



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110954732 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 06

(21) 申请号 201910826432.0

(22) 申请日 2019.09.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110954732 A

(43) 申请公布日 2020.04.03

(30) 优先权数据
1858838 2018.09.27 FR

(73) 专利权人 施耐德电器工业公司
地址 法国吕埃-马迈松

(72) 发明人 L. 乌兰卡 J-Y. 阿姆布拉德
B. 杜佩卢克斯德萨因特罗曼

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
专利代理师 张邦帅

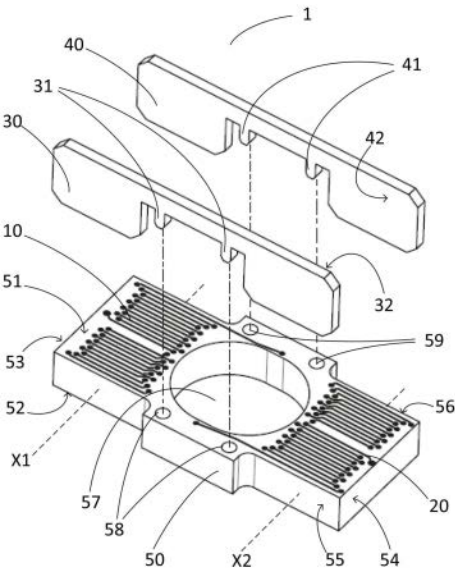
(51) Int. Cl.
G01R 15/18 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2015070006 A1, 2015.03.12
US 2015307301 A1, 2015.10.29
审查员 马佳伟

权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称
电流互感器和电流测量单元

(57) 摘要
本发明涉及一种电流互感器(1),包括:-第一线圈(10)和第二线圈(20),它们通过包括第一定位器件(58)和第二定位器件(59)的第一印刷电路(50)制成;和-包括第一保持器件(31)的第一磁性部分(30)和包括第二保持器件(41)的第二磁性部分(40),定位器件设置成与保持器件连接在一起,以便将磁性部件(30,40)的参考面(32,42)保持在与第一和第二线圈(10,20)的匝相距预定距离处。本发明还涉及包括这种电流互感器(1)的电流测量单元。



1. 一种电流互感器(1), 包括:

- 第一线圈(10)和第二线圈(20), 其通过基本上平行六面体形状的第一印刷电路(50)制成, 第一印刷电路(50)包括第一上表面(51)、第一下表面(52)、第一侧(53)、第二侧(54)、第三侧(55)和第四侧(56), 第二侧(54)与第一侧(53)相对, 第四侧(56)与第三侧(55)相对, 第一线圈(10)由绕第一线圈轴线(X1)盘绕的第一匝(11)形成, 第一线圈轴线(X1)基本垂直于第三侧(55)和第四侧(56), 第二线圈(20)由绕第二线圈轴线(X2)盘绕的第二匝(21)形成, 第二线圈轴线(X2)基本垂直于第三侧(55)和第四侧(56), 第一印刷电路(50)包括在第一上表面(51)和第一下表面(52)中的第一孔(57), 以形成电流线(2)的通道, 所述电流线形成电流互感器的初级电路, 第一线圈和第二线圈(10, 20)放置在第一孔(57)的两侧并形成二次电路, 以及

- 细长形状的第一磁性部分(30)和至少一个细长形状的第二磁性部分(40), 第一磁性部分(30)包括第一参考面(32), 第二磁性部分(40)包括第二参考面(42),

电流互感器(1)的特征在于:

- 第一印刷电路(50)包括放置在第三侧(55)附近的第一定位器件(58)和放置在第四侧(56)附近的第二定位器件(59),

- 第一磁性部分(30)包括第一保持器件(31),

- 第二磁性部分(40)包括第二保持器件(41),

第一定位器件(58)设置成与第一保持器件(31)连接在一起, 以便将第一参考面(32)相对于第三侧(55)保持在预定距离, 并且第二定位器件(59)设置成与第二保持器件(41)连接在一起, 以便将第二参考面(42)相对于第四侧(56)保持在预定距离。

2. 根据权利要求1所述的电流互感器, 其特征在于,

- 第一定位器件(58)和第二定位器件(59)是在第一印刷电路(50)中钻出的孔,

- 第一保持器件(31)是设置成插入第一定位器件(58)的栓钉

- 第二保持器件(41)是设置成插入第二定位器件(59)的栓钉。

3. 根据权利要求2所述的电流互感器, 其特征在于,

- 第一定位器件(58)放置在形成于第一印刷电路(50)的第三侧(55)中的第一突起(50a)中,

- 第二定位器件(59)放置在形成于所述第一印刷电路(50)的第四侧(56)中的第二突起(50b)中,

- 第一保持器件(31)由第一磁性部分(30)的切口形成

- 第二保持器件(41)由第二磁性部分(40)的切口形成。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的电流互感器, 其特征在于, 第一线圈(10)和第二线圈(20)由以恒定线圈节距(P)盘绕的匝形成。

5. 根据权利要求4所述的电流互感器, 其特征在于, 线圈节距(P)在50至700微米的范围内。

6. 根据权利要求4所述的电流互感器, 其特征在于, 第一参考面(32)和第二参考面(42)从第一上表面(51)和第一下表面(52)突出的距离大于线圈节距(P)。

7. 根据权利要求4所述的电流互感器, 其特征在于, 第一匝和第二匝中的每匝在第一印刷电路(50)的厚度中产生并且包括在第一印刷电路(50)的第一上表面(51)上的第一导电

段和在所述第一印刷电路(50)中的第一下表面(52)上的第二导电段,第一线圈(10)的匝的第一导电段与第二线圈(20)的匝的第一导电段相对于第一孔(57)的中心(57a)对称,第一线圈(10)的匝的第二导电段与第二线圈(20)的匝的第二导电段相对于第一孔(57)的中心(57a)对称。

8.根据权利要求4所述的电流互感器,其特征在于,第一线圈(10)包括在面向第一参考面(32)的第一端处的第一侧向匝,以及在面向第二参考面(42)的第二端处的第二侧向匝,第二线圈(20)包括在面向第一参考面(32)的第三端处的第三侧向匝,以及在面向第二参考面(42)的第四端处的第四侧向匝,第一线圈(10)和第二线圈(20)以以下方式放置在第一印刷电路(50)上:

- 第一线圈(10)的第一侧向匝与第一参考面(32)之间的距离等于线圈节距(P)的一半,
- 第二线圈(20)的第一侧向匝与第一参考面(32)之间的距离等于线圈节距(P)的一半,
- 第一线圈(10)的第二侧向匝与第二参考面(42)之间的距离等于线圈节距(P)的一半,

并且

- 第二线圈(20)的第二侧向匝与第二参考面(42)之间的距离等于线圈节距(P)的一半。

9.根据权利要求8所述的电流互感器,其特征在于,第一线圈(10)和第二线圈(20)的第一侧向匝(11,21)和第二侧向匝(14,24)的第一或第二段中的至少一个的端部分别弯曲以形成C,其端部分别远离第一参考面(32)和第二参考面(42)延伸。

10.根据权利要求8所述的电流互感器,其特征在于,第一线圈(10)和第二线圈(20)串联电连接,第一线圈(10)的第一侧向匝连接到第二线圈(20)的第一侧向匝,并且第一线圈的第二侧向匝连接到第二线圈的第二侧向匝。

11.根据权利要求10所述的电流互感器,其特征在于,第一线圈(10)包括:

- 第一半线圈(10a),其包括第一电连接点(E),和
- 第二半线圈(10b),其包括第二电连接点(Vref1),

第一连接点和第二连接点位于第一侧(53)的中间。

12.根据权利要求1至3中任一项所述的电流互感器,其特征在于,它包括第三线圈(110)和第四线圈(120),它们通过平行六面体形状的第二印刷电路(150)制成,第二印刷电路(150)包括第二上表面(151)、第二下表面(152)、第五侧(153)、第六侧(154)、第七侧(155)和第八侧(156),第六侧(154)与第五侧(153)相对,第八侧(156)与第七侧(155)相对,第三线圈(110)和第四线圈(120)分别绕平行于第一线圈轴线(X1)和第二线圈轴线(X2)的轴线盘绕,第二印刷电路(150)包括在第二上表面(151)和第二下表面(152)中的第二孔(157),以形成电导体的通道,第三线圈(110)和第四线圈(120)位于第二孔(157)的两侧。

13.根据权利要求12所述的电流互感器,其特征在于,第二印刷电路(150)包括:

- 第三定位器件(158),其布置成与第一保持器件(31)连接在一起,以便将第一参考面(32)保持在与第七侧(155)相距预定距离处,以及
- 第四定位器件(159),其布置成与第二保持器件(41)连接在一起,以便将第二参考面(42)保持在与第八侧(156)相距预定距离处。

14.根据权利要求12所述的电流互感器,其特征在于,第三线圈(110)和第四线圈(120)由在第二印刷电路(150)的厚度中产生的匝形成:

- 第三线圈(110)沿与第一线圈(10)的盘绕方向相反的方向盘绕,并且

-第四线圈(120)沿与第二线圈(20)的盘绕方向相反的方向盘绕。

15.根据权利要求12所述的电流互感器,其特征在于,第三线圈(110)包括:

-第三半线圈(110a),其包括第三电连接点(S),和

-第四半线圈(110b),其包括第四电连接点(Vref2),

第三电连接点(S)和第四电连接点(Vref2)位于第五侧(153)的中间。

16.根据权利要求12所述的电流互感器,其特征在于,第一印刷电路(50)或第二印刷电路(150)包括第三突起(50c),用于放置:

-处理由第一线圈(10),第二线圈(20),第三线圈(110)和第四线圈(120)传递的信号并传递表示流过电流线(2)的电流的测量信号(M)的测量电路,

-将测量信号(M)传输到测量单元(5)的电连接。

17.一种用于测量流过电气设备的电流线(2)的电流的单元(5),其特征在于,它包括:

-根据权利要求1-16中任一项所述的电流互感器(1),包括第一孔(57)和第二孔(157),电流线(2)穿过所述第一孔(57)和第二孔(157),所述电流互感器(1)传递:

-表示流过通过第一孔(57)的电流线(2)的电流的第一测量信号(M1),以及

-表示流过穿过电流互感器(1)的第二孔(157)的电流线(2)的电流的第二测量信号(M2),以及

-测量电路,连接到电流互感器(1),以便接收第一测量信号(M1)和第二测量信号(M2),所述测量电路传递流过电流线(2)的电流的幅度的测量值(M),所述测量值(M)由第一测量信号(M1)和第二测量信号(M2)的测量值发出,

-连接到测量电路的接口电路,以显示测量信号的测量值(M)或发送所述测量值,以及

-供电电路,用于向测量电路和接口电路供电。

电流互感器和电流测量单元

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量流过电流导体的电流的电流互感器。在工业环境中,它更特别适用于交流电的测量。

[0002] 本发明还涉及一种用于测量电流幅度或用于测量功率或电能的单元。

背景技术

[0003] 在用于测量电流、功率或电能的单元中经常使用电流互感器,以传递表示在电气设备中待测量的电流的信号。电流互感器具有在待测电流流过的电流线和用于测量由电流互感器传递的信号的一个或多个电路之间提供电流隔离的优点。例如,该优点对于测量400V电压的电气设备中的电流是有用的。这种电流互感器的设计很简单,经过了试验和测试,但出现了与控制功耗有关的新约束:

[0004] -电流互感器必须传递足够幅度的信号,并且对于要测量的电流的宽幅度范围,其精度很高,

[0005] -互感器必须对串扰和外部电磁场不敏感,

[0006] -互感器必须紧凑,以便集成到小体积的测量单元中或安装在母线上,其电流导体之间的间距是标准化的,例如18,25或27mm,

[0007] -互感器的成本价格必须低,以便限制电气设备中测量点倍增所产生的费用,以及

[0008] -电流互感器必须能够在工业上批量生产,同时保证在不需要校准的情况下获得所需的测量精度。

[0009] 包括缠绕在磁路周围的线圈的电流互感器在除了非常低的电流和非常高的电流之外的待测量的变化范围内提供精确的信号。Rogowski互感器由于不包含磁路,因此具有非常高的动态测量范围,但信号电平较低。为了协调所有约束,一个折衷方案在于构造包括一个或多个磁芯的电流互感器,所述磁芯包括放置测量绕组的一个或多个间隙。例如,专利申请FR 2 891 946A1描述了一种开放式测量装置,包括缠绕在非磁性电枢上并放置在“U”形磁轭的间隙中的线圈。专利申请FR2977323A1描述了一种测量装置,其包括由两部分“I”形形成的磁芯,在其端部形成两个间隙,在所述两个间隙中放置两个次级测量线圈。

[0010] 在专利申请WO 01/57 543A1中描述了使用印刷电路来产生测量线圈:Rogowski电流传感器的第一变型包括两个圆形线圈,每个线圈放置在一个印刷电路板上。另一变型示出了矩形形状传感器,其侧面由直线线圈形成,并且其拐角由磁屏蔽部分形成。专利FR 2 920 881 B1描述了一种用于测量电流幅度的装置,该装置包括开放磁路,该开放磁路由容纳电线圈的大间隙限定,该间隙的宽度至少是磁路截面的两倍。

[0011] 现有技术文献中提出的解决方案允许在传感器具有圆形形状时以极好的精度测量电流。然而,当传感器具有适于放置在三相设备中的多边形形状时,所述解决方案不能令人满意地以高于0.5%的精度测量电流。具体地,每个传感器受到流过相邻相的电流产生的磁场的影响,并且由角引入的几何不连续性强调了这种负面影响。因此,本发明旨在弥补这些缺点。

发明内容

[0012] 为此,本发明涉及一种电流互感器,包括:

[0013] -第一线圈和第二线圈,其通过基本上平行六面体形状的第一印刷电路制成,第一印刷电路包括第一上表面,第一下表面,第一侧,第二侧,第三侧和第四侧,第二侧与第一侧相对,第四侧与第三侧相对,第一线圈由绕第一线圈轴线盘绕的第一匝形成,第一线圈轴线基本垂直于第三和第四侧,第二线圈由绕第二线圈轴线盘绕的第二匝形成,第二线圈轴线基本垂直于第三和第四侧,第一印刷电路包括在第一上表面和下表面中的第一孔,以形成电流线的通道,所述电流线形成电流互感器的初级电路,第一线圈和第二线圈放置在第一孔的两侧并形成二次电路,以及

[0014] -细长形状的第一磁性部分和至少一个细长形状的第二磁性部分,第一磁性部分包括第一参考面,第二磁性部分包括第二参考面,

[0015] 电流互感器使得:

[0016] -第一印刷电路包括放置在第三侧附近的第一定位器件和放置在第四侧附近的第二定位器件,

[0017] -第一磁性部分包括第一保持器件,

[0018] -第二磁性部分包括第二保持器件,

[0019] 第一定位器件设置成与第一保持器件连接在一起,以便将第一参考面相对于第三侧保持在预定距离,并且第二定位器件设置成与第二保持器件连接在一起,以便将第二参考面相对于第四侧保持在预定距离。

[0020] 有利地:

[0021] -第一定位器件和第二定位器件是在第一印刷电路中钻出的孔,

[0022] -第一保持器件是设置成插入第一定位器件的栓钉,并且

[0023] -第二保持器件是设置成插入第二定位器件的栓钉。

[0024] 优选地:

[0025] -第一定位器件放置在形成于第一印刷电路的第三侧中的第一突起中,

[0026] -第二定位器件放置在形成于所述第一印刷电路的第四侧中的第二突起中,

[0027] -第一保持器件由第一磁性部分的切口形成,并且

[0028] -第二保持器件由第二磁性部分的切口形成。

[0029] 有利地,第一线圈和第二线圈由以恒定线圈节距盘绕的匝形成。

[0030] 优选地,线圈节距在50至700微米的范围。

[0031] 有利地,第一参考面和第二参考面从第一上表面和第一下表面突出的距离大于线圈节距。

[0032] 有利地,每匝在第一印刷电路的厚度中产生并且包括在第一印刷电路的第一上表面上的第一导电段和在所述第一印刷电路中的第一下表面上的第二导电段,第一线圈的匝的第一导电段与第二线圈的匝的第一导电段相对于第一孔的中心对称,第一线圈的匝的第二导电段与第二线圈的匝的第二导电段相对于第一孔的中心对称。

[0033] 优选地,第一线圈包括在面向第一参考面的第一端处的第一侧向匝,以及在面向第二参考面的第二端处的第二侧向匝,第二线圈包括在面向第一参考面的第三端处的第三侧向匝,以及在面向第二参考面的第四端处的第四侧向匝,第一线圈和第二线圈以以下的

方式放置在第一印刷电路上：

- [0034] -第一线圈的第一侧向匝与第一参考面之间的距离基本上等于线圈节距的一半，
- [0035] -第二线圈的第一侧向匝与第一参考面之间的距离基本上等于线圈节距的一半，
- [0036] -第一线圈的第二侧向匝与第二参考面之间的距离基本上等于线圈节距的一半，并且
- [0037] -第二线圈的第二侧向匝与第二基准面之间的距离基本上等于线圈节距的一半。
- [0038] 有利地，第一线圈和第二线圈的第一侧向匝和第二侧向匝的第一或第二段中的至少一个的端部分别弯曲以形成C，其端部分别远离第一参考面和第二参考面延伸。
- [0039] 优选地，第一和第二线圈串联电连接，第一线圈的第一侧向匝连接到第二线圈的第一侧向匝，并且第一线圈的第二侧向匝连接到第二线圈的第二侧向匝。
- [0040] 有利地，第一线圈包括：
- [0041] -第一半线圈，包括第一电连接点，和
- [0042] -第二半线圈，包括第二电连接点，
- [0043] 第一连接点和第二连接点基本上位于第一侧的中间。
- [0044] 优选地，互感器包括第三线圈和第四线圈，它们通过基本上平行六面体形状的第二印刷电路制成，第二印刷电路包括第二上表面，第二下表面，第五侧，第六侧，第七侧和第八侧，第六侧与第五侧相对，第八侧与第七侧相对，第三和第四线圈分别绕平行于第一和第二线圈轴线的轴线盘绕，第二印刷电路包括在两个第二表面中的第二孔，以形成电导体的通道，第三线圈和第四线圈位于第二孔的两侧。
- [0045] 有利地，第二印刷电路包括：
- [0046] -第三定位器件，其布置成与第一保持器件连接在一起，以便将第一参考面保持在与第七侧相距预定距离处，以及
- [0047] -第四定位器件，其布置成与第二保持器件连接在一起，以便将第二参考面保持在与第八侧相距预定距离处。
- [0048] 优选地，第三线圈和第四线圈由在第二印刷电路的厚度中产生的匝形成：
- [0049] -第三线圈沿与第一线圈的盘绕方向相反的方向盘绕，并且
- [0050] -第四线圈沿与第二线圈的盘绕方向相反的方向盘绕。
- [0051] 优选地，第三线圈包括：
- [0052] -第三半线圈，其包括第三电连接点，和
- [0053] -第四半线圈，包括第四电连接点，
- [0054] 第三电连接点和第四电连接点基本上位于第五侧的中间。
- [0055] 优选地，第一印刷电路或第二印刷电路包括第三突起，用于放置：
- [0056] -用于处理由第一，第二，第三和第四线圈传递的信号并传递表示流过电流线的电流的测量信号的一个或多个测量电路，
- [0057] -用于将测量信号传输到测量单元的电连接。
- [0058] 本发明的另一主题是一种用于测量流过电气设备的电流线的电流的单元，所述单元包括：
- [0059] -如上所述的电流互感器，包括第一孔和第二孔，电流线通过该第一孔和第二孔，所述电流互感器传递：

- [0060] -第一测量信号,表示流过穿过第一孔的电流线的电流,和
- [0061] -表示流过穿过电流测量装置的第二孔的电流线的电流的第二测量信号,以及
- [0062] -测量电路,连接到电流互感器,以便接收第一测量信号和第二测量信号,所述测量电路传递流过电流线的电流的幅度的测量值,所述测量值由第一测量信号和第二测量信号的测量值发出,
- [0063] -连接到测量电路的接口电路,以显示测量信号的测量值或发送所述测量值,以及
- [0064] -供电电路,用于向测量电路和接口电路供电。

附图说明

- [0065] 通过以下对本发明特定实施例的描述,其他优点和特征将变得更加清楚,所述特定实施例是通过非限制性示例给出的,并且在附图中示出,其中:
- [0066] -图1是根据本发明的电流互感器的第一实施例的分解图,
- [0067] -图2示出了从用于产生电流互感器的线圈并用精密磁性部件保持的第一印刷电路的第一下表面侧看到的电流互感器1,
- [0068] -图3是由在印刷电路的厚度中形成的匝组成的线圈的透视图,
- [0069] -图4是印刷电路的一个面的视图,以示出电流互感器的线圈的匝数的区段的布置,
- [0070] -图5是电流互感器线圈的布线图,
- [0071] -图6是根据本发明的电流互感器的第二实施例的分解图,
- [0072] -图7以方框图的形式示出了包括根据本发明的电流互感器的电流测量单元的各种功能模块,以及
- [0073] -图8是电流测量单元的分解图。

具体实施方式

[0074] 图1是根据本发明的电流互感器1的第一实施例的分解图。所述电流互感器1包括第一线圈10和第二线圈20,它们通过基本上平行六面体形状的第一印刷电路50制成。所述第一印刷电路50包括第一上表面51,第一下表面52,第一侧53,第二侧54,第三侧55和第四侧56,第二侧54与由印刷电路50形成的平行六面体中的第一侧53相对,第四侧56与第三侧55相对。第一线圈10由第一匝形成,第一匝形成在第一印刷电路50的厚度中并且绕第一线圈轴线X1盘绕,第一线圈轴线X1基本垂直于第三和第四侧55,56。第二线圈20由第二匝形成,第二匝围绕第二线圈轴线X2盘绕,第二线圈轴线X2基本垂直于第三和第四侧55,56。第一印刷电路50包括在两个面51,52中的第一孔57,以便形成电流线2的通路,所述电流线形成电流互感器1的初级电路。第一线圈和第二线圈10,20放置在第一孔57的任一侧上并形成电流互感器1的次级电路。

[0075] 电流互感器1还包括细长形状的第一磁性部分30和至少一个细长形状的第二磁性部分40,第一磁性部分30包括第一参考面32,第二磁性部分40包括第二参考面42。为了使电流互感器1的工业生产合理化,第一和第二磁性部件30,40优选地是相同的。磁性部件的材料优选由铁和镍组成。

[0076] 为了以极好的精度测量电流,必须尽可能地限制串扰,即与流过电流线2的待测电

流无关的外部磁场的影响。为此,需要相对于第一和第二线圈10,20的匝精确地控制磁性部件30,40的位置。可以在大规模制造工艺中在工业上将匝定位在印刷电路上,精度为 ± 50 微米。同样,印刷电路平面度的非常精细的工业控制保证了每匝的面积得到精细控制。要解决的一个问题是相对于第一和第二线圈10,20的匝,并且因此相对于第一印刷电路50,精确且可再现地定位第一和第二磁性部件30,40。为此,第一印刷电路50包括第一定位器件58和第二定位器件59,第一定位器件58放置在第三侧55附近,第二定位器件59放置在第四侧56附近。第一磁性部件30包括第一保持器件31,第二磁性部件40包括第二保持器件41。第一定位器件58布置成与第一保持器件31连接在一起,以便将第一参考面32相对于第三侧55保持在精确且预定的距离。第二定位器件59布置成与第二保持器件41连接在一起,以便将第二参考面42相对于第四侧56保持在精确且预定的距离。以这种方式,通过一方面控制磁性部件相对于第三和第四侧55,56的精确位置,另一方面,通过高精度地控制第一和第二线圈的匝在印刷电路上的位置,特别是相对于第三和第四侧的位置,第一和第二线圈的匝相对于磁性部件以高精度并且以可在工业上再现的方式定位,其中在大规模制造过程中具有相同的精度。

[0077] 优选地,第一定位器件58和第二定位器件59是在第一印刷电路50中钻出的至少一个孔,第一保持器件31是至少一个栓钉,其尺寸设计成插入第一定位器件58,并且第二保持器件41是至少一个栓钉,其尺寸设计成插入第二定位器件59中。优选地,第一保持器件31是方形横截面的至少一个栓钉,其侧面的尺寸略小于或等于对应于第一定位器件58的孔的直径。因此,栓钉被压配合到定位孔中并且自然地在定位孔58中居中。优选地,栓钉的端部是倾斜的,以便强调使对应于第一保持器件31的栓钉在与第一定位器件58对应的孔中居中的效果。作为变型,在保持器件31,41的表面上形成倒钩,以便将磁性部件30,40牢固地紧固到第一印刷电路50。第二保持器件41和第二定位器件59分别与第一保持器件31和第一定位器件58相同。优选地,多个栓钉形成每个第一定位器件31或每个第二定位器件41,并且多个定位孔形成每个第一定位器件58和每个第二定位器件59,如图1所示。可以采用其他解决方案,例如锥形栓钉,只要保持器件与定位器件无松弛地相互作用即可。图2示出了从第一印刷电路50的第一下表面52侧看到的电流互感器1。优选地,第一磁性部件30和第二磁性部件40通过由磁性金属材料制成的平行六面体板制成。第一和第二保持器件31,41优选地分别通过平板切割或冲压在第一磁性部分30和第二磁性部分40中切割。第一印刷电路50包括形成在第一印刷电路50的第三侧55中的第一突起50a,并包括形成在所述第一印刷电路50的第四侧56中的第二突起50b。优选地,对应于第一定位器件58的至少一个孔形成在第一突起50a中,并且对应于第二定位器件59的至少一个孔形成在第二突起50b中。以这种方式,第一定位器件58和第二定位器件59定位在第一和第二磁性部件的轴线上,这简化了组装,减少了部件的数量并增加了电流互感器1的紧凑性。

[0078] 作为变型(未示出),第一印刷电路50可以由两个独立的印刷半电路,用于形成第一线圈10的第一印刷半电路和用于形成第二线圈20的第二印刷半电路形成,两个印刷半电路由磁性部件31,41的第一和第二保持器件保持和定位。

[0079] 第一线圈10和第二线圈20由在第一印刷电路50的厚度中产生的匝形成,所述匝以恒定的线圈节距P盘绕,如图2所示。优选地,线圈节距P介于50至700微米的范围。另外,为了减小由外部磁场引起的扰动的影响,第一参考面32和第二参考面42位于与第一印刷电路50

的第一上表面51和第一下表面52相距比线圈节距P大的距离处。因此,第一印刷电路50在第三和第四侧55,56上侧接第一磁性部分30和第二磁性部分40。

[0080] 每个线圈的每匝由第一印刷电路50的第一上表面51上的第一导电段和所述第一印刷电路50的第一下表面52上的第二导电段组成,如图3所示。第一段的端部通过导电通孔以本身已知的方式连接到第二段的端部。例如,第一线圈10的第一侧向匝11由第一上表面51上的第一段11a构成,所述第一段通过第一通孔11c连接到第一下表面52上的第二段11b。第二通孔11d将第一匝11连接到随后的匝。第一线圈10还包括由第一和第二段14a,14b以及第一和第二通孔14c,14d组成的第二侧向匝14。为了减小扰动外部磁场的影响,第一线圈10的匝的第一导电段与第二线圈20的匝的第一导电段相对于第一孔57的中心57a对称,第一线圈10的匝的第二导电段与第二线圈20的匝的第二导电段相对于第一孔57的中心57a对称,如图4所示。第一线圈10的任何给定匝13的第一段13b相对于中心57a具有对称23b。

[0081] 如图2所示,第一线圈10的第一侧向匝11放置在第一线圈10的面向第一磁性部件30的第一参考面32的第一端,并且第二侧向匝14放置在第一线圈10面向第二磁性部件40的第二参考面42的第二端。以相同的方式,第二线圈20包括在面向第一参考面32的第三端处的第三侧向匝21,以及在面向第二参考面42的第四端处的第四侧向匝24。有利地,第一线圈10和第二线圈20以这样的方式放置在第一印刷电路50上:

[0082] -第一线圈10的第一侧向匝11与第一参考面32之间的距离基本上等于线圈节距P的一半,即 $P/2$,

[0083] -第二线圈20的第一侧向匝21与第一参考面32之间的距离基本上等于线圈节距P的一半,

[0084] -第一线圈10的第二侧向匝14与第二参考面42之间的距离基本上等于线圈节距P的一半,并且

[0085] -第二线圈20的第二侧向匝24与第二基准面42之间的距离基本上等于线圈节距P的一半。

[0086] 以这种方式,磁性部件具有优异的磁导率并且表现为相对于第一线圈10和第二线圈20的磁分流,第一线圈10的第一侧向匝11与第二线圈20的第一侧向匝21之间的距离等于线圈节距P的一半的两倍,即线圈节距P。对于第一线圈10的第二侧向匝14与第二线圈20的第二侧向匝24之间的距离也是相同的。因此,第一线圈10和第二线圈20实际上形成不间断的匝组,相当于单个线圈,以等于P的恒定线圈节距盘绕。如果要保证线圈节距对于由第一线圈10和第二线圈20形成的所有匝而言严格恒定,非常重要的是,第一参考面32精确地定位在与第三侧55相距预定距离处并且因此定位在与第一侧向匝11相距精确距离处。相同的定位约束适用于电流互感器1的线圈的所有侧向匝。为了严格地应用所述定位约束,并且由于需要在每个段端部和与端部连接的通孔之间形成连接垫,所以第一线圈10的第一侧向匝11的第一段11a或14a中的至少一个或第二段11b或14b中的至少一个弯曲成“C”形,其端部分别远离第一参考面32和第二参考面42延伸。因此,所述通孔被放置在与参考面32,42相距大于线圈节距P的一半的距离处。图3中所示的第一段11a示出了这种特定的布置。在第二线圈20的第一侧向匝21的第一或第二段21a,21b中的至少一个或第二线圈20的第二侧向匝24的第一或第二段24a,24b中的一个中再现该布置。

[0087] 第一和第二线圈10,20用于传递表示在电流线2中待测量的电流的信号。为此,如

图5所示,第一线圈10和第二线圈20以下列方式串联电连接:

[0088] -第一线圈10的第一侧向匝11连接到第二线圈20的第一侧向匝21,并且

[0089] -第一线圈的第二侧向匝14连接到第二线圈的第二侧向匝24。

[0090] 此外,第一线圈10包括:

[0091] -第一半线圈10a,包括第一电连接点E,和

[0092] -第二半线圈10b,包括第二电连接点Vref1

[0093] 第一连接点和第二连接点基本上位于第一侧53的中间。第一连接点E和第二连接点Vref1之间的电信号的测量传递对流过电流线2的电流的测量。为了使第一线圈10和第二线圈20相对于第一孔57的中心57a完全对称,第二线圈也由串联连接两个半线圈20a,20b组成。

[0094] 如此描述的电流互感器1允许以高精度测量电流。为了增加电信号电平并进一步提高对外部磁场的抗扰度,图6中示出了第二实施例。电流互感器1包括第三线圈110和第四线圈120,其通过大致平行六面体形状的第二印刷电路150产生,包括第二上表面151,第二下表面152,第五侧153,第六侧154,,第七侧155和第八侧156,第六侧154与第五侧153相对,第八侧156与第七侧155相对。第三线圈110和第四线圈120分别围绕与第一和第二线圈轴线X1,X2平行的轴线盘绕。第二印刷电路150包括在两个第二面151,152中的第二孔157,以便形成用于电流线2的通道,第三线圈110和第四线圈120被放置在第二孔的任一侧157。为了精确地控制磁性部件30,40相对于第三和第四线圈110,120的匝的位置,第二印刷电路150至少包括:

[0095] -第三定位器件158,布置成与第一保持器件31连接在一起,以便精确地将第一参考面32保持在与第七侧155相距预定距离处,以及

[0096] -第四定位器件159,其布置成与第二保持器件41连接在一起,以便精确地将第二参考面42保持在与第八侧156相距预定距离处。

[0097] 因此,类似于第一和第二线圈10,20的定位方式,通过控制磁性部件30和40相对于第七和第八侧155,156的位置,第三和第二线圈的匝高精度地定位在印刷电路上,并且最特别地相对于第七和第八侧155,156高精度地定位,第三和第四线圈的匝相对于磁性部件30,40高精度地定位。第一印刷电路50和第二印刷电路150优选地彼此粘合。

[0098] 第三线圈110和第四线圈120由在第二印刷电路150的厚度中产生的匝形成,类似于第一线圈10和第二线圈20,其由第一印刷电路50的厚度中产生的匝形成。为了增加对外部磁场的抵抗力,第三线圈110在与第一线圈10的盘绕方向相反的方向上盘绕,并且第四线圈120在与第二线圈20的盘绕方向相反的方向上盘绕。盘绕方向由位于图5中的各个线圈中的每一个上方的箭头表示。等同于第一实施例,第一参考面32和第二参考面42位于与第一印刷电路50的第一上表面51和第二印刷电路150的第二下表面152相距比线圈节距P大的距离处。因此,第一印刷电路50和第二印刷电路150侧接第一磁性部分30和第二磁性部分40。

[0099] 类似于第一线圈10和第二线圈20,第三线圈110包括:

[0100] -第三半线圈110a,包括第三电连接点S,和

[0101] -第四半线圈110b,包括第四电连接点Vref2

[0102] 第三电连接点S和第四电连接点Vref2基本上位于第五侧153的中间。

[0103] 为了使第三线圈110和第四线圈120相对于第二孔157的中心完全对称,所述第四

线圈120也由串联连接的两个半线圈120a,120b组成。由此形成的电流互感器1能够传递:

[0104] -第一测量信号M1,表示流过穿过第一孔57的电流线2的电流,和

[0105] -第二测量信号M2,表示流过穿过电流互感器1的第二孔157的电流线2的电流。

[0106] 第一测量信号M1是存在于第一电连接点E和第二电连接点Vref1之间的信号。第二测量信号M2是存在于第三电连接点S和第四电连接点Vref2之间的信号。测量M由第一测量信号M1和第二测量信号M2的测量结果发出。优选地,连接点Vref1和Vref2连接到相同的参考电位,并且测量M是在第一电连接点E和第三电连接点之间测量相对于所述参考电位的电压差的结果。因此,测量值M对应于第一信号M1的测量值加上第二信号M2的测量值。

[0107] 更一般地,为了增加电信号电平,电流互感器1可以包括尽可能多的线圈10,20,110,120,根据需要在许多印刷电路50,150中形成,只要印刷电路包括设置成与保持装置连接在一起以精确地将磁性部件的参考面保持在与印刷电路的侧面相距预定距离处的定位器件即可。

[0108] 为了减小由外部电磁场引起的扰动对电流互感器1和用于测量传递到连接点E,S,Vref1和Vref2的信号的电路之间的连接的影响,第一印刷电路50或第二印刷电路包括第三突起50c,优选地形成在第一或第二侧53,54中,用于放置:

[0109] -测量电路,用于处理由第一,第二,第三和第四线圈10,20,110,120传递的信号,并传递表示流过电流线2的电流的测量信号M,

[0110] -用于将测量信号传输到测量单元5的电连接。

[0111] 以这种方式,电流互感器1和测量电路之间的连接长度被最小化,因此最小化外部扰动的影响。

[0112] 上述技术特征使得可以制造电流互感器1,其在不需调节或校准的情况下传递极其精确的测量信号M,同时受益于对外部电磁扰动的高抗扰度:可实现优于0.2%的串扰水平。印刷电路技术的使用允许高度精确的生产和工业大规模制造,其与关于磁性部件与印刷电路的组装的简单且巧妙的设计相关联,允许以低成本价格获得高性能产品。另外,由于电流互感器1非常紧凑,所以可以将所述互感器结合到电气设备中,其中电流线2非常靠近在一起。根据本发明的电流互感器还可以用在用于保护或控制诸如断路器或接触器的配电电路的单元中。

[0113] 本发明还涉及一种用于测量流过电气设备的电流线2的电流并包括根据本发明的电流互感器的单元5。这种测量单元在图7中以框图的形式示出,并且在图8中以分解图的形式示出。所述测量单元5包括:

[0114] -测量电路51,用于传递流过电流线2的电流幅度的测量值M,

[0115] -连接到测量电路51的接口电路52,用于通过无线器件,例如NFC,蓝牙,ZigBee或RFID类型,或通过有线通信,在本地显示测量信号的测量值M或发送所述测量值M的值,

[0116] -供电电路53,用于向测量电路和接口电路52供电,和

[0117] -如上所述的电流互感器1,包括第一孔57和第二孔157,电流线2穿过所述第一孔57和第二孔157,所述电流互感器1连接到测量电路51,以便将以下传递到所述测量电路51:

[0118] -第一测量信号M1,表示流过穿过第一孔57的电流线2的电流,和

[0119] -第二测量信号M2,表示流过穿过电流互感器1的第二孔157的电流线2的电流。

[0120] 这种测量单元5非常精确,对外部扰动非常不敏感并且不是很大。它特别用于测量

电气设备中的电流、功率或能量。

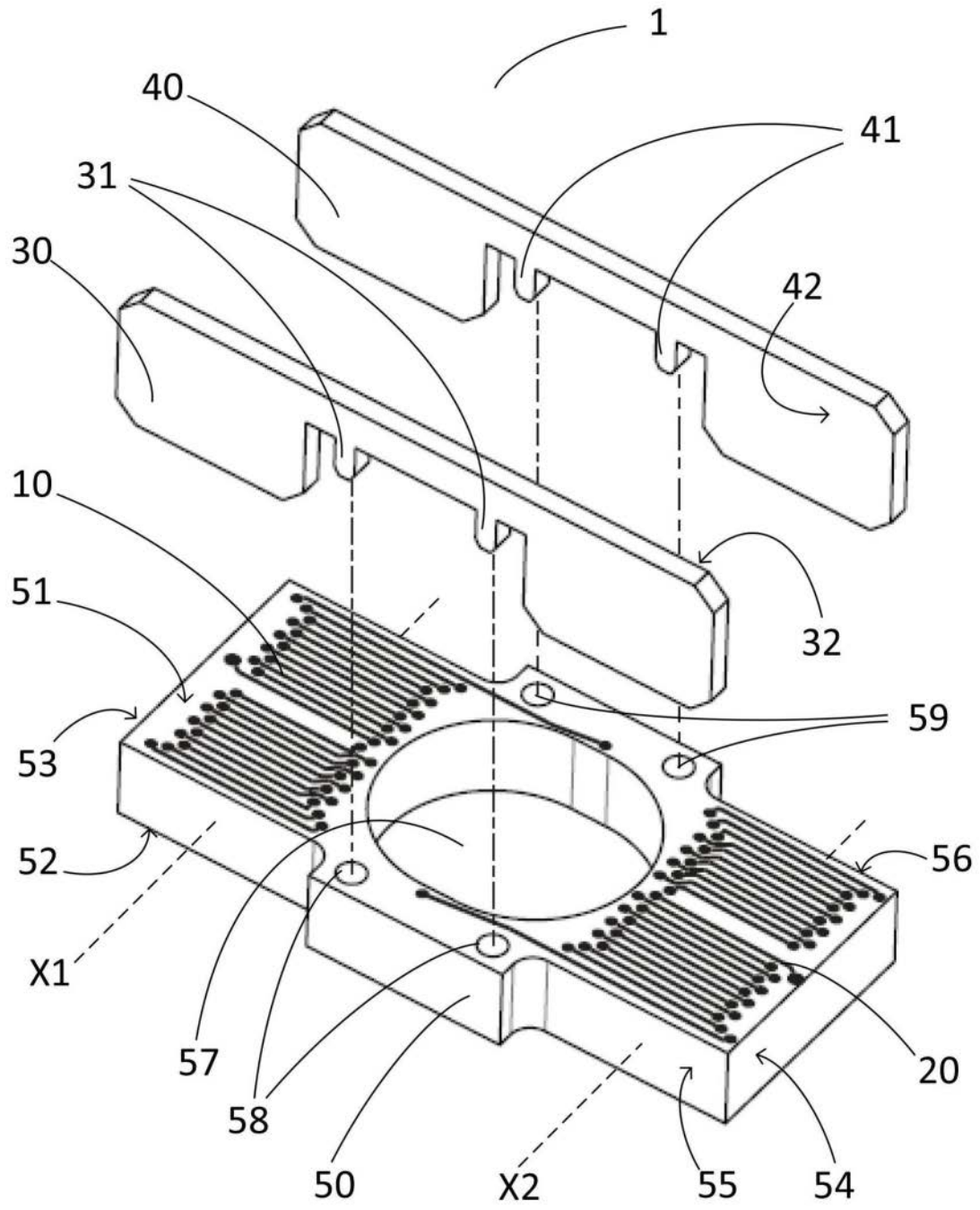


图1

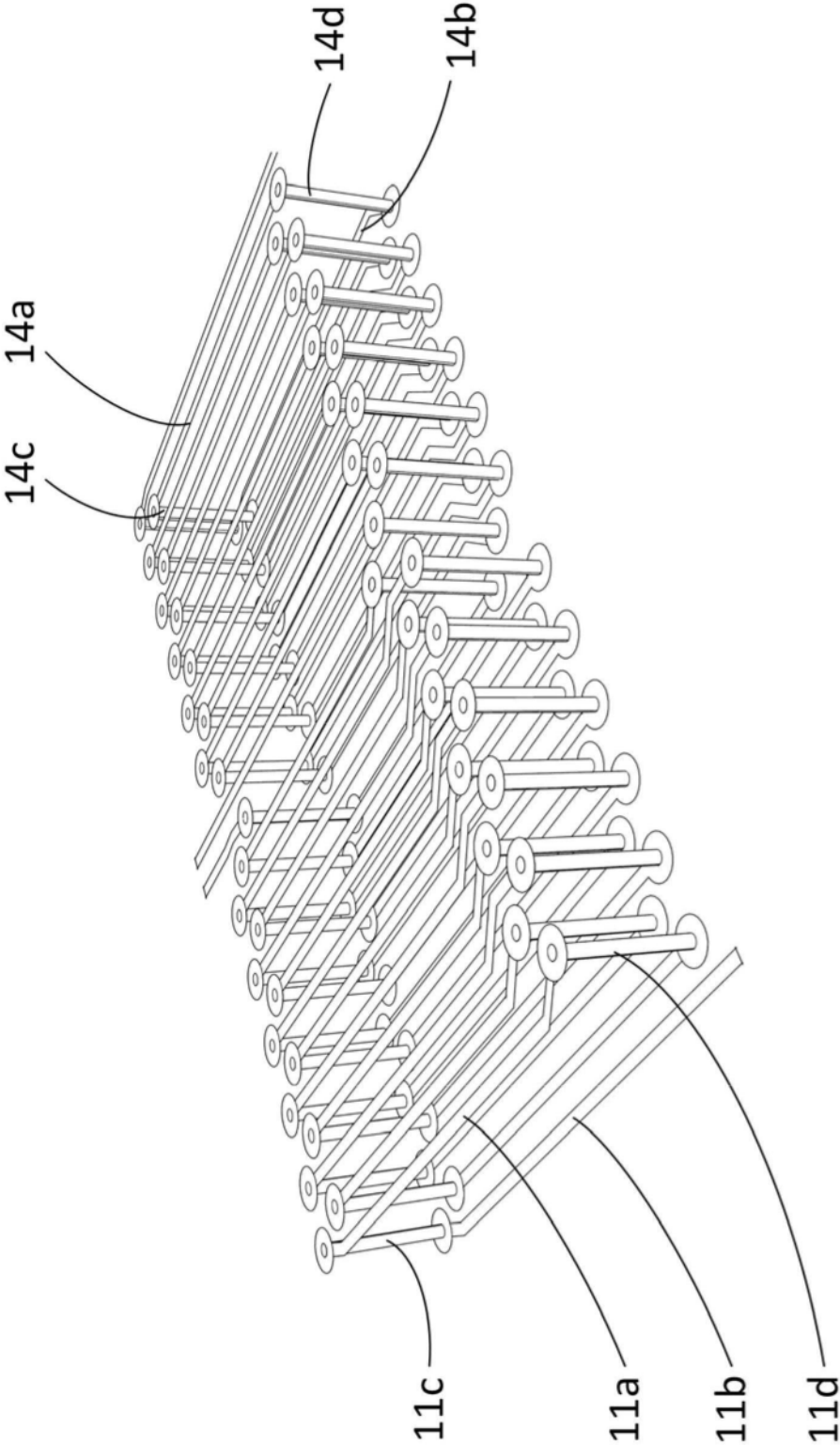


图3

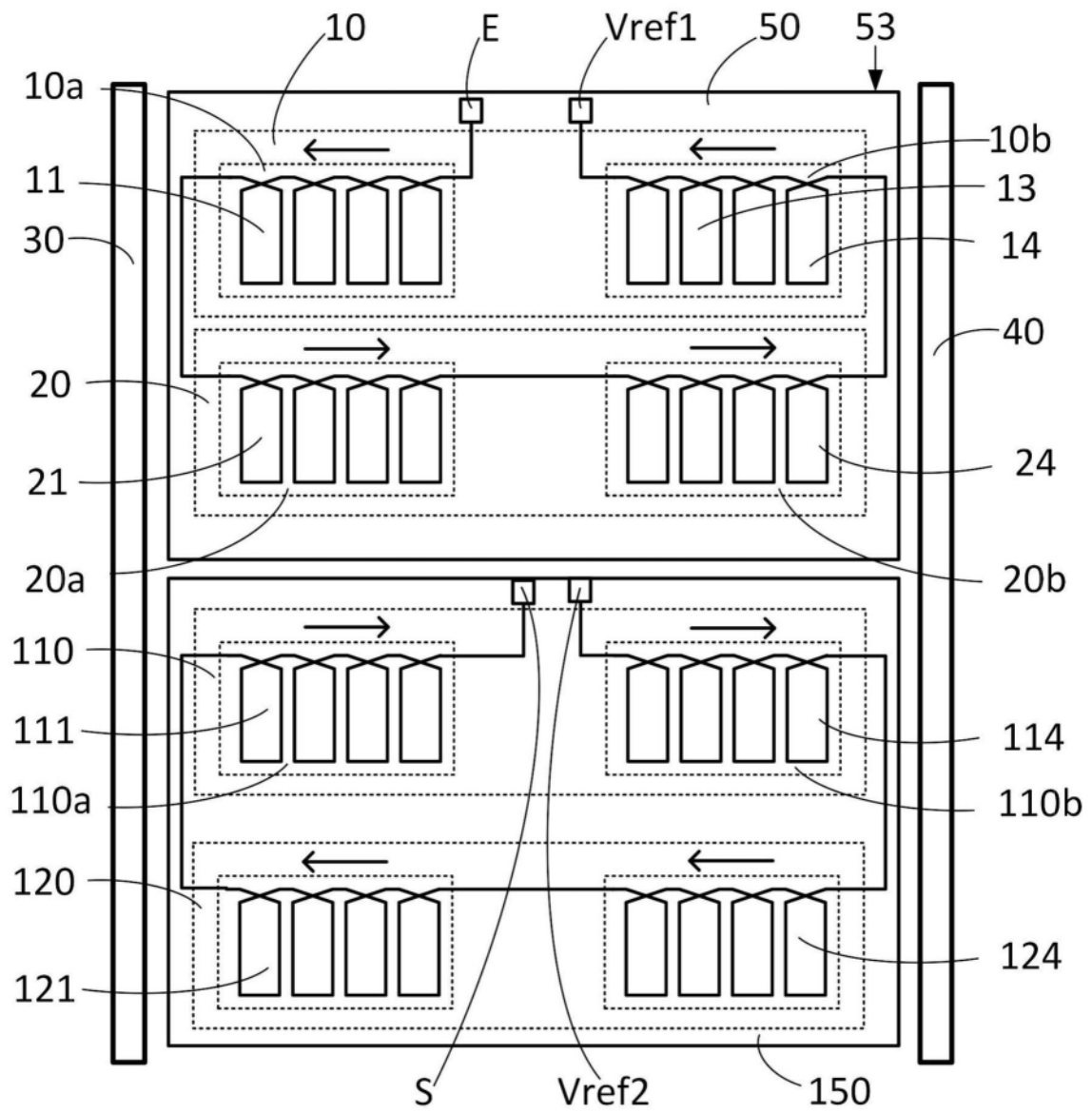


图5

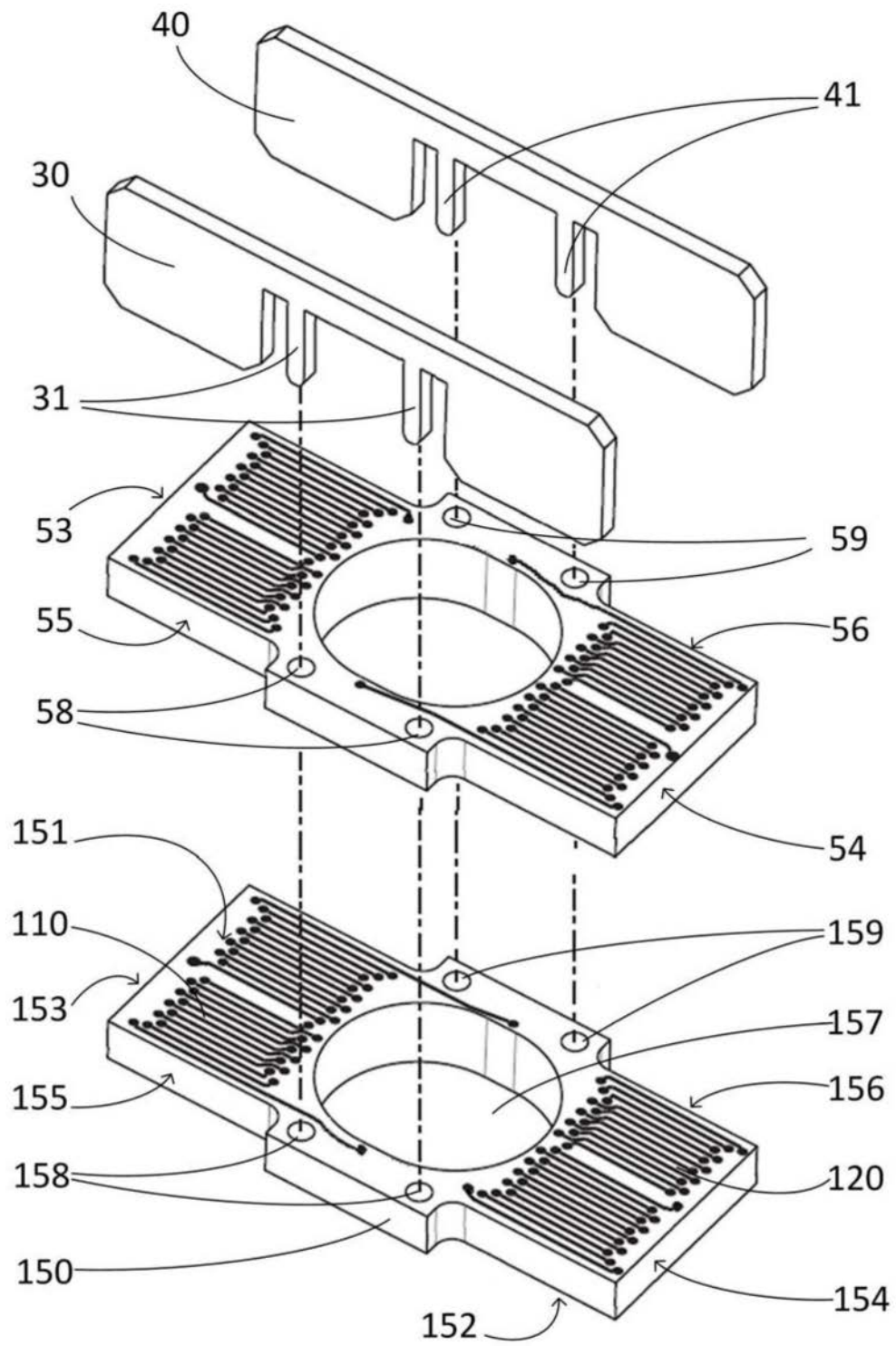


图6

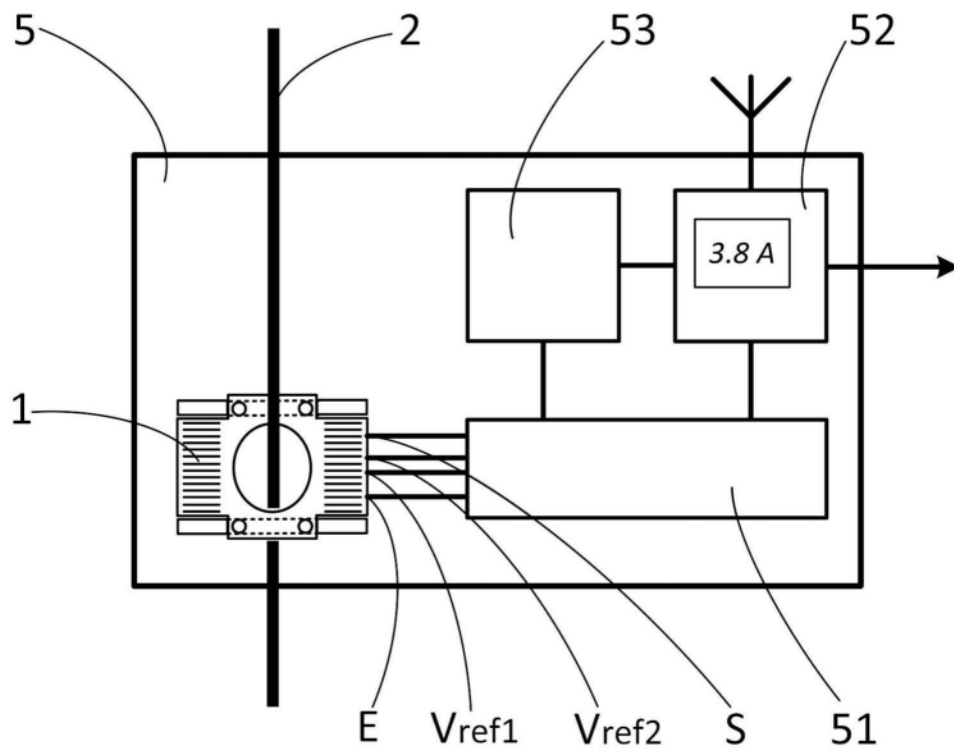


图7

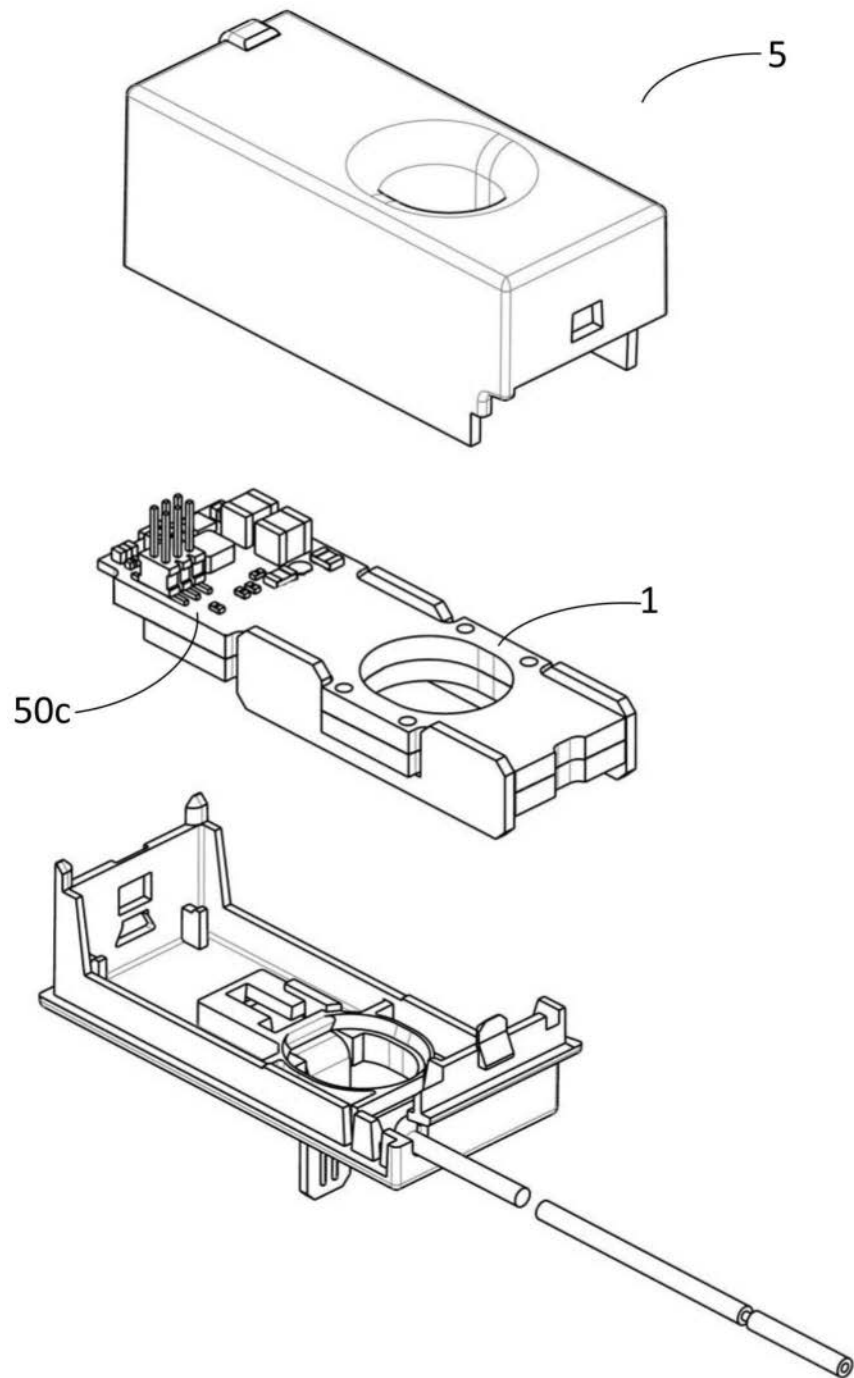


图8