



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113241925 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 202110782666.7

H02K 3/26 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.12

H02K 3/28 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113241925 A

(56) 对比文件

CN 205945301 U, 2017.02.08

CN 111953108 A, 2020.11.17

(43) 申请公布日 2021.08.10

CN 105610261 A, 2016.05.25

(73) 专利权人 峰岷科技(深圳)股份有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区高新中
区科技中2路1号深圳软件园(2期)11
栋203室

US 2018198341 A1, 2018.07.12

US 2020091805 A1, 2020.03.19

审查员 石佳

(72) 发明人 毕超 毕磊

(74) 专利代理机构 深圳市恒程创新知识产权代
理有限公司 44542
代理人 苗广冬

(51) Int. Cl.

H02K 41/03 (2006.01)

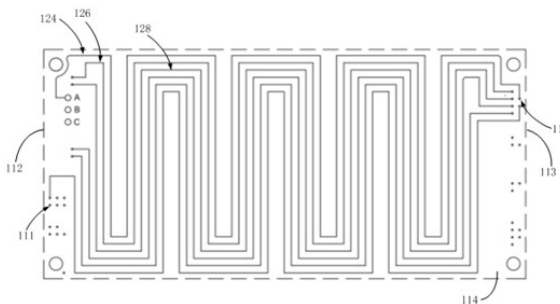
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

直线交流永磁同步电机

(57) 摘要

本发明公开一种直线交流永磁同步电机结构,电机包括电机初级和次级。所述初级包括利用印刷电路板所形成的三相绕组,所述印刷电路板包括多层走线层,任意两个所述走线层之间设有多个过孔,所述过孔位于所述印刷电路板的边缘,所述三相绕组的同相绕组的导线以波绕组的方式分布于两个所述走线层,且通过所述过孔连接。所述三相绕组的磁极距和所述次级的磁钢的磁极距相同,所述三相绕组的磁极的跨距为180°电角度。本发明的三相绕组采用印刷电路板的制作方式形成,便于制作且降低了制作成本。这种绕组因为空间利用率较高,有助于提高直线电机,特别是小型直线电机的性能。



1. 一种直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述直线交流永磁同步电机包括初级和次级,所述初级包括由PCB印刷电路板所形成的三相绕组,所述PCB包括多层走线层,任意两个所述走线层之间设有多个过孔,所述过孔位于所述PCB的边缘,所述三相绕组的同相绕组的导线以波绕组的方式分布于两个所述走线层,且通过所述过孔连接,所述三相绕组的磁极距和所述次级的磁钢的磁极距相同,所述三相绕组的磁极的跨距为 180° 电角度;

分布在每一层走线层上的每条导线包括依次连接的首端、连接段和尾端,所述首端和尾端分别位于所述PCB的两个边缘,所述连接段按行波结构延伸;

所述PCB包括相对的第一侧边和第二侧边,多个连接绕组用的所述过孔分别靠近所述第一侧边和所述第二侧边设置。

2. 如权利要求1所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述三相绕组包括第一相绕组、第二相绕组和第三相绕组,所述第二相绕组位于所述第一相绕组和所述第三相绕组之间,所述第二相绕组的磁极与所述第一相绕组的磁极之间的空间间隔为 120° 电角度。

3. 如权利要求2所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述第三相绕组的磁极与所述第一相绕组的磁极之间的空间间隔为 240° 电角度。

4. 如权利要求2所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述第一相绕组、第二相绕组和第三相绕组相互电连接,形成三相星型拓扑结构或者三相三角形拓扑结构。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述三相绕组的数量为多个,多个所述三相绕组沿所述PCB的厚度方向堆叠。

6. 如权利要求1~4中任一项所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述直线交流永磁同步电机还包括设置在所述PCB上的电机控制线路、传感器电路和信号处理电路。

7. 如权利要求1~4中任一项所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述次级包括磁轭和安装在所述磁轭上的所述磁钢,所述磁钢朝向所述初级设置。

8. 如权利要求7所述的直线交流永磁同步电机,其特征在于,所述磁轭为U型磁轭,所述磁轭包括相对设置的第一固定板和第二固定板,所述磁钢的数量为两组,其中一组所述磁钢安装在所述第一固定板朝向所述第二固定板的一侧,另一组所述磁钢安装在所述第二固定板朝向所述第一固定板的一侧,所述初级位于两组所述磁钢之间。

直线交流永磁同步电机

技术领域

[0001] 本发明涉及电机技术领域,特别涉及一种直线交流永磁同步电机。

背景技术

[0002] 直线永磁交流电机(LPMSM)的力密度较高,且能直接实现直线运动,因而在现代工业中发挥越来越重要的作用。这种电机的初级是电机带有电枢绕组的部分,而次级是电机中带有永久磁钢的部分,当电机初级通电运行时,电机次级的磁场和初级的磁场之间互相作用产生电磁力,进而产生所需要的相对运动。当电枢绕组通过电流,而带有电枢绕组的初级被固定住,并且次级在电磁力的方向为1D自由状态时,次级就会沿着电磁力产生直线运动,这种电机被称为“动次级”的直线电机。反之,当电机次级被固定住,而电机初级为1D自由时,电机的初级就会产生直线运动,这种电机被称为“动初级”的直线电机。现有的直线永磁交流电机的电枢绕组为集中绕组的形式,由于小型的直线永磁交流电机气隙很小,只有几毫米或者更小,采用自粘线或者其它绕线的方式进行线圈的制作是非常困难的,即使制作出来,成本也很高,很难控制线圈的精度,进而降低了电机的性能。

发明内容

[0003] 本发明的主要目的是提供一种直线交流永磁同步电机,旨在解决现有的小型直线永磁交流电机的线圈制作较难从而使得电机性能降低的技术问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供的直线交流永磁同步电机包括初级和次级,所述初级包括由PCB(Printed Circuit Board,印刷电路板)所形成的三相绕组,所述PCB包括多层走线层,所述走线层之间设有多个过孔以连接位于不同走线层的同相绕组,以及三相绕组端部的连接。所述过孔位于所述PCB的边缘,以提高PCB的空间利用率。所述三相绕组的同相绕组的导线分布于两个所述走线层,且通过所述过孔连接。所述三相绕组的磁极距和所述次级的磁钢的磁极距相同,所述三相绕组的磁极的跨距为 180° 电角度。

[0005] 优选地,分布在所述同相绕组在不同走线层上的连接是利用过孔,而不是埋孔进行连接,以减小PCB的成本。

[0006] 优选地,分布在每一层走线层上的每条导线包括依次连接的首端、连接段和尾端,所述首端和尾端位于PCB的两个不同的边缘,所述连接段按行波结构延伸。

[0007] 优选地,所述PCB包括相对的第一侧边和第二侧边,多个所述过孔分别靠近所述第一侧边和所述第二侧边设置。

[0008] 优选地,所述三相绕组包括第一相绕组、第二相绕组和第三相绕组,所述第二相绕组位于所述第一相绕组和所述第三相绕组之间,所述第二相绕组的磁极与所述第一相绕组的磁极之间的空间间隔为 120° 电角度。

[0009] 优选地,所述第三相绕组的磁极与所述第一相绕组的磁极之间的空间间隔为 240° 电角度。

[0010] 优选地,所述三相绕组的数量为多个,多个所述三相绕组沿所述PCB的厚度方向堆

叠。

[0011] 优选地,所述第一相绕组、第二相绕组和第三相绕组相互电连接,形成三相星型拓扑结构或者三角形拓扑结构。

[0012] 优选地,所述直线交流永磁同步电机还包括设置在所述PCB上的电机控制线路、传感器电路和信号处理电路。

[0013] 优选地,所述次级包括磁轭和安装在所述磁轭上的所述磁钢,所述磁钢朝向所述初级设置。

[0014] 优选地,所述磁轭为U型磁轭,所述磁轭包括相对设置的第一固定板和第二固定板,所述磁钢的数量为两组,其中一组所述磁钢安装在所述第一固定板朝向所述第二固定板的一侧,另一组所述磁钢安装在所述第二固定板朝向所述第一固定板的一侧,所述初级位于两组所述磁钢之间。

[0015] 在本发明中,将直线交流永磁同步电机的初级的三相绕组采用PCB的制作方式形成,因而绕组的形状、尺寸和厚度可以制作的很准确,并且可简化制作过程并且降低了制作成本。PCB包括多层走线层,分布于两个走线层且属于同一相绕组的导线利用过孔连接。过孔位于PCB的边缘,以提高绕组对PCB空间的利用率。三相绕组的磁极距与次级的磁极距相同,且三相绕组的跨距为 180° 电角度,因而绕组可以较高的效率产生工作磁场,提高电机的性能。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中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示出的结构获得其他的附图。

[0017] 图1为本发明直线交流永磁同步电机一实施例的结构示意图;

[0018] 图2为图1所示直线交流永磁同步电机的截面示意图;

[0019] 图3为本发明一实施例的第一相绕组在第一层和第二层上的第一根导线分布和电流流向的示意图;

[0020] 图4为本发明一实施例的第一相绕组分别在第一层和第二层上的第一根导线分布及第二根导线分布和电流流向的示意图;

[0021] 图5为本发明一实施例的第一相绕组在第一层上全部导线的分布示意图;

[0022] 图6为本发明一实施例的第一相绕组在第二层上全部导线的分布示意图;

[0023] 图7为本发明一实施例的第一相绕组在第一层上、第二相绕组在第三层上和第三相绕组在第五层上的导线分布示意图;

[0024] 图8为本发明第一相绕组在第二层上、第二相绕组在第四层上和第三相绕组在第六层上的导线分布示意图。

[0025] 实施例附图标号说明:

[0026]

标号	名称	标号	名称
10	初级	11	PCB
111	过孔	112	第一侧边

113	第二侧边	12	三相绕组
121	第一相绕组	122	第二相绕组
123	第三相绕组	124	第一下导线
125	第一上导线	126	第二下导线
127	第二上导线	128	第三下导线
129	第三上导线	114	第一层
115	第二层	116	第三层
117	第四层	118	第五层
119	第六层	20	次极
21	磁轭	211	第一固定板
212	第二固定板	22	磁钢

[0027] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0028] 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,所描述的实施例仅仅是本发明的一座分实施例,而不是全部的实施例。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前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 需要说明,本发明实施例中所有方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各座件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0030] 另外,在本发明中涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其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。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0031] 本发明提出一种直线交流永磁同步电机,如图1、图2、图7和图8所示,包括初级10和次级20。初级10包括PCB 11和三相绕组12,PCB 11包括多层走线层,如图3所示。PCB走线层上设有多个过孔111,过孔111位于PCB 11的边缘,三相绕组12的同相绕组的导线分布于两个走线层,且由过孔111连接。三相绕组12的磁极距和次级20的磁钢22的磁极距相同,三相绕组12的磁极的跨距为 180° 电角度。

[0032] 其中,次级20包括磁轭21和安装在磁轭21上的磁钢22,磁钢22朝向初级10设置。磁轭21在磁路中只起磁场传输作用,并且能够增加磁通量。本实施例的直线交流永磁同步电机可以为单边磁极型、双边磁极型、具有U型磁轭21的单边磁极型或者具有U型磁轭21的双边磁极型,优选具有U型磁轭21的双边磁极型,U型磁轭21包括两个相对设置的第一固定板211和第二固定板212,第一固定板211和第二固定板212也起着次级磁轭的作用。两组磁钢22相对设置,两相对设置的磁钢22中,一组磁钢22安装在第一固定板211朝向第二固定板212的一侧,另一组磁钢22安装在第二固定板212朝向第一固定板211的一侧,初级10位于两

组磁钢22之间。具有U型磁轭21的双边磁极型的电磁结构对磁钢22的利用率较高,并且电机次级20的机械特性较好。

[0033] 本实施例的三相绕组12通过PCB11的方式实现,因而二维的绕组的形状可以是严格按照设计的形状来制的,绕组的尺寸和厚度可以制作地很准确。可以充分利用PCB11技术实现高密度的直线交流永磁同步电机的三相电枢绕组,绕组的制作成本较低,便于实现小型的直线交流永磁同步电机,提高了电机性能。三相绕组12包括第一相绕组121、第二相绕组122和第三相绕组123。同相绕组的导线分别分布在两个走线层,且通过PCB11的过孔111连接,由于连接绕组导线的过孔111位于PCB 11的边缘,线圈中间区域没有过孔,因而PCB 11的空间利用率较高,可允许次级的永久磁钢22具有较多的磁极数以降低直线电机的边缘效应。电机的初级10和次级20之间的气隙较小,电机的结构也比较紧凑,有利于实现结构紧凑的小型直线电机。

[0034] 具体地,分布在每一层走线层上的每条导线包括依次连接的首端、连接段和尾端,连接段按行波结构延伸,即每一层走线层上的导线均以波绕组的方式按照所需要的宽度展延形成绕组磁极,其磁极的有效宽度与次级的磁钢22的磁极距相同。同相绕组的首端和尾端均位于PCB 11的边缘,便于与外部电路连接。

[0035] 为方便描述,以下以各走线层在PCB 11所在的层数命名,例如位于第一层的走线层为第一层114,位于第二层的走线层为第二层115,依此类推。更具体地,PCB 11包括相对的第一侧边112和第二侧边113,多个过孔111分别靠近第一侧边112和第二侧边113设置。第一侧边112和第二侧边113均位于PCB 11的边缘,PCB 11的第一层114和第二层115的走线层用于实现第一相绕组121,绕组的分布使得第一层114和第二层115上的绕组的磁场互相增强,形成的磁极有效宽度与次级的磁钢22的磁极距相同。在图3沿电流方向,第一相绕组121的首端位于PCB 11的第一层114,而尾端与位于第二层115的绕组的首端以过孔111进行连接。

[0036] 请结合参阅图3~图8,PCB 11走线层的层数为6N层($N \geq 1$,N为正整数),第一相绕组121的制备包括以下步骤:

[0037] 步骤一、从第一侧边112开始,第一相绕组121的第一根导线按照所需要的宽度展延形成磁极,其磁极有效宽度与次级的磁钢22的磁极距相同,第一根导线的第一下导线124的尾端位于PCB 11第一层114靠近第二侧边113的位置,并且通过靠近第二侧边113的过孔111与相邻的第二层115上的第一根导线的第一上导线125的起始端连接;

[0038] 步骤二、然后第一上导线125在第二层115上自第二侧边113向第一侧边112的方向以波绕组的方式展延形成磁极,其磁极有效宽度与次级的磁钢22的磁极距相同,第一上导线125的尾端位于第二层115靠近第一侧边112的位置,通过靠近第一侧边112的一过孔111与第一层114上的波绕组的第二根导线的第二下导线126的首端连接;

[0039] 步骤三、在第一层114中,第二根导线的第二下导线126的首端与第二层115的第一上导线125的尾端相接后,以行波的方式按照所需要的宽度形成磁极,其磁极有效宽度与次级的磁钢22的磁极距相同,第二下导线126的尾部位于靠近第二侧边113的位置,并且通过靠近第二侧边113的一过孔111与相邻的第二层115上的第二根导线的第二上导线的首端连接,而第二上导线127的首端与第二下导线126的尾端连接后,以波绕组的方式在第二层115向第一侧边112的方向分布,其磁极宽度与次级的磁钢22的磁极距相同,第二上导线127的

尾端位于靠近第一侧边112的位置,通过靠近第一侧边112的一过孔111与第一层114上的第三根导线的第三下导线128的首端连接。

[0040] 步骤四、重复步骤二和步骤四,直至PCB 11的第一层114和第二层115的波绕组实现了所需要的M根导线,第一层114和第二层115上的M根导线依次串联,其电流分布能够实现与次级磁钢的磁极宽度相同的磁场。

[0041] 请结合参阅图7和图8,在PCB 11的第三层116和第四层117上重复步骤一至步骤四,可得到第二相绕组122,第二相绕组122的磁极宽度和第一相绕组121的磁极宽度相同,第二相绕组122位于第一相绕组121和第三相绕组123之间,第二相绕组122的磁极与第一相绕组121的磁极之间的空间间隔为 120° 电角度。

[0042] 在PCB 11的第五层118和第六层119上重复步骤一至步骤四,可得到第三相绕组123,第三相绕组123的磁极有效宽度和第一相绕组121的磁极宽度相同,第三相绕组123的磁极与第一相绕组121的磁极之间的空间间隔为 240° 电角度。

[0043] 优选地,三相绕组12的数量为多个,多个三相绕组12沿PCB 11的厚度方向堆叠。可根据需要增加更多的层次实现绕组,在PCB 11的其它层上重复第一相绕组121、第二相绕组122和第三相绕组123的制备,就可在三相绕组12上实现更多的匝数。

[0044] 在一实施例中,第一相绕组121、第二相绕组122和第三相绕组123相互电连接,形成三相星型拓扑结构或者三角形拓扑结构。分别位于第一层114和第二层115的第一相绕组121、第三层116和第四层117的第二相绕组122,以及第五层118和第六层119的第三相绕组123的端部,可通过适当的过孔111形成Y型电连接,或者三角形电连接,然后与外部电路相接。

[0045] 直线交流永磁同步电机还包括设置在PCB 11上的电机控制线路(未图示)、传感器电路(未图示)和信号处理电路(未图示)。可在PCB 11上设置连接插座,将PCB 11上的三相绕组12与电机控制线路、传感器电路或信号处理电路连接,以与电机系统外部的电源和电路进行连接,实现电机控制电路、传感器电路、信号处理电路和其它电子器件的线路设置在电枢绕组的同一个PCB 11上,以提高电机空间的利用率,以简化电机系统。

[0046] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是在本发明的发明构思下,利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

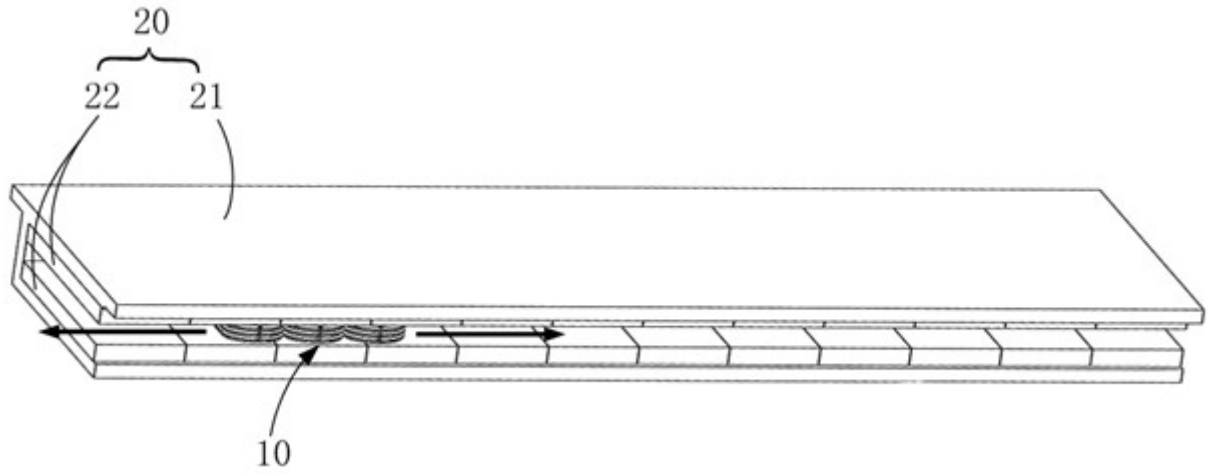


图1

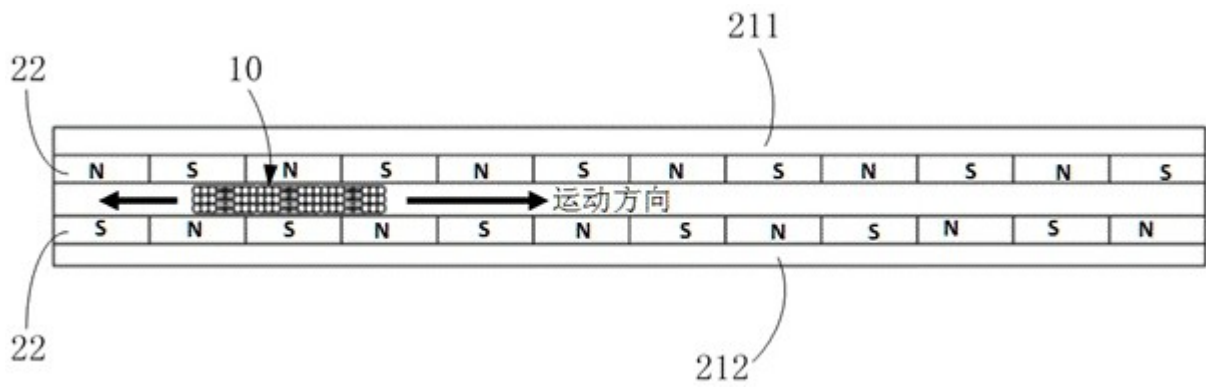


图2

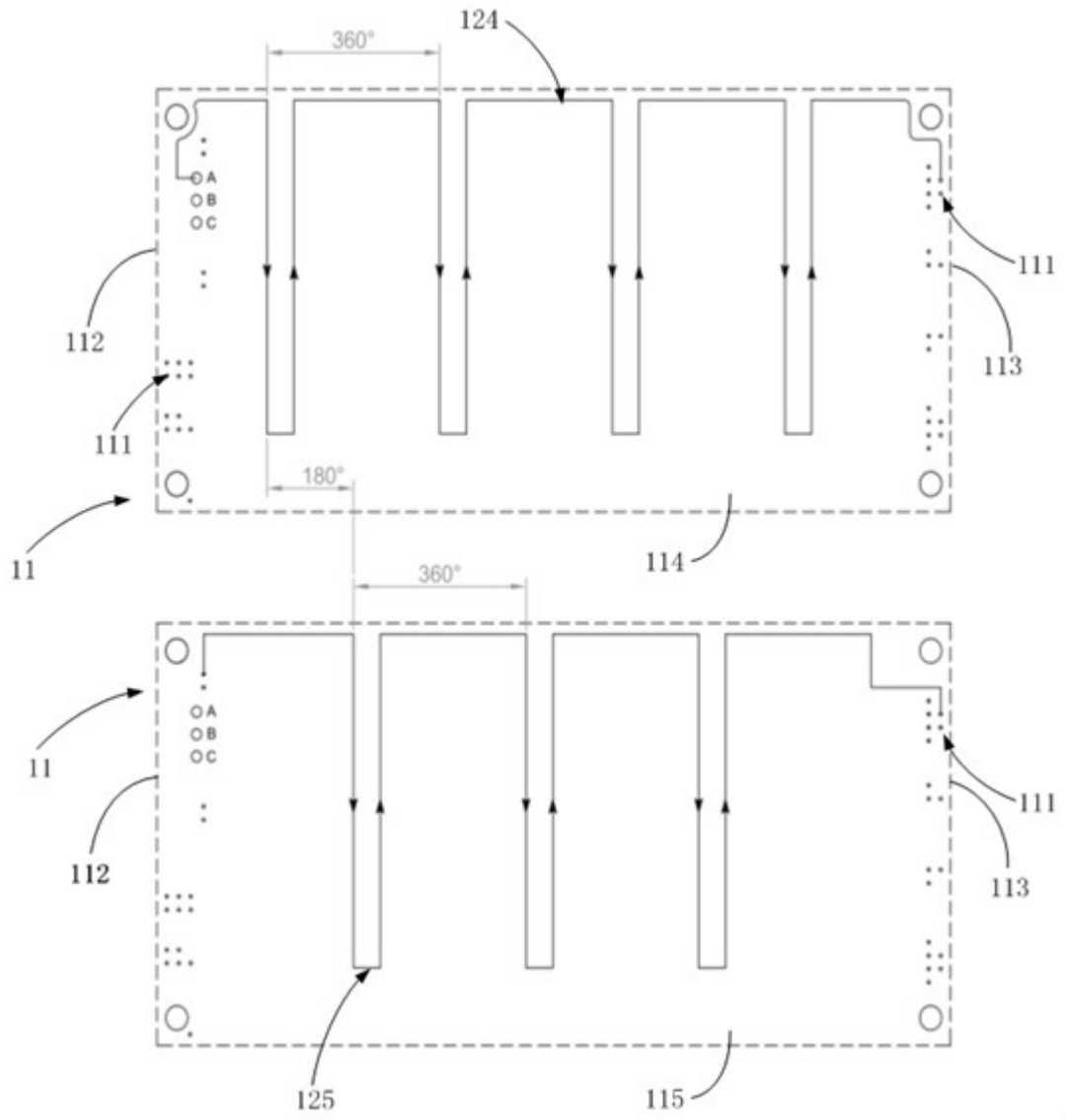


图3

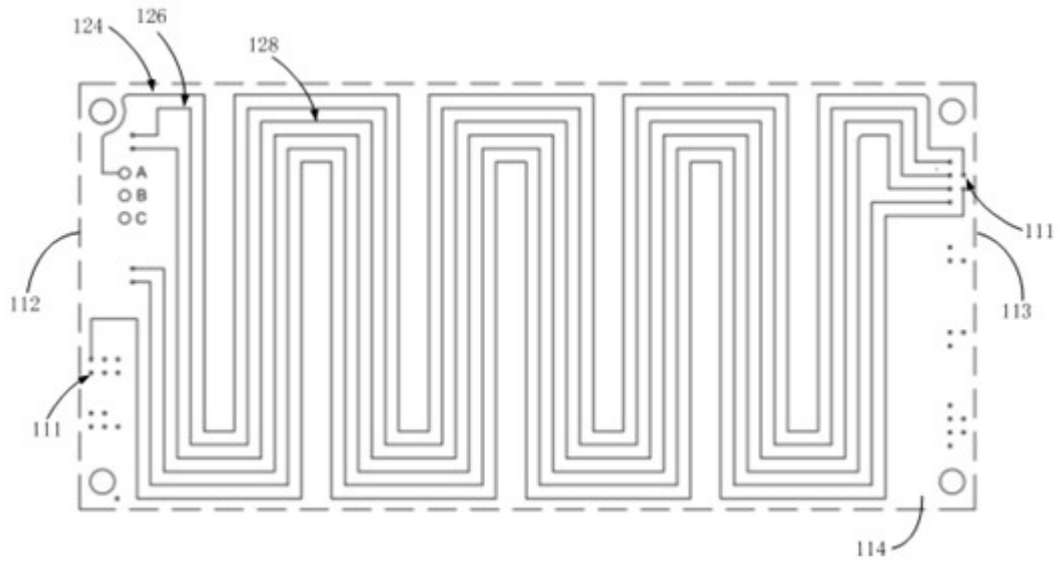


图5

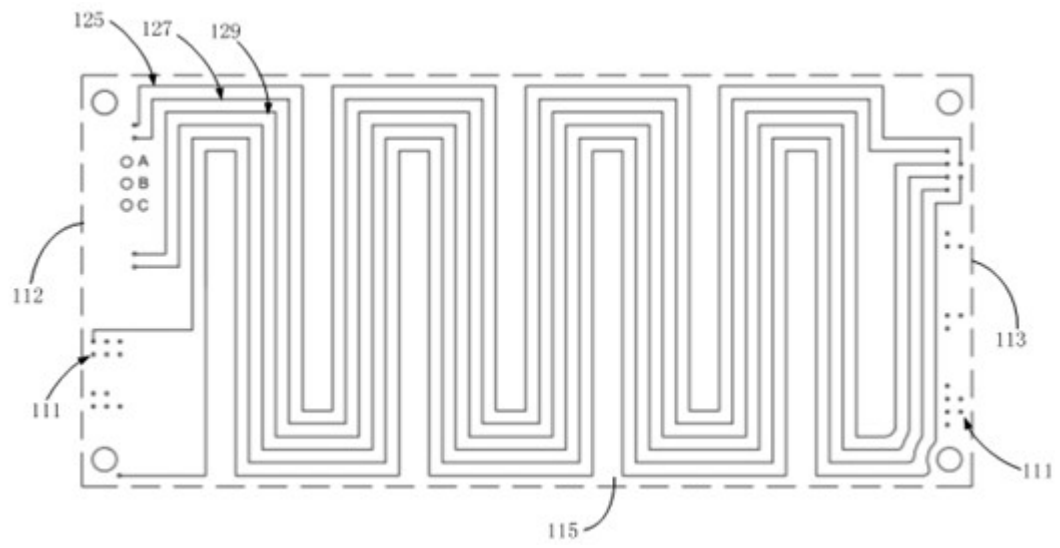


图6

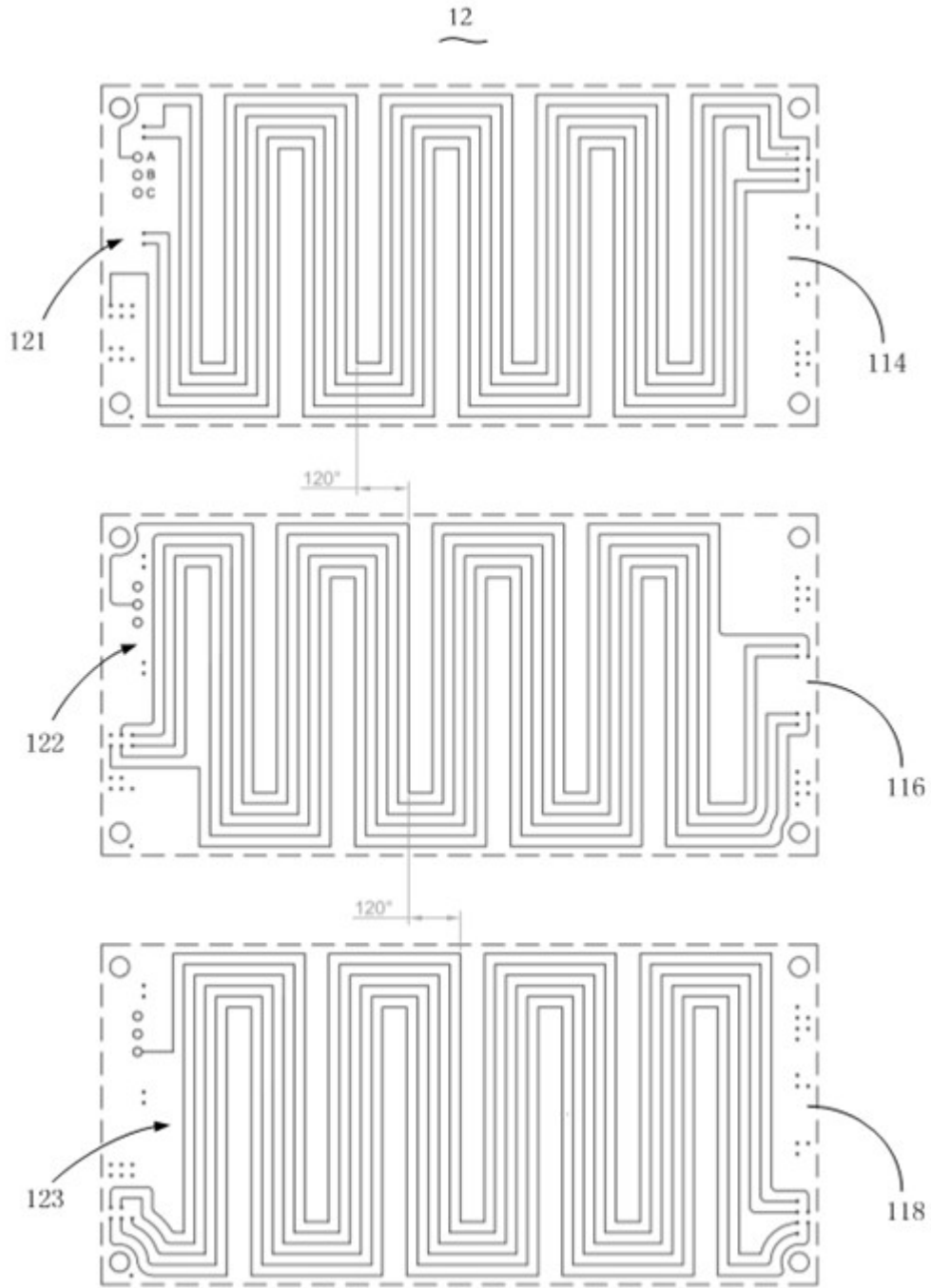


图7

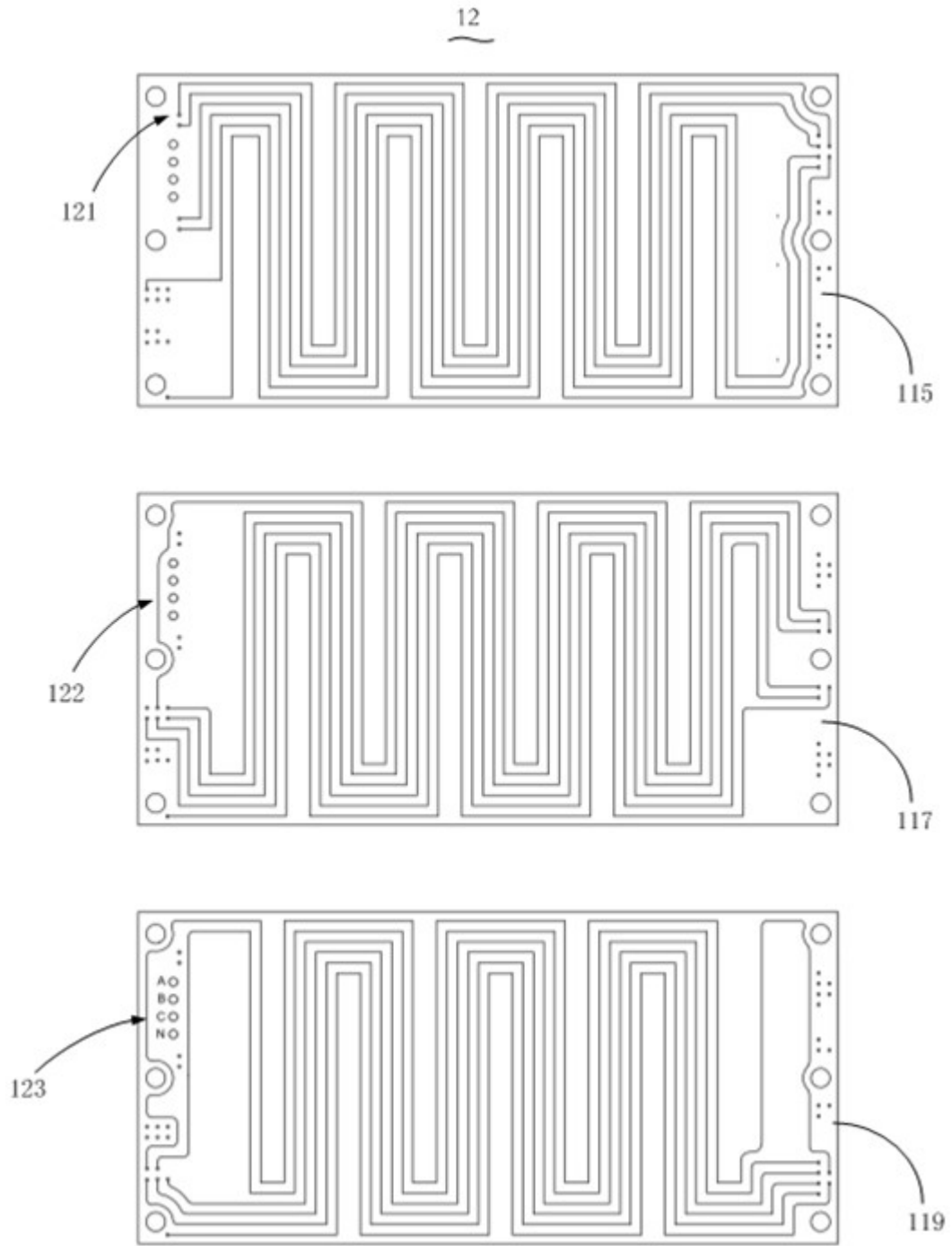


图8