

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 12 月 3 日 (03.12.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/180577 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01F 27/24 (2006.01) *H01F 17/04* (2006.01)
H01F 27/30 (2006.01) *H02M 1/00* (2007.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/079222
- (22) 国际申请日: 2015 年 5 月 18 日 (18.05.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410228277.X 2014 年 5 月 27 日 (27.05.2014) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 胡炎申 (HU, Yanshen); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘云峰 (LIU, Yunfeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 叶飞 (YE, Fei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区丹棱街 16 号海兴大厦 C 座 1108, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: COUPLING INDUCTOR AND POWER CONVERTER

(54) 发明名称: 耦合电感和功率变换器

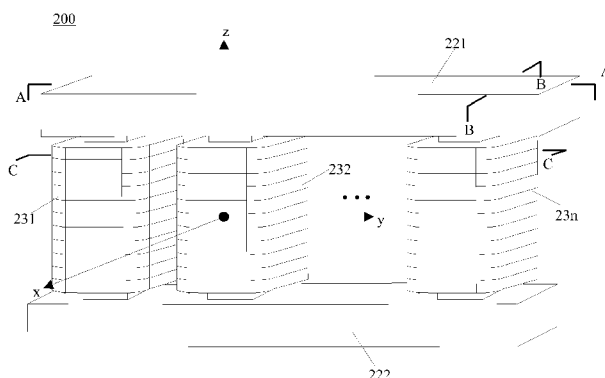


图 2A / FIG. 2A

(57) Abstract: A coupling inductor (200) and a power converter. The coupling inductor comprises a magnetic core and at least two windings (231, 232, ..., 23n). The magnetic core comprises at least two magnetic columns (241, 242, ..., 24n) and two opposite magnet yokes (221, 222). The at least two magnetic columns are disposed between the two opposite magnet yokes. The at least two windings are separately wound on the at least two magnetic columns. The at least two windings are in one-to-one correspondence with the at least two magnetic columns. The at least two windings do not extend out of the two opposite magnet yokes in at least one direction. Each direction of the at least one direction is a direction perpendicular to side surfaces of the two opposite magnet yokes. The two opposite magnet yokes extend in at least one direction, so that the at least two windings do not extend out of the two opposite magnet yokes in at least one direction, cutting on an inductor winding coil by a leakage magnetic field is reduced, and accordingly, eddy-current loss caused by the fact that the leakage magnetic field cuts the inductor winding coil can be reduced.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2015/180577 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种耦合电感(200)和功率变换器,该耦合电感包括:磁芯和至少两个绕组(231,232,……,23n)。磁芯包括至少两个磁柱(241,242,……,24n)和两个相对的磁轭(221,222),至少两个磁柱设置在两个相对的磁轭之间,至少两个绕组分别绕制在至少两个磁柱上,至少两个绕组与至少两个磁柱一一对应,至少两个绕组在至少一个方向上不超出两个相对的磁轭,其中,至少一个方向中的每个方向为与两个相对的磁轭的侧面垂直的方向。可以通过在至少一个方向上延伸两个相对的磁轭,使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出两个相对的磁轭,减少漏磁场对电感绕组线圈的切割,从而能够减小漏磁场切割电感绕组线圈产生的涡流损耗。

耦合电感和功率变换器

本申请要求于 2014 年 5 月 27 日提交中国专利局、申请号为 201410228277.X、发明名称为“耦合电感和功率变换器”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及电力电子领域，尤其涉及一种耦合电感和功率变换器。

10 背景技术

目前，交错并联技术在电力电子领域的应用越来越广泛，尤其是采用交错关联技术的多电平功率变换器的应用越来越广泛。采用交错关联技术的多电平功率变换器包括的多个功率桥臂通过耦合电感中的多个绕组或线圈耦合，并以交错方式运行，从而可以提高输出的开关频率、降低输出的纹波电流。由于耦合电感可以产生漏感，若直接与负载相连，则可以省去滤波电感，从而降低成本和系统体积。

但是，当耦合电感通过较大的共模电流时，空气中就会存在较大的漏磁场，这样，可能会在耦合电感的绕组中产生涡流损耗。

20 发明内容

本发明的实施例提供一种耦合电感和功率变换器，能够减小耦合电感的绕组中产生的涡流损耗。

第一方面，提出一种耦合电感，包括：磁芯和至少两个绕组，其中，磁芯包括至少两个磁柱和两个相对的磁轭，至少两个磁柱设置在两个相对的磁轭之间，至少两个绕组分别绕制在至少两个磁柱上，至少两个绕组与至少两个磁柱一一对应，至少两个绕组在至少一个方向上不超出两个相对的磁轭，其中，至少一个方向中的每个方向为与至少两个磁柱的轴线垂直的方向。

结合第一方面，在第一种可能的实现方式下，两个相对的磁轭在至少一个方向上超出至少两个绕组。

结合第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式下，两个相对的

磁轭在相反的两个方向上超出至少两个绕组。

结合第一种可能的实现方式，在第三种可能的实现方式下，两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上超出至少两个绕组。

结合第一方面或第一方面的第一种至第三种可能的实现方式中的任何一种可能的实现方式，在第四种可能的实现方式下，两个相对的磁轭中的每个磁轭包括弯角部分，弯角部分包围至少两个绕组的一部分。

结合第一方面或第一方面的第一种至第四种可能的实现方式中的任何一种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式下，两个相对的磁轭中的每个磁轭包括与至少两个磁柱对应的至少两个第一部分和至少两个第一部分之间的至少一个第二部分，至少两个第一部分的宽度大于至少一个第二部分的宽度。

结合第一方面，在第六种可能的实现方式下，至少两个绕组在至少一个方向上与两个相对的磁轭平齐。

结合第六种可能的实现方式，在第七种可能的实现方式下，两个相对的磁轭在相反的两个方向上与至少两个绕组平齐。

结合第六种可能的实现方式，在第八种可能的实现方式下，两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上与所述至少两个绕组平齐。

结合第一方面或上述任何一种可能的实现方式，在第九种可能的实现方式下，至少两个磁柱包括两个磁柱或三个磁柱。

第二方面，提供了一种功率变换器，包括：至少两个功率桥臂；如第一方面的任一种可能的实现方式下的耦合电感，其中至少两个功率桥臂分别与耦合电感的至少两个绕组连接。

在本发明实施例的技术方案中，可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸，使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭，能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割，从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 示出了常规三磁柱耦合电感的结构的截面图。

图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的耦合电感的结构示意图。

图 2B 示出了图 2A 所示的耦合电感的 A-A 截面图。

图 2C 示出了图 2A 所示的耦合电感的 B-B 截面图。

5 图 2D 示出了图 2A 所示的耦合电感的 C-C 截面图。

图 3A 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的截面图。

图 3B 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的另一截面图。

图 4 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的截面图。

图 5A 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的截面图。

10 图 5B 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的另一截面图。

图 5C 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感的再一截面图。

图 6 是根据本发明的实施例的一种功率变换器的结构示意图。

具体实施方式

15 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应属于本发明保护的范围。

20 本发明的实施例应用于采用交错并联技术的多电平功率变换器，本发明的实施例对多电平功率变换器的电平等级不作限定，例如，多电平功率变换器可以二电平功率变换器，三电平功率变换器和五电平功率变换器等等。本发明的实施例对多电平功率变换器的类型也不作限定，例如，多电平功率变换器可以为二极管箝位型多电平功率变换器，也可以是电容箝位型多电平功率变换器等等。

25 图 1 示出了常规三磁柱耦合电感的结构的截面图。

30 常规三磁柱耦合电感 100 的结构的沿 y-z 平面的截面图如图 1 所示，耦合电感 100 包括：磁柱 111、112 和 113，上磁轭 121 和下磁轭 122，以及分别绕制在磁柱 111、112 和 113 上的绕组 131、132 和 133。由于绕组 131 的左侧面和 133 的右侧面分别超出了上磁轭 121 和下磁轭 122 的左、右两个侧面，因此，当较大的共模电流通过耦合电感 100 时，空气中的漏磁产生的漏磁场切割电感绕组 131 和 133，继而在绕组中产生涡流损耗。当耦合电感所在的功率变换器的

负载较轻时，功率变换器的功率较低，而涡流损耗占总功率的比例较大，则会导致功率变换器的效率降低。

图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的耦合电感 200 的结构示意性立体图。

5 如图 2A 所示的耦合电感 200 包括：磁芯和至少两个绕组，其中，磁芯包括至少两个磁柱 241、242、……、24n 和两个相对的磁轭 221 和 222，至少两个磁柱 241、242、……、24n 设置在两个相对的磁轭 221 和 222 之间，至少两个绕组 231、232、……、23n 分别绕制在至少两个磁柱 241、242、……、24n 上，至少两个绕组 231、232、……、23n 与至少两个磁柱 241、242、……、24n 一一对应，至少两个绕组 231、232、……、23n 在至少一个方向上不超出两个相对的磁轭 221 和 222，其中，至少一个方向中的每个方向为与至少两个磁柱的轴线垂直的方向。

具体地，根据本发明实施例，至少一个方向可以包括：x 方向、y 方向、x 方向的反方向和 y 方向的反方向中的一个或者多个方向。两个相对的磁轭的侧面包括与 x 方向、y 方向、x 方向的反方向和 y 方向的反方向垂直的侧面。其中，z 方向为与磁柱的轴线平行的方向，x 方向、y 方向和 z 方向中的任意两个方向相互垂直。换句话说，至少两个绕组的侧面可以在 x 方向、y 方向、x 方向的反方向和 y 方向的反方向中的一个或多个方向上不超出两个相对的磁轭的侧面，或者说在两个磁轭的覆盖范围内。

20 例如：在 x 方向上，至少两个绕组 231、232、……、23n 中每个绕组的前侧面可以不超出上磁轭 221 和下磁轭 222 的前侧面。或者，在 x 方向的反方向上，至少两个绕组 231、232、……、23n 中每个绕组的后侧面可以不超出上磁轭 221 和下磁轭 222 的后侧面。在 y 方向上，至少两个绕组 231、232、……、23n 中每个绕组的右侧面可以不超出上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面，并且在 y 方向的反方向上，绕组 231 的左侧面可以不超出上磁轭 221 和下磁轭 222 的左侧面。

再如：在 y 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面可以超出绕组 23n 的右侧面，并且在 y 方向的反方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的左侧面可以与绕组 231 的左侧面平齐。

30 根据本发明实施例，可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸，使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭，能够减少漏磁场对耦合电感的绕组

的切割，从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且，当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时，还能明显地提高功率变换器的效率。

图 2 的实施例以耦合电感 200 包括三个以上的磁柱为例进行了说明，本领域技术人员理解的是，至少两个磁柱还可以包括两个磁柱。

5 应理解，为了方便描述，图 2 仅给出了该耦合电感 200 的结构的一部分结构，并以这部分结构为例对本发明实施例的技术方案进行详细的描述，但本发明实施例并不仅限于此。

10 可选地，根据本发明的一个实施例，两个相对的磁轭在至少一个方向上超出至少两个绕组。换句话说，两个相对的磁轭的侧面在 x 方向、y 方向、x 方向的反方向和 y 方向的反方向中的一个或多个方向上超出至少两个绕组的侧面。

15 例如：在 y 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面可以超出绕组 23n 的右侧面。或者，在 y 方向的反方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的左侧面可以超出绕组 231 的左侧面，就可以减少空气中的漏磁产生的漏磁场对绕组的切割，从而减小绕组中的涡流损耗。

20 再如：在 y 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面可以超出绕组 23n 的右侧面，并且在 x 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的前侧面可以超出至少两个绕组 231、232、……、23n 中每个绕组的一个侧面，可以更多地减少空气中的漏磁产生的漏磁场对绕组的切割，从而能够更多地减小绕组中的涡流损耗。

具体地，根据本发明实施例，两个相对的磁轭在相反的两个方向上超出至少两个绕组。

图 2B 示出了图 2A 所示的耦合电感的 A-A 截面图。图 2B 所示的耦合电感 200 是 y-z 平面内图 2A 所示的耦合电感 200 的截面图。

25 如图 2B 所示，耦合电感 200 的至少两个磁柱 211、212、……、21n 设置在上磁轭 221 和下磁轭 222 之间，至少两个绕组 231、232、……、23n 分别绕制在至少两个磁柱 211、212、……、21n 上。

30 在 y 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面超出绕组 23n 的右侧面，并且在 y 方向的反方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的左侧面超出绕组 231 的左侧面，其中右侧面的法线方向与 y 方向的反方向相同，左侧面的法线方向与 y 方向相同。这样，空气中的漏磁产生的漏磁场切割电感绕组 231 和 23n

的机会就会减少，因此，可以大大的减小由于漏磁场切割电感绕组线圈而产生的涡流损耗。

图 2C 示出了图 2A 所示的耦合电感的 B-B 截面图。图 2C 所示的耦合电感 200 是 x-z 平面内图 2A 所示的耦合电感 200 的截面图。

5 如图 2C 所示，耦合电感 200 的至少两个磁柱中的任一磁柱 21i 设置在上磁轭 221 和下磁轭 222 之间，至少两个绕组中的一个绕组 23i 绕组在磁柱 21i 上，其中，i 的取值从 1 到 n，n 是大于或者等于 2 的整数。

10 在 x 方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的左侧面超出绕组 23i 的左侧面，并且在 x 方向的反方向上，上磁轭 221 和下磁轭 222 的右侧面超出绕组 23i 的右侧面。空气中的漏磁产生的漏磁场可能不会切割电感绕组 23i，因此，可以大大的减小由于漏磁场切割电感绕组线圈而产生的涡流损耗。

根据本发明实施例，可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸，使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭，能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割，从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且，当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时，还能明显地提高功率变换器的效率。

图 2D 示出了图 2A 所示的耦合电感的 C-C 截面图。图 2D 所示的耦合电感 200 是 x-y 平面内图 2A 所示的耦合电感 200 的截面图。

根据本发明实施例，两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上超出至少两个绕组。

20 如图 2D 所示，耦合电感 200 的至少两个磁柱 211、212、.....、21n 设置在上磁轭（未示出）和下磁轭 222 之间，至少两个绕组 231、232、.....、23n 分别绕制在至少两个磁柱 211、212、.....、21n 上。

25 在 x 方向上，上磁轭（未示出）和下磁轭 222 的前侧面超出至少两个绕组 231、232、.....、23n 中每个绕组的前侧面，在 x 方向的反方向上，上磁轭（未示出）和下磁轭 222 的后侧面超出至少两个绕组 231、232、.....、23n 中每个绕组的后侧面。

在 y 方向上，上磁轭（未示出）和下磁轭 222 的右侧面超出绕组 23n 的右侧面；在 y 方向的反方向上，上磁轭（未示出）和下磁轭 222 的左侧面超出了绕组 231 的左侧面。

30 根据本发明实施例，可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸，使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭，能够减少漏磁场对耦合电感的绕组

的切割，从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且，当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时，还能明显地提高功率变换器的效率。

为了方便描述本发明的实施例，以三磁柱为例对本发明实施例的技术方案进行详细的说明，但本发明实施例并不仅限于此。

5 图 3A 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感 300 的截面图。图 3A 所示的耦合电感 300 是 y-z 平面内耦合电感 300 的截面图。

根据本发明实施例，两个相对的磁轭中的每个磁轭包括弯角部分，弯角部分包围至少两个绕组的一部分。

10 如图 3A 所示，耦合电感 300 包括：磁柱 311、312 和 313，上磁轭 321 和下磁轭 322，以及分别绕制在磁柱 311、312 和 313 上的绕组 331、332 和 333，其中，磁柱 311、312 和 313 设置在上磁轭 321 和下磁轭 322。

15 上磁轭 321 和下磁轭 322 在 y 方向上超出绕组 333 的右侧面后，在 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 333 的右侧面的上端部分，并且上磁轭 321 和下磁轭 322 在 y 方向上超出绕组 333 的侧面后，在 z 方向形成弯角部分包围绕组 333 的右侧面的下端部分。

上磁轭 321 和下磁轭 322 在 y 方向的反方向超出绕组 331 的左侧面后，在 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 331 的左侧面的上端部分，并且上磁轭 321 和下磁轭 322 在 y 方向上超出绕组 331 的左侧面后，在 z 方向形成弯角部分包围绕组 331 的左侧面的下端部分。

20 图 3B 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感 300 的另一截面图。图 3B 所示的耦合电感 300 是 x-z 平面内耦合电感 300 的截面图。

如图 3B 所示，耦合电感 300 包括：磁柱 31i，上磁轭 321 和下磁轭 322，以及绕制在磁柱 31i 上的绕组 33i，磁柱 31i 设置在上磁轭 321 和下磁轭 322，其中，i 的取值从 1 到 3。

25 上磁轭 321 和下磁轭 322 在 x 方向上超出绕组 33i 中每个绕组的一个侧面后，在 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 33i 中每个绕组的一个侧面的上端部分，并且上磁轭 321 和下磁轭 322 在 x 方向上超出绕组 33i 中每个绕组的一个侧面后，在 z 方向形成弯角部分包围绕组 33i 中每个绕组的一个侧面的下端部分。

30 上磁轭 321 和下磁轭 322 在 x 方向上超出绕组 33i 的左侧面后，在 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 33i 的左侧面的上端部分，上磁轭 321

和下磁轭 322 在 x 方向的反方向上超出绕组 33i 的右侧面后, 在 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 33i 的右侧面的上端部分, 并且上磁轭 321 和下磁轭 322 在 x 方向上超出绕组 33i 的左侧面后, 在 z 方向形成弯角部分包围绕组 33i 的左侧面的下端部分, 上磁轭 321 和下磁轭 322 在 x 方向的反方向上超出绕组 33i 的右侧面后, 在 z 方向形成弯角部分包围绕组 33i 的右侧面的下端部分。

根据本发明实施例, 可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸, 使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭, 能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割, 从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且, 当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时, 还能明显地提高功率变换器的效率。

应理解, 耦合电感 300 包括的上磁轭 321 和下磁轭 322 还可以在 x 方向、x 方向的反方向、y 方向和 y 方向的反方向上超出绕组 331、332 和 333 的六个侧面后, 在 z 方向和 z 方向的反方向形成弯角部分包围绕组 331、332 和 333 的六个侧面的一部分, 从而能够更多的减少漏磁场对电感绕组线圈的切割, 从而更多的减小磁场切割电感绕组线圈产生的涡流损耗, 进而能够提高系统轻载时的效率。

图 4 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感 400 的截面图。图 4 所示的耦合电感 400 是 x-y 平面内耦合电感 400 的截面图。

根据本发明实施例, 两个相对的磁轭中的每个磁轭包括与至少两个磁柱对应的至少两个第一部分和至少两个第一部分之间的至少一个第二部分, 至少两个第一部分的宽度大于至少一个第二部分的宽度。

如图 4 所示, 耦合电感 400 的至少两个磁柱 411、412、.....、41n 设置在上磁轭 (未示出) 和下磁轭 422 之间, 至少两个绕组 431、432、.....、43n 分别绕制在至少两个磁柱 411、412、.....、41n 上。上磁轭 (未示出) 和下磁轭 422 分别包括 n 个第一部分 440 和 n-1 个第二部分 450, 其中, 每个第二部分 450 位于两个第一部分 440 之间, 且在 x 方向上, 第一部分 440 的宽度大于第二部分 450 的宽度, n 是大于或者等于 2 的整数。

换句话说, 第一部分 440 侧面可以与绕组的侧面平齐, 也可以超出至少绕组的侧面。

根据本发明实施例, 可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸, 使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭, 能够减少漏磁场对耦合电感的绕组

的切割，从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且，当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时，还能明显地提高功率变换器的效率。同时，由于只是延伸了与磁柱相对应的第一部分磁轭，所以能够降低耦合电感的成本。

应理解，根据本发明实施例，在 x 方向上，第一部分 440 的宽度可以大于第二部分 450 的宽度，这样也能够在一定程度上减少漏磁场对电感绕组线圈的切割，从而减小漏磁场切割电感绕组线圈产生的涡流损耗。

还应理解，根据本发明实施例，磁轭可以包括弯角部分，并且该弯角部分包围绕组的下端部分和/或上端部分。

可选地，作为本发明的另一实施例，至少两个绕组在至少一个方向上与两个相对的磁轭平齐。换句话说，两个相对的磁轭的侧面在 x 方向、y 方向、x 方向的反方向或 y 方向的反方向中的一个或多个方向上与至少两个绕组的侧面平齐。

例如：在 y 方向上，绕组 43n 的右侧面与上磁轭（未示出）和下磁轭 422 的右侧面平齐，或者在 y 方向的反方向上，绕组 431 的左侧面与上磁轭（未示出）和下磁轭 422 的左侧面平齐，就能够减少空气中的漏磁产生的漏磁场对绕组的切割，从而减小绕组中的涡流损耗。

为了方便描述本发明的实施例，下面以三磁柱为例对本发明实施例的技术方案进行详细的说明，但本发明实施例并不仅限于此。

图 5A 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感 500 的截面图。图 5A 所示的耦合电感 500 是 y-z 平面内耦合电感 500 的截面图。

在本实施例中，两个相对的磁轭在相反的两个方向上与至少两个绕组平齐。

如图 5A 所示，耦合电感 500 包括：磁柱 511、512 和 513，上磁轭 521 和下磁轭 522，以及分别绕制在磁柱 511、512 和 515 上的绕组 531、532 和 533，其中，磁柱 511、512 和 515 设置在上磁轭 521 和下磁轭 522 之间。

在 y 方向上，上磁轭 521 和下磁轭 522 的右侧面与绕组 53n 的右侧面平齐，并且在 y 方向的反方向上，上磁轭 521 和下磁轭 522 的左侧面与绕组 531 的左侧面平齐。这样，能够减少空气中的漏磁产生的漏磁场对电感绕组的切割，从而减小了由于漏磁场切割电感绕组线圈而产生的涡流损耗。

图 5B 示出了根据本发明的另一实施例的耦合电感 500 的另一截面图。图 5B 所示的耦合电感 500 是 x-z 平面内耦合电感 500 的截面图。

如图 5B 所示,耦合电感 500 包括:磁柱 51i,上磁轭 521 和下磁轭 522,以及绕制在磁柱 51i 上的绕组 53i,磁柱 51i 设置在上磁轭 521 和下磁轭 522,其中,i 的取值从 1 到 3。

在 x 方向上,上磁轭 521 和下磁轭 522 的前侧面与绕组 53i 的前侧面平齐,并且在 x 方向的反方向上,上磁轭 521 和下磁轭 522 的后侧面与绕组 53i 的后侧面平齐。这样,能够减少空气中的漏磁产生的漏磁场对电感绕组的切割,从而减小了由于漏磁场切割电感绕组线圈而产生的涡流损耗。

根据本发明实施例,可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸,使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭,能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割,从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且,当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时,还能明显地提高功率变换器的效率。

图 5C 示出了根据本发明的一个实施例的耦合电感 500 的再一截面图。图 5C 所示的耦合电感 500 是 x-y 平面内耦合电感 500 的截面图。

根据本发明的实施例,两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上与至少两个绕组平齐。

如图 5C 所示,耦合电感 500 包括:三个磁柱 511、512 和 513 设置在上磁轭(未示出)和下磁轭 522 之间,三个绕组 531、532 和 533 分别绕制在三个磁柱 511、512 和 513 上。

在 x 方向上,上磁轭(未示出)和下磁轭 522 的前侧面与三个绕组 531、532 和 533 中每个绕组的前侧面平齐,并且在 x 方向的反方向上,上磁轭(未示出)和下磁轭 522 的后侧面与三个绕组 531、532 和 533 中每个绕组的后侧面平齐。

在 y 方向上,上磁轭(未示出)和下磁轭 522 的右侧面与绕组 533 的右侧面平齐,并且在 y 方向的反方向上,上磁轭(未示出)和下磁轭 522 的左侧面与绕组 531 的左侧面平齐。

根据本发明实施例,可以通过将磁轭在至少一个方向上延伸,使得至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭,能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割,从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且,当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时,还能明显地提高功率变换器的效率。

图 6 是根据本发明的实施例的一种功率变换器 600 的结构示意图。功率变换器 600 包括:至少两路功率桥臂和如上述实施例的耦合电感。该耦合电

感的至少两个绕组分别与该至少两个功率桥臂相连接。

以三路功率桥臂 600 为例进行说明, 本发明的实施例并不仅限于此, 本发明的实施例的耦合电感可以与多路功率桥臂连接, 每路功率桥臂对应于耦合电感的一个输入端。

5 如图 6 所示的功率变换器 600 包括: 三路功率桥臂 660 和耦合电感 680。其中, 耦合电感 680 的结构如上述耦合电感实施例中图 5A 所示的耦合电感 500, 在此适当省略详细的描述。三路功率桥臂 660 的输出端分别与耦合电感 680 包括的三个绕组 631、632 和 633 的输入端连接。

具体地, 功率桥臂 1、功率桥臂 2 和功率桥臂 3 的输入端并联连接在功
10 率变换器 600 的两个输入端之间, 功率桥臂 1 的输出端与耦合电感的绕组 631 的输入端连接, 功率桥臂 2 的输出端与耦合电感的绕组 632 的输入端连接, 功率桥臂 3 的输出端与耦合电感的绕组 633 的输入端连接, 绕组 631、632 和 633 的输出端耦合在一起并且与功率变换器 600 的输出端相连接。其中, 耦合电感 680 包括: 第一磁柱 611、612 和 613, 上磁轭 621 和下磁轭 622,
15 以及三个绕组 631、632 和 633。第一磁柱 611、612 和 613 设置在上磁轭 621 和下磁轭 622 之间, 且上磁轭 621 和下磁轭 622 的左、右两个侧面分别与绕组 631 的左侧面和 633 的右侧面平齐或者超出绕组 631 的左侧面和 633 的右侧面。三个绕组 631、632 和 633 分别绕制在三个磁柱 611、612 和 613 上。

因此, 本发明实施例的功率变换器的磁轭在至少一个方向上延伸, 使得
20 至少两个绕组在至少一个方向上不超出磁轭, 能够减少漏磁场对耦合电感的绕组的切割, 从而减小耦合电感绕组产生的涡流损耗。而且, 当耦合电感所在的功率变换器的负载较轻时, 还能明显地提高功率变换器的效率。

尽管通过参考附图并结合优选实施例的方式对本发明进行了详细描述, 但本发明并不限于此。在不脱离本发明的精神和实质的前提下, 本领域普通
25 技术人员可以对本发明的实施例进行各种等效的修改或替换, 而这些修改或替换都应在本发明的涵盖范围内。

权利要求

1. 一种耦合电感，其特征在于，包括：磁芯和至少两个绕组，

5 所述磁芯包括至少两个磁柱和两个相对的磁轭，所述至少两个磁柱设置在所述两个相对的磁轭之间，所述至少两个绕组分别绕制在所述至少两个磁柱上，所述至少两个绕组与所述至少两个磁柱一一对应，所述至少两个绕组在至少一个方向上不超出所述两个相对的磁轭，其中，所述至少一个方向中的每个方向为与所述至少两个磁柱的轴线垂直的方向。

2. 根据权利要求 1 所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭在所述至少一个方向上超出所述至少两个绕组。

10 3. 根据权利要求 2 所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭在相反的两个方向上超出所述至少两个绕组。

4. 根据权利要求 2 所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上超出所述至少两个绕组。

15 5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭中的每个磁轭包括弯角部分，所述弯角部分包围所述至少两个绕组的一部分。

20 6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭中的每个磁轭包括与所述至少两个磁柱对应的至少两个第一部分和所述至少两个第一部分之间的至少一个第二部分，所述至少两个第一部分的宽度大于所述至少一个第二部分的宽度。

7. 根据权利要求 1 所述的耦合电感，其特征在于，所述至少两个绕组在至少一个方向上与所述两个相对的磁轭平齐。

8. 根据权利要求 7 所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭在相反的两个方向上与所述至少两个绕组平齐。

25 9. 根据权利要求 7 所述的耦合电感，其特征在于，所述两个相对的磁轭在两两相反的四个方向上与所述至少两个绕组平齐。

10. 根据权利要求 1-9 中任一项所述的耦合电感，其特征在于，所述至少两个磁柱包括两个磁柱或三个磁柱。

11. 一种功率变换器，其特征在于，包括：

30 至少两个功率桥臂；

根据权利要求 1-10 中任一项所述的耦合电感，其中所述至少两个功率

桥臂分别与所述耦合电感的至少两个绕组连接。

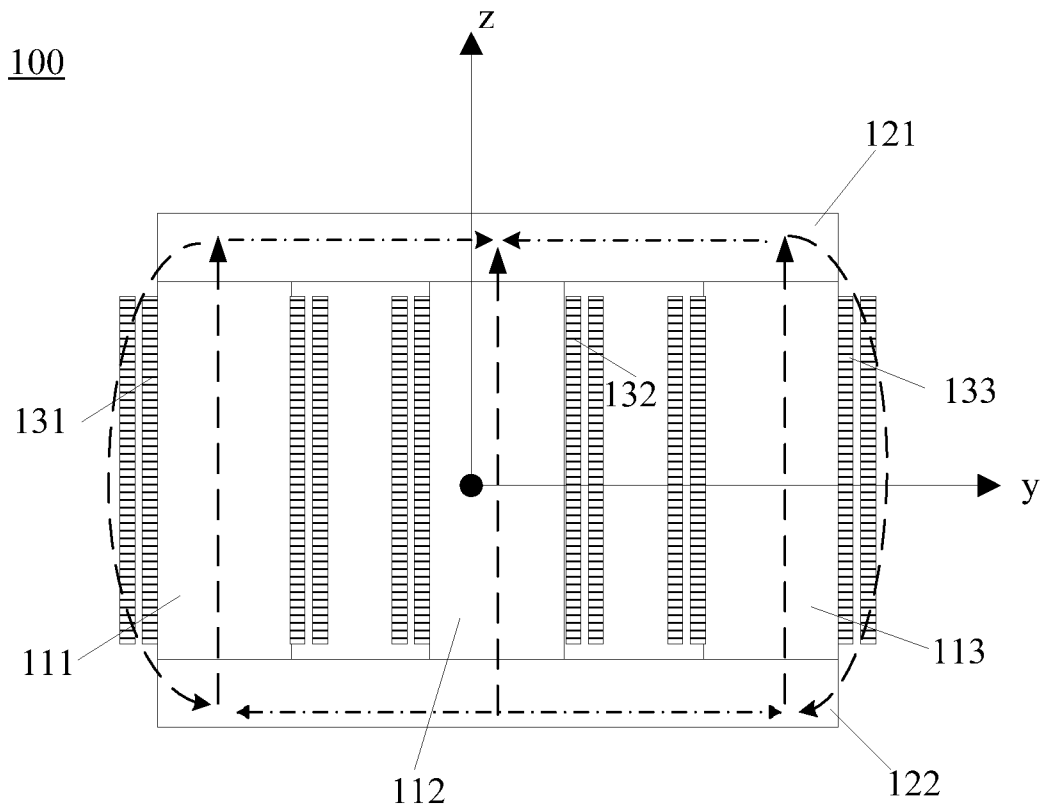


图 1

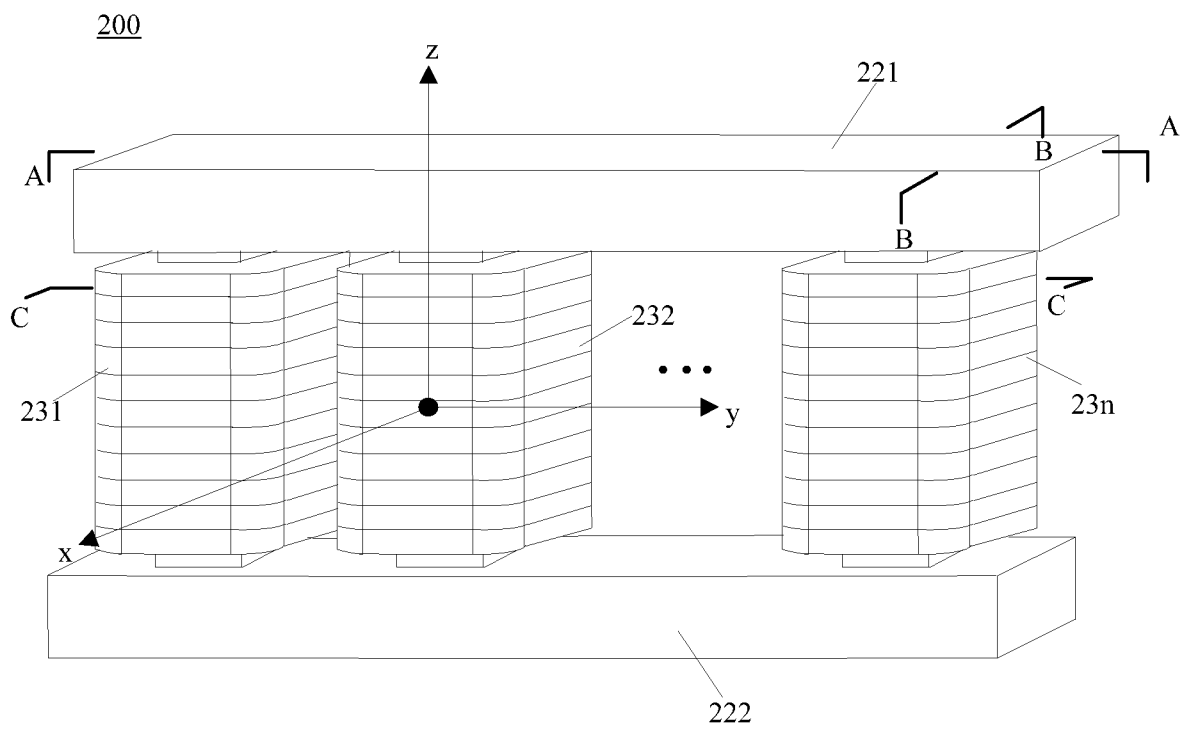


图 2A

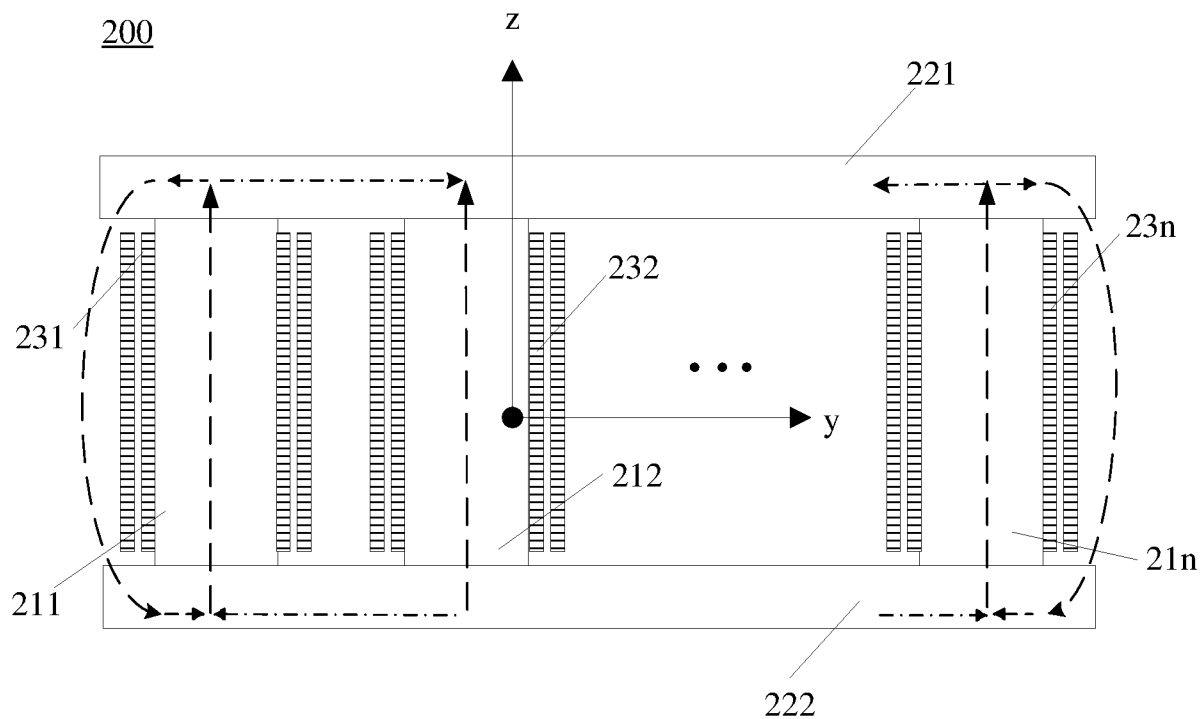


图 2B

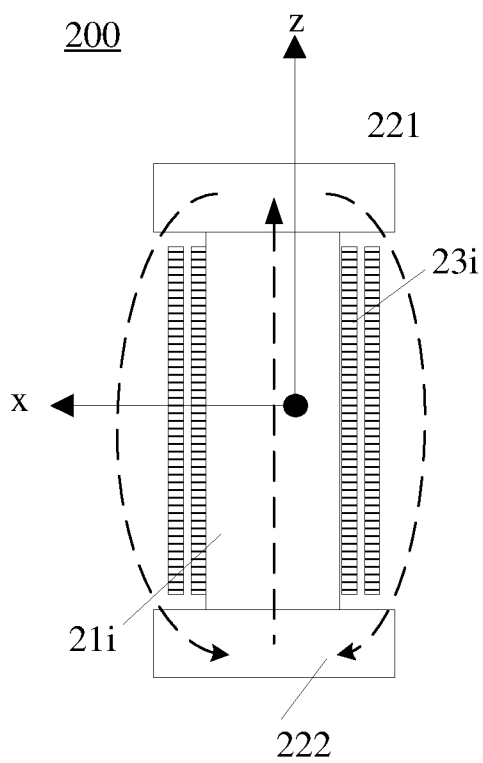


图 2C

200

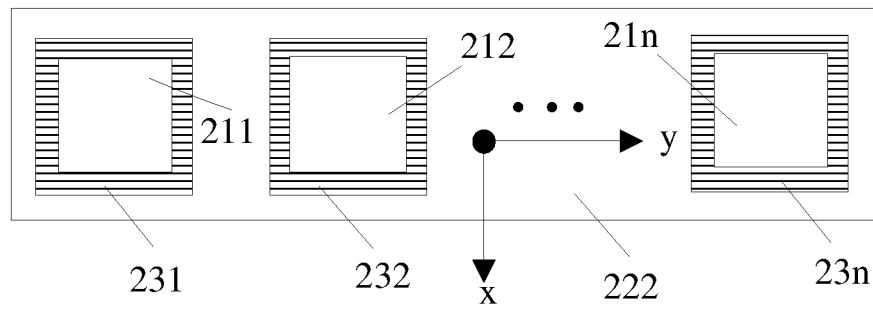


图 2D

300

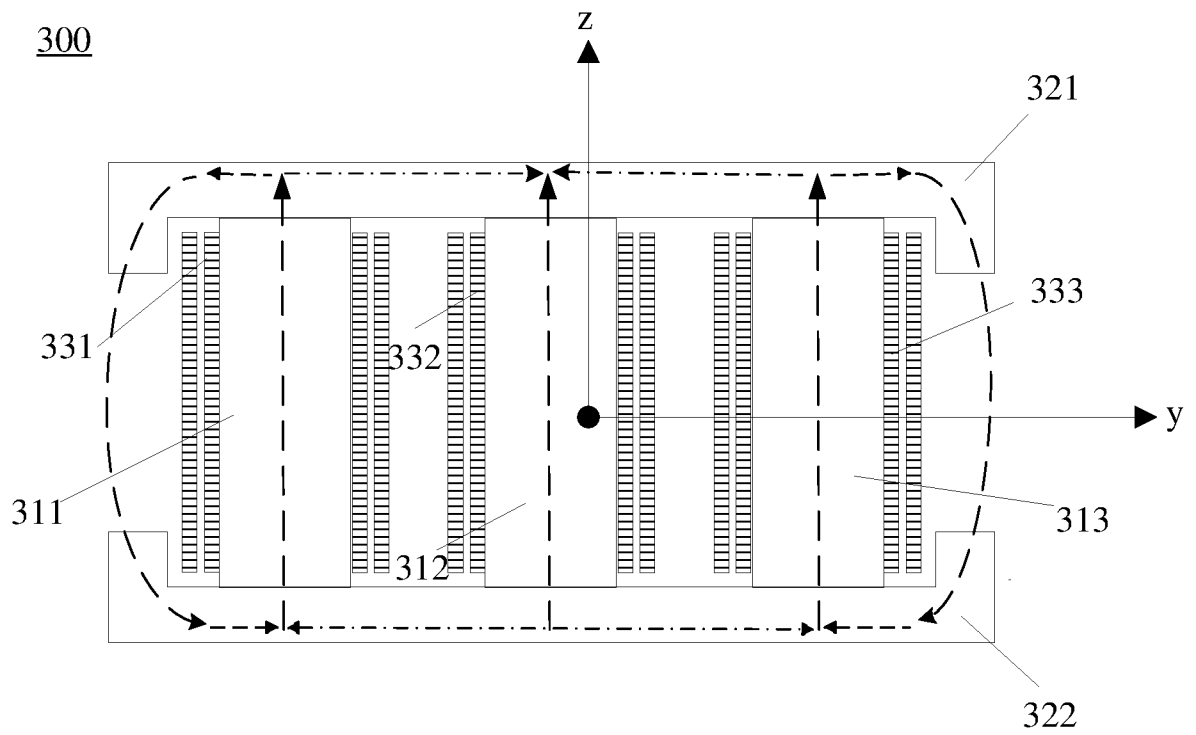


图 3A

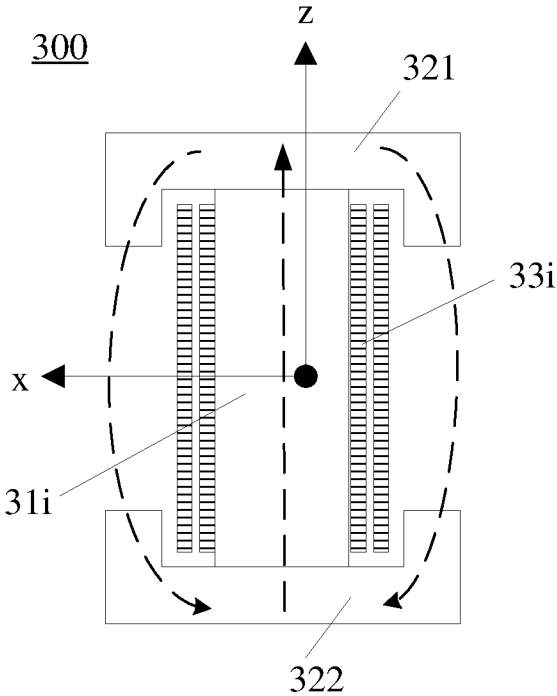


图 3B

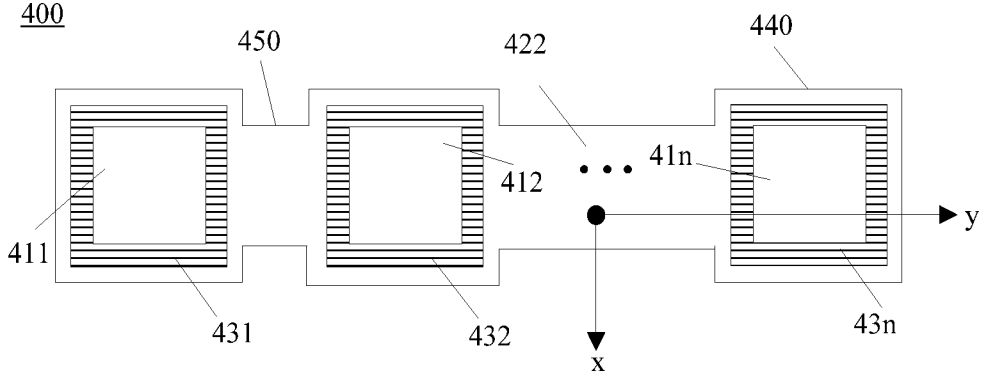


图 4

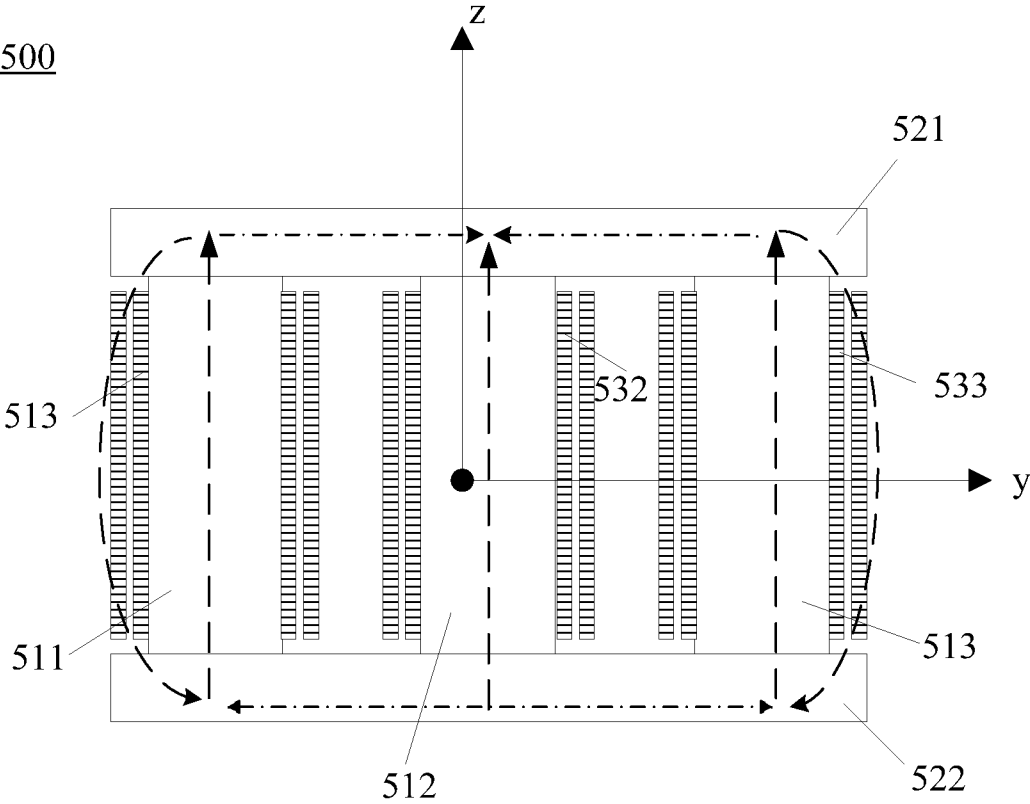


图 5A

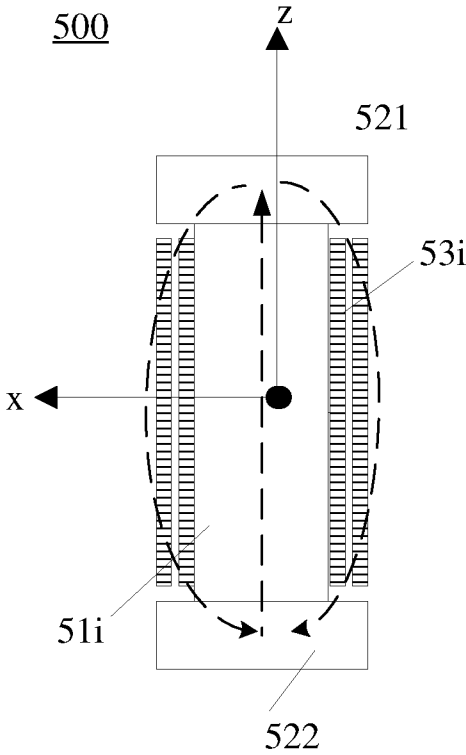


图 5B

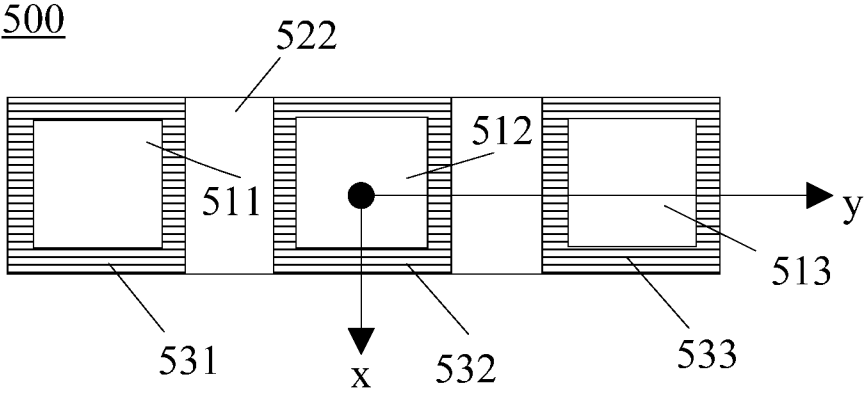


图 5C

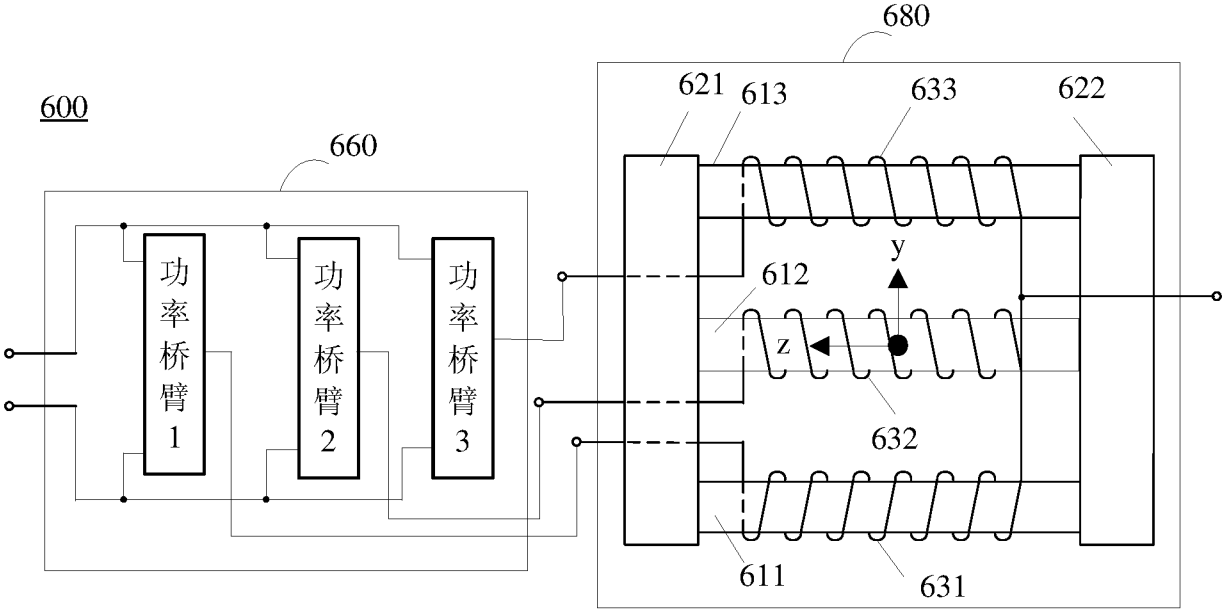


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/079222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 27/24 (2006.01) i; H01F 27/30 (2006.01) i; H01F 17/04 (2006.01) i; H02M 1/00 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI EPODOC CNKI CNPAT transformer, induct+, core, winding, coil

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104021921 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD) 03 September 2014 (03.09.2014) claims 1-11	1-11
X	CN 2651907 Y (TEBA HENGYANG TRANSFORMERS CO LTD) 27 October 2004 (27.10.2004) description, page 2, the last paragraph but one to page 3, the third paragraph, and figures 5 and 6	1-11
X	CN 2727918 Y (TEBA SHENYANG TRANSFORMER GROUP CO LTD) 21 September 2005 (21.09.2005) description, page 2, the last paragraph to the last paragraph but two, and figures 1 and 3	1-11
X	CN 201749774 U (DALIAN NO 2 INSTR TRANSFORMER GROUP CO LTD) 16 February 2011 (16.02.2011) description, page 2, the first paragraph and figure 1	1-11
A	KR 20140066837 A (HYUNDAI HEAVY IND CO LTD) 02 June 2014 (02.06.2014) the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 05 August 2015	Date of mailing of the international search report 17 August 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Sujuan Telephone No. (86-10) 62089535

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/079222

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104021921 A	03 September 2014	None	
CN 2651907 Y	27 October 2004	None	
CN 2727918 Y	21 September 2005	None	
CN 201749774 U	16 February 2011	None	
KR 20140066837 A	02 June 2014	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/079222

A. 主题的分类

H01F 27/24(2006.01)i; H01F 27/30(2006.01)i; H01F 17/04(2006.01)i; H02M 1/00(2007.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, 变压器, 电感, 电抗, 心, 芯, 绕组, 线圈 transformer, induct+, core, winding, coil

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104021921 A (华为技术有限公司) 2014年 9月 3日 (2014 - 09 - 03) 权利要求1-11	1-11
X	CN 2651907 Y (特变电工衡阳变压器有限公司) 2004年 10月 27日 (2004 - 10 - 27) 说明书第2页倒数第2段至第3页第3段及图5, 6	1-11
X	CN 2727918 Y (特变电工沈阳变压器集团有限公司) 2005年 9月 21日 (2005 - 09 - 21) 说明书第2页倒数第1-3段及图1, 3	1-11
X	CN 201749774 U (大连第二互感器集团有限公司) 2011年 2月 16日 (2011 - 02 - 16) 说明书第2页第1段及图1	1-11
A	KR 20140066837 A (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD) 2014年 6月 2日 (2014 - 06 - 02) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2015年 8月 5日

国际检索报告邮寄日期

2015年 8月 17日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李素娟

电话号码 (86-10)62089535

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/079222

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104021921	A	2014年 9月 3日	无	
CN	2651907	Y	2004年 10月 27日	无	
CN	2727918	Y	2004年 10月 27日	无	
CN	201749774	U	2011年 2月 16日	无	
KR	20140066837	A	2014年 6月 2日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)