



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106544542 B

(45)授权公告日 2018.10.02

(21)申请号 201610990014.1

(22)申请日 2016.11.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106544542 A

(43)申请公布日 2017.03.29

(73)专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72)发明人 尹延国 曾庆勤 张国涛 田明

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 卢敏 何梅生

(51)Int.Cl.

G22C 9/02(2006.01)

G22C 1/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 101550502 A,2009.10.07,

CN 101636513 A,2010.01.27,

CN 102471832 A,2012.05.23,

CN 101251152 A,2008.08.27,

WO 2008140100 A1,2008.11.20,

US 2009311129 A1,2009.12.17,

审查员 蔡灿

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种无铅铜基滑动轴承材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公布了一种无铅铜基滑动轴承材料及其制备方法,其原料包括镍、锡、铁、铋、二硫化钼、磷和铜,是以铜为基体材料、以镀铜二硫化钼和铋作为润滑组元,利用二硫化钼与铋的协同作用来取代轴承中的铅;通过化学镀作用在二硫化钼表面形成铜镀层,有效改善二硫化钼与铜基体的结合效果,且在烧结时不分解;铋具有减摩、抗粘着的作用,将铜-锡-铋粉末雾化处理,有效避免脆性相铋从基体中脱落。本发明材料减摩、抗粘着性能好、力学性能优异,可应用于食品机械、药品机械、工程机械等领域,具有广泛的应用前景。

1. 一种无铅铜基滑动轴承材料的制备方法,其特征在于:

所述无铅铜基滑动轴承材料的各原料按重量百分比的构成为:

镍1~3%、锡6~10%、铁1~5%、铋1~8%、二硫化钼1~8%、磷0.1~0.5%,铜70~90%;

所述无铅铜基滑动轴承材料是由铜-锡-铋雾化粉末、表面具有铜镀层的二硫化钼粉末、及原料中的镍、铁和磷混合均匀后,压制烧结而成;

所述铜-锡-铋雾化粉末是由原料中的铜、锡和铋经混合熔炼、雾化获得;

所述表面具有铜镀层的二硫化钼粉末是由原料中的二硫化钼经化学镀形成;

所述无铅铜基滑动轴承材料的制备方法,包括如下步骤:

(1) 将各原料按照重量百分比进行配料;

(2) 采用化学镀的方法在二硫化钼粉末表面形成铜镀层;

(3) 将铜、锡、铋依次加入中频熔炼炉中,控制温度在1000~1100℃之间,保温熔炼2~10分钟,获得金属液;

通过柱塞泵或多级泵产生的高压水流对金属液进行雾化,形成雾化粉浆;

将雾化粉浆沉积、烘干、筛分后,获得铜-锡-铋雾化粉末;

(4) 将铜-锡-铋雾化粉末、表面具有铜镀层的二硫化钼粉末、及原料中的镍、铁和磷混合并搅拌均匀,获得合金粉末;将合金粉末压制烧结,即得无铅铜基滑动轴承材料;

所述压制烧结的步骤为:将所述合金粉末送入制品模具中,在400MPa~600MPa压力下压制成压坯;将所述压坯放入氨分解保护气氛中进行烧结,烧结温度为800~1000℃,保温时间为30~60min,得到无铅铜基滑动轴承材料。

2. 根据权利要求1所述的无铅铜基滑动轴承材料的制备方法,其特征是:所述化学镀所用镀液的配方为: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10~15g/L, $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 45~55g/L, HCHO : 25~35g/L; $\text{pH} = 10 \sim 13$ 。

一种无铅铜基滑动轴承材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无铅材料,更具体地说是一种无铅铜基滑动轴承材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 铅具有质软易变形、熔点低、边界润滑特性佳等特性,作为铜基滑动轴承材料的重要组元而得到广泛应用,如Cu-10Sn-10Pb、Cu-3Sn-24Pb是最为常见的汽车发动机轴承材料,含铅铜基滑动轴承材料具有较好的减摩、抗粘着等特性。然而,铅及化合物属剧毒物质,使用含铅产品会给人类生活环境带来不可忽视的危害。对铜基滑动轴承材料而言,如何在无铅条件下仍保持良好的减摩、抗粘着等特性,显得尤为重要。

[0003] 减摩特性好的二硫化钼在复合材料中的应用较为普遍,二硫化钼具有比石墨更好的减摩效果。但是由于铜和二硫化钼物性差别比较大,两者不互溶,与铜基体结合性能差,且二硫化钼在高温成型时,易发生氧化与分解,使其应用受到限制。铜基二硫化钼滑动轴承材料受二硫化钼含量的制约:二硫化钼含量低时,减摩、抗粘着性能不足;二硫化钼含量高时,烧结中形成的硫化物,对铜基合金体有割裂作用,使铜基体的强度硬度下降,削弱材料的力学性能。

[0004] 无毒低熔点金属元素铋与铅相近,和铜、铝不互溶,以游离态形式存在于铜、铝合金中,对合金基体影响较小,摩擦过程中因摩擦热引起的铋熔化而在摩擦表面形成具有抗粘、减摩作用的膜,从而改善复合材料的摩擦磨损性能。将元素铋引入到铜基轴承材料中也可以起到减摩、抗粘着作用,然而铋的硬度比铅略高,延展性能也比铅稍差,因而使其减摩、抗粘着性能比铅弱。由于低熔点组元铋易于呈薄片状分布于铜合金基体晶界处,铋含量较高时,较多脆性相的聚集易使其直接从基体中脱落,而降低铋的减摩、抗粘着作用,因此铋含量受到一定约束。

发明内容

[0005] 本发明是针对上述现有技术所存在的不足之处,提供一种无铅铜基滑动轴承材料及其制备方法,旨在利用二硫化钼的优良的减摩特性与铋的抗粘着特性协同作用取代铜基轴承中的铅,实现铜基轴承材料的无铅化。

[0006] 本发明为解决技术问题,采用以下技术方案:

[0007] 本发明无铅铜基滑动轴承材料的特点是:所述材料的各原料按重量百分比的构成为:

[0008] 镍1~3%、锡6~10%、铁1~5%、铋1~8%、二硫化钼1~8%、磷0.1~0.5%,铜70~90%。

[0009] 所述无铅铜基滑动轴承材料是由铜-锡-铋雾化粉末、表面具有铜镀层的二硫化钼粉末、及原料中的镍、铁和磷混合均匀后,压制烧结而成;

[0010] 所述铜-锡-铋雾化粉末是由原料中的铜、锡和铋经混合熔炼、雾化获得;

[0011] 所述表面具有铜镀层的二硫化钼粉末是由原料中的二硫化钼经化学镀形成。

[0012] 所述化学镀所用镀液的配方为： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10~15g/L, $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 45~55g/L, HCHO : 25~35g/L; $\text{pH}=10\sim 13$ 。

[0013] 上述无铅铜基滑动轴承材料的制备方法,包括如下步骤:

[0014] (1) 将各原料按照重量百分比进行配料;

[0015] (2) 采用化学镀的方法在二硫化钼粉末表面形成铜镀层;

[0016] (3) 将铜、锡、铋依次加入中频熔炼炉中,控制温度在1000-1100℃之间,保温熔炼2-10分钟,获得金属液;

[0017] 通过柱塞泵或多级泵产生的高压水流对金属液进行雾化,形成雾化粉浆;

[0018] 将雾化粉浆沉积、烘干、筛分后,获得铜-锡-铋雾化粉末;

[0019] (4) 将铜-锡-铋雾化粉末、表面具有铜镀层的二硫化钼粉末、及原料中的镍、铁和磷混合并搅拌均匀,获得合金粉末;

[0020] 将合金粉末压制烧结,即得无铅铜基滑动轴承材料。

[0021] 步骤(4)所述压制烧结的步骤为:将所述合金粉末送入制品模具中,在400MPa~600MPa压力下压制成压坯;将所述压坯放入氨分解保护气氛中进行烧结,烧结温度为800~1000℃,保温时间为30~60min,得到无铅铜基滑动轴承材料。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果体现在:

[0023] 1、本发明的无铅铜基滑动材料,以二硫化钼与铋作为复合润滑组元,利用二硫化钼的减摩特性与铋的抗粘着特性的协同作用取代铜基轴承中铅的作用,实现了轴承材料的无铅化,符合绿色、环保的发展趋势。

[0024] 2、减摩特性好的二硫化钼具有比石墨更好的润滑特性,但铜与二硫化钼存在界面结合差、二硫化钼对铜基体有割裂作用、混料不均等问题;而且单纯的二硫化钼的抗粘着性能也不如低熔点金属铅,同时铜基二硫化钼轴承材料的性能受二硫化钼含量的制约。因此本发明通过在二硫化钼颗粒表面自催化反应生成铜镀层,实现非金属表面金属化,有效改善了二硫化钼与铜合金基体的湿润性,提高界面结合强度,从而提高铜基轴承材料的力学及摩擦学性能,且在烧结时不分解。

[0025] 3、本发明利用抗粘着性能较好的无毒低熔点金属铋的复合添加,改善了单纯的二硫化钼抗粘着特性的不足,解决了铜基二硫化钼轴承材料的强度和韧性问题。对铜-锡-铋粉末进行雾化处理,解决了铋含量较高时,较多脆性相的聚集易使其直接从基体中剥落的缺点。

具体实施方式

[0026] 下述实施例所用原料中,二硫化钼粉、磷粉、还原铁粉、镍粉的粒径均为200目;还原铁粉、铜粉、锡粉和镍粉的纯度为99.99%。

[0027] 实施例1:

[0028] 本实施例的无铅铜基滑动轴承材料的单个样品质量为44g,各原料按重量百分比的构成如表1所示:

[0029] 表1 无铅铜基滑动轴承材料的原料构成

[0030]

成分	镍	锡	铁	铋	磷	二硫化钼	铜
----	---	---	---	---	---	------	---

含量(wt%)	1	8	2	3	0.3	2	余量
---------	---	---	---	---	-----	---	----

[0031] 无铅铜基滑动轴承材料的制备方法,包括如下步骤:

[0032] (1) 将各原料按照表1的重量百分比进行配料;

[0033] (2) 采用化学镀的方法在二硫化钼粉末表面形成铜镀层,镀液配方如下:

[0034] $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 10g/L, $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 50g/L, HCHO :30g/L; $\text{pH}=12$ 。

[0035] (3) 将铜、锡、铋依次加入中频熔炼炉中,控制温度在1000℃之间,保温熔炼10分钟,获得金属液;

[0036] 通过柱塞泵产生的高压水流对金属液进行雾化,形成雾化粉浆;

[0037] 将雾化粉浆沉积、烘干后,再使用不同目数的筛网进行筛分,筛去粗粉,获得粒径在150~300目的铜-锡-铋雾化粉末;

[0038] (4) 将铜-锡-铋雾化粉末、表面具有铜镀层的二硫化钼粉末、及原料中的镍、铁和磷混合并搅拌均匀,获得合金粉末;

[0039] 将合金粉末送入制品模具中,在500MPa压力下压制成圆片状压坯,尺寸为 $\phi 35 \times 5\text{mm}$;将压坯放入氨分解保护气氛中进行烧结,烧结温度为850℃,保温时间为45min,得到无铅铜基滑动轴承材料。

[0040] 本实施例所得材料的力学及摩擦磨损性能见表2,其中摩擦磨损试验在端面摩擦磨损试验机进行,对磨材料为Gr12钢,压力5MPa,线速度为0.4m/s,浸油干摩擦试验浸32号机械油。

[0041] 表2 无铅铜基滑动轴承材料的性能测试

[0042]

密度 g/cm^3	硬度 HB	冲击韧性 J/cm^2	压溃强度 MPa	浸油干摩擦		干摩擦	
				摩擦系数 f	磨损量 10^{-9}m^3	摩擦系数 f	磨损量 10^{-9}m^3

[0043]

7.83	69	7.18	355	0.15	18.56	0.20	45.45
------	----	------	-----	------	-------	------	-------

[0044] 摩擦系数小,说明铜基材料的减摩抗粘着性能好;磨损量小,说明材料耐磨性能好。由表2可以看出,3h后干摩擦系数为0.20、磨损量 $45.45 \times 10^{-9}\text{m}^3$,无铅铜基滑动轴承材料减摩耐磨性能好;浸油干摩擦条件下,由于液固减摩联合作用,摩擦副平均系数更小,磨损量也小,表明无铅铜基滑动轴承材料在浸油干摩擦条件下表现出更好的减摩耐磨性能。

[0045] 实施例2:

[0046] 本实施例的无铅铜基滑动轴承材料的制备方法、镀液配方、性能检测方法和条件与实施例1相同,区别仅在于各原料按重量百分比的构成如表3所示。所得材料的力学及摩擦磨损性能见表4。

[0047] 表3 无铅铜基滑动轴承材料的原料构成

[0048]

成分	镍	锡	铁	铋	磷	二硫化钼	铜
含量(wt%)	1	7	1	3	0.3	4	余量

[0049] 表4 无铅铜基滑动轴承材料的性能测试

[0050]

密度 g/cm ³	硬度 HB	冲击韧性 J/cm ²	压溃强度 MPa	浸油干摩擦		干摩擦	
				摩擦系数 f	磨损量 10 ⁻⁹ m ³	摩擦系数 f	磨损量 10 ⁻⁹ m ³
7.80	67	7.25	369	0.11	20.56	0.18	38.82

[0051] 实施例3:

[0052] 本实施例的无铅铜基滑动轴承材料的制备方法、性能检测方法和条件与实施例1相同,区别在于各原料按重量百分比的构成如表5所示、镀液配方如表6所示。所得材料的力学及摩擦磨损性能见表7。

[0053] 表5、无铅铜基滑动轴承材料的原料构成

[0054]

成分	镍	锡	铁	铋	磷	二硫化钼	铜
含量(wt%)	1	8	1	3	0.4	5	余量

[0055] 表6 镀液配方

[0056]

镀铜配方 (g/L)			
CuSO ₄ ·5H ₂ O	C4H ₄ KNa·4H ₂ O	HCHO	pH
10	48	32	12

[0057] 表7 无铅铜基滑动轴承材料的性能测试

[0058]

密度 g/cm ³	硬度 HB	冲击韧性 J/cm ²	压溃强度 MPa	浸油干摩擦		干摩擦	
				摩擦系数 f	磨损量 10 ⁻⁹ m ³	摩擦系数 f	磨损量 10 ⁻⁹ m ³
7.75	66	7.30	350	0.09	22.38	0.15	40.08

[0059] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。