



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102255555 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201110191966. 4

(22) 申请日 2011. 07. 11

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29 号

(72) 发明人 朱玉川 王传礼 鲍和云 徐鸿翔

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 叶连生

(51) Int. Cl.

H02N 2/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101119080 A, 2008. 02. 06,

US 2004/0234086 A1, 2004. 11. 25,

审查员 潘莉

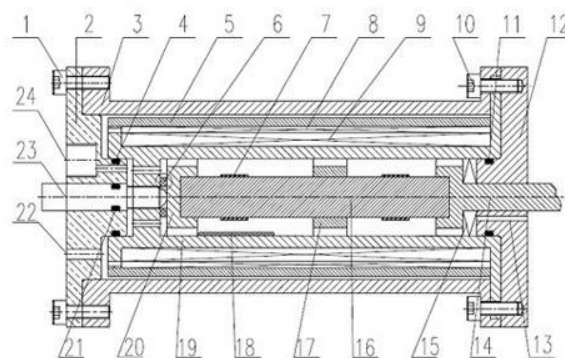
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器及其工作方法

(57) 摘要

一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器, 属液压伺服控制技术领域。包括外罩(3)、第一端盖(2)、第二端盖(12)、线圈骨架(19)、超磁致伸缩棒(16)、输出杆(14)、预压弹簧(15); 上述线圈骨架(19)上安装有偏置磁场发生单元和驱动磁场发生单元; 其特征在于: 上述偏置磁场发生单元为偏置调节线圈(8)和永磁体(5); 上述驱动磁场发生单元为驱动线圈(9)。该新型超磁致伸缩电-机转换器具有位移输出精度高、响应快, 发热小, 智能化, 偏置磁场可调, 预压力可机械与电子联合调节以及等显著特点。



1. 一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,包括外罩(3)、安装于外罩(3)两端的第一端盖(2)和第二端盖(12)、安装于外罩内的线圈骨架(19)、安装于线圈骨架(19)内的超磁致伸缩棒(16)、超磁致伸缩棒(16)一端为磁致固定端,另一端为磁致输出端,磁致输出端通过输出杆(14)向外输出位移,输出杆(14)与相应端盖之间安装有预压弹簧(15);上述线圈骨架(19)上安装有偏置磁场发生单元和驱动磁场发生单元;其特征在于:上述偏置磁场发生单元为偏置调节线圈(8)和永磁体(5);上述驱动磁场发生单元为驱动线圈(9)。

2. 根据权利要求1所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:该超磁致伸缩电-机转换器还具有热补偿及预压力施加结构,具体如下:线圈骨架(19)一端与第二端盖(12)固定,另一端与第一端盖(2)留有热膨胀间隙;第一端盖(2)安装有调节螺钉(23),调节螺钉(23)伸入第一端盖(2)、线圈骨架(19)并与安装于超磁致伸缩棒(16)磁致固定端的滑块(20)接触;其特征在于:调节螺钉(23)与线圈骨架(19)通过螺纹连接并可在第一端盖(2)内轴向移动;

线圈骨架(19)的热膨胀系数与其长度乘积相等于超磁致伸缩棒(16)的热膨胀系数与其长度乘积;

上述线圈骨架(19)与超磁致伸缩棒(16)之间留有液体间隙,第一端盖(2)和/或第二端盖(12)上设有进液口和出液口。

3. 根据权利要求2所述的一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:上述调节螺钉(23)与滑块(20)的接触端为半球形结构。

4. 根据权利要求1所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:上述驱动线圈(9)、偏置调节线圈(8)和永磁体(5)的外向内按以下顺序布置:永磁体(5)、偏置调节线圈(8)、驱动线圈(9)。

5. 根据权利要求1所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:上述超磁致伸缩棒(16)中部还安装有支撑环(17)。

6. 根据权利要求1所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:上述超磁致伸缩棒(16)的磁致固定端安装有霍尔元件(6),超磁致伸缩棒(16)侧面安装有应变片(7),线圈骨架(19)内侧安装有测温传感器(18)。

7. 根据权利要求1所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器的工作方法,其特征在于:

永磁体(5)产生恒定偏置磁场;偏置调节线圈(8)通入电流产生可调偏置磁场;由恒定偏置磁场和可调偏置磁场共同保证超磁致伸缩棒工作在预设的静态压力状态下,并使其工作在线性区域,以消除倍频现象,产生预伸长量;

驱动线圈(9)通入电流产生驱动磁场,使超磁致伸缩棒伸长或缩短。

8. 根据权利要求7所述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器工作方法,其特征在于:

通过机械调节方式和/或电子调节方式进行预压力施加及输出杆零位调节:机械调节时,调节螺钉(23)一端旋转,另一端通过滑块(20)推动超磁致伸缩棒(16)轴向运动,进而调节输出杆(14)初始位移及预压弹簧的预压缩力;电子调节时,由偏置调节线圈(8)的输入电流大小与方向的改变调节偏置磁场的大小和方向,进而调节超磁致伸缩棒(16)的输出

位移以及调节输出杆(14)初始位移及预压弹簧的预压缩力；

热补偿过程：当超磁致伸缩棒(16)温度上升时，其热量很快传至线圈骨架(19)内侧，线圈骨架(19)由于一端与第二端盖(12)固定，另一端与第一端盖(2)留有热膨胀间隙，故只能向第一端盖(2)方向产生热膨胀，且由于调节螺钉(23)可在第一端盖(2)内轴向移动，因此，线圈骨架(19)的热膨胀可带动调节螺钉(23)向第一端盖(2)方向发生轴向运动；

调节螺钉(23)向第一端盖(2)方向运动的同时，超磁致伸缩棒(16)在预压弹簧(15)的作用下也实时向第一端盖(2)方向运动；同时由于超磁致伸缩棒(16)也产生热膨胀并且热膨胀量与线圈骨架(19)热膨胀量相等且方向相反，故超磁致伸缩棒(16)的热膨胀位移可通过线圈骨架(19)的热膨胀位移在磁致固定端予以补偿，而保证超磁致伸缩电-机转换器磁致输出端没有由于热膨胀产生的热致位移输出，只有磁致位移输出；

冷却过程：上述线圈骨架(19)与超磁致伸缩棒(16)之间的液体间隙充满流动液体，用于冷却线圈骨架(19)和超磁致伸缩棒(16)，同时也保证了线圈骨架(19)与超磁致伸缩棒(16)温度相等以保证热补偿的有效实现。

永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超磁致伸缩材料的应用,属液压伺服控制技术领域。

背景技术

[0002] 电-机械转换器作为连接其电气元件和液压机械元件的桥梁,是电液伺服阀乃至液压控制系统的关键元件之一。电-机械转换器性能的优劣,直接关系到电液控制系统的性能指标,有些指标甚至关系到系统能否实现。提高电-机械转换器的频响和带载能力,是提高电液伺服阀频响的前提。目前,随着先进制造技术、微电子技术的发展和以新型功能材料为基础的转换器研制开发,使新型高频响电-机械转换器的实现和应用成为现实。

[0003] 稀土超磁致伸缩材料 (Giant Magnetosrtictive Material,简称为 GMM) 是继稀土永磁,稀土磁光和稀土高温超导材料之后的又一种重要的新型功能材料,被誉为 21 世纪战略性高科技功能材料,能有效的实现电磁能-机械能的可逆转化,具有应变大,响应速度快,能量传输密度高和输出力大等优异性能。稀土超磁致伸缩电-机转换器 (Giant Magnetostrictive Actuator,简称为 GMA) 是基于 GMM 的新型电-机转换器,也是 GMM 应用研究的基础性器件, GMA 较传统电-机转换器以及其他智能材料驱动的电-机转换器而言具有响应快、输出力大、能量转换密度高、输出位移精度高等显著优点。利用 GMA 取代传统电液伺服阀力矩马达或力马达,将提高整个电液伺服阀的响应速度和控制精度。

[0004] 电液伺服阀用超磁致伸缩电-机转换器典型结构如文献 1 (基于 GMM 转换器喷嘴挡板伺服阀的研究,王传礼著,浙江大学博士学位论文,2005.5 :p37 ~ 38) 所述,当驱动线圈通入一定电流,引起磁场变化,驱动 GMM 杆产生相应的输出位移,实现转换器电磁能与机械能间的转换。输出杆也是挡板,喷嘴与挡板间的间隙由 GMM 杆的输出位移调节。预压力机构由前端盖、预压弹簧、调节螺钉等组成,作用是给 GMM 杆施加一定的预压力,以使其工作在线性段,并可增加磁致伸缩应变,提高 GMA 电磁能向机械能的转换效率。同时,调节螺钉可以方便地对喷嘴与挡板之间的零位间隙进行调节。前端盖、后端盖、热补偿管、GMM 杆、输出杆和导磁环等共同组成闭合磁路。通过施加一定的电流形成偏置磁场,给 GMM 施加一定强度的极化磁场,既可以避免“倍频”现象,又可使 GMM 杆磁致伸缩形变处于线性区域,减小 GMA 响应不灵敏区。导磁环作用是减小闭合磁路的磁阻,提高磁路的磁场强度。温度实时补偿机构由热补偿管,后端盖及输出杆,线圈架与保护衬间的液体通道组成。其基本原理是利用喷嘴挡板伺服阀的泄漏液体流过 GMM 杆和热补偿管,使转换器内部与热补偿管的温度基本相同,以实现热补偿管的热致变形抵消因液体温度的升高而使 GMM 杆热伸长,达到减小热变形对可控位移输出的影响,提高其精度,改善其综合性能的目的。

[0005] 就其驱动方式而言,其驱动磁场通常由线圈、永磁体或两者的组合产生。其驱动形式也与压电和形状记忆合金等不同,一般分为两种:双线圈式(即驱动线圈和偏置调节线圈的组合)和永磁单线圈式(即驱动线圈与永磁体的组合)。

[0006] 在双线圈式驱动(即驱动线圈和偏置调节线圈的组合)形式中,如参考文献 1 所述,导磁体和 GMIM 棒组成闭合磁路,通过改变可控恒流源的输入电流,来调节 GMM 棒的磁化状

态,以产生相应的输出位移,偏置磁场由偏置调节线圈产生。这种驱动方式的优点是结构简单、成本低、偏置磁场和驱动磁场调节方便,磁场的非线性较小。缺点是由于偏置调节线圈的存在,体积相对较大,发热现象比较严重,由 GMM 棒热膨胀导致的 GMA 执行器输出位移精度大大下降,通常需要对其热变形进行抑制。

[0007] 在永磁单线圈驱动(即驱动线圈与永磁体的组合)形式中,偏置磁场由永磁体提供,这种驱动形式的优点是发热比较小、结构紧凑、体积较小。但磁路分析比较复杂,磁场的非线性较大,偏置场不可调,成本较高。此种驱动形式具体布置时根据驱动线圈、永磁体和 GMM 棒的布置关系自外向内不同又分为 3 种布置形式,即 MCG(永磁体、驱动线圈和 GMM 棒),CGM(驱动线圈、GMM 棒和永磁体),CMG(驱动线圈、永磁体和 GMM 棒)。与 GMC 型相比,GCM 型布置方式特点是线圈用线少,磁场不均匀性小,磁场耦合效果好,因此 GCM 型布置方式是最常用的形式。MGC 型 GMM 棒为空心的,其特点是要求更大的静态磁场,转换器体积较大,仅用于一些特殊场合。

[0008] 综上所述,在现有的电液伺服阀用超磁致伸缩电-机转换器驱动方式中,双线圈驱动虽然具有驱动磁场调节方便但具有体积大、发热严重,GMA 输出精度低等缺点,永磁单线圈驱动虽然具有发热小,结构紧凑,体积小等优点,但驱动磁场调节不便,尤其是由于永磁铁磁性下降导致的退磁现象无法及时调整以至影响 GMA 控制精度。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种具有驱动结构紧凑,体积小,发热小、偏置磁场调节方便的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器及其工作方法。

[0010] 一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,包括外罩、安装于外罩两端的第一端盖和第二端盖、安装于外罩内的线圈骨架、安装于线圈骨架内的超磁致伸缩棒、超磁致伸缩棒一端为磁致固定端,另一端为磁致输出端,磁致输出端通过输出杆向外输出位移,输出杆与相应端盖之间安装有输出杆,上述线圈骨架上安装有偏置磁场发生单元和驱动磁场发生单元;其特征在于:上述偏置磁场发生单元为偏置调节线圈和永磁体;上述驱动磁场发生单元为驱动线圈。

[0011] 上述永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器的工作方法,其特征在于:永磁体产生恒定偏置磁场;偏置调节线圈通入电流产生可调偏置磁场;由恒定偏置磁场和可调偏置磁场共同保证超磁致伸缩棒工作在预设的静态压力状态下,并使其工作在线性区域,以消除倍频现象,产生预伸长量;驱动线圈通入电流产生驱动磁场,使超磁致伸缩棒伸长。

[0012] 本发明采用永磁体、调整线圈与驱动线圈的复合驱动方式,即采用永磁体提供大部分偏置磁场,而采用调整线圈对偏置磁场进行精确调节,驱动磁场采用驱动线圈提供,该方式较全线圈驱动具有发热小,热膨胀小,位移输出精度高的优点,同时,较永磁体与驱动线圈驱动而言,可有效克服永磁体磁场不可调节以及永磁体漏磁与退磁后的转换器精度下降的缺点。

[0013] 上述永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,其特征在于:该超磁致伸缩电-机转换器还具有热补偿及预压力施加结构,具体如下:线圈骨架一端与第二端盖固定,另一端与第一端盖留有热膨胀间隙;第一端盖安装有调节螺钉,调节螺钉伸入第一端盖、线圈骨架并与安装于超磁致伸缩棒磁致固定端的滑块接触;其特征在于:调节螺钉与线圈骨架通过

螺纹连接并可在第一端盖内轴向移动；线圈骨架的热膨胀系数与其长度乘积相等于超磁致伸缩棒的热膨胀系数与其长度乘积；上述线圈骨架与超磁致伸缩棒之间留有液体间隙，第一端盖和 / 或第二端盖上设有进液口和出液口。

[0014] 上述热补偿及预压力施加结构的工作过程，其特征在于：通过机械调节方式和 / 或电子调节方式进行预压力施加及输出杆零位调节：机械调节时，调节螺钉一端旋转，另一端通过滑块推动超磁致伸缩棒轴向运动，进而调节输出杆初始位移及预压弹簧的预压缩力；电子调节时，由偏置调节线圈的输入电流大小与方向的改变调节偏置磁场的大小和方向，进而调节超磁致伸缩棒的输出位移以及调节输出杆初始位移及预压弹簧的预压缩力；热补偿过程：当超磁致伸缩棒温度上升时，其热量很快传至线圈骨架内侧，线圈骨架由于一端与第二端盖固定，另一端与第一端盖留有热膨胀间隙，故只能向第一端盖方向产生热膨胀，且由于调节螺钉可在第一端盖内轴向移动，因此，线圈骨架的热膨胀可带动调节螺钉向第一端盖方向发生轴向运动；调节螺钉向第一端盖方向运动的同时，超磁致伸缩棒在预压弹簧的作用下也实时向第一端盖方向运动；同时由于超磁致伸缩棒也产生热膨胀并且热膨胀量与线圈骨架热膨胀量相等且方向相反，故超磁致伸缩棒的热膨胀位移可通过线圈骨架的热膨胀位移在磁致固定端予以补偿，而保证超磁致伸缩电 - 机转换器磁致输出端没有由于热膨胀产生的热致位移输出，只有磁致位移输出；冷却过程：上述线圈骨架与超磁致伸缩棒之间液体间隙充满流动液体，用于冷却线圈骨架和超磁致伸缩棒，同时也保证了线圈骨架与超磁致伸缩棒温度相等以保证热补偿的有效实现。

[0015] 本发明的电 - 机转换器输出位移零位与预压力调节可以由调整螺钉的机械调节和偏置调节线圈的电子调节构成复合式调节方式，即通过机械方式进行初步调节，再通过电子方式进行精细调节，具有调节方便，粗精调节结合从而具有调节精度高的优点；该转换器对于线圈与超磁致伸缩棒发热造成的热致位移具有补偿功能，即线圈骨架既作为线圈缠绕骨架同时又作为热补偿支架，线圈骨架膨胀方向与超磁致伸缩磁致位移输出方向相反从而起到对电 - 机转换器进行热补偿的作用；同时与其他热补偿罩补偿方式比较，省去了热补偿罩等元件，缩小了执行器径向尺寸，使线圈骨架更靠近超磁致伸缩棒，进而在提供同等驱动磁场前提下减小了驱动线圈用量，降低了线圈发热量，有利于获得高精度执行器位移输出；该转换器同时具有冷却与散热功能，即通过进出液体循环达到冷却与散热功能，从而进一步消除执行器发热造成的位移输出精度下降的缺陷。

[0016] 上述的伺服阀用永磁双线圈驱动超磁致伸缩电 - 机转换器，其特征在于：上述驱动线圈、偏置调节线圈和永磁体的外向内按以下顺序布置：永磁体、偏置调节线圈、驱动线圈。如此布置的原因在于：在提供相同驱动磁场的前提下驱动线圈用量少、发热量小、热致位移小、磁致输出位移精度高。

[0017] 上述永磁双线圈驱动超磁致伸缩电 - 机转换器，其特征在于：上述调节螺钉与滑块的接触端为半球形结构。机械调节时可以保证调节螺钉与滑块之间为点接触、摩擦力小、超磁致伸缩棒承受的扭矩小、不易扭断、工作可靠性高。

[0018] 上述的永磁双线圈驱动超磁致伸缩电 - 机转换器，其特征在于：上述超磁致伸缩棒中部还安装有支撑环，用于超磁致伸缩棒辅助支撑。

[0019] 上述的伺服阀用永磁双线圈驱动超磁致伸缩电 - 机转换器，其特征在于：上述超磁致伸缩棒的磁致固定端安装有霍尔元件，超磁致伸缩棒侧面安装有应变片，线圈骨架内

侧安装有测温传感器。

[0020] 本发明布置有霍尔元件、应变片、温度传感器并通过测量电路将测量信号调理后输入控制器,霍尔元件可以实时测量磁路磁感应强度,可以评估电-机转换器驱动磁场漏磁与退磁状况;应变片可实时测量超磁致伸缩棒变形并用于分析磁致伸缩输出力,温度传感器用于测量液体循环通道油温监测,用于评估电-机转换器输出位移受温度影响与热补偿特性分析,因此,本超磁致伸缩电-机转换器具有工作状态智能监控的作用。

[0021] 综上所述,本发明具有驱动部分结构紧凑,体积小,发热小等优点,同时其偏置电流可在一定范围内正负调节,即可有效对转换器偏置磁场做增磁与减磁调节,对永磁体的退磁引起的精度下降可及时调整,并可实现执行器驱动零位的精密电子调节以及对执行器工作状态变量具有智能监控功能等优点,该驱动思想亦可广泛应用于其他电磁驱动的执行器与电控器件。

附图说明

[0022] 图 1 为永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器结构原理图;

[0023] 图 2 为控制电路原理图;

[0024] 图 3 为霍尔元件安装原理图;

[0025] 图中标号名称:1 螺栓 2 第一端盖 3 外罩 4 O 型密封圈 5 永磁体 6 霍尔元件 7 应变片 8 偏置调节线圈 9 驱动线圈 10 螺栓 11 O 型密封圈 12 第二端盖 13 进液口 14 输出杆 15 预压弹簧 16 超磁致伸缩棒 17 支撑环 18 测温传感器 19 线圈骨架 20 滑块 21 O 型密封圈 22 线缆出口 23 调节螺钉 24 出液口。

具体实施方式

[0026] 一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器,包括外罩 3、安装于外罩 3 两端的第一端盖 2 和第二端盖 12、安装于外罩内的线圈骨架 19、安装于线圈骨架 19 内的超磁致伸缩棒 16、超磁致伸缩棒 16 一端为磁致固定端,另一端为磁致输出端,磁致输出端通过输出杆 14 向外输出位移,输出杆 14 与相应端盖之间安装有预压弹簧 15;上述线圈骨架 19 上安装有偏置磁场发生单元和驱动磁场发生单元;其特征在于:上述偏置磁场发生单元为偏置调节线圈 8 和永磁体 5;上述驱动磁场发生单元为驱动线圈 9。

[0027] 如图 1,2,3 所示一种永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器及其控制电路提供了一种新型超磁致伸缩电-机转换器结构形式与驱动方式并提供了解决电-机转换器输出杆零位调节、电-机转换器预压力施加与调节、电-机转换器冷却与热补偿等关键问题的新方法,同时实现了永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器的中间变量测试与补偿控制的智能化。具体如下所述:

[0028] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器驱动原理:如图 1 所示,永磁体与偏置调节线圈中输入直流电两者合成以产生一定偏置磁场,保证超磁致伸缩棒工作在预设的静态压力状态下,并使其工作在线性区域,以消除倍频现象,驱动线圈中通入驱动电流,产生驱动磁场使超磁致伸缩棒被磁化,并使其长度发生变化,进而直接驱动输出杆输出位移和力。

[0029] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器预压力施加与输出杆零位调节:如图 1 所示,超磁致伸缩棒与输出杆直接接触,输出杆通过预压弹簧压在第二端盖上,预压弹簧通

过计算选择满足预压力大小要求的刚度与尺寸,并方便安装于输出杆于第二端盖之间;调零时由调节螺钉一端旋转,另一端半球形端面作用于滑块左端面,推动滑块轴向向右运动,滑块的轴向运动带动超磁致伸缩棒以及输出杆一起轴向运动,并最终将输出杆调节至某一确定位置。

[0030] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器冷却方法:如图1所示,进液口冷却液体经过超磁致伸缩棒与线圈骨架间隙后流入出液口,此液体循环过程中由于液体与超磁致伸缩棒和线圈骨架充分接触,因此可带走线圈发热和超磁致伸缩棒发热传递的热量,达到冷却的目的。

[0031] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器热致位移补偿方法:为提高电-机转换器控制精度,必须对超磁致伸缩棒热膨胀位移输出进行补偿,热致位移补偿方法如图1所示,线圈骨架右端固定于第二端盖,由于超磁致伸缩棒与线圈骨架之间间隙充满流动液体,即超磁致伸缩棒与线圈骨架温度基本相同,线圈骨架材料选择不锈钢,其热膨胀系数与超磁致伸缩棒相当,同时其导热性能非常好,当超磁致伸缩棒温度上升时,其热量很快传至线圈骨架内侧,线圈骨架由于右端固定,只能向左端产生热膨胀,此时调节螺钉与滑块之间产生间隙,此间隙很快被预压弹簧作用下推动超磁致伸缩棒反方向移动后消除,而在此时超磁致伸缩棒也产生热膨胀,由于线圈骨架的膨胀系数和其长度经过设计可保证超磁致伸缩棒热膨胀量与线圈骨架热膨胀量相等,这样可保证温度上升后对超磁致伸缩棒右端位移输出量不变从而保证执行器输出位移不受超磁致伸缩棒热变形的影响,从而提高了超磁致伸缩电-机转换器的控制精度。

[0032] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器闭合磁路与磁场均匀化方法:如图1所示,超磁致伸缩棒执行器工作时需要闭合磁路,并且在超磁致伸缩棒内的磁场分布尽可能均匀,这样可以最大程度的发挥超磁致伸缩棒的工作性能,本发明中闭合磁路通过调节螺钉、第一端盖、滑块、超磁致伸缩棒、输出杆、第二端盖、外罩等构成,除超磁致伸缩棒外,其余零件材料均选用导磁性能好的金属材料从而保证磁路闭合以及漏磁小。结构上超磁致伸缩棒轴向尺寸小于驱动磁场的轴向尺寸,这样可保证经过超磁致伸缩棒内的磁场均匀。

[0033] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器磁场测量电路测试原理:如图1,2,3所示,当不同驱动电流作用下,GMM棒内的磁感应强度大小将发生变化,当霍尔元件周围的磁场发生变化时,霍尔元件输出电压也发生变化,且其输出电压与磁感应强度的大小成一定的比例关系;由于磁场变化而引起的霍尔元件的输出电压的变化值较小,需通过运算放大电路将其放大,然后通过单片机的A/D接口输入到单片机,然后通过显示器显示。

[0034] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器温度测量电路测试原理:如图1,2所示,VR1,VR2为测温度所用的铂电阻,当其周围的温度发生变化时,VR1,VR2的阻值将发生变化,VR1与热补偿机构相固定,VR2与GMM棒固定,VR1与VR2通过桥式电路连接起来,然后通过减法调理电路将桥式电路的两输出电压相减并进行调理,通过单片机的A/D输入到单片机,然后通过显示器显示。由于热补偿机构是在一定范围内设计的,当热补偿机构与GMM棒的温差较大时,热补偿机构将不能有效抵消掉GMM棒的热膨胀量。此电路可以实时测试线圈骨架与GMM棒之间的温差。

[0035] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器应变测量电路测试原理:如图1,2所示,VR3,VR4为应变片,VR3与GMM棒固定,VR4为补偿片,用来补偿因系统温度变化而引起的应

变片阻值变化,VR3,VR4 通过桥式电路连接起来,然后通过减法调理电路将桥式电路的两输出电压相减并进行调理,通过单片机的 A/D 口输入到单片机,然后通过显示器显示。由于对温度变化而引起的应变片阻值变化进行了补偿,所以输入到单片机的信号为 GMM 棒的应变信号。此电路可以实现对不同驱动电流下, GMM 棒的应变测量。

[0036] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器控制电路工作原理:如图 2 所示,驱动电路由 D/A 转化芯片 PCF8591 和由限流电阻 R15、功率型运算放大器 LM12c1k、采样电阻 RS、平衡电阻 R4、反馈电阻 RF 构成得恒流型功放电路构成,单片机输出的数字控制信号,通过 D/A 转化为模拟信号,然后通过恒流型功放电路驱动伺服阀线圈。

[0037] 永磁双线圈驱动超磁致伸缩电-机转换器键盘及显示电路工作原理:如图 2 所示,键盘及显示器电路构成人机交互界面,键盘用来输入控制量,显示器用来显示所处控制信号下的 GMM 棒磁感应强度、应变、热补偿机构与 GMM 棒之间的温差、以及 GMA 的输出位移。

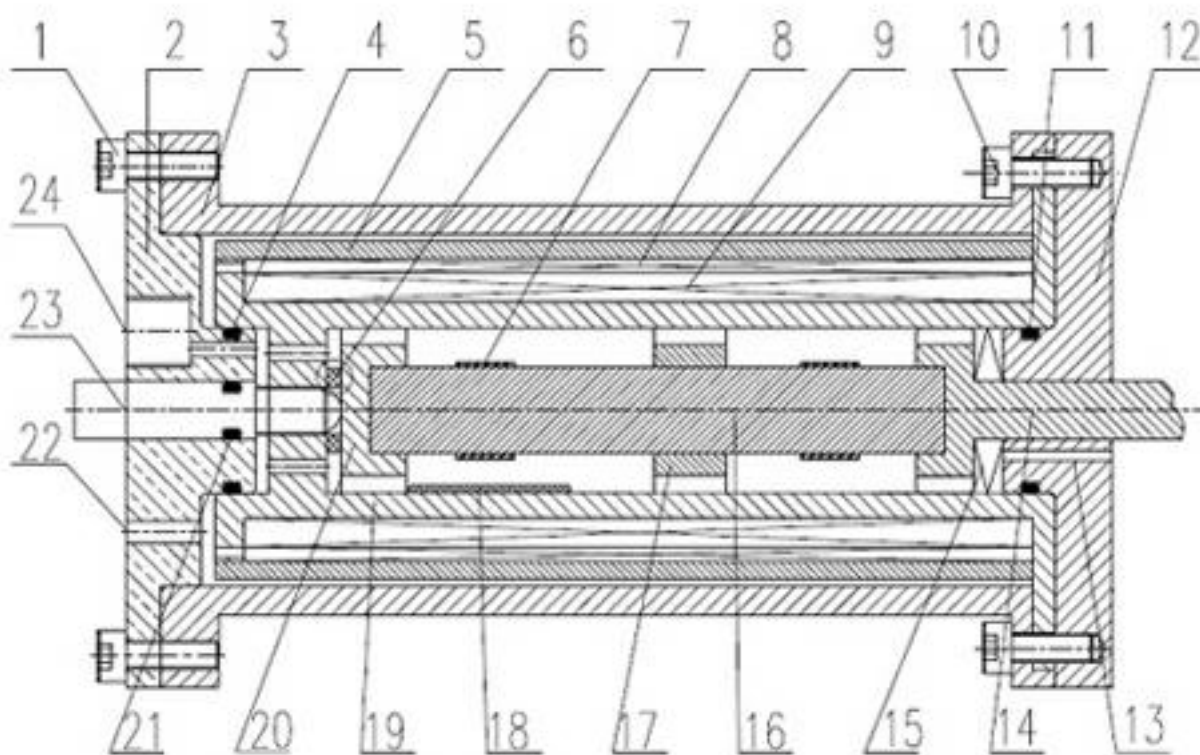


图 1

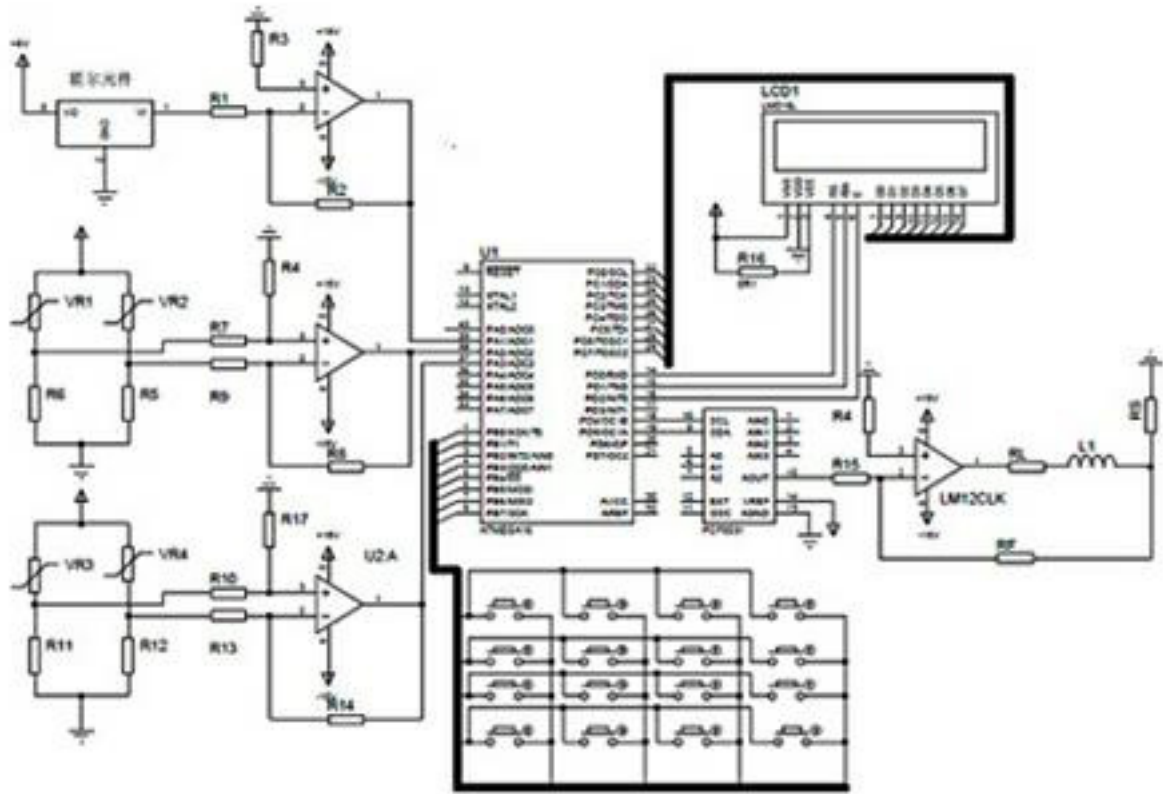


图 2

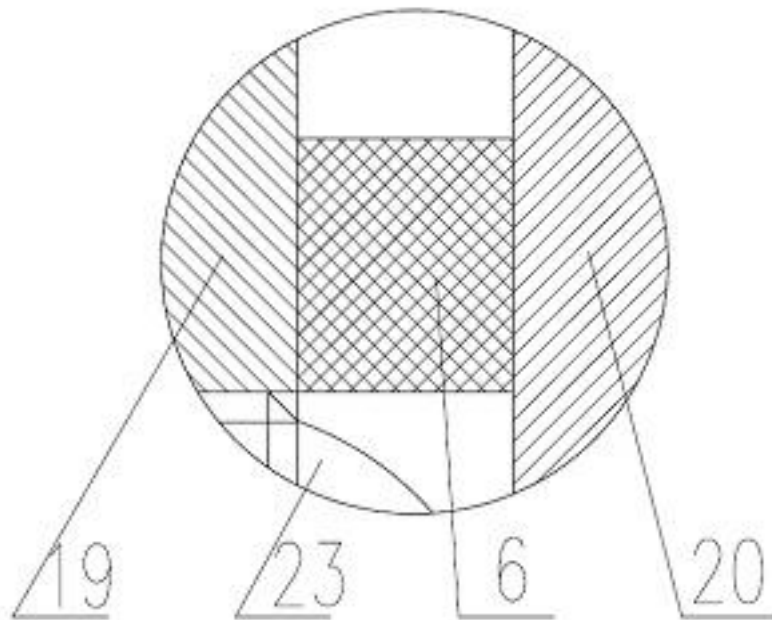


图 3