例

[0384] 图10B为多个自适应袋形成1000B的示例性视图。在该实施例中，用户可以位于房间内并且可以将电子设备拿在手上，在这种情况下电子设备可以是平板电脑1064B。此外，智能手机1052B可以位于房间内的家具上。平板电脑1064B 和智能手机1052B各自可以包括嵌入到每个电子设备中或作为连接到平板电脑 1064B和智能手机1052B的单独的适配器的接收机。接收机可以包括在图11 中描述的所有部件。发射机1002B可以悬挂在房间中的在用户后方的一个墙壁上。发射机1002B还可以包括在图11中描述的所有部件。由于用户可能会阻碍接收机和发射机1002B之间的路径，因此RF波1042B可能难以以沿视线的方式瞄准每个接收机。然而，由于从接收机生成的短信号对于所使用的天线元件的类型可以是全向性的，所以这些信号可以在墙壁上反弹直到它们找到发射机1002B。几乎同时地，在发射机1002B中驻留的微控制器可以基于由每个接收机发送的接收信号通过调整相位和增益并形成电能传输波的汇聚来重新校准传输信号，以使得他们叠加到一起并增强在该位置处集中的能量，相反地，以彼此相减并使该位置处集中的能量减少的方式叠加在一起的干涉被称为“相消干涉”，并且从接收机接收到的信号相位的共轭以及对传输天线的调整将天线元件的内置相位考虑在内。一旦执行了校准，发射机1002B就可以按照最有效的路径来聚焦RF波。随后，能量袋1060B可以在平板电脑1064B上形成，而另一能量袋1060B可以在智能手机

1052B中形成，同时将诸如用户和家具之类的障碍物考虑在内。上述属性的益处在于，使用多个袋形成1000B的无线电能传输可以固有地是安全的(这是由于沿每个能量袋的传输不是很强)，以及RF传输通常从活体组织进行反射且不会穿透该活体组织。

[0385] 一旦发射机1002B识别并定位接收机，就能够通过获知来自接收机1020A 的增益和相位来建立信道或路径。发射机1002B可以开始传送通过使用最少两个天线元件汇聚在三维空间中的受控RF波1042B。可以通过使用外部电源和使用适当的压电材料的本地振荡芯片来产生这些RF波1042B。RF波1042B可以由RFIC控制，RFIC可以包括专有芯片，该专有芯片用于对可以用作天线元件输入的RF信号的相位和/相对幅值进行调整以形成相长干涉图样和相消干涉图样(袋形成)。袋形成可以利用干涉来改变天线元件的定向性，在该天线元件中，相长干涉生成能量袋，而相消干涉在特定的物理位置中生成传输零点。然后，接收机可以利用通过袋形成产生的能量袋对电子设备(例如，笔记本电脑和智能手机)充电或供电，从而有效地提供无线电能传输。

[0386] 可以通过计算从发射机的每个天线到接收机的相位和增益来实现多袋形成1000B。可以独立地进行上述计算过程，这是因为可以通过从发射机的天线元件到接收机的天线元件生成多条路径。

[0387] 针对至少一个天线元件的计算的示例可以包括：确定来自接收机的信号的相位以及将接收参数的共轭应用到用于传输的天线元件上。

[0388] 在一些实施例中，两个或更多个接收机可以在不同频率上工作以避免在无线电能传输期间的电能损失。这可以通过将多个嵌入式天线元件的阵列包括在发射机1002B中来实现。在一实施例中，可以通过阵列中的每个天线来传送单个频率。在其他实施例中，阵列中的天线元件中的一些可以用来在不同频率上进行传送。例如，阵列中1/2的天线可以在2.4GHz处工作，而其他1/2的天线可以在5.8GHz处工作。在另一示例中，阵列中1/3的天线可以在900MHz处工作，另一1/3的天线可以在2.4GHz处工作，而阵列中剩余的天线可以在5.8GHz 处工作。

[0389] 在另一实施例中，实际上可以在无线电能传输期间将天线元件的每个阵列分成一个或多个天线元件，其中，阵列中的每组天线元件在不同的频率进行传送。例如，发射机的天线元件可以可以在2.4GHz处传送电能传输信号，但是接收机对应的天线元件可以配置成在5.8GHz处接收电能传输信号。在该示例中，发射机的处理器可以调整发射机的天线元件以虚拟地或逻辑地将阵列中的天线元件分成可以独立馈电的多个贴片。因此，阵列中1/4的天线元件可以能够在接收机所需的5.8GHz处进行传送，而另一组天线元件可以在2.4GHz处传送。因此，通过对天线元件的阵列的虚拟划分，耦接到接收机上的电子设备能够继续接收无线电能传输。上述方法可以是有益的，这是由于：例如一组天线元件可以在约2.4GHz处进行传送，而其他的天线元件可以在5.8GHz处进行传送，因而，当与在不同频率处工作的接收机合作时，对给定阵列中的天线元件的数量进行调整。在该示例中，虽然阵列被分成多组相同数量的天线元件(例如四个天线元件)，但是该阵列也可以被分成多组不同数量的天线元件。在替代性实施例中，每个天线元件可以在选择的频率处交替。

[0390] 无线电能传输的效率以及可以(使用袋形成)输送的电能量可以是在给定接收机和发射机系统中使用的天线元件1006的总数量的函数。例如，对在约 15英尺处输送大约一瓦而言，接收机可以包括约80个天线元件，而发射机可以包括约256个天线元件。另一等同

的无线电能传输系统(在约15英尺处输送大约一瓦)可以包括具有约40个天线元件的接收机,以及具有约512个天线元件的发射机。将接收机中天线的数量减半可以要求发射机中天线元件的数量翻倍。在一些实施例中,由于成本的原因使发射机中天线元件的数量比接收机中天线元件的数量多是有益的,这是由于在系统的广泛部署中将存在远少于接收机的发射机。然而,例如只要在发射机1002B中存在至少两个天线元件就可以通过将更多地天线放置在接收机上而不是放置在发射机上来实现相反的部署。

[0391] II.发射机-用于无线电能传输的系统及方法

[0392] 发射机可以使用下文中描述的部件来负责袋形成、自适应袋形成和多袋形成。发射机可以以任何物理介质的形式给接收机传送无线电能传输信号,该物理介质能够在空间中传播并转化成可使用的电能量,其示例可以包括RF波、红外波、声学、电磁场以及超声波。本领域技术人员应该理解的是,电能传输信号可以是具有任何频率或波长的大多数无线电信号。参照RF传输对发射机进行描述,该RF传输仅作为示例,但并不仅限于RF传输范围。

[0393] 发射机可以位于诸如书桌、桌子、地板、墙壁等等之类的多个位置、表面、安装件或嵌入式结构中。在一些情况中,发射机可以位于客户计算平台中,该客户计算平台可以是任何计算设备,该计算设备包括能够执行本文中所描述的过程和任务的处理器和软件模块。客户计算平台的非限制性示例可以包括台式计算机、笔记本电脑、手持式计算机、平板计算平台、上网本、智能手机、游戏控制台和/或其他计算平台。在其他实施例中,客户计算平台可以是各种电子计算设备。在这些实施例中,客户计算平台中的每一个可以具有不同的操作系统和/或物理部件。客户计算平台可以执行相同的操作系统和/或客户计算平台可以执行不同的操作系统。客户计算平台和/或设备可以能够执行多个操作系统。此外,盒式发射机可以包含印制电路板(PCB)层的多种布置方式,可以朝向 X轴、Y轴或Z轴或者这些轴的任意组合。

[0394] 应该理解的是,无线充电技术不限于RF波传输技术,而可以包括用于将能量传送给接收机从而将所传送的能量转换成电力的替代或附加特征。针对可以通过接收设备转换成电力的能量的非限制示例性传输技术可以包括:超声波、微波、谐振和感应磁场、激光、红外线或其他形式的电磁能。在超声波的情况中,例如,可以将一个或多个换能器元件放置成使得形成传感器阵列,该传感器阵列向接收超声波并将其转换成电力的接收设备传送超声波。在谐振或感应磁场的情况中,磁场在发射机线圈中被创建并通过接收机线圈转换成电力。

[0395] A.发射机设备的部件

[0396] 图11示出了根据示例性实施例的用于给客户端设备无线充电的系统1100 架构的图表。系统1100可以包括发射机1101和接收机1120,该发射机和接收机各自均可以包括专用集成电路(ASIC)。发射机1101ASIC可以包括一个或多个印制电路板(PCB)1104、一个或多个天线元件1106、一个或多个射频集成电路(RFIC)1108、一个或多个微控制器(MC)1110、通信部件1112以及电源1114。发射机1101可以装在壳体中,该壳体可以分配发射机1101的所有请求部件。可以使用元材料、微印制电路、纳米材料和/或任何其他材料来制造发射机1101中的部件。对本领域技术人员显而易见的是,可以在单个电路板上实施整个发射机或整个接收机,以及在各自的电路板中实施的功能块中的一个或多个。

[0397] 1.印制电路板1104

[0398] 在一些实施方式中,发射机1101可以包括多个PCB 1104层,该PCB 1104 层可以包括用于提供对袋形成的更好控制的天线元件1106和/或RFIC 1108并且可以增强对目标接收机的响应。PCB 1104层可以机械支撑并使用导电轨、焊盘和/或从层压到非导电衬底上的铜片蚀刻的其它特征来电连接到本文中所描述的电子部件。PCB可以是单层(一个铜层)、双层(两个铜层)和/或多层。多个PCB 1104层可以增大发射机1101可以传送的电能的范围和量。PCB 1104 层可以被连接到单个MC 1110和/或专用的多个MC 1110。类似地,RFIC 1108可以如上文中的实施例所描绘的那样被连接到天线元件1106。

[0399] 在一些实施方式中,盒式发射机1101内侧包括多个PCB 1104层,该多个 PCB 1104层可以包括用于提供对袋形成的更好控制的天线元件1106和/或RFIC 1108,并且可以增强对目标接收机的响应。此外,可以通过盒式发射机来增大无线电能传输的范围。多个PCB 1104层可以由于天线元件1106的高密度而增大可以通过发射机1101无线传送和/或传播的功率波(例如RF功率波、超声波) 的范围和量。PCB 1104层可以被连接到单个微控制器1110和/或每个天线元件 1106专用的微控制器1110。类似地,RFIC 1108可以如上文中的实施例所描绘的那样对天线元件1106进行控制。此外,发射机1101的盒形可以增强无线电能传输的动作比。

[0400] 2.天线元件

[0401] 天线元件1106可以是定向性和/或全向性的,并且包括平板天线元件、贴片天线元件、偶极子天线元件以及任何其他合适的用于无线电能传输的天线。例如,合适的天线类型可以包括高度从约1/8英寸至约6英寸、宽度从约1/8 英寸至约6英寸的贴片天线。天线元件1106的形状和方向可以根据发射机1101 所需的特征而改变,方向可以沿X轴、Y轴和Z轴、以及各个方向类型和三维布置方式中的组合是平坦的。天线元件1106材料可以包括合适的可以使RF信号传输能够效率高、散热少等的材料。天线元件1106的数量可以关于发射机 1101的所需范围和电能传输能力而改变,天线元件1106越多,范围越宽,电能传输能力越高。

[0402] 天线元件1106可以包括用于在诸如900MHz、2.5GHz或5.8GHz之类的频带中工作的合适的天线类型,这是由于这些频带遵循FCC(Federal Communications Commission,美国联邦通讯委员会)规定部分18(工业、科学和医学设备)。天线元件1106可以在独立的频率处工作,以允许袋形成的多通道操作。

[0403] 此外,天线元件1106可以具有至少一个极化或极化选择。这种极化可以包括垂直极化、水平极化、圆极化、左旋极化、右旋极化或极化的组合。极化选择可以根据发射机1101特征而改变。此外,天线元件1106可以位于发射机1101 的各个表面中。天线元件1106可以以单个天线阵列、成对阵列、四方阵列以及任何其他的布置方式进行操作,这可以根据所需应用来设计。

[0404] 在一些实施方式中,印制电路板PCB 1104的整个侧面可以与天线元件1106 紧密封装。RFIC 1108可以连接到多个天线元件1106。多个天线元件1106可以包围单个RFIC 1108。

[0405] 3.射频集成电路

[0406] RFIC 1108可以从MC 1110接收RF信号,并将RF信号分成多个输出,每个输出链接到天线元件1106上。例如,每个RFIC 1108可以被连接到四个天线元件1106上。在一些实施方式中,每个RFIC 1108可以被连接到八个、留个和 /或多个天线元件1106上。

[0407] RFIC 1104可以包括多个RF电路,RF电路可以包括诸如放大器、电容、振荡器、压电晶体等等之类的数字部件和/或模拟部件。RFIC 1104可以控制天线元件1106的诸如用于袋形成的增益和/或相位之类的特征,并通过方向、电能等级等来管理该天线元件。可以通过相应的RFIC 1108来调节在每个天线元件1106中的袋形成的相位和幅值,以生成所需的袋形成和传输零点。此外, RFIC 1108可以被连接到MC 1110,MC 1110可以利用数字信号处理器(DSP)、ARM、PIC类微处理器、中央处理单元、计算机等。发射机1101中存在的RFIC 1108的较少数量可以与诸如以下所需的特征对应:对袋形成的较少控制、较低的粒度等级以及成本较低的实施例。在一些实施方式中,RFIC 1108可以耦接到一个或多个MC 1110,并且MC 1110可以包括在独立的基站或发射机1101 中。

[0408] 在发射机1101的一些实施方式中,可以通过相应的RFIC 1108来调节在每个天线元件1106中的各个袋形成的相位和幅值,以生成所需的袋形成和传输零点。分别耦接到每个天线元件1106上的RFIC 1108可以减少处理需求,并且可以增强对袋形成的控制,从而允许多个袋形成和在MC 1110上更少负载的高粒度袋形成,以及可以允许对更多数量的多袋形成的更高响应。此外,多袋形成可以对更多数量的接收机充电并且可以允许给这些接收机更好的轨迹。

[0409] RFIC 1108和天线元件1106可以按照根据所需的应用来设计的任何布置方式进行操作。例如,在平坦布置方式中,发射机1101可以包括天线元件1106 和RFIC 1108。可以将有4个、8个和/或任何数量的天线元件1106的子集连接到单个RFIC 1108。RFIC 1108可以直接嵌入到每个天线元件1106之后;这种集成可以降低由于部件之间的过短距离而造成的损耗。在一些实施方式中,可以将一行或一列天线元件1106连接到单个MC 1110上。连接到每行或每列天线元件的RFIC 1108可以允许成本较低的发射机1101,该发射机1101可以通过改变行或列之间的相位和增益来产生袋形成。在一些实施方式中,RFIC 1108 可以输出介于2-8伏之间的电能以用于接收机1120获得。

[0410] 在一些实施方式中,可以实施RFIC 1108的级联布置。使用RFIC 1108的级联布置的平坦发射机1101可以提供对袋形成更好的控制并且可以增强对目标接收机1106的响应,以及由于RFIC 1108的多次冗余而实现更高的可靠性和精确度。

[0411] 4.微控制器

[0412] MC 1110可以包括运行ARM和/或DSP的处理器。ARM是基于精简指令集计算(RSIC)的通用微处理器系列。DSP是通用信号处理芯片,可以提供对信息信号的数学操作以使用某种方式对其进行修改或改进,其特征在于,通过一系列的数字或符号对离散时间、离散频率和/或的其他离散域信号的表示并对这些信号的处理。DSP可以测量、滤波和/或压缩连续的真实模拟信号。第一步可以是通过采样、然后使用模数转换器(ADC)将其数字化来将信号从模拟形式转化成数字形式,即可以将模拟信号转化成离散数值流。MC 1110也可以运行Linux和/或任何其他操作系统。也可以将MC 1110连接到Wi-Fi以通过网络 1140提供信息。

[0413] MC 1110可以控制RFIC 1108的各种特征,诸如袋形成的时间(time emission)、袋形成的方向、反弹角度、功率密度等等。此外,MC 1110可以控制在多个接收机或单个接收机上的多袋形成。发射机1101可以允许对无线电能传输的距离判别。此外,MC 1110可以通过控制通信部件1112来对通信协议和信号进行管理及控制。MC 1110可以处理通信部件1112接收到的信息,通信部件1112可将信号发送到接收机以及从接收机接收信号以追踪接收机

并将射频信号1142(即能量袋)集中到该接收机上。可以从接收机1120传送其他信息并且可以给接收机1120传送其他信息;这些信息可以包括认证协议以及其他通过网络1140的协议等。

[0414] MC1110可以通过串行外设接口(SPI)和/或集成电路总线(I^2C)协议与通信部件1112通信。例如在嵌入式系统、传感器和SD卡中,SPI通信可以用于短距离、单主机通信。设备在主设备初始化数据框架的主/从模式中进行通信。允许多个从设备具有各自的从选择线。I^2C是用于将低速外围设备附接到计算机主板和嵌入式系统上的多主机、多从机、单终端串行计算机总线。

[0415] 5.通信部件

[0416] 通信部件1112可以包括并结合蓝牙技术、红外通信、Wi-Fi、FM收音机等。MC 1110可以确定用于袋形成的最佳时间和位置,包括传送袋形成以减少由于障碍而造成的损失的最有效轨迹。该轨迹可以包括定向袋形成、反弹以及袋形成的距离判别。在一些实施方式中,通信部件1112可以与多个设备通信,该多个设备可以包括接收机1120、客户端设备或其他发射机1101。

[0417] 6.电源1101

[0418] 可以通过电源1114给发射机1101馈电,电源1114可以包括AD电源或 DC电源。由电源1114提供的电压、功率和电流强度可以根据所需的待传送的功率而改变。可以通过MC 1110来管理并通过RFIC 1108来执行将电能转换成无线电信号,RFIC 1108可以利用多个方法和部件以产生多种频率、波长、强度以及其他特征的无线电信号。作为使用用于无线电信号生成的多种方法和部件的示例,振荡器和压电晶体可以用来创建以及改变不同天线元件1106中的无线电频率。此外,可以使用各种滤波器来使信号平滑以及使用放大器来增大待传送的功率。

[0419] 发射机1101可以发射RF功率波,该RF功率波具有特定可充电设备所需的从几瓦到预定瓦数的功率容量的袋形成。每个天线可以管理特定的功率容量。该功率容量可以与应用相关。

[0420] 7.壳体

[0421] 除壳体之外,独立的基站可以包括MC 1110和电源1114,因此,可以由单个基站和单个MC 1110来管理多个发射机1101。这种能力可以使发射机1101 位于诸如天花板、装饰物、墙壁等等之类的多个战略位置中。天线元件1106、RFIC1 108、MC 1110、通信部件1112和电源1114可以按照取决于发射机1101 的所需特性的多种布置方式和组合进行连接。

[0422] 图23示出了根据示例性实施例的无线电能传输系统2300,其具有可以将便携式无线发射机连接到一个或多个电源插座的电源插头的便携式发射机 2301。便携式无线发射机2301可以包括以平坦布置方式的天线元件。可以通过一个或多个电源插头2370将便携式无线发射机2301连接到电源,这种电源插头2370可以符合每个国家和/或地区的标准。电源插头2370可以用来将便携式无线发射机2301连接到墙壁、地板、天花板和/或电气适配器的一个或多个电插座上。

[0423] 为了增强便携式无线发射机2301的便携性,电源插头2370可以是折叠式、伸缩式、超紧凑型等等。这些特征可以减小用于传输以及用于袋形成的尺寸。便携式无线发射机2301可以内置在壳体2306中,壳体2306可以提供可能对便携式无线发射机2301的完整性有

威胁的水、高温、沙、虫、冲击、振动等恶劣条件的附加保护。因此，壳体2306可以使用提供上述特性的多种材料制成。

[0424] 图24示出了根据示例性实施例的包括发射机2401的无线电能传输系统 2400，其中多个电源插头将便携式无线发射机连接到各个电源和/或电适配器。图24描绘了示出不同电源插头的便携式无线发射机2401，这种电源插头可以包括USB适配器2470b和点烟器插头2470c。USB适配器2470b可以用来从具有USB端口的任何设备接收电能。这些设备可以包括笔记本电脑、智能电视、平板电脑等。点烟器插头2470c可以用来从诸如汽车中所使用的任何点烟器插座接收电能。此外，便携式无线发射机2401可以包括各种电源插头2470a，这些电源插头2470a可以根据最终的应用而改变。

[0425] 图25示出了无线电能传输系统2500，其中，发射机2501可以包括在激活后可以创建至少一个能量袋2504的按钮2572。，可操作地耦接到接收机(未示出)上的智能手机2552在被放置到该表面上后可以通过利用上述提及的能量袋 2504来无线地接收电能量。在智能手机2552无法将其位置传送到发射机2501，例如当智能手机2552完全没电时，无线电能传输2500的这种配置可能是有益的。通信可以指被表示为从一个计算机发送到无线电能传输系统的一个或多个计算机或处理器的数据的信息。该数据采取一串字节的形式，其中每个字节为 8个二进制比特，而每个二进制比特为数值‘0’或‘1’。通过将‘0’和‘1’表示为离散的或不同的电压或电流或相位或频率来将比特从一个计算机传递到另一电气或电子的计算机。通过将‘0’和‘1’表示为射频(RF)能量来将比特从一计算机无线传递给另一计算机。此外，智能手机2552可以由于其接近发射机2501而得以快速充电。这种配置的又一优点在于，如果用户决定将智能手机2552从发射机2501的表面移除(在智能手机2552建立了用于与发射机2501 通信的最小电荷后)，则智能手机2552可以仍然通过袋形成无线地接收电能。因此，智能手机2552的移动性不会受到影响。

[0426] B.传输电能的示例性方法

[0427] 图12为用于使用天线元件来确定接收机位置的方法1200。用于确定接收机位置的方法1200可以是由MC管理的一组编程规则或逻辑。该过程可以从步骤1201开始，在步骤1201中，使用来自天线阵列的第一天线子集捕获第一信号。该过程可以通过切换到天线元件的不同子集而立即发生，并在下一步骤 1203中，使用第二天线子集捕获第二信号。例如，第一信号可以采用一行天线来捕获，而第二信号可以采用一列天线来捕获。一行天线可以在球面坐标系中提供诸如方位角之类的水平度方向。一列天线可以提供诸如仰角之类的垂直度方向。用于捕获第一信号以及用于捕获第二信号的天线元件可以沿直线、垂直、水平或对角线方向对齐。天线的第一子集和第二子集可以以十字形结构对准以覆盖发射机周围的角度。

[0428] 一旦测量了垂直值和水平值两者，则在下一步骤1205中，MC可以确定用来捕获信号的垂直天线元件和水平天线元件的适当的相位值和增益值。适当的相位值和增益值可以通过接收机的到天线的位置关系来确定。MC可以使用该值以调整天线元件从而形成能量袋，接收机可以使用该能量袋以给电子设备充电。

[0429] 可以计算与发射机中的所有天线元件的初始值有关的数据并事先将其存储供MC使用，以辅助对天线元件的适当值的计算。在下一步骤1207中，在确定了用于捕获信号的垂直天线和水平天线的适当值之后，该过程可以通过使用所存储的数据来继续确定用于阵列

中的所有天线的适当值。存储数据可以包含阵列中的所有天线在不同频率处的相位和增益的初始测试值。可以针对不同的频率存储不同的数据组，因而MC可以选择适当的数据组。在下一步骤1209中，MC然后可以通过RFIC来调整所有天线以在适当的位置处形成能量袋。

[0430] C.阵列子集配置

[0431] 图13A示出了在用于确定接收机位置的方法中使用的阵列子集配置1300A 的一示例实施例。发射机可以包括天线阵列1306A。可以先使用一行天线1368A 来捕获由接收机发送的信号。然后，该行天线1368A可以将信号传送给RFIC，在RFIC中，可以将信号从无线电信号转换成数字信号并传递到MC用于处理。然后，MC可以确定针对一行天线1368A的相位和增益的适当调整以基于接收机位置在适当位置处形成能量袋。可以通过一列天线1370A来捕获第二信号。然后，一列天线1370A可以将信号传送给RFIC，在RFIC中，可以将信号从无线电信号转换成数字信号并传递到MC用于处理。然后，MC可以确定针对一列天线1370A的相位和增益的适当调整以基于接收机位置在适当位置处形成能量袋。一旦确定了针对一行天线1368A和一列天线1370A的适当调整，MC就可以通过使用事先存储的关于天线的数据，并由此对来自一行天线1368A和一列天线1370A的结果进行调整来确定天线阵列1368A中的其余天线元件1306A 的适当值。

[0432] D.用与发射机、发射机部件、天线片以及与发射机有关的系统的配置

[0433] 1.示例性系统

[0434] 图13B示出了阵列子集配置1300B的另一示例实施例。在阵列子集配置 1300B中，通过两个对角的天线子集来捕获两个初始信号。该过程遵循相同的路径，以使得每个子集因此得到调整。基于所进行的调整和事先存储的数据，对天线阵列中的其余天线元件1306B进行调整。

[0435] 2.平坦发射机

[0436] 图14描绘了平坦发射机1402的前视图以及后视图的几个实施例。例如，在平坦布置方式中，发射机1402可以包括天线元件1406和RFIC 1408。RFIC 1408可以直接嵌入到每个天线元件1406之后；这种集成可以减少由于部件之间的过短距离而造成的损失。

[0437] 在发射机1402的一实施例(即视图1)中，可以通过相应的RFIC 1408来调节在每个天线元件1406中的袋形成的相位和幅值以生成所需的袋形成和传输零点。分别耦接到每个天线元件1406上的RFIC 1408可以减少处理需求，并且可以增强对袋形成的控制，从而允许多袋形成和在MC 1410上具有更少负载的高粒度袋形成；因此，可以允许对更多数量的多袋形成的更高响应。此外，多袋形成可以给更多数量的接收机充电并且可以允许给这些接收机更好的轨迹。如图11的实施例中所描述的，RFIC 1408可以耦接到一个或多个MC 1410，并且微控制器1410可以包括在独立的基站或发射机1402中。

[0438] 在另一实施例(即视图2)中，可以将4个天线元件1406的子集连接到单个RFIC 1408。发射机142中存在的RFIC 1408的较少数量可以与诸如以下所需的特征对应：对袋形成的较少控制、较低的粒度等级以及成本较低的实施例。如图11的实施例中所描述的，RFIC 1408可以耦接到一个或多个MC 1410，并且微控制器1410可以包括在独立的基站或发射机1402中。

[0439] 在又一实施例(即视图3)中，在平坦布置方式中，发射机1402可以包括天线元件1406和RFIC 1408。可以将一行或一列天线元件1406连接到单个MC 1410上。发射机1402中

存在的RFIC 1408的较少数量可以与诸如以下所需的特征对应:对袋形成的较少控制、较低的粒度等级以及成本较低的实施例。连接到每行或每列天线元件的RFIC 1408可以允许成本较低的发射机1402,这可以通过改变行或列之间的相位和增益来产生袋形成。如图11的实施例中所描述的,RFIC 1408可以耦接到一个或多个MC 1410,并且微控制器1410可以包括在独立的基站或发射机1402中。

[0440] 在一些实施例(即视图4)中,在平坦布置方式中,发射机1402可以包括天线元件1406和RFIC 1408。在该示例性实施例中描绘了级联布置。两个天线元件1406可以连接到单个RFIC 1408上,然后又连接到单个RFIC 1408上,使得可以连接到最后的RFIC 1408,并最终连接到一个或多个MC 1410上。使用 RFIC 1408的级联布置的平坦发射机1402可以提供对袋形成的良好控制并且可以增强对目标接收机的响应。此外,由于RFIC 1408的多次冗余而可以获得更高的可靠性和精确度。如图11的实施例中所描述的,RFIC 1408可以耦接到一个或多个MC 1410上,并且微控制器1410可以包括在独立的基站或发射机1402 中。

[0441] 3.多个印制电路板层

[0442] 图15A描绘了发射机1502A,其可以包括多个PCB层1204A,该多个PCB 层1204A可以包括用于提供对袋形成的更好的控制的天线元件1506A,并且可以增强对目标接收机的响应。多个PCB层1504A可以增大发射机1502A传送的电能的范围和量。PCB层1504A可以连接到单个MC和/或专用的MC。类似地,RFIC可以如上文中的实施例所描绘的那样被连接到天线元件1506A。RFIC 可以耦接到一个或多个MC上。此外,MC可以包括在独立的基站或发射机1502A中。

[0443] 4.盒式发射机

[0444] 图15B描绘了盒式发射机1502B,其可以包括该盒式发射机内的多个PCB 层1504B,该多个PCB层1504B可以包括用于提供对袋形成的更好的控制的天线元件1506B,并且可以增强对目标接收机的响应。此外,可以通过盒式发射机1502B来增大无线电能传输的范围。多个PCB层1504B可以由于天线元件 1506B的高密度而增大可以通过发射机1502B无线传送和/或传播的RF功率波的范围和量。PCB层1504B可以被连接到单个MIC和/或每个天线元件1506B 专用的MC。类似地,RFIC可以如上文中的实施例所描绘的那样来控制天线元件1506B。此外,发射机800的盒状可以增大无线电能传输的动作比;因此,盒式发射机1502B可以位于如书桌、桌子、地板、墙壁等等之类的多个表面上。此外,盒式发射机1502B可以包含PCB层1504B的多种布置方式,可以朝向X 轴、Y轴和Z轴或者这些轴的任意组合。RFIC可以耦接到一个或多个MC。此外,MC可以包括在独立的基站或发射机1502B中。

[0445] 5.用于各种类型的产品的不规则配置

[0446] 图16描绘了用于将发射机1602并入不同设备中的架构1600的图表。例如,平坦发射机1602可以施加到电视机1646的框架上或者穿过条形音箱1648的框架。发射机1602可以包括具有以平坦布置方式的天线元件和RFIC的多个瓦片 (tile)1650。RFIC可以直接嵌入到每个天线元件之后;这种集成可以减少由于部件之间的过短距离而造成的损失。

[0447] 例如,电视机1646可以具有在电视机1646周围的挡板,该挡板包括多个瓦片1650,每个瓦片包括特定数量的天线元件。例如,如果电视机1646周围的挡板存在20个瓦片1650,则每个瓦片1650可以具有24个天线元件和/或任何数量的天线元件。

[0448] 在瓦片1650中,可以通过相应的RFIC来调节在每个天线元件中的袋形成的相位和

幅值以生成所需的袋形成和传输零点。分别耦接到每个天线元件上的 RFIC可以减少处理需求，并且可以增强对袋形成的控制，从而允许多袋形成和在微控制器上具有更少负载的高粒度袋形成；因此，可以允许对更多数量的多元袋形成的更高响应。此外，多袋形成可以给更多数量的接收机充电并且可以允许给这些接收机更好的轨迹。

[0449] RFIC可以耦接到一个或多个微控制器，并且微控制器可以包括在独立的基站或发射机1602中的瓦片1650中。可以将一行或一列天线元件连接到单个微控制器上。在一些实施方式中，发射机1602中存在的RFIC的较少数量可以与诸如以下所需的特征对应：对袋形成的较少控制、较低的粒度等级以及成本较低的实施例。连接到每行或每列天线元件的RFIC使得能够通过具有更少的部件来降低成本，这是因为更少的RFIC被要求用于控制发射机1602中的每一个。RFIC可以通过改变行或列之间的相位和增益来产生袋形成的功率传输波。

[0450] 在一些实施方式中，发射机1602可以使用瓦片1650的级联布置，该瓦片 1650包括可以提供对袋形成更好的控制并增强对目标接收机的响应的RFIC。此外，根据RFIC的多次冗余可以获得更高的可靠性和精确度。

[0451] 在一实施例中，包括天线元件的多个PCB层可以提供对袋形成更好的控制，并且可以增强对目标接收机的响应。多个PCB层可以增大发射机1602能够传送的电能的范围和量。PCB层可以被连接到单个微控制器和/或专用的微控制器。类似地，RFIC可以连接到天线元件。

[0452] 盒式发射机1602可以包括位于其内侧的多个PCB层，该多个PCB层可以包括用于提供对袋形成的更好的控制的天线元件，并且可以增强对目标接收机的响应。此外，可以通过盒式发射机1602来增大无线电能传输的范围。多个 PCB层可以由于天线元件的高密度而增大可以通过发射机1602无线传送和/或传播的RF功率波的范围和量。PCB层可以被连接到单个微控制器和/或每个天线元件专用的微控制器。类似地，RFIC可以控制天线元件。发射机1602的盒状可以增强无线电能传输的动作比。因此，盒式发射机1602可以位于诸如课桌、桌子、地板等等之类的多个表面上。此外，盒式发射机可以包含PCB层的多种布置方式，可以朝向X轴、Y轴和Z轴或者这些轴的任意组合。

[0453] 6.多个天线元件

[0454] 图17为包括多个天线元件1706的发射机配置1700的示例。天线元件1706 可以通过布置行天线1768和列天线1770形成阵列。发射机配置可以包括至少一个RFIC 1708以控制天线元件1706的诸如用于袋形成的增益和/或相位之类的特征，并通过方向、电能等级等来管理该天线元件。天线元件1706的阵列可以连接到MC 1710，该MC 1710可以确定用于袋形成的最佳时间和位置，包括传送袋形成以减少由于障碍而造成的损失的最有效的轨迹。该轨迹可以包括定向袋形成、反弹以及袋形成的距离判别。

[0455] 发射机设备可以利用天线元件1706来确定接收机的位置以确定如何调整天线元件1706从而在适当的位置中形成能量袋。接收机可以给发射机发送一串信号以提供信息。该串信号可以是任何常规的可以被天线元件1706检测到的已知信号。接收机发送的信号可以包含诸如相位和增益之类的信息。

[0456] 7.增强的无线电能发射机配置

[0457] 图26示出了根据实施例的可以用于无线电能传输的增强型无线电能发射机2601

的框图。发射机2601可以包括壳体2674、至少两个或更多个天线元件 2606、至少一个接收(Rx)RF集成电路(RFIC)2626、多个发射(Tx)RF集成电路(RFIC)2608、至少一个数字信号处理器(DSP)和/或微控制器2610 和/或一个通信部件2612。微控制器2610可以包括在独立的基站或发射机2601 中。可以使用电源2614和使用压电材料的本地振荡器芯片(未示出)、或者可以根据诸如频率芯片、蓝牙和Wi-Fi之类的其他无线电源(未示出)来产生RF 输入信号2642。

[0458] 壳体2674可以由可以允许信号或波传送和/或接收的任何材料制成，例如塑料或硬质橡胶。天线元件2606可以包括用于在诸如900MHz、2.5GHz或 5.8GHz之类的频带中工作的合适的天线类型，这是由于这些频带遵循美国联邦通讯委员会(FCC)47规定部分18-工业、科学和医学设备。天线元件2606可以包括垂直极化或水平极化、右旋极化或左旋极化、椭圆极化或者其他极化以及这些极化的组合。天线可以是全向天线和/定向天线。全向天线是沿一平面中的所有方向均匀地辐射无线电波功率的一类天线。定向天线可以是无线电能发射机处的天线或天线阵列，该天线或天线阵列可以使自身方向或相位得到调整以控制无线能量袋将在发射机的供电范围内的三维空间中可用的位置。天线类型可以包括高度从约1/8英寸至约8英寸和宽度从约1/8英寸至约6英寸的贴片天线。可以使用的其他天线元件2606类型可以包括基于元材料的天线、偶极子天线和平面倒F型天线(PIFA)等。

[0459] 发射机2601可以包括多种布置方式，在该多种布置方式中，天线元件2606 可以连接到专用的Rx RFIC 2626或Tx RFIC 2608上。布置方式可以包括不同的配置，诸如耦接到Rx RFIC 2626上的专用行或列的天线元件2606以及耦接到Tx RFIC 2608上的至少两行/列或更多行/列的天线元件2606。Rx RFIC 2626 可以包括专有芯片，该专有芯片对从用于接收RF输入信号2642的专用设置/ 配置的天线元件2606收集的RF输入信号2642的相位和/或相对频率幅值进行调整。Rx RFIC可以被设计成包括硬件和专用于接收并处理RF输入信号2642 的逻辑元件，该专用型逻辑元件不包括作为TX RFIC 2608的部件。

[0460] 在增强型无线发射机24的本实施例中，RFIC可以连接到2674个天线元件 2606上并配置成根据发射机2601的配置和操作允许将Rx RFIC作为RF输入信号2642的专用接收机，该专用接收机可操作地耦接到至少两个或更多个天线元件2606(例如八个天线元件2606)的专用列上。除了用来通过Rx RFIC接收RF输入信号2642的Tx RFIC之外，剩余的23个Tx RFIC 2608可以可操作地耦接到设置/配置的天线元件2602上。Tx RFIC可以根据来自微控制器2610 的控制信号耦接到传输天线元件2606上。

[0461] 微控制器2610可以包括实施对Rx RFIC 2626的控制以及允许使用开关控制操作Rx RFIC 2626的专有算法，该算法使得能够在对Rx RFIC 2626和Tx RFIC 2608的操作不重叠的情况下独立于传输来监测接收。在通过微控制器 2610中的开关控制使得Rx RFIC 2626能够进行接收后，可以立刻对RF输入信号2642进行采样。

[0462] 在Rx RFIC 2626的操作后，Tx RFIC 2608可以实施对接收机的无线电能传输。微控制器2601可以根据待传送的无线电能的位置选择一列天线元件2606、一行天线元件2606或天线元件2606的任何插入布置方式，以与Tx RFIC 2608 耦接。

[0463] 微控制器2610也可以通过通信部件2612来处理接收机发送的信息，用于确定用于袋形成的最佳时间和位置。通信部件2612可以基于标准无线通信协议，该标准无线通信协议可以包括蓝牙、Wi-Fi或ZigBee。此外，通信部件2612用来传送其他信息，诸如用于设备或

用户的标识符、电池电量、位置或其他这种信息。可以是其他通信部件2612，包括雷达、红外相机或用于对电子设备位置进行音波三角测量的声音设备。

[0464] 图27示出了根据实施例的可以耦接到专用的Rx RFIC 2726上的天线元件 2706的发射机布置方式2701。根据可以接收RF输入信号的位置和发射机发送的待由通信部件处理的、有关确定用于袋形成的最佳时间和位置(其可以增强无线电能传输效率)，微控制器2710可以选择Tx RFIC和天线元件2707的布置方式以使发射机的传输操作最大化。微控制器2710可以将开关控制信号发送到 Rx RFIC 2726，该Rx RFIC 2726耦接到天线列2706b或天线行2706a以包括接收RF输入信号的天线元件2706。在通过Rx RFIC 2726接收并处理信号后，剩余的天线元件2706可以使用天线元件2706的由于(微控制器2710执行的)内插步骤而产生的多种配置耦接到Tx RFIC，以使用微控制器2710中的ARM微处理器来控制Tx RFIC的操作，从而增强发射机的无线电能传输性能，将无线电能传输定向到适当的位置。

[0465] 连接到Rx RFIC 2726上的天线元件2706可以减少处理需求，并且可以增强对袋形成的控制，从而允许多袋形成和在微控制器1710上具有更少负载的高粒度袋形成；因此，允许对更多数量的多袋形成的更高响应以用于传输。此外，多袋形成可以给更多数量的接收机充电并且可以允许给这些接收机提供更好的轨迹以提供成本较低的实施例。

[0466] 图28示出了根据实施例的在增强型无线电能发射机中的Rx RFIC 2808的框图2800。通过天线元件2806接收到的RF输入信号使能微控制器2810，天线元件2806专用于接收并且根据该输入信号从其被辐射到发射机上的位置可操作地耦接到Rx RFIC 2808。然后，RF输入信号可以通过包括在Rx RFIC 2808 中的下变频器的阵列进行频率采样，在该下变频器中，可以将RF输入信号的约2.4GHz或约5.6GHz的频率范围转换为新频率范围的RF信号。

[0467] 下变频器2876可以包括本地振荡器(未示出)，本地振荡器提供预定频率的信号以与RF输入信号混合来创建和外差和差外差，可以对两个外差之一进行滤波以提供所需的输出频率。在本实施例中，可以将约5.8GHz的信号下变换成约5.0GHz的输出信号。然后，可以在10MHz频率处将来自下频器2876 的5.0GHz的输出信号馈送到地址线(A20)2878，以用于通过微控制器2810 进行处理。增强型无线电能发射机可以在一频率(例如2.4GHz)处接收，而在更高的频率(例如5.7GHz)处传送。

[0468] 可以使微控制器2810能够给Rx RFIC 2808发送约1ms或100μs的控制信号，以及根据RF输入信号被接收的速度，可以每秒或以约10次/秒的速率在一毫秒内使能控制。如果可以恒定接收RF信号，例如每10μs一次，则可以以约 1000次/秒的速率执行更新。

[0469] 在微控制器2810中，专有算法可以使得能够对来自每个A20 2878的输入信号进行采样，并且可以使用ARM微处理器(未示出)来驱动所需的Tx RFIC， Tx RFIC耦接到天线元件2806的确定设置/配置以向接收机的适当位置传送无线电能。ARM微处理器的使用可以降低成本、减少发射、降低电能损耗，这是由于它对使用无线电能传输来供电或充电的电子设备而言是理想的。ARM微处理器的指令集架构可以允许微控制器2810的更高的处理能力和能量效率。

[0470] 8.多发射机配置

[0471] 图29描绘了无线电能系统2900的框图，该无线电能系统可以包括连接到单个基站2980的多个无线电能发射机2901。发射机2901可以包括一个或多个天线元件2906、一个或

多个射频集成电路(RFIC)2908、通信部件2912和壳体2974，壳体2974可以分配前面提及的所有部件。基站2980可以包括一个或多个微控制器2910、电源2914和壳体2974，壳体2974可以分配前面提及的所有部件。可以使用元材料、微印制电路、纳米材料等来制造无线供电系统2900 中的部件和基站。

[0472] 基站2980可位于发射机2910可以保持连接到其上的多个位置。这种连接可以包括多种连接件，该连接件可以包括同轴电缆、电话线、LAN线、无线连接等等。基站2980和发射机2910之间的连接旨在建立RFIC 2908和微控制器 2910之间的链路以及电源2914连接。

[0473] 微控制器2910可以控制RFIC 2908的各种特征，诸如袋形成的发射时间、袋形成的方向、反弹角度、功率密度等等。此外，微控制器2910可以控制在多个接收机或单个接收机上的多袋形成。此外，微控制器2910可以通过控制通信部件2912对通信协议和信号进行管理及控制。协议可以指低电平信息数据(诸如二进制比特或字节)和高电平信息数据(诸如数值、字符、字母、标点符号、数字或ASCII表中的符号)之间的转换方法。协议还可以具有信息数据随时间的期望格式或模式。因此，微控制器2910可以同时在多个发射机2901中驱动上述特征。

[0474] 可以通过电源2914来给基站2980馈电，然后基站2980可以给发射机2901 馈电。电源2914可以包括AC电源或DC电源。由电源2914提供的电压、功率和电流强度可以根据待传送的所需电能而改变。可以通过微控制器2910来管理并通过RFIC 2908来执行电能到无线电信号的转换，RFIC 2908可以利用多个方法和部件以产生多种频率、波长、强度以及其他特征的无线电信号。

[0475] 作为使用用于无线电信号生成的多种方法和部件的示例，振荡器和压电晶体可以用来创建并改变不同天线元件2906中的无线电频率。此外，可以使用各种滤波器来使信号平滑并使用放大器来增大待传送的电能。然而，在一些实施方式中，本发明的无线充电技术不限于RF传输技术并且包括用于给接收设备传送电能的附加技术，其中，接收设备将所传送的能量转化成电能。可以通过接收设备转换成电能的能量的示例性形式包括：超声波、微波、谐振和感应磁场、激光、红外线或其他形式的电磁能。在超声波的情况下，例如，可以将一个或多个传感器元件放置成使得形成向接收超声波并将其转换成电力的接收设备传送超声波的传感器阵列。在谐振或感应磁场的情况下，磁场在发射机线圈中被创建并通过接收机线圈转换成电力。此外，RFIC 2908、微控制器2910、通信部件2914和其余的电子部件可以内置在固态电路中以用于提高无线供电系统2900的可靠性。可以使用用于提高电子部件的可靠性的其他技术。

[0476] 图30描绘了无线电能系统3000，其可以包括两个发射机3001、基站3080 和连接3082。基站3080可以使能不同发射机3001在不同房间或区域覆盖中的操作。每个发射机3001可以在不同的频率、功率密度和不同范围内操作。此外，每个发射机3001可以给多个接收机提供电能。此外，基站3080可以使能所有发射机3001的单个操作，因而可以通过将每个发射机3001用作单个发射机来提供更高的无线充电能力。

[0477] 图31描绘了无线电能系统3100，其可以包括两个发射机3101、基站3180 和连接3182。基站3180可以使能不同发射机3101在不同房间或区域覆盖中的操作。每个发射机3101可以在不同的频率、功率密度和不同范围内操作。此外，每个发射机3101可以给多个接收机提供电能。此外，基站3180可以使能所有发射机3101的单个操作，可以通过将每个发射

机3101用作单个发射机来提供更高的无线充电能力。此外，发射机3101可以插入灯插座3184中。该灯插座 3184可以增加可安装发射机3101的位置。

[0478] III.接收机-用于接收并利用无线电能传输的系统及方法

[0479] A.接收机设备的组成

[0480] 回到图11，图11示出了根据示例性实施例的用于给客户端设备无线充电的系统1100架构的图表，系统1100可以包括发射机1101和接收机1120，每个接收机1120可以包括专用集成电路(ASIC)。接收机1120的ASIC可以包括印制电路板1122、天线元件1124、整流器1126、电源变换器1129、通信部件 1130和/或电源管理集成电路(PMIC)1132。接收机1120还可以包括可以分配所有请求部件的壳体。发射机1120的各个部件包括元材料、微印制电路、纳米材料/或可以使用元材料、微印制电路、纳米材料等来制造。

[0481] 1.天线元件

[0482] 天线元件1124可以包括用于在与针对发射机1101的天线元件1106所描述的频带类似的频带中操作的合适的天线类型。天线元件1124可以包括垂直极化或水平极化、右旋极化或左旋极化、椭圆极化或其他合适的极化以及合适的极化组合。在设备(例如智能手机或便携式游戏系统)中使用多个极化可以是有益的，其中在使用期间不存在优选方向或者极化方向可随时间不断改变。相反地，对具有明确限定了方向的设备(例如，双手视频游戏控制器)而言，可能存在针对天线的优选极化，这可以指定给定极化的天线个数比。合适的天线类型可以包括高度从约1/8英寸至约6英寸、宽度从约1/8英寸至约6英寸的贴片天线。贴片天线的优点在于，极化可以取决于连接性，即极化可以取决于贴片被馈接至的一侧而改变。由于接收机(诸如接收机1120)可以动态修改其天线极化以优化无线电能传输，所以可以进一步证明这是有利的。如将在下面的实施例中解释的，天线、整流器或电源变换器的不同布置方式对接收机而言是可能的。

[0483] 2.整流器

[0484] 整流器1126可以将周期性地改变方向的交流电(AC)转化成采用非负值的直流电(DC)。由于输入AC正弦波的交流特性，所以整流过程仅产生非负的且包括多个电流脉冲的DC电。可以通过电子滤波器使整流器的输出平滑以产生稳定的电流。整流器1126可以包括二极管和/或电阻、电感和/或电容以将由天线元件1124生成的交流(AC)电压整流成直流(DC)电压。

[0485] 在一些实施方式中，整流器1126可以是全波整流器。全波整流器可以将整个输入波形转换成其输出端处的恒定极性(正或负)之一。全波整流器可以将输入波形的两个极性转换成脉冲DC(直流)，并产生较高的平均输出电压。电桥配置中的两个二极管和中心抽头变压器和/或四个二极管以及任何AC源(包括没有中心抽头的变压器)可以用于全波整流器。对单相AC而言，如果变压器是中心抽头的，则可以利用两个背对背的二极管(阴极对阴极，阳极对阳极，取决于所需的输出极性)形成全波整流器。需要在变压器次级上绕两倍的匝数以获得与桥式整流器相同的输出电压，但额定功率不变。整流器1126可以被放置为在技术上尽可能靠近天线元件1124以使损失最小。对AC电压进行整流后，可以使用电源变换器1129来调节DC电压。

[0486] 3.电源变换器

[0487] 电源变换器1129可以是DC-DC变换器，其有助于给接收机1120提供恒定的电压输

出和/或有助于提高给接收机1120的电压。在一些实施方式中，DC-DC 变换器可以是最大功率点追踪器(MPPT)。MPPT为电子DC-DC变换器，其将更高的电压DC输出下变频转换为电池充电所需的较低电压。典型的电压输出可以从大约5伏至大约10伏。在一些实施例中，电源变换器1129可以包括电子开关模式DC-DC变换器，其能够提供高效率。在这种情况下，电容可以包括在电源变换器1129之前以确保给要操作的开关设备提供足够的电流。当给电子设备(例如手机或笔记本电脑)充电时，需要能够超过激活电子开关模式 DC-DC变换器的操作所需的电平的初始大电流。在这种情况下，可以将电容添加在接收机1120的输出端以提供所需的额外的能量。之后，正如提供适当的电流量所要求的，可以提供更低的功率，例如使用1/80的总初始功率，同时使手机或笔记本仍进行充电。

[0488] 在一实施例中，多个整流器1126可以与天线元件1124并联连接。例如，四个整流器1126与四个天线元件1124并联连接。然而，可以使用更多个整流器1126。这种布置方式是有利的，这是由于每个整流器1126可以仅需要处理 1/4的总功率。如果给电子设备输送一瓦，则每个整流器1126可以仅需要处理四分之一瓦。这种布置方式可以大大降低成本，这是由于在处理相同量的功率时，使用多个低功率整流器1126的成本低于使用一个大功率整流器1126的成本。在一些实施例中，可以将整流器1126处理的总功率组合到电源变换器1129中。在其他实施例中，每个整流器1126存在一电源变换器1129。

[0489] 在其他实施例中，多个天线元件1124可以与整流器1126并联连接，在此之后，可以通过电源变换器1129来调节DC电压。在该示例中，四个天线元件 1124可以与单个整流器1126并联连接。这种布置方式可以是有利的，这是由于每个天线元件1124可以仅处理1/4的总功率。此外，该布置方式可以使得不同极化的天线元件1124能够与单个整流器1126一起使用，这是因为信号不会互相抵消。由于上文中的属性，该布置方式可以适用于没有明确限定方向或者方向随时间改变的电子客户端设备。最后，当使用相同极化且配置有差异不大的相位的天线元件1124时，该布置方式是有益的。然而，在一些实施例中，每个天线元件1124可以存在一个整流器1126和/或每个天线元件1124可以存在多个整流器1126。

[0490] 在示例性实施方式中，可以实施将多个天线元件1124输出组合且连接到并联的整流器1126上的布置方式，该整流器1126的输出可以进一步组合到一个或多个电源变换器1129中。可以存在16个天线元件1124，其输出在四个并联的整流器1126处被组合。在其他实施例中，天线元件1124可以细分成组(例如四个组)并可以连接到单独的整流器1126。

[0491] 在又一实施例中，可以实施以下布置方式：将天线元件1124的分组连接到不同整流器1126上，继而还连接到不同的电源变换器1129上。在该实施例中，天线元件1124的四个分组(每个分组包含并联的四个天线元件1124)中每个分组可以独立地连接到四个整流器1126上。在该实施例中，每个整流器1126 的输出可以直接连接到电源变换器1129(总共四个)上。在其他实施例中，可以将全部四个整流器1126的输出在每个电源变换器1129之前组合以处理并联的总功率。在一些实施例中，每个整流器1126的组合输出可以连接到单个电源变换器1129上。这种布置方式的益处在于，允许整流器1126和天线元件1124 之间较大的接近度。由于该特性可以使损失保持最低因而是理想的。

[0492] 4.通信部件

[0493] 与发射极1101的通信部件类似，通信部件1130可以包括在接收机1120中以与发射机或其他电子装置通信。在一些实施方式中，接收机1120可以基于处理器提供的请求(诸如

电池电量、用户预定义的充电曲线)使用设备的内置通信部件(例如,蓝牙)来与给定的发射机1120通信,或者其他发射机1101可以包括一个或多个印制电路板(PCB)1104、一个或多个天线元件1106、一个或多个射频集成电路(RFIC)1108、一个或多个微控制器(MC)1110、通信部件1112和电源1114。发射机1101可以封装在壳体中,该壳体可以分配发射机1101的所有请求部件。可以使用元材料、微印制电路、纳米材料和/或任何其他材料来制造发射机1101中的部件。通过通信部件在接收机和发射机之间传递的信息类型包括但不限于,电池中的电能等级、在接收机处接收到的信号强度和电能等级、定时信息、相位和增益信息、用户标识、客户端设备特权、有关信令的安全、紧急信令以及认证交换等。

[0494] 5.PMICs

[0495] 电源管理集成电路(PMIC)1132是用于管理主机系统的供电需求的集成电路和/或片上系统设备的系统块。PMIC 1132可以包括电池管理、电压调节和充电功能。它可以包括DC-DC变换器以使得能够进行动态电压调节。在一些实施方式中,PMIC 1132可以提供高达95%的电能转换效率。在一些实施方式中,PMIC 1132可以结合动态频率调节来集成。PMIC 1132可以在诸如移动手机和/或便携式媒体播放器之类的可操作电池设备中实施。在一些实施方式中,可以用输入电容和输出电容来替换电池。PMIC 1132可以直接连接到电池和/或电容上。当正在直接给电池充电时,可以不实施电容。在一些实施方式中,PMIC 1132可以卷绕在电池上。PMIC 1132可以包括电源管理芯片(PMC),电源管理芯片用作电池充电器并连接到电池。PMIC 1132可以使用脉冲频率调制(PFM) 和脉冲宽度调制(PWM)。PMIC 1132可以使用开关放大器(D类电子放大器)。在一些实施方式中,输出变换器、整流器和/或BLE还也可以包括在PMIC 1132 中。

[0496] 6.壳体

[0497] 壳体可以由可以允许信号或波发射和/或接收的任何合适的材料制成,例如塑料或硬质橡胶。壳体可以是例如以容器的形式添加到不同电子设备上的外部硬件,或者也可以被嵌入在电子设备内。

[0498] 7.网络

[0499] 网络1140可以包括有助于发射机1101和接收机1120之间通信的任何公共通信架构。本领域内的普通技术人员应该理解的是,网络1140可以是因特网、私人内联网或两者的某种混合。还对本领域内技术人员显而易见的是,可以在专用的处理装置上、或者可替换地在云处理网络中实施网络部件。

[0500] A.用与接收机、接收机部件以及与接收机有关的系统的配置

[0501] 1.与天线元件并联连接的多个整流器

[0502] 图18A示出了布置方式1800A,其中多个整流器1826A可以并联连接到天线元件1824A上。例如,四个整流器1826A可以并联连接到四个天线元件1824A 上。然而,可以使用更多个整流器1826A。布置方式1800A可以是有利的,这是由于每个整流器1826A可以仅需要处理1/4的总功率。如果给电子设备输送一瓦,则每个整流器1826F可以仅需要处理四分之一瓦。布置方式1800A可以大大降低成本,这是由于在处理相同量的功率时,使用多个低功率整流器1826A 的成本低于利用一个大功率整流器1826A的成本。在一些实施例中,可以将整流器1186A处理的总功率组合到DC-DC电源变换器1828A中。在其他实施例中,每个整流器1826A可以有一个DC-DC变换器1828A。

[0503] 2.与整流器并联连接的多个天线元件

[0504] 图18B示出了布置方式1800B,其中多个天线元件1824B可以与整流器 1826B并联连接,在此之后,可以通过DC-DC电源变换器1828B来调节DC 电压。在该示例中,四个天线元件1824B可以与单个整流器1826B并联连接。布置方式1800B可以是有利的,这是由于每个天线元件1824B可以仅处理1/4 的总功率。此外,布置方式1800B可以使得不同极化的天线元件1824B能够与单个整流器1826B一起使用,这是因为信号不会互相抵消。由于上文中的属性,布置方式1800B可以适用于没有明确限定方向或者方向随时间改变的电子设备。最后,当使用相同极化且配置有差异不大的相位的天线元件1824B时,布置方式1800B可以是有益的。然而,在一些实施例中,每个天线元件1824B可以存在一个整流器1826B和/或每个天线元件1824B可以存在多个整流器1826B(如图18A中所述)。

[0505] 3.与多个整流器并联连接的多个天线元件

[0506] 图19A示出了布置方式1900A,其中可以实施将多个天线元件1924A输出组合且连接到并联的整流器1926A上,该整流器1926A的输出可以进一步组合到一个DC变换器1928A中。布置方式1900A通过例证示出了16个天线元件 1924A,其输出可以在四个并联的整流器1926A处组合。在其他实施例中,天线元件1924A可以细分成组(例如四个组)并可以如下面的图19B中所示的那样连接到独立的整流器。

[0507] 4.分组的排列方式

[0508] 图19B示出了布置方式1900B,其中可以将天线元件1624B的分组连接到不同整流器1926B上,继而还连接到不同的DC变换器1928B上。在布置方式 1900B中,天线元件1924B的四个分组(每个分组包含并联的四个天线元件 1924B)中的每个分组可以独立地连接到四个整流器1926B上。在该实施例中,每个整流器1926B的输出可以直接连接到DC变换器1928B(总共四个)上。在其他实施例中,可以将全部四个整流器1926B的输出在每个DC变换器1928B 之前组合以处理并联的总功率。在其他实施例中,每个整流器1926B的组合输出可以连接到单个DC变换器1928B上。布置方式1900B的益处在于,允许整流器1926B和天线元件1924B之间较大的接近度。由于该特性可以使损失保持最低因而是理想的。

[0509] 接收机可以在可以实施在、连接到或嵌入到依靠电能来执行其预期功能的电子设备或装置上,例如手机、笔记本电脑、电视遥控器、儿童玩具或任何其他这种设备。利用袋形成的接收机可以用来在设备“开机”或“关机”时或者正在使用或未被使用时给设备的电池充满电。此外,可以延长电池寿命。例如,利用可以输送一瓦的接收机,在两瓦上工作的设备可以将其电池持续时间增加到大约50%。最后,目可以使用接收机给当前基于电池运行的一些设备充满电,之后就不再需要电池了。这最后一个属性可以对于更换电池繁琐或难以完成的设备而言是有益的,诸如挂钟。下文中的实施例提供了如何执行将接收机集成在电子设备上的一些示例。

[0510] 5.增强型无线电能接收机配置

[0511] 图33示出了用于给一个或多个电子设备无线供电或充电的接收机3320的框图。根据该实施例的一些方面,接收机3320可以采用根据传送的RF波生成的可变电源来操作以给电子设备输送恒定且稳定的功率或能量。此外,接收机 3320可以使用根据RF波生成的可变电源来给接收机3320内的电子部件上电以用于适当的操作。

[0512] 接收机3320可以集成到电子设备中并且可以包括壳体,壳体可以由任何合适的材

料(例如塑料或硬质橡胶)制成以允许信号或波发射和/或接收。壳体可以是例如以容器的形式添加到不同电子设备上的外部硬件,或者也可以被嵌入在电子设备内。

[0513] 接收机3320可以包括可以将RF波或能量袋转换成电能的天线阵列3386。天线阵列3386可以包括可操作地与一个或多个整流器3326耦接的一个或多个天线元件3324。RF波可以呈现在电压幅值和功率范围内的正弦形状,其电压幅值和功率范围可以取决于发射机的特性和传输环境。传输环境可能会受到以下变化的影响:物体在物理边界内的移动或边界自身的移动。还会受到传输介质的变化的影响;例如空气温度或湿度的变化。因此,天线阵列3386在接收机 3320处生成的电压或功率可以是可变的。作为说明性但非限制性的实施例,天线元件3324根据传送的RF波或能量袋生成的交流(AC)电压或功率可以从约0伏或0瓦至约5伏或约3瓦范围内改变。

[0514] 天线元件3324可以包括用于在与针对发射机所描述的频带类似的频带中操作的合适的天线类型。天线元件3324可以包括垂直极化或水平极化、右旋极化或左旋极化、椭圆极化或其他合适的极化以及合适的极化的组合。在设备(例如电子设备)中使用多个极化可以是有益的,其中在使用期间不存在优选方向或者极化方向可随时间不断改变。相反地,对具有明确限定了方向的设备(例如,双手视频游戏控制器)而言,可能存在针对天线的优选极化,这可以指定给定极化的天线数个数比。合适的天线类型可以包括高度从约1/8英寸至约6 英寸、宽度从约1/8英寸至约6英寸的贴片天线。贴片天线的优点在于,极化可以取决于连接性,即极化可以取决于贴片被馈接至的一侧而改变。由于接收机3320可以动态修改其天线极化来优化无线电能传输,所以可以进一步证明这是有利的。

[0515] 整流器3326可以包括二极管或电阻、电感或电容以将由天线元件3324生成的AC电压整流成直流(DC)电压。整流器3326可以被放置为在技术上尽可能靠近天线元件3324以使损失最小。在一实施例中,整流器3326可以以同步模式工作,在同步模式中,整流器3326可以包括可提高整流效率的开关元件。作为说明性但非限制性的实施例,整流器3326的输出可以从大约0伏至大约5 伏范围内变化。

[0516] 输入升压变换器可以包括在接收机3320中以将整流器3326的可变的DC 输出电压转换成接收机3320的部件和/或电子设备可使用的更稳定的DC电压。输入升压变换器3258可以操作为升压DC-DC变换器以将来自整流器3326的电压增大到适于接收机3320的合适操作的电压等级。作为说明性但非限制性的实施例,输入升压变换器3258可以采用至少0.4伏至大约5伏的电压进行工作以产生大约5伏的输出电压。此外,输入升压变换器可以降低或消除轨到轨偏差。在一实施例中,输入升压变换器可以呈现同步拓扑以提高电源转换效率。

[0517] 由于根据RF波生成的电压或功率在无线电能传输的某种程度上可以为零,所以接收机3320可以包括存储元件3352以存储来自由输入升压变换器产生的输出电压的能量或电荷。以这种方式,通过输出升压变换器,存储元件3352 可以向负载输送连续电压或功率,该负载可以表示需要连续供电或充电的电子设备的电池或内部电路。例如,负载可以是移动手机的电池,需要以2.5瓦、5 伏的恒定输送。

[0518] 存储元件3352可以包括电池3392以存储来自从输入升压变换3258接收到的电能的功率或电荷。电池3392可以是不同类型,包括但不限于,碱性镍镉 (NiCd)、镍-金属氢化物(NiMH)和锂离子等。电池3392可以呈现适于装配接收机3320的形状和尺寸,同时电池3392的充电容量和电池(cell)设计可以取决于负载需求。例如,对给移动手机充电或供电

而言，电池3392可以输送从大约3伏至大约4.2伏的电压。

[0519] 在另一实施例中，存储元件3352可以包括电容来代替电池3392，用于按接收机所需存储并输送电荷。作为示例，在给移动手机充电或供电的情况下，接收机3320可以包括具有适于匹配负载需求的工作参数的电容。

[0520] 接收机3320还可以包括与存储元件3352可操作地耦接的输出升压变换器以及输入升压变换器，其中，该输出升压变换器可以用于匹配负载的阻抗和功率需求。作为说明性但非限制性的实施例，输出升压变换器可以将电池3392 的输出电压从大约3伏或4.2伏升高到大约5伏，该5伏电压可以是电子设备的电池或内部电路要求的电压。与输入升压变换器类似，输出升压变换器可以基于用于增强电源转换效率的同步拓扑。

[0521] 存储元件3352可以给通信子系统提供功率或电压，通信子系统可以包括低压差线性稳压器(LDO)、微控制器和电可擦出可编程只读存储器(EEPROM)。LDO可以用作DC线性稳压器以提供适于如在微控制器中的低能量应用的稳定电压。微控制器可操作地与EEPROM耦接以存储与对接收机3320的操作和监测有关的数据。微控制器还可以包括时钟(CLK)输入和通用输入/输出(GPIO)。

[0522] 在一实施例中，微控制器与EEPROM联合可以运行用于根据负载需求来控制输入升压变换器和输出升压变换器的操作的算法。微控制器可以通过在不同节点处采取一个或多个功率测量值3388(ADC)来主动监测接收机3320的整体操作。例如，微控制器可以测量在以下各处所输送的电压或电能：整流器3326、输入升压变换器、电池3392、输出升压变换器、通信子系统和/或负载。微控制器可以将这些功率测量值3388传递给负载以使电子设备可以获知从接收机 3320中能够获得多少功率。在另一实施例中，基于功率测量值3388，微控制器可以通过调整输出升压变换器处的负载电流限制来控制在负载处输送的功率或电压。在又一实施例中，可以通过微控制器执行最大功率追踪(MPPT)算法来控制并优化输入升压电路可以从天线阵列3386中获得的电能的量。

[0523] 在另一实施例中，微控制器可以基于对功率测量值3388的监测来调节如何从存储元件3352放出电能或能量。例如，如果输出升压变换器处运行的功率或电压太低，则微控制器可指导输出升压变换器消耗电池3392以用于给负载供电。

[0524] 接收机3320可以包括用于恢复或中断在负载处传送的电能的开关3390。在一实施例中，微控制器可以通过一个或多个无线电能传输用户签约的服务条款或根据管理员策略来控制开关3390。

[0525] 图34示出了在无线电能传输期间可在接收机中实施的电能变换过程3400。根据该实施例的一些方面，电源变换过程3400可以允许从RF波和/或能量袋提取电能以向接收机108的部件以及电子设备提供合适的电压或功率。

[0526] 当天线元件3324可以将RF波和/或能量袋转换成AC电压或功率时，电源变换过程3400开始。在步骤3451中，整流器可以将该AC电压或功率整流成 DC电压或功率。在该阶段，在整流器处生成的DC电压或功率可根据用于从 RF波和/或能量袋提取电能的条件是可变的。随后在步骤3453中，输入升压变换器可以将从整流器获得的DC电压或功率设置成可被接收机的存储元件或其他内部元件使用的电压等级或功率等级。在一实施例中，输入升压变换器可以从微控制器接收输入(基于MPPT算法)以用于调整并优化可以从天线阵列得到的电能的量。在该阶段，在输入升压变换器处稳定升高的电压可以被负载直接利用，但是考

虑到RF波的固有特性，该电压可以不是一直连续的。

[0527] 在步骤3455中，输入升压变换器产生的稳定的DC电压可以用来给存储元件充电，其中存储元件可以以电池或电容器的形式。存储元件可以始终维持合适的充电电平，以用于给负载输送连续的电能。此外，存储元件可以给通信子系统提供合适的功率或电压。

[0528] 在步骤3457处，可以通过输出升压变换器来设置存储元件生成的电压或功率以与负载的阻抗或功率需求匹配。在一实施例中，微控制器可以根据应用设置输出升压变换器处的电流限制以调整在负载处输送的电能的量。

[0529] 在二次升压变换后，在步骤3459中，采用用于给可操作地与接收机耦接的电子设备充电或供电的适当的电气规范，输出升压变换器现在可以给负载提供稳定连续的功率或电压。

[0530] 微控制器可以根据无线电能传输的用户签约的服务条款来控制开关以中断或恢复负载处的功率或电压输送。例如，如果无线电能传输是提供给接收机的用户的服务，则通过使用开关，微控制器可以根据用户的合约状态中断或恢复对电子设备的供电或充电。此外，微控制器可以基于针对一个或多个电子设备建立的充电或供电优先级来调节开关的操作。例如，如果相比较与可以要求充电并且具有更高的充电优先级的合适的接收机耦接的另一电子设备而言，与接收机耦接的电子设备具有较低的供电或充电优先级，则微控制器可以打开开关。在这种情况下，发射机可以使RF波指向与具有更高的充电或供电优先级的电子设备耦接的接收机。

[0531] 6.嵌入式接收机

[0532] 图20A示出了可以表示常规手机、计算机或其他电子设备的设备2000A的实施方案，该设备2000A可以包括嵌入式接收机2020A。设备2000A还可以包括电源、通信部件2030A和处理器。接收机2020A可以利用袋形成给设备2000A 的电源提供电能。此外，接收机2020A可以基于发射机所提供的需求来使用设备2000A的内置通信部件2030A(例如蓝牙)与给定的发射机通信，该需求诸如电池电量、用户预定义的充电曲线或其他参数。

[0533] 7.具有嵌入式接收机的电池

[0534] 图20B 示出了另一实施方案，其中设备2000B可以包括具有嵌入式接收机 2020B的电池。电池可以通过袋形成无线地接收电能并且可以通过其嵌入式接收机2020B进行充电。电池可以用作供电电源，或者可以用作备用电源。这种配置的优点在于，无需移除电池来进行充电。这对游戏控制器或游戏设备特别有用，其中电池(典型地为AA或AAA)可以被连续更换。

[0535] 8.外部通信部件

[0536] 图20示出了替代性实施方案2000C，其中接收机2020C和通信部件2030C 可以包括在可附接到设备上的外部硬件中。硬件可以采取适当的形式，诸如以下情况：可以放置在手机、遥控器以及其他设备上，硬件可以通过诸如通信串行总线(USB)之类的合适的接口进行连接。在其他实施例中，可以将硬件印制在柔性膜上，该柔性膜则可以被粘贴或者附接到电子装置上。这个选择可以是有利的，这是由于其可以以较低的成本来生产并且可以集成到各种设备中。正如之前的实施例，通信部件2030C可以包括在可提供与发射机或电子装置的总体通信的硬件中。

[0537] 9.连接到USB的接收机的外壳或壳体

[0538] 图21A示出了采用以下外壳形式的硬件:包括可以通过柔性线缆或USB 连接到智能手机和/或任何其他电子设备上的接收机2102A。在其他实施例中,壳体或外壳可以使计算机外壳、手机外壳和/或相机外壳以及其他这种选项。

[0539] 10.印制膜上的PCB

[0540] 图21B示出了可以包括多个印制接收机2102B的以印制膜或柔性印制电路板(PCB)形式的硬件。印制膜可以粘贴或附接到电子设备上并且可以通过诸如USB之类的接口进行连接。印制膜的优点在于,其可以被切割成段以满足具体电子设备的大小和/或需求。无线电能传输的效率以及可以输送的电能的量 (使用袋形成)可以是在给定接收机和发射机系统中使用的天线元件的总数的函数。例如,针对在大约15英尺处输送大约一瓦,接收机可以包括大约80个天线元件,而发射机可以包括256个天线元件。另一等同的无线电能传输系统(在大约15英尺处大约1瓦)可以包括大约40个天线元件,而发射机可以具有大约512个天线元件。将接收机中的天线元件数量减少一半可以要求发射机中的天线元件数加倍。在一些情况中,在发射机中放置比接收机中更多的天线元件数可以是低成本、高效率的。然而,只要发射机中存在至少两个天线元件,就可以获得相反的效果(在接收机上放置比发射机上更多的天线元件)。

[0541] II.天线硬件及功能

[0542] A.间距配置

[0543] 图22示出了内部硬件,在该内部硬件中,接收机2220可以用于接收电子设备2252(例如智能手机)中的无线电能传输。在一些实施方式中,电子设备 2252可以包括接收机2220,其可以嵌入在电子设备2252的外壳2254(例如智能手机外壳)的内边缘周围。在其他实施例中,可以实施接收机2220以覆盖外壳2254的背面。外壳2254可以是以下中的一个或多个:智能手机盖、笔记本电脑盖、相机盖、GPS盖、游戏控制器盖和/或平板电脑盖以及其他选项。外壳 2254可以由塑料、橡胶和/或其他合适的材料制成。

[0544] 接收机2220可以包括战略性地分布在图22中示出的网格区域上的天线元件阵列2224。外壳2254可以包括位于外壳2254的边缘周围和/或沿外壳2254 的背面放置的天线元件阵列2224以用于最佳接收。可以根据电子设备2252的设计、大小和/或类型来计算天线元件2224的数量、间距和类型。在一些实施例中,在包含天线元件2224的外壳2254和电子设备2252之间可以存在间距(例如1mm-4mm)和/或元材料。间距和/或元材料可以提供用于RF信号的额外增益。在一些实施方式中,元材料可以用来创建多层PCB以实现到外壳2254中。

[0545] B.元材料

[0546] 以印制膜2256和/或柔性PCB形式的内部硬件可以包括不同的部件,诸如多个印制天线元件2224(彼此串联、并联或串并联连接)、整流器以及电源变换器元件。印制膜2256可以粘贴到或者附接到任何合适的电子设备上,诸如电子设备2252和/或平板电脑。印制膜2256可以通过诸如柔性线缆2258之类的任何合适的接口连接。印制膜2256可以呈现多个益处;这些益处之一可以在于可以将印制膜切割成部分以满足具体的智能移动设备大小和/或要求。根据一实施例,用于接收机2220的天线元件2224之间的间距可以在约2nm至约12nm范围内,最合适的间距约为7nm。附加地,在一些实施方式中,可用于诸如智能手机之类的电子设备2252的接收机2220中的天线元件2224的最佳数量可以在约20个至约30个范围内。然而,接收机2220内的天线元件2224的数量可以根据电子设备2252的设计和大小而改变。天

线元件2224可以由不同的导电材料制成，诸如铜、金和银等等。此外，天线元件2224可以被印制、蚀刻或贴合在任何合适的非导电柔性基板上，诸如柔性PCB等等。公开的天线元件2224 的配置和方向可以呈现无线充电更好的接收、效率和性能。

[0547] C.内部硬件

[0548] 图32示出了内部硬件3200，在该内部硬件中，接收机3220可以用于智能手机3252中的无线电能传输。图32示出了第一实施例，在该第一实施例中，智能手机3252可以包括嵌入在智能手机3252的外壳的内边缘周围的接收机 3220。接收机3220可以包括战略性地分布在网格区域上的天线元件阵列3224。接收机可以指包括以下的设备：至少一个天线元件、至少一个整流电路和至少一个电源变换器，该设备可以利用能量袋给客户端设备供电或充电。

[0549] 可以根据智能手机3252的设计来计算天线元件3224的数量和类型。当给电子设备(例如手机(智能手机)或笔记本计算机)充电时，可能需要能够超过激活电子开关模式DC-DC变换器的操作所需的最小电压的初始大电流。在这种情况中，可以在接收机3220的输出处添加电容(未示出)以提供所需要的额外能量。之后，可以提供更低的功率，例如总初始功率的1/80，同时使手机或笔记本仍进行充电。充电可以指通过接收机使用天线将RF能量转换成电能量，其中可以通过从接收机到电连接的客户端设备的电气电路连接传送电能量，可通过设备使用传送的能量给该设备的电池充电、为其功能供电和/或任何组合。客户端设备可以指在无线电能传输系统中通过与无线电能接收机的电连接从无线发射机接收无线电能的任何设备。客户端设备可以是计算机、手提电脑、诸如智能手机之类的移动电子设备、电子玩具、用于电视或其他客户端设备的遥控器、或者待无线充电的任何电子设备或电气设备。

[0550] 最后，通信部件可包括在接收3220中以与发射机或其他电子装备通信。发射机可以指包括以下各项的设备：可以生成两个或更多个RF信号的芯片、为相对于其他RF信号发生相移和增益调整的至少一个RF信号，基本上所有的设备通过一个或多个RF天线以使得将聚集的RF信号定向到一目标上。

[0551] 如将在下面的实施例中解释的，天线、整流器或电源变换器的不同布置方式对接收机而言是可能的。特别地，以印制膜3256和/或柔性PCB形式的内部硬件3200可以包括不同的部件，诸如多个印制天线元件3224(彼此串联、并联或串并联连接)、整流器206以及电源变换器3229元件。印制膜3256可以粘贴到或附接到诸如智能手机3252或平板电脑之类的任何电子设备上，并且可以通过诸如柔性线缆之类的任何接口进行连接。印制膜3256可以呈现多个益处，这些益处之一可以在于可以将印制膜切割成部分以满足具体的智能移动设备大小和/或要求。

[0552] 根据一实施例，接收机3220的天线元件3224之间的间距可以在约5nm至约12nm范围内。然而，接收机3220内的天线的数量可以根据智能手机3252 的设计和大小而改变。天线元件3224可以由不同的导电材料制成，诸如铜、金和银等等。此外，天线元件3224可以被印制、蚀刻或贴合在任何合适的非导电柔性基板上，诸如柔性印制电路板(PCB)等等。公开的天线元件3224的配置和方向可以呈现无线充电的更好的接收、效率和性能。

[0553] 上述方法描述和过程流程图仅作为说明性示例提供并不意在要求或暗示不同实施例的步骤必须按所呈现的顺序来执行。正如本领域技术人员将理解的那样，上文中的实

施例可以按任何顺序来执行。诸如“然后”、“接下来”等词不用于限制步骤的顺序;这些词仅用来通过本发明的说明书来引导读者。尽管过程流程图可以将操作描述为顺序过程,但多个操作可以并行或同时执行。此外,可以重新布置操作的顺序。过程可以与方法、函数、步骤、子例程、子程序等对应。当过程与函数对应时,过程的结束可以对应于函数返回到调用函数或主函数。

[0554] 结合本文中所公开的实施例描述的各种说明性逻辑框、模块、电路以及算法步骤可以被实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种互换性,上文中已对各种说明性部件、框、模块、电路以及步骤针对其功能方面进行了总体描述。是否将该功能实施为硬件或软件取决于在整个系统上的特定应用和设计限制。技术人员可以针对以每个特定应用以不同的方式实施所描述的功能,但是这种实施方式策略不应被解释为偏离本发明的范围。

[0555] 在计算机软件中实施的实施例可以在软件、框架、中间件、微代码、硬件描述语言或他们的任何组合中实施。代码段或计算机可执行指令可以表示步骤、函数、子程序、例程、子例程、模块、软件包、分类或指令数据、数据结构或程序语句的任何组合。代码段可以通过传送和/或接收信息、数据、参量、参数或存储内容耦接到另一代码段或硬件电路。信息、数据、参量、参数、数据可以经由包括内存共享、消息传递、令牌传递、网络传输等合适的装置来传递、转发或传送。

[0556] 用来实施这些系统和方法的实际软件代码或专用控制硬件不限制本发明。因此,在不需要参考具体的软件代码的情况下描述的系统及方法的操作和行为可以被理解为软件和控制硬件可被设计成基于本文中的描述来实现系统及方法。

[0557] 当在软件中实施时,这些函数可以存储为非暂时性计算机可读或处理器可读存储介质上的一个或多个指令或代码。可以在处理器可执行软件模块中实施本文中所公开的方法或算法的步骤,该处理器可执行软件模块可以驻留在计算机可读或处理器可读存储介质上。非暂时性计算机可读或处理器可读介质包括计算机存储介质和有形的存储介质,有助于将计算机程序从一个地方转移到另一地方。非暂时性计算机可读存储介质可以是可以被计算机访问的任何可用的介质。通过非限制性示例,这种非暂时性处理器可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或任何其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或者任何其他有形的存储介质,该任何其他有形的存储介质可以用来以指令或数据结构的形式存储所需的程序代码并且可以被计算机或处理器访问。如本文中所使用的磁盘和光盘包括压缩光盘(CD)、激光盘、光碟、数字通用光盘(DVD)、软盘以及蓝光光盘,磁盘通常以磁性方式再现数据,而光盘采用激光光学地再现数据,上述内容的组合也应该被包括在计算机可读介质的范围内。此外,方法或算法的操作可以驻留为非暂时性计处理器可读介质和/或算机可读介质上的可以并入计算机程序产品中的一个或任何组合或一组代码和/或指令。

[0558] 所公开的实施例的以上描述被提供以使得本领域技术人员能够制造或使用本发明。对这些实施例的各种变型对本领域技术人员是显而易见的,并且在不脱离本发明的精神或范围的情况下,本文中限定的通用原理可以应用到其他实施例中。因此,本发明不意图限制为本文中所示出的实施例,而是符合与以下权利要求和本文所公开的原理和新颖特征相一致的最宽范围。

[0559] 虽然已经公开了各个方面和实施例,但是应该考虑其他方面和实施例。在以下权

利要求所指示的真实范围和精神内,所公开的各个方面和实施例是出于说明的目的而非限制性的。

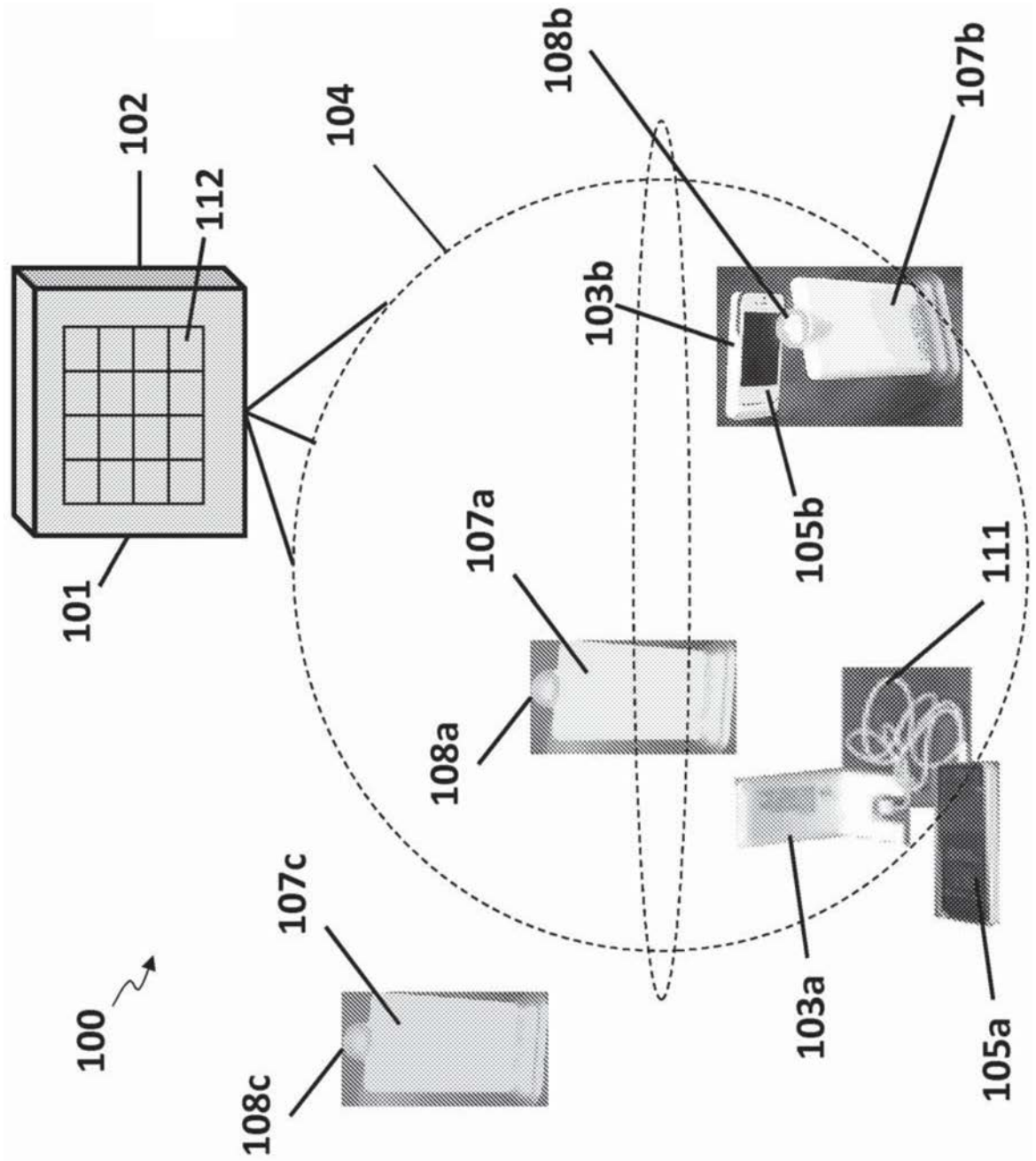

102
112
104
108b
107b
103b
105b
107a
111
101
108a
107c
100
103a
105a
108c

图1

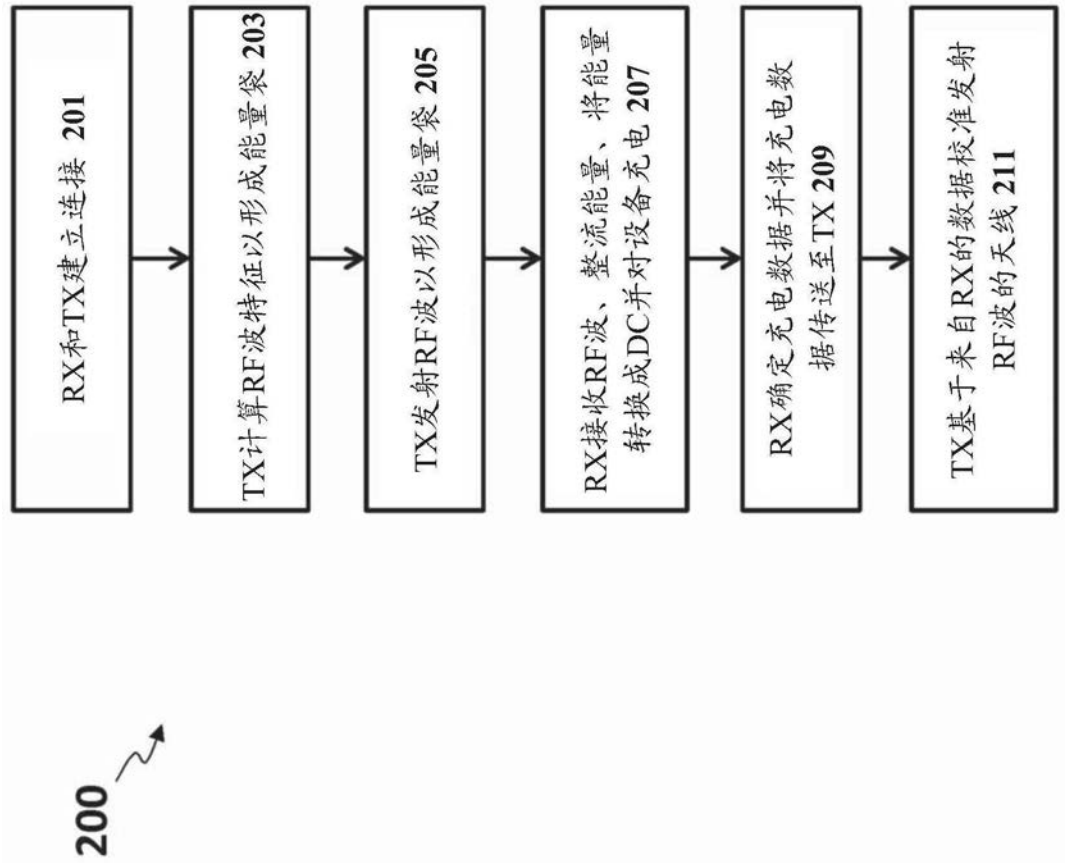

RX和TX建立连接 201
TX计算RF波特征以形成能量袋 203
TX发射RF波以形成能量袋 205
RX接收RF波、整流能量、将能量转换成DC并对设备充电 207
RX确定充电数据并将充电数据传送至TX 209
TX基于来自RX的数据校准发射RF波的天线 211
200

图2

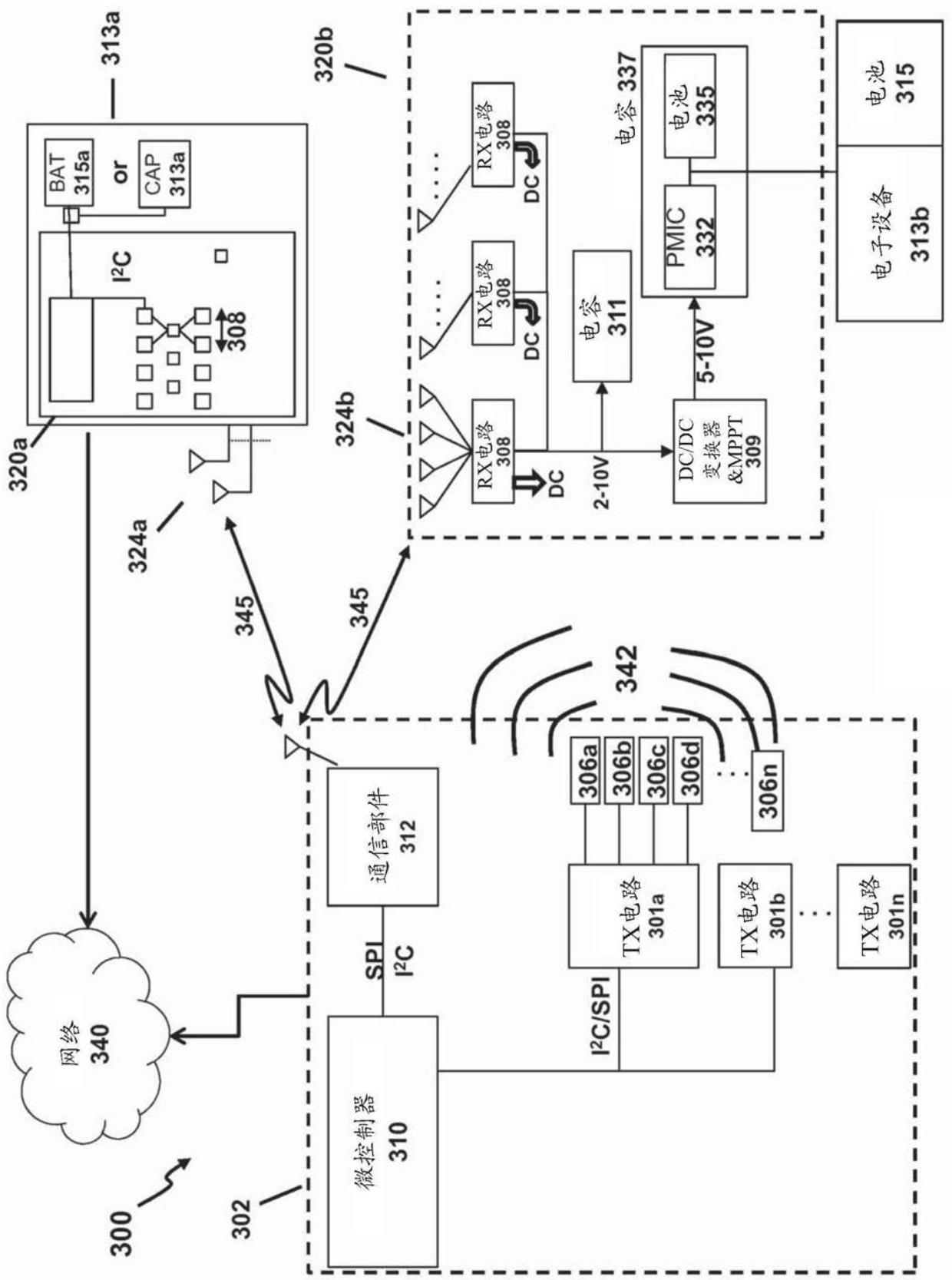

300
302
网络
340
微控制器
310
通信部件
312
SPI
I²C
I²C/SPI
TX电路
301a
TX电路
301b
TX电路
301n
306a
306b
306c
306d
306n
342
345
345
320a
313a
BAT
315a
or
CAP
313a
I²C
308
324a
320b
324b
RX电路
308
DC
电容
311
2-10V
DC/DC
变换器
&MPPT
309
5-10V
PMIC
332
电容 337
电池
335
电池
315
电子设备
313b

图3

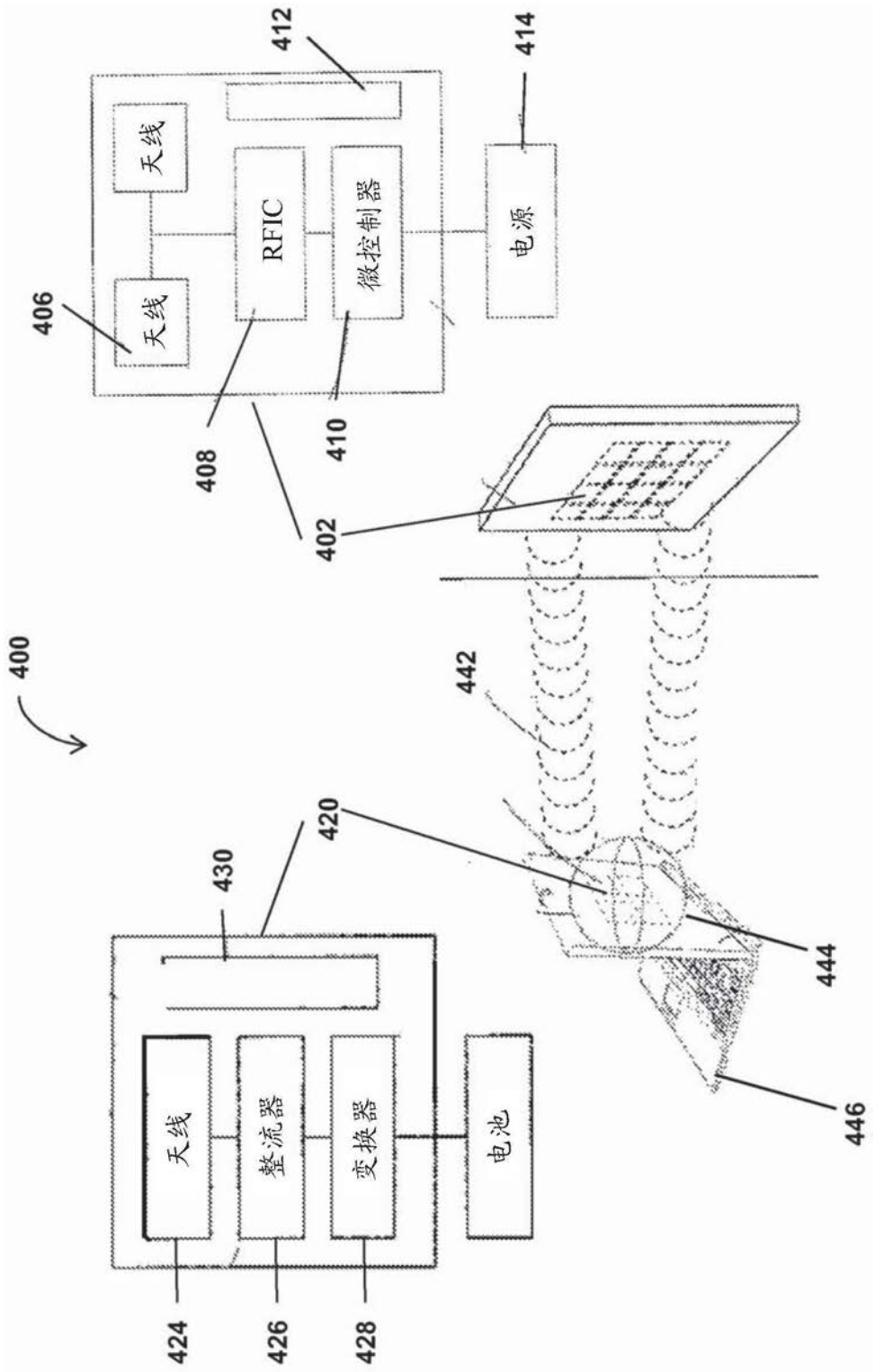

412
414
天线
RFIC
微控制器
电源
406
天线
408
410
402
400
442
420
430
444
天线
整流器
变换器
电池
446
424
426
428

图4

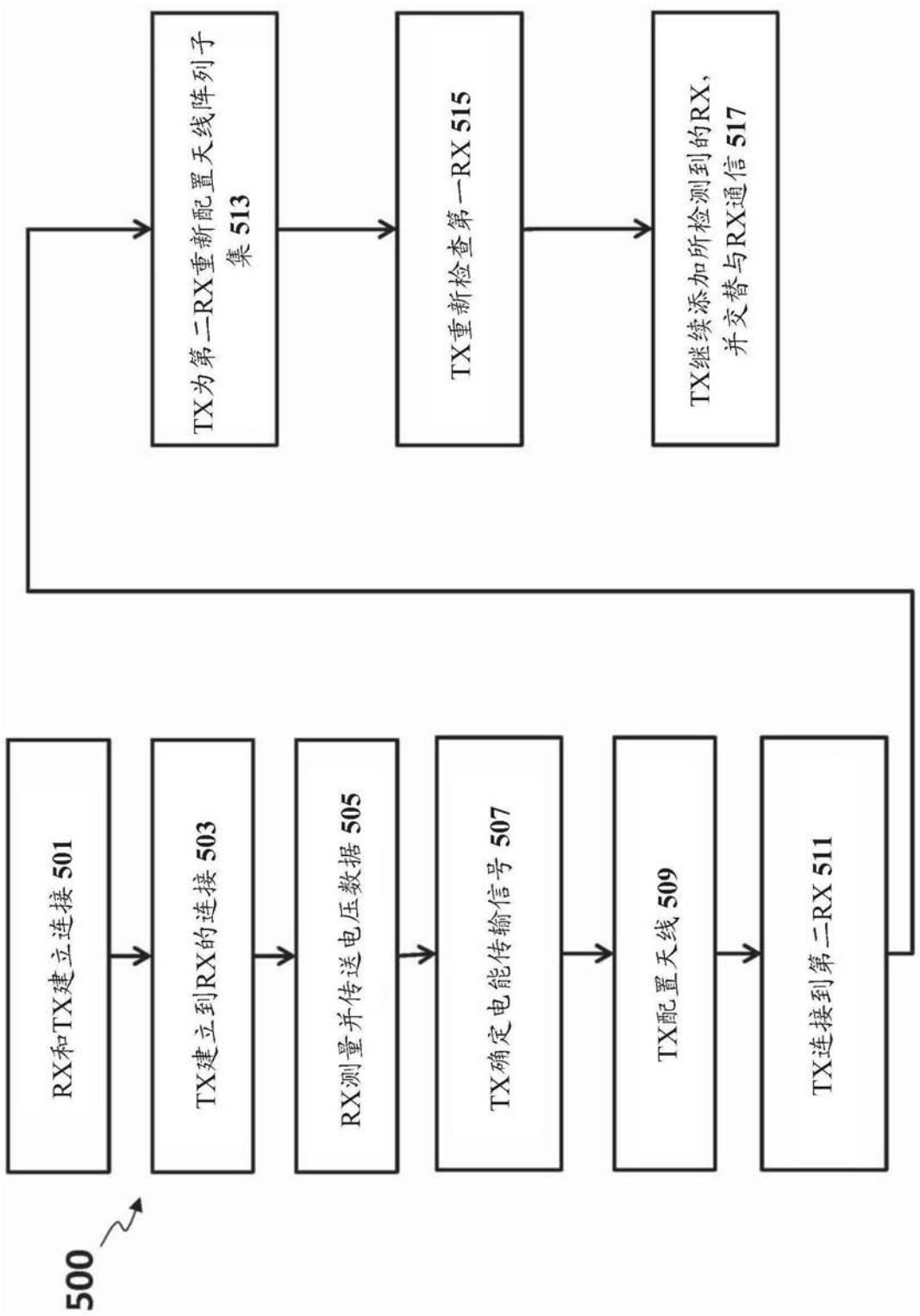

500
RX和TX建立连接 501
TX建立到RX的连接 503
RX测量并传送电压数据 505
TX确定电能传输信号 507
TX配置天线 509
TX连接到第二RX 511
TX为第二RX重新配置天线阵列子集 513
TX重新检查第一RX 515
TX继续添加所检测到的RX，并交替与RX通信 517

图5

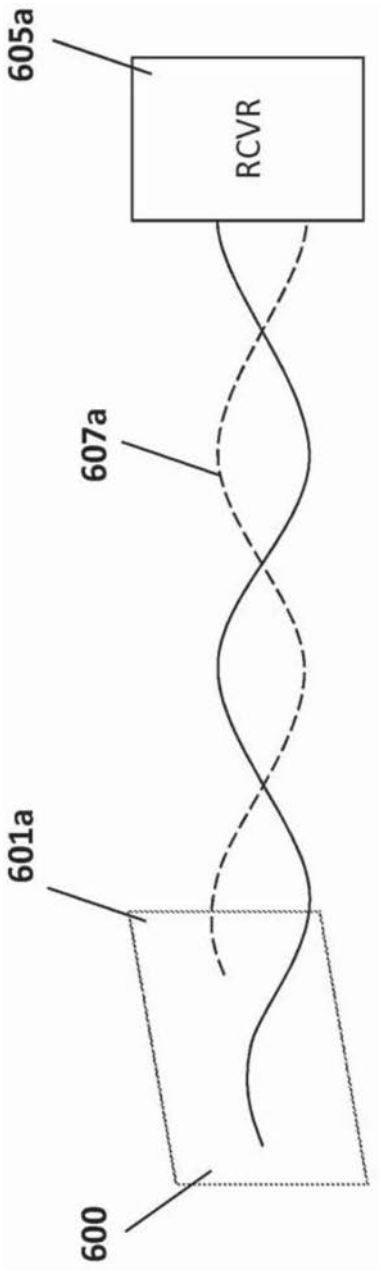


图6A

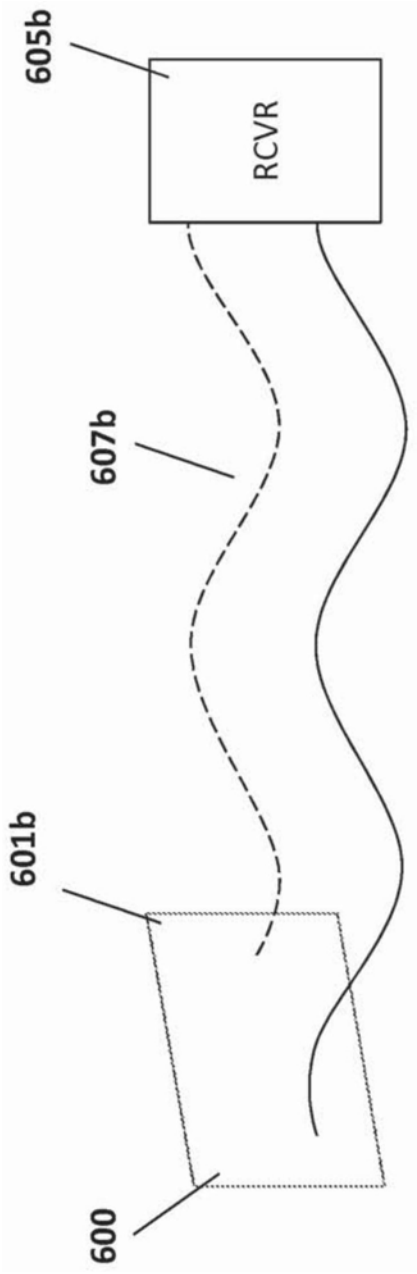


图6B

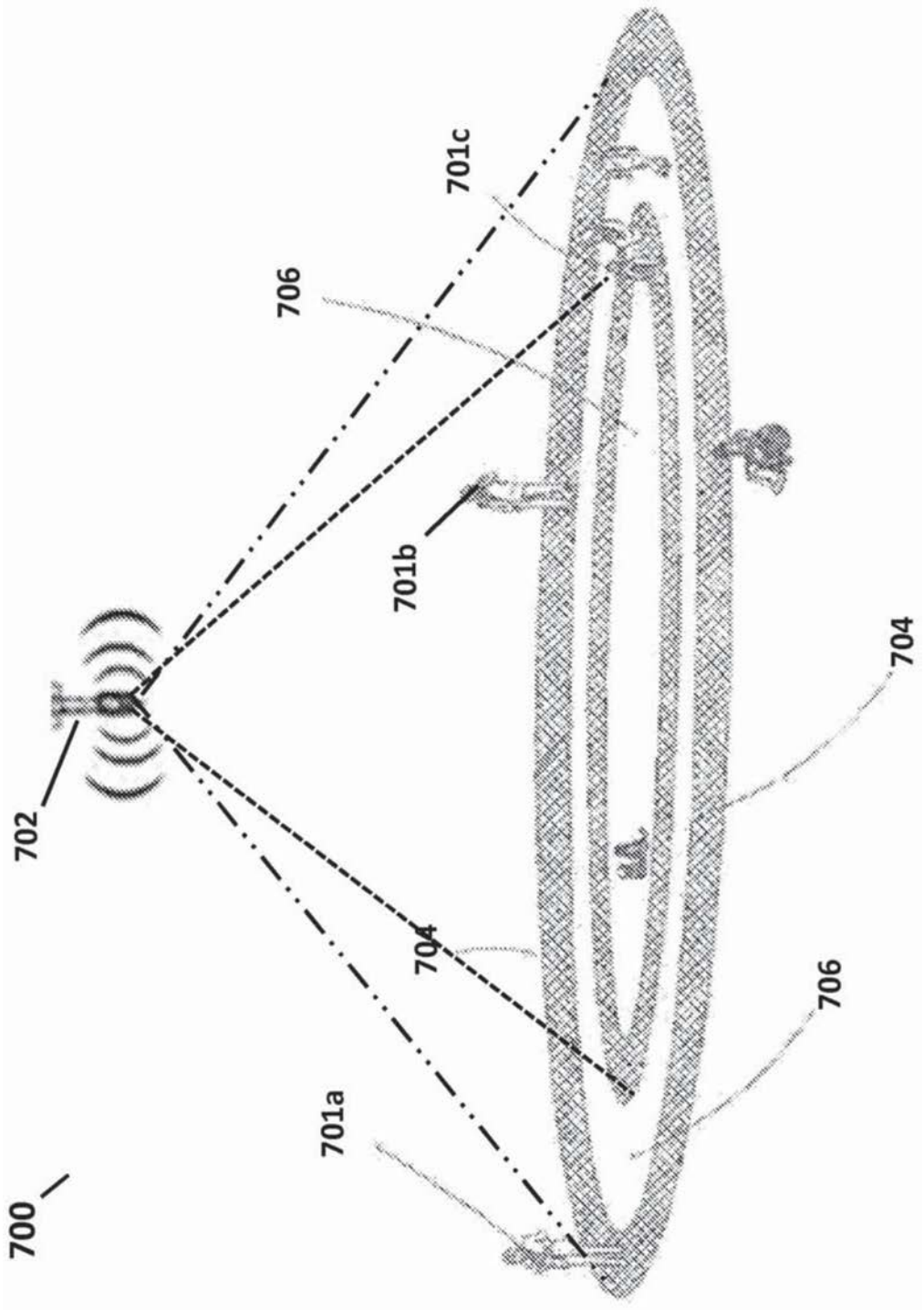


图7

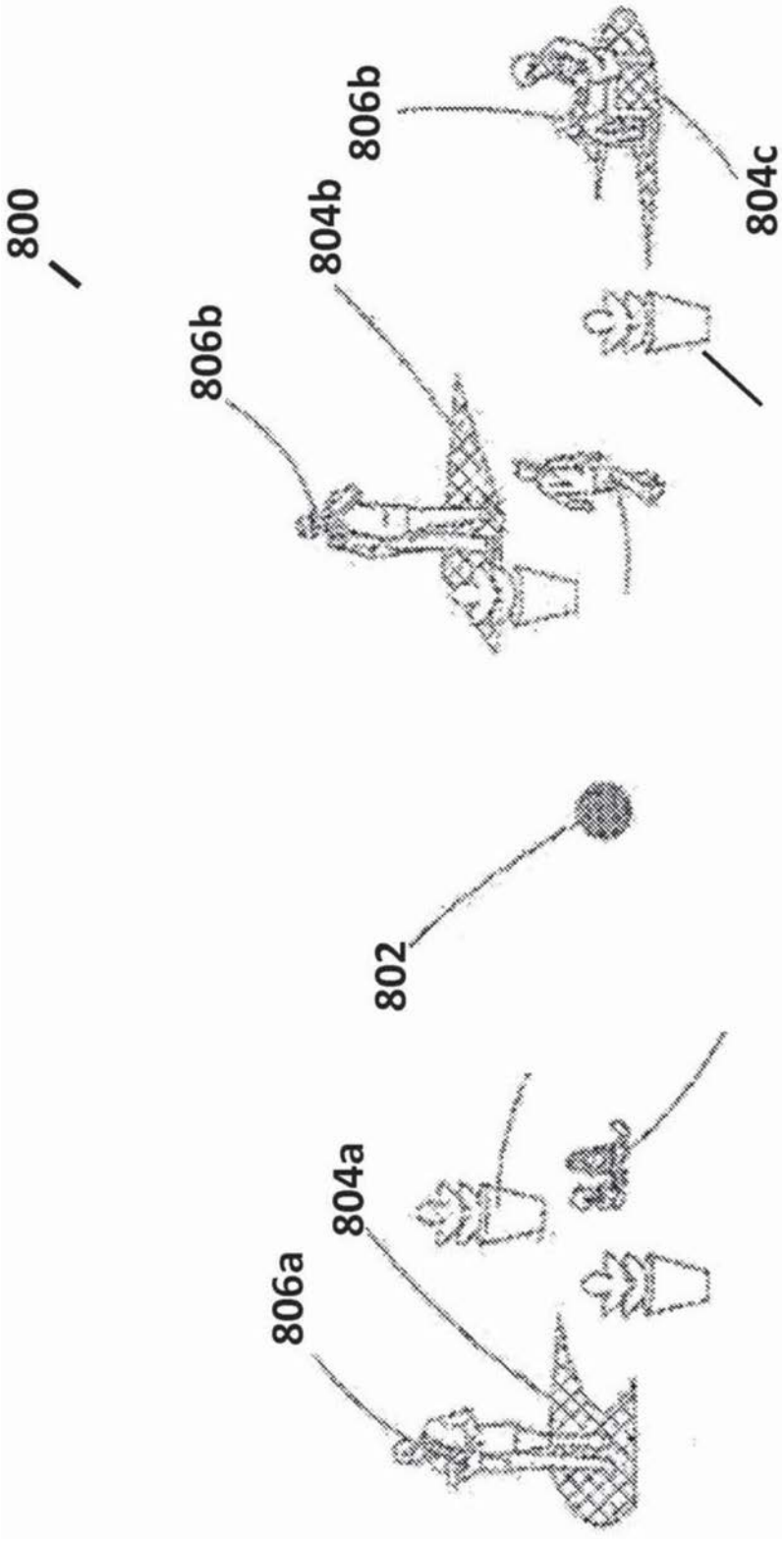


图8

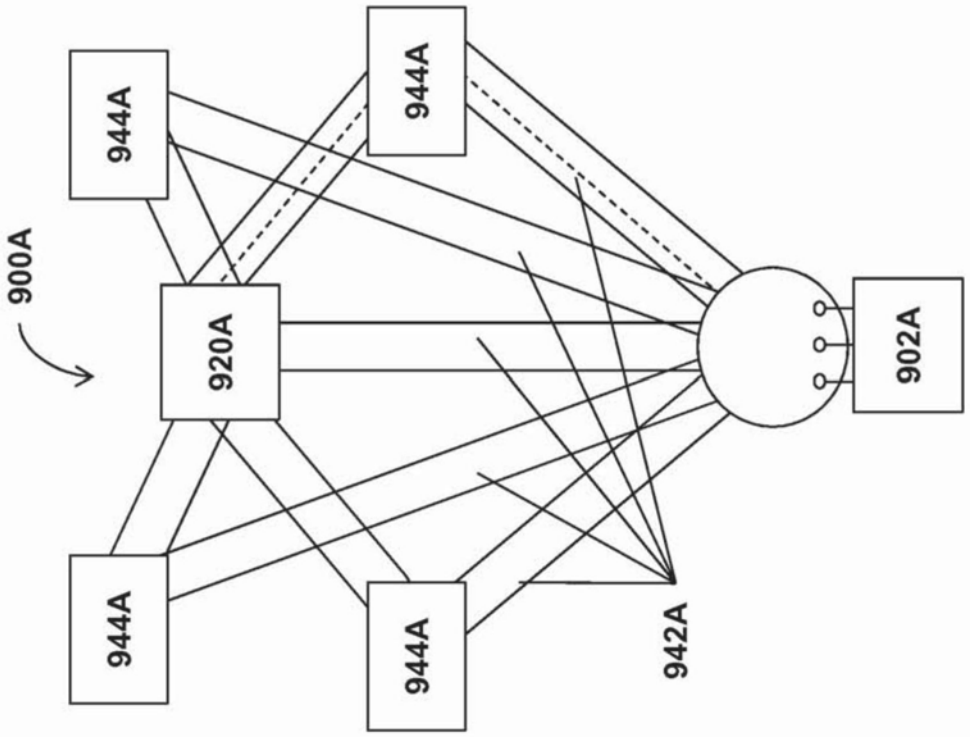

900A
944A
944A
920A
902A
944A
944A
942A

图9A

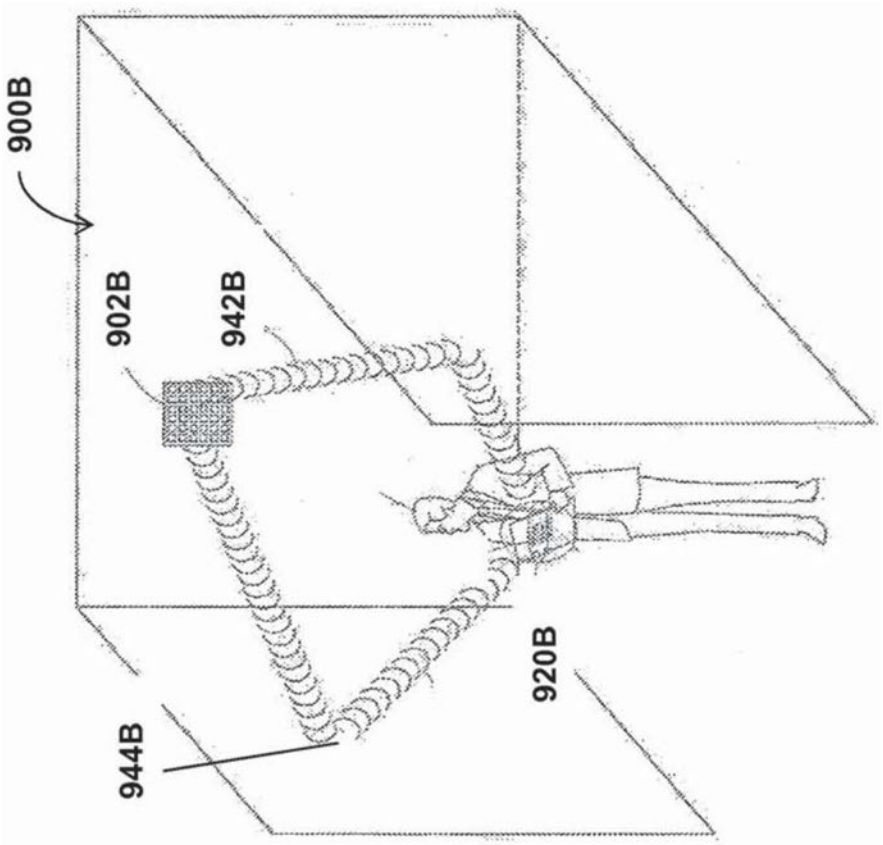

900B
902B
942B
920B
944B

图9B

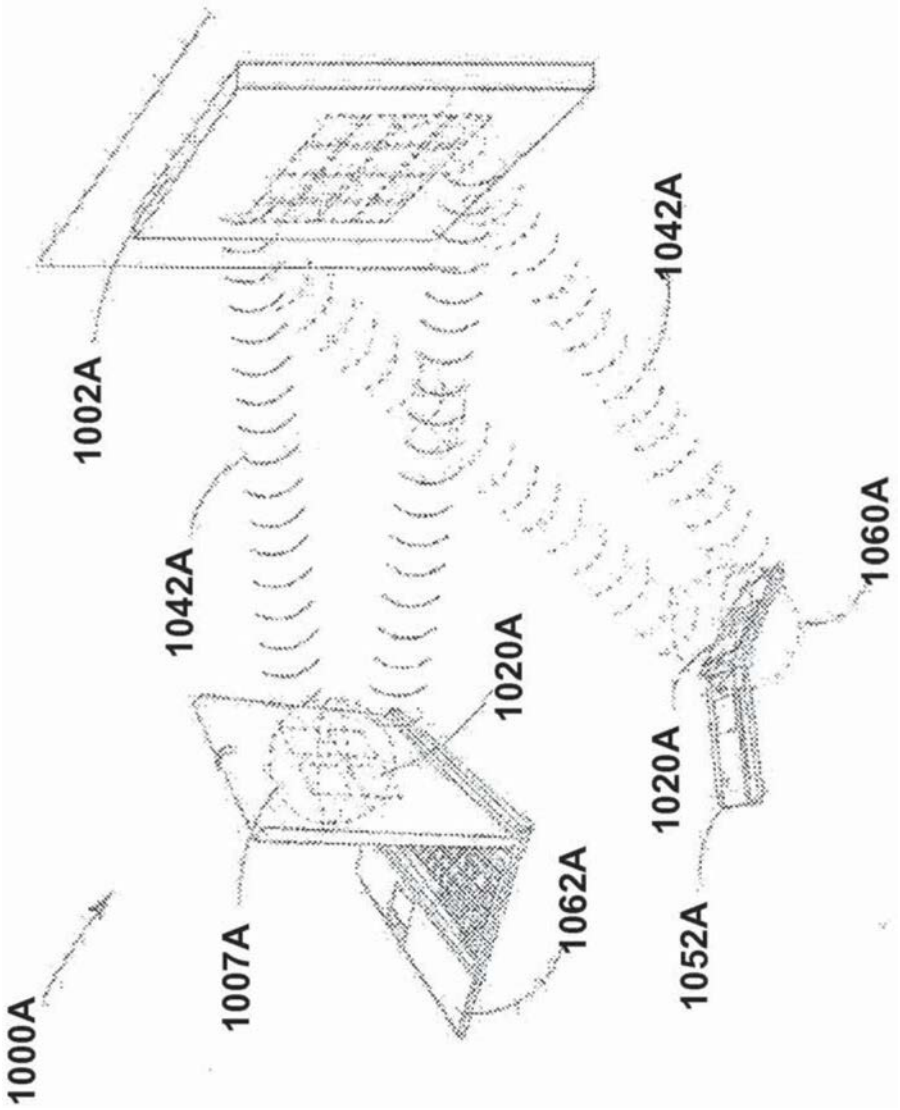

1002A
1042A
1042A
1060A
1020A
1020A
1062A
1007A
1052A
1000A

图10A

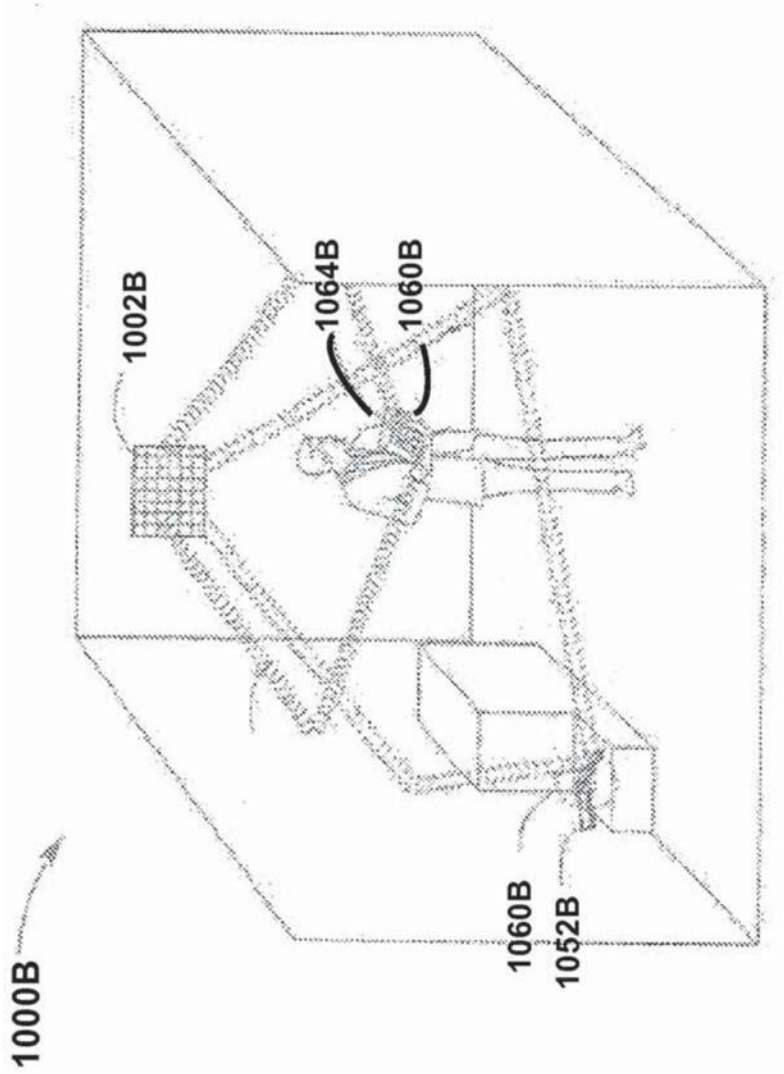


图10B

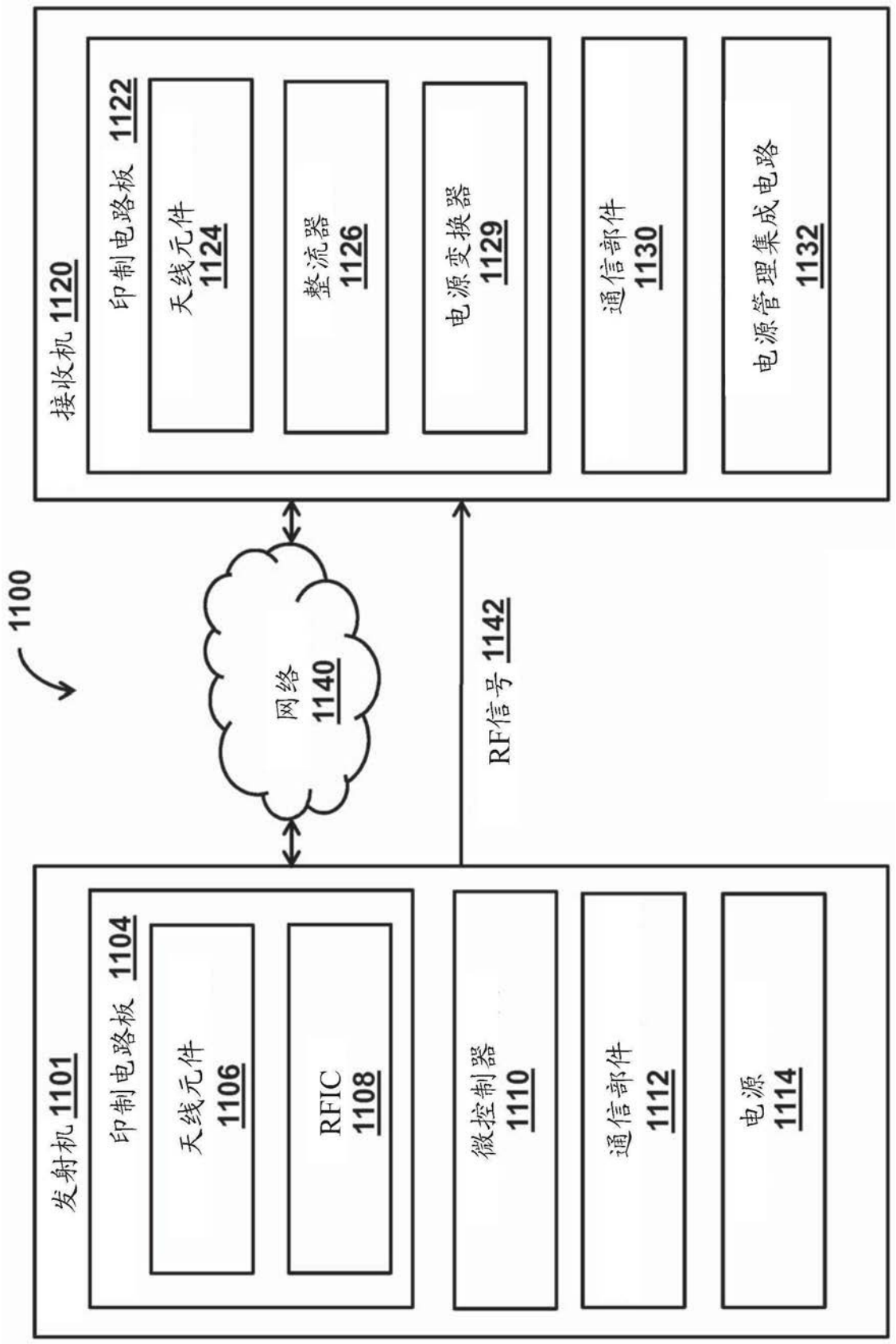

1100
发射机 1101
印制电路板 1104
天线元件 1106
RFIC 1108
微控制器 1110
通信部件 1112
电源 1114
网络 1140
RF信号 1142
接收机 1120
印制电路板 1122
天线元件 1124
整流器 1126
电源变换器 1129
通信部件 1130
电源管理集成电路 1132

图11

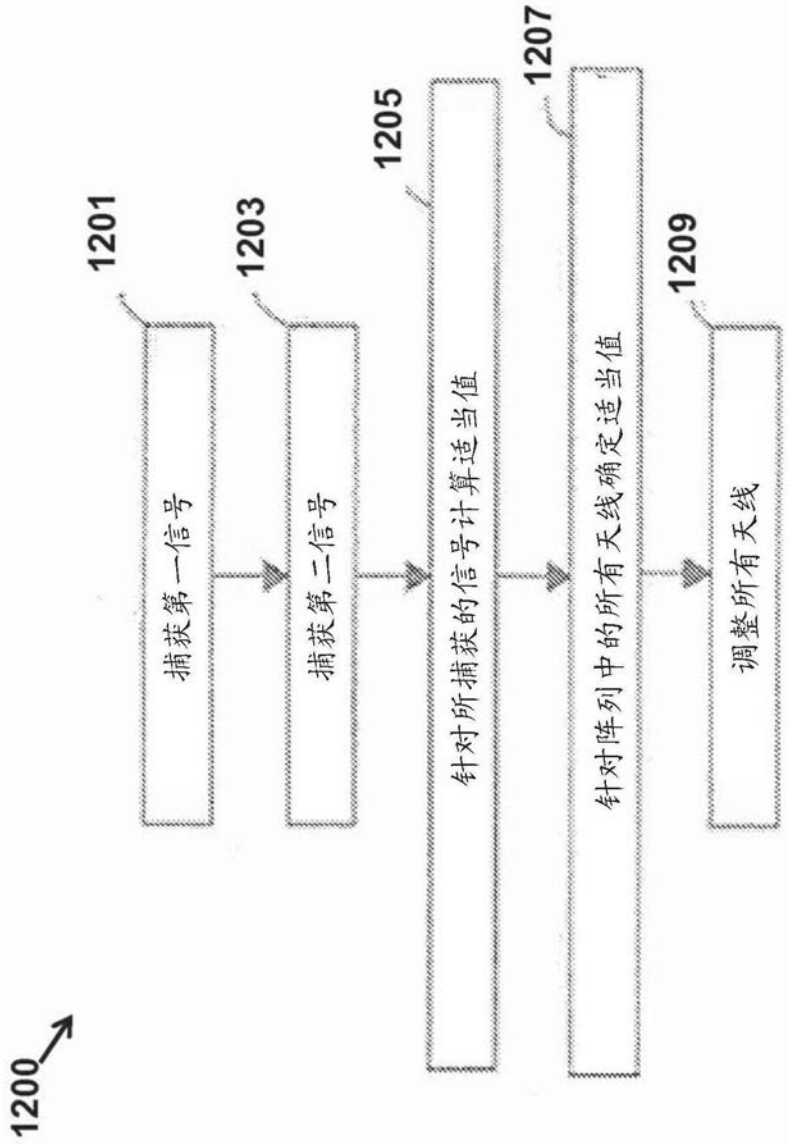

1200
1201
捕获第一信号
1203
捕获第二信号
1205
针对所捕获的信号计算适当值
1207
针对阵列中的所有天线确定适当值
1209
调整所有天线

图12

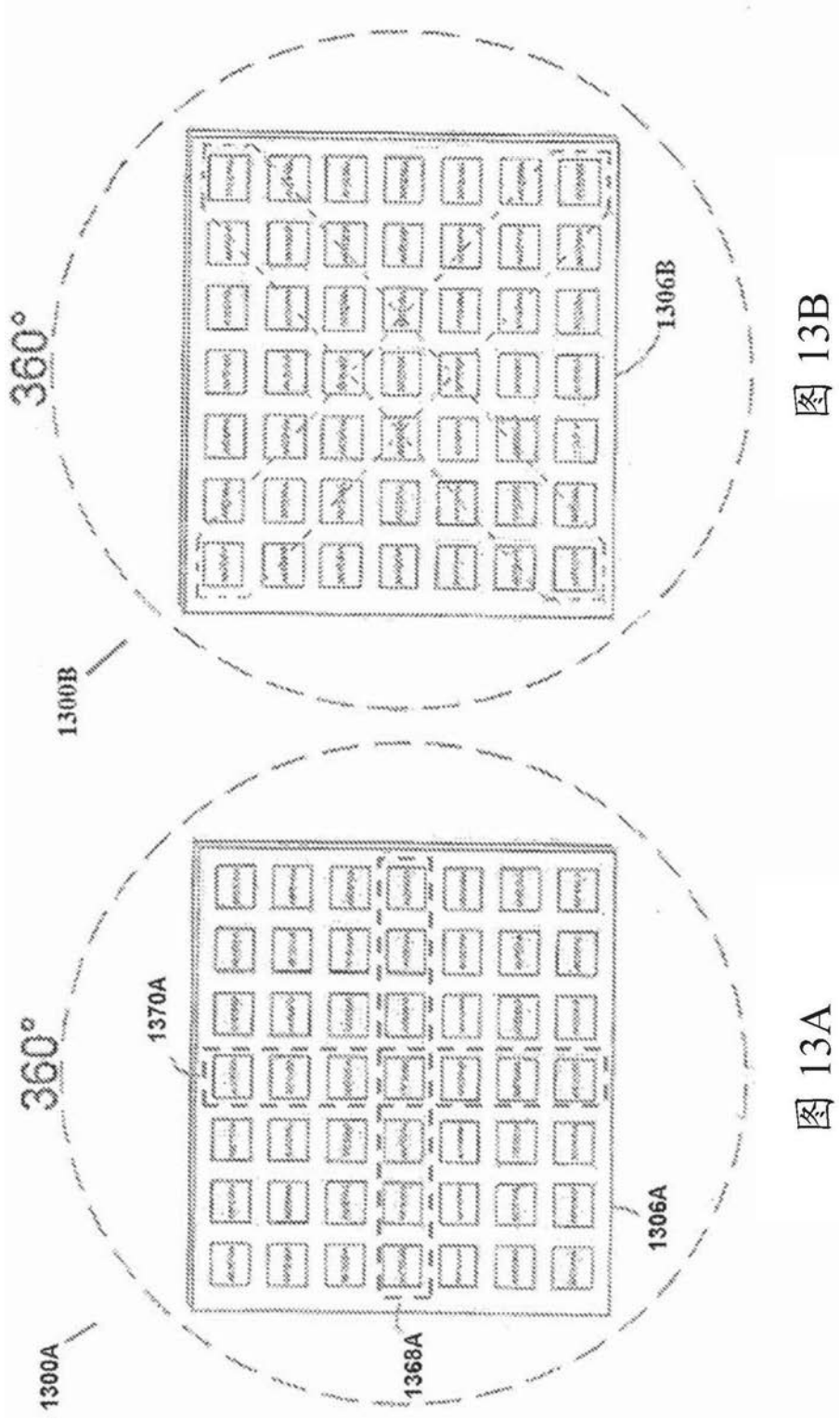


图 13B

图 13A

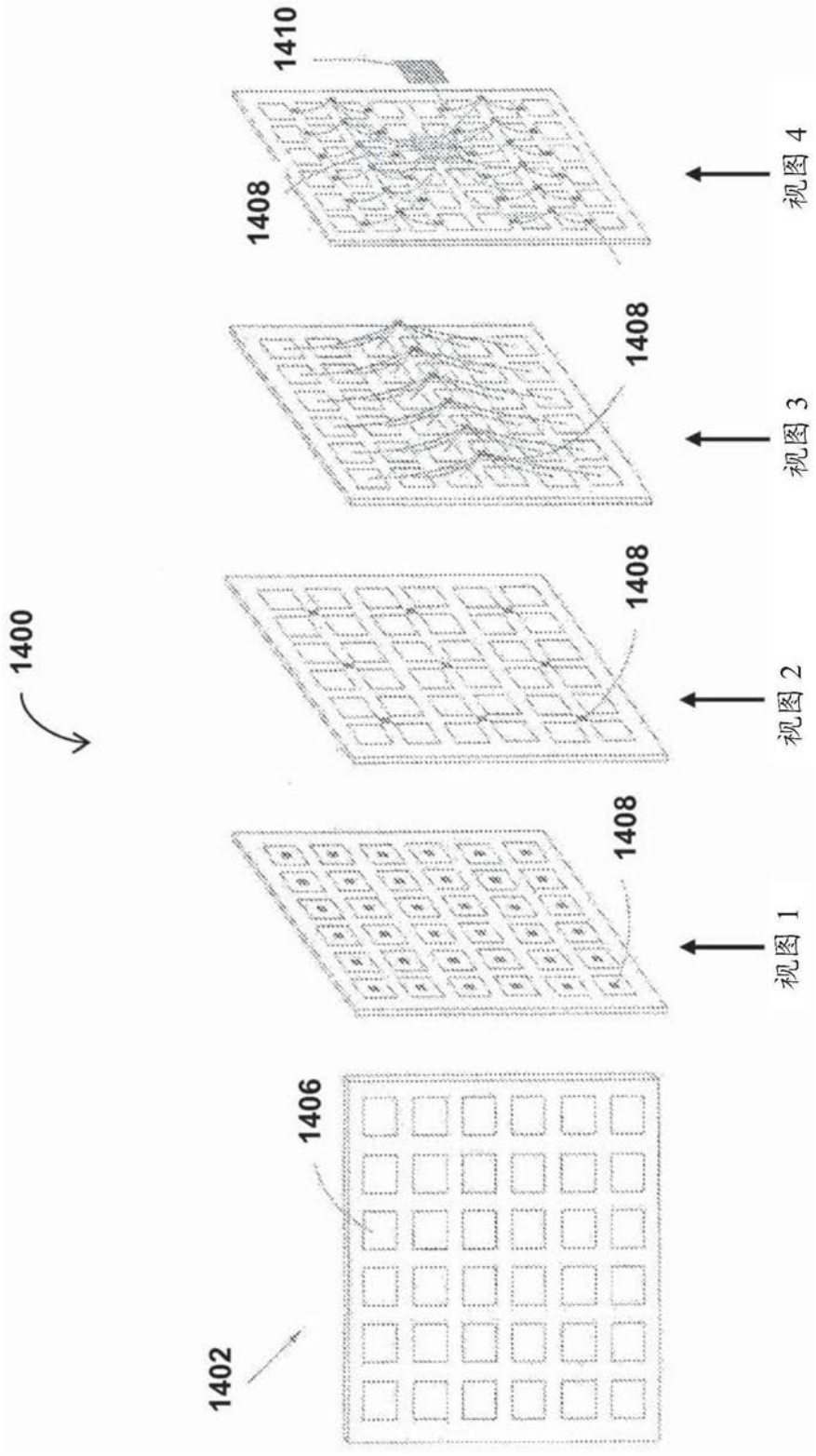


图14

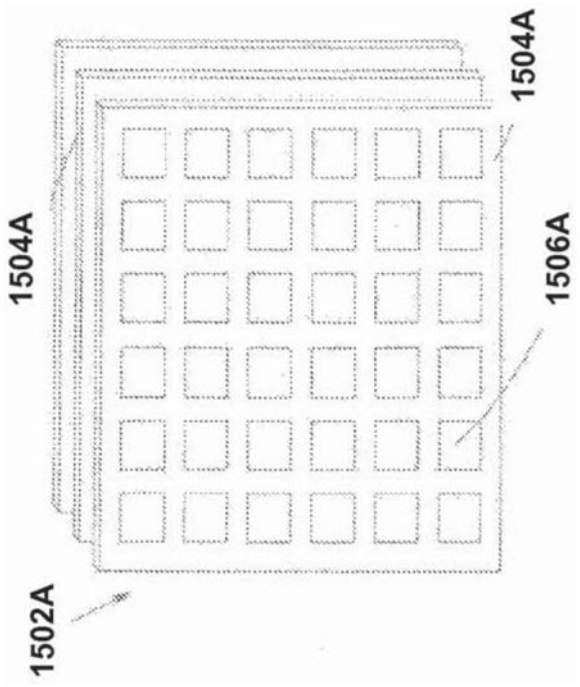


图15A

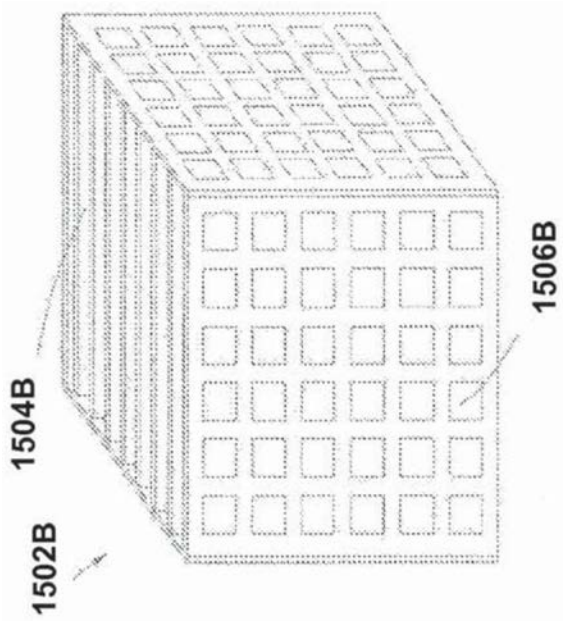


图15B

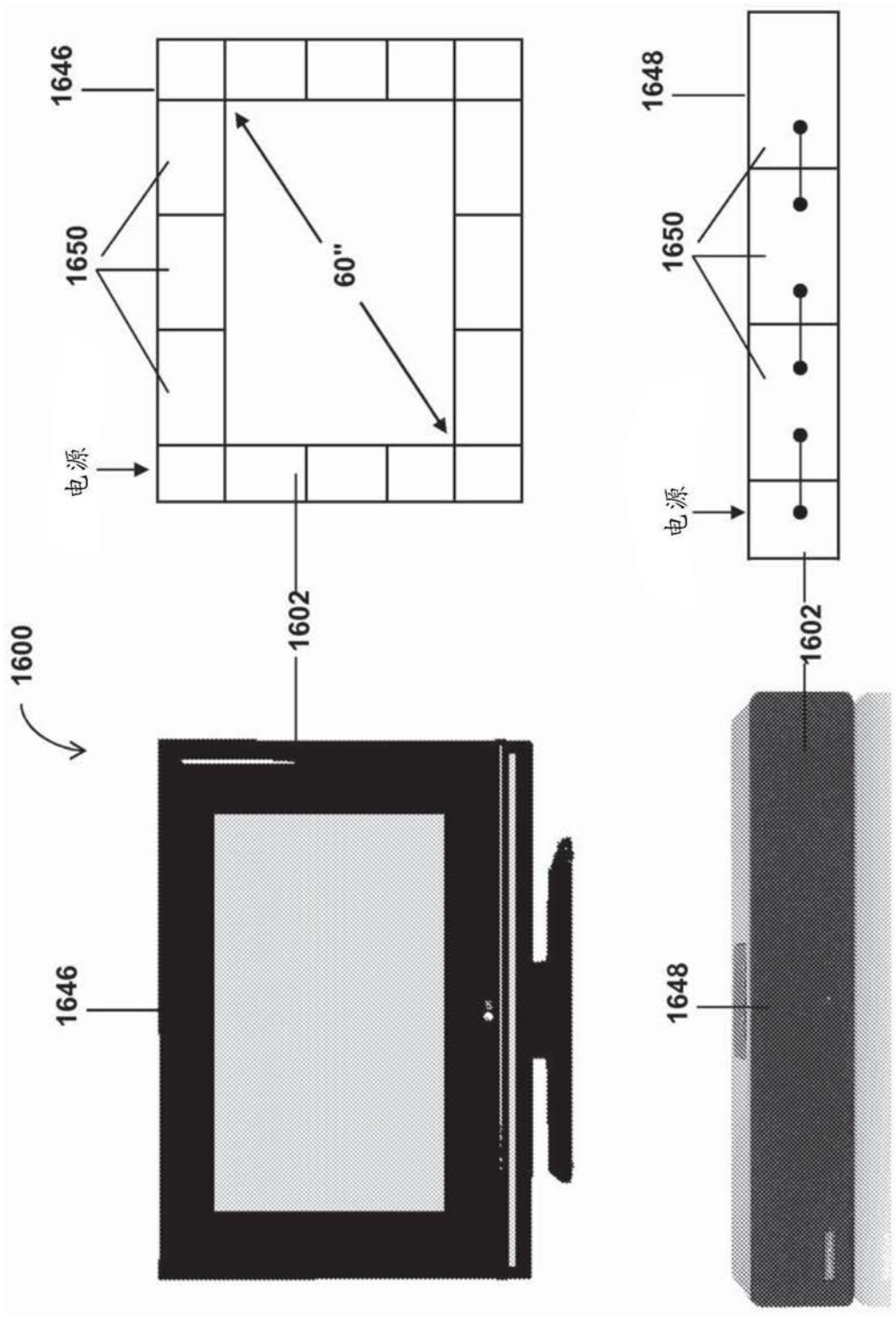


图16

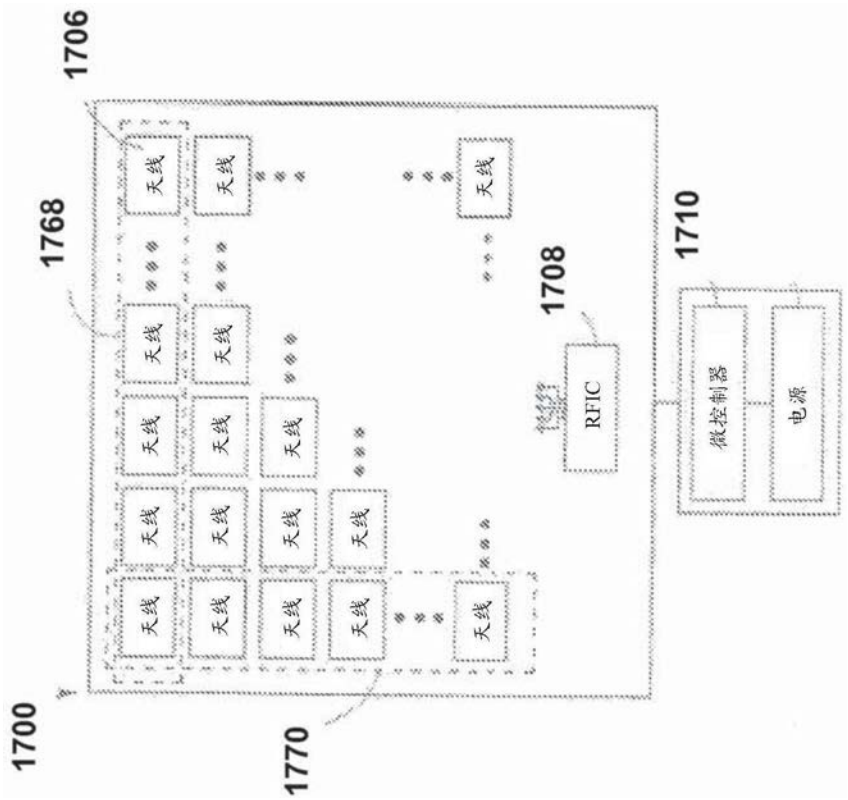

1706
1768
1700
1770
1708
1710
天线
RFIC
微控制器
电源

图17

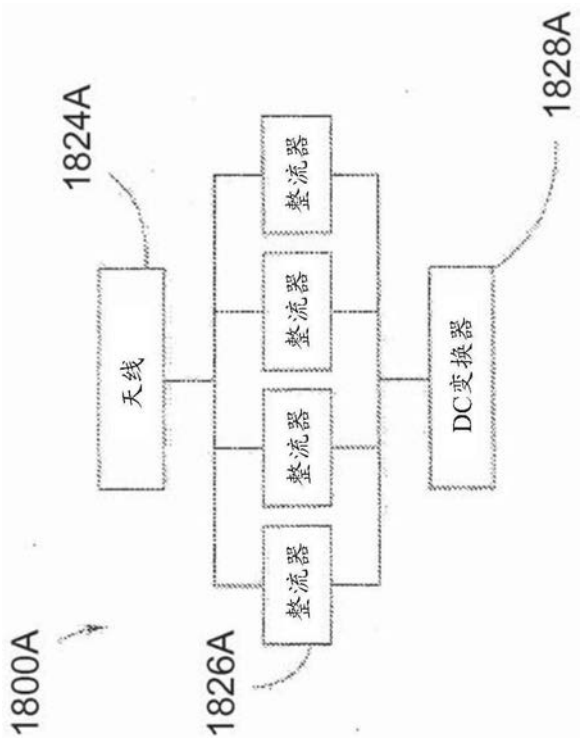

1824A
1828A
1800A
1826A
天线
整流器
整流器
整流器
DC变换器

图18A

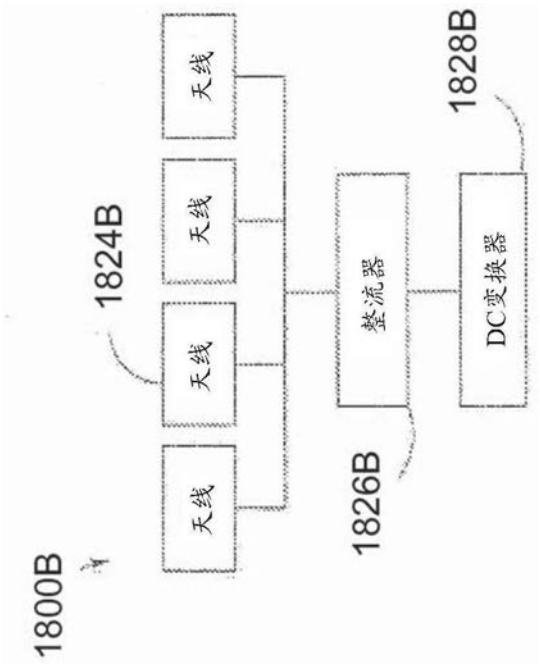

1800B
1824B
天线
天线
天线
天线
天线
天线
1826B
整流器
1828B
DC变换器

图18B

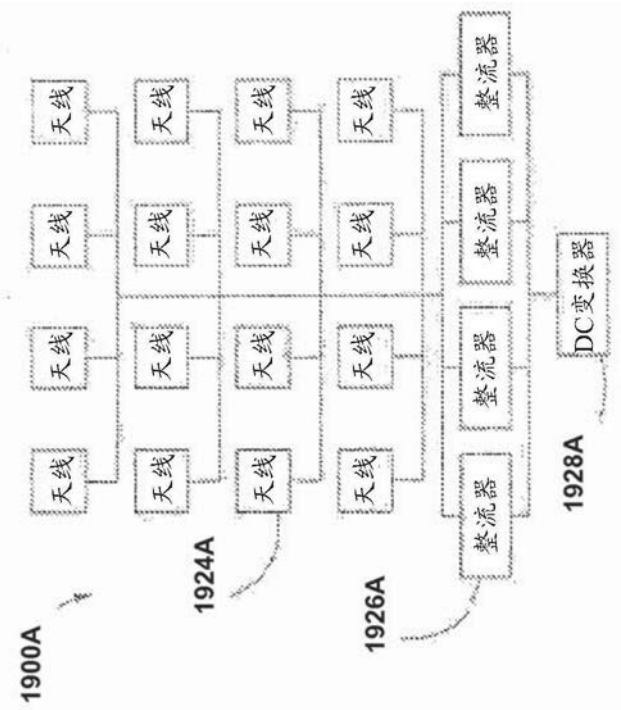

1900A
1924A
1926A
1928A
天线
整流器
DC变换器

图19A

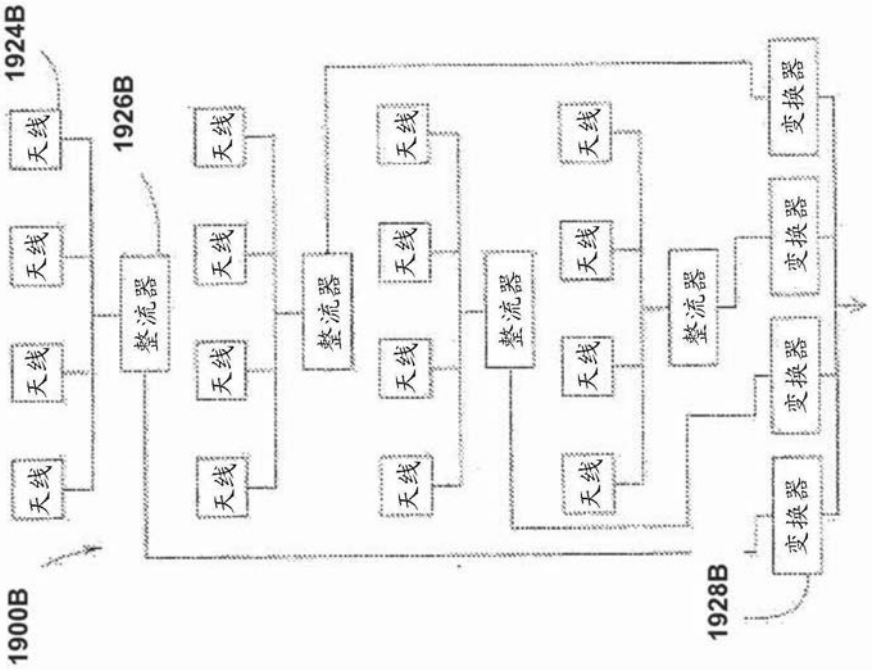

1924B
1926B
1900B
1928B
天线
整流器
变换器

图19B

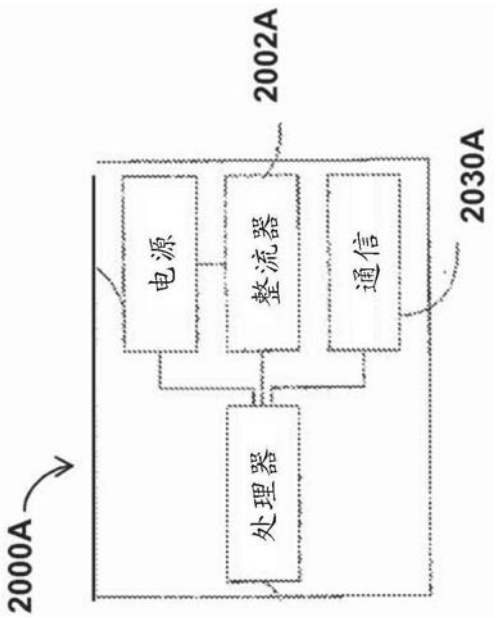

2002A
2030A
2000A
电源
整流器
通信
处理器

图20A

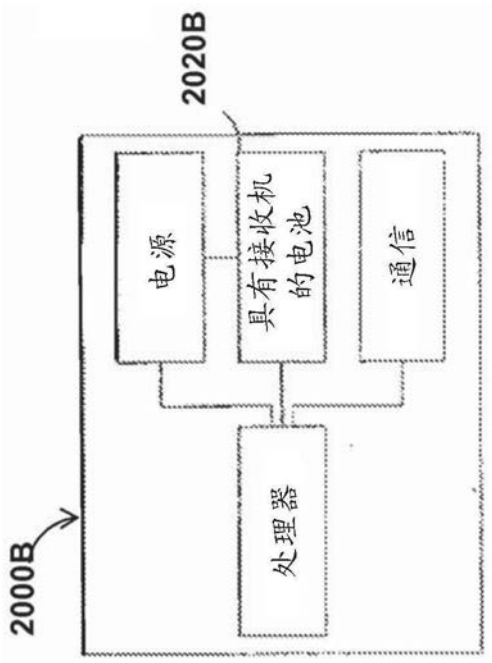

2020B
电源
具有接收机的电池
通信
处理器
2000B

图20B

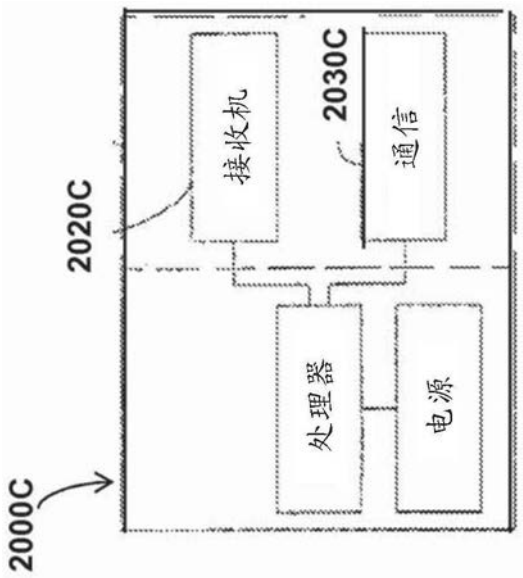

2020C
接收机
2030C
通信
处理器
电源
2000C

图20C

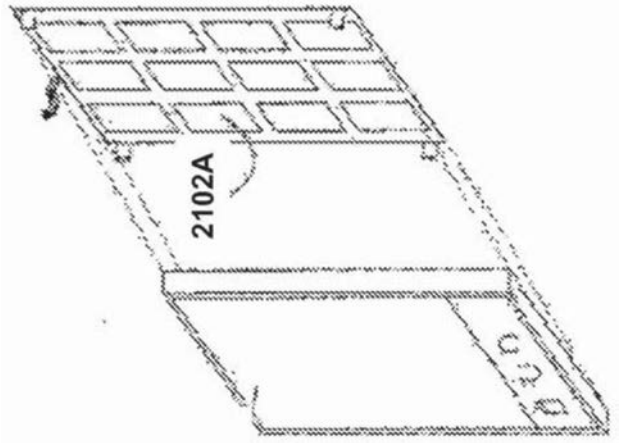


图21A

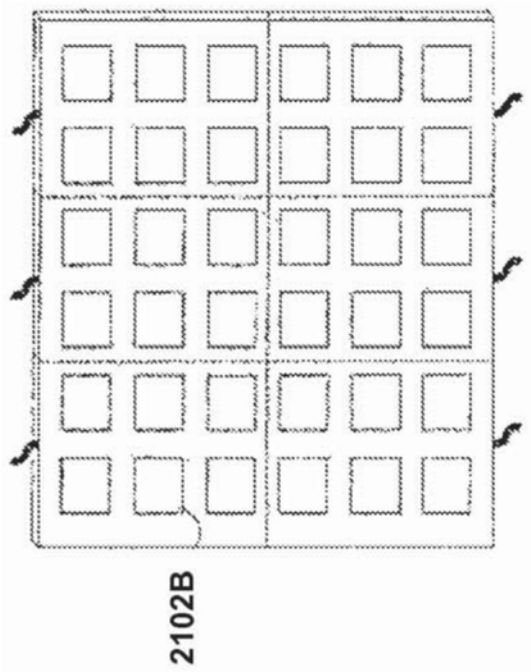


图21B

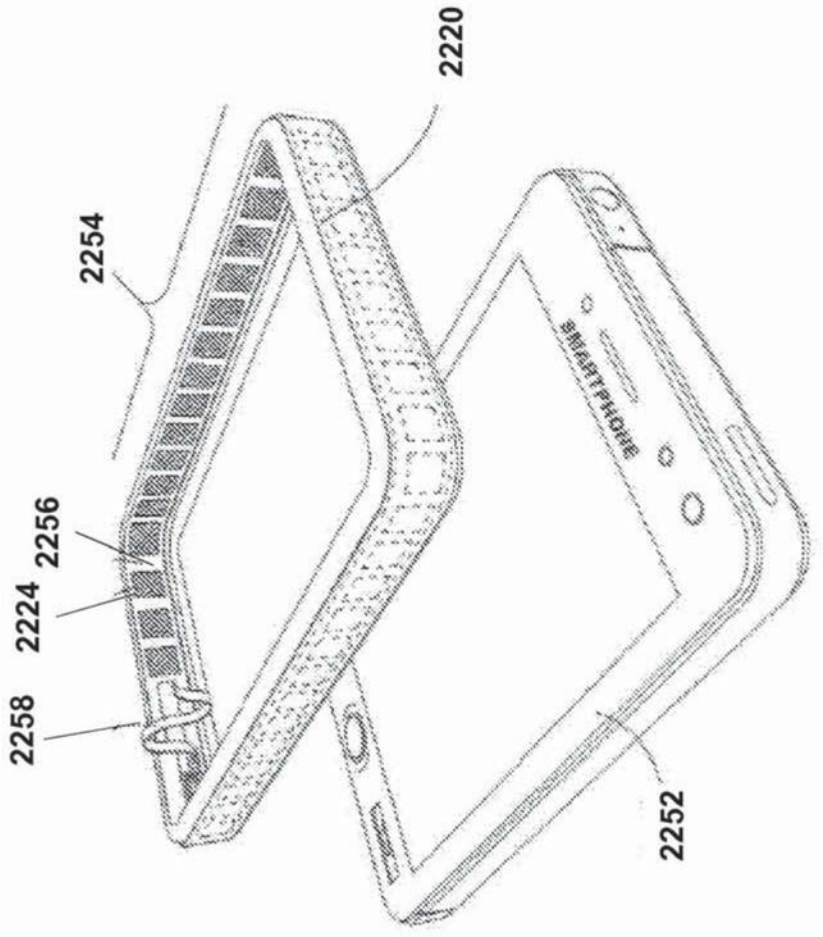

2220
2254
2256
2224
2258
2252
SMARTPHONE

图22

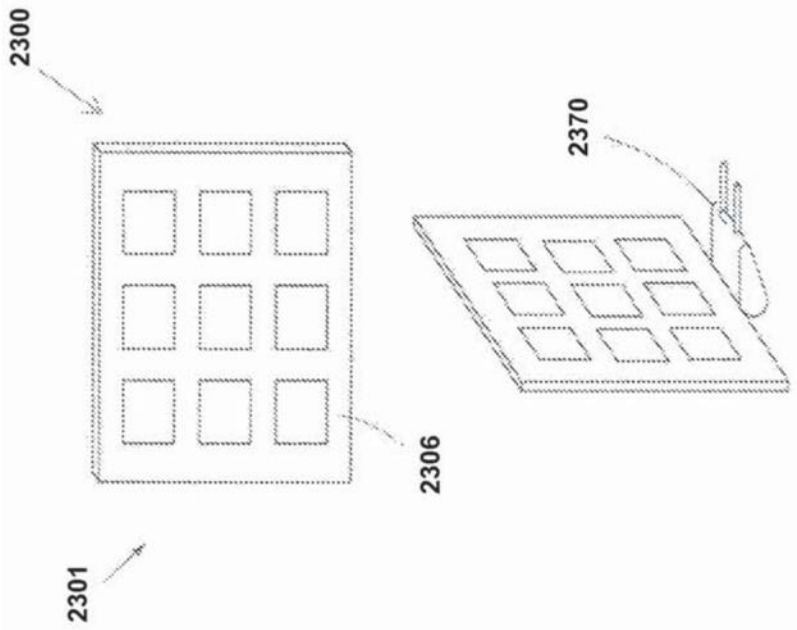

2300
2370
2306
2301

图23

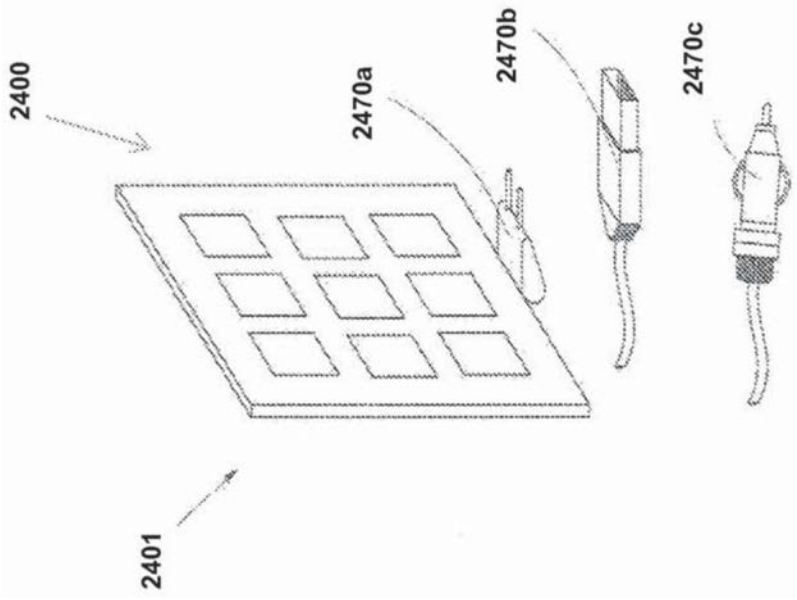


图24

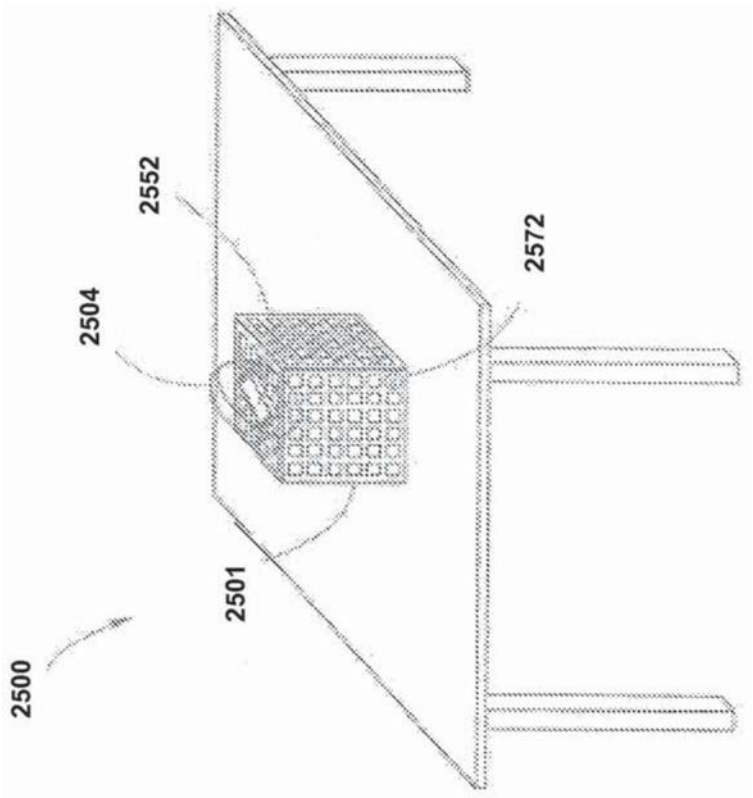


图25

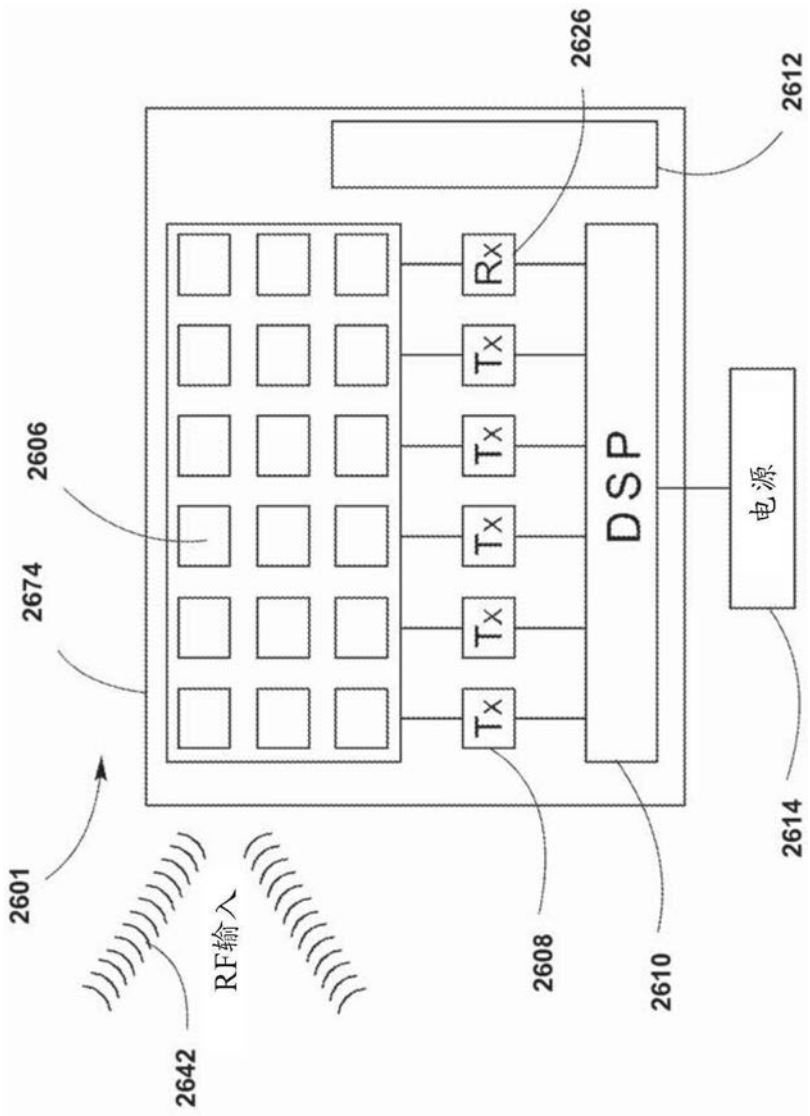

2626
2612
Rx
Tx
Tx
Tx
Tx
Tx
DSP
电源
2606
2674
2601
RF输入
2642
2608
2610
2614

图26

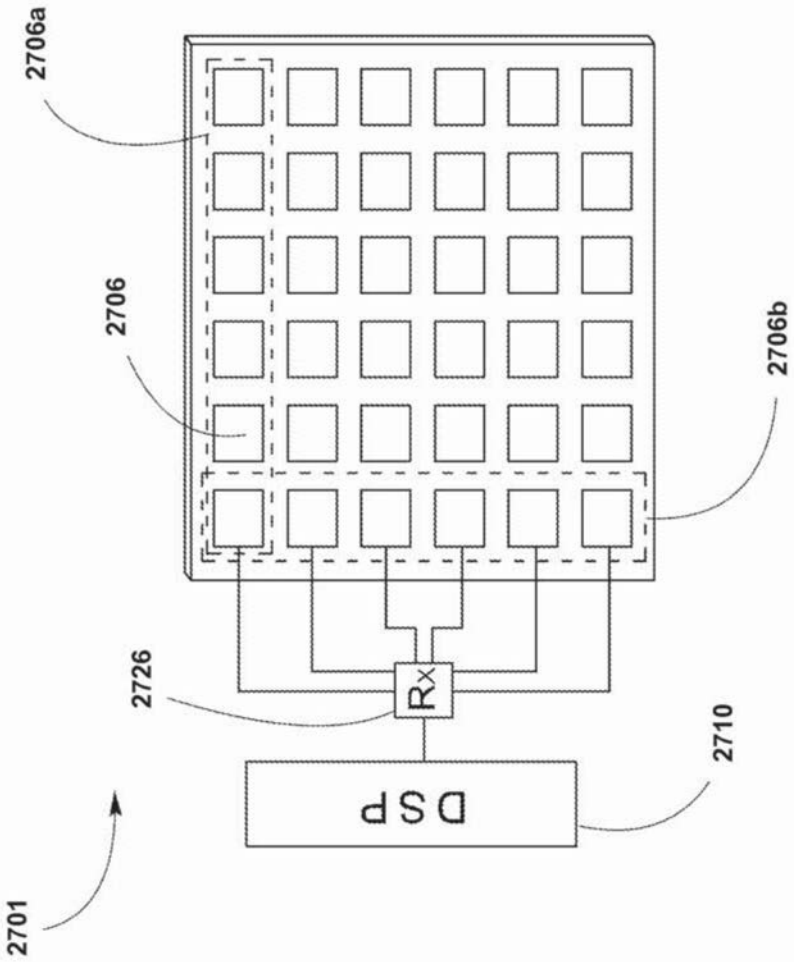


图27

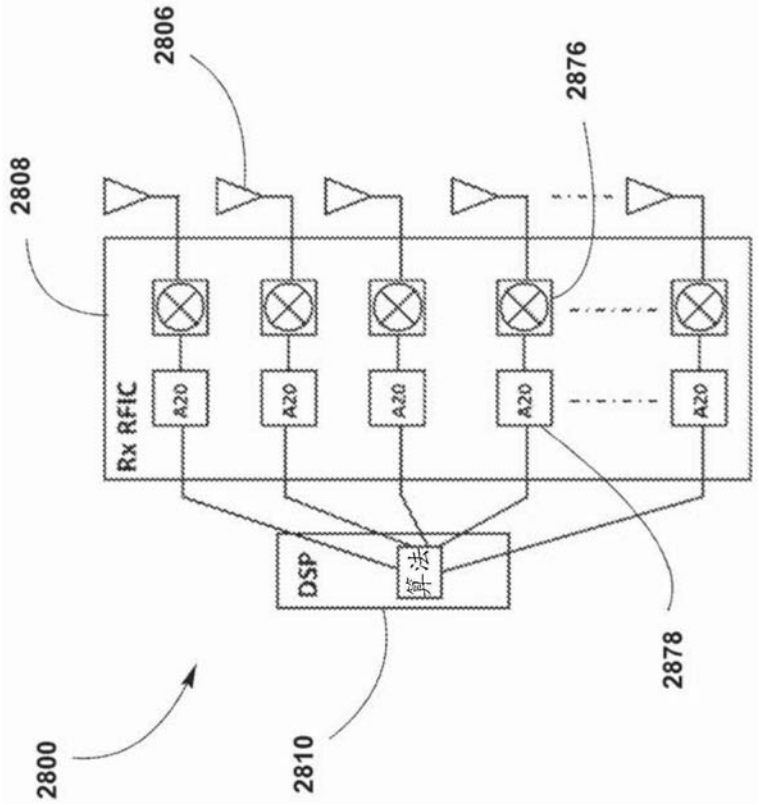

2806
2876
2808
Rx RFIC
A2D
A2D
A2D
A2D
A2D
DSP
算法
2878
2800
2810

图28

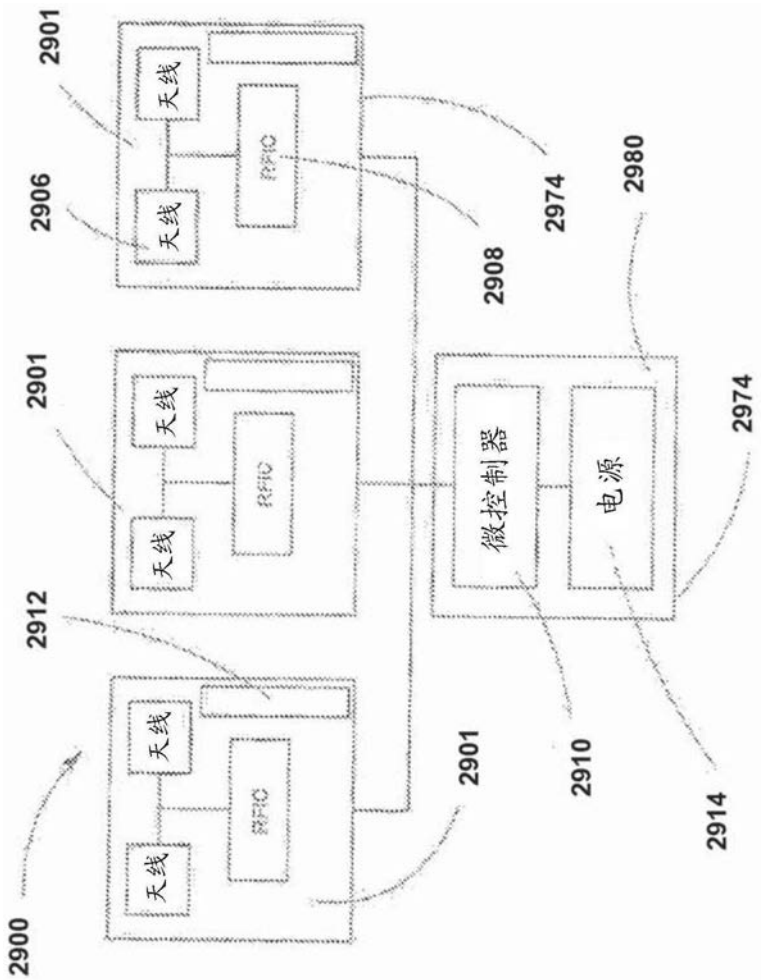

2901
2906
天线
天线
RFIC
2974
2980
2908
2901
天线
天线
RFIC
微控制器
电源
2974
2912
2901
天线
天线
RFIC
2910
2914
2900

图29

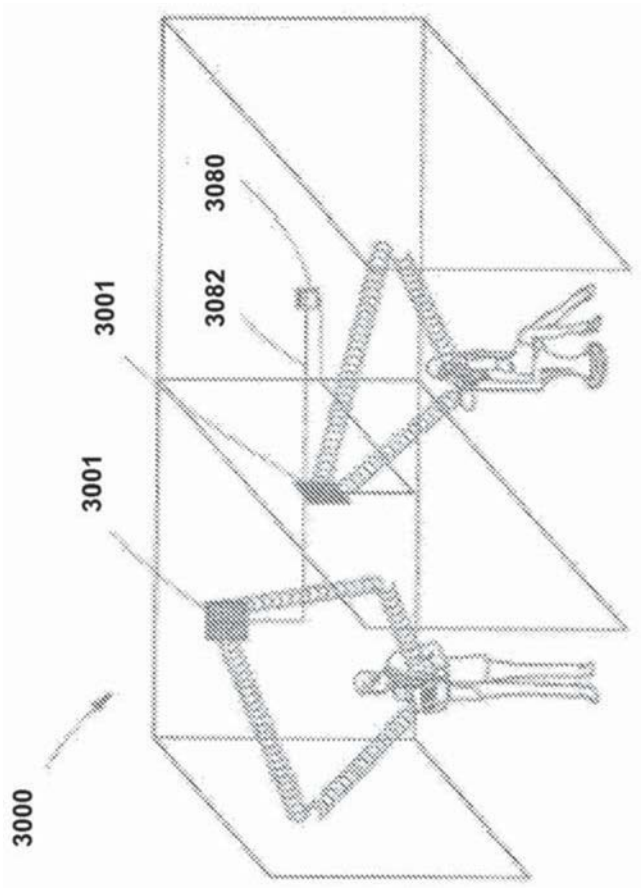


图30

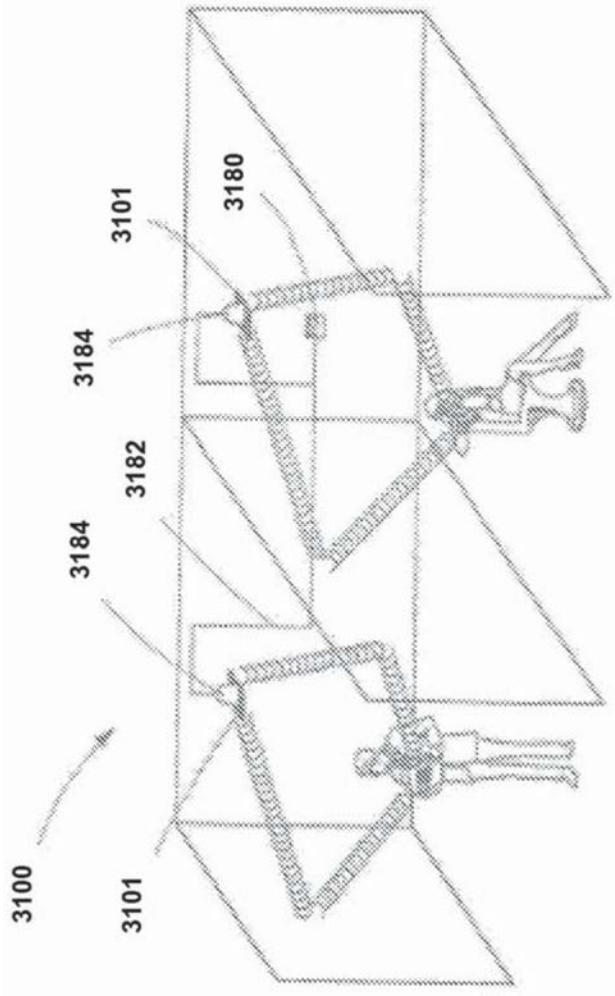


图31

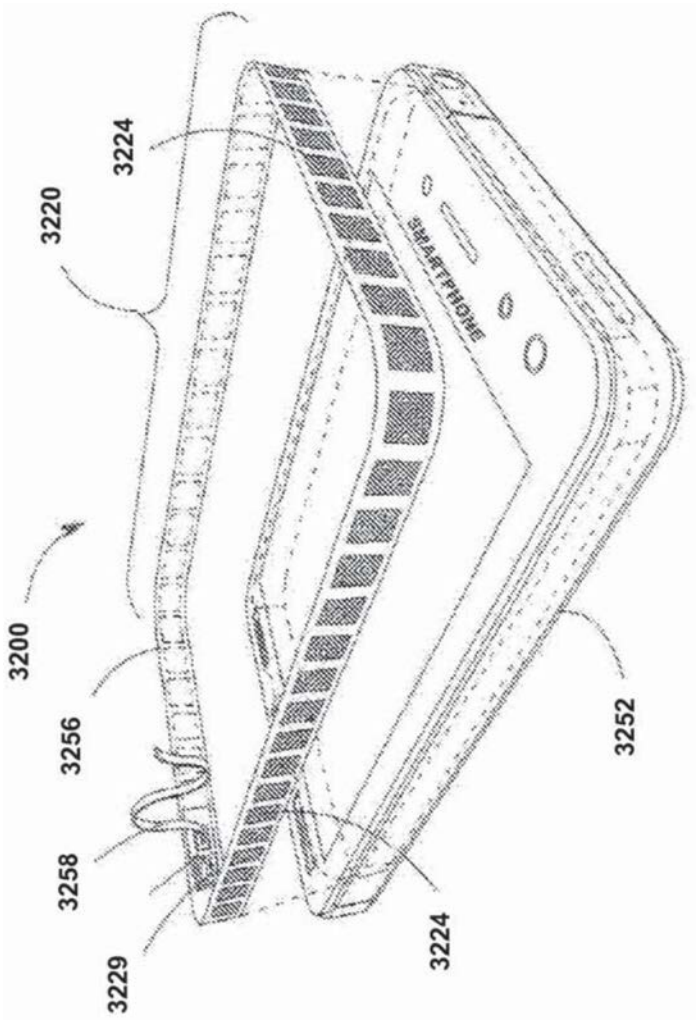


图32

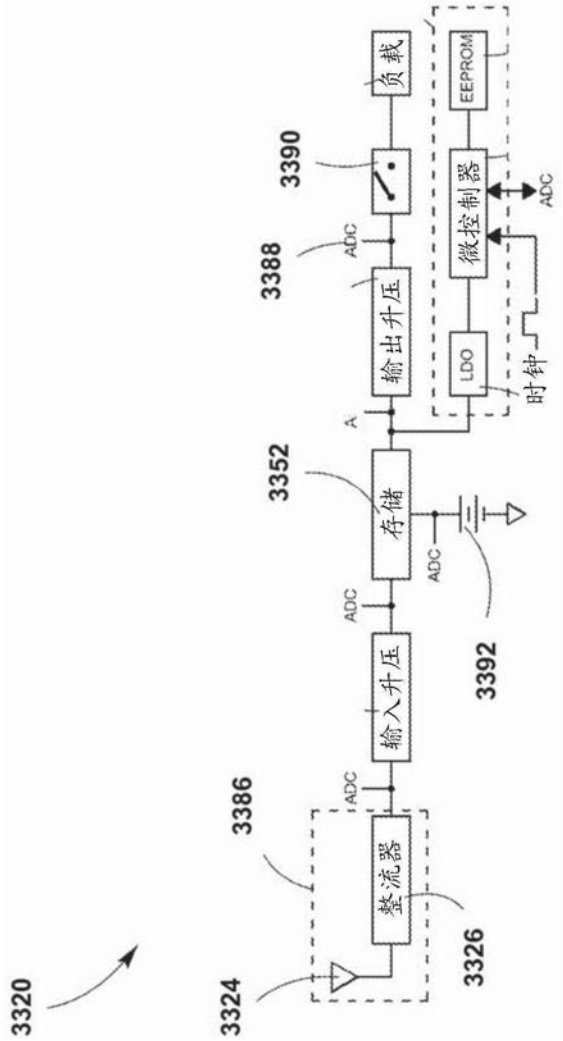

3320
3324
3386
整流器
ADC
输入升压
ADC
3352
存储
ADC
3392
A
输出升压
ADC
3388
3390
负载
EEPROM
微控制器
ADC
LDO
时钟
3326

图33

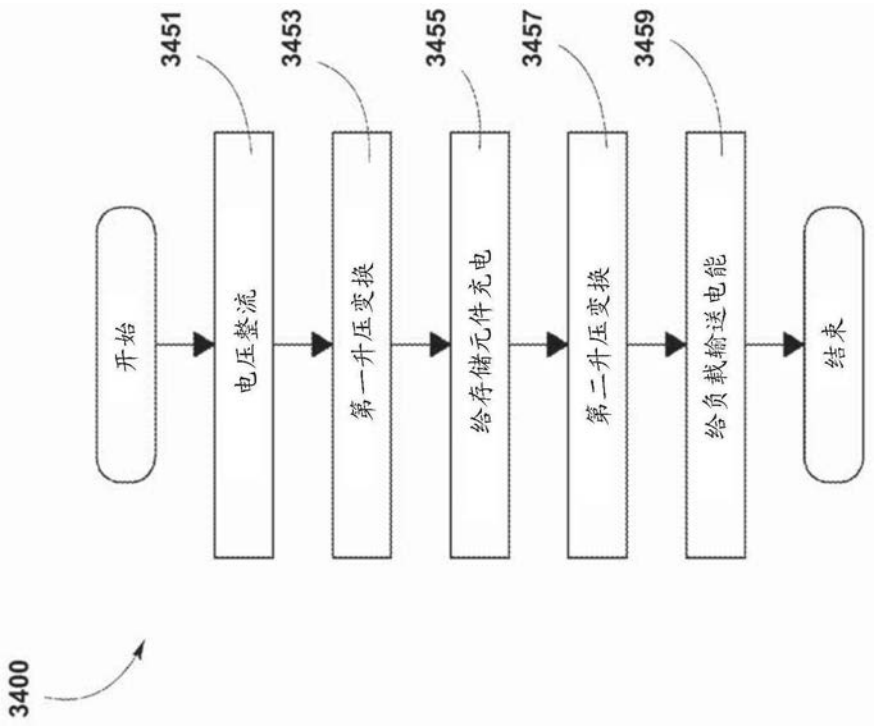

3400
开始
3451
电压整流
3453
第一升压变换
3455
给存储元件充电
3457
第二升压变换
3459
给负载输送电能
结束

图34

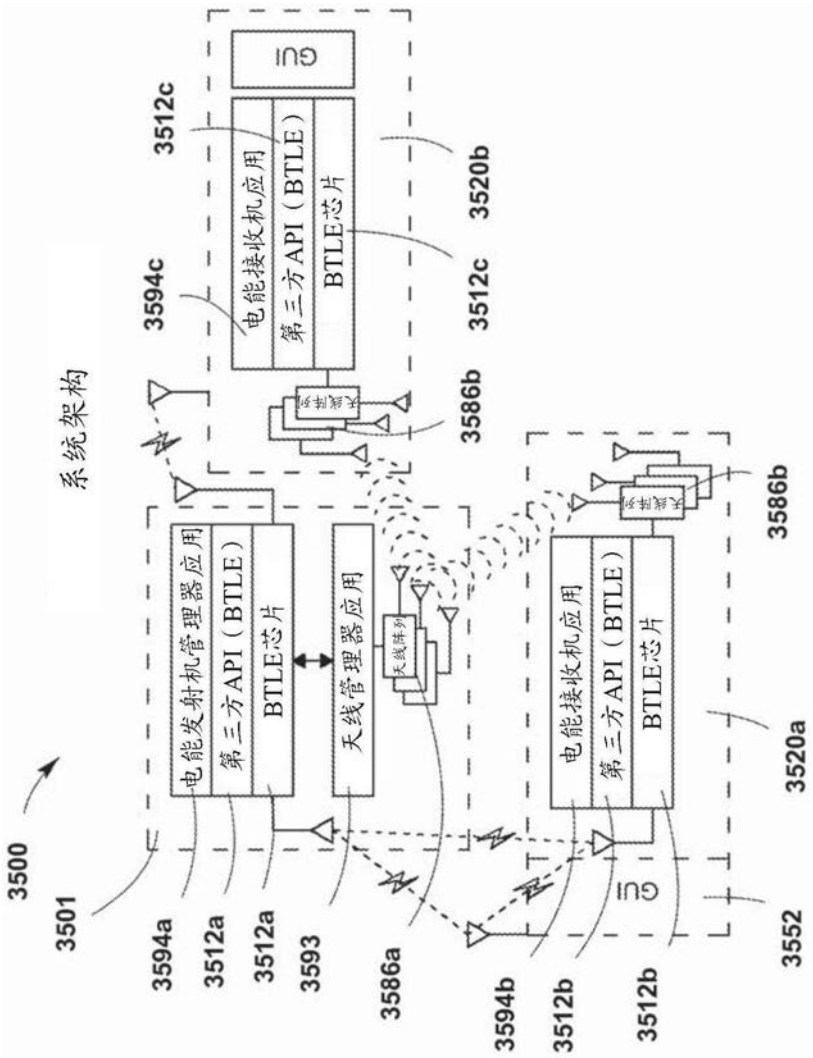

系统架构
3500
3501
电能发射机管理器应用
第三方API（BTLE）
BTLE芯片
天线管理器应用
天线阵列
电能接收机应用
第三方API（BTLE）
BTLE芯片
电能接收机应用
第三方API（BTLE）
BTLE芯片
3512c
3594c
3520b
3512c
3586b
3586b
3520a
3552
3594a
3512a
3512a
3593
3586a
3594b
3512b
3512b

图35

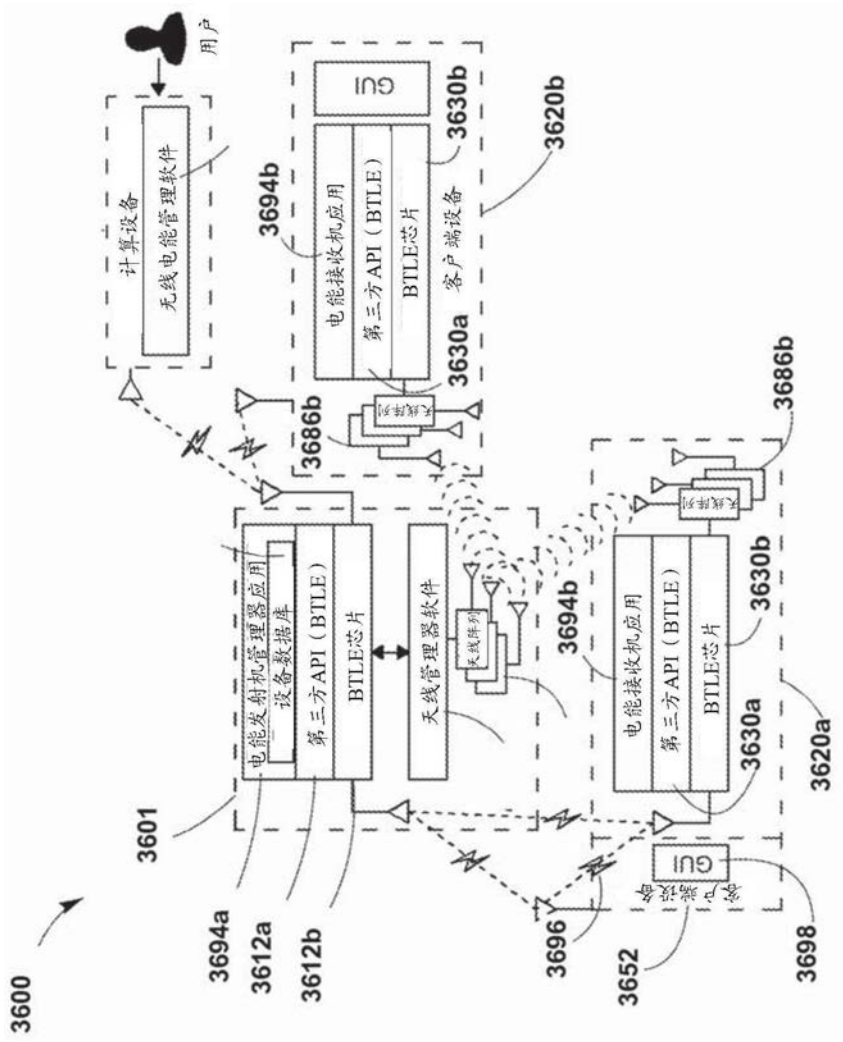

用户
计算设备
无线电能管理软件
3694b
电能接收机应用
第三方API（BTLE）
BTLE芯片
3630b
3620b
客户端设备
3630a
3686b
3601
电能发射机管理器应用
设备数据库
第三方API（BTLE）
BTLE芯片
天线管理器软件
天线阵列
3694a
3612a
3612b
3696
3652
3698
3600

图36

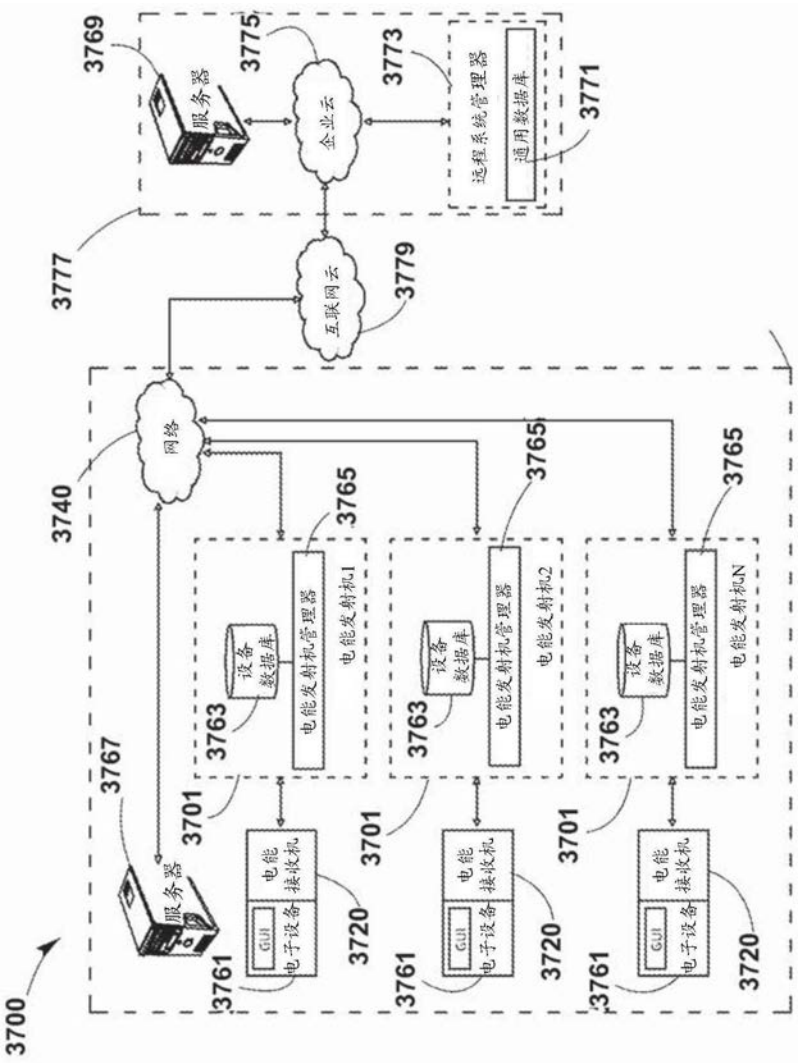

3769
服务器
3775
企业云
3773
远程系统管理器
通用数据库
3771
3777
互联网云
3779
3740
网络
3765
3765
3765
电能发射机管理器
电能发射机1
电能发射机2
电能发射机N
设备数据库
3763
3763
3763
3767
服务器
3701
3701
3701
电能接收机
GUI
电子设备
3720
3720
3720
3761
3761
3761
3700

图37

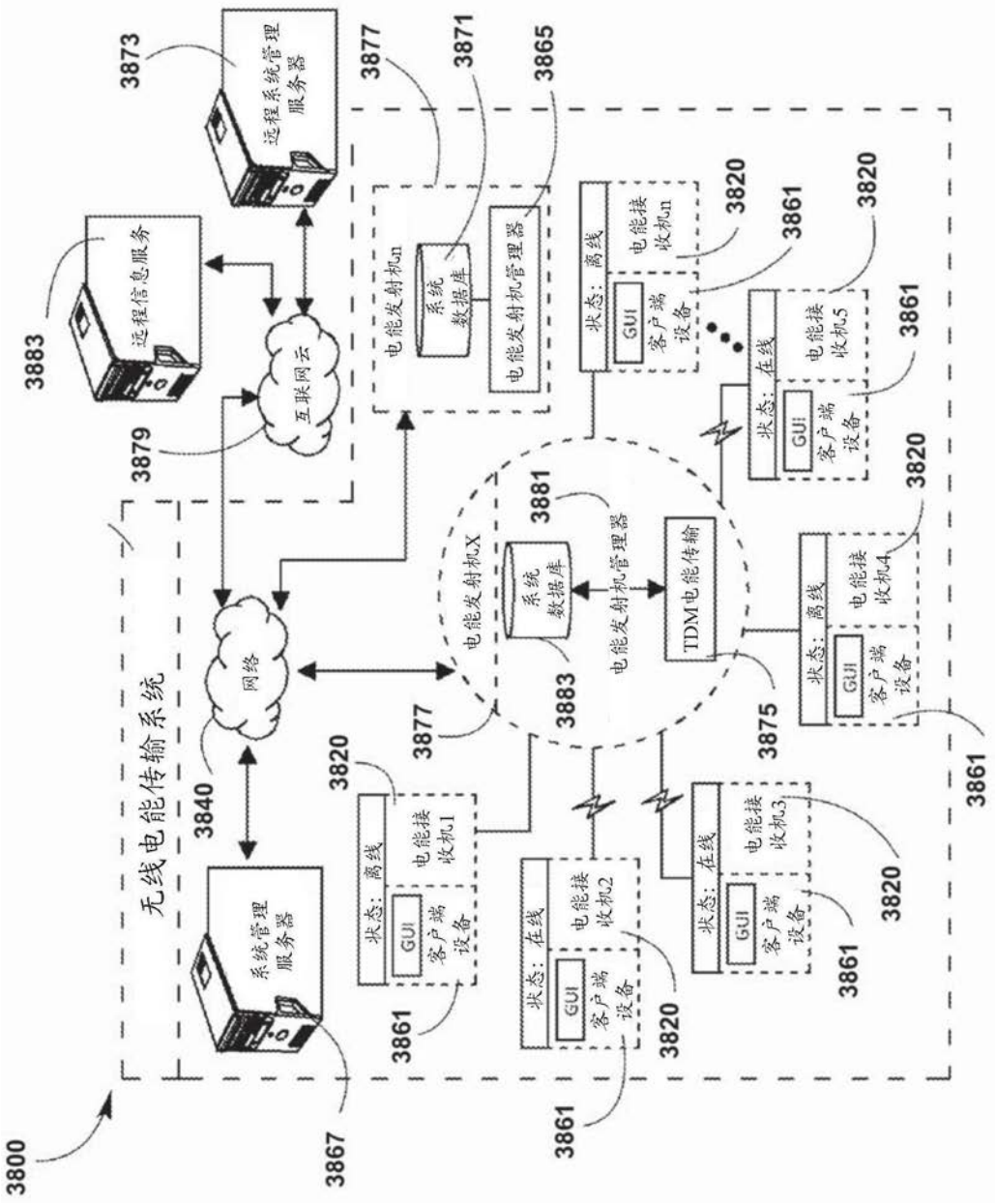

无线电能传输系统
3800
系统管理服务器
3867
网络
3840
互联网云
3879
远程信息服务
3883
远程系统管理服务器
3873
电能发射机n
3877
系统数据库
3871
电能发射机管理器
3865
电能发射机X
3881
系统数据库
电能发射机管理器
TDM电能传输
3875
状态：离线
GUI
客户端设备
电能接收机1
3820
3861
状态：在线
电能接收机2
状态：在线
电能接收机3
状态：离线
电能接收机4
状态：离线
电能接收机n
状态：在线
电能接收机5

图38

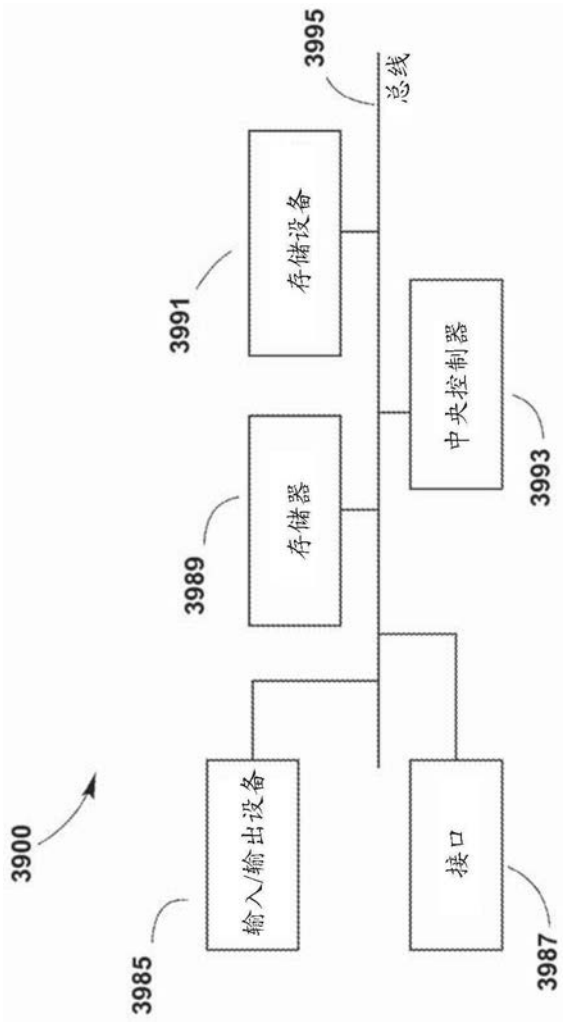

3900
3985
输入/输出设备
3989
存储器
3991
存储设备
3995
总线
3987
接口
3993
中央控制器

图39

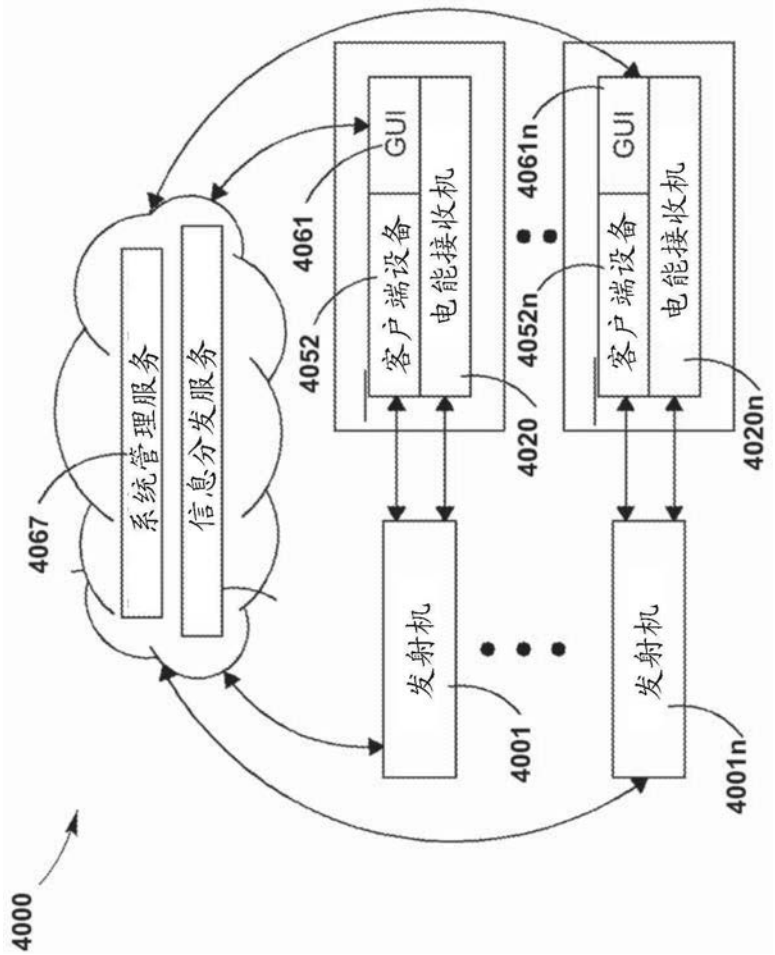

4000
4067
系统管理服务
信息分发服务
4061
GUI
客户端设备
电能接收机
4052
4020
4061n
4052n
4020n
发射机
4001
4001n

图40

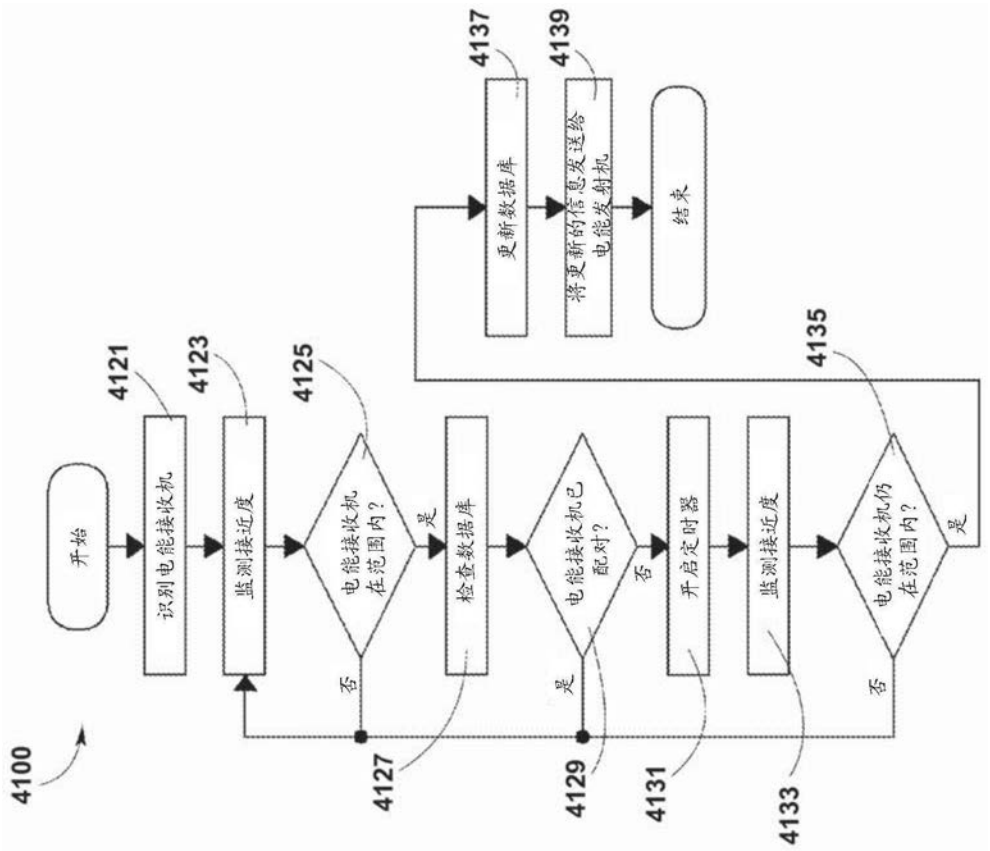

4100
开始
4121
识别电能接收机
4123
监测接近度
4125
电能接收机在范围内？
否
是
4127
检查数据库
4129
电能接收机已配对？
否
是
4131
开启定时器
4133
监测接近度
4135
电能接收机仍在范围内？
否
是
4137
更新数据库
4139
将更新的信息发送给电能发射机
结束

图41

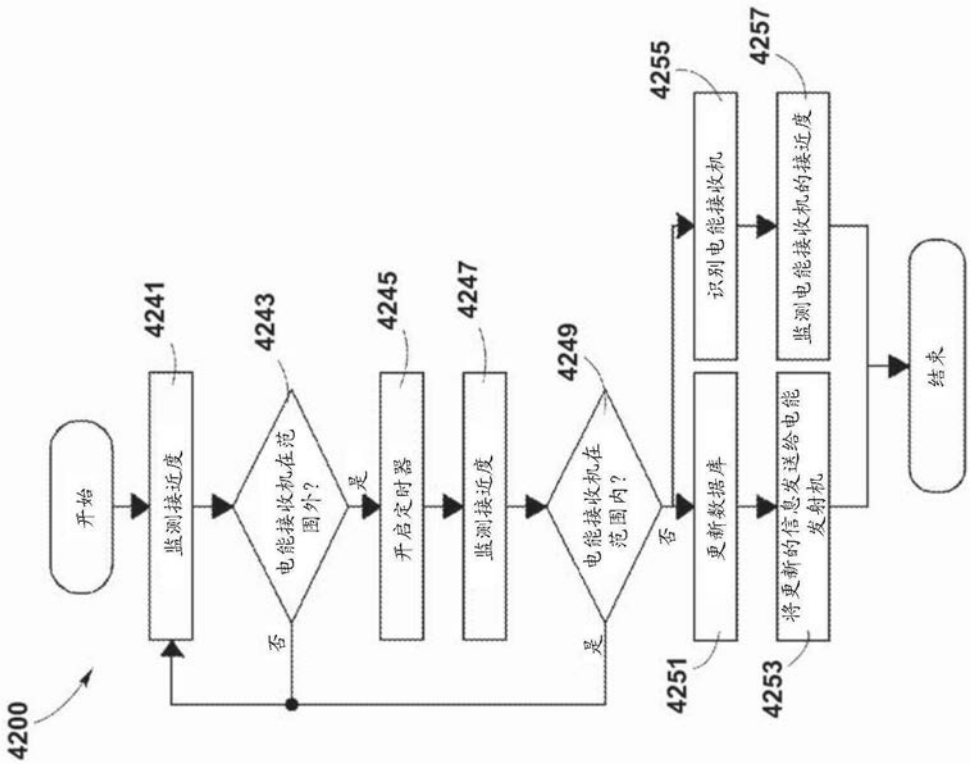

4200
开始
4241
监测接近度
4243
电能接收机在范围外？
否
是
4245
开启定时器
4247
监测接近度
4249
电能接收机在范围内？
否
是
4251
更新数据库
4253
将更新的信息发送给电能发射机
4255
识别电能接收机
4257
监测电能接收机的接近度
结束

图42

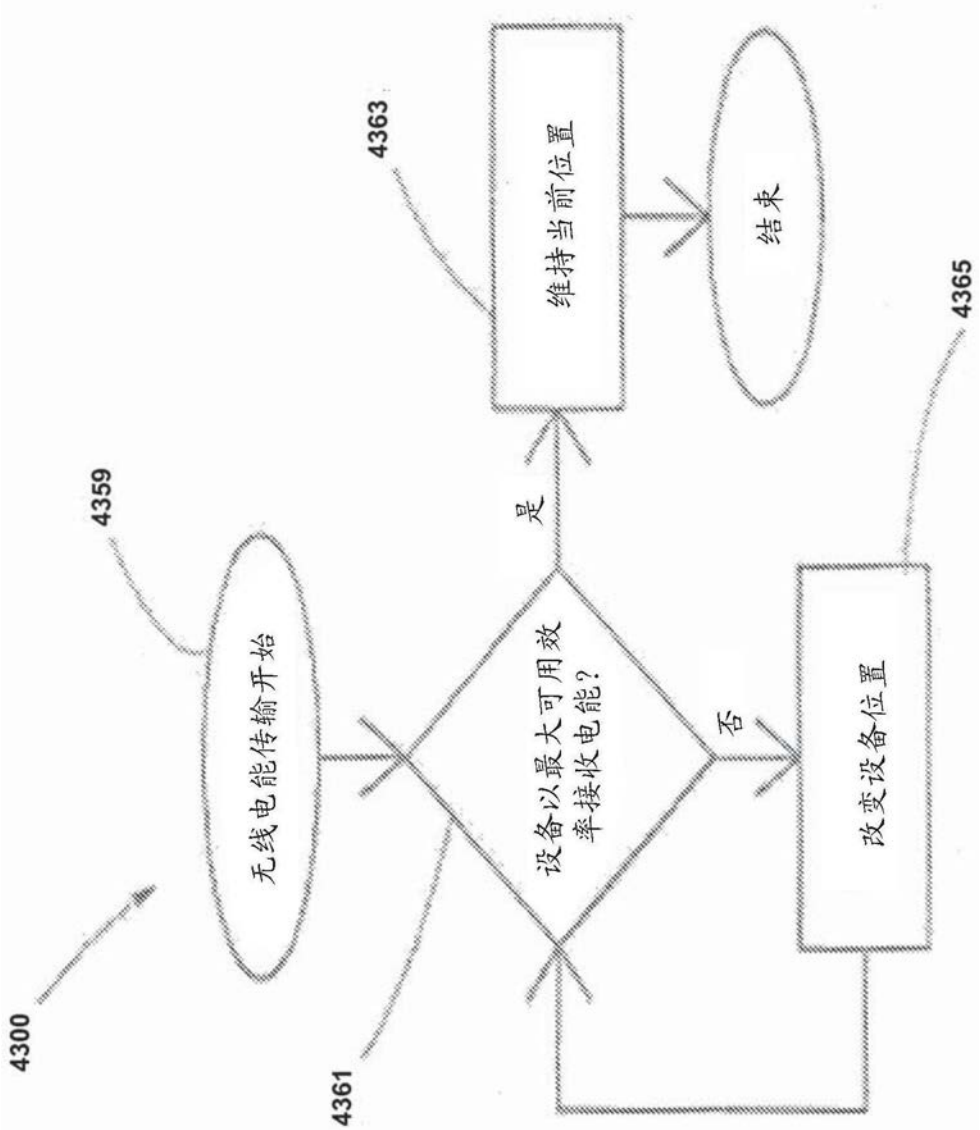

4300
无线电能传输开始
4359
设备以最大可用效率接收电能?
4361
是
否
维持当前位置
4363
结束
改变设备位置
4365

图43

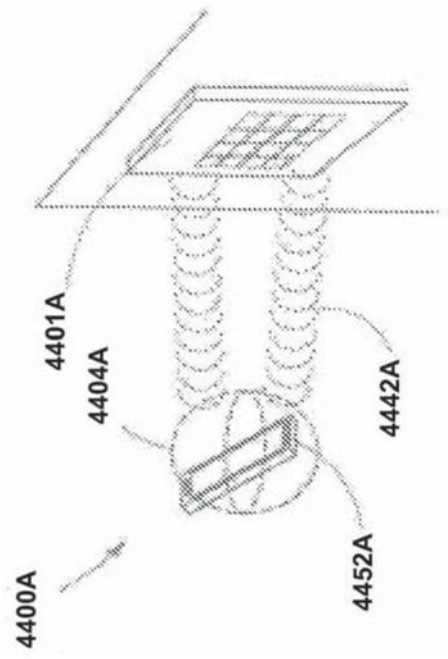

4401A
4404A
4442A
4452A
4400A

图44A

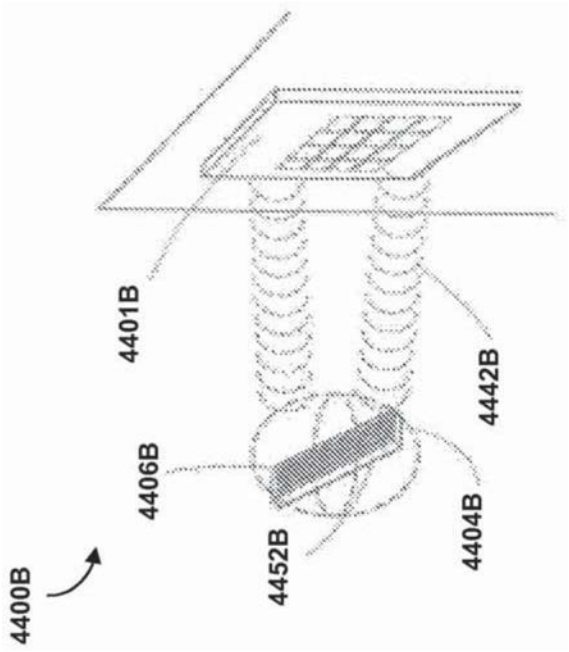

4401B
4442B
4406B
4404B
4452B
4400B

图44B

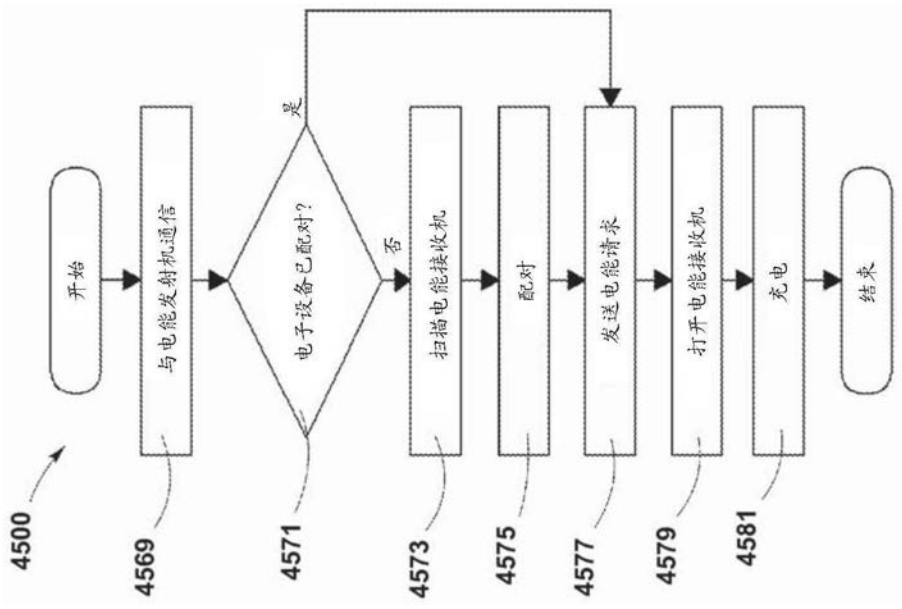

开始
与电能发射机通信
电子设备已配对?
是
否
扫描电能接收机
配对
发送电能请求
打开电能接收机
充电
结束
4500
4569
4571
4573
4575
4577
4579
4581

图45

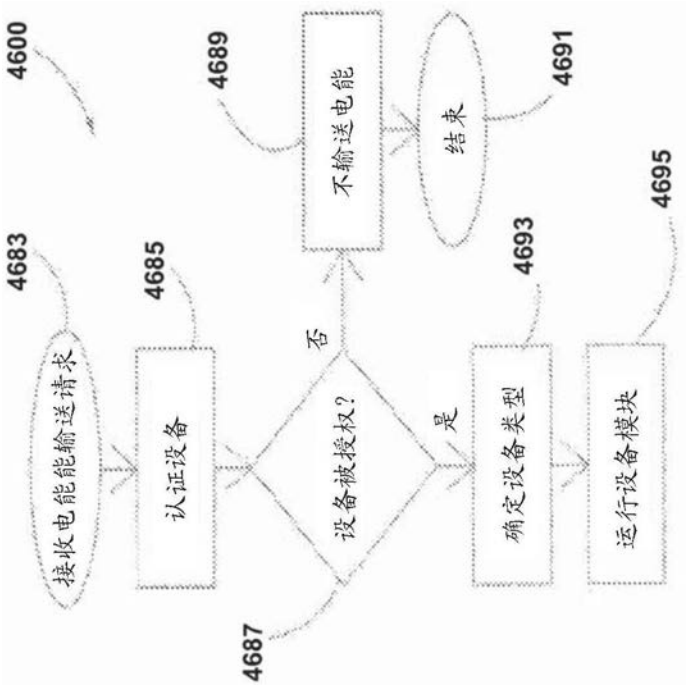

4600
4683
接收电能能输送请求
4685
认证设备
设备被授权?
否
是
4687
4689
不输送电能
4691
结束
4693
确定设备类型
4695
运行设备模块

图46

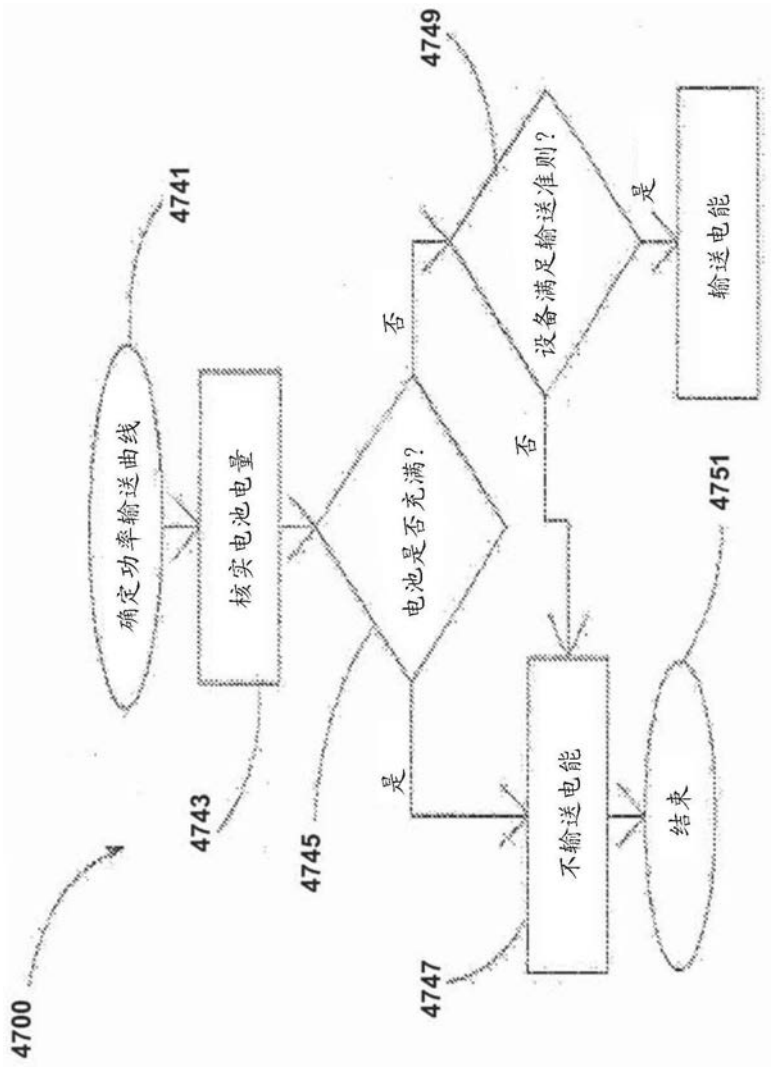

4700
确定功率输送曲线
4741
核实电池电量
4743
电池是否充满？
4745
否
是
设备满足输送准则？
4749
否
是
输送电能
不输送电能
4747
结束
4751

图47

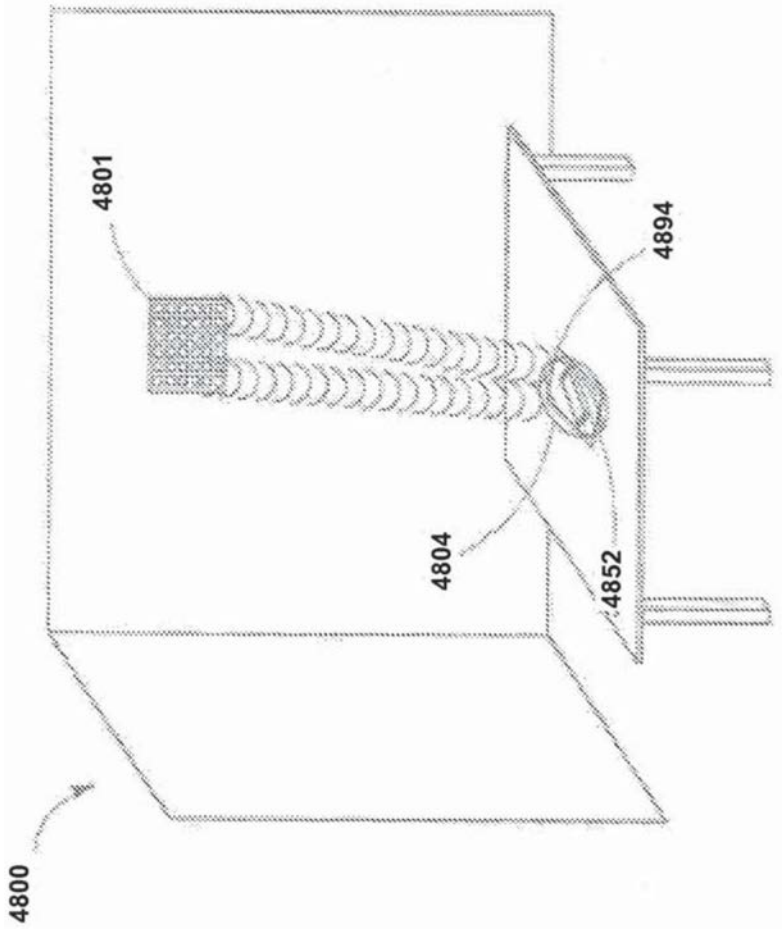


图48

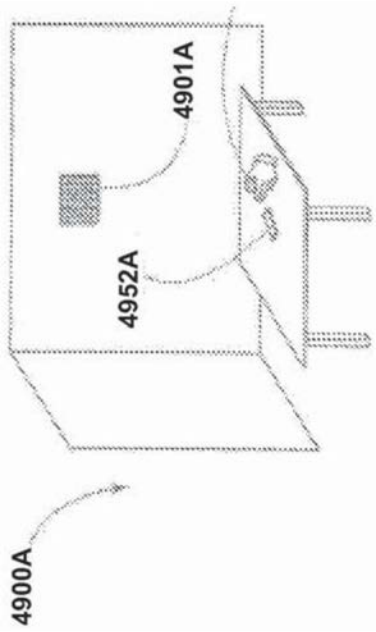


图49A

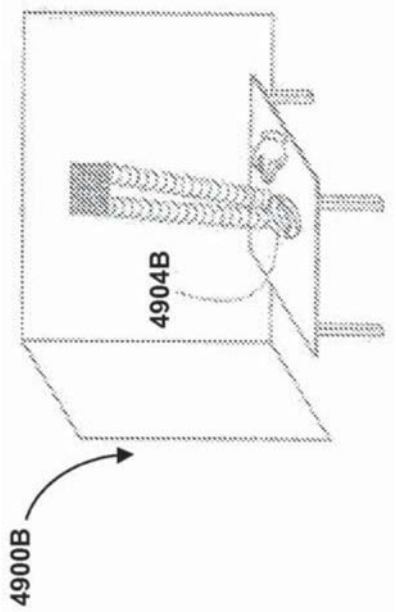


图49B

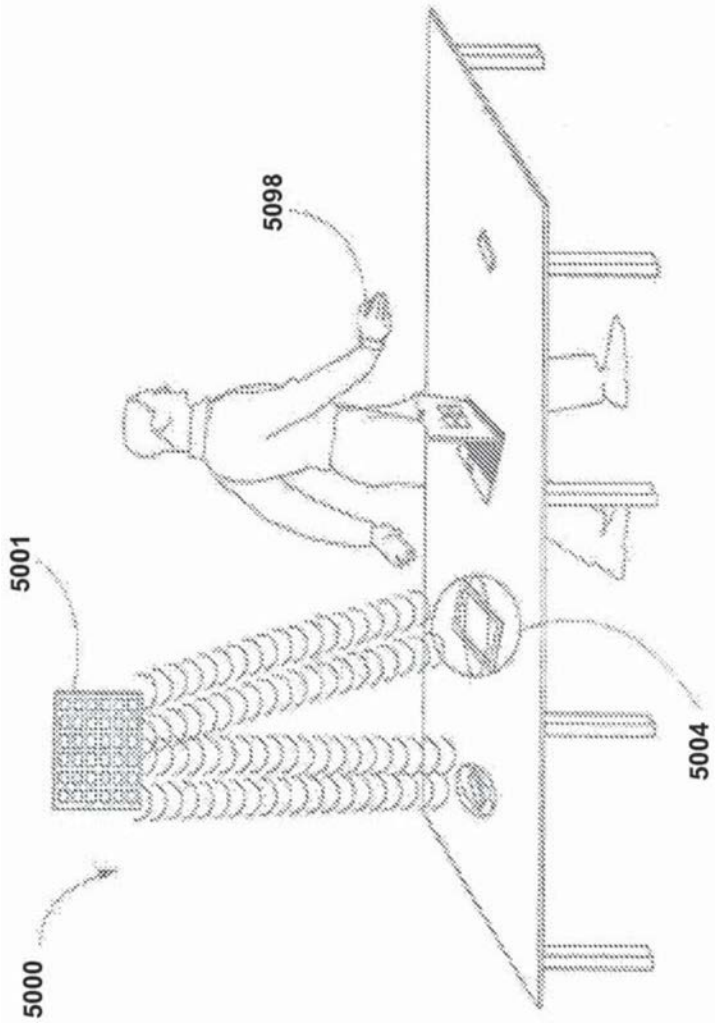


图50

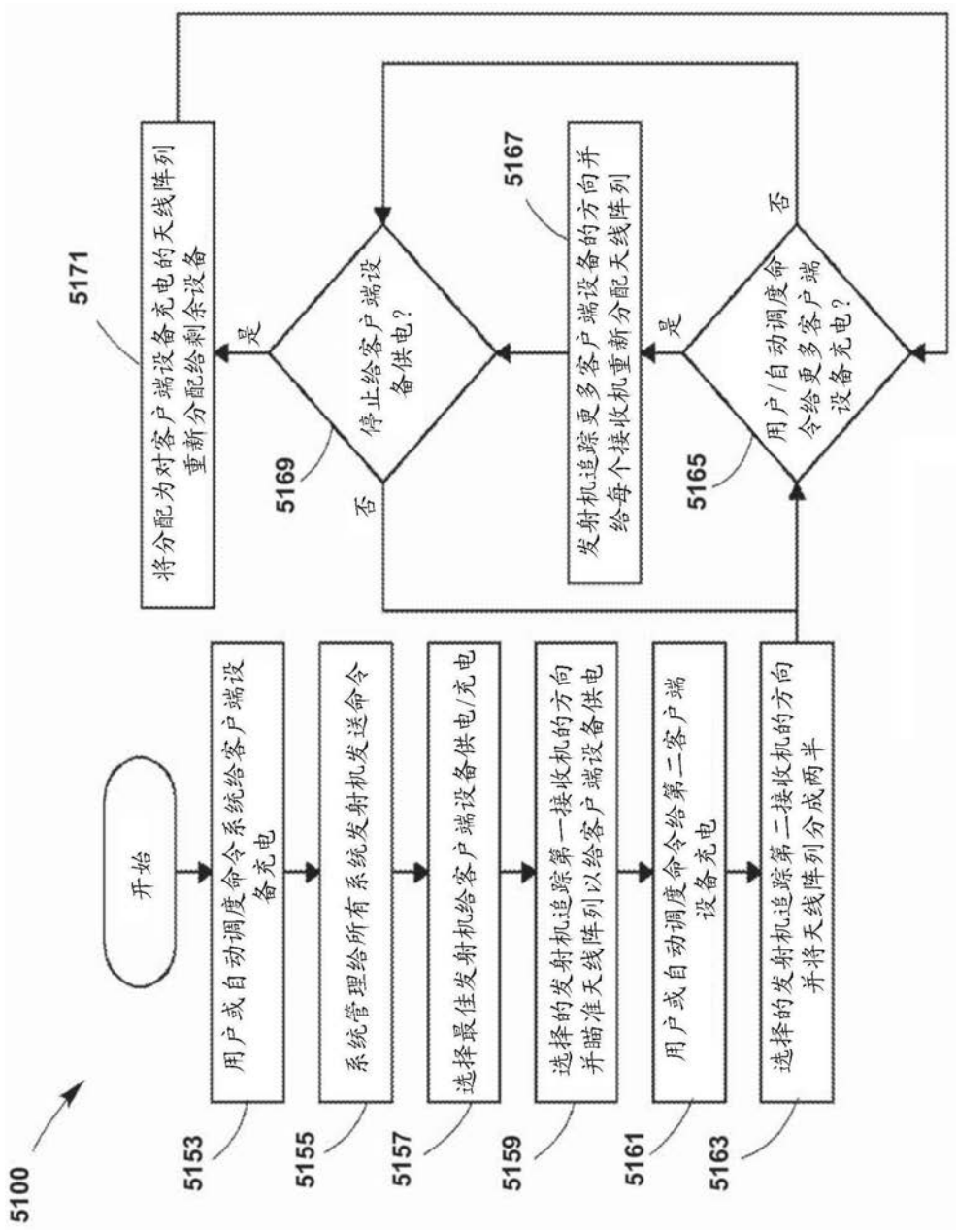

5100
开始
5153
用户或自动调度命令系统给客户端设备充电
5155
系统管理给所有系统发射机发送命令
5157
选择最佳发射机给客户端设备供电/充电
5159
选择的发射机追踪第一接收机的方向并瞄准天线阵列以给客户端设备供电
5161
用户或自动调度命令给第二客户端设备充电
5163
选择的发射机追踪第二接收机的方向并将天线阵列分成两半
5165
用户/自动调度命令给更多客户端设备充电?
否
是
5167
发射机追踪更多客户端设备的方向并给每个接收机重新分配天线阵列
5169
停止给客户端设备供电?
否
是
5171
将分配为对客户端设备充电的天线阵列重新分配给剩余设备

图51

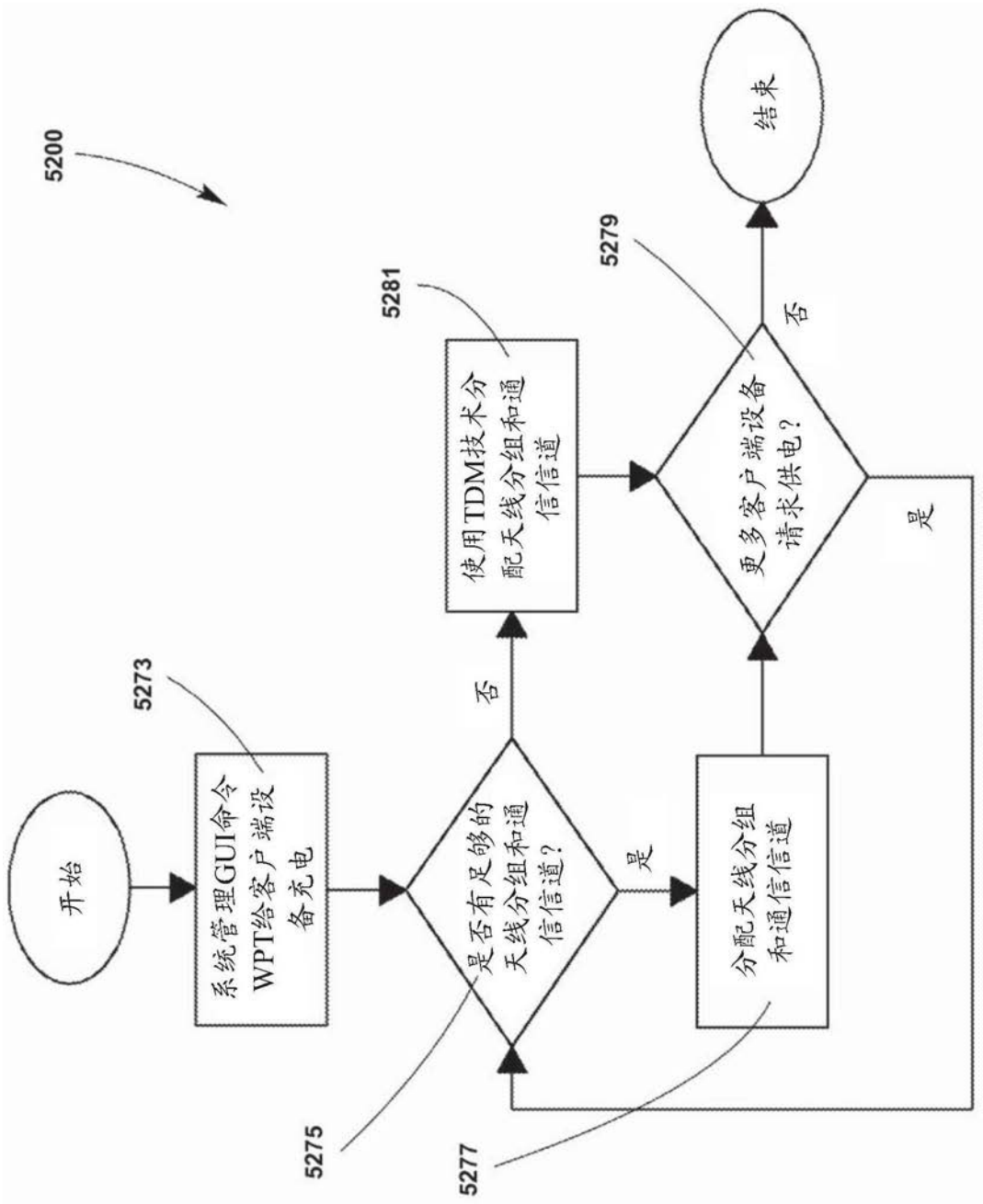

5200
开始
系统管理GUI命令WPT给客户端设备充电
5273
是否有足够的天线分组和通信信道?
5275
否
使用TDM技术分配天线分组和通信信道
5281
是
分配天线分组和通信信道
5277
更多客户端设备请求供电?
5279
否
是
结束

图52

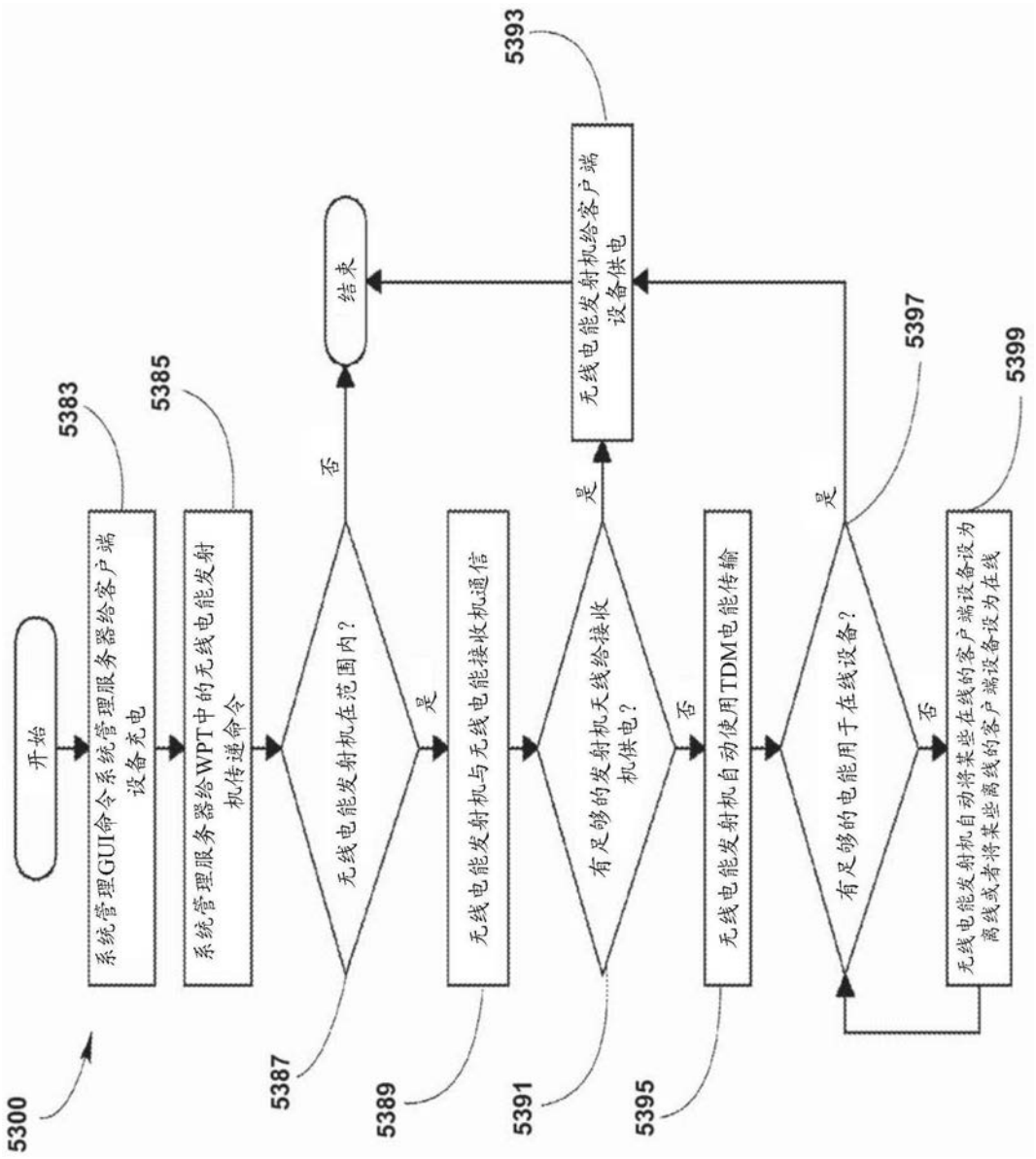

开始
系统管理GUI命令系统管理服务器给客户端设备充电
5383
系统管理服务器给WPT中的无线电能发射机传递命令
5385
无线电能发射机在范围内？
5387
否
结束
是
无线电能发射机与无线电能接收机通信
5389
有足够的发射机无线给接收机供电？
5391
否
是
无线电能发射机自动使用TDM电能传输
5395
有足够的电能用于在线设备？
5397
否
是
无线电能发射机给客户端设备供电
5393
无线电能发射机自动将某些在线的客户端设备设为离线或者将某些离线的客户端设备设为在线
5399
5300

图53

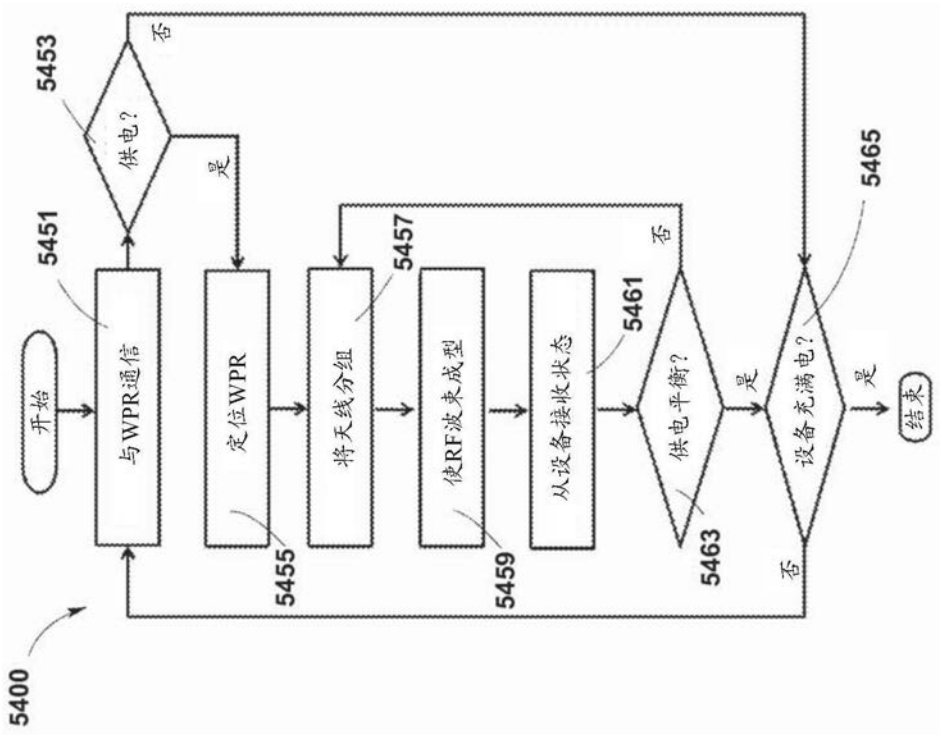

开始
与WPR通信
定位WPR
将天线分组
使RF波束成型
从设备接收状态
供电平衡?
设备充满电?
结束
供电?
否
是
否
是
否
是
5400
5451
5453
5455
5457
5459
5461
5463
5465

图54

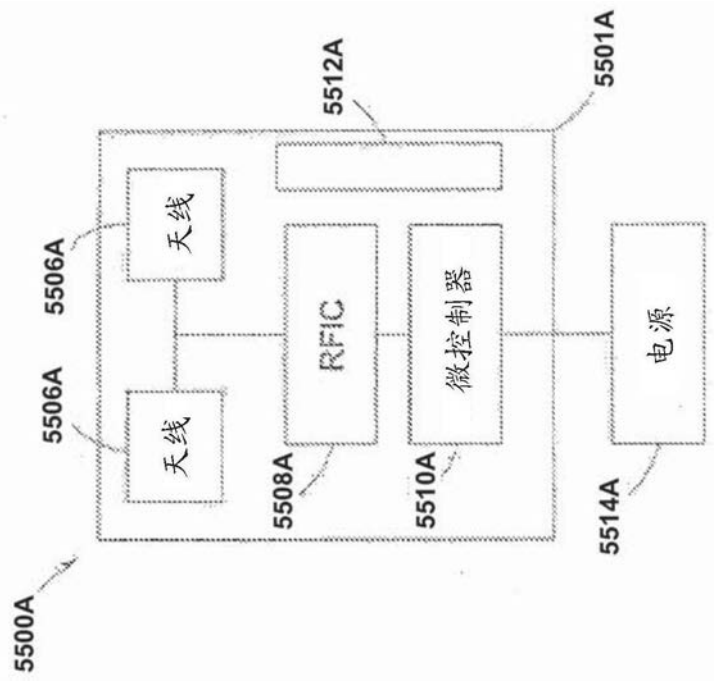

5500A
5501A
5506A
5506A
天线
天线
RFIC
微控制器
电源
5508A
5510A
5512A
5514A

图55A

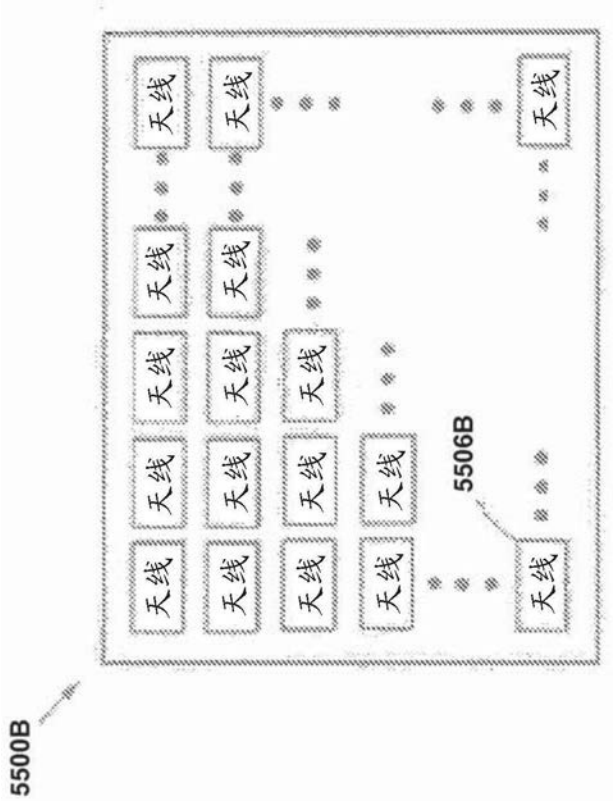


图55B

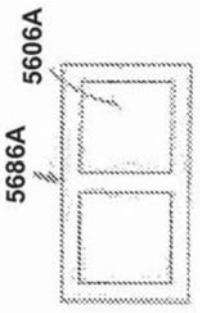


图56A

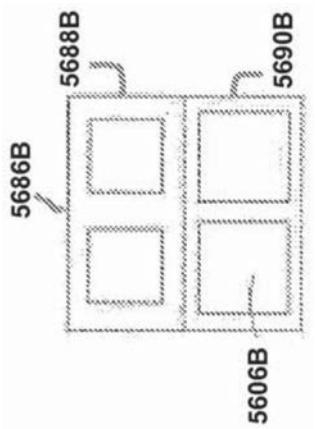


图56B

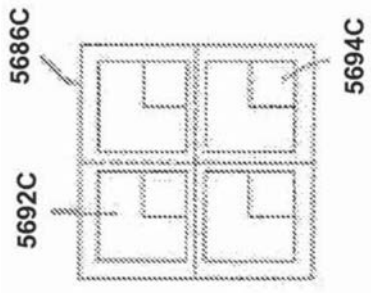


图56C

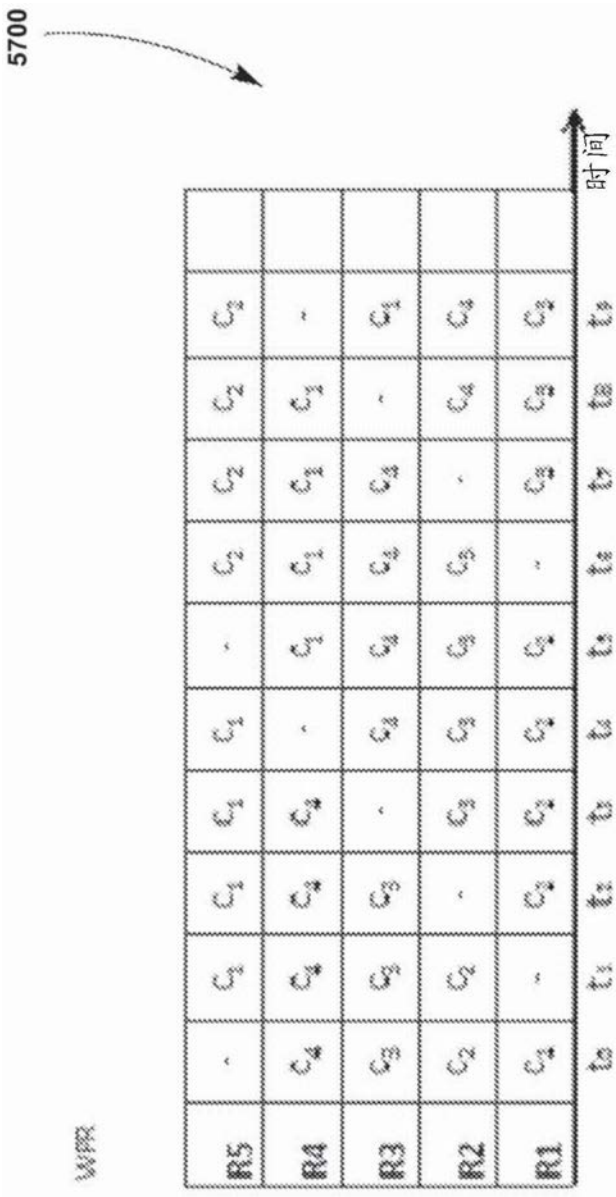


图57

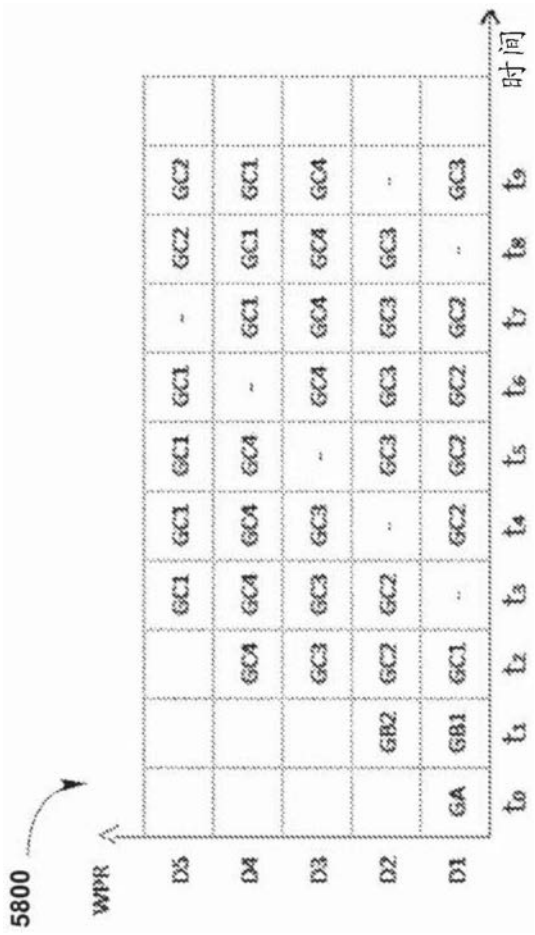

5800
WPR
D5
D4
D3
D2
D1
时间
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
GA
GB1
GB2
GC1
GC2
GC3
GC4
-

图58

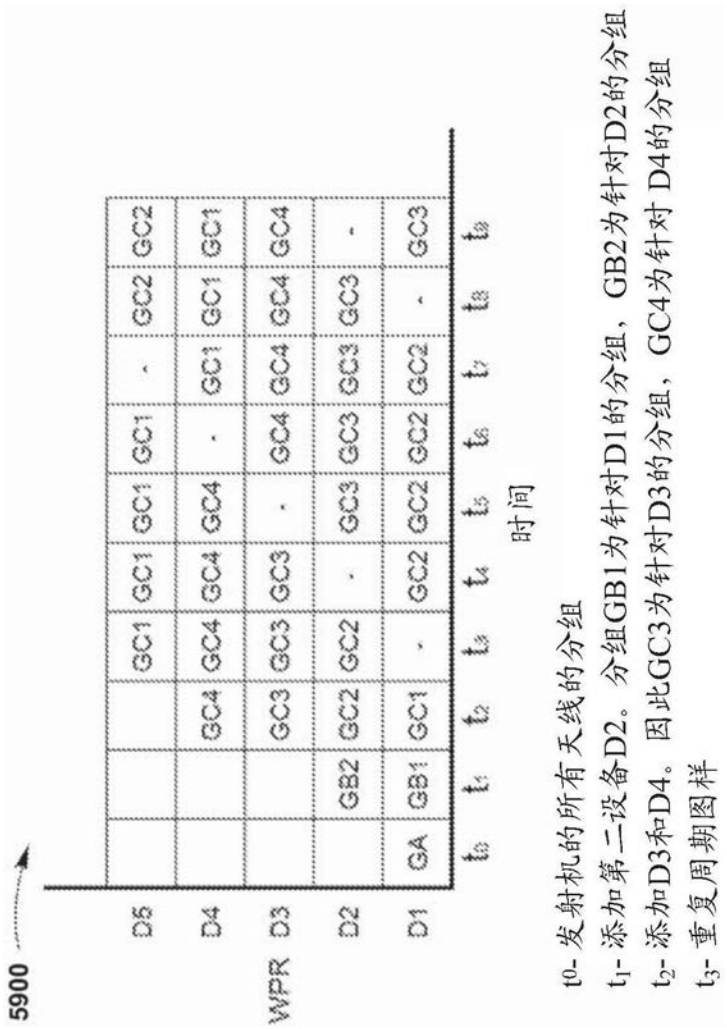

5900
D5
D4
WPR
D3
D2
D1
GA GB1 GC1 · GC2 GC2 GC3
GB2 GC2 GC2 · GC3 GC3 GC3 -
GC3 GC3 GC3 · GC4 GC4 GC4
GC4 GC4 GC4 · GC1 GC1 GC1
GC1 GC1 GC1 · GC2 GC2 GC2
t_0 t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6 t_7 t_8 t_9
时间
t^0- 发射机的所有天线的分组
t_1- 添加第二设备D2。分组GB1为针对D1的分组，GB2为针对D2的分组
t_2- 添加D3和D4。因此GC3为针对D3的分组，GC4为针对 D4的分组
t_3- 重复周期图样

图59

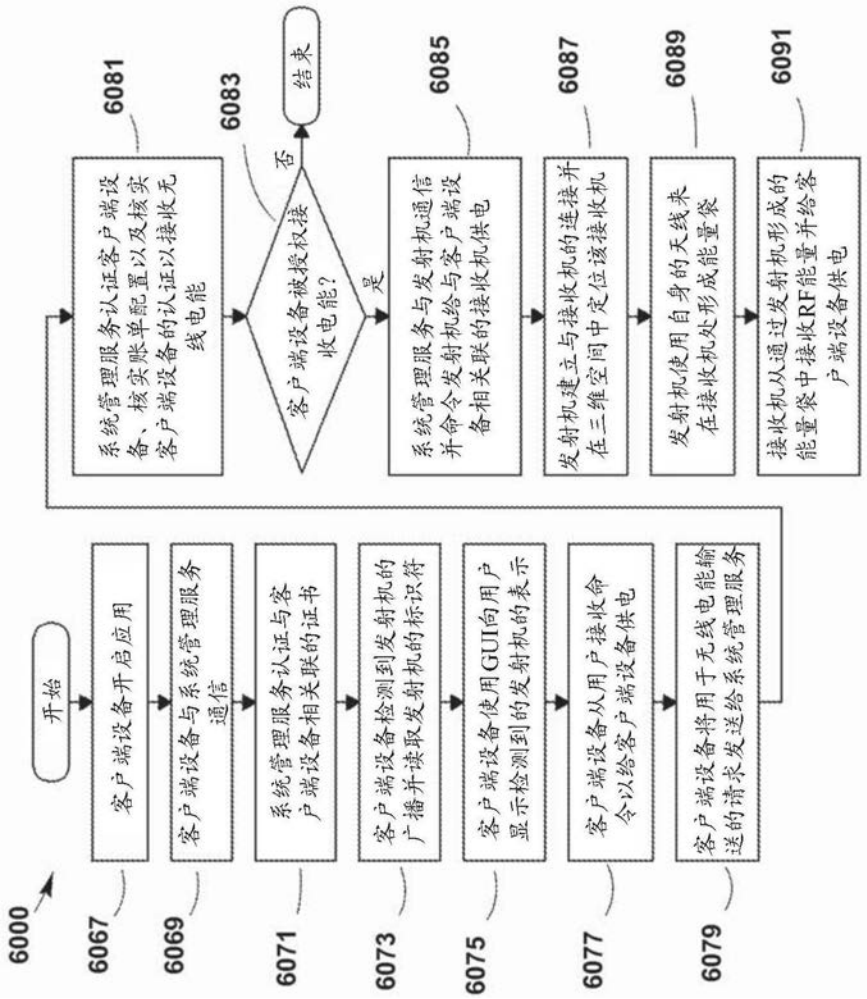

开始
客户端设备开启应用
客户端设备与系统管理服务通信
系统管理服务认证与客户端设备相关联的证书
客户端设备检测到发射机的广播并读取发射机的标识符
客户端设备使用GUI向用户显示检测到的发射机的表示
客户端设备从用户接收命令以给客户端设备供电
客户端设备将用于无线电能输送的请求发送给系统管理服务
系统管理服务认证客户端设备、核实账单配置以及核实客户端设备的认证以接收无线电能
客户端设备被授权接收电能?
否
是
结束
系统管理服务与发射机通信并命令发射机给与客户端设备相关联的接收机供电
发射机建立与接收机的连接并在三维空间中定位该接收机
发射机使用自身的天线来在接收机处形成能量袋
接收机从通过发射机形成的能量袋中接收RF能量并给客户端设备供电
6000
6067
6069
6071
6073
6075
6077
6079
6081
6083
6085
6087
6089
6091

图60

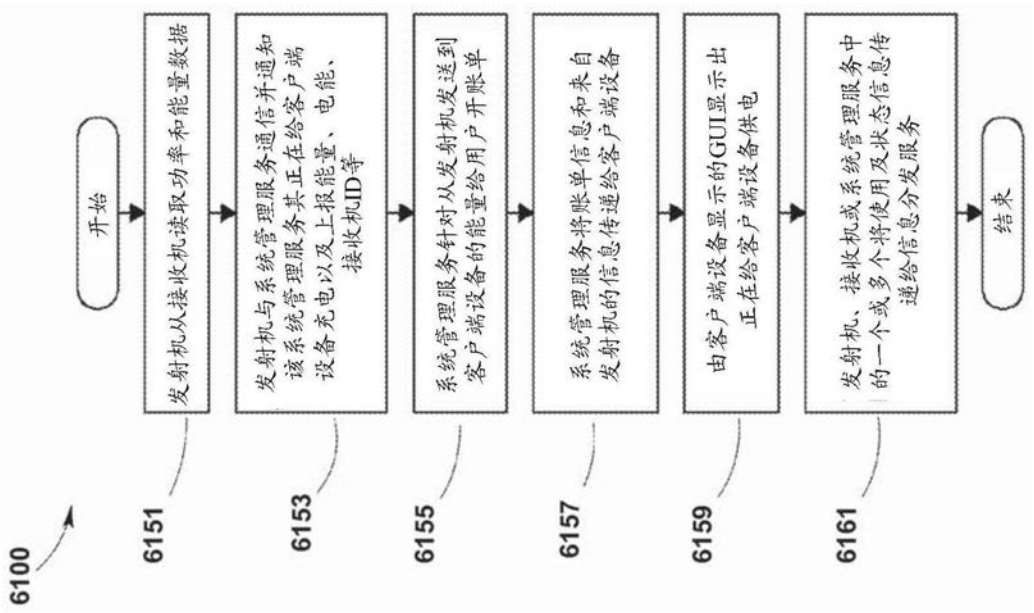

开始
发射机从接收机读取功率和能量数据
发射机与系统管理服务通信并通知该系统管理服务其正在给客户端设备充电以及上报能量、电能、接收机ID等
系统管理服务针对从发射机发送到客户端设备的能量给用户开账单
系统管理服务将账单信息和来自发射机的信息传递给客户端设备
由客户端设备显示的GUI显示出正在给客户端设备供电
发射机、接收机或系统管理服务中的一个或多个将使用及状态信息传递给信息分发服务
结束
6100
6151
6153
6155
6157
6159
6161

图61

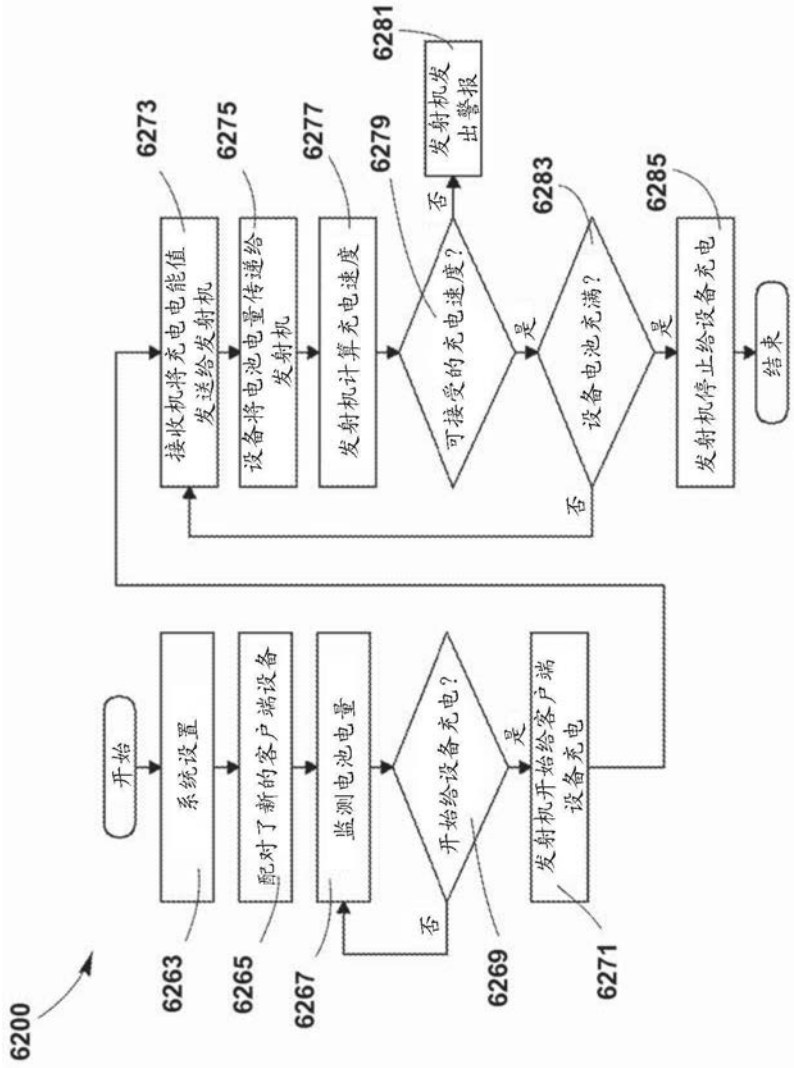

6200
开始
系统设置
配对了新的客户端设备
监测电池电量
开始给设备充电？
否
是
发射机开始给客户端设备充电
6263
6265
6267
6269
6271
接收机将充电电能值发送给发射机
设备将电池电量传递给发射机
发射机计算充电速度
可接受的充电速度？
否
是
发射机发出警报
设备电池充满？
否
是
发射机停止给设备充电
结束
6273
6275
6277
6279
6281
6283
6285

图62

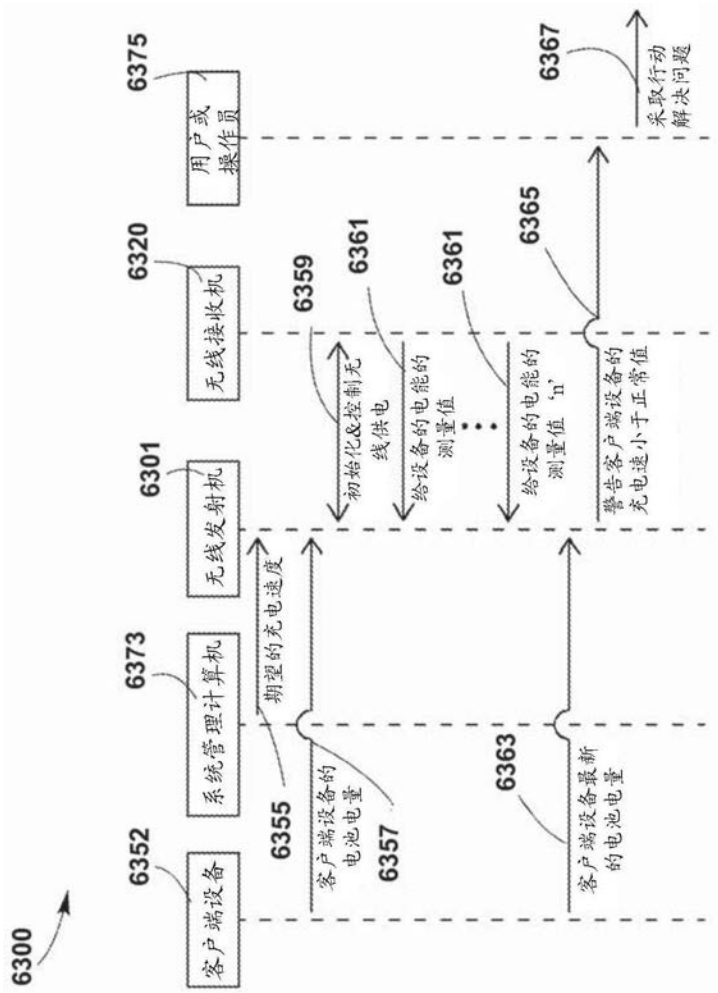

6300
6352
客户端设备
6373
系统管理计算机
6301
无线发射机
6320
无线接收机
6375
用户或操作员
6355
期望的充电速度
6357
客户端设备的电池电量
6359
初始化&控制无线供电
6361
给设备的电能的测量值
6361
给设备的电能的测量值 'n'
6363
客户端设备最新的电池电量
6365
警告客户端设备的充电速小于正常值
6367
采取行动解决问题

图63

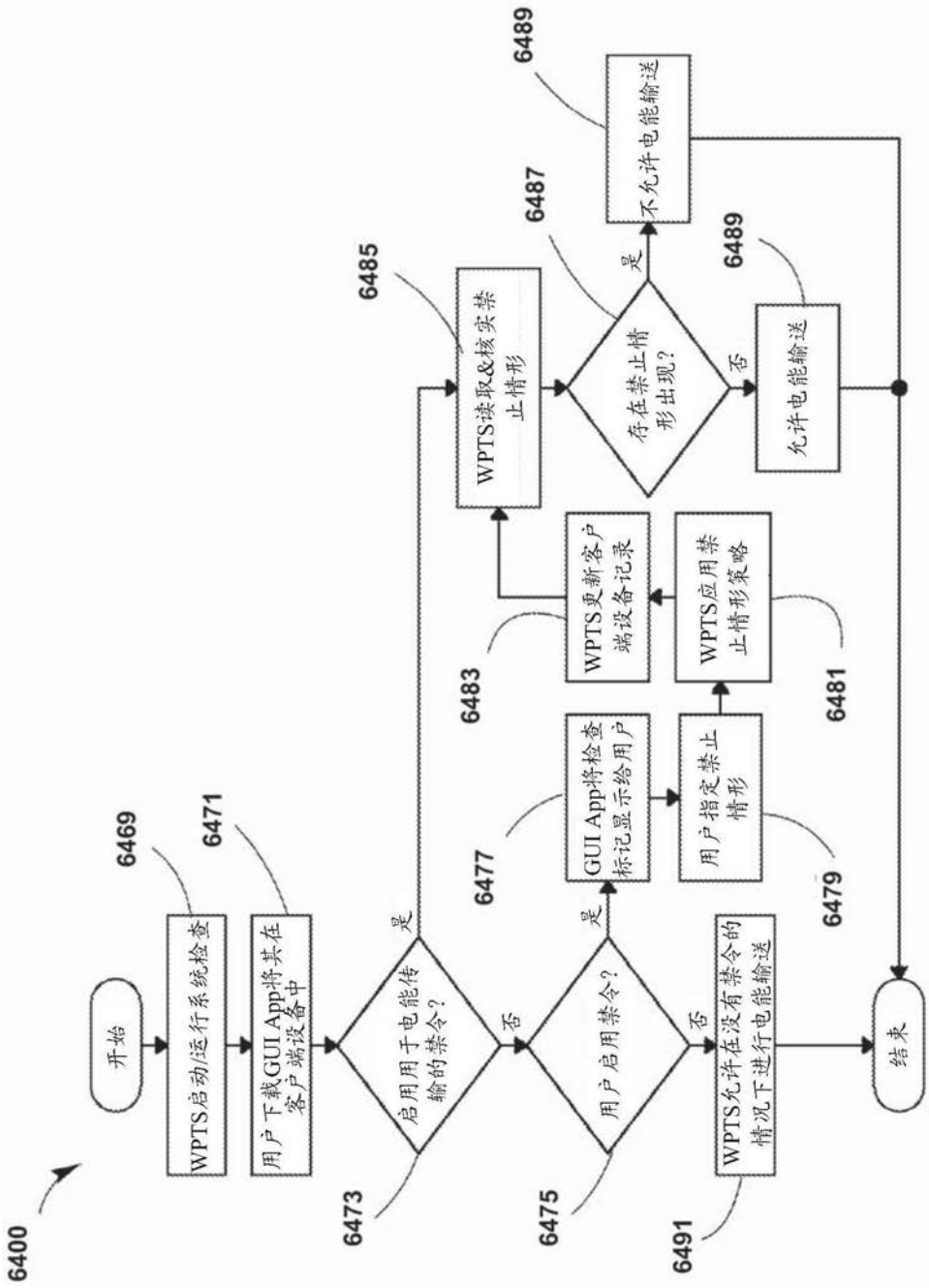

6400
开始
6469
WPTS启动/运行系统检查
6471
用户下载GUI App将其在客户端设备中
启用用于电能传输的禁令?
是
否
6473
用户启用禁令?
是
否
6475
GUI App将检查标记显示给用户
6477
用户指定禁止情形
6479
WPTS允许在没有禁令的情况下进行电能输送
6491
WPTS更新客户端设备记录
6483
WPTS应用禁止情形策略
6481
WPTS读取&核实禁止情形
6485
存在禁止情形出现?
是
否
6487
不允许电能输送
6489
允许电能输送
6489
结束

图64