



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111742464 A

(43) 申请公布日 2020.10.02

(21) 申请号 201880089614.8

(22) 申请日 2018.12.24

(30) 优先权数据

62/609,947 2017.12.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.08.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/067456 2018.12.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/126828 EN 2019.06.27

(71) 申请人 无线先进车辆电气化有限公司

地址 美国犹他州

(72) 发明人 帕特里斯·勒泰利耶

马塞勒斯·哈佩尔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 陈炜 李德山

(51) Int.Cl.

H02J 50/20 (2006.01)

H02J 50/70 (2006.01)

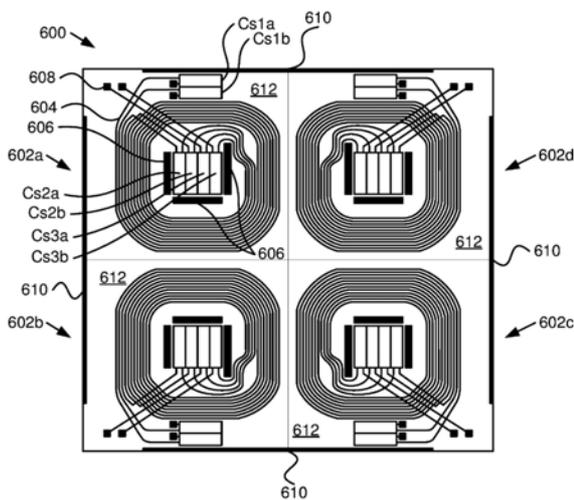
权利要求书6页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

具有多个绕组的无线电力传输焊盘

(57) 摘要

本发明提供了一种无线电力传输 (“WPT”) 焊盘装置 (26, 128), 其包括铁氧体结构 (702) 和邻近该铁氧体结构 (702) 的四个绕组 (602)。铁氧体结构 (702) 的水平表面 (1012) 邻近四个绕组 (602) 中的每个绕组, 并且四个绕组 (602) 中的每个绕组以与水平表面 (1012) 成平面的水平图案缠绕。四个绕组 (602) 以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。



1. 一种无线电力传输 (“WPT”) 焊盘装置, 包括:
铁氧体结构; 和
四个绕组, 所述四个绕组邻近所述铁氧体结构, 其中所述铁氧体结构的水平表面邻近所述四个绕组中的每个绕组, 所述四个绕组中的每个绕组以与所述水平表面成平面的水平图案缠绕,
其中所述四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。
2. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置, 其中对于所述四个绕组中的相邻绕组, 所述铁氧体结构包括磁通路。
3. 根据权利要求2所述的WPT焊盘装置, 其中所述四个绕组中的相邻绕组之间的铁氧体通路具有用于为所述相邻绕组所生成的电磁场提供低阻抗、不饱和磁通路的厚度和宽度。
4. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置, 其中所述铁氧体结构包括中心区段中的开口, 其中所述中心区段位于所述二乘二正方形图案的中心处, 并且所述中心区段在所述四个绕组中的每个绕组的外部。
5. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置, 还包括在所述铁氧体结构外部的竖直屏蔽件, 所述竖直屏蔽件被定位成使在与所述铁氧体结构的所述水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流。
6. 根据权利要求5所述的WPT焊盘装置, 其中所述竖直屏蔽件包括横向于所述铁氧体结构的所述水平表面定向的金属结构。
7. 根据权利要求5所述的WPT焊盘装置, 其中所述竖直屏蔽件具有宽度, 所述宽度在横向于所述铁氧体结构的所述水平表面的方向上测量, 其中所述宽度至少具有所述铁氧体结构的边缘的厚度和所述绕组的厚度。
8. 根据权利要求5所述的WPT焊盘装置, 其中所述竖直屏蔽件包括在所述铁氧体结构的每个拐角处的开口。
9. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置, 其中所述水平表面包括第一水平表面, 并且还包含定位在所述铁氧体结构的第二水平表面上的水平屏蔽件, 所述第二水平表面在所述第一水平表面的远侧并且与所述第一水平表面成平面。
10. 根据权利要求9所述的WPT焊盘装置, 其中所述水平屏蔽件包括金属板, 并且所述水平屏蔽件将由所述四个绕组生成并且辐射通过所述水平屏蔽件的电磁场的强度减小到低于指定极限。
11. 根据权利要求9所述的WPT焊盘装置, 其中所述铁氧体结构热耦合到所述水平屏蔽件, 其中在所述四个绕组中的每个绕组中以及在所述铁氧体结构中生成的热量被传输到所述水平屏蔽件。
12. 根据权利要求9所述的WPT焊盘装置, 还包括在所述铁氧体结构外部的竖直屏蔽件, 所述竖直屏蔽件耦合到所述水平屏蔽件并且在所述铁氧体结构和所述四个绕组的方向上在横向于所述水平屏蔽件的方向上延伸。
13. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置, 其中所述四个绕组中的每个绕组包括从绕组中心区段的边缘开始并且远离所述中心区段扩展的螺旋图案, 所述中心区段包括在绕组的中心处没有导体的区域。
14. 根据权利要求13所述的WPT焊盘装置, 其中所述四个绕组中的每个绕组包括并联缠

绕的两个或更多个绕组区段,并且每个绕组区段连接到位于所述绕组的所述中心区段处的电容器。

15. 根据权利要求13所述的WPT焊盘装置,其中每个绕组的所述中心区段包括铁氧体柱筒,所述铁氧体柱筒耦合到所述铁氧体结构的所述水平表面并且在横向于所述水平表面的方向上至少延伸与所述中心区段相关联的所述绕组的厚度。

16. 根据权利要求1所述的WPT焊盘装置,其中所述四个绕组中的每个绕组包括导体,每个导体包括多个股线,所述股线彼此电隔离,所述导体包括宽边和窄边,其中所述导体的所述宽边横向于所述水平表面定向。

17. 根据权利要求16所述的WPT焊盘装置,其中所述导体是利兹线。

18. 一种无线电力传输(“WPT”)焊盘装置,包括:

铁氧体结构;和

四个绕组,所述四个绕组邻近所述铁氧体结构,其中所述铁氧体结构的水平表面邻近所述四个绕组中的每个绕组,所述四个绕组中的每个绕组以与所述水平表面成平面的水平图案缠绕,

其中所述四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置,

其中对于所述四个绕组中的相邻绕组,所述铁氧体结构包括磁通路,并且其中所述四个绕组中的相邻绕组之间的铁氧体通路具有用于为所述相邻绕组所生成的电磁场提供低阻抗、不饱和磁通路的厚度和宽度,并且

其中所述铁氧体结构包括中心区段中的开口,其中所述中心区段位于所述二乘二正方形图案的中心处,并且所述中心区段在所述四个绕组中的每个绕组的外部。

19. 根据权利要求18所述的WPT焊盘装置,还包括以下中的一者或更多者:

竖直屏蔽件,所述竖直屏蔽件在所述铁氧体结构的外部,所述竖直屏蔽件被定位成使在与所述铁氧体结构的所述水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流;和

铁氧体柱筒,所述铁氧体柱筒在每个绕组的所述中心区段中耦合到所述铁氧体结构的所述水平表面,并且在横向于所述水平表面的方向上至少延伸与所述中心区段相关联的所述绕组的厚度。

20. 一种无线电力传输(“WPT”)系统,包括:

第一级,所述第一级包括谐振转换器和交流(“AC”)到直流(“DC”)转换器中的一者或更多者,所述第一级被配置为将电力无线传输到车辆上的第二级;

WPT焊盘装置,所述WPT焊盘装置从所述第一级接收电力并且将电力无线传输到所述第二级的次级焊盘,所述WPT焊盘装置包括:

铁氧体结构;和

四个绕组,所述四个绕组邻近所述铁氧体结构,其中所述铁氧体结构的水平表面邻近所述四个绕组中的每个绕组,所述四个绕组中的每个绕组以与所述水平表面成平面的水平图案缠绕,

其中所述四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。

21. 一种无线电力传输(“WPT”)焊盘装置,包括:

铁氧体结构,所述铁氧体结构包括水平表面;和

绕组,所述绕组包括导体,所述导体包括长边和窄边,

其中所述长边横向于所述铁氧体结构的所述水平表面定向并且所述窄边与所述水平表面成平面，

其中所述绕组的所述导体以螺旋型配置缠绕。

22. 根据权利要求21所述的WPT焊盘装置，其中所述导体包括矩形形状并且包括两个平行长边和两个平行窄边。

23. 根据权利要求21所述的WPT焊盘装置，其中所述导体包括多个股线，所述股线彼此电隔离。

24. 根据权利要求21所述的WPT焊盘装置，还包括绕组结构，所述绕组结构包括一个或多个绕组引导件，其中所述绕组引导件将所述导体维持在绕组图案。

25. 根据权利要求24所述的WPT焊盘装置，其中所述绕组引导件维持所述绕组的每个线匝之间的间距。

26. 根据权利要求24所述的WPT焊盘装置，其中所述绕组结构包括将所述导体维持在绕组图案的柱和通道中的一者或多者。

27. 一种用于构造用于无线电力传输（“WPT”）的分数绕组的方法，包括：

提供铁氧体结构，所述铁氧体结构包括平面表面；以及

围绕中心点以螺旋型图案以平面布置缠绕导体，所述导体被布置成邻近所述铁氧体结构的所述平面表面，所述绕组包括起点，所述绕组的每个线匝邻近所述铁氧体结构的所述平面表面，所述绕组包括分数匝数，其中所述起点与从所述中心点径向延伸的径向线成的角度不同于从所述径向线测量的所述绕组的终点的角度。

28. 根据权利要求27所述的方法，其中所述导体的长度与所述绕组的电感量相关并且还

还包括：

确定绕组电感的目标量；以及

基于所述绕组的电感的所述目标量来选择所述分数匝数。

29. 根据权利要求28所述的方法，其中所述绕组的所述电感还与所述绕组的所述螺旋型图案的直径相关，并且还

包括确定所述螺旋型图案的直径以及基于所述绕组的电感的所述目标量来选择所述分数匝数。

30. 根据权利要求28所述的方法，其中所述导体缠绕在绕组结构内，所述绕组结构包括将所述绕组维持在特定形状和间距的通道和柱中的一者或多者，其中所述通道围绕所述中心点以距所述中心点的各种距离分布，从而提供所述螺旋型图案的各种直径，并且其中所述绕组结构包括所述通道和柱中的一者或多者之间的多个间隙，所述多个间隙被布置成为分数匝数提供通向所述绕组的中心区段的通路。

31. 根据权利要求30所述的方法，还包括：

用位置维持材料覆盖所述绕组结构内的所述导体，所述位置维持材料将所述绕组维持在具有分数匝数的选定螺旋型图案；以及

将所述绕组结构放置成与所述导体邻近所述铁氧体结构，其中所述导体邻近所述铁氧体结构的所述平面表面。

32. 一种无线电力传输（“WPT”）焊盘，包括：

水平屏蔽件；

铁氧体结构，所述铁氧体结构安装到所述水平屏蔽件，所述铁氧体结构包括在安装到

所述水平屏蔽件的所述铁氧体结构的表面的远侧的平面表面；

绕组，所述绕组包括围绕中心点呈螺旋型图案的以平面布置的导体，所述绕组包括中心区段，其中所述中心点位于所述中心区段内；

电容器，所述电容器位于所述绕组的所述中心区段内；

绕组绝缘体，所述绕组绝缘体位于所述绕组的导体和所述铁氧体结构之间，所述绕组绝缘体将所述导体与所述铁氧体结构电绝缘；和

电容器绝缘体，所述电容器绝缘体在所述电容器的面向所述水平屏蔽件的一侧上邻近所述电容器定位，其中所述电容器绝缘体包括将所述电容器与所述铁氧体结构和所述水平屏蔽件中的一者或多者电绝缘的材料，其中所述电容器绝缘体将热量从所述电容器传输到所述水平屏蔽件和所述铁氧体结构中的一者或多者。

33. 根据权利要求32所述的WPT焊盘，其中所述电容器绝缘体包括陶瓷印刷电路板（“PCB”）材料。

34. 根据权利要求33所述的WPT焊盘，其中所述电容器绝缘体包括氮化铝。

35. 根据权利要求32所述的WPT焊盘，其中所述绕组绝缘体包括玻璃增强环氧层压体。

36. 根据权利要求35所述的WPT焊盘，其中所述绕组绝缘体具有国家电气制造商协会（“NEMA”）阻燃剂（“FR”）等级4（“FR-4”）。

37. 根据权利要求32所述的WPT焊盘，其中所述电容器通过紧固件固定到所述水平屏蔽件，并且所述紧固件通过连接器绝缘体与所述电容器电绝缘。

38. 根据权利要求32所述的WPT焊盘，其中所述铁氧体结构包括水平屏蔽件，所述水平屏蔽件包括所述平面表面和铁氧体柱筒，所述铁氧体柱筒位于所述中心区段中并且邻近所述绕组，所述铁氧体柱筒在远离所述铁氧体结构的所述平面表面的方向上至少延伸到所述导体的厚度和所述水平屏蔽件的厚度的两倍中的一者的距离，在横向于所述平面表面的方向上测量所述厚度，其中所述铁氧体柱筒热耦合和电耦合到所述铁氧体结构的所述水平屏蔽件。

39. 根据权利要求32所述的WPT焊盘，还包括绕组结构，所述绕组结构将所述绕组的线匝分开指定距离，所述绕组结构将所述绕组的线匝彼此电绝缘并且将所述绕组的所述导体维持在所述螺旋型图案。

40. 一种用于无线电力传输（“WPT”）焊盘的绕组结构，所述绕组结构包括：

基部，所述基部包括绝缘材料；和

所述基部内的一个或多个通道以及从所述基部延伸到所述通道的顶部的高度的一个或多个柱，所述通道和所述柱被配置为将绕组的一个或多个导体维持在特定形状和间距，

其中所述通道围绕所述绕组的中心点以距所述中心点的各种距离分布，从而提供螺旋型图案的各种直径，并且

其中所述绕组结构包括所述一个或多个通道和所述一个或多个柱中的一者或多者之间的多个间隙，所述多个间隙被布置成提供通向所述绕组的中心区段的通路。

41. 根据权利要求40所述的绕组结构，还包括电容器开口，所述电容器开口的尺寸被设定用于一个或多个电容器。

42. 根据权利要求41所述的绕组结构，其中所述电容器开口位于所述中心区段中。

43. 根据权利要求40所述的绕组结构，还包括一个或多个铁氧体开口，每个铁氧体开口

的尺寸被设定用于铁氧体柱筒,其中至少一个铁氧体开口位于所述中心区段中,处于所述中心区段的外周边处以及邻近所述绕组的所述一个或多个导体。

44. 根据权利要求40所述的绕组结构,其中所述绕组结构包括一个或多个端子狭槽和每个端子狭槽内的端子,其中所述绕组的一个或多个导体各自终止在端子狭槽内的端子上,其中所述端子狭槽的长度比端子的长度更长,并且其中端子狭槽的所述端子能够在所述端子的所述端子狭槽内沿着所述端子狭槽的所述长度移动。

45. 根据权利要求40所述的绕组结构,还包括围绕所述绕组结构内的部件放置的位置维持材料,其中一旦设置所述部件的配置,就围绕所述部件放置所述位置维持材料。

46. 根据权利要求45所述的绕组结构,其中所述位置维持材料为环氧树脂。

47. 根据权利要求40所述的绕组结构,其中所述绕组结构包括尼龙。

48. 一种无线电力传输(“WPT”)焊盘,包括:

铁氧体结构;

第一绕组,所述第一绕组邻近所述铁氧体结构,所述第一绕组被布置成螺旋型图案;和

第二绕组,所述第二绕组邻近所述铁氧体结构,所述第二绕组被布置成螺旋型图案,所述第二绕组与所述第一绕组并联地缠绕,

其中所述第一绕组和所述第二绕组被布置成针对所述第一绕组和所述第二绕组的彼此相邻缠绕的部分补偿所述第一绕组和所述第二绕组之间的长度差。

49. 根据权利要求48所述的WPT焊盘,其中所述第一绕组和所述第二绕组的起点位于所述第一绕组和所述第二绕组的外部,并且所述第二绕组的所述起点在所述第一绕组的所述起点之前,并且所述第二绕组的终点在所述第一绕组的终点之后。

50. 根据权利要求49所述的WPT焊盘,其中所述第二绕组的长度等于所述第一绕组的长度。

51. 根据权利要求49所述的WPT焊盘,其中所述第一绕组的所述起点被定位成使得连接到所述第二绕组的所述终点并且横穿所述第一绕组和所述第二绕组至所述第一绕组的所述起点的导体垂直于所述第一绕组和所述第二绕组横穿以到达所述第一绕组的所述起点,并且其中所述第二绕组的所述起点被定位成使得连接到所述第二绕组的所述终点并且横穿所述第一绕组和所述第二绕组至所述第二绕组的所述起点的导体垂直于所述第一绕组和所述第二绕组横穿以到达所述第二绕组的所述起点。

52. 根据权利要求48所述的WPT焊盘,其中所述第一绕组包括第一导体和第四导体并且所述第二绕组包括第二导体和第三导体,其中:

所述第一导体为最外侧导体并且邻近所述第二导体;

所述第二导体邻近所述第三导体;并且

所述第三导体邻近所述第四导体,所述第四导体是最内侧导体。

53. 根据权利要求52所述的WPT焊盘,其中所述第一导体、所述第二导体、所述第三导体和所述第四导体的终点位于所述第一绕组和所述第二绕组的中心区段处,并且所述第一导体、所述第二导体、所述第三导体和所述第四导体的起点位于所述第一绕组和所述第二绕组的外部,并且其中所述第一导体的所述终点连接到所述第四导体的所述起点,并且所述第二导体的所述终点连接到所述第三导体的所述起点。

54. 根据权利要求52所述的WPT焊盘,其中所述第一导体、所述第二导体、所述第三导体

和所述第四导体的终点位于所述第一绕组和所述第二绕组的中心区段处,并且所述第一导体、所述第二导体、所述第三导体和所述第四导体的起点位于所述第一绕组和所述第二绕组的外部,并且其中所述第一导体的所述终点连接到第一电容器的第一端子,并且所述第一电容器的第二端子连接到所述第四导体的所述起点,并且其中所述第二导体的所述终点连接到第二电容器的第一端子,并且所述第二电容器的第二端子连接到所述第三导体的所述起点。

具有多个绕组的无线电力传输焊盘

技术领域

[0001] 本发明涉及无线电力传输,并且更具体地讲,涉及具有多个绕组和绕组之间的磁通路的无线电力传输焊盘。

背景技术

[0002] 随着无线电力传输(“WPT”)技术的增加,需要增加无线传输的功率量。部件和开关设备的实际尺寸和功率极限限制了在没有并联设备(诸如谐振转换器)的情况下可以传输的功率量。但是,并联会导致设备之间的不相等共享,这可导致不均匀的磨损和部件故障。

发明内容

[0003] 无线电力传输(“WPT”)焊盘装置包括铁氧体结构和邻近铁氧体结构的四个绕组。铁氧体结构的水平表面邻近四个绕组中的每个绕组,并且四个绕组中的每个绕组以与水平表面成平面的水平图案缠绕。四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。

附图说明

[0004] 为了使本发明的优点易于理解,将通过参考附图中所示的具体实施方案来呈现上文简要描述的本发明的更具体地说明。应理解这些附图仅示出了本发明的典型实施方案而不该视为对其范围的限制,通过使用附图将更为具体详尽地描述和阐明本发明,其中:

[0005] 图1是示出具有低电压无线电力传输(“WPT”)焊盘的一个实施方案的示意性框图;

[0006] 图2A是示出电源转换器装置的一个实施方案的示意性框图;

[0007] 图2B是示出电源转换器装置的一个实施方案的示意性框图,该电源转换器装置具有向一个或多个WPT焊盘和/或绕组的绕组馈电的多个谐振转换器;

[0008] 图3A是示出了向负载馈电的次级电路的一个实施方案的示意性框图;

[0009] 图3B是示出向若干次级电路馈电的次级焊盘的若干绕组的一个实施方案的示意性框图,这些次级电路向负载馈电;

[0010] 图4是示出低电压WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图;

[0011] 图5是示出具有两个并联绕组的低电压WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图;

[0012] 图6是示出具有四个绕组的WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图,其中移除铁氧体结构;

[0013] 图7是示出具有四个绕组的WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图,其中包括铁氧体结构;

[0014] 图8是示出初级焊盘和次级焊盘的横截面的一个实施方案的示意性框图,每个焊盘具有铁氧体柱筒和垂直屏蔽件;

[0015] 图9是示出四绕组WPT焊盘的简化铁氧体结构和垂直屏蔽件的一个实施方案的示意性框图,描绘了杂散电磁场的分流;

- [0016] 图10是示出具有电容器的绕组的中心区段的一个实施方案的示意性框图；并且
- [0017] 图11是示出引导绕组内的导体的绕组结构的一个实施方案的示意性框图；
- [0018] 图12是示出分数绕组的一个实施方案的示意性框图；
- [0019] 图13A是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的四个导体的绕组的一个实施方案的示意性框图，其中绕组包括绕组之间的电容器；
- [0020] 图13B是示出图13A的绕组的简化示意性框图；
- [0021] 图13C是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的四个导体的绕组的一个实施方案的示意性框图；
- [0022] 图13D是示出图13C的绕组的简化示意性框图；并且
- [0023] 图14是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的两个绕组的绕组的一个实施方案的示意性框图，其中调整绕组起点和终点以补偿长度变化。

具体实施方式

[0024] 在整个本说明书中所提到的“一个实施方案”、“实施方案”或类似语句意是指结合该实施方案所述的具体特征、结构或特性包括在至少一个实施方案中。因此，在整个本说明书中，短语“在一个实施方案中”、“在实施方案中”和类似语句的出现可(但不一定)全部指同一实施方案，但是指“一个或多个(但不是所有)实施方案”，除非另外明确地指出。术语“包括”、“包含”、“具有”及其变型形式是指“包括但不限于”，除非另外明确地指出。枚举的项目的列表并非暗示项目中的任何或所有项目互相排斥和/或互相包含，除非另外明确地指出。术语“一个”、“一种”和“该”也指“一个或多个”，除非另外明确地指出。

[0025] 此外，本发明所述的特征、结构或特性可在一个或多个实施方案中以任何合适的方式结合。在以下的说明中，提供了许多具体细节，诸如编程示例、软件模块、用户选择、网络事务处理、数据库查询、数据库结构、硬件模块、硬件电路、硬件芯片等以便于彻底理解本发明的实施方案。然而，相关领域的技术人员应该认识到本发明可在没有在一个或多个具体细节，或在用其他方法、部件、材料等的情况下实施。在其他情况下，众所周知的结构、材料或操作没有被详细地展示或描述，以避免使本发明各方面含混不清。

[0026] 包括在本文中的示意性流程图通常阐述为逻辑流程图。同样地，描述的顺序和标记的步骤指示所展示的方法的一个实施方案。可设想与所示方法的一个或多个步骤或其部分在功能、逻辑或作用上等同的其他步骤和方法。另外，所采用的格式和符号被设置成解释方法的逻辑步骤，并且不应理解为对方法范围的限制。虽然在流程图中可采用各种箭头类型和线条类型，但是它们不应理解为是对该相应方法范围的限制。实际上，可使用一些箭头或其他连接头来仅指示方法的逻辑流程。例如，箭头可指示在所述方法所列举的步骤之间，未指定持续时间的等待或监控周期。另外，具体方法所进行的顺序可以严格遵循也可以不严格遵循所示的相应步骤的顺序。

[0027] 无线电力传输(“WPT”)焊盘装置包括铁氧体结构和邻近铁氧体结构的四个绕组。铁氧体结构的水平表面邻近四个绕组中的每个绕组，并且四个绕组中的每个绕组以与水平表面成平面的水平图案缠绕。四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。

[0028] 在一些实施方案中，对于四个绕组中的相邻绕组，铁氧体结构包括磁通路。在其他实施方案中，四个绕组中的相邻绕组之间的铁氧体通路具有用于为相邻绕组所生成的电磁

场提供低阻抗、不饱和磁通路的厚度和宽度。在其他实施方案中,铁氧体结构包括中心区段中的开口,其中中心区段位于二乘二正方形图案的中心处,并且中心区段在四个绕组中的每个绕组的外部。

[0029] 在一些实施方案中,WPT焊盘装置包括在铁氧体结构外部的竖直屏蔽件,该竖直屏蔽件被定位成使在与铁氧体结构的水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流。在其他实施方案中,竖直屏蔽件包括横向于铁氧体结构的水平表面定向的金属结构。在其他实施方案中,竖直屏蔽件具有宽度,其中在横向于铁氧体结构的水平表面的方向上测量宽度。宽度至少包括铁氧体结构的边缘的厚度和绕组的厚度。在其他实施方案中,竖直屏蔽件包括在铁氧体结构的每个拐角处的开口。

[0030] 在一些实施方案中,水平表面包括第一水平表面,并且WPT焊盘装置还包括定位在铁氧体结构的第二水平表面上的水平屏蔽件。第二水平表面在第一水平表面的远侧并且与第一水平表面成平面。在其他实施方案中,水平屏蔽件包括金属板,并且水平屏蔽件将由四个绕组生成并且辐射通过水平屏蔽件的电磁场的强度减小到低于指定极限。在其他实施方案中,铁氧体结构热耦合到水平屏蔽件,其中在四个绕组中的每个绕组中以及在铁氧体结构中生成的热量被传输到水平屏蔽件。在其他实施方案中,WPT焊盘装置包括铁氧体结构外部的竖直屏蔽件。竖直屏蔽件耦合到水平屏蔽件并且在铁氧体结构和四个绕组的方向上在横向于水平屏蔽件的方向上延伸。

[0031] 在一些实施方案中,四个绕组中的每个绕组包括从绕组中心区段的边缘开始并远离中心区段扩展的螺旋图案。中心区段具有在绕组的中心处没有导体的区域。在其他实施方案中,四个绕组中的每个绕组包括并联缠绕的两个或更多个绕组区段,并且每个绕组区段连接到位于绕组的中心区段处的电容器。在其他实施方案中,每个绕组的中心区段包括铁氧体柱筒,该铁氧体柱筒耦合到铁氧体结构的水平表面并且在横向于水平表面的方向上至少延伸与中心区段相关联的绕组的厚度。

[0032] 在一些实施方案中,四个绕组中的每个绕组包括导体,其中每个导体具有多个股线。股线彼此电隔离,并且导体具有宽边和窄边。导体的宽边横向于水平表面定向。在其他实施方案中,导体是利兹线。

[0033] 另一个WPT焊盘装置包括铁氧体结构和邻近铁氧体结构的四个绕组。铁氧体结构的水平表面邻近四个绕组中的每个绕组。四个绕组中的每个绕组以与水平表面成平面的水平图案缠绕。四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置,并且对于四个绕组中的相邻绕组,铁氧体结构包括磁通路。四个绕组中的相邻绕组之间的铁氧体通路具有用于为相邻绕组所生成的电磁场提供低阻抗、不饱和磁通路的厚度和宽度。铁氧体结构包括中心区段中的开口,其中中心区段位于二乘二正方形图案的中心处,并且中心区段在四个绕组中的每个绕组的外部。

[0034] 在一些实施方案中,WPT焊盘装置包括在铁氧体结构外部的竖直屏蔽件,该竖直屏蔽件被定位成使在与铁氧体结构的水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流。在其他实施方案中,WPT焊盘装置包括铁氧体柱筒,该铁氧体柱筒在每个绕组的中心区段中耦合到铁氧体结构的水平表面,并且在横向于水平表面的方向上至少延伸与中心区段相关联的绕组的厚度。

[0035] WPT系统包括具有谐振转换器或交流(“AC”)到直流(“DC”)转换器的第一级。第一

级被配置为将电力无线传输到车辆上的第二级。WPT系统包括WPT焊盘装置,该WPT焊盘装置从第一级接收电力并且将电力无线传输到第二级的次级焊盘。WPT焊盘装置包括铁氧体结构和邻近铁氧体结构的四个绕组。铁氧体结构的水平表面邻近四个绕组中的每个绕组,并且四个绕组中的每个绕组以与水平表面成平面的水平图案缠绕。四个绕组以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。

[0036] 另一个WPT焊盘装置包括具有水平表面的铁氧体结构和具有导体的绕组。导体具有长边和窄边。长边横向于铁氧体结构的水平表面定向,并且窄边与水平表面成平面。绕组的导体以螺旋型配置缠绕。

[0037] 在一些实施方案中,导体具有矩形形状并且具有两个平行长边和两个平行窄边。在其他实施方案中,导体具有多个股线,其中股线彼此电隔离。在其他实施方案中,WPT焊盘装置包括具有一个或多个绕组引导件的绕组。绕组引导件将导体维持在绕组图案。在其他实施方案中,绕组引导件维持绕组的每个线匝之间的间距。在其他实施方案中,绕组结构包括将导体维持在绕组图案的柱和/或通道。

[0038] 用于构造用于无线电力传输的分数绕组的方法包括提供具有平面表面的铁氧体结构,以及围绕中心点以螺旋型图案按照平面布置缠绕导体。导体被布置成邻近铁氧体结构的平面表面。绕组具有起点,并且绕组的每个线匝邻近铁氧体结构的平面表面。绕组包括分数匝数,其中起点与从中心点径向延伸的径向线成的角度不同于从径向线测量的绕组的终点的角度。

[0039] 在一些实施方案中,导体的长度与绕组的电感量相关,并且方法包括确定绕组电感的目标量以及基于绕组的电感的目标量来选择分数匝数。在一些实施方案中,绕组的电感还与绕组的螺旋型图案的直径相关,并且方法包括确定螺旋型图案的直径以及基于绕组的电感的目标量来选择分数匝数。在其他实施方案中,导体缠绕在绕组结构内,该绕组结构具有将绕组维持在特定形状和间距的通道和/或柱。通道围绕中心点以距中心点的各种距离分布,从而提供螺旋型图案的各种直径,并且绕组结构具有通道和/或柱之间的多个间隙,该多个间隙被布置成为分数匝数提供通向绕组的中心区段的通路。在其他实施方案中,方法包括:用位置维持材料覆盖绕组结构内的导体,该位置维持材料将绕组维持在具有分数匝数的选定螺旋型图案;以及邻近铁氧体结构放置具有导体的绕组结构,其中导体邻近铁氧体结构的平面表面。

[0040] WPT焊盘包括:水平屏蔽件;安装到水平屏蔽件的铁氧体结构,其中该铁氧体结构具有在安装到水平屏蔽件的铁氧体结构的表面的远侧的平面表面;以及绕组,该绕组具有围绕中心点以螺旋型图案的以平面布置的导体,其中绕组具有中心区段,其中中心点位于中心区段内。WPT焊盘包括:电容器,该电容器位于绕组的中心区段内;绕组绝缘体,该绕组绝缘体位于绕组的导体和铁氧体结构之间,其中绕组绝缘体将导体与铁氧体结构电绝缘;以及电容器绝缘体,该电容器绝缘体在电容器的面向水平屏蔽件的一侧上邻近电容器定位。电容器绝缘体包括将电容器与铁氧体结构和/或水平屏蔽件电绝缘的材料。电容器绝缘体将热量从电容器传输到水平屏蔽件和铁氧体结构中一者或多者。

[0041] 在一些实施方案中,电容器绝缘体包括陶瓷印刷电路板(“PCB”)材料。在其他实施方案中,电容器绝缘体包括氮化铝。在其他实施方案中,绕组绝缘体包括玻璃增强环氧层压体。在其他实施方案中,绕组绝缘体具有国家电气制造商协会(“NEMA”)阻燃剂(“FR”)等级4

(“FR 4”)。在其他实施方案中,电容器通过紧固件固定到水平屏蔽件,并且紧固件通过连接器绝缘体与电容器电绝缘。

[0042] 在一些实施方案中,铁氧体结构具有水平屏蔽件和铁氧体柱筒,该水平屏蔽件具有平面表面。铁氧体柱筒位于中心区段中并且邻近绕组。铁氧体柱筒在远离铁氧体结构的平面表面的方向上至少延伸到导体的厚度或水平屏蔽件的厚度的两倍的距离。在横向于平面表面的方向上测量厚度。铁氧体柱筒热耦合和电耦合到铁氧体结构的水平屏蔽件。在其他实施方案中,WPT焊盘包括绕组结构,该绕组结构将绕组的线匝分开指定距离。绕组结构将绕组的线匝彼此电绝缘,并且将绕组的导体维持在螺旋型图案。

[0043] 一种用于WPT焊盘的绕组结构包括具有绝缘材料的基部以及基部内的通道和/或从基部延伸到通道的顶部的高度一个或多个柱。通道和柱被配置为将绕组的一个或多个导体维持在特定形状和间距。通道围绕绕组的中心点以距中心点的各种距离分布,从而提供螺旋型图案的各种直径,并且绕组结构包括一个或多个通道和/或一个或多个柱之间的多个间隙。多个间隙被布置成提供通向绕组的中心区段的通路。

[0044] 在一些实施方案中,绕组结构包括电容器开口。电容器开口的尺寸被设定用于一个或多个电容器。在其他实施方案中,电容器开口位于中心区段中。在其他实施方案中,绕组结构包括一个或多个铁氧体开口。每个铁氧体开口的尺寸被设定用于铁氧体柱筒。至少一个铁氧体开口位于中心区段中,处于中心区段的外周边处以及邻近绕组的一个或多个导体。在其他实施方案中,绕组结构包括一个或多个端子狭槽和每个端子狭槽内的端子。绕组的一个或多个导体各自终止在端子狭槽内的端子上。端子狭槽的长度比端子的长度更长,并且端子狭槽的端子能够在端子的端子狭槽内沿着端子狭槽的长度移动。

[0045] 在一些实施方案中,绕组结构包括围绕绕组结构内的部件放置的位置维持材料,其中一旦设置部件的配置,就围绕部件放置位置维持材料。在其他实施方案中,位置维持材料为环氧树脂。在其他实施方案中,绕组结构包括尼龙。

[0046] 另一个WPT焊盘包括铁氧体结构;邻近铁氧体结构的第一绕组,其中第一绕组被布置成螺旋型图案;以及邻近铁氧体结构的第二绕组。第二绕组以螺旋型图案布置,并且第二绕组与第一绕组并联地缠绕。第一绕组和第二绕组被布置成针对第一绕组和第二绕组的彼此相邻缠绕的部分补偿第一绕组和第二绕组之间的长度差。

[0047] 在一些实施方案中,第一绕组和第二绕组的起点位于第一绕组和第二绕组的外部,并且第二绕组的起点在第一绕组的起点之前,并且第二绕组的终点在第一绕组的终点之后。在其他实施方案中,第二绕组的长度等于第一绕组的长度。在其他实施方案中,第一绕组的起点被定位成使得连接到第二绕组的终点并且横穿第一绕组和第二绕组至第一绕组的起点的导体垂直于第一绕组和第二绕组横穿以到达第一绕组的起点,并且第二绕组的起点被定位成使得连接到第二绕组的终点并且横穿第一绕组和第二绕组至第二绕组的起点的导体垂直于第一绕组和第二绕组横穿以到达第二绕组的起点。

[0048] 在一些实施方案中,第一绕组包括第一导体和第四导体并且第二绕组包括第二导体和第三导体。第一导体为最外侧导体并且邻近第二导体,第二导体邻近第三导体,并且第三导体邻近第四导体,第四导体是最内侧导体。在其他实施方案中,第一导体、第二导体、第三导体和第四导体的终点位于第一绕组和第二绕组的中心区段处,并且第一导体、第二导体、第三导体和第四导体的起点位于第一绕组和第二绕组的外部。第一导体的终点连接到

第四导体的起点,并且第二导体的终点连接到第三导体的起点。在其他实施方案中,第一导体、第二导体、第三导体和第四导体的终点位于第一绕组和第二绕组的中心区段处,并且第一导体、第二导体、第三导体和第四导体的起点位于第一绕组和第二绕组的外部。第一导体的终点连接到第一电容器的第一端子,并且第一电容器的第二端子连接到第四导体的起点。第二导体的终点连接到第二电容器的第一端子,并且第二电容器的第二端子连接到第三导体的起点。

[0049] 图1是示出具有低电压WPT焊盘的WPT系统100的一个实施方案的示意性框图。WPT系统100包括由间隙108分开的电源转换器装置104和次级接收器装置106,以及负载110,它们将在下文描述。

[0050] WPT系统100包括电源转换器装置104,该电源转换器装置从电源112接收电力并且跨间隙108将电力传输到次级接收器装置106,该次级接收器装置将电力传输到负载110。在一个实施方案中,电源转换器装置104可以被称为开关功率转换器,并且包括谐振转换器118,该谐振转换器从DC总线116接收直流(“DC”)电压。

[0051] 在一个实施方案中,电源112向DC总线116提供DC电力。在另一个实施方案中,电源112是交流(“AC”)电源,例如来自建筑物电力系统、来自公用设施、来自发电机等,并且电源转换器装置104包括整流形式,以向DC总线116提供DC电力。例如,整流可以是功率因数校正和整流电路114的形式。在该实施方案中,功率因数校正和整流电路114可以包括有源功率因数校正电路,诸如开关电源转换器。功率因数校正和整流电路114也可以包括全桥、半桥整流器或其他整流电路,其可以包括二极管、电容器、电涌抑制器等。

[0052] 谐振转换器118可以由初级控制器120控制,该初级控制器可以改变谐振转换器118内的参数,诸如传导时间、传导角、占空比、开关等。初级控制器120可以从电源转换器装置104内或与之相关联的传感器和位置检测装置122接收信息。初级控制器120还可以从次级接收器装置106无线地接收信息。

[0053] 电源转换器装置104包括从谐振转换器118接收电力的初级焊盘126(即初级WPT焊盘)。在所描绘的实施方案中,初级焊盘126包括四个绕组,其也可被称为“焊盘”。为了支持绕组,电源转换器装置104可包括多个谐振转换器118。在一个实施方案中,谐振转换器118和初级焊盘126的部分形成谐振电路,该谐振电路使得能够在间隙108上进行有效无线电力传输。在另一个实施方案中,电源转换器装置104包括不是谐振转换器的开关电源转换器。在一些实施方案中,间隙108包括气隙,但是也可以部分地或全部地包括其他物质。例如,在初级焊盘126位于道路上的情况下,间隙108除了位于次级接收器装置106中的初级焊盘126和次级焊盘128之间的空气、雪、水等之外还可以包括正好在初级焊盘126的绕组上方的树脂、沥青、混凝土、或其他材料。

[0054] 次级接收器装置106包括连接至将电力输送至负载110的次级电路130的次级焊盘128(即,次级WPT焊盘)。在所描绘的实施方案中,次级焊盘128可包括多个绕组,其也可被称为“焊盘”。每个绕组可向单独的次级电路130馈电。次级接收器装置106还可以包括次级去耦控制器132,该次级去耦控制器控制次级电路130并还可以与耦合到电源转换器装置104的传感器和/或位置检测装置136以及无线通信装置134通信。

[0055] 在一个实施方案中,次级接收器装置106和负载110是车辆140的一部分,该部分从电源转换器装置104接收电力。负载110可以包括电池138、马达、电阻负载、电路或其他电负

载。例如，WPT系统100可以将电力传输到便携式计算机、消费电子设备、工业负载或将从无线地接收电力中受益的其他便携式负载。

[0056] 在一个实施方案中，次级电路130包括谐振电路的一部分，该部分与次级焊盘128相互作用并被设计为以谐振频率接收电力。在另一个实施方案中，次级电路130包括不是谐振电路的电源调节电路。次级电路130还可以包括整流电路，诸如全桥整流器、半桥整流器等。在另一个实施方案中，次级电路130包括某种类型的电源转换器，该电源转换器从谐振电路/整流器接收电力并有源地控制到负载110的电力。例如，次级电路130可以包括开关电源转换器。在另一个实施方案中，次级电路130包括无源部件，并且通过调整电源转换器装置104中的电力来控制到负载110的电力。在另一个实施方案中，次级电路130包括可接收和传输电力的有源整流器电路。本领域的技术人员将认识到适于从次级焊盘128接收电力并将电力输送给负载110的其他形式的次级电路130。

[0057] 在一个实施方案中，谐振转换器118包括有源开关区段，该有源开关区段耦合到谐振电路，该谐振电路由谐振转换器118和初级焊盘126的部件形成。参照图2A和图2B更详细地描述了谐振转换器118。

[0058] 图2A是示出电源转换器装置104的一个实施方案200的示意性框图。电源转换器装置104连接到电源112并包括连接到DC总线116的功率因数校正和整流电路114，从而向连接到初级焊盘126的谐振转换器118馈电，如关于图1的WPT系统100所述。

[0059] 谐振转换器118包括开关模块202和调谐区段204。在一个实施方案中，开关模块202包括被配置为连接DC总线116并连接到地的四个开关。通常，开关S1和S3闭合，而开关S2和S4断开，反之亦然。当开关S1和S3闭合时，DC总线116通过电感器L1a连接到调谐区段204的正连接，并且地通过电感器L1b连接到调谐区段204的负连接，同时开关S2和S4断开。当开关S2和S4闭合时，地连接到调谐区段204的正端子，并且DC总线116连接到调谐区段204的正连接。因此，开关模块交替地将DC总线116和地连接到调谐区段204，从而模拟AC波形。由于谐波，AC波形通常不完美。

[0060] 通常，开关S1-S4是半导体开关，诸如金属氧化物半导体场效应晶体管（“MOSFET”）、结型栅场效应晶体管（“JFET”）、双极结型晶体管（“BJT”）、绝缘栅双极晶体管（“IGBT”）等。开关S1-S4通常包括在施加负电压时进行传导的体二极管。在一些实施方案中，断开和闭合开关S1-S4的定时被改变以实现各种操作模式，诸如零电压开关。

[0061] 谐振转换器118的调谐区段204和初级焊盘126基于所选择的拓扑而设计。例如，谐振转换器118和初级焊盘126可以形成电感器-电容器-电感器（“LCL”）负载谐振转换器、串联谐振转换器、并联谐振转换器等。图2A中描绘的实施方案包括LCL负载谐振转换器。

[0062] 谐振转换器包括形成谐振频率的电感和电容。当调谐区段204的开关频率处于或接近谐振频率时，调谐区段204和初级焊盘126的电压通常增加到高于DC总线116的电压的电压电平。例如，如果DC总线116的电压是1千伏（“kV”），则调谐区段204和谐振转换器118中的电压可以是3kV或更高。高电压要求部件额定值、绝缘额定值等足够高以达到预计的电压。

[0063] 初级焊盘126包括电容器C3和电感器L_p，而调谐区段204包括串联电容器C2。电容器C2和C3相加以提供特定电容，该特定电容与电感器L_p形成谐振频率。在一些实施方案中，电源转换器装置104在调谐区段204中或在初级焊盘126中包括单个串联电容器。虽然图2A

聚焦于谐振转换器118和初级焊盘126,但是次级接收器装置106包括次级焊盘128和次级电路130,该次级电路通常包括调谐区段204,其中次级焊盘128的电感和次级电路130的调谐区段204的电容形成谐振频率,并且次级焊盘128和次级电路130具有类似于初级焊盘126和谐振转换器118的电压问题。在其他实施方案中,调谐区段204和初级焊盘126不被设计为产生谐振,而是调节来自开关模块202的电压。例如,调谐区段204可在不对开关频率进行滤波的情况下滤除谐波内容。

[0064] 图2B是示出电源转换器装置104的一个实施方案201的示意性框图,该电源转换器装置具有向一个或多个初级焊盘126的绕组126a-d馈电的多个谐振转换器118a-d。图2B以单线图格式呈现。本领域的技术人员将认识到,元件之间的每条线表示两个或更多个导体。电源112、功率因数校正和整流电路114以及DC总线116基本上类似于图2A的实施方案200中所述的那些。电源转换器装置104包括四个谐振转换器118a-d(一般地或单独地“118”),其中每个谐振转换器118包括开关模块202并且可包括调谐区段204。每个谐振转换器118向初级焊盘126的绕组(例如,126a)馈电,该初级焊盘可包括多个绕组126a-d。谐振转换器(例如,118a)可向单独初级焊盘126馈电。

[0065] 图3A是示出向负载110馈电的次级电路130的一个实施方案300的示意性框图。次级焊盘128向次级电路130内的调谐区段302馈电,并且调谐区段302向次级电路130内的整流区段304馈电,该整流区段向负载110馈电。

[0066] 次级焊盘128包括布置成从初级焊盘126接收电力的一个或多个绕组。次级焊盘128可以包括铁氧体结构和以有效地从初级焊盘126接收电力的图案布置的绕组。在一个实施方案中,次级焊盘128是传输电力的初级焊盘126的镜像。在另一实施方案中,次级焊盘128不同于初级焊盘126。通常,次级焊盘128包括由于次级焊盘128的绕组和铁氧体结构而形成的电感 L_s 。在一个实施方案中,次级焊盘128包括电容器C4。

[0067] 调谐区段302包括被布置为与具有谐振频率的次级焊盘128形成谐振电路的一个或多个电容器C5、C6和电感器L2a、L2b。在一些实施方案中,不存在电容器C6。在一个实施方案中,谐振频率与传输电力的初级焊盘126的谐振频率匹配。通常,在次级焊盘128的电感器 L_s 与次级焊盘128和/或调谐区段302的串联电容器C4和C5之间形成谐振频率。在一些实施方案中,次级焊盘128或调谐区段302包括单个串联电容器C4或C5。其他电容器(例如,C6)和电感器(例如,L2a、L2b)可以形成低通滤波器,以减小谐振频率下的电压纹波。在其他实施方案中,在整流区段304中的整流元件之后包括低通滤波器。例如,可以包括电容器C7。本领域技术人员将认识到调谐区段302的与次级焊盘128形成谐振槽并将能量传递至整流区段304或另一个合适电路的其他配置。

[0068] 整流区段304包括二极管、开关或其他整流元件,以将交流(“AC”)电力转换为直流(“DC”)电力。图3中描绘的整流区段304包括具有四个二极管D1-D4的全桥整流器。在一些实施方案中,二极管D1-D4被有源元件(诸如,开关)代替,有源元件可以用于减少谐波、减少功耗等。例如,整流区段304可包括控制到负载110的输出电压的开关电源转换器。

[0069] 在一个实施方案中,负载110是电池138。在其他实施方案中,负载110可以包括其他部件,诸如马达、电阻性负载、电子设备等。在一个实施方案中,次级焊盘128、次级电路130和负载110是车辆140的一部分。在其他实施方案中,次级焊盘128、次级电路130和负载110是计算设备、智能电话等的一部分。

[0070] 图3B是示出向若干次级电路130a-d馈电的次级焊盘128的若干绕组128a-d的一个实施方案301的示意性框图,这些次级电路向负载110馈电。在一个实施方案中,次级电路130a-d在壳体306中并且向次级DC总线308馈电,该次级DC总线向负载110馈电。具有多个绕组128a-d的次级焊盘128有利于增加功率电平,并且多个绕组128a-d也可用于确定对准。在下文中更详细地讨论多绕组焊盘126、126。

[0071] 图4是示出低电压WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图。在该实施方案中,电容Cs已经分布在五个电容器Cs1、Cs2、Cs3、Cs4和Cs5中。初级焊盘126的形成电感的绕组被划分为四个区段:Lp1、Lp2、Lp3、Lp4。如图所示,电容器Cs2、Cs3、Cs4和Cs5分布在绕组区段之间。尽管示出了五个电容器和四个绕组区段,但是本领域的技术人员将认识到可以使用其他数量的电容器和绕组区段。此外,低电压WPT焊盘可用于初级焊盘或次级焊盘。

[0072] 图5是示出具有并联绕组的低电压WPT焊盘的一个实施方案的示意性框图。在该实施方案中,电容Cs已分布在两个并联绕组中。第一绕组包括三个电容器Cs1a、Cs2a和Cs3a。初级焊盘126的形成电感的第一绕组被划分为两个区段:Lp1a和Lp2a。在第一绕组中,如图所示,电容器Cs1a、Cs2a和Cs3a分布在绕组区段之间。第二并联绕组包括三个电容器Cs1b、Cs2b和Cs3b。初级焊盘126的形成电感的第二绕组被划分为两个区段:Lp1b和Lp2b。在第二绕组中,如图所示,电容器Cs1b、Cs2b和Cs3b分布在绕组区段之间。尽管示出了六个电容器和四个绕组区段,但是本领域的技术人员将认识到可以使用其他数量的电容器和绕组区段。此外,虽然绕组被描绘为并联连接,但在其他实施方案中,每个绕组可由单独的谐振转换器118馈电。在另一个实施方案中,绕组串联连接。低电压WPT焊盘可用于初级焊盘或次级焊盘。

[0073] 图6是示出具有四个绕组602a、602b、602c、602d(一般地或统称为“602”)的WPT焊盘126、128的一个实施方案600的示意性框图,其中移除铁氧体结构。每个绕组602被配置为类似于图5中描绘的绕组,其中电容器Cs1a、Cs2a和Cs3a位于一个绕组上并且Cs1b、Cs2b和Cs3b位于另一个绕组上,但也设想其他配置(诸如图4的实施方案400、没有居间电容器的绕组602等),并且铁氧体结构、竖直屏蔽件、水平屏蔽件、以二乘二图案的四个绕组602等适用于各种绕组配置。绕组602中的导体604被描绘为电感(即,Ls1a)未被具体指出的线。每个绕组602包括铁氧体柱筒606,该铁氧体柱筒是邻近绕组602的导体604的铁氧体区段。关于图8更详细地描述了铁氧体柱筒606。连接点608被描绘为正方形框。每个绕组602a、602b、602c、602d被配置为相同的,因此为了清楚起见,仅标记第一绕组602a。

[0074] 四个绕组602由竖直屏蔽件610围绕。每个竖直屏蔽件610位于铁氧体结构的外部,并且被定位成使在与铁氧体结构的水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流。相对于图7和图8更详细地描述竖直屏蔽件610。

[0075] 在一个实施方案中,四个绕组602a-d中的每个绕组从绕组中心区段的边缘开始并远离中心区段扩展地以螺旋图案缠绕。中心区段是在绕组(例如,602a)的中心处没有导体的区域。在一个实施方案中,螺旋为阿基米德螺旋。在另一个实施方案中,螺旋是修改的阿基米德螺旋,其不是纯圆形的,而是包括用于容纳铁氧体柱筒606、便利物等的直线区段或其他修改。

[0076] 图7是示出具有四个绕组602的WPT焊盘126、128的实施方案600的示意性框图,其中针对每个绕组602a、602b、602c、602d包括铁氧体结构702a、702b、702c、702d(一般地或统

称为“702”)。四个绕组602a-d邻近铁氧体结构702,其中铁氧体结构702的水平表面邻近四个绕组602a-d中的每个绕组。四个绕组602a-d中的每个绕组以与水平表面成平面的水平图案缠绕。四个绕组602a-d以二乘二正方形图案布置成北-南-北-南极性布置。

[0077] 第一绕组602a的铁氧体结构702a被配置为磁连接到每个相邻绕组602b、602d的铁氧体结构702b、702d以在每个绕组602之间创建低阻抗磁通路。在一个实施方案中,四个绕组602中的相邻绕组(例如,602a、602b)之间的铁氧体通路具有用于为相邻绕组602a、602b所生成的电磁场提供低阻抗、不饱和磁通路的厚度和宽度。例如,铁氧体结构702的尺寸可针对通过WPT焊盘126、128无线传输的功率量被设定成对于绕组602所生成的预期电磁场不饱和。

[0078] 在一个实施方案中,所得的铁氧体结构702包括被定位成相邻以允许从一个绕组(例如,602a)到另一个绕组(例如,602b)的低阻抗磁通路的四个单独铁氧体结构702a-d。例如,铁氧体结构702a-d可以接触或彼此非常靠近地定位。在另一个实施方案中,铁氧体结构702被构造为一体结构。铁氧体结构702可以是单件铁氧体或者可以由铁氧体块或类似的铁氧体件构造。

[0079] 在一个实施方案中,所得铁氧体结构702包括中心区段704中的开口,其中中心区段704位于绕组602的二乘二正方形图案的中心处并且中心区段在四个绕组602a-d中的每个绕组的外部。通常,在中心区段704中具有开口比放置在中心区段704中的铁氧体更具成本效益。与铁氧体的成本相比,在中心区段704中具有铁氧体可几乎不提供益处。在另一个实施方案中,中心区段704包括铁氧体。

[0080] 实施方案600包括位于铁氧体结构702外部的竖直屏蔽件610,该竖直屏蔽件被定位成使在与铁氧体结构702的水平表面成水平的方向上辐射的电磁场分流。在一个实施方案中,竖直屏蔽件610包括横向于铁氧体结构702的水平表面定向的金属板。在另一个实施方案中,竖直屏蔽件610在绕组602a-d和/或铁氧体结构702的每个拐角处具有开口706,如图所示。如图所示,竖直屏蔽件610可仅沿着绕组602的边缘的一部分延伸。

[0081] 图6和图7中的每个绕组的外部是绕组结构612,该绕组结构可用于支撑绕组、铁氧体柱筒606、连接点608等。在一些实施方案中,绕组结构612是非磁性的。在一些实施方案中,绕组结构612是刚性的并且包括通道、脊、压痕等以支撑绕组602的各种部件。在一些实施方案中,绕组结构612提供部件之间的绝缘,并且具有针对初级焊盘126或次级焊盘128上预期的电压足够的电介质击穿。在一些实施方案中,绕组结构612为刚性材料(诸如尼龙)。在一个实施方案中,绝缘层(未示出)放置在绕组602与铁氧体结构702之间。例如,绝缘层可符合国家电气制造商协会(“NEMA”)LI1-1998规范的FR-4标准,并且可为玻璃增强环氧层压体或其他类似材料。

[0082] 在一个实施方案中,绕组602各自包括导体604,该导体包括多个股线。在一个实施方案中,导体604的每个股线与导体604内的其他股线电隔离,例如以使集肤效应最小化。在一些实施方案中,导体604是利兹线。在其他实施方案中,导体604不是利兹线,而是处于其他配置。例如,导体604可包括被配置为减小集肤效应的一个或多个铜或其他导电金属的股线,并且可被配置为柔韧的。在一个实施方案中,利兹线包括导体的细股线,并且股线中的一些可缠绕和/或织造在一起。在一个实施方案中,利兹线成形为具有宽边和窄边的矩形形状。利兹线可在横向于宽边的方向上更容易弯曲。在一个实施方案中,利兹线的宽边横向于

铁氧体结构702的水平表面定向,这可有助于比如果利兹线以宽边朝向铁氧体结构702的水平表面定向的情况更紧密的弯曲。在一个实施方案中,利兹线放置在绕组结构612中的通道中以维持特定的图案、间距等。在另一个实施方案中,绕组结构612包括延伸部、柱、引导件等以有助于利兹线的特定图案、间距等。

[0083] 在一个实施方案中,竖直屏蔽件610邻近和/或连接到水平屏蔽件(未示出),该水平屏蔽件邻近铁氧体结构702定位,其中铁氧体结构702在水平屏蔽件和绕组602之间。在另一个实施方案中,竖直屏蔽件610耦合到水平屏蔽件。在另一个实施方案中,竖直屏蔽件610邻近水平屏蔽件,但不耦合到水平屏蔽件。在一个实施方案中,水平屏蔽件延伸超过铁氧体结构702和绕组602,并且可放置在铁氧体结构702和次级焊盘128的车辆140之间,或者放置在铁氧体结构702和初级焊盘126下方的地之间。在一个实施方案中,水平屏蔽件热耦合和/或电耦合到铁氧体结构702。水平屏蔽件可为单个结构或可分成多个水平屏蔽件,例如针对每个绕组602a-d的水平屏蔽件708。作为单个板的水平屏蔽件可有利于防止水或另一种物质穿过水平屏蔽件到达铁氧体结构702和/或绕组602。参考图8的实施方案800更详细地描述水平屏蔽件。

[0084] 图8是示出初级焊盘126和次级焊盘128的横截面的一个实施方案800的示意性框图,每个焊盘具有铁氧体柱筒606和竖直屏蔽件610。实施方案800基本上类似于图6和图7所描绘的实施方案600。

[0085] 初级焊盘126和次级焊盘128中的每一者包括水平屏蔽件802以及位于水平屏蔽件802的端部上的竖直屏蔽件610。在实施方案800中,铁氧体结构702和绕组602的导体604与竖直屏蔽件610分开。在另一个实施方案中,竖直屏蔽件610邻近铁氧体结构702和/或导体604。例如,竖直屏蔽件610可以放置在车辆140的侧面内,以最小化超过人可能站立在的车辆140的杂散电磁场。

[0086] 可连同竖直屏蔽件的位置一起选择竖直屏蔽件610的宽度(在横向于水平屏蔽件802的方向上从水平屏蔽件802测量)、厚度和材料以维持电磁场强度低于人所位于的指定极限,诸如政府标准。此外,可选择水平屏蔽件802的厚度、尺寸和材料以将电磁场强度减小到低于人所位于的指定极限。在一个实施方案中,竖直屏蔽件610和/或水平屏蔽件802包括金属材料,诸如铝。本领域的技术人员将认识到适用于竖直屏蔽件610和/或水平屏蔽件802的其他金属材料。

[0087] 在一个实施方案中,初级焊盘126和次级焊盘128各自包括铁氧体柱筒606。铁氧体柱筒606可以减小焊盘126、128之间的距离,并且可以在焊盘126、128之间提供方便的磁通路804。在一个实施方案中,铁氧体柱筒606至少延伸到远离铁氧体结构702的至少与绕组602的导体604齐平的距离并且可以延伸超过导体604,如图8所描绘。在另一个实施方案中,铁氧体柱筒606至少延伸到远离铁氧体结构702的为水平屏蔽件802的厚度的至少两倍的距离。在一个实施方案中,铁氧体柱筒606围绕中心区段,该中心区段可包括电容器(例如,Cs2a、Cs3a、Cs2b、Cs3b)。需注意,为了清楚起见,未示出电容器Cs2a、Cs3a、Cs2b、Cs3b,但其旨在包括在实施方案800中。在另一个实施方案中,中心区段是空的。

[0088] 在帕特里斯·莱瑟利尔于2017年9月9日提交的美国专利申请号62/554,950中更详细地讨论了铁氧体柱筒606,该美国专利申请出于所有目的通过引用并入本文。在另一个实施方案中,初级焊盘126包括位于每个绕组的中心处的锥形铁氧体柱筒(未示出),这允许

焊盘126、128之间的一定程度的未对准,同时维持足够程度的磁耦合。在帕特里斯·莱瑟利尔于2017年9月9日提交的美国专利申请号62/554,960中更详细地讨论了锥形铁氧体柱筒,该美国专利申请出于所有目的通过引用并入本文。

[0089] 描绘了北极(“N”)和南极(“S”)以及磁通路804,其中电磁通量可从北极行进到南极并且然后通过铁氧体结构702。在绕组之间延伸的铁氧体结构702提供从一个绕组(例如,602a)到另一个绕组(例如,602b、602d)的低阻抗磁通路,这有助于在焊盘126、128之间有效地无线传输能量。此外,每个绕组602a-d可连接到不同的谐振转换器118以并联谐振转换器118,从而增加焊盘126、128的无线电力传输能力。如图7和图8所描绘,在铁氧体结构702和铁氧体柱筒606中形成的磁通路有助于将绕组602中生成的电磁场引导到铁氧体结构702中并且使铁氧体结构702、铁氧体柱筒606以及直接位于铁氧体柱筒606之间的区域的外部的杂散电磁场最小化,即在不需要电磁场的位置。此外,水平屏蔽件802和竖直屏蔽件610有助于使杂散电磁场分流以最小化超过水平屏蔽件802和竖直屏蔽件610的电磁场强度。

[0090] 图9是示出四绕组WPT焊盘(例如,126、128)的简化铁氧体结构902和竖直屏蔽件610的一个实施方案900的示意性框图,描绘了杂散电磁场的分流。简化铁氧体结构902可以表示图7和图8的实施方案600、800的铁氧体结构,但是被简单地描绘以指示竖直屏蔽件610的功能。简化铁氧体结构902包括具有如图所示的北极(“N”)和南极(“S”)的中心区段904。杂散电磁场线906延伸超过简化铁氧体结构902,但由竖直屏蔽件610分流,如由竖直屏蔽件610中的场线908描绘的。杂散电磁场906的分流减小了超过竖直屏蔽件610的电磁场强度。

[0091] 图10是示出具有电容器(例如,Cs2a)的绕组602的中心区段的一个实施方案1000的示意性框图。在一个示例中,实施方案1000是图8的实施方案800的中心区段的放大。在实施方案1000中,描绘了初级焊盘126和次级焊盘128,并且水平屏蔽件802、具有水平表面1012的铁氧体结构702、绕组602的导体604、铁氧体柱筒606和电容器Cs2a、Cs2b、Cs3a、Cs3b(统称为“Cs”)基本上类似于上面关于图6至图8的实施方案600、800所述的那些。

[0092] 电容器Cs被描绘处于次级焊盘128的中心区段中,而不在初级焊盘126的中心区段中。在一些实施方案中,初级焊盘126的电容器Cs可与初级焊盘126分开定位,例如,以避免在替换电容器Cs时替换初级焊盘126。在其他实施方案中,初级焊盘126可包括电容器(例如,调谐区段204中的C1、C2,而初级焊盘126不包括电容器Cs)。在其他实施方案中,初级焊盘126包括中心区段中的一个或多个电容器Cs。

[0093] 在一个实施方案中,导热的绝缘体1002定位在铁氧体结构702和导体604之间。绝缘体1002提供导体604和铁氧体结构702之间的电绝缘。绝缘体1002是导热的以将热量从导体604传输到铁氧体结构702,该铁氧体结构将热量传输到水平屏蔽件802。在一个实施方案中,绝缘体1002是FR-4兼容的。

[0094] 在另一个实施方案中,电容器Cs通过间隔件1004与水平屏蔽件802分开。在一个实施方案中,间隔件1004是导热的。在另一个实施方案中,间隔件1004提供电容器Cs和水平屏蔽件802之间的电绝缘。在一个示例中,间隔件1004包括氮化铝,其具有高热导率并同时包括高电阻率,从而提供绝缘特性。在其他实施方案中,间隔件1004由氧化铍或氮化硼制成。在一个实施方案中,间隔件1004具有比绝缘体1002更高的热导率。通常,氮化铝或其他陶瓷提供比FR-4更高的热导率。然而,绝缘体1002通常铺展在更大的区域上,并且FR-4比陶瓷(诸如氮化铝)更宽松。在导体604的热需求增加的情况下,可以使用氮化铝或另一种高热导

率绝缘体。

[0095] 在一个实施方案中,电容器Cs通过紧固件1006(诸如螺栓、螺钉、铆钉等)固定到水平屏蔽件802。在一个实施方案中,紧固件1006通过绝缘材料1008与电容器Cs分离,该绝缘材料将电容器Cs与紧固件1006电隔离。总线或其他导体(未示出)可将电容器Cs连接到次级焊盘128中的绕组602或其他部件。

[0096] 在一个实施方案中,导体604和铁氧体柱筒606由绕组引导件1010分开。在一个实施方案中,绕组引导件1010是绕组结构612的一部分。例如,绕组结构612可具有维持导体604之间的间距、导体604的线匝、铁氧体柱筒606等的通道和/或柱。在另一个实施方案中,绕组引导件1010是为导体604、铁氧体柱筒606等提供足以达到预期电压的电绝缘的绝缘材料。例如,绕组引导件1010可被额定用于比预期电压高特定量或比率(即,2倍)的电压。在一些实施方案中,绕组引导件1010和/或绕组结构612为尼龙或等同材料。尼龙可为有用的,因为尼龙可形成为特定形状并且通常针对期望的厚度提供足够量的电绝缘。

[0097] 在一个实施方案中,WPT焊盘600包括铁氧体结构702,该铁氧体结构具有水平表面1012,该水平表面具有绕组602,该绕组具有导体604,其中导体604包括长边1014和窄边1016。长边1014横向于铁氧体结构702的水平表面1012定向,并且窄边1016与水平表面1012成平面。绕组602的导体604以螺旋型配置缠绕。例如,导体604可以处于具有两个平行长边1014和两个平行窄边1016的矩形形状,如图10所描绘。关于如所描绘的那样定向的导体604具有矩形形状可有助于导体604在围绕绕组602的中心区段704的方向上以比其他形状(诸如圆形导体、正方形导体等)的导体604更小的半径进行弯曲。

[0098] 在另一个实施方案中,导体604由利兹线等制成。利兹线导体604可包括小直径导体的股线和/或子股线,使得导体604由许多半径比导体604的尺寸小得多的导体组成。本领域技术人员将认识到利兹线的特性。利兹线导体604还可提供附加的柔韧性以减小围绕绕组602的中心区段704的弯曲半径。此外,具有面向铁氧体结构702的窄边1016也有助于更紧凑的绕组602,因为导体604可以比圆形导体、正方形导体等更靠近地堆积在一起。

[0099] 在一个实施方案中,WPT焊盘126、128包括具有一个或多个绕组引导件1010的绕组结构612,其中绕组引导件1010将导体604维持在绕组图案中。(为了清楚起见,未描绘绕组结构612的水平部分。)例如,绕组引导件1010可以维持绕组602的每个线匝之间的间距。在另一个示例中,绕组结构612包括将导体604维持在绕组图案的柱和/或通道。参照图11更详细地描述了绕组结构612。

[0100] 图11是示出引导绕组602内的导体604的绕组结构612的一个实施方案的示意性框图。在一个实施方案中,绕组结构612提供用于创建绕组602的框架,其中绕组602可具有各种半径、各种匝数等。在一个实施方案中,绕组结构612可用于测试一个或多个导体604的各种螺旋型绕组图案以调整电感、匝数、与部件(诸如电容器(例如,Cs)、连接器等)的连接。

[0101] 在一个实施方案中,绕组结构612包括含有绝缘材料的基部1102。例如,基部1102可具有平面形状,并且可具有被配置为将绕组602的一个或多个导体604维持在特定形状和间距的通道1104和柱1106。图11所描绘的绕组结构612包括可用于产生处于具有弯曲曲段和直曲段的螺旋型图案的绕组602的通道1104和柱1106。为了方便起见,通道1104被描绘为实线,其中导体604(虚线)在通道1104中的实线之间。实线可表示图10所示的绕组引导件1010的顶部,其中通道1104位于绕组引导件1010之间,被描绘为实线。通道1104围绕绕组

602的中心点1108以距中心点1108的各种距离分布,从而提供螺旋型图案的各种直径。

[0102] 在一个实施方案中,通道1104被切割成基部1102。围绕柱1106的材料暴露柱1106,其被描绘为短实线。导体604可遵循通道1104并且沿直线横穿柱1106(例如如绕组602的底部、左侧和顶部上描绘),并且可通过围绕柱1106的间隙过渡到不同的通道1104或到中心区段1110,例如到电容器或连接器。围绕柱1106和通道1104的间隙被布置成提供通向中心区段1110的通路。

[0103] 在一个实施方案中,基部1102包括用于各种部件的凹陷部。在一个实施方案中,基部1102包括电容器开口,诸如用于中心区段1110中的电容器Cs的电容器开口或围绕绕组602的周边的电容器开口1114。基部还可包括用于铁氧体柱筒606的铁氧体开口1112。例如,用于铁氧体柱筒606的铁氧体开口1112可以围绕中心区段1110定位,并且其尺寸可以设定成用于铁氧体柱筒606。

[0104] 在一个实施方案中,绕组结构612包括一个或多个端子狭槽1118以及端子狭槽1118内的端子1116。绕组602的一个或多个导体604各自终止在端子狭槽1118内的端子1116上。端子狭槽1118的长度比端子1116的长度更长,并且端子狭槽1118的端子1116能够在端子1116的端子狭槽1118内沿着端子狭槽1118的长度移动。端子1116可允许通道1104与横穿通道1104的导体604的一部分之间的通向中心区段1110中的电容器Cs或其他部件的过渡。端子狭槽1118允许端子1116容易地移动到另一个位置。绕组结构612还可包括一个或多个紧固件1120,其中导体604终止在紧固件1120上。紧固件1120允许绕组602的外部连接。

[0105] 在一个实施方案中,绕组结构612包括围绕绕组结构612内的部件放置的位置维持材料(未示出)。一旦部件的配置被设定为维持导体604、电容器Cs等,就将位置维持材料放置在部件周围。在一个实施方案中,位置维持材料为环氧树脂。绕组结构612有利于提供多种绕组配置和部件配置。例如,单个绕组结构612可用于若干绕组设计。一旦设置了绕组设计并且导体604和部件处于适当位置,位置维持材料就可以填充绕组结构612的间隙。

[0106] 图12是示出分数绕组1200的一个实施方案的示意性框图。分数绕组1200包括能够终止在中心区段1110中的各种位置处的导体1202。例如,导体1202可以终止在中心区段1110的顶部处,其中端部1204延伸到中心区段1110,从而提供 $5-1/4$ 线匝。在另一个实施方案中,导体1202可以延伸(参见虚线导体1206和端部1208)到中心区段1110的右侧,从而提供 $5-1/2$ 线匝。在另一个实施方案中,导体1202可以延伸(参见具有一个点1210和端部1212的虚线导体)到中心区段1110的底部,从而提供 $5-3/4$ 线匝。在另一个实施方案中,导体1202可延伸(参见虚线导体和两个点1214以及端部1216)到中心区段1110的左侧,从而提供6线匝。虽然图12描绘了单个导体1202,但分数绕组1200可包括并联缠绕的附加导体1202,如图5和图6所描绘。在一个实施方案中,每个导体1202具有不同的起点1218。

[0107] 分数绕组1200可用于具有铁氧体结构702的WPT焊盘,该铁氧体结构具有水平表面1012。用于构造用于无线电力传输的分数绕组1200的方法包括提供具有水平表面1012的铁氧体结构702,以及围绕中心点1108以螺旋型图案按照平面布置缠绕导体1202。导体1202被布置成邻近铁氧体结构702的水平表面1012。导体1202包括起点1218。导体1202的每个线匝邻近铁氧体结构702的水平表面1012,并且分数绕组1200包括分数匝数,其中起点1218与从中心点1108径向延伸的径向线1220成的角度不同于从径向线1220测量的分数绕组1200的终点(例如1204、1208、1212)的角度。

[0108] 导体1202的长度与绕组的电感量相关,并且在一个实施方案中,方法包括确定绕组电感的目标量以及基于分数绕组1200的电感的目标量来选择分数匝数。例如,可选择目标电感以实现期望的增益量、谐振频率,优化电力传输等。在一些实施方案中,目标电感包括选择有助于在实现谐振的同时最小化其他分量的电感值。本领域技术人员将认识到选择目标电感的其他方式。

[0109] 在一个实施方案中,分数绕组1200的电感与分数绕组1200的螺旋型图案的直径相关,并且方法包括确定螺旋型图案的直径以及基于分数绕组1200的电感的目标量来选择分数匝数。例如,图11的绕组结构612可用于调整螺旋型图案的直径和/或确定终止点,从而得到分数匝数。

[0110] 在另一个实施方案中,导体1202在绕组结构612内缠绕,该绕组结构具有将分数绕组1200维持在特定形状和间距的通道1104和柱1106中的一者或多者。通道1104围绕中心点1108以距中心点1108的各种距离分布,从而提供螺旋型图案的各种直径。绕组结构612可包括通道1104和/或柱1106之间的多个间隙,该间隙被布置成为分数匝数提供通向分数绕组1200的中心区段1110的通路。

[0111] 在一个实施方案中,方法还包括:用位置维持材料覆盖绕组结构内的导体,该位置维持材料将分数绕组1200维持在具有分数匝数的选定螺旋型图案;以及邻近铁氧体结构702放置具有导体1202的绕组结构612,其中导体1202邻近铁氧体结构702的水平表面1012。

[0112] 图13A是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的四个导体1302、1304、1306、1308的绕组1300的一个实施方案的示意性框图。并联绕组的电感可相差5%或更多,这可显著影响绕组之间的功率共享。在导体1302、1304、1306、1308以相同的角度开始和终止(即,具有相同的匝数,其中“相同的角度”可以是精确的或近似的)的情况下,第一导体1302可以比第二导体1304长,该第二导体可以比第三导体1306长,该第三导体可以比第四导体1308长。对于其中第一绕组可比第二绕组长的两个并联绕组也是如此。

[0113] 第一绕组和第二绕组可被布置成针对第一绕组和第二绕组的彼此相邻缠绕的部分补偿第一绕组和第二绕组之间的长度差。可使用各种方法来补偿导体之间的长度差,这将参照图13A-D和图14来讨论。如本文所用,导体或绕组的起点位于绕组的外部上,并且导体或绕组的终点位于绕组的中心区段中。

[0114] 对于绕组1300,连接第一导体1302(即,最长导体)和第四导体1308(即,最短导体),同时连接第二导体1304和第三导体1306(其连接作为中间长度导体),可最小化并联的第一导体1302和第四导体1308与并联的第二导体1304和第三导体1306之间的电感变化。

[0115] 在所描绘的实施方案中,电容器(即,1310、1312)连接在绕组的中点处以减小电压,因此第一导体1302的终点连接到第一电容器1310的端子,并且第一电容器1310的第二端子连接到第四导体1308的起点。导体向外跳过导体1302-1308至第四导体1308的起点。在第三导体1306的终点处以及在第四导体1308的终点处,导体跳过导体1302-1308以用于外部连接。

[0116] 也可通过包括具有铁氧体芯和相等匝数的变压器1314来最小化并联导体(例如,第一导体1302和第四导体1308)之间的电流差。最小化并联导体之间(即1302和1308相对1304和1308)的电感差也有助于维持相等的电流,这是期望的以防止导体(例如,1308)承载比绕组1300中的其他导体(例如,1302、1304、1306)更多的负载。在所描绘的实施方案中,电

流共享变压器1314将导体1318、1320连接到第一导体1302和第二导体1304的起点。此外,另一个电流共享变压器1316将导体1322、1324连接到第三导体1306和第四导体1308的终点。在一些实施方案中,不包括第二变压器1316。在一些实施方案中,一个或多个电流共享变压器1314、1316位于绕组1300附近。在其他实施方案中,一个或多个电流共享变压器1314、1316位于调谐区段204附近,其中电缆位于调谐区段204和绕组1300之间。在帕特里斯·莱瑟利尔于2017年10月2日提交的美国临时专利号62/567,106中更详细地讨论了电流共享导体,该美国专利申请出于所有目的通过引用并入本文。

[0117] 图13B是示出图13A的绕组1300的简化示意性框图。简化图包括被描绘为电感器的导体1302、1304、1306、1308,该电感器表示导体1302、1304、1306、1308的电感。电感器1302、1304、1306、1308通常基于导体长度、几何变化等而不同。

[0118] 图13C是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的四个导体1302-1308的绕组1301的一个实施方案的示意性框图。图13D是示出图13C的绕组1301的简化示意性框图。图13C和图13D中的绕组1301与图13A和图13B中的绕组1300相同,不同之处在于没有电容器1310、1312。相反,连接到第一导体1302的终点的导体连接到第四导体1308的起点,并且第二导体1304的终点连接到第三导体1306的起点。

[0119] 图14是示出具有并联连接以补偿绕组长度变化的两个绕组1402的WPT焊盘的绕组1400的一个实施方案的示意性框图,其中调整绕组起点1406、1408和终点1410、1412以补偿长度变化。第二绕组1404的起点1408在第一绕组1402的起点1406之前。例如,如图14所示,在沿顺时针方向径向地遵循第一绕组1402和第二绕组1404时,第二绕组1404的起点1408首先开始,并且然后沿顺时针方向径向移动附加量,然后第一绕组1402的起点1406经过第二绕组1404的起点1408定位。

[0120] 此外,第二绕组1404的终点1412在第一绕组1402的终点1410之后。同样,在沿顺时针方向径向地遵循第一绕组1402和第二绕组1404,第一绕组1402结束于终点1410处,并且沿顺时针方向径向地继续,第二绕组1404结束于在第一绕组1402的终点1410之后的其终点1412处。调整绕组1402、1404的起点和终点1406-1412之间的间距1414,以补偿由第一绕组1402在第二绕组1404外部的定位引起的第一绕组1402和第二绕组1404之间的长度差异。在一个实施方案中,调整间距1414以使得第二绕组1404的长度等于第一绕组1402的长度。如本文所用,第二绕组1404的长度等于第一绕组1402的长度包括恰好相等以及大致相等。例如,第一绕组1402和第二绕组1404之间的长度差可以相差百分之一或更少。在其他实施方案中,第一绕组1402和第二绕组1404之间的长度差可以相差0.5%或更少。虽然绕组1400被描绘为正方形图案,但可使用其他图案,并且可相应地调整起点1406、1408和终点1410、1412以使得第一绕组1402和第二绕组1404的长度相等或大致相等。在绕组1400呈圆形图案的情况下,可径向测量间距1414。

[0121] 在一个实施方案中,第一绕组1402的起点1406被定位成使得连接到第二绕组1404的终点1412并且横穿第一绕组1402和第二绕组1404至第一绕组1404的起点1406的导体垂直于第一绕组1402和第二绕组1404横穿以到达第一绕组1402的起点1406。如本文所用,垂直横穿的导体包括恰好垂直横穿的导体和大致垂直横穿的导体。例如,大致垂直包括以在80度至90度范围内的角度横穿并且可以包括在88度至90度之间的范围。

[0122] 在另一个实施方案中,第二绕组1404的起点1408被定位成使得连接到第一绕组

1402的终点1410并且横穿第一绕组1402和第二绕组1404至第二绕组1404的起点1408的导体垂直于第一绕组1402和第二绕组1404横穿以到达第二绕组1404的起点1408。

[0123] 在一个实施方案中,导体1416从第一绕组1402的起点1406和第二绕组1404的终点1412紧靠电缆1420延伸以最小化电磁辐射。在一个实施方案中,导体1416绞合在一起。同样,在另一个实施方案中,导体1418从第二绕组1404的起点1408和第一绕组1402的终点1410紧靠电缆1420延伸以最小化电磁辐射。导体1416、1418可以被布置在电缆1420中以同样最小化电磁辐射。

[0124] 在不脱离本发明实质或本质特性的情况下,本发明可以其他具体形式呈现。无论从哪个方面来看,都应应将所述实施方案视为仅为例示性的而非限制性的。因此,本发明的范围由所附权利要求书指明而非上述说明内容指明。落入权利要求等同物的意义和范围内的所有变化都包括在其范围内。

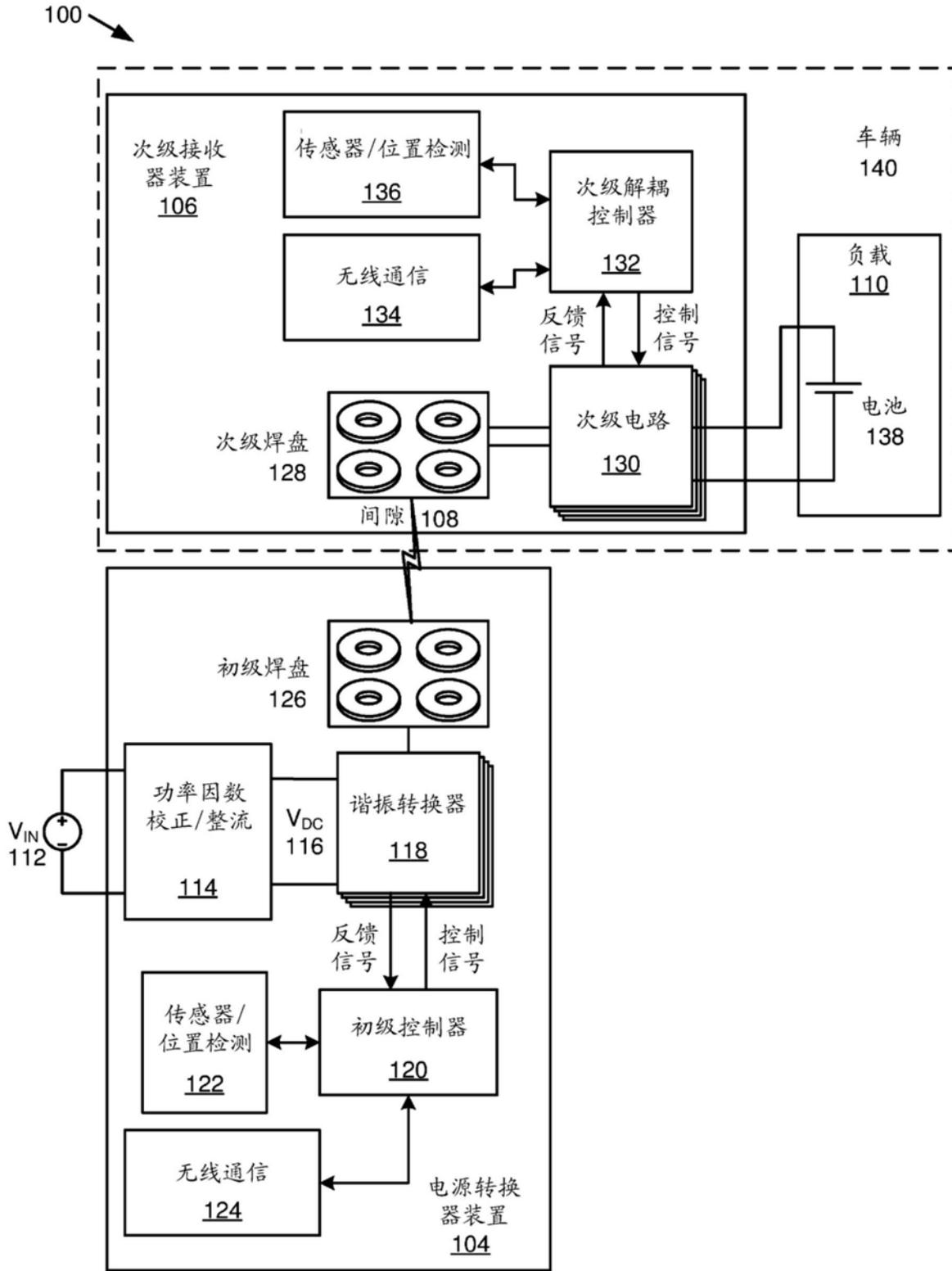


图1

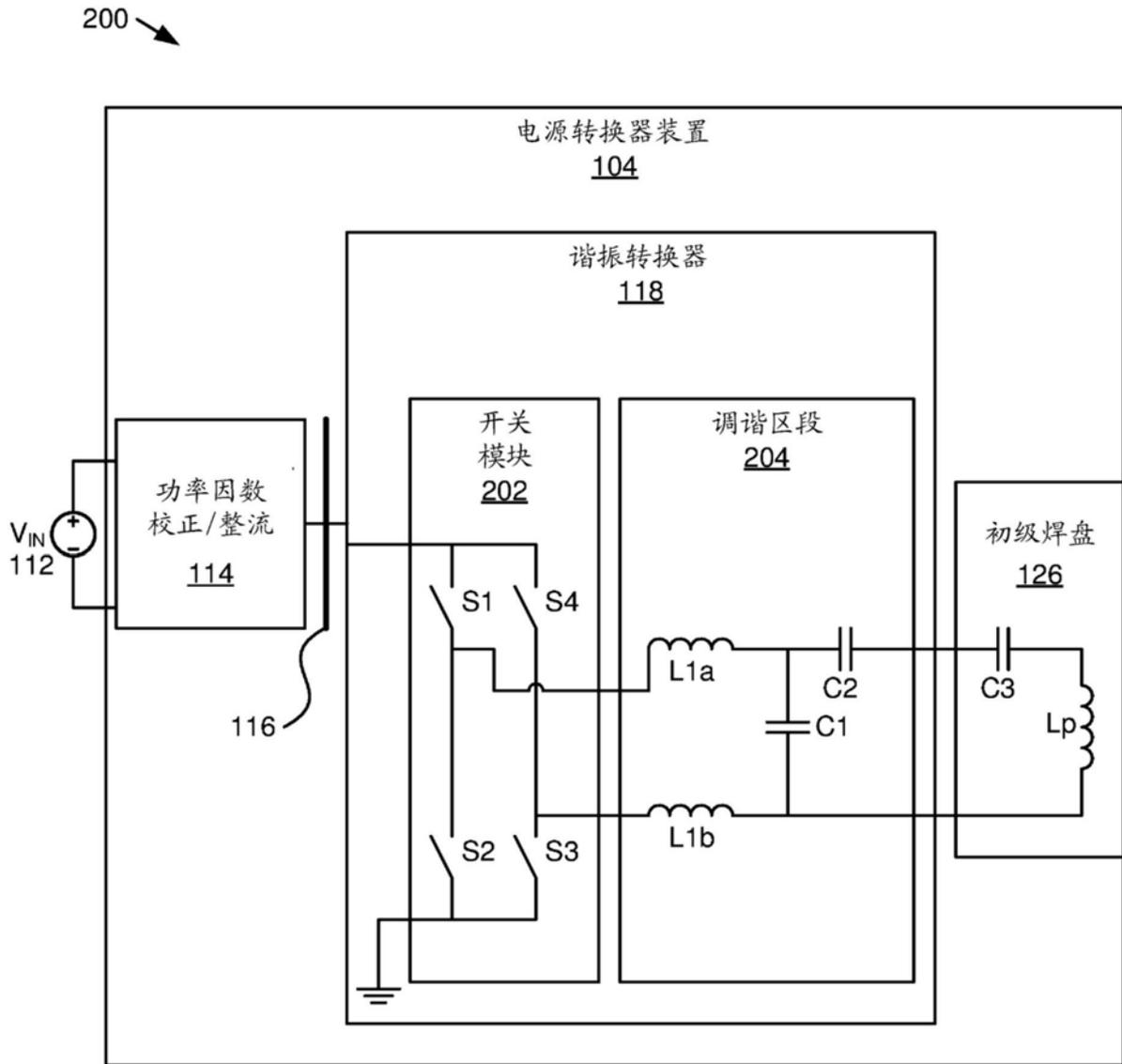


图2A

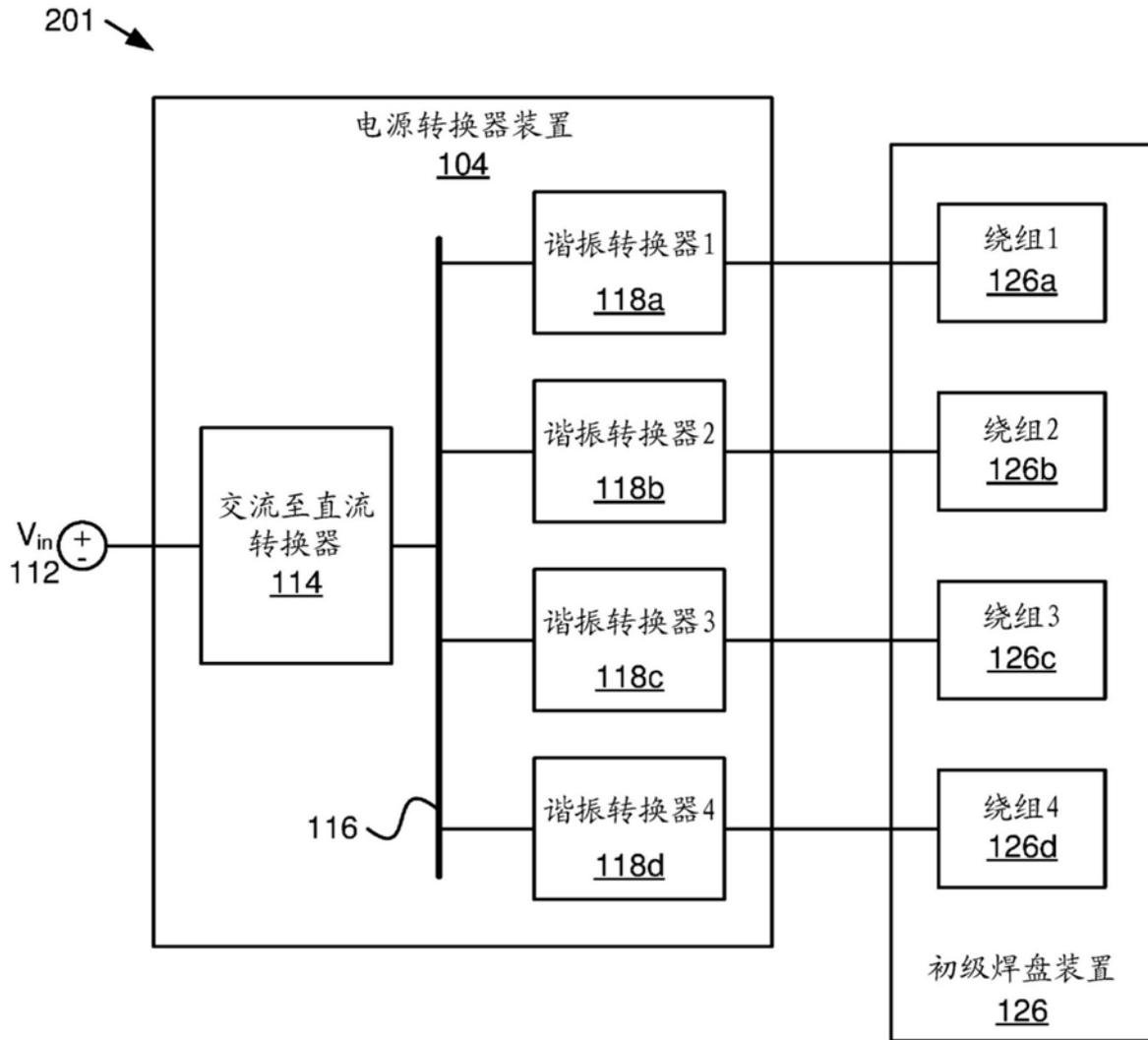


图2B

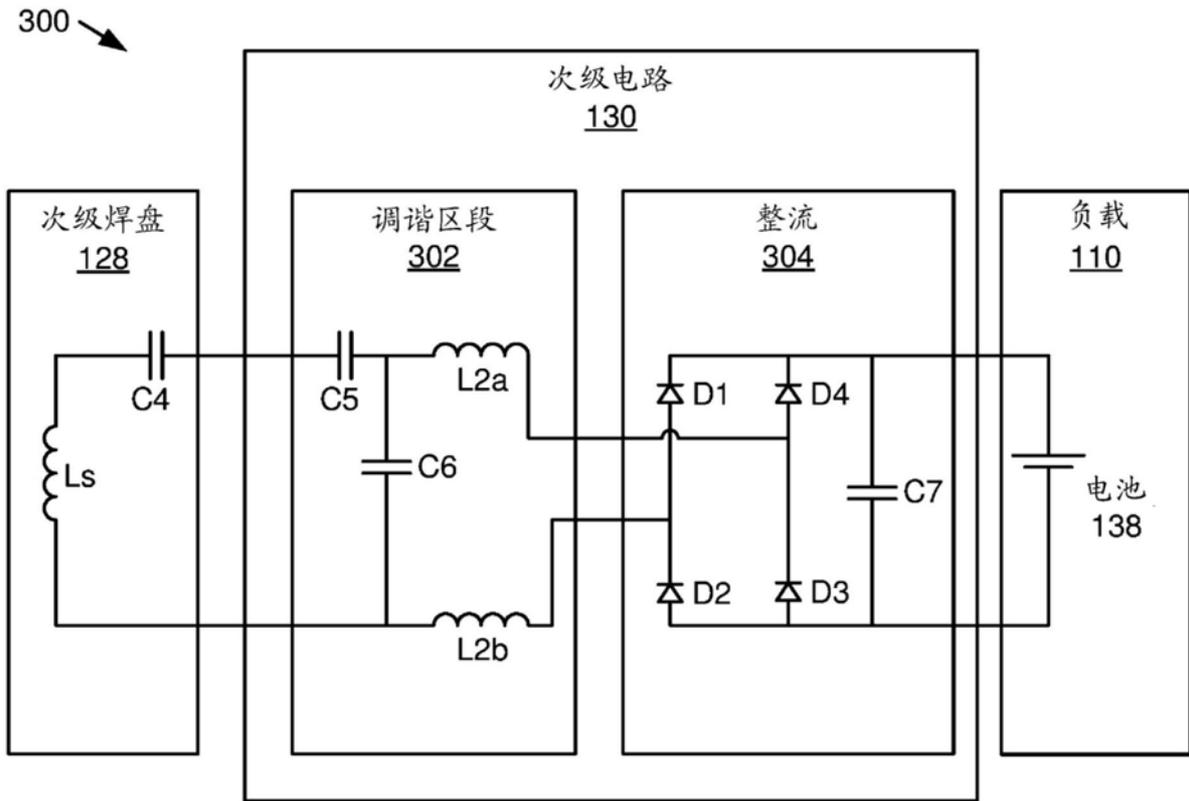


图3A

301 ↗

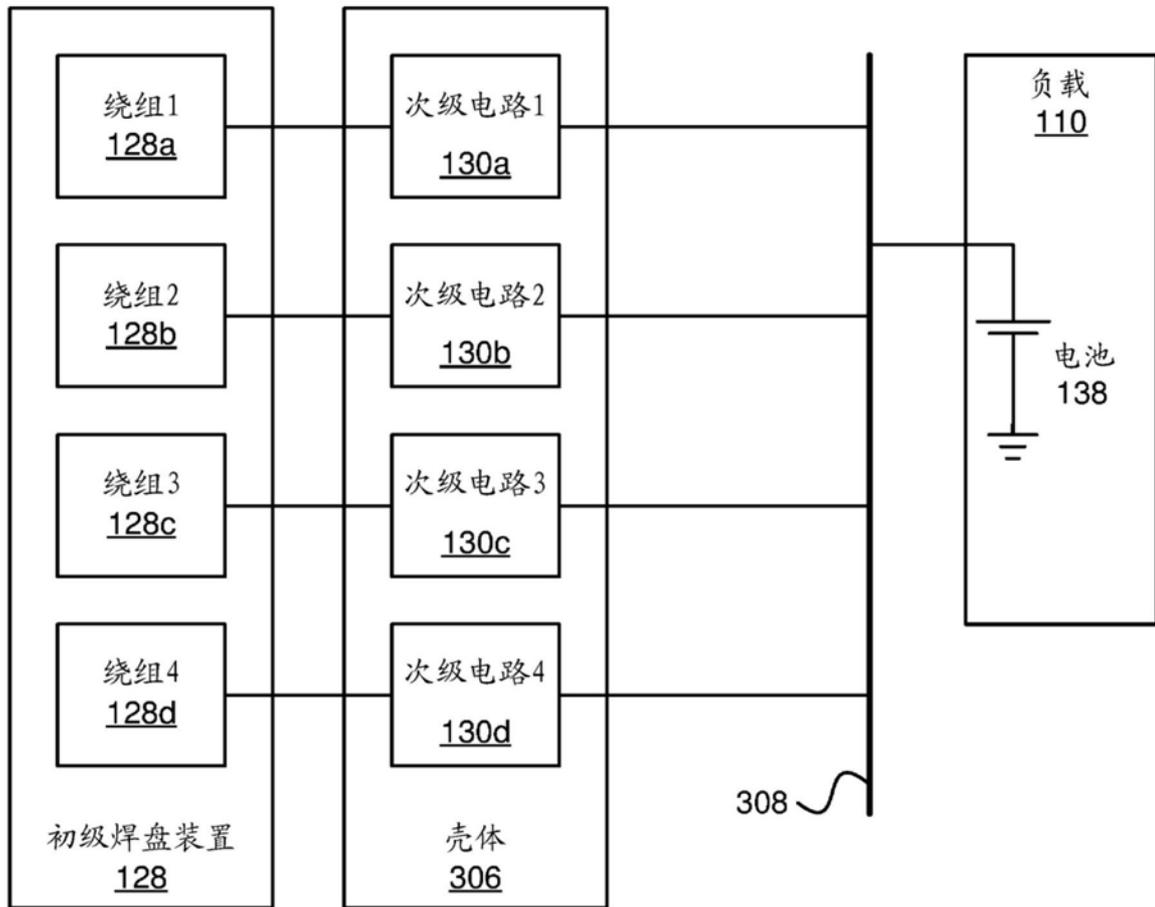


图3B

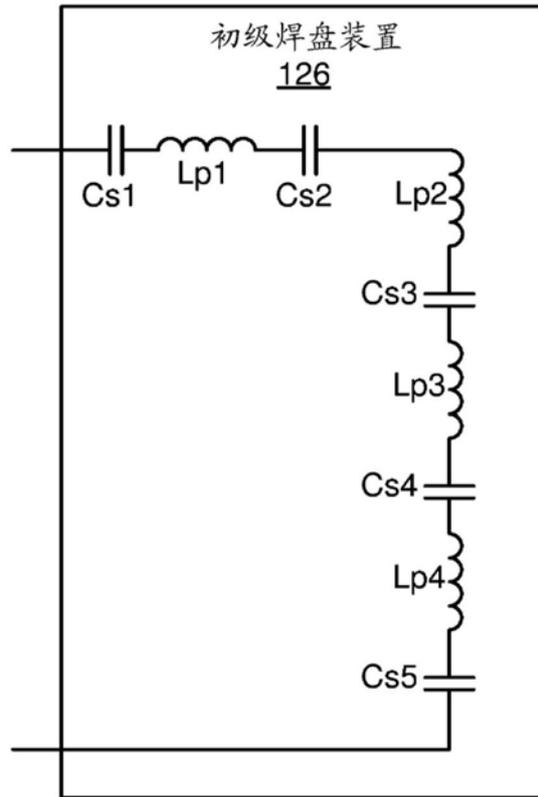


图4

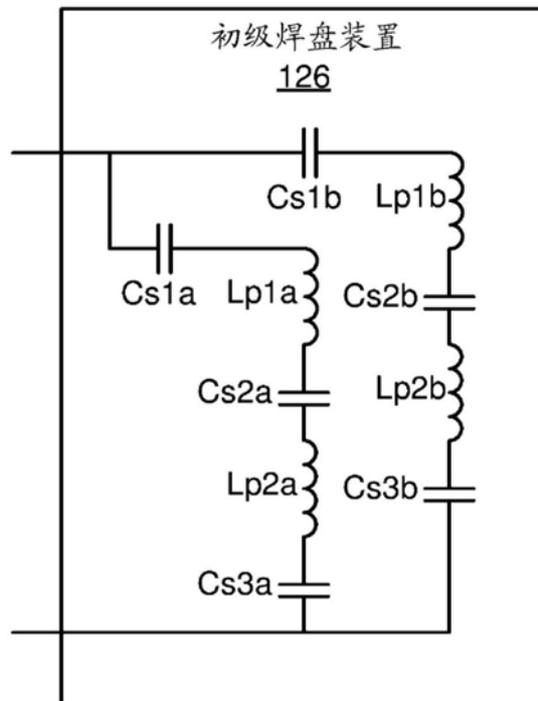


图5

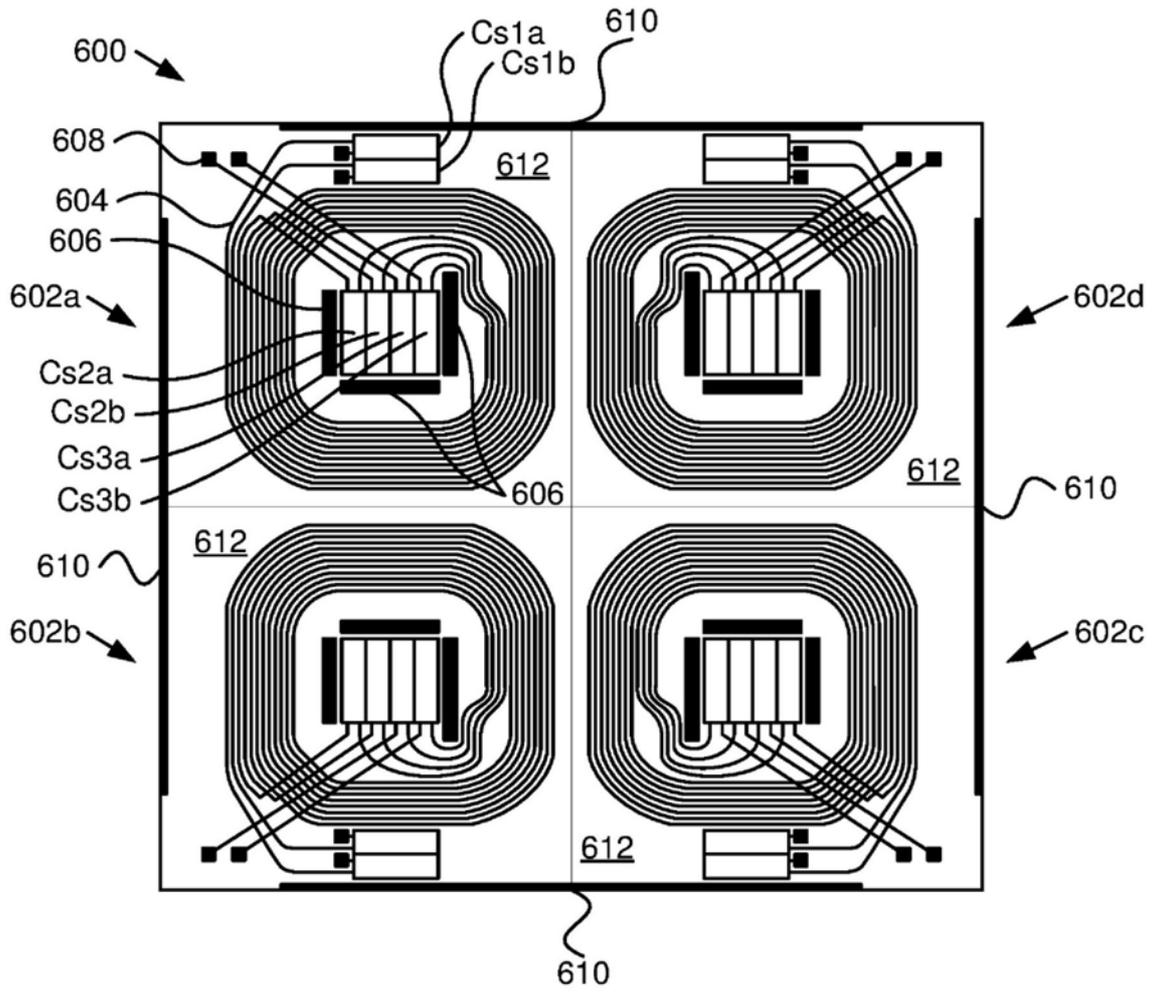


图6

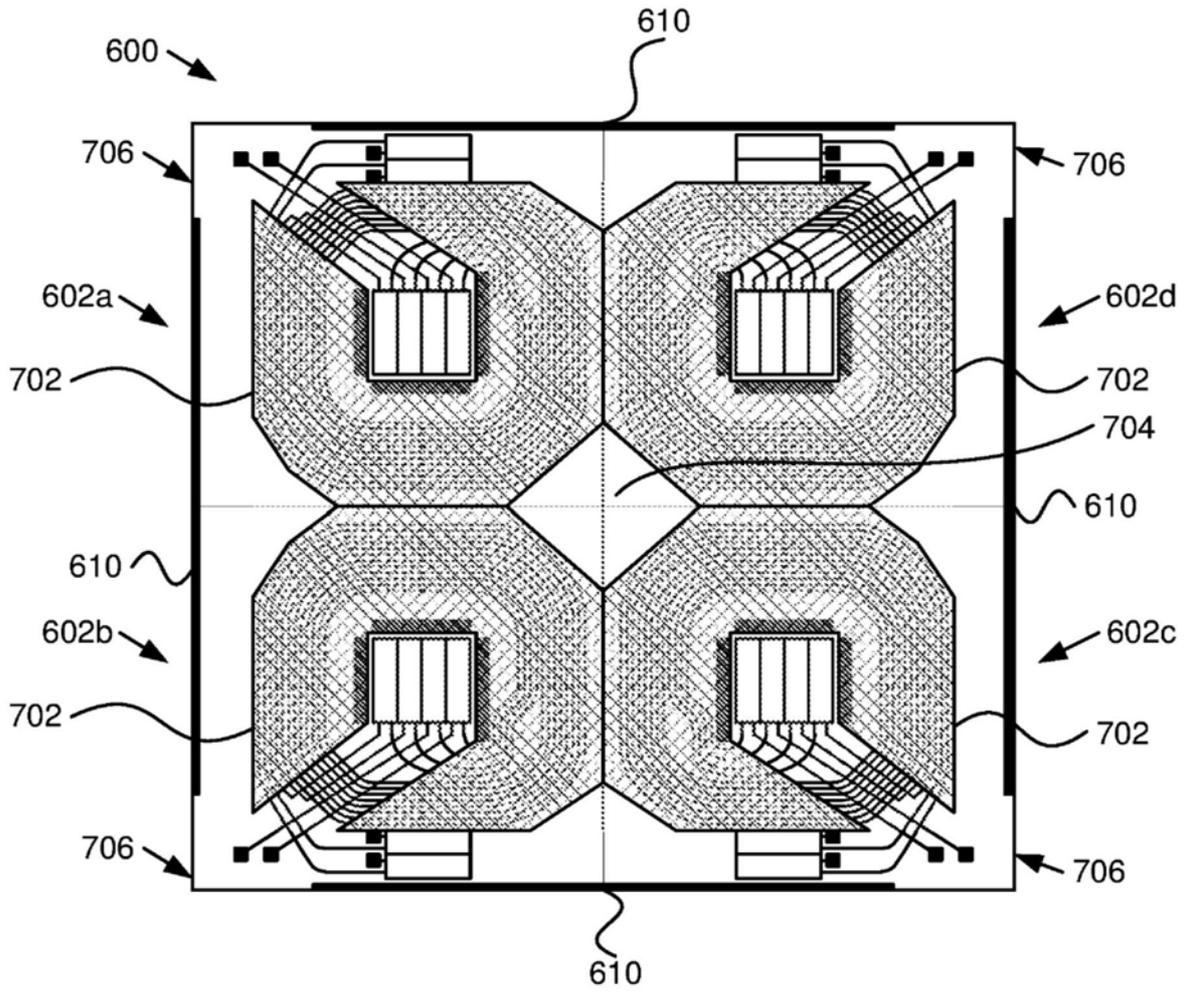


图7

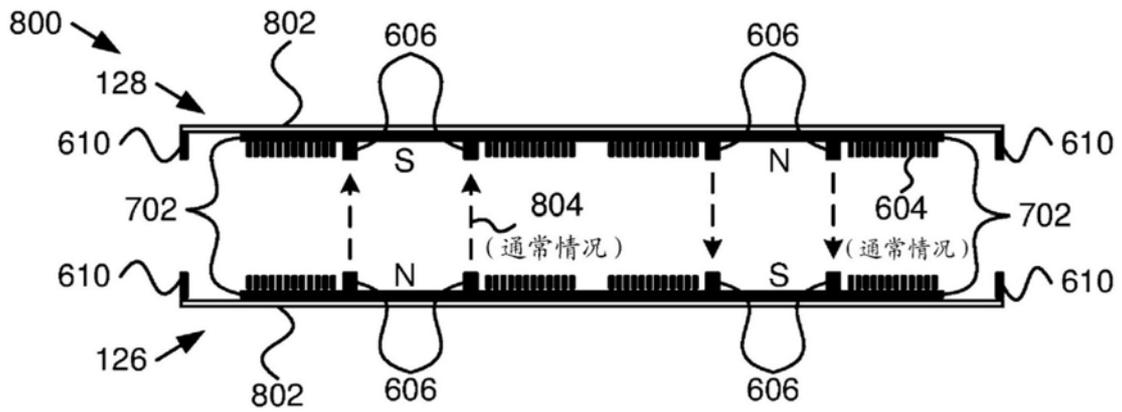


图8

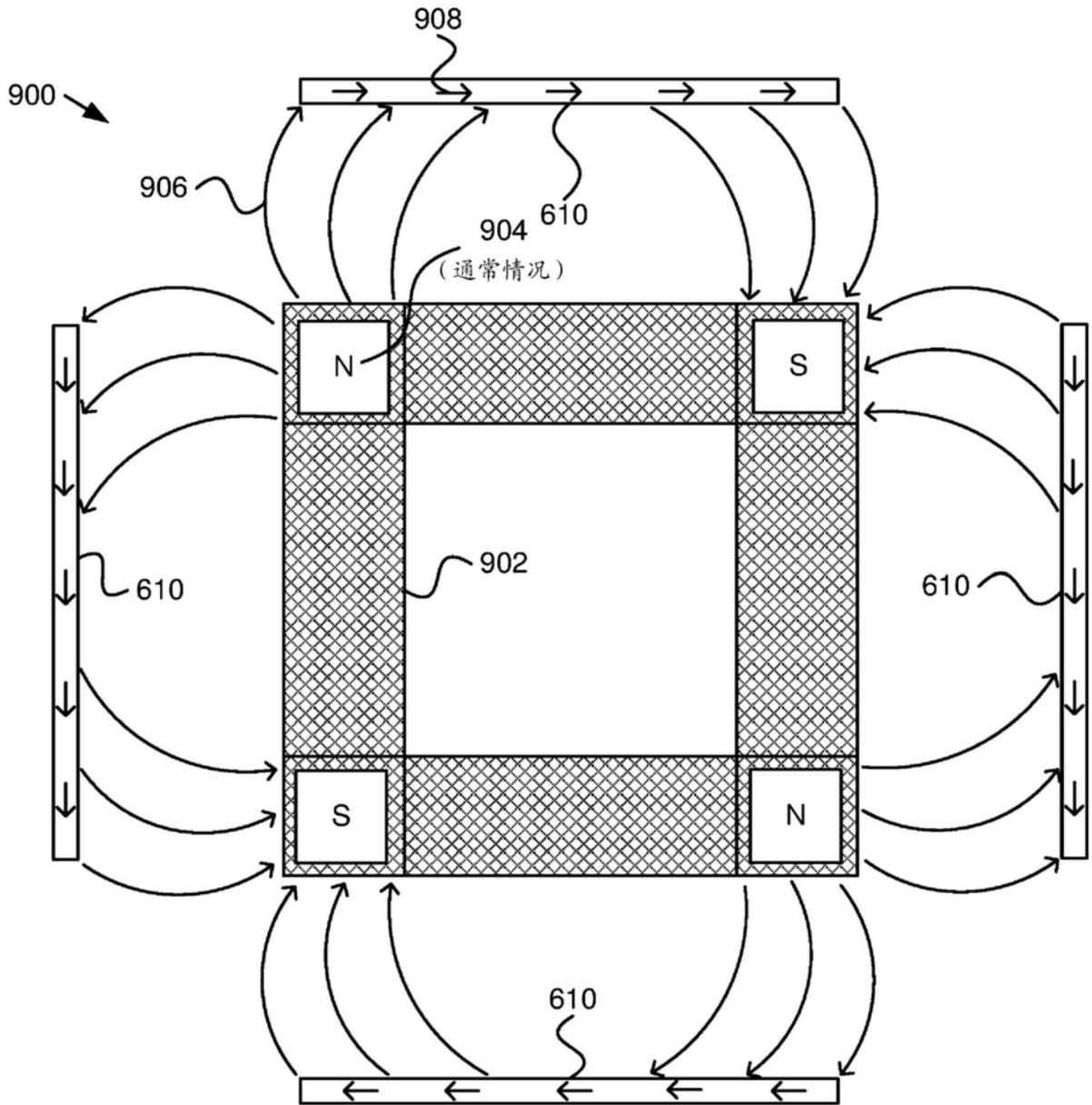


图9

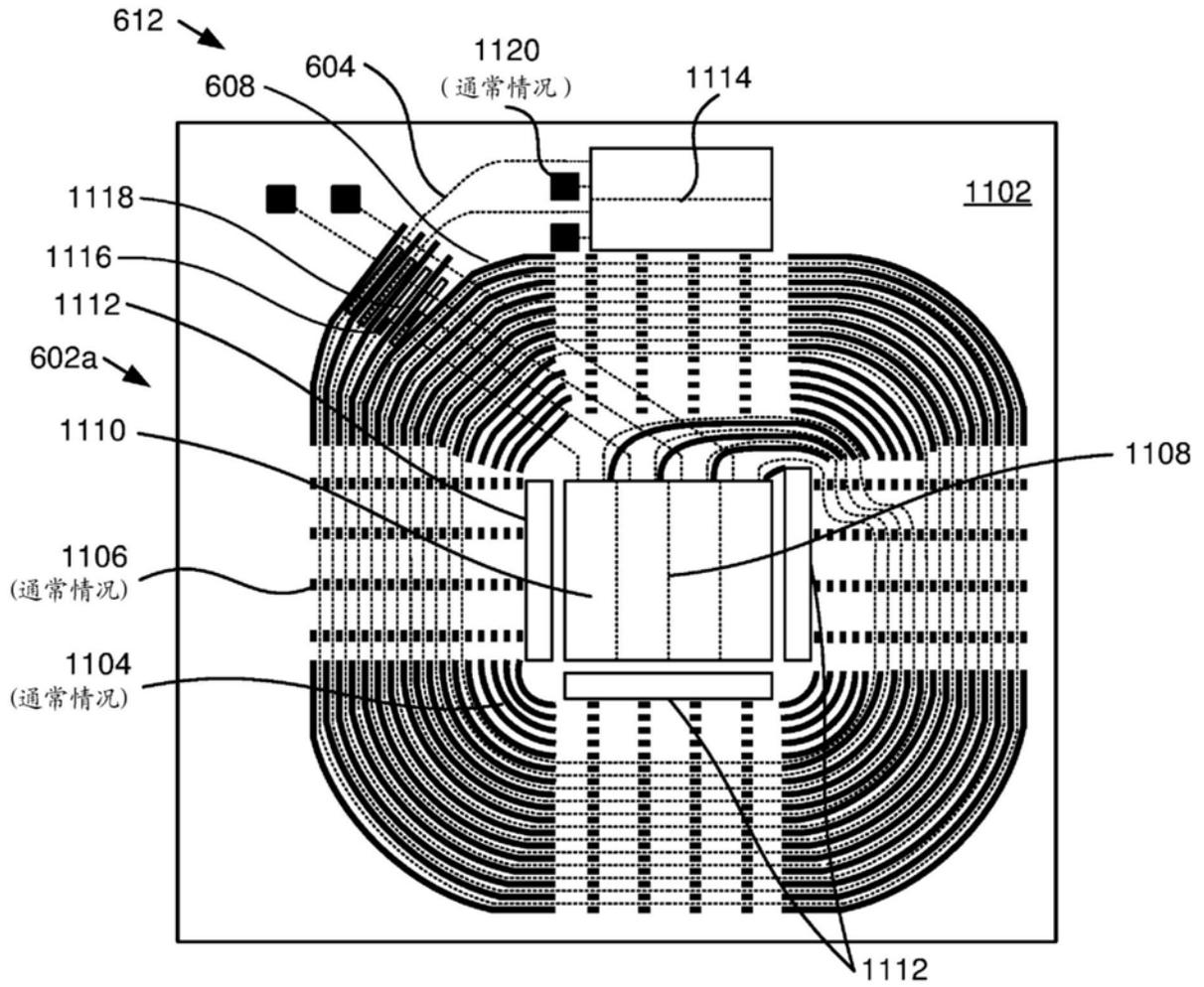


图11

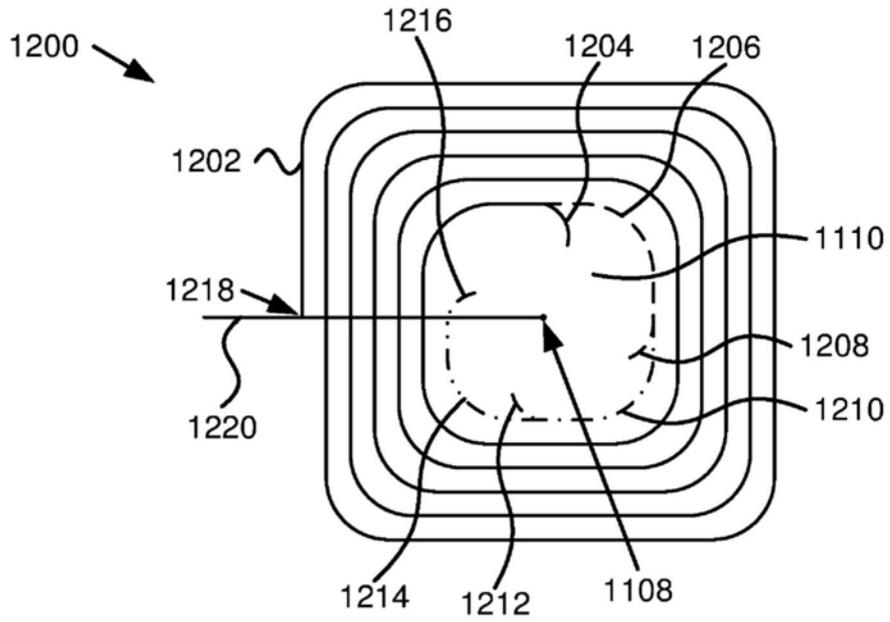


图12

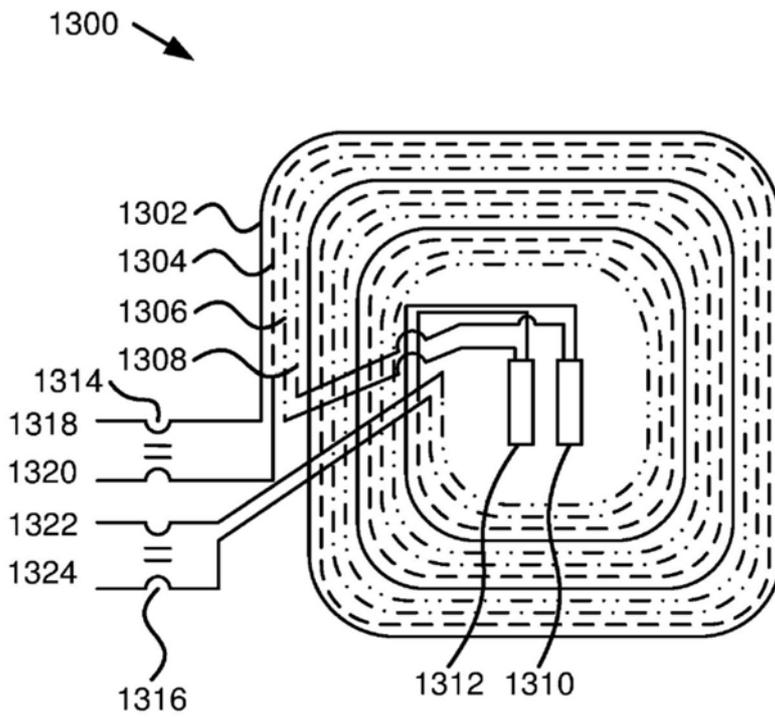


图13A

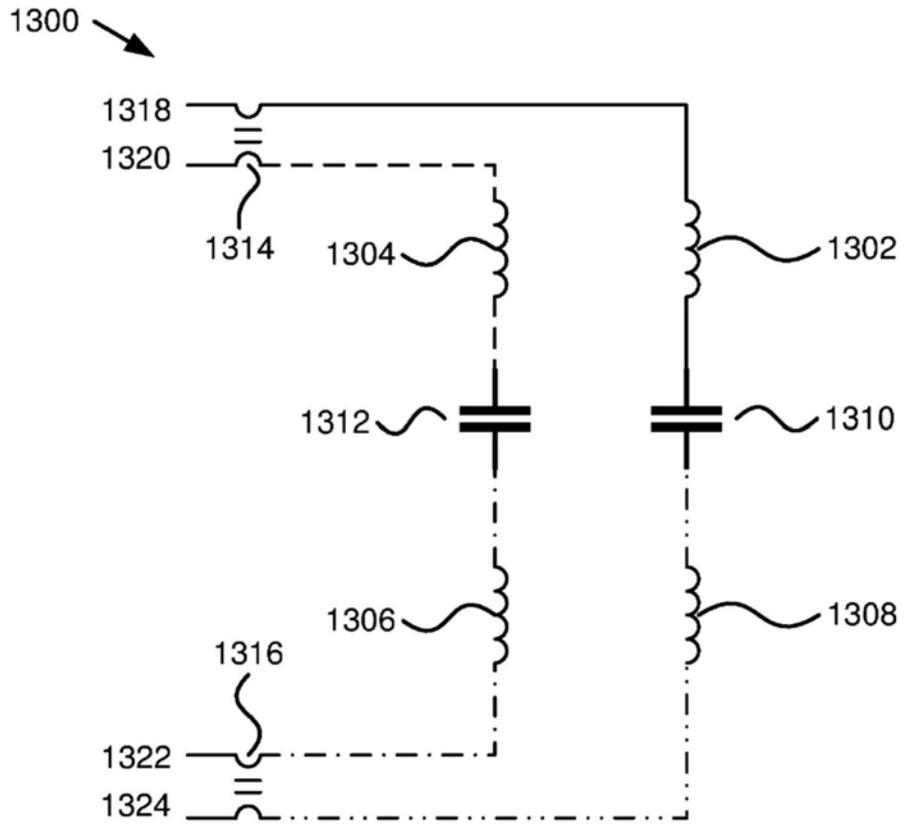


图13B

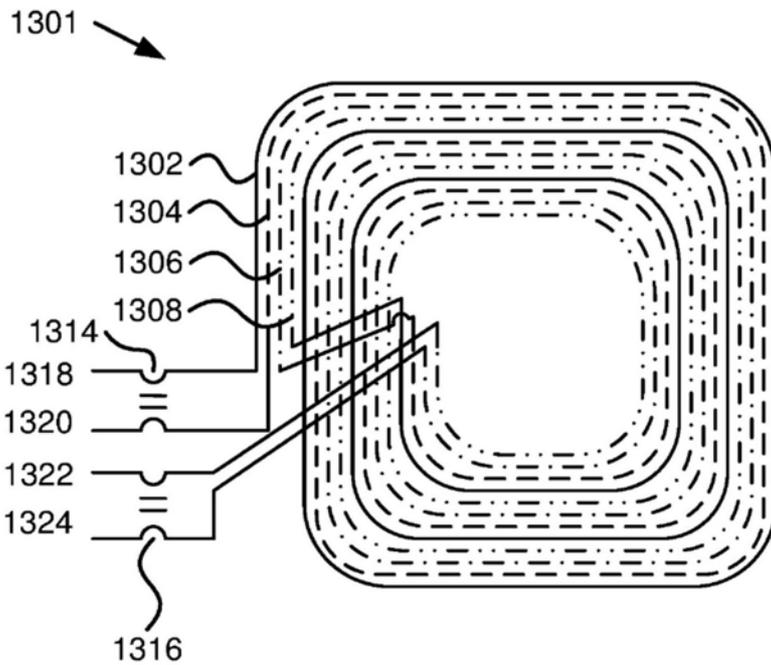


图13C

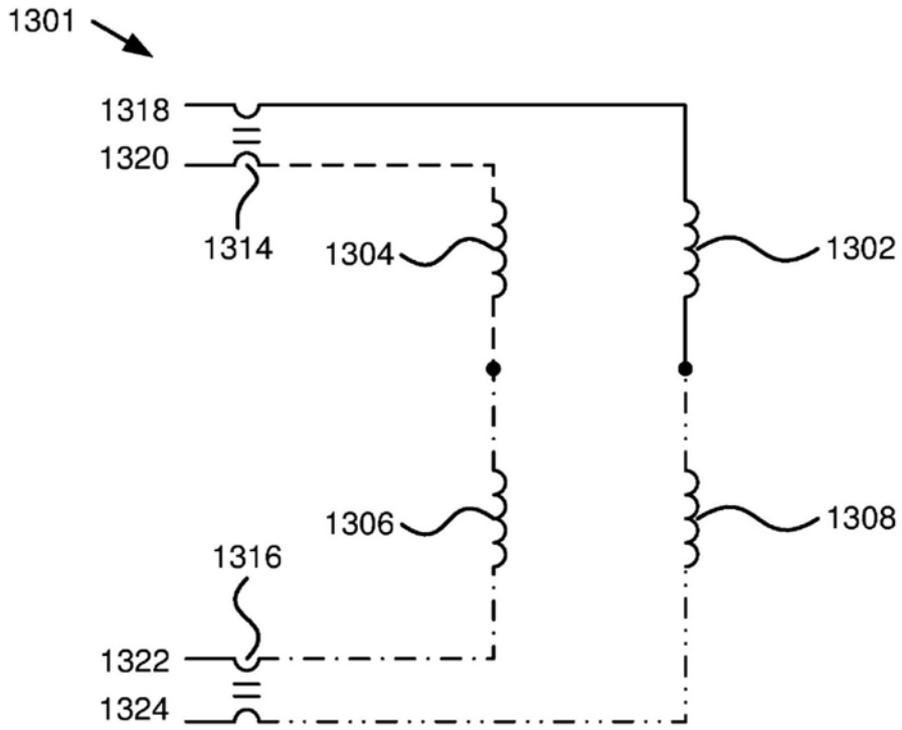


图13D

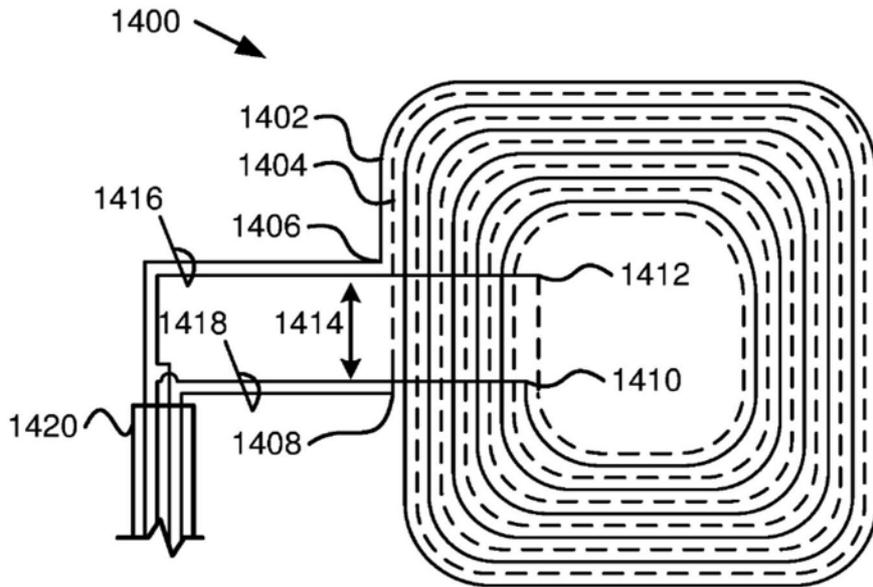


图14