

1. 一种用于无线电力接收器装置的电路,所述电路包括:

电感元件,其经配置以从与无线电力发射器装置相关联的磁场接收无线电力,所接收的无线电力在所述电感元件中感应交流电;

输出接口电路,其电耦合到所述电感元件且经配置以将电流提供到负载从而造成跨所述负载的电压;以及

控制器,其经配置以在跨所述负载的所述电压变化时通过维持所述电感元件中的所述交流电的幅值大体上恒定来维持所述无线电力发射器装置的电流的幅值大体上恒定。

2. 根据权利要求1所述的电路,其进一步包括经配置以检测跨所述负载的所述电压的电压检测器,其中,所述控制器经配置以基于所检测的电压将所述负载与所述输出接口电路隔离,以从所述电感元件去耦跨所述负载的电压的变化。

3. 根据权利要求1或2所述的电路,其进一步包括电耦合在所述电感元件与所述输出接口电路之间的至少一个切换元件。

4. 根据权利要求2所述的电路,其中所述控制器经配置以在跨所述负载的所述电压变化时维持跨所述电感元件的电压大体上恒定。

5. 根据权利要求1或2所述的电路,其中所述输出接口电路包括:

整流器,其经配置以将所述电感元件中感应的所述交流电转换为直流电;以及

升压转换器,其经配置以从所述整流器接收所述直流电且控制到所述负载的电力输出。

6. 根据权利要求5所述的电路,其中所述控制器经配置以在跨所述负载的所述电压变化时维持来自所述整流器的所述直流电大体上恒定。

7. 根据权利要求3所述的电路,其中所述控制器经配置以控制所述切换元件的工作循环。

8. 根据权利要求7所述的电路,其中所述切换元件的所述工作循环与跨所述负载的所述电压成比例。

9. 根据权利要求3所述的电路,其进一步包括去耦控制器,所述去耦控制器包括所述切换元件。

10. 一种无线电力传送的方法,所述方法包括:

从磁场接收无线电力,所接收的无线电力在电感元件中感应交流电;

基于所述电感元件中的所述交流电将电流提供到负载;以及

在跨所述负载的电压变化时通过维持所述电感元件中的所述交流电的幅值大体上恒定来维持所述无线电力发射器装置的电流的幅值大体上恒定。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,输出接口电路耦合到所述电感元件以将所述电流提供到所述负载,所述方法进一步包括检测跨所述负载的所述电压并基于所检测的电压将所述负载与所述输出接口电路隔离,以从所述电感元件去耦跨所述负载的电压的变化。

12. 根据权利要求11所述的方法,其进一步包括在跨所述负载的所述电压变化时维持跨所述电感元件的电压大体上恒定。

13. 根据权利要求10到12中任一权利要求所述的方法,其中将电流提供到负载包括:

将所述电感元件中感应的所述交流电转换为直流电;

接收所述直流电;以及

控制到所述负载的电力输出。

14. 根据权利要求13所述的方法,其进一步包括在跨所述负载的所述电压变化时维持所述直流电大体上恒定。

15. 根据权利要求11或12所述的方法,其进一步包括控制切换元件的工作循环。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所述切换元件的所述工作循环与跨所述负载的所述电压成比例。

17. 一种用于无线电力传送的设备,所述设备包括:

用于从与无线电力传送发射器装置相关联的磁场接收无线电力的装置,所接收的无线电力在该用于接收的装置中感应交流电;

用于将电流提供到负载的装置;以及

用于在跨所述负载的电压变化时通过维持所述接收装置中的交流电的幅值大体上恒定的装置来维持所述无线电力发射器装置的电流的幅值大体上恒定。

18. 根据权利要求17所述的设备,其中所述接收装置包括电感元件,所述提供装置包括输出接口电路,且所述交流电维持装置包括控制器。

19. 根据权利要求17或18所述的设备,其进一步包括用于检测跨所述负载的所述电压的装置,其中,用于维持的装置进一步用于基于所检测的电压将所述负载与用于提供所述电流的装置隔离,以从用于接收的装置去耦跨所述负载的电压的变化。

20. 根据权利要求19所述的设备,其进一步包括用于在跨所述负载的所述电压变化时维持跨所述接收装置的电压大体上恒定的装置。

21. 根据权利要求17或18所述的设备,其中所述提供装置包括:

用于将所述接收装置中感应的所述交流电转换为直流电的装置;

用于接收所述直流电的装置;以及

用于控制到所述负载的电力输出的装置。

22. 根据权利要求19所述的设备,其进一步包括用于在跨所述负载的所述电压变化时维持直流电大体上恒定的装置。

23. 根据权利要求19所述的设备,其进一步包括用于控制切换元件的工作循环的装置。

24. 根据权利要求23所述的设备,其中所述切换元件的所述工作循环与跨所述负载的所述电压成比例。

用于无线电力传送系统中的电力输出控制的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及无线电力传送,且更具体来说涉及与对例如交通工具等包含电池的远程系统的无线电力传送有关的装置、系统和方法。更确切地说,本发明涉及控制在无线电力传送系统中使用的无线电力传送接收器装置中的切换元件的工作循环。

背景技术

[0002] 已经引入了包含从例如电池等能量存储装置接收的电导出的运动动力的远程系统,例如交通工具。举例来说,混合动力电动交通工具包含机载充电器,所述机载充电器使用来自交通工具制动和传统马达的电力给交通工具充电。纯电动交通工具一般从其它来源接收电来给电池充电。通常提议通过例如家用或商用AC供应源等某种类型的有线交流电(AC)给电池电动交通工具(电动交通工具)充电。有线充电连接需要物理上连接到电力供应器的电缆或其它类似连接器。电缆和类似连接器有时可能不方便或繁琐,且具有其它缺点。能够在自由空间中(例如,经由无线场)传送电力以便用于给电动交通工具充电的无线充电系统可以克服有线充电解决方案的一些缺陷。由此,有效且安全地传送电力以给电动交通工具充电的无线充电系统和方法是合乎需要的。

发明内容

[0003] 在所附权利要求书的范围内的系统、方法和装置的各种实施方案各自具有若干方面,其中的单个方面并不单独负责本文所述的合乎需要的属性。在不限制所附权利要求书的范围的情况下,本文描述一些显要特征。

[0004] 在附图及下文描述中阐述本说明书中描述的标的物的一或多个实施方案的细节。其它特征、方面及优点将从所述描述、图式及权利要求书而变得显而易见。应注意,以下各图的相对尺寸可能未按比例绘制。

[0005] 本发明的一个方面是用于无线电力接收器装置的电路。所述电路包含电感元件,其经配置以从与无线电力传送发射器装置相关联的磁场接收无线电力,所接收无线电力在所述电感元件中感应交流电。所述电路还包含输出接口,其电耦合到所述电感元件且经配置以将电流提供到负载。所述电路还包含控制器,其经配置以在跨所述负载的电压变化时维持所述电感元件中的电流大体上恒定。

[0006] 本发明的另一方面是无线电力传送的方法。所述方法包含从与无线电力传送发射器装置相关联的磁场接收无线电力,所接收无线电力在电感元件中感应交流电。所述方法还包含将电流提供到负载。所述方法还包含在跨所述负载检测到的电压变化时维持所述电感元件中的交流电大体上恒定。

[0007] 本发明的另一方面是一种用于无线电力传送的设备。所述设备包含用于从与无线电力传送发射器装置相关联的磁场接收无线电力的装置,所接收无线电力在电感元件中感应交流电。所述方法还包含用于将电流提供到负载的装置。所述方法还包含用于在跨所述负载检测到的电压变化时维持所述电感元件中的交流电大体上恒定的装置。

附图说明

- [0008] 图1是根据本发明的示范性实施例的用于给电动交通工具充电的示范性无线电力传送系统的图。
- [0009] 图2为图1的无线电力传送系统的示范性芯组件的示意图。
- [0010] 图3是展示图1的无线电力传送系统的示范性芯和辅助组件的另一功能框图。
- [0011] 图4是根据本发明的示范性实施例的无线电力传送系统的一部分的示范性组件的示意图。
- [0012] 图5是根据本发明的示范性实施例的无线电力传送系统的部分的示范性组件的示意图。
- [0013] 图6是说明根据本发明的示范性实施例的输出电流对工作循环的曲线图。
- [0014] 图7是说明根据本发明的示范性实施例的针对测得电压的预期工作循环的曲线图。
- [0015] 图8是说明根据本发明的示范性实施例的控制从无线电力传送接收器装置的电力输出的方法的流程图。
- [0016] 图式中所说明的各种特征可能未按比例绘制。因此,为了清晰起见,可能任意扩大或减小各种特征的尺寸。此外,图式中的一些可能并未描绘给定系统、方法或装置的所有组件。最后,可能贯穿说明书和图式使用相似参考标号来表示相似特征。

具体实施方式

- [0017] 下文结合附图阐述的详细描述既定作为对本发明的示范性实施例的描述,且并不希望表示可在其中实践本发明的仅有实施例。贯穿此描述所使用的术语“示范性”意指“充当实例、例子或说明”,且未必应解释为比其它示范性实施例优选或有利。所述详细描述为了提供对本发明的示范性实施例的透彻理解而包含特定细节。所属领域的技术人员将容易明白,可在没有这些具体细节的情况下实践本发明的示范性实施例。在一些情况下,以框图形式展示众所周知的结构和装置以避免混淆本文所呈现的示范性实施例的新颖性。
- [0018] 无线地传送电力可指将与电场、磁场、电磁场或其它者相关联的任何形式的能量从发射器传送到接收器,而不使用物理电导体(例如,可通过自由空间来传送电力)。输出到无线场(例如,磁场)中的电力可由“接收线圈”接收、俘获或耦合以实现电力传送。
- [0019] 电动交通工具在本文中用以描述远程系统,远程系统的实例为包括从可充电能量存储装置(例如,一或多个可再充电电化学电池或其它类型的电池)得到的电力作为其运动能力的部分的交通工具。作为非限制性实例,一些电动交通工具可以是除了电动马达以外还包含用于直接运转或用以给交通工具的电池充电的传统内燃机的混合动力电动交通工具。其它电动交通工具可从电力汲取所有运动能力。电动交通工具不限于汽车,且可包含摩托车、手推车、小型摩托车,及其类似者。举例来说而非限制,本文描述呈电动交通工具(EV)形式的远程系统。此外,还预期可使用可充电能量存储装置而至少部分地供电的其它远程系统(例如,例如个人计算装置等电子装置及其类似者)。
- [0020] 感应电力传送(IPT)系统是一种用于无线传送能量的装置。在IPT中,初级(或“底座”)电力装置向次级(或“拾取”)电力接收器装置发射电力。发射器和接收器电力装置中的每一个包含感应元件-通常是电流传递介质的线圈或绕组。初级线圈中的交流电产生变化

的电磁场。当拾取器的线圈在波动的电磁场内时,会感应电动势(EMF),由此向拾取器传送电力。

[0021] 一些IPT系统使用谐振感应耦合,其中在感应线圈之间发射的电力被调谐成在某一频率下谐振。可通过与感应线圈串联或并联地添加电感及/或电容性元件来实现谐振耦合。

[0022] 在谐振IPT系统中,传送到拾取器的可用电力的比例取决于初级线圈与次级线圈之间的耦合程度。耦合越大,传送到次级线圈的电力越多。耦合系数可界定为初级线圈的切割次级线圈的通量分数,且随着系统的几何形状而变。耦合系数因此取决于初级与次级线圈之间的距离及其对准。

[0023] 在用于使用IPT给电动交通工具充电的无线电力传送系统中,每当给交通工具充电时,耦合水平可能有较大的变化。初级线圈与次级线圈之间的距离和对准可以基于线圈位置和上面安装着拾取器的交通工具相对于底座的定位而变化。当要配置系统以向电动交通工具电池递送最优电力时,耦合的这个变化可能造成困难。

[0024] 在用于给电动交通工具充电的一些现有IPT系统中,在底座中的电力供应器中执行切换以补偿耦合的变化-改变初级线圈中的电流以便在给定电压下实现恒定的输出电流。在不良耦合系统中,初级线圈中的电流可大体上高于接近耦合系统中初级线圈中的电流,以实现从次级线圈输出的相同电流。初级线圈中的电流的这个变化,会给系统中的电力电子组件造成相当大的应力,从而导致需要更昂贵的部件、降低了可靠度并且限制了操作范围。

[0025] 此外,在电动交通工具中输出电压由电池电压设定,所述电池电压在充电期间可变化超过30%。在系统限于恒定电力输出的情况下,此电压摆动需要底座电力供应器相应地控制初级电流以便进行补偿。所得的电力供应器电流的变化放大了由于耦合变化所产生的问题。

[0026] 图1是根据本发明的示范性实施例的用于给电动交通工具112充电的示范性无线电力传送系统100的图。无线电力传送系统100使得能够在电动交通工具112停放在底座无线充电系统102a附近时给电动交通工具112充电。在将在对应底座无线充电系统102a和102b上方停放的停车区域中说明了用于两个电动交通工具的空间。在一些实施例中,本地分配中心130可连接到电力主线132,且经配置以通过电力链路110将交流电(AC)或直流电(DC)供应提供到底座无线充电系统102a。底座无线充电系统102a还包含底座系统感应线圈104a,用于无线地传送或接收电力。电动交通工具112可包含电池单元118、电动交通工具感应线圈116和电动交通工具无线充电系统114。电动交通工具感应线圈116可(例如)经由由底座系统感应线圈104a产生的电磁场的区而与底座系统感应线圈104a相互作用。

[0027] 在一些示范性实施例中,电动交通工具感应线圈116可在电动交通工具感应线圈116位于由底座系统感应线圈104a产生的能量场中时接收电力。所述场对应于由底座系统感应线圈104a输出的能量可由电动交通工具感应线圈116俘获的区。在一些情况下,所述场可以对应于底座系统感应线圈104a的“近场”。近场可对应于存在由底座系统感应线圈104a中的电流和电荷引起的并不将电力辐射远离底座系统感应线圈104a的强反应性场的区。在一些情况下,近场可对应于处于底座系统感应线圈104a的波长的约1/2π内的区(且针对电动交通工具感应线圈116,反之亦然),如将在下文中进一步描述。

[0028] 本地分配1130可经配置以经由通信回程134与外部源(例如,电力网)通信,并且经由通信链路108与底座无线充电系统102a通信。

[0029] 在一些实施例中,电动交通工具感应线圈116可与底座系统感应线圈104a对准,且因此由驾驶员简单地安置于近场区内,从而相对于底座系统感应线圈104a正确地定位电动交通工具112。在其它实施例中,可给予驾驶员视觉反馈、听觉反馈或其组合,以确定电动交通工具112何时被恰当地放置以用于无线电力传送。在又其它实施例中,电动交通工具112可由自动驾驶系统定位,所述自动驾驶系统可将电动交通工具112来回移动(例如,呈Z字形移动)直到对准误差已达到可容许值为止。此可在无驾驶员干涉的情况下或在仅具有最小驾驶员干涉的情况下(前提是电动交通工具112配备有伺服方向盘、超声波传感器及调整交通工具的智能)由电动交通工具112自动地及自主地执行。在仍其它实施例中,电动交通工具感应线圈116、底座系统感应线圈104a或其组合可具有用于使所述感应线圈116与104a相对于彼此移位及移动以更准确地将它们定向并在其间形成更有效率的耦合的功能性。

[0030] 底座无线充电系统102a可位于多种位置中。作为非限制性实例,一些合适位置包含在电动交通工具112所有者的家中的停车区、为按照常规的基于石油的加油站模型化的电动交通工具无线充电所保留的停车区及在例如购物中心及工作场所等其它位置的停车场。

[0031] 无线地对电动交通工具充电可提供众多益处。举例来说,可自动地执行充电,而几乎不需要驾驶员干预和操纵,由此提高用户的便利性。还可不存在暴露的电触点且无机械磨损,借此提高无线电力传送系统100的可靠性。可能不需要对电缆及连接器的操纵,且可不存在可在室外环境中暴露于湿气及水的电缆、插头或插座,借此提高安全性。还可不存在可见或可接近的插座、电缆和插头,借此减小对电力充电装置的潜在破坏行为。另外,由于可将电动交通工具112用作分布式存储装置以使电力网稳定,所以可使用对接到电网解决方案来增加针对交通工具到电网(V2G)操作的交通工具可用性。

[0032] 如参看图1所描述的无线电力传送系统100还可提供美学及非阻碍优点。举例来说,可不存在可阻碍交通工具及/或行人的充电柱及电缆。

[0033] 作为交通工具到电网能力的进一步解释,无线电力发射及接收能力可经配置成互逆式,使得底座无线充电系统102a将电力传送到电动交通工具112且电动交通工具112将电力传送到底座无线充电系统102a(例如,在能量不足时)。此能力可有用于通过在由可再生发电(例如,风或太阳能)中的过度需求或不足引起的能量不足时允许电动交通工具将电力贡献给整个分配系统来使配电网稳定。

[0034] 图2是图1的无线电力传送系统100的示范性核心组件的示意图。如图2中所示,无线电力传送系统200可包含底座系统发射电路206,所述底座系统发射电路206包含具有电感L₁的底座系统感应线圈204。无线电力传送系统200进一步包含电动交通工具接收电路222,所述电动交通工具接收电路222包含具有电感L₂的电动交通工具感应线圈216。本文所描述的实施例可以使用形成谐振结构的电容性负载线环(即,多匝线圈),所述谐振结构能够经由磁性或电磁近场将来自初级结构(发射器)的能量高效地耦合到次级结构(接收器)(如果初级结构和次级结构两者被调谐到共同谐振频率的话)。

[0035] 谐振频率可基于包含感应线圈(例如,底座系统感应线圈204)的发射电路的电感及电容,如上文所描述。如图2中所示,电感可一般为感应线圈的电感,而可将电容添加到感

应线圈以在所要的谐振频率下产生谐振结构。作为非限制性实例,电容器可以与感应线圈串联添加,以形成产生电磁场的谐振电路(例如底座系统发射电路206)。因此,对于较大直径的感应线圈,用于诱发谐振的电容值可随着线圈的直径或电感的增加而减小。电感还可取决于感应线圈的匝数。此外,随着感应线圈的直径增加,近场的有效能量传送面积可增加。其它谐振电路是可能的。作为另一非限制实例,可将电容器并联地放置于感应线圈的两个端子之间(例如,并联谐振电路)。此外,感应线圈可经设计成具有高质量(Q)因数以改进感应线圈的谐振。

[0036] 线圈可用于电动交通工具感应线圈216及底座系统感应线圈204。使用用于耦合能量的谐振结构可称为“磁性耦合谐振”、“电磁耦合谐振”,和/或“谐振感应”。将基于从底座无线电力充电系统202到电动交通工具112的电力传送来描述无线电力传送系统200的操作,但不限于此。举例来说,如上文所论述,电动交通工具112可将电力传送到底座无线充电系统102a。

[0037] 参考图2,电力供应器208(例如,AC或DC)将电力 P_{sDC} 供应到底座无线电力充电系统202以将能量传送到电动交通工具112。底座无线电力充电系统202包含底座充电系统电力转换器236。底座充电系统电力转换电路236可包含例如以下各者的电路:AC/DC转换器,其经配置以将电力从标准干线AC转换到处于合适电压电平的DC电力;以及DC/低频(LF)转换器,其经配置以将DC电力转换到处于适合于无线高电力传送的操作频率的电力。底座充电系统电力转换器236将电力 P_1 供应到包含底座充电系统调谐电路205的底座系统发射电路206,所述底座充电系统调谐电路205可以由与底座系统感应线圈204的串联或并联配置或两者的组合的反应性调谐组件组成,以发出所要频率下的电磁场。可提供电容器 C_1 以与底座系统感应线圈204形成在所要频率下谐振的谐振电路。底座系统感应线圈204接收电力 P_1 且在足以对电动交通工具112充电或供电的电平下无线地发射电力。举例来说,由底座系统感应线圈204无线地提供的电力电平可为大约数千瓦(kW)(例如,从1kW到110kW的任何者,或更高或更低)。

[0038] 包含底座系统感应线圈204的底座系统发射电路206及包含电动交通工具感应线圈216的电动交通工具接收电路222可经调谐到大体上相同的频率,且可定位于由底座系统感应线圈204及电动交通工具感应线圈116中的一者发射的电磁场的近场内。在这种情况下,底座系统感应线圈204和电动交通工具感应线圈116可以变成彼此耦合,以便可以将电力传送到包含电动交通工具充电系统调谐电路221和电动交通工具感应线圈116的电动交通工具接收电路222。可以提供电动交通工具充电系统调谐电路221以与电动交通工具感应线圈216形成在所要频率下谐振的谐振电路。在线圈间隔处得到的互耦合系数用元素 $k(d)$ 表示。等效电阻 $R_{eq,1}$ 和 $R_{eq,2}$ 分别表示感应线圈204和216以及在一些实施例中可能在底座充电系统调谐电路205和电动交通工具充电系统调谐电路221中提供的任何反电抗电容器可能固有的损失。包含电动交通工具感应线圈316和电动交通工具充电系统调谐电路221的电动交通工具接收电路222接收电力 P_2 ,并且将电力 P_2 提供到电动交通工具充电系统214的电动交通工具电力转换器238。

[0039] 电动交通工具电力转换器238可尤其包含LF/DC转换器,所述LF/DC转换器经配置以将处于操作频率的电力转换回到处于与电动交通工具电池单元218的电压电平匹配的电压电平的DC电力。电动交通工具电力转换器238可提供经转换电力 P_{Ldc} 以对电动交通工具电

池单元218充电。电力供应器208、底座充电系统电力转换器236及底座系统感应线圈204可静止且位于多种位置处,如上文所论述。电池单元218、电动交通工具电力转换器238及电动交通工具感应线圈216可包含于作为电动交通工具112的部分或电池组(未图示)的部分的电动交通工具充电系统214中。电动交通工具充电系统214还可经配置以经由电动交通工具感应线圈216将电力无线地提供到底座无线电力充电系统202以将电力馈送回到电网。电动交通工具感应线圈216及底座系统感应线圈204中的每一者可充当基于操作模式的发射或接收感应线圈。

[0040] 虽然未图示,但无线电力传送系统200可包含负载断开单元(LDU)以从无线电力传送系统200安全地断开电动交通工具电池单元218或电力供应器208。举例来说,在紧急或系统故障的情况下,LDU可经触发以从无线电力传送系统200断开负载。可提供LDU以作为对用于管理对电池的充电的电池管理系统的补充,或LDU可为电池管理系统的部分。

[0041] 另外,电动交通工具充电系统214可包含切换电路(未图示)以用于将电动交通工具感应线圈216选择性地连接到电动交通工具电力转换器238及选择性地断开电动交通工具感应线圈216。断开电动交通工具感应线圈216可暂时中止充电且还可调整底座无线充电系统102a(充当发射器)“看到”的“负载”,这可用以从底座无线充电系统102a解耦电动交通工具充电系统114(充当接收器)。可在发射器包含负载感测电路的情况下检测负载改变。因此,例如底座无线充电系统202等发射器可具有用于确定例如电动交通工具充电系统114等接收器何时存在于底座系统感应线圈204的近场中的机构。

[0042] 如上文所描述,在操作中,假定朝向交通工具或电池的能量传送,从电力供应器208提供输入电力以使得底座系统感应线圈204产生用于提供能量传送的场。电动交通工具感应线圈216耦合到辐射场且产生供电动交通工具112存储或消耗的输出电力。如上文所描述,在一些实施例中,根据互谐振关系配置底座系统感应线圈204和电动交通工具感应线圈116,使得当电动交通工具感应线圈116的谐振频率与底座系统感应线圈204的谐振频率非常接近或者基本上相同时。在电动交通工具感应线圈216位于底座系统感应线圈204的近场中时,底座无线电力充电系统202与电动交通工具充电系统214之间的发射损耗最小。

[0043] 如所陈述,通过将在发射感应线圈的近场中的能量的大部分耦合到接收感应线圈而非将能量的大部分以电磁波传播到远场来进行有效能量传送。当处于近场中时,可在发射感应线圈与接收感应线圈之间建立耦合模式。其中可发生此近场耦合的在感应线圈周围的区域在本文中被称为近场耦合模式区。

[0044] 虽然未图示,但底座充电系统电力转换器236及电动交通工具电力转换器238两者可包含振荡器、例如功率放大器等驱动器电路、滤波器,及用于与无线电力感应线圈有效耦合的匹配电路。所述振荡器可经配置以产生所要频率,可响应于调整信号而调整所述频率。可通过功率放大器以响应于控制信号的放大量放大振荡器信号。可包含滤波器与匹配电路以滤除谐波或其它不想要的频率,且使电力转换模块的阻抗匹配到无线电力感应线圈。电力转换器236及238还可包含整流器与切换电路以产生合适的电力输出以对电池充电。

[0045] 如贯穿所揭示的实施例而描述的电动交通工具感应线圈216及底座系统感应线圈204可被称作或被配置为“环形”天线,且更具体来说是多匝环形天线。感应线圈204及216还可在本文中被称作或被配置为“磁性”天线。术语“线圈”希望指可以无线地输出或接收能量以用于耦合到另一“线圈”的组件。如本文所使用,线圈204及216是经配置以无线地输出、无

线地接收及/或无线地中继电力的类型的“电力传送组件”的实例。线圈还可被称作经配置以无线地输出或接收电力的类型的“天线”。环形(例如,多匝环形)天线可经配置以包含空气芯或物理芯,例如铁氧体芯。空气芯环形天线可允许将其它组件放置在芯区域内。包含铁磁性或亚铁磁性材料的物理芯天线可允许形成较强电磁场和改善的耦合。

[0046] 如上文所论述,在发射器与接收器之间的匹配或几乎匹配的谐振期间发生发射器与接收器之间的能量的有效传送。然而,甚至在发射器与接收器之间的谐振不匹配时,也可在较低效率下传送能量。通过将来自发射感应线圈的近场的能量耦合到驻留于其中建立有此近场的区内(例如,在谐振频率的预定频率范围内,或在近场区的预定距离内)的接收感应线圈而非将能量从发射感应线圈传播到自由空间中来进行能量的传送。

[0047] 如上文所描述,根据一些实施例,揭示了在处于彼此的近场中的两个感应线圈之间耦合电力。如上文所描述,近场可对应于存在电磁场的在感应线圈周围的区,但可不传播或辐射远离感应线圈。近场耦合模式区可对应于在感应线圈的物理体积附近的体积,通常在波长的小分数内。根据一些实施例,使用单匝和多匝环形天线等电磁感应线圈来进行发射和接收两者,因为实际实施例中的磁性近场振幅对于磁性类型的线圈往往高于电气类型的天线(例如,小偶极)的电气近场。这样允许线圈对之间的潜在更高的耦合。此外,可使用“电”天线(例如,偶极和单极)或磁性与电天线的组合。

[0048] 图3是展示图1的无线电力传送系统300的示范性芯和辅助组件的另一功能框图。无线电力传送系统300说明用于底座系统感应线圈304及电动交通工具感应线圈316的通信链路376、导引链路366及对准系统352、354。如上文参看图2所述,并且假设能量朝向电动交通工具112流动,在图3中,底座充电系统电力接口354可经配置以将电力从例如AC或DC电力供应器等电源提供到充电系统电力转换器336。底座充电系统电力转换器336可以从底座充电系统电力接口354接收AC或DC电力,以在底座系统感应线圈304的谐振频率下或接近其谐振频率激励底座系统感应线圈304。电动交通工具感应线圈316当在近场耦合模式区中时可从所述近场耦合模式区接收能量以在谐振频率下或附近振荡。电动交通工具电力转换器338将来自电动交通工具感应线圈316的振荡信号转换到适合于经由电动交通工具电力接口对电池充电的电力信号。

[0049] 底座无线充电系统302包含底座充电系统控制器342且电动交通工具充电系统314包含电动交通工具控制器344。底座充电系统控制器342可包含到其它系统(未图示)的底座充电系统通信接口162,所述其它系统例如是计算机和配电中心或智能电力网。电动交通工具控制器344可包含到其它系统(未图示)(例如,交通工具上的机载计算机、其它电池充电控制器、交通工具内的其它电子系统及远程电子系统)的电动交通工具通信接口。

[0050] 底座充电系统控制器342及电动交通工具控制器344可包含用于具有单独通信频道的特定应用程序的子系统或模块。这些通信信道可为单独的物理信道或单独的逻辑信道。作为非限制性实例,底座充电对准系统352可以通过通信链路376与电动交通工具对准系统354通信,以提供用于自主地或在操作人员辅助下更接近地对准底座系统感应线圈304与电动交通工具感应线圈316的反馈机构。类似地,底座充电导引系统362可以通过导引链路与电动交通工具导引系统364通信,以便提供反馈机构以导引操作人员对准底座系统感应线圈304与电动交通工具感应线圈316。另外,可存在由底座充电通信系统372和电动交通工具通信系统374支持的单独通用通信链路(例如,信道),用于在底座无线电力充电系统

302与电动交通工具充电系统314之间传送其它信息。此信息可包含关于电动交通工具特性、电池特性、充电状态及底座无线电力充电系统302与电动交通工具充电系统314两者的电力能力的信息以及电动交通工具112的维护及诊断数据。这些通信信道可以是单独的物理通信信道(例如,举例来说,蓝牙、紫蜂、蜂窝式等)。

[0051] 为在底座无线充电系统302与电动交通工具充电系统314之间进行通信,无线电力传送系统300可使用带内信令与RF数据调制解调器(例如,在未经许可的频带中的经由无线电的以太网)两者。带外通信可提供足够带宽以用于将增值服务分配给交通工具用户/所有者。无线电力载波的低深度振幅或相位调制可充当具有最小干扰的带内信令系统。

[0052] 另外,可在不使用特定通信天线的情况下经由无线电力链路来执行一些通信。举例来说,无线电力感应线圈304和316还可经配置以充当无线通信发射器。因此,底座无线电力充电系统302的一些实施例可包含用于在无线电力路径上启用键控类型协议的控制器(未图示)。通过使用预定义的协议以预定义的间隔来键控发射电力电平(幅移键控),接收器可检测来自发射器的串行通信。底座充电系统电力转换器336可包含负载感测电路(未图示),用于检测底座系统感应线圈304产生的近场附近是否存在作用中的电动交通工具接收器。举例来说,负载感测电路监视流到功率放大器的电流,其受在由底座系统感应线圈104a所产生的近场附近的作用中接收器的存在或不存在影响。对功率放大器上的加载的改变的检测可由底座充电系统控制器342来监视以用于确定是否启用振荡器以用于发射能量、是否与作用中接收器通信或其组合。

[0053] 为了实现无线高电力传送,一些实施例可经配置以在从10kHz到60kHz的范围内的频率下传送电力。此低频耦合可允许使用固态装置而实现的高效电力转换。另外,与其它频带相比,可存在较少的与无线电系统的共存问题。

[0054] 图4是例如图2中所示的无线电力传送系统的部分的示范性组件的示意图。底座系统发射电路400包括初级电感元件或第一线圈401,其具有底座电流I₁传递通过的电感L₁。第一线圈401可感应耦合到电动交通工具接收电路403中的次级电感元件或第二线圈402,所述第二线圈402具有电感L₂。无线电力发射器与接收器装置之间的耦合水平通过耦合系数k来表示。当交流电穿过线圈401时,电动交通工具接收电路403中可感应电压,从而导致穿过线圈402的感应电流I₂。图4中所示的电动交通工具接收电路403包括与第二线圈402并联连接用于调谐目的的电容性元件404。电容性元件404可包括至少一个电容器。

[0055] 在电动交通工具充电情形中,发射器与接收器电路之间的耦合水平可影响针对给定底座电流I₁从由接收电路403中的次级线圈402和电容性元件404形成的谐振电路输出的电流。如上文所论述,耦合水平可由几何因数确定,例如发射器和接收器电路中的线圈的对准及其之间的距离。

[0056] 可能需要特定输出电流来供应给用于任何给定电动交通工具充电系统的负载。所要输出电流可适合于特定电动交通工具电池单元的充电特性且可优化系统的功效。所要输出电流可在最佳输出电流的给定容差水平内的某一范围的电流值。

[0057] 可实现所要输出电流的一种方式是通过改变穿过如图4中展示的初级电感元件401的底座电流I₁。然而,接近耦合情境(其具有高耦合系数k)与不良耦合情境(其具有低耦合系数k)之间的耦合水平的差异可为显著的,意味着在所有耦合情境中将需要底座电流I₁的大变化来实现接收电路403中的所要输出电流。另外,最大可实现的底座电流限制了系统

可容许的对准范围。第一线圈401中的电流的变化可对系统中的电力电子组件施加显著应力,以及减少系统的总功率效率且在线圈的优化设计中带来困难。

[0058] 电动交通工具接收电路403进一步包括整流器405,其经配置以将在第二线圈402中感应的交流电转换为直流电。整流器405馈送到升压转换器406中,所述升压转换器经配置以控制到负载(在此情况下为电池407)的电力输出。升压转换器406包括整流器405电流 I_{Ldc} 传递通过的与整流器405串联连接的电感元件408,跨电池407并联连接的可控切换元件409,以及与电池407串联连接的整流元件(在此情况下为二极管410)。应了解所述切换元件可为所属领域的技术人员已知的任何合适装置,举例来说例如MOSFET或IGBT等固态装置。据设想,在其中系统的频率大于近似20kHz且电压小于大体上600V的示范性实施例中,MOSFET可尤其适合于用作切换元件-在这些条件中具有比IGBT低的切换损耗。

[0059] 跨电池407的电压由电压检测器411确定。此电压读数提供到控制器412,且用以确定切换元件409的工作循环。整流器405、升压转换器406和控制器412可形成去耦控制器413。去耦控制器413可隔离电池407与电路的其余部分;其结果是,电池407的输出电压 V_{dc} 的改变不会造成底座电流 I_1 的对应改变。一些实施方案通过维持整流器405电流 I_{Ldc} 、感应电流 I_2 和/或跨谐振器402的电压大体上恒定(不管电池407输出电压 V_{dc} 的变化)来维持大体上恒定的底座电流 I_1 。

[0060] 将输出电压 V_{dc} 电池407中的变化从电动交通工具接收电路403的其余部分去耦的一些益处包含增加的功效、减少的设计复杂性和减少的成本。在某些实施例中,更容易的是优化次级线圈402,且更容易的是当电池407输出电压 V_{dc} 的变化导致整流器405电流 I_{Ldc} 、感应电流 I_2 和/或跨谐振器402的电压的较少变化时设计系统及其组件。

[0061] 控制器412控制切换元件409工作循环以维持跨电动交通工具接收电路222的电压和/或电流大体上恒定。切换元件409工作循环可与输出电流 I_{dc} 和/或电池407输出电压 V_{dc} 成比例。维持大体上恒定底座电流 I_1 的优点是无线电力发射器可同时向多个接收器发射电力,不管用于个别接收器的电池电压的变化如何。

[0062] 应了解控制器412的功能可由带有额外功能的任务的电动交通工具控制器执行,例如图3中图解说明的控制器344,且不需要为专用控制器或处理器。

[0063] 当在底座电路400的示范性实施例中存在交流底座电流 I_1 时,整流器405电流 I_{Ldc} 可如下近似:

$$[0064] I_{Ldc} = 1.1I_1k\sqrt{L_1/L_2} \quad (1)$$

[0065] 其中1.1值是通过整流器的等效传送定额的近似。理论上,此值是:

$$[0066] \pi/(2\sqrt{2}) \quad (2)$$

[0067] 到电池407中的所得输出电流 I_{dc} 是如下给定:

$$[0068] I_{dc} = (1-D) I_{Ldc}, \quad (3)$$

[0069] 其中D是切换元件409的接通状态的工作循环。

[0070] 在示范性实施例中,D可使得:

$$[0071] D = 1 - (V_{dc_min}/V_{dc}) \quad (4)$$

[0072] (其中 V_{dc_min} 是电池407所见的最小电压;且 V_{dc} 是电池407当前所见的电压)。

[0073] 通过转换器406保存电力流:

[0074] $P_{out} = V_{dc} I_{dc}$ (5)

[0075] $P_{out} = V_{dc} (1-D) I_{Ldc}$ (6)

[0076] $P_{out} = V_{dc} (V_{dc_min}/V_{dc}) I_{Ldc}$ (7)

[0077] $P_{out} = V_{dc_min} 1.1 I_1 k \sqrt{L_1 / L_2}$ (8)

[0078] 其中 P_{out} 是到电池 407 的电力输出。

[0079] 通过基于输出电压 V_{dc} 控制来自升压转换器 406 的输出电流 I_{dc} (且因此 P_{out})，电池 407 上的电压的变化可有效地隔离于将底座电流 I_1 提供到底座电路 400 的电力供应器 (未说明)。在无需补偿由于输出电压变化所致的输出电流改变的情况下，电力供应器电流可视为与输出电力成比例，且可相应地控制。因此可减少在底座电流 I_1 的变化方面对电力供应器的需求。

[0080] 除能够基于电池电压控制输出电流的灵活性之外，通过改变底座线圈 (例如，图 4 的线圈 401) 中的电流可提供进一步灵活性。虽然出于上述原因底座线圈中的电流的大改变可为非所要的，但在不会不利地影响系统的功效的情况下某种程度的变化性是容许的。改变底座电流使得能够针对给定耦合水平改变输出电流。通过独立地调整底座电流和切换元件的工作循环两者，与各自单独调整相比可实现较大幅度的优化。

[0081] 此外，通过从发射电路 400 去耦电池 407，谐振电路 (与第二线圈 402 并联连接的电容性元件 404) 所见的有效 DC 电压可为恒定的。具体来说，跨整流器 405 的电压 (V_{rec}) 可如下给定：

[0082] $V_{rec} = V_{dc} (1-D)$ (9)

[0083] $V_{rec} = V_{dc} (V_{dc_min}/V_{dc})$ (10)

[0084] $V_{rec} = V_{dc_min}$ (11)

[0085] 因此跨谐振组件的电压如下近似：

[0086] $V_{L2} = 1.1 V_{dc_min}$ (12)

[0087] 这又意味着谐振电流可为恒定的。结果，损耗可更易于确定，且接收电路 403 (明确地说第二线圈 402) 的设计可对于此谐振电流和/或电压而优化。

[0088] 图 5 是根据本发明的示范性实施例的无线电力传送系统的部分的示范性组件的示意图。图 5 中所示的系统类似于图 4，但具有代替去耦控制器 413 的可控整流器 500。可控整流器 500 可包含例如 SCR 的一或多个可控装置，其工作循环可根据以上概述方法的原理来控制。

[0089] 图 6 是说明图 5 中所示的示范性实施例中的可控整流器 500 的输出电流 I_{dc} 与其工作循环 (D) 之间的关系的示范性曲线图 600。可见曲线 601 随着 D 的变化是非线性的。

[0090] 图 7 是说明图 4 和图 5 中所示的示范性实施例的工作循环 (D) 与电压输出 (V_{dc}) 之间的关系的示范性曲线图 700。曲线 701 展示包括去耦控制器 413 的图 4 的实施例的 D 与 V_{dc} 之间的线性关系。相比之下，可见展示包括可控整流器 500 的图 5 的实施例的 D 与 V_{dc} 之间的关系的曲线 702 在 V_{min} 与 V_{max} 之间是非线性的。

[0091] 应了解，虽然图 5 中所示的示范性实施例中的可控整流器 500 的合适工作循环的确定可不遵循以上关于图 4 的公式概述，但相同原理可适用。确定合适工作循环的示范性方法可为使用测得的电池电压的计算，或使用查找表。

[0092] 据设想,虽然由于去耦控制器413的能量存储能力,可控整流器500可能不具有与去耦控制器413相同的关于调节的性能,但这在一些应用中可通过由于传导路径中较少数目的二极管带来的减少的电力损耗来补偿。

[0093] 图8是根据本发明的示范性实施例说明控制从例如图4图解说明的无线电力传送接收器装置输出的电力的方法800的流程图。

[0094] 在框801处,由于从第一线圈401发出的磁场的存在而在第二线圈402中感应电流。

[0095] 在框802处由电压检测器411测量且由控制器412接收跨电池407的电压。

[0096] 在框803处控制器412使用来自框802的测得电压确定切换元件409的工作循环。举例来说,在一个实施例中工作循环D可经确定为使得:

[0097] $D = 1 - (V_{dc_min}/V_{dc})$ 。 (13)

[0098] 在框804处控制器根据在框803处确定的工作循环切换切换元件409,且将电力传送到电池407。

[0099] 在示范性实施例中,可设定切换频率以使得其处于操作的谐振频率的相同频率或更高频率。以此做法,切换中的任何谐波可由系统内已经使用的现有滤波器吸收。

[0100] 在一个实施例中,在底座和接收器电路已经对准为具有最小耦合程度之后框802到804可仅执行一次。应了解,这并不希望为限制性的,且设想其它实施例。

[0101] 举例来说,所述方法可随后循环回到框802。在一个实施例中可重复此循环以便针对电池407电压的任何改变和电力需求的后续改变而进行调整。由于电池407电压可预期在充电期间显著变化-例如在示范性电动交通工具电池中从最大电压的70%到100%-因此这种再调整可帮助减少底座电流的对应改变。

[0102] 上文所描述的方法的各种操作可由能够执行所述操作的任何合适装置(例如,各种硬件和/或软件组件、电路和/或模块)执行。一般来说,各图中所说明的任何操作可由能够执行所述操作的对应功能装置执行。

[0103] 可使用多种不同技术和技艺中的任一者来表示信息和信号。例如,可通过电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或或其任何组合来表示贯穿以上描述可能参考的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片。

[0104] 结合本文揭示的实施例所描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的此可互换性,上文已大体上关于其功能性而描述了各种说明性组件、块、模块、电路和步骤。此类功能性是实施为硬件还是软件取决于特定应用及施加于整个系统的设计约束。可针对每一特定应用以不同方式来实施所描述的功能性,但此类实施方案决策不应被解释为会导致脱离本发明的实施例的范围。

[0105] 可使用以下各者来实施或执行结合本文中所揭示的实施例而描述的各种说明性块、模块和电路:通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件,或其经设计以执行本文所描述的功能的任何组合。通用处理器可为微处理器,但在替代例中,处理器可为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合,例如,DSP与微处理器的组合、多个微处理器、一或多个微处理器与DSP核心的联合,或任何其它此类配置。

[0106] 结合本文中所揭示的实施例而描述的方法或算法和功能的步骤可直接体现在硬件、由处理器执行的软件模块或所述两者的组合中。如果以软件来实施,那么可将功能作为一或多个指令或代码存储在有形的非暂时性计算机可读媒体上或经由有形的非暂时性计算机可读媒体进行传输。软件模块可驻留在随机存取存储器 (RAM)、快闪存储器、只读存储器 (ROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦除可编程ROM (EEPROM)、寄存器、硬盘、可装卸式磁盘、CD ROM或所属领域中已知的任何其它形式的存储媒体中。存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息及将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可与处理器成一体式。如本文所使用,磁盘及光盘包含压缩光盘 (CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘 (DVD)、软性磁盘及蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式复制数据,而光盘用激光以光学方式复制数据。上述各者的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。处理器及存储媒体可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器和存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0107] 为了概述本发明的目的,本文已描述了本发明的某些方面、优点以及新颖特征。应了解,根据本发明的任何特定实施例,未必可以实现全部此类优点。因此,可以按照如本文所教示来实现或优化一个优点或一组优点而不一定实现如本文可能教示或建议的其它优点的方式来体现或执行本发明。

[0108] 将容易了解对上述实施例的各种修改,且可在不脱离本发明的精神或范围的情况下将本文界定的一般原理应用到其它实施例。因此,本发明并不希望限于本文所展示的实施例,而应被赋予与本文所揭示的原理和新颖特征相一致的最广泛范围。

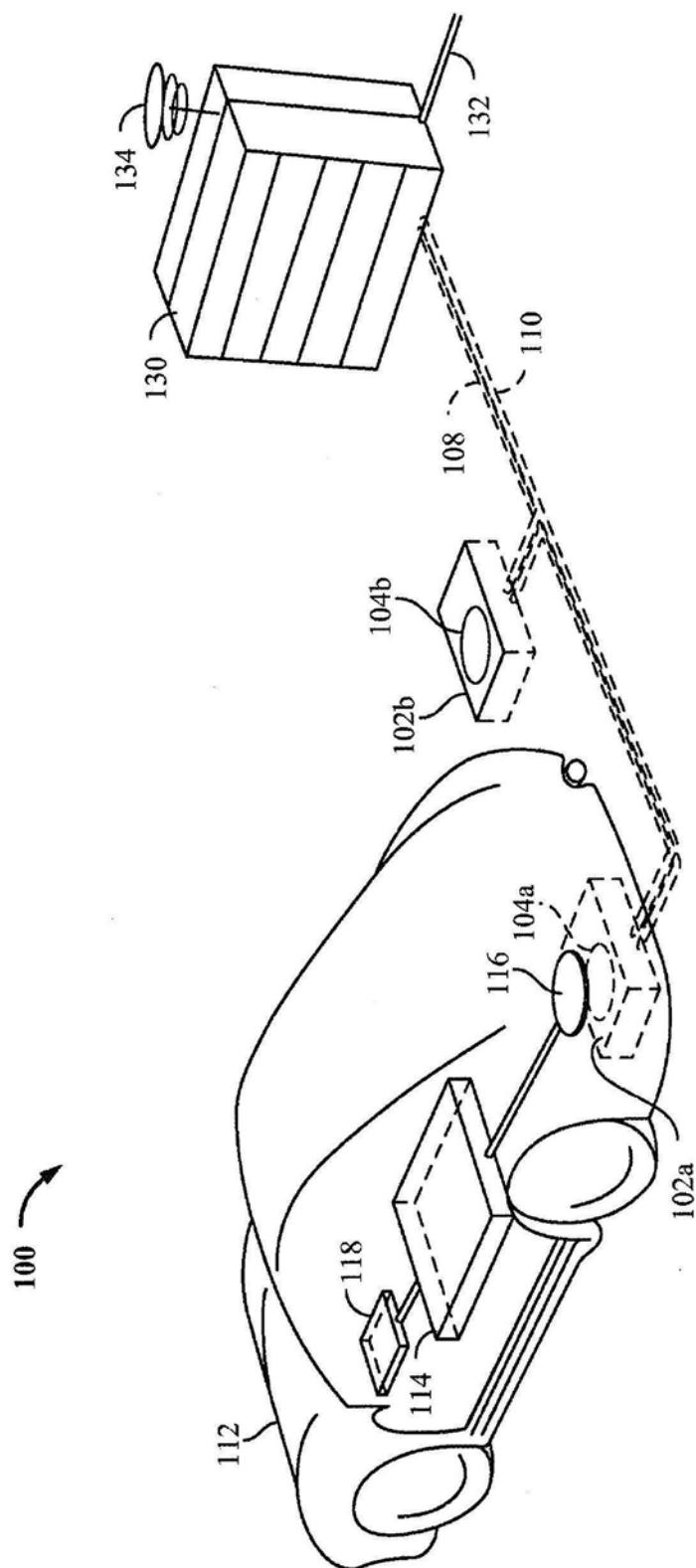


图1

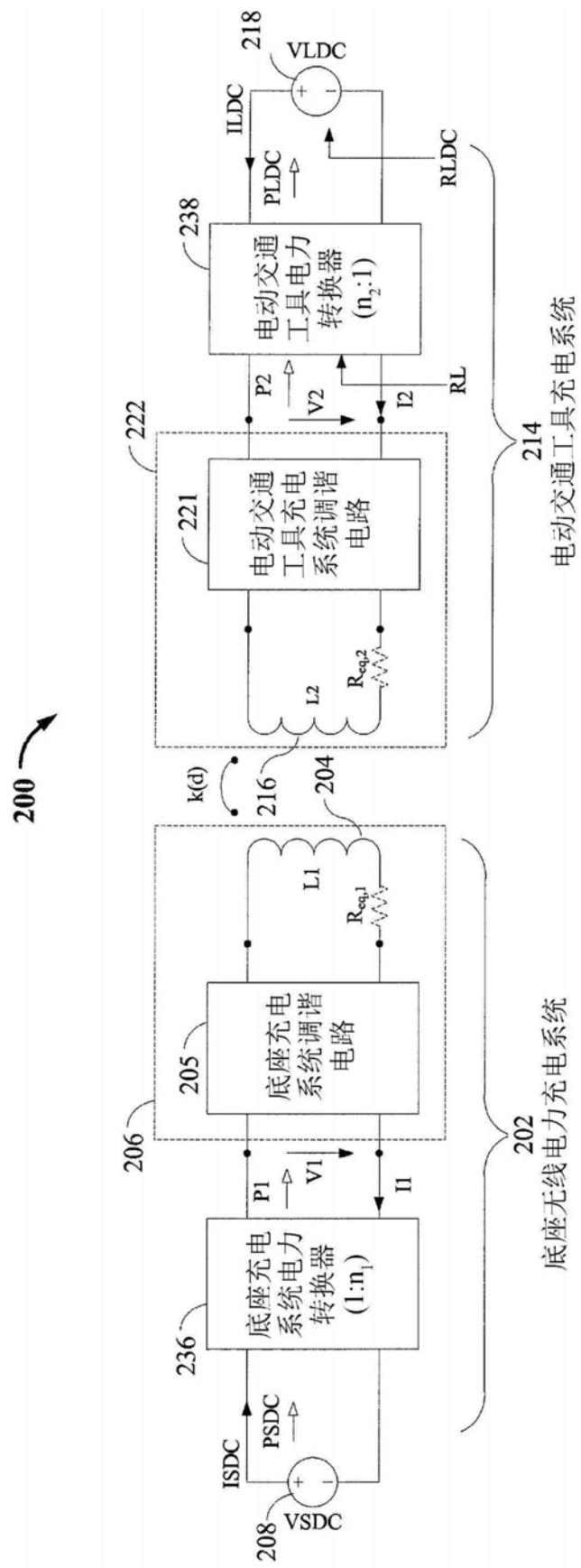


图2

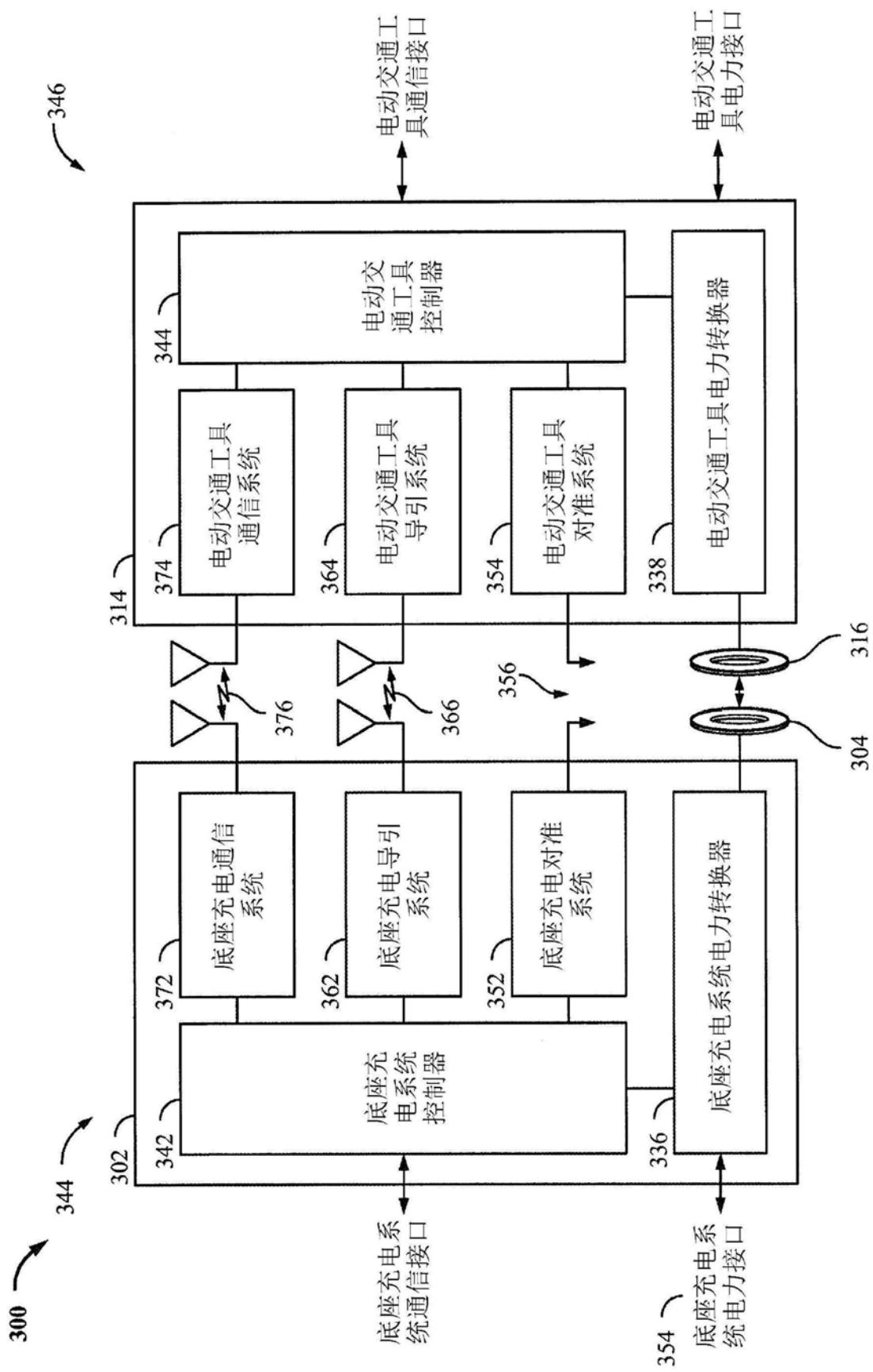


图3

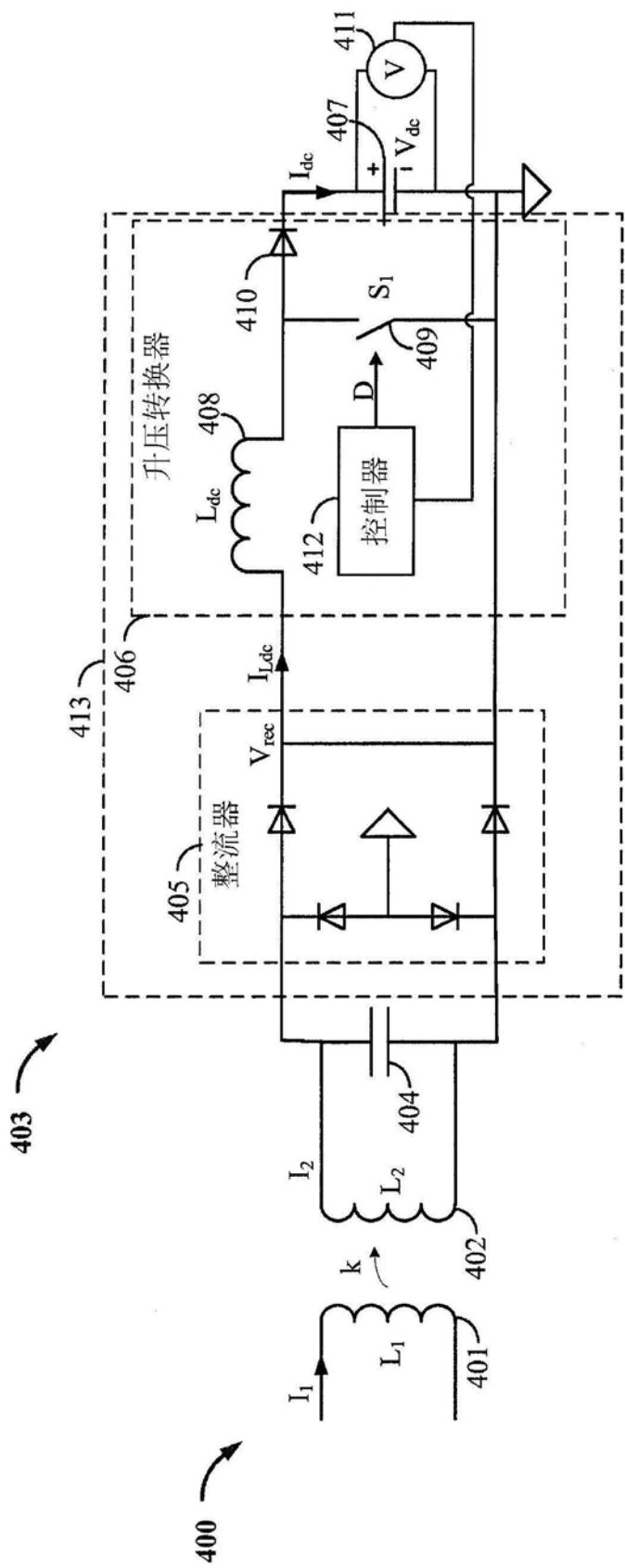


图4

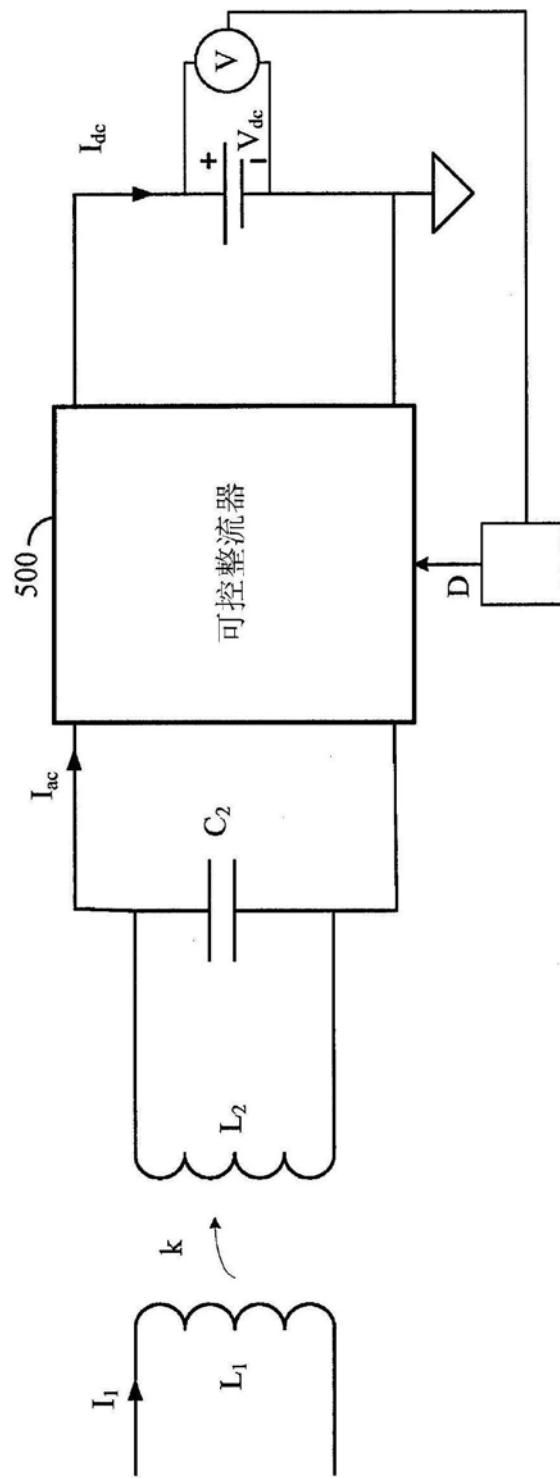


图5

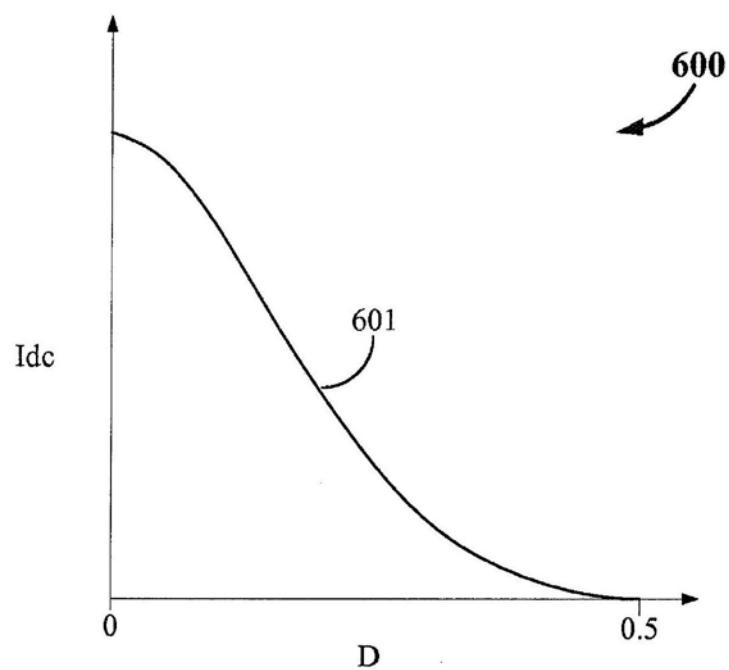


图6

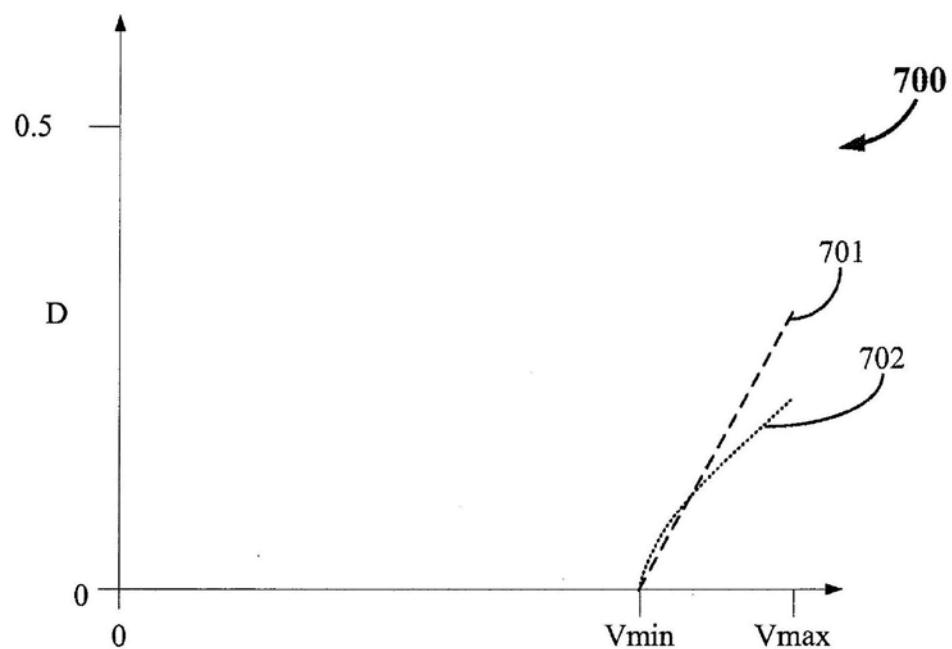


图7

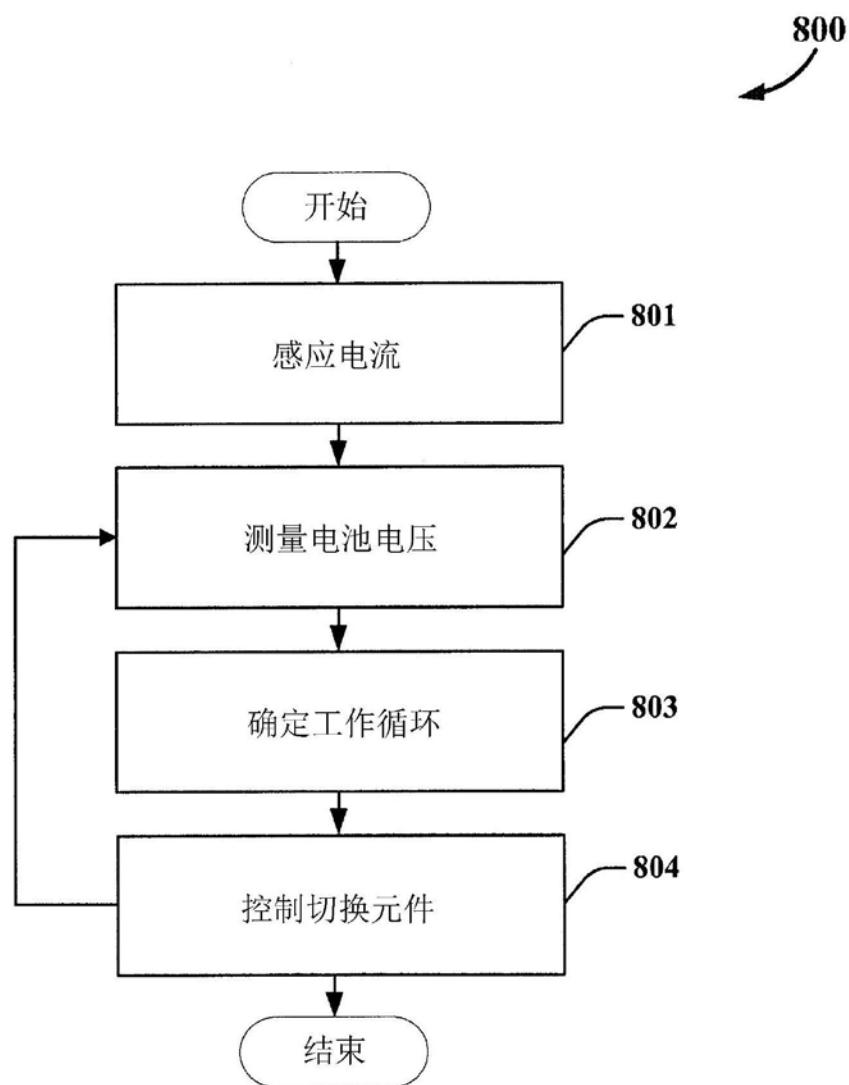


图8