



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101818849 A

(43) 申请公布日 2010.09.01

(21) 申请号 201010152269.3

B64G 1/22(2006.01)

(22) 申请日 2010.04.22

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 白越 黄敦新 高庆嘉 吴一辉

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

F16N 11/12(2006.01)

F16N 11/00(2006.01)

F16C 33/66(2006.01)

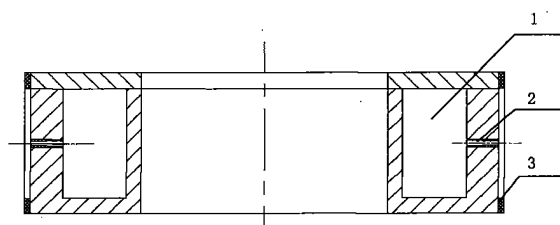
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种空间飞轮用储油及主动供油一体化装置

## (57) 摘要

本发明空间飞轮用储油及主动供油一体化装置属于空间摩擦学技术领域,该装置包括储油器、楔形导引槽和引流柱,储油器包括盖板和下储油腔体,盖板和下储油腔体通过机械方式或粘胶剂粘接方式连接;下储油腔体的侧壁设有 4~8 个径向安装孔,在与安装孔垂直的下储油腔体外表面设有与安装孔数量相同的引流孔,盖板在与引流孔对应垂直位置处设有数量和尺寸与引流孔相等的圆形孔;楔形引导槽采用过盈或粘接的方式安装在安装孔中,引流柱采用过盈或粘接的方式分别安装在引流孔和圆形孔中。本发明装置在相同的体积下可多携带几倍润滑油量,润滑油的使用率接近 100%,可实现轴承的更长润滑寿命;具有精确、可控及长效的优点,有效延长了飞轮的使用寿命和可靠性。



1. 一种空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,该装置包括储油器(1)、楔形导引槽(2)和引流柱(3),储油器(1)包括盖板(11)和下储油腔体(12),盖板(11)和下储油腔体(12)通过机械方式或粘胶剂粘接方式连接;下储油腔体(12)的侧壁设有4~8个径向安装孔(121),在与安装孔(121)垂直的下储油腔体(12)外表面设有与安装孔(121)数量相同的引流孔(122),盖板(11)在与引流孔(122)对应垂直位置处设有数量和尺寸与引流孔(122)相等的圆形孔(111);楔形引导槽(2)采用过盈或粘接的方式安装在安装孔(121)中,引流柱(3)采用过盈或粘接的方式分别安装在引流孔(122)和圆形孔(111)中。

2. 如权利要求1所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述安装孔(121)在下储油腔体(12)的周向均匀分布,其截面形状为矩形,尺寸与楔形导引槽(2)的尺寸配合。

3. 如权利要求1所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述引流孔(122)为圆柱形,其尺寸与引流柱(3)的尺寸配合。

4. 如权利要求1所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述储油器(1)采用金属材料制成。

5. 如权利要求1所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述楔形导引槽(2)包括结构相同的上盖(21)和下盖(22),上盖(21)和下盖(22)通过MEMS键合工艺键合形成楔形导引槽(2);上盖(21)上设有第一楔形槽(211),下盖(22)上设有第二楔形槽(221),第一楔形槽(211)的宽度 $b$ 为50~400 $\mu\text{m}$ ,高度 $h$ 为50~400 $\mu\text{m}$ ,楔形角 $e$ 为 $1\sim 10^\circ$ ,第二楔形槽(221)的尺寸与第一楔形槽(211)的尺寸相同。

6. 如权利要求5所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述上盖(21)和下盖(22)均采用硅或二氧化硅或聚硅氧烷材料制成。

7. 如权利要求1所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述引流柱(3)由多孔材料制成,长度为5~20mm,直径尺寸与圆形孔(111)的尺寸配合。

8. 如权利要求7所述的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,其特征在于,所述多孔材料为多孔酚醛树脂或多孔聚酰亚胺。

## 一种空间飞轮用储油及主动供油一体化装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于空间摩擦学技术领域,涉及一种空间姿控飞轮用电机支撑轴承润滑系统,特别涉及一种轴承润滑系统储油及主动供油一体化装置。

### 背景技术

[0002] 卫星的发展要求姿态控制系统具有高精度和长寿命并提供精确的控制力矩,在影响卫星可靠性及长寿命的众多因素中,姿控飞轮用电机支撑部件——轴承的长寿命润滑及其可靠性问题是关键因素。

[0003] 轴承失效形式主要是润滑系统的失效,特别是飞轮在工作过程中一次性所携带的润滑油通过油蒸气的迁移而损失,而在空间真空、失重环境下,润滑油通过蒸气挥发表现更为明显,当损失达到一定程度时即造成轴承的乏油,同时使轴承工作摩擦力矩增加且不稳定、摩擦温升增大,进而加剧轴承的磨损,致使轴承不能正常运行。所以对于要求高可靠性、低摩擦力矩的飞轮轴承润滑系统来说,其润滑剂的供给及其控制则成为其关键问题。

[0004] 空间条件下姿态控制飞轮工作期间要求轴承润滑系统保证轴承在良好的润滑状态下运行,即运动部件之间有一定量的油以形成润滑油膜以保证轴承的弹流润滑,并且油量供给可控,即要防止供油过量,又要避免乏油。当前,姿态控制飞轮轴承的润滑性能主要是由多孔含油保持架和辅助供油器来保证,轴承保持架和辅助供油器均采用多孔材料(如多孔酚醛胶木材料和多孔聚酰亚胺材料)制作。由于保持器材料和润滑油材料的热膨胀系数(即体胀系数)不同,所以飞轮工作时多孔材料因摩擦生热而产生的温升使保持器内的润滑油受到热胀压力作用而溢出到保持架表面,并随滚动体转移到轴承运转面上,形成润滑油膜。由于空间条件下润滑油挥发损失及多孔材料供油能力的缺失,储油器将不具有向轴承保持架供油的能力,导致轴承润滑油处于乏油状态,导致轴承润滑油处于乏油状态,导致轴承润滑最终失效。

[0005] 姿态控制飞轮的供油机理主要是利用多孔材料和润滑油因温升而表现的热膨胀性能的差异而工作,轴承初始工作时,轴承含油保持架向滚道上转移的润滑油完全可以满足润滑要求,但储油器供油的被动性导致储油器连续向轴承供油,此时轴承处于过润滑状态,增加了飞轮功耗,降低了飞轮的控制精度;保持器的供油率与其自身的含油率及温升有关,而目前应用的聚酰亚胺材料保持器的含油率仅为14%左右,并且随着油的溢出,当含油率降至9%时便不能克服油膜衰减而保证油膜润滑。另一方面,多孔材料的低含油率和较低可用率都限制了其供油能力,若要提高油只能采取增大储油器的体积,但空间设计的要求又决定了储油器的体积不能太大,且若增大储油器的体积和重量,飞轮体积和重量也相应的增加了,无疑将增加成本。由上述分析可以看出,当前姿态控制飞轮采用的多孔材料储油及被动供油装置并不能满足当前卫星长寿命、高可靠性要求。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中供油装置体积大、供油能力弱、不能进行主动控制以及寿命

不长等问题,本发明提供一种具有强供油能力及主动控制功能的空间飞轮用储油及主动供油一体化装置。

[0007] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0008] 一种空间飞轮用储油及主动供油一体化装置,包括储油器、楔形导引槽和引流柱,储油器包括盖板和下储油腔体,盖板和下储油腔体通过机械方式或粘胶剂粘接方式连接;下储油腔体的侧壁设有4~8个径向安装孔,在与安装孔垂直的下储油腔体外表面设有与安装孔数量相同的引流孔,盖板在与引流孔对应垂直位置处设有数量和尺寸与引流孔相等的圆形孔;楔形引导槽采用过盈或粘接的方式安装在安装孔中,引流柱采用过盈或粘接的方式分别安装在引流孔和圆形孔中。

[0009] 本发明的有益效果是:利用微机械工艺(MEMS)制作的楔形导引槽在微米尺度上对液体所呈现出摩擦阻性和粘滞阻性以及通过调节飞轮转速以控制润滑油所受的离心力来实现对润滑油的补给进行主动控制;同时采用多孔材料制作的引流柱对轴承润滑油的流动进行导引,避免引流槽中的润滑油的散失,使之有效地进入轴承沟道实现润滑;相同尺寸的金属材料的储油器携带的润滑油比常规多孔材料储油器多几倍,且所携带润滑油的使用率接近100%,远高于常规多孔材料储油器10%的使用率,可实现轴承的更长润滑寿命;该装置具有精确、可控以及长效的优点,有效延长了姿态控制用飞轮的使用寿命和可靠性。

#### 附图说明

[0010] 图1为本发明空间飞轮用储油及主动供油一体化装置的结构示意图。

[0011] 图2为本发明储油器的结构示意图。

[0012] 图3为本发明楔形导引槽的结构示意图。

[0013] 图4为本发明引流柱的结构示意图。

[0014] 图中:1、储油器,11、盖板,111、圆形孔,12、下储油腔体,121、安装孔,122、引流孔,2、楔形引导槽,21、上盖,211、第一楔形槽,22、下盖,221、第二楔形槽,3、引流柱。

#### 具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0016] 如图1至图4所示,本发明空间飞轮用储油及主动供油一体化装置包括储油器1、楔形导引槽2和引流柱3;储油器1用于储存润滑油,储油器1的下储油腔体12的侧壁加工4~8个径向安装孔121,楔形导引槽2采用过盈或粘接的方式安装在安装孔121中;楔形导引槽2在供油时引导润滑油向引流柱3供油,楔形导引槽2由上盖21和下盖22构成,在上盖21和下盖22的中间部位有第一楔形槽211和第二楔形槽221,上盖21和下盖22连接成楔形引导槽2,楔形导引槽2中间的第一楔形槽211和第二楔形槽221形成了润滑油的供给通道同时提供摩擦阻力和粘滞阻力;引流柱3采用过盈或粘接的方式分别安装在引流孔122和圆形孔111中,供油时润滑油通过引流柱3向轴承微量供油,避免了供油时对轴承运转的影响,保证了供油时运转轴承具有良好的动力学特性。

[0017] 如图2所示,储油器1采用金属材料,包括盖板11和下储油腔体12;安装孔121在下储油腔体12的周向均匀分布,其截面形状为矩形,尺寸与楔形导引槽2的尺寸配合;同时下储油腔体12在与安装孔121垂直的外表面加工有圆柱形的引流孔122,引流孔122的数

量与安装孔 121 的数量相等,引流孔 122 的尺寸与引流柱 3 的尺寸配合。将盖板 11 和下储油腔体 12 用机械方式(如过盈压入、螺钉坚固等)或粘胶剂粘接在一起,然后盖板 11 在与引流孔 122 对应垂直位置处加工数量和尺寸与引流孔 122 相等的圆形孔 111。

[0018] 如图 3 所示,楔形导引槽 2 包括上盖 21 和下盖 22,上盖 21 和下盖 22 结构相同,均采用硅、二氧化硅或聚硅氧烷材料制成,通过 MEMS 光刻工艺在上盖 21 和下盖 22 刻蚀出第一楔形槽 211 和第二楔形槽 221,第一楔形槽 211 的宽度  $b$  为  $50 \sim 400\mu\text{m}$ ,高度  $h$  为  $50 \sim 400\mu\text{m}$ ,楔形角  $e$  为  $1 \sim 10^\circ$ ,第二楔形槽 221 尺寸与第一楔形槽 211 尺寸一样。通过 MEMS 键合工艺将上盖 21 和下盖 22 键合成楔形导引槽 2,第一楔形槽 211 和第二楔形槽 221 形成的微通道作为供油时润滑油的通道,并提供主动控制润滑流动所需的摩擦阻力和粘滞阻力。

[0019] 如图 4 所示,引流柱 3 由多孔材料制成,如多孔酚醛树脂或多孔聚酰亚胺,其长度为  $5 \sim 20\text{mm}$ ,直径尺寸与圆形孔 111 尺寸配合。

[0020] 润滑油根据需要的量预先注入储油器 1 的下储油腔体 12 内,储油器 1 连接在旋转轴系上,随轴系旋转,下储油腔体 12 里的润滑油在离心力的作用下有沿楔形导引槽 2 向外流动的趋势,由于空间条件下重力近似为零,楔形导引槽 2 内的润滑油只受离心力和楔形导引槽 2 表面张力引起的摩擦阻力作用。地面人员通过控制电机电流调节飞轮转速,相应地控制因旋转引起的离心力大小,则可主动控制储油器 1 的供油。

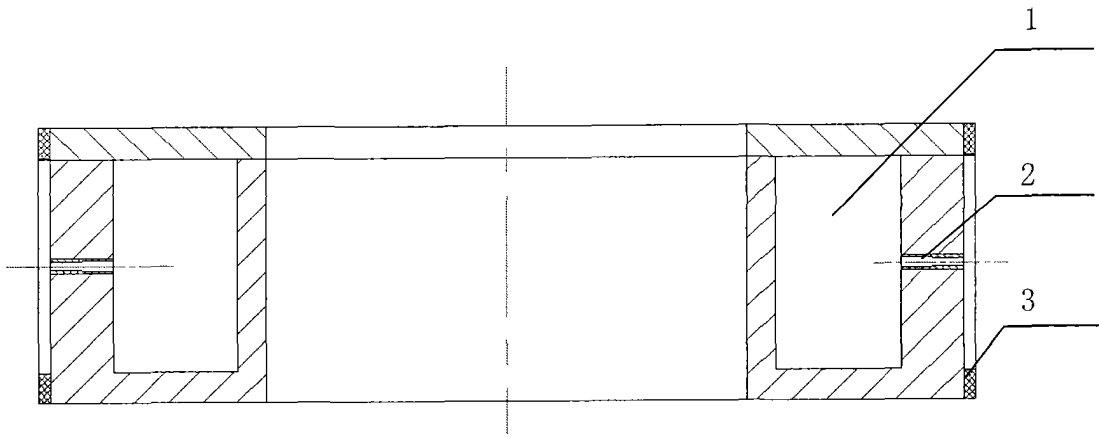


图 1

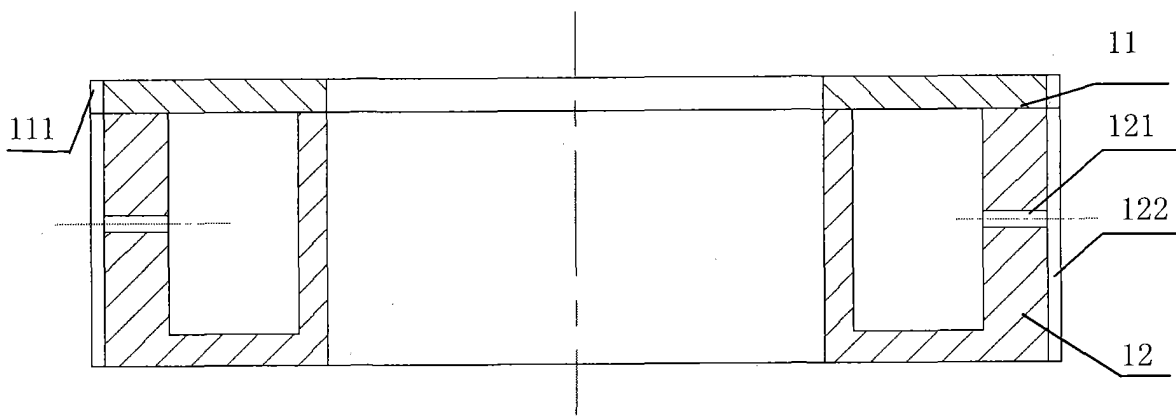


图 2

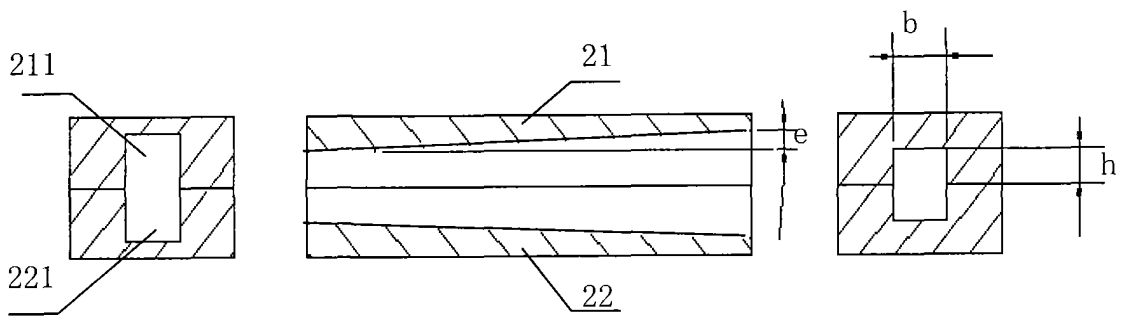


图 3

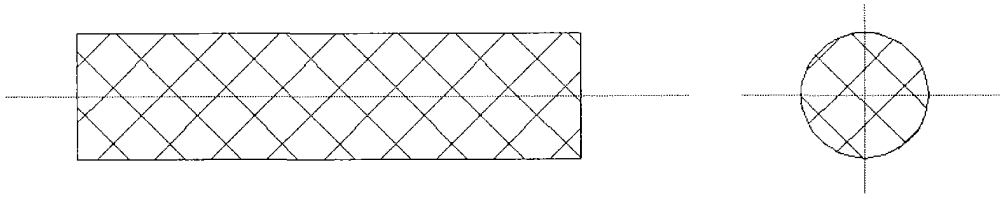


图 4