



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114226733 A

(43) 申请公布日 2022.03.25

(21) 申请号 202111565659.8

B22F 3/10 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.20

B22F 3/26 (2006.01)

(71) 申请人 揭建康

地址 341612 江西省鹰潭市贵溪市建设路
11号金色年华小区2栋1单元1401室

申请人 揭朝奎 李明茂

(72) 发明人 揭建康 揭朝奎 李明茂

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
有限公司 11250

代理人 刘海尧

(51) Int. Cl.

B22F 5/10 (2006.01)

B22F 7/04 (2006.01)

G22C 9/00 (2006.01)

B22F 3/02 (2006.01)

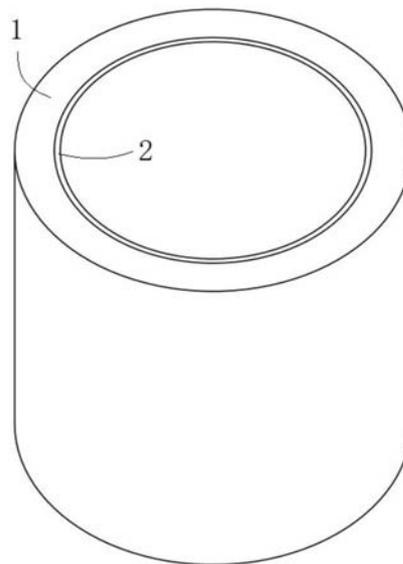
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种钢铜复合自润滑导套及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供一种钢铜复合自润滑导套及其制备方法,属于轴承的结构设计技术领域,其中,钢铜复合自润滑导套包括:环形钢套和粉末冶金层,粉末冶金层复合于环形钢套的环形内壁上,粉末冶金层的孔隙中填充有润滑剂;粉末冶金层采用铜合金粉、铁粉、锡粉和石墨粉为原料制成,其中,铁粉的配比为10~15wt%,锡粉的配比为5~10wt%,石墨粉的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉;本发明的钢铜复合自润滑导套,粉末冶金层由铁、镍、锡、铜和石墨粉复合烧结而成,其中铜、镍、锡粉形成的铜镍锡合金会产生固溶强化或者调幅分解,使导套的强度、抗压能力和耐腐蚀性能得到提升,调幅分解之所以能强化合金是因为形成了均匀且致密的调幅组织。



1. 一种钢铜复合自润滑导套,其特征在于,包括:环形钢套(1)和粉末冶金层(2),所述粉末冶金层(2)复合于所述环形钢套(1)的环形内壁上,所述粉末冶金层(2)的孔隙中填充有润滑剂;

所述粉末冶金层(2)采用铜合金粉、铁粉、锡粉和石墨粉为原料制成,其中,铁粉的配比为10~15wt%,锡粉的配比为5~10wt%,石墨粉的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉。

2. 根据权利要求1所述的钢铜复合自润滑导套,其特征在于,所述环形钢套(1)为A3钢或45号材质。

3. 根据权利要求1所述的钢铜复合自润滑导套,其特征在于,所述粉末冶金层(2)中的铜合金粉为含有锡、镍和锌元素的铜合金。

4. 根据权利要求1所述的钢铜复合自润滑导套,其特征在于,所述润滑剂为机油或聚四氟乙烯。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的钢铜复合自润滑导套,其特征在于,所述粉末冶金层(2)的厚度为1~3mm。

6. 一种钢铜复合自润滑导套的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一,将环形钢套(1)的环形端面加工平整;

步骤二,采用粉料粒度为50~200目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为10~15wt%,锡的配比为5~10wt%,石墨的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的3~7%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套(1)的内径小1~2mm,长度与环形钢套(1)一致,预制管件的壁厚为2~6mm;

步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套(1),使上下齐平;

步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加10~20MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套(1)的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力10秒~20秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;

步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000℃,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为3~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以下取出;经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套(1)完成冶金复合;

步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用80~100MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层(2)发生塑性变形,以增加粉末冶金层(2)的致密度;

步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000℃,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为2~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套(1)的冶金复合更加牢固。

7. 根据权利要求6所述的钢铜复合自润滑导套的制备方法,其特征在于,还包括:

步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保粉末

冶金层(2)的厚度为1~3mm。

8. 根据权利要求7所述的钢铜复合自润滑导套的制备方法,其特征在于,还包括:

步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层(2)孔隙中,所述润滑剂为润滑油或聚四氟乙烯。

一种钢铜复合自润滑导套及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轴承的结构设计技术领域,具体涉及一种具有极低摩擦系数同时又可承受大载荷的钢铜复合自润滑导套及其制备方法。

背景技术

[0002] 导套是一个与导柱配合使用,起到一个导向的作用的模具配件。一般配合间隙很小,在0.05mm以内;一般多用在模具或一些机械中,来保证运动的准确性。由于导柱与导套之间的相对运动,为减少摩擦,必须加强两者之间的润滑,但因为润滑油的不易添加,以及一些场合不适合添加,因此往往要求导套具备自润滑功能。

[0003] 自润滑导套一般是以高强度的铸造铜合金(CuZn25Al5, CuZn24Al6Fe3Mn4, C86300, C95400, C95800)作为基础材料,根据使用工况按一定比例在其工作面加工出孔穴并填入固体润滑剂,高强度的铜合金提供了很高的承载能力而固体润滑剂则可以形成较低的摩擦副。

[0004] 然而,在一些大载荷和高速冲压机械,例如高速冲裁机、大吨位注塑机、升降机、汽车模具机械等存在一些应用上的不足。首先,用于制造导套的铸造铜基材强度和韧性不足,难以在恶劣工作条件下服役;第二,尽管铸造铜合金的摩擦系数优于大多数金属材料,但致密的铜基材仍然具有较大的摩擦系数,即使在有限位置中加工的孔穴中填充石墨后依然保持较高的摩擦系数,不利于工件的滑动;第三,导柱的材料往往是钢材,其膨胀系数与铜合金有较大差异,容易造成配合过盈或过度;第四,运动工件高频率的往复运动会产生热量,而铜合金的热胀容易造成滑动不畅,甚至直接卡死。因此,实际工况中,为了避免这种情况发生,只得降低往复运动频率,且必须牺牲装配精度,将装配间隙放大,造成滑动精度较差,使得该机械生产的零件精度也无法保障。故而传统的自润滑导套成为了制约大型轮胎注塑机、引线框架冲裁机等高端装备的关键零件,也进而制约了我国汽车工业、电子工业等产业的技术水平。

发明内容

[0005] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的自润滑导套的技术不足,适应现实需要,提供一种具有极低摩擦系数同时又可承受大载荷的钢铜复合自润滑导套及其制备方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种钢铜复合自润滑导套,包括:环形钢套和粉末冶金层,所述粉末冶金层复合于所述环形钢套的环形内壁上,所述粉末冶金层的孔隙中填充有润滑剂;

[0007] 所述粉末冶金层采用铜合金粉、铁粉、锡粉和石墨粉为原料制成,其中,铁粉的配比为10~15wt%,锡粉的配比为5~10wt%,石墨粉的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉。

[0008] 可选地,所述环形钢套为A3钢或45号材质。

[0009] 可选地,所述粉末冶金层中的铜合金粉为含有锡、镍和锌元素的铜合金。

- [0010] 可选地,所述润滑剂为机油或聚四氟乙烯。
- [0011] 可选地,所述粉末冶金层的厚度为1~3mm。
- [0012] 本发明还提供一种钢铜复合自润滑导套的制备方法,包括如下步骤:
- [0013] 步骤一,将环形钢套的环形端面加工平整;
- [0014] 步骤二,采用粉料粒度为50~200目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为10~15wt%,锡的配比为5~10wt%,石墨的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的3~7%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套的内径小1~2mm,长度与环形钢套一致,预制管件的壁厚为2~6mm;
- [0015] 步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套,使上下齐平;
- [0016] 步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加10~20MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力10秒~20秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;
- [0017] 步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000℃,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为3~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以下取出;经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套完成冶金复合;
- [0018] 步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用80~100MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层发生塑性变形,以增加粉末冶金层的致密度;
- [0019] 步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000℃,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为2~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套的冶金复合更加牢固。
- [0020] 可选地,还包括:步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保粉末冶金层的厚度为1~3mm。
- [0021] 可选地,还包括:步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层孔隙中,所述润滑剂为润滑油或聚四氟乙烯。
- [0022] 本发明技术方案,具有如下优点:
- [0023] 1. 本发明提供的钢铜复合自润滑导套,粉末冶金层由铁、镍、锡、铜和石墨粉复合烧结而成,其中铜、镍、锡粉形成的铜镍锡合金会产生固溶强化或者调幅分解,使导套的强度、抗压能力和耐腐蚀性能得到提升,调幅分解之所以能强化合金是因为形成了均匀且致密的调幅组织。
- [0024] 2. 本发明提供的钢铜复合自润滑导套的制备方法,烧结后进行真空机内充分吸取了聚四氟乙烯,具有自润滑性能,大大减小了摩擦损失,摩擦系数达到最佳的状态,最低可达到0.025以下。

[0025] 3. 本发明提供的钢铜复合自润滑导套的制备方法, 制备方法简单, 无需额外提供专门的设备进行制备, 滚筒搅拌机、双辊轧机、成型设备体积小, 无需占太大空间, 工艺流程短, 所需操作人员少。在平面滑动轴承领域, 中国专利文献CN109666857B和CN109482872B提出了新的理念, 即采用钢为基底, 采用铜基粉末冶金层作为润滑层, 产生了很好的效果。但基于其制备方法, 无法在导套领域中制备, 由于重力的原因, 使得粉末无法摊铺在圆套内壁上, 进而无法直接烧结于一体。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案, 下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图是本发明的一些实施方式, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0027] 图1为本发明的实施例中提供的钢铜复合自润滑导套的一种实施方式的立体图。

[0028] 附图标记说明:

[0029] 1、环形钢套; 2、粉末冶金层。

具体实施方式

[0030] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例, 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, 都属于本发明保护的范围。

[0031] 在本发明的描述中, 需要说明的是, 术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本发明和简化描述, 而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本发明的限制。此外, 术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 在本发明的描述中, 需要说明的是, 除非另有明确的规定和限定, 术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解, 例如, 可以是固定连接, 也可以是可拆卸连接, 或一体地连接; 可以是机械连接, 也可以是电连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言, 可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0033] 此外, 下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0034] 本实施例提供的钢铜复合自润滑导套, 可用于要求有极低摩擦系数同时又可承受大载荷的环境。例如: 高速冲裁机、大吨位注塑机、升降机、汽车模具机械等。

[0035] 如图1所示, 为本实施例提供的钢铜复合自润滑导套的一种具体实施方式, 包括: 环形钢套1和粉末冶金层2, 所述环形钢套1可采用A3钢或45号材质, 上述材质的强度较高, 比铜合金更能承受载荷。所述粉末冶金层2复合于所述环形钢套1的环形内壁上, 所述粉末冶金层2的孔隙中填充有润滑剂, 所述润滑剂可为机油或聚四氟乙烯。

[0036] 本实施例提供的钢铜复合自润滑导套中, 所述粉末冶金层2的厚度为1~3mm。所述

粉末冶金层2采用铜合金粉、铁粉、锡粉和石墨粉为原料制成,其中,铁粉的配比为10~15wt%,锡粉的配比为5~10wt%,石墨粉的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉。所述粉末冶金层2中的铜合金粉为含有锡、镍和锌元素的铜合金。粉末冶金层2采用铜、铁、锡、镍及石墨的多元合金作为摩擦层,其硬度显著高于传统铜合金摩擦材料(一般为铝青铜),摩擦寿命显著提高。

[0037] 本实施例提供的钢铜复合自润滑导套中,所述粉末冶金层2为各元素分布均匀并具有一定孔隙度的合金层,该粉末冶金层2与环形钢套1牢固结合在一起。所述粉末冶金层2由于含有孔隙,因此在温度升高或降低时,其宏观体积不发生变化,材料的热膨胀系数接近于零,使导套与工件的装配可以忽略热膨胀的影响,装配精度可大幅提高,装配精度可达5 μ m,远远优于以往的最高20 μ m。粉末冶金层2作为导套的摩擦工作部分,其厚度为1~3mm,其孔隙中填充有聚四氟乙烯,聚四氟乙烯是目前自然界中已知摩擦系数最低的物质,因此极大地降低了摩擦系数,大幅降低摩擦带来的温升,确保所述导套可长时间保持极好的摩擦状态。

[0038] 本实施例还提供一种钢铜复合自润滑导套的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0039] 步骤一,将环形钢套1的环形端面加工平整;

[0040] 步骤二,采用粉料粒度为50~200目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为10~15wt%,锡的配比为5~10wt%,石墨的配比为2~8wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的3~7%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套1的内径小1~2mm,长度与环形钢套1一致,预制管件的壁厚为2~6mm;

[0041] 步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套1,使上下齐平;

[0042] 步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加10~20MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套1的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力10秒~20秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;

[0043] 步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000 $^{\circ}$ C,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为3~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100 $^{\circ}$ C以下取出,所述气氛为氨气分解成的氮气和氢气。经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套1完成冶金复合。

[0044] 步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用80~100MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层2发生塑性变形,以增加粉末冶金层2的致密度。

[0045] 步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850-1000 $^{\circ}$ C,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为2~5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100 $^{\circ}$ C以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套1的冶金复合更加牢固。

[0046] 步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保

粉末冶金层2的厚度为1~3mm。

[0047] 步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层2孔隙中,所述润滑剂为润滑油或聚四氟乙烯乳液。另外,作为一种可替换实施方式,还可以采用其他方式在粉末冶金层2的孔隙中进行渗透润滑剂,所述润滑剂也可以在零件进行精密机械加工之前,对粉末冶金层2的孔隙中进行渗透。

[0048] 采用上述方法制备的导套,其摩擦系数低至0.025,表面硬度达HB50以上,检测其热膨胀系数几乎为零。在长时间高速持压摩擦下,可对温升和热膨胀实现自适应,始终保持极低的摩擦系数,每分钟可往复滑动2万次以上。

[0049] 实施例1

[0050] 步骤一,将A3钢的环形钢套1的环形端面加工平整。

[0051] 步骤二,采用粉料粒度为50目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为10wt%,锡的配比为5wt%,石墨的配比为2wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的3%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套1的内径小1mm,长度与环形钢套1一致,预制管件的壁厚为2mm。

[0052] 步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套1,使上下齐平;

[0053] 步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加10MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套1的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力10秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;

[0054] 步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850℃,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为3小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以下取出,所述气氛为氨气分解成的氮气和氢气。经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套1完成冶金复合。

[0055] 步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用80MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层2发生塑性变形,以增加粉末冶金层2的致密度。

[0056] 步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为850℃,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为2小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套1的冶金复合更加牢固。

[0057] 步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保粉末冶金层2的厚度为1mm。

[0058] 步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层2孔隙中,所述润滑剂为聚四氟乙烯乳液。

[0059] 采用上述方法制备的导套,其铁粉的配比为10wt%,锡的配比为5wt%,石墨的配比为2wt%,余量为铜合金粉。

[0060] 经测试,其摩擦系数低至0.025,表面硬度达HB50以上,检测其热膨胀系数几乎为零。在长时间高速持压摩擦下,可对温升和热膨胀实现自适应,始终保持极低的摩擦系数,

每分钟可往复滑动2万次以上。

[0061] 实施例2

[0062] 步骤一,将45号钢的环形钢套1的环形端面加工平整;

[0063] 步骤二,采用粉料粒度为200目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为15wt%,锡的配比为10wt%,石墨的配比为8wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的7%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套1的内径小2mm,长度与环形钢套1一致,预制管件的壁厚为6mm;

[0064] 步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套1,使上下齐平;

[0065] 步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加20MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套1的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力20秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;

[0066] 步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为1000℃,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以下取出,所述气氛为氨气分解成的氮气和氢气。经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套1完成冶金复合。

[0067] 步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用100MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层2发生塑性变形,以增加粉末冶金层2的致密度。

[0068] 步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为1000℃,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套1的冶金复合更加牢固。

[0069] 步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保粉末冶金层2的厚度为3mm。

[0070] 步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层2孔隙中,所述润滑剂为润滑油。

[0071] 采用上述方法制备的导套,其铁粉的配比为15wt%,锡的配比为10wt%,石墨的配比为8wt%,余量为铜合金粉。

[0072] 经测试,其摩擦系数低至0.025,表面硬度达HB50以上,检测其热膨胀系数几乎为零。在长时间高速持压摩擦下,可对温升和热膨胀实现自适应,始终保持极低的摩擦系数,每分钟可往复滑动2万次以上。

[0073] 实施例3

[0074] 步骤一,将A3钢的环形钢套1的环形端面加工平整;

[0075] 步骤二,采用粉料粒度为100目的铜合金粉、铁粉、锡粉、石墨粉、石墨粉为原料投入搅拌器,其中铁粉的配比为12wt%,锡的配比为8wt%,石墨的配比为5wt%,余量为铜合金粉,再添加上述粉末重量的5%的石蜡,在搅拌器中混合均匀;然后通过挤压制作成管状预制件;所述管状预制件的外径比步骤一中的环形钢套1的内径小1.5mm,长度与环形钢套1

一致,预制管件的壁厚为4mm;

[0076] 步骤三,将步骤二中挤压制作好的预制管件放入步骤一所述的环形钢套1,使上下齐平;

[0077] 步骤四,将工作长度满足要求的胀管器插入步骤三中的预制管件内,对预制管件施加15MPa的额定压力,使预制管件径向向外发生均匀的塑性变形,使预制管件的外壁逐渐与环形钢套1的内壁紧密结合,待紧密结合后,保持压力15秒以上后缓慢卸压,拔出胀管器;

[0078] 步骤五,将步骤四中预复合的复合坯料送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为950℃,复合坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为4小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以下取出,所述气氛为氨气分解成的氮气和氢气。经烧结后,预制管件中的石蜡挥发,粉料完成合金化,且与环形钢套1完成冶金复合。

[0079] 步骤六,将步骤五中烧结好的复合件再次放入胀管器中,采用90MPa的额定压力进行再次胀形,使粉末冶金层2发生塑性变形,以增加粉末冶金层2的致密度。

[0080] 步骤七,将步骤六中的复合件再次送入具有气氛保护的隧道式烧结炉中进行烧结,烧结温度为950℃,坯料在隧道炉内缓慢移动,从入口到出口的总烧结时间为3.5小时;隧道式烧结炉内充有惰性保护气体和还原性气体;出炉后在气氛保护下冷却至100℃以内取出;经再次烧结后,粉末合金层进一步合金化,与环形钢套1的冶金复合更加牢固。

[0081] 步骤八,对步骤七中制得的复合件进行精密机械加工,达到零件尺寸精度,并确保粉末冶金层2的厚度为2mm。

[0082] 步骤九,将精密机械加工后的零件烘干后放入真空吸油机中,使吸油机内的润滑剂填充进所述的粉末冶金层2孔隙中,所述润滑剂为润滑油或聚四氟乙烯乳液。另外,作为一种可替换实施方式,还可以采用其他方式在粉末冶金层2的孔隙中进行渗透润滑剂,所述润滑剂也可以在零件进行精密机械加工之前,对粉末冶金层2的孔隙中进行渗透。

[0083] 采用上述方法制备的导套,其铁粉的配比为12wt%,锡的配比为8wt%,石墨的配比为5wt%,余量为铜合金粉。

[0084] 经测试,其摩擦系数低至0.025,表面硬度达HB50以上,检测其热膨胀系数几乎为零。在长时间高速持压摩擦下,可对温升和热膨胀实现自适应,始终保持极低的摩擦系数,每分钟可往复滑动2万次以上。

[0085] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

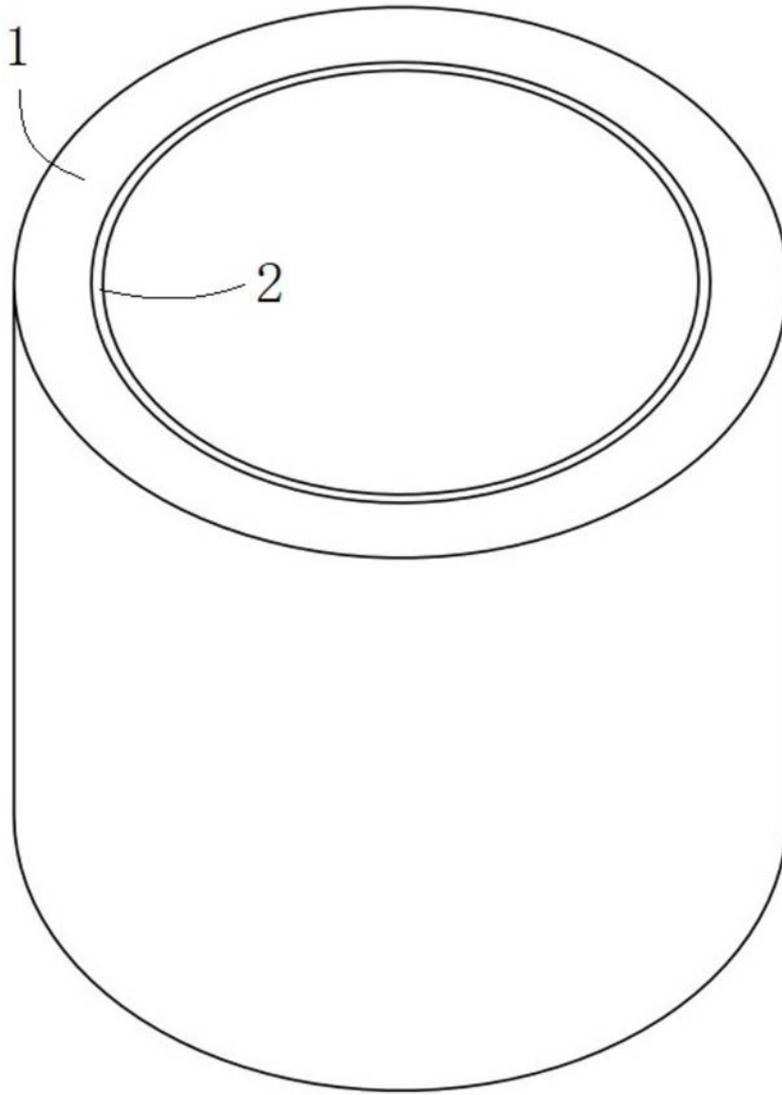


图1