



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109723721 A

(43)申请公布日 2019.05.07

(21)申请号 201910038674.3

C23C 24/10(2006.01)

(22)申请日 2019.01.16

(71)申请人 青岛理工大学(临沂)管理委员会办
公室

地址 273400 山东省临沂市费县费城镇东
外环1号

(72)发明人 魏云玲 李杨 任付娥 李晓刚
刘建泽

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限
公司 11212

代理人 谈杰

(51)Int.Cl.

F16C 33/10(2006.01)

F16C 33/12(2006.01)

F16C 33/14(2006.01)

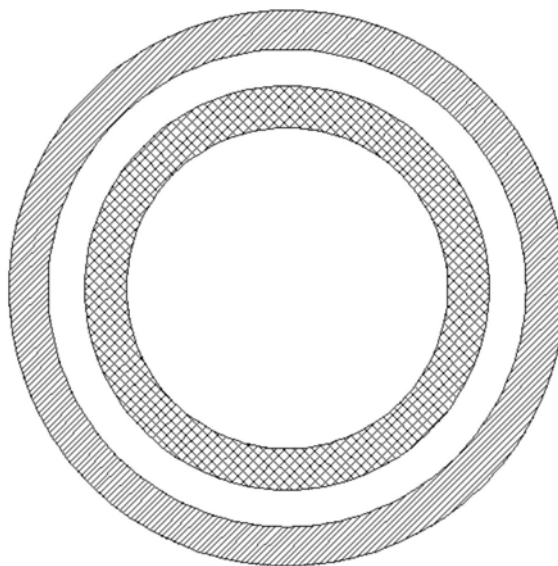
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种自润滑轴承、制备方法及其应用

(57)摘要

本发明属于自润滑轴承领域并公开了一种自润滑轴承、制备方法及其应用;包括轴承内圈和轴承外圈,所述轴承内圈套设在所述轴承外圈内,且所述轴承内圈与所述轴承外圈滑动连接,所述轴承内圈和所述轴承外圈均由金属基材以及包覆在所述金属基材外的耐磨润滑层所组成;所述耐磨润滑层包括 $TiWC_2$ 、 Ti_2CS 、 $TiCr-Cr_3C_2$ 以及 CrS 、 WS_2 ;所述轴承内圈和所述轴承外圈外形均为环形结构,且所述轴承内圈和所述轴承外圈之间的间隙为0.1mm-2mm;所述轴承内圈的表面上均匀设有润滑通孔。本发明的自润滑轴承自润滑效果好、耐磨损效果佳且适用于重载机械设备中,具有广泛的应用前景。



1. 一种自润滑轴承,包括轴承内圈和轴承外圈,所述轴承内圈套设在所述轴承外圈内,且所述轴承内圈与所述轴承外圈滑动连接,其特征在于,所述轴承内圈和所述轴承外圈均由金属基材以及包覆在所述金属基材外的耐磨润滑层所组成;所述耐磨润滑层包括 TiWC_2 、 Ti_2CS 、 $\text{TiCr}-\text{Cr}_3\text{C}_2$ 以及 CrS 、 WS_2 ;所述轴承内圈和所述轴承外圈外形均为环形结构,且所述轴承内圈和所述轴承外圈之间的间隙为 $0.1\text{mm}-2\text{mm}$;所述轴承内圈的表面上均匀设有润滑通孔。

2. 根据权利要求1所述的一种自润滑轴承,其特征在于,所述金属基材包括高锰钢或铝合金材质。

3. 根据权利要求1所述的一种自润滑轴承,其特征在于,所述耐磨润滑层的平均显微硬度为 $1250\text{HV}_{0.2}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种自润滑轴承,其特征在于,所述耐磨润滑层的涂覆厚度为 $0.5-2\text{mm}$ 。

5. 一种自润滑轴承的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:将钛粉、石墨粉以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物一;再将 $\text{TiCr}-\text{Cr}_3\text{C}_2$ 粉末、 WS_2 粉末以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物二;

步骤二:将熔化后的金属液体倒入到模具中,分别制备出如所述轴承内圈和所述轴承外圈外形结构相同的所述金属基材,然后对所述金属基材表面进行打磨、除锈和除油处理;所述轴承内圈的所述金属基材上均匀设有所述润滑通孔;

步骤三:将混合物一用水混合后均匀涂覆在所述金属基材表面,涂覆结束以后将所述金属基材放置在 $50-100^\circ\text{C}$ 范围内烘干;接着,以纯度不低于 99.99% 的氮气作为保护气体和反应气体,以钨为阴极,以所述金属基材为阳极,对所述金属基材实施氮弧熔覆处理;

步骤四:将混合物二用水混合后均匀涂覆在经步骤三处理以后的所述金属基材表面,涂覆结束以后将金属基材放置在 $60-120^\circ\text{C}$ 范围内烘干;接着利用二氧化碳激光器在氮气或氮气环境中对其进行激光熔覆,便分别得到含有耐磨润滑层的轴承内圈和轴承外圈;

步骤五:将步骤四处理以后的所述轴承内圈套设在所述轴承外圈内便得到所述自润滑轴承。

6. 根据权利要求5所述的一种自润滑轴承的制备方法,其特征在于,所述步骤二对所述金属基材表面打磨和表面除锈采用不低于 1200 目的砂纸打磨,所述步骤二对金属基材表面采用无水乙醇、DMF和去离子水各洗涤至少一次进行除油。

7. 根据权利要求5所述的一种自润滑轴承的制备方法,其特征在于,所述 WS_2 粉末制备方法为:首先,将偏钨酸铵溶解于氨水溶液中,在保持溶液温度在 $50-80^\circ\text{C}$ 条件下向其持续通入硫化氢气体;然后,将此混合溶液置于 $-20-5^\circ\text{C}$ 环境下进行过滤,并将过滤得到的晶体用无水乙醇、无水乙醚清洗,再于 $50-100^\circ\text{C}$ 环境下干燥处理;最后,利用球磨机对其进行球磨处理便得到所述 WS_2 粉末。

8. 根据权利要求5所述的一种自润滑轴承的制备方法,其特征在于,所述二氧化碳激光器的工作条件为:工作气压为 $0.2-1.4\text{Mpa}$,激光功率为 $0.5-6\text{kW}$,扫描速度为 $2-12\text{mm/s}$,光斑直径为 $2-8\text{mm}$,激光能量密度为 $50-300\text{J/mm}^3$ 。

9. 根据权利要求5所述的一种自润滑轴承的制备方法,其特征在于,所述成热凝胶剂包

括甲基纤维素。

10. 一种自润滑轴承的应用, 其特征在于, 应用于重载机械设备中。

一种自润滑轴承、制备方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及自润滑轴承技术领域,尤其涉及一种自润滑轴承、制备方法及 其应用。

背景技术

[0002] 自润滑轴承是各种机器中广泛使用的支承零件,种类繁多的滑动轴承应用 范围很广。通常,自润滑轴承一般由外层金属套(钢或铜)和内层衬套所组成,在轴承衬里材料中,国内曾经被用来或目前仍然被用来制作自润滑轴承的材料 有铁梨木、夹布胶木、橡胶、塑料、陶瓷、石墨制品、金属、合金以及金属塑 料等。其中,铁梨木,金属材料等价格昂贵,使用效果较差;塑料轴承和陶瓷 轴承都具有良好的运转性能和高的承载能力,但塑料轴承的热膨胀和吸水性导 致轴承间隙的变化,陶瓷的高脆性和低的抗冲击性能,以及对水中固体颗粒的 高度敏感,限制了它们的应用;而橡胶轴承的磨损性能一般较差,使用寿命较 短。

[0003] 公开号CN101343411B的中国专利公开了一种工程塑料关节轴承外壳材 料、内球材料及其成型方法,该轴承采用树脂注射成型方式,用玻璃纤维、聚 酰胺及其他材料制作纤维增强塑料关节轴承,但其使用的玻璃纤维为短纤维, 使得轴承的压缩强度较低,进而轴承的应用范围较窄。公开号为CN108468713A 的中国专利公开了一种用于重型卡车平衡轴的自润滑轴承及其制造方法,该自 润滑轴承包括轴承内圈和轴承外圈,轴承内、外圈采用不同材质制作而成,导 致其轴承内、外圈的膨胀系数不一样,在降低了轴承的自重的同时,也造成了 轴承易磨损的难题。鉴于此,如何提供一种自润滑效果好、耐磨损效果佳且适 用于重载机械设备中的自润滑轴承、制备方法及其应用是本领域技术人员需要 解决的技术难题。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本 发明的一个目的在于提出一种自润滑轴承,该自润滑轴承自润滑效果好、耐磨 损效果佳。

[0005] 本发明的第二个目的在于提出一种自润滑轴承的制备方法。

[0006] 本发明的第二个目的在于提出一种自润滑轴承的应用。

[0007] 为达到上述目的,本发明第一方面提出了一种自润滑轴承,包括轴承内圈 和轴承外圈,所述轴承内圈套设在所述轴承外圈内,且所述轴承内圈与所述轴 承外圈滑动连接,所述轴承内圈和所述轴承外圈均由金属基材以及包覆在所述 金属基材外的耐磨润滑层所组成;所述耐磨润滑层包括 $TiWC_2$ 、 Ti_2CS 、 $TiCr-Cr_3C_2$ 以及 CrS 、 WS_2 ;所述轴承内圈和所述轴 承外圈外形均为环形结构,且所述轴承内圈和所述轴承外圈之间的间隙为0.1mm-2mm;所 述轴承内圈的表 面上均匀设有润滑通孔。

[0008] 优选的,所述金属基材包括高锰钢或铝合金材质。

[0009] 优选的,所述耐磨润滑层的平均显微硬度为1250HV_{0.2}。

[0010] 优选的,所述耐磨润滑层的涂覆厚度为0.5-2mm。

[0011] 本发明第二方面提出的一种自润滑轴承的制备方法,包括如下步骤:

[0012] 步骤一:将钛粉、石墨粉以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物一;再将 $\text{TiCr-Cr}_3\text{C}_2$ 粉末、 WS_2 粉末以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物二;

[0013] 步骤二:将熔化后的金属液体倒入到模具中,分别制备出如所述轴承内圈和所述轴承外圈外形结构相同的所述金属基材,然后对所述金属基材表面进行打磨、除锈和除油处理;所述轴承内圈的所述金属基材上均匀设有所述润滑通孔;

[0014] 步骤三:将混合物一用水混合后均匀涂覆在所述金属基材表面,涂覆结束以后将所述金属基材放置在 $50\text{--}100^\circ\text{C}$ 范围内烘干;接着,以纯度不低于 99.99% 的氮气作为保护气体和反应气体,以钨为阴极,以所述金属基材为阳极,对所述金属基材实施氮弧熔覆处理;

[0015] 步骤四:将混合物二用水混合后均匀涂覆在经步骤三处理以后的所述金属基材表面,涂覆结束以后将金属基材放置在 $60\text{--}120^\circ\text{C}$ 范围内烘干;接着利用二氧化碳激光器在氦气或氮气环境中对其进行激光熔覆,便分别得到含有耐磨润滑层的轴承内圈和轴承外圈;

[0016] 步骤五:将步骤四处理以后的所述轴承内圈套设在所述轴承外圈内便得到所述自润滑轴承。

[0017] 优选的,所述步骤二对所述金属基材表面打磨和表面除锈采用不低于1200目的砂纸打磨,所述步骤二对金属基材表面采用无水乙醇、DMF和去离子水各洗涤至少一次进行除油。

[0018] 优选的,所述 WS_2 粉末制备方法为:首先,将偏钨酸铵溶解于氨水溶液中,在保持溶液温度在 $50\text{--}80^\circ\text{C}$ 条件下向其持续通入硫化氢气体;然后,将此混合溶液置于 $-20\text{--}5^\circ\text{C}$ 环境下进行过滤,并将过滤得到的晶体用无水乙醇、无水乙醚清洗,再于 $50\text{--}100^\circ\text{C}$ 环境下干燥处理;最后,利用球磨机对其进行球磨处理便得到所述 WS_2 粉末。

[0019] 优选的,所述二氧化碳激光器的工作条件为:工作气压为 $0.2\text{--}1.4\text{Mpa}$,激光功率为 $0.5\text{--}6\text{kW}$,扫描速度为 $2\text{--}12\text{mm/s}$,光斑直径为 $2\text{--}8\text{mm}$,激光能量密度为 $50\text{--}300\text{J/mm}^3$ 。

[0020] 优选的,所述成热凝胶剂包括甲基纤维素。

[0021] 本发明第三方面提出的一种自润滑轴承的应用法,应用于重载机械设备中。

[0022] 本发明提出的一种自润滑轴承、制备方法及其应用,有益效果在于:

[0023] (1) 本发明的自润滑轴承在金属基材基础上设有一层耐磨润滑层,在现有自润滑轴承的基础上进一步提高了自润滑及耐磨损效果;同时自润滑轴承的轴承内圈和轴承外圈使用相同材质,可以确保轴承的膨胀系数一致,解决了现有自润滑轴承设计过程中存在膨胀系数不一致,容易导致开裂的难题;

[0024] (2) 本发明的自润滑轴承的耐磨润滑层在具有抗磨损、润滑效果好的基础上还具有很高的强度、硬度、熔点和极好的热稳定性,有利于提高自润滑轴承的使用寿命;

[0025] (3) 本发明自润滑轴承制备方法中耐磨润滑层主要通过激光熔覆和电弧熔覆附着在金属基材上,提高了耐磨润滑层与金属基材的附着力;同时,制备方法简单易行,制备方便;

[0026] (4) 本发明自润滑轴可广泛应用于重载机械设备中,有效提高使用寿命。

[0027] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0028] 下面结合附图中的实施例对本发明作进一步的详细说明,但并不构成对本发明的任何限制。

[0029] 图1为本发明实施例自润滑轴承的主视结构示意图;

[0030] 图2为本发明实施例自润滑轴承中轴承内圈的立体结构示意图;

[0031] 图3为本发明实施例制备方法的流程示意图;

[0032] 图4为本发明实施例中自润滑轴承磨损失重的试验结果示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0034] 下面参考附图1-4描述本发明实施例的一种自润滑轴承、制备方法及其应用。

[0035] 如图1和图2所示,在本发明的第一个实施例中自润滑轴承包括轴承内圈和轴承外圈,轴承内圈套设在轴承外圈内,且轴承内圈与轴承外圈滑动连接,轴承内圈和轴承外圈均由金属基材以及包覆在金属基材外的耐磨润滑层所组成;耐磨润滑层包括 TiWC_2 、 Ti_2CS 、 $\text{TiCr-Cr}_3\text{C}_2$ 以及 CrS 、 WS_2 ;轴承内圈和轴承外圈外形均为环形结构,且轴承内圈和轴承外圈之间的间隙可以根据实际负载情况在0.1mm与2mm之间任意设置;当自润滑轴承的承载重量较重时,可以适当增大轴承内圈和轴承外圈之间的间隙,如2mm,可以避免在承载重量较重情况下将轴承外圈压在轴承内圈上,形成轴承外圈与轴承内圈的摩擦而降低轴承内圈和轴承外圈的使用寿命;当自润滑轴承的承载重量较轻时,可以适当减小轴承内圈和轴承外圈之间的间隙,如0.1mm因此此时可以不用担心轴承外圈压在轴承内圈上而降低轴承内圈和轴承外圈的使用寿命的情况;最后,轴承内圈的表面上均匀设有润滑通孔。

[0036] 本发明实施例自润滑轴承的轴承内圈和轴承外圈均由金属基材以及耐磨润滑层所组成。轴承内圈和轴承外圈的材料一样,在外界热量作用下可以起到膨胀系数相同的有益效果,确保了轴承间隙的一致,避免膨胀系数不一样导致轴承间隙变化,使得轴承内圈和轴承外圈磨损加重进而缩短使用寿命的难题。同时,使用金属基材作为轴承内圈和轴承外圈的基本成型材料,提高了整个轴承的刚性、硬度。另外包覆在金属基材外的耐磨润滑层包括 TiWC_2 、 Ti_2CS 、 $\text{TiCr-Cr}_3\text{C}_2$ 以及 CrS 、 WS_2 ;其中 TiWC_2 、 Ti_2CS 、 $\text{TiCr-Cr}_3\text{C}_2$ 作为一种陶瓷材料,具有很高的强度、硬度、熔点和极好的热稳定性,本发明实施例将其用作于耐磨增强相,具有优异的抗磨损作用; CrS 、 WS_2 作为润滑相,有效地减轻耐磨润滑层自身及其轴承件的摩擦磨损,大幅度提高自润滑轴承的耐磨寿命。

[0037] 进一步地,本发明实施例中金属基材包括高锰钢或铝合金材质,高锰钢具有硬度高、结构强度大、成本较低的有益效果,而铝合金材质具有质轻、硬度高的有益效果。

[0038] 进一步地,本发明实施例中耐磨润滑层的平均显微硬度为1250HV_{0.2},该硬度高于

现有技术中常见的自润滑轴承的硬度,说明本发明实施例硬度较高,非常适用于重载机械设备中。

[0039] 进一步地,耐磨润滑层的涂覆厚度为0.5-2mm。

[0040] 如图3所示,在本发明的第二个实施例中自润滑轴承的制备方法,包括如下步骤:

[0041] 步骤一:将钛粉、石墨粉以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物一;再将TiCr-Cr₃C₂粉末、WS₂粉末以及成热凝胶剂进行混合、研磨直至充分混合,得到混合物二;

[0042] 步骤二:将熔化后的金属液体倒入到模具中,分别制备出轴承内圈和所述轴承外圈外形结构相同的金属基材,然后对金属基材表面进行打磨、除锈和除油处理;轴承内圈的金属基材上均匀设有润滑通孔;

[0043] 步骤三:将混合物一用水混合后均匀涂覆在金属基材表面,涂覆结束以后将金属基材放置在100℃环境下烘干;接着,以纯度为99.99%的氮气作为保护气体和反应气体,以钨为阴极,以所述金属基材为阳极,对所述金属基材实施氮弧熔覆处理;

[0044] 步骤四:将混合物二用水混合后均匀涂覆在经步骤三处理以后的金属基材表面,涂覆结束以后将金属基材放置在120℃环境下烘干;接着利用二氧化碳激光器在氦气或氮气环境中对其进行激光熔覆,便分别得到含有耐磨润滑层的轴承内圈和轴承外圈;

[0045] 步骤五:将步骤四处理以后的轴承内圈套设在轴承外圈内便得到自润滑轴承。

[0046] 本发明实施例中考虑到金属基材表面通常采用高锰钢或铝合金等金属材料作为基材的实际情况,如果直接进行激光熔覆则激光熔覆的增强相直接与金属进行结合而导致耐磨效果差的缺陷。因此本发明实施例的制备方法先通过在其表面通过电弧熔覆技术熔覆一层钛和石墨粉,利用钛合金具有比强度高、耐腐蚀性优异、生物相容性好等突出优点,在起表面进行激光熔覆时便可以与TiCr-Cr₃C₂以及WS₂粉末形成耐磨性及润滑性好的涂层,有利于提高涂层与铁质基质的粘合;

[0047] 本发明采用激光熔覆具有能量输入密度高、加热和冷却速度快、稀释率低、热变形小等突出特点,可以获得组织细小致密、与基体呈牢固冶金结合的涂层材料,显著提高泵体表面的耐摩擦和润滑性能;

[0048] 需要说明的是,在步骤三中混合物一涂覆在金属基材表面结束以后将金属基材放置在50-100℃范围内烘干都可以,本实施例优选使用100℃可加快烘干速度,节约时间,其不构成对本发明的限制;同时,为起到保护和反应的作用氮气的纯度不低于99.99%,在本发明实施例中为综合考虑成本和效果,采用浓度为99.99%的氮气进行试验,其不构成对本发明的限制;同理,步骤四中,混合物二用水混合涂覆结束以后将金属基材放置在120℃环境下烘干,本发明实施例也不构成对本发明的限制。

[0049] 进一步地,步骤二对金属基材表面打磨和表面除锈采用1200目的砂纸打磨,步骤二对金属基材表面采用无水乙醇、DMF和去离子水各洗涤一次进行除油。

[0050] 进一步地,WS₂粉末制备方法为:首先,将偏钨酸铵溶解于氨水溶液中,在保持溶液温度在80℃条件下向其持续通入硫化氢气体;然后,将此混合溶液置于5℃环境下进行过滤,并将过滤得到的晶体用无水乙醇、无水乙醚清洗,再于100℃环境下干燥处理;最后,利用球磨机对其进行球磨处理便得到WS₂粉末。

[0051] 进一步地,二氧化碳激光器的工作条件为:工作气压为0.2-1.4Mpa,激光功率为

0.5-6kW,扫描速度为2-12mm/s,光斑直径为2-8mm,激光能量密度为50-300J/mm³。

[0052] 进一步地,成熟凝胶剂包括甲基纤维素。

[0053] 在本发明的第三个实施例中自润滑轴承的应用,应用于重载机械设备中。

[0054] 参阅附图4所示,取2组样品,第一组为对照组,采用高锰钢制备的自润滑轴承;另一组为实验组,实验组选用高锰钢基材的自润滑轴承,且该自润滑轴承表面涂覆了耐磨润滑层。利用摩擦试验机对对照组、实验组相同的部位进行摩擦试验。试验每间隔2h,清洁自润滑轴承表面后进行称重,然后重复试验,将试验后的数据绘制成如图4所示的磨损失重对比曲线:由图4可知,随着磨损时间的增加,对照组的磨损失重越来越多于实验组。表明,经本发明实施例的自润滑轴承的耐磨性更佳。

[0055] 为进一步验证本发明实施例的自润滑轴承非常适合应用于重载机械设备中,我们对经过本发明实施例所示方法制备的自润滑轴承测试其硬度,经测试该轴承具有较高的硬度且分布比较均匀,涂层平均显微硬度1250HV_{0.2},约是普通高锰钢基体的2.5倍,说明本发明实施例的增强相整体硬度的增强起到了重要的作用;由涂层的润滑相以及显微硬度分析结果可以推测,该耐磨润滑层将具有较好的高温润滑耐磨性能。

[0056] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

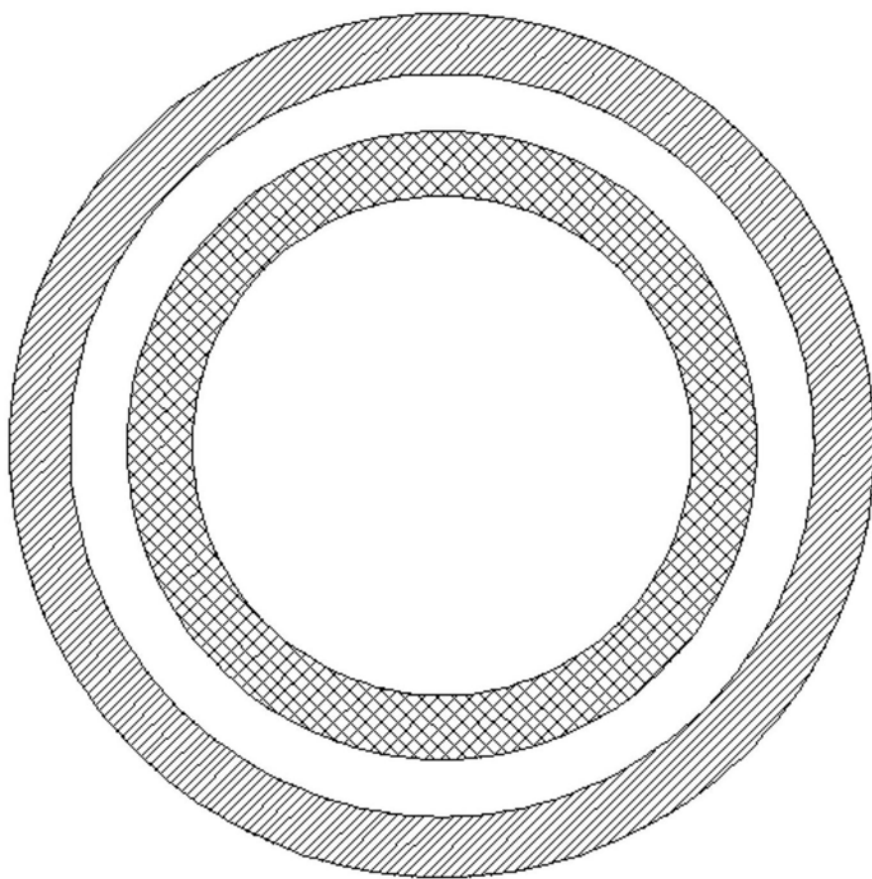


图1

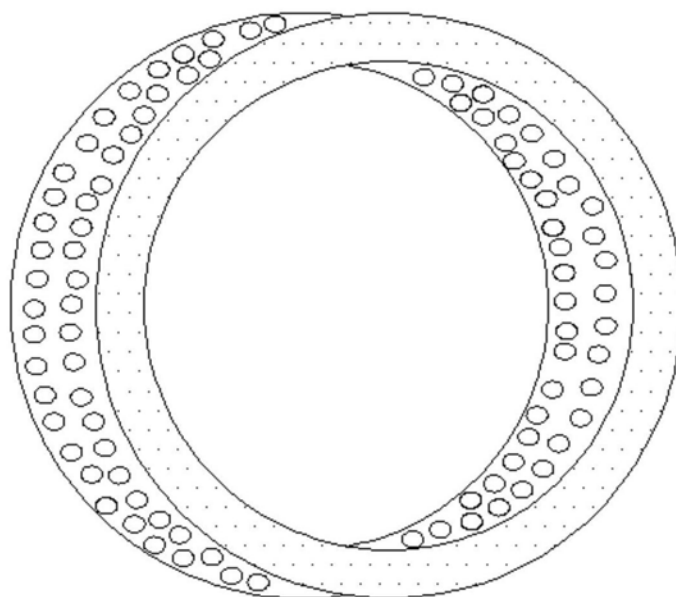


图2

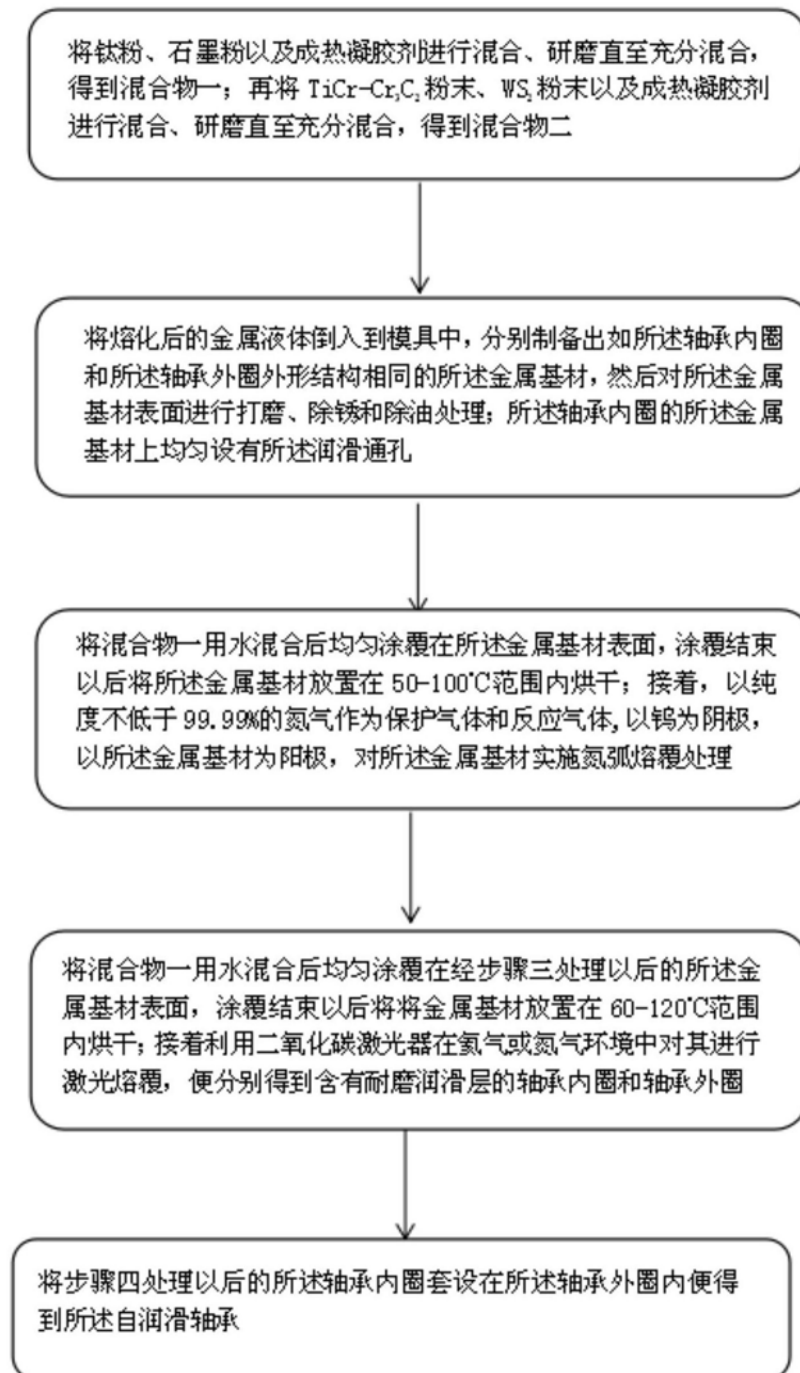


图3

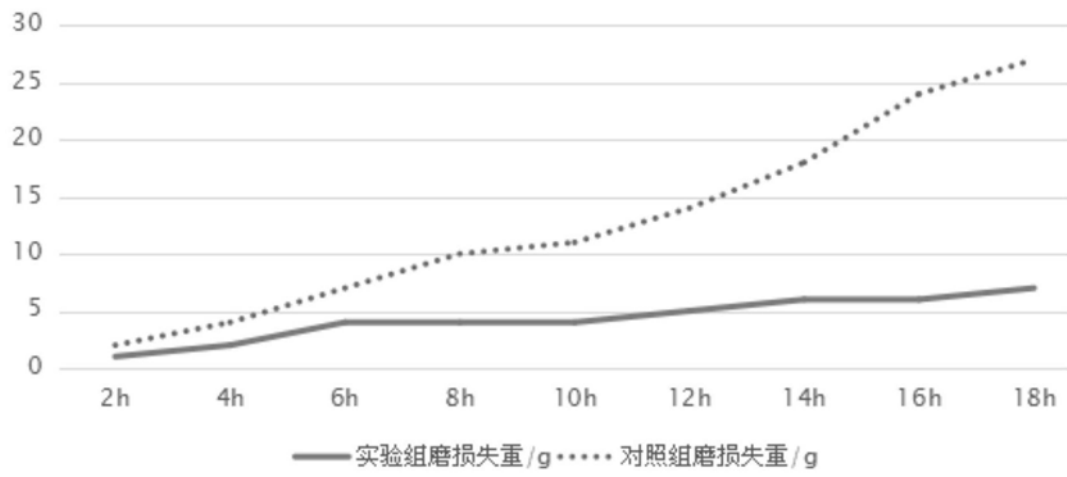


图4