



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101180472 B

(45) 授权公告日 2013.05.08

(21) 申请号 200680017701.X

(22) 申请日 2006.05.22

(30) 优先权数据

102005023541.7 2005.05.21 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.11.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/004832 2006.05.22

(87) PCT申请的公布数据

W02006/125584 DE 2006.11.30

(73) 专利权人 菲特尔-莫古威斯巴登两合公司

地址 德国威斯巴登

(72) 发明人 彼得·诺伊豪斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 钟强 樊卫民

(51) Int. Cl.

F16C 33/12 (2006.01)

G22C 21/00 (2006.01)

B32B 15/01 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 97/30845 A1, 1997.08.28, 说明书第1页
第1-4行, 第3页第9行至第4页第12行、表1.

US 5112416 A, 1992.05.12, 说明书第3栏第
22-47行.

US 4973523 A, 1990.11.27, 全文.

US 2002/0104876 A1, 2002.08.08, 全文.

审查员 李娟

权利要求书2页 说明书4页

(54) 发明名称

滑动轴承复合材料, 滑动轴承复合材料的使用, 以及制造滑动轴承复合材料的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种滑动轴承复合材料, 其具有金属支撑层、由铝合金制成的中间层以及由铝合金制成的轴承层。除了在轴承层中附加的软相部分之外, 中间层和轴承层的铝合金成分一致。这个软相部分可以包括铅、锡和/或铋。本发明还涉及制造这种滑动轴承复合材料的方法。

1. 一种滑动轴承复合材料,具有金属的支撑层、由铝合金制成的中间层以及由铝合金制成的轴承层,其中除了在上述轴承层中的附加的软相部分之外,所述中间层和所述轴承层的铝合金的合金成分一致,并且其中

除了在上述轴承层中的所述附加的软相部分之外,所述中间层的铝合金以及所述轴承层的铝合金的合金成分的量一致;并且

其中,所述中间层和所述轴承层的铝合金含有 1.0-3wt. % 镍、0.5-2.5wt. % 锰、0.02-1.5wt. % 铜,剩余部分为允许杂质的铝,并且其中所述轴承层的铝合金还含有软相部分。

2. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,软相部分选自由铅、锡和 / 或铋构成的材料组。

3. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,软相部分占 5-20wt. %。

4. 根据权利要求 3 所述的滑动轴承复合材料,其中,软相部分占 8-15wt. %。

5. 根据权利要求 3 所述的滑动轴承复合材料,其中,软相部分占 > 8-12wt. %。

6. 根据权利要求 2 所述的滑动轴承复合材料,其中,锡的软相部分占 9-11wt. %。

7. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层包含直径在 1 到 10 μm 的硬质微粒,以及所述轴承层包含直径在 1 到 15 μm 的硬质微粒。

8. 根据权利要求 7 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层中直径直至 10 μm 的硬质微粒部分达到 95%,以及所述轴承层中直径直至 15 μm 的硬质微粒部分达到 95%。

9. 根据权利要求 7 所述的滑动轴承复合材料,其中,硬质微粒包括 Si 和由 Al-Ni、Al-Ni-Mn 或 Al-Mn 构成的金属间相。

10. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层的厚度是 15-60 μm 。

11. 根据权利要求 10 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层的厚度是 35- < 50 μm 。

12. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层的厚度是 5-20% 的轴承层厚度。

13. 根据权利要求 12 所述的滑动轴承复合材料,其中,所述中间层的厚度是 7-17% 的轴承层厚度。

14. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,在上述中间层和所述轴承层之间形成轧制覆层粘合物。

15. 根据权利要求 1 所述的滑动轴承复合材料,其中,在上述中间层和所述金属支撑层之间形成轧制覆层粘合物。

16. 一种制造滑动轴承复合材料的方法,该滑动轴承复合材料包含金属的支撑层、由铝合金构成的中间层和由铝合金构成的轴承层,所述方法包括:

- 带坯连铸用于中间层和轴承层的铝合金,以制造中间层带坯和轴承层带坯,其中除了轴承层中附加的软相部分外,中间层和轴承层的铝合金的合金成分一致,

- 在 400-500 $^{\circ}\text{C}$ 及持续时间 10-14 小时中退火中间层带坯,以及在 400-600 $^{\circ}\text{C}$ 及持续时间 10-24 小时中退火轴承层带坯,

- 将中间层带坯轧制到覆层厚度,

- 在 250-350 $^{\circ}\text{C}$ 及 8-14 小时中退火中间层带坯,

- 轧制覆层,以为了制造复合体而连接中间层带坯与轴承层带坯,
- 将复合体轧制到期望的覆层厚度,
- 将复合体轧制覆层在钢支撑层上,以制造复合材料,和
- 在 250-350℃及 10-24 小时中退火复合材料。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,作为将中间层带坯轧制到覆层厚度的一部分,在 400-600℃持续 10-14 小时实施退火。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,在将复合体轧制到期望覆层厚度后,在 250-350℃持续 10-24 小时实施退火。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,中间层带坯被制造为厚度在 35 μm 与 < 50 μm 之间。

滑动轴承复合材料,滑动轴承复合材料的使用,以及制造滑动轴承复合材料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种滑动轴承复合材料。本发明还涉及滑动轴承复合材料的使用以及制造这种滑动轴承复合材料的方法。

背景技术

[0002] 从 DE 40 04 703 A1 可知的是滑动轴承元件层材料,包括金属支撑层和铝基础轴承材料。铝合金包括 1-3wt% 镍,0.5-2.5wt% 锰,0.02-1.5wt% 铜,0.5-20wt% 锡以及剩余的含杂质铝。轴承合金进一步包括一定的 $\leq 5 \mu\text{m}$ 大小的硬质微粒。

[0003] 在这个层材料中,可以选择纯铝的中间层作为选项以提高在钢背和轴承材料间的粘合性。滑动轴承复合材料有很好的疲劳强度值,可以承担 80MPa 的负载,以及有很好的防磨损和腐蚀安全值。

[0004] 以纯铝为中间层的滑动轴承复合材料在高负载(超过 80MPa 负载)使用的情况下,在层厚度 $> 80 \mu\text{m}$ 时,材料特别是中间层会发生侧向偏离,这通过轴承宽度的增大而导致在轴承壳或者轴衬部位干扰性的轴向凸出,以及甚至因此导致电机的故障。

[0005] 从 DE 36 40 328 A1 已知的是滑动轴承元件的层材料由铝合金构成,其与 DE 40 04 703 A1 中的铝合金是不同的,它省略了锌部分。

[0006] 这种铝轴承合金用于轴承材料,使得其在疲劳破裂前的允许负载能力上升到 80MPa,这在轴承材料层上可以检测到。

[0007] US 2002/0104876 A1 描述了层复合材料由钢背,60-120 μm 厚的铝基础中间层以及由铝合金轴承金属层构成。轴承金属层包含铅或锡,26% 的硅,2% 的镁、锰、镍、锡、铜或者铬。更好的中间层包括纯铝或者铝合金比如 AlMnCu1。层复合材料的疲劳强度最大值是 100MPa。中间层通过热轧制覆层工艺与轴承金属层连接。

[0008] 所有的层复合材料的生产技术的缺点在于,中间层的材料以及轴承层的材料不能在同一铸造系统中生产而没有花费提高。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于一种滑动轴承复合材料,其至少与已知的滑动轴承复合材料有相同的疲劳强度值,就制造技术而言更容易生产制造。

[0010] 本发明通过一个由金属支撑层,铝合金中间层和铝合金轴承层形成的滑动轴承复合材料实现,除了轴承层中附加的软相部分外,其中间层以及轴承层的铝合金成分一致。

[0011] 两个铝合金成分的一致使得能够在同样的铸造系统中加工两种合金,在从一种合金换成另一种合金时,无需耗时的清洁工艺。

[0012] 如果除了轴承层附加的软相部分外,加在中间层和轴承层的铝合金中铝的成分的量相同的话,在同一铸造系统的制造方法是特别简单的。铝合金的铝部分负担轴承层中的软相部分。因此,中间层的材料可以首先铸造,为了制造轴承层材料,只有附加的软相部分

必须加在迄今已经加工的铝合金上,并且铝部分被削减同样的部分。

[0013] 铅,锡和 / 或铋是首选的软相部分材料。

[0014] 软相部分最好占全部铝合金的 5-20wt %, 特别是 8-15wt % 以及特别是 $\geq 8-12\text{wt. \%}$ 。

[0015] 当在软相部分使用锡时, 首选范围是 9-11wt. %。

[0016] 下述铝合金是制造中间层和轴承层的首选材料:

[0017] 1.0-3wt. % Ni、0.5-2.5wt. % Mn、0.02-1.5wt. % Cu, 剩余部分是含通常可允许的杂质的铝, 这里, 轴承层的铝合金附加地包含软相部分;

[0018] 0.5-2.5wt. % Cu、0.1-1.5wt. % Mn, 剩余部分是含通常可允许的杂质的铝, 这里, 轴承层的铝合金附加地包含软相部分;

[0019] 2.0-3.0wt. % Si、0.3-1.0wt. % Cu、0.1-0.3wt. % Cr, 剩余部分是含通常可允许的杂质的铝, 这里, 轴承层的铝合金附加地包含软相部分;

[0020] 0.2-2.0wt. % Si、Cu、Mn 和 / 或 Ni, 剩余部分是含通常可允许的杂质的铝, 这里, 轴承层的铝合金附加地包含软相部分;

[0021] 1-6wt. % Si, 可选地 0.05-5wt. % 的至少如下元素中的一种: Ni、Mn、Cr、Cu、Ti, 剩余部分是含通常可允许的杂质的铝, 这里, 轴承层的铝合金附加地包含软相部分。

[0022] 这里显示了滑动轴承复合材料的疲劳强度高于 80MPa, 且中间层正如纯铝中间层的情况中那样不会侧向积压出来。

[0023] 如果中间层中包含直径 1-10 μm 的硬质微粒, 以及轴承层包括 1-15 μm 的硬质微粒, 这是非常有优势的。这种情况下, 在中间层有直径直至 10 μm 的硬质微粒的部分达到 95%, 在轴承层有直径直至 15 μm 的硬质微粒的部分达到 95%。

[0024] 硬质微粒包括 Si 微粒以及以由 AlNi、AlNiMn 或 AlMn 构成的金属间相。

[0025] 有硬质微粒的部分的优势在于, 轴承金属层和中间层两者的铝基体是很坚硬的, 并且因此, 通过提高的强度和耐磨强度, 改善轴承金属复合材料复合体负载能力以及疲劳强度。

[0026] 滑动轴承复合材料的疲劳强度依赖于中间层的厚度。如果中间层厚度在 15-60 μm , 特别是在 35-50 μm 以及特别是在 35- < 50 μm 时, 中间层厚度大一点, 疲劳强度随中间层厚度增大而变大, 疲劳强度值大于 100MPa 时也是可以实现的。

[0027] 中间层的厚度管于轴承层厚度的值在 5-20%, 特别是 7-17% 被证明是较好的。

[0028] 下表给出了有不同中间层厚度的合金的五个例子, 这里, 每个例子的疲劳强度由蓝宝石法确定。

[0029]

例子	轴承合金化学成分	中间层化学成分	中间层厚度 (μm)	疲劳强度 (MPa)
1	AlSn10Ni2Mn1Cu	Al 99.5	60	116
2	“	Al 99.5	35	76
3	“	AlNi2Mn1Cu	120	82
4	“	AlNi2Mn1Cu	75	86
5	“	AlNi2Mn1Cu	35	112

[0030] 根据例子 1 和 2, 轴承合金为 AlSn10Ni2Mn1Cu 的例子, 纯铝层厚度为 60 或 35 μm 。在例子 1 中, 模拟疲劳强度为 116MPa 是可以达到的, 在这种情况下, 铝层明显地加宽了。在这种情况下, 在轴承上的铝层的横向凸出宽度超过 500 μm 。

[0031] 当纯铝中间层的厚度较小时, 只有比较低的疲劳强度能够实现, 在例 2 中是 76MPa。

[0032] 根据本发明, 从举例中可以推断, 中间层厚度减小, 疲劳强度增加, 在厚度为 35 μm 时, 可以达到 112MPa 疲劳强度。

[0033] 最好在中间层和轴承层间存在轧制覆层复合物。在轴承层和金属支撑层间最好也存在轧制覆层复合物。

[0034] 这些特性的结果是, 滑动轴承复合材料是特别适合于滑动轴承元件, 特别是滑动轴承外壳, 滑动轴承轴衬和 / 或推力垫圈以及制造这种滑动轴承元件。

[0035] 这里提供了一个在 80MPa, 特别是 > 100MPa 负载下应用的特别例子。根据本发明的滑动轴承复合材料还适合于滑行速度直至 21m/sec 的转动应用。

[0036] 制造方法的特征在于如下的步骤:

[0037] - 带坯连铸用于中间层和轴承层的铝合金, 以制造中间层带坯和轴承层带坯, 其中除了轴承层中附加的软相部分外, 中间层和轴承层的铝合金的成分一致,

[0038] - 在 400-500 $^{\circ}\text{C}$ 及持续时间 10-14 小时中退火中间层带坯, 以及在 400-600 $^{\circ}\text{C}$ 及持续时间 10-24 小时中退火轴承层带坯,

[0039] - 将中间层带坯轧制到覆层厚度,

[0040] - 在 250-350 $^{\circ}\text{C}$ 及 8-14 小时中退火中间层带坯,

[0041] - 轧制覆层, 以连接中间层带坯与轴承层带坯, 以制造复合体,

[0042] - 将复合体轧制到期望的覆层厚度,

[0043] - 将复合体轧制覆层在钢支撑层上, 以制造复合材料, 和

[0044] - 在 250-350 $^{\circ}\text{C}$ 及 10-24 小时中退火复合材料。

[0045] 在这种情况下, 铝合金的带坯连铸最好在同一个铸造系统中实施, 其中优选地首先浇铸中间层, 然后通过增加软相部分以及适当减少铝部分而将轴承层铸成带坯。

[0046] 中间层带坯的退火最好在 450-480 $^{\circ}\text{C}$ 实施。首选持续时间为 11-13 小时。轴承层带坯的退火最好在 450-550 $^{\circ}\text{C}$ 实施。首选持续时间为 12-20 小时, 这个例子中, 特别可以

15-18 小时。

[0047] 为中间层带坯的轧制以达到覆层厚度,附加地可以实施在 400-600℃ 历时 10-14 小时的中间退火,特别是 500-550℃ 历时 11-13 小时。这种附加退火工艺的优势在于,硬质微粒被进一步铸造以帮助减少在周边基质上硬质微粒的冲孔效应。

[0048] 在以轴承层带坯覆层前,首选的中间层带坯退火温度为 300-330℃。首选持续时间为 10-12 小时。

[0049] 在复合体轧制覆层在钢支撑层上后,在 250-350℃,最好在 250-300℃ 历时 10-24 特别是 12-20 小时进行退火。

[0050] 特别地,铝合金不含稀土氧化元素组,镧系元素或者铈系元素。特别是在增加大量的这些元素后,即特别是 10wt% 的量,因为所需的较高变形度,不能毫无问题地实现通过覆层工艺制造滑动轴承复合材料。

[0051] 总之,本发明提供了一种滑动轴承复合材料,具有金属的支撑层、由铝合金制成的中间层以及由铝合金制成的轴承层,其中除了在轴承层中附加的软相部分之外,中间层和轴承层的铝合金的合金成分一致,

[0052] 其特征在于,

[0053] 除了在所述轴承层中所述附加的软相部分之外,中间层的铝合金以及轴承层的铝合金的合金成分的量一致;并且

[0054] 锡的部分占 9-11wt. %;

[0055] 所述中间层包含直径在 1 到 10 μm 的硬质微粒,以及所述轴承层包含直径在 1 到 15 μm 的硬质微粒,

[0056] 所述中间层中直径直至 10 μm 的硬质微粒部分达到 95%,以及所述轴承层中直径直至 15 μm 的硬质微粒部分达到 95%,并且

[0057] 所述中间层的厚度是 15-60 μm 。

[0058] 本发明还提供了一种如上所述的滑动轴承复合材料对于滑动轴承元件,特别是滑动轴承外壳、滑动轴承轴衬和 / 或推力垫圈的应用。

[0059] 本发明还提供了一种如上所述的滑动轴承复合材料用于制造滑动轴承外壳、滑动轴承轴衬和 / 或推力垫圈的应用。

[0060] 本发明还提供了一种制造滑动轴承复合材料的方法,该滑动轴承复合材料包含有金属的支撑层、由铝合金构成的中间层和由铝合金构成的轴承层,其特征在于下列工艺步骤:

[0061] - 带坯连铸用于中间层和轴承层的铝合金,以制造中间层带坯和轴承层带坯,其中除了轴承层中附加的软相部分外,中间层和轴承层的铝合金的合金成分一致,

[0062] - 在 400-500℃ 及持续时间 10-14 小时中退火中间层带坯,以及在 400-600℃ 及持续时间 10-24 小时中退火轴承层带坯,

[0063] - 将中间层带坯轧制到覆层厚度,

[0064] - 在 250-350℃ 及 8-14 小时中退火中间层带坯,

[0065] - 轧制覆层,以为了制造复合体而连接中间层带坯与轴承层带坯,

[0066] - 将复合体轧制到期望的覆层厚度,

[0067] - 将复合体轧制覆层在钢支撑层上,以制造复合材料,和

[0068] - 在 250-350℃ 及 10-24 小时中退火复合材料。