



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208189370 U

(45)授权公告日 2018. 12. 04

(21)申请号 201820569220.X

(22)申请日 2018.04.19

(73)专利权人 优尔特电子(深圳)有限公司

地址 518000 广东省深圳市光明新区光明
街道观光路3009号招商局光明科技园
B5栋4C单元

(72)发明人 闵运胜 赵斌 徐旭

(74)专利代理机构 深圳市六加知识产权代理有
限公司 44372

代理人 宋建平

(51)Int.Cl.

H01F 27/30(2006.01)

H01F 27/28(2006.01)

H01F 41/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

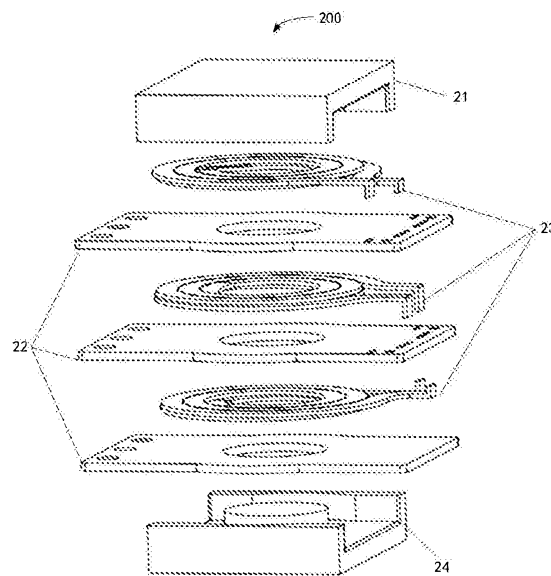
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54)实用新型名称

一种平面变压器及电子设备

(57)摘要

本实用新型涉及平面变压器技术领域,特别是涉及一种平面变压器及电子设备。其中,平面变压器包括第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯,第一磁芯、至少一个PCB绕组中各个PCB绕组、至少一个扁平线圈中各个扁平线圈及第二磁芯同轴心装配成平面变压器。一方面,由于采用PCB绕组与扁平线圈作为初级/次级线圈,相对传统绕线线圈,其具备更强的过电流能力。另一方面,当需要设计匝数较多的初级/次级线圈时,由于本实用新型的扁平线圈可以横向地增加/减少匝数,因此,其可以相对地避免需要装配多层初/次级线圈,进而降低邻近效应与寄生电容,以及提高功率密度与降低温升。



1. 一种平面变压器,其特征在于,包括第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯,所述第一磁芯、所述至少一个PCB绕组中各个PCB绕组、所述至少一个扁平线圈中各个扁平线圈及所述第二磁芯同轴心装配成所述平面变压器。

2. 根据权利要求1所述的平面变压器,其特征在于,所述至少一个PCB绕组中每个PCB绕组与所述至少一个扁平线圈中每个扁平线圈交替装配。

3. 根据权利要求1所述的平面变压器,其特征在于,串联/并联所述至少一个PCB绕组中全部PCB绕组。

4. 根据权利要求1所述的平面变压器,其特征在于,串联/并联所述至少一个扁平线圈中全部扁平线圈。

5. 根据权利要求1所述的平面变压器,其特征在于,所述扁平线圈包括阿尔法扁平线圈。

6. 根据权利要求1所述的平面变压器,其特征在于,所述PCB绕组为初级绕组,所述扁平线圈为次级绕组;或者,所述PCB绕组为次级绕组,所述扁平线圈为初级绕组。

7. 根据权利要求1至6任一项所述的平面变压器,其特征在于,PCB绕组包括M层PCB线圈,所述M层PCB线圈的每层PCB线圈可作为初级线圈或次级线圈,且在所述PCB绕组内,初级线圈与次级线圈交替装配,M为正整数,且 $M \geq 1$ 。

8. 根据权利要求1至6任一项所述的平面变压器,其特征在于,所述第一磁芯或所述第二磁芯包括底座、第一侧壁、第二侧壁以及磁芯柱,第一侧壁设置于底座一侧,第二侧壁设置于底座另一侧,第一侧壁与第二侧壁相对,磁芯柱设置于底座的中部。

9. 根据权利要求8所述的平面变压器,其特征在于,

所述第一侧壁朝向所述磁芯柱的一侧设置有第一凹槽,所述第二侧壁朝向所述磁芯柱的一侧设置有第二凹槽;

所述PCB绕组包括第一凸起与第二凸起,所述第一凸起卡合在所述第一凹槽内,所述第二凸起卡合在所述第二凹槽内。

10. 一种电子设备,其特征在于,包括如权利要求1至9任一项所述的平面变压器。

一种平面变压器及电子设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及平面变压器技术领域,特别是涉及一种平面变压器及电子设备。

背景技术

[0002] 变压器利用电磁感应原理实现电压的转换。变压器包括初级线圈、次级线圈及磁芯,一般的,用户可以根据产品需求,自行调整初级线圈或次级线圈的匝数而构成变压器。例如,请参阅图1,图1是传统技术提供一种平面变压器的原理示意图。如图1所示,用户通过将多层初级线圈与次级线圈交替排列而构成平面变压器。

[0003] 发明人在实现本发明的过程中,发现传统技术至少存在以下问题:由于初/次级线圈的层数多,邻近效应比较大,并且还加大平面变压器的寄生电容,从而导致平面变压器的功率密度小,效率低下。

实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例一个目的旨在提供一种平面变压器及电子设备,其功率密度比较大并且效率高。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型实施例提供以下技术方案:

[0006] 在第一方面,本实用新型实施例提供一种平面变压器,包括第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯,所述第一磁芯、所述至少一个PCB绕组中各个PCB绕组、所述至少一个扁平线圈中各个扁平线圈及所述第二磁芯同轴心装配成所述平面变压器。

[0007] 可选地,所述至少一个PCB绕组中每个PCB绕组与所述至少一个扁平线圈中每个扁平线圈交替装配。

[0008] 可选地,串联/并联所述至少一个PCB绕组中全部PCB绕组。

[0009] 可选地,串联/并联所述至少一个扁平线圈中全部扁平线圈。

[0010] 可选地,所述扁平线圈包括阿尔法扁平线圈。

[0011] 可选地,所述PCB绕组为初级绕组,所述扁平线圈为次级绕组;或者,所述PCB绕组为次级绕组,所述扁平线圈为初级绕组。

[0012] 可选地,PCB绕组包括M层PCB线圈,所述M层PCB线圈的每层PCB线圈可作为初级线圈或次级线圈,且在所述PCB绕组内,初级线圈与次级线圈交替装配,M为正整数,且 $M \geq 1$ 。

[0013] 可选地,所述第一磁芯或所述第二磁芯包括底座、第一侧壁、第二侧壁以及磁芯柱,第一侧壁设置于底座一侧,第二侧壁设置于底座另一侧,第一侧壁与第二侧壁相对,磁芯柱设置于底座的中部。

[0014] 可选地,所述第一侧壁朝向所述磁芯柱的一侧设置有第一凹槽,所述第二侧壁朝向所述磁芯柱的一侧设置有第二凹槽;

[0015] 所述PCB绕组包括第一凸起与第二凸起,所述第一凸起卡合在所述第一凹槽内,所述第二凸起卡合在所述第二凹槽内。

[0016] 在第二方面,本实用新型实施例提供一种电子设备,包括任一项所述的平面变压器。

[0017] 在本实用新型各个实施例中,平面变压器包括第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯,第一磁芯、至少一个PCB绕组中各个PCB绕组、至少一个扁平线圈中各个扁平线圈及第二磁芯同轴心装配成平面变压器。一方面,由于采用PCB绕组与扁平线圈作为初级/次级线圈,相对传统绕线线圈,其具备更强的过电流能力。另一方面,当需要设计匝数较多的初级/次级线圈时,由于本发明的扁平线圈可以横向地增加/减少匝数,因此,其可以相对地避免需要装配多层初/次级线圈,进而降低邻近效应与寄生电容,以及提高功率密度与降低温升。

附图说明

[0018] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明,这些示例性说明并不构成对实施例的限定,附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件,除非有特别申明,附图中的图不构成比例限制。

[0019] 图1是传统技术提供一种变压器的原理示意图;

[0020] 图2是本实用新型实施例提供一种平面变压器的分解示意图;

[0021] 图3是图2中第一磁芯的结构示意图;

[0022] 图4是图2中PCB绕组的结构示意图;

[0023] 图5是图2中扁平线圈的结构示意图;

[0024] 图6是本实用新型实施例提供一种平面变压器的结构原理示意图;

[0025] 图7是本实用新型另一实施例提供一种平面变压器的结构原理示意图;

[0026] 图8是本实用新型实施例提供一种平面变压器制作方法的流程示意图;

[0027] 图9是图8中步骤83的流程示意图;

[0028] 图10是图8中步骤81的流程示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0030] 阐述本实用新型实施例之前,本文先对集肤效应与邻近效应作出简短介绍。集肤效应是指当导体中有交流电或者交变电磁场时,电流集中在导体外表薄层的现象。邻近效应是指当高频电流在两导体中彼此反向流动或在一个往复导体中流动时,电流会集中于导体邻近侧流动的一种特殊的物理现象。集肤效应与邻近效应皆降低高频变压器的性能。在高频变压器中,相对而言,在采用扁平结构线圈的平面变压器中,多层邻近效应比集肤效应更严重。集肤效应只是将导电面积限制在表面的一部分而增加了铜损,它没有改变电流幅值,只是改变了绕线表面的电流密度。而邻近效应中由相邻线圈层电流产生的可变磁场引起的涡流,其大小随线圈层数的增加按指数规律增加。

[0031] 因此,如前阐述传统技术,其邻近效应对变压器工作性能影响是极大的。并且,传统技术提供的变压器还会导致交/直流阻抗比($F_R = R_{AC}/R_{DC}$)明显加大。

[0032] 基于此,本实用新型实施例提供一种平面变压器。其中,该平面变压器可以应用于各类电子设备,例如,该电子设备为电源设备或电机驱动设备等等。

[0033] 请参阅图2,平面变压器200包括第一磁芯21、PCB绕组22、扁平线圈23及第二磁芯24。在一些实施例中,PCB绕组22的数量可以为一个,亦可以为两个以上。扁平线圈23的数量可以为一个,亦可以为两个以上。如图2所示,平面变压器200包括3个PCB绕组22以及3个扁平线圈23,用户可以根据产品需求自行选择对应数量的PCB绕组与扁平线圈。

[0034] 第一磁芯21或第二磁芯24可以由氧化铁混合物组成的磁性金属氧化物。例如,上述磁芯可以采用锰-锌铁氧体和镍-锌铁氧体材料制作而成。上述磁芯可以为任意合适的形状,例如,“E”型磁芯等等。

[0035] PCB绕组22可以采用以下方法制作而成:提供预制图形的金属模板与非金属绝缘介质,将金属模板放置于专用模具内,并将非金属绝缘介质分别敷设于金属模板的上下两面,熔融非金属绝缘介质,以使非金属绝缘介质包覆金属模板并形成产品基板。根据产品需求,层叠对应数目的产品基板,裁剪层叠后对应数目的产品基板,以形成PCB绕组。各个产品基板之间的层叠方式包括:在层叠后的产品基板对应位置加工固定孔并使固定孔金属化,以形成金属化孔,金属化孔的孔径、形状及数量依电路板的工作电流确定。将相关产品基板通过工艺定位孔进行叠层,进一步的加工,用户可以根据设计需要以形成最终PCB绕组。

[0036] 其中,具有预制图形的金属模板包括若干铜箔区域,由于铜箔区域所连接的分立元件不同,位于铜箔区域的铜箔线路宽度会有所不同。该金属模板包括铜箔模板、铝箔模板及其它材质模板等等,其中,该铜箔模板可以为紫铜模板。

[0037] 为了实现PCB绕组能够通过大电流,用户可以根据产品需求,选择对应厚度的金属模板以制作电路板。举例而言:以金属模板为铜箔模板为例子,用户可以选择厚度可以为30oz至200oz或者大于200oz的铜箔模板,此厚度范围的铜箔模板能够实现大电流地通过。

[0038] 在本实施例中,用户可以根据产品需求选择N层金属模板与N+1的非金属绝缘介质进行敷设与熔融,例如:用户需要3层金属模板时,其可以选择4层非金属绝缘介质分别敷设这3层金属模板中任一金属模板,其中,相邻金属模板的相邻面共用同一非金属绝缘介质。

[0039] 各个PCB绕组之间采用金属化锡焊孔通过金属导体相连,组成变压器初级或者次级。

[0040] 在本实施例中,PCB绕组具备安规特定耐压等级和匝间耐压等级。同时,PCB绕组有效的克服了集肤效应和临边效应带来的热效应,通过优化铜层厚度和层间间隙大小,该线圈具备最优的交流直流阻抗比,从而大大提高了窗口利用率。

[0041] 扁平线圈23采用某特定耐压等级的扁平膜包线,通过窄边径向以及宽边轴向绕制工艺绕制而成的。由于扁平线圈23的横截面为长方形(正方形)的铜线,区别于横截面为圆形的传统线圈绕组,由于扁平线圈23的铜线扁平化,在平面变压器的同等窗口面积下,通过横向和纵向两个绕向的绕法,扁平线圈23能够提供足够大的窗口填充系数,因此,本实施例提供的平面变压器的窗口填充系数比较大,窗口利用率大。由于窗口填充系数比较大,相对地,扁平线圈23的电流密度比较大,因此该平面变压器能够通过大电流,功率体积比高,并且,该平面变压器的温升比较低。

[0042] 在本实施例中,第一磁芯21、PCB绕组22、扁平线圈23及第二磁芯24同轴心装配成平面变压器200。

[0043] 当PCB绕组22的数量为1个,扁平线圈23的数量为1个时,第一磁芯21、PCB绕组22、扁平线圈23及第二磁芯24依序同轴心装配成平面变压器200。

[0044] 当PCB绕组22的数量为2个以上,扁平线圈23的数量为2个以上时,第一磁芯21、两个以上PCB绕组中各个PCB绕组22、两个以上扁平线圈中各个扁平线圈23及第二磁芯24同轴心装配成平面变压器200。其中,用户可以根据产品需求,选择两个以上PCB绕组中各个PCB绕组22与两个以上扁平线圈中各个扁平线圈23之间的装配位置关系,例如,其可以为以下装配位置关系:

[0045] 1、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0046] 2、第一磁芯-PCB绕组-PCB绕组-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0047] 3、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-PCB绕组-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0048] 4、第一磁芯-扁平线圈-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0049] 5、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-扁平线圈-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0050]

[0051] 如前所述的装配位置关系,在第1种,每个PCB绕组22与每个扁平线圈23交替装配。由于PCB绕组的表面绝缘性比较好,并且PCB绕组22与扁平线圈23是交替装配的,由此装配位置关系构成的平面变压器的邻近效应最小,性能比较好。

[0052] 因此,由于本实施例采纳的扁平线圈可以不过多的增加扁平线圈的层数,而是增加每一扁平线圈单层的匝数,再采用初次级线圈分层交替排列的形式,因此,在平面变压器窗口面积极大的利用率的同时,克服集肤效应和邻近效应的负面影响,降低寄生电容以及减小漏感,最终提升平面变压器整体功率密度和效率。

[0053] 在本实施例中,用户可以根据产品需求,自行确定PCB绕组22与扁平线圈23作为初级绕组或次级绕组,例如:全部PCB绕组22为初级绕组,全部扁平线圈23为次级绕组;全部PCB绕组22为次级绕组,全部扁平线圈23为初级绕组;一部分PCB绕组22为初级/次级绕组,另一部分PCB绕组22为次级/初级绕组,同理,一部分扁平线圈23为初级/次级绕组,另一部分扁平线圈23为次级/初级绕组。

[0054] 在本实施例中,用户还可以根据产品需求,将部分/全部PCB绕组22以及部分/全部扁平线圈23进行串联/并联,例如:串联/并联至少一个PCB绕组中全部PCB绕组22,串联/并联至少一个扁平线圈中全部扁平线圈22;或者,将至少一个PCB绕组中部分PCB绕组22串联/并联,另一部分PCB绕组22并联/串联,至少一个扁平线圈中部分扁平线圈23串联/并联,另一部分扁平线圈23并联/串联;或者,将至少一个PCB绕组中部分PCB绕组22与至少一个扁平线圈中部分扁平线圈23一起串联/并联,另一部分PCB绕组22与另一部分扁平线圈23并联/串联。

[0055] 综上,由于采用PCB绕组22与扁平线圈23作为初级/次级线圈,两者体积小,因此,其能够从整体上缩小平面变压器的体积。另一方面,当需要设计大匝数的初级/次级线圈

时,由于扁平线圈23在相对地小体积下,可以横向地增加/减少匝数,因此,其可以相对地避免需要装配多层初/次级线圈,进而降低邻近效应与寄生电容,以及提高功率密度与降低温升。

[0056] 请参阅图3,第一磁芯21与第二磁芯24的形状相同。以第一磁芯21为例子,第一磁芯21包括底座210、第一侧壁211、第二侧壁212以及磁芯柱213,第一侧壁211设置于底座210一侧,第二侧壁212设置于底座210另一侧,第一侧壁211与第二侧壁212相对。磁芯柱213设置于底座210的中部,磁芯柱213呈圆柱体。

[0057] 该平面变压器200的每个PCB绕组22与扁平线圈23交替装配。

[0058] 请参阅图4,PCB绕组22设置有轴心孔221、若干插接孔222以及若干金属孔223。磁芯柱213可贯穿轴心孔221,轴心孔221的直径与磁芯柱213的直径相适配。插接孔222用于与扁平线圈23连接,金属孔223用于与外部电路或设备连接。

[0059] 如前所述的扁平线圈23可以为单层扁平线圈,亦可以为两层以上扁平线圈。

[0060] 请参阅图5,扁平线圈23为阿尔法扁平线圈,该阿尔法扁平线圈的层数为2层,每层阿尔法扁平线圈的匝数大于或等于2匝,例如,每层阿尔法扁平线圈的匝数为3匝。扁平线圈23包括线圈输入端231与线圈输出端232,线圈输入端231与线圈输出端232皆插接在对应的插接孔222内。因此,装配PCB绕组22与扁平线圈23时,用户只需要将扁平线圈23的线圈输入端231与线圈输出端232插接在PCB绕组22的对应插接孔222内,便可以快速地完成装配。

[0061] 请一并参阅图3至图5,第一侧壁211朝向磁芯柱213的一侧设置有第一凹槽2111,第二侧壁212朝向磁芯柱213的一侧设置有第二凹槽2122。

[0062] PCB绕组22包括第一凸起224与第二凸起225,第一凸起224卡合在第一凹槽2111内,第二凸起225卡合在第二凹槽2122内。

[0063] 因此,通过卡合结构,PCB绕组22与第一磁芯21或第二磁芯24能够快速定位以及更加稳固地一起装配。

[0064] 如背景技术部分所阐述的传统技术,尤其是初级/次级线圈的层数增加非常多时,例如,增加达到18层。显然,其除了出现如背景技术部分所阐述的缺陷之外,而且在实际加工过程中,其对制造工艺提出更高的要求,造成生产效率低下。

[0065] 然而,当初级/次级线圈采用扁平线圈,例如采用阿尔法线圈,其能够极大降低邻近效应,提供功率密度。请参阅图6,平面变压器200包括3个PCB绕组22与3个扁平线圈23,PCB绕组22作为次级线圈,扁平线圈23作为初级线圈。每个扁平线圈23一共有两层,共有6匝,其中,每层有3匝。因此,通过选择扁平线圈,相对于传统技术18层绕组而产生极大的邻近效应,显然,本实施例提供的平面变压器能够极大降低邻近效应。

[0066] 在本实施例中,为了提供扁平线圈的电流密度,进一步改善集肤效应与邻近效应,用户可以选择最优厚度的扁平线圈绕制。例如,首先,根据温升要求和电流密度确定交/直流阻抗比 F_R ,例如,根据变压器要求允许的温升以及每一个变压器的结构以及散热环境来选取的确定交/直流阻抗比 F_R ,例如 $F_R=1.5$ 或者其它值。其次,根据Dowell曲线,查表得到Q

值;再次,根据公式: $Q = \frac{h\sqrt{F_1}}{\Delta}$, $F_1 = N_1 h / (h+s)$,计算出扁平线圈的最优厚度;再次,选择最优

厚度的扁平线圈作为装配时的扁平线圈,其中, N_1 为每层匝数, s 为导体层间间隔距离, F_1 为铜层系数, h 为扁平线圈的厚度, Δ 为穿透深度。

[0067] 对于变压器交流电路分量,通常情况下选择 $F_R=1.5$ 最佳,当然局限于制造工艺的难度和窗口填充系数, F_R 值也可以加大,可选取的最大的 F_R 值可根据该线圈可承受的温升范围而定。 F_R 加大,损耗变大,要是低于1.5,超过最小折返点,需要用更细更薄的导线,窗口填充系数减少。由Dowell曲线查表可知,例如:当 $F_R=1.5$,层数为1时, Q 大约为1.6;层数为2时, Q 大约为1.1;层数为3时, Q 值约为0.8;层数为10时, Q 大约为0.4。

[0068] 因此,本实用新型实施例克服了集肤效应和邻近效应带来的热效应,通过优化扁平线圈的厚度和层间间隙大小,该扁平线圈具备最优的交流直流阻抗比,从而大大提高了窗口利用率。

[0069] 进一步的,通过计算出最优扁平线圈的厚度,其能够改善集肤效应和临边效应带来的电流截面积的损失,从而使线圈拥有最大的电流密度,大大增加了平面变压器的功率体积比。

[0070] 在一些实施例中,PCB绕组22包括M层PCB线圈,M层PCB线圈的每层PCB线圈可作为初级线圈或次级线圈,且在PCB绕组内,初级线圈与次级线圈交替装配,M为正整数,且 $M \geq 1$ 。

[0071] 请参阅图7,PCB绕组22包括9层PCB线圈,其中,前面3层PCB线圈用作次级PCB线圈22a,中间3层PCB线圈用作初级PCB线圈22b,后面3层PCB线圈用作次级PCB线圈22c。

[0072] 因此,用户可以根据产品需求,自行制作PCB绕组,并定义每个PCB绕组内的初级线圈或次级线圈的数量。

[0073] 作为本实用新型实施例的另一方面,本实用新型实施例提供一种平面变压器制作方法。请参阅图8,平面变压器制作方法800包括:

[0074] 步骤81、提供第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯;

[0075] 步骤82、根据平面变压器的初级线圈与次级线圈之间的匝数,确定至少一个PCB绕组中每个PCB绕组和/或至少一个扁平线圈中每个扁平线圈的串并联关系与装配位置关系;

[0076] 步骤83、根据串并联关系与装配位置关系,将第一磁芯、至少一个PCB绕组中各个PCB绕组、至少一个扁平线圈中各个扁平线圈及第二磁芯同轴心装配成平面变压器。

[0077] 在本实施例中,用户可以根据产品需求,选择两个以上PCB绕组中各个PCB绕组与两个以上扁平线圈中各个扁平线圈之间的装配位置关系,例如,其可以为以下装配位置关系:

[0078] 1、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0079] 2、第一磁芯-PCB绕组-PCB绕组-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0080] 3、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-PCB绕组-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0081] 4、第一磁芯-扁平线圈-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0082] 5、第一磁芯-PCB绕组-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-扁平线圈-扁平线圈-PCB绕组-扁平线圈-----第二磁芯;

[0083]

[0084] 在本实施例中,用户可以根据产品需求,自行确定PCB绕组与扁平线圈作为初级绕

组或次级绕组,例如:全部PCB绕组为初级绕组,全部扁平线圈为次级绕组;全部PCB绕组为次级绕组,全部扁平线圈为初级绕组;一部分PCB绕组为初级/次级绕组,另一部分PCB绕组为次级/初级绕组,同理,一部分扁平线圈为初级/次级绕组,另一部分扁平线圈为次级/初级绕组。

[0085] 在本实施例中,用户还可以根据产品需求,将部分/全部PCB绕组以及部分/全部扁平线圈进行串联/并联,例如:串联/并联至少一个PCB绕组中全部PCB绕组,串联/并联至少一个扁平线圈中全部扁平线圈;或者,将至少一个PCB绕组中部分PCB绕组串联/并联,另一部分PCB绕组并联/串联,至少一个扁平线圈中部分扁平线圈串联/并联,另一部分扁平线圈并联/串联;或者,将至少一个PCB绕组中部分PCB绕组与至少一个扁平线圈中部分扁平线圈一起串联/并联,另一部分PCB绕组与另一部分扁平线圈并联/串联。

[0086] 综上,一方面,由于采用PCB绕组与扁平线圈作为初级/次级线圈,两者体积小,因此,其能够从整体上缩小平面变压器的体积。另一方面,当需要设计大匝数的初级/次级线圈时,由于扁平线圈23在相对地小体积下,可以横向地增加/减少匝数,因此,其可以相对地避免需要装配多层初/次级线圈,进而降低邻近效应与寄生电容,以及提高功率密度与降低温升。再另一方面,用户根据串并联关系与装配位置关系,能够灵活地装配PCB绕组和扁平线圈,从而能够提供体积小并灵活迅速装配后的平面变压器。

[0087] 在一些实施例中,串并联关系包括至少一个PCB绕组中每个PCB绕组互相之间皆串联/并联,以及,至少一个扁平线圈中每个扁平线圈互相之间皆串联/并联;装配位置关系包括至少一个PCB绕组中每个PCB绕组与至少一个扁平线圈中每个扁平线圈交替装配。

[0088] 请参阅图9,步骤83包括:

[0089] 步骤831、将至少一个PCB绕组中每个PCB绕组与至少一个扁平线圈中每个扁平线圈交替装配;

[0090] 步骤832、串联/并联至少一个PCB绕组中全部PCB绕组,以及,串联/并联至少一个扁平线圈中全部扁平线圈;

[0091] 步骤833、将第一磁芯、至少一个PCB绕组、至少一个扁平线圈及第二磁芯同轴心装配成所述平面变压器。

[0092] 由于PCB绕组的表面绝缘性比较好,并且PCB绕组22与扁平线圈23是交替装配的,由此装配位置关系构成的平面变压器的邻近效应最小,性能比较好。

[0093] 在一些实施例中,请参阅图10,步骤81包括:

[0094] 步骤811、根据温升要求和电流密度确定交/直流阻抗比;

[0095] 步骤812、根据Dowell曲线,查表得到Q值;

[0096] 步骤813、根据公式: $Q = \frac{h\sqrt{F_1}}{\Delta}$, $F_1 = N_1 h / (h+s)$, 计算出扁平线圈的最优厚度;

[0097] 步骤814、选择最优厚度的扁平线圈作为装配时的扁平线圈。

[0098] 在本实施例中, N_1 为每层匝数, s 为导体层间间隔距离, F_1 为铜层系数, h 为扁平线圈的厚度, Δ 为穿透深度。

[0099] 对于变压器交流电路分量,通常情况下选择 $F_R = 1.5$ 最佳,当然局限于制造工艺的难度和窗口填充系数, F_R 值也可以加大,可选取的最大的 F_R 值可根据该线圈可承受的温升范围而定。 F_R 加大,损耗变大,要是低于1.5,超过最小折返点,需要用更细更薄的导线,窗口

填充系数减少。由Dowell曲线查表可知,例如:当 $F_R=1.5$,层数为1时,Q大约为1.6;层数为2时,Q大约为1.1;层数为3时,Q值约为0.8;层数为10时,Q大约为0.4。

[0100] 因此,本实用新型实施例克服了集肤效应和邻近效应带来的热效应,通过优化扁平线圈的厚度和层间间隙大小,该扁平线圈具备最优的交流直流阻抗比,从而大大提高了窗口利用率。

[0101] 进一步的,通过计算出最优扁平线圈的厚度,其能够改善集肤效应和临边效应带来的电流截面积的损失,从而使线圈拥有最大的电流密度,大大增加了平面变压器的功率体积比。

[0102] 在一些实施例中,阿尔法扁平线圈的层数为2层,每层阿尔法扁平线圈的匝数大于或等于2匝,例如,每层阿尔法扁平线圈的匝数为3匝。

[0103] 在一些实施例中,PCB绕组包括M层PCB线圈,M层PCB线圈的每层PCB线圈可作为初级线圈或次级线圈,且在PCB绕组内,初级线圈与次级线圈交替装配,M为正整数,且 $M \geq 1$ 。

[0104] 需要说明的是,在上述各个实施例中,上述各步骤之间并不必然存在一定的先后顺序,本领域普通技术人员,根据本实用新型实施例的描述可以理解,不同实施例中,上述各步骤可以有不同的执行顺序,亦即,可以并行执行,亦可以交换执行等等。

[0105] 需要说明的是,未在平面变压器制作方法实施例中详尽描述的技术细节,可参见本实用新型实施例所提供的平面变压器有关阐述。

[0106] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案,而非对其限制;在本实用新型的思路下,以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合,步骤可以以任意顺序实现,并存在如上所述的本实用新型的不同方面的许多其它变化,为了简明,它们没有在细节中提供;尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

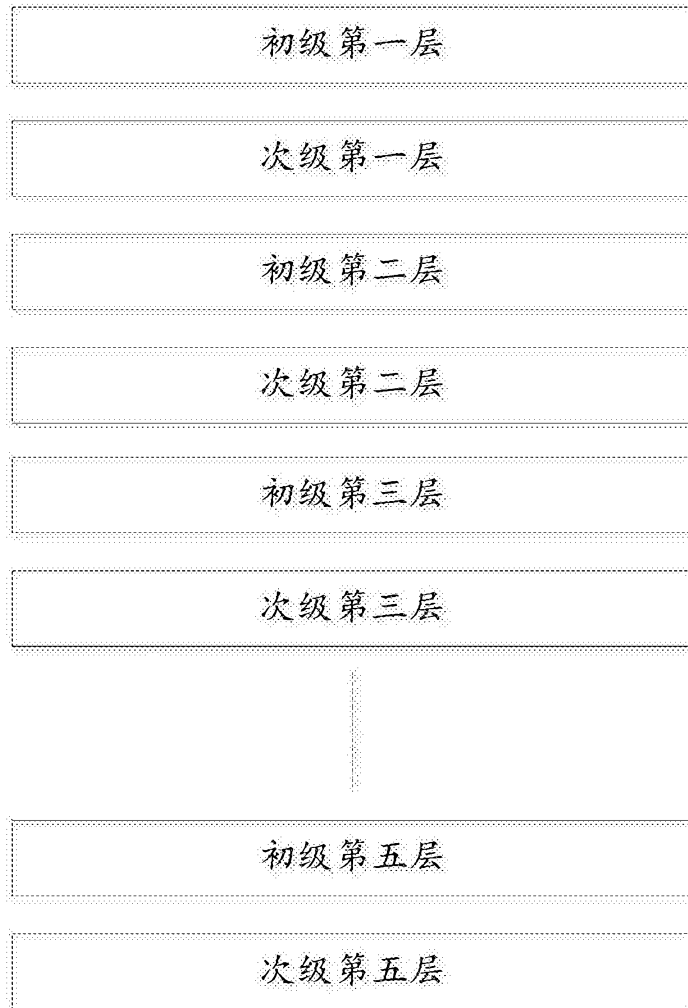


图1

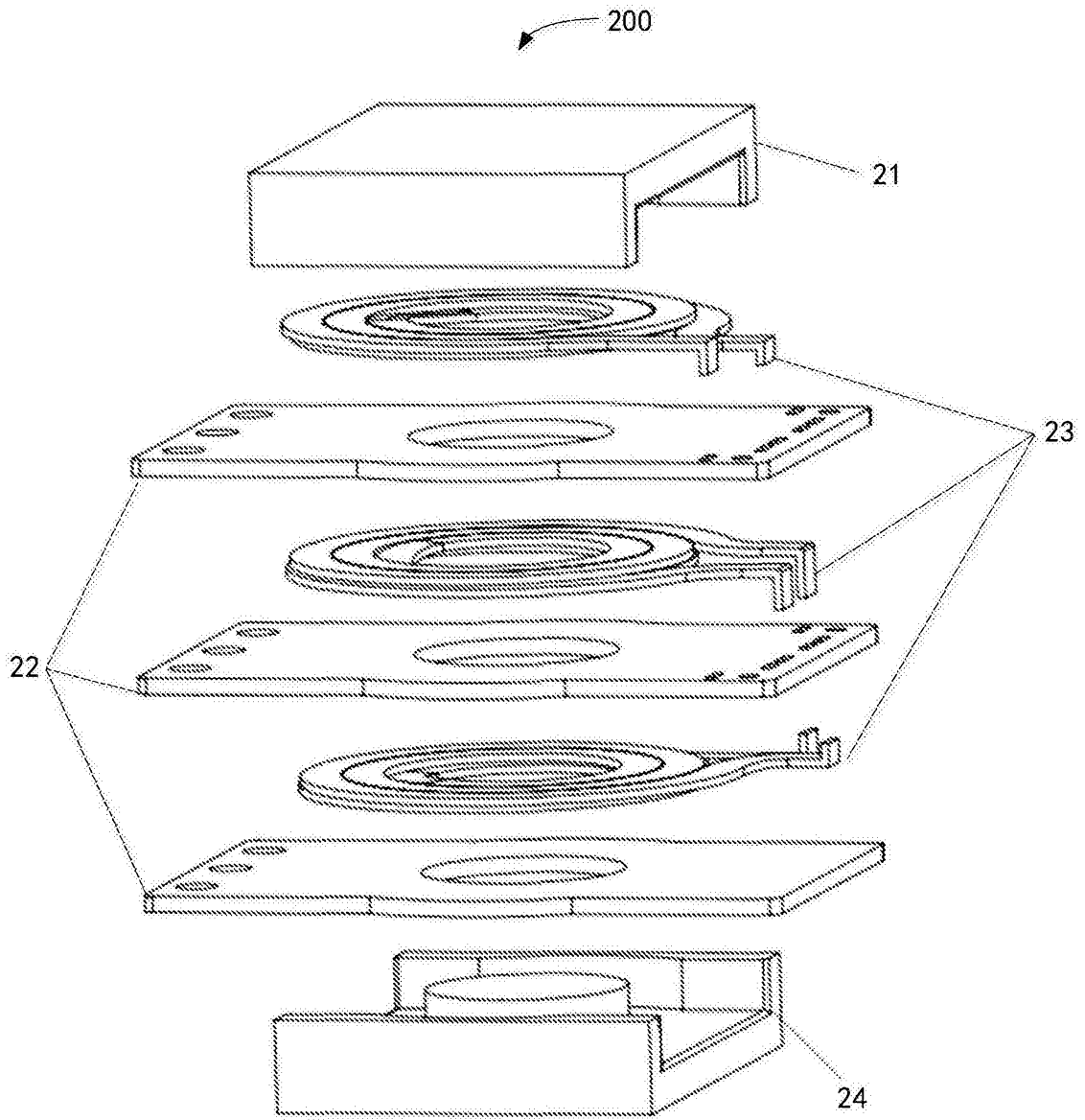


图2

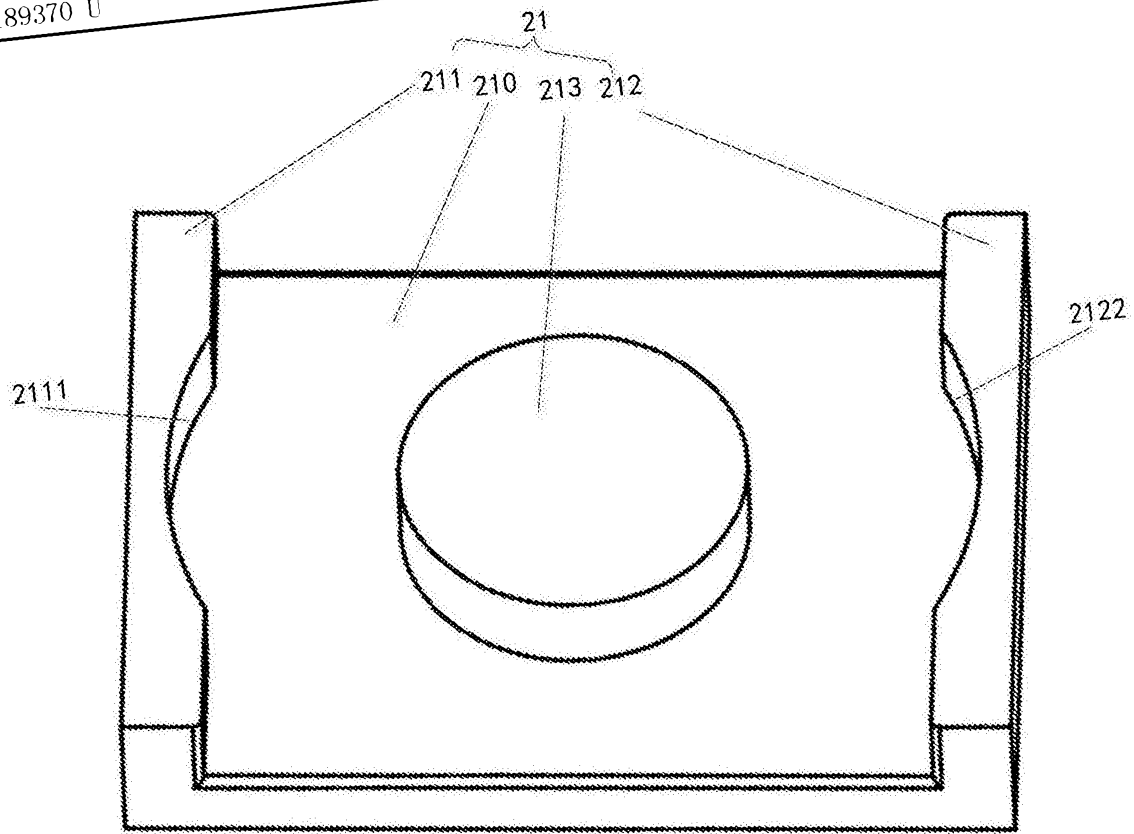


图3

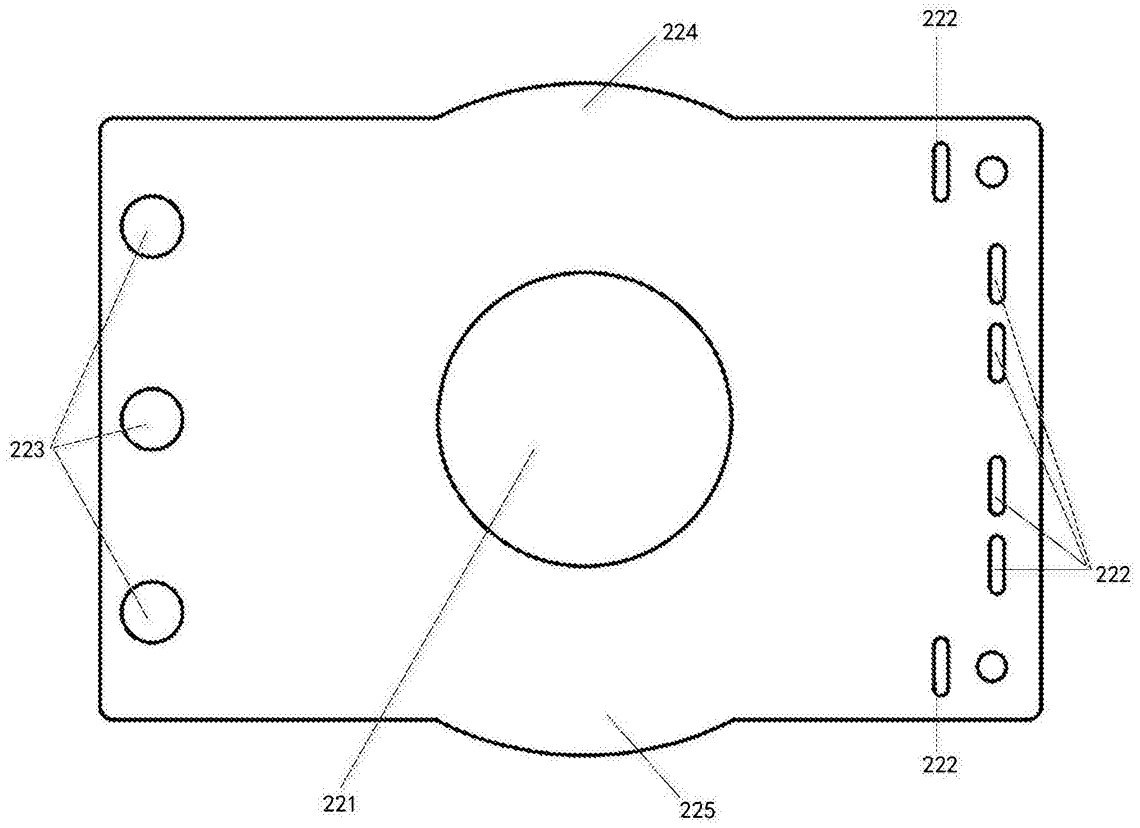


图4

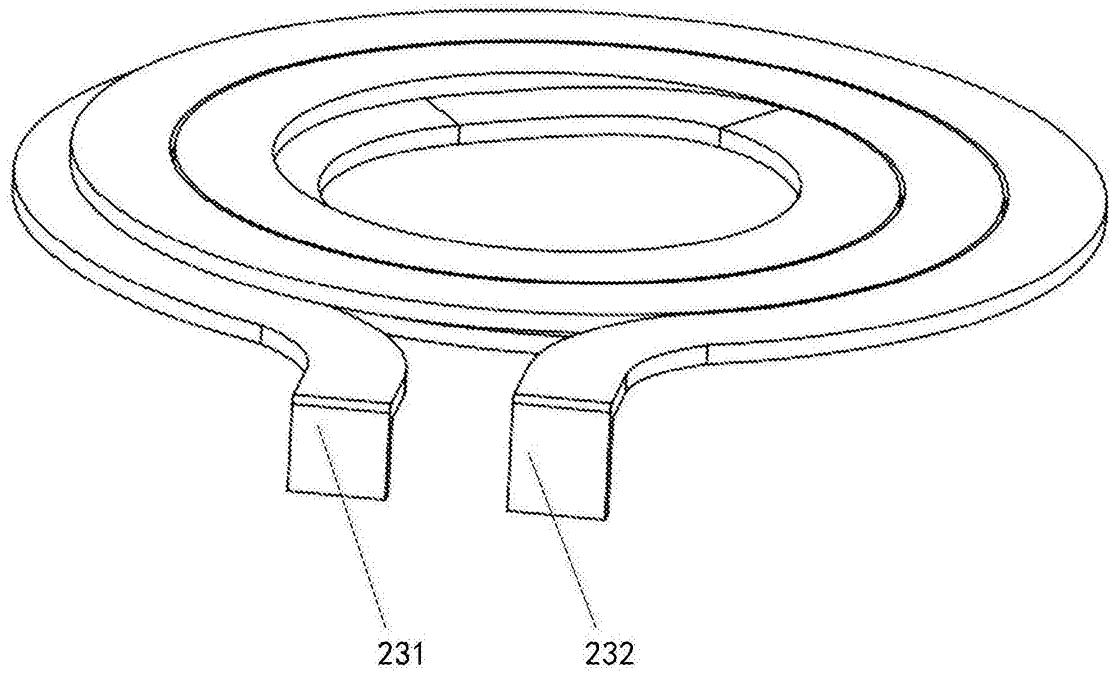


图5



图6

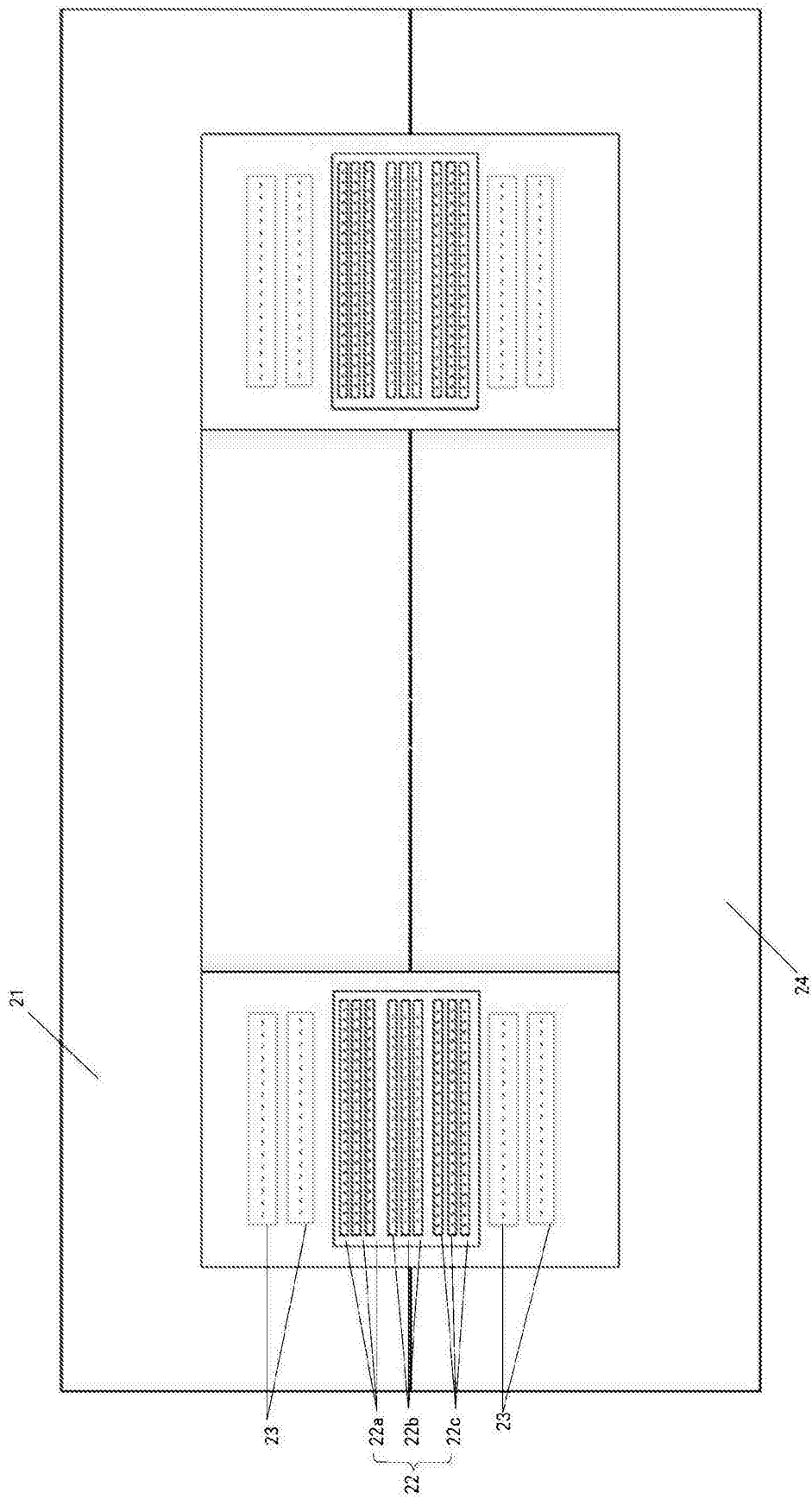


图7

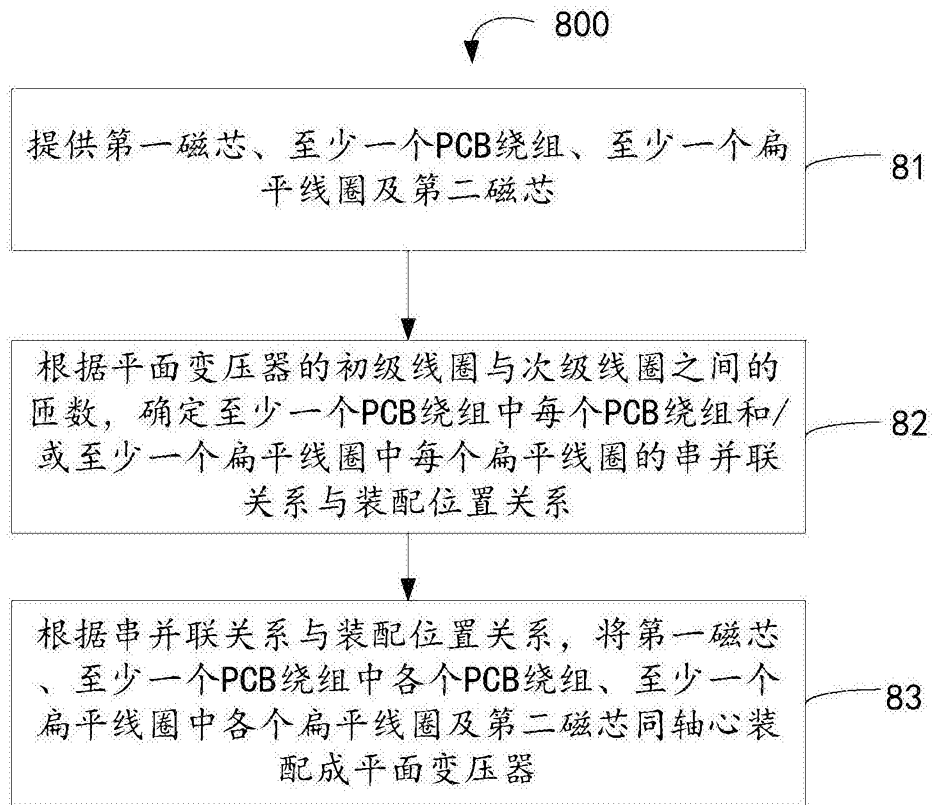


图8

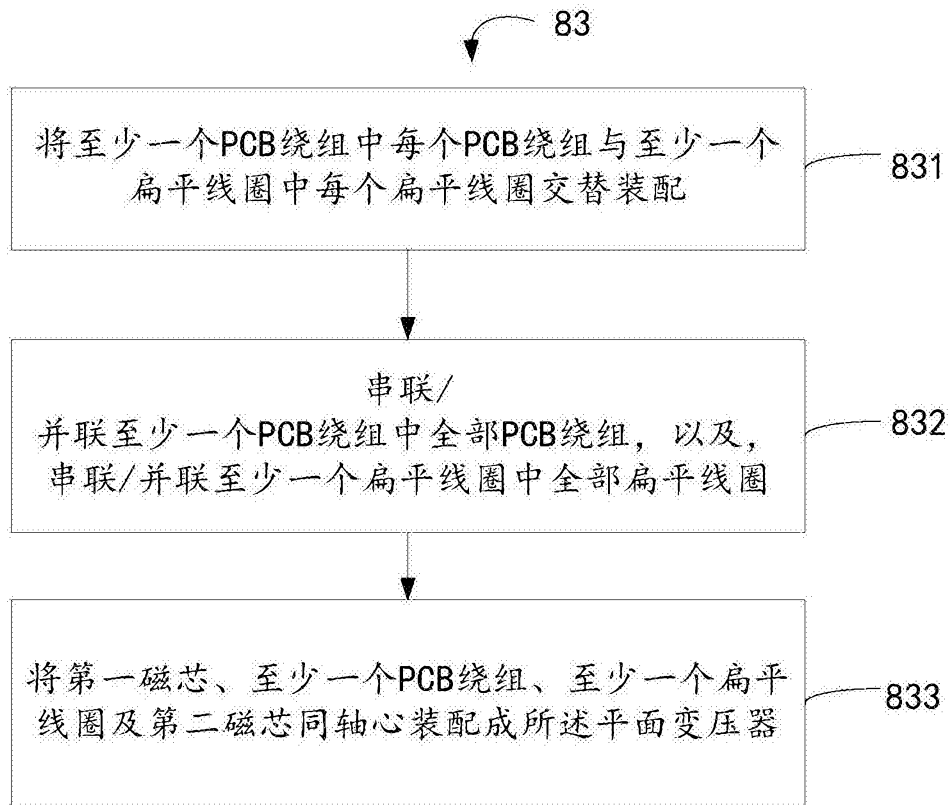


图9

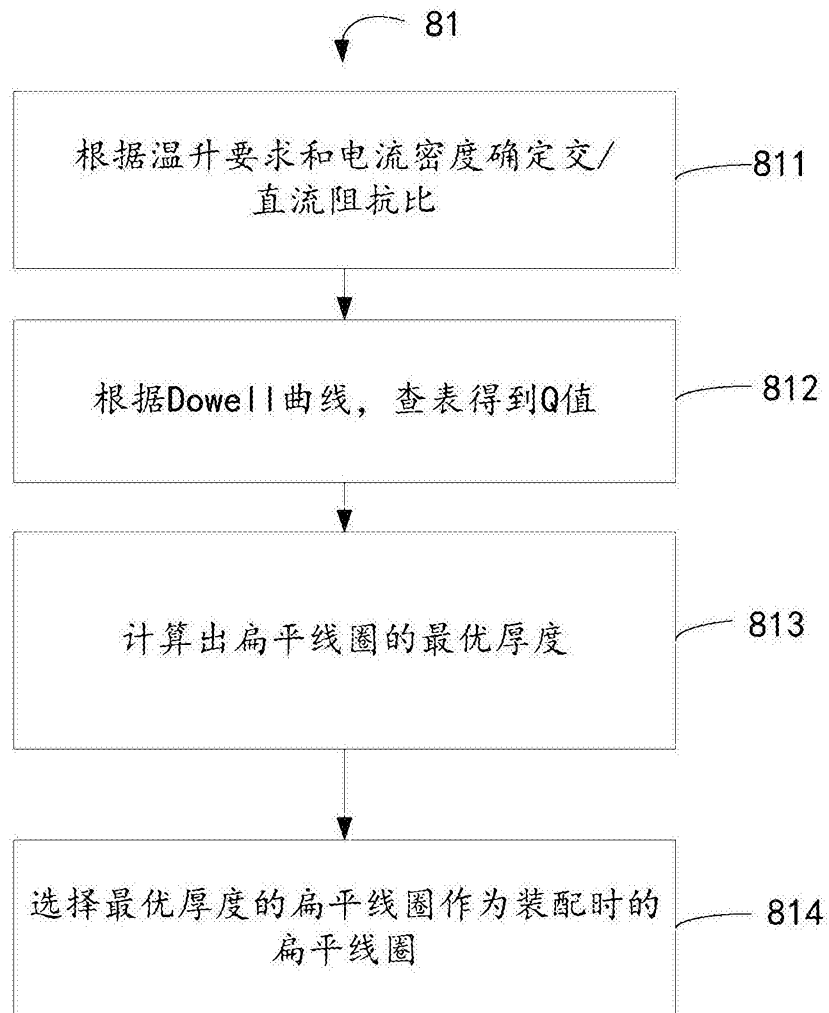


图10