



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208046339 U

(45)授权公告日 2018. 11. 02

(21)申请号 201721261288.3

(22)申请日 2017.09.28

(73)专利权人 浙江顺动科技有限公司

地址 315500 浙江省宁波市奉化市经济开发
区滨海新区经二路以西2幢102室

(72)发明人 年珩 张洪义 许世光

(74)专利代理机构 宁波浙成知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 33268

代理人 王明超 洪松

(51) Int. Cl.

H02K 3/26(2006.01)

H02K 3/28(2006.01)

H02K 21/24(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

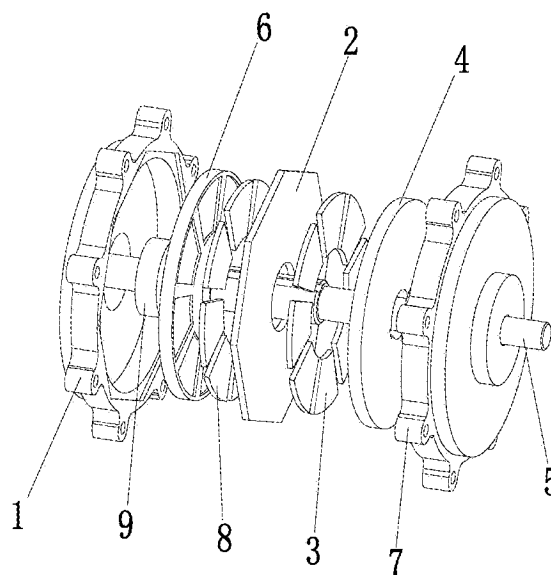
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)实用新型名称

一种新型印刷绕组的永磁无刷直流电机

(57)摘要

本实用新型公开了一种采用新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,它包括多层印刷电路板制成的定子以及轴向充磁的永磁转子,其中定子每相绕组采用四边形的印刷绕组方案,通过这种印刷绕组,大大降低电机的轴向尺寸和制作成本。相比于传统的印刷电机,本实用新型采用的四边形的印刷绕组方案取消了端部无效绕组,提高了电机运行效率,降低了电机温升。而且其反电势波形呈正弦波,便于采用矢量控制方式控制电机。



1. 一种新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,包括电机外壳、固定设置于电机外壳内的定子、转动穿设于电机外壳的转子总成;定子为印刷电路板结构,包括工作导体层和连接导体层;其特征在于:工作导体层中绕线单元呈四边形排布,定子的每极每相绕组由多个四边形的绕线单元串联而成,不同极数下的每相绕组通过连接导体层以串联或并联形式连接形成一相绕组。

2. 根据权利要求1所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述工作导体层为两个,四边形绕线单元呈左L形的两条工作导体边位于其中一个工作导体层上,四边形绕线单元呈右L形的两条工作导体边位于另外个工作导体层上,四边形绕线单元中呈左L形的两条工作导体边的交点与呈右L形的两条工作导体边的交点之间的距离不大于电机的极距。

3. 根据权利要求2所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述连接导体层包括若干连接导体边,定子的每极每相绕组包括正终端和负终端,每极每相绕组的负终端与该相相邻极绕组的正终端通过所述连接导体边电连接;

所述定子还包括若干垂直于所述工作导体层和所述连接导体层的过孔导体柱,过孔导体柱用于四边形绕线单元呈左L形的两条工作导体边于呈右L形的两条工作导体边之间的电连接,以及用于每极每相绕组的正终端和/或负终端与所述连接导体边之间的电连接。

4. 根据权利要求1所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述定子的印刷电路板上还设有霍尔位置传感器。

5. 根据权利要求1或4所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述定子包含三相绕组,该三相绕组连接结构相同,三相绕组在组合时相互之间在空间上互差120度电角度。

6. 根据权利要求1所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:定子由多个工作导体层和多个连接导体层堆叠形成,每个工作导体层和每个连接导体层均为平坦结构,每层之间具有绝缘衬底层;

所述转子总成包括驱动轴以及固定于驱动轴上的第一转子和第二转子,所述定子中部设有供驱动轴穿过的中央圆孔,第一转子和第二转子分别位于所述定子的两侧;

所述第一转子和所述第二转子均包括转子背铁和扇形永磁体阵列,永磁体阵列包含的永磁体数量为偶数且至少为两个。

7. 根据权利要求6所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述转子背铁由硅钢片冲片叠压或整块具有导磁能力的材料制成,永磁体材料可采用铁氧体、钕钴、钕铁硼材料或上述三种材料的组合,永磁体表贴或内嵌于转子背铁上。

8. 根据权利要求6所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述第一转子的永磁体相对于所述第二转子的永磁体如此排布,即使得磁通线沿垂直于所述定子平面的方向穿过定子,相邻的永磁体N极和S极极性交错分布。

9. 根据权利要求6所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:所述定子和所述转子总成可设置为外定子/内转子或者外转子/内定子结构,也可设置为单定子/单转子、单定子/双转子、双定子/单转子、双定子/三转子、三定子/双转子结构。

10. 根据权利要求1所述的新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,其特征在于:该电机可用作纯发电、纯电动或者发电-电动组合运行。

一种新型印刷绕组的永磁无刷直流电机

技术领域

[0001] 本实用新型属于电机设计相关技术领域,特别涉及一种新型印刷绕组的永磁无刷直流电机。

背景技术

[0002] 传统的永磁无刷直流电机大多是径向磁场电机,而且定子都是由线圈和铁芯构成,电机体积大、较为笨重,复杂的下线工艺导致电机制作工艺复杂,生产周期长,且材料消耗多,成本较高。

[0003] 印刷绕组电机的绕组与传统电机的线圈绕组不同,它是通过腐蚀法、电化学沉积法、电化学转移法等化学方法,在铜箔板上印制而成。采用印刷绕组的永磁无刷直流电机在结构设计方面突破了传统电机的局限,电机采用轴向磁场方向,由于无需采用传统电机的定子铁芯,可以大大减小电机体积、重量,并提高了电机的运行效率和过载能力;在智能控制方面,可以实现远程的智能控制;同时,电机生产过程中没有定子绕组下线过程,生产成本又低于传统无刷直流电机,因此在整体性能方面,优于传统电机。

[0004] 印刷绕组永磁无刷直流电机的工作原理与传统永磁无刷直流电机相同。它的特点是起动转矩大,调速范围宽、运行效率高等。印刷绕组永磁无刷直流电机的设计关键是定子印刷电路板绕组的连接方式,在定子印刷电路板绕组设计方面,虽然专利文献CN104659993A中给出了一种印刷电路板绕组连接方式,但由于此印制电路板定子采用同心绕组连接方式,这种同心绕组的导体采用圆弧形端线连接,这种圆弧形端线具有耗铜量大、不产生转矩输出、增大电机损耗、提高电机温升等缺点。也有文献采用波绕组的形式布置印刷电路板绕组,但仍然必须采用圆弧形端线连接导体。此外,采用同心绕组和波绕组形式的定子印刷电路板,电机反电势波形表现为方波形式,无法实现电机控制器正弦波控制的优越性能。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于针对现有技术所存在的上述技术问题,本实用新型提供了一种新型的基于四边形导体的印刷绕组设计方案,可减小永磁无刷直流电机体积、制造成本、提高运行效率,并且反电势波形可设计为正弦波,便于实现高性能的矢量控制方式,提高电机的性能和工作效率。

[0006] 为解决上述问题,本实用新型提供以下技术方案:

[0007] 一种新型印刷绕组的永磁无刷直流电机,包括电机外壳、固定设置于电机外壳内的定子、转动穿设于电机外壳的转子总成;定子为印刷电路板结构,包括工作导体层和连接导体层;工作导体层中绕线单元呈四边形排布,定子的每极每相绕组由多个四边形的绕线单元串联而成,不同极数下的每相绕组通过连接导体层以串联或并联形式连接形成一相绕组。

[0008] 优选的,所述工作导体层为两个,四边形绕线单元呈左L形的两条工作导体边位于

其中一个工作导体层上, 四边形绕线单元呈右L形的两条工作导体边位于另外一个工作导体层上, 左L形的两条工作导体边与右L形的两条工作导体边的外端通过外径过孔相串联, 内端通过内径过孔相串联, 从而构成四边形绕线单元, 该绕线结构仅需两个工作导体层即可将各极各相绕组的印制于印刷电路板上, 能减少定子厚度, 简化加工工艺, 降低制造成本。其中, 四边形绕线单元中呈左L形的两条工作导体边的交点与呈右L形的两条工作导体边的交点之间的距离不大于电机的极距, 有利于实现电机控制器正弦波控制, 便于采用矢量控制方式控制电机。

[0009] 进一步的, 所述连接导体层包括若干连接导体边, 定子的每极每相绕组包括正终端和负终端, 每极每相绕组的负终端与该相相邻极绕组的正终端通过所述连接导体边电连接; 本方案为每极每相绕组以串联方式连接, 即每相并联支路数为1, 上述绕组配置方式是其中一种方案, 每相并联支路数也可以大于1, 其他绕组连接配置方案也在专利的保护范围内。

[0010] 所述定子还包括若干垂直于所述工作导体层和所述连接导体层的过孔导体柱, 过孔导体柱用于四边形绕线单元呈左L形的两条工作导体边于呈右L形的两条工作导体边之间的电连接, 以及用于每极每相绕组的正终端和/或负终端与所述连接导体边之间的电连接。

[0011] 优选的, 所述定子的印刷电路板上还设有霍尔位置传感器, 当然也可不采用霍尔位置传感器, 定子可通直流电, 也可通交流电, 所述定子包含三相绕组, 该三相绕组连接结构相同, 三相绕组在组合时相互之间在空间上互差120度电角度, 霍尔位置传感器为三个, 分别安装于各相绕组的中心线位置处。

[0012] 其中, 定子由多个工作导体层和多个连接导体层堆叠形成, 每个工作导体层和每个连接导体层均为平坦结构, 每层之间具有绝缘衬底层; 所述转子总成包括驱动轴以及固定于驱动轴上的第一转子和第二转子, 所述定子中部设有供驱动轴穿过的中央圆孔, 第一转子和第二转子分别位于所述定子的两侧; 所述第一转子和所述第二转子均包括转子背铁和扇形永磁体阵列, 永磁体阵列包含的永磁体数量为偶数且至少为两个。

[0013] 其中, 所述转子背铁由硅钢片冲片叠压或整块具有导磁能力的材料制成, 永磁体材料可采用铁氧体、钕钴、钕铁硼等永磁材料或上述三种材料的组合, 永磁体表贴或内嵌于转子背铁上。所述第一转子的永磁体相对于所述第二转子的永磁体如此排布, 即使得磁通线沿垂直于所述定子平面的方向穿过定子, 相邻的永磁体N极和S极极性交错分布, 即呈NS-SN分布。

[0014] 所述定子和所述转子总成可设置为外定子/内转子或者外转子/内定子结构, 也可设置为单定子/单转子、单定子/双转子、双定子/单转子、双定子/三转子、三定子/双转子结构。该电机可用作纯发电、纯电动或者发电-电动组合运行。

[0015] 与现有技术相比本实用新型的有益效果:

[0016] 本实用新型所述的一种新型印刷绕组结构的永磁无刷直流电机, 其中定子每相绕组采用四边形印刷绕组方案, 通过这种印刷绕组, 大大降低电机的轴向尺寸和制作成本, 相比于传统的圆弧形端线印刷绕组的定子, 本实用新型取消端部无效绕组, 减少耗铜量, 同时降低电机温升; 而且其反电势波形呈正弦波, 便于采用矢量控制方式控制电机。

附图说明

[0017] 图1是本实用新型所涉及的新型印刷绕组结构的永磁无刷直流电机,其中一种实施形式的装配图;

[0018] 图2是所示的定子印刷绕组的三维立体图;

[0019] 图3是图2所示定子的视图,其中删去了一相绕组;

[0020] 图4是图2所示定子的视图,其中删去了两相绕组;

[0021] 图5是所示的定子印刷绕组的平面图;

[0022] 图6是所示定子印刷绕组的优选布置方案。

具体实施方式

[0023] 下面结合说明书附图和实施例,对本实用新型的具体实施例做进一步详细描述:

[0024] 图1示出了本实用新型的一个实施例。该新型印刷绕组结构的永磁无刷直流电机,包括:两个电机外壳1和7、驱动轴5、两个转子背铁4和6、两组轴向磁化的扇形永磁体阵列3和8、印刷电路板定子2、轴承9。

[0025] 仍参照图1,永磁体阵列3和8中共有各有四块永磁体,每块永磁体均沿轴向磁化,永磁体材料可采用铁氧体、钕钴、钕铁硼等永磁材料或上述三种材料的组合,永磁体阵列3和8可分别以表贴或内嵌方式固定于转子背铁4和6上,该实施例采用内嵌方式嵌于转子背铁4和6上。永磁体阵列3和转子背铁4构成第一转子,永磁体阵列8和转子背铁6构成第二转子,第一转子的永磁体相对于第二转子的永磁体排布方式需使得磁通线沿垂直于定子印刷电路板的平坦结构方向穿过定子,相邻的永磁体N极和S极极性交错分布,即呈NS-SN分布。当然永磁体阵列3、8也可被配置成其他数量的磁极,如包含两个、六个、八个、十六个或可制造出的任何其他偶数数量的磁极。

[0026] 第一转子和第二转子通过驱动轴5组装在一起,驱动轴两端通过轴承9固定在两个电机外壳1和7上。

[0027] 结合图1和图2定子印刷绕组的三维立体图,定子印制电路板2为片状多层结构,其外边缘呈八边形,也可采用适合某些具体应用的圆形、正方形或其他形状。定子印刷电路板2的层数为5,当然也可以采用其他层数如2、4、6层等任意整数层的配置。在该优选实施例中,上两层为工作导体层,第一层的绕组为四边形绕线单元中呈“<”形(左L形)的两条工作导体边,第二层为四边形绕线单元中呈“>”形(右L形)两条工作导体边,上下两工作导体层通过存在于内外径的过孔(内径过孔、外径过孔)电连接,其中左L形导体交点处与右L形导体交点处的距离不大于电机的极距。在该优选实施例中,左L形导体边交点处与右L形导体边交点处的距离为整数极距,即等于电机的极距。第三、四、五层为连接导体层,每极每相四边形绕组的负终端与该相相邻极的四边形绕组的正终端通过第三、四、五层的连接导体边电连接,即每极每相四边形绕组导体均串联,并联支路数为1。其中四边形线圈共48个,形成三相四极。上述绕组连接方式、数量及极对数选择仅是其中一种优选实施方案,其他绕组连接方式、数量及极对数选择也在专利的保护范围内。

[0028] 图2示出了定子三相印刷绕组的立体图,1A、1B、1C为第一工作导体层的A、B、C三相左L形工作导体边,2A、2B、2C为第二工作导体层的A、B、C三相右L形工作导体边。11代表了印

刷绕组在位于连接导体层,即第三、四、五层的连接导体边,用于连接每极每相绕组的负终端和正终端。第一、二工作层导体之间,以及工作层导体与连接层导体之间,通过过孔导体柱10电连接。

[0029] 图3示出了移除了A相以后,B、C相绕组的布置,其中1B、1C为第一工作导体层的B、C相左L形工作导体边,2B、2C为第二工作导体层的B、C相右L形工作导体边,10为过孔导体柱,11为连接导体层中的连接导体边。

[0030] 图4示出了移除了A、B相以后,C相绕组的布置,1C为第一工作导体层的左L形C相工作导体边,2C为第二工作导体层的右L形C相工作导体边,10为过孔导体,11为连接导体层中的连接导体边。其中连接导体边11不一定要按图示方式布置,可以以省铜、方便绘制等原则进行优化布置。

[0031] 图5示出了定子印刷绕组的平面图,从另一个视图角度来说明该新型的绕组形式, α 、 β 、 γ 代表了A、B、C三相四边形绕组切割磁场的有效导体,11A、11B、11C代表了A、B、C三相四边形绕组中的连接导体边,即端部导体。当定子板需要安装霍尔位置传感器,可安装在相邻三相绕组各自的中心线位置处。在该优选实施例中,三个位置传感器放置在X、Y、Z所示的虚线处。

[0032] 图6示出了定子印刷绕组的一种优选布置方案。该图只显示一相绕组分布,它有四个工作导体层,不同工作导体层相同位置的导体通过过孔相并联,1D代表第一工作导体层的左L形导体边,2D代表第二工作导体层的右L形导体边,它与1D相应位置的L形导体边形成四边形导体线圈。3D代表第三工作导体层的左L形导体边,4D代表第四工作导体层的右L形导体边,它与2D相应位置的L形导体形成四边形导体线圈。第一、二工作导体层构成的四边形导体,与第三、四工作导体层相同位置上的四边形导体,通过两端的过孔相并联,来增大通入定子的电流值。11代表连接导体层的连接导体边,即端部导体,10为过孔导体柱。

[0033] 以上所述,仅是本实用新型的较佳实施例而已,并非对本实用新型的技术范围作出任何限制,故凡是依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何细微修改、等同变化与修饰,均仍属于本实用新型的技术方案的范围内。

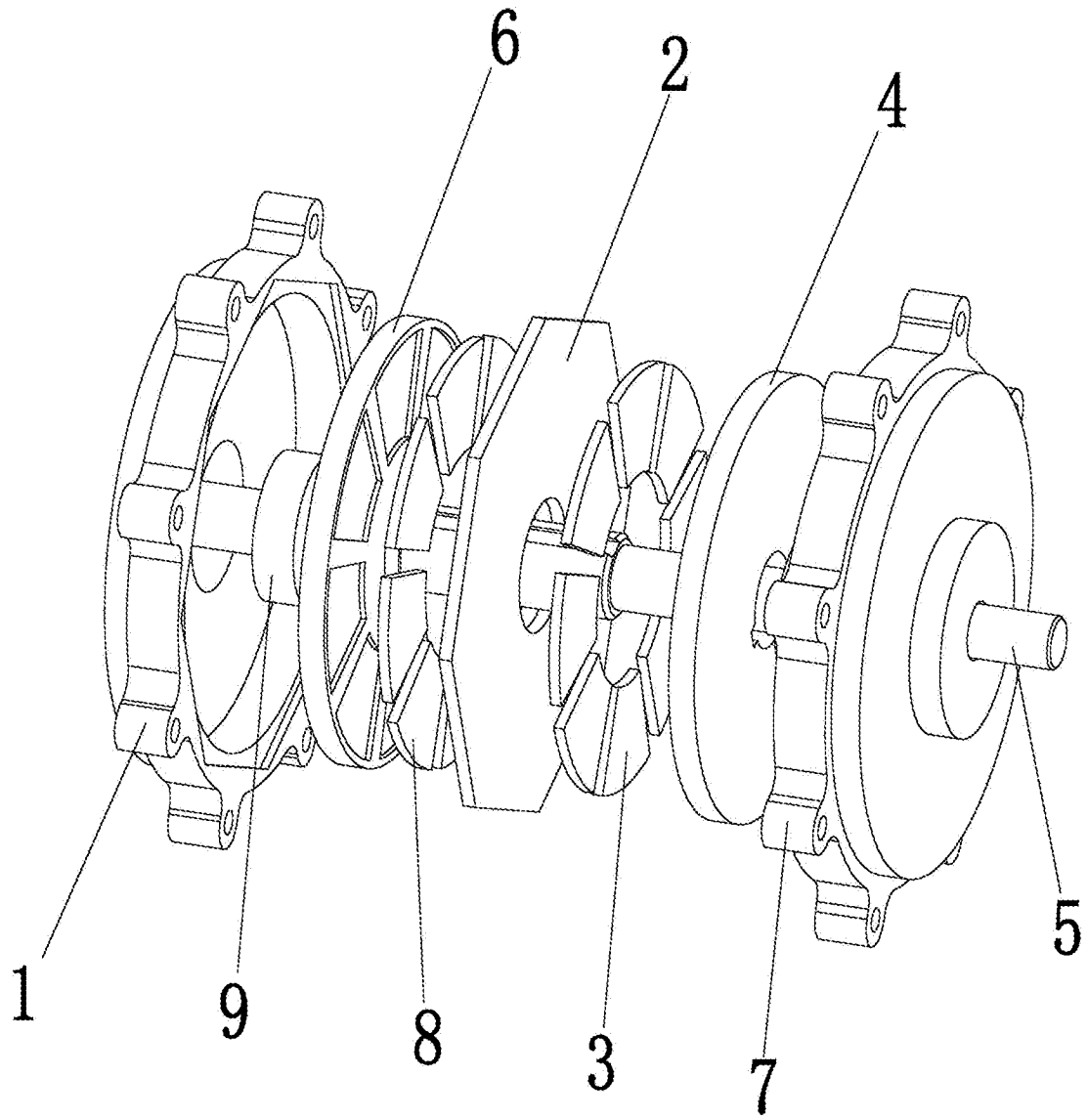


图1

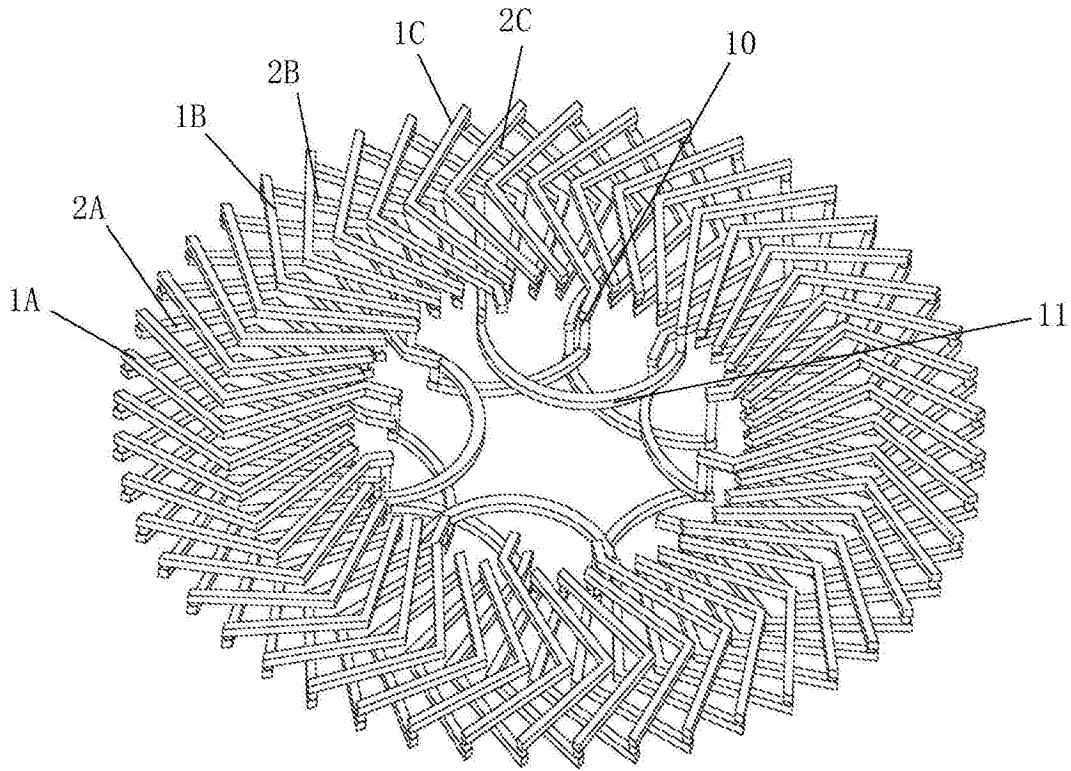


图2

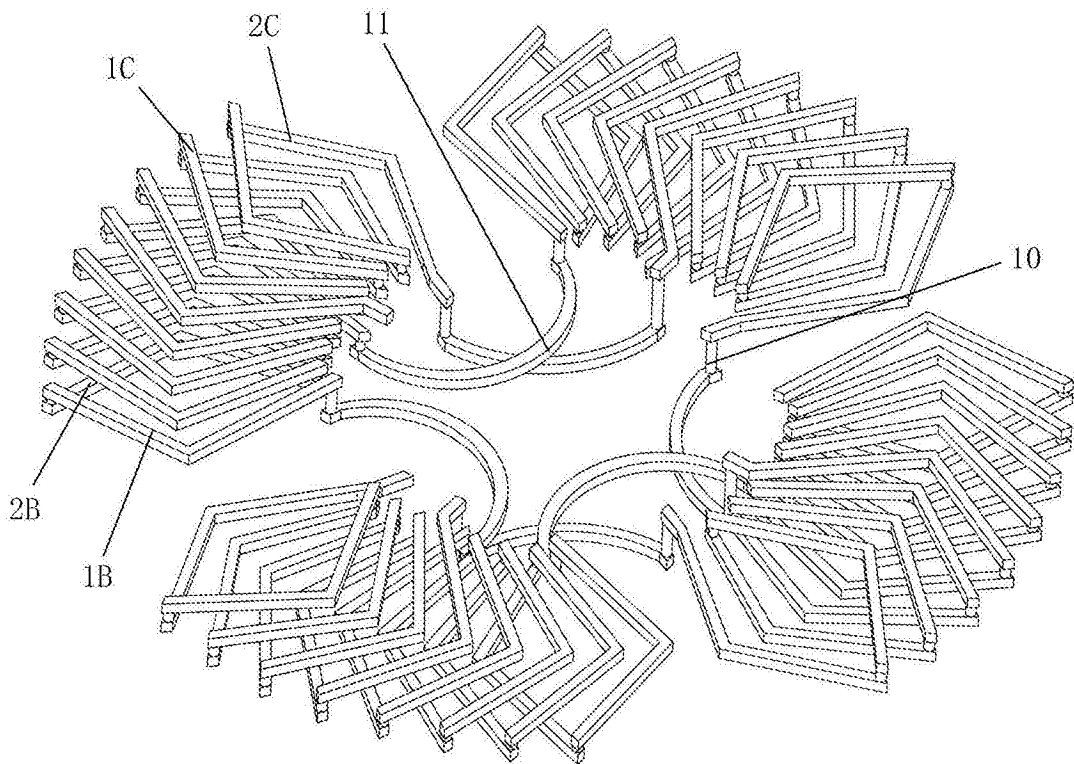


图3

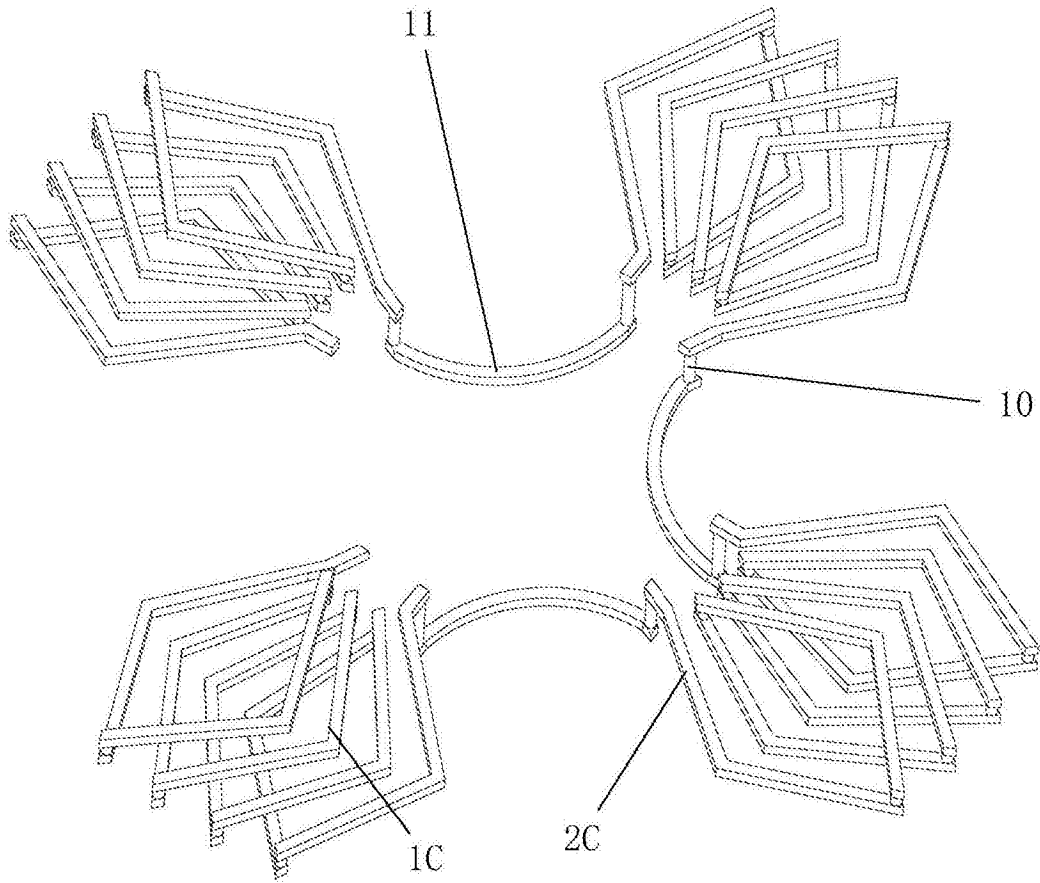


图4

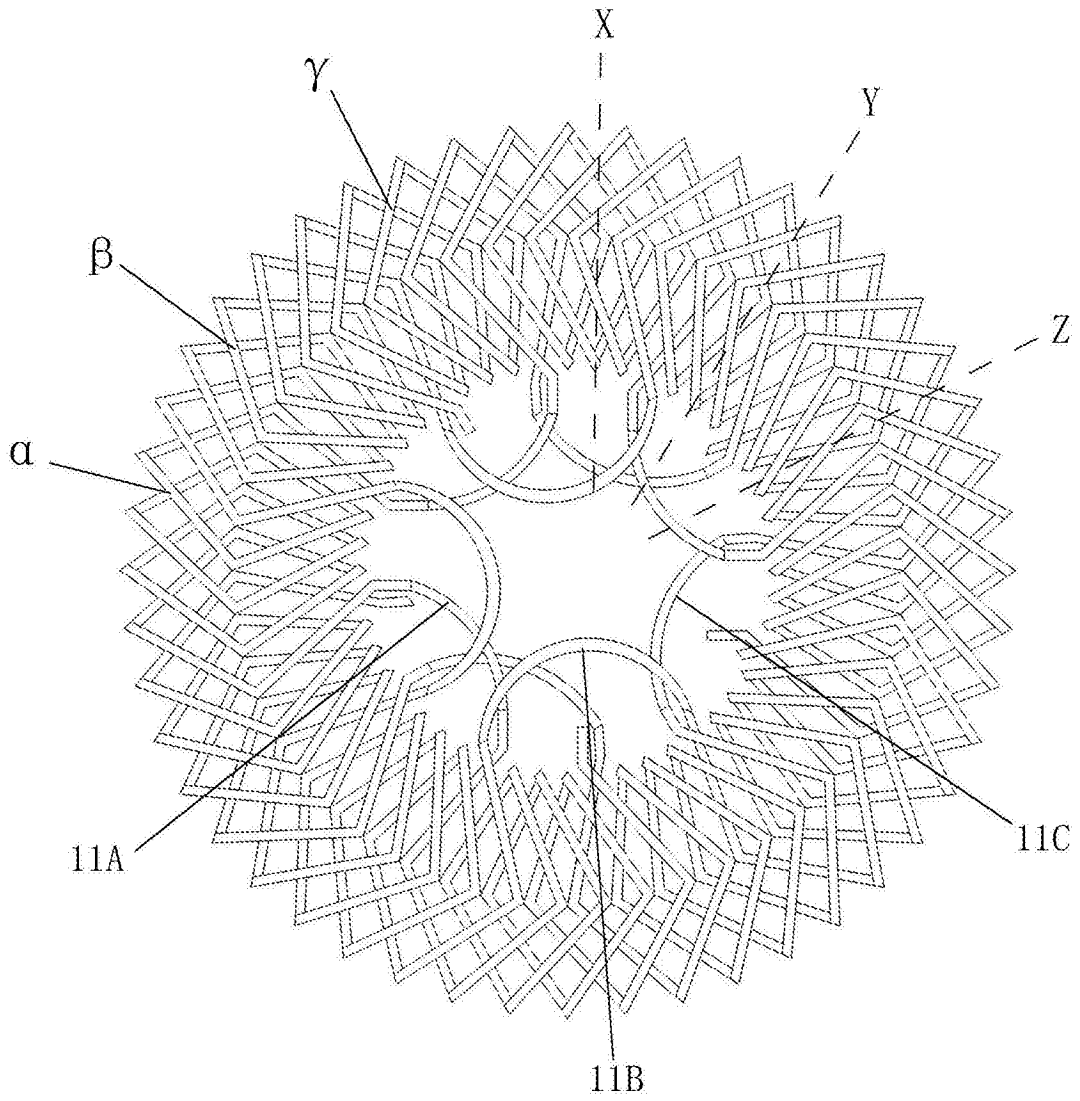


图5

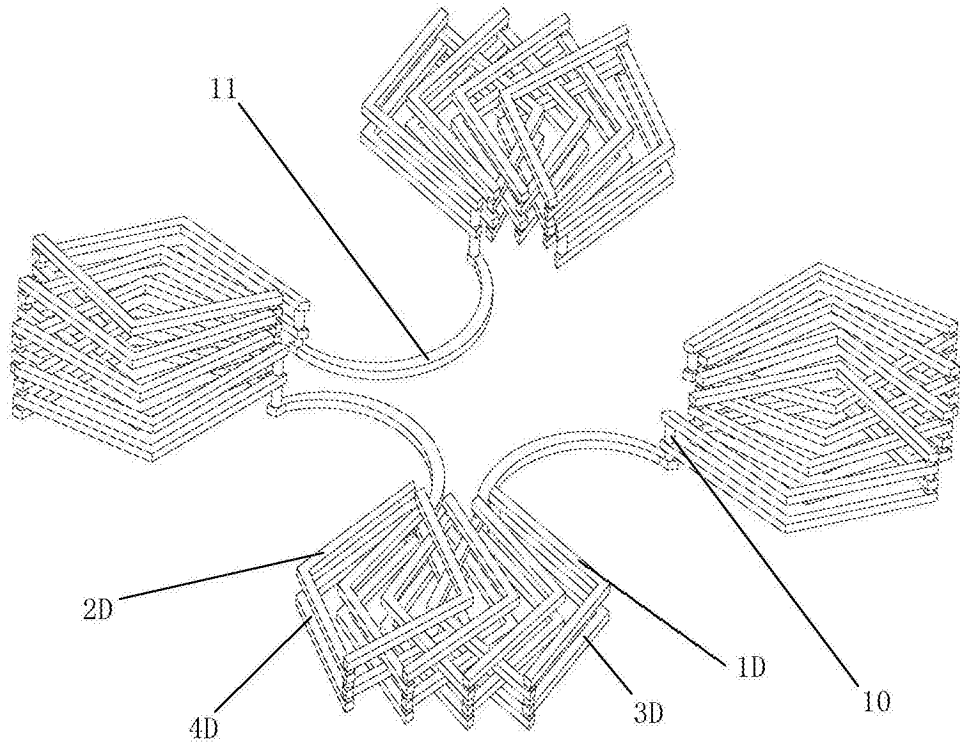


图6