

(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
2018 年 10 月 18 日 (18.10.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/188202 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01F 38/14 (2006.01) **H01F 27/28** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/091608
- (22) 国际申请日: 2017 年 7 月 4 日 (04.07.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710234693.4 2017 年 4 月 11 日 (11.04.2017) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 夏晨阳 (XIA, Chenyang); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。任思源 (REN, Siyuan); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。郑凯 (ZHENG, Kai); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。刘利民 (LIU, Liming); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。朱从 (ZHU, Cong);

中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。朱文婷 (ZHU, Wenting); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。陈锐 (CHEN, Rui); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。马念 (MA, Nian); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科技园, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京瑞弘专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING RUIHONG PATENT & TRADEMARK AGENCY (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路 155 号 3 幢 410 室, Jiangsu 210000 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: NEW WIRELESS ELECTRIC ENERGY TRANSMISSION MAGNETIC PATH COUPLING MECHANISM

(54) 发明名称: 一种新型无线电能传输磁路耦合机构

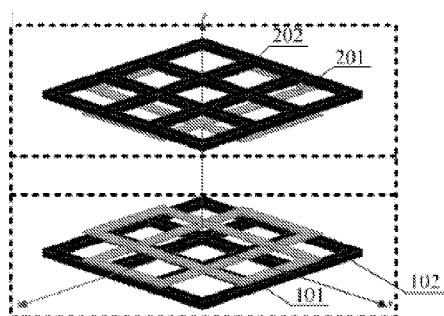


图 1

(57) Abstract: Proposed in the present invention is a new wireless electric energy transmission magnetic path coupling mechanism, comprising: a primary side energy emission cushion and a secondary side energy collection cushion arranged opposite and in parallel with each other. The primary side energy emission cushion and the secondary side energy collection cushion are both of a two-layered structure, with one layer being a coil layer formed by winding a Litz wire, and the other layer being a magnetic core layer. The coil layer and the magnetic core layer are both of a centrosymmetric structure. The coil layer comprises two identical orthogonally laminated rectangular coils, and the magnetic core layer is a Sudoku-shaped grid layer comprising eight ferrite strips with the same length. The length of the ferrite strips is equal to the length of the rectangular coils. The coil layers of the primary side energy emission cushion and the secondary side energy collection cushion are opposite each other, and opposite surfaces of the primary side energy emission cushion and the secondary side energy collection cushion are in mirror symmetry with each other. The mechanism has a higher coupling coefficient, and a wider deviation allowance range can be simultaneously provided in three directions, such as two horizontal directions perpendicular to each other and a direction of rotation around a central axis of the mechanism.

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)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明提出一种新型无线电能传输磁路耦合机构, 包括: 相对设置且相互平行的原边能量发射垫和副边能量拾取垫; 原边能量发射垫和副边能量拾取垫均为双层结构, 其中一层为由利兹线绕制而成的线圈层, 另一层为磁芯层; 线圈层和磁芯层均为中心对称结构; 其中, 线圈层由两个完全相同矩形线圈正交叠放组成, 磁芯层为由8根长度相等的铁氧体条组成的九宫格形状的网格层; 铁氧体条的长度与矩形线圈的长相等; 原边能量发射垫和副边能量拾取垫的线圈层相对, 且原边能量发射垫和副边能量拾取垫相对的一面互为镜像对称。该机构具有更高的耦合系数, 且能够同时在两个相互垂直的水平方向以及绕机构中心轴旋转等三个方向上提供更宽的偏移容忍范围。

一种新型无线电能传输磁路耦合机构

技术领域

本发明涉及无线电能传输技术领域，特别涉及一种新型无线电能传输磁路耦合机构。

背景技术

无线电能传输技术是一种借助于空间无形软介质(如磁场、电场、激光、微波等)，实现完全电气隔离条件下电能由源设备传递至受电设备的全新电能接入模式。该技术从根本上杜绝了传统“插座+接线器”供电模式带来的器件磨损、接触不良、接触火花等问题，是一种洁净、安全、灵活的新型供电模式，被美国《技术评论》杂志评选为未来十大科研方向之一。

其中，无线电能传输磁路耦合机构作为无线电能传输技术与传统有线电能传输形式本质区别的关键，其性能的好坏也表征了无线电传输系统的优劣，所以对无线电能传输磁路耦合机构的研究就变得十分重要。衡量无线电能传输磁路耦合机构性能最关键的指标就是耦合系数 k ，它可以考量一个磁路机构的耦合程度，实际中一般在 0.01-0.5 之间， k 值越大表明磁路机构耦合越紧密，磁路耦合机构效率越高。由于无线电能传输磁路耦合机构的原边能量发射垫与副边能量拾取垫之间为实现非接触而存在较大空气间隙，所以副边能量拾取垫与原边能量发射垫很难正对，其相对位置难免发生一些偏移，所以具有更宽的偏移容忍范围的磁路耦合机构才更具实用性。原边能量发射垫与副边能量拾取垫可能存在的偏移位置有很多，所以为研究方便一般选取与副边能量拾取垫共面的两个互相垂直的水平方向以及绕其中心轴旋转这三个偏移方向来研究磁路耦合机构的抗偏移特性，通过上述三个偏移方向的叠加即可实现磁路耦合机构任意偏移情况。特别地，更大的耦合系数 k 就能够提供更宽的偏移容忍范围。

关于无线电能传输磁路耦合机构的研究很多，但在相关技术中奥克兰大学提出的 DD 型磁路耦合机构由于其本身良好特性而被广泛应用。DD 型磁路耦合机构是由“磁管”型磁路耦合机构发展而来，但与后者相较，前者在空气中仅提供单侧磁通路径，而另一侧的磁通路径经过搭配的铁氧体条形成闭合路径，所以在相同间隙情况下具有较大耦合系数。同时，DD 型磁路耦合机构在垂直其铁氧体条方向具有较好的偏移容忍度，而在平行其铁氧体条方向以及绕机构中心旋转偏移容忍度较差

发明内容

发明目的：本发明的目的在于提出一种新型无线电能传输磁路耦合机构，该机构不但具有更高的耦合系数，而且能够同时在两个相互垂直的水平方向以及绕机构中心轴旋转等三个方向上提供更宽的偏移容忍范围。

技术方案：为实现上述技术效果，本发明提出以下技术方案：

一种新型无线电能传输磁路耦合机构，其特征在于，包括：原边能量发射垫和副边能量拾取垫，原边能量发射垫和副边能量拾取垫相对设置且相互平行；原边能量发射垫和副边能量拾取垫均为双层结构，其中一层为由利兹线绕制而成的线圈层，另一层为磁芯层；线圈层和磁芯层均为中心对称结构；其中，线圈层由两个完全相同矩形线圈正交叠放组成，磁芯层为由 8 根长度相等的铁氧体条组成的九宫格形状的网格层；原边能量发射垫和副边能量拾取垫的线圈层相对，且原边能量发射垫和副边能量拾取垫相对的一面互为镜像对称。

进一步的，所述铁氧体条的长度与矩形线圈的长相等。

进一步的，所述磁芯层中间的 4 根铁氧体条中，任意两根相互平行的铁氧体条的位置满足以下条件：

$$w=0.2a$$

式中， w 表示两根相互平行的铁氧体条的外边距； a 表示矩形线圈的长。

进一步的，所述矩形线圈的宽度与长度之比为 0.7。

有益效果：与现有技术相比，本发明具有以下优势：

本发明所述的新型无线电能传输磁路耦合机构是一种性能优良的磁路耦合结构，与相关技术相比，其具有更高的耦合系数，而且能够同时在两个相互垂直的水平方向以及绕机构中心轴旋转等三个方向上提供更宽的偏移容忍范围，为无线电能传输系统磁路耦合机构选取提供了更多样化的磁路耦合机构选择。

附图说明

图 1 是实施例 1 的结构示意图；

图 2 是实施例 1 中原边能量发射垫的绕线方式以及关键参数示意图；

图 3 是现有技术中的磁路耦合机构模型图；

图 4 是 DD 型和实施例 1 所述十字型路耦合机构在同等条件下对气隙距离容忍特性的对比图；

图 5 是 DD 型和实施例 1 所述十字型路耦合机构在同等条件下对中心旋转角度容忍特性的对比图；

图 6 是 DD 型和实施例 1 所述十字型路耦合机构在同等条件下对水平偏移距离容忍特性的对比图；

图 7 是五种不同方案下的实施例 1 所述十字型磁路耦合机构铁氧体磁芯层结构示意图；

图 8 是在 200mm 气息距离并且 $n=10$ 匝条件下，当 a 不同而 $q=0.5$ 时，实施例 1 所述十字型磁路耦合机构耦合系数 k 与 c 的关系曲线对比图；

图 9 是在 200mm 气息距离并且 $n=10$ 匝条件下，当 q 不同而 $a=600\text{mm}$ 时，实施例 1 所述十字型磁路耦合机构耦合系数 k 与 c 的关系曲线对比图；

图 10 是实施例 2 中铁氧体磁芯层结构及参数示意图；

图 11 是实施例 2 所述十字型路耦合机构在 $n=10$ 匝、气息距离为 200mm 条件下，当 a 取不同值时，耦合系数 k 与 q 的关系曲线图；

图 12 是实施例 2 所述十字型路耦合机构在 $n=10$ 匝、 $a=600\text{mm}$ 条件下，当气息距离取不同值时，耦合系数 k 与 q 的关系曲线图；

图 13 是实施例 2 所述十字型路耦合机构在 $a=600\text{mm}$ 、气息距离为 200mm 条件下， q 以 0.01 为步长从 0.5 到 1 变化以及矩形线圈匝数以 10 为步长从 10 匝到 30 匝变化而形成的 30 种情况的 k 随 c 变化曲线；

图 14 是采用图 16 所示最优铁氧体磁芯层结构并且在 $a=600\text{mm}$ 、Air gap=200mm 前提下，矩形线圈匝数 n 分别为 10 匝、20 匝、30 匝三种情况下 k 随 q 变化曲线；

图 15 是实施例 3 的结构图。

图中：101、第一线圈层，102、第一磁芯层，201、第二线圈层，203、第二磁芯层。

具体实施方式

下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

实施例 1：如图 1 所示为本发明实施例 1 的结构图，包括：原边能量发射垫和副边能量拾取垫；其中，原边能量发射垫包括第一线圈层 101 和第一磁芯层 102，第一线圈层 101 放置在第一磁芯层 102 上方；副边能量拾取垫包括第二线圈层 201 和第二磁芯层 202，第二线圈层 202 放置在第二磁芯层 202 下方。

第一线圈 101 与第二线圈 201 均由两个完全相同矩形线圈正交叠放组成。矩形线圈

均由利兹线绕制而成。

第一磁芯层 102 和第二磁芯层 202 均由 8 个铁氧体条纵横交叉排列组成，第一磁芯层 102 和第二磁芯层 202 整体呈中心对称。

第一/二磁芯层 102/202 的外边长与第一/二线圈 101/201 的长相等。

实施例 1 中的新型无线电能传输磁路耦合机构的原边能量发射垫与副边能量拾取垫的结构相同，绕线方式也相同。以原边能量发射垫为例，其绕线方式及关键参数如图 2 所示：由第一线圈 101 与第一磁芯层 102 组成，整体结构呈中心对称。第一线圈 101 又由两个完全相同的矩形线圈正交叠放组成，所以也称本发明磁路耦合机构为十字型磁路耦合机构，其绕制方式如图 2 中箭头所示。为方便进一步说明磁路耦合机构的优化构成，将铁氧体磁芯层的边长以及矩形线圈的长定义为 a ，定义矩形线圈的宽为 b ，匝数为 n ，磁芯层铁氧体条采用宽为 30mm，厚度为 20mm 的锰锌铁氧体条材料，中间铁氧体条的外边距定义为 w ，同时，定义 b 与 a 的比值为 q ，以及 w 与 a 的比值为 c 。

图 3 所示为现有技术中较为常见且性能优良的磁路耦合机构，一般称为 DD 型磁路耦合机构，为对比实施例 1 中十字型磁路耦合机构与 DD 型磁路耦合机构的性能，制作与图 3 所示 DD 型磁路耦合机构相同尺寸（600*600mm）、相同利兹线线长（65.6m）、相同矩形线圈匝数（10 匝）条件下的十字型磁路耦合机构如图 1 所示。图 3 中，DD 型磁路耦合机构使用 5760cm^3 体积的铁氧体材料，在 200mm 的空气间隙下耦合系数为 0.21，而十字型磁路耦合机构仅使用 5184cm^3 体积的铁氧体材料，其耦合系数就在 200mm 的空气间隙下达到了 0.2439。

图 4 至图 6 为十字型磁路耦合机构与 DD 型磁路耦合机构在上述条件下对发生偏移情况容忍度的进一步对比图，其中，图 4、图 5 和图 6 分别是两种磁路耦合机构耦合系数对气隙距离、中心旋转角度以及水平偏移距离三个容忍特性的对比图。

图 4 中的曲线（1）和曲线（2）分别是十字型磁路耦合机构和 DD 型磁路耦合机构的耦合系数 k 与气息距离之间的关系曲线，明显可以看出在 100mm 到 250mm 气息范围内十字型磁路耦合机构比 DD 型磁路耦合机构更有优势。

图 5 中曲线（3）、曲线（4）分别是十字型磁路耦合机构和 DD 型磁路耦合机构在 200mm 气息间距下的耦合系数 k 与中心旋转偏移角度的关系曲线，由图可知，DD 型磁路耦合机构耦合系数 k 随着中心旋转角度的增大，起伏很大，尤其在 0° 和 180° 时 k 值取到极大值点而在 90° 与 270° 时趋近为 0，这对整个无线电能传输系统的稳定工作带来

了极大的困扰, 相较而言, 十字型磁路耦合机构在发生中心旋转偏移时, 其耦合系数基本不变且其稳定值大于 DD 型磁路耦合机构的耦合系数。

图 6 中曲线 (5) 表示十字型磁路耦合机构沿十字或 y 方向水平偏移下的耦合系数曲线, 由于十字型磁路耦合机构呈中心对称, 所以在十字或 y 方向水平偏移容忍特性相同, 图 6 中仅有一条曲线 (5) 表示, 而对于 DD 型磁路耦合机构, 其在十字与 y 方向水平偏移容忍特性不同, 所以分别由曲线 (6)、(7) 表示, 从图中可以得到, DD 型磁路耦合机构在十字方向上的偏移容忍特性要比其早在 y 方向上差, 并且在十字方向偏移 220mm 时出现盲点 (k 为 0 的点), 十字型磁路耦合机构沿十字或 y 方向的水平偏移容忍特性要优于 DD 型磁路耦合机构在十字方向上的偏移容忍特性, 而在 y 方向偏移 0-135mm 距离时, 十字型磁路耦合机构耦合系数大于 DD 型磁路耦合机构, 当在 y 方向偏移距离大于 135mm 后, DD 型磁路耦合机构耦合系数要大于十字型磁路耦合机构。

综上所述, 本发明所述的十字型磁路耦合机构是一种性能优良的磁路耦合结构, 与相关技术相比, 其具有更高的耦合系数, 而且能够同时在两个相互垂直的水平方向以及绕机构中心轴旋转等三个方向上提供更宽的偏移容忍范围, 为无线电能传输系统磁路耦合机构选取提供了更多样化的磁路耦合机构选择。

上文所述的十字型磁路耦合机构只是便于说明的原始模型, 而不是最优化的结果, 下面结合图 2 所示参数, 运用控制变量法对十字型磁路耦合机构做进一步优化分析。

首先对十字型磁路耦合机构的铁氧体磁芯层进行优化设计, 图 7(a)、(b)、(c)、(d)、(e) 为五种不同方案的铁氧体磁芯层, 在仅替换铁氧体磁芯层而其他条件不变情况下的耦合系数与铁氧体体积对比结果如表 1 所示:

表 1

形状	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
耦合系数 k (气息距离)	0.485(100mm)	0.445(100mm)	0.457(100mm)	0.472(100mm)	0.483(100mm)
	0.338(150mm)	0.308(150mm)	0.317(150mm)	0.331(150mm)	0.342(150mm)
	0.239(200mm)	0.215(200mm)	0.224(200mm)	0.235(200mm)	0.244(200mm)
	0.172(250mm)	0.156(250mm)	0.161(250mm)	0.170(250mm)	0.177(250mm)
铁氧体体积	7200cm ³	5400cm ³	3384cm ³	3150cm ³	2592cm ³

从表 1 中可以得到, 随着气息距离的增大, 耦合系数会越来越小但并不是使用铁氧

体材料越多,效果越好,图 7(a)-(e)中的铁氧体材料使用量依次递减,方案(e)中铁氧体磁芯层的铁氧体材料使用量最少为 2592cm^3 ,仅为铁氧体材料使用量最多的方案(a)的 $9/25$,但是除在 100mm 气息下,方案(e)的耦合系数略小于方案(a),其余情况下方案(e)的耦合系数都高于其他方案。综上所述,选择方案(e)作为本发明十字型磁路耦合机构铁氧体磁芯层结构,下面对该方案下的具体结构参数进行优化。

前文所出现的十字型磁路耦合机构得铁氧体磁芯层是由 8 个铁氧体条平均纵横交叉分布形成网格状,但这并不是最优结构,下面结合前文定义的铁氧体磁芯层的边长以及矩形线圈的长 a ,矩形线圈的宽 b ,矩形线圈匝数 n ,中间铁氧体条的外边距定义为 w ,以及 b 与 a 的比值为 q , w 与 a 的比值为 c 等参数对方案(e)所示结构做进一步优化。

实施例 2:通过大量实验可以知道在未饱和前提下,铁氧体条的宽度与厚度到达一定值后对十字型磁路耦合机构的耦合系数并不会太大影响,所以为方便分析,本实施例使用较易获得的宽为 30mm,厚度为 20mm 的锰锌铁氧体条材料。中间两个铁氧体条的位置是优化的关键,图 8 至图 9 所示曲线均为在 200mm 气息距离并且 $n=10$ 匝条件下十字型磁路耦合机构耦合系数 k 随 w 与 a 的比值为 c 的关系曲线。

其中图 8 表示仅当 a 不同而 $q=0.5$ 时 k 与 c 的关系曲线;而图 9 为仅当 q 不同而 $a=600\text{mm}$ 时 k 与 c 的关系曲线。从图 8 和 9 可得,在不同的 a 与 q 条件下,十字型磁路耦合机构的耦合系数 k 都在 $c=0.2$ 处取得最大值(Max),所以可以得到最优铁氧体磁芯层结构如图 10 所示,即当中间两个铁氧体条的外边距 $w=0.2a$ 时为最优结构。

下面在采用如图 10 所示优化后的铁氧体磁芯层结构前提下,对十字型磁路耦合机构的形状进一步优化,主要是对铁氧体磁芯层的边长以及矩形线圈的长 a ,矩形线圈的宽 b ,进行优化。为方便分析先假设 $n=10$ 匝、气息距离为 200mm 条件下,当 a 取不同值时耦合系数 k 与 q 的关系曲线如图 11 所示。由图 11 中曲线可知, a 值越大耦合系数 k 越高,而无论 a 取何值时,耦合系数 k 总在 $q=0.7$ 处取得最大值。图 12 为 $n=10$ 匝、 $a=600\text{mm}$ 条件下,当气息距离(Air gap)去不同值时耦合系数 k 与 q 的关系曲线,由图中可以看出,气息距离越小耦合系数 k 越高,同样的,无论气息距离为多少,耦合系数 k 总在 $q=0.7$ 处取得最大值。综上所述,矩形线圈的宽 b 与长 a 的比值 q 存在最优解,即在同一条件下,当 $q=0.7$ 时十字型磁路耦合机构的耦合系数 k 最大。

为了分析某一特性参数对十字型磁路耦合机构,前文诸多优化分析都是建立在矩形线圈匝数为 10 匝条件下,虽然这种做法有利于优化分析过程,但其特殊化的分析过程

也会使其结论不具有普遍性，为使优化结果更具普遍性，现在改变矩形线圈匝数 n 条件下，验证前文优化分析结果是否依然成立。

图 13 所示为在 $a=600\text{mm}$ 、 $\text{Air gap}=200\text{mm}$ 前提下， q 以 0.01 为步长从 0.5 到 1 变化以及矩形线圈匝数以 10 为步长从 10 匝到 30 匝变化而形成的 30 种情况的 k 随 c 变化曲线，从图中可以得到，30 条曲线同时在 $c=0.2$ 处取得最大值（Max）点，因此可以验证图 10 所示铁氧铁磁芯层最优结构与矩形线圈匝数和比值 q 无关，其在十字型磁路耦合机构中具有普遍适用性。图 13 为使用图 15 所示最优铁氧铁磁芯层结构并且在 $a=600\text{mm}$ 、 $\text{Air gap}=200\text{mm}$ 前提下，矩形线圈匝数 n 分别为 10 匝、20 匝、30 匝三种情况下 k 随 q 变化曲线，由图可知，3 条曲线同时在 $q=0.7$ 取得最大值点，所以最优矩形线圈的宽 b 与长 a 的比值 q 为 0.7，其与矩形线圈匝数 n 无关，具有普遍性。

由上述可得，十字型磁路耦合机构的原边能量发射垫或副边能量拾取垫优化结构示意图如图 15 所示，图 15 即为实施例 3 的结构图，其中 $q=0.7$ ， $w=0.2a$ 。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第

一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种新型无线电能传输磁路耦合机构，其特征在于，包括：原边能量发射垫和副边能量拾取垫，原边能量发射垫和副边能量拾取垫相对设置且相互平行；原边能量发射垫和副边能量拾取垫均为双层结构，其中一层为由利兹线绕制而成的线圈层，另一层为磁芯层；线圈层和磁芯层均为中心对称结构；其中，线圈层由两个完全相同矩形线圈正交叠放组成，磁芯层为由 8 根长度相等的铁氧体条组成的九宫格形状的网格层；原边能量发射垫和副边能量拾取垫的线圈层相对，且原边能量发射垫和副边能量拾取垫相对的一面互为镜像对称。

2、根据权利要求 1 所述的一种新型无线电能传输磁路耦合机构，其特征在于，所述铁氧体条的长度与矩形线圈的长相等。

3、根据权利要求 2 所述的一种新型无线电能传输磁路耦合机构，其特征在于，所述磁芯层中间的 4 根铁氧体条中，任意两根相互平行的铁氧体条的位置满足以下条件：

$$w=0.2a$$

式中， w 表示两根相互平行的铁氧体条的外边距； a 表示矩形线圈的长。

4、根据权利要求 3 所述的一种新型无线电能传输磁路耦合机构，其特征在于，所述矩形线圈的宽度与长度之比为 0.7。

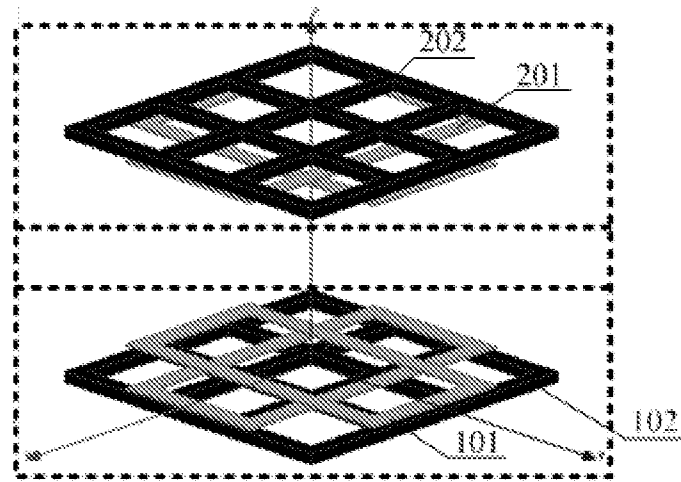


图 1

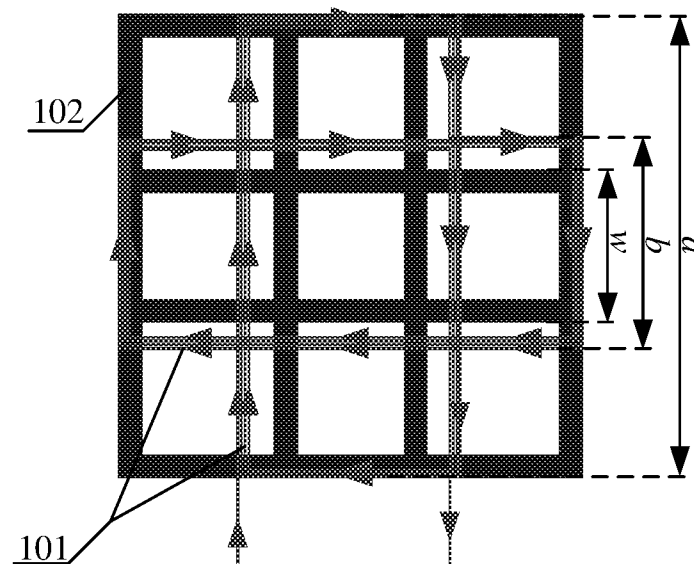


图 2

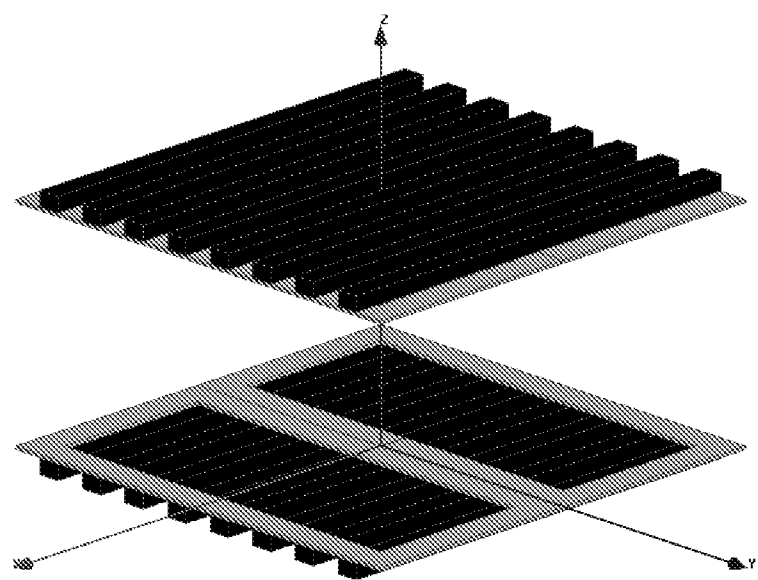


图 3

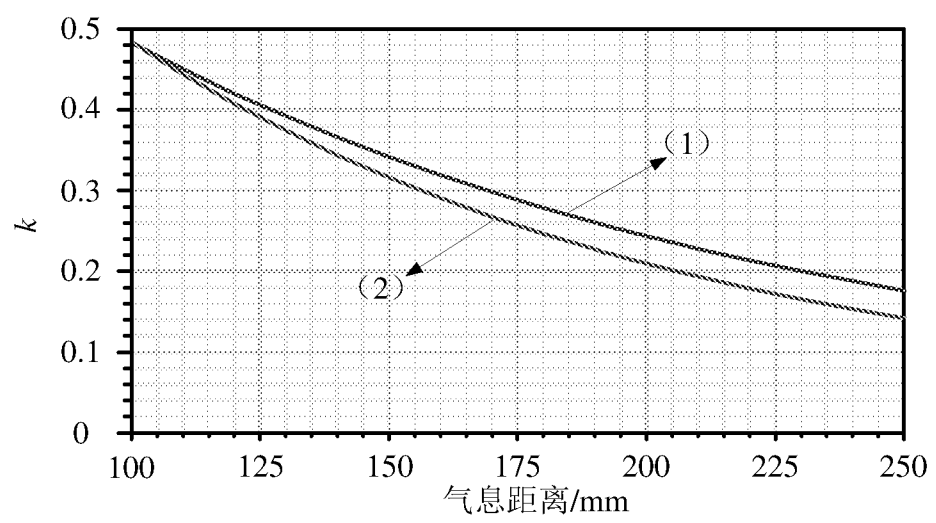


图 4

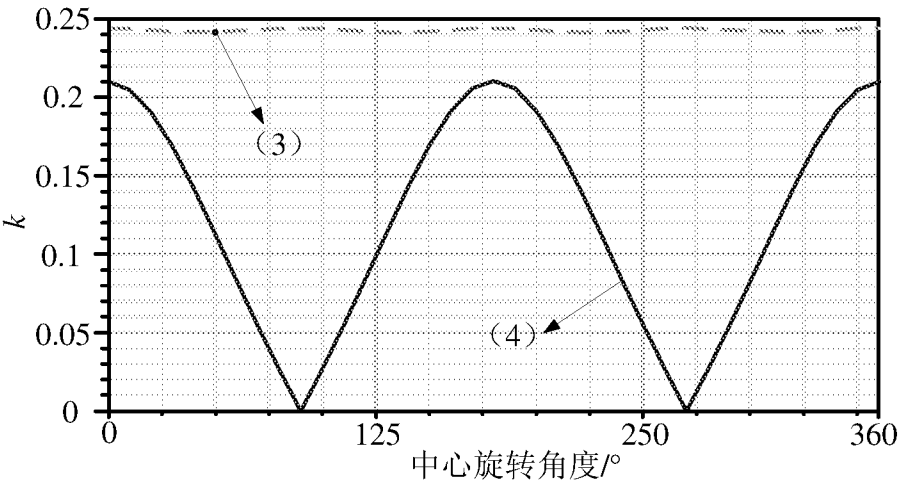


图 5

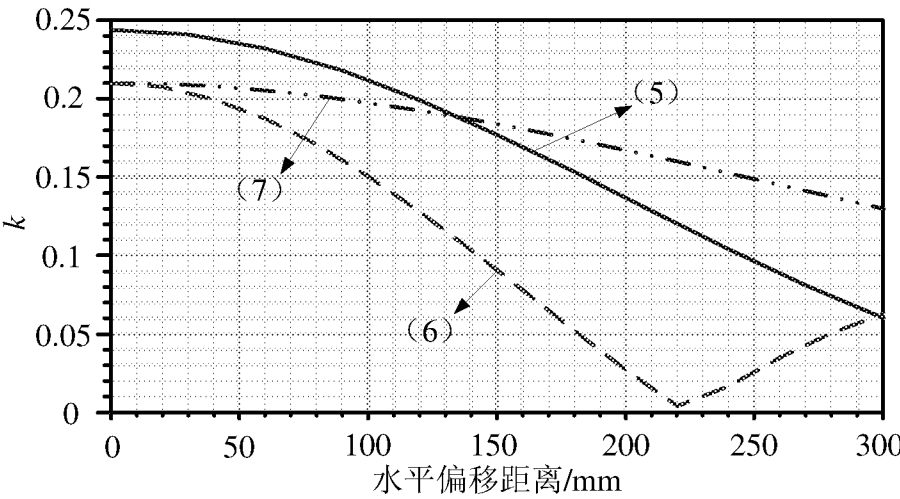
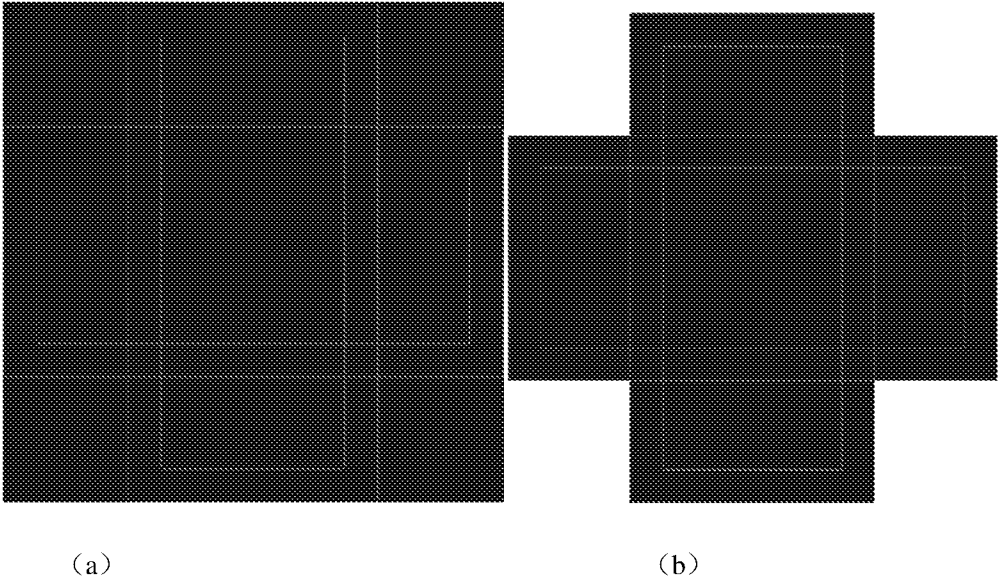


图 6



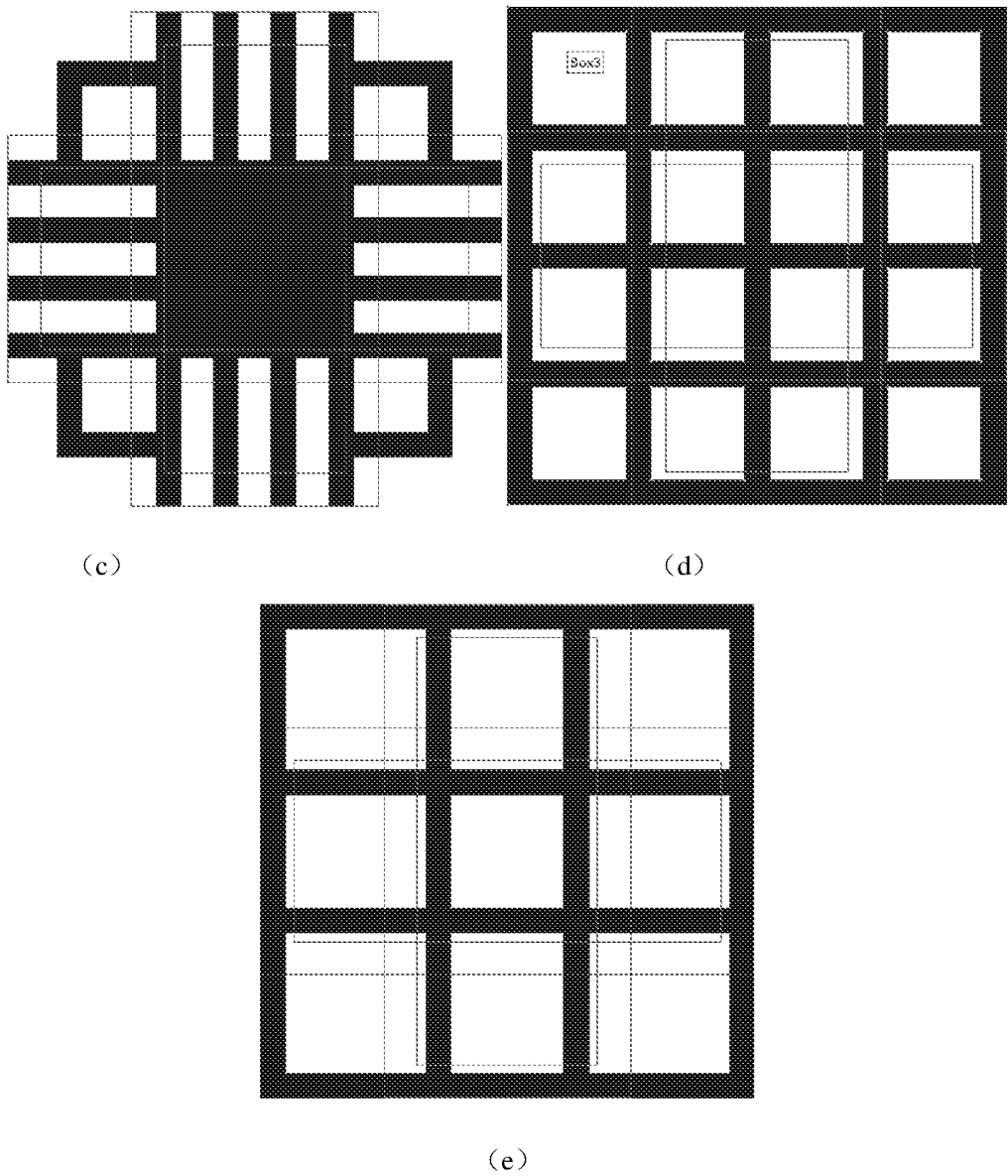


图 7

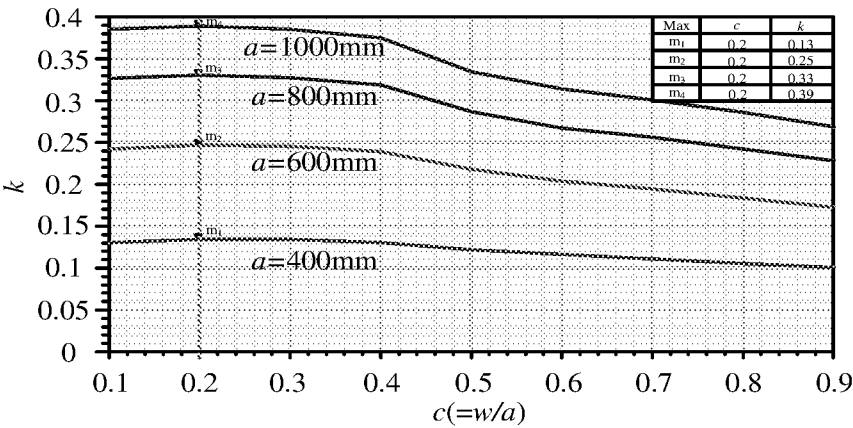


图 8

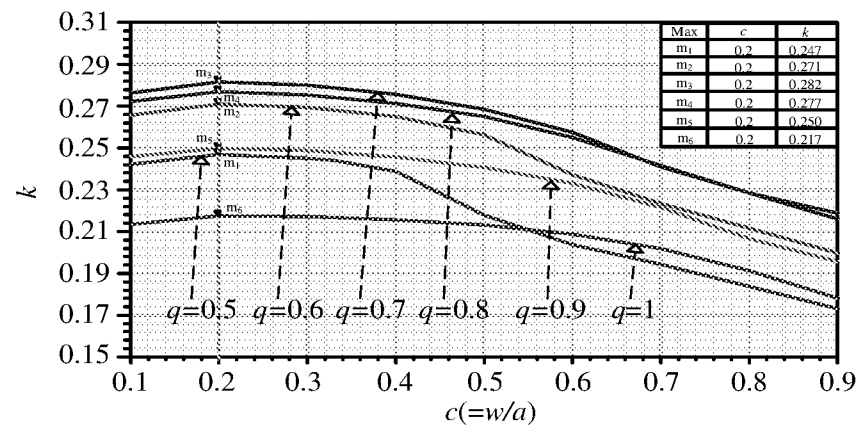


图 9

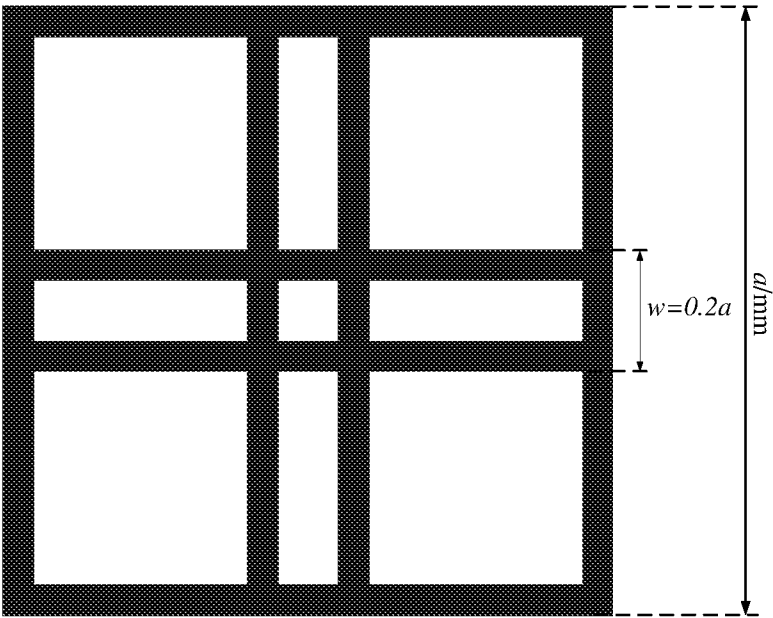


图 10

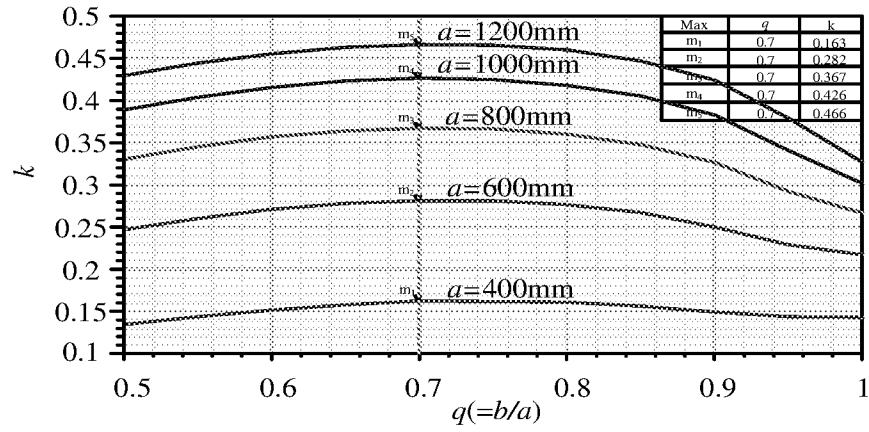


图 11

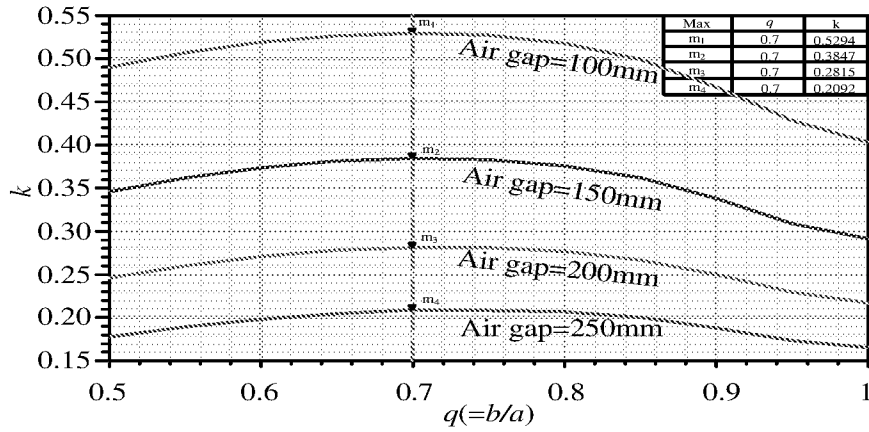


图 12

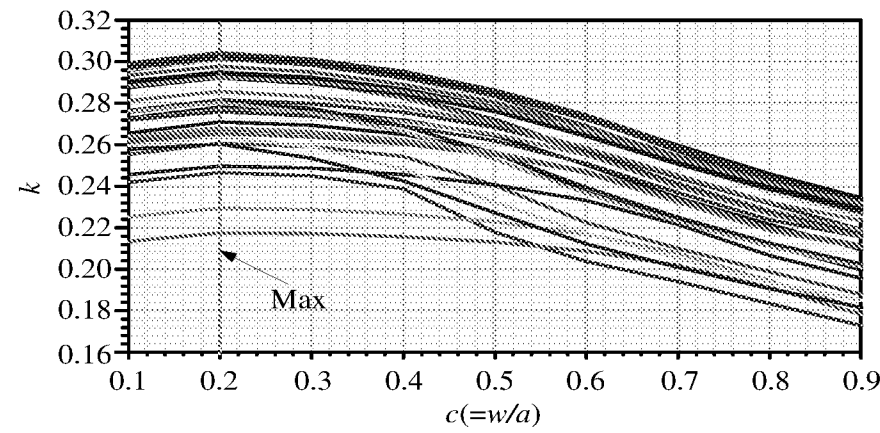


图 13

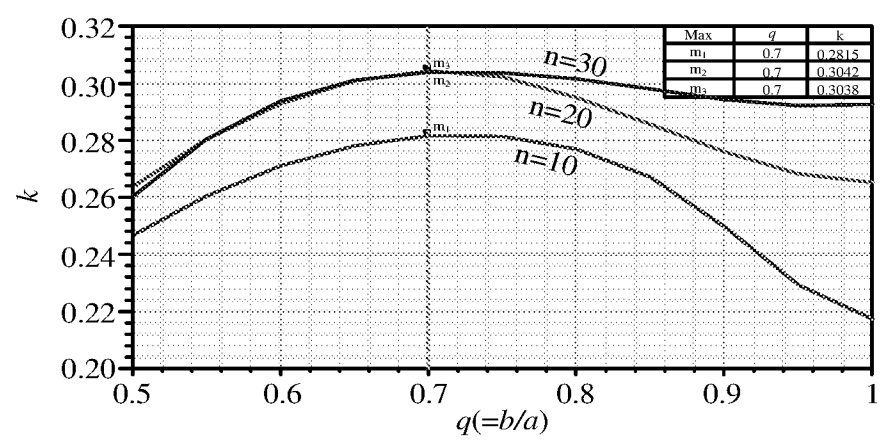


图 14

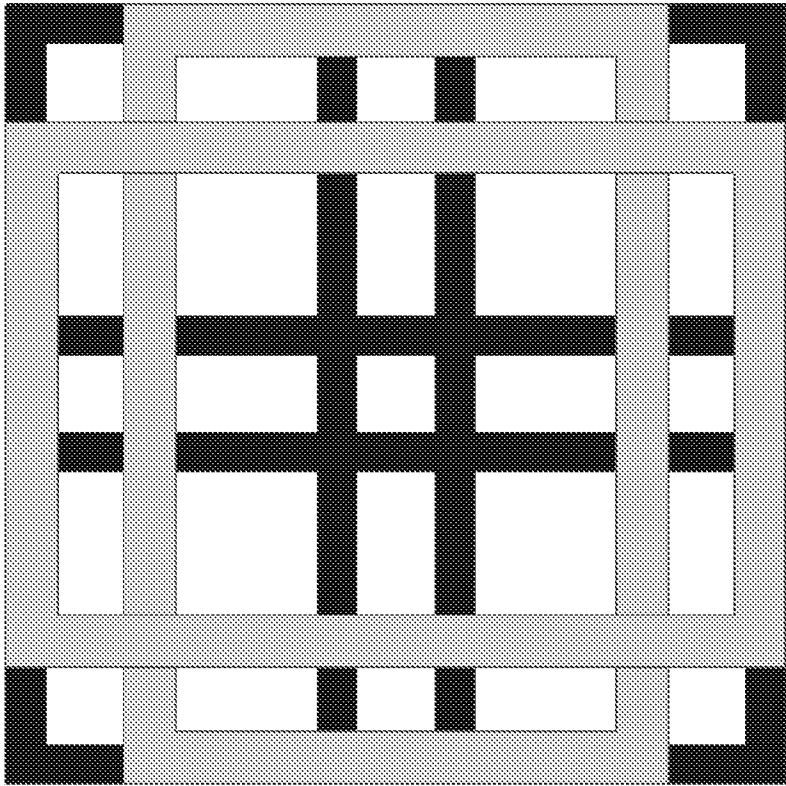


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/091608

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 38/14 (2006.01) i; H01F 27/28 (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)

CNXTX; CNABS; DWPI; SIPOABS; CNKI: 原边, 副边, 磁路耦合, 传输, 充电, 无线, 不接触, 非接触, 偏移, primary side, secondary side, magnetic coupl+, transmi+, wireless, non-contact, offset

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204481546 U (ZHEJIANG UNIVERSITY), 15 July 2015 (15.07.2015), entire document	1-4
A	CN 102946154 A (FUZHOU UNIVERSITY), 27 February 2013 (27.02.2013), entire document	1-4
A	CN 106230124 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 14 December 2016 (14.12.2016), entire document	1-4
A	JP 2005109195 A (MURATA MANUFACTURING CO.), 21 April 2005 (21.04.2005), entire document	1-4

☐ 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 04 January 2018	Date of mailing of the international search report 17 January 2018
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 WU, Junxia Telephone No. (86-10) 62089301

International application No.
PCT/CN2017/091608

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/091608

A. 主题的分类 H01F 38/14(2006.01)i; H01F 27/28(2006.01)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)) CNTXT;CNABS;DWPI;SIPOABS;CNKI:原边, 副边, 磁路耦合, 传输, 充电, 无线, 不接触, 非接触, 偏移, primary side, secondary side, magnetic coupl+, transmi+, wireless, non-contact, offset																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 204481546 U (浙江大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102946154 A (福州大学) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106230124 A (武汉理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2005109195 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2005年 4月 21日 (2005 - 04 - 21) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 204481546 U (浙江大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-4	A	CN 102946154 A (福州大学) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27) 全文	1-4	A	CN 106230124 A (武汉理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-4	A	JP 2005109195 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2005年 4月 21日 (2005 - 04 - 21) 全文	1-4
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 204481546 U (浙江大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-4															
A	CN 102946154 A (福州大学) 2013年 2月 27日 (2013 - 02 - 27) 全文	1-4															
A	CN 106230124 A (武汉理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-4															
A	JP 2005109195 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2005年 4月 21日 (2005 - 04 - 21) 全文	1-4															
☐ 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 2018年 1月 4日		国际检索报告邮寄日期 2018年 1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) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 伍俊霞 电话号码 (86-10)62089301															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/091608

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	204481546	U	2015年 7月 15日	无	
CN	102946154	A	2013年 2月 27日	CN 102946154	B 2015年 11月 18日
CN	106230124	A	2016年 12月 14日	无	
JP	2005109195	A	2005年 4月 21日	无	