(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118280701 A
(43)申请公布日 2024.07.02

(21)申请号 202410263644.3

(22)申请日 2024.03.07

(71)申请人 华为数字能源技术有限公司
地址 518043 广东省深圳市福田区香蜜湖街道香安社区安托山六路33号安托山总部大厦A座研发39层01号

(72)发明人 陈跃 马征 张江腾 秦振东

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限责任公司 11138
专利代理师 郑晓玉

(51)Int.Cl.
H01F 27/30(2006.01)
H01F 27/24(2006.01)
H01F 17/04(2006.01)

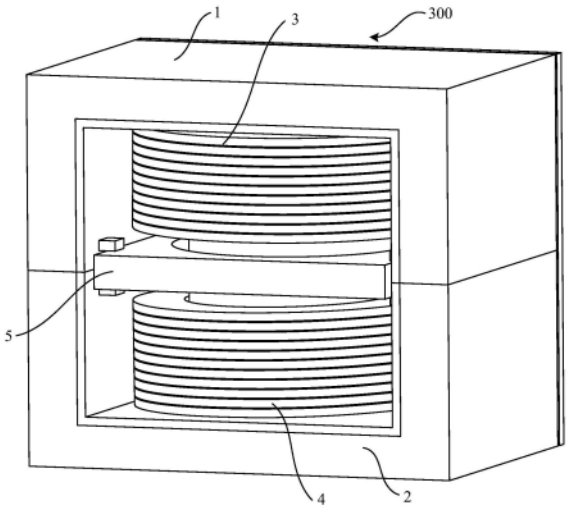
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

电感器和单相功率变换器

(57)摘要

本公开提供了一种电感器和单相功率变换器，属于电感技术领域。电感器包括第一磁芯、第二磁芯、第一绕组、第二绕组和第三磁芯。第一绕组缠绕在第一磁芯的第一中柱上，第二绕组缠绕在第二磁芯的第二中柱上。第三磁芯位于第一绕组和第二绕组之间，第三磁芯具有通孔，第一中柱和第二中柱均伸入至通孔中。第一绕组和第二绕组的产生的磁场方向相同时，第一磁芯和第二磁芯产生共模电感。第三绕组和第四绕组的产生的磁场方向相反时，第三磁芯产生差模电感。另外，由于第三磁芯具有通孔，所以第三磁芯并未将第一中柱和第二中柱隔开，使得第一中柱和第二中柱之间的磁阻较小，有利于第一磁芯和第二磁芯产生较大的共模电感。



CN 118280701 A

1.一种电感器,其特征在于,所述电感器包括第一磁芯(1)、第二磁芯(2)、第一绕组(3)、第二绕组(4)和第三磁芯(5);

所述第一磁芯(1)包括第一底部(11)、第一中柱(12)和两个第一边柱(13),所述两个第一边柱(13)和所述第一中柱(12)固定于所述第一底部(11),所述第一中柱(12)位于所述两个第一边柱(13)之间;

所述第二磁芯(2)包括第二底部(21)、第二中柱(22)和两个第二边柱(23),所述两个第二边柱(23)和所述第二中柱(22)固定于所述第二底部(21),所述第二中柱(22)位于所述两个第二边柱(23)之间;

所述第一中柱(12)与所述第二中柱(22)相对,所述两个第一边柱(13)分别与所述两个第二边柱(23)相对;

所述第一绕组(3)缠绕于所述第一中柱(12),所述第二绕组(4)缠绕于所述第二中柱(22);

所述第三磁芯(5)位于所述第一绕组(3)和所述第二绕组(4)之间,所述第三磁芯(5)具有通孔(50),所述第一中柱(12)和所述第二中柱(22)均伸入至所述通孔(50)中。

2.根据权利要求1所述的电感器,其特征在于,所述第三磁芯(5)位于所述两个第一边柱(13)的之间,且位于所述两个第二边柱(23)之间。

3.根据权利要求1或2所述的电感器,其特征在于,当所述第一绕组(3)和所述第二绕组(4)通入差模电流时,所述第一绕组(3)和所述第二绕组(4)产生的磁场的方向相反;

当所述第一绕组(3)和所述第二绕组(4)通入共模电流时,所述第一绕组(3)和所述第二绕组(4)产生的磁场的方向相同。

4.根据权利要求1-3任一项所述的电感器,其特征在于,所述第一磁芯(1)和所述第二磁芯(2)用于产生共模电感,所述第三磁芯(5)用于产生差模电感。

5.根据权利要求1-4任一项所述的电感器,其特征在于,所述第一磁芯(1)和所述第二磁芯(2)的磁导率,大于所述第三磁芯(5)的磁导率;

所述第三磁芯(5)的抗磁饱和能力,大于所述第一磁芯(1)和所述第二磁芯(2)的抗磁饱和能力。

6.根据权利要求1-5任一项所述的电感器,其特征在于,所述第一磁芯(1)和第二磁芯(2)的材质为铁氧体,所述第三磁芯(5)的材质为金属磁粉芯。

7.根据权利要求1-6任一项所述的电感器,其特征在于,所述电感器还包括底板(6)和支架组件(7);

所述第一磁芯(1)和所述第二磁芯(2)固定于所述底板(6);

所述支架组件(7)与所述第一磁芯(1)和所述第二磁芯(2)中的至少一个固定连接,且所述支架组件(7)将所述第三磁芯(5)固定。

8.根据权利要求7所述的电感器,其特征在于,所述支架组件(7)包括第一支架(71)和第二支架(72);

所述第一支架(71)固定于所述第一磁芯(1),且所述第一支架(71)具有第一夹持部(7121);

所述第二支架(72)固定于所述第二磁芯(2),且所述第二支架(72)具有第二夹持部(7221);

所述第三磁芯(5)夹持在所述第一夹持部(7121)和所述第二夹持部(7221)之间。

9.根据权利要求8所述的电感器,其特征在于,所述第一支架(71)包括第一底板(711)和两个第一侧板(712),所述两个第一侧板(712)相对,且均固定于所述第一底板(711);

所述第一底板(711)具有第一开孔(710),所述第一开孔(710)环套所述第一中柱(12),所述两个第一侧板(712)分别与所述两个第一边柱(13)抵靠,且所述两个第一侧板(712)具有所述第一夹持部(7121);

所述第二支架(72)包括第二底板(721)和两个第二侧板(722),所述两个第二侧板(722)相对,且均固定于所述第二底板(721);

所述第二底板(721)具有第二开孔(720),所述第二开孔(720)环套所述第二中柱(22),所述两个第二侧板(722)分别与所述两个第二边柱(23)抵靠,且所述两个第二侧板(722)具有所述第二夹持部(7221)。

10.一种单相功率变换器,其特征在于,所述单相功率变换器包括直流转直流变换电路(100)、直流转交流变换电路(200)和如权利要求1-9任一项所述的电感器(400);

所述直流转交流变换电路(200)具有L极输出电路(201)和N极输出电路(202),所述电感器(300)的第一绕组(3)和第二绕组(4)中的一个连接在所述L极输出电路(201)中,另一个连接在所述N极输出电路(202)中。

电感器和单相功率变换器

技术领域

[0001] 本公开涉及电感技术领域,特别涉及一种电感器和单相功率变换器。

背景技术

[0002] 逆变器是将直流电转换为交流电的转换器。相关技术中,逆变器包括直流转直流变换电路、直流转交流变换电路、差模电感器和共模电感器。差模电感器用于提供差模电感,以降低电路中的纹波电流的幅值。共模电感器用于提供共模电感,以抑制电路中的共模干扰。

[0003] 相关技术中的差模电感器和共模电感器会占用较大的印刷电路板(printed circuit board,PCB)面积,使得逆变器存在体积大、重量重和成本高等缺点。

发明内容

[0004] 本公开提供了一种电感器和单相功率变换器。电感器既能够产生差模电感,也能够产生共模电感,实现了差模电感器和共模电感器的集成。所述电感器和所述单相功率变换器的技术方案如下所述。

[0005] 第一方面,本公开提供了一种电感器。电感器包括第一磁芯、第二磁芯、第一绕组、第二绕组和第三磁芯。第一磁芯包括第一底部、第一中柱和两个第一边柱,两个第一边柱和第一中柱固定于第一底部,第一中柱位于两个第一边柱之间。第二磁芯包括第二底部、第二中柱和两个第二边柱,两个第二边柱和第二中柱固定于第二底部,第二中柱位于两个第二边柱之间。第一中柱与第二中柱相对,两个第一边柱分别与两个第二边柱相对。第一绕组缠绕在第一中柱上,第二绕组缠绕在第二中柱上。第三磁芯位于第一绕组和第二绕组之间,第三磁芯具有通孔,第一中柱和第二中柱均伸入至通孔中。

[0006] 其中,第一磁芯和第二磁芯可以为E型磁芯、PQ型磁芯或EI型磁芯等。第三磁芯为I型磁芯。第三磁芯也可以称为差磁片(differential magnetic film)。第一磁芯和第二磁芯可以关于第三磁芯对称布置,第一磁芯和第二磁芯的材质可以相同。

[0007] 当电感器应用在单相功率变换器中时,第一绕组的两个接线端接入在直流转交流变换电路的N极输出电路中,第二绕组的两个接线端接入在直流转交流变换电路的L极输出电路中。或者,第一绕组的两个接线端接入在L极输出电路中,第二绕组的两个接线端接入在N极输出电路中。由于在同一时刻,N极输出电路和L极输出电路的工作电流的方向是相反的,所以工作电流为差模电流。另外,在某些情况下,N极输出电路和L极输出电路会产生共模电流,造成共模干扰或称为电磁干扰(electromagnetic Interference,EMI),因此,共模电流为干扰电流。

[0008] 本公开提供的技术方案,当第一绕组和第二绕组通入第一电流(第一电流为差模电流和共模电流中的一种)时,第一绕组和第二绕组产生的磁场方向相反,则第一绕组和第二绕组在第一中柱、第二中柱、第一边柱和第二边柱上的磁通相消,第一绕组和第二绕组在第三磁芯上产生的部分磁通叠加,使得第三磁芯能够产生电感。当第一绕组和第二绕组通

入第二电流(第二电流为差模电流和共模电流中的另一种)时,第一绕组和第二绕组产生的磁场方向相同,第一绕组和第二绕组在第三磁芯上产生的磁通相消,第一绕组和第二绕组在第一中柱、第二中柱、第一边柱和第二边柱上产生的磁通叠加,使得第一磁芯和第二磁芯能够产生电感。

[0009] 可见,本公开提供的电感器在通入差模电流和共模电流时,均能够产生电感,则电感器既能够产生差模电感,也能够产生共模电感。本公开提供的电感器为差模电感器和共模电感器集成的电感器,相较于相关技术中独立的差模电感器和共模电感器,本公开提供的电感器占用了较小的印刷电路板(printed circuit board,PCB)面积,减少了单相功率变换器的体积、重量和成本。

[0010] 另外,由于第三磁芯具有通孔,因此第三磁芯并未将第一中柱和第二中柱隔开,第一中柱和第二中柱之间只存在一个气隙,使得第一中柱和第二中柱之间的磁阻较小,有利于第一磁芯和第二磁芯产生较大的电感。

[0011] 在一种可能的实现方式中,第三磁芯位于两个第一边柱之间,且位于两个第二边柱之间。

[0012] 本公开提供的技术方案,通过上述设置,使得第三磁芯未将第一边柱和第二边柱隔开,第一边柱和第二边柱之间只存在一个气隙,因此第一边柱和第二边柱之间的磁阻较小,有利于第一磁芯和第二磁芯产生较大的电感。

[0013] 在一种可能的实现方式中,当第一绕组和第二绕组通入差模电流时,第一绕组和第二绕组产生的磁场的方向相反。当第一绕组和第二绕组通入共模电流时,第一绕组和第二绕组产生的磁场的方向相同。也即,第一磁芯和第二磁芯用于产生共模电感,第三磁芯用于产生差模电感。

[0014] 其中,第一绕组和第二绕组产生的磁场方向相反,是指第一绕组采用右手螺旋定则(或称为安培定则)时大拇指所指的方向,与第二绕组采用右手螺旋定则时大拇指所指的方向相反。第一绕组和第二绕组产生的磁场方向相同,是指第一绕组采用右手螺旋定则时大拇指所指的方向,与第二绕组采用右手螺旋定则时大拇指所指的方向相同。

[0015] 本公开提供的技术方案,由于差模电流为电感器的工作电流,因此,电感器所产生的差模电感不宜过大,否则会影响电感器的工作电流。差模电感只要能够减小差模电流中纹波电流的幅值,减缓差模电流的变化趋势即可。而由于共模电流为干扰电流,需要消除掉。因此,电感器需要产生较大的共模电感。

[0016] 由于第一磁芯和第二磁芯的体积,远大于第三磁芯的体积,因此,通过设置第一磁芯和第二磁芯用于产生共模电感,第三磁芯用于产生差模电感,有利于实现较大的共模电感。

[0017] 在一种可能的实现方式中,第一磁芯和第二磁芯用于产生共模电感,第三磁芯用于产生差模电感。

[0018] 在一种可能的实现方式中,第一磁芯和第二磁芯的磁导率,大于第三磁芯的磁导率。第三磁芯的抗磁饱和能力,大于第一磁芯和第二磁芯的抗磁饱和能力。

[0019] 本公开提供的技术方案,由于电感器需要产生较大的共模电感,则通过设置第一磁芯和第二磁芯的磁导率较大,有利于第一磁芯和第二磁芯生成较大的共模电感,且第一磁芯和第二磁芯的体积不需过大。

[0020] 由于差模电流为工作电流,电流值比较大,且第三磁芯用于在电感器通入差模电流时产生差模电感。因此,第三磁芯需要具有足够大的抗磁饱和能力,否则在大电流下,第三磁芯会失效。

[0021] 在一种可能的实现方式中,第一磁芯和第二磁芯的材质为铁氧体,第三磁芯的材质为金属磁粉芯。其中,铁氧体具有较高的磁导率,铁氧体可以为锰-锌铁氧体。金属磁粉芯具有较大的抗磁饱和能力,金属磁粉芯可以为铁硅铝磁粉芯。

[0022] 在一种可能的实现方式中,电感器还包括底板和支架组件。第一磁芯和第二磁芯固定于底板。支架组件与第一磁芯和第二磁芯中的至少一个固定连接,且支架组件将第三磁芯固定。

[0023] 其中,第一磁芯和第二磁芯能够通过点胶固定的方式固定在底板上。

[0024] 本公开提供的技术方案,通过设置底板和支架组件,能够使得第三磁芯保持固定,从而避免因第三磁芯发生移位,导致电感器的电气参数发生变化。同时,还能够保证第一绕组、第二绕组与第三磁芯之间的间隙稳定,避免因第一绕组、第二绕组与第三磁芯距离过近而导致第一绕组和第二绕组的外皮产生磨损。

[0025] 在一种可能的实现方式中,支架组件包括第一支架和第二支架。第一支架固定于第一磁芯,且第一支架具有第一夹持部。第二支架固定于第二磁芯,且第二支架具有第二夹持部。第三磁芯夹持在第一夹持部和第二夹持部之间。

[0026] 在一种可能的实现方式中,第一支架包括第一底板和两个第一侧板,两个第一侧板相对,且均固定于第一底板。第一底板具有第一开孔,第一开孔环套第一中柱,两个第一侧板分别与两个第一边柱抵靠,两个第一侧板具有第一夹持部。第二支架包括第二底板和两个第二侧板,两个第二侧板相对,且均固定于第二底板。第二底板具有第二开孔,第二开孔环套第二中柱,两个第二侧板分别与两个第二边柱抵靠,两个第二侧板具有第二夹持部。

[0027] 第二方面,本公开还提供了一种单相功率变换器。单相功率变换器包括直流转直流变换电路、直流转交流变换电路和如第一方面任一项所述的电感器。直流转交流变换电路具有L极输出电路和N极输出电路。电感器的第一绕组和第二绕组中的一个连接在L极输出电路中,另一个连接在N极输出电路中。

[0028] 其中,单相功率变换器可以为逆变器,例如,为光伏逆变器。直流转直流变换电路用于调节直流电压。直流转交流变换电路用于将直流电转换为交流电。电感器用于在通入共模电流时产生共模电感,在通入差模电流时产生差模电感。

[0029] 本公开提供的技术方案,相较于包括差模电感器和共模电感器的逆变器,由于单相功率变换器中的电感器为一个器件,因此电感器不会占用较大的PCB面积,则减小了单相功率变换器的体积、重量和成本。

[0030] 在一种可能的实现方式中,单向逆变系统还包括滤波器,滤波器位于直流转交流变换电路和电感器之间。其中,滤波器可以是由电感(inductor)和电容(capacitor)组成的滤波器,可简称为LC滤波器。

附图说明

[0031] 图1是相关技术中的一种逆变器的示意图;

[0032] 图2是本公开实施例提供的一种单相功率变换器的示意图;

[0033] 图3是本公开实施例提供的一种电感器的结构示意图；

[0034] 图4是本公开实施例提供的一种电感器的爆炸视图；

[0035] 图5是本公开实施例提供的一种电感器的剖面视图；

[0036] 图6是本公开实施例提供的一种图3示出的电感器的磁场示意图；

[0037] 图7是本公开实施例提供的一种图3示出的电感器的磁场示意图；

[0038] 图8是本公开实施例提供的一种图3示出的电感器的磁场示意图；

[0039] 图9是本公开实施例提供的一种图3示出的电感器的磁场示意图；

[0040] 图10是本公开实施例提供的一种第三磁芯不设置通孔的电感器的磁场示意图；

[0041] 图11是本公开实施例提供的一种第三磁芯不设置通孔的电感器的磁场示意图；

[0042] 图12是本公开实施例提供的一种电感器的结构示意图；

[0043] 图13是本公开实施例提供的一种图12示出的电感器的磁场示意图；

[0044] 图14是本公开实施例提供的一种图12示出的电感器的磁场示意图；

[0045] 图15是本公开实施例提供的一种第三磁芯和支架组件的示意图。

[0046] 图例说明

[0047] 100、直流转直流变换电路,200、直流转交流变化电路,201、L极输出电路,202、N极输出电路,300、滤波器,400、电感器,401、差模电感器,402、共模电感器；

[0048] 1、第一磁芯,11、第一底部,12、第一中柱,13、第一边柱；

[0049] 2、第二磁芯,21、第二底部,22、第二中柱,23、第二边柱；

[0050] 3、第一绕组,4、第二绕组；

[0051] 5、第三磁芯,50、通孔；

[0052] 6、底板；

[0053] 7、支架组件,71、第一支架,710、第一开孔,711、第一底板,712、第一侧板,7121、第一夹持部,72、第二支架,720、第二开孔,721、第二底板,722、第二侧板,7221、第二夹持部。

具体实施方式

[0054] 逆变器(inverter)是把直流电(光伏板、电池、蓄电瓶发出的电)转变成定频定压或调频调压的交流电的转换器。如图1所示,相关技术中的逆变器包括直流转直流变换电路100、直流转交流变换电路200、滤波器300、差模电感器401和共模电感器402。

[0055] 其中,直流转直流变换电路100与直流源电连接,用于调节直流源产生的直流电的电压。直流转交流变换电路200用于将直流电转换为交流电。滤波器300用于滤除电路中的噪声和谐波,以保证逆变器的稳定工作。滤波器300可以是由电感和电容组成的滤波器,可简称为LC滤波器。差模电感器401用于在通入差模电流(也即正常的工作电流)时产生电感,该电感可称为差模电感,以降低电路中的纹波电流的幅值,使得逆变器满足并网或者连接负载的性能指标要求。共模电感器402用于在通入共模电流时产生电感,该电感可称为共模电感,以抑制交流侧的共模干扰。逆变器可用于与电网或者负载连接。

[0056] 相关技术中,差模电感器401和共模电感器402为两个独立的器件,两者会占用较大的印刷电路板(printed circuit board,PCB)面积,使得逆变器存在体积大、重量重和成本高等缺点。

[0057] 鉴于上述技术问题,本公开实施例提供了一种单相功率变换器,该单相功率变换

器包括单相的光伏逆变器和储能变流器。如图2所示,单相功率变换器包括直流转直流变换电路100、直流转交流变换电路200、滤波器300和电感器400。其中,电感器400为差共模集成电感器,既能够产生差模电感,也能够产生共模电感。并且,由于电感器400为一个器件,所以,相较于相关技术中的差模电感器401和共模电感器402,电感器400占用的PCB面积较小,减少了单相功率变换器的体积、重量和成本。在一些示例中,单向逆变系统也可以不包括滤波器300。

[0058] 下面,对本公开实施例提供单相功率变换器中的电感器400进行示例性说明。如图3-图5所示,电感器400包括第一磁芯1、第二磁芯2、第一绕组3、第二绕组4和第三磁芯5。第一磁芯1包括第一底部11、第一中柱12和两个第一边柱13,两个第一边柱13和第一中柱12固定于第一底部11,且第一中柱12位于两个第一边柱13之间。第二磁芯2包括第二底部21、第二中柱22和两个第二边柱23,两个第二边柱23和第二中柱22固定于第二底部21,且第二中柱22位于两个第二边柱23之间。第一中柱12与第二中柱22相对。两个第一边柱13分别与两个第二边柱23相对。第一绕组3缠绕在第一中柱12上,第二绕组4缠绕在第二中柱22上。第三磁芯5位于第一绕组3和第二绕组4之间。

[0059] 其中,第一磁芯1和第二磁芯2可以为E型磁芯、PQ型磁芯或EI型磁芯等。第三磁芯5为I型磁芯。第三磁芯5也可以称为差磁片。第一磁芯1和第二磁芯2可以关于第三磁芯5对称布置,第一磁芯1和第二磁芯2的材质可以相同。

[0060] 如图2所示,电感器400应用在单相功率变换器中,直流转交流变换电路200具有L极输出电路201和N极输出电路202。则第一绕组3的两个接线端接入在L极输出电路201中,第二绕组4的两个接线端接入在N极输出电路202中。或者,第一绕组3的两个接线端接入在N极输出电路202中,第二绕组4的两个接线端接入在L极输出电路201中。在同一时刻,L极输出电路201和N极输出电路202上的工作电流的方向是相反的,因此,差模电流为工作电流。另外,在某些情况下,L极输出电路201和N极输出电路202会产生共模电流,造成共模干扰或称为电磁干扰(electromagnetic Interference,EMI),因此,共模电流为干扰电流。

[0061] 第一绕组3和第二绕组4可以采用扁平线设计或其他形式,扁平线设计能够实现自动绕线加工方式,降低电感器400的成本,提高生产效率及产品一致性。

[0062] 本公开实施例提供的技术方案,如图6所示,当第一绕组3和第二绕组4通入第一电流时(第一电流为差模电流或共模电流中的一种),第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相反,则磁感线分布如图6所示。其中,第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相反,是指第一绕组3采用右手螺旋定则(或称为安培定则)时大拇指所指的方向,与第二绕组4采用右手螺旋定则时大拇指所指的方向相反。也即,第一绕组3在第一中柱12和第二中柱22上激发出的磁感线方向,与第二绕组4在第一中柱12和第二中柱22上激发出的磁感线方向相反。需要说明的是,在图6-图11、图13和图14中,实线表示第一绕组3产生的磁感线,虚线表示第二绕组4产生的磁感线。

[0063] 如图6所示,第一绕组3和第二绕组4在第一中柱12、第二中柱22、第一边柱13和第二边柱23上产生的磁感线的指示方向相反,则第一绕组3和第二绕组4在第一中柱12、第二中柱22、第一边柱13和第二边柱23上产生的磁通相消。第一绕组3和第二绕组4在第三磁芯5上产生的部分磁感线的指示方向相同,则第一绕组3和第二绕组4在第三磁芯5上产生的磁通叠加。这样,如图7所示,第三磁芯5能够产生电感。

[0064] 如图8所示,当第一绕组3和第二绕组4通入第二电流时(第二电流为差模电流或共模电流中的另一种),第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相同,磁感线分布如图8所示。其中,第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相同,是指第一绕组3采用右手螺旋定则(或称为安培定则)时大拇指所指的方向,与第二绕组4采用右手螺旋定则时大拇指所指的方向相同。也即,第一绕组3在第一中柱12和第二中柱22上激发出的磁感线方向,与第二绕组4在第一中柱12和第二中柱22上激发出的磁感线方向相同。

[0065] 如图8所示,第一绕组3和第二绕组4在第三磁芯5上产生的磁感线的指示方向相反,则第一绕组3和第二绕组4在第三磁芯5上产生的磁通相消。第一绕组3和第二绕组4在第一中柱12、第二中柱22、第一边柱13和第二边柱23上产生的磁感线的指示方向相同,则第一绕组3和第二绕组4在第一中柱12、第二中柱22、第一边柱13和第二边柱23上的磁通叠加。这样,如图9所示,第一磁芯1和第二磁芯2能够产生电感。

[0066] 可见,本公开实施例提供的电感器400在通入差模电流和共模电流时,均能够产生电感,则电感器400既能够产生差模电感,也能够产生共模电感。电感器400为差模电感器和共模电感器集成的电感器。

[0067] 本公开实施例对上述第一电流和第二电流中的哪一个是差模电流,哪一个是共模电流不作限定。或者描述为,本公开实施例对哪一磁芯产生差模电感,哪一磁芯产生共模电感不作限定。

[0068] 在一些示例中,由于差模电流为电感器400的工作电流,因此,电感器400所产生的差模电感不宜过大(差模电感约为10-100μH),否则会影响电感器400的工作电流。差模电感只要能够减小差模电流中纹波电流的幅值,减缓差模电流的变化趋势即可。而由于共模电流为干扰电流,或者,在EMI防护设计中为干扰噪声,需要消除掉。因此,电感器400需要产生较大的共模电感(约为1mH或更高),以提高EMI防护效果。

[0069] 综上所述,电感器400需要产生较大的共模电感。由于第一磁芯1和第二磁芯2的体积,远大于第三磁芯5的体积。因此,设置上述第二电流为共模电流,也即,当第一绕组3和第二绕组4通入共模电流时,第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相同,使得主要由第一磁芯1和第二磁芯2产生共模电感,能够实现较大的共模电感。而当第一绕组3和第二绕组4通入差模电流时,第一绕组3和第二绕组4产生的磁场方向相反,使得主要由第三磁芯5产生差模电感。

[0070] 另外,基于设计需要,第一磁芯1(或第二磁芯2)与第三磁芯5的材质也不同。在一些示例中,由于第一磁芯1和第二磁芯2需要产生较大的共模电感,则可以设置第一磁芯1和第二磁芯2的磁导率较大,以使得第一磁芯1和第二磁芯2能够产生足够大的共模电感,且第一磁芯1和第二磁芯2不需要较大的体积。其中,示例性的,第一磁芯1和第二磁芯2的材质为铁氧体(如锰-锌铁氧体),铁氧体具有较高的磁导率。

[0071] 在一些示例中,由于差模电流为工作电流,电流值比较大,且第三磁芯5用于在通入差模电流时产生差模电感。因此,第三磁芯5需要具有足够大的抗磁饱和能力,否则在大电流下,第三磁芯5会失效。其中,示例性的,第三磁芯5的材质为金属磁粉芯(如铁硅铝磁粉芯),金属铁粉具有较大的抗磁饱和能力。

[0072] 在一些示例中,第一磁芯1和第二磁芯2的磁导率,大于第三磁芯5的磁导率。第三磁芯5的抗磁饱和能力,大于第一磁芯1和第二磁芯2的抗磁饱和能力。

[0073] 下面,对第一磁芯1、第二磁芯2和第三磁芯5构成的磁通路的形成方式进行示例性说明。

[0074] 在一些示例中,如图4-图9所示,第三磁芯5上设置有通孔50,第一中柱12和第二中柱22伸入至通孔50的内部。在另一些示例中,如图10和图11所示,第三磁芯5上不具有通孔50,第三磁芯5位于第一中柱12和第二中柱22之间。下面,对上述两种实现方式进行对比。

[0075] 如图10和图11所示,第三磁芯5不具有通孔50,则第一中柱12和第二中柱22被第三磁芯5隔开,第一中柱12和第二中柱22之间存在两个气隙。两个气隙分别为第一中柱12和第三磁芯5之间的气隙,以及第二中柱22和第三磁芯5之间的气隙,这会导致第一中柱12和第二中柱22之间的磁阻较大。此外,由于第三磁芯5的材质与第一磁芯1、第二磁芯2的材质均不同,则磁芯材质的变化也会产生较大的磁阻。这样,如图10所示,当第一绕组3和第二绕组4通入共模电流时,较大的磁阻,不利于电感器400产生较大的共模电感。而若要提高第一磁芯1和第二磁芯2产生的共模电感,则需要增加第一绕组3和第二绕组4的圈数,进而需要增加第一中柱12和第二中柱22的长度,这会导致第一磁芯1和第二磁芯2的体积较大。

[0076] 如图4-图9所示,第三磁芯5具有通孔50,则第一中柱12和第二中柱22不会被第三磁芯5隔开,第一中柱12和第二中柱22之间只存在一个气隙,使得第一中柱12和第二中柱22之间的磁阻较小。并且,第一中柱12和第二中柱22的材质一致,也使得第一中柱12和第二中柱22之间的磁阻较小。这样,当第一绕组3和第二绕组4通入共模电流时,较小的磁阻,有利于电感器400产生较大的共模电感。

[0077] 需要补充说明的是,通孔50的设置与否,对差模电感的影响较小。具体的,如图11所示,对于第三磁芯5不具有通孔50的情况,当第一绕组3和第二绕组4通入差模电流时,第一绕组3对应的磁场线从第一中柱12穿入第三磁芯5需要穿过一个气隙,即第一中柱12的端壁与第三磁芯5之间的气隙。同理,第二绕组4对应的磁场线从第二中柱22穿入第三磁芯5也需要穿过一个气隙,即第二中柱22的端壁与第三磁芯5之间的气隙。而如图6所示,对于第三磁芯5具有通孔50的情况,当第一绕组3和第二绕组4通入差模电流时,第一绕组3对应的磁场线从第一中柱12穿入第三磁芯5也需要穿过一个气隙,即第一中柱12的侧壁与通孔50的孔壁之间的气隙。同理,第二绕组4对应的磁场线从第二中柱22穿入第三磁芯5也需要穿过一个气隙,即第二中柱22的侧壁与通孔50的孔壁之间的气隙。可见,无论是否设置通孔50,第一绕组3和第二绕组4对应的磁场线从中柱(第一中柱12或第二中柱22)穿入第三磁芯5所经过的气隙的数量是一致的。另外,由于不需要较大的差模电感,所以,即使通孔50的设置会减小差模电感,则实际上也不会产生太大的影响。

[0078] 综上所述,通过在第三磁芯5设置通孔50,并设置第一中柱12和第二中柱22伸入至通孔50的内部,有利于电感器400产生足够大的共模电感。并且,通孔50的设置对差模电感的影响较小。

[0079] 另外,如图4-图9所示,通孔50的存在,使得第一中柱12和第二中柱22之间不存在第三磁芯5,则在根据所需的差模电感调节第三磁芯5的材质和尺寸时,不会对共模电感产生较大的影响,更易找到所需差模电感和共模电感的设计平衡点。可以理解的是,如图10和图11所示,对于不设置通孔50的情况,当调节第三磁芯5的材质和尺寸时,还会影响共模电感的调节。

[0080] 在一些示例中,如图12-图14所示,第三磁芯5伸入至第一边柱13和第二边柱23之

间。在另一些示例中,如图4-图9所示,第三磁芯5位于两个第一边柱13的内侧,以及,两个第二边柱23的内侧。第三磁芯5与第一边柱13和第二边柱23之间的气隙相对。下面,对上述两种实现方式进行对比。

[0081] 如图13所示,第三磁芯5伸入至第一边柱13和第二边柱23之间,则第一边柱13和第二边柱23之间存在两个气隙,即第一边柱13和第三磁芯5之间的气隙,以及第三磁芯5和第二边柱23之间的气隙。这会导致第一边柱13和第二边柱23之间的磁阻较大。此外,由于第三磁芯5的材质与第一磁芯1、第二磁芯2的材质均不同,则磁芯材质的变化也产生较大的磁阻。这样,当第一绕组3和第二绕组4通入共模电流时,较大的磁阻,不利于电感器400产生较大的共模电感。而若想提高第一磁芯1和第二磁芯2提供的共模电感,则需要增加第一绕组3和第二绕组4的圈数,进而需要增加第一中柱12和第二中柱22的长度,这会导致第一磁芯1和第二磁芯2的体积较大。

[0082] 如图8和图9所示,第三磁芯5位于两个第一边柱13的内侧,以及,两个第二边柱23的内侧。则第一边柱13和第二边柱23之间只存在一个气隙,因此第一边柱13和第二边柱23之间的磁阻较小,并且,第一边柱13和第二边柱23的材质一致,也使得第一边柱13和第二边柱23之间的磁阻较小。当第一绕组3和第二绕组4通入共模电流时,较小的磁阻,有利于电感器400产生较大的共模电感。

[0083] 需要说明的是,第三磁芯5是否伸入第一边柱13和第二边柱23之间对差模电感的影响较小。具体的,如图14所示,对于第三磁芯5伸入至第一边柱13和第二边柱23之间的情况,当第一绕组3和第二绕组4通入差模电流时,第三磁芯5处的磁场线流入第一边柱13需要穿过一个气隙,即第一边柱13的端壁与第三磁芯5之间的气隙。同理,第三磁芯5处的磁场线流入第二边柱23也需要穿过一个气隙,即第二边柱23的端壁与第三磁芯5之间的气隙。而如图6和图7所示,对于第三磁芯5位于两个第一边柱13的内侧的情况,当第一绕组3和第二绕组4通入差模电流时,第三磁芯5处的磁场线流入第一边柱13也需要穿过一个气隙,即第一边柱13的内侧壁与第三磁芯5之间的气隙。同理,第三磁芯5处的磁场线流入第二边柱23也需要穿过一个气隙,即第二边柱23的内侧壁与第三磁芯5之间的气隙。

[0084] 综上所述,通过设置第三磁芯5位于两个第一边柱13的内侧,以及,两个第二边柱23的内侧,有利于电感器400产生足够大的共模电感。

[0085] 另外,如图4-图9所示,通过设置第三磁芯5位于两个第一边柱13的内侧,还使得第一边柱13和第二边柱23之间不存在第三磁芯5,则在根据所需的差模电感调节第三磁芯5的材质和尺寸时,不会对共模电感的产生较大的影响,更易找到所需差模电感和共模电感的设计平衡点。可以理解的是,对于将第三磁芯5设置在第一边柱13和第二边柱23之间的情况,当调节第三磁芯5的材质和尺寸时,还会影响共模电感的调节。

[0086] 下面,对电感器400的组装方式进行示例性说明。

[0087] 在一些示例中,如图4所示,电感器400还包括底板6,第一磁芯1和第二磁芯2固定于底板6。其中,第一磁芯1和第二磁芯2能够通过点胶固定的方式固定在底板6上。并且,由于第一中柱12和两个第一边柱13均与底板6接触,所以第一磁芯1能够较为牢靠的固定在底板6上。基于同样的理由,第二磁芯2也能够较为牢靠的固定在底板6上。

[0088] 本公开实施例对第三磁芯5的固定方式不作限定,在一些示例中,第三磁芯5通过点胶固定的方式固定于底板6。然而,由于第三磁芯5仅一个侧壁与底板6固定,所以第三磁

芯5的稳定性较差,在工作过程中,第三磁芯5可能会出现移位。

[0089] 为了解决上述技术问题,在一些示例中,如图4所示,电感器400还包括支架组件7,支架组件7与第一磁芯1和第二磁芯2中的至少一个固定连接,且支架组件7将第三磁芯5固定。这样,能够提高第三磁芯5的稳定性,从而避免因第三磁芯5发生移位,导致电感器的电气参数发生变化。同时,还能够保证第一绕组3、第二绕组4与第三磁芯5之间的间隙稳定,避免因第一绕组3、第二绕组4与第三磁芯5距离过近而导致第一绕组3和第二绕组4的外皮产生磨损。

[0090] 在一些示例中,如图4和图15所示,支架组件7包括第一支架71和第二支架72。第一支架71固定于第一磁芯1,且第一支架71具有第一夹持部7121。第二支架72固定于第二磁芯2,且第二支架72具有第二夹持部7221。第三磁芯5夹持在第一夹持部7121和第二夹持部7221之间。第一支架71和第二支架72关于第三磁芯5呈对称布置,设置两个支架能够使得第三磁芯5受力更加均匀,有利于第三磁芯5保持稳定。

[0091] 在一些示例中,第三磁芯5通过点胶固定的方式与第一夹持部7121、第二夹持部7221固定连接。

[0092] 在一些示例中,如图15所示,第一支架71包括第一底板711和两个第一侧板712,两个第一侧板712相对且均固定于第一底板711。第一底板711具有第一开孔710,第一开孔710环套第一中柱12,两个第一侧板712分别与两个第一边柱13抵靠,且两个第一侧板712具有第一夹持部7121。第二支架72包括第二底板721和两个第二侧板722,两个第二侧板722相对且均固定于第二底板721。第二底板721具有第二开孔720,第二开孔720环套第二中柱22,两个第二侧板722分别与两个第二边柱23抵靠,且两个第二侧板722具有第二夹持部7221。

[0093] 其中,本公开实施例对第一开孔710和第二开孔720的具体形状不做限定,第一开孔710和第二开孔720的形状可以为圆形、矩形和六边形等形状。由于两个第一侧板712分别与两个第一边柱13抵靠,因此两个第一边柱13对两个第一侧板712起到了限位作用,从而使得第一支架71能够固定于第一磁芯1。同理,两个第二边柱23对两个第二侧板722起到了限位作用,从而使得第二支架72能够固定于第二磁芯2。第一侧板712和第二侧板722相抵,第一底板711与第一底部11相抵,第二底板721于第二底部21相抵。

[0094] 在一些示例中,如图15所示,第一夹持部7121为第一侧板712上的限位块,每个第一侧板712上可以具有两个限位块。第二夹持部7221为第二侧板722上的限位块,每个第二侧板722上可以具有两个限位块。第一侧板712上的限位块和第二侧板722上的限位块夹持第三磁芯5,同时可以在限位块和第三磁芯5之间设置点胶,从而加强第一夹持部7121和第二夹持部7221对第三磁芯5的固定作用。

[0095] 下面,对电感器的装配过程进行示例性说明。

[0096] 首先,将第一支架71的第一开孔710穿过第一中柱12,并使第一支架71的第一底板711与第一磁芯1的第一底部11相抵,第一侧板712与第一边柱13相抵,并在第一中柱12绕制第一绕组3。

[0097] 然后,将第二支架72的第二开孔720穿过第二中柱22,并使得第二支架72的第二底板721于第二磁芯2的第二底部21相抵,第二侧板722与第二边柱23相抵,并在第二中柱22绕制第二绕组4。

[0098] 再然后,将第三磁芯5环套第一中柱12,并将第三磁芯5的一侧与第一夹持部7121

通过粘胶连接。将第二夹持部7221与第三磁芯5的另一侧连接,使得第一夹持部7121和第二夹持部7221夹持第三磁芯5。最后,将第一磁芯1和第三磁芯5固定于底板6,从而完成电感器的装配。

[0099] 以上所述仅为本公开的可选实施例,并不用以限制本公开,凡在本公开的原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

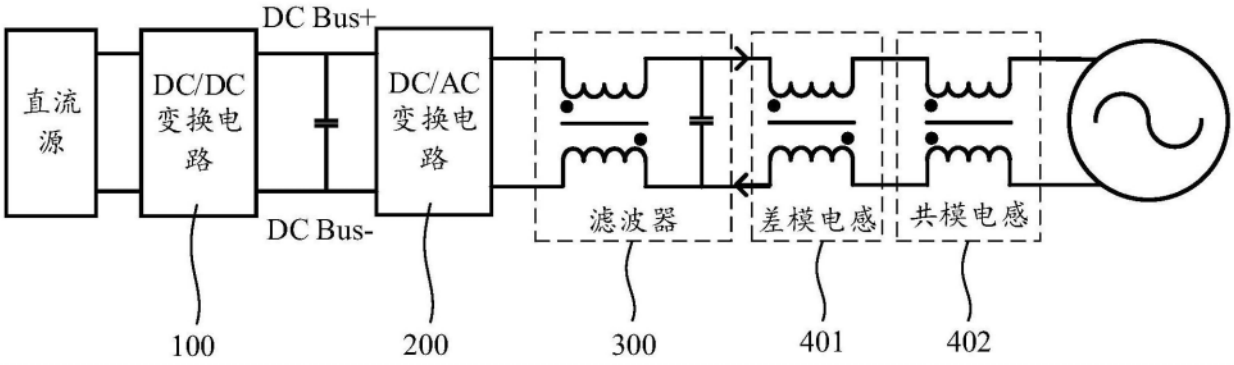

直流源
DC/DC变换电路
DC Bus+
DC Bus-
DC/AC变换电路
滤波器
差模电感
共模电感
100
200
300
401
402

图1

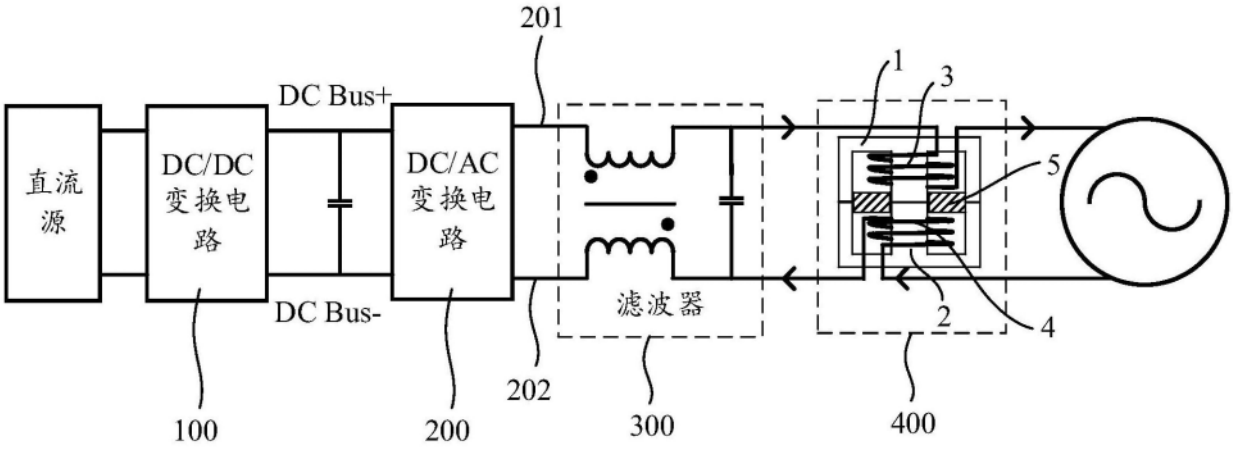

201
直流源
DC/DC变换电路
DC Bus+
DC Bus-
DC/AC变换电路
滤波器
1
3
5
2
4
202
100
200
300
400

图2

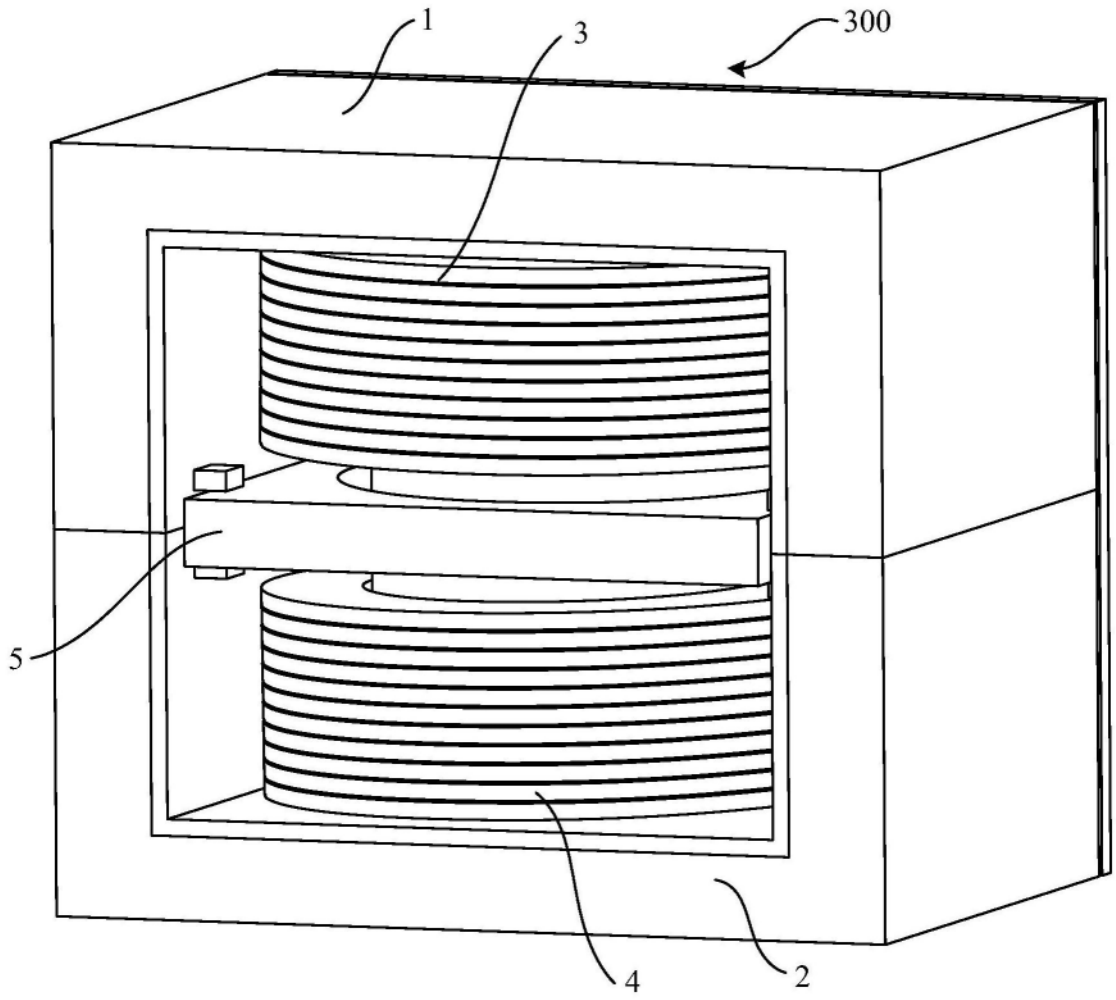


图3

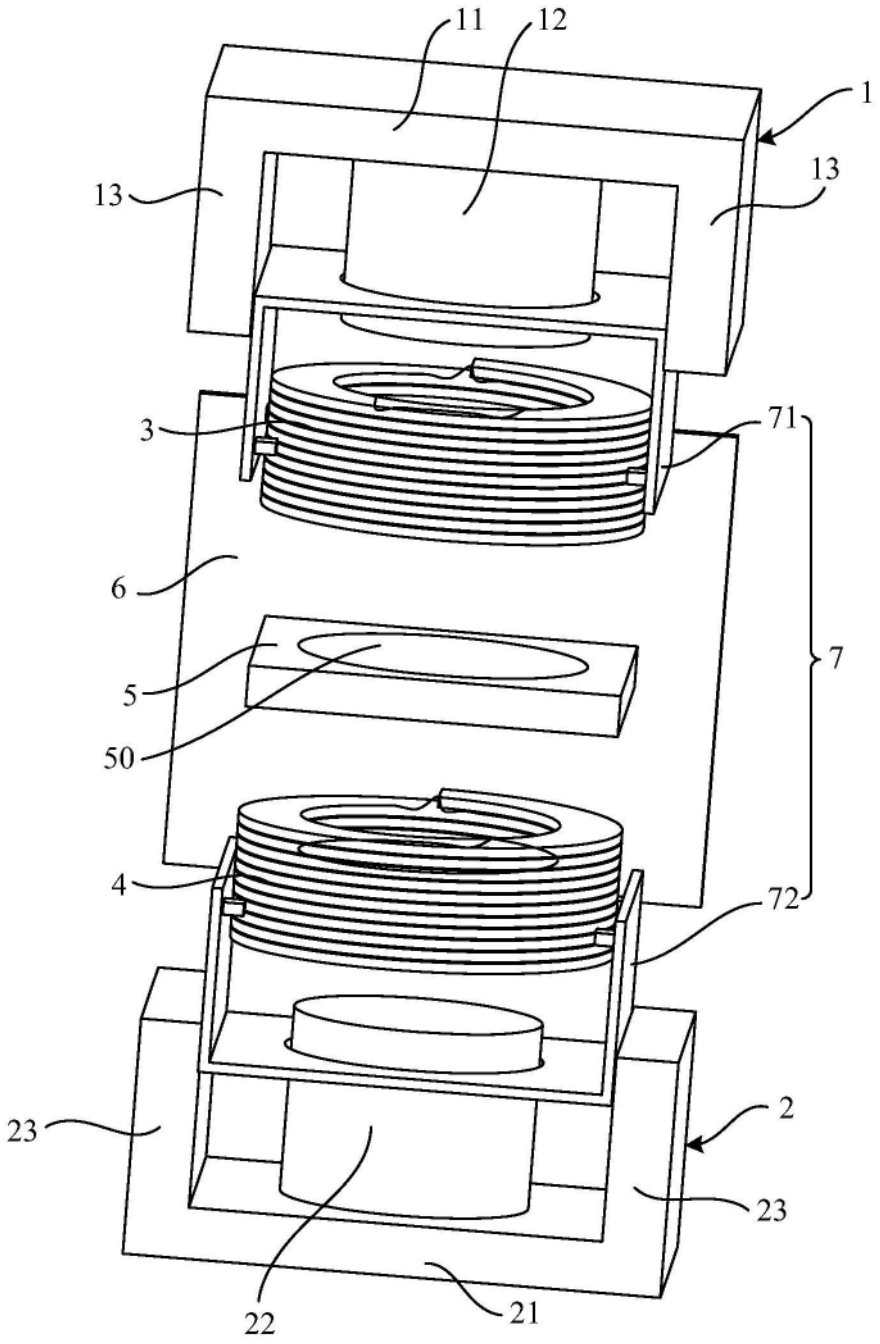


图4

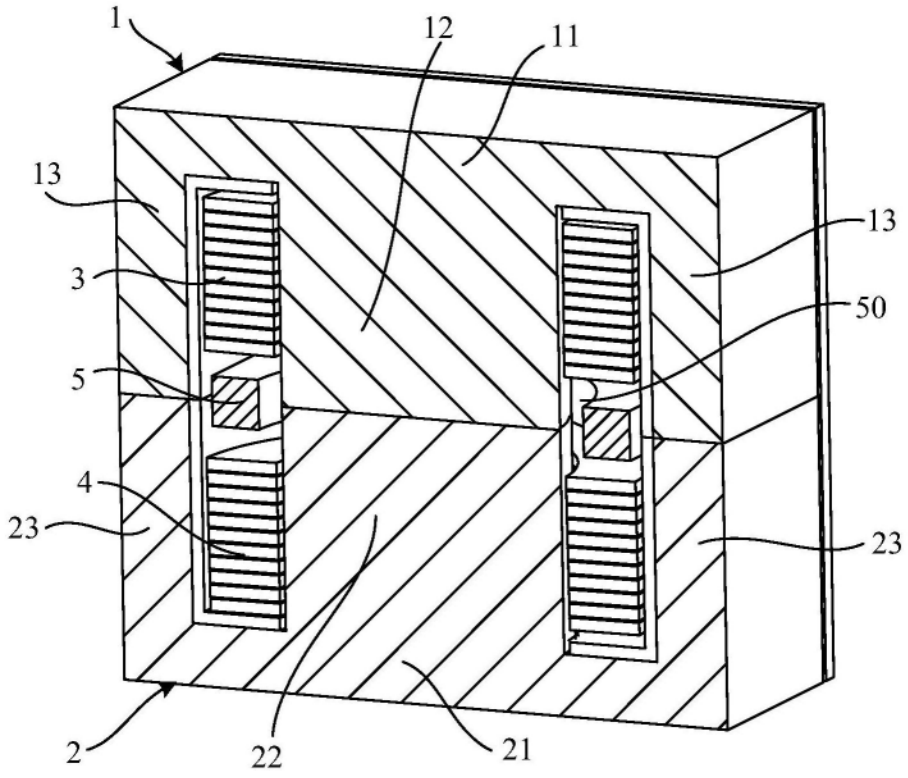


图5

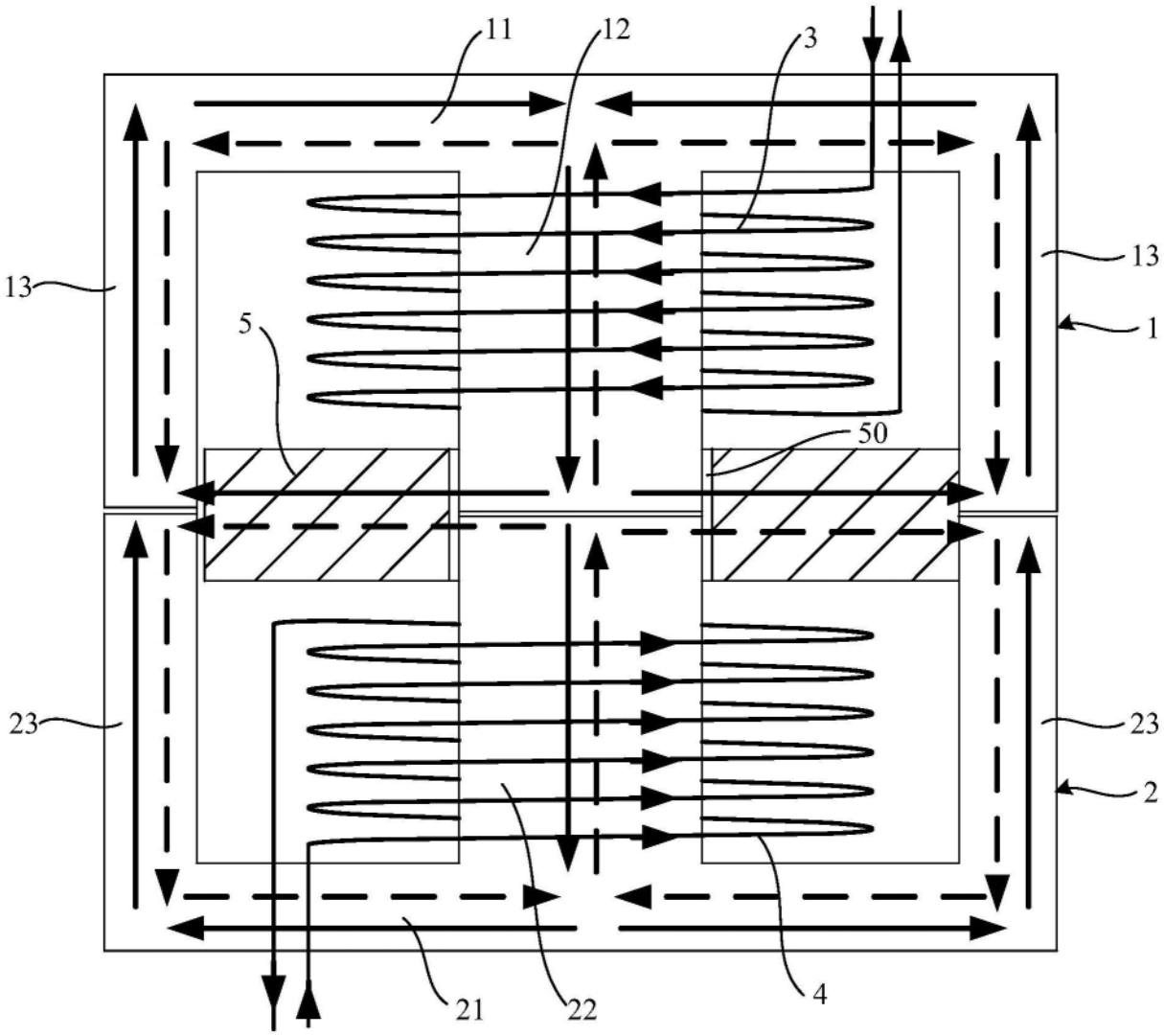


图6

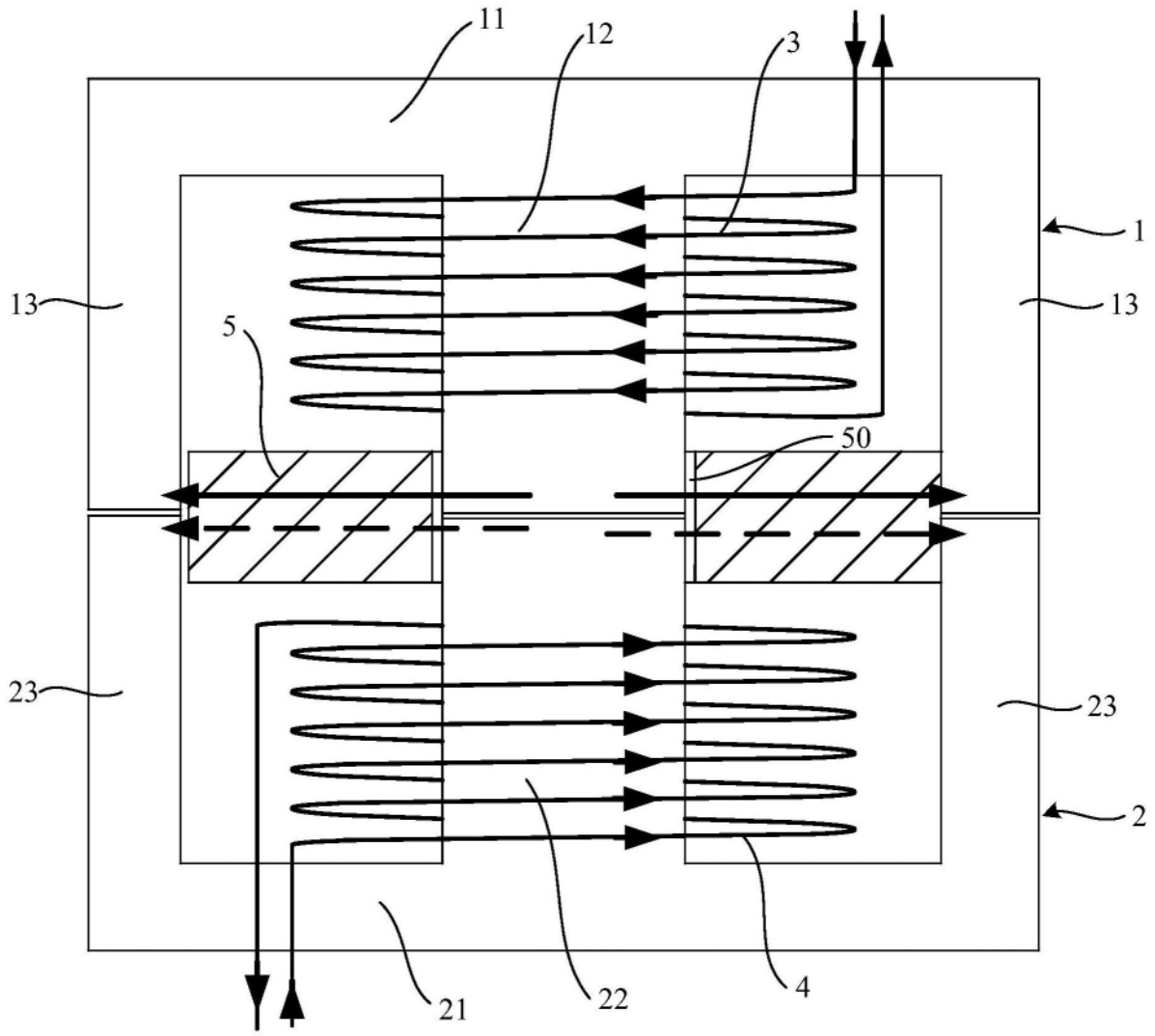


图7

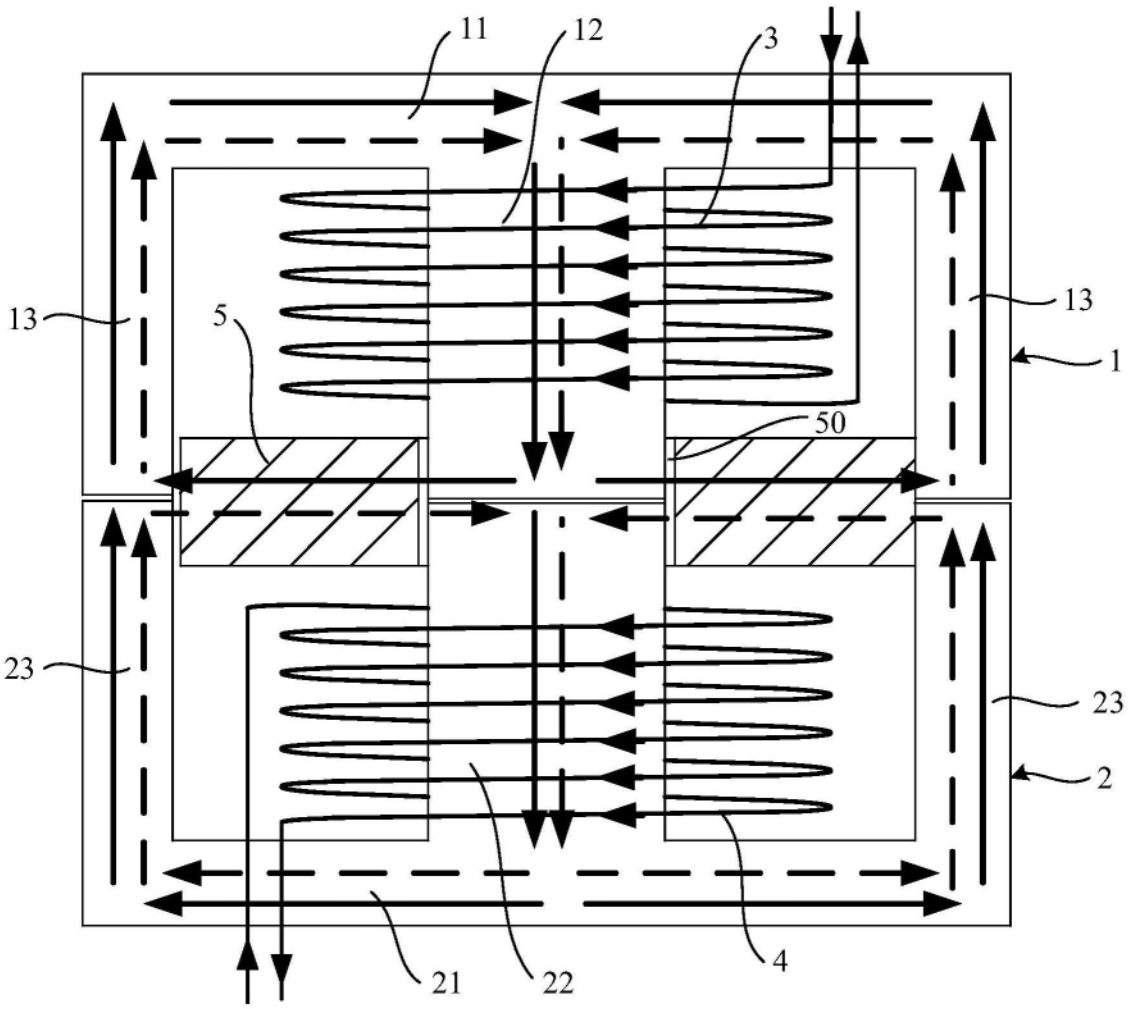


图8

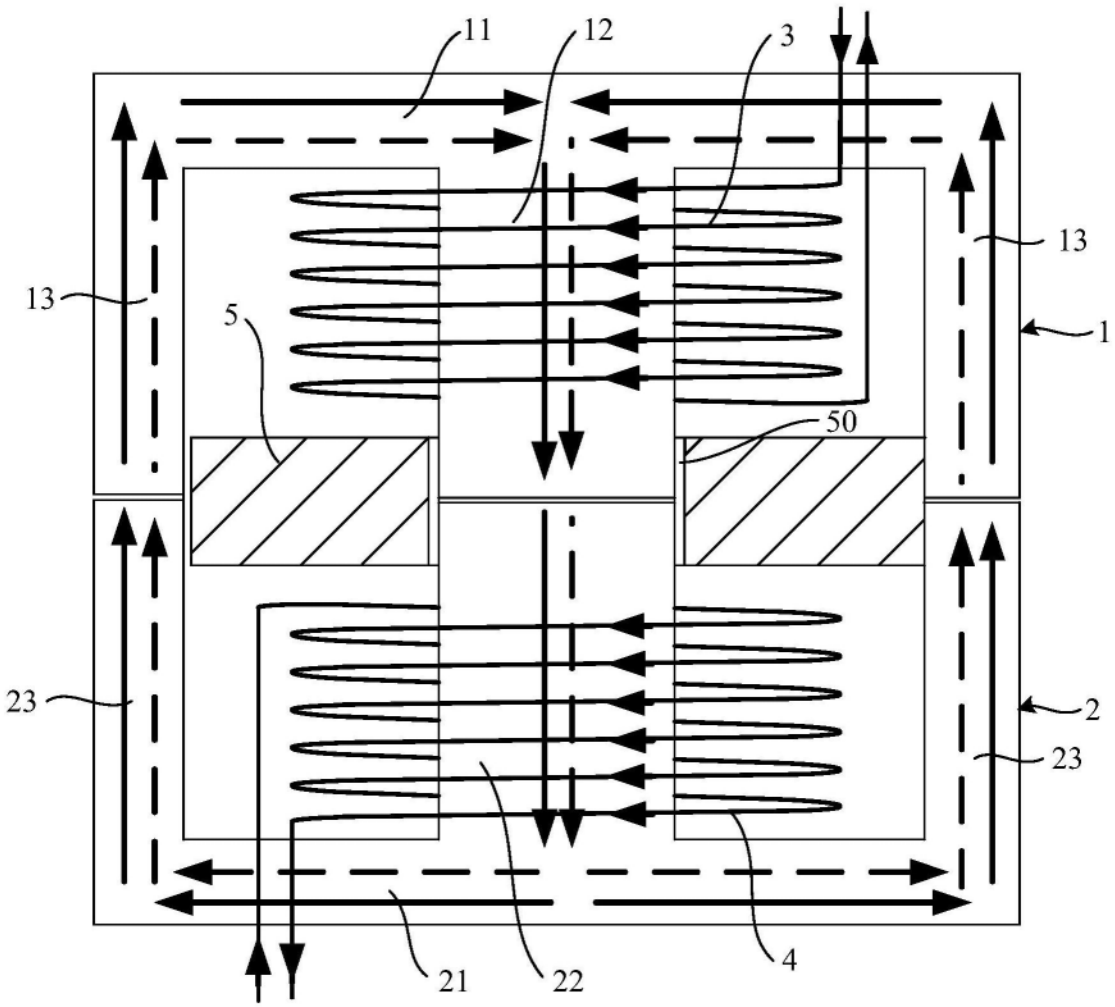


图9

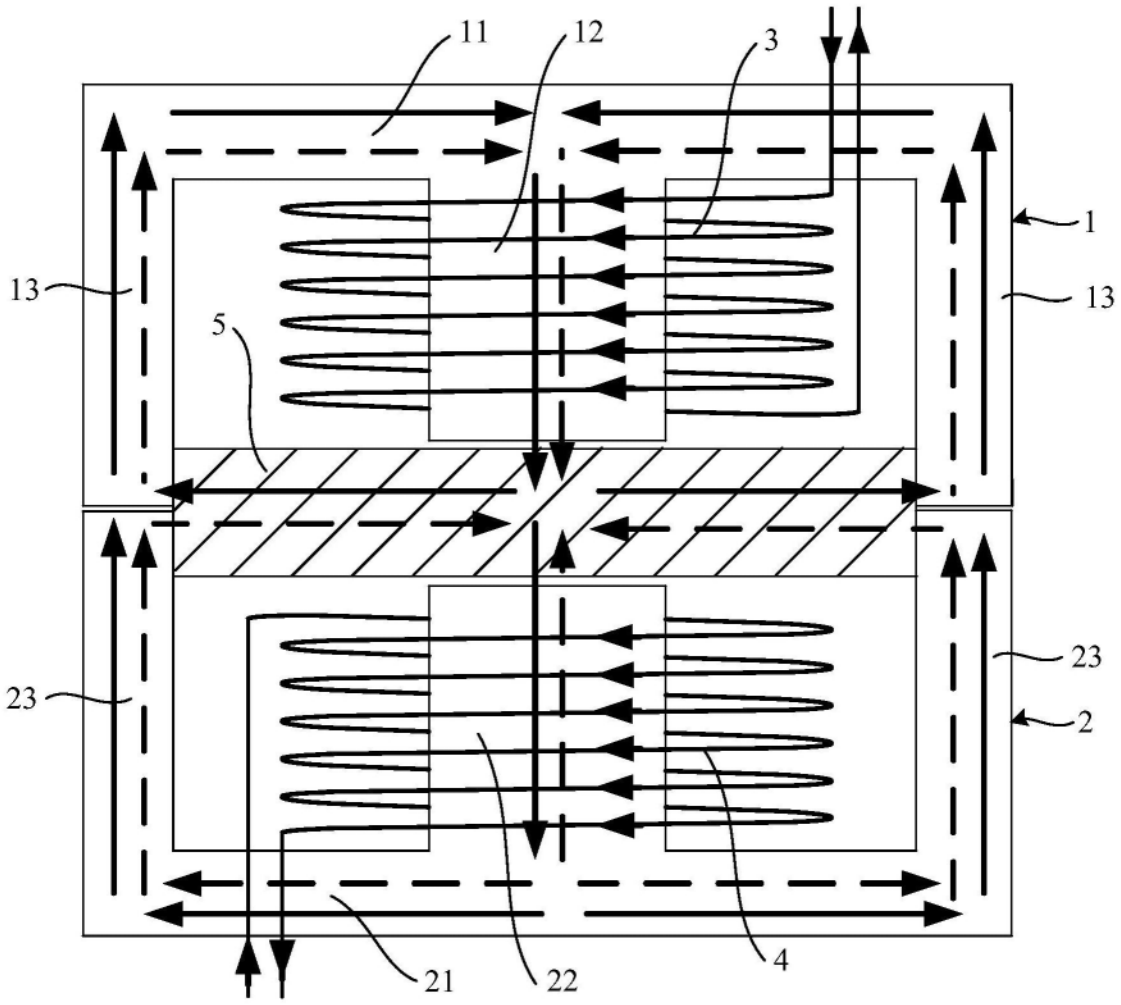


图10

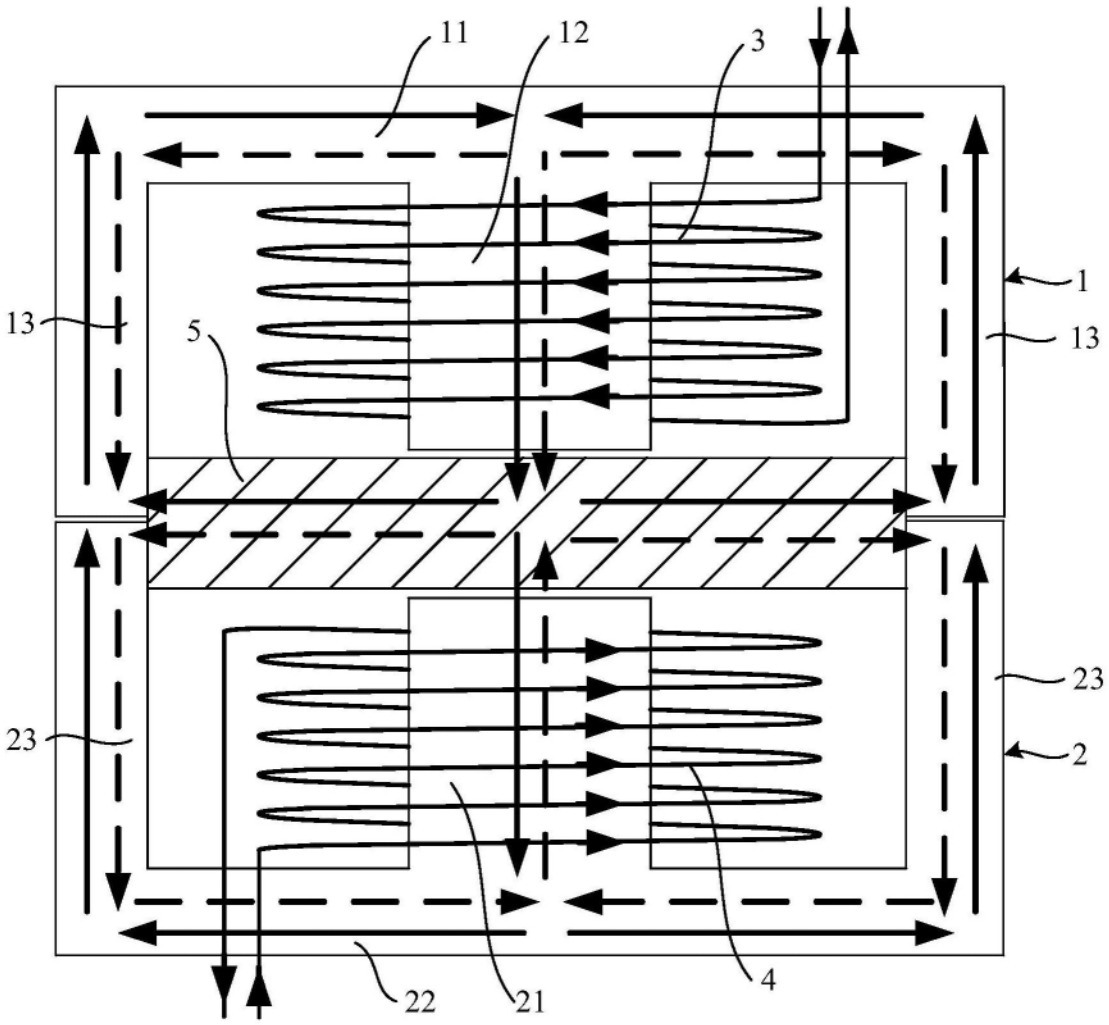


图11

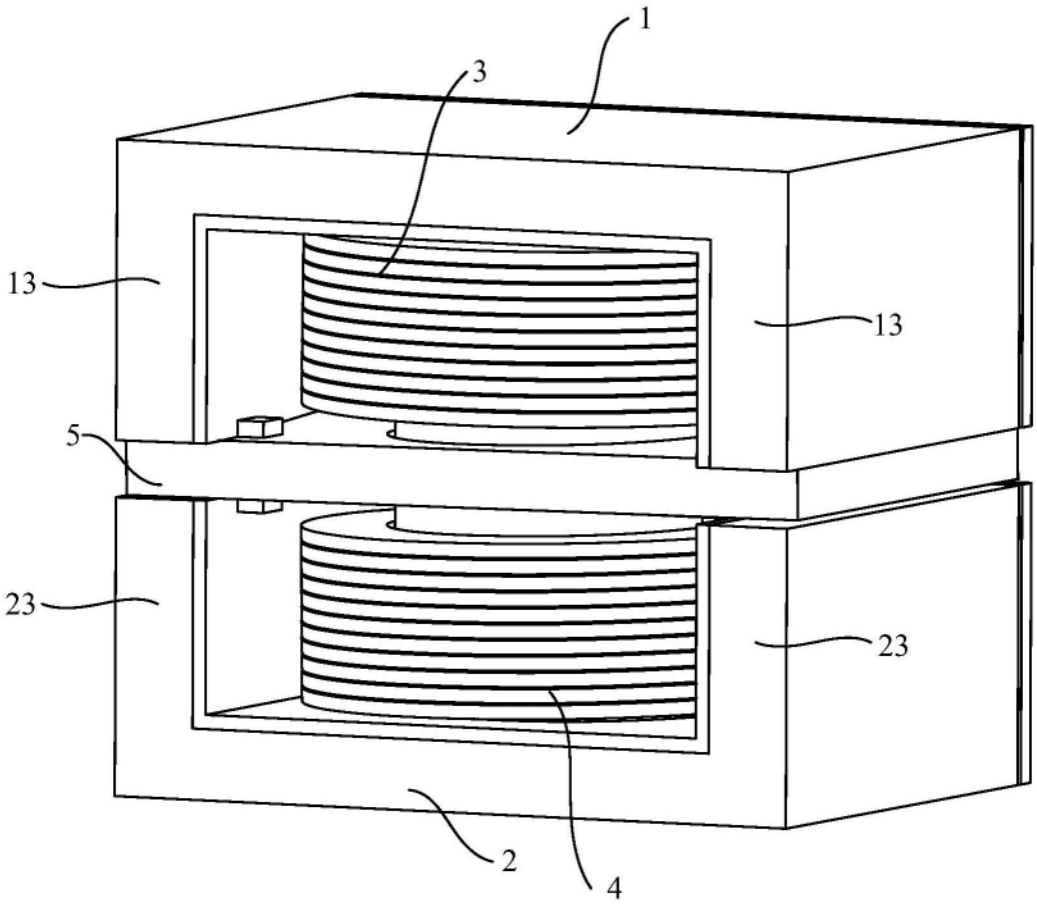


图12

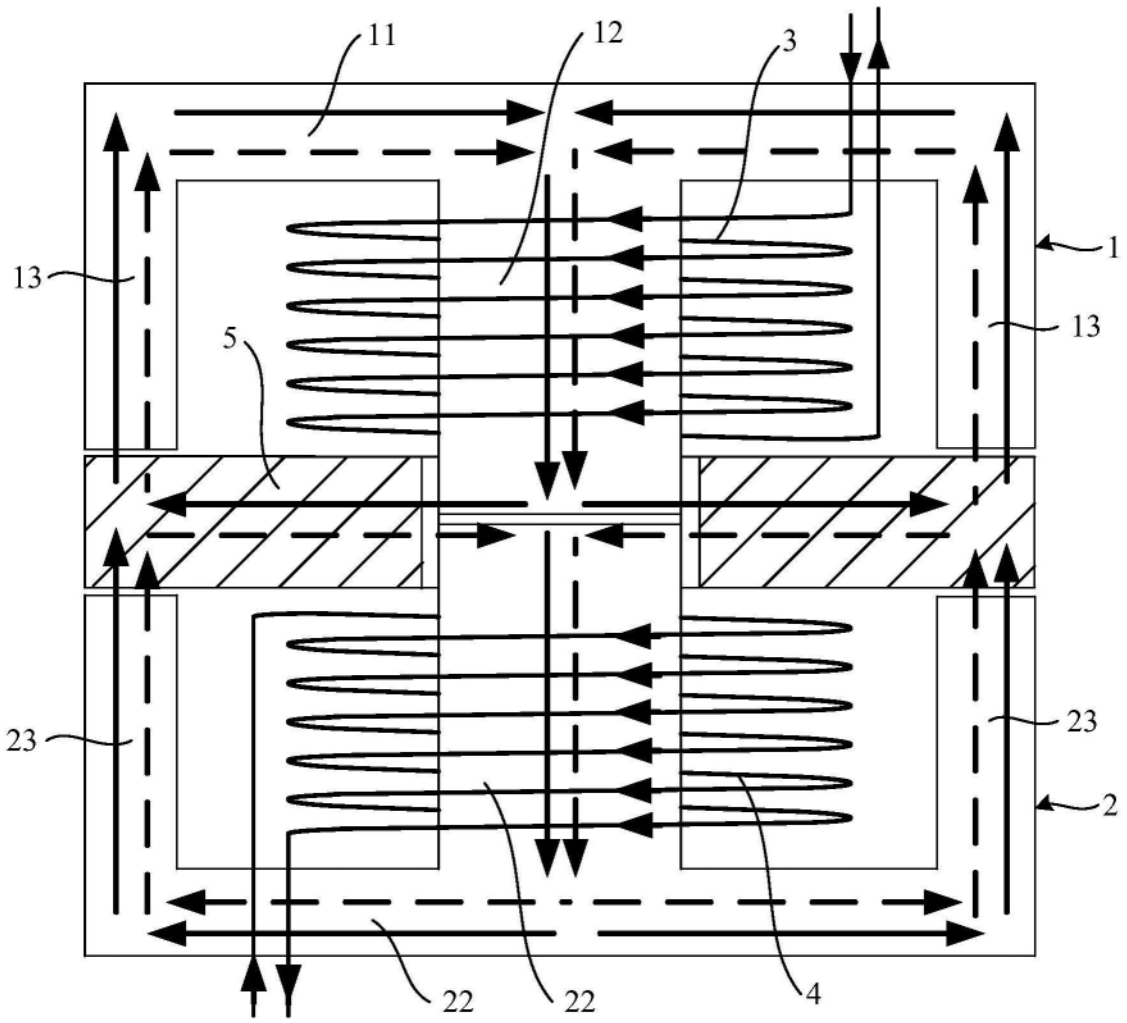


图13

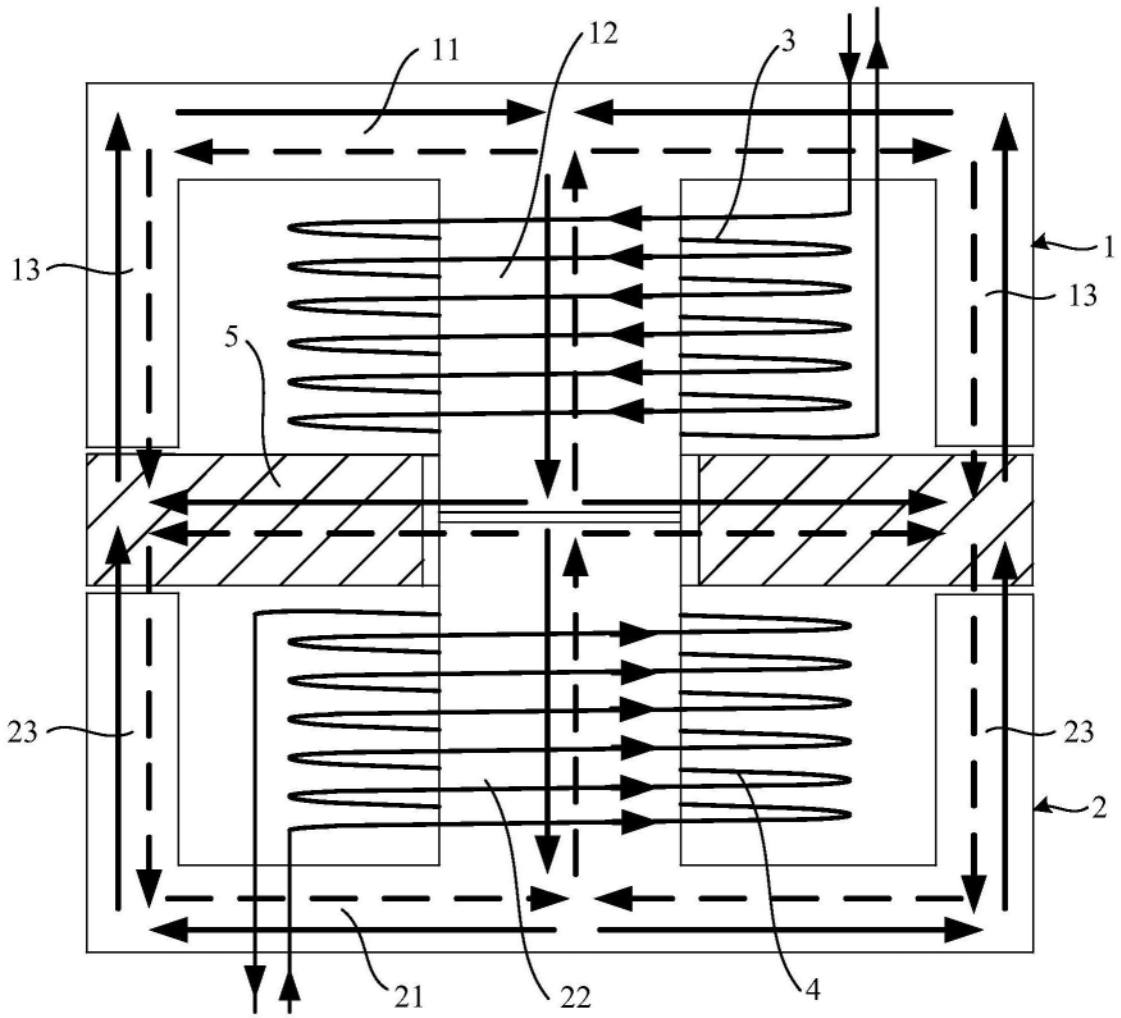


图14

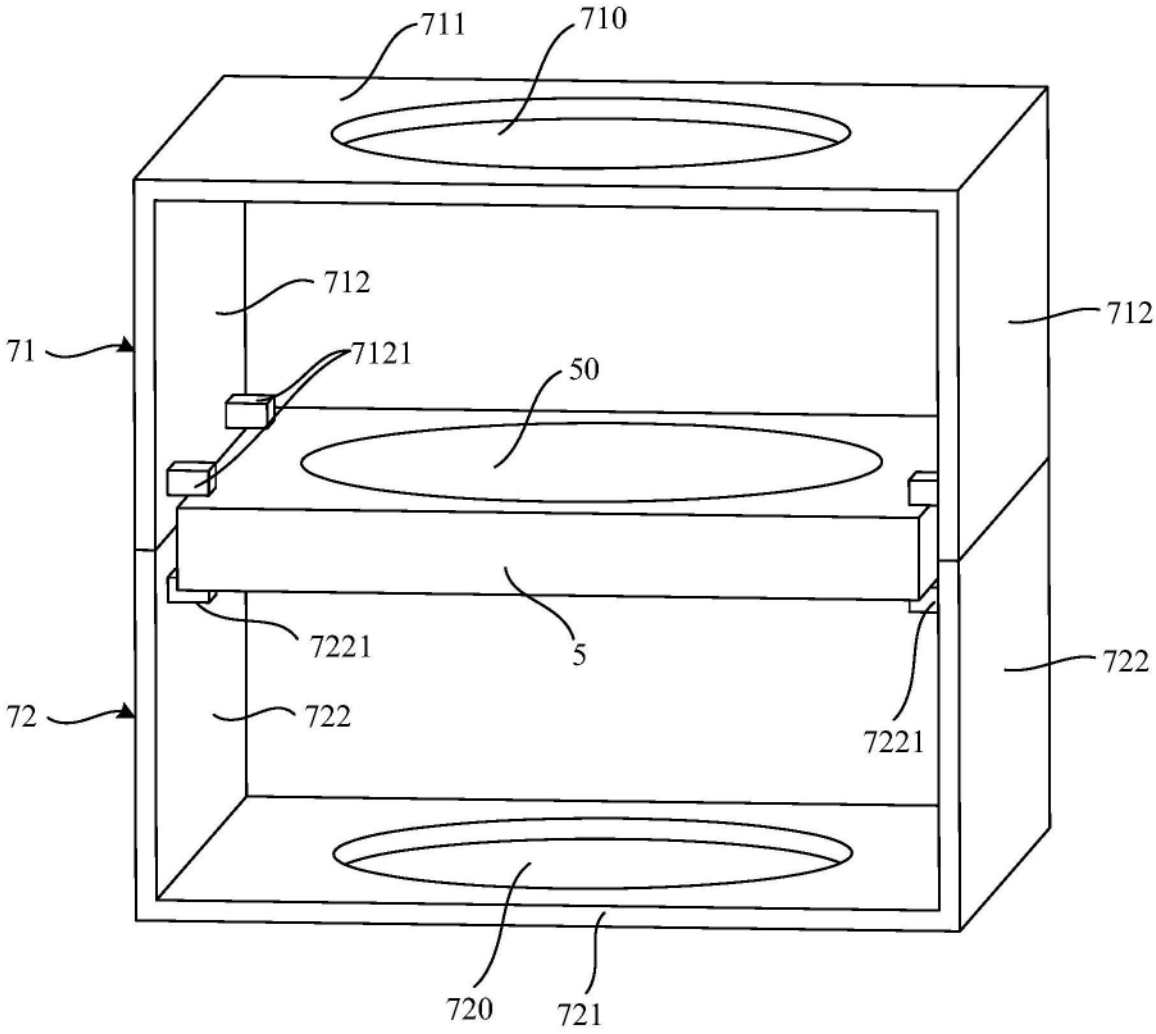


图15