



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105070484 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510562391. 0

(22) 申请日 2015. 09. 07

(71) 申请人 上海稳得新能源科技有限公司

地址 200433 上海市杨浦区营口路 825 号
605 室

(72) 发明人 於岳亮 雷雪

(51) Int. Cl.

H01F 27/26(2006. 01)

H01F 27/245(2006. 01)

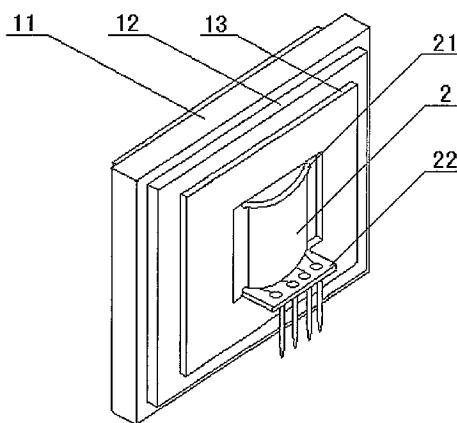
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

非矩形截面铁心 E 型节能节材变压器

(57) 摘要

非矩形截面铁心的 E 型变压器, 是对传统大量应用的小型变压器的节能节材改进。将 E 型变压器的矩形线圈改变为八角形、圆形等非矩形形状, 可在降低用铜量的同时, 有效降低变压器的电阻, 达到减小负载损耗的目的。此外, 本发明中的部分叠片磁路缩短, 磁损减少, 又可以在降低用铁量的同时, 降低变压器的空载损耗。本发明的变压器制作容易, 虽然改变了原来单一尺寸的硅钢冲片, 模具成本和生产成本略有增加, 但节能节材所带来的经济利益, 远大于成本的增加, 值得推广。



1. 一种主要由铁心叠片、线圈架、绕组三大部件组成的 E 型单相变压器,其特征是,变压器铁心为非矩形截面;叠片由不限于一种尺寸的硅钢片叠制而成。

2. 根据权利要求 1 所述的 E 型单相变压器,其特征是,变压器的铁心由 2 阶叠片组成;线圈架为接近矩形的小八角形。

3. 根据权利要求 1 所述的 E 型单相变压器,其特征是,变压器的铁心由 3 阶叠片组成;线圈架为八角形。

4. 根据权利要求 1 所述的 E 型单相变压器,其特征是,铁心为圆截面;铁心由 3 阶叠片组成;线圈架为圆筒形。

5. 根据权利要求 1、权利要求 3 或权利要求 4 所述的 E 型单相变压器,其特征是,铁心由大于 3 阶阶数的叠片组成。

6. 根据权利要求 3 或权利要求 4 所述的 E 型单相变压器,其特征是,各阶叠片的高度和宽度不同。

7. 根据权利要求 1 所述的 E 型单相变压器,其特征是,线圈架上的引线脚作为变压器的固定器。

8. 据权利要求 1 或权利要求 7 所述的 E 型单相变压器,其特征是,采用骑马夹、封装外壳或穿孔螺栓加支架作为变压器的固定器。

9. 根据权利要求 1 所述的 E 型单相变压器,其特征是,铁心截面为小八角形、大八角形、圆形、椭圆形、矩形加半圆形、矩形加椭圆形的截面形状。

10. 根据权利要求 1 或权利要求 9 所述的 E 型单相变压器,其特征是,铁心为 3 阶或大于 3 阶的叠片,例如 4 阶、5 阶叠片构成的截面。

非矩形截面铁心 E 型节能节材变压器

发明领域

[0001] 本发明属于电学中的变压器技术领域, 主要涉及小型变压器的磁路结构改进, 具体地说, 是创建一种新结构的单相变压器。

背景技术

[0002] 变压器的基本原理是通过电磁感应, 将一种交流电压改变为另一个电压, 其基本结构是电路 (包括绕组和外电路) 和磁路的交链, 通过电能和磁能的相互转化以实现电压变换。

[0003] 在现有的小型单相变压器中, E 型变压器以其结构简单、制造容易为特点, 是用得最多、最普通的变压器品种。

[0004] E 型变压器只有一种片型, 为一片 E 形片和一片 I 形片叠制成一层, 将另一层按相反方向叠装, 使空气隙相互交错达到一定厚度所构成的磁路, 所以冲片模具很简单, 而斜 E 形的模具更简单到只需一件冲模。正因为模具简单所以 E 型变压器得到广泛应用, 但由于其绕组只能采用矩形结构, 所以电阻大损耗多, 电源效率低, 是一种低效不节能产品。

[0005] 变压器的损耗有铁损和铜损两种, 铁损由铁心的磁损耗所引起, 通常称为空载损耗, 而铜损是由铜绕组的电阻所产生, 称为负载损耗, 在现有材料成本条件下, 变压器通常设计成负载损耗大于空载损耗的规则。

[0006] E 形变压器的铁心截面为矩形, 所以绕组也是矩形。在相同的铁心截面积中, 长方形截面的铜线长度大于正方形, 而正方形截面的铜线长度又大于圆形, 所以现有传统 E 形变压器, 负载损耗较大, 效率较低, 而且铜线长度大, 使 E 形变压器材料成本提高, 很不经济。

发明内容

[0007] 本发明的目的, 是通过变压器磁路结构的改革, 减少 E 型变压器的损耗, 提高变压器能效; 减少用材量, 降低制造成本。

[0008] 本发明是这样实现的, 一种主要由叠片铁心、线圈架、绕组三大部件组成的 E 型单相变压器, 其特征是, 变压器铁心为非矩形截面; 叠片由不限于一种尺寸的硅钢片叠制而成。

[0009] 本发明的技术效果是明显的, 首先, 许多种非矩形截面, 特别是圆形结构绕组的线匝长度 / 铁心截面积比比矩形绕组小, 绕组电阻低, 可以有效降低变压器的负载损耗, 提高能效; 其次, 圆形等结构绕组比较容易绕制, 其用铜量也较低, 有利于降低变压器的材料成本。

附图说明

[0010] 图 1、现有传统 E 型铁心单相变压器叠片形状图。

[0011] 图 2、现有传统 E 型铁心单相变压器绕组外形图。

- [0012] 图 3、本发明改进的小八角 E 型变压器铁心截面图。
- [0013] 图 4、大八角 E 型变压器铁心截面图。
- [0014] 图 5、本发明的 3 阶圆截面铁心和线圈横剖图。
- [0015] 图 6、3 阶圆截面变压器外形图。
- [0016] 图 7、3 阶圆截面铁心纵剖图。
- [0017] 图 8、本发明变压器的 4 阶非矩形截面铁心。
- [0018] 图 9、本发明变压器的一种 5 阶非矩形截面铁心。

具体实施方式

[0019] 现有传统 E 型铁芯变压器,也称 EI 型变压器,是一种用途广泛的、也是最常见的小型变压器。

[0020] 图 1 为现有传统 E 型铁心单相变压器叠片形状图。E 型变压器铁芯,是在矩形线包制成后,由一片 E 形片和一片 I 形片叠制成一层日字形,将另一层按相反方向叠装,使空气隙相互交错达到一定厚度所构成的磁路,通过交错换位,铁芯缝隙相互错开,以降低磁路间隙磁阻,所以冲片模具很简单,一款变压器只需两种冲件,而斜 E 形的模具更简单到只有单一冲件。

[0021] 图 2 为现有传统 E 型铁心单相变压器绕组外形图。绕组其实就是一个矩形线包,通常由漆包铜线绕制。E 型铁心单相变压器的绕组是一个简单的六面体,中间开有一个矩形孔,用来插入 E 型叠片,叠片依相互交错方式插入,例如将 1 至 2 片叠片从绕组线圈架的上部插入,则依次将 1 至 2 片叠片从绕组线圈架的下部插入,相互交错插入,直到将中间的矩形孔插满为止。

[0022] 从几何学原理出发,在一个封闭的几何图形中,不同形状的几何图形的边长与所围面积之比差异极大,例如长方形的边长 / 面积比大于正方形,长方形的长宽比越大,其边长 / 面积比也越大;而正方形的边长 / 面积比又大于圆形。

[0023] 对于任一款 E 型变压器的铁心和绕组而言,几何图形的面积对应于铁心截面积,而绕组导线长度对应于几何图形的周长。所以,一定截面积铁心,对应于不同截面形状的绕组的长度是不等的,这就是在 E 型变压器设计中,建议多采用正方形截面铁心的原因。在相同的铁心面积下,正方形铁心的导线最短,电阻最小,所以其负载损耗 P_r 也最小。

[0024] $P_r = I^2 R$ (式 1)

[0025] 由式 1 可以看出,负载损耗与绕组电阻成正比,而与流过绕组的电流平方成正比。

[0026] 同时,导线最短,意味着变压器线圈的用铜量也最小,所以在变压器设计中,尽量采用正方形截面的铁心,或者尽量采用长宽比接近 1 的长方形截面铁心,成为设计中的基本原则,这样一种变压器具有最佳的节能节材效果。

[0027] 下面需要探讨的是,本发明是如何对 E 型变压器铁心、线圈结构作节能节材改进的。基本的结构改进特征是,变压器铁心由矩形截面改进为非矩形截面;叠片由一种尺寸的硅钢片改进为一种以上尺寸的硅钢叠片。

[0028] 以非矩形截面铁心代替矩形截面铁心,首先是可以减少铜线长度,较短的铜线长度意味着较小的绕组电阻。从而,既可降低变压器的负载损耗,又可降低变压器的用铜量。

[0029] 改进的第一种 E 型变压器铁心为对现有 E 型变压器作最小动作的改良,称为小八

角线圈架 E 型铁心变压器。

[0030] 图 3 为本发明改进的小八角 E 型变压器铁心截面图。

[0031] 图 3a) 为传统 E 型变压器的铁心芯柱截面,线圈架 (21) 套在铁心 (10) 上,铁心中只有一种尺寸的叠片。

[0032] 图 3b) 为本发明中最简单的改进,采用小八角线圈架代替矩形线圈架,对于铁心来说,就是采用少量二阶叠片置换部分一阶叠片,也就是说采用两种尺寸的叠片,本方案以一阶大叠片为主,加入少量二阶叠片,目的是把矩形线圈架的四个角去掉,以此缩短导线长度,减小绕组电阻值,从而降低变压器的负载损耗。

[0033] 以具体设计的样机为例,原有 E 型变压器采用 50mm 舌宽的冲片,叠厚 69mm,铁心计算截面积为 3450mm^2 。

[0034] 本发明改为 54mm 和 40mm 舌宽的 2 阶冲片的小八角,叠厚也是 69mm,铁心计算截面积为 3516mm^2 。除舌宽外的冲片其它参数不变。

[0035] 铁心截面积增加到 1.019 倍,但绕组导线长度降低到 0.962 倍。

[0036] 也就是说,即使不改变原有 E 型变压器的线圈匝数,也使改进产品的磁密降低,空载损耗减小;同时,绕组电阻减小,负载损耗降低。改进后的产品能耗指标双双降低,既节能又节材。

[0037] 上述改进所产生节能的主要原因是,将原有矩形线圈架的四个直角削掉,改成为小八角形的钝角,将原来必须直角转弯的绕线改变为 135° 钝角转弯,非但绕线方便,同时也缩短了导线长度。在实际的线圈架中,靠铁心一侧的线圈架框可以制成角型,而靠绕线一侧的线圈架框尽量避免角型,而应以弧形过渡。

[0038] 如果改进后的铁心,即使仍采用原来的一阶叠片,还是以一阶叠片为主,配以少量二阶叠片,那铁心有效截面损失也很少,所以只要稍微加厚一点线圈架的纵向宽度,也就是说比原来多叠一片或数片叠片,就能把截面损失补回来。但去掉四个直角,导线长度减小,既节省了铜材,又 3 负载损耗降低。

[0039] 综上所述,小八角形截面铁心变压器的特征是,变压器的铁心由 2 阶叠片组成;线圈架为接近矩形的小八角形。

[0040] 图 4 为本发明的大八角 E 型变压器铁心截面图。

[0041] 小八角 E 型变压器铁心的改进必定是有限的,如果将小八角形进一步向圆形方向发展,就将成为大八角形的铁心和线圈架。同时,为提高截面铁心占有率,2 阶叠片也升级成为 3 阶叠片,即铁心由一阶叠片、二阶叠片和三阶叠片的 3 种冲片叠成。

[0042] 从图 4 中可以看出,大八角 E 型变压器铁心仍以一阶叠片为主,但二阶叠片比小八角方案有明显增加,三阶叠片可以比二阶叠片少也可以与二阶叠片一样多,关键是根据线框的形状,作优化设计,使铁心在线框中的有效面积最大,同时,线圈架的转角处更缓和,尽量消除角型。

[0043] 众所周知,根据几何学原理,在相同截面积下,如果以圆形线圈架绕制的每圈导线长度为 1 的话,则正方形线圈中每卷导线长度为 1.274。如果采用长方形线圈,则每卷导线长度更会大于 1.274 倍。因此,圆形截面铁心变压器的绕组用铜量最少,负载损耗也最小。

[0044] 图 5 为本发明的 3 阶圆截面铁心和线圈横剖图。

[0045] 按几何学原理,圆截面的周长是最短的。所以采用圆截面铁心的绕组导线最短。在

图 5 中,铁心 (10) 中,共有 3 种尺寸的叠片,分别为一阶叠片 (11)、二阶叠片 (12) 和三阶叠片 (13),各阶叠片的尺寸不同,随着阶数的增加,尺寸依次变小。绕组 (20) 绕在圆形线圈架 (21) 中,而在圆形线圈架中绕线,易于矩形线圈架,可绕得更整齐。

[0046] 与八角形线圈架相比,3 阶圆截面铁心变压器的导线更短、电阻更小,负载损耗最低,其特征是,铁心为圆截面;铁心由 3 阶叠片组成;线圈架为圆筒形。

[0047] 图 6 为 3 阶圆截面铁心变压器轴测外形图。

[0048] 从图中可以发现,3 阶叠片的芯部宽度固然不同,其外形尺寸也依次递减,从中间的最大尺度向两边间减小,在传统 E 型变压器中,铁心叠片尺寸相同,在励磁作用下,铁心芯部每个叠片流过的磁力线是相等的。

[0049] 按照 E 型变压器的规律,从叠片铁心流出的磁力线将在两边的铁轭分别流动,完成回路,所以铁轭的宽度为铁心宽度的一半。

[0050] 而在本发明的不同阶叠片中,由于铁心芯部叠片宽度不同,在同一励磁磁势驱动下,每个阶层叠片希望按其宽度的不同合理分配磁力线,也就是说,宽度最大的一阶叠片流过最多的磁力线,按宽度比例依次递减,到宽度最小的三阶叠片流过最少的磁力线。

[0051] 本发明也是按照 E 型变压器的共同规律来设计各阶叠片的。那么,从图中可以发现,各阶叠片磁路的长度也是不一样的,三阶片的磁路最短,一阶片的磁路与传统 E 型变压器相同。磁路短,则磁阻、磁损都成比例减小,所以本发明的非矩形截面铁心变压器,不但能减少硅钢片的重量,磁损也比传统 E 型有所降低。

[0052] 另外,由于线圈架由直线改为弧形,外层叠片尺寸缩小,外层的叠片更靠近线圈,也盖住了部分线圈,这样一种新结构,可以减少变压器的漏磁,降低电磁辐射量。

[0053] 图 7 为 3 阶圆截面铁心纵剖图。从图中可以看到 3 阶叠片在芯部围成一个近圆形的铁心,在上下轭部为近半圆形,而在左右轭部为圆弧形。为观察方便,图中已取消线圈和线圈架。中间的芯部 (10) 和 3 阶叠片的芯部、轭部位置、尺寸都显现在图中。

[0054] 随着铁心截面叠片阶数的提高,铁心有效截面也随之提高,但超过 5 阶后,有效截面增量越来越小,而成本却逐渐提高。

[0055] 图 8 为本发明变压器的 4 阶非矩形截面铁心图。其中:

[0056] 图 8a) 为 4 阶圆截面铁心,增加四阶叠片,总共 4 种规格的叠片,可增加有效截面积,减少绕组匝数,进一步降低损耗。

[0057] 图 8b) 为 4 阶椭圆截面铁心,圆截面铁心会降低线圈窗口面积,改用椭圆形可改善变压器对窗口的利用率,降低变压器体积和重量。

[0058] 图 8c) 为 4 阶大八角形截面铁心,增加四阶叠片后,与 3 阶大八角形截面铁心相比,节能节材效果更好。

[0059] 图 9 为本发明变压器的 5 阶矩形加半圆截面铁心的截面图。是对椭圆截面铁心的改进,能更好利用窗口面积。相类似的还有矩形加椭圆形截面的铁心。

[0060] 归纳以上内容,可以看到,非矩形截面铁心包括了小八角形、大八角形、圆形、椭圆形、矩形加半圆形、矩形加椭圆形等截面形状的铁心。

[0061] 对于 E 型小型变压器而言,变压器的固定装置也是必不可少的,传统 E 型变压器的固定装置大概有以下几种:

[0062] 1、线圈架上的引线插脚;

[0063] 2、骑马夹；

[0064] 3、封装外壳；

[0065] 4、穿孔螺栓加支架。

[0066] 传统 E 型变压器的固定装置大多可用于本发明的变压器中。例如，同样可以采用引线插脚将变压器固定在线路板上。如图 6 所示，就是采用了这一固定装置。

[0067] 稍大体积的变压器，则可以采用骑马夹，夹住中间的一阶叠片，通过骑马夹两边的孔固定变压器。本发明变压器的骑马夹比传统 E 型变压器小，有利于减轻变压器重量。

[0068] 封装外壳的方法，就是把变压器整个封装在一个壳体内，利用壳体本身的固定装置进行安装。

[0069] 对于较大功率的 E 型变压器，传统产品可采用叠片打孔方式穿过拴紧螺杆，但对本发明的变压器来说，因为不是单一规格的叠片，开孔位置很难定，实施有一定困难。但是，如果不考虑硅钢片的材料成本，可采取轭部与一阶同样宽的二阶、三阶叠片，同样也可采用穿孔螺栓加支架的固定装置解决固定问题，惟这样做不能像上述非等宽叠片那样节约硅钢材料。

[0070] 随着叠片阶数的增加，例如四阶或五阶叠片，铁心的有效截面积也将有所增大，但是变压器的成本也将随之提高。所以，从经济性上考虑，在通常大多数应用中，2 阶或 3 阶铁心变压器已有足够好的节能、节材技术效果，而 4 阶或 4 阶铁心变压器有更好的效果。但超过 5 阶后，有效截面增量越来越小，而成本却逐渐提高，所以经济性上并不划算。

[0071] 需要补充说明的是，虽然从几何学原理分析，以圆形线圈架绕制的每卷导线长度为 1 的话，则正方形线圈中每卷导线长度为 1.274。但是，由于作成标准的圆形截面铁心，需要远不只 2 种或 5 种叠片，可能需要几十种大大小小的叠片，才能叠成一个真正的圆形，没有现实实施可能性好必要性。所以本发明中所述圆形、八角形这是一种接近某种几何图形的说法，实际上截面中还存在着一些空缺。按本发明的各种非矩形截面铁心设计的变压器，所能节约的铜线或者说所能减少的负载损耗，大约在 10% 至 20% 之间，同时，空载损耗和用铁量的降低约在 10% 左右。

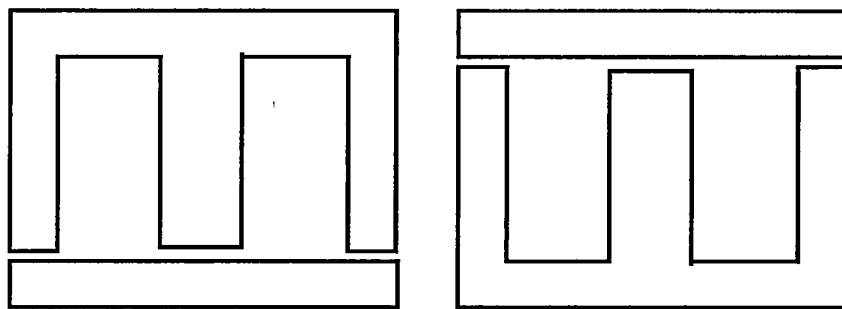


图 1

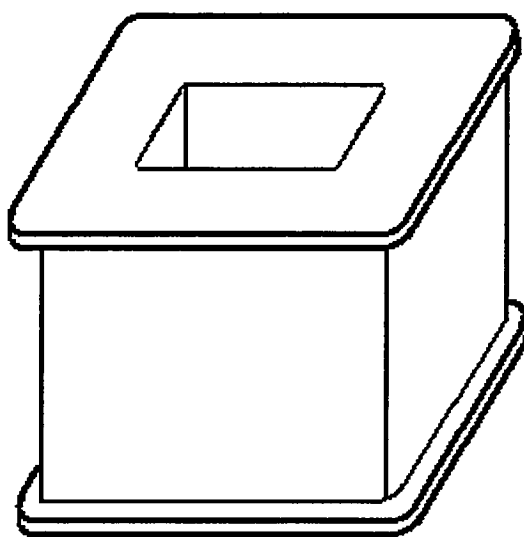


图 2

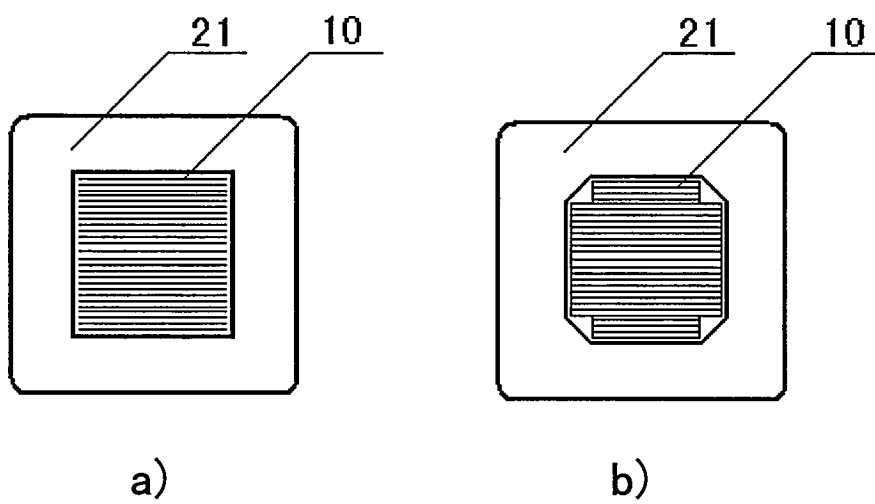


图 3

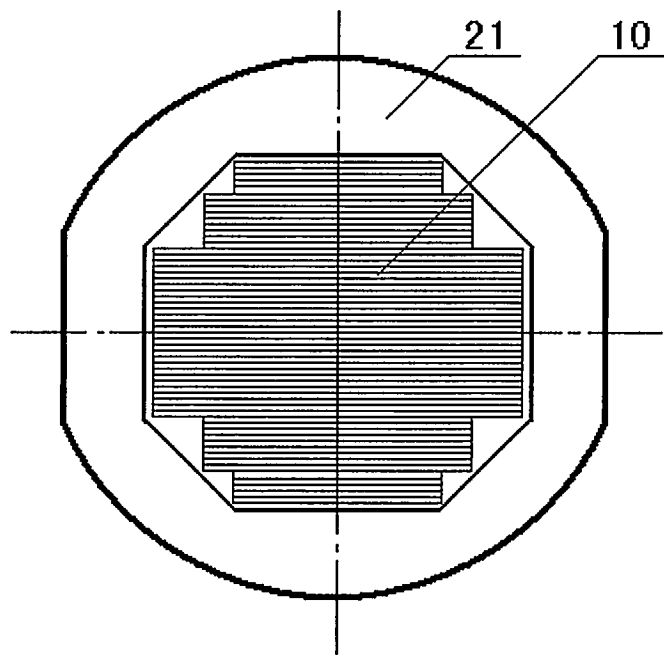


图 4

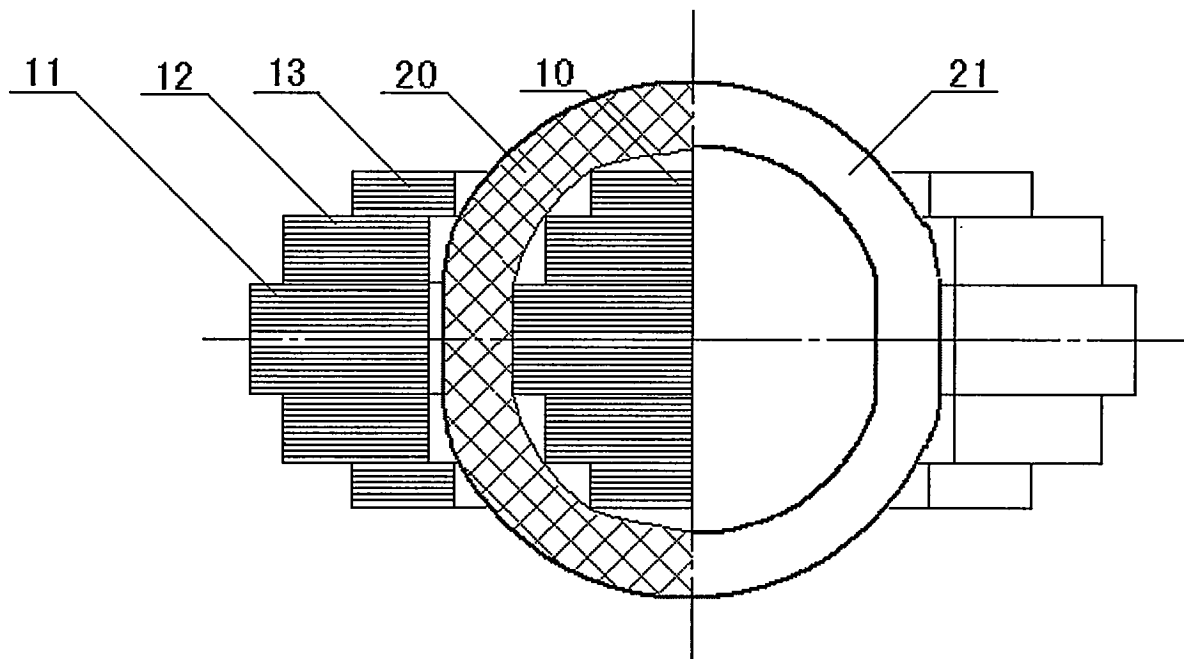


图 5

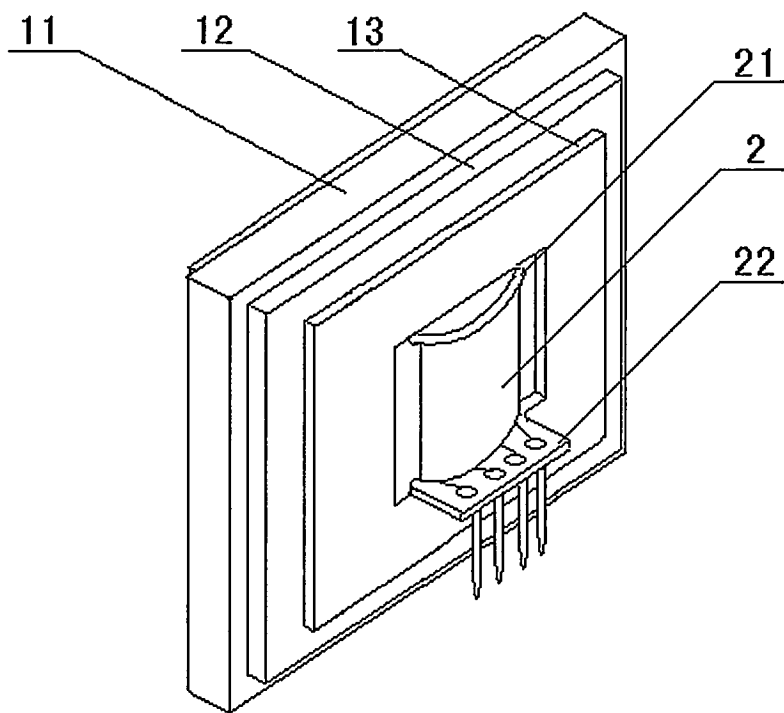


图 6

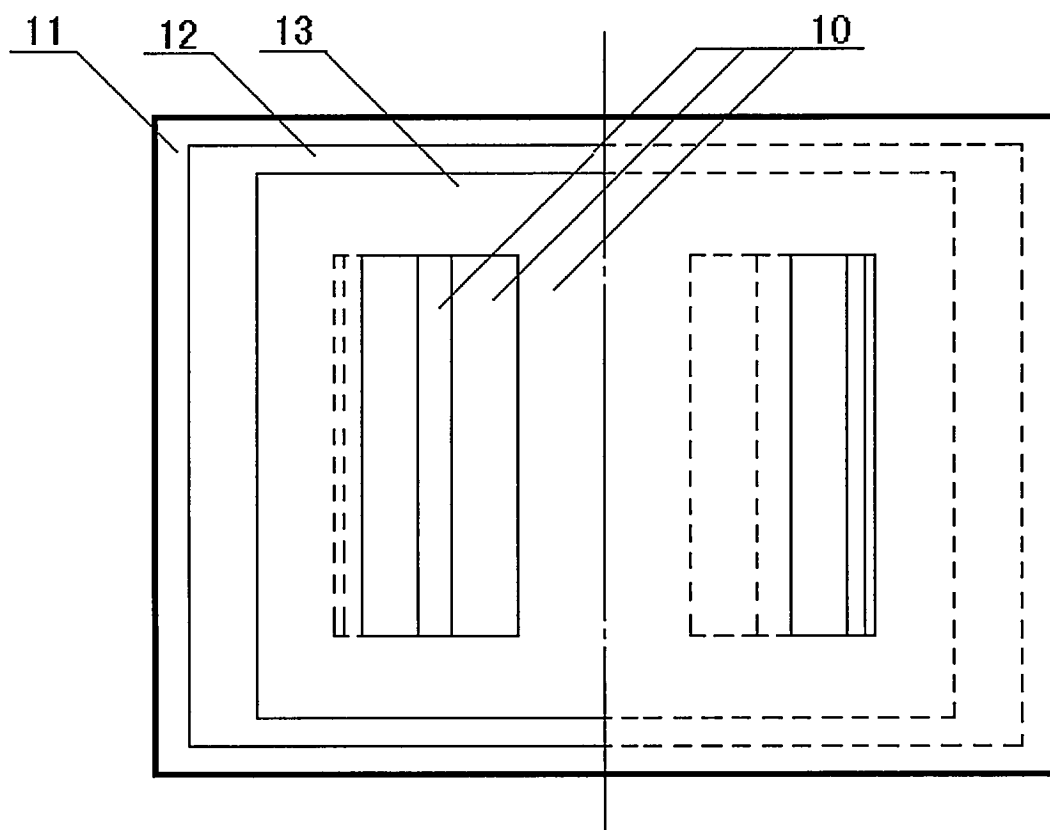


图 7

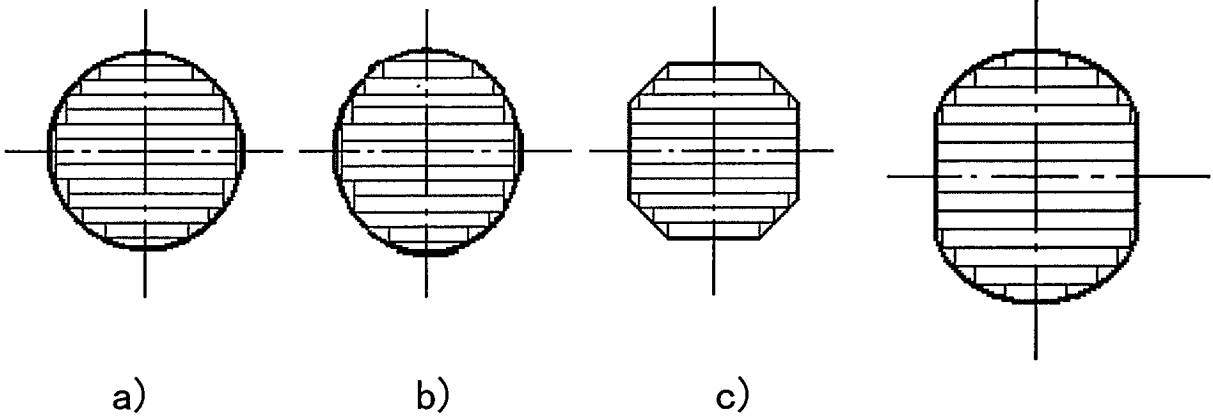


图 8

图 9