



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103109333 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 15

(21) 申请号 201180032064. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 04. 28

H01F 38/14 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/329, 809 2010. 04. 30 US

61/391, 291 2010. 10. 08 US

61/431, 122 2011. 01. 10 US

H02J 7/00 (2006. 01)

H02J 7/02 (2006. 01)

B60L 11/18 (2006. 01)

H02J 5/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IL2011/000341 2011. 04. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02011/135571 EN 2011. 11. 03

(71) 申请人 鲍尔马特技术有限公司

地址 以色列尼维伊兰

(72) 发明人 埃兰·魏斯恩特恩 阿勒克·罗费

阿米拉·本-沙洛姆 盖伊·拉韦哈

埃利泽·马奇 奥奥拉·格林沃尔德

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理

有限公司 11225

代理人 黄威 王智

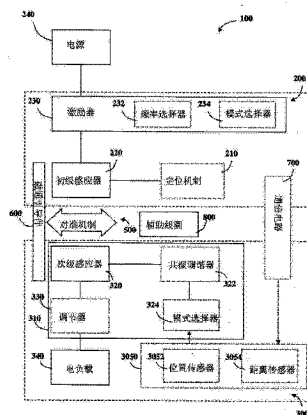
权利要求书6页 说明书24页 附图26页

(54) 发明名称

在延伸区域中感应传输电能的系统和方法

(57) 摘要

在多个模式中可操作的感应电能传输系统，其包括能够提供电能到延伸区域中的感应电能接收器的感应电能输电器。该系统通过模式选择器的方式可以在各种模式中切换，根据需要，可操作地激活各种特征，诸如：对准机制、共振调谐器、辅助线圈布置或共振找寻布置。教导相关的方法。



1. 在多个模式中可操作的感应电能传输系统,其包括以下至少一个:感应电能输电器,和感应电能接收器,所述感应电能输电器包括:至少一个初级感应器,其被设置成与至少一个次级感应器感应耦合,和至少一个激励器,其被设置成提供在激励频率穿过初级感应器的振荡电位;和

所述感应电源接收器包括至少一个可连接至接收电路和电负载的次级感应器,所述次级感应器被设置成与所述至少一个初级感应器感应耦合,使得电能传输至所述电负载;

其中所述感应电能传输系统进一步包括选自以下的多个特征:

对准机制,其被设置成当所述感应电能传输系统在第一模式中工作时,使所述至少一个次级感应器与所述至少一个初级感应器对准;

共振调谐器,当所述感应电能传输系统在第二模式中工作时,其可操作使激励频率匹配所述接收电路的共振频率;

辅助线圈布置,包括以以下至少一种模式可操作的多个辅助线圈:导体模式,中继器模式和传输模式;以及

共振找寻布置,其可操作测定感应电能传输系统的固有频率。

2. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,进一步包括模式选择器,其被设置成至少在第一模式和第二模式之间切换所述感应电能传输系统。

3. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,进一步包括监控所述次级感应器到所述初级感应器距离的距离传感器。

4. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,进一步包括监控所述初级传感器和所述次级传感器中至少一个的位置的位置传感器。

5. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述共振调谐器包括至少一个选择性地可连接至所述接收电路的电容器。

6. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述共振调谐器包括至少一个选择性地可连接至所述接收电路的感应器。

7. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述共振调谐器包括反馈机制,其被设置成发送控制信号到所述感应电能输电器,使得所述感应电能输电器选择与所述接收电路共振的激励频率。

8. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述对准机制包括至少一个磁通引导件,其被设置成将磁通从所述初级感应器引导到所述次级感应器。

9. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述磁通引导件包括与所述初级感应器相关的第一铁氧体磁心和与所述次级感应器相关的第二铁氧体磁心。

10. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述磁通引导件进一步包括磁屏蔽。

11. 根据权利要求1所述的感应电能传输系统,其中所述对准机制包括至少一个致动器,其被设置成移动所述次级感应器和所述初级感应器中的至少一个。

12. 感应电能输电器,其以至少两种模式是可操作,所述输电器包括:

至少一个初级感应器,其被设置成与电负载连接的次级感应器感应耦合,使得电能传输至所述电负载;

至少一个激励器,其被设置成提供穿过初级感应器的振荡电位;

至少一个对准机制,其被设置成当所述感应电能输电器在第一模式中操作时,将所述次级感应器与所述初级感应器对准;和

和至少一个共振调谐器,其被设置成当所述感应电能输电器在第二模式中操作时,选择所述振荡电位的激励频率,所述激励频率进行选择匹配与所述次级感应器相关的接收电路的共振频率。

13. 根据权利要求 12 所述的感应电能输电器,进一步包括模式选择器,其被设置成在所述第一模式和所述第二模式之间切换所述感应电能输电器。

14. 根据权利要求 12 所述的感应电能输电器,其中所述激励器被设置成当在所述第一模式中操作时,在非共振频率激励所述初级感应器。

15. 根据权利要求 12 所述的感应电能输电器,进一步包括辅助线圈布置,其包括以下中至少一个可操作的多个辅助线圈:导体模式,中继器模式,和传输模式。

16. 根据权利要求 12 所述的感应电能输电器,进一步包括以下的至少一个:辅助线圈布置,或共振找寻布置,其可操作地测定感应电能传输系统的固有频率。

17. 电设备,其包括权利要求 12 至 16 任一所述的感应电能输电器。

18. 感应电能接收器,其以至少两种模式可操作,所述接收器包括:

至少一个次级感应器,其可连接至电负载,和被设置成与至少一个感应电能输电器的至少一个初级感应器感应耦合,使得电能传输至所述电负载;

至少一个对准机制,其被设置成当所述感应电能接收器在第一模式操作时,将所述第二感应器与所述第一感应器对准;和至少一个共振调谐器,其被设置成当所述感应电能接收器在第二模式中操作时,调谐接收电路至共振频率,共振频率被选择匹配远端初级感应器的输电频率。

19. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,进一步包括模式选择器,其被设置成在所述第一模式和所述第二模式之间切换所述感应电能接收器。

20. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述模式选择器被设置成根据所述初级感应器的位置有关的数据选择操作模式。

21. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,进一步包括监控所述次级感应器到所述初级感应器的距离的距离传感器。

22. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,进一步包括监控所述初级感应器位置的位置传感器。

23. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述共振调谐器包括至少一个与所述接收电路选择性地可连接的电容器。

24. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述共振调谐器包括至少一个与所述接收电路选择性地可连接的感应器。

25. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述共振调谐器包括反馈机制,其被设置成发送控制信号到所述感应电能输电器,使得所述感应电能输电器选择与所述接收电路共振的激励频率。

26. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述对准机制包括至少一个磁通引导件,其被设置成将磁通从所述初级感应器引导到所述次级感应器。

27. 根据权利要求 18 所述的感应电能接收器,其中所述对准机制包括至少一个致动

器,被设置成移动所述次级感应器和所述初级感应器中的至少一个。

28. 电设备,其包括权利要求 18 所述的感应电能接收器。

29. 权利要求 1 至 11 任一或权利要求 15 所述的感应电能接收器,其中所述辅助线圈布置包括:

至少一个辅助线圈;

至少一个控制器,其被设置成选择辅助线圈的工作模式;和

至少一个切换单元,其可操作地选择性地将所述辅助线圈连接至导体模式块、转播器模式块和传输模式块中的至少一个。

30. 感应地传输电能至至少一个电负载的方法,其包括:

得到含有激励器和初级线圈的感应电能输电器;

得到含有连接至所述电负载的次级线圈的感应电能接收器,所述感应电能接收器以至少两个模式可操作,包括在所述初级感应器和所述次级感应器之间提供紧密耦合的第一模式,和在所述初级感应器和所述次级感应器之间提供松散耦合的第二模式;

所述激励器提供穿过所述初级感应器的振荡电位差;

选择所述感应接收器的工作模式。

31. 校准感应电能传输系统的方法,所述系统包括耦合至至少一个感应电能接收器的感应电能输电器,所述方法包括以下步骤:

步骤 (a) - 测定系统的共振频率;

步骤 (b) - 选择不同于所述共振频率的工作频率。

32. 根据权利要求 31 所述的方法,其中测定系统的共振频率的步骤包括以下步骤:

步骤 (a1) - 提供驱动电位至在采样激励频率振荡的所述感应电能输电器;

步骤 (a2) - 记录所述驱动电位的输出响应;

步骤 (a3) - 增加采样激励频率;

步骤 (a4) - 重复步骤 (a1)、步骤 (a2) 和步骤 (a3) 多次;和

步骤 (a5) - 记录多个不连续采样激励频率的输出电压响应,由此得到系统的特征响应图。

33. 根据权利要求 32 所述的方法,其中所述特征响应图包括共振峰和多个谐振峰。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其中测定系统的共振频率的步骤包括以下另外的子步骤:

步骤 (a6) - 识别共振峰的激励频率。

35. 根据权利要求 33 所述的方法,其中测定系统的共振频率的步骤包括以下另外的子步骤:

步骤 (a7) - 识别 n 阶谐振峰的激励频率;和

步骤 (a8) - n 阶谐振的激励频率除以 $n+1$ 。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其中 $n=2$ 。

37. 根据权利要求 35 所述的方法,其中 $n=3$ 。

38. 根据权利要求 31 所述的方法,其中选择不同于所述共振频率的工作频率的步骤包括选择等于共振频率乘以比例因子的频率。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,其中比例因子在 50% 和 90% 之间。

40. 根据权利要求 38 所述的方法,其中比例因子在 110% 和 150% 之间。

41. 感应电能传输系统包括至少一个感应电能输出口,所述输出口包括:

至少一个经过激励器电线连接至电源的初级感应线圈,所述激励器被设置成提供穿过所述初级感应线圈的驱动电压,所述驱动电压在显著不同于所述感应耦合的共振频率的输电频率振荡,

所述初级线圈被设置成与至少一个电线连接至电负载的次级感应线圈形成感应耦合,所述次级感应线圈与感应电源接收器相关;

其中所述感应传输系统被设置成自测定所述感应耦合的共振频率。

42. 根据权利要求 1 所述的感应电能传输系统,其中所述对准机制包括对准系统,其被设置成和可操作使感应电源输电器的初级感应器与处于目标区域内的次级感应器对准,所述系统包括:

第一致动器,其被设置成沿着第一路径移动初级感应器;和第二致动器,器被设置成沿着第二路径移动次级感应器的。

43. 根据权利要求 41 所述的系统,其中所述第一致动器和所述第二致动器中的至少一个包括步进电机。

44. 根据权利要求 41 所述的系统,其中所述第一致动器和所述第二致动器中的至少一个包括压电元件。

45. 根据权利要求 41 所述的系统,其中所述初级感应器可以耦合至所述第一激励器和所述第一激励器耦合至所述第二激励器。

46. 根据权利要求 41 所述的系统,其中所述初级感应器可以直接耦合至所述第一激励器和所述第二激励器。

47. 根据权利要求 41 所述的系统,所述第一路径和所述第二路径正交朝向。

48. 根据权利要求 41 所述的系统,所述第一路径和所述第二路径处于彼此相邻。

49. 根据权利要求 41 所述的系统,其中所述第一激励器和所述第二激励器中的至少一个被设置成以增量沿着关联路径步进。

50. 根据权利要求 48 所述的系统,所述增值可选自低分辨率增量和高分辨率增量。

51. 根据权利要求 41 所述的系统,进一步包括设置成表明所述初级感应器到所述次级感应器的距离的距离传感器。

52. 根据权利要求 50 所述的系统,其中所述距离传感器包括选自以下的至少一个:电压监控器,功率监控器,电流监控器和它们的组合。

53. 根据权利要求 50 所述的系统,进一步包括设置成从距离传感器接受传感信号和控制第一激励器和第二激励器移动的控制器。

54. 根据权利要求 52 所述的系统,其中所述控制器可以包括可操作引导所述第一激励器和所述第二激励器移动的处理器的处理器,使得所述初级感应器移动进入与所述次级感应器对准。

55. 根据权利要求 53 所述的系统,所述处理器被设置成根据以下步骤选择发送到致动器的致动信号:

(步骤 a) 从距离传感器接受传感信号;

(步骤 b) 将致动信号发送到第一致动信号,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级

感应器向前；

(步骤 c) 从距离传感器接受新的传感信号；

(步骤 d1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 b 和步骤 c；

(步骤 d2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向后；

(步骤 e) 将致动信号发送到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向前；

(步骤 f) 从距离传感器接受新的传感信号；

(步骤 g1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 e 和步骤 f；和

(步骤 g2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向后。

56. 根据权利要求 54 所述的系统,其中所述控制器被设置成发送低分辨率致动信号,其被设置成通过较大增量移动初级感应器,和发送高分辨率信号,其被设置成通过较小增量移动初级感应器。

57. 根据权利要求 55 所述的系统,处理器可以被进一步设置成跟随另外步骤:(步骤 h) 高分辨率致动信号发送到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向前；

(步骤 i) 从距离传感器接受新的传感信号；

(步骤 j1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 h 和步骤 i；

(步骤 j2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向高致动信号到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向后；

(步骤 k) 高分辨率致动信号发送到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向前；

(步骤 l) 从距离传感器接受新的传感信号；

(步骤 m1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 k 和步骤 l；和

(步骤 m2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向高分辨率致动信号到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向后。

58. 对准感应电能传输系统的初级感应器和处于目标区域中的次级感应器的方法,所述方法包括：

提供被设置成沿着第一路径移动所述初级感应器的第一致动器；

提供被设置成沿着第二路径移动所述次级感应器的第二致动器；

提供被设置成表明所述初级感应器与所述次级感应器的距离的距离传感器；

提供被设置成从距离传感器接收传感信号和控制所述第一致动器和所述第二致动器的移动的控制器；和所述控制器发送致动信号至所述第一致动器和所述第二致动器中至少一个，使得初级感应器移动进入与次级感应器对准。

59. 根据权利要求 58 所述的方法，其中所述控制器发送致动信号的步骤包括：所述控制器从距离传感器接收传感信号；

所述控制器发送致动信号至第一致动器，由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向前；

所述控制器接收从距离传感器接受的新的传感信号；

如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器，那么重复控制器发送致动信号和接受新的传感信号的步骤；如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器，那么发送反向致动信号至第一致动器，由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向后；

所述控制器发送致动信号到第二致动器，由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向前；所述控制器从距离传感器接受新的传感信号；如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器，那么重复控制器发送致动信号和接收新的传感信号的步骤；和

如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器，那么发送反向致动信号至次级感应器，由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向后。

60. 根据权利要求 59 所述的方法，进一步包括以下步骤：

所述控制器发送高分辨率致动信号至第一致动器，由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向前；

所述控制器接收从距离传感器接收的新的传感信号；

如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器，那么重复所述控制器发送高分辨率致动信号和接收新的传感信号的步骤；

如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器，那么发送反向高分辨率致动信号至第一致动器，由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向后；

所述控制器发送高分辨率致动信号至第二致动器，由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向前；

所述控制器从距离传感器接受新的传感信号；如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器，那么重复所述控制器发送致动信号和接收新的传感信号的步骤；和

如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器，那么发送反向高分辨率信号至第二致动器，由此此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向后。

在延伸区域中感应传输电能的系统和方法

技术领域

[0001] 本文公开的实施方式涉及感应电能传输系统。具体地,实施方式涉及在延伸区域中可操作地传输电能的感应电能传输系统。

背景技术

[0002] 如现有技术已知,感应电能耦合使能量在没有连接线情况下从电源传输至电负载。电源电线连接至初级线圈和穿过初级线圈施加振荡电位,由此感应振荡磁场。振荡磁场可以在邻近初级线圈放置的次级线圈中感应振荡电流。以这种方式,电能通过电磁感应、没有被电导连接的两个线圈从初级线圈传输到次级线圈。当电能从初级线圈传输至次级线圈时,称该线圈对为感应耦合的。当次级线圈感应耦合与此时,与这种次级线圈串联电线连接的电负载可以从电线连接至初级线圈的电源获得能量。

[0003] 感应型电源输出口优选地可以是更常见的导电电源插座,因为它们提供无缝电源传输和最小化拖线的需求。

[0004] 次级感应器中感应传输的范围以及感应电压的强度两者都根据提供至初级感应器的电位的震荡频率变化。当震荡频率等于系统的共振频率时,感应电压最强。共振频率 f_R 取决于系统的自感系数 L 和电容 C ,根据等式 $f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

[0005] 能量传输效率取决于多个参数,包括:系统的共振频率,工作的输电频率以及初级感应线圈和次级感应线圈之间的距离和对准。有对于能够适应变化的改变条件和宽范围的线圈间距离的感应电能传输系统的需求。

发明内容

[0006] 本文描述的实施方式公开在多个模式中可操作的感应电能传输系统,其包括以下至少一个:感应电能输电器,和感应电能接收器。多个模式可以实现在延伸区域中感应电能输电器提供电能到感应电能接收器。

[0007] 感应电能输电器可以包括:至少一个初级感应器,其被设置成与至少一个次级感应器感应耦合,和至少一个激励器,其被设置成提供在激励频率穿过初级感应器的振荡电位。感应电源接收器可以包括至少一个可连接至接收电路和电负载的次级感应器,次级感应器被设置成与至少一个初级感应器感应耦合,使得电能传输至电负载。

[0008] 根据各个实施方式,除了其它元件外,感应电能传输系统可以进一步包括选自以下的多个特征:

[0009] 对准机制:被设置成当感应电能传输系统在第一模式中工作时,使至少一个次级感应器与至少一个初级感应器对准;

[0010] 共振调谐器,当感应电能传输系统在第二模式中工作时,其可操作使激励频率匹配接收电路的共振频率;

[0011] 辅助线圈布置,包括以以下至少一种模式可操作的多个辅助线圈:导体模式,中继

器模式和传输模式；以及

[0012] 共振找寻布置,其可操作测定感应电能传输系统的固有频率。任选地,感应电能传输系统进一步包括模式选择器,其被设置成至少在第一模式和第二模式之间切换感应电能传输系统。

[0013] 任选地,感应电能传输系统进一步包括监控次级感应器到初级感应器距离的距离传感器 (proximity sensor)。

[0014] 任选地,感应电能传输系统进一步包括监控初级传感器和次级传感器中至少一个的位置的位置传感器。

[0015] 任选地,共振调谐器包括至少一个选择性地可连接至接收电路的电容器。

[0016] 任选地,共振调谐器包括至少一个选择性地可连接至接收电路的感应器。

[0017] 任选地,共振调谐器包括反馈机制,其被设置成发送控制信号到感应电能输电器,使得感应电能输电器选择与接收电路共振的激励频率。

[0018] 任选地,对准机制包括至少一个磁通引导件,其被设置成将磁通从初级感应器引导到次级感应器。

[0019] 任选地,磁通引导件包括与初级感应器相关的第一铁氧体磁心和与次级感应器相关的第二铁氧体磁心。

[0020] 任选地,磁通引导件进一步包括磁屏蔽。

[0021] 任选地,对准机制包括至少一个致动器,被设置成移动次级感应器和初级感应器中的至少一个。

[0022] 任选地,辅助线圈布置包括:至少一个辅助线圈;至少一个控制器,其被设置成选择辅助线圈的工作模式;和至少一个切换单元,其可操作地选择性地辅助线圈连接至导体模式块、转播器模式块和传输模式块中的至少一个。

[0023] 本文描述的感应电能输电器可以以至少两种模式是可操作的。输电器可以包括:至少一个初级感应器,其被设置成与电负载连接的次级感应器感应耦合,使得电能传输至电负载;至少一个激励器,其被设置成提供穿过初级感应器的振荡电位;至少一个对准机制,其被设置成当感应电能输电器在第一模式中操作时,将次级感应器与初级感应器对准;和至少一个共振调谐器,其被设置成当感应电能输电器在第二模式中操作时,选择振荡电位的激励频率,激励频率进行选择匹配与次级感应器相关的接收电路的共振频率。

[0024] 任选地,感应电能输电器进一步包括模式选择器,其被设置成在第一模式和第二模式之间切换感应电能输电器。

[0025] 任选地,激励器被设置成当在第一模式中操作时,在非共振频率激励初级感应器。

[0026] 本文公开的电设备包括这种感应电能输电器。

[0027] 本文公开的感应电能接收器是以至少两种模式可操作。接收器可以包括:至少一个次级感应器,其可连接至电负载,和被设置成与至少一个感应电能输电器的至少一个初级感应器感应耦合,使得电能传输至电负载;至少一个对准机制,其被设置成当感应电能接收器在第一模式中操作时,将第二感应器与第一感应器对准;和至少一个共振调谐器,其被设置成当感应电能接收器在第二模式中操作时,调谐接收电路至共振频率,共振频率被选择匹配远端初级感应器的输电频率。

[0028] 任选地,感应电能接收器进一步包括模式选择器,其被设置成在第一模式和第二

模式之间切换感应电能接收器。

[0029] 任选地,模式选择器被设置成根据初级感应器的位置有关的数据选择操作模式。

[0030] 任选地,感应电能接收器进一步包括监控次级感应器到初级感应器的距离的距离传感器。

[0031] 任选地,感应电能接收器进一步包括监控初级感应器的位置的位置传感器。

[0032] 任选地,共振调谐器包括至少一个与接收电路选择性地可连接的电容器。

[0033] 任选地,共振调谐器包括至少一个与接收电路选择性地可连接的感应器。

[0034] 任选地,共振调谐器包括反馈机制,其被设置成发送控制信号到感应电能输电器,使得感应电能输电器选择与接收电路共振的激励频率。

[0035] 任选地,对准机制包括至少一个磁通引导件,其被设置成将磁通从初级感应器引导到次级感应器。

[0036] 任选地,对准机制包括至少一个致动器,被设置成移动次级感应器和初级感应器中的至少一个。

[0037] 本文公开的电设备包括这种感应电能接收器。

[0038] 此外,教导感应地传输电能至至少一个电负载的方法,其包括:得到含有激励器和初级线圈的感应电能输电器;得到含有连接至电负载的次级线圈的感应电能接收器,感应电能接收器以至少两个模式可操作,包括在初级感应器和次级感应器之间提供紧密耦合的第一模式,和在初级感应器和次级感应器之间提供松散耦合的第二模式;激励器提供穿过初级感应器的振荡电位差;选择感应接收器的工作模式。

[0039] 本文描述的发明的一方面教导校准感应电能传输系统的方法,所述系统包括耦合至至少一个感应电能接收器的感应电能输电器。该方法包括测定系统的共振频率和选择不同于共振频率的工作频率的步骤。

[0040] 根据各种实施方式,测定系统的共振频率的步骤包括以下子步骤:提供驱动电位至在采样激励频率振荡的感应电能输电器;记录驱动电位的输出响应;增加采样激励频率;重复多次这些子步骤;和记录多个不连续采样激励频率的输出电压响应,由此得到系统的特征响应图。

[0041] 典型地,特征响应图包括共振峰和多个谐振峰。相应地,测定系统的共振频率的步骤可以包括以下另外的子步骤:识别共振峰的激励频率。可选地,测定系统的共振频率的步骤包括以下另外的子步骤:识别 n 阶谐振峰的激励频率;和 n 阶谐振的激励频率除以 $n+1$ 。需要说明的是在不同的时间里, $n=2$ 、 $n=3$ 等等。

[0042] 任选地,选择不同于共振频率的工作频率的步骤包括选择等于共振频率乘以比例因子的频率。比例因子可以在 50% 和 90% 之间选择。可选地,比例因子可以在 110% 和 150% 之间选择。

[0043] 根据本发明的另一方面,公开的感应电能传输系统包括至少一个感应电能输出口,所述输出口含有至少一个经过激励器电线连接至电源的初级感应线圈,激励器被设置成提供穿过初级感应线圈的驱动电压,驱动电压在显著不同于感应耦合的共振频率的输电频率振荡,初级线圈被设置成与至少一个电线连接至电负载的次级感应线圈形成感应耦合,次级感应线圈与感应电源接收器相关;其中感应传输系统被设置成自测定感应耦合的共振频率。

[0044] 本文公开对准系统,其被设置成和可操作使感应电源输电器的初级感应器与处于目标区域的次级感应器对准。系统可以包括被设置成沿着第一路径移动初级感应器的第一致动器;被设置成沿着第二路径移动次级感应器的第二致动器。而且,由此引入含有这种对准系统的感应电能传输系统。

[0045] 任选地,第一致动器和第二致动器中的至少一个包括步进电机。可选地,或者另外,第一致动器和第二致动器中的至少一个包括压电元件。

[0046] 初级感应器可以耦合至第一激励器和第一激励器耦合至第二激励器。可选地,初级感应器可以直接耦合至第一激励器和第二激励器。在适当情况下,第一路径和第二路径正交朝向。任选地,第一激励器和第二激励器处于彼此相邻。

[0047] 在选择系统中,第一激励器和第二激励器中的至少一个被设置成以增量沿着关联路径。这些增值从低分辨率增量和高分辨率增量是可选的。

[0048] 具体地,系统进一步包括设置成表明初级感应器到次级感应器的距离的距离传感器。这种距离传感器可以包括选自以下的至少一个:电压监控器,功率监控器,电流监控器和它们的组合。

[0049] 任选地,系统可以进一步包括设置成从距离传感器接受传感信号和控制第一激励器和第二激励器移动的控制器。这种控制器可以包括可操作引导第一激励器和第二激励器移动的处理器,使得初级感应器移动进入与次级感应器对准。

[0050] 不同地,处理器可以被设置成根据以下步骤选择发送到致动器的致动信号:(步骤 a) 从距离传感器接受传感信号;(步骤 b) 将致动信号发送到第一致动信号,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向前;(步骤 c) 从距离传感器接受新的传感信号;(步骤 d1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 b 和步骤 c;(步骤 d2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向后;(步骤 e) 将致动信号发送到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向前;(步骤 f) 从距离传感器接受新的传感信号;(步骤 g1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 e 和步骤 f;和(步骤 g2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向后。

[0051] 当控制器被设置成发送低分辨率致动信号——其被设置成通过较大增量移动初级感应器 and 高分辨率信号——其被设置成通过较小增量移动初级感应器时,处理器可以被进一步设置成跟随另外步骤:(步骤 h) 高分辨率致动信号发送到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向前;(步骤 i) 从距离传感器接受新的传感信号;(步骤 j1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 h 和步骤 i;(步骤 j2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向高致动信号到第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向后;(步骤 k) 高分辨率致动信号发送到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向前;(步骤 l) 从距离传感器接受新的传感信号;(步骤 m1) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复步骤 k 和步骤 l;和(步骤 m2) 如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感

应器,那么发送反向高分辨率致动信号到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向后。

[0052] 相应地,教导对准感应电能传输系统的初级感应器和处于目标区域中的次级感应器的方法。该方法包括提供被设置成沿着第一路径移动初级感应器的第一致动器;提供被设置成沿着第二路径移动次级感应器的第二致动器;提供被设置成表明初级感应器与次级感应器的距离的距离传感器;提供被设置成从距离传感器接收传感信号和控制第一致动器和第二致动器的移动的控制器;和控制器发送致动信号至第一致动器和第二致动器中至少一个,使得初级感应器移动进入与次级感应器对准。

[0053] 任选地,控制器发送致动信号的步骤包括:控制器从距离传感器接收传感信号;控制器发送致动信号至第一致动器,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向前;控制器接收从距离传感器接受的新的传感信号;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复控制器发送致动信号和接受新的传感信号的步骤;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号至第一致动器,由此沿着第一路径通过一个增量移动初级感应器向后;控制器发送致动信号到第二致动器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向前;所述控制器从距离传感器接受新的传感信号;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复控制器发送致动信号和接收新的传感信号的步骤;和如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向致动信号至次级感应器,由此沿着第二路径通过一个增量移动初级感应器向后。

[0054] 在适当情况下,方法可以进一步包括以下的步骤:控制器发送高分辨率致动信号至第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向前;控制器接收从距离传感器接收的新的传感信号;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复控制器发送高分辨率致动信号和接收新的传感信号的步骤;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向高分辨率致动信号至第一致动器,由此沿着第一路径通过一个小的增量移动初级感应器向后;控制器发送高分辨率致动信号至第二致动器,由此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器先前;控制器从距离传感器接受新的传感信号;如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器更接近于次级感应器,那么重复控制器发送致动信号和接收新的传感信号的步骤;和如果新的传感信号比先前信号表明初级感应器进一步远离次级感应器,那么发送反向高分辨率信号至第二致动器,由此此沿着第二路径通过一个小的增量移动初级感应器向后。

[0055] 本文提供的感应电能接收器的实施方式具有被设置成与感应电能输电器感应耦合形成感应传输系统的接收电路,接收电路包括至少一个被设置成与感应电能输电器相关的初级感应器感应耦合的次级感应器,和调节器,被设置成调节接收电路的输出电压,其中调节器包括:至少一个共振改变组件,和至少一个被设置成选择性地连接共振改变组件与接收电路的切换单元。

[0056] 任选地,感应传输系统具有第一共振频率和感应电能输电器生成以显著不同于第一共振频率的输电频率穿过初级感应器的驱动电压。典型地,输电频率比第一共振频率高。可选地,输电频率比第一共振频率低。

[0057] 一般而言,当共振改变组件连接至接收电路时,感应传输传输系统具有第二共振

频率。典型地,选择共振改变组件,使得输电频率比第一共振频率更接近于第二共振频率。任选地,可以选择共振改变组件,使得第二共振频率比第一共振频率高。可选地,可以选择共振改变组件,使得第一共振频率比第二共振频率高。

[0058] 根据各种实施方式,共振改变组件包括电容器。根据其它实施方式,共振改变组件包括感应器。任选地,共振改变组件包括选择地与次级感应器可平行连接的电容器。

[0059] 任选地,切换电源包括至少一个电源 MOSFET。典型地,切换单元被设置成当输出电压小于阈值时连接共振改变组件。

[0060] 感应电能接收器的一些实施方式包括被设置成将整个输出电压与至少一个参考值比较的比较器。相应地,切换单元可以被设置成当输出电压小于第一参考值时,将共振改变组件与接收器电路连接。典型地,切换单元被设置成当输出电压高于第一参考值时,将共振改变组件与接收器电路断开。任选地,调节器可以被进一步地设置成当输出电压高于第二参考值时,将共振改变组件与接收器电路断开。相应地,调节器被进一步地设置成当输出电压低于第二参考值时,将次级感应器与接收器电路断开。

[0061] 教导调节感应电能传输系统的接受电路的输出电压,该方法包括以下步骤:步骤(a) - 以不同于感应电能传输系统的第一共振频率的输电频率激励初级感应器;步骤(b) - 感应穿过与接收电路相关的次级感应器的次级电压;步骤(c) - 监控接收电路的输出电压;步骤(d) - 比较输出电压与第一参考值;和步骤(e) - 如果输出电压小于第一参考值,将共振改变组件与接收电路连接,使得感应电能传输系统的共振频率移动接近于输电频率。

[0062] 不同地,该方法可以进一步包括以下另外步骤中的至少一个,步骤(f) - 如果输出电压在第二参考值以上,将第二感应器与接收电路断开,步骤(g) - 当输出电压等于第一参考值时,将共振改变组件与接收电路断开,和步骤(h) - 当输出电压等于第二参考值时,将共振改变组件与接收电路重新连接。

[0063] 根据其它实施方式,提供并入感应电能接收器的电设备。不同地,电设备可以选自:电话,媒体播放器,便携式电脑,随身听,便携式音乐播放器,录音笔,便携式 DVD 播放器,移动通信设备,落地灯,录像机, DVD 播放机,碎纸机,风扇,复印机,计算机,打印机,灶具,冰箱,冰柜,洗衣机,干衣机,重型机械,台灯,环境照明装置,风扇,无线电话机,扬声器,扬声器电话,电话会议基站单元 (conference call base units),电动削铅笔机,电动订书机,显示设备,电子相框,视频显示器,投影机,电视机,视频播放器,音乐中心,计算器,扫描仪,传真机,热板,电加热杯,移动电话,吹风机,电动剃须刀,除叶器,破碎器 (delapidators),加热器,熔蜡设备,卷发器,剃须刀,浴室秤,灯光收音机,打蛋器,面包机,榨汁机,柑橘榨汁机,蔬菜榨汁机,食品处理器,电动刀,烤面包机,三明治烤面包机,华夫机,电烤肉架,慢炖锅,加热板,油炸锅,电煎锅,磨刀器,家用消毒器,电水壶,壶,收音机,磁带播放机, CD 播放机,电动开罐器,爆米花机和磁力搅拌器等等。

[0064] 提供另一种感应电能接收器,其具有被设置成与感应电能输电器感应耦合以形成感应传输系统的接收电路,接收电路包括至少一个被设置成与感应电源输电器相关的初级感应器耦合的次级感应器;调节器,被设置成调节接收电路的输出电压;和电容元件,其被连接穿过次级感应器的终端,使得通过初级感应器的电流具有平滑半正弦图。任选地,调节器可以包括至少一个降压 DC/DC 变流器。另外或可选地,调节器可以包括至少一个 O- 形圈

二极管。

附图说明

[0065] 为了更好的理解本发明以及显示它如何可以实现这种效果,只是举例来说明,将参照附图。

[0066] 现在具体详细地参照附图,需要强调的是示出的细节是只是举例来说明和为了本发明的优选实施方式的说明性讨论的目的,并且为了提供相信是本发明的原理和概念方面的最有用和容易理解的描述而提出。在这点上,除了本发明必要的基本理解,并未试图更详细地显示本发明的结构细节;参照附图的描述使得本领域技术人员在实践中可以以数种形式如何来具体化。在附图中:

[0067] 图 1 是显示在延伸区域中可操作地感应提供从感应电能输电器到感应电能接收器的电能的感应电能传输系统的主要元件方框图;

[0068] 图 2 是代表感应传输电能到至少一个电负载的方法的流程图;

[0069] 图 3 是以紧密和疏松耦合模式提供电能到电设备的感应可行平台的说明性实施例的示意图;

[0070] 图 4 是示意代表连接至次级感应器的共振调谐器的可能实施例的电路图;

[0071] 图 5 是具有反馈信号通路的感应电能传输系统的主要元件的方框图;

[0072] 图 6 是显示工作电压的振幅随着输电频率如何变化的感应电能传输系统的频率情况的图;

[0073] 图 7 是表示便携式电脑从感应电能输出口获取电能的示意图;

[0074] 图 8 是表示显示一个共振峰和两个谐振峰的感应电能传输系统的扩展频率情况的图;

[0075] 图 9 是显示测定感应电能传输系统的实施方式的工作频率的可能方法的步骤的流程图;

[0076] 图 10 是其中包括多个初级感应器的输电器提供电能到两个接收器的进一步感应电能传输系统的示意图;

[0077] 图 11 是表示并入自动对准系统的感应电能输出口的主要组件的示意图;

[0078] 图 12 是在其中初级感应器与 X-Y 工作台结合的自动对准系统中使用的可能定位系统的示意图;

[0079] 图 13 是在自动对准系统中使用的可选的定位系统的示意图;

[0080] 图 14 是显示由定位系统执行的对准步骤的通用步骤的流程图;

[0081] 图 15A 和 15B 分别显示粗糙定位和精密定位的可能方法的流程图;

[0082] 图 16A 显示在感应电场传输系统中使用的可能辅助线圈布置的一种可能几何图形;

[0083] 图 16B 显示在导体模式中配置的可能辅助线圈电路;

[0084] 图 16C 显示在转发器模式中配置的可能辅助线圈电路;

[0085] 图 16D 显示在传输模式中配置的可能辅助线圈电路;

[0086] 图 16E 示意显示相对于初级感应器和一个辅助线圈的次级线圈的可能位置;

[0087] 图 16F 显示被设置成在多个模式中切换辅助线圈 820 的可能辅助线圈电路的主要

元件；

[0088] 图 17A 和 17B 是显示包括接收器端调节器的感应电能传输系统的两个实施方式的主要组件的方框图；

[0089] 图 18 是包括可以被引入到接收电路中的共振改变组件的感应电能传输系统的主要电组件的示意方框图；

[0090] 图 19 是显示与共振改变组件连接和不连接的示例性实施方式的次级感应器的输出电压如何随着输电频率变化的图；

[0091] 图 20 是根据还另一个实施方式的感应电能传输系统的输电器和接收器电路的电路图；

[0092] 图 21 是显示根据还另一个实施方式的使用接收器基调节器调节感应电能传输的方法的流程图；

[0093] 图 22 是显示包括接收器端调节器的固定频率感应电能传输系统的主要电组件的方框图；和

[0094] 图 23A 和 23B 表示代表包括接收器端调节器的感应电能传输系统的进一步实施例的模式电路图。

具体实施方式

[0095] 现参照图 1, 其显示在延伸区域中可操作地感应提供从感应电能输电器 200 到感应电能接收器的电能的感应电能传输系统 100 的各种元件方框图。

[0096] 感应电能输电器 200 包括初级感应器 240、激励器 230、以及任选地包括定位机制 210。感应电能输电器 200 可以连接至电源 240 诸如市电插座、变压器、电源组、太阳能电池板等等。激励器 230 可操作地提供以选择的激励频率穿过初级感应器 220 的可变电位, 由此产生邻近初级感应器 220 的共振磁场。需要说明的是这种共振磁场可以用于感应邻近的感应接收器 300 的次级感应器 320 中的电位。

[0097] 感应电能接收器 300 包括经过接收电路 310 电线连接至电负载的次级感应器 320。当次级感应器 320 放置在由初级感应器 220 产生的共振磁场里面时, 生成共振感应电压。

[0098] 感应电能接收器 300 可以接收感应电能输电器 200 的电能的电能接收范围可能取决于多个因素, 包括共振磁场的强度和延伸、初级感应器的尺寸和位置、电能传输的频率、接收电路 310 的共振频率、电能传输的效率等等。

[0099] 本文描述的感应电能传输系统 100 的特征可以使电能接收范围延伸, 使得在较大区域中有效的感应电能传输。具体地, 系统 100 可以被设置成具有多个可操作模式诸如松散耦合模式, 使得在短范围中有效的感应电能传输, 其中初级感应器 220 可以与次级感应器 320 对准和松散耦合模式, 使得在较长范围中有效感应电能传输。

[0100] 系统 100 的输电器功能特征尤其可以包括定位机制 210, 其可以被提供移动初级感应器 220 进入到更适合于电能感应传输至感应接收器 300 的位置中。例如, 当感应电能传输系统 100 以松散耦合模式操作时, 定位机制 210 可以用于作为对准机制 500 的至少部分, 以将初级感应器 220 与次级感应器 320 对准。相应地, 可以提供致动器在目标区域内移动初级感应器 220。各种定位系统可以与感应电能传输系统组合地使用, 例如, 诸如参照图 11-15 以下所描述。当感应电能传输系统 100 以松散耦合描述工作时, 定位机制 210 也可以

用于更有力地定位初级感应器 220 以更好传输电能,例如提供初级感应器 220 和次级感应器 320 之间的瞄准线,在这里这可以提供效率等等。

[0101] 系统 100 的接收器功能特征尤其可以包括接收电路 310,其可以包括提供调节输出电压成为适合于电负载 340 的形式。根据各个系统,调节器 330 可以包括整流电路、电压控制电路、电流控制电路等等。任选地,感应电能接收器 300 可以进一步包括共振调谐器 332,其可以用于调节接收电路 310 的共振频率到适合需求。这种系统的一个实例在以下参照图 4 描述。

[0102] 需要说明的是,感应电能传输系统 100 可以进一步包括通信电路 700 和对准机制 500。提供通信电路 700 使得感应电能接收器 300 和感应电能输电器 200 之间通信。数据可以在感应电能接收器 300 和感应电能输电器 200 之间传递,所述数据涉及:它们相对位置,识别,运行参数诸如电负载 340 要求的工作电压、电流、温度或功率,在运行期间提供到电负载 340 的测量电压、电流、温度或功率,等等。而且,通信电路 700 可以用于通讯反馈信号从接收器 300 到输电器 200,指令激励器 230 调节工作参数诸如驱动电压、电流或频率。

[0103] 各种通信电路 700 可以用于系统,诸如在短距离上发送编码光学信号到例如光电晶体管的发光二极管。为了说明的目的,光输电器,诸如例如发光二极管(LED),可以并入到次级单元 300 内和传输能够穿透次级单元 300 和电源输出口 200 的外壳类型和强度的电磁辐射。光接收器,诸如光电二极管、光电晶体管、光敏电阻等等,可以并入到用于接收电磁辐射的电源输出口 200。

[0104] 在系统中,其中输电器和接收器之间的对准可能是难于实现,光信号可能是不合适的,和可选的通信电路可以优先地为诸如由压电元件传输的超声信号或无线电信号诸如蓝牙(Bluetooth)、WiFi 等等。可选地,初级和次级感应器 220、320 可以使用电流和/或电压调制、频率调制等等自身传输通信信号。

[0105] 提供对准机制 500 实现初级感应器 220 和次级感应器 320 之间的对准。当感应电能传输系统 100 以松散耦合模式工作时,这可以是特别有用的。在初级感应器 220 和次级感应器 320 之间的良好对准可以提高能量传输的效率和减少进入环境中的电磁辐射。

[0106] 对准机制 500 可以包括:定位机制 210,诸如以下参照图 11-15 描述,被设置成将次级感应器 320 锚定初级感应器 220 的对准磁铁,可见指示,音频指示,触觉指示等等。对准机制的实例可以在共同未决的美国专利申请号 12/524,987 中找到,其通过引用并入本文。

[0107] 对准机制 500 可以进一步包括磁通引导件 600。提供磁通引导件 600 以引导磁通量从初级感应器 220 到次级感应器 320,和减少到周围环境的磁漏,特别是以紧密耦合模式工作时。磁通引导件 600 可以包括铁磁芯和磁屏蔽。可以提供铁磁芯以引导有源初级感应器的磁通量到次级感应器。

[0108] 仅是为了说明的目的,例如,一种这样磁铁芯由非晶铁磁材料建造,可能是从约 20 微米厚切割成晶片。铁磁芯可以由两种非晶铁磁晶片组成。第一种晶片可以粘附在初级感应器 220 上和第二种晶片可以粘附在第一种晶片上。两种晶片然后可以作为引导磁通量从初级感应器到次级感应器 320 的铁磁芯。任选地,铁磁晶片可以有径向裂缝,以阻止由于初级感应器 220 产生的共振磁场在晶片内涡电流的积累。当晶片具有圆形截面时,裂缝可以从圆周直接向内延伸。

[0109] 可以提供磁屏蔽以阻止磁漏进入周围环境中。磁屏蔽可以由薄的非晶铁磁材料片

制成,并可以通过粘合绝缘层粘附在印刷电路板上。

[0110] 将意识到,当感应接收器导体表面或者含有导体组件的设备之上时,磁屏蔽是特别重要。因此,例如,当这种感应电能接收器 300 安装在电设备之上时,诸如计算机、移动电话等等,磁屏蔽可以防止磁通量泄露进入电设备的金属组件和防止使它们加热。

[0111] 非晶铁片可以具有约 20 微米的厚度。当两侧面上的聚合物层压片被层压时,非晶铁片的整个厚度约 60 微米。因此,有别于用于在感应器系统中引导磁通量的其它铁元件,非铁磁材料可以用于制造非常薄的磁通导体。薄的磁通导体反过来使得感应电能接收器是灵活和不引人注目的。将意识到,在安装感应接收器的设置的设计和制造中,这些考虑是非常重要的。在其它方法之外,由非晶铁磁材料制造磁通引导元件的各种方法包括:印刷,压印,切割,非晶铁磁导电带布(amorphous ferromagnetic microwire cloth)等等。

[0112] 视情况而定,其它磁通引导件 600 可以与感应电能传输系统结合使用。

[0113] 相应地,当感应电能传输系统 100 以紧密耦合模式工作时,同时感应电能接收器 300 与感应电能输电器 200 对准,磁力线总体上是封闭的,减少了在工作期间对环境的可能磁辐射。

[0114] 如以上表明,如本文描述,感应电能传输系统 100 的独特性在于它可以被设置成以多个模式工作,诸如紧密耦合模式、松散耦合模式、或视情况而定的其它模式。相应地,可以提供输电器端模式选择器 234 和 / 或接收器端模式选择器 324 以在各种工作模式之间切换感应电能传输系统。

[0115] 根据各种多模式感应电能传输系统 100,模式选择器 234、324 可以是手动或者自动的。任选地,可以提供自动模式起动机机制 3050,监测感应电能输电器和感应电能接收器 300 的相对位置,以及视情况而定选择耦合模式。这种模式起动机 3050 可以包括传感器诸如位置传感器 3052、距离传感器 3054 等等。

[0116] 现参照图 2 的流程图,表示感应传输电能到至少一个电负载的方法。该方法包括以下步骤:得到包括激励器和初级感应器的感应电能输电器 - 步骤(i);得到包括连接至电负载的次级感应器的感应电能接收器,感应电能接收器以至少两种模式可操作,包括紧密耦合模式和松散耦合模式 - 步骤(ii);提供穿过初级感应器的震荡电位差,可能经过激励单元 - 步骤(iii);和选择感应接收器的工作模式 - 步骤(iv)。

[0117] 现参照图 3,显示感应可行平台 10 的说明性实施例的示意图。平台 10,其可以是桌面、感应垫等等,包括多个嵌入式感应电能输电器 20a-c。感应电能输电器 20a-c 被设置成感应传输电能到并入各种家用电器的感应电能接收器 32a-c。安置计算机 30a,使得一体的感应电能接收器 32a 与第一感应电能输电器 20a 对准,相应地,第一感应电能输电器 20a 可以以紧密耦合模式工作。安置桌灯 30b,使得其一体感应电能接收器 32b 与第二感应电能输电器 20b 对准,相应地,第二电能输电器也可以以紧密耦合模式工作。因此,电能可以以有效方式传输至计算机 30a 和桌灯 30b,从中非常少的电磁辐射泄漏。

[0118] 需要说明的是,虽然第三感应电能输电器 20c 是可用的,和具有一体的感应电能接收器 32c 放置在平台之上,电话的感应电能接收器 32c 不与第三感应电能输电器 20c 对准。本文描述的感应电能传输系统的特征是感应电能输电器 20c 能够与非对准感应电能接收器 32c 能够松散地耦合,使得电话 30c 可以远程地充电。

[0119] 相应地,返回参照图 1,感应电能系统 100 可以具有至少一个感应调谐器 322,可操

作地使得感应电能输电器 200 的激励频率与接收电路 310 的共振频率匹配。

[0120] 感应耦合的次级感应器中的感应电压的强度根据提供到初级感应器的电位的振荡频率变化。当振荡频率等于系统的共振频率时,感应电压是最强的。根据等式

$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 系统的共振频率 f_R 取决于系统的感应系数 L 和电容 C 。系统的感应系数 L 和

电容 C 自身取决于多个参数,诸如初级感应器的感应系数、次级感应器的感应系数、接收的电容和输电电路等等。因为在感应传输系统中一些这些参数可能是可变的,固有共振频率 f_R 的测定和调谐可以是期望的。

[0121] 接收器端共振调谐器 322 可以包括选择性地可连接至接收电路 310 的可变的电容器或者电容器组,为了改变共振频率 f_R 。可选地,或另外地,接收器端调谐器 322 可以包括选择性地可连接至感应电路 310 的可变感应器或感应器组,为了改变共振频率 f_R ,目的是匹配感应电能输电器的激励频率。

[0122] 接收器端共振调谐器

[0123] 现参照图 4,其是示意代表连接至次级感应器 320 的共振调谐器 322 的可能实施例的电路图。共振调谐器 322 包括控制器 323、多个电容器 C_{1-n} 和多个切换器 S_{1-n} 。

[0124] 控制器 323 被设置成和可操作地选择性地激活切换器 S_{1-n} 来连接电容器 C_{1-n} 和次级感应器 320,由此调节接收电路的固有共振频率。

[0125] 控制器 323 可以包括执行针对调谐接收电路的处理器,目的是实现电能传输的期望效率。具体地,在松散耦合模式中,控制器可以调谐接收电路,使得共振频率匹配初级感应器 220 的激励频率。可选地,当不需要共振输电时,诸如,例如在松散耦合模式中,控制器可以调谐接收电路到比初级感应器的激励频率范围更高或更低的频率。

[0126] 需要说明的是,根据不同工作周期 (duty cycles),各种各样电容值的电容器 C_{1-n} 可以与接收电路并联或串联,目的是实现期望的调谐。可选地,可以提供具有相似电容值的多个电容器,根据需要,多个电容器可以选择性地切换进入到电路中。而且,根据需要,通过调谐电路更近和进一步远离共振,可以使用这种电容器组调节恒定激励频率的感应电能传输。可选地,与这种接收器端电能调节结合,可以使用频率调制。

[0127] 在还其它系统中,可以提供输电器端共振调谐器。例如,感应电能输电器 200 的激励器 230 可以包括频率选择器 232,其适合于选择与感应电能接收器 300 的接收电路 310 共振的激励频率。

[0128] 共振电能传输的特征是电能基本上递送到共振接收电路。因此,将意识到可以选择激励频率,使得电能可以从感应电能输出口提供到特定的感应电能接收器或一组接收器。因此,在松散耦合模式中,当需要时可以提供共振电能传输。

[0129] 然而,需要说明的是当系统以紧密耦合模式工作时,非共振电能传输可以是优选的。以紧密耦合模式的非共振电能输电的一个优点是次级电能接收单元的横向位移改变次级感应器 320 和初级感应线圈 220 之间的对准。由于改变对准,线圈对的组合感应系数改变,其反过来改变系统的共振频率。如果感应电能输出口 200 以系统的共振频率改变共振频率,那么即使小的横向移动将显著减小感应电压的振幅。当感应电能输出口 200 以非共振频率输电电能和共振图的斜坡非常浅时,系统具有更大的变化容差,诸如横向移动。非共振输电的另一个优点是可以使用输电频率调节电能传输。各种非共振感应电能传输系统可

以与诸如在申请人的共同待决美国专利申请 12/883,457 中的系统一起使用,该美国专利申请的内容通过引用以其整体并入本文。

[0130] 频率选择

[0131] 感应电能传输系统可以被设置成在感应耦合的共振频率输电电能,或可选地以非共振频率输电电能。在任一情况中,了解系统的固有振动频率是有用的。可以应用调谐机制,目的是维持以期望频率输电。

[0132] 感应电能输电系统可以根据严格规范制造,使得共振频率提前确定。然而,需要说明的是这种严格规范可能将限制强加在制造工艺的容差之上。因此,在质量控制期间其它方式的运行产品可能被拒绝。将意识到,这种限制引人大量额外开销,由此大大地增加系统的制造的成本。因此,具有预定频率的系统非常难以以经济可行方式批量生产。

[0133] 以下描述的实施方式提供可以能够在工作期间检测它们自身共振频率的感应电能输电系统。

[0134] 非共振操作

[0135] 现参照图 5,其显示适合于以非共振频率输电电能的感应电能传输系统 101 的主要元件的方框图。感应电能传输系统 101 由被设置成提供电能到远程次级单元 300 的感应电能输出口 200 组成。感应电能输出口 200 包括经过激励器 230 电线连接至电源 240 的初级感应线圈 220。激励器 230 被设置成提供振荡驱动电压到初级感应线圈 220。

[0136] 次级单元 300 包括电线连接至电负载 340 的次级感应线圈 320,其与初级感应线圈 220 感应耦合。电负载 340 从电源 240 取得电能。通信通道 1020 可以在与次级单元相关的输电器 1022 和与感应电能输出口 200 相关的接收器 1024。通信通道 120 可以提供反馈信号 S 等等到激励器 230。

[0137] 在一些实施方式中,提供电压峰值检测器 1040 检测输电电压中大的增加。该峰值检测器 1040 可以用于检测奇异性诸如次级单元 200 的去磁、耗用功率的引入、短路等等。

[0138] 图 6 是显示感应电能传输系统的工作电压的振幅根据输电频率变化的图。需要说明的是,当输电频率等于系统的共振频率 f_r 时,电压在其最高处,该最大振幅知道为共振峰 2。需要进一步说明的是,在共振峰 2 任一侧的 4a、4b 区域中该图的斜坡是最陡。因此,在感应传输系统中,其在共振或在共振周围工作,频率小的变化导致感应电压大的改变。类似地,系统的共振频率小的变化导致感应电压大的改变。由于这个原因,现有技术共振感应传输系统一般对于环境条件中小的波动或者感应线圈之间的对准变化非常敏感。

[0139] 一个特性是激励器 230(图 5)被设置成和可操作方式激励电压,其以输电频率振荡,该输电频率显著不同于感应耦合的共振频率。优选地是,选择输电频率位于接近线性区域 6、8 中的一个内,在这里频率振幅图的斜坡是最小陡峭的。

[0140] 横向移动的敏感性

[0141] 在非共振频率操作该实施方式的一个优点现可以参照图 7 说明。示意图显示便携式电脑 340 经过次级电能接收单元 300 从感应电能输出口 200 获得电能。电能接收单元 300 包括次级感应线圈 320,其与感应电能输出口 200 中的初级感应线圈 220 对准。次级电能接收单元 300 的横向位移改变次级感应线圈 320 到初级感应线圈 220 之间的对准。由于改变了对准,线圈对的组合感应系数改变,其反过来改变系统的共振频率。

[0142] 如果感应电能输出口 200 以系统的共振频率输电电能,即使小的横向移动可以显

著地减小感应电压的振幅。与共振系统截然相反,非共振感应电能输出口 200 以共振峰 2 中任一侧的区域 6、8 中(图 6)任一个的频率输电电能,其中共振图的斜坡是浅得多。因此,系统具有非常大的变化诸如横向移动的容差。

[0143] 输电保护 (Transmission Guard)

[0144] 以在系统的固有共振频率输电的感应电能输出口的实施方式的进一步特征是如果一些原因系统的共振频率增加,那么输电电压急剧地增加。在优选的实施方式中,提供峰值检测器 1040(图 5)以监测电能输出口 200 的输电电压,并且被设置成检测输电电压中大的增加,其显示共振频率增加。

[0145] 再次参照感应系统的共振式 $f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 需要说明的是系统的感应系数 L 或电容 C 中任一个的减小增加共振频率,并且可以通过峰值检测器 1040 检测。

[0146] 作为峰值检测器 1040 的使用的一个实例,再次参照图 7。将意识到,在便携式电脑环境中,导体诸如纸夹、金属尺、金属套管订书机、打孔机、或者任何金属物体可以再感应电能输出口 200 和次级电能接收单元 300 之间引入。由初级线圈 220 产生的振荡磁场然后在在导体中产生涡电流加热它,由此耗尽初级线圈 220 的电能。这种耗用功率可能是浪费和/或危险的。如上述功率消耗通常减小系统的感应系数 L,由此增加其共振频率。

[0147] 系统的感应系数 L 也可以通过去除次级线圈 220、产生短路等等来减小。当输电电压增加时,峰值检测器 1040,电线连接至感应电能输出口,可以检测任一种情景。如需要,电能传输系统可以进一步被设置成关闭,在峰值检测器 1010 检测到输电电压这种增加时,发出警告或其它方式保护用户和系统。

[0148] 使用非共振工作频率的电能调节

[0149] 非共振输电的另一个优点是输电频率可以用于调节电能传输。现有技术感应电能传输系统一般通过改变输电电压的工作周期调节电能传输。不同于现有技术系统,因为本发明的实施方式以不等于系统的共振频率的频率输电,激励器 230 可以被设置成通过调节输电频率调节电能传输。

[0150] 参照图 6 说明调节。在本发明的实施方式中,输电的频率可以进行选择是在 f_L 的较低频率值和 f_U 的较高频率值之间的曲线的近似线性区域 8 中。输电频率 f_t , 高于系统的共振频率 f_R , 产生 V_t 的感应电压。感应电压可以通过减小输电频率增加,使得它更接近于共振频率 f_R 。例如,通过以 δf 调节输电频率产生 δV 的感应电压的改变。

[0151] 由于以上概述的原因,系统的工作频率优选地选自位于振幅图的接近线性区域 6、8(图 6)内的相对窄频率范围。因此将意识到,工作频率的选择可以根据共振系统的固有频率 f_R 的现有知识。例如,当共振频率是系统的已知特征时,目标频率范围可通过固有频率 f_R 乘以比例因子确定。相应地,在某些实施方式中,最佳工作频率可以选自 50-90% 的系统固有频率 f_R 之间范围、或者可选地在 110-160% 的系统固有频率 f_R 之间范围、或者一些其它这种限定范围。

[0152] 固有频率确定

[0153] 因此,将意识到,根据一些实施方式,可能是方便的是在生产期间系统参数被严格约束,使得系统的固有频率 f_R 被预先确定。然而,这种约束限制生产过程的容差。这不总是经济上可行的。

[0154] 无线感应电能传输系统的特征是它们总体上都包含感应电能输出口模块和感应电能接收器模块。系统的共振通过这些模块的组合确定。单个感应电能输出口模块可以与多个单独的具有不同特征的感应电能接收器耦合,和每个产生具有不同固有频率的感应耦合。因此,在感应电能输出口的制造期间预测感应耦合的固有共振频率可能是不实际的、或者过度限制的。

[0155] 而且,感应耦合的固有共振频率可能是不稳定的,感应电能传输系统的系统特征,可能是感应电能接收器、感应电能输出口或者两者都随着时间波动。因此,在系统的寿命当中,系统的预定固有频率可能显著地变化。

[0156] 由于至少这些原因,感应电能传输系统的其它实施方式可以包括共振寻求布置,其被设置成在工作之前测定感应电能传输系统的固有频率。当系统的固有频率被确定时,工作频率可以选自根据其关于固有频率限定的范围。例如,以松散耦合模式工作的系统可以选择接近于固有共振频率的窄带的工作频率。可选地,具体地对于以紧密耦合模式工作模式的系统,非共振频率可以选自在固有频率之上或之下的频率带。

[0157] 现参照图 8,其显示感应电能传输系统的扩展频率情况的图。该图显示感应电能传输系统的工作电压的振幅如何根据输电频率变化。需要说明的是,振幅峰 2 在系统的共振频率 f_r 形成。另外,另外较小的谐振峰 12、22 在共振频率 2 倍 $2f_r$ 和 3 倍 $3f_r$ 的输电频率产生。

[0158] 为了测定感应电能传输系统的共振频率,工作电压的振幅可以在各种不同的频率取样,目的是确定图的形状。共振频率可以通过选择振幅到达最高点的频率测定。

[0159] 通过选择在预定峰周围的范围 3 的一组离散频率值和测量在每个频率值的工作电压振幅可以完成取样。

[0160] 当离散样品频率可以选自在预定共振峰 f_r 周围的范围 3 和用于测定主共振峰 2 时,特别需要说明的是共振测定的准确性可以通过取样在选自多个预定共振峰周围的范围 13、23 的频率的工作电压的振幅提高。

[0161] 例如,取样频率可以在两倍预定共振频率 $2f_r$ 周围频率范围 13 内选择,目的是测定一阶谐振峰 12 形成的实际频率。可选地,取样频率可以在三倍预定共振频率 $3f_r$ 周围频率范围 23 内选择,目的是测定二阶谐振峰 22 形成的实际频率。实际上,取样频率可以任何更高阶的谐振峰周围的范围内选择。

[0162] 如果说 $3f_r$ 的值因此确定,共振频率 f_r 可以通过监测值除以三确定。类似地,如果 nf_r 的值因此确定,共振频率 f_r 可以通过监测值除以 n 确定。

[0163] 需要进一步说明的是,有限数量的样品频率的选择组的取样值可以用于外推其它频率的值。可选地,插值、随机取样或其它技术可以用于发现共振频率。

[0164] 相应地,现在参照图 9 的方框图,在此公开描述诸如以上描述的校正感应电能传输系统的方法,目的是为了选择合适的非共振工作频率。该方法包括以下主要步骤:

[0165] 提供感应电能传输系统 1510

[0166] 测定系统的共振频率 1520,和

[0167] 选择电能的感应输电的工作频率 1530。

[0168] 如示出,在适当情况下,测定共振频率 1520 的步骤可以通过一组子步骤进行,包括提供取样频率的激励电位 1521 ;记录取样频率的输出电压响应 1522 ;增加取样频率

1523 ;和重复这些步骤,以得到感应电能传输系统的特征响应图 1524。

[0169] 如有关于图 8 以上描述,特征响应图一般包括共振峰和多个谐振峰,且共振频率可以通过识别共振峰的激励频率 1525 发现。可选地,共振峰可以通过识别在第 n 阶的谐振峰的激励频率 1526 和这个值除以 $n+1$ 1527 发现。

[0170] 当测定共振频率 f_r 后,可以选择工作频率。典型地,通过测定的共振频率乘以比例因子选择非共振工作频率。比例因子可以容易预先确定。根据特定实施方式,比例因子是在所述 50%-90% 的范围内;在其它实施方式中,优选地可以在 110%-150% 范围内,虽然根据合适的要求,其它范围将存在。

[0171] 任选地,选择电能的感应输电的工作频率可以包括选择在固有共振频率以上或以下的非共振频率。可选地,选择电能的感应输电的工作频率的步骤包含从接近于测定的共振频率的范围选择工作频率。

[0172] 现参照图 10,显示进一步感应电能传输系统 1700 的示意图。感应电能输电器 1800 包括以阵列布置的多个初级感应器 1820。提供感应电能接收器 1300,其具有被设置成以松散或紧密耦合模式从初级感应器 1820 感应接收电能的次级感应器 1920。将意识到,典型地,这种感应电能接收器 1900 将与电负载(没有示出)连接。

[0173] 需要说明的是,显示第一感应接收器 1900A,其具有与一个初级感应器 1820b 对准和通过对准磁铁 1620、1630 锚定于此的次级感应器 1920A。相应地,初级感应接收器可以以紧密耦合模式工作,和如果需要,可以以非共振频率工作。

[0174] 具有不与任何特定初级感应器 1820 对准的次级感应器 1920B 的第二感应接收器 1900B,但是放置在阵列的两个初级感应器 1820i、1820k 之间。双模式感应电能传输系统的特征是次级感应电能接收器 1900B 可以切换到松散耦合模式,使得其共振频率调谐至阵列的感应器中至少一个的激励频率。因此,电能输电可以继续,甚至当感应接收器在表面之上移动的期间。

[0175] 可调线圈

[0176] 对准和效率

[0177] 为了实现在感应连接中输电的高效率,次级感应器与初级感应器精确地对准是有用的。已经提出各种方法帮助用户实现这种对准,使用对准的视觉标记、声频信号和触觉指示。例如,已经提出当已经实现对准后,磁障碍和电枢(magnetic snags and anchors)来提供触觉反馈到用户以及帮助将次级感应器锚定初级感应器。尽管如此,一般而言在感应连接建立之前,用户将感应电能接收器与感应电能输出口仔细对准是必要的。

[0178] 用户能够在延伸表面中任何位置安置感应电能接收器和自动实现对准将是非常更便利的。因此,在此公开将初级感应器与次级感应器自动对准的定位机制。

[0179] 总的对准系统

[0180] 现在参照图 11 的示意图,其显示包含这种自动对准系统 100 的感应电能输出口 200 的主要组件。感应电能输出口 200 被设置成感应提供电能到感应电能接收器 300。

[0181] 感应电能接收器 300 包括次级感应器 320,诸如利兹线线圈等等,典型地连接至电负载 340 和并设置成提供电能到此。虽然,为了简单的目的,各种电元件已经从图中省略,将意识到感应输电接收器可以包括另外元件诸如整流电路、反馈机制等等。

[0182] 感应电能输出口 200 包括初级感应器 220、激励器 230 和对准系统 100。初级感应

器 220 导电地连接至激励单元 230, 其从电源 240 获得电能和可操作地提供振荡驱动电压到初级感应器。激励电子线路 (driving electronics) 可以包括切换单元例如 AC-AC 变流器或 DC-AC 变流器, 诸如反相器等等, 进行选择使得高频振荡电压输出生成。

[0183] 选择初级感应器 220, 使得它可以放置在延伸目标区域 210 内的感应接收器 300 的合适次级感应器 320 感应耦合, 使得感应电能传输可以进行。相应地, 初级感应器 220 可以是利兹线圈等等, 可能与次级感应线圈 320 类似的尺寸。通过匹配初级感应器 220 和次级感应器 320 的尺寸和实现在其之间的良好对准可以提高感应耦合和能量传输的效率。

[0184] 效率寻求

[0185] 对准系统 100 的独特性是它可操作地寻求效率, 且因此将初级感应器 220 与放置在目标区域 210 中任何地方的次级感应器 320 对准。对准系统 100 包括距离传感器 120 和定位机制 150。

[0186] 距离传感器 130 可以被设置成检测感应电能接收器 300 的存在和传递传感器信号到处理器 130, 表明初级感应器 220 到最高效率的位置的距离。距离传感器 130 的实例可以电压监测器、功率监测器、电流监测器等等。当如上描述提供感应通讯通道时, 电能传输的效率可以通过测定从次级感应器 320 发送到初级感应器 220 的反馈信号的功率进行监测。

[0187] 可以提供感应通讯通道用于将次级感应线圈 320 的信号传输到初级感应线圈 220, 同时不间断地将感应电能从初级感应线圈 220 传输到次级感应线圈 320。通讯通道可以提供反馈信号到激励器 230。感应通讯通道可以报考电线连接至次级线圈 320 的输电电路和电线连接至初级线圈 220 的接收电路。

[0188] 信号发送电路可以包括至少一个电元件, 进行选择使得当其连接至次级线圈 320 时, 系统的共振频率增加。输电电路被设置成选择性连接点元件至次级线圈 320。相应地, 信号接收店里可以包括被设置成检测输电电压最大增加的电压峰值检测器。在系统中, 当输电频率比系统的共振频率高时, 传输电压的这种大的增加客源由共振频率增加引起, 由此表明电元件已经连接至次级线圈 320。因此, 可以使用输电电路发射信号脉冲至接收电路和可以由这种脉冲构建编码信号。

[0189] 根据这些实施方式, 输电电路也可以包括调制输入信号内的码率信号的调制器。电元件然后可以根据调制信号连接至次级感应线圈 320。接收电路可以包括解调调制信号的解调器。例如, 电压峰值检测器可以连接至用于与码率信号交叉相关的初级电压振幅的相关器, 由此产生输出信号。

[0190] 需要说明的是, 可选地, 可以使用感应通讯通道。例如, 输电电路可以被设置成将辅助负载连接至初级感应器, 次级感应器选择性地提供编码反馈信号的振幅调制输电电压。

[0191] 当提供感应通讯通道时, 反馈信号高度依赖于系统的共振频率。因为, 系统的共振频率自身依赖于初级感应器 220 和次级感应器 320 之间的对准的程度, 电线连接至次级感应器 220 的接收电路自身可以作为距离检测器 120。

[0192] 对准机制的致动

[0193] 定位机制 150 可以控制器 130、至少一个致动机制 140、160 和初级感应器 220 安装在其上的可移动平台 180。控制器 130 被设置成从距离传感器 120 接收检测信号和发送致动信号, 以控制可移动平台 180 的移动和由此控制初级感应器 220 的移动。

[0194] 典型地,提供两个致动机制 140、160。第一致动机制 140 被设置成沿着第一路径移动初级感应器 220,和第二致动机制 160 用于控制初级感应器 220 沿着第二路径的移动。因此,初级感应器 220 可以移动进入到由两个路径的交互作用相对区域内的任何位置。可以进一步提供另外的致动机制,目的是使得在可能三微空间中更大范围的移动。

[0195] 控制器 130 可以被设置成通过发送致动信号至每个致动机制 140、160 引导初级感应器 220 进入与次级感应器 320 的对准,选择性地响应传感器信号,以移动平台 180。

[0196] X-Y 工作台

[0197] 举例说明,现参照图 12,其显示可能定位系统 1150 的示意图,在其中初级感应器 1220 耦合至 X-Y 工作台 1180。X-Y 工作台 1180 包括第一致动机制 1140 和第二致动机制 1160,被设置成沿着有第一对轨道 1146a、1146b 和第二对轨道 1166a、1166b 分别限定的正交路径驱动次级感应器 1220。初级感应器 1220 耦合至第一对轨道 1146a、1146b,它们自身安装在耦合至第二对轨道 1166a、1166b 的支撑平台 1168 之上。

[0198] 实施例的第一致动结构 1140 包括第一致动器 1142、小齿轮传动轴 1144 和齿条 1148,次级感应器 1220 安装在其上。实施例的第二致动机制 1160 包括第二致动器 1162、丝杆轴 1164 和连接至支撑平台 1168 的丝杆螺母。

[0199] 实施例的第一致动器 1142 和第二致动器 1162 是步进电机,其可操作分别递增地激励致动机制和第二致动机制。如以下进一步详细地描述,定位机制 1150 的特征是步进电机 1142、1162 每个可操作应答多个激活信号,通过沿着具有多个大小的增加步进初级感应器 1220。

[0200] 曲径

[0201] 现参照图 13,其是使用可选的定位系统 2150 的第二个实施例的示意图。可选的定位系统 2150 包括第一致动机制 2140 和第二致动机制 2160,其被设置成分别通过第一弯曲轨道 2146 和第二弯曲轨道 2166 限定的曲径驱动第二感应器。

[0202] 初级感应器 2220 安装到连接销 2180,其将第一弯曲轨道连接至第二弯曲轨道 2166。第一致动机制 2140 包括第一步进电机致动器 2142,其经过第一齿轮传动 2144 连接至第一弯曲轨道 2146 和在第一轴 Ax 周围可操作转动第一弯曲轨道。第二致动机制 2160 包括第二步进电机致动器 2162,其经过第二齿轮传动 2164 连接至第二弯曲轨道 2166 和在第二轴 Ay 周围可操作转动第二弯曲轨道。将意识到,通过提供致动信号到第一致动器 2142 和第二致动器 2162,控制器(没有示出)可以将初级感应器 1120 安置在移动弯曲轨道 2146、2166 限定范围内的任何地方。

[0203] 在此以上描述的定位机制 1150、2150 的机械布置进行设置,使得步进电机致动器 1142、1162、2142、2162 在设备共同面上彼此邻近地安置。需要说明的是这种布置对于连接致动器到控制单元是特别方便。虽然仅有步进电动机在以上实施例中进行描述,将意识到根据合适的要求,其它致动器可以是优选的,诸如其它电动机、压电元件、电磁致动器等等。

[0204] 对准方法

[0205] 现参照图 14 的流程图,其显示使用这种定位系统的感应电能传输系统的对准程序的一般步骤。感应电能输出口具有对准系统 402,感应电能接收器安置在目标区域内的感应电能输出口的输电表面 404,定位系统的距离传感器检测次级感应器 406,控制器开始粗定位程序以将初级感应器安置入次级感应器的通用场所中 408,控制器然后可以开始精细

定位程序以使初级感应器进入与次级感应器对准 410,当初级感应器与次级感应器对准后,初级感应器开始感应电能传输 412。

[0206] 为了实现初级感应器的粗定位和精细定位,定位系统可以在低和高分辨率是可操作的。在粗定位期间,控制器发送低分辨率激活信号到致动机制,指示致动器以大的增加移位初级感应器。类似地,对于精细定位,控制器发送高分辨率激活信号到致动机制,指示致动器以小的增加移位初级感应器。控制器的处理器被设置成根据从距离传感器接收的传感器信号,选择什么样的激活信号发送到什么样的激活器。

[0207] 现参照图 15a 和 15b,其分别代表控制初级感应器的粗定位 501 和精细定位 550 的可能方法。具体参照图 15A,当次级感应器放置在目标区域之上,粗定位阶段可以依照以下步骤:

[0208] 距离传感器检测初始传感信号 S_0 和传送这个到控制器 502,

[0209] 将低分辨率致动信号 L_x 发送到第一致动器 504,

[0210] 第一致动器以一个大的增加沿着第一路径移动初级感应器向前 506,

[0211] 距离传感器检测新的传感信号 S_1 和传送这个到控制器 508;

[0212] 处理器将 S_1 与 S_2 比较 510,

[0213] 如果 $S_1 > S_0$,表明初级感应器比其初始更接近与次级感应器对准,那么重复步骤 504 到 510,

[0214] 当 $S_n < S_{n-1}$ 时,表明初级感应器比其先前更远离与次级感应器对准,那么发送反向低分辨率致动信号 $-L_x$ 到第一致动器 512,

[0215] 第一致动器以一个大的增加沿着第一路径 514 移动初级感应器向后;

[0216] 将低分辨率致动信号 L_y 发送至第二致动器 516;

[0217] 第二致动器以一个大的增加沿着第二路径移动初级感应器向前 518;

[0218] 距离传感器检测新的穿过信号 S_n 和传送这个到控制器 520;

[0219] 处理器将 S_n 与 S_{n-1} 比较 522,

[0220] 重复步骤 516 到 522,直到新的传感信号表明初级感应器比其先前进一步远离与次级感应器对准,

[0221] 当 $S_n < S_{n-1}$ 时,发送反相低分辨率致动信号 $-L_y$ 到第二致动器 524,

[0222] 第二致动器以一个大的增加沿着第二路径移动初级感应器向后 526,

[0223] 任选地,粗定位阶段可以重复多次,直到每次反复 528 没有取得显著的对准提高;

[0224] 当粗定位完成后,可以开始高分辨率定位 530。

[0225] 现具体参照图 15b,显示高分辨率定位阶段 550 的步骤,在粗定位阶段 500 之后:

[0226] 发送高分辨率致动信号 H_x 到第一致动器 552,

[0227] 第一致动器以一个小的增加沿着第一路径移动初级感应器向前 554,

[0228] 距离传感器检测新的传感信号 S_n 和传送这个到控制器 556;

[0229] 处理器将 S_n 与 S_{n-1} 比较 558,

[0230] 重复步骤 552 到 558,直到新的传感信号表明初级感应器比先前进一步远离与次级感应器对准,

[0231] 当 $S_n < S_{n-1}$ 时,发送反相高分辨率致动信号 $-H_x$ 到第二致动器 560,

[0232] 第一致动器以一个小的增加沿着第一路径移动初级感应器向后 562;

- [0233] 发送高分辨率信号 HY 到第二致动器 564；
- [0234] 第二致动器以一个小的增加沿着第二路径移动初级感应器向前 556；
- [0235] 距离传感器检测新的传感信号 S_n 和传送这个到控制器 568；
- [0236] 处理器将 S_n 与 S_{n-1} 比较 570，
- [0237] 重复步骤 564 到 570，直到新的传感信号表明初级感应器比先前进一步远离与次级感应器对准，
- [0238] 当 $S_n < S_{n-1}$ 时，发送反相高分辨率致动信号 $-HY$ 到第二致动器 572，
- [0239] 第二致动器以一个较小的增加沿着第一路径移动初级感应器向后 574，
- [0240] 任选地，精细定位阶段可以重复多次，直到每次反复 576 没有取得显著的对准提高。

[0241] 可选的定位算法，本领域技术人员可以想到，可以可选地用于适合系统的需求。例如，只要传感信号上升，通过致动器沿着路径以全增加步进初级感应器，可以实现沿着特定路径的精确定位；当传感信号下降后，致动器可以沿着路径以半增加步进初级感应器向后；根据新的传感信号，致动器然后可以步进初级感应器向后或向前四分之一的增加；然后可以根据需要使用八分之一大小增加、十六分之一增加等等，重复该过程。

[0242] 辅助线圈

[0243] 还其它感应电能传输系统可以以包含辅助线圈布置 800 的范围进行延伸。返回参照图 1，感应电能输电器 200 的激励器 230 可操作提供可变电位穿过初级感应器 220，典型地为初级线圈，由此产生在初级感应器 220 附件的共振磁场。当感应电能接收器 300 的次级感应器 320——典型地为次级线圈——放置在由初级感应器 220 产生的共振磁场内时，生成共振感应电压。

[0244] 在其中感应电能接收器 300 可以从感应电能输电器 200 接收电能的电能接收范围可以依赖于共振磁场的强度和延伸。已经惊奇地发现从初级感应器到不与其对准的次级感应器的电能传输的效率，可以通过在初级感应器 220 和次级感应器 320 之间引入一个或多个辅助线圈增加。因此，感应电能输电器 200 的接收范围可以进行延伸。

[0245] 辅助线圈模式

[0246] 参照图 16A，其代表可能的辅助线圈布置 800。辅助线圈布置 800 包括布置在初级线圈 220 周围的六个辅助线圈 820a-f 的阵列。六角形的阵列描述为每个线圈 820a-f 的轴以半径长度偏离初级线圈 220 的轴和彼此偏离。将意识到，在其它系统中，根据需要可选的几何布置可以是优选地。辅助线圈 820 可以被设置成以如下描述的一种或多种模式进行工作。可能的辅助线圈模式包括：(i) 导体模式，(ii) 中继器模式，(iii) 传输模式，或 (iv) 备用模式。

[0247] 图 16B 的电路图显示以导体模式设置的可能辅助线圈 842。图 16C 的电路图显示以中继器模式设置的可能辅助线圈 844。图 16D 的电路图显示以传输模式设置的可能辅助线圈 846。

[0248] 导体模式

[0249] 现参照图 16B，在导体模式中，辅助线圈 820 的终端 822、824 是能导电地连接，可能经过电阻器（没有示出）。在这种结构中，辅助线圈表现像引入的片状导体 (sheet conductor)。已经惊奇地发现，当次级感应器 320 横向地偏离初级感应器 220 时，当引入片

状导体覆盖初级感应器的‘暴露’的区域时,到此的能量传输的效率增加。表明这种意外的现象可能与导体存在时系统的固有共振频率的改变相关,或者由于通量线被更有效地引导到次级感应器 320。

[0250] 由于上述现象,通过操作至少部分的覆盖了导体模式中的初级感应器 220 的暴露部分的辅助线圈 820,在初级感应器 220 和非对准的次级感应器 320 之间的感应电能传输可以被提高。返回参照图 16A,例如,如果次级感应器 320 在点 Q 位于中心,也就是说,在导体模式中通过操作辅助线圈 820A-C 可以提高能量传输的效率。

[0251] 中继器模式

[0252] 现具体参照图 16C,在中继器模式中,辅助线圈 820 的终端 822、824 经过电容器 862 连接。需要说明的是在中继器模式中,次级电压可以再辅助线圈自身中引入,其反过来产生具有与初级感应器相同频率的它自身的振荡磁场。已经发现,通过在中继器模式中次级感应器 320 和初级感应器 220 之间引入至少一个辅助线圈,能量传输的效率可以以更大范围增加。现再返回参照图 8A,例如,如果次级感应器 320 在点 Q 位于中心,也就是说,在中继器模式中通过操作辅助线圈 820E 可以提高能量传输的效率。

[0253] 而且,通过在中继器模式中使用一个或多个辅助线圈,电能接收范围可以垂直延伸到初级感应器之上。实际上,可以使用一系列的中继器作为进身之阶,以进一步延伸初级感应器 220 的范围。

[0254] 需要说明的是,在导体模式和中继器模式中,辅助线圈不需要连接到任何电源,而电能由次级感应器 320 单独地从初级感应器得到。

[0255] 传输模式

[0256] 现具体参照图 16D,在传输模式中,辅助线圈 820 的终端 822、824 连接至激励线圈 864,激励线圈 864 电线连接至电源 240 和可操作产生穿过辅助线圈的共振电压。相应地,在传输模式中,辅助线圈 820 可以作为另一个初级线圈输电电能到次级感应器 320。

[0257] 激励电路 864 可以可操作地激励独立于初级感应器 220 的辅助线圈 820。因此,提供到辅助线圈 820 的驱动电压可以是相偏离于提供到初级感应器 220 的驱动电压。根据次级线圈 320 的放置,可以选择在辅助线圈 820 和初级感应器 220 之间的相位差。

[0258] 在初级感应器 220 和一个辅助线圈 820 之间协调现参照图 16E 说明,该图示意显示相对于初级感应器 220 和一个辅助线圈 820 的次级感应器 320 的可能位置。该辅助线圈 820 以一个半径的距离与初级感应器 220 间隔开。

[0259] 当次级感应器 320 与初级感应器 220 对准时,激励电路 864 没有被激活,且辅助线圈 820 以备用模式保持。类似地,当次级感应器 320 与辅助线圈 820 对准时,初级感应器 220 可以断开和激励电路 864 被激活,使得辅助线圈 820 作为唯一的输电初级线圈。

[0260] 当次级感应线圈 320 位于位置 A 时,在初级感应器 220 和辅助线圈 820 之间的半途中,已经惊奇地发现通过以与初级感应器 220 同步地操作辅助线圈 820 可以提高传输到次级感应器的能量。表明在初级感应器 220 和辅助线圈 880 的重叠部分 880 每一个中以相反方向流动的电流形成寄生线圈,由此关闭磁通线。因此,在次级感应器 320 中的感应电压增加。

[0261] 当次级感应器 320 位于位置 B 时,使得它只与辅助线圈 820 重叠,已经惊奇地发现通过以 180 度的相移激励辅助线圈 820,使得初级感应器 220 和辅助线圈 820 中的驱动电压

反相,传输到次级感应器 220 的能量显著提高。表明在初级感应器 220 和辅助线圈 820 的重叠部分 880 中流动的另外电流产生更强的振荡磁场,因此在次级感应器 320 中的更大的感应电压。

[0262] 为了便于说明,相对于图 16E 只描述两个协调线圈 220、820,尽管如此,将意识到这种系统可以容易地扩展到多个线圈布置,诸如三角形、四角形、六角形几何形状等等。

[0263] 多个模式

[0264] 辅助线圈可以被设置成以以上述模式中的至少一个操作。当需要时,辅助线圈可以被设置成以多于一种模式选择性地操作。图 16F 的方框图显示被设置成在多个模式之间切换的辅助线圈 820 的可能辅助线圈电路 848 的主要元件。

[0265] 辅助线圈电路 848 包括至少一个辅助线圈 820、至少一个控制器、导体模式块 854、中继器模式块 856、传输模式块 858 和至少一个切换单元 851。控制器可操作地指示切换单元 851 选择性地将辅助线圈连接到导体模式块 854、中继器模式块 856 或传输模式块 858。

[0266] 传输模式块 854 可以包括电路,诸如例如在 16B 中示出的电路,可能包括另外的电阻元件。中继器模式块 856 可以包括电路,诸如例如在 16C 中示出的电路。传输模式 858 可以包括电路,诸如例如在 16D 中示出的电路。

[0267] 当次级线圈 320 的位置已知时,控制器根据次级线圈的位置可以选择至少一个辅助线圈 820 的工作模式。任选地,辅助线圈电路 848 可以进一步包括次级感应器探测器 853,诸如体积传感器、磁传感器等等。提供探测器 853 传送控制器次级感应器 320 的位置。

[0268] 为了说明具有多个辅助线圈的辅助线圈布置的可能应用,现在再次参照图 16A。辅助线圈 820A-F 可以连接到共同的控制器,使得它们的工作模式进行协调。相应地,当次级感应器 320 位于在中心 Q 点时,例如,辅助线圈 820A-C 开业以导体模式工作和辅助线圈 820D-F 可以以中继器模式工作。可选地,辅助线圈 820e 可以以传输模式工作,其中它的驱动电压与初级感应器 220 的驱动电压是反相。根据需要,可以使用其它模式组合,并且可以根据次级感应器 320 的位置进行选择。

[0269] 需要说明的是使用具有固定工作频率的初级感应器 220,这种辅助线圈布置可以提供传输到次级感应器 320 的能量的效率。

[0270] 因此方法在此教导选择辅助线圈的合适的工作模式。该方法可以包括:得到初级感应器,得到辅助线圈安置;检测相对于初级感应器的次级感应器的位置;从以下模式中选择至少一种工作模式:导体模式,中继器模式、传输模式等等。当选择传输模式时,该方法可以进一步包括选择在初级感应器和辅助线圈之间的输电频率的相移。

[0271] 固定工作频率

[0272] 现参照图 17A,显示代表感应电能输电系统 102 的主要组件的方框图。独特性在于电能传输的调节至少部分地由感应电能接收器 300 中的调节器 350 控制。

[0273] 感应电能输出口 200 包括初级感应器 220,经过激励器电线连接至电源 240。激励器 230 一般包括用于提供振荡电位到初级感应器 220 的电组件,诸如切换单元、反相器等等。穿过初级感应器 220 的振荡电位产生在其附近的振荡磁场。

[0274] 感应电能接收器 300 包括一般经过整流器 331 电线连接至电负载 340 的次级感应器 320。次级感应器 320 进行设置,使得当放置在激活初级感应器 220 的振荡磁场中时,感应穿过次级感应器 320 的次级电压。可以使用次级电压对电负载 340 供电。需要说明的是,

穿过次级感应器 320 的感应次级电压产生交流电 (AC)。当电负载 340 需要直流电 (DC) 时, 诸如对电化学电池充电, 提供整流器 331 转化 AC 为 DC。当需要 AC 输出时, 诸如用于提供电源类型输出的感应电能适配器 1300c 中, 可以进一步提供反相器、AC-AC 转换器等等 (没有示出)。

[0275] 接收器端调节器被设置成直接监测由次级感应器 320 产生的输出电压, 已经将监测的输出值与电负载 340 要求的工作电压进行比较。调节器 350 被进一步设置成通过调节感应输电系统 102 的共振频率, 使得监测输出电压更接近于电负载 340 要求的工作电压。任选地, 调节器 350 可以被进一步设置成监测另外的工作参数, 诸如温度、电流等等。

[0276] 现参照图 17B, 现在感应电能传输系统 102' 的选择性实施方式中, 提供信号传输系统 400 用于在感应电能接收器 300' 和感应电能输出口 200' 之间传递信号。信号传输系统 400 包括与感应电能接收器 300' 相关的信号发射器 420 和与感应电能输出口 200' 相关的信号检测器 440。可以使用各种信号传输系统, 诸如光学、感应、超声信号发射器等等和它们相关的检测器以及线圈到线圈信号传输系统, 诸如在申请的共同待决的美国专利申请的申请号 US12/497, 088 和 US365/21, 355 中所描述, 它们通过引用并入本文。

[0277] 接收器端调节器 350 可以应用信号传输系统 400 传送工作参数到感应电能输出口 200'。可以提供输电器端调节器 250 用于接收信号检测器 440 的反馈信号, 并相应地调节到初级感应器 220 的驱动电压。典型地, 接收器端调节器 350 可以进行不间断的精细调节, 根本没有传送任何信号到输电器端调节器 250, 其中输电器端调节器 250 主要用于粗调节。

[0278] 而且, 信号传输系统可以另外地用于传送各种各样功能的其它信号, 诸如确认电能接收器 300' 的存在、传送识别信号或用于传送需要的电能输电参数等等。后者在适合于多个功率水平工作的系统中是特别有用的。

[0279] 现参照图 18, 其显示感应电能输电系统 102 的电能接收电路的主要电组件的示意方框图。感应电能输电系统 102 包括感应电能输电器 200 和感应电能接收器 300。电能从与感应电能输电器 200 相关的初级感应器 220 传输到与感应电能接收器 300 相关的次级感应器 320。次级感应器 320 中感应的电压通过整流器 331 整流, 产生提供到电负载 340 的输出电压 V 出。

[0280] 特别要说明的是提供接收器端调节器 350 以控制感应电能传输。接收器端调节器 350 包括比较器 352、切换单元 354 和共振改变组件 356。比较器 352 被设置成比较监测的输出电压 V 输出与具有表明显示电负载的要求工作电压的值的参考电压 V 参考。切换单元 354 典型地被设置成当监测输出电压 V 输出与参考电压 V 参考之间超过阈值时, 连接共振改变组件 356 与电能接收电路。

[0281] 选择共振改变组件 356, 使得当其被感应成为电能接收电路时, 改变感应电能传输系统 102 的固有共振频率。这种共振改变组件 356 的一个实例是电容器, 其可以选择性地连接到与次级感应器 220 并联的接收电路以增加感应电能传输系统 102 的固有共振频率。其它共振改变组件 356 (没有示出) 可以包括与次级感应器 220 串联以减小固有共振频率的电容器, 连接至次级感应器 220 以增加固有共振频率的辅助感应器 220 等等。在某些实施方式中, 可以组合地使用多个共振改变组件 356。

[0282] 图 19 是显示示例性实施方式的次级感应器的输出电压如何随着工作频率变化的图。当工作频率等于系统的共振频率 f_R 、 f_R' 时, 输出电压到达最高点。实线 A 代表没有

与共振改变做瑜伽连接的接收电路的电压图。虚线 B 代表与共振改变做瑜伽连接的接收电路的电压图,使得系统的共振频率从 f_R 增加到 f_R' 。这种增加可以实现,例如,如在图 18 中示出,通过将电容器与次级感应器 320 并联连接。

[0283] 与使用共振改变组件以有源寻找共振的现有技术系统不同,这些实施方式的特性是输电频率 f_t 与系统的共振频率 f_R 不同。需要说明的是,对于在系统的共振频率 f_R 以上的输电频率 f_t ,输出电压 V_t 可以通过增加系统的共振频率增加。因此,如果共振增加元件,诸如并联电容器 356(图 18),被引入到接收电路,在某些值 V_t 的输出电压可以升至更高值 V_t' 。每当监测的输出电压 V 输出下降到要求的工作电压 V 要求以下,接收器端调节器因此可以被设置成连接共振增加元件。

[0284] 进一步实施方式可以包括减小输出电压 V 输出的元件,如果它上升到要求的工作电压 V 要求以上时。这种电压减小元件可以包括改正减小元件,或者可选地包括间歇地将负载与输出电压完全断开的切换单元。

[0285] 在此以上描述的实施方式涉及在比系统的共振频率 f_t 更高的输电频率 f_R 工作的感应电能输电系统工作。将意识到其它实施方式可以在比系统的共振频率 f_t 低的输电频率工作。当工作频率低于共振频率 f_R 时,调节器可以被设置成为了增加输出电压将共振减小元件引入到接收电路,和为了减小输出电压将共振增加元件引入到接收电路。

[0286] 现参照图 20,其显示根据本发明的基本实施方式的感应电能传输系统 5100 的可能电路图。感应电能传输系统 5100 包括感应电能输电器 5200 和感应电能接收器 5300。感应输电器 5200 包括初级感应器 5220 和激励单元 5230。感应接收器 5300 包括次级感应器 5320、整流器 5330 和接收器端调节器 5350。

[0287] 接收器端调节器 5350 包括比较器 5352、切换单元 5354 和电容器 5356。比较器 5352 被设置成比较整流器 5330 的输出信号 V 输出与参考值。切换单元 5354 由一对功率场效应晶体管 M5、M6 组成,其连接电源至电源以作为 AC 切换。比较器 5352 的输出转化为数字信号,其传送至功率场效应晶体管的门信号来控制切换单元 5354。电容器 5356 选择性地与次级感应器 5320 并联,以增加系统的共振频率来增加输出电压,如上描述。

[0288] 功率调节可以根据由图 21 中示出的流程图表示的方法进行控制。该方法包括步骤:步骤(a) - 以显著不同于感应电能传输系统的第一共振频率的输电频率激励初级感应器,步骤(b) - 感应穿过与接收电路相关的次级感应器的次级电压,步骤(c) - 监测接收电路输出电压,步骤(d) - 比较输出电压与第一参考值,步骤(e) - 如果输出电压下降到第一参考值以下,连接共振改变元件与接收电路,使得感应电能传输的共振频率移动更接近于传输频率,步骤(f) - 如果输出电压上升到高于第二参考值,断开次级感应器与接收电路,步骤(g) - 当输出电压达到第一参考值时,断开共振改变组件与接收电路,和步骤(h) - 当输出电压达到第二参考值时,重新连接次级感应器与接收电路。

[0289] 现参照方框图 22,固定频率的感应电能输电系统 7100 的主要电组件示出,薄接收器端调节器 7350。包括感应电能输电器 7200 和感应电能接收器 7300 的感应电能输电系统 7100 被设置成在固定频率工作。可以选择工作频率在接收器单元 7300 的固有频率。

[0290] 感应电能接收器 7300 包括次级感应器 7320、降压 DC/DC 转换器 7532 和 0- 环形二极管 7354。次级感应器 7320 连接至降压 DC/DC 转换器 7532,其被设置成通过 0- 环形二极管 7354 进一步稳定。

[0291] 感应电能接收器 7200 包括初级感应器 7220、激励器单元 7230 和激活单元 7250。激活单元 7250 包括霍尔开关 7252、定位盘 (puck) (接收器) 识别单元 7254 和充电控制器的末端 7256。霍尔开关 7252 被设置成检测与接收单元 7300 相关的磁元件的存在和发送信号至定位盘识别单元 7254, 其然后发送激活信号到激励器单元 7230。控制器 7256 的末端被设置成当接收单元不进一步需要电能时, 停用激励器单元 7230。虽然对于每个这些元件示出为分开的单元, 在适当情况下, 可以提供具有多种功能的单个微控制器。利润, 单个微控制器可以提供定位盘识别和充电控制的末端功能以及以工作频率到激励器的脉冲信号。

[0292] 激励器单元 7230 包括 EMC 滤波器 7232、涌入电流单元 7234 和转换器 7236。激励器单元的特性是定位盘识别单元 7254 的激活信号可以触发涌入电流单元 7234, 以开始软启动逐渐增加电压到初级感应器 7220, 可能为线性地, 从零直到器到达输入电压。

[0293] 现参照图 23A 和 23B, 其示出进一步基本感应电能传输系统的可能电路图。感应电能传输系统 8100 包括初级输电器 8220、涌入电流单元 8234 和激励单元 8230。感应接收器 8300 包括次级感应器 8320、电容元件 8310、整流器 8330 和接收端调节器 8350。接收器端调节器 8350 包括降压 DC/DC 转换器 8532 单元和 O- 环形二极管单元 8354。

[0294] 电容元件 8310 并联地连接至次级感应器 8320 和被设置成产生半正弦波形状流过初级感应器 8220 的初级电流。特别说明地是, 初级感应器 8220 的半正弦波形状具有没有突然切换的平滑图, 因此, 生成较少的电磁干扰 (EMI), 其一般是与步进信号情况相关。因此, 作为整体的感应传输系统 8100 比具有步进情况的系统是更有效的。而且, 需要说明的是初级感应器 8220 和次级感应器 8320 的线圈绕圈的数量由此可以减小。

[0295] 在此以上描述的各种实施方式公开感应电能输电系统, 其使用各种各样的性能增强元件可操作地在在宽范围的线圈内间隔中有效地传输电能。公开的主题范围由附加权利要求限定, 并且包括以上描述的各种特征的组合和亚组合以及其变化和修改, 当阅读上述描述后, 这些对于本领域技术人员将显而易见地。

[0296] 在权利要求中, 术语“包括 (comprise)”及其变体诸如“包含 (“comprises”, “comprising”)”等等表明包括列出的组件, 但是通常不排除其它组件。

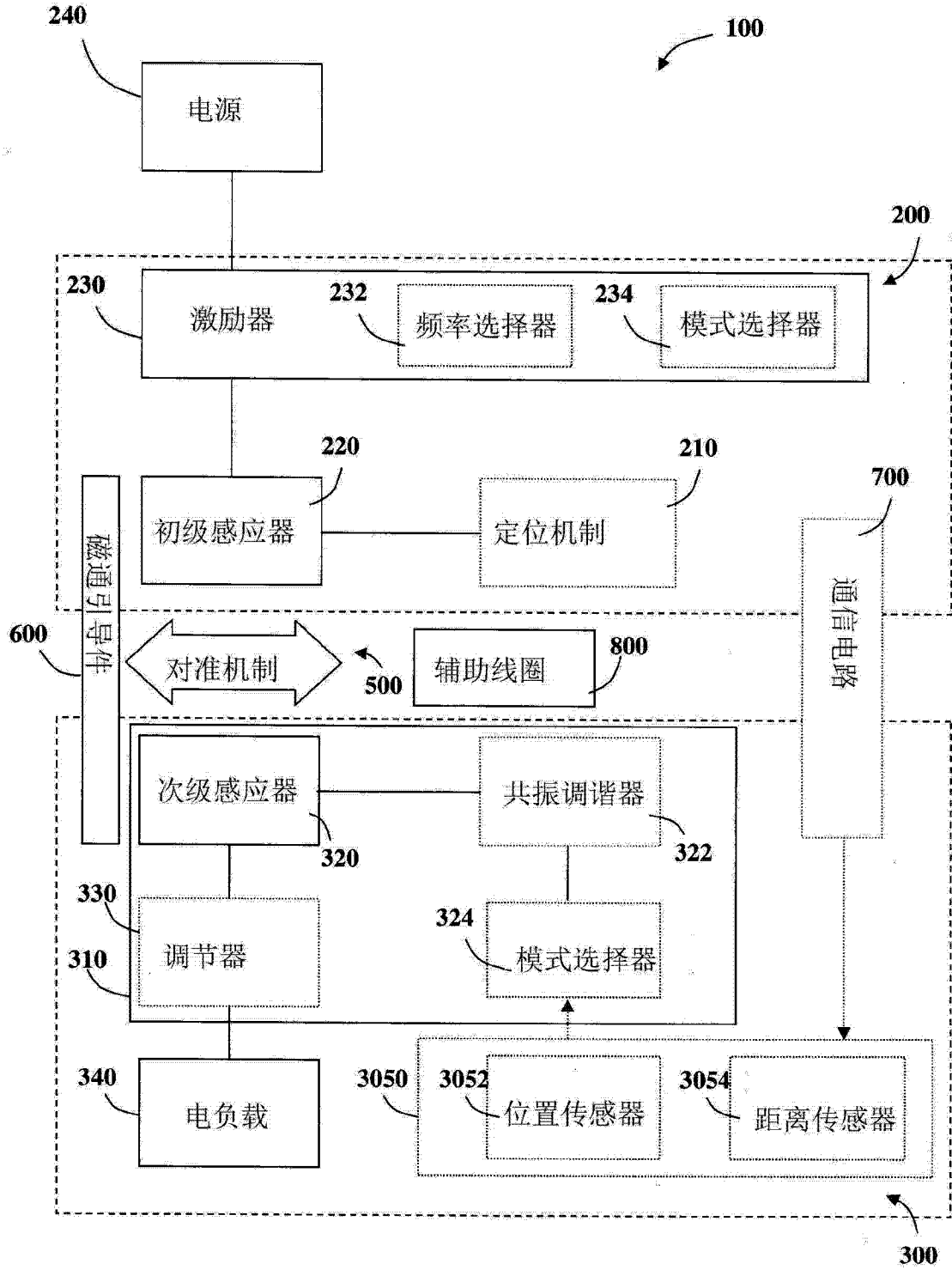


图 1

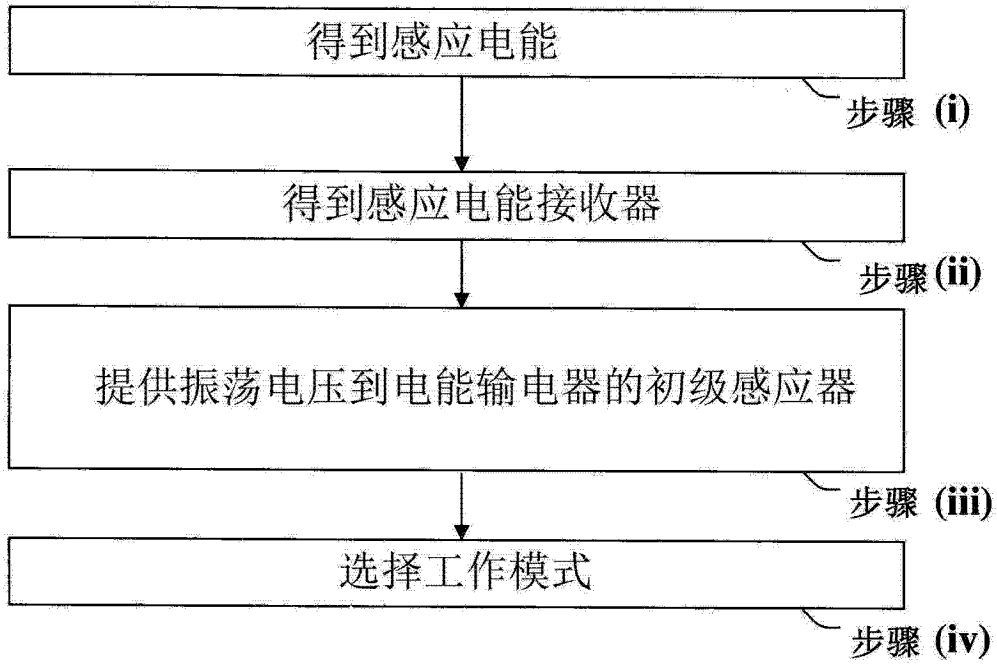


图 2

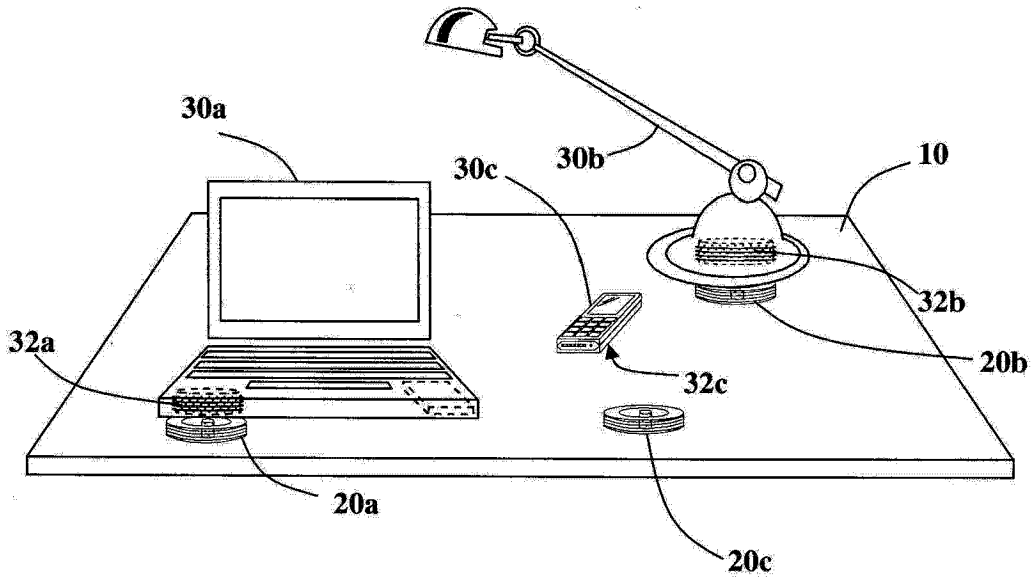


图 3

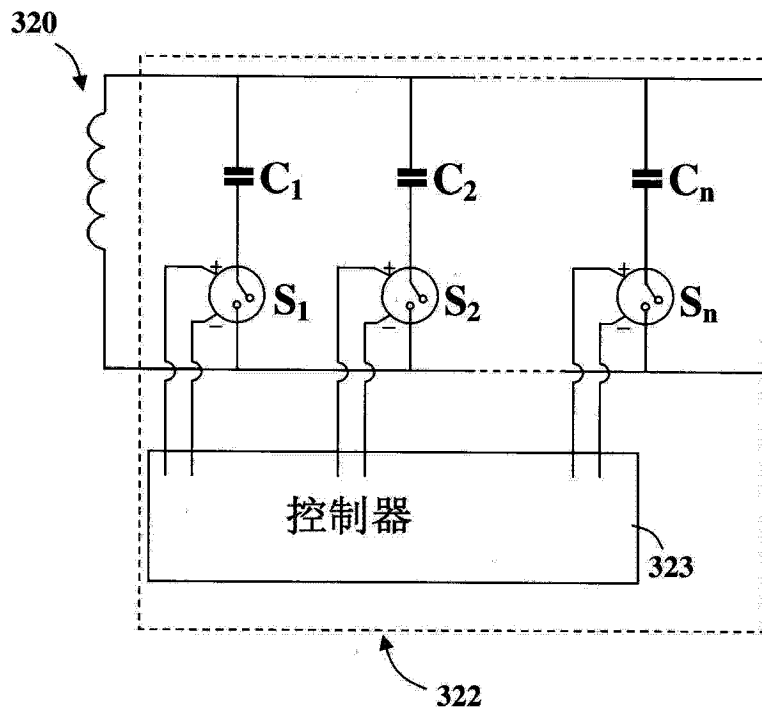


图 4

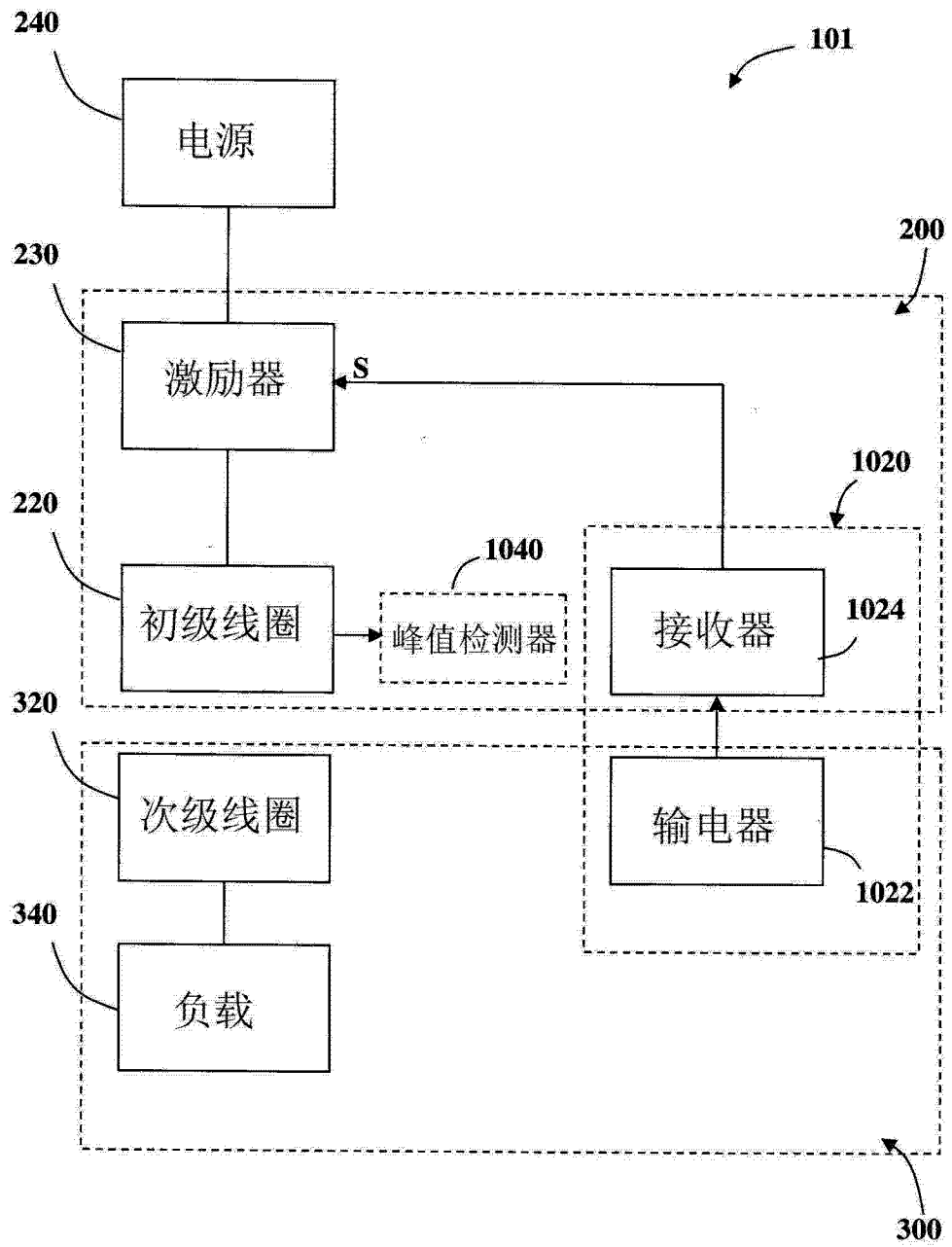


图 5

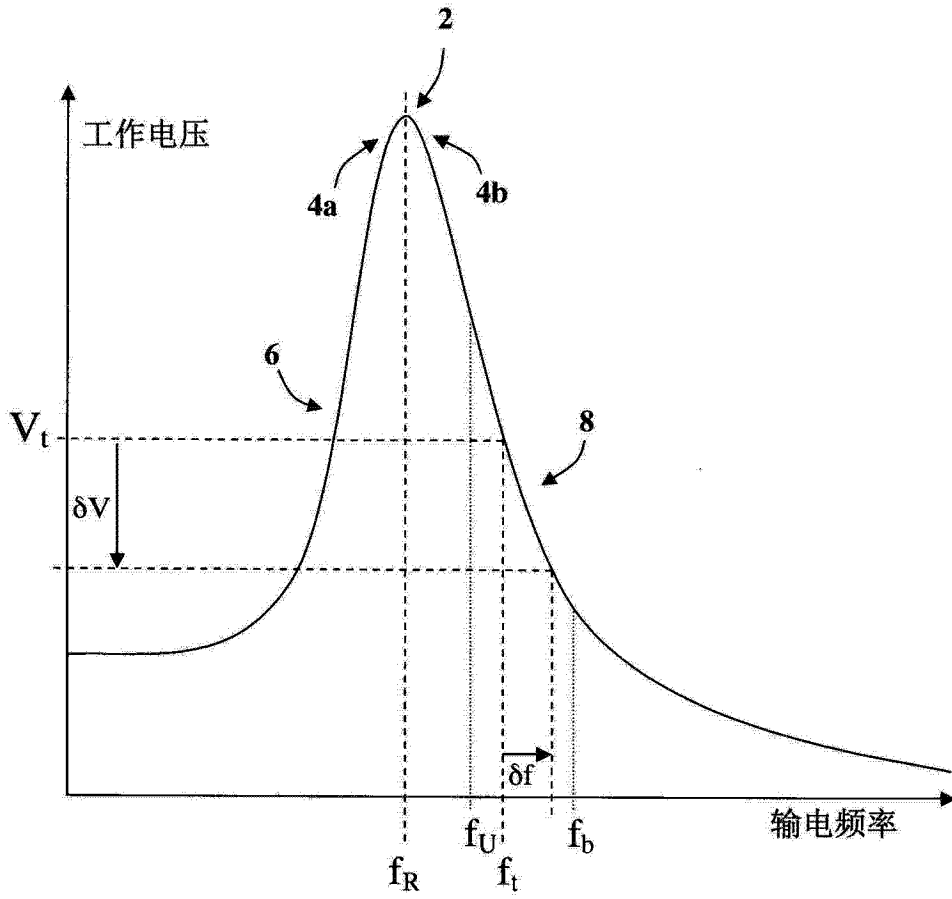


图 6

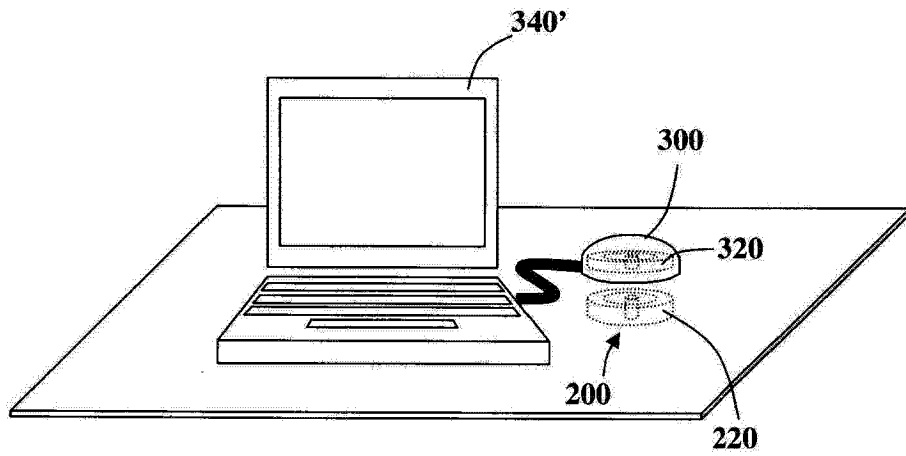


图 7

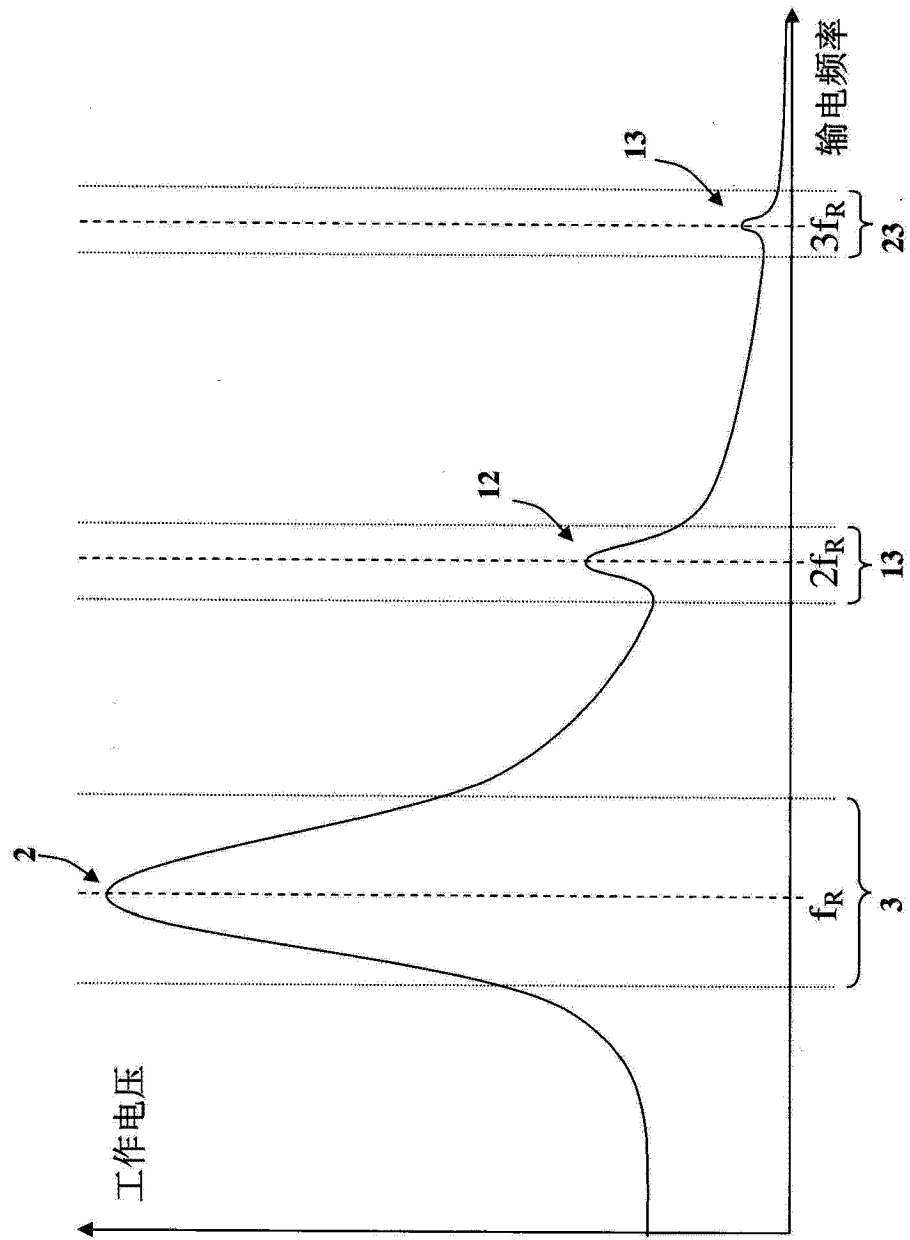


图 8

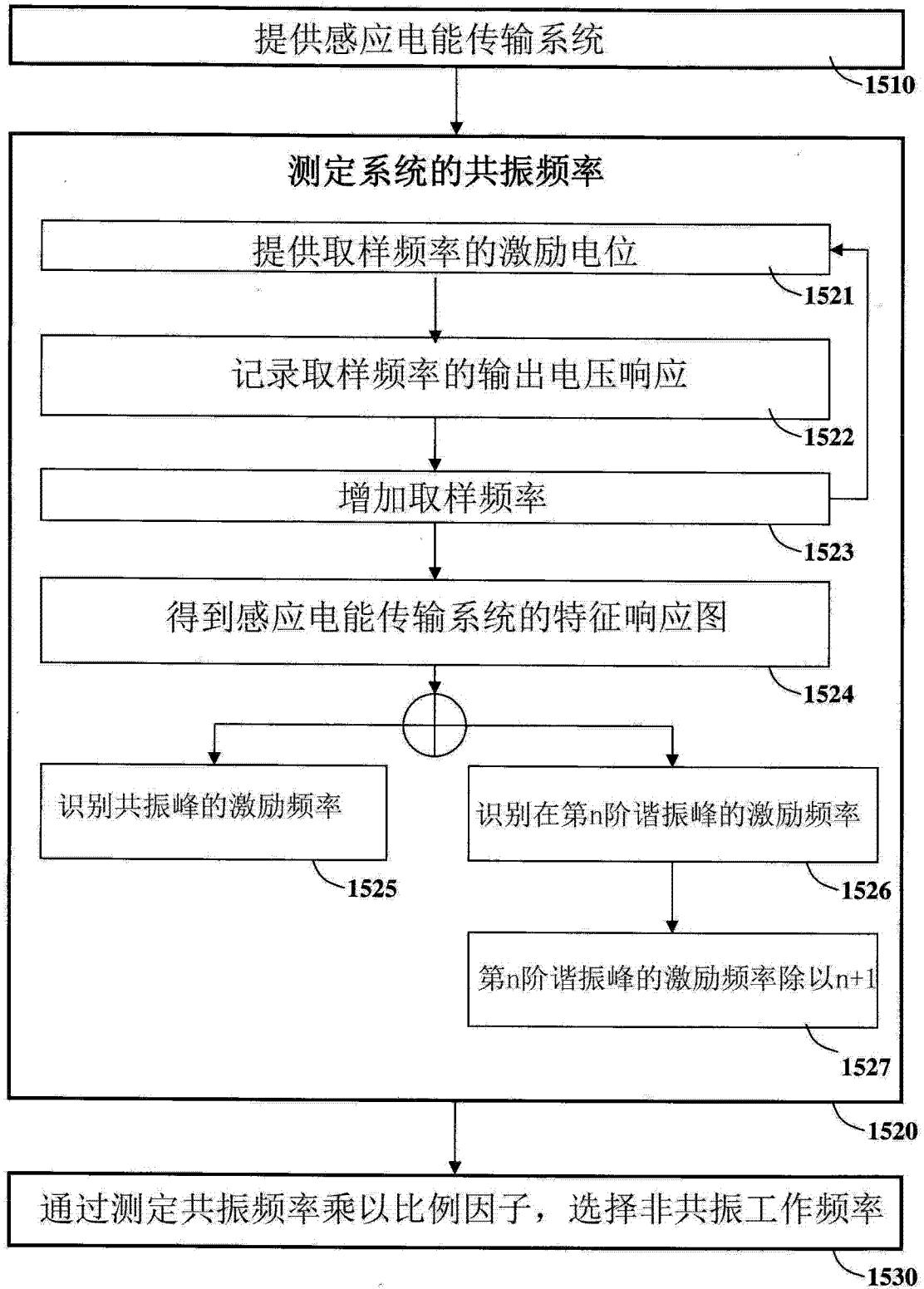


图 9

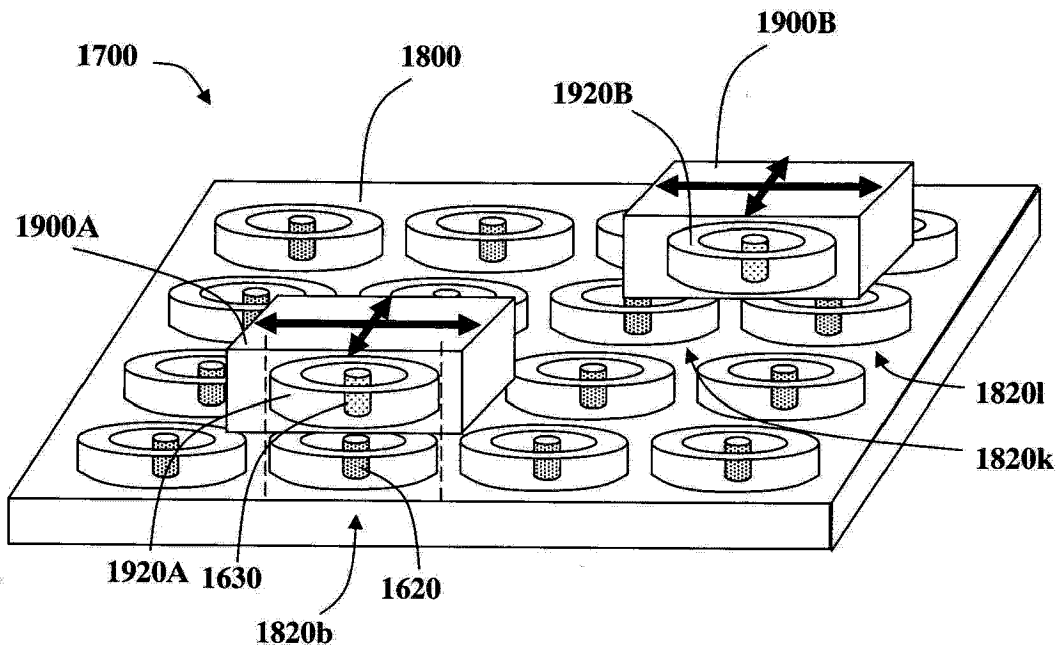


图 10

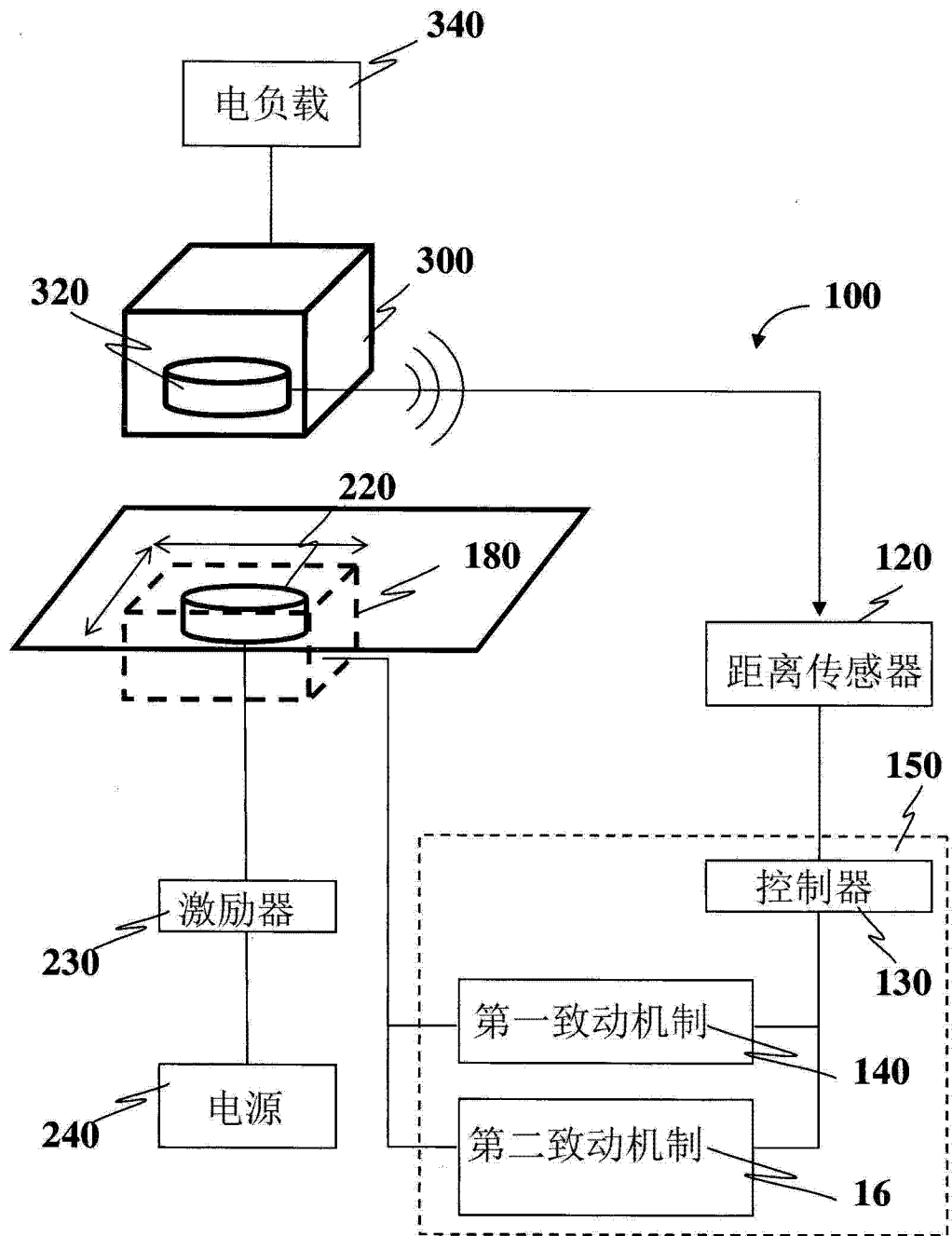


图 11

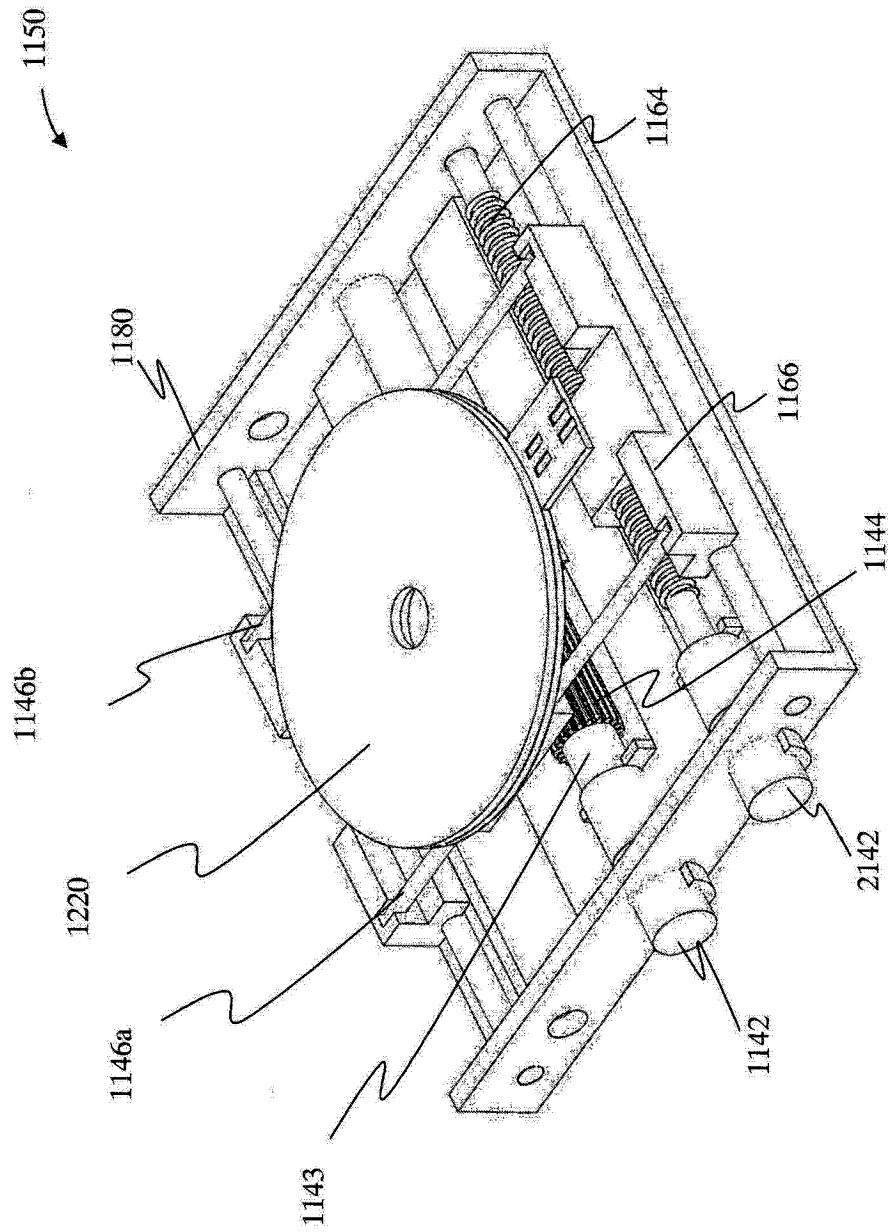


图 12

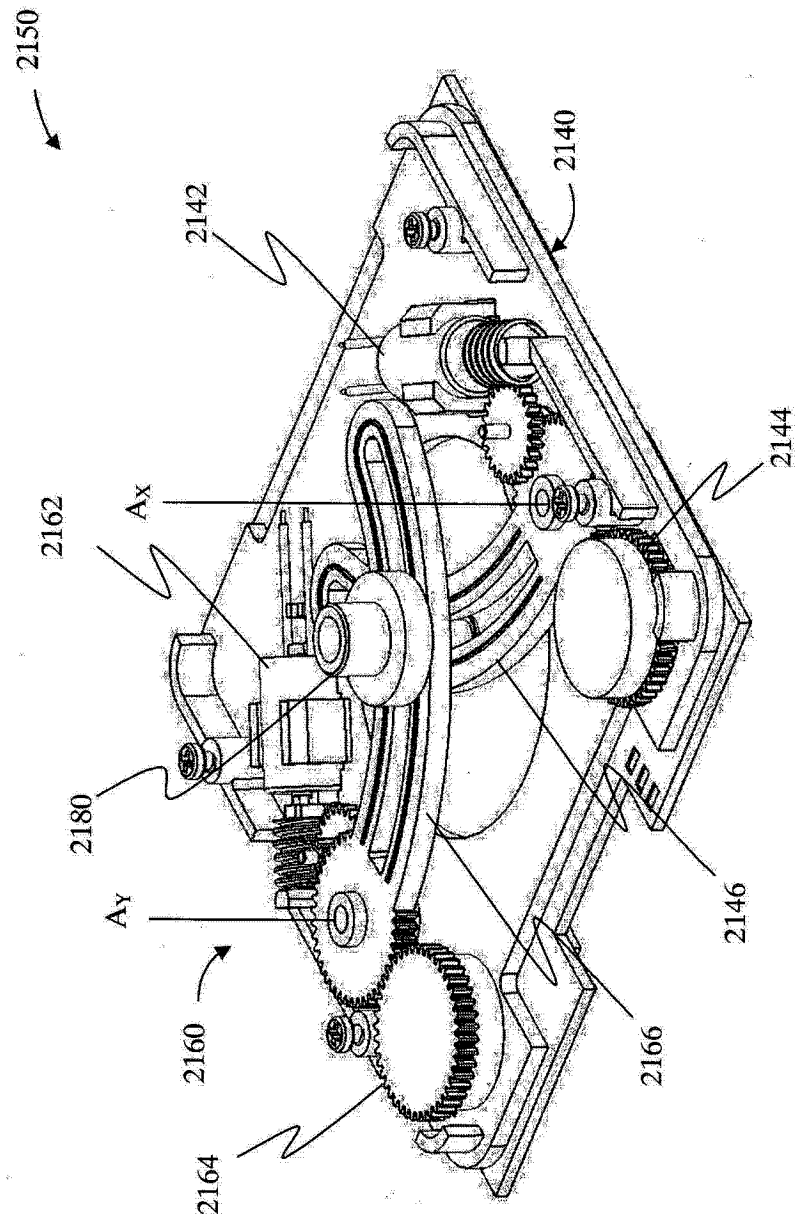


图 13

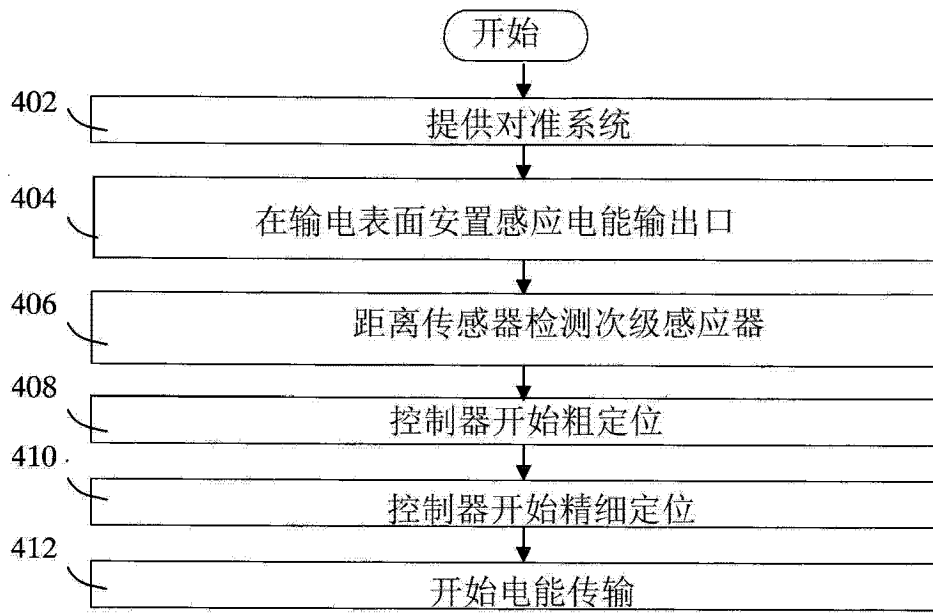


图 14

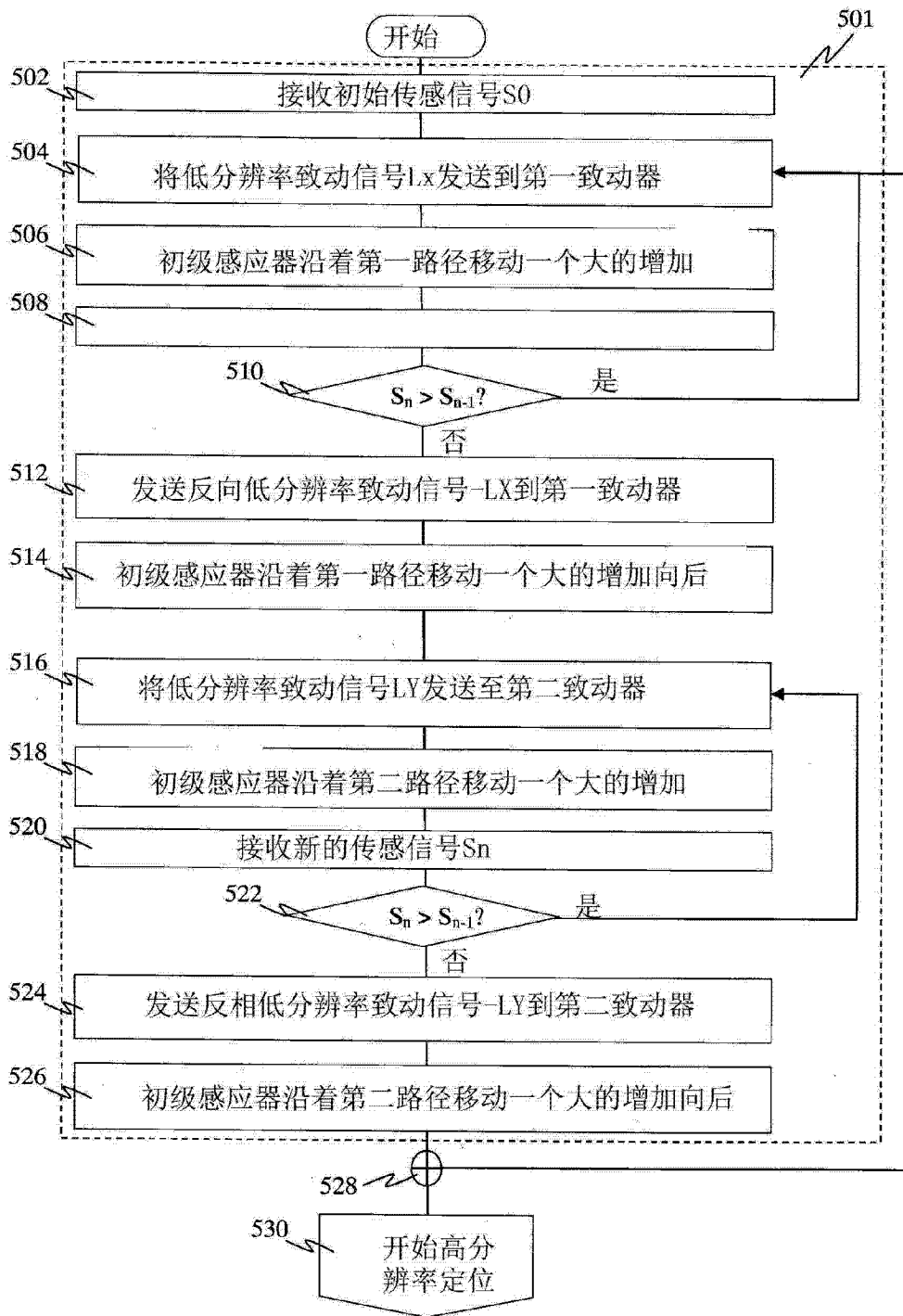


图 15A

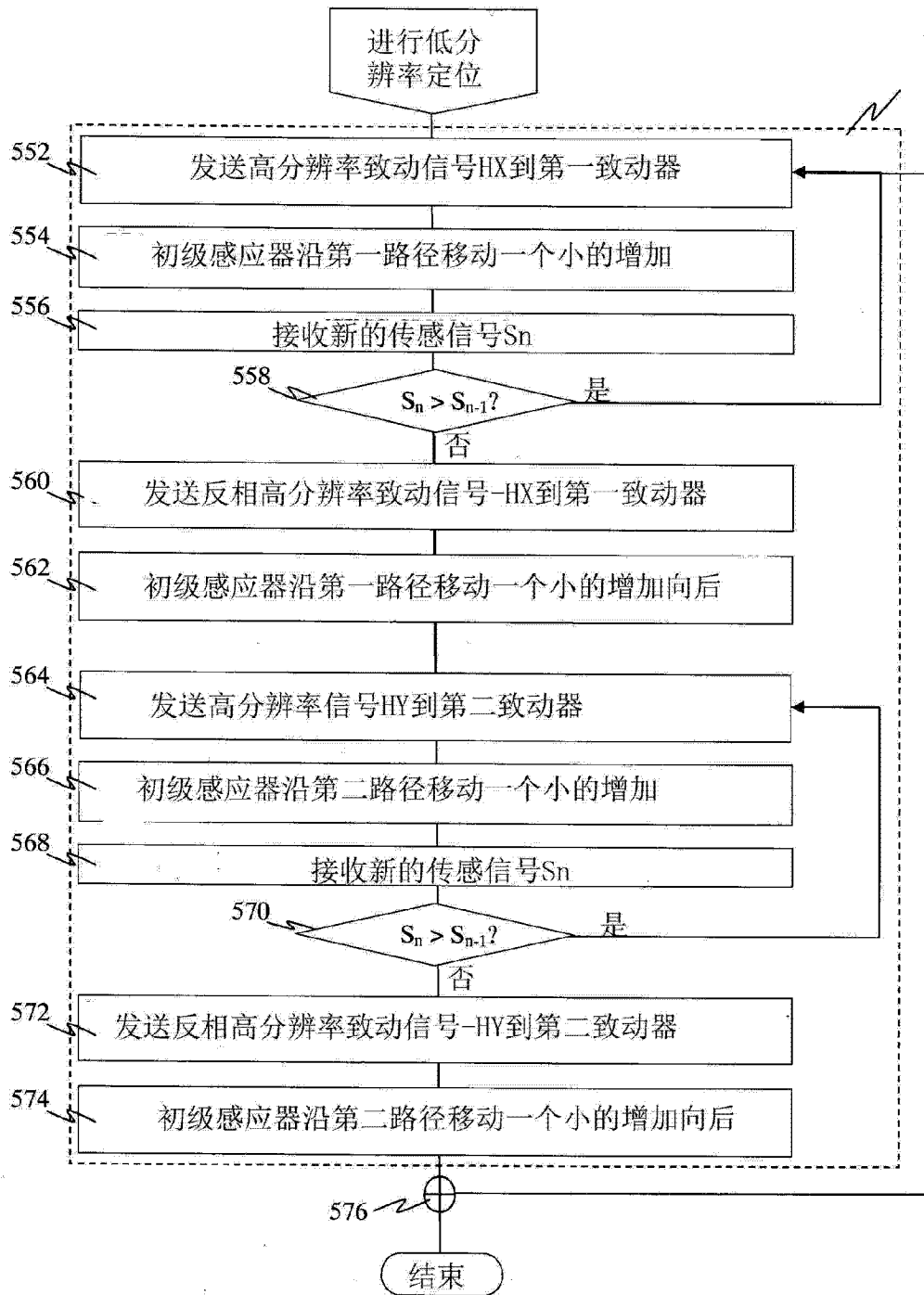


图 15B

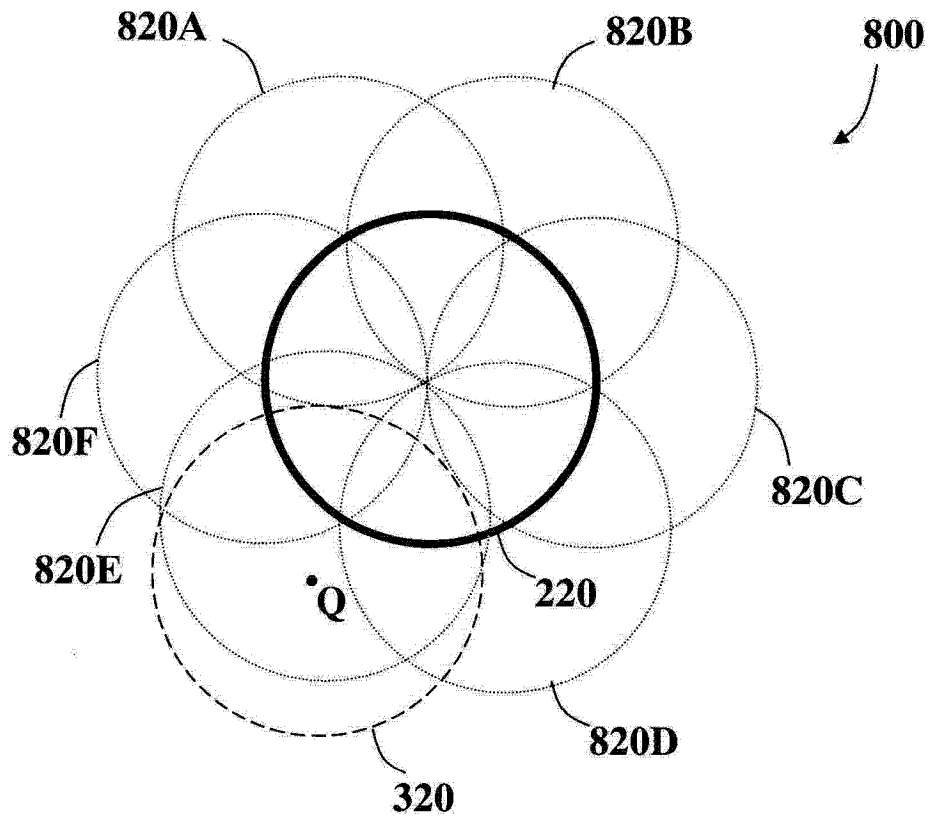


图 16A

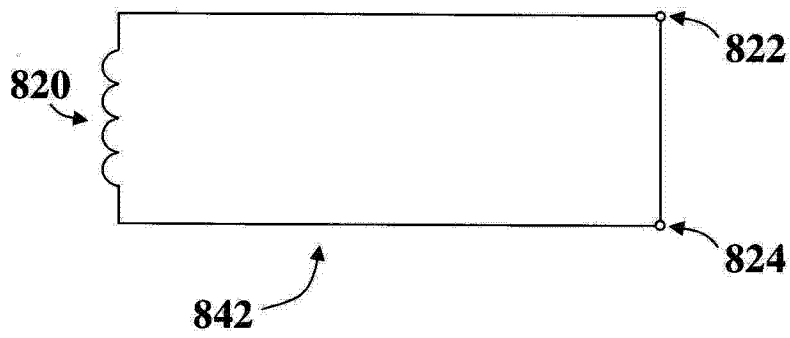


图 16B

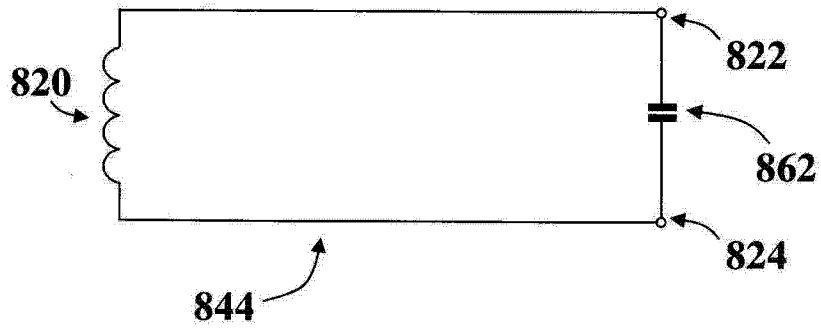


图 16C

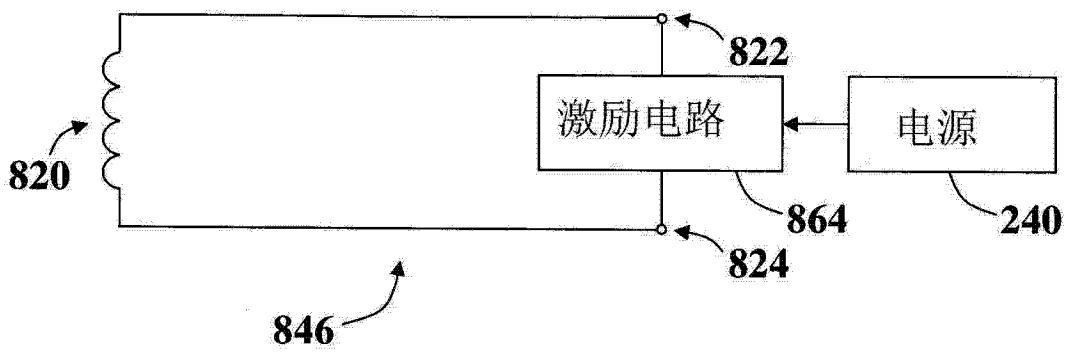


图 16D

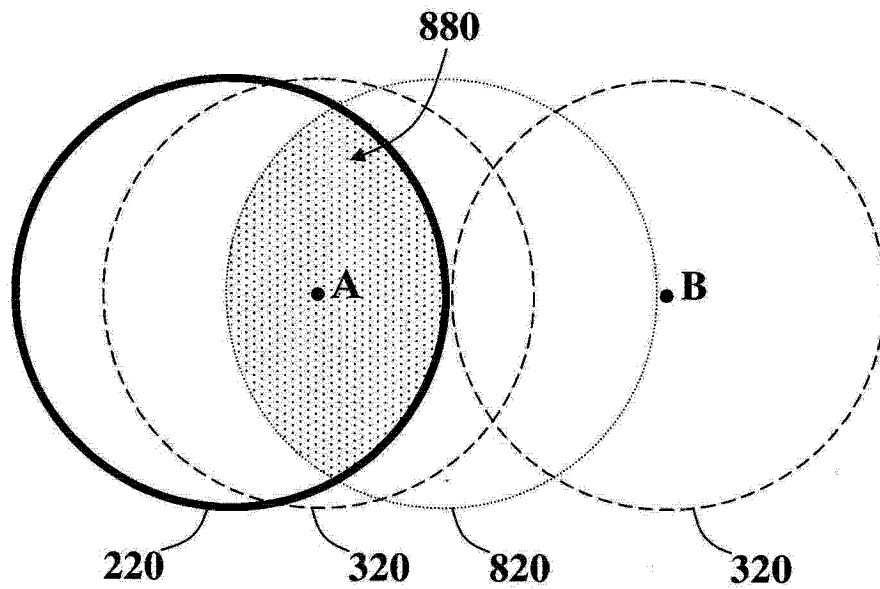


图 16E

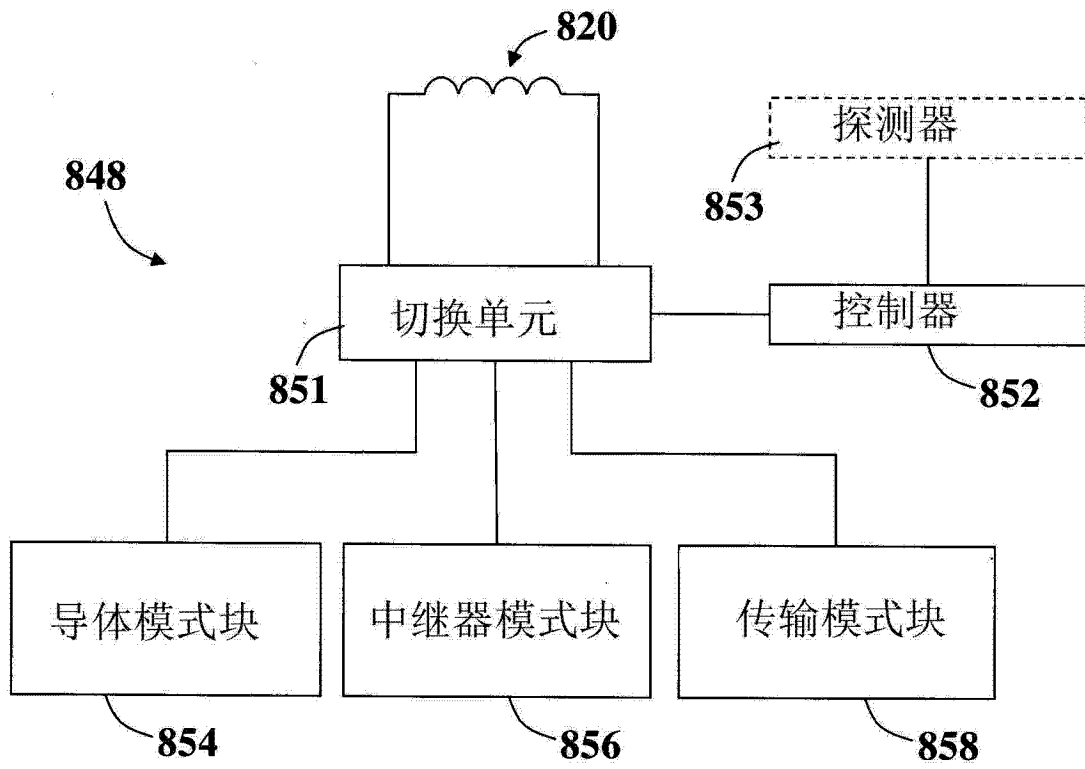


图 16F

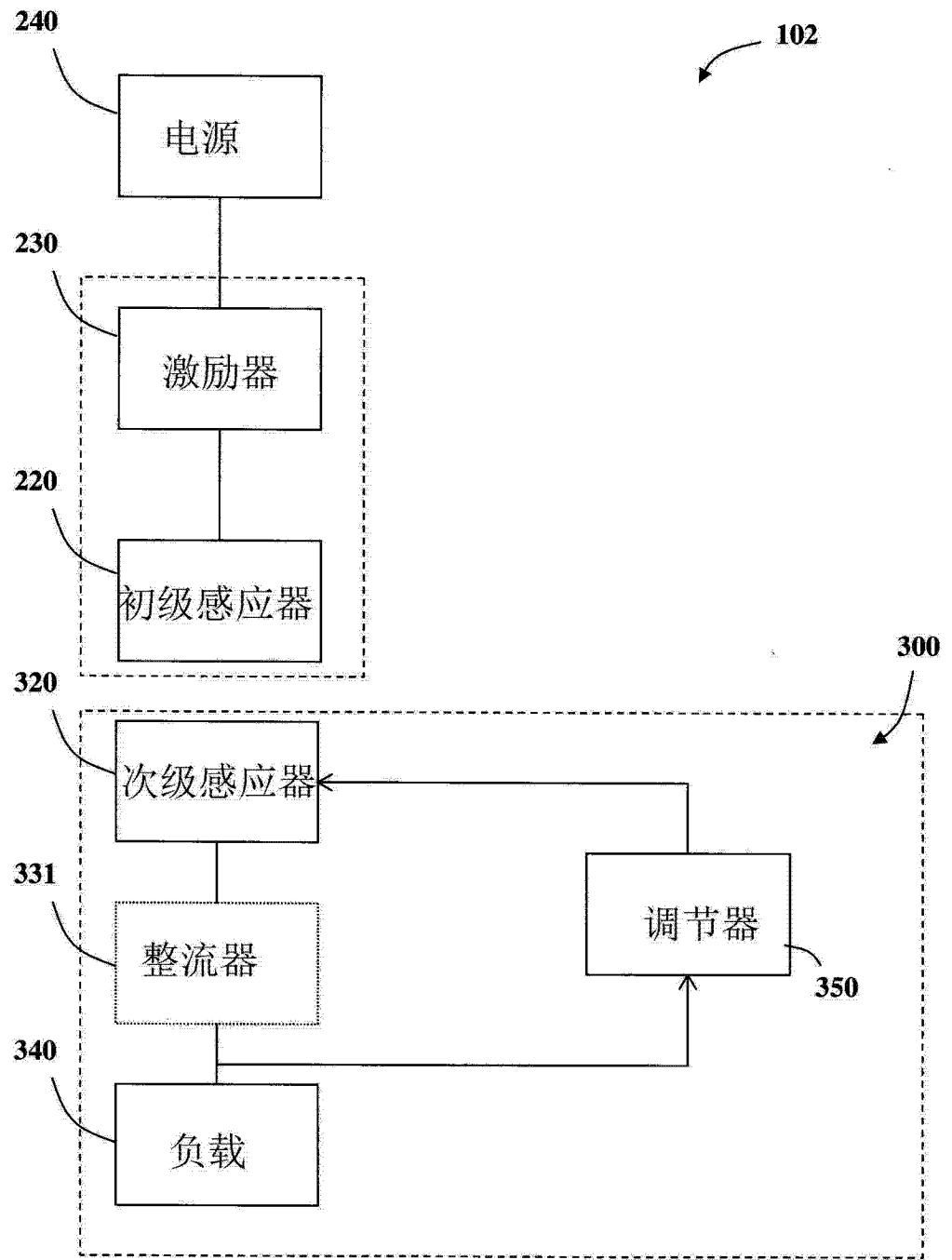


图 17A

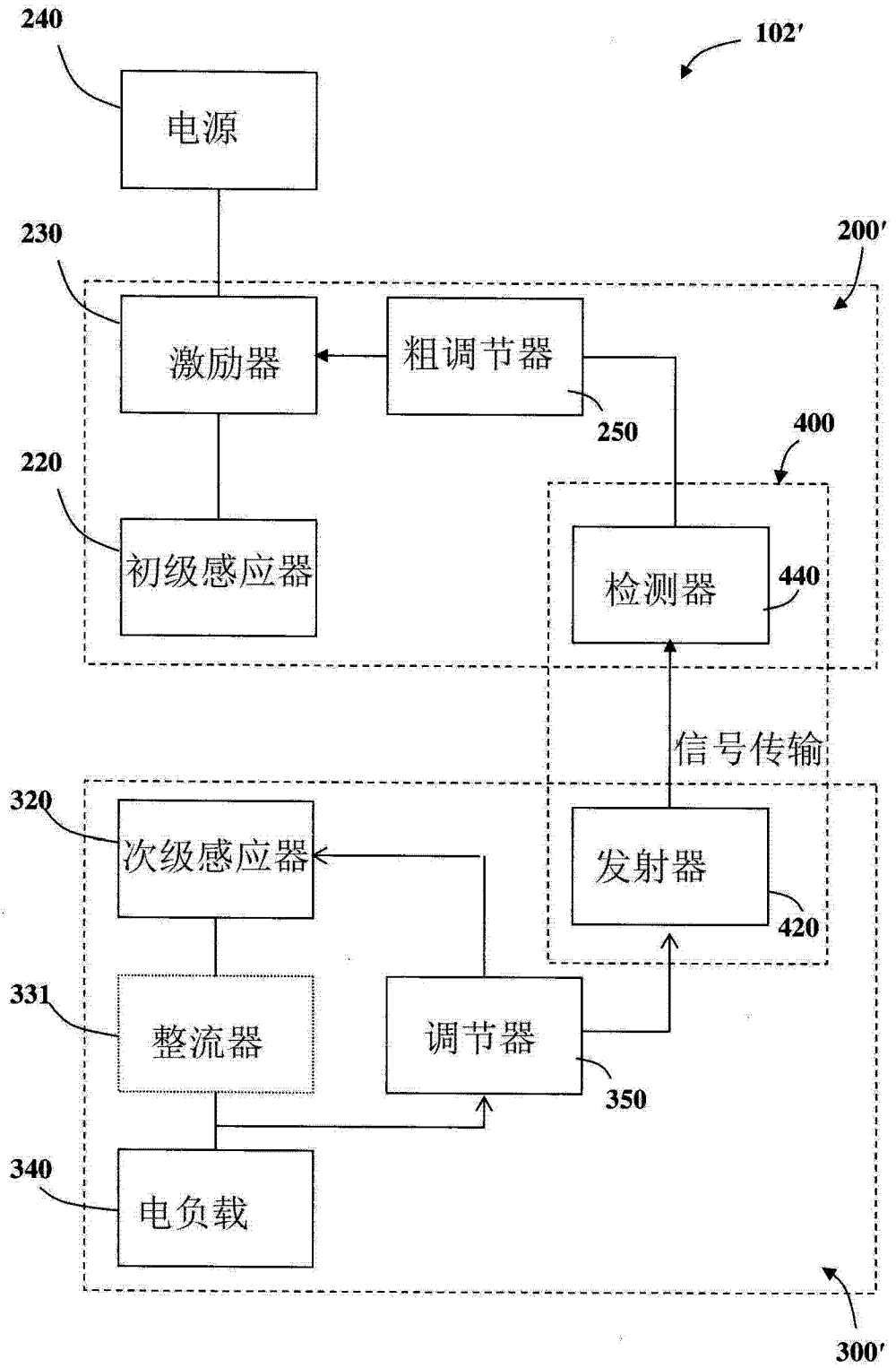


图 17B

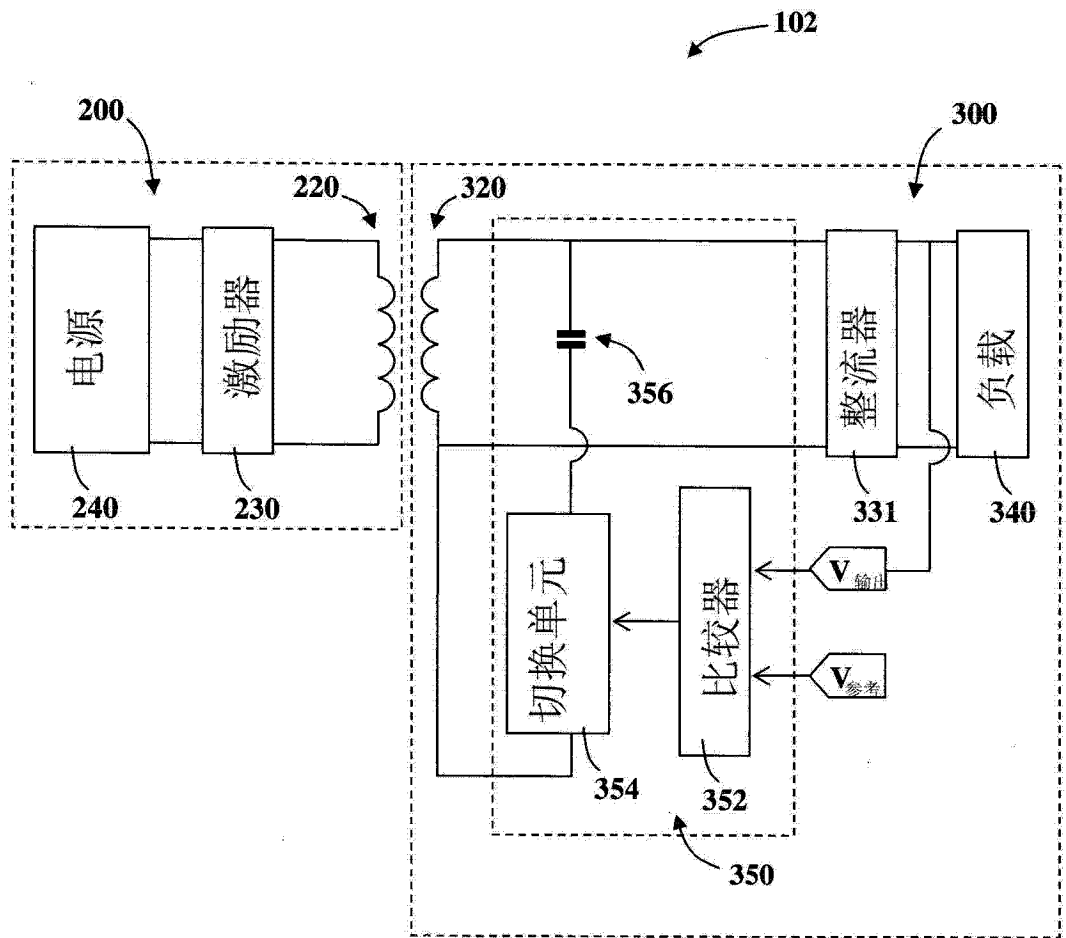


图 18

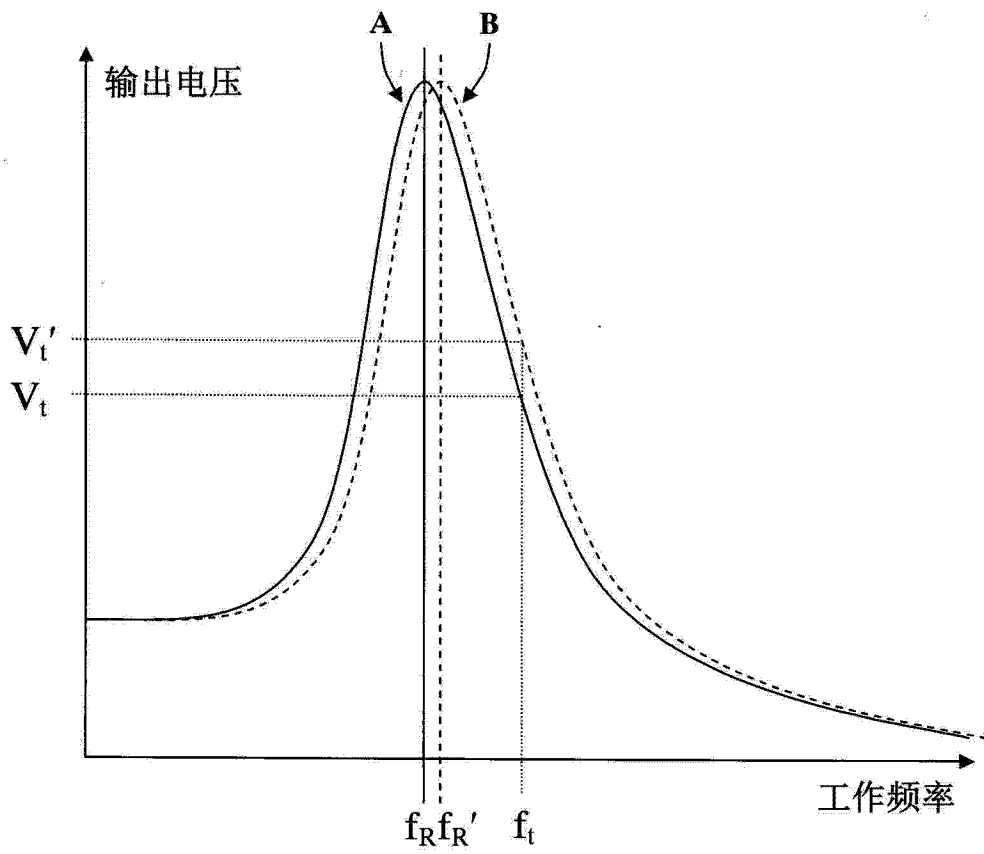


图 19

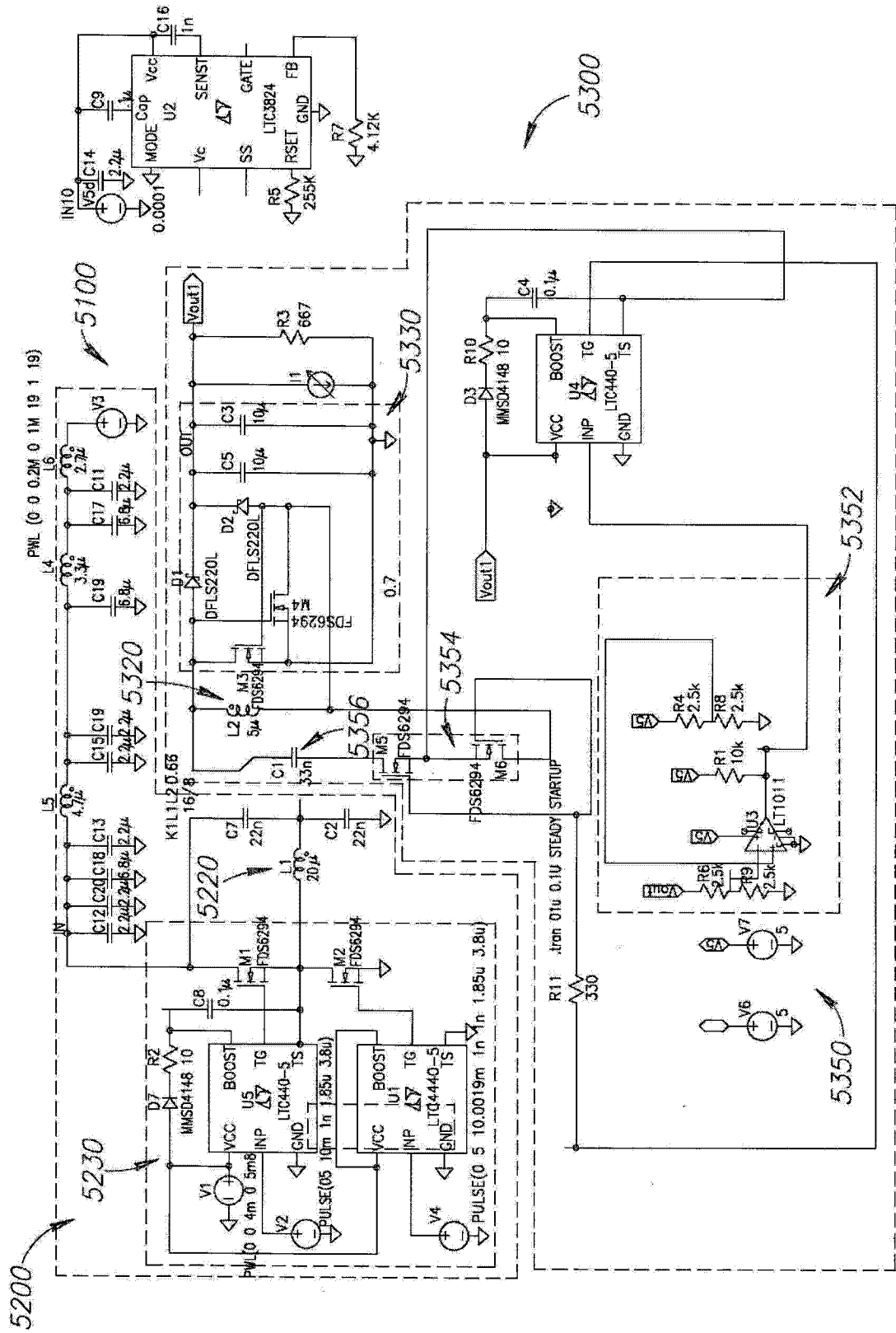


图 20

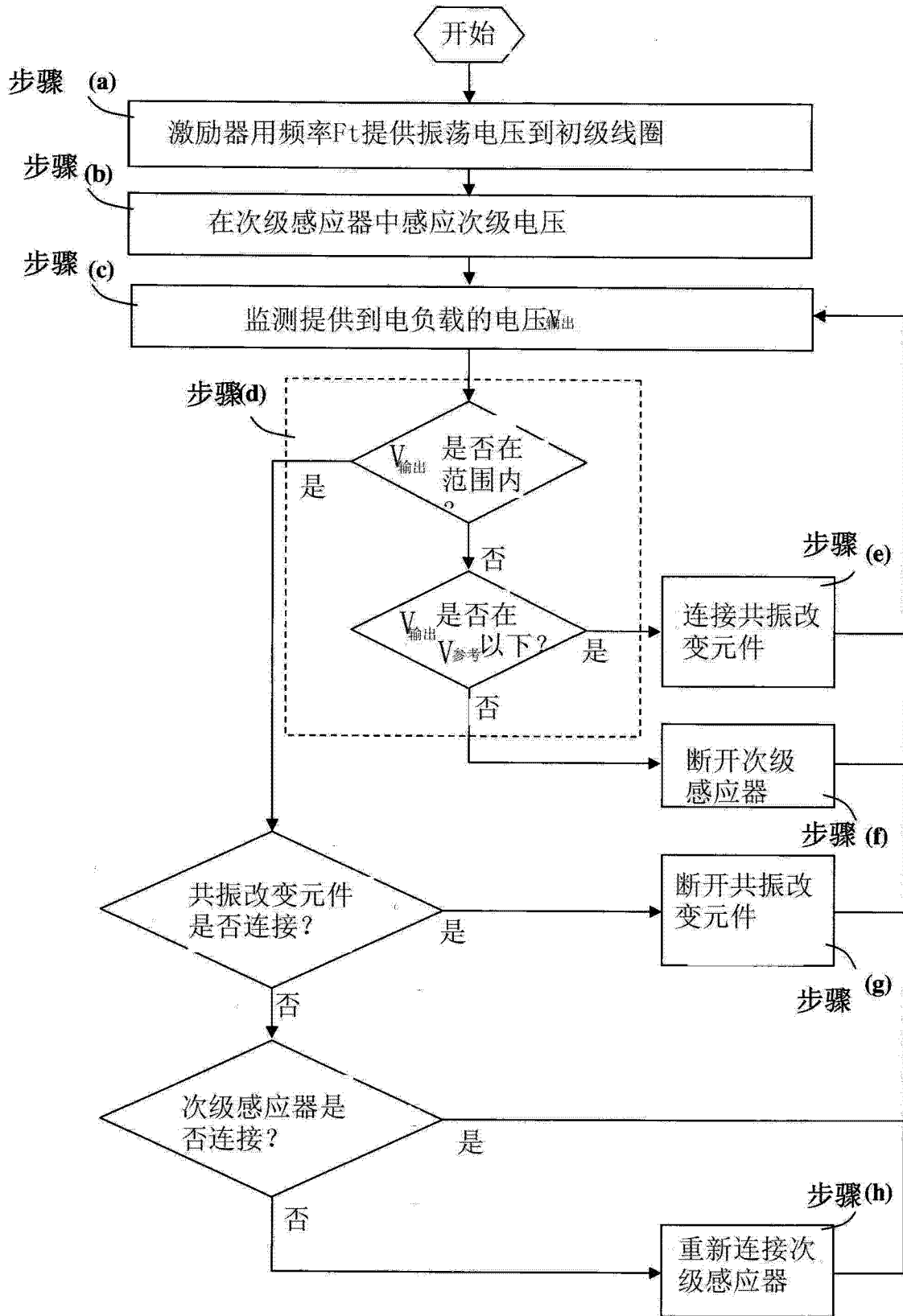


图 21

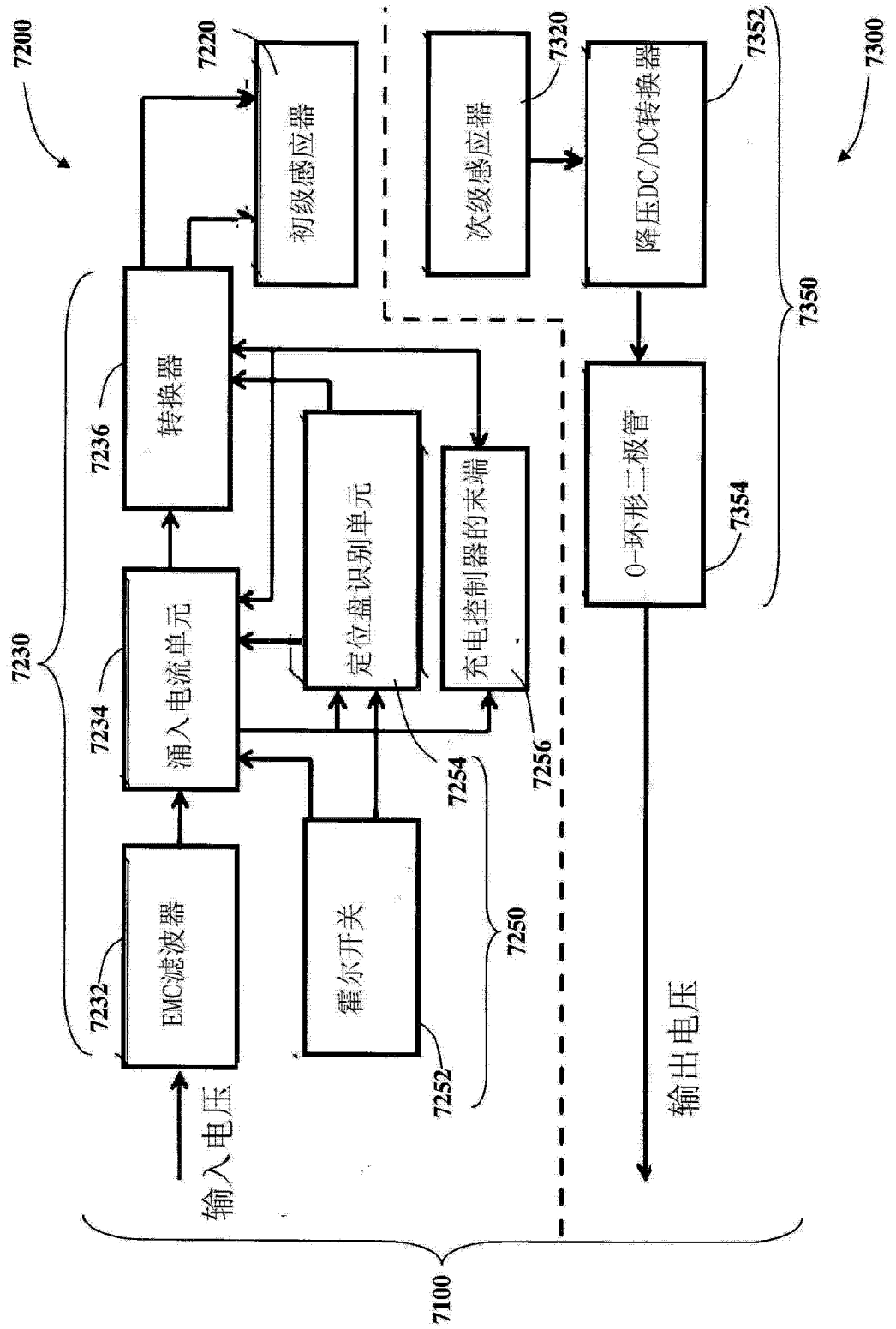


图 22

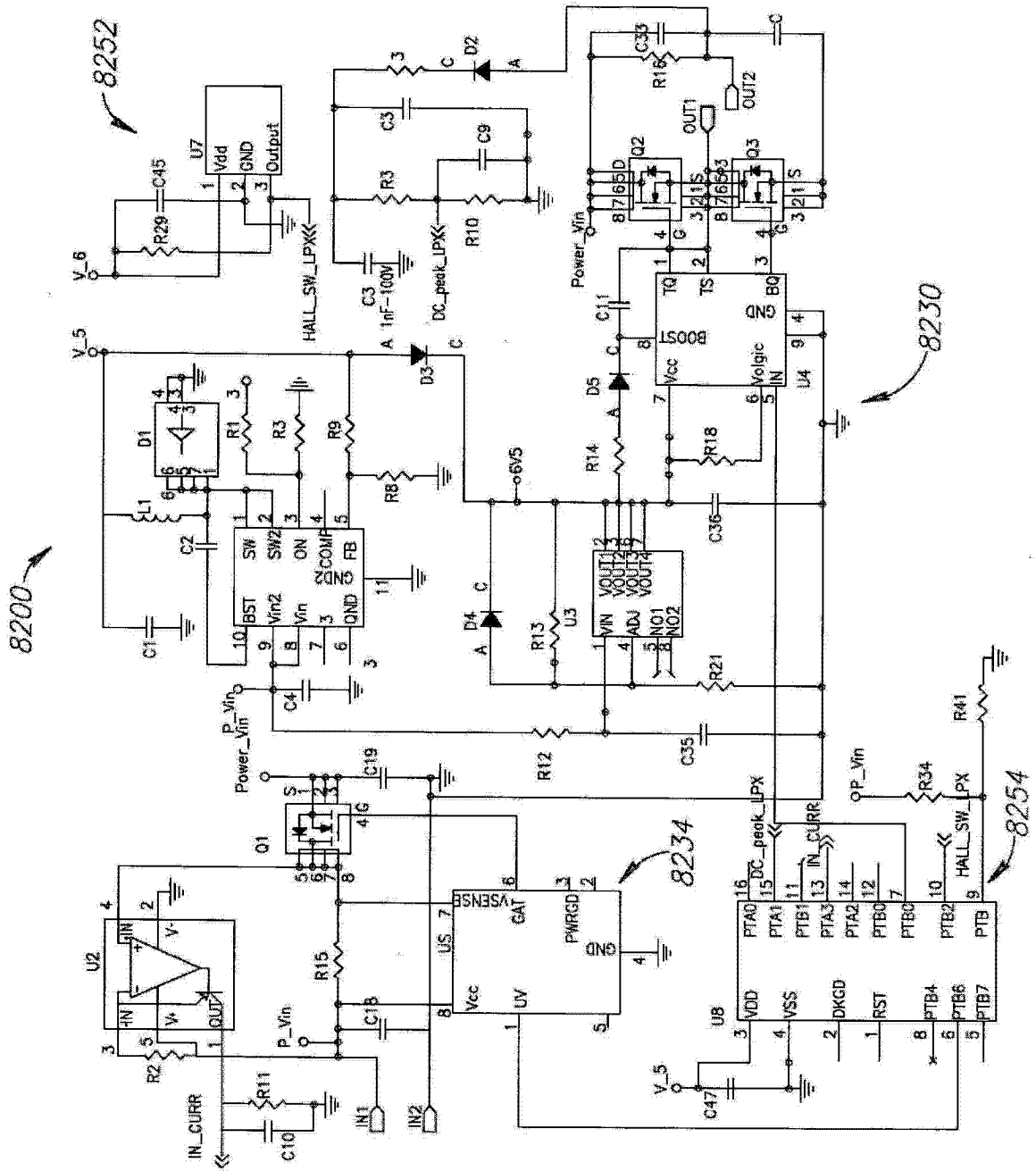


图 23A

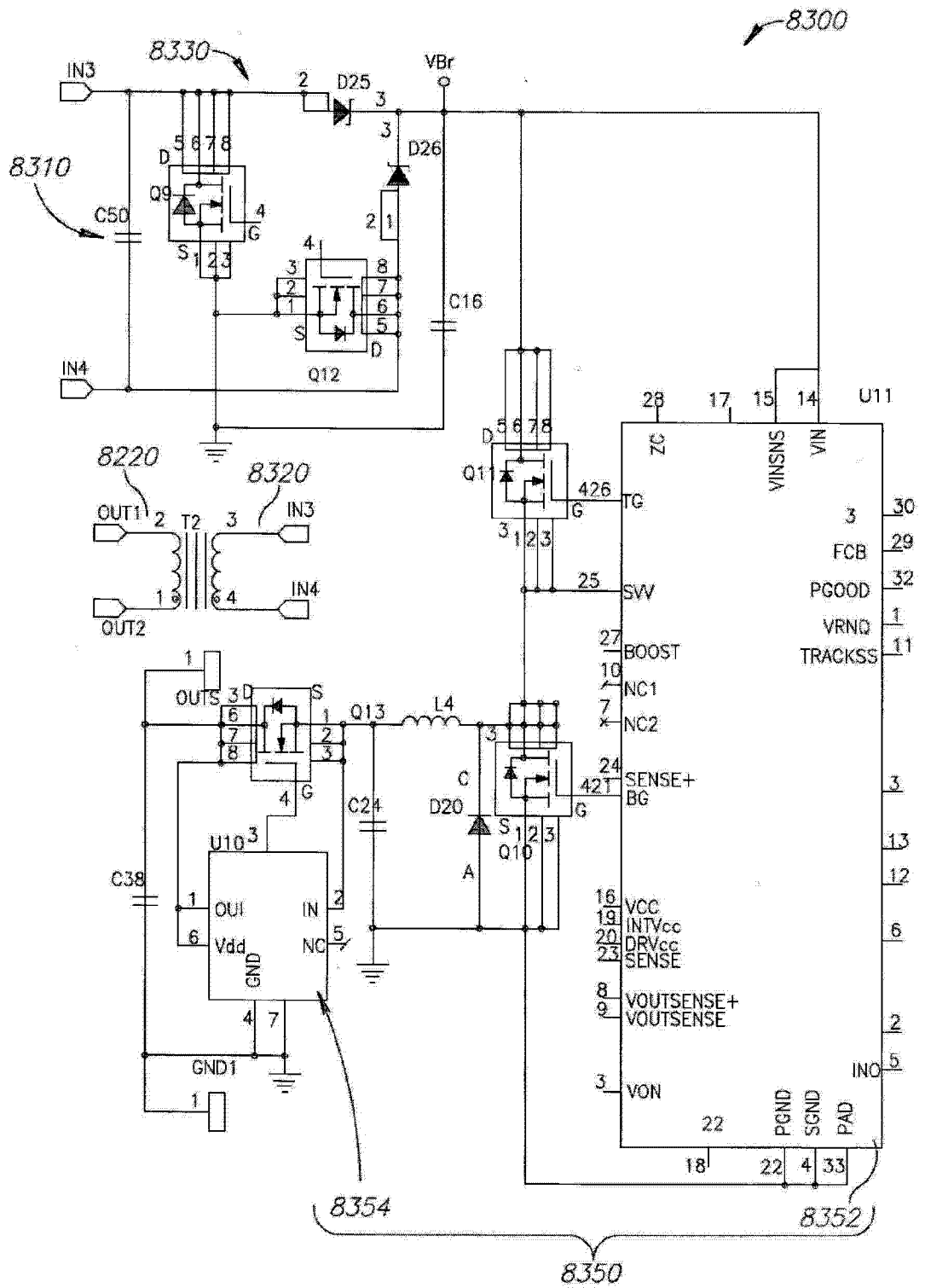


图 23B