



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104604074 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201380046973. 2

代理人 宋献涛

(22) 申请日 2013. 08. 09

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

61/699, 717 2012. 09. 11 US

61/699, 700 2012. 09. 11 US

61/704, 265 2012. 09. 21 US

13/791, 503 2013. 03. 08 US

H02J 5/00(2006. 01)

B60L 11/18(2006. 01)

H02J 7/02(2006. 01)

H02J 17/00(2006. 01)

H01F 38/14(2006. 01)

H01F 3/00(2006. 01)

H01F 5/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 03. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/054288 2013. 08. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/042788 EN 2014. 03. 20

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 尼古拉斯·A·基林 迈克尔·基辛

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

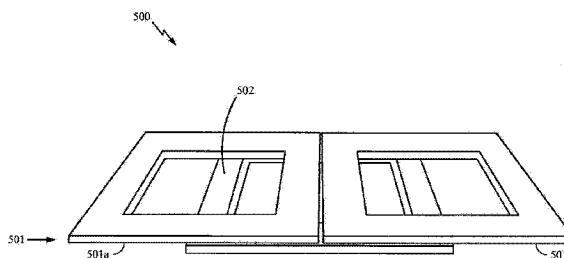
权利要求书3页 说明书27页 附图27页

(54) 发明名称

无线电力传递系统线圈布置及操作方法

(57) 摘要

本发明提供用于无线电力传递且特别是到例如电动车辆等远程系统的无线电力传递的系统、方法和设备。在一个方面中,本发明提供一种用于无线地发射电力的设备。所述设备包含经配置以响应于从电源接收到第一时变信号而产生第一磁场的第二导电结构。所述设备包含经配置以响应于从所述电源接收到第二时变信号而产生第二磁场的第二导电结构。所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。



1. 一种用于无线地发射电力的设备,所述设备包括:  
第一导电结构,其经配置以响应于从电源接收到第一时变信号而产生第一磁场;及  
第二导电结构,其经配置以响应于从所述电源接收到第二时变信号而产生第二磁场,  
所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中至少部分在由所述第一导电结构产生的与所述第二导电结构相交的所述第一磁场的净总和大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一导电结构及所述第二导电结构界定其中所述第一和第二磁场至少部分重叠的区域,且其中至少部分在所述第一和第二磁场的相加及相减的联合影响大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一导电结构及所述第二导电结构经配置以经由所述第一和第二磁场以足以向电动车辆供电或充电的水平无线地发射电力。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一导电结构包括分别封围第一区域及第二区域的第一环及第二环,所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第二下表面。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中所述第二导电结构封围第三区域且经定位以使得大体上所述第三区域的中心大体上定位在所述第一环与所述第二环之间的点上方。
7. 根据权利要求5所述的设备,其中所述第一和第二导电结构分别包括第一和第二线圈,所述第一和第二线圈经配置以电连接到所述电源,所述电源经配置以在所述第一和第二线圈的邻近部分中在相同方向上将电流施加到所述第一和第二线圈。
8. 根据权利要求5所述的设备,其中所述第一导电结构包括以下各者中的至少一者:  
第一线圈,其缠绕成封围所述第一区域及所述第二区域;或  
第二及第三线圈,其各自封围所述第一区域及所述第二区域中的一者,  
且其中所述第二导电结构包括缠绕成封围第三区域的第三线圈。
9. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一导电结构具有大体上水平极化的磁矩,且其中所述第二导电结构具有大体上垂直极化的磁矩。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一和第二导电结构被电容性加载且可在谐振频率下操作,其中所述谐振频率大体上等于经配置以经由所述第一和第二磁场无线地接收电力的第三导电结构的谐振频率。
11. 根据权利要求1所述的设备,其进一步包括:  
位置检测电路,其经配置以识别第三导电结构相对于所述第一和第二导电结构的相对位置;及  
控制器,其经配置以基于所述相对位置来控制所述第一或第二导电结构中的所述电流。
12. 一种无线地发射电力的方法,所述方法包括:  
响应于从电源接收到第一时变信号而经由第一导电结构产生第一磁场;及  
响应于从所述电源接收到第二时变信号而经由第二导电结构产生第二磁场,所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中至少部分在由所述第一导电结构产生的与所述第二导电结构相交的所述第一磁场的净总和大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一导电结构及所述第二导电结构界定其中所述第一和第二磁场至少部分重叠的区域,且其中至少部分在所述第一和第二磁场的相加及相减的联合影响大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中产生所述第一和第二磁场包括以足以无线地传递电力以向机动车辆供电或充电的水平产生所述第一和第二磁场。

16. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一导电结构包括分别封围第一区域及第二区域的第一环及第二环,所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第二下表面。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述第二导电结构封围第三区域且经定位以使得大体上所述第三区域的中心大体上定位在所述第一环与所述第二环之间的点上方。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述第一和第二导电结构分别包括第一和第二线圈,其中所述方法进一步包括在所述第一和第二线圈的邻近部分中在相同方向上将电流施加到所述第一和第二线圈。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述第一导电结构包括以下各者中的至少一者:

第一线圈,其缠绕成封围所述第一区域及所述第二区域;或

第二及第三线圈,其各自封围所述第一区域及所述第二区域中的一者,

且其中所述第二导电结构包括缠绕成封围第三区域的第三线圈。

20. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一导电结构具有大体上水平极化的磁矩,且其中所述第二导电结构具有大体上垂直极化的磁矩。

21. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述第一和第二导电结构被电容性加载且可在谐振频率下操作,其中所述谐振频率大体上等于经配置以经由所述第一和第二磁场无线地接收电力的第三导电结构的谐振频率。

22. 根据权利要求 12 所述的方法,其进一步包括:

识别第三导电结构相对于所述第一和第二导电结构的相对位置;及

基于所述相对位置来控制所述第一或第二导电结构中的所述电流。

23. 一种用于无线地发射电力的设备,所述设备包括:

用于响应于从电源接收到第一时变信号而产生第一磁场的第一装置;及

用于响应于从所述电源接收到第二时变信号而产生第二磁场的第二装置,所述第一和第二产生装置经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。

24. 根据权利要求 23 所述的设备,其中至少部分在由所述第一产生装置产生的与所述第二产生装置相交的所述第一磁场的净总和大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。

25. 根据权利要求 23 所述的设备,其中所述第一产生装置及所述第二产生装置界定其中所述第一和第二磁场至少部分重叠的区域,且其中至少部分在所述第一和第二磁场的相加及相减的联合影响大体上为零时出现所述互耦合实质性不存在。

26. 根据权利要求 23 所述的设备,其中所述第一产生装置及所述第二产生装置包括用于经由所述第一和第二磁场以足以向机动车辆供电或充电的水平无线地提供电力的装置。

27. 根据权利要求 23 所述的设备,其中所述第一产生装置包括分别封围第一区域及第二区域的第一环及第二环,所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第

二下表面,且其中所述第二产生装置封围第三区域且经定位以使得大体上所述第三区域的中心大体上定位在所述第一环与所述第二环之间的点上方。

28. 根据权利要求 27 所述的设备,其进一步包括用于在所述第一和第二产生装置的邻近部分中在相同方向上将电流施加到所述第一和第二产生装置的装置。

29. 根据权利要求 23 所述的设备,其中所述第一产生装置具有大体上水平极化的磁矩,且其中所述第二产生装置具有大体上垂直极化的磁矩。

30. 根据权利要求 23 所述的设备,其中所述第一和第二产生装置被电容性加载且可在谐振频率下操作,其中所述谐振频率大体上等于经配置以经由所述第一和第二磁场无线地接收电力的导电结构的谐振频率。

## 无线电力传递系统线圈布置及操作方法

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及无线电力传递,且更具体来说,涉及与到远程系统(例如,包含电池的车辆的)的无线电力传递相关的装置、系统及方法。更具体来说,本发明涉及无线电力传递系统中的感应线圈的线圈布置。

### 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,例如车辆。举例来说,混合动力机动车辆包含机载充电器,所述机载充电器使用来自车辆制动和传统马达的电力给车辆充电。纯电动车辆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)给电池电动车辆(电动车辆)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)传递电力以便用于给电动车辆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,有效且安全地传递电力以给电动车辆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,本文描述一些显著特征。

[0004] 在附图及以下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,下图的相对尺寸可能未按比例绘制。

[0005] 本发明的一个方面提供一种用于无线地发射电力的设备。所述设备包含经配置以响应于从电源接收到第一时变信号而产生第一磁场的第二导电结构。所述设备进一步包含经配置以响应于从所述电源接收到第二时变信号而产生第二磁场的第二导电结构。所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。

[0006] 本发明的另一方面提供一种无线地发射电力的方法的实施方案。所述方法包含响应于从电源接收到第一时变信号而经由第一导电结构产生第一磁场。所述方法进一步包含响应于从所述电源接收到第二时变信号而经由第二导电结构产生第二磁场。所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。

[0007] 本发明的又一方面提供一种用于无线地发射电力的设备。所述设备包含用于响应于从电源接收到第一时变信号而产生第一磁场的第二装置。所述设备进一步包含用于响应于从所述电源接收到第二时变信号而产生第二磁场的第二装置。所述第一和第二产生装置经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。

[0008] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种用于无线地发射电力的设备。所述设

备包含经配置以基于从电源接收的第一电流而产生第一磁场的第二导电结构。所述设备进一步包含经配置以基于来自所述电源的第二电流而产生第二磁场的第二导电结构。所述设备进一步包含控制器,所述控制器经配置以确定所述第一和第二导电结构中的每一者与经配置以经由所述第一或第二磁场接收电力的第三导电结构之间的相应的耦合系数。所述控制器进一步经配置以至少部分基于所述耦合系数而调整施加到所述第一和第二导电结构的所述第一或第二电流。

[0009] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种用于无线地发射电力的方法的实施方案。所述方法包含基于从电源接收的第一电流而经由第一导电结构产生第一磁场。所述方法进一步包含基于来自所述电源的第二电流而经由第二导电结构产生第二磁场。所述方法进一步包含确定所述第一和第二导电结构中的每一者与经配置以经由所述第一或第二磁场接收电力的第三导电结构之间的相应的耦合系数。所述方法进一步包含至少部分基于所述耦合系数而调整施加到所述第一和第二导电结构的所述第一或第二电流。

[0010] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种用于无线地发射电力的设备。所述设备包含用于基于从电源接收的第一电流而产生第一磁场的第二装置。所述设备进一步包含用于基于来自所述电源的第二电流而产生第二磁场的第二装置。所述设备进一步包含用于确定所述第一和第二产生装置中的每一者与用于经由所述第一或第二磁场接收电力的装置之间的相应的耦合系数的装置。所述设备进一步包含至少部分基于所述耦合系数而调整施加到所述第一和第二导电结构的所述第一或第二电流。

[0011] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种用于无线地接收电力的设备。所述设备包含经配置以经由由具有大于宽度的长度的发射器导电结构产生的磁场而无线地接收电力的第一导电结构。所述第一导电结构具有大于宽度的长度。所述第一导电结构包含分别封围第一区域及第二区域的第一环及第二环。所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第二下表面。所述第一导电结构具有第一边缘及第二边缘,其各自与沿着所述第一导电结构的所述长度延伸的第一几何线相交。所述设备进一步包含经配置以经由所述磁场无线地接收电力的第二导电结构。所述第二导电结构封围第三区域且具有大于宽度的长度。所述第一几何线沿着所述第二导电结构的所述长度延伸。所述第一几何线大体上垂直于沿着所述发射器导电结构的所述长度延伸的第二几何线。

[0012] 本发明的另一方面提供一种无线地接收电力的方法的实施方案。所述方法包含在第一导电结构处经由由具有大于宽度的长度的发射器导电结构产生的磁场而无线地接收电力。所述第一导电结构具有大于宽度的长度。所述第一导电结构包含分别封围第一区域及第二区域的第一环及第二环。所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第二下表面。所述第一导电结构具有第一边缘及第二边缘,其各自与沿着所述第一导电结构的所述长度延伸的第一几何线相交。所述方法进一步包含在第二导电结构处经由所述磁场无线地接收电力。所述第二导电结构封围第三区域且具有大于宽度的长度。所述第一几何线沿着所述第二导电结构的所述长度延伸。所述第一几何线大体上垂直于沿着所述发射器导电结构的所述长度延伸的第二几何线。

[0013] 本发明的另一方面提供一种用于无线地接收电力的设备。所述设备包含用于经由由具有大于宽度的长度的发射器导电结构产生的磁场而无线地接收电力的第一装置。所述第一接收装置具有大于宽度的长度。所述第一接收装置包含分别封围第一区域及第二区域

的第一环及第二环。所述第一环具有第一下表面且所述第二环具有大体上共面的第二下表面。所述第一接收装置具有第一边缘及第二边缘,其各自与沿着所述第一接收装置的所述长度延伸的第一几何线相交。所述设备进一步包含用于经由所述磁场而无线地接收电力的第二装置,所述第二接收装置封围第三区域且具有大于宽度的长度。所述第一几何线沿着所述第二接收装置的所述长度延伸。所述第一几何线大体上垂直于沿着所述发射器导电结构的所述长度延伸的第二几何线。

## 附图说明

[0014] 图 1 是根据示范性实施例的用于对机动车辆充电的示范性无线电力传递系统的图。

[0015] 图 2 是图 1 的无线电力传递系统的示范性组件的示意图。

[0016] 图 3 是用于机动车辆无线电力传递系统中的示范性感应线圈的透视图说明。

[0017] 图 4 是说明图 3 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0018] 图 5 是根据示范性实施例的无线电力发射器设备的感应线圈的透视图说明。

[0019] 图 6 是根据另一示范性实施例的无线电力发射器设备的感应线圈的透视图说明。

[0020] 图 7 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0021] 图 8 是说明图 7 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0022] 图 9 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0023] 图 10 是说明图 9 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0024] 图 11 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0025] 图 12 是说明图 11 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0026] 图 13 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0027] 图 14 是说明图 13 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0028] 图 15 是根据另一示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0029] 图 16 是说明图 15 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0030] 图 17 是根据又其它示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的透视图说明。

[0031] 图 18 是说明图 17 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。

[0032] 图 19 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈的示意图。

[0033] 图 20 是说明在无线电力传递期间如图 19 中所展示的感应线圈的阻抗的曲线图。

[0034] 图 21A、21B 及 21C 是说明在无线电力传递期间在如图 19 中所展示的次级电感线圈处看到的电压及电流的向量图。

[0035] 图 22 为展示图 1 的无线电力传递系统的示范性核心组件及辅助组件的功能框图。

[0036] 图 23 是根据示范性实施例的操作无线电力传递系统的示范性方法的流程图。

[0037] 图 24 是根据一实施例的操作无线电力传递系统的另一示范性方法的流程图。

[0038] 图 25 是根据一实施例的无线电力发射器的功能框图。

[0039] 图 26 是根据一实施例的无线地接收电力的另一示范性方法的流程图。

[0040] 图 27 是根据一实施例的无线电力接收器的功能框图。

[0041] 图 28 是根据一实施例的操作无线电力传递系统的另一示范性方法的流程图。

[0042] 图 29 是根据一实施例的无线电力发射器的功能框图。

[0043] 图式中说明的各种特征可能未按比例绘制。因此,为了清晰起见,可能任意扩大或减小各种特征的尺寸。此外,图式中的一些可能并未描绘给定系统、方法或装置的所有组件。最后,可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

[0044] 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。所述详细描述是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。

[0045] 以无线方式传递电力可指代将与电场、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递到接收器,而不使用物理电导体(例如,电力可通过自由空间来传递)。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递。将理解,在整个本说明书中,两个组件“耦合”可指它们的通过直接或间接方式的交互,且可进一步涉及物理地连接(例如,有线)的耦合或物理地断开(例如,无线)的耦合。

[0046] 机动车辆在本文中用以描述远程系统,远程系统的实例为包含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车辆。作为非限制性实例,一些机动车辆可以是除了电动马达以外还包含用于直接运转或用以给车辆的电池充电的传统内燃机的混合动力机动车辆。其它机动车辆可自电力汲取所有运转能力。机动车辆不限于汽车,且可包含摩托车、手推车、滑板车和类似车辆。举例来说而非限制,本文描述呈机动车辆(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)。

[0047] 感应电力传递(IPT)系统是一种用于无线传递能量的方式。在IPT中,初级(或“发射器”)电力装置向次级(或“接收器”)电力接收器装置发射电力。发射器及接收器电力装置中的每一者包含电感器,通常为电流输送媒体的线圈或绕组的布置。初级电感器中的交流电产生波动的电磁场。在将次级感应器放置成接近初级电感器时,所述波动的电磁场在次级感应器中感应电动势(EMF),进而将电力传递到次级电力接收器装置。

[0048] 在机动车辆及插入式混合车辆IPT系统中,初级电力装置可位于地面上且可被称为“底座”装置或电力垫。次级电力装置可位于机动车辆上且可被称为“拾取”装置或电力垫。这些装置通常用于将电力从底座(发射器)装置发射到拾取(接收器)装置。一些IPT系统还能够在其中以其它方式传递电力(即,从拾取装置到底座装置)的模式中起作



用。在此模式中,拾取装置充当“初级”装置且底座装置充当“次级”装置,这是因为拾取在底座中感应 EMF。此可允许存储于电动车辆电池中的电力传递回到电网。

[0049] PCT 公开案第 WO 2010/090539 号揭示一种用于向电动车辆供电的 IPT 系统,其中底座(通常为初级)线圈包含定位在由高磁导率材料(铁氧体)形成的核心上方的两个单独的共面线圈。在此布置中,不存在通过穿过线圈的核心的笔直路径。所述线圈充当极区域且磁通量线在其之间以高于线圈的“通量管”(高通量集中度区域)的形式起弧。所述配置被视为导致核心的侧面上的线圈下方的极少的通量泄漏。

[0050] 相同的公开案还揭示在接收器(拾取)装置的线圈布置中使用三个线圈。头两个线圈是底座线圈配置中的单独的共面线圈。在充电期间,这两个线圈与底座装置中的共面线圈对准。第三线圈在中心定位在磁性核心的相同侧面上的其它两个线圈上方。第三线圈允许除了由头两个共面线圈提取的水平分量之外从由接收器装置拦截的磁场的垂直分量提取电力。所述共面线圈被视为在垂直于所述共面线圈的中心之间的线的方向上对发射器与接收器装置之间的未对准具有良好容限,但在平行于所述共面线圈的中心之间的线的方向上对未对准具有较少容限。所述接收器装置中的三线圈布置被视为改进了平行方向上的 IPT 系统的容限,因此增加了所述系统对任何方向上的未对准的整体容限。

[0051] PCT 公开案第 WO 2011/016737 号描述一种用于向电动车辆供电的 IPT 系统,其中底座线圈布置包含磁性解耦的两个重叠平面线圈。一些线圈布置增加了复杂度及成本且可包含感应线圈之间的非轻微的互耦合。在一个方面中,其可难以对不同类型的 IPT 系统进行修裁。

[0052] 因此,仍然需要在纵向(即相对于车辆向前/向后)方向及横向(即侧到侧)方向两者上对 IPT 系统线圈未对准的改进的容限。

[0053] 根据本文中描述的实施例,所述 IPT 系统可使用谐振感应耦合,其中在被调谐到在大体上相同的频率处谐振的感应线圈之间发射电力。可通过与感应线圈串联或并联地添加电感性及/或电容性元件或经由选择具有选定的固有电容的线圈(例如,自谐振)而实现谐振耦合。

[0054] 在谐振 IPT 系统中,传递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,传递到次级线圈的电力越多。可将耦合系数界定为初级线圈的切割次级线圈的通量的分数,且至少部分随系统的几何条件而变。所述耦合系数因此至少部分取决于初级线圈与次级线圈之间的距离及它们的对准。

[0055] 在用于使用 IPT 给电动车辆充电的无线电力传递系统中,每当给车辆充电时,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车辆相对于底座的定位而变化。此可产生关于系统中的电力电子组件补偿此变化的需求的困难,从而导致需要更多昂贵的组件,从而降低可靠性并限制操作范围。

[0056] 图 1 是根据示范性实施例的用于对电动车辆 112 充电的示范性无线电力传递系统 100 的图。无线电力传递系统 100 使得能够在电动车辆 112 停放在底座无线充电系统 102a 附近时给电动车辆 112 充电。在将在对应的底座无线充电系统 102a 和 102b 上停放的停车区域中说明了用于两个电动车辆的空间。在一些实施例中,本地分配中心 130 可连接到电力主干线 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 以用于无线地

传递或接收电力。电动车辆 112 可包含电池单元 118、电动车辆感应线圈 116 和电动车辆无线充电系统 114。电动车辆感应线圈 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。

[0057] 在一些示范性实施例中，电动车辆感应线圈 116 可在电动车辆感应线圈 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。所述场对应于其中由底座系统感应线圈 104a 输出的能量可由电动车辆感应线圈 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”。近场可对应于其中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  $1/2\pi$  内的区（且针对电动车辆感应线圈 116，反之亦然），如将在下文中进一步描述。

[0058] 本地分配 130 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。

[0059] 在一些实施例中，电动车辆感应线圈 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 而正确地定位电动车辆 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，以确定电动车辆 112 何时被恰当地放置以用于无线电力传递。在一些实施例中，可由无线电力传递系统 100（例如，连接到电动车辆 112 的用户接口的电动车辆 112 或处理器）或从底座无线充电系统 102a 中可能含有的信号或传感器信息产生反馈。在又其它实施例中，电动车辆 112 可通过自动驾驶系统定位，所述自动驾驶系统可将电动车辆 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（前提是电动车辆 112 配备有伺服方向盘、超声波传感器及智能以调整车辆）由电动车辆 112 自动地及自主地执行。在又其它实施例中，电动车辆感应线圈 116、底座系统感应线圈 104a 或其组合可具有用于使感应线圈 116 及 104a 相对于彼此位移及移动以更准确地定向其且开发其之间的更有效率耦合之功能性。

[0060] 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车辆 112 所有者的家中的停车区、为在常规的基于石油的加油站后模型化的电动车辆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。

[0061] 无线地对电动车辆充电可提供众多益处。举例来说，可自动地执行充电，而几乎不具有驾驶员干预和操纵，由此改进用户的便利性。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递系统 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口、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，由于可将电动车辆 112 用作分布式存储装置以使电网稳定，所以可使用对接至电网解决方案来增加针对车辆至电网（V2G）操作的车辆可用性。

[0062] 如参看图 1 所描述的无线电力传递系统 100 还可提供美学及非阻碍优点。举例来说，可不存在可能妨碍车辆和 / 或步行者的柱负载和电缆。

[0063] 作为车辆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 将电力传递到电动车辆 112 且电动车辆 112 将电力传递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车辆将电力贡献给整个分配系统来使配电网稳定。

[0064] 因此将理解,术语“发射器”、“接收器”、“初级”及“次级”及类似者本文中用于指代在用于从电力供应器将电力传递到电动车辆(即,从发射器或初级装置到接收器或次级装置)时使用无线电力传递系统的组件。然而,无线电力传递系统可涉及使用这些组件传递一些电力,其在一些实施例中可仅为在相反方向上的少量电力,例如,将能量从电动车辆传递到配电网,以作为提高发射器及接收器装置的对准或识别哪一发射器装置被恰当地放置以用于将电力传递到接收器装置的过程的部分。因此,“发射器”还可用于接收电力且“接收器”还可用于发射电力。虽然为了易于理解而参看系统的某些组件的正常操作意义,但使用这些术语未将实施例限制到此类组件的任何特定操作。

[0065] 图2为图1的无线电力传递系统100的示范性组件的示意图。如图2中所示,无线电力传递系统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 $L_1$ 的底座系统感应线圈204。无线电力传递系统200进一步包含电动车辆接收电路222,所述电动车辆接收电路222包含具有电感 $L_2$ 的电动车辆感应线圈216。本文中所描述的实施例可使用电容负载型线回路(即,多匝线圈),从而形成能够经由磁近场或电磁近场将能量从初级结构(发射器)有效率地耦合到次级结构(接收器)(如果初级结构与次级结构两者经调谐到共同谐振频率)的谐振结构。

[0066] 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,电感可一股为感应线圈的电感,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,可添加电容器或电容器可与感应线圈集成,且经布置以与感应线圈串联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,近场的有效能量传递面积可增加。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。

[0067] 适于在谐振结构中使用的线圈可用于电动车辆感应线圈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涉及“磁性耦合谐振”、“电磁耦合谐振”,及/或“谐振感应”。将基于从底座无线电力充电系统202到电动车辆112的电力传递来描述无线电力传递系统200的操作,但不限于此。举例而言,如上文所论述,电动车辆112可将电力转移至底座无线充电系统102a。

[0068] 参看图2,电源供应器208(例如,AC或DC)将电力 $P_{SDC}$ 供应至底座无线电力充电系统202以将能量转移至电动车辆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递的工作频率的电力。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电抗性调谐组件组成,以发射所要频率下的电磁场。可提供电容

器  $C_1$  (未图示) 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  $P_1$  且在足以对机动车辆 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 无线地提供的功率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)。

[0069] 包含底座系统感应线圈 204 的底座系统发射电路 206 及包含机动车辆感应线圈 216 的机动车辆接收电路 222 两者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 及机动车辆感应线圈 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 和机动车辆感应线圈 116 可以变成彼此耦合, 以便可以将电力传递到包含机动车辆充电系统调谐电路 221 和机动车辆感应线圈 216 的机动车辆接收电路 222。可以提供机动车辆充电系统调谐电路 221 以与机动车辆感应线圈 216 形成在期望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 和机动车辆充电系统调谐电路 221 中提供的反电抗电容器可能固有的损耗。包含机动车辆感应线圈 216 和机动车辆充电系统调谐电路 221 的机动车辆接收电路 222 接收电力  $P_2$ , 并且将电力  $P_2$  提供到机动车辆充电系统 214 的机动车辆电力转换器 238。

[0070] 机动车辆电力转换器 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机动车辆电池单元 218 的电压电平匹配的电压电平的 DC 电力。机动车辆电力转换器 238 可提供经转换电力  $P_{LDC}$  以对机动车辆电池单元 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、机动车辆电力转换器 238 及机动车辆感应线圈 216 可包含于作为机动车辆 112 的部分或电池组 (未图示) 的部分的机动车辆充电系统 214 中。机动车辆充电系统 214 还可经配置以经由机动车辆感应线圈 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。机动车辆感应线圈 216 及底座系统感应线圈 204 中的每一者可充当基于所述操作模式的发射或接收感应线圈。

[0071] 虽然未图示, 但无线电力传递系统 200 可包含负载断开单元 (LDU) 以从无线电力传递系统 200 安全地断开机动车辆电池单元 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递系统 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。

[0072] 另外, 机动车辆充电系统 214 可包含切换电路 (未图示) 以用于将机动车辆感应线圈 216 选择性地连接到机动车辆电力转换器 238 及选择性地断开机动车辆感应线圈 216。断开机动车辆感应线圈 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 解耦机动车辆充电系统 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机动车辆充电系统 114 等接收器何时存在于底座系统感应线圈 204 的近场中的机制。

[0073] 如上文所描述, 在操作中, 假定朝向车辆或电池的能量传递, 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递的场。机动车辆感应线圈 216 耦合到辐射场, 并且产生供机动车辆 112 存储或消耗的输出电力。如上文所描述, 在一些实施例中, 底座系统感应线圈 204 及机动车辆感应线圈 116 是根据相互谐振关系而配置,

以使得在电动车辆感应线圈 116 的谐振频率及底座系统感应线圈 204 的谐振频率非常接近或大体上相同时,高度有效地传递能量。在电动车辆感应线圈 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 与电动车辆充电系统 214 之间的发射损耗最小。

[0074] 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递。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。

[0075] 虽然未图示,但底座充电系统电力转换器 236 及电动车辆电力转换器 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。

[0076] 如贯穿所揭示的实施例而描述的电动车辆感应线圈 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。线圈也可被称作其经配置以以无线方式输出或接收电力的类型的“天线”。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“电力传递组件”。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。包括铁磁体或铁磁性材料的物理芯天线可允许形成较强电磁场且改进耦合。

[0077] 在本说明书中,术语“线圈”是在具有全部周围一或多个中心点缠绕的若干匝导电材料的局部化的绕组布置的意义上使用。术语“线圈布置”用于指传导材料的任何绕组布置,其可包括若干“线圈”。

[0078] 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递。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递能量。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递。

[0079] 如上文所描述,根据一些实施例,揭示了将电力耦合于在彼此的近场中的两个感应线圈之间。如上文所描述,近场可对应于感应线圈周围的其中存在电磁场的区。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。

[0080] 图 3 是用于电动车辆无线电力传递系统 300 中的感应线圈的透视图说明。所述无线电力传递系统包括包含发射器线圈布置 301 的底座或发射器无线电力传递装置及包含接收器线圈布置 302 的拾取或接收器无线电力传递装置。出于清楚起见,在图 3 中仅展示

系统 300 的线圈。系统 300 可包含如（例如）参考图 1 及 2 所描述及如本文中以其它方式描述的一或多个额外组件。发射器线圈 301 可，例如形成位于车辆停车空间中的地面上的无线电力发射器设备的部分，而接收器线圈 302 可例如形成位于电动车辆的下侧上的无线电力接收器装置的部分。出于本说明书的目的，可假设图 3 中的线圈及如下文所描述的具有类似性质的所有图是在电动车辆的纵向方向上观看的。图 3 展示定位在发射器线圈 301 上方的接收器线圈 302，适合于在向发射器线圈 301 供能之后即刻在发射器线圈 301 与接收器线圈 302 之间进行无线电力传递的位置。

[0081] 在图 3 的配置中，发射器线圈 301 包括连接到一或多个电源（未图示）的两个大体上共面发射器线圈 303a 及 303b。在一实施例中，电流在两个线圈 303a 及 303b 的邻近部分中在相同方向上流动，且这些邻近部分中的电流具有大体上相同的量值及相位。

[0082] 接收器线圈 302 包括两个大体上共面的接收器线圈 304a 及 304b，且第三线圈 305 定位在共面的接收器线圈 304a 及 304b 上方。线圈布置 302 中的线圈可连接到电动车辆的电池。

[0083] 发射器线圈布置 301 及接收器线圈布置 302 两者与定位在发射器线圈 301 下方及接收器线圈 302 上方的磁性部件（例如铁氧体核心）（未图示）相关联。为了使用图 3 的线圈 301 及 302 传递电力，交流电穿过发射器线圈 301。此产生呈“通量管”（高通量集中度区域）形式的在发射器线圈 303a 及 303b 中的孔之间的线圈布置 301 上方循环的磁场。在使用中，接收器线圈 302 经定位以使得接收器线圈 304 及 305 与磁通量线相交，因此在接收器线圈 304 及 305 中感应电流，所述电流被供应到电动车辆的电池。

[0084] 共面接收器线圈 304a 及 304b 从所述发射器线圈 301 产生的磁通量的水平分量提取电力。单一接收器线圈 305 从由发射器线圈产生的磁通量的垂直分量提取电力。因此，组合起来，接收器线圈 302 的线圈实现无线电力传递系统的发射器及接收器装置之间的能量传递。如参考图 3 所描述的操作及配置可在适用时类似地应用于本文中描述的其它实施例。

[0085] 图 4 是说明图 3 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。图 4 以平面图描绘由图 3 的线圈 300 覆盖的区域 400。虚线勾勒的区域指示来自如图 3 中所展示的发射器线圈 301 的发射器线圈 303a 及 303b 的电力贡献的大致区域。对角阴影区域指示供应到共面接收器线圈 304a 及 304b 的电力的大致空间分布，而虚线阴影区域指示供应到单一接收器线圈 305 的电力的大致空间分布。因此，区域 401 及 402 表示从发射器线圈 303a 及 303b 供应到单一接收器线圈 305 的电力的大致空间分布，而区域 403 表示从发射器线圈 303a 及 303b 供应到共面接收器线圈 304a 及 304b 的电力的大致空间分布。应注意，电力贡献的空间分布可跨越线圈的区域连续地变化。图 4 中展示的区域及本说明书中其它地方的类似此类图表示最高电力贡献的大致区域，例如，高于某一阈值的电力贡献的区域。

[0086] 图 4 中以粗体展示的线 404 表示用于图 3 中展示的线圈布置 300 的所估计的容限区。也就是说，线 404 标记在其上线圈布置 301 及 302 的中心可在线圈之间的电力传递的量降低到某一水平以下之前未对准的大致区域。将理解，线 404 仅指示由无线电力传递系统 300 的线圈的空间电力分布产生的容限区，其为示范性的且经展示以说明系统 300 的线圈的相对空间电力分布。同样，本文中描述的其它实施例的容限区是示范性的，且经展示以

说明（例如）与本文中描述的其它实施例相比的线圈的相对空间分布。

[0087] 可看到图 3 中展示的线圈布置具有图 4 中的大致圆形容限区 404，意味着系统在合理有效地传递电力的同时可承受的发射器及接收器线圈布置之间的未对准的程度在纵向及横向方向上大致相等。

[0088] 如先前所提及，可能需要电动车辆 IPT 系统在容限上具有灵活性以适合特定情形的要求。例如，在电动车辆被手动地操纵到用于充电的位置中时，研究表明人类驾驶员在横向方向上比在纵向方向上更好地判断车辆对准。因此人类驾驶员更可能横向地而不是纵向地正确地定位车辆。此可能暗示对纵向方向上的未对准的更大容限对于手动地定位的车辆将为合意的。

[0089] 另一方面，在一些情形中，具有对横向方向上的未对准的更大程度的容限可为有益的。简单地通过向后或向前移动车辆来纵向地调整车辆的位置是相对更容易的，但横向再对准更加困难且更耗时，这是因为其需要再停车操纵。此在通过自动控制系统或手动地定位车辆以用于充电时适用。

[0090] 另外，车辆完全被自动控制可存在安规问题，甚至在将车辆停在 IPT 底座装置上方时也如此。一些系统允许车辆控制导向但需要驾驶员手动地控制油门及制动器。在此类系统中，可在纵向方向上需要更大的对准容限，这是因为可预期驾驶员能够在此方向上没有自动系统将车辆对准得那么好。

[0091] 另一考虑是，归因于国际非电离辐射防护委员会 (ICNIRP) 设定的法规，可能需要减少来自发射器装置的可能渗漏超出车辆的边界（例如从车辆的侧面）的磁场发射到其中人可能暴露于那些发射的区域中。在接收器装置未对准时，可尤其存在这些发射。发射器装置与车辆的侧面对准得越近，可存在场发射的指数增加。为了使发射最少化，因此优化发射器装置与电动车辆上的接收器装置的横向对准是合意的。

[0092] 因此，在一些情形中，图 3 中展示的线圈布置的大致容限区 404 可不适合于电动车辆的对准容限要求。

[0093] 另外，无线电力传递系统的电动车辆侧面上的线圈布置 302 包括导电材料的三个个别线圈。在一些情形中，此数目的线圈添加可添加在其上安装线圈布置 302 的电动车辆的制造的成本。操作及控制此线圈布置所需的电子器件也较复杂，从而进一步添加电动车辆的制造的成本。线圈布置 302 的大小及复杂度还可向电动车辆添加重量，从而在某些情形中增加运行成本。

[0094] 图 5 是根据实施例的无线电力发射器设备的感应线圈 500 的透视图说明。在使用中，包含发射器线圈 500 的无线电力传递发射器装置可定位在地表面上，例如在停车场、车库、充电站或类似者中。

[0095] 发射器线圈 500 包括第一线圈结构 501 及第二线圈结构 502。第二线圈结构 502 大体上邻近于第一线圈结构 501（例如，在第一线圈结构 501 下方）在中心定位。在另一实施例中，第二线圈布置可定位在第一线圈结构上方。

[0096] 在图 5 中展示的实施例中，第一线圈结构 501 包括彼此邻近定位的两个大体上共面发射器线圈 501a 及 501b。换句话说，第一线圈结构 501 包括分别封围第一和第二区域的第一和第二环。第一和第二环具有大体上共面的下表面。在一些实施例中，第一线圈结构 501 是由缠绕成封围第一和第二区域的单一线圈（例如，其可具有一或多个匝）形成。在

其它实施例中,可使用两个单独的线圈 501a 及 501b。在使用中,共面发射器线圈 501a 及 501b 可能连接到一或多个电源,以使得电流围绕一个线圈顺时针流动且围绕其它线圈逆时针流动,即,以使得电流在两个线圈 501a 及 501b 的邻近部分中在相同方向上流动。共面发射器线圈 501a 及 501b 可与相同电源串联或并联连接,或替代地它们可连接到共同电源,以使得线圈的邻近部分中的电流具有大体上相同的量值及相位。

[0097] 第二线圈结构 502 包括图 5 中展示的实施例中的单一平面发射器线圈 502。平面发射器线圈 502 在中心定位在第一线圈布置 501 下方,以使得平面发射器线圈 502 中的孔与两个线圈 501a 及 501b 之间的点对准。换句话说,第二发射器线圈 502 封围第三区域且根据一些实施例可经定位以使得大体上第三区域的中心大体上定位在两个线圈 501a 及 501b 之间的点上方。

[0098] 此外,发射器线圈 502 的末端部分可大体上邻近于共面发射器线圈 501a 及 501b 的相应内部中的空间。

[0099] 整个发射器线圈布置 500 具有沿着其纵向轴线的长度,所述纵向轴线与两个线圈 501a 及 501b 的中心之间的线对准,所述长度大于沿着垂直于纵向轴线的横向轴线的其宽度。换句话说,第一和第二线圈结构 501 及 502 具有比它们的宽度长的长度。沿着第一线圈结构的宽度且在线圈 501a 及 501b 之间延伸的几何线垂直于沿着长度延伸的几何线。

[0100] 在使用中,平面发射器线圈 502 也可连接到电源。

[0101] 第一和第二线圈结构 501 及 502 经配置以使得在供电时,在由每一线圈结构 501 及 502 产生的磁场之间不存在互耦合。例如,在图 5 中展示的实施例中,由于所述配置的几何条件,在线圈结构 501 及 502 之间不存在互耦合。由两个线圈结构产生的磁场在线圈结构 500 的区域上方的不同地方彼此相加及相减,但所述加和减是等分的,以使得不存在互耦合。换句话说,由第一线圈布置产生的与第二线圈布置相交的磁场的总和大体上为零。以此方式,在线圈结构 501 与线圈结构 502 之间实质上不存在互耦合。换句话说,在将电流(例如,时变信号)施加到第一线圈结构 501 时,由于施加到第一线圈结构 501 的电流而在第二线圈结构 502 中产生大体上零电压。同样,在将电流(例如,时变信号)施加到第二线圈结构 502 时,由于施加到第二线圈结构 501 的电流而在第一线圈结构 501 中产生大体上零电压。第一线圈结构 501 可具有大体上水平极化的磁矩,且第二线圈结构 402 可具有大体上垂直极化的磁矩。

[0102] 图 6 是根据另一实施例的无线电力发射器设备的感应线圈 600 的透视图说明。线圈布置 600 类似于图 5 中展示的线圈布置 500 且包括自身包括共面发射器线圈 601a 及 601b 的第一线圈结构 601 及包括单一平面发射器线圈 602 的第二线圈结构 602。线圈布置 600 与线圈布置 500 之间的一个差异所述平面发射器线圈 602 的大小。在图 6 中展示的实施例中,发射器线圈 602 覆盖类似于由第一线圈结构 601 覆盖的区域的区域。也就是说,每一线圈布置 601 及 602 中的传导材料的最外长度大体上对准。

[0103] 另一实施例包括包含单一线圈的第一线圈结构及也包含单一线圈的第二线圈结构。同样,第二线圈布置在中心定位在第一线圈布置下方,以使得在由线圈产生的磁场之间不存在互耦合。与(例如)图 5 及图 6 中展示的实施例相比,此实施例可更难以控制且导致更小的容限区。

[0104] 线圈布置 500 或 600 可用于电动车辆无线电力传递系统中的无线电力发射器设备



中。虽然在图 5 或图 6 中未展示,但根据各种实施例的无线电力发射器设备(例如,包括图 1 或 2 的一或多个组件或另外在本文中描述)可各自包括与线圈布置 500 或 600 磁性关联的一或多个磁性部件。例如,铁氧体核心(未图示)可定位在线圈布置 500 或 600 下方。还可使用磁屏蔽以将磁场包含在电力传递区中且减少能量损耗。此系统可使用发射器装置与接收器装置之间的谐振感应耦合。可彼此单独地调谐线圈结构 501 及 502 以实现谐振频率。发射器装置中的线圈结构 501 及 502 的调谐还可考虑接收器装置的线圈及它们的调谐的影响,尤其对于紧密耦合的系统。例如,并行调谐的接收器线圈可减少发射器线圈的电感,因此可在接收器线圈存在及短路时执行发射器线圈的调谐。

[0105] 如刚刚例如参考图 5 和 6 所描述的根据各种实施例的无线电力发射器设备提供若干益处。与一些系统相比,在机动车辆 IPT 系统的发射器侧上包含共面线圈结构 501 及单一线圈 502 两者允许在机动车辆上在接收器结构中可需要的更少的组件,而不会不利地影响电力传递率或效率。此允许机动车辆的降低的复杂度及成本。另外,由于单一线圈 502 在垂直方向上供应通量,而共面线圈 501 在水平方向上供应通量,所以发射器装置可经剪裁以通过改变共面及单一线圈 501 及 502 中的电流的量值及相位而产生根据机动车辆接收器装置的类型或位置而剪裁的磁通量场。对每一线圈中的电流的量值及相位的调整可同时进行。使两个线圈布置将电力提供给接收器线圈还允许增加无线电力传递的比率及/或效率。此外,发射器装置中的线圈可经配置以提供对未对准的不同程度的容限,其可适合不同的系统要求。

[0106] 现将关于并入有无线电力发射器设备的机动车辆 IPT 系统的若干示范性实施例来论述这些及其它益处。

[0107] 图 7 是根据示范性实施例的无线电力传递系统 700 中的感应线圈 701 及 702 的透视图说明。例如,图 7 中说明的线圈 701 及 702 可用于机动车辆无线电力传递系统中。无线电力传递系统 700 包括:无线电力发射器设备(其中仅展示线圈的一部分),其自身包括第一线圈结构 701 及第二线圈结构 704;及无线电力传递接收器装置,其自身包括接收器线圈结构 702。发射器线圈结构 701 及 704 可分别与图 5 的线圈结构 501 及 502 相同。接收器线圈结构 702 包括经配置以电连接到负载(例如,有线连接到机动车辆电池)的平面接收器线圈 705。线圈在图 7 中在机动车辆充电情形中在典型位置中展示,其中接收器线圈 705 定位在发射器线圈结构 701 及 704 上方。在图 7 中展示的位置中,无线电力发射器及接收器线圈 701 及 702 可视为良好地对准,这是因为发射器及接收器线圈布置 701 及 702 的中心呈垂直对准。在其它实施例中,良好对准可以认为是线圈布置的不同布置,其取决于线圈布置的布局及几何条件。

[0108] 与图 3 的线圈布置相比,图 7 中展示的实施例的线圈布置提供无线电力传递系统的优点。例如,通常安装在机动车辆上的接收器线圈布置 702 是相对简单的,其包括单一平面线圈 705。此减少机动车辆上的 IPT 组件的成本及复杂度。因此,虽然在系统的发射器侧上可存在更多的复杂度(例如由于控制发射器线圈 703a、703b 及 704 中的电流的需要引起),鉴于系统的接收器侧上的优点,此在一些情形中可为可接受的。

[0109] 另外,在如图 7 中所展示的发射器装置及根据本文中论述的实施例的发射器装置中使用多个线圈允许控制发射器线圈布置中的电流以增加电力传递效率。在发射器线圈结构 703a-b 及 704 两者耦合到接收器线圈结构 702 时,可调整发射器线圈 703a、703b 及 704

中的电流的量值以增加给定输出功率的效率。例如,如果来自发射器线圈结构 703a 及 703b 以及发射器线圈结构 704 的耦合是相等的,那么可通过使相等的电流行进穿过两个发射器线圈布置以减少电阻性损耗来实现高效率。然而,如果发射器线圈布置 703a-b 或 704 中的一者具有非常低的耦合,那么使所述线圈布置中的电流为零可更有效。

[0110] 图 8 是说明图 7 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。以类似于图 4 的方式,图 8 以平面图描绘由图 7 的线圈 700 覆盖的区域 800。以虚线勾勒的区域 801 及 802 指示从线圈结构 701 的共面发射器线圈 703a 及 703b 到图 7 中展示的接收器线圈 705 的电力贡献的示范性大致空间分布。以实线勾勒的区域 803 描绘从单一发射器线圈 704 到接收器线圈 705 的电力贡献的示范性大致空间分布。以粗体展示的线 804 表示图 7 中展示的线圈布置的高于某一阈值水平的电力传递的所估计的容限区。

[0111] 与图 4 中展示的线圈的所估计的容限区相比,线圈 700 的容限区 804 在平行于共面线圈 703a 及 703b 的中心之间的线的方向上更宽,但在垂直于共面线圈 703a 及 703b 的中心之间的线的方向上较窄。如上文所提及,如果我们假设图 7 中的视图电动车辆期待的,那么在与图 3 的系统相比时,此使线圈布置 700 对车辆的横向未对准更具容忍性但对纵向未对准较不具容忍性。如上文已经论述,这些容限在某些情形中可为合意的,例如在电动车辆受控制系统控制以自动将车辆定位在发射器装置上方的情况下。

[0112] 将了解,图 7 的线圈以及各种实施例的范围内的其它线圈布置可以任何定向安装在地面上及电动车辆上。也就是说,线圈布置可经配置以使得图 6 及图 7 中所描绘的纵向方向是横向方向,且反之亦然。所属领域的技术人员将了解,本文中论述的示范性定向不限于各种实施例,且根据各种实施例的线圈布置可在替代性定向上使用,在此情况下,本文中关于特定方向而论述的线圈布置的任何优点将同样适用于相对于线圈布置的替代性定向的相同方向。

[0113] 图 9 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈 900 的透视图说明。线圈 900 包括类似于图 5 及图 7 的发射器线圈结构的发射器线圈结构 901 及 904 且包含第一发射器线圈结构 901 中的共面线圈 903a 及 903b,及单一发射器线圈 904。在图 9 中展示的实施例中,接收器线圈结构 902 包括两个共面接收器线圈 905a 及 905b。

[0114] 图 9 中展示的实施例拥有上文所论述的优点:在接收器装置具有单一接收器线圈布置的情况下使用具有多个发射器线圈的发射器装置,图 9 的实施例中的单一接收器线圈结构 902 包括两个共面线圈 905a 及 905b。图 9 中的接收器装置与图 7 的线圈相比可具有额外的线圈,并且因此可使用更多的导电材料,通常为利兹线。

[0115] 图 10 是说明图 9 中展示的线圈 900 在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。类似于图 8,通过实线展示单一发射器线圈 904 对共面接收器线圈 905a 及 905b 的电力贡献的大致区域 1001 及 1002,且以虚线概述展示两个共面发射器线圈 903a 及 903b 的电力贡献的大致区域 1003。应注意,与图 8 的电力贡献的区域相比,来自发射器线圈布置的贡献的位置是颠倒的,即,在图 8 中,单一发射器线圈 704 在区域 800 内在中心将电力贡献给接收器线圈,而在图 10 中,共面发射器线圈 903a 及 903b 在区域 1000 内在中心将电力贡献给接收器线圈。对于贡献给这些图中的外围电力贡献区的发射器线圈具有相同的颠倒。

[0116] 与图 4 中展示的线圈的所估计的容限区 404 相比,线圈布置 900 的容限区 1004 同样相对于电动车辆在横向方向上更宽。因此,图 9 的线圈 900 可同样更适合于比图 3 中展

示的线圈布置需要增加的横向未对准容限的情形。与图 7 中展示的线圈布置的所估计的容限区 804 相比,图 10 中展示的容限区 1004 在纵向方向上更宽。由于容限区的宽度是类似的,所以对图 9 中展示的线圈布置的未对准的总容限大于图 7 中展示的线圈布置。因此,这些线圈布置 900 在寻求对未对准的更大总容限程度的情况下可为合意的。

[0117] 此外,与图 3 中展示的线圈相比,图 9 中展示的实施例中非发射器及接收器线圈 901 及 902 之间法耦合在纵向方向上较高。对于任何给定对准,此允许来自线圈的侧面的较少的磁场发射。

[0118] 图 11 是根据示范性实施例的无线电力传递系统 1100 中的感应线圈的透视图说明。同样,发射器线圈结构 1103a-b 及 1104 类似于图 5 中展示的线圈结构 501 及 502。在图 11 中展示的实施例中,接收器线圈结构 1102 及 1106 也包括包含用于线圈结构 1102 的两个共面接收器线圈 1105a 及 1105b 及单一接收器线圈 1106 的线圈结构。

[0119] 图 11 中展示的实施例具有包括类似于图 3 中展示的线圈结构的线圈结构的接收器装置。因此,图 11 的实施例可未实现如参考图 7 及图 9 所描述的益处中的至少一些。实际上,所述线圈布置的成本及复杂度与 IPT 系统的发射器及接收器侧两者上的其它实施例相比可更高。然而,图 11 中展示的实施例可拥有在某些情形中可为合意的其它益处。

[0120] 例如,图 11 中展示的实施例由于系统中的更大数目的线圈而可能实现在给定发射器电流下的发射器及接收器线圈 1101 及 1102 之间的更高的电力传递率。此可使得图 11 的线圈能够用于与先前描述的实施例相比以更高的比率传递电力或以相同的比率但使用较低的发射器或底座装置电流传递电力。发射器装置中的电流中的减少对于减少来自无线电力传递系统的磁场发射可为合意的。来自线圈的侧面的磁场发射的量大致与发射器装置中的电流成比例,因此发射器装置电流越低,场发射越低。

[0121] 图 12 是说明图 11 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。由实线 1201、1202 及 1203 概述的区域近似来自单一发射器线圈 1104 的跨越线圈 1100 的区域 1200 的电力贡献区域,而由虚线 1204、1205 及 1206 概述的区域近似来自共面发射器线圈 1103a 及 1103b 的空间电力贡献。虚线阴影区域展示供应到单一接收器线圈 1106 的电力贡献,而对角阴影区域展示供应到共面接收器线圈 1105a 及 1105b 的电力贡献。实质上,线圈 1100 的电力贡献是图 7 的线圈 700 及图 9 的线圈 900 的电力贡献的总和。

[0122] 粗线 1207 表示对图 11 的线圈布置的发射器及接收器线圈 1101 及 1102 的未对准的容限区。此区在横向及纵向方向两者上大于图 3、图 7 及图 9 的线圈布置的容限区。因此,图 11 的线圈布置整体对线圈之间的未对准更具容忍性,且可在需要此容限水平时为有用的。

[0123] 图 13 是根据示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈 1300 的透视图说明。在图 13 中,发射器线圈结构 1301 及 1304 分别类似于图 6 中展示的线圈结构 601 及 602。接收器线圈结构 1302 及 1306 类似于包括两个共面接收器线圈 1305a 及 1305b 及单一接收器线圈 1306 的图 11 的接收器线圈结构 1102 及 1106。

[0124] 类似于图 11 的线圈 1100,线圈 1300 可导致 IPT 系统的发射器及接收器装置之间的增加的电力传递率。同样,此可允许更快的电力传递或用于给定电力传递的较低电流,并且因此减少系统组件上的应力且减少磁场发射。线圈布置 1300 可涉及在一些情况下在系统的车辆侧面上的一些增加的成本及复杂度,及与图 11 中展示的实施例的单一线圈 1104

相比之下的更大的单一线圈 1304, 其可需要更多的缠绕的传导材料并且因此更大的重量及成本。

[0125] 图 14 是说明图 13 中展示的线圈 1301 及 1302 在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。如关于图 14 可看出, 线圈 1300 的未对准容限区大于图 11 的线圈 1100 的未对准容限区。由实线 1401、1402 及 1403 概述的区域近似来自单一发射器线圈 1304 的跨越线圈 1300 的区域 1400 的电力贡献区域, 而由虚线 1404、1405 及 1406 概述的区域近似来自共面发射器线圈 1303a 及 1303b 的空间电力贡献。虚线阴影区域展示供应到单一接收器线圈 1306 的电力贡献, 而对角阴影区域展示供应到共面接收器线圈 1305a 及 1305b 的电力贡献。粗线 1407 是发射器线圈 1301 及接收器线圈 1302 之间的未对准容限的区的近似。

[0126] 与图 12 的等效电力贡献图相比, 可以看出, 由于单一发射器线圈 1304 的更宽尺寸, 来自线圈 1300 的电力贡献的空间分布在横向方向上更宽。因此, 图 13 的线圈 1300 与先前论述相比具有对横向方向上的未对准的更大容限。

[0127] 图 15 是根据另一示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈 1500 的透视图说明。在图 15 中, 发射器线圈结构 1501 及 1504 以及接收器线圈结构 1502 (由线圈 1505a 及 1505b 形成) 两者类似于图 11 的接收器线圈结构, 其中共面接收器线圈 1505a 及 1505b 共同地大体上定位在单一接收器线圈 1506 的中心。换句话说, 接收器设备包含经配置以经由具有大于宽度的长度的发射器导电结构 (1501 或 1504 或两者) 产生的磁场而无线地接收电力的第一导电结构 1502 (包含 1505 及 1505b)。第一导电结构 1502 具有大于宽度的长度且包含分别封围第一区域及第二区域的第一环 1505a 及第二环 1505b。第一环 1505a 及第二环 1505b 具有大体上共面的下表面。所述第一导电结构具有第一边缘及第二边缘, 其各自与沿着第一导电结构 1502 的长度延伸的第一几何线相交。沿着在第一和第二环 1505a 及 1505b 之间延伸的宽度的第二几何线大体上垂直于沿着长度延伸的线。接收器设备进一步包含经配置以经由来自发射器导电结构 1501 的磁场而无线地接收电力的第二导电结构 1506。第二导电结构 1506 封围第三区域且具有大于宽度的长度。第一几何线沿着所述第二导电结构 1506 的长度延伸。在一些实施例中, 由第二导电结构 1506 封围的第三区域的中心大体上定位在第一环 1505a 与第二环 1505b 之间的点上方。

[0128] 如图 15 中所展示, 可电连接或可连接到例如电动车辆电池等负载的接收器线圈结构 1502 及 1506 在与发射器线圈结构 1501 (包含线圈 1503a 及 1503b) 及 1504 介接时布置在不同定向中, 与图 11 的接收器线圈相比在水平平面中旋转大体上  $90^\circ$ , 以使得共面接收器线圈 1505a 及 1505b 大体上垂直于共面发射器线圈 1503a 及 1503b。也就是说, 接收器线圈的纵向轴线大体上垂直于发射器导电结构 1501 的发射器线圈 1503a 及 1503b 的纵向轴线。换句话说, 共面接收器线圈 1505a 及 1505b 的中心之间的线大体上垂直于共面发射器线圈 1503a 及 1503b 的中心之间的线。再换句话说, 沿着第二导电结构的长度延伸的上文所描述的第一几何线大体上垂直于沿着发射器导电结构 1501 的长度延伸的第三几何线。

[0129] 应了解, 第一和第二环 1505a 及 1505b 可为经缠绕以封围第一和第二区域的单一线圈, 或在另一实施例中由不同的单独线圈 1505a 及 1505b 形成以封围第一和第二区域。实际上, 应了解, 在如上文所描述的展示共面结构的图中的任一者中, 两个单独的共面结构可通过经缠绕以封围第一和第二区域的单一线圈形成, 或由单独线圈形成以封围第一和第二

区域。此外,第一接收器导电结构 1502 及第二接收器导电结构 1506 可定位成维持第一接收器导电结构 1502 与第二接收器导电结构 1506 之间的实质性互耦合不存在,如上文所解释。

[0130] 图 15 的实施例共享上文关于图 11 及图 1 中展示的实施例所论述的优点及缺点中的一些。然而,对不同方向上的未对准的容限具有不同特性,如现将关于图 16 所论述,图 16 是说明图 15 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。由实线 1601、1602 及 1603 概述的区域近似来自单一发射器线圈 1504 的跨越线圈 1500 的区域 1600 的电力贡献区域,而由虚线 1604 到 1609 概述的区域近似来自共面发射器线圈 1503a 及 1503b 的空间电力贡献。虚线阴影区域展示供应到单一接收器线圈 1506 的电力贡献,而对角阴影区域展示供应到共面接收器线圈 1505a 及 1505b 的电力贡献。粗线 1610 是发射器线圈及接收器线圈之间的未对准容限的区的近似。

[0131] 可在图 16 中展示的电力贡献的空间分布与图 12 中展示的电力贡献的空间分布之间作出比较,其涉及图 11 中展示的实施例。描绘供应到单一接收器线圈的电力贡献的虚线区域在两种情况下类似地分布。然而,在图 16 中,描绘供应到共面接收器线圈 1505a 及 1505b 的电力贡献的对角阴影区域沿着区域 1600 的顶部及底部而定位。这与位于区域 1200 中间的图 12 中的等效区形成对比。

[0132] 对图 16 中展示的未对准的总容限是比图 12 的总容限大的区域且在形状上也更像矩形。换句话说,第一和第二接收器线圈结构 1502 及 1506 共同地具有第一中心点(例如,覆盖线圈结构 1505a-b 及 1506 的表面积几何矩形的中心点)。发射器导电结构 1502a-b 及 1504 具有第二中心点(例如,覆盖发射器导电结构的表面积几何矩形的中心点)。由其中电力传递的量高于阈值的第一和第二中心点之间的偏移距离界定的一组点是大体上矩形。此效应将减少对在第一方向上的未对准的容限的量与对垂直于第一方向的方向上的未对准的量的相依性。可以从图 16 中的粗线 1610 看出,即使车辆在横向方向上不良地对准,在纵向方向上的容限的程度也极少受影响,除非横向未对准较显著(例如,接近由线 1610 定界的区的边界)。此可与图 11 中展示的实施例的总容限相比,其由图 12 中的线 1207 描绘,其中线 1207 的椭圆形状性质指示在横向方向上的未对准减少对纵向方向上的未对准的容限的程度,且反之亦然。

[0133] 因此,在图 15 中展示的实施例中,在一个方向上的未对准不一定耦合在其它方向上的未对准的几率。其还允许制造商设计发射器及接收器线圈布置两者以独立地在横向及纵向方向两者上迎合给定系统或情形的容限要求。此灵活性可简化合适的线圈布置的设计。

[0134] 与上文所描述的其它实施例相比的对图 15 中展示的实施例的未对准的大容限可允许减小线圈布置的大小,因此维持特定容限程度,同时还减少组件成本。线圈布置的大小上的减小还可减少超出车辆的边界的磁场发射。

[0135] 图 17 中展示类似的示范性实施例,其为根据又其它示范性实施例的无线电力传递系统中的感应线圈 1700 的透视图说明。在图 17 中,发射器线圈结构 1701 及 1704 以及接收器线圈结构 1702 及 1706 两者类似于图 13 的接收器线圈,然而,接收器线圈结构 1702 及 1706 布置在不同定向中,与图 13 的接收器线圈结构 1302 及 1306 相比在水平平面上旋转大体上  $90^\circ$ , 以使得共面接收器线圈 1705a 及 1705b 大体上垂直于共面发射器线圈 1703a

及 1703b。

[0136] 图 17 的实施例共享上文关于图 15 的实施例所论述的许多优点及缺点。此外,其具有与图 18 中所展示的未对准容限的类似特性,图 18 是说明图 17 中展示的线圈在无线电力传递期间的电力贡献的空间分布的图。由实线 1801、1802 及 1803 概述的区域近似来自单一发射器线圈 1704 的跨越线圈 1700 的区域 1800 的电力贡献区域,而由虚线 1804 到 1809 概述的区域近似来自共面发射器线圈 1703a 及 1703b 的空间电力贡献。虚线阴影区域展示供应到单一接收器线圈 1706 的电力贡献,而对角阴影区域展示供应到共面接收器线圈 1705a 及 1705b 的电力贡献。粗线 1810 是发射器线圈及接收器线圈之间的未对准容限的区的近似。

[0137] 图 17 的实施例的未对准容限特性类似于图 15 的实施例及上文关于图 16 所描述的实施例的未对准容限特性。然而,如由区域 1801、1802 及 1803 描绘的来自单一发射器线圈 1704 的电力贡献的区大于图 18 中的等效区。此反映与图 15 中非单一发射器线圈 1504 相比,单一发射器线圈 1704 的大小更大。因此与图 16 相比,来自图 18 中的不同发射器线圈的电力贡献的区之间存在更大的重叠。因此,与图 15 的实施例相比,图 17 的实施例可提供其中发射器及/或接收器线圈中的一者以上发射/接收电力贡献的线圈布置之间的更大范围的未对准位置。此可导致这些位置中的更有效的电力传递及在发射器线圈布置中的一者出故障的情况下仍可能传递电力的系统。

[0138] 在图 15 及图 17 的实施例中,接收器线圈结构相对于发射器线圈结构大体上垂直定向。这是相关的线圈结构的相对定向,且可提供其中在电动车辆的下侧上在横向定向上安装(如图 15 及图 17 中所展示,假设相对于车辆在纵向上观看图)、在纵向定向或任何其它定向上安装接收器线圈布置。还将了解,对于发射器线圈的一些布置,具有安装在下方的接收器线圈结构的电动车辆能够在相对于发射器线圈的任何定向上定向接收器线圈,其取决于车辆从其驾驶到发射器线圈上方的方向及因此车辆的定向。因此,电动车辆的控制器或驾驶员可具有关于在充电操作期间以哪一方式定向发射器及接收器线圈的选择。此选择可由与可能的定向相关联的充电的所要的特性指定。然而,一些发射器线圈布置可安装在地面上,以使得车辆实际上仅能够例如在停车空间或车库中从一个方向驾驶到其上方。

[0139] 更一般地说,至少一些实施例包含接收器及发射器线圈结构,其经定向以使得在接收器及发射器线圈结构良好对准时(例如,在接收器及发射器线圈布置的物理中心垂直对准),共面接收器线圈及共面发射器线圈不耦合,或具有低于预定阈值的耦合。以上描述已描述其中例如在线圈大体上垂直定向时接收器及发射器线圈之间的耦合水平非常低的配置。

[0140] 在其它实施例中,可提供不具有单一发射器线圈 1504 或 1704 的类似于图 15 及图 17 中展示的发射器线圈结构的发射器线圈结构。也就是说,在这些实施例中,发射器线圈布置仅包括共面发射器线圈。可以从图 16 及图 18 看出,如果接收器线圈结构(例如,如图中展示)在中心与此类发射器线圈结构对准,那么可存在比可在存在单一发射器线圈的情况下可实现的电力传递率更低的电力传递率。

[0141] 再次参看图 6 的线圈 600,可控制线圈布置中的电流的方向以便增加电力传递效率且减少一些负面效应,如现将描述且如下文进一步描述。

[0142] 在一实施例中,共面发射器线圈 601a 及 601b 中的电流可经配置以在相反方向上

流动,以使得共面发射器线圈 601a 及 601b 的邻近部分中的电流在相同方向上流动。例如,线圈 601a 中的电流可顺时针流动,而线圈 601b 中的电流逆时针流动,或反之亦然。对于共面发射器线圈 601a 及 601b 中的电流的给定流动方向,单一大发射器线圈 602 中的电流可在两个方向中的一者(顺时针或逆时针)上流动,即,在与线圈 601a 中的电流相同的方向上或在与线圈 601b 中的电流相同的方向上。如果单一线圈 602 中的电流在与线圈 601a 相同的方向上流动,那么由发射器线圈布置 600 产生的磁通量场将在线圈 601a 的方向上与线圈布置的中心偏移。同样,如果单一线圈 602 中的电流在与线圈 601b 相同的方向上流动,那么磁通量场将在线圈 601b 的方向上偏移。因此,通过改变电流在单一发射器线圈 602 中或在共面发射器线圈 601a 及 601b 中流动的方向,最强磁通量密度的位置可变化。

[0143] 相同的考虑因素适用于图 5 的发射器线圈 500 及各种实施例的范围内的其它线圈中的电流的方向,但由于切换共面线圈 501a 及 501b 或单一线圈 502 中的电流而引起的磁场的偏移量可小于图 6 的线圈布置的偏移量,这是因为所述线圈布置的边未对准。

[0144] 在无线电力传递系统中的无线电力传递期间,如果接收器线圈布置与发射器线圈布置未对准,那么可控制线圈中的电流的方向以偏移最大磁场强度的区的位置,以便增加发射器与接收器线圈之间的耦合水平并且因此增加无线电力传递的效率。为此,无线电力传递系统可包括可操作以检测接收器装置相对于发射器装置的位置的机构。下文将进一步论述示范性位置检测机构。此外,所述系统可包括用于基于发射器及接收器装置的所检测到的位置而控制发射器装置的共面线圈布置或单一线圈布置中的任一者或两者中的电流的机构。在一实施例中,可在发射器装置中包括控制机构。

[0145] 控制机构可以可操作以响应于接收器线圈布置相对于发射器线圈的位置(如由位置检测机构识别)而更改所述线圈中的一或两者中的电流的方向。例如,如果接收器线圈在发射器线圈 601a 的方向上横向地未对准(如图 6 中所展示),那么控制机构可致使单一线圈 602 中的电流在与发射器线圈 601a 中的电流相同的方向上流动,其可为顺时针或逆时针。此致使所产生的磁场在发射器线圈 601a 的方向上横向地偏移,因此大体上朝向接收器线圈引导所述磁场。在替代实例中,可更改共面线圈中的电流的方向。在这些实例中,控制线圈中的电流以使得无论哪个最靠近未对准的接收器装置的共面线圈 601 中的电流在与单一线圈 602 中的电流相同的方向上流动。

[0146] 如果发射器及接收器线圈良好对准,那么不偏移由发射器线圈产生的最高磁场强度的区可更有效。如果位置检测机构检测到发射器及接收器线圈布置的横向对准在某一预定义阈值内,那么控制机构可以可操作以使在共面发射器线圈 601a 及 601b 或单一线圈 602 中流动的电流为零,以使得所产生的磁场集中在发射器线圈结构上方且与在场偏移的情况相比与接收器线圈更好地对准。

[0147] 在另一实施例中,无线电力传递系统可能确定无线电力接收器装置及无线电力发射器装置的相对定向。在一些实施例中,可除了位置检测机构之外提供用于确定接收器及发射器装置的相对定向的机构。基于无线电力接收器装置及无线电力发射器装置的所确定的相对定向及/或相对位置,电流供应机构可相应地将电流供应给发射器线圈以增加电力传递率或效率。

[0148] 现将参考图 17 中展示的实施例来描述实例。

[0149] 在图 17 中展示的位置中,接收器线圈结构 1702 及 1706 可视为与发射器线圈结构

1701 及 1704 良好对准,这是因为每一线圈布置的中心呈大致垂直对准。参看图 18 中展示的电力贡献的空间分布,在横向方向上对区域 1800 的中间部分的最显著电力贡献是来自单一发射器线圈 1704,如由区域 1801、1802 及 1803 所示。因此,如果发射器及接收器线圈布置在此对准位置中,且如果线圈布置彼此垂直定向,那么仅将电流供应给单一发射器线圈 1704 可为有益的。在此情况下将电流并且因此电力供应给共面发射器线圈 1703a 及 1703b 可导致极少的所述电力传递到接收器线圈,其在一些情况下可为低效的。使到共面发射器线圈的电流为零还可避免产生不对称磁场,其再次可在一些情况下降低电力传递效率。

[0150] 然而,如果接收器线圈布置 1702 相对于发射器线圈布置 1701 横向地未对准,例如,在共面发射器线圈 1703a 的方向上未对准,那么可通过不同地将电流供应给发射器线圈而可实现更有效的电力传递。图 18 展示对区域 1800 的横向边缘附近的区的显著电力贡献来自共面发射器线圈 1703a 及 1703b,如由区域 1804 到 1809 所示。因此,朝向区域 1800 的横向边缘的未对准可意味着仅将电流供应给共面发射器线圈 1703a 及 1703b,且使供应到单一发射器线圈 1704 的电流为零会提供增加的电力传递效率。或者,可将最靠近接收器线圈布置的发射器线圈 1703a 中的电流的方向控制成与单一发射器线圈 1704 中的电流方向相同,如上文所论述。

[0151] 因此,发射器及接收器线圈布置的相对定向以及它们的相对位置两者的确定可用于控制如何将电流供应到发射器线圈。

[0152] 任何适当的系统或方法可用于确定接收器及发射器装置的相关位置及定向。

[0153] 图 19 是根据示范性实施例的无线电力传递系统 1900 中的感应线圈的示意图。可以如上文参考图 3 到 18 所描述的配置中的任一者配置线圈。

[0154] 系统 1900 包括发射器或“初级”线圈结构 1901,及接收器或“次级”线圈结构 1902,如一股由如上文所描述的线圈配置说明。

[0155] 初级线圈结构 1901 可包括具有相关联的电感  $L_1$  的第一初级线圈结构 1903 及具有相关联的电感  $L_2$  的第二初级线圈结构 1904。次级线圈结构 1902 可具有相关联的电感  $L_3$ 。

[0156] 在操作中,如大体上参考图 2 所描述,以电流  $I_{L1}$  将电力递送到第一初级线圈结构 1903,且以电流  $I_{L2}$  将电力递送到第二初级线圈结构 1904。因此发射磁场,其感应出致使电流  $I_{L3}$  穿过次级线圈结构 1902 的电压。

[0157] 第一和第二初级线圈结构 1903 及 1904 中的每一者与次级线圈结构 1902 耦合。第一初级线圈结构 1903 与次级线圈结构 1902 之间的耦合系数本文中可被称作“ $k_{13}$ ”,而第二初级线圈结构 1904 与次级线圈结构 1902 之间的耦合系数本文中可被称作“ $k_{23}$ ”。

[0158] 可通过任何合适的机构确定耦合系数。在一示范性实施例中,接收器侧(例如图 2 的电动车辆充电系统 214)可包括用于测量跨越次级线圈结构 1902 的短路电流的机构。此可通过选择性地闭合子电路中的开关来测量。对于初级线圈结构中的给定基础电流(或多个电流),跨越次级感应器的短路电流指示它们之间的耦合水平。可使用测量短路电流的任何适当的机构。

[0159] 在一些实施例中,尤其在串联调谐系统中,可测量开路电压且将其用于确定耦合。应了解,短路电流或开路电压的测量将取决于调谐拓扑。如果调谐使得呈现电流源输出(例如,如在并联调谐中),那么将需要在无法断开电路时测量短路电流。相反,如果呈现电压源输出(例如在串联调谐中),那么将需要开路电压以便确定耦合系数。



[0160] 应了解,用于测量电压的机构及用于测量电流的机构可为与无线电力传递系统的一或多个装置通信的不同装置,或集成到所述装置中。

[0161] 为了确定初级及次级线圈结构 1901 及 1902 中的每一者之间的耦合系数,可以序列将电力供应到初级线圈结构 1903 及 1904 中的每一者和 / 或其组合,且测量对次级线圈结构 1902 中感应的电力的个别贡献。例如,可仅在一定数目的毫秒(例如,250 毫秒)内将电力仅供应到第一初级线圈结构 1903,且测量次级线圈结构 1902 中感应的电力的所得的电流及 / 或电压。可随后在一定数目的毫秒(例如,250 毫秒)内仅将电力供应到第二初级线圈结构 1904,且测量次级线圈结构 1902 中感应的电力的所得的电流及 / 或电压。可随后在一定数目的毫秒(例如,250 毫秒)内将电力供应到一起运行的初级线圈结构 1903 及 1904 两者,且测量次级线圈结构 1902 中感应的电力的所得的电流及 / 或电压。从这些电流及 / 或电压测量值,可确定初级次级线圈 1901 及 1902 中的每一者之间的耦合系数。

[0162] 一旦已经确定耦合系数,每一初级线圈结构 1903 及 1904 对每一次级线圈结构 1902 的贡献可用于确定将在发射或初级线圈 1901 中施加的电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  的量值及 / 或相对相位。在示范性实施例中,可仅在发射器及接收器侧初始对准根据电力传递特性中的检测到的改变或根据发射器及接收器侧之间的通信而周期性地、实时地执行对耦合系数的确定及 / 或用于电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  的控制参数的确定。另外,控制电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  的量值及 / 或相对相位以减少来自系统 1900 的发射且维持低于阈值的发射。

[0163] 应了解,下文概述的示范性情形的应用可受到特定系统的配置及系统设计者的目标(例如,关于使损耗最小化或减少系统内的组件上的应力)严重影响。

[0164] 发射器装置与接收器装置之间的耦合系数越高,在从发射器装置将电力无线地发射到接收器装置时电力传递越有效。因此,所测得的系数的值可用作在确定将施加的电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  的量值的过程中的输入。例如,在  $k_{13} > k_{23}$  的情况下,可增加  $I_{L1}$  相对于  $I_{L2}$  的量值(或第二初级线圈结构 1904 完全关闭)以便利用更靠近的耦合且更有效地传递电力。虽然初级线圈结构 1901 中的电流中的较大改变可大体上归因于电力供应器上的应力而为不合意的,但可容许某一程度的变化而不会不利地影响系统的效率。

[0165] 此外,可区分通过某些线圈结构的功率传递的优先级,以便利用某些线圈类型的大体上更有效的操作。例如,增加通过图 6 的大体上共面发射器线圈 601a 及 601b 的电流可优先于通过单一平面发射器线圈 604 的电流。

[0166] 在一示范性实施例中,尽可能类似地平衡两个电流的量值可为优选的,以便减少损耗。

[0167] 在另一示范性实施例中,可能需要根据每一初级线圈中的已知相对损耗(例如电阻损耗)来确定电流的量值的恒定比率。在这样做时,可控制电流量值以使得平衡每一线圈布置中的损耗。

[0168] 在示范性实施例中,可控制电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  的相位以作为所述电流的量值的补充或替代。可同时调整电流的相位及量值两者。可通过以下等式给出由于分别由第一和第二初级线圈结构 1903 及 1904 发射的磁场而在次级线圈结构 1902 中感应的电压  $V_{oc13}$  及  $V_{oc23}$ :

$$[0169] \quad V_{oc13} = \omega k_{13} \sqrt{L_1 L_3} I_{L1} \sin(\omega t); \text{ 及}$$

$$[0170] \quad V_{oc23} = \omega k_{23} \sqrt{L_2 L_3} I_{L2} \sin(\omega t + A),$$

[0171] 其中  $L_1$  是第一初级线圈结构 1903 的电感,  $L_2$  是第一初级线圈结构 1904 的电感, 且  $A$  是电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  之间的相位差。

[0172] 可控制相位差 (例如) 以便调谐或解调谐系统以便实现合意的系统条件。可通过以下等式确定电流  $I_{L3}$ :

$$[0173] \quad I_{L3} = \frac{(R - jX)(V_{oc13} + V_{oc23} \cos(A) + jV_{oc23} \sin(A))}{X^2}$$

[0174] 其中  $R$  是次级线圈布置 1902 的电阻, 且  $X$  是其电抗。

[0175] 以下等式可用于确定变量的相对量及到电力供应器上的实际负载, 相对于电抗规格化以便允许将等式的结果应用于包括次级线圈结构的任何接收器而不管电感如何:

$$[0176] \quad \frac{Z_{r13}}{X} = \frac{V_{oc13}}{(Q - j)(V_{oc13} + V_{oc23} \cos(A) + jV_{oc23} \sin(A))}$$

$$[0177] \quad \frac{Z_{r23}}{X} = \frac{V_{oc23} \cos(A) + jV_{oc23} \sin(A)}{(Q - j)(V_{oc13} + V_{oc23} \cos(A) + jV_{oc23} \sin(A))}$$

[0178] 在一实施例中, 两个初级线圈结构 1903 及 1904 之间的电流的相位是零度或 180 度中的一者。特定相位差 (0 度或 180 度) 取决于次级线圈相对于两个初级线圈 1901 中的每一者的位置。

[0179] 图 20 是说明在图 19 的次级线圈结构 1902 处看到的阻抗的实数及虚数分量的图表 2000, 其绘制相对于电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  之间的相位差  $A$  的规格化阻抗。轨迹 2001 及轨迹 2002 是由  $V_{oc13}$  看到的实数及虚数加载, 而轨迹 2003 及轨迹 2004 是由  $V_{oc23}$  看到的实数及虚数加载。

[0180] 在示范性实施例中, 可将相位差控制在  $-0.5 < A < 0.5$  内。在这样做时, 可实现如上文所描述的通过相对相位对系统的调谐而不会导致可原本抵消调谐的益处而在电力供应器上的应力。

[0181] 图 21A、21B 及 21C 说明电流及电压上的相位差的效应。图 21A 是说明其中电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  具有相同相位的示范性情形的向量图。电压  $V_{oc13}$  及  $V_{oc23}$  之间的相位差及电流  $I_{L3}$  是并行调谐的自然结果。

[0182] 图 21B 是说明其中  $I_{L1}$  导致  $I_{L2}$  的示范性情形的向量图。与图 21A 的所得电压相比, 可减小由系统看到的所得电压 ( $V_{ocsum}$ )。此可减少初级线圈结构 1901 处的电感。电感上的此调整可用于调谐系统 1900 以提高耦合。可以设想, 如果相位差太大, 那么一个初级线圈结构可为电容性且其它初级线圈结构为电感性的, 其可在相反方向上将两个线圈结构解调谐。此可降低将电力供应给线圈布置的组件 (例如用于反相器中的 H 桥接器 (可能需要其驱动额外的 VAR 负载)) 中的效率, 或甚至在此负载太大的情况下导致出故障。如先前论述, 可以设想, 可关于相位差在有限范围内操作系统以便减少这些效应。

[0183] 图 21C 是说明其中电流  $I_{L1}$  及  $I_{L2}$  大体上反相以使得所述  $V_{oc13}$  及  $V_{oc23}$  彼此对抗以导致  $V_{ocsum}$  小于个别线圈布置贡献的示范性情形的向量图。 $I_{L3}$  及  $V_{ocsum}$  上的所得的减小可导致对发射器的降低的电力需求。

[0184] 归因于降低的电力要求, 与电力供应器相关联的任何反相器的传导角度可更高。此指示在其内传导电力的时间增加, 从而减小峰值电流及由组件承载的相关联的应力。

[0185] 现将参考图 22 描述无线电力传递系统的组件。上述实施例中的任一者可使用参考图 22 所描述的组件中的一或多个者。例如,结合上文所描述的实施例的使用图 22 的组件的实施例可实现识别接收器及发射器装置的相对位置及定向。实施例进一步包括可操作以基于位置及 / 或定向确定的结果而控制发射器线圈中的电流的控制机构(例如,控制器)。控制机构可包括可操作以基于发射器及接收器线圈布置的所检测到的位置 / 定向来确定适当的电流供应配置的处理器的。

[0186] 图 22 为展示图 1 的无线电力传递系统 100 的示范性核心组件及辅助组件的功能框图。无线电力传递系统 2210 说明用于底座系统感应线圈 2208 及电动车辆感应线圈 2216 的通信链路 2276、导引链路 2266,及对准系统 2252、2254。底座系统感应线圈 2208 可由上文参考图 3 到 21 所描述的发射器线圈配置的实施例中的任一者形成。电动车辆感应线圈 2216 可由上文参考图 3 到 21 所描述的接收器线圈配置的实施例中的任一者形成。如上文参考图 2 所描述且假定能量朝向电动车辆 112 流动,在图 22 中,底座充电系统电力接口 2254 可经配置以将电力从例如 AC 或 DC 电力供应器 126 等电源提供到充电系统电力转换器 2236。底座充电系统电力转换器 2236 可从底座充电系统电力接口 2254 接收 AC 或 DC 电力以在底座系统感应线圈 2208 的谐振频率处或附近激发底座系统感应线圈 2208。电动车辆感应线圈 2216 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。电动车辆电力转换器 2238 将来自电动车辆感应线圈 2216 的振荡信号转换到适合于经由电动车辆电力接口对电池充电的电力信号。

[0187] 底座无线充电系统 2212 包含底座充电系统控制器 2242 且电动车辆充电系统 2214 包含电动车辆控制器 2244。底座充电系统控制器 2242 可包含与其它系统(未图示)的底座充电系统通信接口 162,所述其它系统例如(举例来说)是计算机和配电中心或智能电网。电动车辆控制器 2244 可包含到其它系统(未图示)(例如,车辆上的机载计算机、其它电池充电控制器、车辆内的其它电子系统及远程电子系统)的电动车辆通信接口。

[0188] 底座充电系统控制器 2242 及电动车辆控制器 2244 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 2252 可经由通信链路 2276 而与电动车辆对准系统 2254 通信以提供用于自主地或在操作者辅助下更紧密地对准底座系统感应线圈 2208 与电动车辆感应线圈 2216 的反馈机制。类似地,底座充电导引系统 2262 可以通过导引链路 2266 与电动车辆导引系统 2264 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 2208 与电动车辆感应线圈 2216。此外,可以存在由底座充电通信系统 2272 和电动车辆通信系统 2274 支持的分开的通用通信链路(例如,信道),用于在底座无线电力充电系统 2212 与电动车辆充电系统 2214 之间传送其它信息。此信息可包含关于电动车辆特性、电池特性、充电状态及底座无线电力充电系统 2212 与电动车辆充电系统 2214 两者的电力能力的信息以及电动车辆 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,蓝牙、紫蜂、蜂窝式等)。这些系统可操作而以任何适当的方式确定及传送底座系统感应线圈 2208 及电动车辆感应线圈 2216 的相对位置及 / 或相对定向。

[0189] 为在底座无线充电系统 2212 与电动车辆充电系统 2214 之间进行通信,无线电力传递系统 2210 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车辆使用者 / 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频带内信令系统。

[0190] 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 2208 和 2216 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 2212 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(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 2236 可包含负载感测电路(未图示),以用于检测由底座系统感应线圈 2208 产生的近场附近是否存在活动的电动车辆接收器。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活动的接收器的存在或不存在影响。对功率放大器上的负载的改变的检测可由底座充电系统控制器 2242 来监视以用于在确定是否启用振荡器以用于发射能量、是否将与活动接收器通信或其组合过程中使用。

[0191] 为了实现无线高电力传递,一些实施例可经配置以在从 10kHz 到 60kHz 的范围内的频率下传递电力。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。

[0192] 图 23 是说明根据本发明的示范性实施例的操作无线电力传递系统的方法 2300 的流程图。参考图 22 的组件描述操作。

[0193] 在框 2301 处,例如无线电力传递系统 2200 等无线电力传递系统确定将在例如底座无线充电系统 2209 等发射器侧与例如电动车辆充电系统 2211 等接收器侧之间无线地传递电力。应了解,可以多种方式实现确定将传递电力。例如,电动车辆控制器 2212 可发射向底座充电系统控制器 2210 通知其存在于附近的信号。在另一示范性实施例中,底座充电系统控制器 2210 可监视负载感测电路以便检测附近的活动的接收器的存在或不存在,如上文所论述。类似地,可对电动车辆侧执行此技术。

[0194] 在示范性实施例中,可在发射器侧与接收器侧之间传递关于所要的操作条件的额外信息。例如,电动车辆控制器 2212 可将关于电动车辆充电系统 2211 的配置的细节发射到底座充电系统控制器 2210,及/或用于无线电力传递的优选参数。这些细节可使得能够确定接收器侧上的损耗或接收器的组件上的不可接受的应力的风险。此信息可用于确定用于无线电力传递的控制参数—如下文所论述。

[0195] 在确定将传递电力之后,在框 2302 处,测量每一初级线圈布置对到次级线圈布置的无线电力传递的贡献。例如,底座充电系统控制器 2210 可指令底座充电系统电力转换器 2207 将电力供应给第一初级线圈布置 1903 并持续例如 250 毫秒。在此周期期间,对跨越次级线圈布置 1902 的由无线电力传递产生的短路电流进行测量,及/或对其处的开路电压进行测量,其取决于调谐拓扑。此可针对第二初级线圈布置 1904 且随后同时针对初级线圈布置两者进行重复。

[0196] 在框 2303 处,将所测得的电压及/或电流发射到用于确定初级线圈布置 1903 及 1904 中的每一者与次级线圈布置 1902 处之间的耦合系数的机构(例如,处理器)。例如,电压及/或电流可由电动车辆电力转换器 2208 或单独的装置(未图示)测量,且被发射到电动车辆控制器 2212。在其它实施例中,可直接通过通信链路(例如电动车辆通信系统 2216 与底座充电通信系统 2215 之间)从用于测量电压及/或电流的机构或经由例如电动车辆控制器 2212 等中间设备将电压及/或电流测量值发射到底座充电系统控制器 2210。

[0197] 在框 2304 处,所述用于确定耦合系数的机构(例如,底座充电系统控制器 2210 或电动车辆控制器 2212)使用所述电压及/或电流测量值确定初级线圈布置 1903 及 1904 中的每一者与次级线圈布置 1902 处之间的耦合系数。

[0198] 在框 2305 处,用于确定用于将电流递送到初级线圈布置 1903 及 1904 的控制参数的机构使用所述耦合系数确定控制参数。用于确定控制参数的机构可为任何合适的处理器,例如,底座充电系统控制器 2210 或电动车辆控制器 2212。

[0199] 用于确定控制参数的机构可基于耦合系数及已知的系统参数(例如,初级线圈布置的相对电阻)来这样做。先前参考图 19、图 20、图 21A、图 21B 及图 21C 论述决定控制参数的示范性考虑因素。

[0200] 此外,在示范性实施例中,控制参数可至少部分基于与接收器(例如,如先前论述的电动车辆充电系统 2211)的操作相关的信息。

[0201] 此外,在示范性实施例中,控制参数可至少部分基于接收器(例如,电动车辆充电系统 2211)的所要的操作条件。换句话说,可使用接收器的所要的操作条件配置电动车辆。在一些实施例中,确定使用哪些控制参数可包括在发射器与接收器系统之间通信以在所述系统之间达成一致。在一示范性实施例中,电动车辆充电系统及底座无线充电系统 2209 可交换关于它们的优选参数的信息。在此实施例中,电动车辆充电系统及底座无线充电系统 2209 可选择相互认同的参数来操作,例如,可基于其两者能够在其下操作的最好(即,最佳)条件来选择所述认同的参数。替代地,所述认同的参数可基于电动车辆能够在其下操作的最低条件。

[0202] 在一些实施例中,可区分在接收器或发射器处实现所要的操作条件的优先级。例如,将电动车辆充电系统 2211 接收的电力调节到所要的电流可优先于底座充电系统电力转换器 2207 的效率。应了解,对控制参数的确定可受大量因素影响,且决策的作出可高度取决于用于特定无线电力传递系统的设计参数。

[0203] 在框 2306 处,用于将电流递送到初级线圈布置 1903 及 1904 的机构(例如底座充电系统电力转换器 2207)根据所确定的控制参数而受到控制。例如,底座充电系统控制器 2210 可直接控制由电力转换器 2207 供应到初级线圈布置 1903 及 1904 的相应的电流的量值及/或相位。在另一个实施例中,电动车辆控制器 2212 可将所要的控制参数发射到底座充电系统控制器 2210 以便间接控制电力转换器 2207。

[0204] 系统可周期性地或在确定初级及次级线圈布置之间的物理关系中的改变已发生时返回到框 2302。

[0205] 图 24 是根据一实施例的操作无线电力传递系统的另一示范性方法 2400 的流程图。在框 2402 处,响应于从电源接收到时变信号而经由第一导电结构 501(图 5)产生第一磁场。在框 2404 处,响应于从电源接收到第二时变信号而经由第二导电结构 502 产生第二磁场。所述第一和第二结构经定位以维持所述第一和第二磁场之间的互耦合实质性不存在。在一个实施例中,方法 2400 可由包含图 5 的线圈 501 及 502 的底座无线电力充电系统 202(图 2)执行。

[0206] 图 25 是根据一实施例的无线电力发射器 2500 的功能框图。无线电力发射器 2500 可包含用于关于图 1 到 24 所论述的各种动作的装置 2502 及 2504。

[0207] 图 26 是根据一实施例的无线地接收电力的另一示范性方法 2600 的流程图。在

框 2602 处,经由由具有大于宽度的长度的发射器导电结构 1501 产生的磁场在第一导电结构 1505a-b(图 15)处无线地接收电力。第一导电结构 1505a-b 具有大于宽度的长度。第一导电结构 1505a-b 包含分别封围第一区域及第二区域的第一环 1505a 及第二环 1505b。第一环 1505a 具有第一下表面且第二环 1505b 具有大体上共面的第二下表面。第一导电结构 1505a-b 具有第一边缘及第二边缘,其各自与沿着第一导电结构 15051-b 的长度延伸的第一几何线相交。在框 2604 处,经由磁场在第二导电结构 1506 处无线地接收电力。第二导电结构 1506 封围第三区域且具有大于宽度的长度。第一几何线沿着所述第二导电结构 1506 的长度延伸。所述第一几何线大体上垂直于沿着所述发射器导电结构 1501 的所述长度延伸的第二几何线。在一个实施例中,方法 2600 可由包含线圈 1502 的底座无线电力充电系统 1500(图 2)执行。

[0208] 图 27 是根据一实施例的无线电力接收器 2700 的功能框图。无线电力接收器 2700 可包含用于关于图 1 到 26 所论述的各种动作的装置 2702 及 2704。

[0209] 图 28 是根据一实施例的操作无线电力传递系统的另一示范性方法 2800 的流程图。在框 2802 处,基于从电源接收的第一电流而经由第一导电结构 501(图 5)产生第一磁场。在框 2804 处,基于来自所述电源的第二电流而经由第二导电结构 502 产生第二磁场。在框 2806 处,确定第一和第二导电结构中的每一者与经配置以经由第一或第二磁场接收电力的第三导电结构之间的相应的耦合系数。在框 2808 处,至少部分基于所述耦合系数而调整施加到所述第一和第二导电结构的所述第一或第二电流。在一个实施例中,方法 2800 可由包含图 5 的线圈 501 及 502 的底座无线电力充电系统 202(图 2)执行。

[0210] 图 29 是根据一实施例的无线电力发射器 2900 的功能框图。无线电力发射器 2900 可包含用于关于图 1 到 28 所论述的各种动作的装置 2902、2904、2906 及 2908。

[0211] 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。通常,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。例如,用于产生的装置可包括导电结构。用于施加电流的装置可包括电力供应器及类似者。用于控制的装置可包括处理器及类似者。

[0212] 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。举例来说,可通过电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或其任何组合来表示可贯穿上述描述提及的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片。

[0213] 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。此功能性是实施为硬件还是软件取决于特定应用及外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,但所述实施方案决策不应被解释为会导致脱离本发明的范围。

[0214] 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,但在替代方案中,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、多个微处理器的组合、一或多个微处理器与 DSP 核心的联合,或任何其它此类配置。

[0215] 结合本文中所揭示的实施例而描述的方法或算法和函数的步骤可直接体现在硬件、由处理器执行的软件模块或所述两者的组合中。如果以软件来实施,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。如本文中所使用,磁盘和光盘包含压缩光盘 (CD)、激光光盘、光学光盘、数字影音光盘 (DVD)、软性磁盘和蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式再现数据,而光盘利用激光以光学方式再现数据。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 可以驻留在用户终端中。在替代方案中,处理器及存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0216] 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,根据本发明的任一特定实施方案,不一定可以实现全部这些优点。因此,可以按照如本文所教导来实现或优化一个优点或一组优点而不一定实现本文可能教导或建议的其它优点的方式来体现或实施本发明。

[0217] 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股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,而应符合与本文所揭示的原理和新颖特征相一致的最广泛范围。

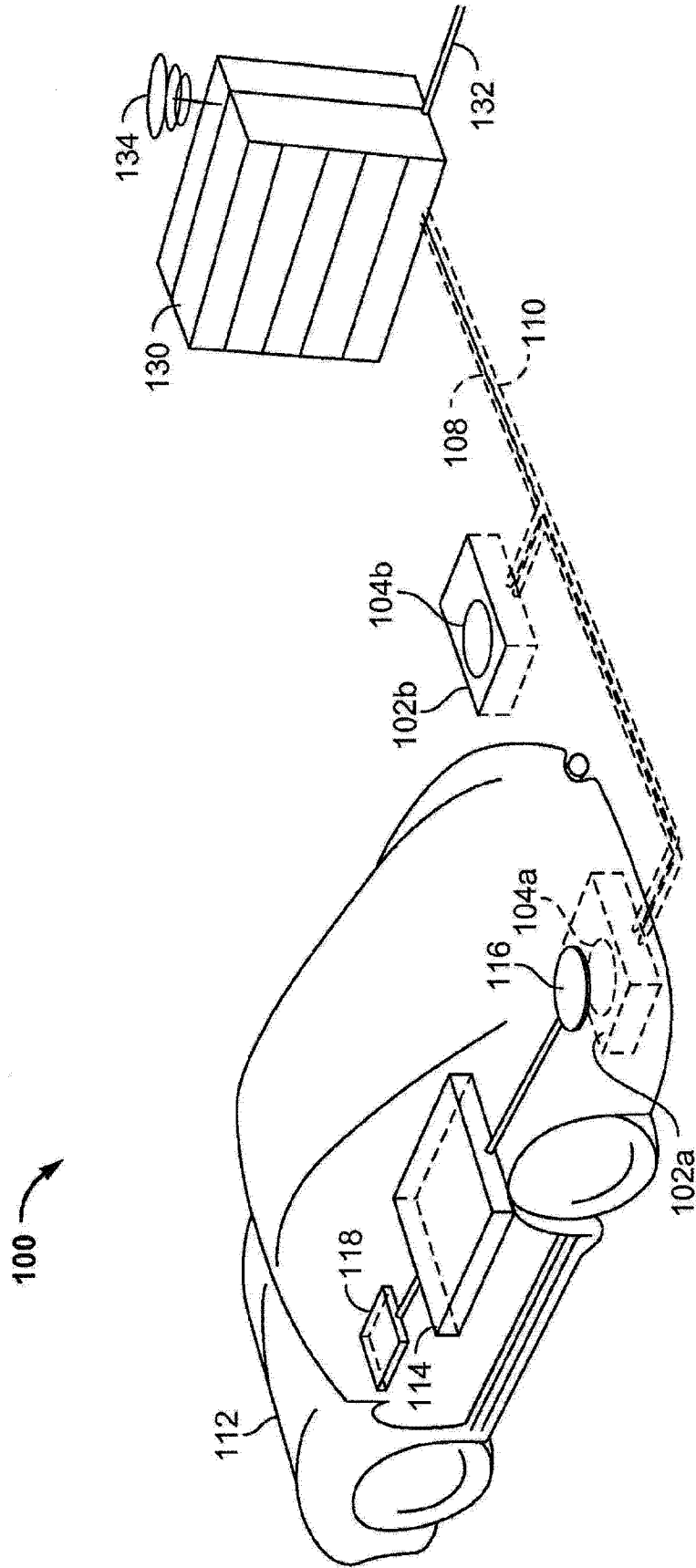


图 1



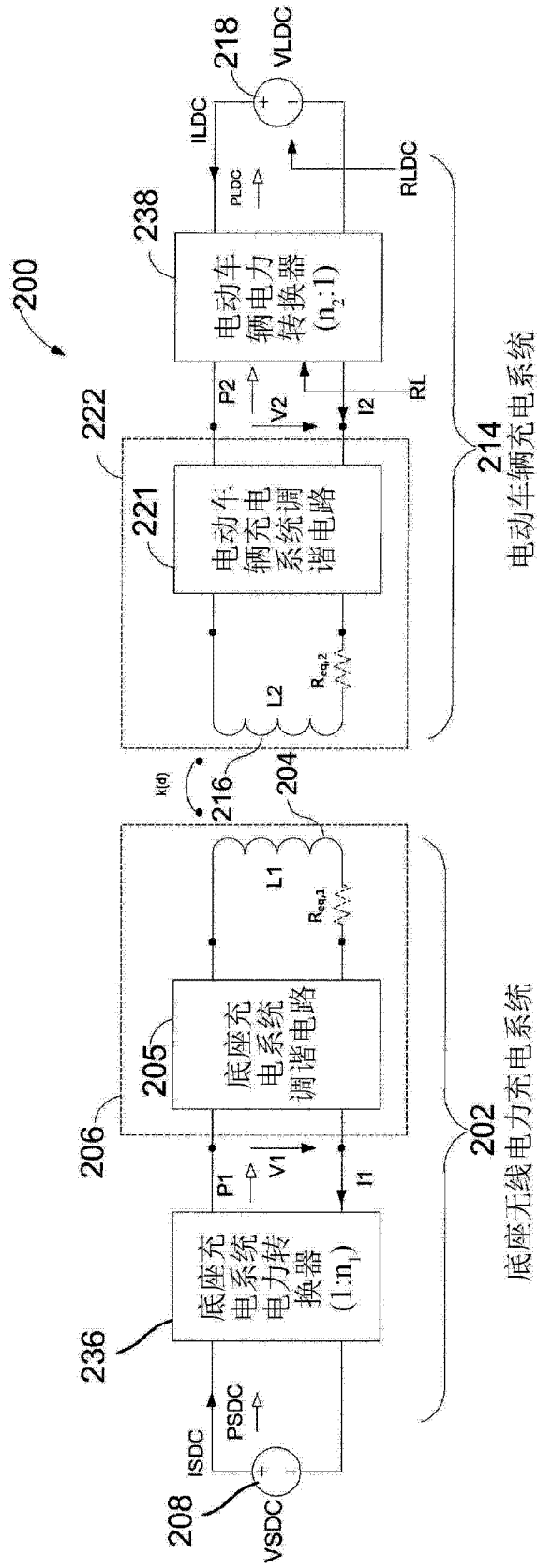


图 2

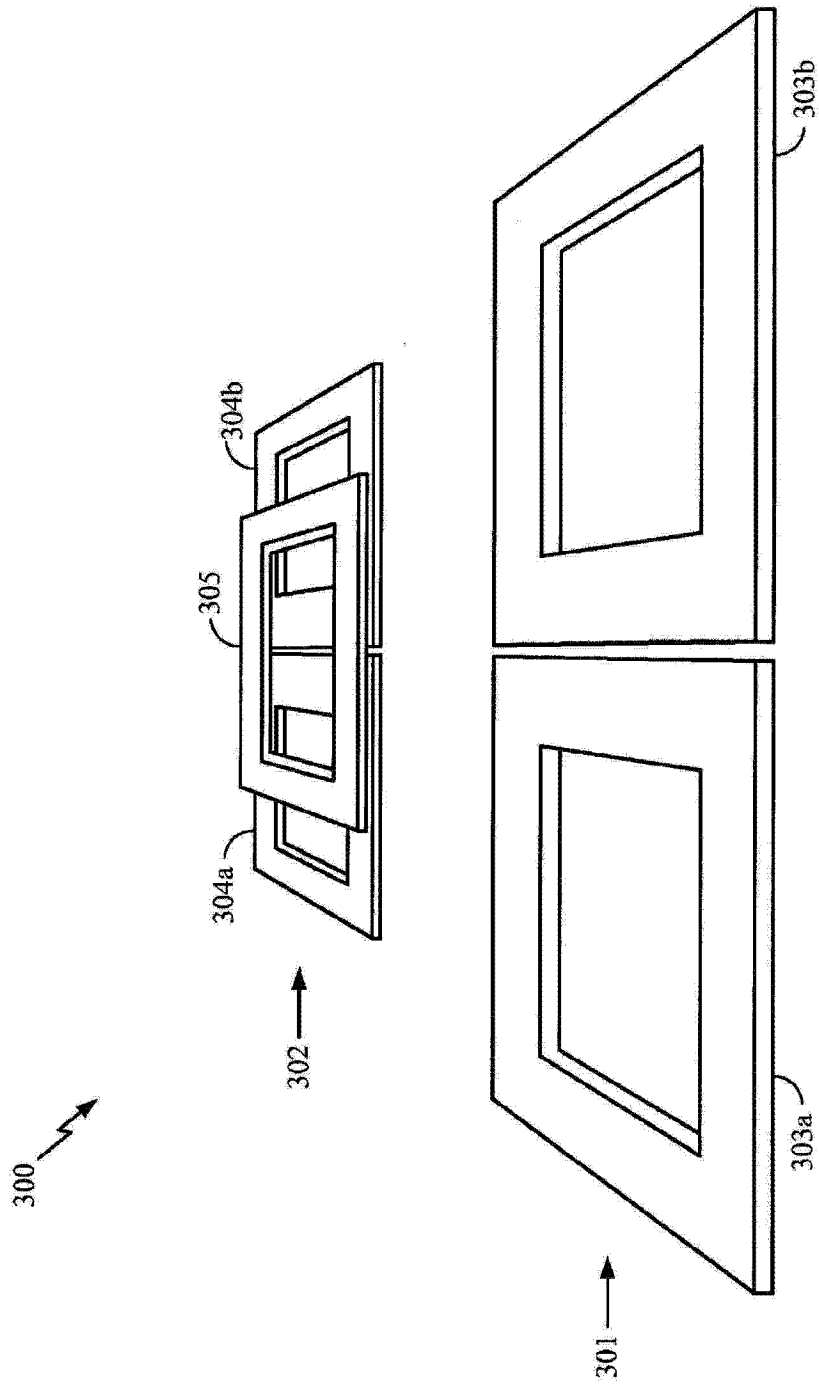


图 3

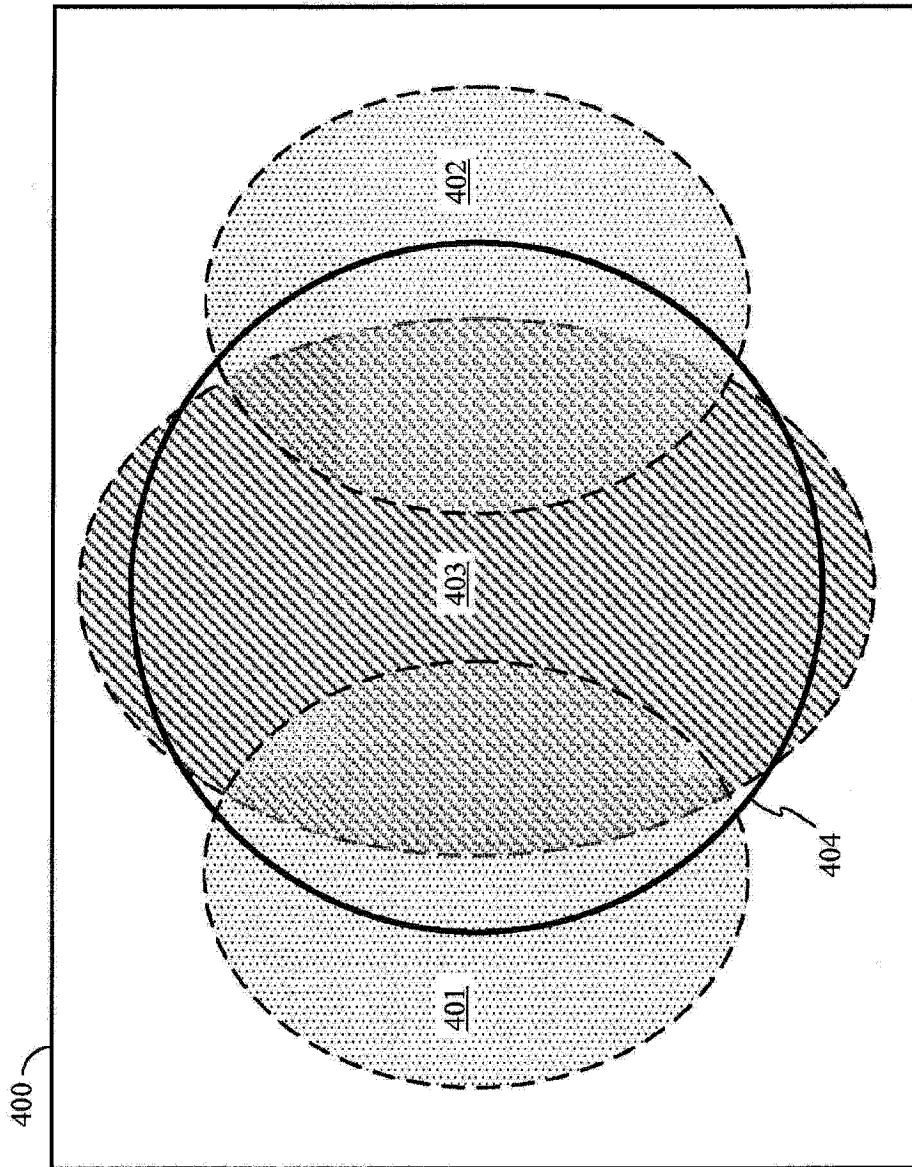


图 4

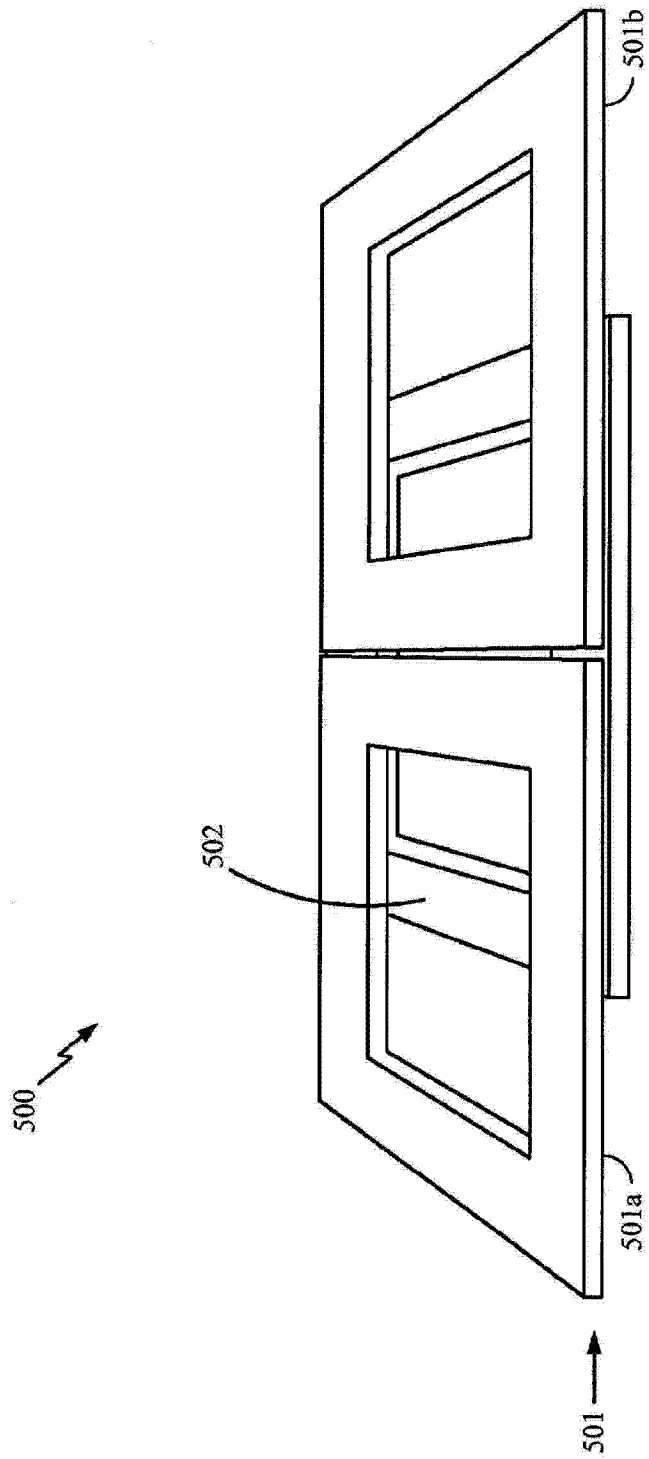


图 5

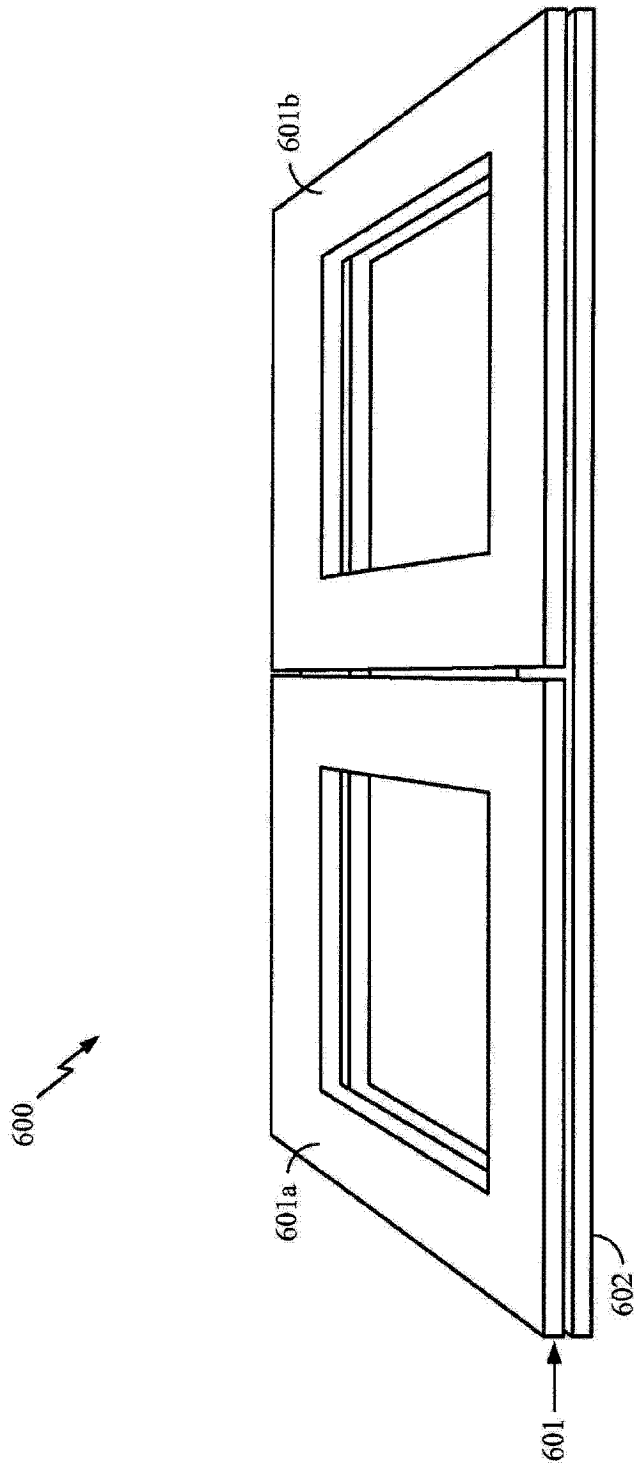


图 6

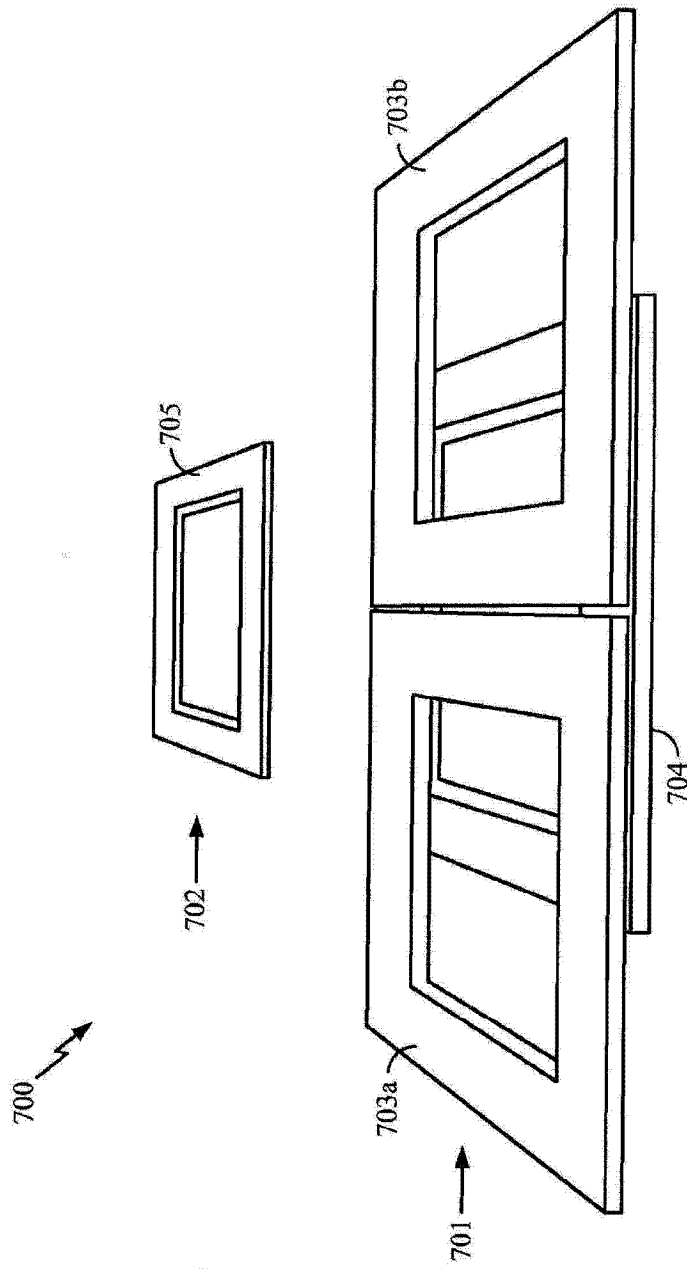


图 7

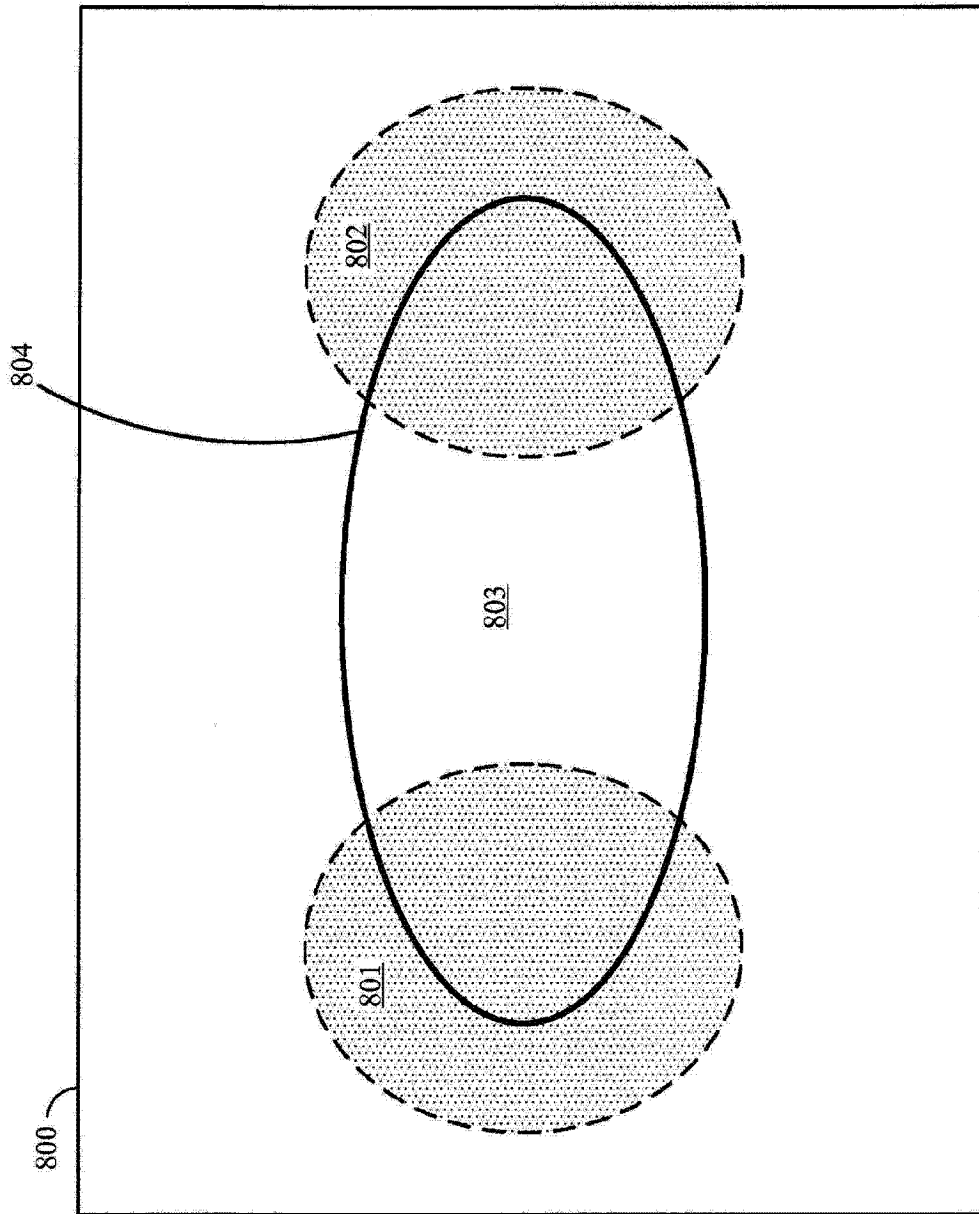


图 8

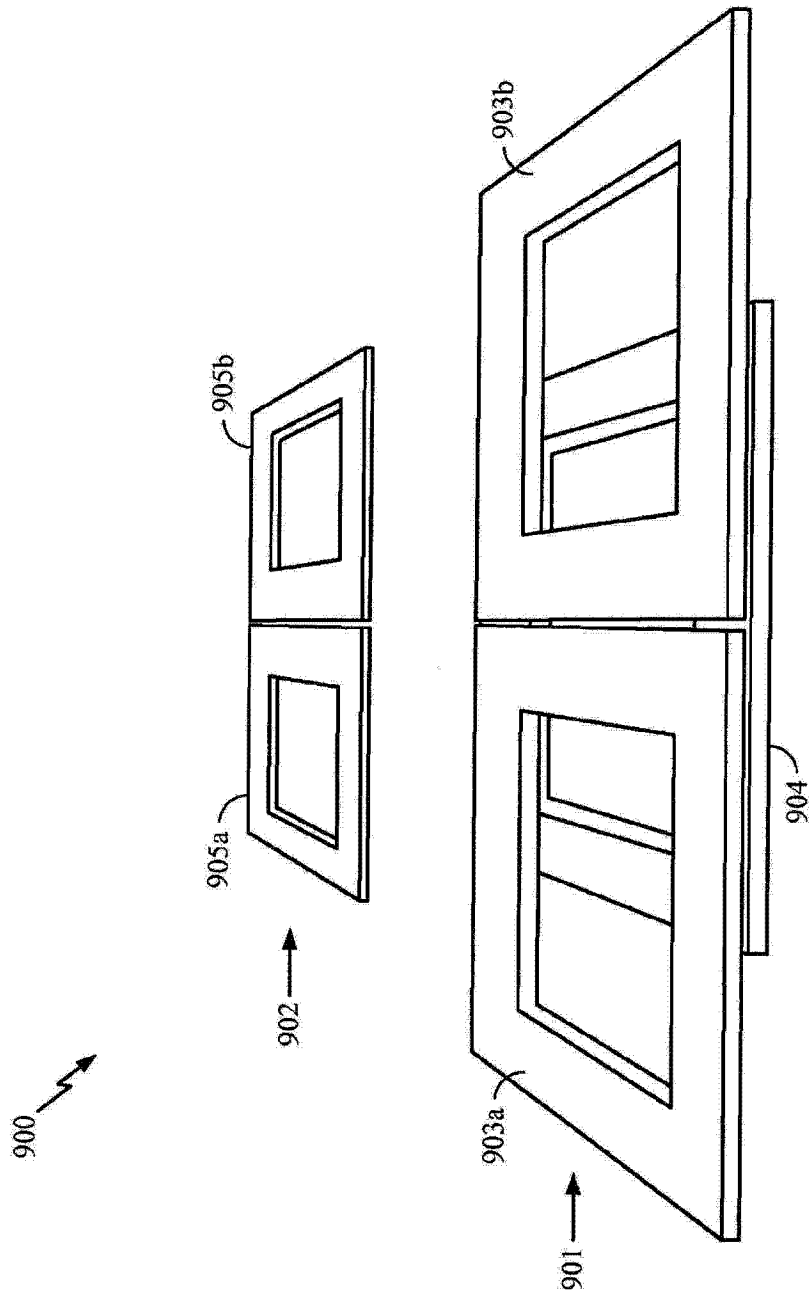


图 9



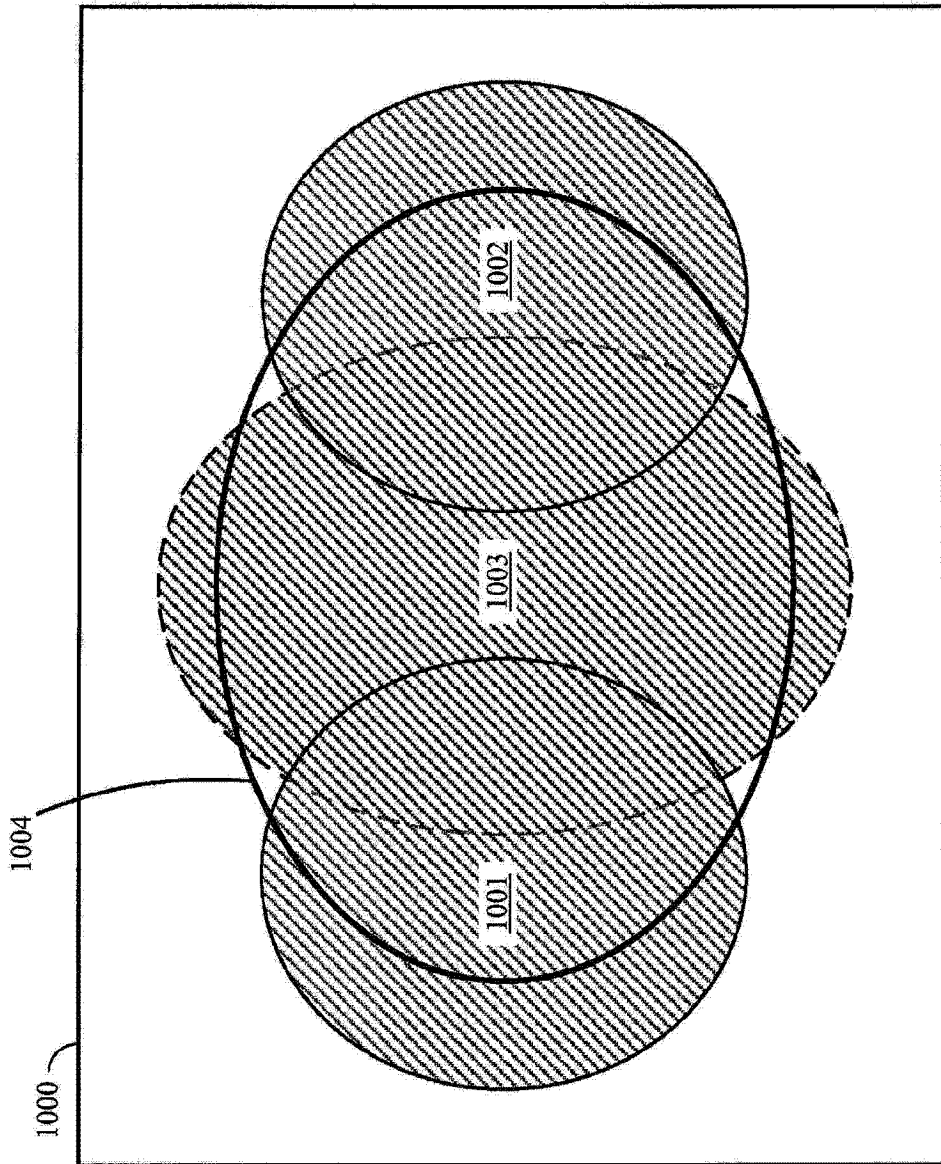


图 10

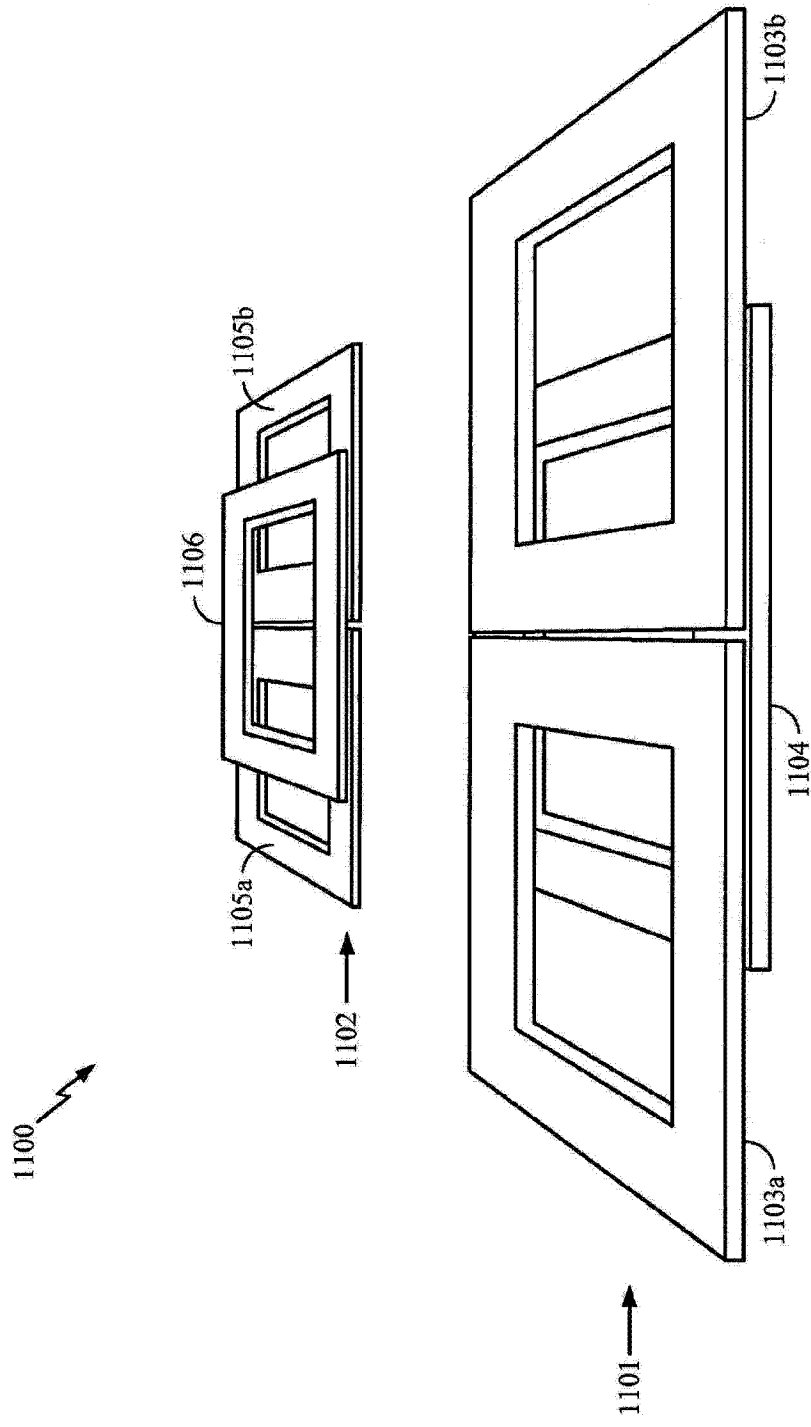


图 11

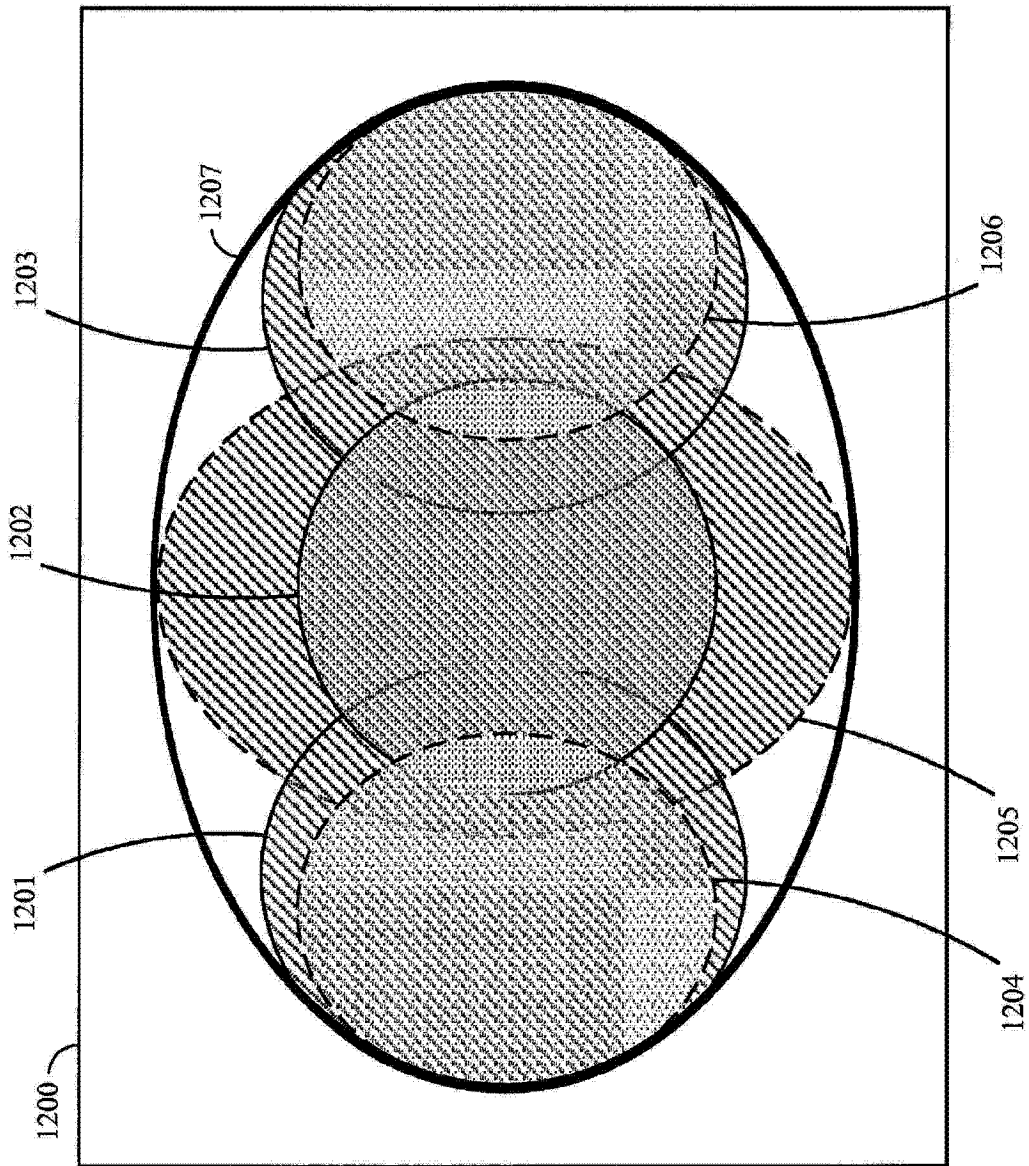


图 12

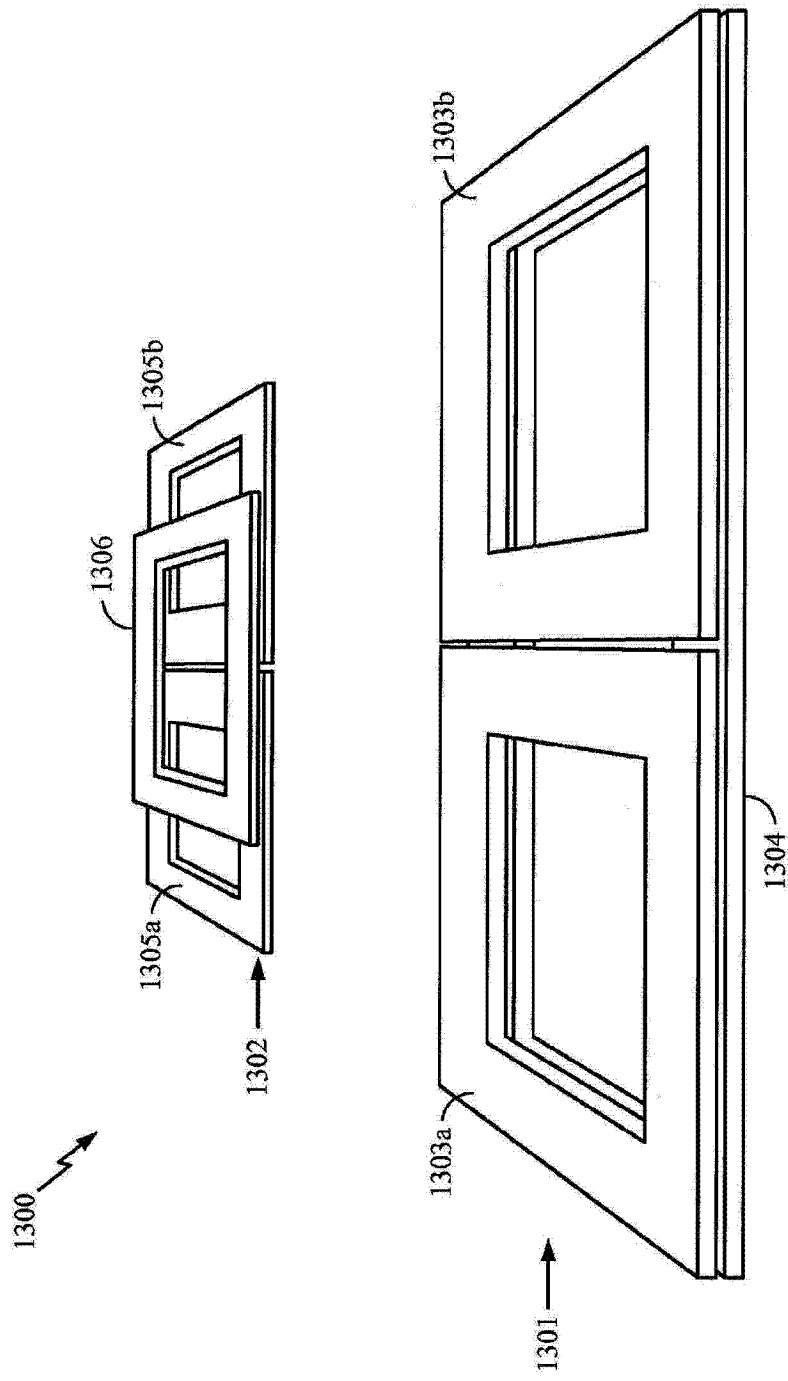


图 13

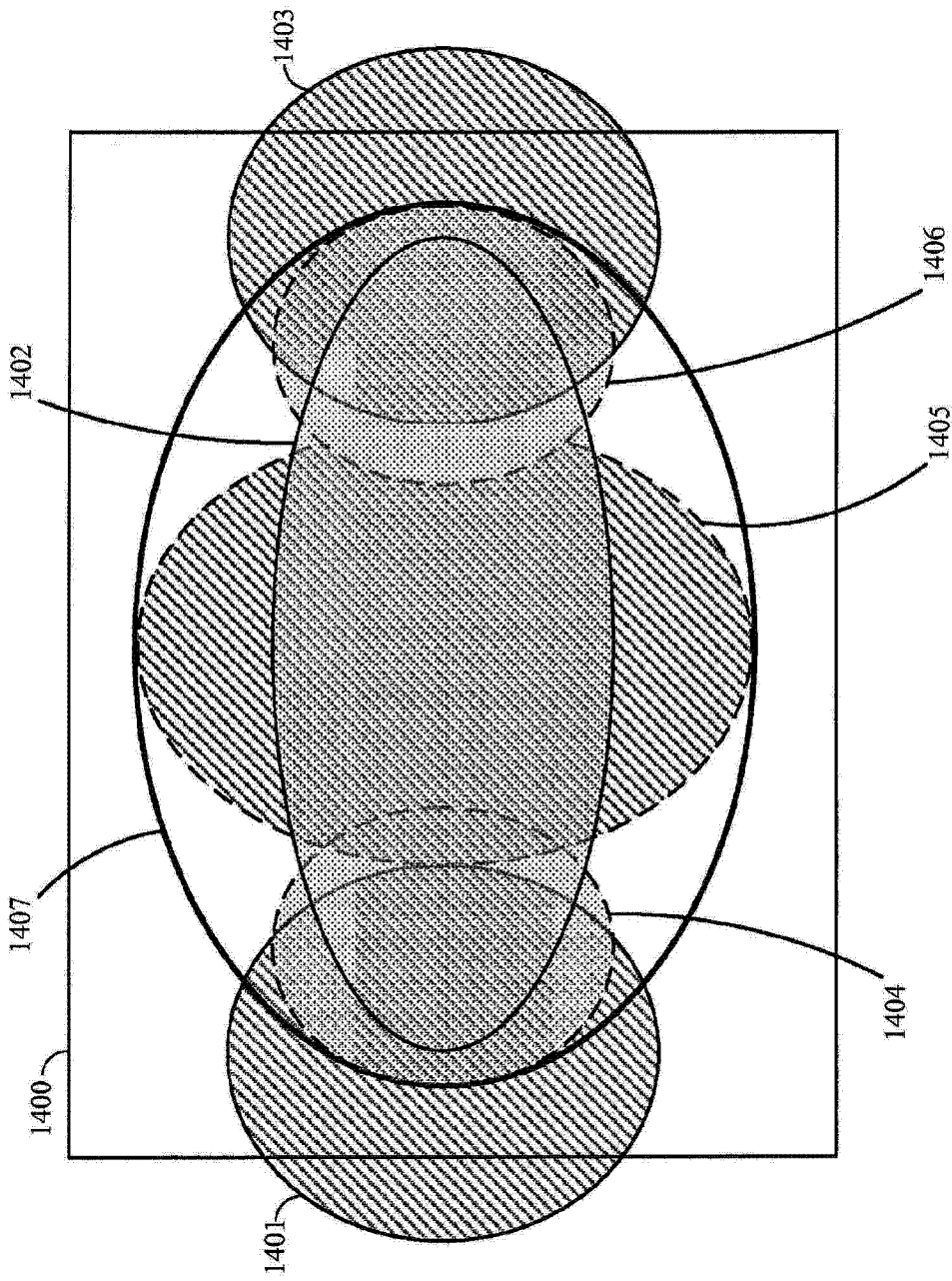


图 14

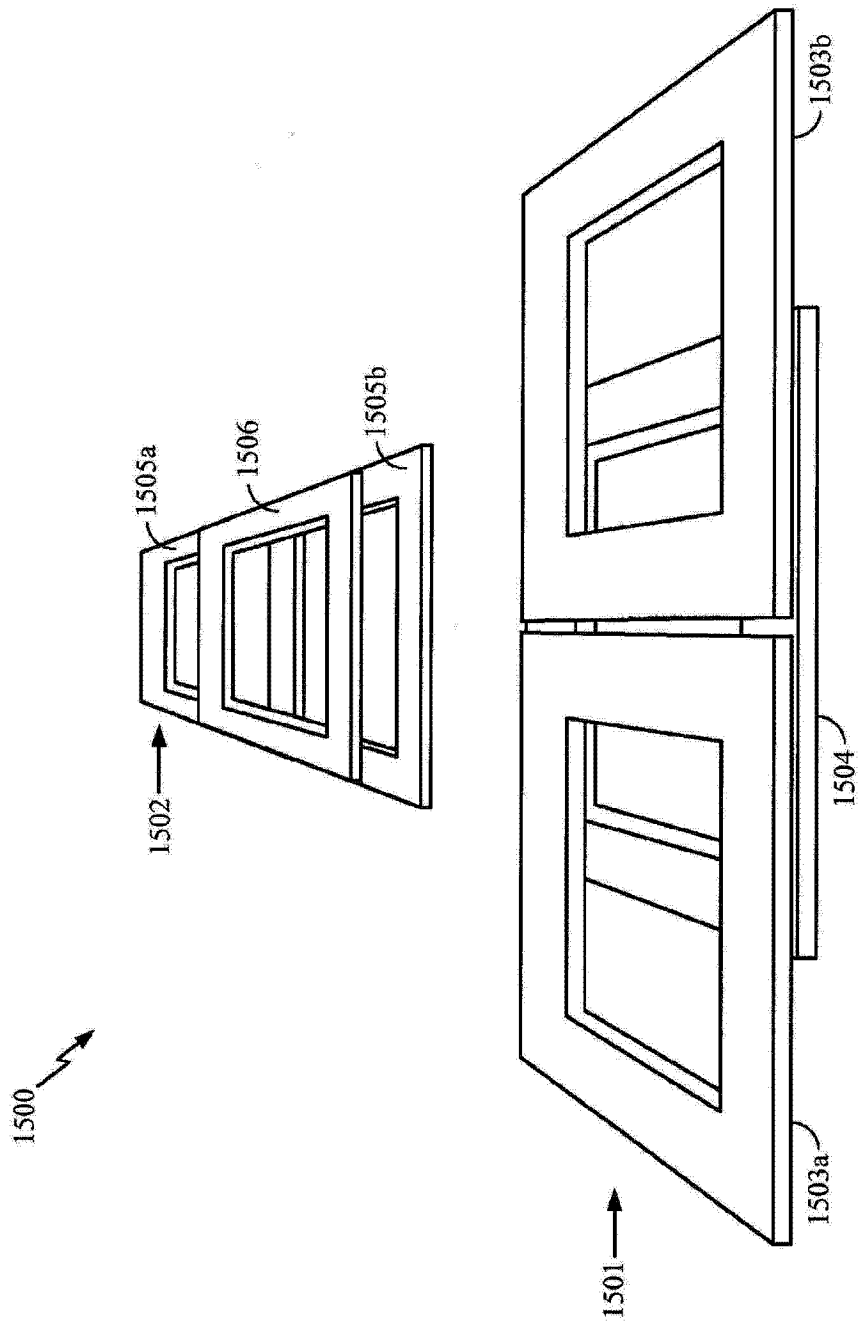


图 15

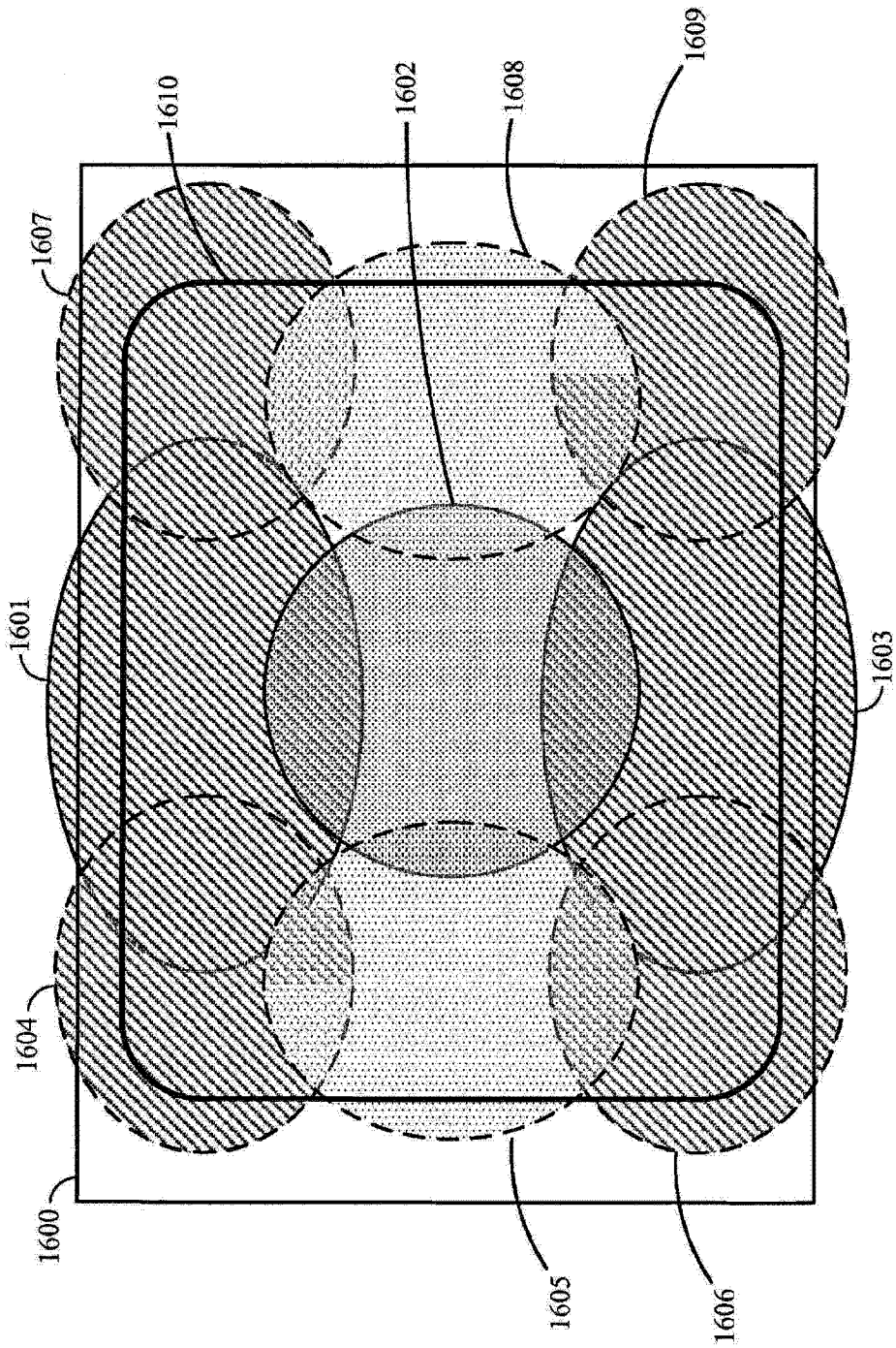


图 16

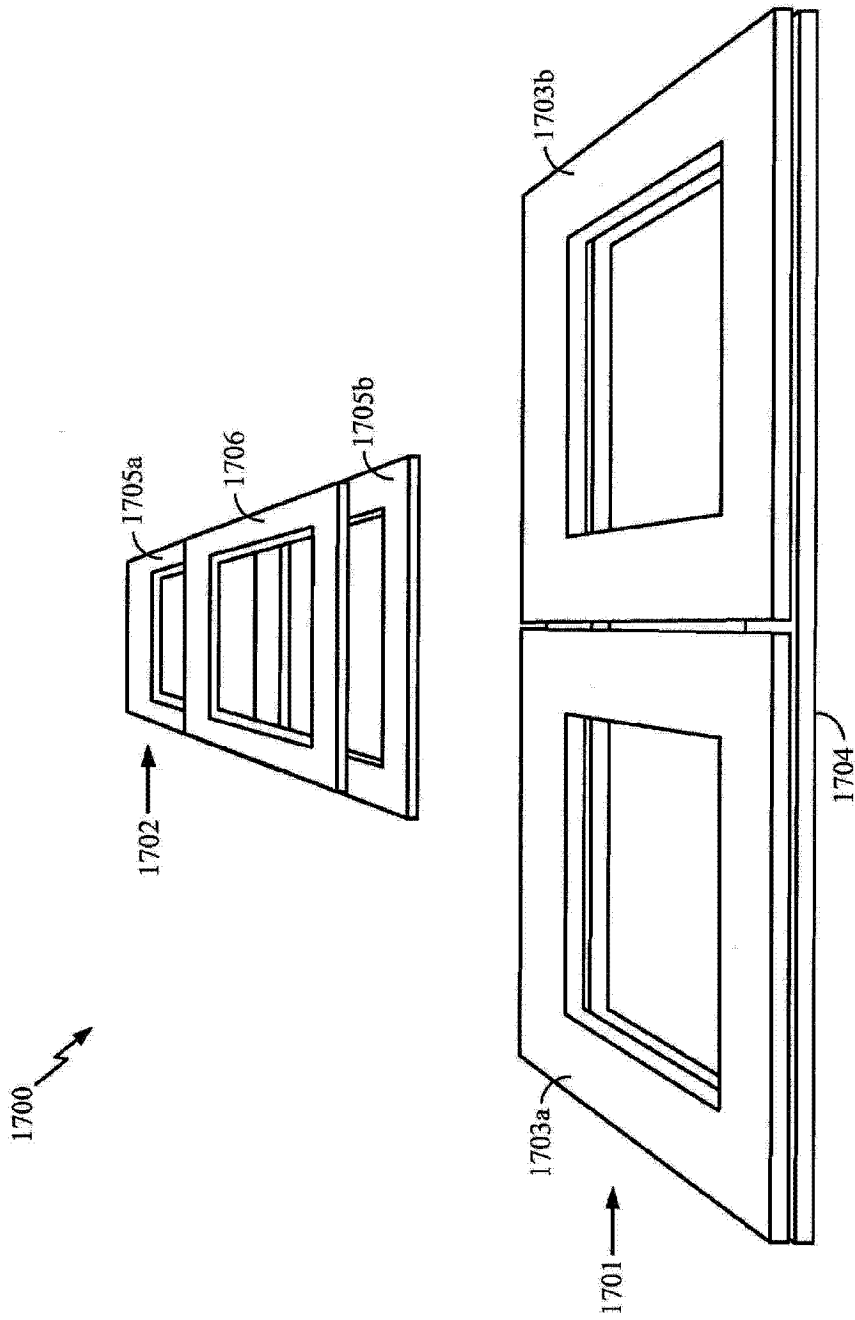


图 17



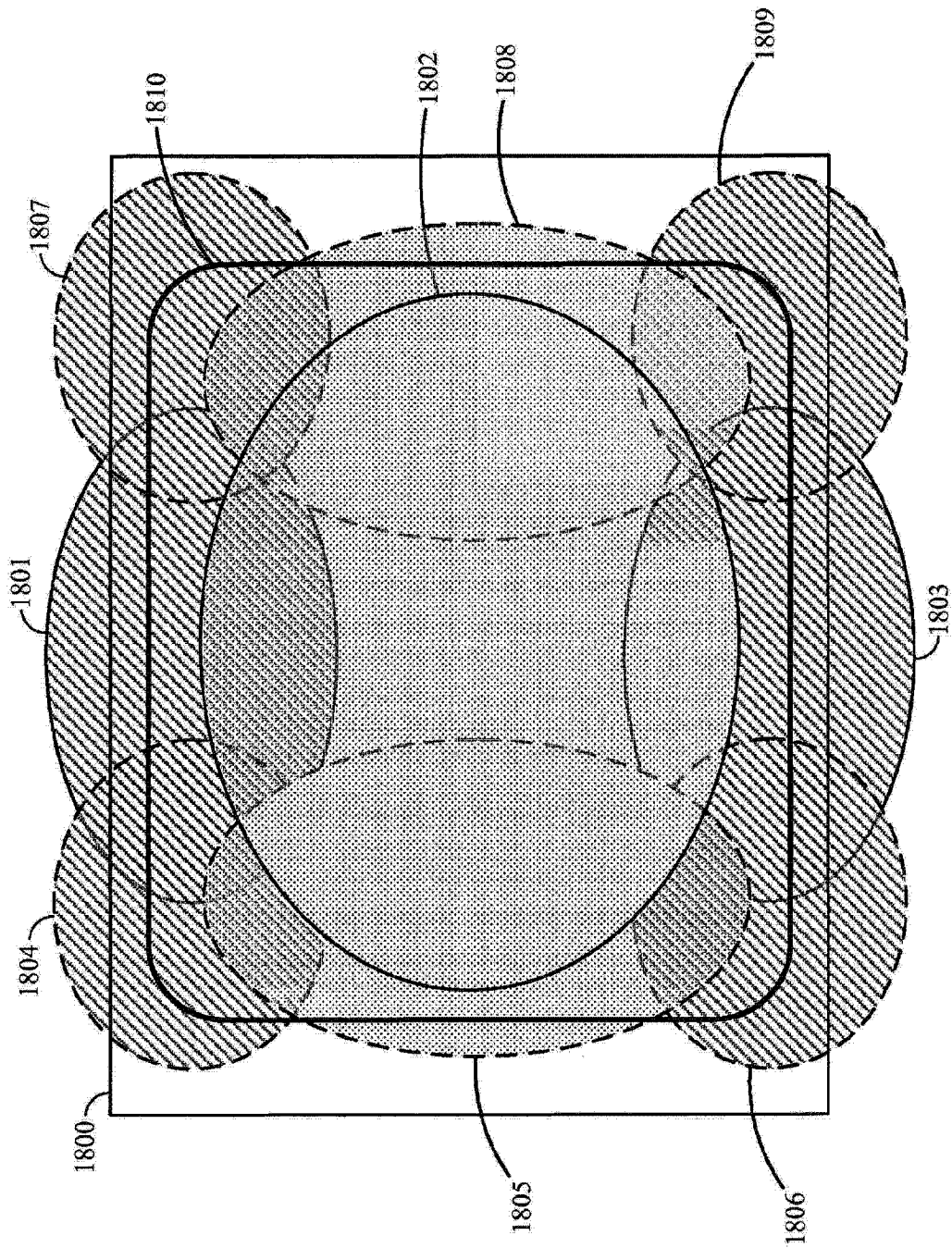


图 18

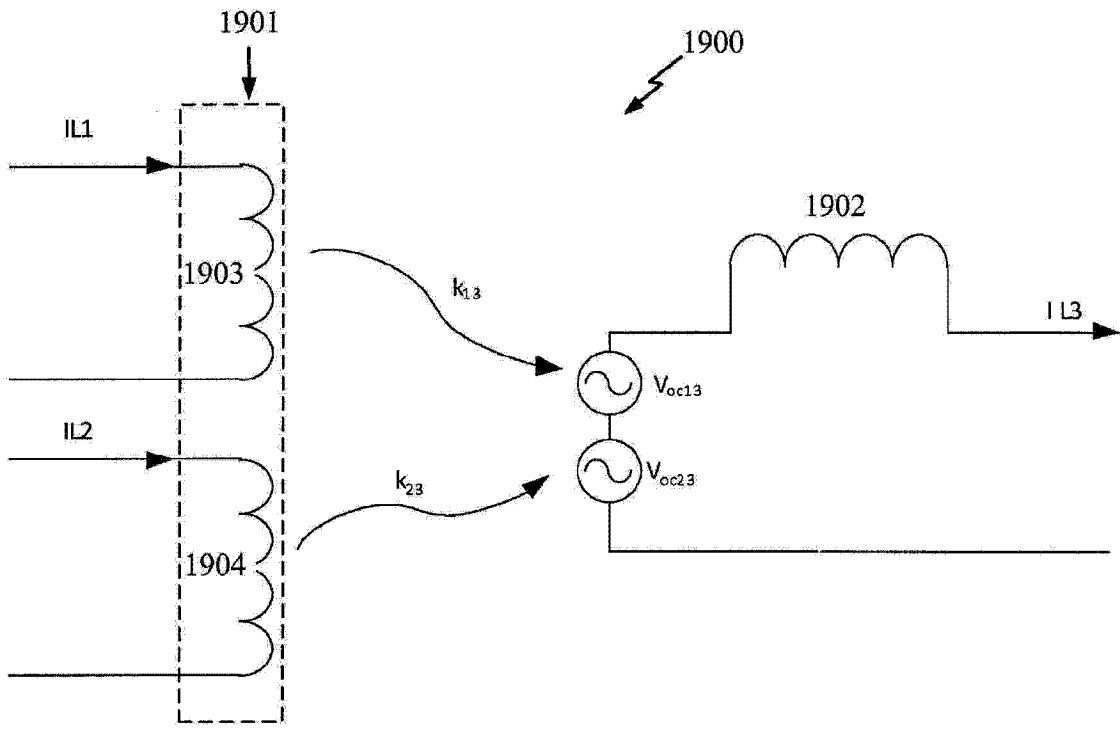


图 19

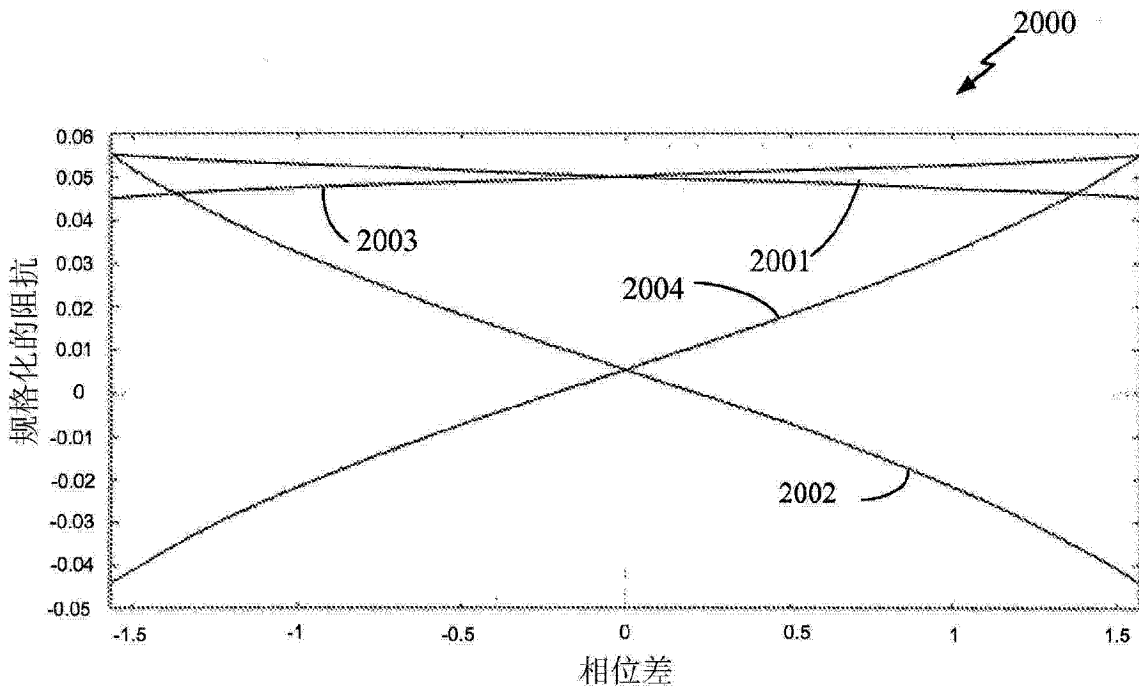


图 20

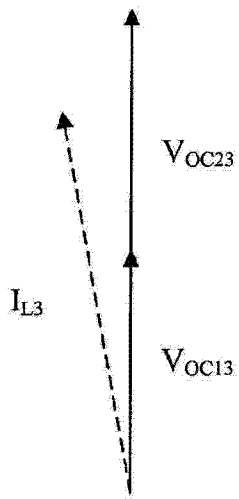


图 21A

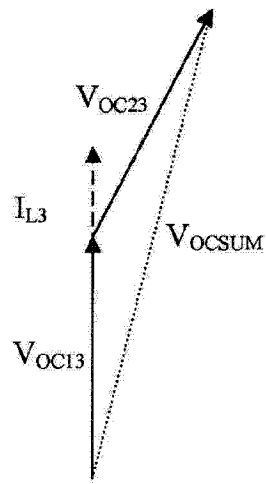


图 21B

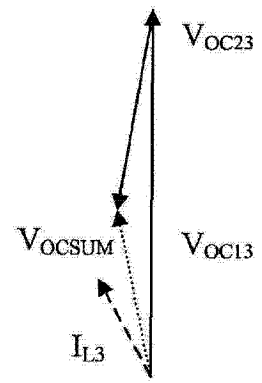


图 21C

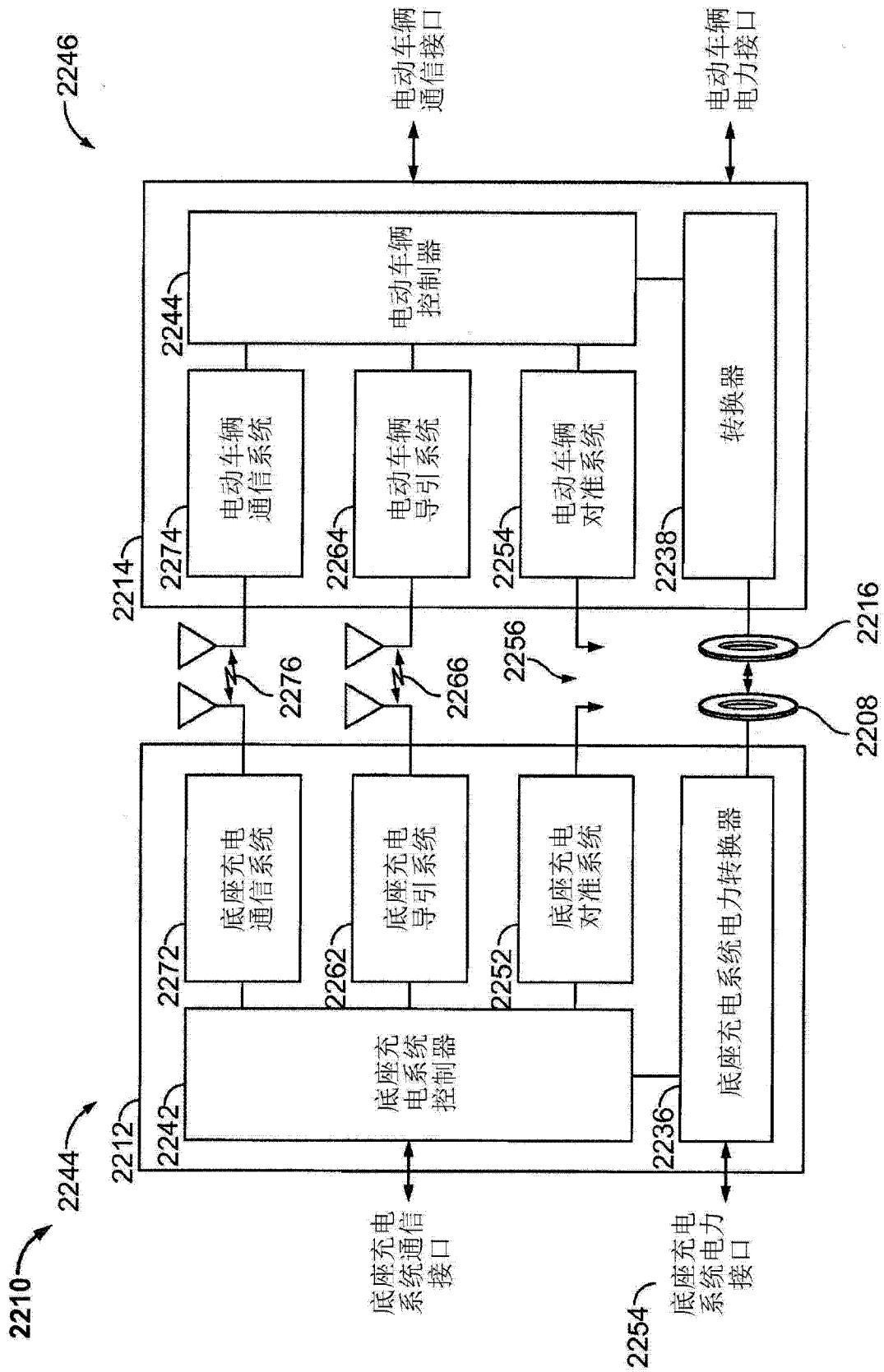


图 22

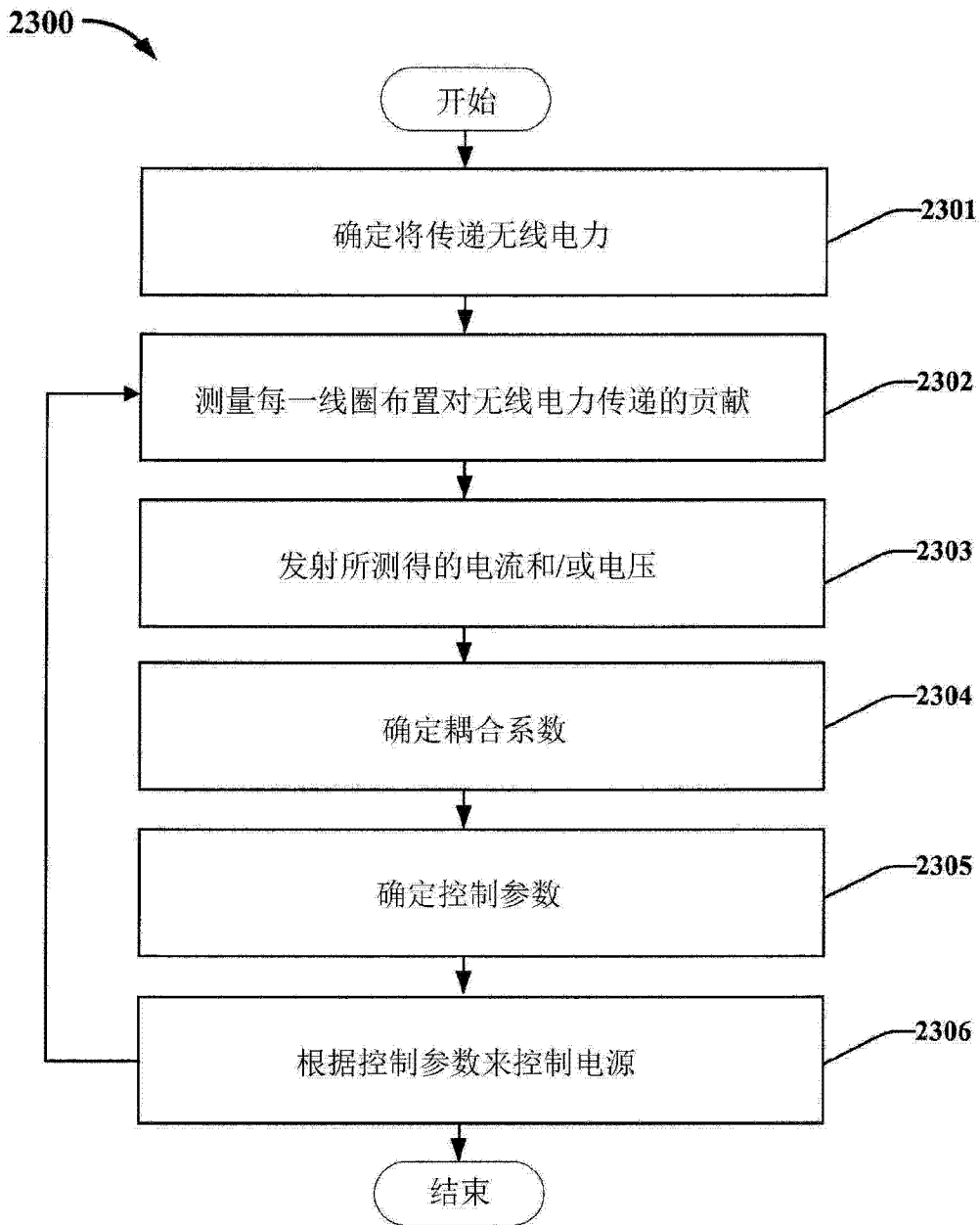


图 23

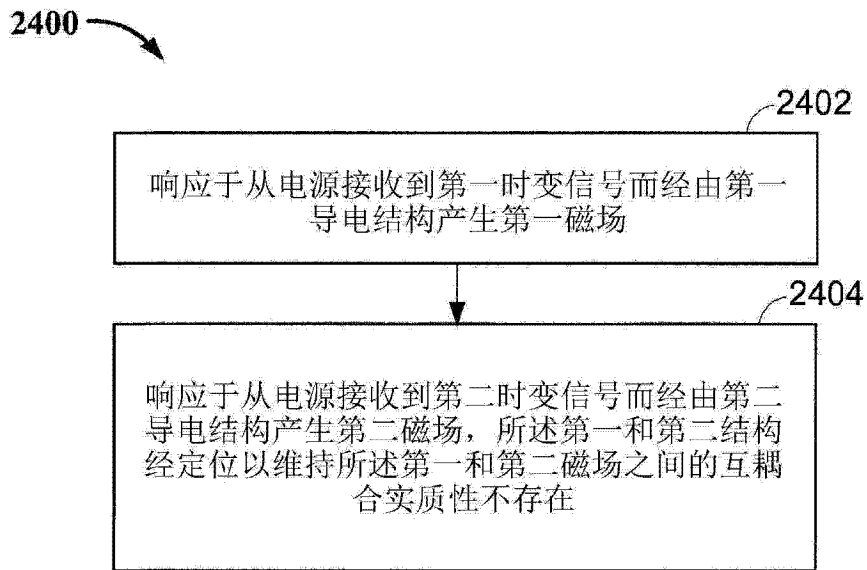


图 24

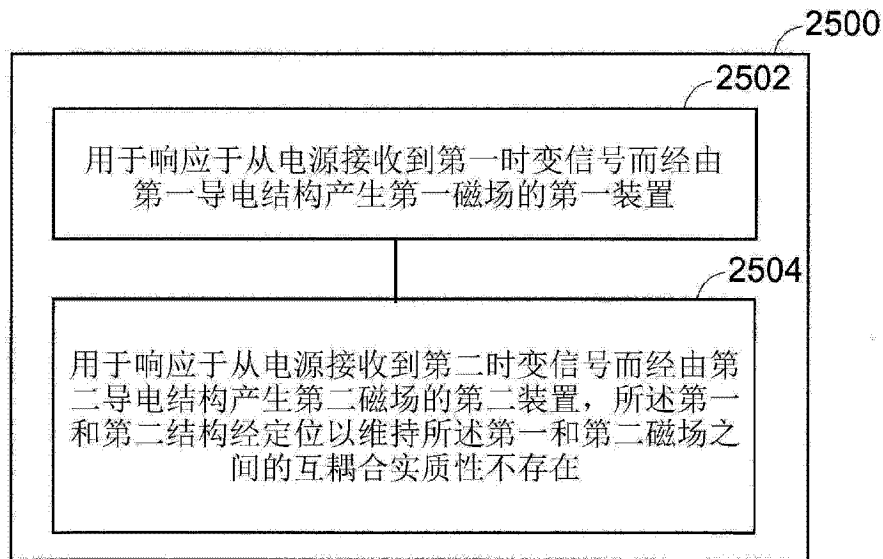


图 25

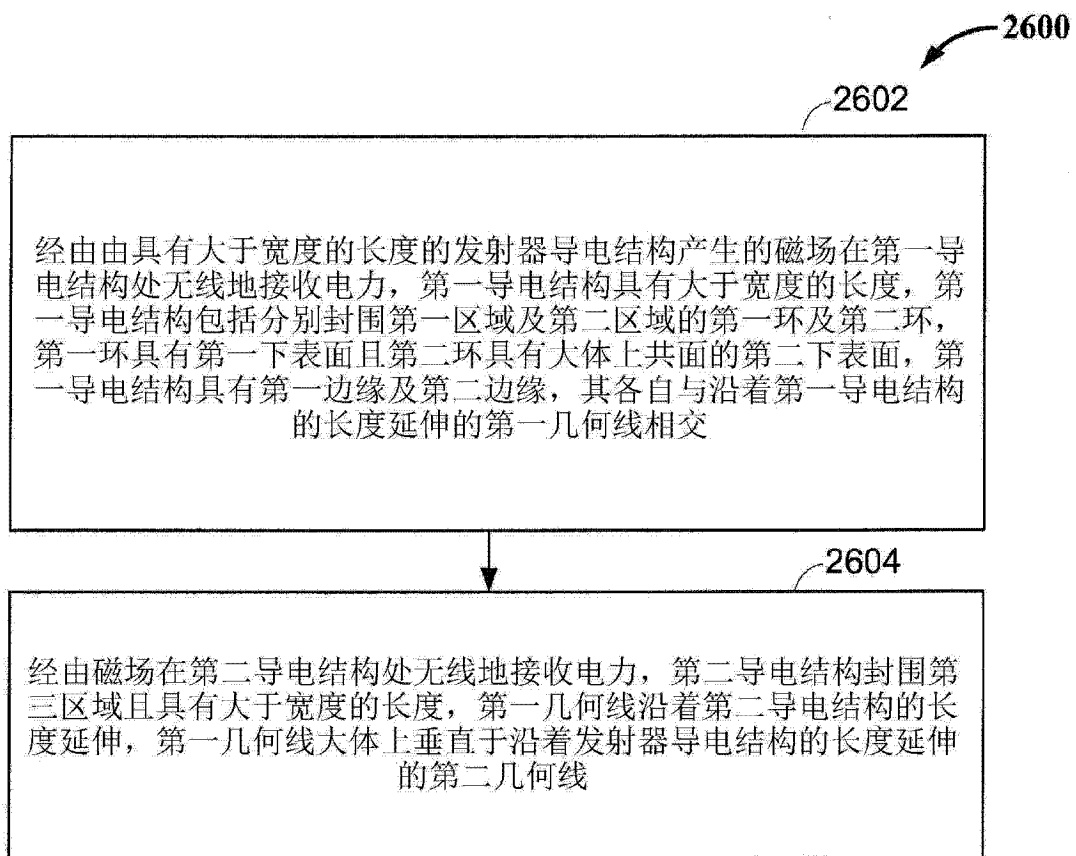


图 26

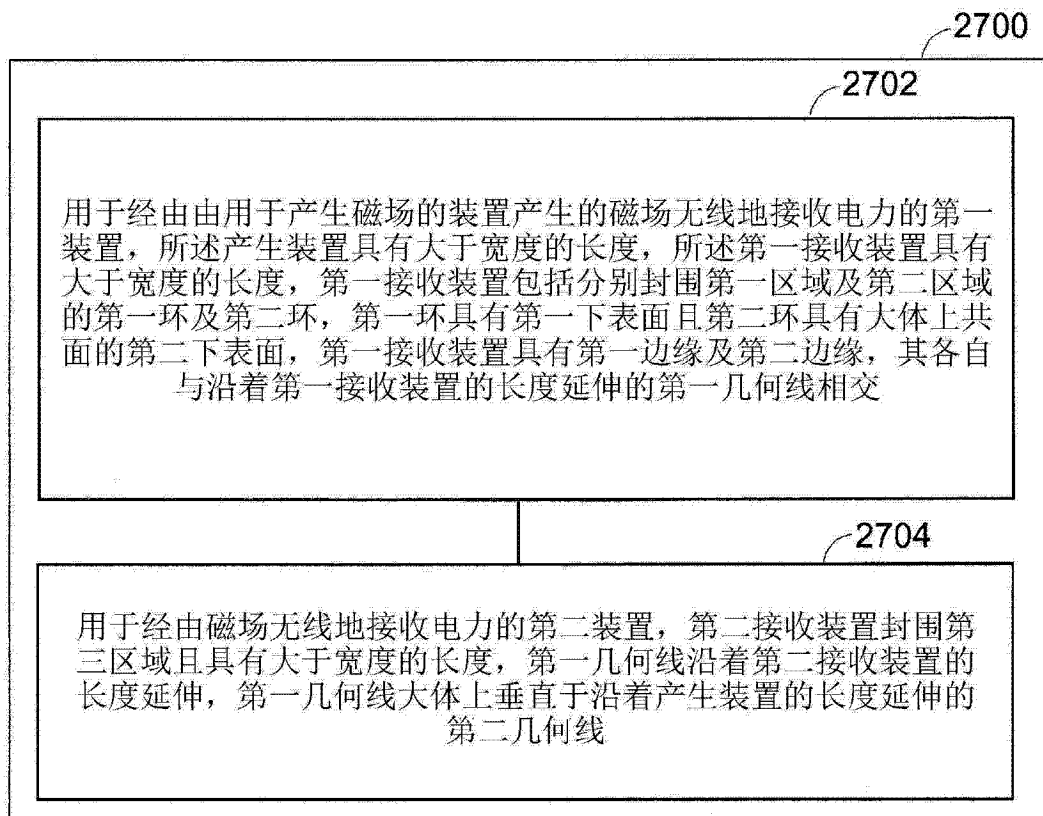


图 27



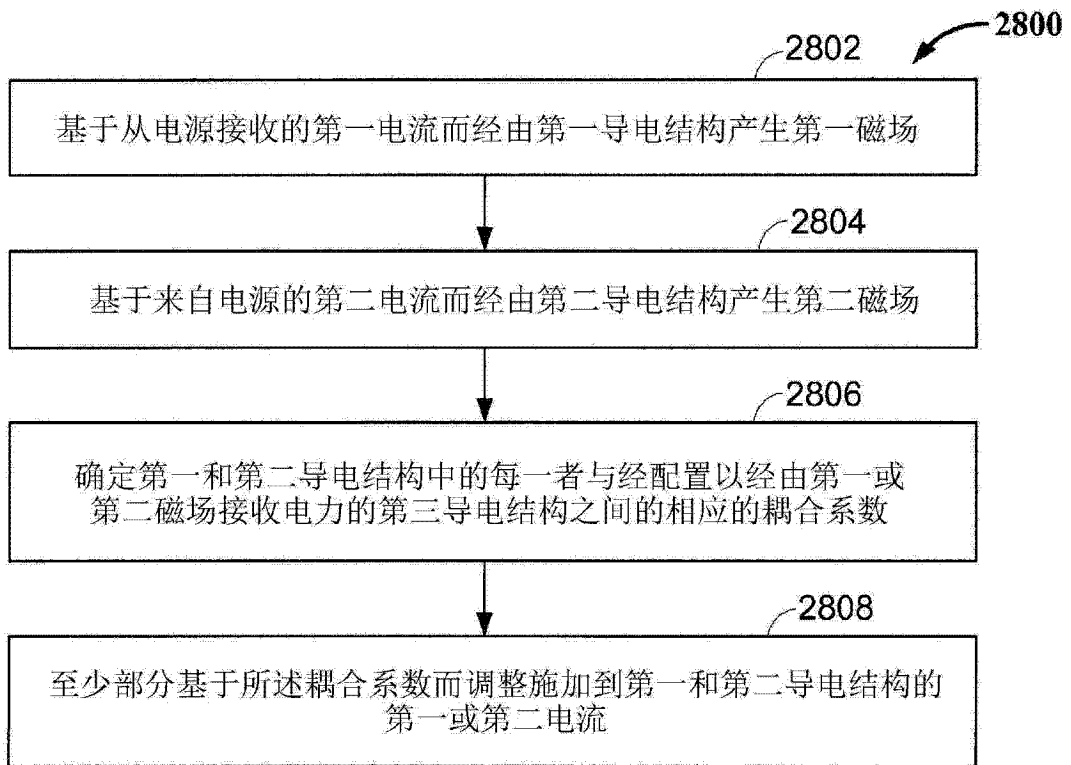


图 28

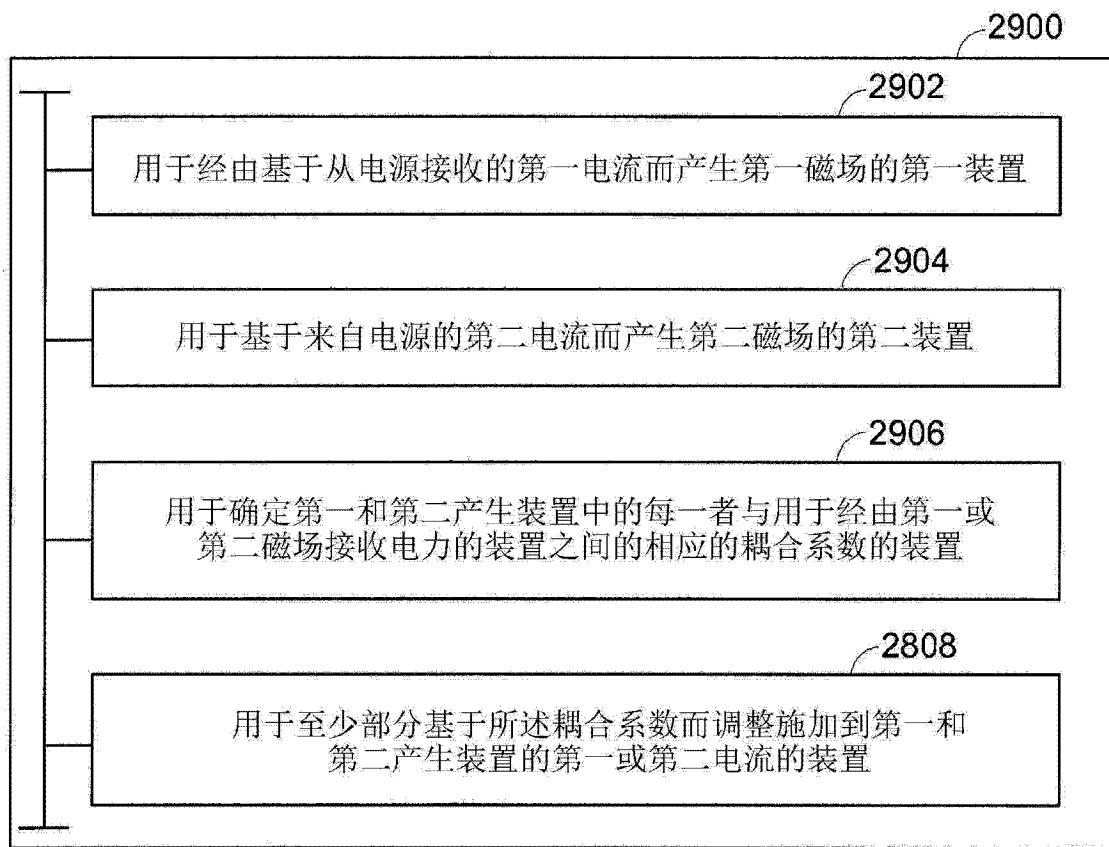


图 29