(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109703393 A
(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201910050946.1

(22)申请日 2010.08.06

(30)优先权数据
61/273,701 2009.08.07 US

(62)分案原申请数据
201080042400.9 2010.08.06

(71)申请人 奥克兰联合服务有限公司
地址 新西兰奥克兰

(72)发明人 G·A·考维克 M·L·G·基辛

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 曹瑾

(51)Int.Cl.
*B60L 53/12*(2019.01)
*H01F 38/14*(2006.01)

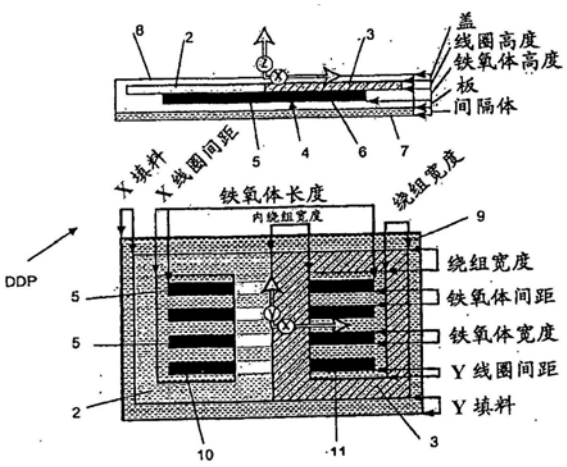
权利要求书1页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

感应电力传递装置

(57)摘要

本发明涉及感应电力传递装置。提供了一种用于生成或接收磁通的磁通盘(BPP)。所述盘可以与感应电力传递系统一起使用,并且包括可渗磁芯体(4)和与该芯体(4)磁性地相关联的两个大致平坦交叠的线圈(2、3)。这两个线圈(2、3)被设置成,使得它们之间基本上不存在互耦合。




CN 109703393 A

1.一种用于生成或接收磁通的磁通盘,该盘包括:可透磁芯体,两个基本上平坦交叠的线圈,这两个线圈与所述芯体磁性地关联,以使得在所述两个线圈之间基本上没有互耦合。

# 感应电力传递装置

[0001] 本申请是申请日为2010年8月6日，题为“感应电力传递装置”的发明专利申请201080042400.9的分案申请。

## 技术领域

[0002] 本发明涉及用于生成或接收磁通的装置。本发明具体但非单一地应用于低轮廓(low profile)的大致平坦的设备，如用于利用感应电力传递(IPT)系统进行电力传递的盘(pad)。

## 背景技术

[0003] IPT系统和盘(包括可以包括用于感应电力传递的初级绕组或次级绕组的一个或多个绕组)的使用在公布的国际专利申请WO 2008/14033中进行了再现，其内容通过引用并入于此。

[0004] IPT电力传递盘的一个特殊应用是电动车辆充电，并且在这个部分中讨论了该应用，以向本发明的一个应用提供背景技术。然而，电动车辆充电仅仅是一个应用的示例，而本发明一般应用于感应电力传递。电动车辆充电例如可以在该车辆静止时发生，或另选地在该车辆沿道路移动时发生。IPT电力传递盘既可以在车辆中用作电力“拾取器(pickup)”(即，IPT系统的次级侧绕组)，又可以在诸如车库地板或道路的固定位置处用作电力所源自的“充电盘”(即，初级侧绕组)。

[0005] IPT道路系统的目的是，在不需要与车辆物理接触的情况下，向静止或移动车辆无线地传递电力。该系统的发送部分包括电源，其向集总线圈(例如，如上所述的盘)或者具有许多类似集总线圈的轨道供电，其中，这种系统被调谐成按合适频率(通常在10kHz至150kHz之间)操作。在此情况下，接收器被放置在车辆下面，并且耦合成当该车辆在初级发送器上方或者附近(充分接近以耦合电力)静止时接收电力。该拾取接收器还典型地包括集总线圈(如上述盘)，其连接至车辆内的转换器和合适的控制器以调节电力。为方便起见，在此将道路的可以从其感应地接收电力的一部分称为轨道。

[0006] 该轨道可以通过沿道路中的车道中央放置多个盘来形成。这随着车辆沿该道路在轨道附近移动，使得可以基本上连续地向车辆供应电力。

[0007] 近年来，这种系统已经因其允许可持续地无线供电个体运输的潜力而受到日益增长的关注。为使这种系统有用，其不仅必须能够通过具有合理尺寸(例如，100㎜－300㎜)的气隙传递充足电力，而且必须证实可忍受轨道与拾取器之间的任何位移，以避免对车辆至轨道导引系统的依赖性。在道路系统中，这种位移最可能发生在针对移动车辆的横向方向(正交于运动的垂直方向和移动方向两者)。对于静止车辆充电来说，用于在具有适当纵向位移的情况下传递可接受电力水平的能力具有特殊意义，以便确保容易停车。拾取盘中的电力传递分布图理想地是一种平滑电力分布图，其基本上在横向上尽可能宽的距离上恒定(并且充足)，并且在每一个端部平滑离去。这种电力传递分布图减轻了对该系统中的电子(初级和次级)调节器的需要，使能在操作期间，在初级盘与接收器盘之间的耦合中经历显

著变化的情况下,在该系统上实现相当耦合的改进操作性能。

[0008] 本发明的目的

[0009] 本发明的一个目的是,提供用于生成和/或接收出于感应电力传递目的的磁通的装置,或者至少向公众或工业提供有用选择。

## 发明内容

[0010] 在一个方面,本发明宽泛地提供了一种用于生成或接收磁通的磁通盘,该盘包括:可透磁芯体,两个基本上平坦交叠的线圈,这两个线圈与所述芯体磁性地关联,由此,在所述两个线圈之间大致没有互耦合。

[0011] 优选的是,所述两个线圈大致完全磁性地去耦合。

[0012] 优选的是,所述两个线圈局部地交叠。

[0013] 优选的是,所述两个线圈大致共面。

[0014] 优选的是,所述两个线圈被设置在所述可透磁芯体的一侧上,而在所述芯体的另一侧上设置有屏蔽部件。

[0015] 优选的是,所述屏蔽部件包括由诸如铝的合适材料制成的屏蔽板。

[0016] 优选的是,在所述两个线圈的与所述可透磁芯体相对的一侧上设置有电介质盖。

[0017] 优选的是,所述磁通盘适于接收来自电源的彼此异相的电流,以生成还空间地改变的时变磁场。

[0018] 优选的是,由所述两个线圈中的所述异相电流生成的场生成空间地移动并且最终在磁极(pole)之间移动的时变磁场。

[0019] 在本发明另一方面中,提供了一种用于感应电力传递系统的初级电源装置,该电源装置包括:

[0020] 磁通盘,用于生成磁通,该盘包括:可透磁芯体,两个基本上平坦交叠的线圈,这两个线圈与所述芯体磁性地关联;和

[0021] 电源,该电源适于在一个线圈中提供具有与另一线圈中的电流不同的相位的电流。

[0022] 优选的是,所述电源适于调节所述相位,以生成随时间并且随盘上的空间位置改变的场。

[0023] 优选的是,所述装置包括:用于检测所述盘的附近是需要还是不需要场并且响应于所述感测部件的输出调节相位的部件。

[0024] 优选的是,所述电源包括针对每一个线圈的逆变器。

[0025] 优选的是,所述电源包括两个逆变器,这两个逆变器彼此同步以在一个线圈中生成与另一线圈中的电流90°异相的电流。

[0026] 优选的是,所述磁通盘生成滑动时变磁场。

[0027] 另选的是,所述电源装置彼此180°异相地操作两个线圈。在这个实施例中,可以使用一个逆变器。

[0028] 在另一方面,本发明宽泛地提供了一种用于提供具有多个线圈的IPT磁通盘的方法,其中,在所述多个线圈之间没有相互磁耦合,所述方法包括以下步骤:

[0029] 交叠所述多个线圈,

[0030] 改变所述多个线圈之间的所述交叠，从而实现交叠方位，由此，在所述多个线圈之间大致不存在互耦合。

[0031] 优选的是，通过检测何时通过激励所述多个线圈中的一个线圈而在另一个线圈中感应出的开路电压最小化来检测不存在互耦合。

[0032] 根据下列描述，本发明的其它方面将变清楚。

## 附图说明

[0033] 参照附图，对本发明的一个或多个实施例进行描述，其中：

[0034] 图1分别是磁通盘的侧视图和平面图；

[0035] 图2分别是包括正交线圈的图1的盘的侧视图和平面图；

[0036] 图3分别是磁通盘的另选形式的侧视图和平面图；

[0037] 图4是按照当激励另一线圈时与该另一线圈的交叠的、前述图的盘的一个线圈中耦合的开路电压的一系列图；

[0038] 图5分别示出了对于150mm和250mm的垂直空间，针对偏移的无补偿电力的图；

[0039] 图6示出了在200mm垂直间隔下沿x或y方向具有接收器盘偏移的、三种不同磁通盘构造(根据图3)的无补偿电力的图；

[0040] 图7例示了针对图3和图1的盘构造的、在初级谐振电流的整个周期内分别按各种实例时间的场标绘图；

[0041] 图8示出了图3的盘构造的场标绘图，其中在芯体中具有增加的铁氧体的量(从顶至底方向)；

[0042] 图9示出了根据图3所示的磁通盘的盘构造的电力传递分布图的示例的图形，具有根据图2示例所示盘的接收器盘。

## 具体实施方式

[0043] 参照图1，示出了磁通盘构造，具体示出了从侧面(顶部)和从上方(底部)看到的DDP盘。为方便起见，该一般性构造在此被称为DDP盘，并且通常在相关附图中标注为DDP。

[0044] 图1所示的DDP盘通常包括两个大致共面的线圈(标注为2和3)，这两个线圈与芯体4磁性地关联并且位于其顶部上。如可以从附图看出，芯体4可以包括多个单独长度的可渗磁材料，如铁氧体带或条5，其彼此平行但间隔开地排列。该盘构造可以包括间隔体6(芯体位于其上)和该间隔体下面的板7。在一些实施例中，可以将盖8设置在平坦线圈2和3的另一表面上。填料9可以环绕盘外周设置。如可以看出，线圈2和3分别限定磁极区域10和11。如图1所示的这种DDP盘构造示出了适于诸如车辆充电的IPT电力传递应用的极佳特性。线圈2、3可以异相连接并且由单个逆变器驱动，以生成静止时变磁场，以按适于具有良好耦合的电动车辆电力传递的距离耦合至接收器(其例如可以具有大致相同的磁设计)。

[0045] 下面转至图2，示出了图1的DDP构造，但还包括正交线圈12(在此称为DDPQ盘)，具体示出了从侧面(顶部)和从上方(底部)看到的双D型正交盘。该正交线圈在被合适的逆变器激励时，当图2所示的构造存在与诸如图1的DDP盘的磁通生成器相对的横向移动时，扩展了电力传递分布图。该正交线圈允许从接收器盘所拦截的磁场的“垂直”分量提取电力，而其它线圈2、3易于从所拦截磁通的“水平”分量提取电力。因此，图2的构造适于作为磁通接

收器。

[0046] 下面转至图3,示出了另一构造,其在本文档中被称为双极型盘,或者另选的是,被称为BPP盘,具体示出了从侧面(顶部)和从上方(底部)看到的双极型盘。该BPP盘具有与上面参照图1和2讨论的DDP盘相似的构造,如其使得能在适于对电动车辆充电和供电的距离来实现与次级接收器的极好耦合。

[0047] 该BPP盘从底向上地包括铝板7、电介质间隔体6、包括四行铁氧体条5(在此称为铁氧体)的芯体4、沿横向方向展开的两个平坦大致共面的但交叠并且理想地为“矩形”的线圈2、3(尽管在实践中,这些因绕组利兹线(Litz wire)的简易性而更椭圆)、以及电介质盖8。芯体4充当屏蔽部,以使理想地,所有磁通都被远离芯体4地引导通过盘的顶部。板7仅用于a)消除在某些环境中可能存在于芯体4下面的小杂散或寄生场(spurious field),和b)提供附加结构性强度。在图3中示出了该BPP,并且表A1限定了在仿真中和针对一个试验样机研究的实际尺度。

[0048] BPP的磁结构被设计成,使得如稍后所述地,在初级侧线圈2、3之间基本上不存在互耦合。这允许这些线圈按任何量值或相位独立地驱动,而不需要彼此耦合电压,在彼此耦合电压的情况下,将抵抗这种线圈的电力输出。

[0049] 在一种操作模式下,BPP内的两个线圈可以利用两个分离但同步化的逆变器来驱动,这两个逆变器以已知电流量值和相位差操作。如果这些线圈理想地完全磁性地去耦合,则在初级逆变器之间不存在电力传递,以限制到初级接收器的电力传递。

[0050] 在一个实施方式中,这两个逆变器是同步的但操作成在线圈2、3中的每一个线圈中生成具有相同RMS量值但90度异相地操作的电流。在静止应用中,这很可能是具有LCL结构的两个桥式逆变器,该LCL结构被调谐成按希望的操作频率谐振,最后的L在所有情况下都利用盘电感局部地构成,在该情况下,初级逆变器优选地具有公共DC总线,以简化来自电力线的输入电子装置。通过使线圈2、3中的电流之间具有90°相位间隔,生成空间地改变且时变的磁场,而非DDP的静止时变磁场。这在图7中示出,其中,左列表示DDP盘,而右列表示BPP盘。BPP的场中的空间变化呈现为在线圈2、3的磁极之间沿交替方向滑动移动。

[0051] 应注意到,如果需要缩减发送器一侧上的场发射以避免操作期间因耦合接收器的偏移性质而造成的泄露(例如,满足ICNIRP规范),则可以将这些线圈中的电流之间的其它相对相位和/或量值变化用于整形该场。因而,该场可以响应于传感器的输出(例如,其可以感测哪里需要更大场强,或者哪里应当缩减场强)而定向。而且,该场强可以根据在盘上哪里需要场而时变但空间静止。

[0052] 在另一实施方式中,还可以180度异相地操作线圈2、3,以使它们可以简单地连接至一个逆变器(如在DDP操作中)。这种特殊的单相操作模式是第二种可能的操作模式,以简化将针对DDP生成静止时变场的电子控制和电力转换。

[0053] 作为一比较方式,在相同电流和频率下,针对由单相初级侧电源驱动的DDP磁结构的电力传递分布图,来估算具有滑动时变磁场的BPP的电力传递分布图(表A2中限定了其尺度)。按相同高度和偏移(表A3中限定了其尺度),在耦合至相同DDQP接收器(即,DDP盘包括正交线圈,如图2中的用作磁通接收器的线圈)的相同条件下评估两种系统。

[0054] 给定BPP生成可以被称做滑动时变磁场的磁场,希望确定在其上放置了线圈2、3的基部中使用的四个铁氧体带5的优选长度。如在已知DDP中,这些铁氧体带5被用于增强电力

传递，并且确保生成主要为单侧的磁场，以最佳地耦合至次级电力接收器，同时确保使用最小量的铁氧体以保持重量最小，并且限制盘的电感。在这种滑动场中，示出了该铁氧体带应当优选地在绕组线圈下延伸，否则该场可能不被强制地向上朝向接收器。

[0055] 在该评估中，铁氧体带5利用容易获取的厚片来构成，该厚片分别为93mm的标准长度。每一个带便利地被选择成该长度的倍数。研究具有集总在一起的六片(558mm)、八片(744mm)以及十片(930mm)厚片的构造。在所有设计中(除了10个厚片铁氧体构造之外)，BPP的盘尺寸的外部尺度与DDP的相同，使能实现公平比较。然而，十片铁氧体构造迫使发送器(或发生器)盘的总长度(沿x方向)增加超出标准长度200mm(与所有其它盘相比，包括所比较的DDP构造)，由此，仅在估算中包括十片铁氧体构造，以考虑对超出线圈尺度的铁氧体的延伸的影响。如在表A1中所示，全部三个BPP设置中的两个线圈的端部之间的距离相同，尽管这些线圈之间的交叠被设为避免在初级线圈之间出现互耦合所需的尺度。

[0056] 当BPP的两个初级线圈2、3相对于彼此以任意交叠的方式放置时，这两个线圈之间将存在互耦合。然而，对于针对线圈宽度(指示$r_0$)的一定交叠比率来说，这种互耦合几乎为零。为确保在每一个初级线圈之间不存在互耦合所需的这种理想交叠因存在铁氧体而简单化，但可以通过简单地固定一个线圈，并且按固定频率以预定电流激励(例如，经由合适的3D仿真器或者利用合适实验装置)其来确定。接着，可以测量在第二初级线圈中感应出的开路电压。如果第二线圈移动，以改变该交叠，则耦合电压将改变。当其被最小化(理想地为零)时，可以设定该理想构造。图4示出了根据在激励第一线圈时的交叠的第二BPP线圈中耦合的开路电压。如图4所示，最佳交叠取决于线圈下面的铁氧体带的长度。对于六片、八片、十片铁氧体盘来说，交叠比率$r_0$被发现分别为0.53、0.34以及0.25。

[0057] 有限元解算器JMAG StudioTM版本10.0被用于模拟所有提出的磁结构。仿真器输出的证实是通过在基部中利用包括6片铁氧体厚片的铁氧体带在实验室中构成样机BPP、并且将其与仿真比较来确认的。经缩放的模型使用针对BPP的表A1的外部尺度，但将线圈均简化成仅有10匝，以简化该构造。接收器是如表A3所述的DDQP。图5示出了利用六片铁氧体厚片在基部中构建每一个铁氧体带的、在每一个线圈中具有十匝的BPP的测量和仿真电力。在左列中，垂直位移是150mm，而在右列中垂直位移是250mm。图5的测量与仿真之间的比较示出了极好的相关性。

[0058] 这里给出的电力分布图是总的无补偿VA功率输出，其利用分离测量接收器开路电压($V_{oc}$)和短路电流($I_{sc}$)来确定。该无补偿VA是对由$S_u = V_{oc} * I_{sc}$给出的盘的电力性能的公知度量。DDQP接收器具有两组线圈，线圈2、3(假定它们是串联的)和正交(Q)线圈12。在这种情况下，寻找分别用于两组线圈的无补偿功率，并且可从拾取器获得的总无补偿功率被称为总功率，其被简单地计算为来自两组线圈的功率和。这是成为电力传递分布图潜在的总功率。

[0059] 每一种BPP设计的电力传递分布图由此可以利用3D仿真来确定并且在图6中示出。图6示出了在200mm垂直间隔的情况下，针对沿x或者y方向具有拾波器偏移的三种BPP设置的无补偿电力。这里，BPP利用具有23A rms的20kHz电流来激励，而接收器是DDQP。控制它们的相对位置的参数被称为偏移距离，在笛卡尔坐标中，即：$x_{os}$(横向)、$y_{os}$(纵向)以及$Z_{os}$(垂直)。位于彼此顶部上并且它们的电介质盖8接触的两个盘的构造为(0,0,0)。该垂直偏移$z_{os}$为200mm。

[0060] 应注意到，当这些线圈下面的铁氧体延伸时，电力存在显著增加，而且清楚的是，该铁氧体应当至少在整个线圈2、3下面延伸(具有8个铁氧体条的BPP)。随着将铁氧体添加至BPP基部而导致来自BPP的无补偿电功率的急剧增加的原因在于其磁场的非静止性质。靠近BPP盘的场可以最佳地被描述为横跨表面的滑动波形，而不像DDP，其因其单相性质而上下脉动。BPP与单相化DDP之间的这种滑动性质和基本差异在图7中很清楚明显，图7示出了在初级侧谐振电流的整个周期期间，按各种时间实例的耦合至DDQP接收器的BPP8和DDP两者的场标绘图。从上至下示出了0、30、60、90、120以及150度(其中，在双极型中，另一相位以90度间隔操作)。左列：具有8个铁氧体的BPP，右列：DDP。其中，磁通密度针对半个周期逐相地被比较。在图7中，在初级侧谐振电流的整个周期内，以各种时间实例示出了耦合至DDQP接收器的BPP8和DDP两者的场标绘图。从上至下示出了0、30、60、90、120以及150度(其中，在双极型中，另一相位以90度间隔操作)。左列中的标绘图用于具有8片铁氧体厚片的BPP盘。右列中的标绘图用于DDP盘。来自单相DDP盘的磁通上下脉动，具有在该盘上居中的极强且被约束的磁通，而BPP具有更恒定的磁通图案化，但该图案随着相位前进而在该盘表面上如同滑动波一样移位。

[0061] BBP的滑动波在该盘的边缘上给出非常局部化的高磁通，而DDP盘在该盘的中央保持强磁通。在六片式中，在线圈端部下面不存在铁氧体，并且该磁通因电介质填充材料6(木材)而包含得不够好。因此，其不向上辐射，而相反在该盘的铝基板7中感应涡电流。在图8中，针对同一相位比较三种设置。图8示出了在0度下存在垂直偏移DDQP接收器时，在基部中由六片(上)、八片(中)以及十片(下)厚片构成每一个铁氧体带的BPP盘的场标绘图。该磁通密度看上去本质不同，尤其环绕右边缘，在该处，对于八片和十片铁氧体设置磁通密度高，但对于六片铁氧体设置不高。在十片铁氧体中，因为场如所希望地未向拾取器(即，接收器盘)推进，所以磁通甚至被更好地约束，并且很少的场“回绕”轨道盘的边侧，又是负责降低电力传递的因素。

[0062] 图9示出了具有DDQP接收器的BPP(8)的示例电力传递分布图。在图9中，将在每一个铁氧体基部带(BPP8)中具有八片铁氧体厚片的BPP与DDP相比。与DDP的分布图相比，BPP8的电力传递分布图在形状和最大值上展现出非常明显的差异。如所配置的，BPP8生成DDP最大电力的大约70％，并且具有类似的电力分布形状。然而，所示出的电力水平和所实现的耦合足以例如按实践应用所需的距离向电动车辆递送合适的电力水平，而且具有如在DDP电力分布图中所看到的偏移的峰值附近的电力变化的改变率表现为不显著。给定随着横向移动电力中不存在严重波动，在考虑电力公路应用时，电力的有限充电率是有利的。

[0063] 表A1：BPP的尺度

[0064] 共同尺度

[0065]

| | |
|---|---|
| 绕组宽度 | 80 mm |
| 铁氧体间距 | 32 mm |
| 铁氧体宽度 | 28 mm |
| Y线圈间距 | 50 mm |
| Y填料 | 46 mm |
| 盖厚度 | 6 mm |
| 线圈高度 | 4 mm |
| 铁氧体高度 | 16 mm |
| 间隔体厚度 | 6 mm |
| 板厚度 | 4 mm |

[0066] 基于铁氧体数的变化：

[0067] A:BBP6:利用6个铁氧体厚片制成每一个铁氧体带

[0068]

| | |
|---|---|
| （BPP6）铁氧体长度 | 558 mm |
| （BPP6）交叠 | 156 mm |
| X线圈间距 | 10 mm |
| X填料 | 10 mm |

[0069] B:BBP8:利用8个铁氧体厚片制成每一个铁氧体带

[0070]

| | |
|---|---|
| 铁氧体长度 | 774 mm |
| 交叠 | 74 mm |
| X线圈间距 | -83 mm（-表示交叠） |
| X填料 | 10 mm |

[0071]

[0072] C:BBP10:利用10个铁氧体厚片制成每一个铁氧体带

[0073]

| | |
|---|---|
| 铁氧体长度 | 930 mm |
| 交叠 | 39 mm |
| X线圈间距 | -174 mm（-表示交叠） |
| X填料 | 110 mm（nb: 200 mm总体添加至填料以适配额外铁氧体 |

[0074] 表A2:DDP的尺度

| | |
|---|---|
| 绕组宽度 | 80 mm |
| 内绕组宽度 | 120 mm |
| 铁氧体间距 | 32 mm |
| 铁氧体宽度 | 28 mm |
| Y线圈间距 | 10 mm |
| Y填料 | 46 mm |
| 盖子厚度 | 6 mm |
| 线圈高度 | 4 mm |
| 铁氧体高度 | 16 mm |
| 间隔体厚度 | 6 mm |
| 板厚度 | 4 mm |
| 铁氧体长度 | 558 mm |
| X线圈间距 | 10 mm |
| X填料 | 10 mm |

[0075]

[0076] 表A3:DDQP的尺度

| | |
|---|---|
| 绕组宽度 | 80 mm |
| 内绕组宽度 | 120 mm |

[0077]

| | | |
|---|---|---|
| | 铁氧体间距 | 32 mm |
| | 铁氧体宽度 | 28 mm |
| | Y线圈间距 | 10 mm |
| | Y填料 | 46 mm |
| | 盖子厚度 | 6 mm |
| | 线圈高度 | 4 mm |
| [0078] | 铁氧体高度 | 16 mm |
| | 间隔体厚度 | 6 mm |
| | 板厚度 | 4 mm |
| | 铁氧体长度 | 558 mm |
| | X线圈间距 | 10 mm |
| | X填料 | 10 mm |
| | 正交线圈长度 | 534 mm |

[0079] 在前述描述中，已经对具有已知等同物的本发明的具体组件或整体进行了说明，因而，这种等同物在此如同单独阐述一样并入于此。

[0080] 尽管本发明已经通过示例并且参照其可能的实施例进行了描述，但应当明白，在不脱离本发明的范围或精神的情况下，可以对其进行修改或改进。

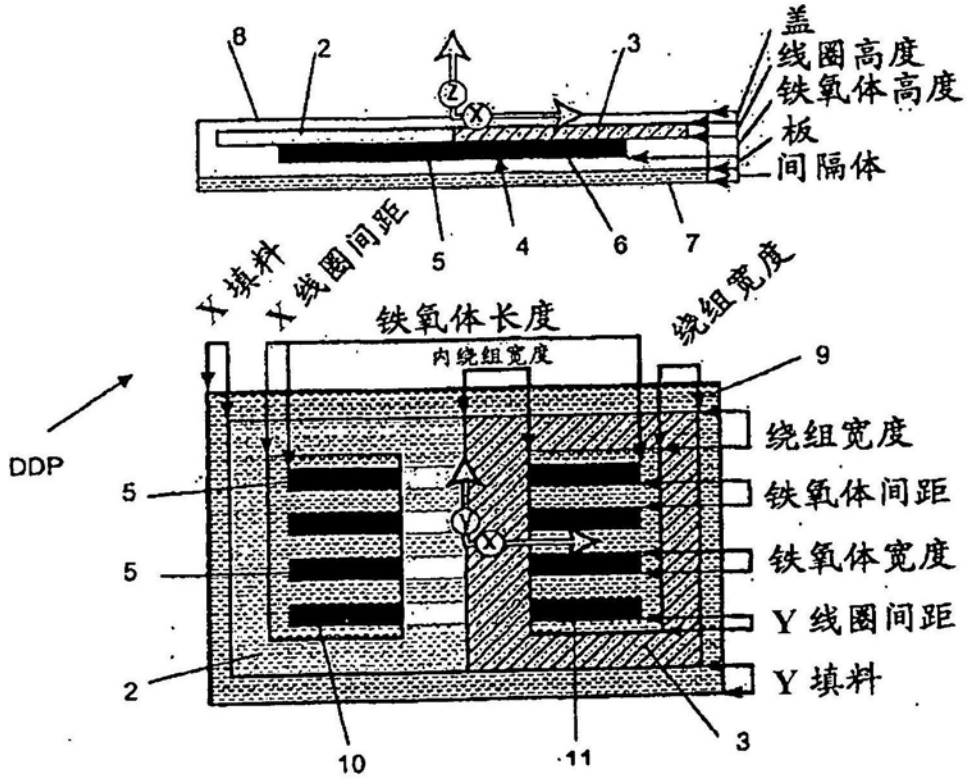

8
2
Z
X
3
盖
线圈高度
铁氧体高度
板
间隔体
5
4
6
7
X 填料
X 线圈间距
铁氧体长度
内绕组宽度
绕组宽度
9
DDP
绕组宽度
铁氧体间距
铁氧体宽度
Y 线圈间距
Y 填料
5
5
2
10
11
3

图1

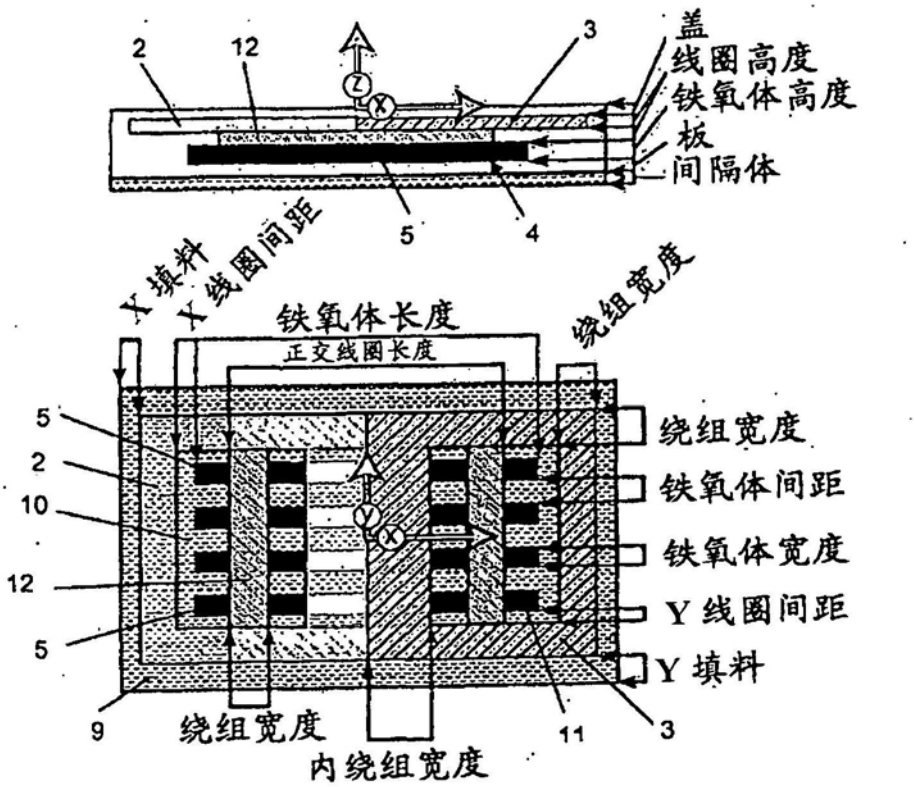

2
12
Z
X
3
盖
线圈高度
铁氧体高度
板
间隔体
5
4
X 填料
X 线圈间距
铁氧体长度
正交线圈长度
绕组宽度
5
2
10
12
5
绕组宽度
铁氧体间距
铁氧体宽度
Y 线圈间距
Y 填料
9
绕组宽度
11
3
内绕组宽度

图2

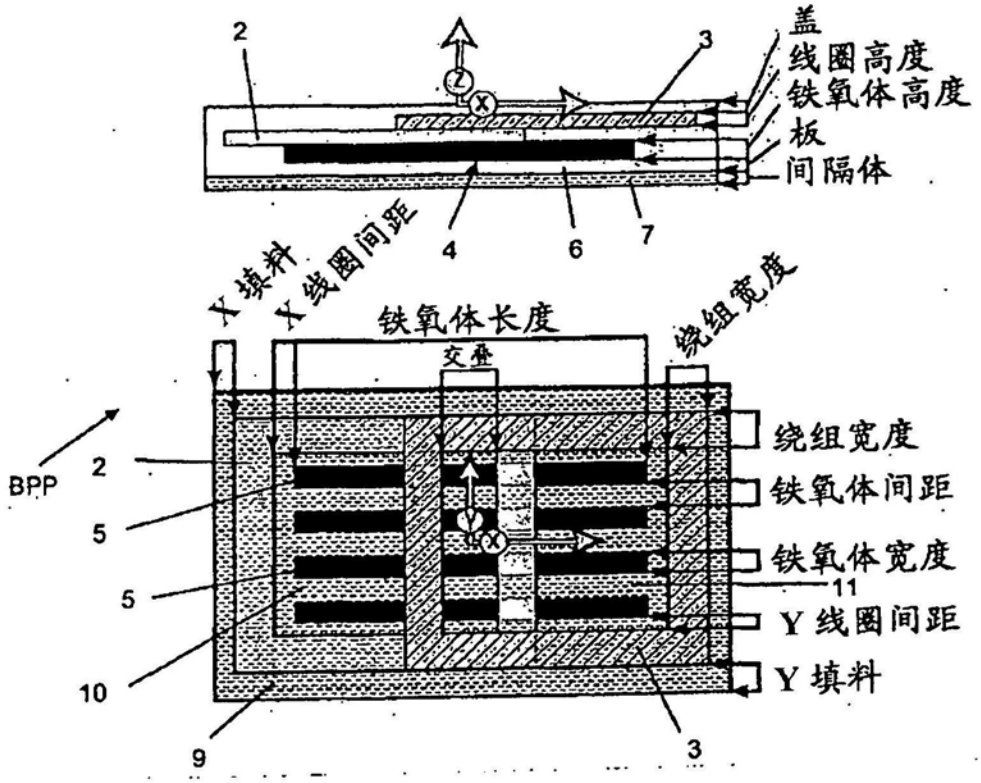

盖
线圈高度
铁氧体高度
板
间隔体
2
3
4
6
7
X 填料
X 线圈间距
铁氧体长度
交叠
绕组宽度
BPP
2
5
5
10
9
3
11
绕组宽度
铁氧体间距
铁氧体宽度
Y 线圈间距
Y 填料

图3

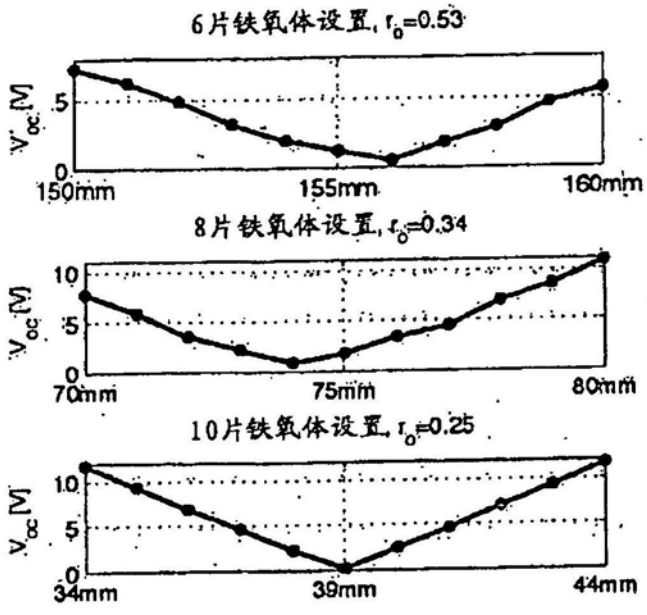

6片铁氧体设置, $r_o$=0.53
$V_{oc}$ [V]
5
0
150mm
155mm
160mm
8片铁氧体设置, $r_o$=0.34
10
5
0
70mm
75mm
80mm
10片铁氧体设置, $r_o$=0.25
10
5
0
34mm
39mm
44mm

图4

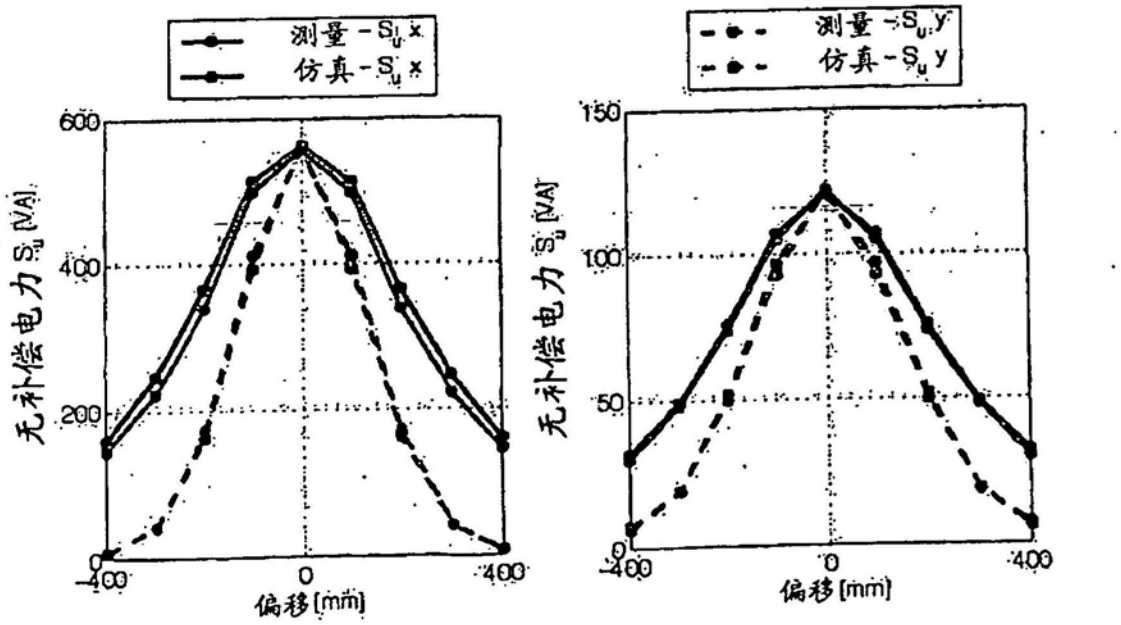

测量 - $S_u$ x
仿真 - $S_u$ x
无补偿电力 $S_u$ [VA]
600
400
200
0
-400
0
400
偏移 [mm]
测量 - $S_u$ y
仿真 - $S_u$ y
无补偿电力 $S_u$ [VA]
150
100
50
0
-400
0
400
偏移 [mm]

图5

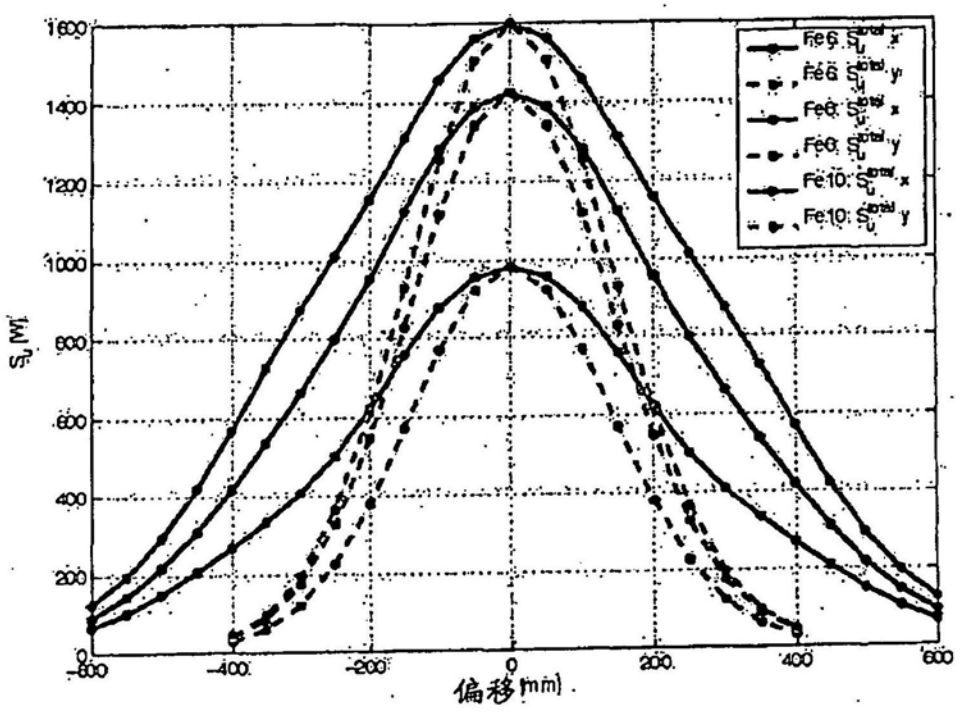

Fe6 $S_u^{total}$ x
Fe6 $S_u^{total}$ y
Fe8 $S_u^{total}$ x
Fe8 $S_u^{total}$ y
Fe10 $S_u^{total}$ x
Fe10 $S_u^{total}$ y
$S_u$ [W]
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-800
-400
-200
0
200
400
600
偏移 [mm]

图6

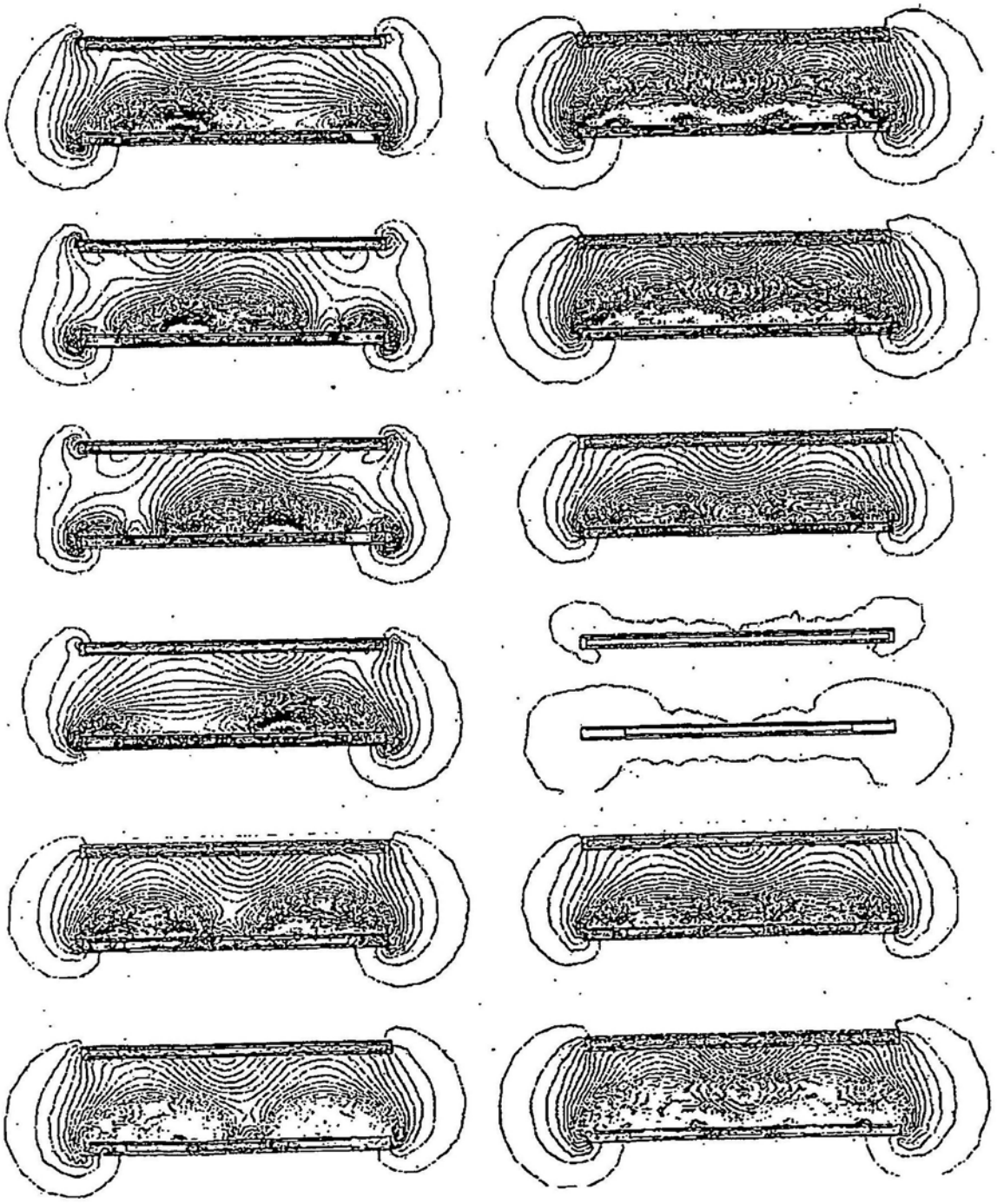


图7

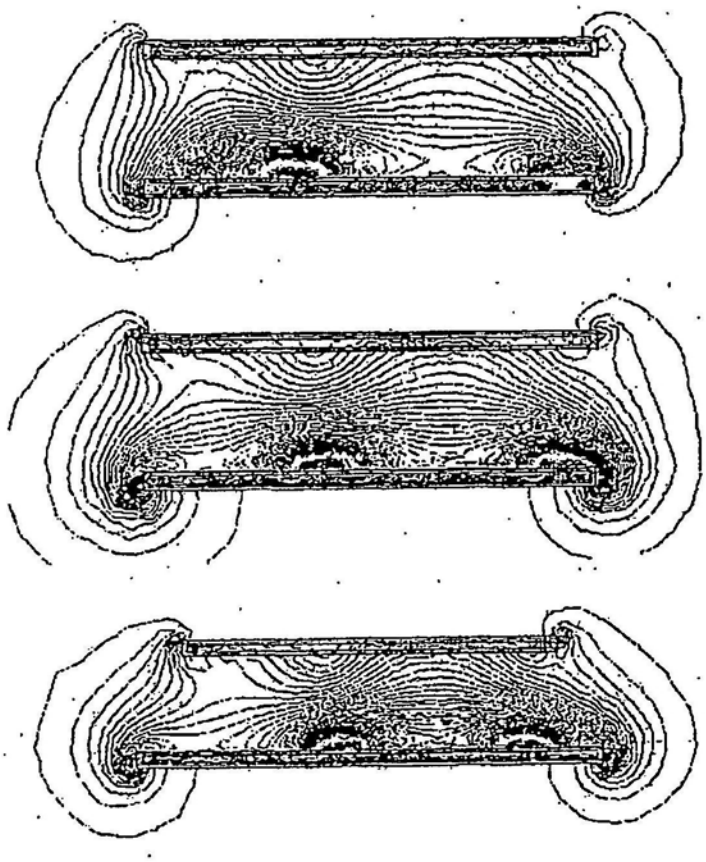


图8

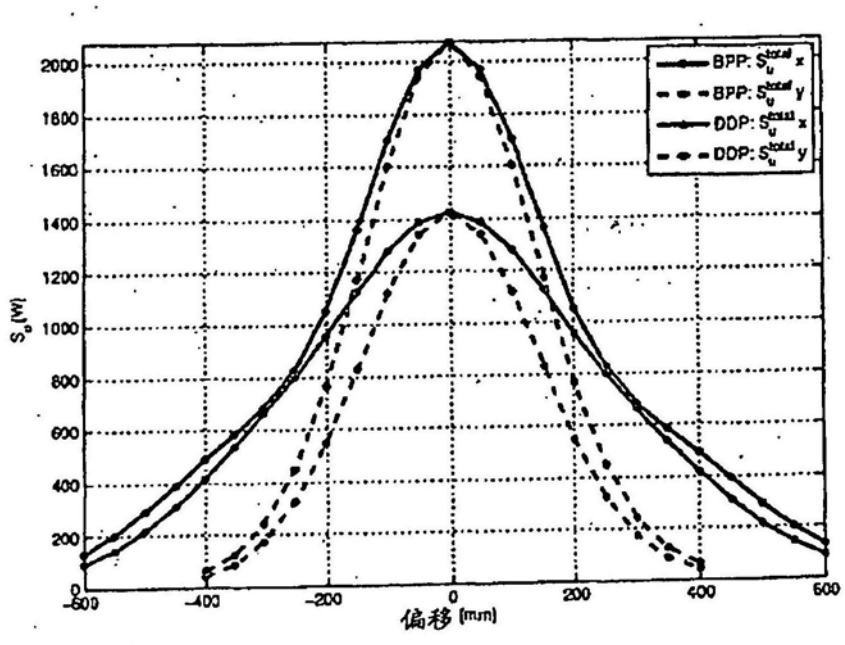

BPP: $S_u^{total}$ x
BPP: $S_u^{total}$ y
DDP: $S_u^{total}$ x
DDP: $S_u^{total}$ y
$S_u$ (W)
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-600
-400
-200
0
200
400
600
偏移 (mm)

图9