



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106794774 B

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201580048077.9

M・B・布迪亚 J・贝亚弗

(22)申请日 2015.08.27

M・L・G・基辛

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

申请公布号 CN 106794774 A

11256

(43)申请公布日 2017.05.31

代理人 王茂华

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

14/482,943 2014.09.10 US

B60L 50/16(2019.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B60L 53/39(2019.01)

2017.03.07

B60L 53/12(2019.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H02J 5/00(2016.01)

PCT/US2015/047192 2015.08.27

H02J 7/02(2016.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

(56)对比文件

W02016/039998 EN 2016.03.17

CN 103109591 A, 2013.05.15,

(73)专利权人 韦特里西提公司

CN 102387935 A, 2012.03.21,

地址 美国马萨诸塞州

WO 2014007656 A1, 2014.01.09,

(72)发明人 C-Y・黄 N・A・科凌

审查员 孙朗

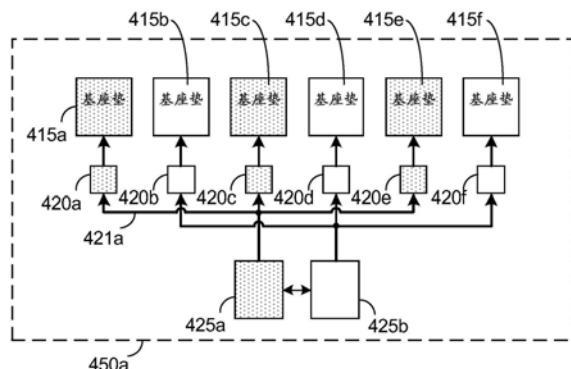
权利要求书3页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

用于动态感应功率传输系统中的无功功率控制的系统和方法

(57)摘要

公开了用于在感应功率传输系统中动态调谐无功功率的系统和方法。该系统包括可操作地耦合到相应铁磁材料的第一多个线圈，第一多个线圈被配置为经由铁磁材料从功率源接收无线功率。该系统还包括多个开关，多个开关被配置为选择性地控制由第一多个线圈中的某些线圈接收的功率。该系统还包括第二多个线圈，第二多个线圈被配置为从第一多个线圈中的相应线圈接收电流，并将无线功率递送到无线功率接收器。该系统还包括被配置为选择性地激活开关的至少一个控制单元。开关可以被设置为从功率源向多个第二线圈的一部分提供功率或选择性地增加或减少功率源的无功功率负载。



1.一种用于在感应功率传输系统中动态调谐无功功率的设备,包括:

第一多个线圈,每个线圈可操作地耦合到相应的铁磁材料并且被配置为经由所述铁磁材料从功率源接收无线功率;

与所述第一多个线圈中的每一个相关联的多个开关,所述开关被配置为选择性地控制由所述第一多个线圈中的某些线圈接收的功率;

第二多个线圈,被配置为从所述第一多个线圈中的相应线圈接收电流,所述第二多个线圈还被配置为向无线功率接收器递送无线功率;以及

至少一个控制单元,被配置为选择性地激活所述开关,所述开关被可配置地设置为进行以下至少一项:

经由所述第一多个线圈中的至少一个,将来自所述功率源的功率传送到所述第二多个线圈中的至少一个;或者

选择性地增加或减少所述功率源的无功功率负载。

2.根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元能够通过将所述开关设置为短路状态或开路状态中的一个来选择性地增加或减少所述无功功率负载。

3.根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息指示所述功率源的无功功率负载。

4.根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息被配置为包含用以激活所述开关以实现指定的无功功率负载的指令。

5.根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自局部控制器的消息的输入,所述消息指示相邻的多个开关的开关位置。

6.根据权利要求1所述的设备,其中所述至少一个控制单元还被配置为发送消息,所述消息指示所述多个开关的位置。

7.根据权利要求1所述的设备,其中所述控制单元还被配置为确定所述功率源的无功功率负载并且命令开关激活或接收来自更高阶控制器的开关激活指令。

8.一种用于在感应功率传输系统中动态调谐无功功率的方法,包括:

在第一多个线圈处经由铁磁材料从功率源接收无线功率,其中所述第一多个线圈中的每个线圈可操作地耦合到相应的所述铁磁材料;

在多个开关处选择性地控制由所述第一多个线圈中的某些线圈接收的功率,其中所述多个开关中的每个开关与所述第一多个线圈中的每个线圈相关联;

在第二多个线圈处接收来自所述第一多个线圈中的相应线圈的电流;

由所述第二多个线圈传递无线功率到无线功率接收器;以及

通过至少一个控制单元选择性地激活所述开关,其中所述开关被可配置地设置为进行以下至少一项:

经由所述第一多个线圈中的至少一个,将来自所述功率源的功率传送到所述第二多个线圈中的至少一个;或者

选择性地增加或减少所述功率源的无功功率负载。

9.根据权利要求8所述的方法,其中所述选择性地激活包括将所述开关设置为短路状态或开路状态中的一个。

10.根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息

的输入,所述消息指示所述功率源的无功功率负载。

11. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息包含用以激活所述开关以实现指定的无功功率负载的指令。

12. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元还接收包括来自局部控制器的消息的输入,所述消息指示相邻的多个开关的开关位置。

13. 根据权利要求8所述的方法,其中所述至少一个控制单元还被配置为发送消息,所述消息指示所述多个开关的位置。

14. 根据权利要求8所述的方法,其中所述控制单元还被配置为确定所述功率源的无功功率负载并且命令开关激活或接收来自更高阶控制器的开关激活指令。

15. 一种用于在感应功率传输系统中动态地调谐无功功率的设备,包括:

用于经由铁磁材料从功率源接收无线功率的第一接收装置,其中每个第一接收装置可操作地耦合到相应的所述铁磁材料;

用于选择性地控制由所述第一接收装置中的某些第一接收装置接收的功率的装置,其中控制装置与所述第一接收装置中的每一个相关联;

用于从所述第一接收装置中的相应的第一接收装置接收电流的第二接收装置;

用于将无线功率递送到无线功率接收器的装置;

用于选择性地激活所述控制装置的装置,其中每个所述控制装置可配置地设置为进行以下至少一项:

经由所述第一接收装置中的至少一个,将来自所述功率源的功率传送到所述第二接收装置中的至少一个;以及

选择性地增加或减少所述功率源的无功功率负载。

16. 根据权利要求15所述的设备,其中所述第一接收装置包括第一多个线圈,并且其中所述控制装置包括多个开关,并且其中所述第二接收装置包括第二多个线圈,并且其中所述递送装置包括所述第二多个线圈,并且其中所述激活装置包括至少一个控制器。

17. 根据权利要求15所述的设备,其中所述激活装置能够将所述控制装置设置为短路状态或开路状态中的一个。

18. 根据权利要求15所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息指示所述功率源的无功功率负载。

19. 根据权利要求15所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息包含用以激活所述控制装置以实现指定的无功功率负载的指令。

20. 根据权利要求15所述的设备,其中所述控制单元还接收包括来自局部控制器的消息的输入,所述消息指示相邻控制装置的位置。

21. 根据权利要求15所述的设备,其中所述激活装置还被配置为发送消息,所述消息指示所述控制装置的位置。

22. 根据权利要求15所述的设备,其中所述激活装置还被配置为确定所述功率源的无功功率负载并且命令控制装置激活或接收来自更高阶激活装置的激活指令。

23. 一种包括指令的非瞬态计算机可读介质,所述指令在被执行时使得感应功率传输系统:

在第一多个线圈处,经由铁磁材料从功率源接收无线功率,其中所述第一多个线圈中

的每个线圈可操作地耦合到相应的所述铁磁材料；

在多个开关处,选择性地控制由所述第一多个线圈中的某些线圈接收的功率,其中所述多个开关中的每个开关与所述第一多个线圈中的每个线圈相关联;

在第二多个线圈处,接收来自所述第一多个线圈中的相应线圈的电流;

由所述第二多个线圈,将无线功率递送到无线功率接收器;以及

由至少一个控制单元,选择性地激活所述开关,其中所述开关可配置地设置为进行以下至少一项:

经由所述第一多个线圈中的至少一个,将来自所述功率源的功率传送到所述第二多个线圈中的至少一个;或者

选择性地增加或减少所述功率源的无功功率负载。

24.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述控制单元能够通过将所述开关设置为短路状态或开路状态中的一个来选择性地增加或减少所述无功功率负载。

25.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息指示所述功率源的无功功率负载。

26.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述控制单元还接收包括来自配电控制器的消息的输入,所述消息包含用以激活所述开关以实现指定的无功功率负载的指令。

27.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述控制单元还接收包括来自局部控制器的消息的输入,所述消息指示相邻的多个开关的开关位置。

28.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述至少一个控制单元还被配置为发送消息,所述消息指示所述多个开关的位置。

29.根据权利要求23所述的非瞬态计算机可读介质,其中所述控制单元还被配置为确定所述功率源的无功功率负载并且命令开关激活或接收来自更高阶控制器的开关激活指令。

## 用于动态感应功率传输系统中的无功功率控制的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本申请总体涉及诸如电动车辆的可充电设备的无线功率充电。

### 背景技术

[0002] 已经引入了诸如车辆的可充电系统包括来源于从诸如电池的能量存储设备接收的电力的运动功率。例如，混合动力电动车辆包括使用来自车辆制动和传统电机的功率为车辆充电的车载充电器。纯电动车辆通常从其他源接收电力用于为电池充电。通常建议利用诸如家用或商用AC电源的一些类型的有线交流电(AC)为电池电动车辆充电。有线充电连接需要物理连接到电源的电缆或其他类似连接器。电缆或类似连接器有时可能是不方便的或繁琐的并且具有其他缺陷。期望提供能够在自由空间(例如，经由无线场)中传输功率的无线充电系统以用于为电动车辆充电来克服有线充电解决方案的一些缺陷。

[0003] 无线充电系统的实施例可能需要使用铁磁材料。这种材料的存在可以影响系统的总体无功功率平衡。因此，无线充电系统应该能够使用现有的系统组件来平衡总体无功功率，以正确地协调连续地到移动的接收器的功率传输。

### 发明内容

[0004] 本公开的一个方面提供了一种用于在感应功率传输系统中动态地调谐无功功率的设备，该设备包括第一多个线圈。多个线圈中的每个线圈可操作地耦合到相应的铁磁材料。多个线圈中的每个线圈被配置为经由铁磁材料从功率源接收无线功率。该设备还包括与第一多个线圈中的每一个相关联的多个开关。开关被配置为选择性地控制由第一多个线圈中的某些线圈接收的功率。该设备还包括被配置为从第一多个线圈中的相应线圈接收电流的第二多个线圈。第二多个线圈还被配置为将无线功率递送到无线功率接收器。该设备还包括被配置为选择性地激活开关的至少一个控制单元。开关可以可配置地设置为将来自功率源的功率传送到多个第二线圈中的至少一个，或选择性地增加或减少功率源的无功功率负载。

[0005] 本公开的另一方面提供了一种用于在感应功率传输系统中动态调谐无功功率的方法。该方法包括在第一多个线圈处经由铁磁材料从功率源接收无线功率。第一多个线圈中的每个线圈可操作地耦合到相应的铁磁材料。该方法还包括在多个开关处选择性地控制由第一多个线圈中的某些线圈接收的功率。多个开关中的每个开关与第一多个线圈中的每个线圈相关联。该方法还包括在第二多个线圈处接收来自第一多个线圈中的相应线圈的电流。该方法还包括由第二多个线圈向无线功率接收器递送无线功率。该方法还包括通过至少一个控制单元选择性地激活开关。开关可配置地设置为提供从功率源到多个第二线圈中的至少一个的传送，或选择性地增加或减少功率源的无功功率负载。

[0006] 本公开的另一方面提供了一种用于在感应功率传输系统中动态调谐无功功率的设备。该设备包括用于经由铁磁材料从功率源接收无线功率的第一装置。第一接收装置可操作地耦合到相应的铁磁材料。该设备还包括用于选择性地控制由第一接收装置中的某些

装置接收的功率的装置。控制装置与第一接收装置中的每一个相关联。该设备还包括用于从第一接收装置中的相应装置接收电流的第二装置。该设备还包括用于向无线功率接收器递送无线功率的装置。该设备还包括用于选择性地激活控制装置的装置。控制装置可配置地设置为将来自功率源的功率传送到多个第二接收装置中的至少一个,或选择性地增加或减少功率源的无功功率负载。

[0007] 本公开的另一方面提供了一种非瞬态计算机可读介质。该介质包括指令,该指令在执行时,使得感应功率传输系统在第一多个线圈处经由铁磁材料从功率源接收无线功率,其中第一多个线圈中的每个线圈可操作地耦合到相应的铁磁材料。介质还使得感应功率传输系统在多个开关处选择性地控制由第一多个线圈中的某些线圈接收的功率。多个开关中的每个开关与第一多个线圈中的每个线圈相关联。介质还使得感应功率传输系统在第二多个线圈处接收来自第一多个线圈中的相应线圈的电流。介质还使得感应功率传输系统通过第二多个线圈将无线功率递送到无线功率接收器。介质还使得感应功率传输系统通过至少一个控制单元选择性地激活开关,其中开关可配置地设置为将来自功率源的功率传送到多个第二线圈的一部分,或选择性地增加或减少功率源的无功功率负载。

## 附图说明

[0008] 现在将结合各种实施例,参考附图来描述本技术的上述方面以及其他特征、方面和优点。然而,所示出的实施例仅仅是示例并且不旨在进行限制。在整个附图中,除非上下文另有规定,类似的符号通常标识相似的组件。注意,以下附图的相对尺寸可能不按比例绘制。

[0009] 图1是根据一个实施例的一个示例的无线功率传输系统的功能框图。

[0010] 图2是根据另一示例实施例的无线功率传输系统的功能框图。

[0011] 图3是根据一些示例实施例的图2的包括发射天线或接收天线的发射电路或接收电路的部分的示意图。

[0012] 图4A图示了根据一个实施例的在动态无线电动车辆充电系统存在的情况下,具有至少一个车辆垫的电动车辆的示意图。

[0013] 图4B图示了根据一个实施例的基座阵列网络模块的示意图。

[0014] 图5描绘了根据一个实施例的无线功率传输系统的框图。

[0015] 图6A描绘了根据本公开的平衡控制开关系统的一个实施例。

[0016] 图6B描绘了根据本公开的具有斜坡控制开关的平衡控制开关系统的一个实施例。

[0017] 图6C图示了描绘图6B的组件之间的电关系的示意图。

[0018] 图7描绘了示出根据本公开的无功功率(VAr)负载中的变化的图形。

[0019] 图8是描绘根据本公开的一种方法的流程图。

## 具体实施方式

[0020] 在以下详细描述中,参考形成本公开的一部分的附图。在详细描述、附图和权利要求中描述的示例性实施例不意味着限制。在不脱离本文所呈现的主题的精神或范围的情况下,可以利用其他实施例,并且可以进行其他改变。将容易地理解,如本文整体描述的和在附图中示出的,本公开的方面可以以各种各样的不同配置来布置、替换、组合和设计,所有

这些配置都被明确地预期并形成本公开的一部分。

[0021] 无线功率传输可以指在不使用物理电导体(例如,功率可以通过自由空间传输)的情况下,将与电场、磁场、电磁场或其他相关联的任何形式的能量从发射器传输到接收器。输入到无线场(例如,磁场或电磁场)中的功率输出可以由“接收天线”接收、捕获或耦合以实现功率传输。

[0022] 本文使用电动车辆来描述远程系统,电动车辆的一个示例是包括从可充电能量存储设备(例如,一个或多个可再充电电化学电池或其他类型的电池)获得作为其运动能力的一部分的电功率的车辆。作为非限制性示例,一些电动车辆可以是混合动力电动车辆,混合动力电动车辆除了包括电动机之外,还包括用于直接运动的或为车辆电池充电的传统内燃机。其他电动车辆可以从电功率获取所有运动的能力。电动车辆不限于汽车,并且可以包括摩托车、推车、踏板车等。作为示例而非限制,本文中以电动车辆(EV)的形式描述远程系统。此外,还可以预期可使用可充电能量存储设备至少部分地供电的其他远程系统(例如,诸如个人计算设备等的电子设备)。

[0023] 本文使用的术语仅为了描述特定实施例的目的,而不旨在限制本公开。应当理解,如果旨在要求特定数量的权利要求元素,则这种意图将在权利要求中被明确地记载,并且在没有这样的记载的情况下,不存在这样的意图。例如,除非上下文另有明确规定,否则如本文所使用的单数形式“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式。如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。还应当理解,当在本说明书中使用时,术语“包括”、“包含”指定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、组件和/或其组合的存在或附加。诸如“至少一个”的表述在元素列表之前时,修饰整个元素列表,并且不修饰列表的单独元素。

[0024] 图1是根据一个示例实施例的无线功率传输系统100的功能框图。输入功率102可以从功率源(在该图中未示出)提供给发射器104,以生成无线(例如,磁或电磁)场105,用于执行能量传输。接收器108可耦合到无线场105并生成输出功率110,用于由耦合到输出功率110的设备(图中未示出)存储或消耗。发射器104和接收器108两者相隔距离112。

[0025] 在一个示例实施例中,根据相互谐振关系配置发射器104和接收器108。当接收器108的谐振频率和发射器104的谐振频率基本相同或非常接近时,发射器104和接收器108之间的传输损耗最小。如此,与可能需要非常靠近(例如,有时几毫米内)的大天线线圈的纯感应解决方案相反,可以在较大距离上提供无线功率传输。谐振感应耦合技术因此可以允许改进的效率以及在各种距离上的和在各种感应线圈配置情况下的功率传输。

[0026] 当接收器108位于由发射器104产生的无线场105中时,接收器108可以接收功率。无线场105对应于由发射器104输出的能量可以由接收器108捕获的区域。如下面将进一步描述的,无线场105可以对应于发射器104的“近场”。发射器104可以包括用于将能量发射到接收器108的发射天线或线圈114。接收器108可以包括用于接收或捕获从发射器104发射的能量的接收天线或线圈118。近场可以对应于存在强无功场的区域,强无功场由发射线圈114中的电流和电荷产生,最小地从发射线圈114辐射功率。近场可对应于发射线圈114的大约一个波长(或其一部分)内的区域。

[0027] 如上所述,通过将无线场105中的大部分能量耦合到接收线圈118而不是将电磁波中的大部分能量传播到远场,可以发生有效的能量传输。当定位在无线场105内时,可以

在发射线圈114和接收线圈118之间形成“耦合模式”。发射线圈114和接收线圈118周围的可发生该耦合的区域在本文中被称为耦合模式区域。

[0028] 图2是根据另一示例实施例的无线功率传输系统200的功能框图。系统200可以是与图1的系统100类似的操作和功能的无线功率传输系统。然而,与图1相比,系统200提供关于无线功率传输系统200的组件的附加细节。系统200包括发射器204和接收器 208。发射器 204可以包括发射电路206,发射电路206可以包括振荡器222、驱动器电路224以及滤波匹配电路226。振荡器222可以被配置为生成可以响应于频率控制信号223而被调节的期望频率处的信号。振荡器222可以向驱动器电路224提供振荡器信号。驱动器电路224可以被配置为基于输入电压信号(VD) 225,在例如发射天线214的谐振频率处,驱动发射天线214。驱动器电路224可以是被配置为从振荡器222接收方波并输出正弦波的开关放大器。例如,驱动器电路224可以是E类放大器。

[0029] 滤波匹配电路226可滤除谐波频率或其他不需要的频率,并将发射器204的阻抗匹配到发射天线214。作为驱动发射天线214的结果,发射天线214可以生成无线场205以例如在足以对电动车辆605 的电池236充电的水平处无线地输出功率。

[0030] 接收器208可以包括接收电路210,接收电路210可以包括匹配电路232和整流器电路234。匹配电路232可以将接收电路210的阻抗匹配到接收天线218。如图2所示,整流器电路234可以从交流(AC) 功率输入生成直流(DC) 功率输出以对电池236充电。接收器208和发射器204可以附加地在单独的通信信道219(例如,蓝牙、Zigbee、蜂窝等) 上通信。接收器208和发射器204可以备选地使用无线场205的特性经由带内信令通信。

[0031] 接收器208可以被配置为确定由发射器204发射并由接收器208 接收的功率量是否适于对电池236充电。

[0032] 图3是根据一些示例实施例的图2的发射电路206或接收电路 210的部分的示意图。如图3所示,发射或接收电路350可以包括天线352。天线352还可以被称为或被配置为“环形”天线352。本文中天线352还可以被称为或被配置为“磁性”天线或感应线圈。术语“天线”通常是指可以无线地输出或接收用于耦合到另一“天线”的能量的组件。天线还可以被称为被配置为无线地输出或接收功率的类型的线圈。如本文所使用的,天线352是被配置为无线地输出和/或接收功率的类型的“功率传输组件”的示例。

[0033] 天线352可以包括诸如铁氧体芯(在该图中未示出)的空气芯或物理芯。空气芯环路天线对于放置在芯附近的外部物理设备而言可以是更可容忍的。此外,空气芯环形天线352允许将其他组件放置在芯区域内。另外,空气芯环可以更容易地使得接收天线218(图2)能够放置在发射天线214(图2)的平面内,其中发射天线214 的耦合模式区域可以更强大。

[0034] 如所陈述的,在发射器104(在图2中称为发射器204) 和接收器108(在图2中称为接收器208)之间的能量的有效传输可以在发射器104和接收器108之间的匹配或几乎匹配的谐振期间发生。然而,即使当发射器104和接收器108之间的谐振不匹配时,也可以传输能量,但是效率可能受到影响。例如,当谐振不匹配时,效率可以更低。能量传输通过将来自发射线圈114(在图2中称为发射线圈214)的无线场105(在图2中称为无线场205)的能量耦合到驻留在无线场105的附近的接收线圈118(在图2中称为接收线圈 218)而发生,而不是将来自发射线圈114的能量传播到自由空间中。

[0035] 环形天线或磁性天线的谐振频率基于电感和电容。电感可以简单地是由天线352创建的电感，而电容可以被添加到天线的电感以在期望的谐振频率处创建谐振结构。作为非限制性示例，电容器354 和电容器356可以被添加到发射或接收电路350以创建选择谐振频率处的信号358的谐振电路。因此，对于较大直径的天线，维持谐振所需的电容的大小可以随着环的直径或电感增加而减小。

[0036] 此外，随着天线的直径增加，近场的有效能量传输面积可以增加。使用其他组件形成的其他谐振电路也是可以的。作为另一非限制性示例，电容器可以被并联地放置在电路350的两个端子之间。对于发射天线，具有基本上对应于天线352的谐振频率的频率的信号358可以是到天线352的输入。

[0037] 在图1中，发射器104可以输出具有对应于发射线圈114的谐振频率的频率的时变磁(或电磁)场。当接收器108在无线场105 内时，时变磁(或电磁)场可以在接收线圈118中感应电流。如上所述，如果接收线圈118被配置为在发射线圈114的频率处谐振，则能量可以被有效地传输。在接收线圈118中感应的AC信号可以如上所述被整流，以产生可以被提供以对负载充电或供电的DC信号。

[0038] 许多当前的无线车辆充电系统需要被充电的电动车辆静止，即停止在无线充电系统附近或上方，使得电动车辆保持存在于由无线充电系统生成的无线场内用于传输电荷。因此，当通过这种无线充电系统对电动车辆充电时，电动车辆不可以用于运输。能够跨越自由空间传输功率的动态无线充电系统可以克服静止无线充电站的一些缺陷。

[0039] 在具有包括沿着行进路径线性放置的多个基座垫的动态无线充电系统的道路上，电动车辆可以在行进在道路上时在多个基座垫附近行进。如果电动车辆希望在行进期间为其电池或能量源充电来为电动车辆供电，以扩展其范围或减少稍后充电的需要，则电动车辆可以请求动态无线充电系统激活沿着电动车辆的行进路径的基座垫。除了电动车辆的电动系统(例如，混合动力/电动车辆的辅助汽油发动机)之外，这种动态充电还可用于减少或消除对辅助或补充电机系统的需要。因此，需要沿着电动车辆的行进路径高效地且有效地激活基座垫的动态无线充电系统和方法。

[0040] 图4A示出了根据一个示例性实施例的在存在无线功率传输系统 400的情况下，具有至少一个车辆垫406的电动车辆405的示意图。如图4A所示，无线功率传输系统400的配电网络的各种组件安装在路面410下方、沿路面410安装或安装在路面410旁边。路面410 从图4A的左侧延伸到图4A的右侧，具有与路面410对齐的电动车辆405的行进方向。电动车辆405 可以包括类似于接收器108/208 (如前面结合图1和图2分别描述的) 的至少一个车辆垫406。

[0041] 在一些实施例中，车辆垫406可以包括偏振耦合系统(例如，双D线圈)、正交线圈系统、组合的双D正交线圈系统或利用任何其他类型或形状的线圈(例如，圆形、矩形或螺线管形)的任何其他系统。车辆垫406(次级线圈)可以与由初级线圈发射的磁场耦合以接收通量。在一些实施例中，可以选择车辆垫406(次级线圈)来补充初级线圈，以与尽可能多的磁场耦合来最大化所接收的通量。如果初级线圈产生偏振(即，水平)通量，则可以在耦合系统(例如，双D线圈或螺线管)中使用偏振类型的车辆垫406；备选地，如果初级线圈产生垂直通量，则可以使用圆形线圈或正交线圈。如果初级线圈产生水平通量和垂直通量的组合，则可以使用诸如DDQ 线圈的组合车辆垫406。“双D”可以指将两个D形线圈背靠背放置，使得线圈

的整体形状是圆形的。与仅使用两个线圈相反,正交线圈可以在各种几何形状中使用四个线圈。动态无线充电系统400 还可以包括安装在路面410中、路面410上、路面410旁边或与路面410齐平的多个基座垫415a-415r。基座垫415a-415r中的每一个可以被配置为生成无线场(参见图2的无线场205),用于在激活时经由至少一个车辆垫406向电动车辆405无线地传输功率。多个开关420a-420r中的每一个可以被配置为经由多个配电电路421a-421f 中的一个将基座垫415a-415r中的相应一个可操作地连接到多个局部控制器425a-425f中的一个。局部控制器425a-425f可以被配置为经由交流(AC) 功率干线430从电源/逆变器435无线地接收功率,并且控制经由开关420a-420r传输到多个基座垫415a-415r中的一个或多个的功率量。如本文所使用的,为了简单起见,具有多次重复的组件(例如,基座垫415a-415r)可以统称为单个数字。例如:基座垫415、开关420、配电电路421和局部控制器425。

[0042] 电源/逆变器435可以从功率源440接收其功率。功率源440和/ 或电源/逆变器435可以被配置为基于供电的基座耦合器415的数目、局部控制器425的数目和/或待充电的电动车辆405的数目和类型来传输功率。功率源440和电源/逆变器435可以由基座垫415 利用的频率(备选地,以一些更高或更低的频率) 提供电流。AC功率干线430可以包括配送高频(HF) 功率的环形导体,并且可以能够使彼此靠近的基座垫415和/或局部控制器425同步到单个相位。因此,AC功率干线430可以被认为是也配送功率的相位基准。

[0043] 动态无线充电系统400还可以包括配电控制器445。配电控制器 445可以可操作地连接到电源/逆变器435和局部控制器425a-425f。配电控制器445可以被配置为提供在局部控制器425a-425f之间的功率控制的全局协调。基座垫415、开关420和局部控制器425可以被分组在一系列单独的基座阵列网络(BAN) 模块450a-450c中。例如,BAN模块450a-450c中的每一个可以包括六个基座垫415和两个局部控制器425,但是在其他实施例中可以使用用于BAN模块的基座垫和局部控制器的其他布置和数目。BAN模块450的相应组件被加阴影以指示相应的公共电流路径。

[0044] 当电动车辆405沿着路面410行进时,配电控制器445可以与电动车辆405、电源/逆变器435和局部控制器425a-425f中的一个或多个通信,以协调基座垫415a-415r中的特定基座垫的激活或去激活。例如,配电控制器445可以命令电源/逆变器435生成电流并将电流配送给AC功率干线430。AC功率干线430可以利用分布式电流经由“双耦变压器”(例如,“双耦单元”)向局部控制器425a- 425f无线地供应功率,“双耦变压器”的功能将在下文结合图5至图8更详细地描述。

[0045] 局部控制器425a-425f可以从AC功率干线430接收功率,并且向基座垫415a-415r 中的一个或多个提供调节的电流量。在一些实施例中,每个BAN模块450中的局部控制器425 可以包括能够彼此独立控制的单独控制单元。备选地,每个BAN模块450的局部控制器 425 可以包括单个、共享控制单元或处理器。基座垫415a-415r可以根据经由相应的开关420a-420r从局部控制器425a-425f接收的电流来生成无线场,并且可以耦合到至少一个车辆垫406,以将功率无线地传输到电动车辆405。

[0046] 取决于特定实施例,基座垫415的激活的控制可以在配电控制器445和局部控制器425a-425f之间以不同的程度共享。例如,在一些实施例中,配电控制器445可以协调基座垫415a-415r的激活和去激活,并且可以协调多个BAN模块450a-450c之间的任何通信或动作。在一些其他实施例中,配电控制器445可简单地协调BAN模块 450a-450c或局部控制器

425a-425f之间的通信,而局部控制器425a-425f可以控制基座垫激活和排序。在其他实施例中,配电控制器445可以激活特定BAN模块450a-450c,但将基座垫激活的定时留给关联局部控制器425a-425f。在又一些其他实施例中,配电控制器445可以仅向局部控制器425a-425f通信非关键信息,并且不提供基座垫激活信息。

[0047] 由配电控制器445进行的较高级协调与局部控制器425a-425f处的更局部化的电流分布和调节组合,可以经由局部控制器425a-425f 创建具有去中心化控制的响应更快的动态无线充电系统400。这可以允许局部控制器425a-425f独立于配电控制器445控制电流流动,并且允许阻抗匹配和无功电压/安培数(VAr)负载的局部控制。这种局部控制可以提供减小的VAr负载补偿响应时间,因为指令仅需要来自局部控制器425a-425f而不是来自配电控制器445。

[0048] 配电控制器445还可获得关于电动车辆405的速度的信息,用于控制基座垫415a-415r中特定的基座耦合器的激活。配电控制器445可以从电动车辆405或从各种传感器或基座垫415a-415r的负载分析获得该信息。在其他实施例中,BAN模块450a-450c中的每一个可以感测电动车辆405的存在,并且根据检测到的电动车辆405的存在或位置自主地并且选择性地激活适当的基座垫415a-415r。在其他实施例中,BAN模块450a-450c可以接收包括关于电动车辆405速度和/或位置的信息或来自相邻BAN模块450的激活命令的信号。接收的信号可以直接或经由配电控制器445来自相邻BAN模块450(例如,对应的局部控制器425)。

[0049] 当相应的局部控制器425从配电控制器445接收到信号以激活特定的基座垫415时,相应的局部控制器425可以激活与特定的基座垫415相对应的开关420。当车辆405沿行进方向继续时,局部控制器425a-425f可以接收来自配电控制器445的命令,以基于车辆垫406的位置将特定的基座垫415a-415r激活或去激活。局部控制器425a-425f还可以控制或调节来自AC功率干线430的电流。

[0050] 如所描绘的,来自连续的局部控制器425的基座垫415可以是交错的或交织的,使得单个局部控制器425可以向交替的基座垫415提供功率。因此,当两个局部控制器425在同一BAN模块450内时,来自第一局部控制器425的基座垫415可以与由第二局部控制器425控制的基座垫415邻近地交错。因此,交替的基座垫415可以由不同的局部控制器425供电,并且一个局部控制器不需要同时为两个基座垫415供电。附加地,防止单个局部控制器425向连续的基座垫415提供电流可以降低单个组件的额定功率要求,因为每个组件仅需要能够在给定时间处理单个基座垫415电流负载。

[0051] 具有不平衡无功功率负载的无线功率传输系统可以能够比在功率源(例如,AC功率干线430)和负载或接收器(例如,基座垫415)之间具有平衡无功功率负载的系统传输更少的功率。例如,不平衡无功功率可以导致热损失、源和汇之间的电压差以及电压稳定性的降低等。因此,在一些实施例中,局部控制器425a-425f可以各自包括调谐电路或网络以调谐可用于当前激活的基座垫415的电流,从而调谐功率。这样的调谐电路可以允许维持在设计的功率调谐值的小范围(例如,+/-5%)内的无线充电系统400的最佳的或者平衡的VAr。

[0052] 在示例性动态无线充电系统中,可以存在影响电源调谐网络的多个因素。某些系统可能遭受调谐电容器老化。随着电容器老化,组件的电容特性可以减小。在一个实施例中,AC功率干线430可以在长度上变化,影响系统的总体VAr负载。在一个实施例中,各种车

辆调谐拓扑可以以不同方式影响AC功率干线430VAr负载,从而(例如,基于车辆充电系统设计)将不同量的无功功率负载反射回AC功率干线430。

[0053] 在一个实施例中,调谐电路或网络可以被配置为仅使一个基座垫415激活而运行。在另一个实施例中,调谐电路或网络可以被配置为使多个基座垫415被激活或被应用于一个或多个BAN模块 450a-450c而运行。在又一个实施例中,调谐电路或网络可以被配置为使单个基座垫415或多个基座垫415被激活并从相应的局部控制器425接收电流来运行。

[0054] 图4B示出了BAN模块450和包括BAN模块450的组件的示意图。图4B将BAN模块450a(图4A)描绘为包括基座垫415a- 415f、多个开关420a-420f以及多个局部控制器425a和425b(如图 4所示)的可以包括在单个外壳中的模块化设备。如所描绘的,局部控制器425a可以可操作地连接到配电电路421a,配电电路421a连接到通向基座垫415a、415c和415e的开关420a、420c和420e。类似地,局部控制器425b可以依次连接到配电电路421b、开关420b、420d和420f以及基座垫415b、415d和415f。如图所示, BAN模块450的相应组件被加阴影以指示公共功率配送路径。基座垫415以这样的方式布置,使得来自相邻局部控制器425的基座垫 415在其布局中交替布置在BAN模块450中。例如,可以经由开关 420a、420c和420e分别连接到局部控制器425a的基座垫415a、415c和415e可以分别以与基座垫415b、415d和415f交错的方式安装在BAN模块450内,基座垫415b、415d和415f可以分别经由开关420b、420d和420f连接到局部控制器425b。因此,以电动车辆 405行进的顺序安装的基座垫415的图案可以是415a、415b、415c、415d、415e和415f。

[0055] 如上所述,开关420a-420f可用于选择性地将基座垫415a-415f 分别耦合到相应的配电电路421。选择性耦合可以响应于从局部控制器425a或425b中的一个或从配电控制器445接收的信号。当被耦合时,基座垫415可以能够经由配电电路421从局部控制器425接收电流。在一个实施例中,(图4A的)局部控制器425a-425f可以控制到基座垫415a-415r的电流流动,并且可以控制通过基座垫 415a-415r的电流流动的方向。在另一个实施例中,开关420a-420r、配电电路421或基座垫415a-415r本身可以控制通过基座垫415a- 415r的电流流动的方向。通过基座垫415的电流流动方向的控制可以提供用于最小化同时激活的基座垫415和相邻基座垫415之间的互耦合和交叉耦合。如上所讨论的通过配电电路421、局部控制器 425或开关420的电流控制可以包括控制发送到基座垫415的电流的幅度或电流的相位中的至少一个。由配电电路421、局部控制器425 或开关420进行的这种控制可以提供用于操纵由基座垫415生成的无线场。在一些实施例中,通过所连接的基座垫415的电流流动的相位可以被限制为零度或180度中的一个。在一些其他实施例中,电流流动的相位可以是在0度和360度之间的任何值。在操作中, BAN模块450可以作为动态无线充电系统400的子树网络操作。BAN模块450可以用作自给自足 (self-contained) 单元,其中其内部组件可以被协调和预组装和连接,使得BAN模块450被设计为在有限距离上配送和控制电流分布。如所描述的,在内部存在两个局部控制器425a和425b、两个配电电路421a和421b、开关420a-420f 以及基座垫415a-415f。

[0056] 图5描绘了根据本公开的无线功率传输系统的框图。图5示出了无线功率传输系统500,其包括(图4A和图4B的)干线430和一系列谐振和控制网络(“网络”)505a-505n。系统500类似于系统400操作。示出了三个网络505,然而,在干线430中描绘的中断 508指示可以与可以在系统400中利用一系列BAN模块450相同的方式来实现任何数量的网络505。每个

网络505可以类似于如上关于BAN模块450所描述的局部控制器425、配电电路421和开关420进行操作。因此，网络505可以完成开关420的开关功能，并且提供用于基座垫515(示出为对应于网络505的基座垫515a到基座垫515n)的适当运作的电流。基座垫515可以基本上类似于上述基座垫415，然而这里示出的基座垫515可以表示根据先前图4A和图4B的多个基座垫415。

[0057] 在路面应用中，诸如图4A所示的路面应用，多个双耦变压器502将功率从干线430传输到每个基座垫415。如本文所使用的“双耦”通常涉及存在与每个双耦变压器相关联的两个无线耦合的概念：在干线430和双耦变压器之间的第一耦合，以及在车辆垫415和车辆垫406之间的第二耦合，因此为“双耦”。如图4A，干线430向双耦变压器502的第一线圈或多个线圈提供感应功率，双耦变压器502然后经由局部控制器425、配电电路421和开关420的网络，将电流提供给一个或多个基座垫415，继而耦合到车辆垫406。

[0058] 在一些实施例中，每个双耦变压器502可以包括被配置为与干线430无线耦合并接收无线功率的至少一个线圈(例如，变压器)。双耦变压器502然后可以经由网络505将电流和功率供应到(多个)基座垫515。如上所述，BAN模块450可以各自包括六个基座垫415。为了简单起见，图5所示的双耦变压器502被描述为可操作地耦合到单个基座垫415，然而每个BAN模块450还可以包括两个或多个双耦变压器，例如向三个基座垫415中的每一个提供功率。每个双耦变压器502可以包括围绕芯的一系列绕组，芯包括铁磁材料(下面结合图6A和图6B示出)。芯可以包括铁氧体或其他铁磁材料。双耦变压器502可以类似于变压器进行操作，经由类似于无线场105的无线场(未示出)从干线430接收无线功率。然后，在双耦变压器502处接收的无线功率可以通过网络505被传输并且最终到达基座垫515。

[0059] 图6A描绘了平衡控制开关系统600的一个示例。系统600可以类似于局部控制器425、开关421和基座垫415进行操作。系统600可以包括靠近干线430的芯610。芯610可以包括铁氧体芯或其他合适的铁磁材料。芯610可以具有至少一系列的绕组，绕组包括围绕芯610的线圈612，芯610被配置为与由干线430产生的无线场605无线地耦合。无线场605可以是类似于无线场105(图1)和无线场205(图3)的磁(电磁)场。在图6A中，芯610被示出为部分地围绕干线430，然而这不应被认为是限制性的。芯610可以被布置在允许不围绕干线430的无线耦合的其他配置(例如，芯610邻近干线430或在干线430旁边的配置)中。系统600可以被并入到BAN模块450中，提供用于将无线功率从干线430传输到基座垫415的电路和逻辑。

[0060] 系统600还可以包括谐振和控制网络(网络)602，谐振和控制网络(网络)602可操作地耦合到线圈612并且被配置为选择性地将电流提供到至少一个基座垫615。线圈612可以包括用于双耦变压器602(类似于图5的双耦变压器502)的功率线圈。双耦变压器602可以产生由谐振和控制网络604使用的电流，谐振和控制网络604又可以将电流选择性地提供给一系列基座垫615。基座垫615可以类似于基座垫415和基座垫515进行操作，从网络604接收电流并向诸如车辆405的无线功率接收器提供无线功率。网络604可以与网络505类似地操作，并且提供图4的开关420、配电电路421和局部控制器425的功能。

[0061] 如上所述，在干线430附近存在铁氧体芯610可以增加总电感(阻抗)并影响在干线430和/或电源/逆变器435处测量的VAr负载。不论在线圈612中感应的电流是否由网络604使用，芯610表示对干线430的感应负载。因此，在一些实施例中，可以在系统600内包括

附加的电感器或电容器,以补偿VAr负载中的变化。在一些实施例中,这可以被称为补偿电路。电感器和电容器可以与感应负载串联或并联使用,以增加或减少在电源/逆变器435处测量的VAr 负载。然而,这种有源补偿电路通常需要增加单独的电子部件,从而增加系统的成本和复杂性。然而,系统600可以不需要在用于 VAr负载补偿的有源补偿电路中的这种附加组件。

[0062] 系统600还可以包括多个控制开关620,这里示出为控制开关 620a和控制开关 620b。控制开关620可以可操作地将双耦变压器 602的线圈612连接到网络604。开关620中每一个的位置可以用于调整干线430上的系统600的阻抗,从而补偿VAr负载。

[0063] 在一个实施例中,可以考虑三个主要开关状态。在第一供电状态下,开关620a闭合,并且开关620b断开。这种供电的开关状态完成了用于在双耦变压器602中感应的电流的电路,该电路允许电流流动并且向网络604传送或提供功率,并且继而向基座垫615传送或提供功率。

[0064] 在第二开路开关状态中,开关620a和开关620b均断开。该开路状态断开电路,从电路移除功率并消除到网络604和基座垫615 的电流流动。在断开状态下,系统600保持干线 430上的感应负载 (例如,阻抗),增加VAr负载。

[0065] 在第三短路开关状态中,开关620b闭合,使芯610周围的线圈 612短路。然后,短路开关状态几乎排除了系统600作为干线430上的感应负载,将阻抗减小到可忽略的值。通过使铁氧体芯610周围的双耦变压器602的线圈612短路,芯610的存在变得对干线430 几乎不可见。

[0066] 因此,如上所述,在不增加附加电路的情况下,提供三种状态 (供电、断开、短路)的控制开关620的并入可以用作使用现有组件(例如,系统600)的感应负载补偿系统。在一个实施例中, BAN模块450内的无源双耦变压器502、602因此可以用于调谐系统400的总体 VAr负载。

[0067] 图6B描绘了具有根据本公开的斜坡控制开关的平衡控制开关系统650。在一些实施例中,系统650可以在BAN模块450内操作,在干线430和基座垫415之间提供开关控制。平衡控制开关系统650 可以基本上类似于平衡控制开关系统600,然而,系统650包括附加的功率流斜坡控制器(斜坡控制器)660。在一个实施例中,斜坡控制器660包括具有围绕芯610的绕组的控制线圈662。斜坡控制器 660还可以包括可操作地连接到线圈662的控制开关 664。在一个实施例中,斜坡控制器660可以邻近双耦变压器602,然而线圈612和线圈662可以被电隔离。类似于线圈612,线圈662可以位于无线场 605内,因此线圈662可以与线圈612同时无线地耦合到干线430。

[0068] 在一个实施例中,系统600(图6A)的双耦变压器602可以支持如上面关于图4A所述的高电压(例如,1kV-4kV)。在这样的环境中,当线圈612仅使用开关620b短路时,谐振和控制网络604可能暴露于非常高的瞬变电压。非常高的瞬变电压可以负面影响地影响所连接的(例如,谐振和控制网络604、开关620等的)电子组件,并且在一些实施例中可以导致组件故障。有利地,在图6B所示的实施例中,开关664可以闭合,将芯610周围的线圈662短路提供了线圈612中感应的电流的分流。在一个实施例中,短路的线圈662(以及分流)可以减少线圈612 内(通过干线430)感应的电流量,允许谐振和控制网络604在没有相关联的高瞬变电压的情况下,使开关 620b短路。

[0069] 图6C示出了描绘图6B的组件之间的电关系的示意图670。如图所示，干线430在图6C的左侧描绘，具有耦合到双耦变压器672的电感“ $L_b$ ”。双耦变压器672可以类似于上述的双耦变压器502、602。双耦变压器672由电感负载“ $L_k$ ”（例如，电感负载）和调谐电容器“ $C_k$ ”表示。调谐电容器“ $C_k$ ”可以实现为用于双耦变压器672处的负载补偿。基座垫415（图4）可以由感应负载“ $L_1$ ”和相关联的调谐电容器或电容性负载“ $C_1$ ”表示。 $L_1$ 可以表示至少一个基座垫415。在至少一个实施例中， $L_1$ 可以表示三个或更多基座垫415。

[0070] 图6C还描绘了也耦合到干线430的斜坡控制器660（图6B）。如图所示，感应负载“ $L_{ctrl}$ ”可以表示（图6B的）控制线圈662。控制线圈 $L_{ctrl}$ 可以可操作地与二极管676并联耦合，并且还可操作地串联耦合到包括感应负载“ $L_{dc}$ ”和电容性负载“ $C_{dc}$ ”的负载。类似于开关662（图6B）的控制开关674可以跨越两个感应负载 $L_{ctrl}$ 和 $L_{dc}$ 放置，以实现结合图6B所讨论的分流电流。因此，当开关674闭合时，感应负载 $L_k$ 中的感应电流减小到可管理的水平。

[0071] 图7描绘了示出根据本公开并结合上述实施例的无功功率（VAr）负载变化的图形700。图形700的X轴描述时间（t），图形700的Y轴描绘在电源/逆变器435处测量的有效干线430轨道电感（亨利（H））。在负值线704和正值线706之间描绘理想调谐线702。在一个实施例中，理想VAr负载可以在理想调谐线702的负百分之五（-5%）之间变化。负百分之五由负值线704指示，正百分之五（+5%）由正值线706指示。理想调谐线702还可以表示平衡的VAr负载或电抗。这种平衡通常可以被认为是由干线430（图4A）产生的无功功率等于干线430上的负载消耗的无功功率的条件。作为非限制性示例，干线430上的负载可以包括如图4A所示的一系列BAN模块450和车辆405。在某些实施例中，负载还可以包括结合图4B到图6C描述的系统400、500、600、650的某些方面。应当理解，可以基于系统架构和其他功率相关因素来调整+/-5%，并且+/-5%仅作为示例提供。

[0072] 如图所示，当有效干线轨道电感在点A处下降到低于理想调谐值（例如，到负5%）时，则谐振和控制网络604（图6A、图6B）可以断开无源双耦变压器602上的开关620，增加在电源/逆变器435处测量的有效感应负载。在一个实施例中，当感应负载在点B处进一步增加时，谐振和控制网络604可以断开第二无源双耦变压器602上开关620（开路），进一步增加感应负载。当感应负载在点C处进一步增加时，谐振和控制网络604可以使无源双耦变压器602短路，这可以将双耦变压器602在干线430处的有效感应负载减小到几乎可忽略的值。因此，如由相应的局部控制器425（图4）所命令的，谐振和控制网络604可以用于通过将被包括在系统400（图4A）中的BAN模块450阵列内的多个双耦变压器602中的一个开路或短路，来补偿VAr负载中的变化。

[0073] 图8是描绘根据本公开的一种方法的流程图。图8示出了方法800，方法800描述在使用无源电子组件的动态无线充电系统中的无功功率（VAr）补偿的方法。特别地，方法800描述了在示例性系统400内使用一个或多个无源双耦变压器602以增加或减少在电源/逆变器435处测量的感应负载，以维持干线430和基座垫415（图4A）之间的最大功率传输。通过将双耦变压器602（图6）中的一个或多个线圈开路或短路，在电源/逆变器435处测量的有效电感可以在分立的步骤中被补偿或以其他方式调整到期望的电平。

[0074] 方法800开始于框805，其中局部控制器425（图4）可以从配电控制器415（图4A）接收指令。指令可以包括指示在一个或多个基座垫415（图4A）附近的电动车辆405（图4A）的存在。指令还可以包括激活所连接的双耦变压器602和/或基座垫415中的一个或多个的命令。

配电控制器可以向一个或多个局部控制器提供指令以激活一个或多个基座垫415，以便向电动车辆405提供无线功率。指令还可以指示特定序列，在该特定序列中，基座垫415将被激活和去激活。

[0075] 在框810处，局部控制器425可以确定在系统400的无线充电操作期间，有源和无源双耦变压器602的总数目。该确定可以包括监测连接到局部控制器425的有源和无源基座垫415的数目。该确定可以包括监测连接到局部控制器425的有源和无源双耦变压器602的数目。该确定可以包括从相邻的局部控制器425或BAN模块450接收指示，其指示整个系统400中活跃的有源和无源基座垫415的总数目或有源和无源双耦变压器602的总数目。

[0076] 在框815处，局部控制器可以确定电源的无功功率负载。该确定可以包括在单个BAN模块450(局部控制器425是其一部分)中确定无功功率负载的值。在框815处的确定还可以包括从相邻BAN模块450接收在相邻BAN模块450中的无功功率负载的指示。例如，在存在车辆405的情况下，BAN模块450b(图4A)可以向BAN模块450a提供其无功功率负载的指示，使得局部控制器425a、425b可以激活相关联的开关420a-420f。在框815处的确定还可以包括来自配电控制器445的在电源/逆变器435处的无功功率负载的指示。

[0077] 在框820处，局部控制器425可以响应于无功功率负载进一步选择性地激活控制开关420、620。在一个实施例中，局部控制器425可以激活控制开关620以断开电路(例如，图6A的开路状态)并且从谐振和控制网络604移除电流。在一个实施例中，局部控制器425可以激活控制开关620以短路(例如，图6A的第三短路状态)以使围绕芯610的线圈612(图6A、图6B)短路。控制开关620的开路、短路和供电状态可以响应于电源/逆变器435的无功功率负载而被选择性地激活。局部控制器425可以响应于来自配电控制器445的指示和框810中的有源和无源双耦变压器的数目的确定，自主地选择开关620的状态。

[0078] 在框825中，局部控制器425可以发射指示有源和无源双耦变压器602的数目的消息。在一个实施例中，消息还可以指示开关620位置。在一个实施例中，消息可以作为反馈信号被发射到配电控制器445。在一个实施例中，消息可以被发射到相邻的BAN模块450或其中的局部控制器425中的一个。这些消息可以向相邻的局部控制器425提供反馈信号或高级警告，以期望无功功率负载中的变化。这样的消息可以增加无功功率负载补偿的有效性。

[0079] 上述方法的各种操作可以由能够执行操作的任何合适的装置(例如，各种硬件和/或软件组件、电路和/或模块)来执行。通常，图中所示的任何操作可以由能够执行操作的相应功能装置来执行。

[0080] 可以使用任何各种各样的不同科技或技术来表示信息和信号。例如，贯穿以上描述可以参考的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子、或其任何组合来表示。

[0081] 结合本文中所公开的实施例而描述的各种示例性逻辑块、模块、电路和算法步骤可以被实现为电子硬件、计算机软件或其组合。为了清楚地图示硬件和软件的这种可互换性，上面已经在其功能方面整体地描述了各种示例性组件、块、模块、电路和步骤。这种功能是实现为硬件还是软件取决于特定应用和施加在整个系统上的设计约束。所描述的功能可以针对每个特定应用以变化的方式实现，但是这样的实施例决策不应被解释为导致脱离本发明的实施例的范围。

[0082] 结合本文所公开的实施例描述的各种示例性框、模块和电路可以使用通用处理

器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其他可编程逻辑器件、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或被设计来执行本文所描述的功能的其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器，但是备选地，处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合，例如 DSP 和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器结合 DSP 内核或任何其他这样的配置。

[0083] 结合本文所公开的实施例描述的方法或算法和功能的步骤可以在为硬件、由处理器执行的软件模块或两者的组合中直接体现。如果在软件中实现，则这些功能可以作为一个或多个指令或代码存储在有形的、非瞬态计算机可读介质上或者在有形的、非瞬态计算机可读介质上传输。软件模块可以驻留在随机存取存储器 (RAM)、闪存、只读存储器 (ROM)、电可编程 ROM (EPROM)、电可擦除可编程 ROM (EEPROM)、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或本领域已知的任何其他形式的存储介质中。存储介质被耦合到处理器，使得处理器可以从存储介质读取信息和向存储介质写入信息。备选地，存储介质可以集成到处理器。如本文所使用的磁盘和光盘包括压缩光盘 (CD)、激光光盘、光盘、数字通用光盘 (DVD)、软盘和蓝光光盘，其中磁盘通常磁性地再现数据，而光盘使用激光光学地再现数据。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的范围内。处理器和存储介质可以驻留在 ASIC 中。ASIC 可以驻留在用户终端中。备选地，处理器和存储介质可以作为离散组件驻留在用户终端中。

[0084] 为了总结本公开的目的，本文已描述了某些方面、优点和新颖特征。应当理解，根据本发明的任何特定实施例不一定可以实现所有这些优点。因此，可以以实现或优化如本文教导的一个优点或一组优点的方式来体现或实施本发明，而不必实现本文可能教导或建议的其他优点。

[0085] 上述实施例的各种修改将是显而易见的，并且在不脱离本发明的精神或范围的情况下，本文定义的一般原理可以应用于其他实施例。因此，本发明不旨在限于本文所示的实施例，而是符合与本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

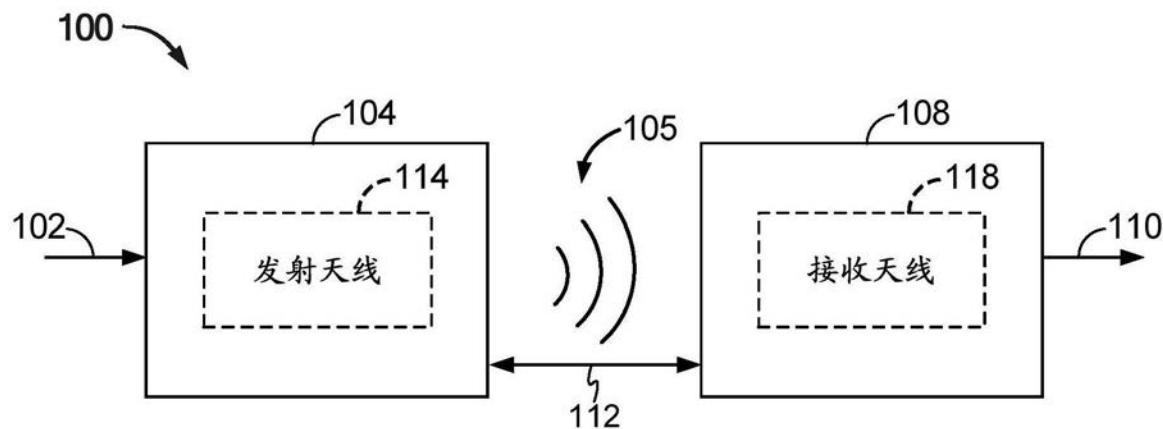


图1

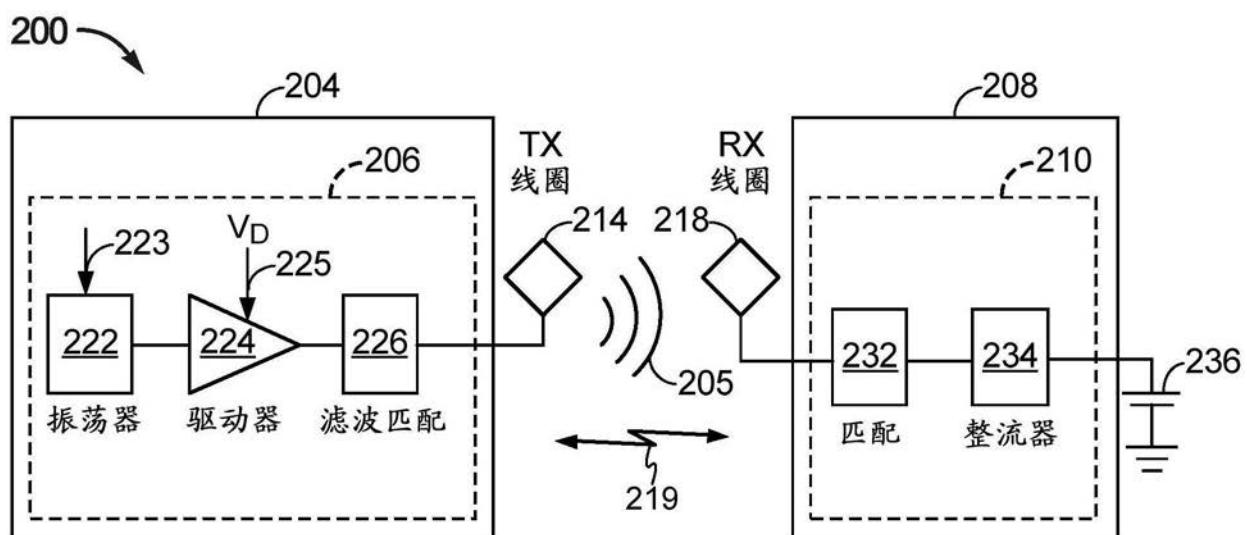


图2

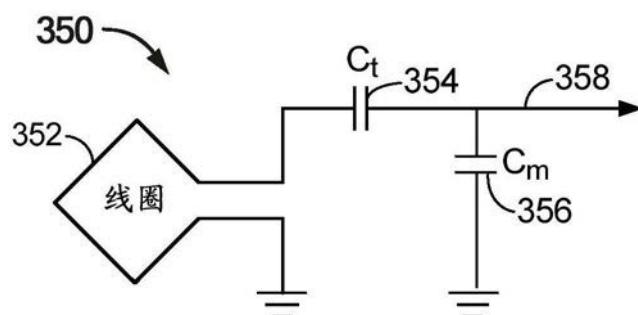


图3

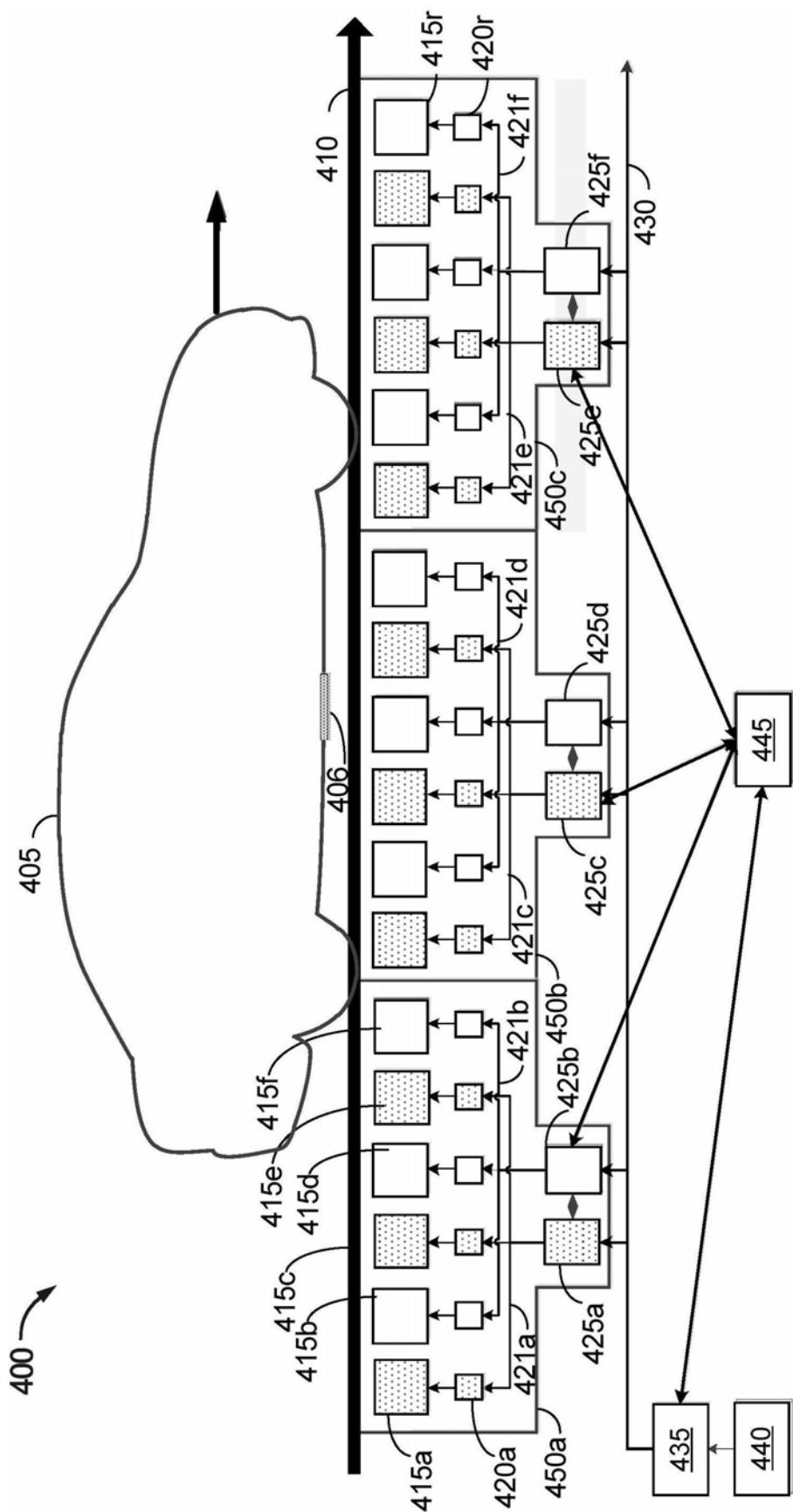


图4A

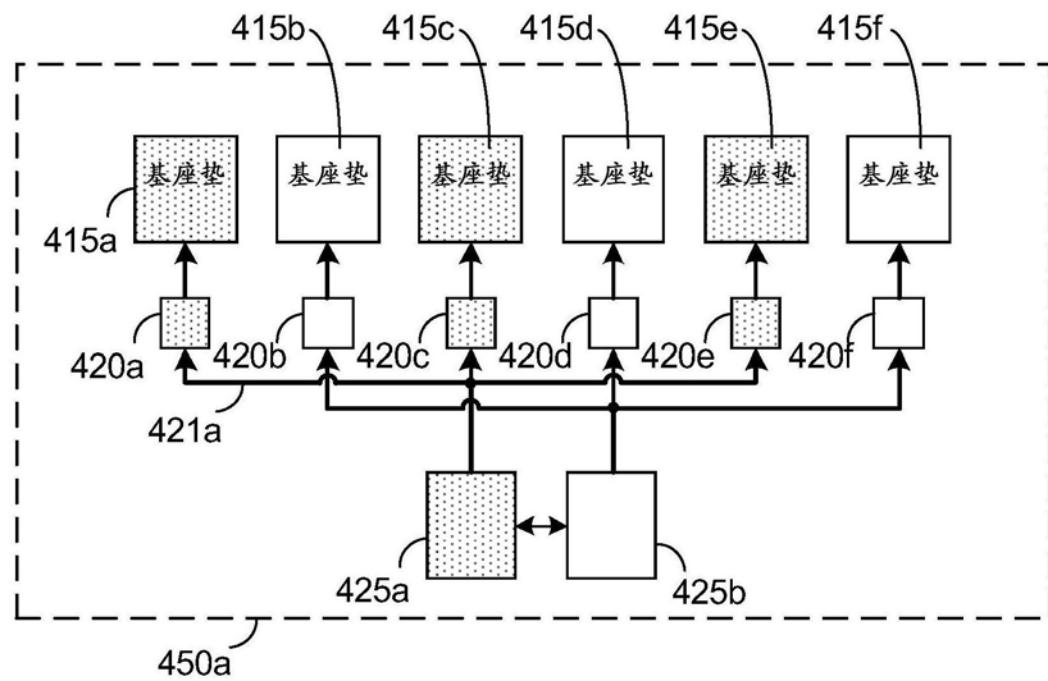


图4B

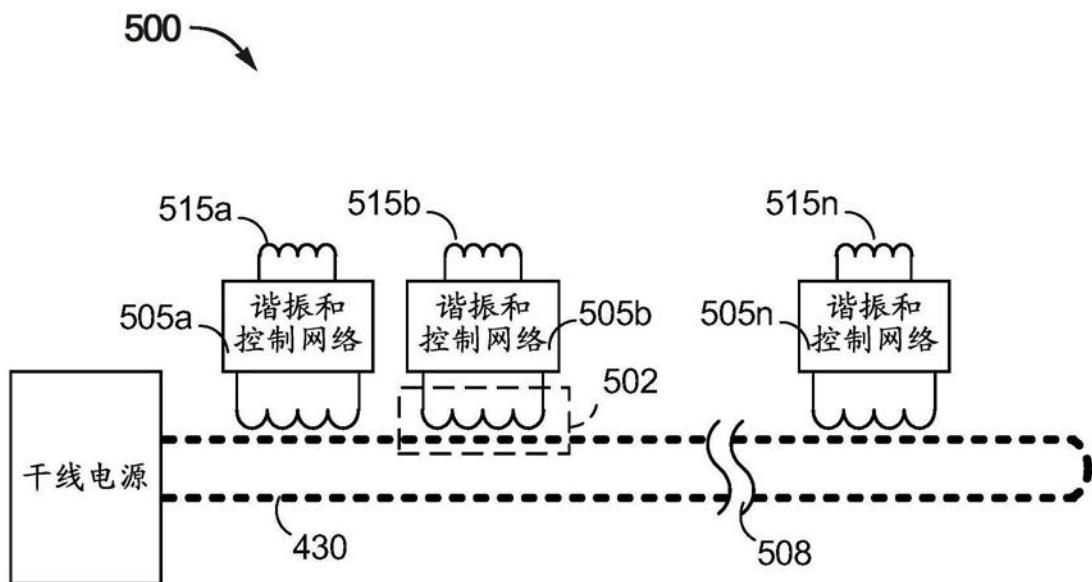


图5

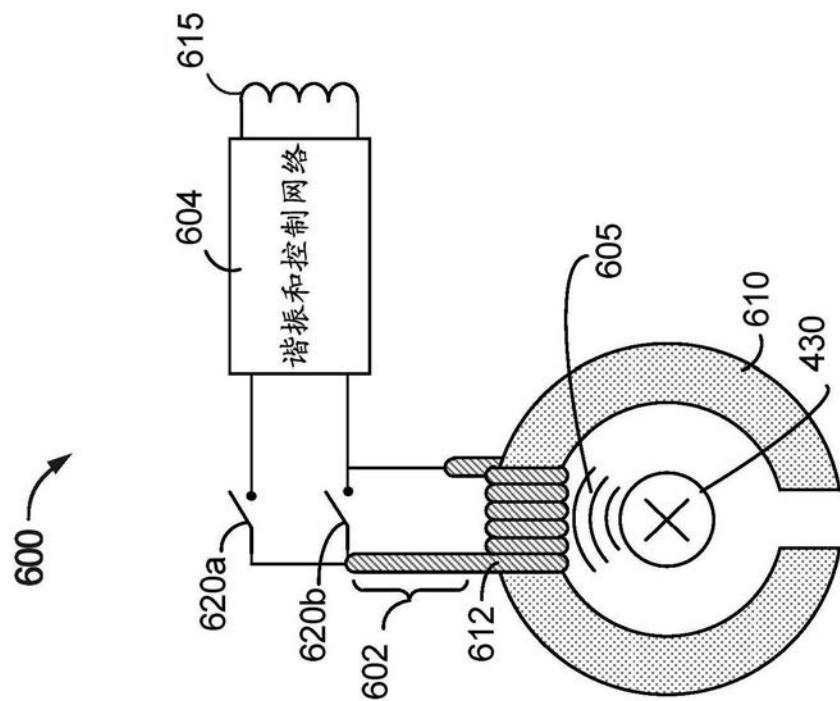


图6A

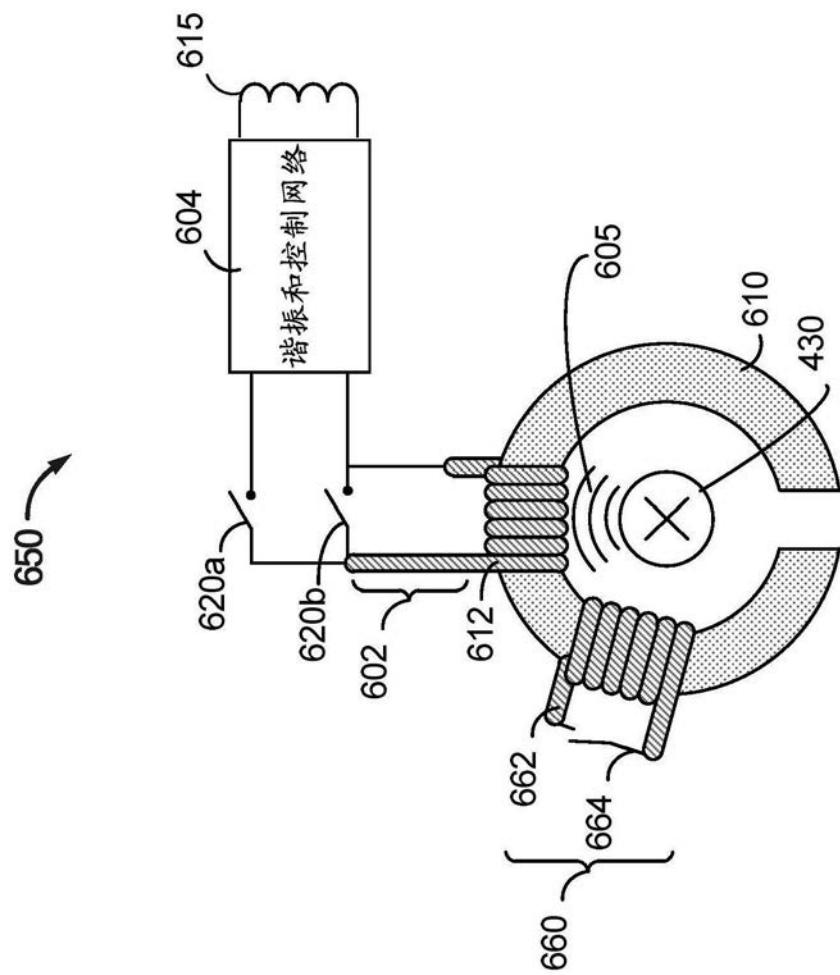


图6B

670 ↗

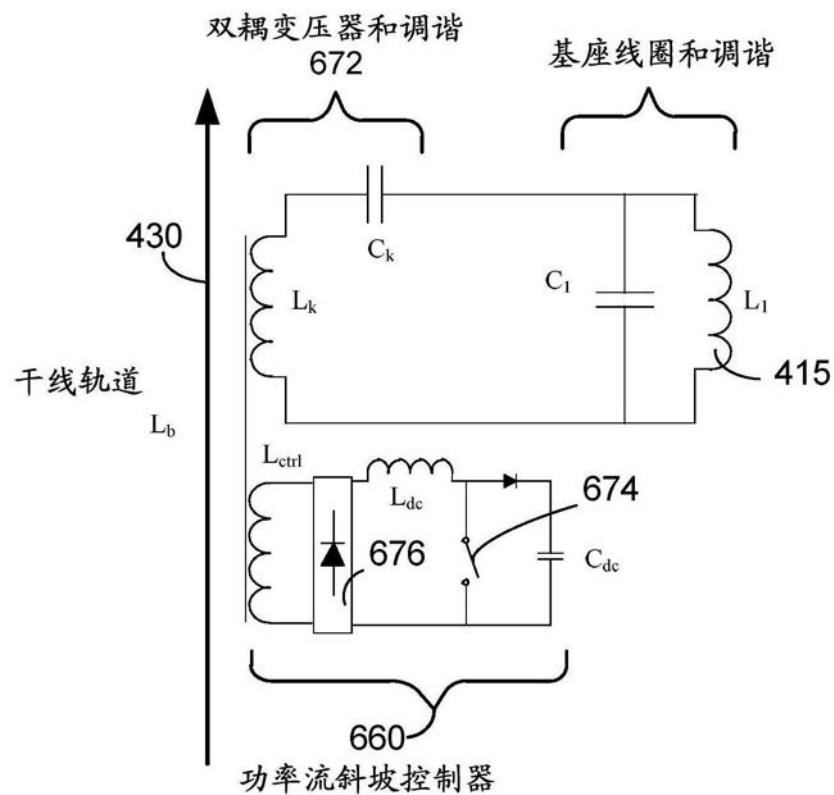


图6C

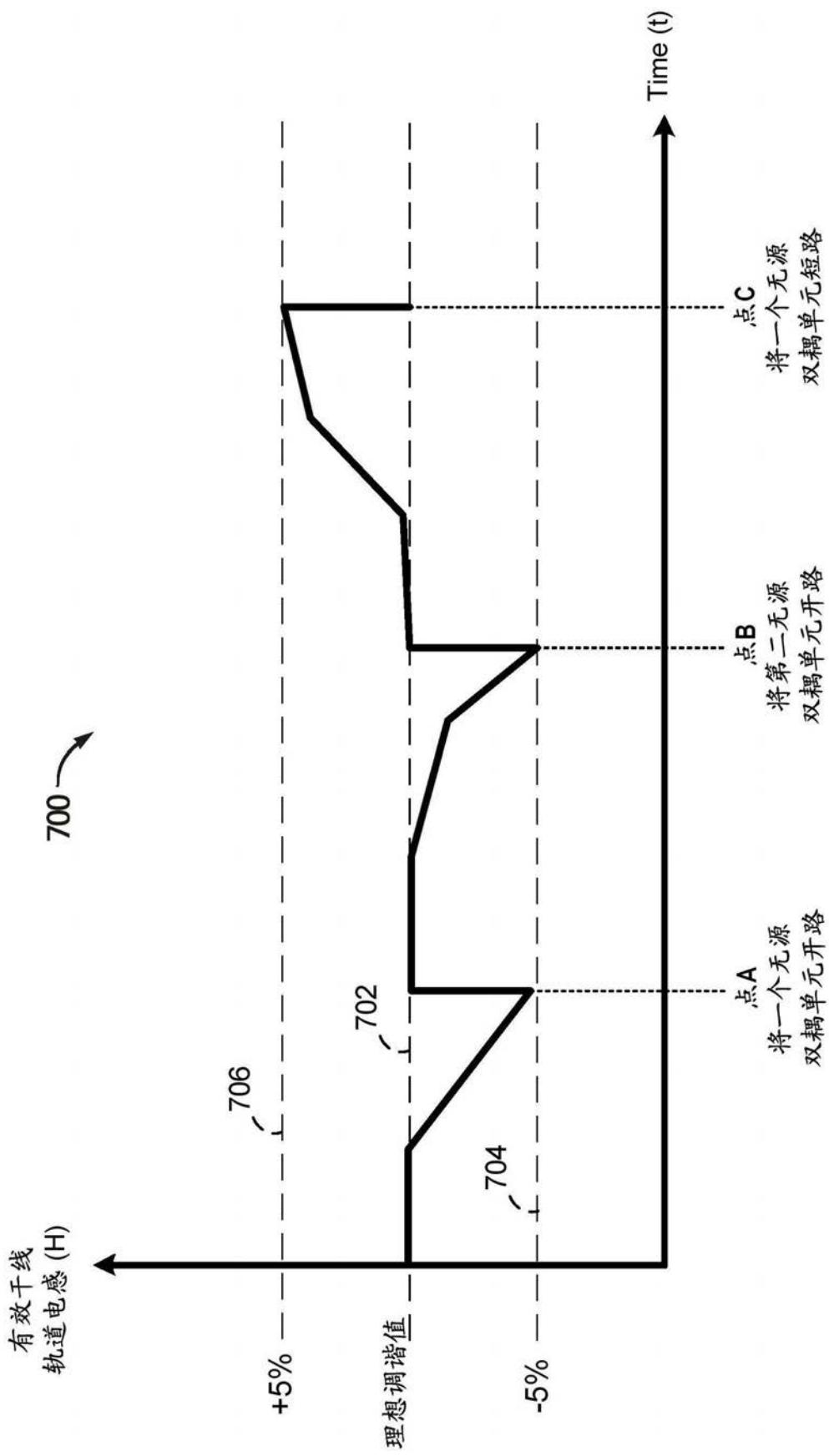


图7

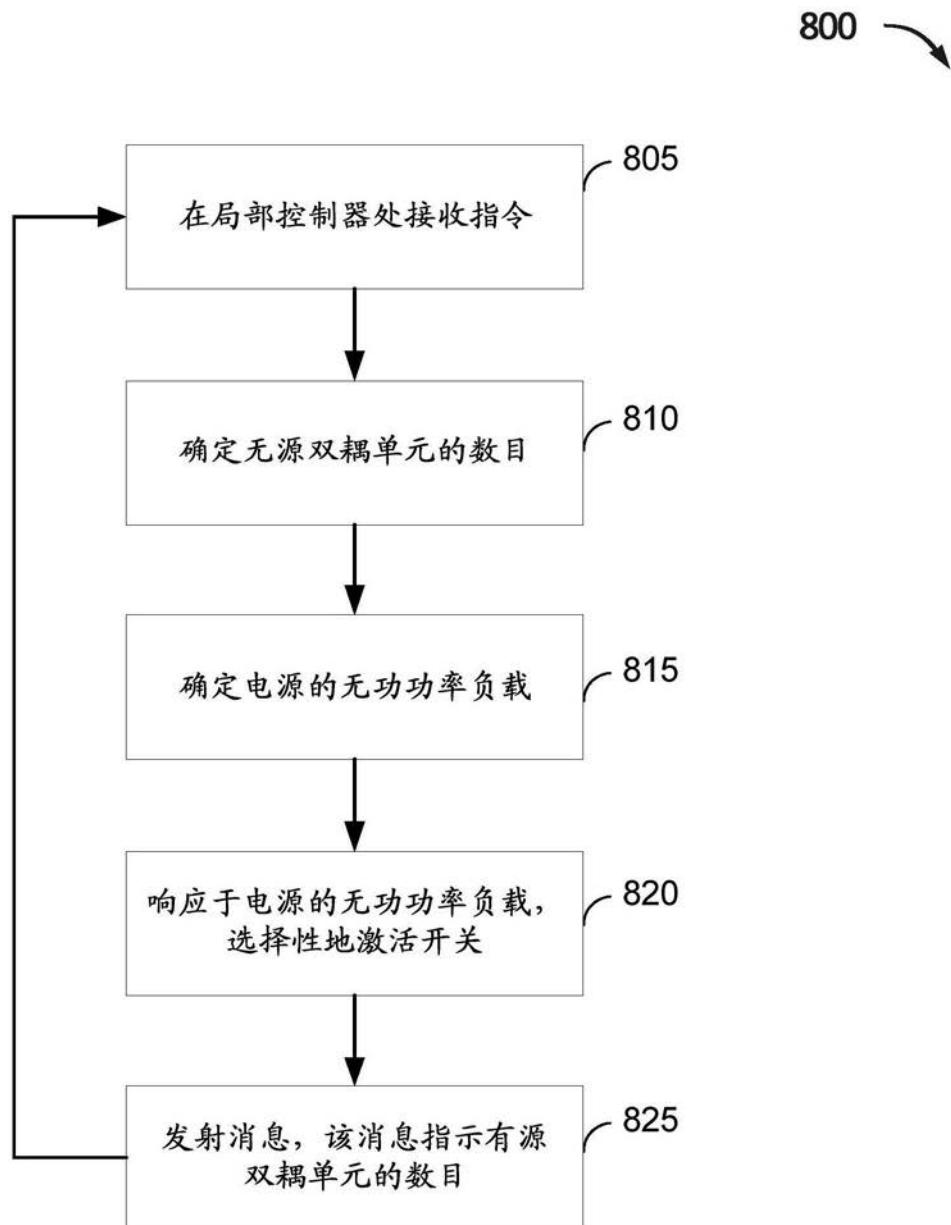


图8