



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106574330 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(21)申请号 201580040742.X

(22)申请日 2015.09.17

(30)优先权数据

102014220788.6 2014.10.14 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/071328 2015.09.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/058780 DE 2016.04.21

(71)申请人 联合莫古尔威斯巴登有限公司

地址 德国威斯巴登

(72)发明人 K-H·林德纳

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 刘学媛

(51)Int.Cl.

G22C 21/12(2006.01)

G22C 21/18(2006.01)

F16C 33/20(2006.01)

F16C 33/12(2006.01)

G22C 21/00(2006.01)

B32B 15/01(2006.01)

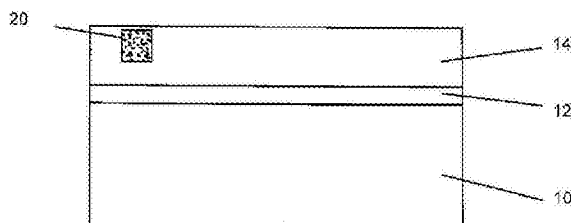
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

具有铝合金金属层的滑动轴承复合材料

(57)摘要

本发明涉及滑动轴承复合材料,其具有由钢制支撑层(10),基于不含铅的铝合金的中间层(12)和基于不含铅的铝合金的轴承金属层(14),其中中间层(12)的铝合金具有如下组成:3.5至4.5重量%的铜,0.1至1.5重量%的锰,0.1至1.5重量%的镁,通常允许的杂质,和余量的铝,和其中,轴承金属层(14)的铝合金具有以下组成:6.0-8.0重量%的锡,1.0-3.0重量%的镍,0.5-1.0重量%的锰,0.5-1.0重量%的铜,0.15-0.25重量%的铬,0.1-0.3重量%的钒,通常允许的杂质,和余量的铝。本发明还涉及滑动轴承元件和滑动轴承复合材料用于滑动轴承元件,尤其是滑动轴承瓦、滑动轴承套或启动盘的用途。



1. 滑动轴承复合材料, 其具有由钢组成的支撑层(10), 基于除杂质以外不含铅的铝合金的中间层(12)和基于除杂质以外不含铅的铝合金的轴承金属层(14),

其中, 中间层(12)的铝合金具有如下组成:

3.5至4.5重量%的铜,

0.1至1.5重量%的锰,

0.1至1.5重量%的镁,

可选的0.1%至1.0%的硅,

可选的0.05%至1.0%的铁,

可选的0.05%至0.5%的铬,

可选的0.05%至0.5%的锌,

可选的总计0.05%至0.25%的锆和钛,

可选的以单个计不超过0.1重量%且总计不超过0.25重量%的另外的合金成分,

通常允许的杂质, 和

余量的铝,

和其中, 轴承金属层(14)的铝合金具有以下组成:

6.0-8.0重量%的锡,

1.0-3.0重量%的镍,

0.5-1.0重量%的锰,

0.5-1.0重量%的铜,

0.15-0.25重量%的铬,

0.1-0.3重量%的钒,

可选的0.1-0.2重量%的锆,

可选的至多0.2重量%的钛,

可选的少于0.5重量%的其它元素,

通常允许的杂质, 和

余量的铝。

2. 根据权利要求1所述的滑动轴承复合材料, 其特征在于,

所述中间层(12)具有20 μm 至50 μm 的厚度 d_2 。

3. 根据权利要求1或2所述的滑动轴承复合材料, 其特征在于,

将所述中间层(12)与轴承金属层(14)结合在轧制包覆法中在<300℃的包覆温度施加至所述支撑层(10)上。

4. 根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料, 其特征在于,

所述中间层(12)具有70HV 0.01至110HV 0.01的微硬度。

5. 根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料, 其特征在于,

中间层(12)的铝合金以重量百分比计具有:

0.4%至1.0%的锰,

0.4%至1.0%的镁,

0.2%至0.8%的硅。

6. 根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料, 其特征在于,

轴承金属层(14)的铝合金具有大于90MPa的0.2%屈服点 $R_{p,0.2}$ 和大于145MPa的拉伸强度。

7.根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料,其特征在于,
轴承金属层(14)具有200 μm 至400 μm 的厚度d。

8.根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料,其特征在于,
在所述轴承金属层(14)上设置基于聚合物的滑动层(16)。

9.由根据前述权利要求任一项所述的滑动轴承复合材料组成的滑动轴承元件,其特征在于,

所述滑动轴承元件为轴瓦,滑动轴承套或启动盘。

10.根据权利要求1至8中任一项所述的滑动轴承复合材料用于滑动轴承元件,尤其是滑动轴承瓦、滑动轴承套或启动盘的用途。

具有铝合金金属层的滑动轴承复合材料

[0001] 本发明涉及具有由钢组成的支撑层、基于除杂质以外不含铅的铝合金的中间层和基于具有锡、镍、锰和铜作为主合金元素的除杂质以外不含铅的铝合金的轴承金属层的滑动轴承复合材料。

[0002] 这样的滑动轴承复合材料例如描述于文献DE 10 2005 023 541 A1和DE 10 2009 002 700 B3中。前一文献的主题是滑动轴承复合材料,其具有金属的支撑层和借助于基于铝的中间层施加在金属支撑层上的前述类型的轴承金属层。在此的特别之处在于,除轴承金属层中的额外的软相部分以外,中间层和轴承金属层的铝合金一致。作为轴承金属层中的软相部分,提供5-20重量%的锡且特别优选9-11重量%的锡。中间层和轴承金属层的其余合金成分为1.0-3.0重量%的镍、0.5-2.5重量%的锰、0.02-1.5重量%的铜和余量的铝。

[0003] 前述第二篇文献同样具有滑动轴承元件,其具有支撑层、中间层和基于铝合金的轴承金属层。在该情况下,中间层的特别之处在于具有3.5-4.5重量%的铜、0.1-1.5重量%的锰和0.1-1.5重量%的镁的铝合金,其中将所述中间层调节至70HV 0.01-110HV 0.01的微硬度。滑动轴承元件的轴承金属层具有1.0-3重量%的镍、0.5至2.5重量%的锰、0.02-1.5重量%的铜和5-20重量%的软相部分和余量的铝的组成。作为软相,8-12重量%的份额的锡又是优选的。滑动元件通过一方面相对厚的和相对硬的中间层和另一方面与此匹配的轴承金属层的组合获得充分的塑性柔性(plastische Nachgiebigkeit)和形状匹配能力(**Formanpassungsfähigkeit**)。然而同时在这种情况下在峰值负荷下由于高延展性并不出现中间层材料挤出所发现的问题。

[0004] 此类滑动轴承复合材料例如也由文献DE 10 2004 025 557 A1已知。该文献还关注于铝基中间层的变型,其特别之处在于其由至少两个层构成,其中面向由钢组成的支撑层的下层具有比面向铝基轴承金属层的上层更低的硬度。轴承金属层的组成具有3至20重量%的锡的软相部分,另外0.1至7重量%的一种或多种元素Cu、Zn、Mg和Si,0.01至3重量%的一种或多种元素Mn、V、Mo、Cr、Co、Fe、Ni和W,0.01至2重量%一种或多种元素B、Ti和Zr,和3或更少的重量%一种或多种元素Pb、Bi和In。铝基中间层的组成除了铝以外包含1至8.5重量%的Si,0.01至7重量%的一种或多种元素Cu、Zn和Mg,0.01至3重量%的一种或多种元素Mn、V、Mo、Cr、Co、Fe、Ni和W以及0.01至2重量%的一种或多种元素B、Ti和Zr和余量的铝。文献US 2002/0192105 A1关注于基于铝锡的用于滑动轴承的铝合金。所述合金具有2至20重量%的锡、3重量%或更少的铜、0.3至5重量%的TiC颗粒和余量的铝。由所述文献还已知用于降低轴承的磨合阶段中的咬住倾向的具有MoSi₂固体润滑剂的树脂基涂层。

[0005] 为了将轴承金属层固定在钢支撑层上必须一方面将中间层包覆至轴承金属层上并且另一方面将轴承金属和中间层的复合体包覆至钢支撑层上。然后还必须使层复合体经热处理,其中通过最终退火调节期望的组织结构和因此调节期望的材料性质。

[0006] 耐磨性对于启动-停止应用中占优势的混合摩擦条件而言还始终是重要因素,而在此总是存在最优化的需求。此外,本发明人还提出了同时提高轴承材料的疲劳强度的任务。

[0007] 根据本发明,所述任务通过具有权利要求1的特征的滑动轴承复合材料得以解决。

[0008] 因此,本发明提供了滑动轴承复合材料,其具有由钢组成的支撑层,基于除杂质以外不含铅的铝合金的中间层和优选借助于冷轧包覆直接施加至支撑层上的基于除杂质以外不含铅的铝合金的轴承金属层。中间层的铝合金具有如下组成:3.5至4.5重量%的铜、0.1至1.5重量%的锰、0.1至1.5重量%的镁,可选的总计0.05%至0.25%的锆和钛、可选的以单个计不超过0.1重量%且总计不超过0.25重量%的另外的合金成分、通常允许的杂质和余量的铝。轴承金属层的铝合金具有以下组成:6.0-8.0重量%的锡、1.0-3.0重量%的镍、0.5-1.0重量%的锰、0.5-1.0重量%的铜、0.15-0.25重量%的铬、0.1-0.3重量%的钒、可选的0.1-0.2重量%的锆、可选的至多0.2重量%的钛、可选的少于0.5重量%的其它通常允许的杂质元素和余量的铝。

[0009] 在该文献的意义上,“除杂质以外不含铅的”应理解为可能任选由于各合金元素的污染而存在的铅份额在任何情况下低于0.1重量%。

[0010] 将轴承金属以条带形式连续浇铸至所谓的带式铸造机上,随后使其回火,然后用以箔形式存在的中间层材料包覆。随后轧制复合体,最后在冷轧包覆步骤中与中间层的侧面施加至钢上。冷轧包覆是指在<300℃的包覆温度的轧制包覆法。由该制备方法产生具有高强度、对磨蚀不敏感(fressunempfindlich)且耐疲劳的轴承金属和与此匹配的中间层的滑动轴承复合材料,其例如作为内燃机中,尤其是增压柴油机组中的连杆轴承或曲轴主轴承的轴瓦非常好地适合于高负荷的应用。

[0011] 发明人已发现,由于铸造方法,在轴承金属层中形成金属间相,尤其是AlNiMn以及AlCu析出物和其它NiMn析出物,其除了软相锡和微合金元素V以外,任选的Zr和Ti还以硬颗粒的形式细分散地存在于铝基体中。硬颗粒的形状在铸造之后仅通过随后的热处理轻微改变,从而基体中的粒度和粒度分布主要通过铸造时的冷却速率进行调节,以实现期望的材料性质,尤其是疲劳强度。微合金元素V、任选的Zr和Ti提高重结晶温度并且妨碍材料中的晶核生长,这在升高的温度范围内,尤其是在150至200℃的范围内的温度应用的情况下导致始终不变的良好材料性质。因此通过包括微合金元素的根据本发明的组合物和特别的方法步骤的组合,使基体中的摩擦工艺上有效的颗粒(硬颗粒和软相)的粒度和粒度分布关于高负荷应用最优化。

[0012] 本发明人已认识到,轴承金属层,尤其是在延展性中间层的应用的情况下可以通过特别地选择锡含量结合相匹配的微合金元素而明确地在升高的疲劳强度的方向上进行设计,如现有技术中常规那样。因此,所述轴承不仅适合于主轴承领域而且适合作为连杆轴承材料,在所述主轴承领域在启动-停止运行中出现增加的混合摩擦条件,在所述条件下不存在轴承的(流体动力学)油润滑。

[0013] 不管在制备滑动轴承复合材料时的合适的温度管理和合适的变形程度,添加Ti改进了在铸造过程中基体材料的组织结构。通过精确保持0.02-0.2重量%,优选0.04-0.1重量%的Ti含量,可以在关于金属间相的粒度分布所寻求的铸造过程的冷却速率的情况下调节Al基体材料的足够细的粒径,所述粒径在基体材料的良好拉伸性质的情况下保证了高强度。基体材料的粒径分布又影响金属间相的分布以及软相的嵌入,即沿着晶界的不溶性Sn的嵌入。因此,Ti含量决定与Ni、Mn、Cu的份额和Sn含量最可能精确地协调。

[0014] 根据本发明,后者以6.0重量%至8.0重量%的范围存在。恰好在该范围内,轴承金属层的合金体系具有优异的滑动性质并且由于相对低含量的锡作为软相而具有对于较高

的负荷而言必需的强度,这使得在混合摩擦的条件下使用成为可能。

[0015] 优选在0.5-1.0重量%范围的铜含量成合金,以提高铝基体的强度而不过多降低伸长。

[0016] 必须结合Cu含量考虑Cr含量。两种元素经证实在铝基体中在材料的高温强度方面特别重要。这在高负荷应用的情况下总是需要的。0.15至0.25重量%的Cr含量在与0.5至1.0重量%含量的Cu同时成合金时经证实是有利的,以在基体中形成强度充分提高的析出物。另一方面,不应超出0.25重量%的Cr和1.0重量%的Cu的含量,从而也不负面地影响可变形性。最后,Cr和Cu的组合还具有如下正面效果,1.0重量%的所使用的铜的上限降低了成本并且提高了材料的可回收性。

[0017] 钒在0.1-0.3重量%的份额是重结晶抑制性的,因为其升高了基体材料的重结晶温度。因此,钒用于提高高温强度,这与钛结合允许更轻微地调节与软相和金属件析出物匹配的粒径。

[0018] 此外,添加钒结合6-8重量%的相对低的锡含量导致明显的强度提高,尤其是0.2%屈服点 $R_{p,0.2}$ 提高到优选大于90MPa和拉伸强度 R_m 提高到优选大于145MPa。材料参数在室温在根据DIN EN ISO 6892-1的拉伸试验中确定。令人惊讶的是,该明显的变化已经在0.2重量%的钒的微不足的份额和锡含量从例如10重量%至7重量%的微不足的降低(即在小的限度之内)的情况下发生。

[0019] 优选地,辊压至最终尺寸的滑动轴承元件的中间层具有20 μm 至50 μm 的厚度 d_2 。

[0020] 中间层优选具有70HV0.01至110HV0.01且优选85HV 0.01至100HV 0.01的微硬度。

[0021] 根据欧洲标准EN 6507-1对制成(成型)的滑动轴承元件的中间层进行维氏硬度试验。在这种情况下将探针(压头)在滑动轴承元件的准备的切割边沿范围内在中间层的水平方向压入中间层。切割边沿优选通过磨削预备。

[0022] 中间层的硬度和厚度彼此直接结合并且需要与轴承金属层的前述性质在功能上协调。中间层的微硬度与层厚度的结合能够基于铝合金的组成(必需成分3.5至4.5重量%的铜,0.1至1.5重量%、优选0.4%至1.0重量%的锰,0.1至1.5重量%、优选0.4%至1.0重量%的镁,通常允许的杂质和余量的铝),尤其是基于高的铜份额进行调节,而不牺牲对优选由钢组成的支撑层的结合强度。所述调节尤其通过辊压包覆过程进行。

[0023] 可选地,中间层的铝合金具有0.1%至1.0重量%,优选0.2%至0.8重量%的硅。

[0024] 所述硅如锰和镁那样导致Al合金的强度提高。

[0025] 此外优选地,中间层的铝合金具有0.05%至1.0重量%的铁,0.05至0.5重量%的铬,0.05至0.5重量%的锌。

[0026] 可选地,锆和钛和任选的其它合金成分总计为合金的0.05重量%至0.25重量%,但所述其它合金成分单独地不超过0.1重量%并且总计不超过0.25重量%。

[0027] 特别优选地,尤其是在内燃机中的特别高要求的轴承应用的情况下,在轴承金属层上设置基于聚合物的滑动层。

[0028] 聚合物层导致(尤其是在高负荷的情况下)在整个轴承宽度上进行更均匀的负荷分布。由于聚合物层的弹性和塑性匹配能力,整个轴承的运行安全性再次得以提高。

[0029] 轴承金属层特别优选具有200 μm -400 μm 的厚度。

[0030] 此外优选地,轴承金属层具有50-60HBW 1/5/30的布氏硬度。

[0031] 本发明还涉及由前述类型的滑动轴承复合材料组成的滑动轴承元件,其尤其可以为轴瓦、滑动轴承套或启动盘。

[0032] 相应地,本发明的一个方面是前述类型的滑动轴承复合材料用于滑动轴承元件,尤其是滑动轴承瓦、滑动轴承套或启动盘的用途。

[0033] 本发明的另外的特征进一步借助附图详细阐明。

[0034] 图1显示了根据本发明的滑动轴承复合材料的第一实施例的基本的层结构,

[0035] 图2显示了根据本发明的滑动轴承复合材料的第二实施例的基本的层结构,和

[0036] 图3显示了轴承金属层的切口放大图。

[0037] 图1以示意图的方式显示了根据本发明的第一实施例的滑动轴承复合材料的横截面。其总共具有三个层。在图1中作为下层示出的是由钢组成的支撑层10,其由于其刚性确保了轴承元件的所需的压力装配。直接在所述支撑层10之上设置具有所要求保护的基于铝的组成的中间层12。将所述中间层用作钢制层10和在中间层12上设置的轴承金属层14之间的贴附层。轴承金属层14例如具有以下组成:

[0038] 6至8重量%的锡,1至3重量%的镍,0.5-1重量%的铜,0.5-1重量%的锰,0.2重量%的钒,0.2重量%的铬,0.2重量%的锆,余量的铜。

[0039] 此外在图1中示意性示出了平面切口20,其具有在图3中放大地阐明地内部结构。为了产生这样的平面切口的图,优选在轴承金属层的合适的位置处准备平坦的磨削。与图1中所示不同,也可以考虑垂直于示意平面,即平行于滑动面的平面切口。

[0040] 根据本发明的滑动轴承复合材料的中间层的层厚度优选为20 μm 至50 μm 。基体材料的粒径分布此外对沿基体晶界的Ni-Mn析出物,尤其是Al-Ni-Mn析出物和Al-Cu析出物的分布的均匀性具有有利的影响。该金属间相在轴承金属层的组织中形成硬颗粒。

[0041] 根据图2的第二实施例在钢制支撑层10,中间层12和轴承金属层14范围内具有同样的层结构。另外,在轴承金属层14上施加聚合物涂层作为滑动层16,其尤其在高要求的轴承应用中是有利的。

[0042] 借助图3在下文阐释用于测定轴承金属层中的金属间析出物的方法。在首先准备轴承金属层的平坦的平面磨削(其例如垂直于滑动面延伸)之后,在显微镜下,例如在500倍放大下选择并标记具有特定边沿长度和边沿宽度的轴承金属层的平面切口20。这例如为具有500 μm 和800 μm 的边沿长度的矩形,即测量面积为400,000 μm^2 。在该平面切口中可见许多金属间的NiMn相,尤其是AlNiMn相和AlCu相22,其能够根据经验通过一定的灰色或彩色值范围在光学上区别于其它内含物,尤其是区别于软相,以及区别于异质颗粒(这二者未在此示出),并且区别于Al基体。这样的相的检测优选自动地在电子图像采集系统中进行。

[0043] 附图标记列表

[0044] 10 钢制支撑层

[0045] 12 中间层

[0046] 14 轴承金属层

[0047] 16 聚合物涂层/滑动层

[0048] 20 切口

[0049] 22 金属间相

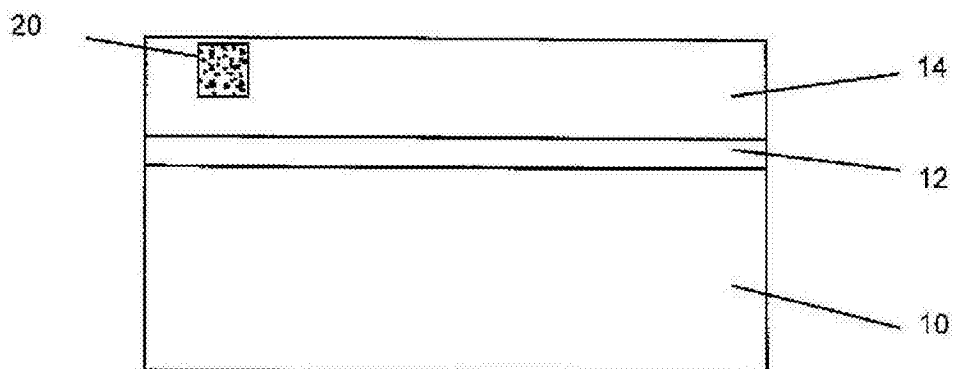


图1

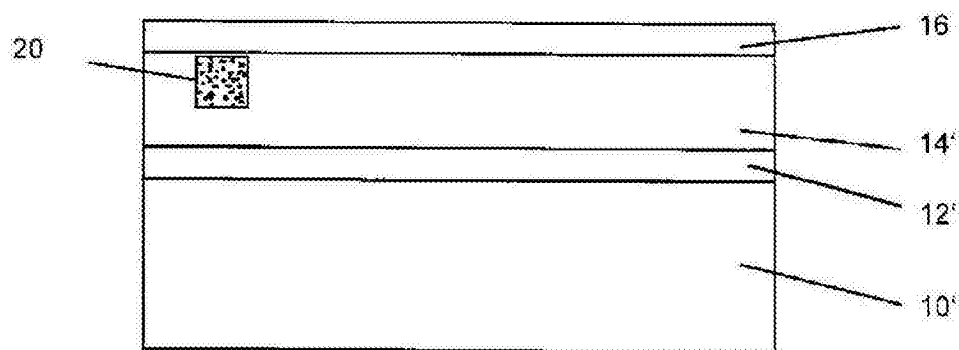


图2

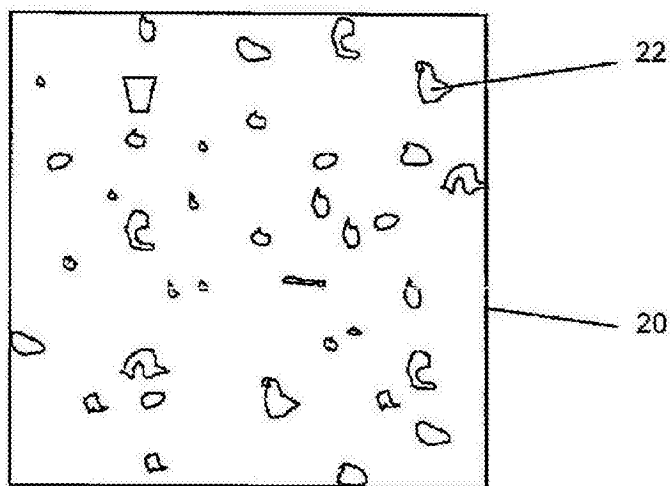


图3