



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107817458 A

(43)申请公布日 2018.03.20

(21)申请号 201710939975.4

(22)申请日 2017.10.11

(71)申请人 中国科学院地质与地球物理研究所
地址 100020 北京市朝阳区北土城西路19号

(72)发明人 赵琳 杜爱民 孙树全 张莹
冯晓 李智

(74)专利代理机构 北京众达德权知识产权代理有限公司 11570

代理人 刘杰

(51)Int.Cl.

G01R 33/04(2006.01)

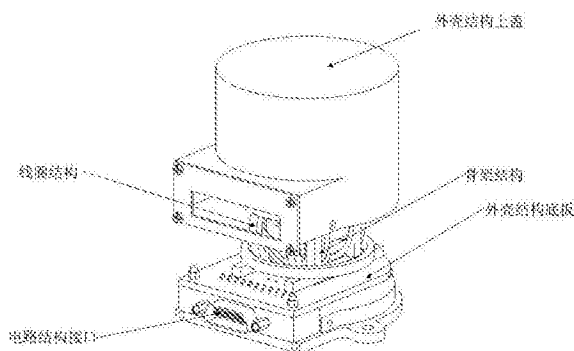
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种球形结构的三分量磁通门磁传感器

(57)摘要

本申请提供了一种球形结构的三分量磁通门磁传感器,所述磁传感器包括:外壳结构,包括底板和上盖,所述底板用于安装磁通门骨架结构;骨架结构,所述骨架结构由四根立柱、四根横柱及两个横板组成;线圈结构,包括激励线圈、感应线圈和补偿线圈;电路结构,包括激励模块、感应模块、反馈模块和控制模块。本申请通过使用三轴同心结构实现了空间中同点测量,消除了梯度场带来的三轴矢量测量偏差,并且通过对材料、结构和电路的优化,进一步提高了总体测量精度和稳定性。



1. 一种球形结构的三分量磁通门,其特征在于,包括:

外壳结构,包括底板和上盖,所述底板用于安装磁通门骨架结构,所述上盖为中空结构,所述上盖和底板可紧密组装在一起,将磁通门骨架结构封装在外壳内部,所述外壳由无磁性材料形成;

骨架结构,所述骨架结构由四根立柱、四根横柱及两个横板组成,所述立柱通过螺丝固定于外壳底板上,四根立柱和四根横柱交叉组成两个相对的正方形结构,两个正方形结构通过两个横板连接在一起,所述骨架结构由铝合金材料形成;

线圈结构,所述线圈结构固定在所述骨架结构上,包括激励线圈、感应线圈和补偿线圈;激励线圈由带有磁芯的圆形线圈组成,磁芯由软磁材料加工而成;感应线圈由三个互相垂直的三分量线圈组成,线圈的形状为跑道型或圆形,每个线圈的几何形状中心位于空间中的同一点;反馈线圈由三个互相垂直的线圈组成,每个方向线圈由两组平行线圈组成;

电路结构,包括激励模块、感应模块、反馈模块和控制模块。

2. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述球形结构的三分量磁通门还包括温度传感器结构。

3. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述外壳结构的材料是铝合金2A12-T4。

4. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述外壳结构的内外表面均经过阳极化处理。

5. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述外壳结构的形状为圆柱体形。

6. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述骨架结构的表面经过阳极化处理。

7. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述磁芯材料是钼含量为1%-3%的坡莫合金。

8. 如权利要求所述的球形结构三分量磁通门,其特征在于,所述电路结构位于外壳结构的底板内部。

一种球形结构的三分量磁通门磁传感器

技术领域

[0001] 本申请涉及磁传感器领域,尤其涉及一种球形结构的三分量磁通门磁传感器。

背景技术

[0002] 磁通门磁传感器原理是利用法拉第电磁感应定律结合导磁材料特性的一种磁场探测原理。磁通门磁传感器由于其体积小、重量轻、可靠性高、矢量测量等特点,开始广泛应用于地质勘探、地磁探测、导航定位、航天定姿、空间环境探测等领域。

[0003] 磁通门磁传感器主要组成部分是相互正交安装的三组磁通门线圈系统。内部分别是激励线圈信号线圈和反馈线圈。基本的工作流程是利用驱动电路向激励线圈施加交变电流,由于电流变化产生磁场。螺线环内部的磁场是相互抵消的,在外部磁场的作用下,在高导磁材料饱和的情况下,内部磁场发生相应的交流变化,这种交流变化磁场在信号线圈上产生交流电场。

[0004] 传统的三轴磁通门磁传感器多采用分立结构,三组磁通门线圈系统的几何中心在不同的位置,也就是说三轴磁通门的测量点是不重合的,这就严重制约了磁通门磁传感器测量精度的提高。现有的三轴同心结构的磁通门传感器,加工难度大,且难以保证整体结构精度,使得测量精度难以显著提高。

发明内容

[0005] 本申请解决的技术问题之一是通过提供一种三分量磁通门磁传感器,提升了传统磁通门磁传感器的测量精度。

[0006] 根据本申请一方面的一个实施例,提供了一种三分量磁通门磁传感器,包括:

[0007] 外壳结构,包括底板和上盖,所述底板用于安装磁通门骨架结构,所述上盖为中空结构,所述上盖和底板可紧密组装在一起,将磁通门骨架结构封装在外壳内部,所述外壳由无磁性材料形成;

[0008] 骨架结构,所述骨架结构由四根立柱、四根横柱及两个横板组成,所述立柱通过螺丝固定于外壳底板上,四根立柱和四根横柱交叉组成两个相对的正方形结构,两个正方形结构通过两个横板连接在一起,所述骨架结构由铝合金材料形成;

[0009] 线圈结构,所述线圈结构固定在所述骨架结构上,包括激励线圈、感应线圈和补偿线圈;激励线圈由带有磁芯的圆形线圈组成,磁芯由软磁材料加工而成;感应线圈由三个互相垂直的三分量线圈组成,线圈的形状为跑道型或圆形,每个线圈的几何形状中心位于空间中的同一点;反馈线圈由三个互相垂直的线圈组成,每个方向线圈由两组平行线圈组成;

[0010] 电路结构,包括激励模块、感应模块、反馈模块和控制模块。

[0011] 优选的,所述球形结构的三分量磁通门还包括温度传感器。

[0012] 优选的,所述外壳结构的材料是铝合金2A12-T4。

[0013] 优选的,所述外壳结构的内外表面均经过阳极化处理。

[0014] 优选的,所述外壳结构的形状为圆柱体形。

- [0015] 优选的,所述骨架结构的表面经过阳极化处理。
- [0016] 优选的,所述骨架结构的立柱与外壳结构的底板之间,骨架结构的立柱与横板和横柱之间通过钛合金螺钉固定。
- [0017] 优选的,所述磁芯材料是钼含量为1%-3的坡莫合金。
- [0018] 优选的,所述线圈结构固定在骨架结构上。
- [0019] 优选的,所述电路结构位于外壳结构的底板内部。
- [0020] 本申请实施例提出了一种球形结构的三分量磁通门磁传感器,通过采用三轴同心结构实现了空间中同点测量,消除了梯度场带来的三轴矢量测量偏差,并且通过对材料、结构和电路的优化,提高了总体测量精度和稳定性。
- [0021] 本领域普通技术人员将了解,虽然下面的详细说明将参考图示实施例、附图进行,但本申请并不仅限于这些实施例。而是,本申请的范围是广泛的,且意在仅通过后附的权利要求限定本申请的范围。

附图说明

- [0022] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显:
- [0023] 图1是根据本申请一个实施例的球形结构三分量磁通门磁传感器示意图。
- [0024] 图2是根据本申请一个实施例的三分量磁通门骨架结构和线圈结构示意图。
- [0025] 附图中相同或相似的附图标记代表相同或相似的部件。

具体实施方式

- [0026] 下面结合附图对本申请的技术方案作进一步详细描述。
- [0027] 图1是根据本申请一个实施例的球形结构三分量磁通门磁传感器示意图,该磁通门磁传感器包括:外壳结构、骨架结构、线圈结构和电路结构。
- [0028] 本发明实施例所述磁通门磁传感器为球形结构,相对于传统的分立式磁通门磁传感器,球形结构磁通门的内部构造更为紧凑,整体体积更小,尤其适合于卫星载荷磁通门应用。
- [0029] 外壳结构,包括底板和上盖,所述上盖为中空结构,所述上盖和底板可紧密组装在一起,将磁通门骨架结构封装在外壳内部。考虑到温度变化带来的热应力对传感器造成的影响,在一个实施例中将所述外壳结构的底板用于安装磁通门骨架结构。为了进一步达到热控的要求,所述外壳结构的底板是未经表面处理的。为了保证安装精度,所述外壳底板的平面度优于0.1mm/100mm。
- [0030] 所述外壳结构由无磁性材料形成,例如可以是聚砜、聚甲醛、聚酰亚胺、铝材等。
- [0031] 进一步考虑到热应力对传感器的影响,所述外壳结构的材料的热膨胀系数应该与磁芯材料尽可能相近,在本发明的一个实施例中,所述外壳结构的材料是铝合金2A12-T4。优选的,所述外壳结构的内外表面均经过阳极化不导电处理,优选的是黑色阳极化。
- [0032] 在一个实施例中,所述外壳结构的形状为圆柱体形,进一步考虑传感器结构的力学设计,为了控制其内部结构的固有频率,使其在设备所处的工作环境条件下不低于规定的允许最低固有频率,所述圆柱体参数限定为:底面直径为50-80mm,高度为35-50mm。

[0033] 骨架结构,所述骨架结构由四根立柱、四根横柱及两个横板组成,所述立柱通过螺丝固定于外壳底板上,四根立柱和四根横柱交叉组成两个相对的正方形结构,两个正方形结构通过两个横板连接在一起。进一步考虑传感器结构的力学设计,为了控制其内部结构的固有频率,使其在设备所处的工作环境条件下不低于规定的允许最低固有频率,所述骨架结构的参数限定为:四根立柱高度为25-40mm;四根横柱的长度为20-35mm;四根横版的长度为10-20mm。

[0034] 所述骨架结构由无磁性的合金材料制成。在一个实施例中,所述骨架结构由热膨胀系数与磁芯材料接近的铝合金材料形成。优选的,所述骨架是航空级铝合金材料,这种材料具有较高的强度、比重轻且具有较高的热传导性能。在本发明的一个实施例中,所述骨架结构的表面经过阳极化处理。

[0035] 为了保证骨架结构在环境震动和温度变化的环境中结构稳固,所述骨架结构的立柱与外壳结构的底板之间,骨架结构的立柱与横板和横柱之间通过钛合金螺钉固定。

[0036] 在所述骨架结构上进一步采用环氧胶粘剂固定线圈结构。

[0037] 线圈结构,所述线圈结构包括激励线圈、感应线圈和补偿线圈。其中激励线圈用于产生周期电磁信号,感应线圈用于检测外磁场信号,反馈线圈用于对被测磁场进行实时补偿,使得整个激励和感应线圈工作在零场附近

[0038] 激励线圈由带有磁芯的圆形线圈组成。感应线圈由三组互相垂直的跑道型线圈组成。反馈线圈由三组互相垂直的圆形线圈组成,在本发明的实施例中,在反馈电流的作用下,可以产生三分量磁场补偿掉外磁场,为了保证产生的磁场的均匀性和稳定性,每个方向线圈由两组平行线圈组成。在本发明的实施例中,所述反馈线圈为亥姆霍兹线圈。

[0039] 本发明实施例所述的磁通门磁传感器为三分量传感器,为了实现紧凑型球形探测,本实施例三个分量上的线圈结构相互垂直交叉,同时三个圆形线圈分别为跑道型和圆形,每个线圈的几何形状中心位于空间中的同一点,可实现磁场三分量的同点测量。

[0040] 三组互相垂直的跑道型感应线圈组套在激励线圈上,构成传感器内核部分。第一组平行反馈线圈套在四根立柱的外侧,四根横柱的内侧;第二组平行反馈线圈套在两根横板外侧,四根立柱的内侧;第三组平行反馈线圈在两根横板两侧,四根立柱和四根横柱的内侧。

[0041] 激励线圈形式的不同会影响三分量的探测一致性和灵敏度噪声的差异。在本发明的一个实施例中,对激励磁芯进行了分别设计,并为各激励线圈设置相应的绕组参数,保持了磁传感器三分量探测具备一致性。

[0042] 所述磁芯由软磁材料加工而成,具有高导磁性能,在激励电流的作用下,可以产生高交变磁通。磁芯材料的电磁不均匀性和不稳定性会给磁通门传感器带来噪声,在本发明的一个实施例中所述磁芯材料是非晶合金、纳米晶合金、坡莫合金、铁氧体和硅钢。优选的,所述坡莫合金的配比为钼1-3%、镍70-90%的。优选的,所述坡莫合金的配比为钼1.3%、镍80.3%,具有高磁导率、低矫顽力、较高的电阻率和较高的频率稳定性。

[0043] 在本发明的一个实施例中,所述线圈结构的线圈由漆包线绕制而成,构成同心线圈组,所述漆包线的直径小于1mm。所述激励线圈磁芯材料为高磁导率软磁合金材料,优选的,所述激励线圈内部磁芯由小于0.02mm的坡莫合金带材卷绕,以提高激磁频率。在一个实施例中,所述绕线沿着环型磁芯两侧进行对称的反向绕制,采用所述绕线方式可抵消铁芯

内部的环向磁场。

[0044] 所述激励线圈组的轴架结构由热膨胀系数与磁芯材料接近的镍基合金钢材料形成,优选的,所述无磁性镍基合金钢经过高温处理,所述高温镍基合金钢材料不仅具有与磁芯材料相近的热膨胀系数,还能提高磁残留和磁滞指标,压制磁材料带来的磁通门磁强计噪声。

[0045] 所述感应线圈和补偿线圈的轴架结构需要采用非金属无磁性高强度的材料来制造。在本发明的一个实施例中,所述感应线圈和补偿线圈的轴架结构选用热膨胀系数小的聚酰亚胺。

[0046] 所述线圈结构与电路结构相连接。

[0047] 电路结构,包括激励模块、感应模块、反馈模块和控制模块。

[0048] 所述磁通门磁传感器感应线圈的信号经感应模块检测处理,得到磁场测量信号。在本发明的一个实施例中,所述感应模块包括选频网络电路、前置放大电路、选频放大电路、相敏整流和平滑滤波电路。进一步的,所述选频网络电路为LC谐振回路,可提高检测信号的信噪比;所述选频放大电路为窄带滤波器,可进一步降低带外噪声。

[0049] 所述电路结构可与所述磁通门传感器结构一体化安装,也可独立安装,通过电线实现与传感器的连接。在本发明的一个实施例中,所述电路结构位于外壳结构的底板内部,并采用航空插头作为外部接口。所述外壳结构的底板与电路板通过金属框架固定。

[0050] 为了利于电路板上热量传导到外壳结构上,所述电路板板与外壳结构壁板的接触面进行裸铜处理,电路板与外壳结构紧密结合,使电路板和外壳结构之间有良好的热连接,进一步的,连接部位涂有导热硅脂。

[0051] 在本发明的一个实施例中,所述电路板上的大功率器件顶部安装有散热冷板或导热片,所述散热冷板或导热片直接固定在外壳结构上,从而使热量可以有效地传递到外壳结构上。进一步的,所述电路板材料由导热率高,热膨胀系数低的陶瓷材料制成。进一步的,所述电路板材料为氮化铝。

[0052] 在本发明的一个实施例中,所述球形结构的三分量磁通门还包括温度传感器结构,进一步的,还包括与所述温度传感器对应的处理电路。所述温度传感器可以反馈传感器实时温度,通过算法可补偿温度对传感器测试结果所带来的影响。进一步降低温度变化对传感性能带来的影响。

[0053] 在本发明的一个实施例中,所述球形结构的三分量磁通门还包括倾角传感器结构,进一步的,还包括与所述倾角传感器对应的处理电路。所述倾角传感器可以反馈传感器角度,通过算法可补偿角度偏差对传感器测试结果所带来的影响,增加传感器的稳定性。

[0054] 本发明球形结构的三分量磁通门实施例通过使用三轴同心结构实现了空间中同点测量,消除了梯度场带来的三轴矢量测量偏差,并且通过对材料、结构和电路的优化,进一步提高了总体测量精度和稳定性。

[0055] 对于本领域技术人员而言,显然本申请不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本申请的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本申请。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本申请的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化涵括在本申请内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。此

外,显然“包括”一词不排除其他单元或步骤,单数不排除复数。系统权利要求中陈述的多个单元或装置也可以由一个单元或装置通过软件或者硬件来实现。第一,第二等词语用来表示名称,而并不表示任何特定的顺序。

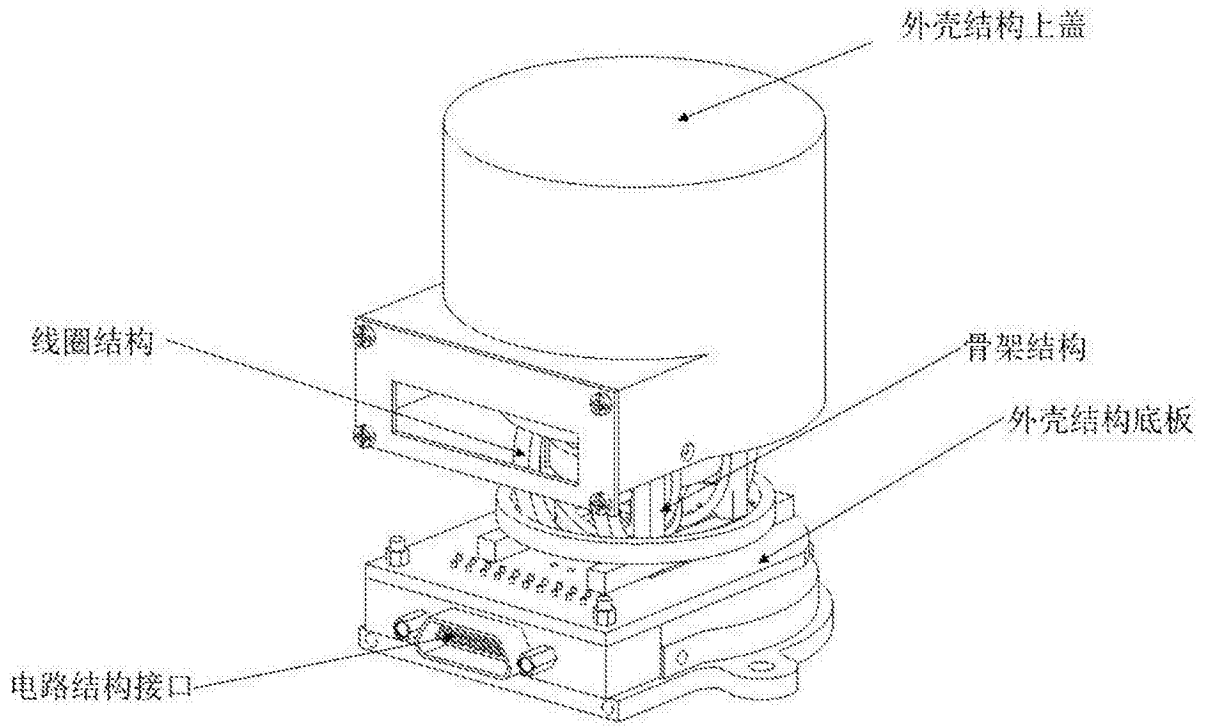


图1

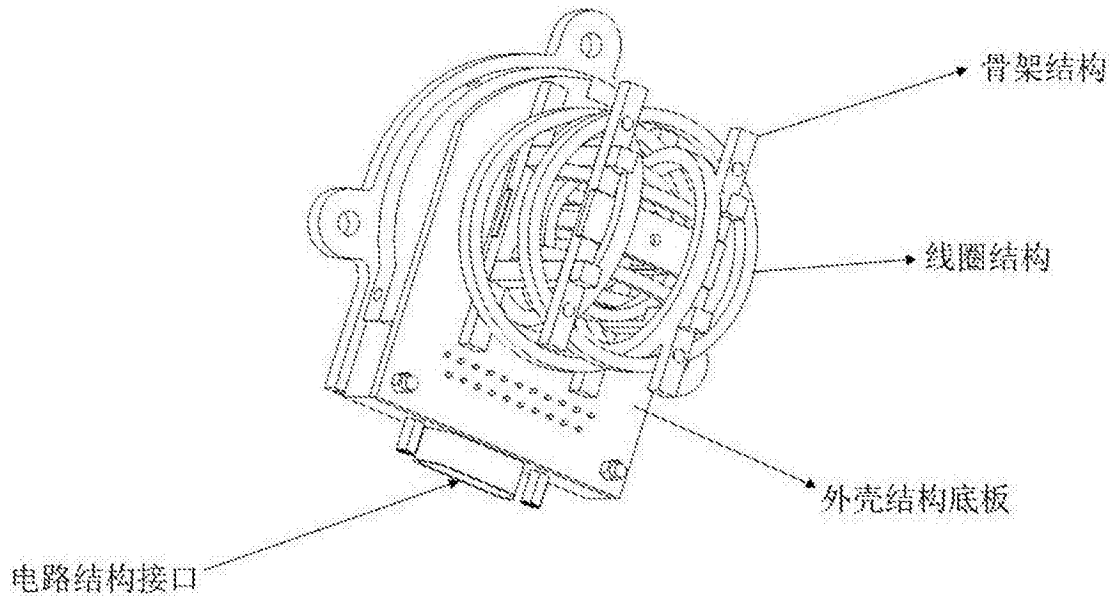


图2