



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212207492 U

(45) 授权公告日 2020.12.22

(21) 申请号 202020612035.1

(22) 申请日 2020.04.22

(73) 专利权人 江苏多维科技有限公司

地址 215634 江苏省苏州市张家港市保税
区广东路7号E栋

(72) 发明人 张小军 周桂祥 郭海平 薛松生

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 孟金喆

(51) Int. Cl.

G01R 15/20 (2006.01)

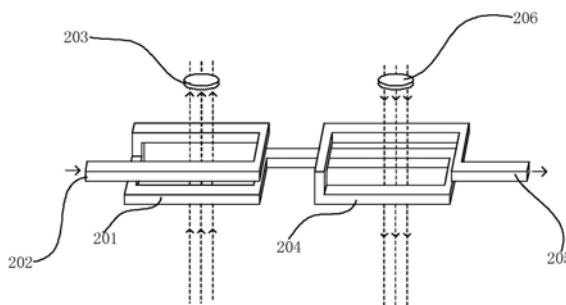
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种电流传感器

(57) 摘要

本实用新型实施例公开了一种电流传感器，包括：基板内设置有第一线圈和第二线圈，第一线圈和第二线圈串联连接且绕制方向相反；磁敏结构包括位于基板的同一表面上且灵敏方向相同的第一磁敏元件和第二磁敏元件，一个磁敏元件设置在一个线圈的正上方，第一线圈的匝数与第一磁敏元件的灵敏度的乘积等于第二线圈的匝数与第二磁敏元件的灵敏度的乘积；信号处理单元与第一磁敏元件位于基板的同一表面上，磁敏结构的信号输出端与信号处理单元的信号输入端电连接，信号处理单元的信号输出端通过电压输出引脚输出被测电压信号。本实用新型实施例中，电流传感器在有无外界磁场干扰的情况下其输出电压不受外界磁场的干扰影响，提高了测量精度。



1. 一种电流传感器,其特征在于,包括:基板、磁敏结构和信号处理单元;

所述基板内设置有第一线圈和第二线圈,所述第一线圈和所述第二线圈沿平行于所述基板所在平面的方向排布且串联连接,所述第一线圈和所述第二线圈的绕制方向相反;

所述磁敏结构包括位于所述基板的同一表面上且灵敏方向相同的第一磁敏元件和第二磁敏元件,所述第一磁敏元件设置在所述第一线圈的正上方且所述第二磁敏元件设置在所述第二线圈的正上方,所述第一线圈的匝数与所述第一磁敏元件的灵敏度的乘积等于所述第二线圈的匝数与所述第二磁敏元件的灵敏度的乘积;

所述信号处理单元与所述第一磁敏元件位于所述基板的同一表面上,所述磁敏结构的信号输出端与所述信号处理单元的信号输入端电连接,所述信号处理单元的信号输出端通过电压输出引脚输出被测电压信号。

2. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,还包括:封装体,包含所述磁敏结构和所述信号处理单元的所述基板的部分或者全部封装于所述封装体内,引脚位于所述封装体外。

3. 根据权利要求2所述的电流传感器,其特征在于,所述封装体的封装形式包括LGA封装、BGA封装、SOP封装或者DFN封装。

4. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述磁敏结构还包括:

设置在所述第一磁敏元件的背离所述基板的一侧上的一导磁体以及设置在所述第二磁敏元件的背离所述基板的一侧上的一导磁体;和/或,设置在所述第一磁敏元件的面向所述基板的一侧上的一导磁体以及设置在所述第二磁敏元件的面向所述基板的一侧上的一导磁体;

其中,所述导磁体的磁导率大于1。

5. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述第一磁敏元件的灵敏方向垂直于所述第一磁敏元件的表面,所述第二磁敏元件的灵敏方向垂直于所述第二磁敏元件的表面。

6. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述第一磁敏元件和第二磁敏元件均为霍尔效应元件、各向异性磁电阻元件、巨磁阻元件或隧道磁阻元件。

7. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述第一线圈和所述第二线圈均为单层线圈,所述单层线圈的匝数为一匝或多匝;或者,

所述第一线圈和所述第二线圈均为多层子线圈,所述子线圈的匝数为一匝或多匝。

8. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述第一线圈通过电流输入引脚接收被测电流信号,所述第二线圈通过电流输出引脚输出所述被测电流信号,其中,所述被测电压信号与所述被测电流信号成线性关系。

9. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述信号处理单元包含:放大组件和/或温度补偿组件;

所述温度补偿组件用于对所述磁敏结构输出的电压信号进行温度补偿以得到初级电压信号;

所述放大组件用于对所述初级电压信号进行放大以得到所述被测电压信号。

10. 根据权利要求1所述的电流传感器,其特征在于,所述基板为陶瓷基板、印刷电路板或电木基板。

一种电流传感器

技术领域

[0001] 本实用新型实施例涉及传感器技术,尤其涉及一种电流传感器。

背景技术

[0002] 电流传感器用于测量输出电流,可以大量应用在各种需要进行电流测量的设备或器件中,如变频器中多集成有大量的电流传感器。电流传感器有多种,其中芯片式电流传感器由于体积小安装方便等优势,在变频器中得到了广泛应用。

[0003] 现有的芯片式电流传感器容易受到外部磁场的干扰,外部磁场和被测电流流入传感器中所产生的磁场会叠加,导致测量不准确,即现有的芯片式电流传感器容易受到共模磁场信号的干扰,影响测量精度。

实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例提供一种电流传感器,提高电流传感器的测量精度。

[0005] 本实用新型实施例提供了一种电流传感器,包括:基板、磁敏结构和信号处理单元;

[0006] 所述基板内设置有第一线圈和第二线圈,所述第一线圈和所述第二线圈沿平行于所述基板所在平面的方向排布且串联连接,所述第一线圈和所述第二线圈的绕制方向相反;

[0007] 所述磁敏结构包括位于所述基板的同一表面上且灵敏方向相同的第一磁敏元件和第二磁敏元件,所述第一磁敏元件设置在所述第一线圈的正上方且所述第二磁敏元件设置在所述第二线圈的正上方,所述第一线圈的匝数与所述第一磁敏元件的灵敏度的乘积等于所述第二线圈的匝数与所述第二磁敏元件的灵敏度的乘积;

[0008] 所述信号处理单元与所述第一磁敏元件位于所述基板的同一表面上,所述磁敏结构的信号输出端与所述信号处理单元的信号输入端电连接,所述信号处理单元的信号输出端通过电压输出引脚输出被测电压信号。

[0009] 进一步地,电流传感器还包括:封装体,包含所述磁敏结构和所述信号处理单元的所述基板的部分或者全部封装于所述封装体内,引脚位于所述封装体外。

[0010] 进一步地,所述封装体的封装形式包括LGA封装、BGA封装、SOP封装或者DFN封装。

[0011] 进一步地,所述磁敏结构还包括:

[0012] 设置在所述第一磁敏元件的背离所述基板的一侧上的一导磁体以及设置在所述第二磁敏元件的背离所述基板的一侧上的一导磁体;和/或,设置在所述第一磁敏元件的面向所述基板的一侧上的一导磁体以及设置在所述第二磁敏元件的面向所述基板的一侧上的一导磁体;

[0013] 其中,所述导磁体的磁导率大于1。

[0014] 进一步地,所述第一磁敏元件的灵敏方向垂直于所述第一磁敏元件的表面,所述第二磁敏元件的灵敏方向垂直于所述第二磁敏元件的表面。

[0015] 进一步地,所述第一磁敏元件和第二磁敏元件均为霍尔效应元件、各向异性磁电阻元件、巨磁阻元件或隧道磁阻元件。

[0016] 进一步地,所述第一线圈和所述第二线圈均为单层线圈,所述单层线圈的匝数为一匝或多匝;或者,

[0017] 所述第一线圈和所述第二线圈均为多层子线圈,所述子线圈的匝数为一匝或多匝。

[0018] 进一步地,所述第一线圈通过电流输入引脚接收被测电流信号,所述第二线圈通过电流输出引脚输出所述被测电流信号,其中,所述被测电压信号与所述被测电流信号成线性关系。

[0019] 进一步地,所述信号处理单元包含:放大组件和/或温度补偿组件;

[0020] 所述温度补偿组件用于对所述磁敏结构输出的电压信号进行温度补偿以得到初级电压信号;

[0021] 所述放大组件用于对所述初级电压信号进行放大以得到所述被测电压信号。

[0022] 进一步地,所述基板为陶瓷基板、印刷电路基板或电木基板。

[0023] 本实用新型实施例提供的一种电流传感器,在封装体内部包括基板、磁敏结构和信号处理单元,基板具有两组串联连接的线圈,两个磁敏元件分别位于两组线圈中心的正上方,两组线圈的绕制方向相反,两个磁敏元件灵敏方向相同,其中一个线圈的匝数和与其正上方的一个磁敏元件的灵敏度的乘积等于另一个线圈的匝数和与其正上方的另一个磁敏元件的灵敏度的乘积。被测电流依次流过两组线圈,两个磁敏元件处产生的磁场方向相反,则两个磁敏元件的输出电压正负相反且大小相等,如此构成差分结构,能够相互抵消外界磁场的干扰,使得电流传感器在有无外界磁场干扰的情况下其输出电压均保持一致,输出结果不受外界磁场的干扰影响,以此提高电流传感器的测量精度。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本实用新型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做一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图虽然是本实用新型的一些具体的实施例,对于本领域的技术人员来说,可以根据本实用新型的各种实施例所揭示和提示的器件结构,驱动方法和制造方法的基本概念,拓展和延伸到其它的结构和附图,毋庸置疑这些都应该是本实用新型的权利要求范围之内。

[0025] 图1是本实用新型实施例提供的一种电流传感器的示意图;

[0026] 图2是本实用新型实施例提供的磁敏元件的灵敏度曲线的示意图;

[0027] 图3是本实用新型实施例提供的磁路分析的示意图;

[0028] 图4A-图4D是本实用新型实施例提供的封装结构的示意图;

[0029] 图5是本实用新型实施例提供的磁敏结构的示意图;

[0030] 图6是本实用新型实施例提供的磁敏结构的示意图;

[0031] 图7是本实用新型实施例提供的磁敏结构的示意图;

[0032] 图8是本实用新型实施例提供的线圈的示意图;

[0033] 图9是本实用新型实施例提供的线圈的示意图;

[0034] 图10是本实用新型实施例提供的线圈的示意图。

具体实施方式

[0035] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚,以下将参照本实用新型实施例中的附图,通过实施方式清楚、完整地描述本实用新型的技术方案,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例所揭示和提示的基本概念,本领域的技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范畴。

[0036] 参考图1所示,为本实用新型实施例提供的一种电流传感器的示意图。本实施例提供的电流传感器包括:基板102、磁敏结构和信号处理单元107;基板102内设置有第一线圈103和第二线圈104,第一线圈103和第二线圈104沿平行于基板102所在平面的方向排布且串联连接,第一线圈103和第二线圈104的绕制方向相反;磁敏结构包括位于基板102的同一表面上且灵敏方向相同的第一磁敏元件105和第二磁敏元件106,第一磁敏元件105设置在第一线圈103的正上方且第二磁敏元件106设置在第二线圈104的正上方,第一线圈103的匝数与第一磁敏元件105的灵敏度的乘积等于第二线圈104的匝数与第二磁敏元件106的灵敏度的乘积;信号处理单元107与第一磁敏元件103位于基板102的同一表面上,磁敏结构的信号输出端与信号处理单元107的信号输入端电连接,信号处理单元107的信号输出端通过电压输出引脚输出被测电压信号。可选第一磁敏元件105的灵敏方向垂直于第一磁敏元件105的表面,第二磁敏元件106的灵敏方向垂直于第二磁敏元件105的表面;其中,第一磁敏元件105和第二磁敏元件106的表面平行于基板102所在平面。

[0037] 本实施例中,可选基板102为陶瓷基板、印刷电路基板或电木基板。陶瓷基板、印刷电路基板或电木基板均具有优良的电绝缘性能,并能够在其上刻蚀出各种图形,具有很大的载流能力,因此通常作为大功率电力电子电路结构和互联技术的基础材料。可以理解,基板的材料包括但不限于以上所述。

[0038] 基板102内设置有第一线圈103和第二线圈104,第一线圈103和第二线圈104沿平行于基板102所在平面的方向排布且串联连接,第一线圈103和第二线圈104的绕制方向相反。被测电流信号流入串联的第一线圈103和第二线圈104,具体的,第一线圈103和第二线圈104的外围设置有引脚109,第一线圈103通过电流输入引脚接收被测电流信号,第二线圈104通过电流输出引脚输出被测电流信号。可以理解,电流传感器设置有多个引脚,不同引脚的连接结构和功能不同,例如第一线圈103的电流输入端与一引脚电连接,则该引脚为电流输入引脚,本实施例中将所有引脚标注为109,仅是对引脚这一结构的标注统称,与引脚的结构和功能不相关。

[0039] 本实施例中,磁敏结构包括位于基板102的同一表面上且灵敏方向相同的第一磁敏元件105和第二磁敏元件106,第一磁敏元件105设置在第一线圈103的正上方且第二磁敏元件106设置在第二线圈104的正上方。具体的,第一磁敏元件105在基板102上的正投影与第一线圈103交叠,可选第一磁敏元件105在基板102上的正投影位于第一线圈103的中心;第二磁敏元件106在基板102上的正投影与第二线圈104交叠,可选第二磁敏元件106在基板102上的正投影位于第二线圈104的中心。

[0040] 第一线圈103的匝数与第一磁敏元件105的灵敏度的乘积等于第二线圈104的匝数与第二磁敏元件106的灵敏度的乘积,第一线圈103和第二线圈104的绕制方向相反且第一磁敏元件105和第二磁敏元件106的灵敏度方向相同,则第一磁敏元件105与第一线圈103产

生的磁场方向不同于第二磁敏元件106与第二线圈104产生的磁场方向,该两个磁场方向相反,这样可以抵消外部的共模磁场干扰,提高检测准确性。

[0041] 本实施例中,信号处理单元107与第一磁敏元件103位于基板102的同一表面上,磁敏结构的信号输出端与信号处理单元107的信号输入端电连接,信号处理单元107的信号输出端通过电压输出引脚输出被测电压信号。具体的,第一磁敏元件105的信号输出端与信号处理单元107的第一输入端电连接,第二磁敏元件106的信号输出端与信号处理单元107的第二输入端电连接,则信号处理单元107分别接收到第一磁敏元件105的第一电压信号和第二磁敏元件106的第二电压信号,处理第一电压信号和第二电压信号可以得到被测电压信号。

[0042] 参考图2所示,为本实用新型实施例提供的磁敏元件的灵敏度曲线,其中,横坐标表征磁敏元件在灵敏度方向上的磁场,纵坐标表征磁敏元件的输出电压。可选第一磁敏元件和第二磁敏元件均为霍尔效应元件、各向异性磁电阻元件、巨磁阻元件或隧道磁阻元件。磁敏元件的工作磁场范围为 $-H_s \sim +H_s$,在此磁场范围内,磁敏元件的输出电压与磁敏元件在灵敏度方向上的磁场成线性关系。已知磁敏元件在灵敏度方向上的磁场与流入线圈的被测电流成线性关系,因此磁敏元件的输出电压与流入线圈的被测电流也成线性关系。

[0043] 参考图3所示,为本实用新型实施例提供的磁路分析的示意图。其中,被测电流的方向为第一线圈201的端口202流进且第二线圈204的端口205流出的方向,即图示的从左至右。根据右手螺旋定则,位于第一线圈201上方的第一磁敏元件203的位置处,第一磁敏元件203产生的磁场的方向为图示的向上;位于第二线圈204上方的第二磁敏元件206的位置处,第二磁敏元件206产生的磁场的方向为图示的向下。显然,两个磁敏元件的灵敏方向相同且产生的磁场方向相反,以此可以达到抗外界磁场干扰的效果。可选第一线圈201通过电流输入引脚接收被测电流信号,第二线圈204通过电流输出引脚输出被测电流信号,其中,被测电压信号与被测电流信号成线性关系。

[0044] 对于第一线圈103和第二线圈104具有相同匝数的情况,第一线圈103的匝数与第一磁敏元件105的灵敏度的乘积等于第二线圈104的匝数与第二磁敏元件106的灵敏度的乘积,则第一磁敏元件105和第二磁敏元件106的灵敏度相同。

[0045] 当被测电流为 I 时,第一线圈103在第一磁敏元件105处产生的磁场为 $-H_1$,第一磁敏元件105的输出电压为 $-V_1$;第二线圈104在第二磁敏元件106处产生的磁场为 $+H_1$,第二磁敏元件106的输出电压为 $+V_1$ 。信号处理单元107接收第一磁敏元件105的输出电压 $-V_1$ 和第二磁敏元件106的输出电压 $+V_1$,对该两个磁敏元件的输出电压进行相减计算,则信号处理单元107的输出电压 V_o 为 $(+V_1) - (-V_1) = 2V_1$ 。

[0046] 当被测电流为 I 且外部具有干扰磁场 ΔH 时,第一线圈103在第一磁敏元件105处产生的磁场为 $-H_1 + \Delta H$,第一磁敏元件105的输出电压为 $-V_1 + \Delta V$;第二线圈104在第二磁敏元件106处产生的磁场为 $+H_1 + \Delta H$,第二磁敏元件106的输出电压为 $+V_1 + \Delta V$ 。则信号处理单元107的输出电压 V_o 为 $(+V_1 + \Delta V) - (-V_1 + \Delta V) = 2V_1$ 。

[0047] 显然,电流传感器在有无外界磁场干扰的情况下其输出电压均保持一致,输出结果不受外界磁场的干扰影响。

[0048] 可选的信号处理单元包含:放大组件和/或温度补偿组件;温度补偿组件用于对磁敏结构输出的电压信号进行温度补偿以得到初级电压信号;放大组件用于对初级电压信号

进行放大以得到被测电压信号。对于灵敏度较低的电流传感器,信号处理单元接收第一磁敏元件的输出电压和第二磁敏元件的输出电压并对该两个磁敏元件的输出电压进行相减计算后,可以通过放大组件对相减计算后的电压信号进行放大,可以降低电路中的干扰信号。温度补偿组件用于补偿磁敏元件的温度漂移。

[0049] 对于第一线圈103和第二线圈104具有不同匝数的情况,第一线圈103的匝数与第一磁敏元件105的灵敏度的乘积等于第二线圈104的匝数与第二磁敏元件106的灵敏度的乘积,则第一磁敏元件105和第二磁敏元件106的灵敏度不同。对于任意一个磁敏元件,磁敏元件满足其所对应的灵敏度曲线。由此可知,电流传感器在有无外界磁场干扰的情况下其输出电压均保持一致,输出结果不受外界磁场的干扰影响。

[0050] 本实用新型实施例提供的一种电流传感器,在封装体内部包括基板、磁敏结构和信号处理单元,基板具有两组串联连接的线圈,两个磁敏元件分别位于两组线圈中心的正上方,两组线圈的绕制方向相反,两个磁敏元件灵敏方向相同,其中一个线圈的匝数和与其正上方的一个磁敏元件的灵敏度的乘积等于另一个线圈的匝数和与其正上方的另一个磁敏元件的灵敏度的乘积。被测电流依次流过两组线圈,两个磁敏元件处产生的磁场方向相反,则两个磁敏元件的输出电压正负相反且大小相等,如此构成差分结构,能够相互抵消外界磁场的干扰,使得电流传感器在有无外界磁场干扰的情况下其输出电压均保持一致,输出结果不受外界磁场的干扰影响,以此提高电流传感器的测量精度。

[0051] 示例性的,在上述技术方案的基础上,如图1所示可选电流传感器还包括:封装体108,包含磁敏结构和信号处理单元107的基板102的部分或者全部封装于封装体108内,引脚109位于封装体108外。

[0052] 本实施例中,封装体108将包含第一磁敏元件105、第二磁敏元件106和信号处理单元107的基板102的表面全部进行封装。信号处理单元107的信号输出端通过一个引脚109引出,该引脚输出的电压信号作为电流传感器的输出信号,该电压信号正比于流入第一线圈103的被测电流。其中,引脚109从基板102的背离封装体108的一侧引出。在其他实施例中,还可选封装体封装包含第一磁敏元件、第二磁敏元件和信号处理单元的基板102的表面。

[0053] 可选封装体108的封装形式包括LGA封装、BGA封装、SOP封装或者DFN封装。但不限于此。如图4A所示LGA封装是指基板的面向磁敏结构的一侧顶表面被封装体覆盖,基板的侧面和底表面裸露,底表面设置多个引出的焊盘即为电流传感器的引脚。如图4B所示BGA封装是指基板的面向磁敏结构的一侧顶表面被封装体覆盖,基板的侧面和底表面裸露,底表面设置多个引出的焊球即为电流传感器的引脚,焊球与底表面的结合力强、可焊性更高。如图4C所示SOP封装是指基板置于引线框架上,基板上的电气端子通过打线的方式与引线框架电连接,引线框架裸露的引脚即为电流传感器的引脚。如图4D所示DFN封装的结构与SOP封装的结构类似,不同之处在于,DFN封装的引线框架与封装体齐平,具有更小的封装尺寸。

[0054] 可选磁敏结构还包括:设置在第一磁敏元件的背离基板的一侧上的一导磁体以及设置在第二磁敏元件的背离基板的一侧上的一导磁体;和/或,设置在第一磁敏元件的面向基板的一侧上的一导磁体以及设置在第二磁敏元件的面向基板的一侧上的一导磁体;其中,导磁体的磁导率大于1。对于磁传感器而言,其本底噪声是一个定值,若能增加待测磁场的大小,则可以增加传感器的信噪比。

[0055] 如图5所示,可选磁敏结构还包括:设置在第一磁敏元件303的面向基板301的一侧

上的一导磁体305以及设置在第二磁敏元件304的面向基板301的一侧上的一导磁体306。可选导磁体305和导磁体306位于基板301内。通过在灵敏方向上增加导磁体,可以增大磁敏元件在灵敏度方向上的磁场,进而提高磁敏元件的信噪比。

[0056] 如图6所示,可选磁敏结构还包括:设置在第一磁敏元件303的背离基板301的一侧上的一导磁体307以及设置在第二磁敏元件304的背离基板301的一侧上的一导磁体308。通过在灵敏方向上增加导磁体,可以增大磁敏元件在灵敏度方向上的磁场,进而提高磁敏元件的信噪比。

[0057] 如图7所示,可选磁敏结构还包括:设置在第一磁敏元件303的面向基板301的一侧上的一导磁体305以及设置在第二磁敏元件304的面向基板301的一侧上的一导磁体306;以及设置在第一磁敏元件303的背离基板301的一侧上的一导磁体307以及设置在第二磁敏元件304的背离基板301的一侧上的一导磁体308。可选导磁体305和导磁体306位于基板301内。通过在灵敏方向上增加导磁体,可以增大磁敏元件在灵敏度方向上的磁场,进而提高磁敏元件的信噪比。

[0058] 上述实施例中,磁敏元件上设置有导磁体,能够增加磁敏元件的磁场大小,进而增加电流传感器的信噪比,进一步此提高电流传感器的测量精度。

[0059] 示例性的,在上述技术方案的基础上,可选第一线圈和第二线圈均为单层线圈,单层线圈的匝数为一匝或多匝;或者,第一线圈和第二线圈均为多层子线圈,子线圈的匝数为一匝或多匝。对于磁传感器而言,其本底噪声是一个定值,若能增加待测磁场的大小,则可以增加传感器的信噪比。本实施例中,线圈保持电流不变,通过增加其匝数实现增加磁场的目的,以此提高信噪比。

[0060] 如图8所示,可选基板包含四层,分别为第一基板401、第二基板402、第三基板403和第四基板404;每一层基板设置有线圈且线圈的匝数为一匝,则层叠设置的四匝线圈串联构成一个线圈。以图8中第一线圈为例,4个单层的第一线圈分别为第一单层线圈402、第二单层线圈406、第三单层线圈411和第四单层线圈416;每一个单层线圈具有输入端和输出端,相邻两个单层线圈通过通孔连接。

[0061] 具体的,被测电流从第一基板401中第一单层线圈402的输入端口403流入且从输出端口404流出;通过通孔409,从输出端口404流出的被测电流流入第二基板405中第二单层线圈406的输入端口407,再从其输出端口408流出;通过通孔414,从输出端口408流出的被测电流流入第三基板410中第三单层线圈411的输入端口412,再从其输出端口413流出;通过通孔419,从输出端口413流出的被测电流流入第四基板415中第四单层线圈416的输入端口417,再从其输出端口418流出。

[0062] 如上所述,每层中第一线圈的线圈绕制方向一致,因此在同样电流下,该第一磁敏元件产生的磁场将是一匝线圈的四倍,能达到增强磁场的效果。

[0063] 如图9所示,可选基板420包含一层;基板420内设置的线圈421具有四匝。以图9中第一线圈为例,被测电流从基板420中第一线圈421的输入端口422流入且从输出端口423流出;再流入第二线圈。如上所述,第一线圈的匝数为4匝,因此在同样电流下,该第一磁敏元件产生的磁场将是一匝线圈的四倍,能达到增强磁场的效果。

[0064] 如图10所示,可选基板包含四层;每一层基板设置有线圈且线圈的匝数为多匝,则层叠设置的四层线圈串联构成一个线圈。以图10中第一线圈为例,4个单层多匝的第一线圈

具有输入端和输出端,相邻两个单层线圈通过通孔连接。被测电流从第一单层线圈的输入端口424流入且以此经过其余三个单层线圈,从输出端口425流出。每层中第一线圈的线圈绕制方向一致,因此在同样电流下,该第一磁敏元件产生的磁场将是一匝线圈的多倍,能达到增强磁场的效果。

[0065] 上述实施例中,通过在基板中设置多层线圈和/或多匝线圈,可以增强磁敏元件的磁场,进而增加电流传感器的信噪比,进一步此提高电流传感器的测量精度。

[0066] 注意,上述仅为本实用新型的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本实用新型不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整、相互结合和替代而不会脱离本实用新型的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本实用新型进行了较为详细的说明,但是本实用新型不仅仅限于以上实施例,在不脱离本实用新型构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本实用新型的范围由所附的权利要求范围决定。

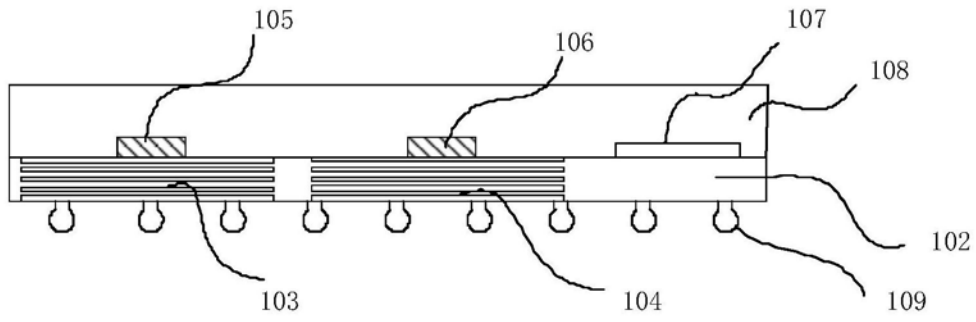


图1

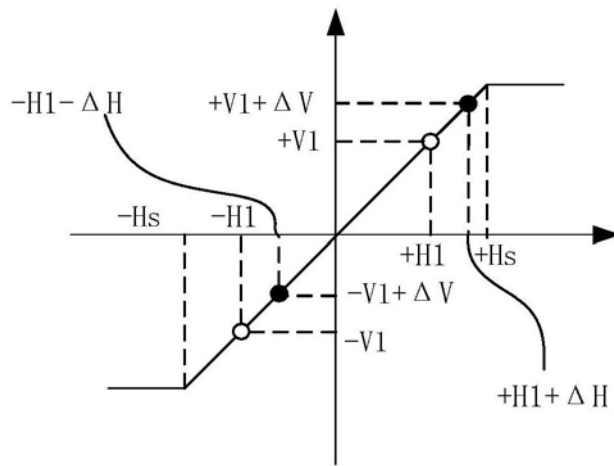


图2

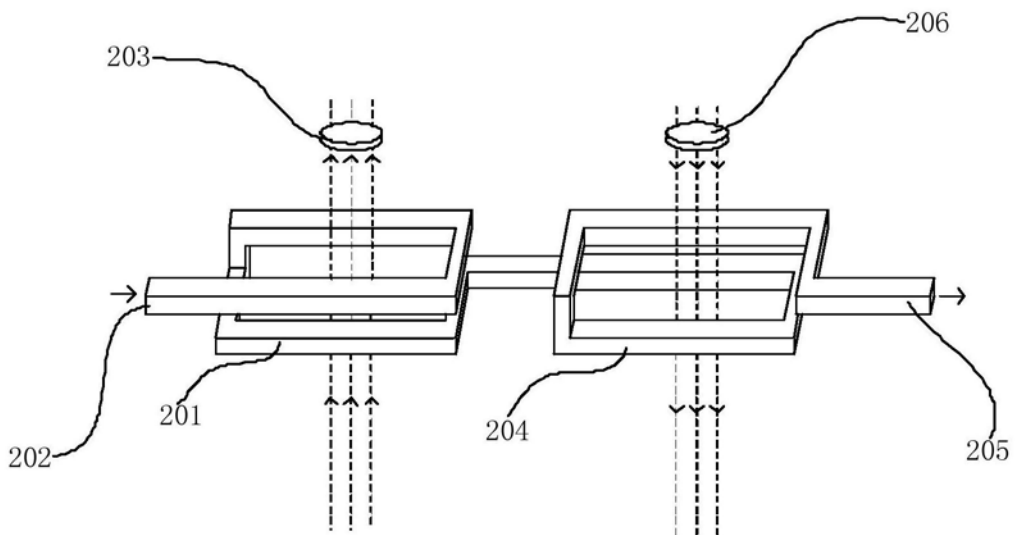


图3

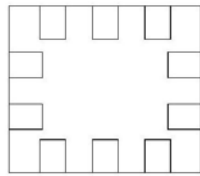


图4A

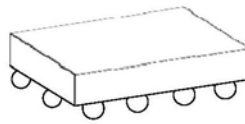


图4B

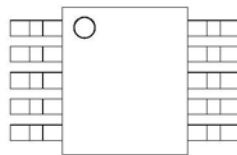


图4C

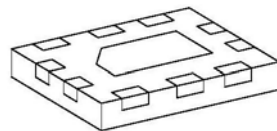


图4D

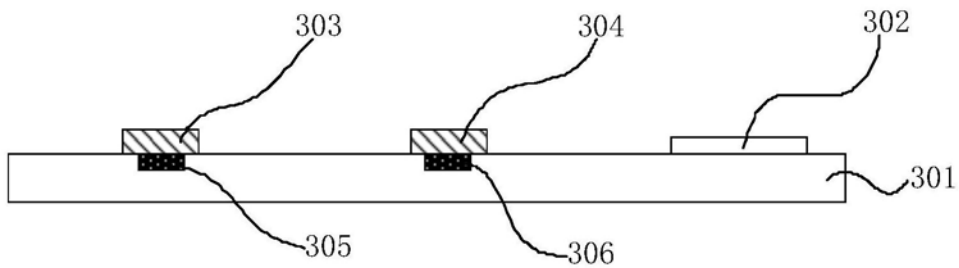


图5

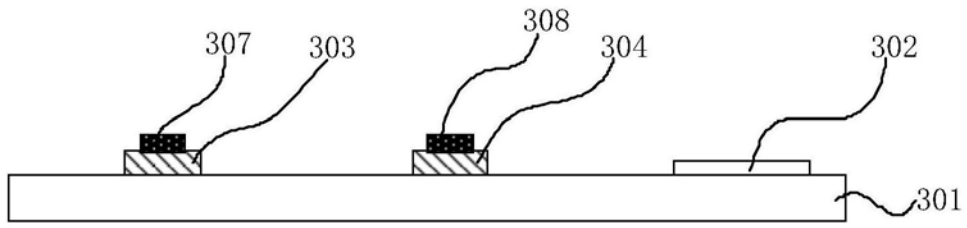


图6

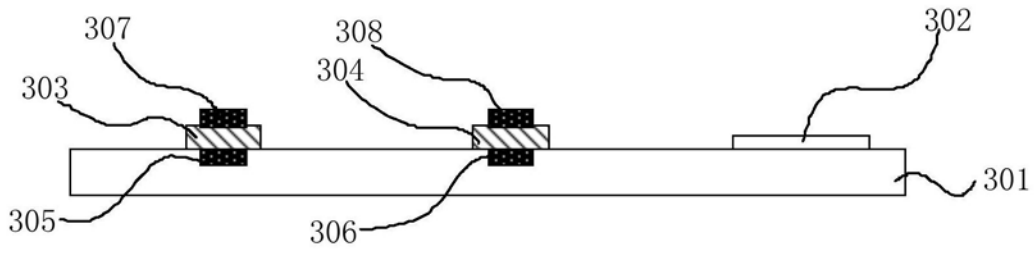


图7

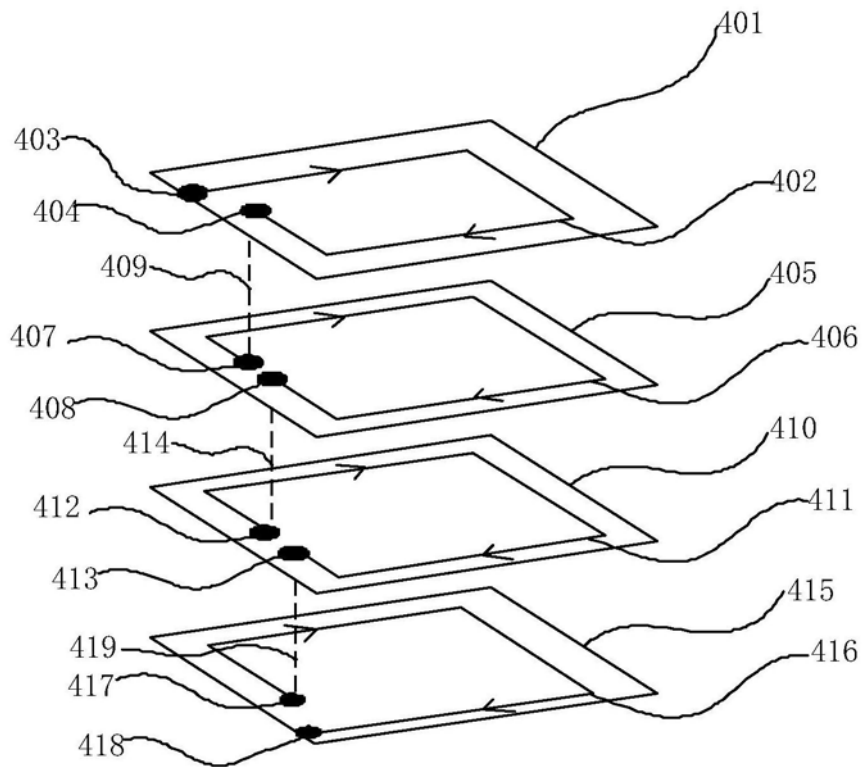


图8

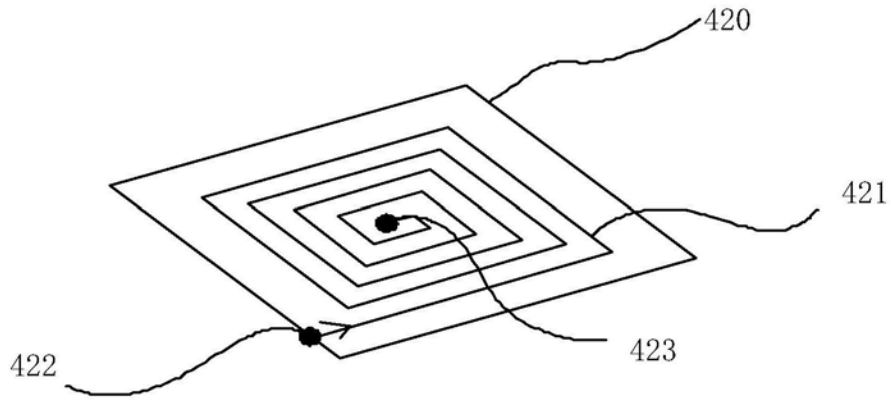


图9

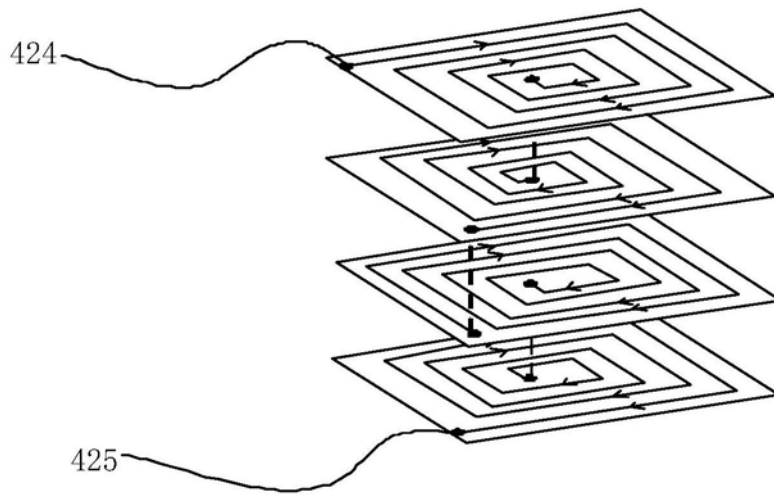


图10