



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103492737 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201280013850. 4

代理人 丁业平 金小芳

(22) 申请日 2012. 01. 20

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F16C 33/12(2006. 01)

1101061. 8 2011. 01. 21 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 09. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/000257 2012. 01. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/098004 EN 2012. 07. 26

(71) 申请人 马勒国际公司

地址 德国斯图加特市

申请人 马勒发动机零部件法国有限公司

(72) 发明人 塞德里克·马克·罗格·福蒂纳

若泽·瓦伦廷·利马·萨拉班达

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

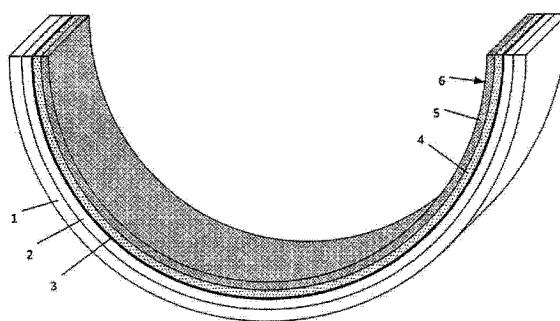
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

轴承衬

(57) 摘要

本发明提供了一种轴承衬,其具有设置有涂层的轴承背衬层(1),所述涂层包括第一覆层(4)和第二覆层(5),所述第一覆层设置在所述轴承背衬层和所述第二覆层之间,所述第一覆层和所述第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。



1. 一种轴承衬,具有设置有涂层的轴承背衬层,所述涂层包括第一覆层和第二覆层,所述第一覆层设置在所述轴承背衬层和所述第二覆层之间,

所述第一覆层和所述第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,

以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

2. 所述第一覆层和所述第二覆层中的所述软相材料的重量比例小于所述基质材料的重量比例。

3. 根据权利要求1或2所述的轴承衬,其中,所述第二覆层基本上不含粒度降低添加剂。

4. 根据权利要求1、2或3所述的轴承衬,其中所述粒度降低添加剂为选自Co、Cr、Fe、Mg、Mn、Ni、Si、V和Zn所组成的元素组中的一种或多种元素。

5. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述第一覆层中的所述软相材料的比例等于或低于所述第二覆层中的所述软相材料的比例。

6. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中在所述轴承背衬层和所述第一覆层之间设有中间层。

7. 根据权利要求6所述的轴承衬,其中所述中间层包含基质和基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散于所述基质中的软相元素。

8. 根据权利要求7的轴承衬,其中所述中间层中包含与所述第一覆层中相同的所述粒度降低添加剂。

9. 根据权利要求7所述的轴承衬,其中所述中间层中所包含的所述颗粒粒度降低添加剂为选自Co、Cr、Fe、Mg、Mn、Ni、Si、V和Zn所组成的组中的一种或多种元素。

10. 根据权利要求6至9中任一项所述的轴承衬,其中所述中间层中所包含的所述软相颗粒的比例低于所述第一覆层。

11. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述软相材料包含选自Bi、Cd、In、Pb、Sb和Sn所组成的元素组中的一种或多种元素。

12. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述基质包含选自Al、Ag或Cu所组成的元素组和这些金属的合金的材料。

13. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述第二覆层中的平均粒度大于所述第一覆层中的平均粒度。

14. 根据权利要求13所述的轴承衬,其中所述第二覆层中的平均粒度为 $1.5\mu\text{m}$ 至 $4.0\mu\text{m}$,所述第一覆层中的平均粒度为 $0.5\mu\text{m}$ 至 $1.0\mu\text{m}$ 。

15. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中在所述轴承背衬层上,于所述轴承背衬层与所述涂层之间设置有轴承衬底层。

16. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中在整个所述第一覆层中,所述粒度降低添加剂的比例基本上是均匀的。

17. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中在整个所述第二覆层中,所述粒度降低添加剂的比例基本上是均匀的。

18. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述第一覆层和所述第二覆层包括复合覆层区域,其中在该区域中,随着与所述轴承背衬层间的距离增加,所述粒度降低添加

剂的比例降低。

19. 根据前述任一项权利要求所述的轴承衬,其中所述第一覆层包含:25重量%至35重量%的Sn、0.5重量%至1.5重量%的Cu、1.5重量%至2.5重量%的Fe、至多1%的其它元素,余量为Al,总量为100重量%,并且

所述第二覆层包含:25重量%至35重量%的Sn、0.5重量%至1.5重量%的Cu、至多1%的其它元素,余量为Al,总量为100重量%,并且

任选的中间层包含:5.5重量%至7重量%的Sn、0.7重量%至1.3重量%的Cu、0.7重量%至1.3重量%的Ni、1.5重量%至3.0重量%的Si、至多1%的其它元素,余量为Al,总量为100重量%。

20. 一种轴承衬,其可通过以下制造轴承衬的方法得到,所述方法包括:

在轴承背衬层上直接或间接地溅射沉积第一覆层,

在所述第一覆层上直接溅射沉积第二覆层,

所述第一覆层和所述第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,

以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

21. 一种车辆用发动机,包括根据前述任一项权利要求所述的轴承衬。

22. 一种制造轴承衬的方法,包括:

在轴承背衬层上直接或间接地溅射沉积第一覆层,

在所述第一覆层上直接溅射沉积第二覆层,所述第一覆层和所述第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,

以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

23. 一种粒度降低添加剂的用途,其用于降低轴承涂层中软相的粒度,所述轴承涂层含有分散于基质中的软相。

24. 根据权利要求19所述的用途,其中,所述粒度降低添加剂为选自Co、Cr、Fe、Mg、Mn、Ni、Si、V和Zn所组成的元素组中的一种或多种元素。

21. 一种轴承衬,其基本上如参照随附的说明书和任一附图所述。

22. 一种制造轴承衬的方法,其基本上如参照随附的说明书和任一附图所述。

轴承衬

技术领域

[0001] 本申请涉及用于具有轴颈的心轴(journale shafts)的轴承衬,特别涉及(例如)通过阴极溅射技术沉积于这类轴承上的被称作覆层(overlay)的涂层。

背景技术

[0002] 已知可通过阴极溅射在轴承衬的运行表面上沉积软的覆层合金组合物。美国专利文献 US5045405 中记载了这样的实例,其中描述了基于铜、铝或银基质的覆层,该覆层具有柱状晶粒和颗粒嵌入相,其中所述柱状晶粒的长轴垂直于滑动方向,并且所述颗粒比基质软并且不溶于基质金属。该文献中给出了覆层组合物 AlSn20 (80 重量%的铝基质与 20 重量%的锡)和 AlPb30 (70 重量%的铝基质与 30 重量%的铅)的实例。

[0003] 这种两相复合(悬浮)合金已知被用作锻造或铸造材料,并且如英国专利申请 GB2130250 中所述,提出了通过等离子体电弧喷涂工艺进行沉积。

[0004] 将这种两相合金用作覆层源于人们期望找到这样一种材料,与常规的电沉积铅和锡基合金相比,该材料具有更好的耐磨性以及更好的疲劳强度,同时保持了良好的适应性(接受废颗粒嵌入覆层的能力)和抗咬性。

[0005] 然而,如美国专利文献 US5045405 中所述,在发动机中新的芯轴运行的初始阶段,所期望的适应性的程度要高于已知两相合金所能提供的适应性。此外,随着覆层的磨损以及芯轴轴颈与轴承之间运行间隙(running clearance)的增加,期望提高覆层材料的耐磨损程度,而这些与美国专利文献 US5045405 中基本上均一的性能是不同的。随着覆层的磨损程度的增加,适应性变得不那么重要,而耐磨损性变得更加重要。

[0006] 欧洲专利文献 EP0435980 涉及这样一种覆层,其表面具有良好的适应性,并且远离表面的部分具有更高的耐磨性。其公开了一种轴颈轴承,其包含牢固背衬材料,在该背衬材料上具有轴承材料和位于轴承材料层上的覆盖涂层(overlay coating),该覆盖涂层包含构成涂层基质的第一材料,并且该第一材料中具有第二材料的分散相,其中第二材料基本上不溶于第一材料,所述覆盖涂层是通过阴极溅射沉积的。所述第二材料的分散相在介于轴承材料层和涂层之间的界面处的含量相对较低,并且该含量在涂层表面处向相对较高的含量连续变化,所述覆盖涂层的总厚度在 $10\ \mu\text{m}$ 到 $50\ \mu\text{m}$ 范围内。

[0007] 欧洲专利文献 EP0435980 公开了一种覆盖涂层的示例性实施方案,该覆盖涂层包含:铝-锡复合材料,其具有基本上为纯铝的第一层,其厚度为约 $2\ \mu\text{m}$;与第一层相邻的为具有铝基质的中间层,在所述铝基质中分散有锡颗粒,其中,所述中间层具有这样的组成:在与第一层相邻的位置处具有铝和约 10 重量%的锡;锡的含量逐渐增加,并且在厚度为约 $22\ \mu\text{m}$ 处,锡的含量增至约 50 重量%;该涂层具有基本上由纯锡构成的厚度为约 $2\ \mu\text{m}$ 的层作为表层。

[0008] 已知,基质中软相的比例(例如,锡在铝中的比例)在朝向涂层表面的方向上增加会使分散在基质中的软相的粒度增加,这会使靠近表面处的涂层的硬度降低并提高适应性。然而,不利的是,制造这种轴承衬需要使用复杂的沉积装置来运行复杂的制造工序,其

中,在沉积过程中需要实时精确地控制软相的沉积比例,这对成本、生产的可靠性和产率、以及各沉积装置的生产量而言都是不利的。

[0009] 或者,还已知的是,如美国专利文献 US4916026 所公开的那样,在涂层沉积过程中,可以通过增加溅射沉积时轴承背衬的温度来提高悬浮于铝基基质中锡颗粒的粒度。然而,不利的是,制造这种轴承衬需要使用复杂的沉积装置来进行复杂的制造工序,其中在沉积过程中需要实时精确地控制温度,这对成本、生产的可靠性和产率、以及各沉积装置的生产量而言都是不利的。另外,不利的是,热容量的差异会对沉积过程中轴承衬所需的温度控制产生影响,因此,具有不同尺寸的轴承衬需要使用不同的沉积工艺,即使对于采用了相同的沉积工艺的标称相同的轴承衬片,由于轴承衬的制造公差不同,因而所沉积的涂层的特性也是不同的。

[0010] 对轴承衬性能的特别挑战性来自于车辆引擎的节油起-停操作,其中,车辆每次停止时发动机也停止,而与此不同的是,在传统操作中,发动机在车辆的整个行程中都保持运行。与在车辆的整个行程中持续运行的传统配置的发动机相比,配置有起-停操作的发动机中发动机的重启频繁程度要高出约一百倍。配置有起-停操作的发动机存在特别问题的原因是,由于发动机轴承通常是由流体动力润滑的,而在发动机启动时,几乎不能或根本不能润滑轴承,从而导致在启动阶段产生特别显著的磨损。

[0011] 因此,在本领域中仍然需要一种改进的轴承衬涂层和相应的制造方法。

发明内容

[0012] 根据本发明第一方面,提供了一种轴承衬,该轴承衬具有设置有涂层的轴承背衬层,所述涂层包括第一覆层和第二覆层,所述第一覆层设置在所述轴承背衬层和所述第二覆层之间,所述第一覆层和第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

[0013] 根据本发明第二方面,提供了一种轴承衬,所述轴承衬可以通过以下制备轴承衬的方法得到,所述方法包括:在轴承背衬层上直接或间接地溅射沉积第一覆层;在所述第一覆层上直接溅射沉积第二覆层,所述第一覆层和第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

[0014] 根据本发明第三方面,提供了一种车辆用发动机,所述车辆用发动机包括轴承衬,该轴承衬具有设置有涂层的轴承背衬层,所述涂层包括第一覆层和第二覆层,所述第一覆层设置在所述轴承背衬层和所述第二覆层之间,所述第一覆层和第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

[0015] 根据本发明第四方面,提供了一种制备轴承衬的方法,所述方法包括:在轴承背衬层上直接或间接地溅射沉积第一覆层;在所述第一覆层上直接溅射沉积第二覆层,所述第一覆层和第二覆层各自包含基质材料和软相材料,该软相材料基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散在所述基质中,其中,以重量计,所述第一覆层中所包含的粒度降低添加剂的比例高于所述第二覆层。

[0016] 根据本发明的第五方面,提供了一种粒度降低添加剂的用途,所述用途是用于降低轴承涂层中软相的粒度,所述轴承涂层含有分散于基质中的软相。

[0017] 有利的是,本发明可以提供能够通过简单的制造方法高度可靠地制造的轴承衬,而无需使用能够在沉积过程中进行复杂的实时控制的复杂沉积装置。

[0018] 以重量计,所述第一覆层和第二覆层中各自软相材料的比例可小于所述基质材料的比例。以重量计,第一覆层和第二覆层中各自的软相材料的比例可以不超过 35%。

[0019] 第二覆层可以基本上不含粒度降低添加剂。

[0020] 所述粒度降低添加剂可以是选自由 Co、Cr、Fe、Mg、Mn、Ni、Si、V 和 Zn 所组成的元素组中的一种或多种元素。

[0021] 以重量计,所述第一覆层中软相材料的比例可以等于或低于所述第二覆层中软相材料的比例。

[0022] 可以在所述轴承背衬和所述第一覆层之间设置中间层。

[0023] 所述中间层可以包含基质和基本上不溶于所述基质并作为软相颗粒分散于所述基质中的软相元素。

[0024] 所述中间层可以包含与第一覆层中相同的粒度降低添加剂。

[0025] 所述中间层中所包含的颗粒粒度降低添加剂选自由 Co、Cr、Fe、Mg、Mn、Ni、Si、V 和 Zn 所组成的元素组中的一种或多种元素。

[0026] 所述中间层中所包含的软相材料的比例可低于所述第一覆层中软相颗粒的比例。

[0027] 所述软相材料可以包含选自由 Bi、Cd、In、Pb 和 Sn 所组成的元素组中的一种或多种元素。

[0028] 所述基质可以包含选自由 Al、Ag 或 Cu 所组成的元素组和这些金属的合金的材料。

[0029] 所述第二覆层中的平均粒度可以大于第一覆层中的平均粒度。

[0030] 沿垂直于沉积物生长方向(例如,相对于轴承衬的轴的轴向或圆周方向)进行测量,第二覆层中软相颗粒的粒度通常(即,超过 95%的颗粒)在 0.5 μm 至 6.0 μm 的范围内,优选在 1.0 μm 至 4.0 μm 的范围内。第二覆层中平均粒度在 1.5 μm 至 4.0 μm 范围内,例如为约 2.2 μm 。

[0031] 沿垂直于沉积物生长方向(例如,相对于轴承衬的轴的轴向或圆周方向)进行测量,第一覆层中软相颗粒的粒度通常(即,超过 95%的颗粒)在 0.1 μm 至 1.5 μm 范围内,优选在 0.3 μm 至 1.0 μm 范围内。第一覆层中平均粒度在 0.5 μm 至 1.0 μm 范围内,例如约 0.7 μm 。

[0032] 可在所述轴承背衬层上,于所述轴承背衬层与所述涂层之间设置轴承衬底层(bearing substrate layer)。

[0033] 在整个第一覆层中所述粒度降低添加剂的比例可以是基本上均匀的。在整个第二覆层中所述粒度降低添加剂的比例可以是基本上均匀的。

[0034] 所述第一覆层和第二覆层可以包括复合覆层区域,在该区域中,随着与所述轴承背衬层间的距离增加,粒度降低添加剂的比例降低。

[0035] 所述第一覆层可以包含:25 重量%至 35 重量%的 Sn、0.5 重量%至 1.5 重量%的 Cu、1.5 重量%至 2.5 重量%的 Fe、至多 1%的其它元素(例如杂质),余量为 Al,这些元素的总量为 100 重量%;所述第二覆层可以包含:25 重量%至 35 重量%的 Sn、0.5 重量%至 1.5

重量%的Cu、至多1%的其它元素(例如杂质),余量为Al,这些元素的总量为100重量%;任选的中间层可以包含:5.5重量%至7重量%的Sn、0.7重量%至1.3重量%的Cu、0.7重量%至1.3重量%的Ni、1.5重量%至3.0重量%的Si、至多1%的其它元素(例如杂质),余量为Al,这些元素的总量为100重量%。

附图说明

[0036] 以下结合附图对本发明的实施方案作进一步的描述,其中:

[0037] 图1示出了根据本发明的半壳(半圆柱形)轴承衬。

[0038] 图2A和图2B示出了图1中的部分轴承衬的扫描电子显微镜图像。

具体实施方式

[0039] 在全文中,相同的数字表示类似的元件。使用化学标记AB(X)来表示这样的材料:该材料包含X重量%的B和余量(即100-X重量%)的A。

[0040] 图1示出了半壳(中空半圆柱形)轴颈轴承衬(journal bearing lining)的示意图(未按比例绘制),该轴颈轴承衬包括轴承背衬层1和轴承衬底层2,轴承衬底层2上涂覆有涂层,该涂层包括中间层3(任选)、第一覆层4和第二覆层5。所述轴承衬是通过溅射涂布工艺将层沉积在轴承衬底层2上而制得的,其中最终涂层5的上表面(即自由面)提供了轴承衬的初始运行表面6。

[0041] 各层材料的组成和厚度的例子详细地示于下表:

层	厚度	材料(占总重量的%)
第二覆层5	4 μm	AlSn(30)Cu(1)
第一覆层4	8 μm	AlSn(30)Cu(1)Fe(2)
[0042] 中间层3	2 μm	AlSn(6)Cu(1)Ni(1)Si(2)
轴承衬底层2	100 μm -800 μm	Cu、Cu基合金、Al、Al基合金、或AlCu基合金
轴承背衬层1	1.0 $\times 10^3$ μm -	钢
[0043]	3.0 $\times 10^3$ μm	

[0044] 第二(顶层)覆层5中锡的比例为30重量%。锡提供了不溶于铝-铜基质的软相材料颗粒,该软相颗粒分布在整个基质(该基质可以是合金或金属间化合物)中并形成相对较大的软相颗粒。第二覆层5中的软相颗粒通常具有这样的形状:相对于涂层的生长方向(垂直于运行表面),该软相颗粒的宽度大于厚度。沿垂直于沉积物生长方向(例如,相对于轴承衬的轴的轴向或圆周方向)进行测量,第二覆层5中软相颗粒的粒度通常(即,超过95%的颗粒)在0.5 μm 至6.0 μm 的范围内,优选在1.0 μm 至4.0 μm 的范围内,平均粒度在1.5 μm 至4.0 μm 范围内,例如为约2.2 μm 。第二覆层5的摩擦性能是由基质材料和分

布于基质材料中的软相颗粒确定的。软相材料起到固体润滑剂的功能。此外,这样的层具有高的适应性,使之特别适合接受位于轴承衬和轴颈芯轴之间的废颗粒的嵌入。

[0045] 第一覆层 4(下层)中锡的比例与第二覆层 5 中相同,即 30 重量%。然而,第一覆层 4 还含有 2 重量%的铁,铁起到粒度降低添加剂的功能。粒度降低添加剂能够使铝-铜基质和软相(锡)都以较小的粒度沉积,即较小的软相颗粒更加精细地分布于整个基质中。第一覆层 4 中的软相颗粒通常还具有这样的形状:相对于涂层的生长方向(垂直于运行表面),该软相颗粒的宽度大于厚度。沿垂直于沉积物生长方向(例如,相对于轴承衬的轴的轴向或圆周方向)进行测量,第一覆层 4 中软相颗粒的粒度通常(即,超过 95%的颗粒)在 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $1.5\ \mu\text{m}$ 范围内,优选在 $0.3\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 范围内,平均粒度在 $0.5\ \mu\text{m}$ 至 $1.0\ \mu\text{m}$ 范围内,例如约 $0.7\ \mu\text{m}$ 。粒度降低添加剂可以作为亚稳晶相分布于铝基质材料中。

[0046] 有利的是,提供较小的粒度能够提高耐磨损性,因此,第一覆层 4 的耐磨损性高于第二覆层 5。因此,在使用中第二覆层 5 被磨损的情况下(例如,在与轴颈芯轴一同使用时),随后的第一覆层 4 的磨损速率低于第二覆层 5 的磨损速率。

[0047] 中间层 3(任选)也包含粒度降低添加剂,在这种情况下粒度降低添加剂由镍提供,并且中间层中软相颗粒的粒度与第一覆层 4 中软相颗粒的粒度基本相同。同样的,粒度降低添加剂可以作为亚稳晶相分布在基质材料中。

[0048] 中间层 3 中软相材料(如锡)的比例低于覆层 4 和 5,这能够提高中间层的硬度。因此,在曲轴轴颈(journalled crankshaft)(或其它部件)的作用使覆层 4 和 5 被磨穿的情况下,中间层 3 将在以后的运行中提供更高的耐磨性。

[0049] 也可以在中间层(或者,在省略中间层的情况下,为第一覆层)和轴承衬底层之间设置其他层。特别是,可以设置扩散阻挡层(如镍铬合金层)以防止软相(如锡)扩散到其它层(如轴承衬底层),同时增强其他涂层对轴承衬底层的粘附性。然而,有利的是,可以使用软相(如锡)比例低的中间层,从而足以削弱由软相扩散离开覆层而产生的问题,由此可以省略扩散阻挡层。

[0050] 此外,轴承衬可以设置有位于第二覆层上的牺牲表层(未示出),其可以在发动机运转的初始“运行”阶段期间被磨掉。所述牺牲表层可以选自己知具有所需轴承性能的材料,所述材料包括(例如)铅、锡、镉、铋、铟、以及这些金属的合金,或树脂类材料。然而,有利的是,所述第二覆层 4 具有无需使用牺牲表层的性能。

[0051] 各涂层可以含有最高达 1 重量%的其它杂质元素。

[0052] 图 2A 和 2B 示出了图 1 所述轴承衬的横截面在两种不同级别的放大倍数下的扫描电子显微镜图像,其中可以看出,第二覆层 5 中软相颗粒(黑色铝基质中的浅色锡)的尺寸比第一覆层 4 中的软相颗粒的尺寸大。为方便起见,中间层 3 的粒度分布与第一覆层 4 基本上相同,这样能够在上层被磨掉的情况下提供良好的耐磨性,同时能够提供平稳的耐磨性能过渡、3 层和 4 层之间的良好的结合、以及中间层 3 与衬底 2 间的良好结合。

[0053] 图 1、2A 和 2B 中示出的涂层是通过下述方法制备的。

[0054] 将溅射靶和低碳钢轴承背衬层置于阴极溅射装置的腔室中,其中轴承背衬层具有铝铜基合金层以及位于铝铜基合金层的内表面(即上方的沉积表面)上的 Ni-Cr 层。在腔室内使用了高纯度的氩气,抽真空达 3.5×10^{-3} 至 4.5×10^{-3} mbar 之间。冷却轴承背衬层以将沉积溅射材料的表面的温度保持为低于 120°C , 优选的温度范围为 90°C 至 115°C 。

[0055] 首先,通过溅射 AlSn(6)Cu(1)Ni(1)Si(2) 靶材,沉积得到 2 μ m 厚的中间层。然后,通过溅射由 AlSn(30)Cu(1) 靶材和嵌于主刻蚀区的纯 Fe 构成的复合靶材,形成 AlSn(30)Cu(1)Fe(2) 的沉积层,从而获得 8 μ m 厚的第一覆层。或者,可以使用均一的 AlSn(30)Cu(1)Fe(2) 靶材来沉积形成第一覆层。第三步,通过溅射 AlSn(30)Cu(1) 靶材来沉积形成 4 μ m 厚的第二覆层。

[0056] 在可供选择的实施方案中,第一覆层和第二覆层可能是复合覆层区域,其中粒度降低添加剂的比例在沉积过程降低(以渐变或连续变化的方式单一地改变)。可以通过利用多个不同的溅射靶材并改变由各溅射靶材沉积到轴承衬上的材料的相对比例,从而方便地沉积得到这样的复合覆层。

[0057] 在工业标准试验机器上测试根据本发明形成的轴承涂层的耐磨性,结果表明:与不含粒度降低添加剂的相应轴承相比,溅射层具有显著增强的耐磨损性,因而可提供更高的磨损性能,同时保持第二覆层的高度适应性,这对于轴承磨损特别高的发动机(例如,配置为起-停操作的发动机)而言,这是特别有利的。

[0058] 术语“下方”和“上方”用于描述距离轴承背衬层更近或更远的区域,在通过溅射沉积来沉积涂层的情况下,相当于先沉积下方区域,然后沉积上方区域。术语“运行表面”用于描述涂层的最上层表面。

[0059] 在本说明书的整个说明书和权利要求书中,词语“包括”和“包含”以及该词语的变型(例如“含有”和“具有”)是指“包括但不限于”,并非旨在(并且不会)排除其他部分、添加剂、组分、整数或步骤。在本说明书的整个说明书和权利要求中,除非上下文另外指明,否则单数形式涵盖复数形式。特别是,在使用不定冠词时,除非上下文另外指明,否则应当认为本说明书涵盖复数和单数。

[0060] 与本发明的特定方面、实施方案或实施例一同描述的性质、整数、特征、化合物、化学部分或基团应当被理解为适用于本文所述的任何其他方面、实施方案或实施例,除非与之不相容。在本说明书中公开的所有特征(包括任何随附的权利要求书,摘要和附图)和/或所披露的任何方法或工艺的所有步骤,可以以任意组合形式组合,除非在该组合中至少部分所述特征和/或步骤相互排斥。本发明并不限于任何前述实施方案的细节。本发明延伸至在本说明书(包括任何随附的权利要求书,摘要和附图)中公开的特征的任何新特征或任何特征的新组合,或者延伸至所披露的任何方法或工艺的步骤的任何新步骤或步骤的任何新组合。

[0061] 读者的注意力应集中在与本发明同时或在本说明书之前提交并公开于审查本说明书的公众的、与本申请相关的所有论文和文献上,并且所有所述的论文和文献的内容通过引用的方式并入本文。

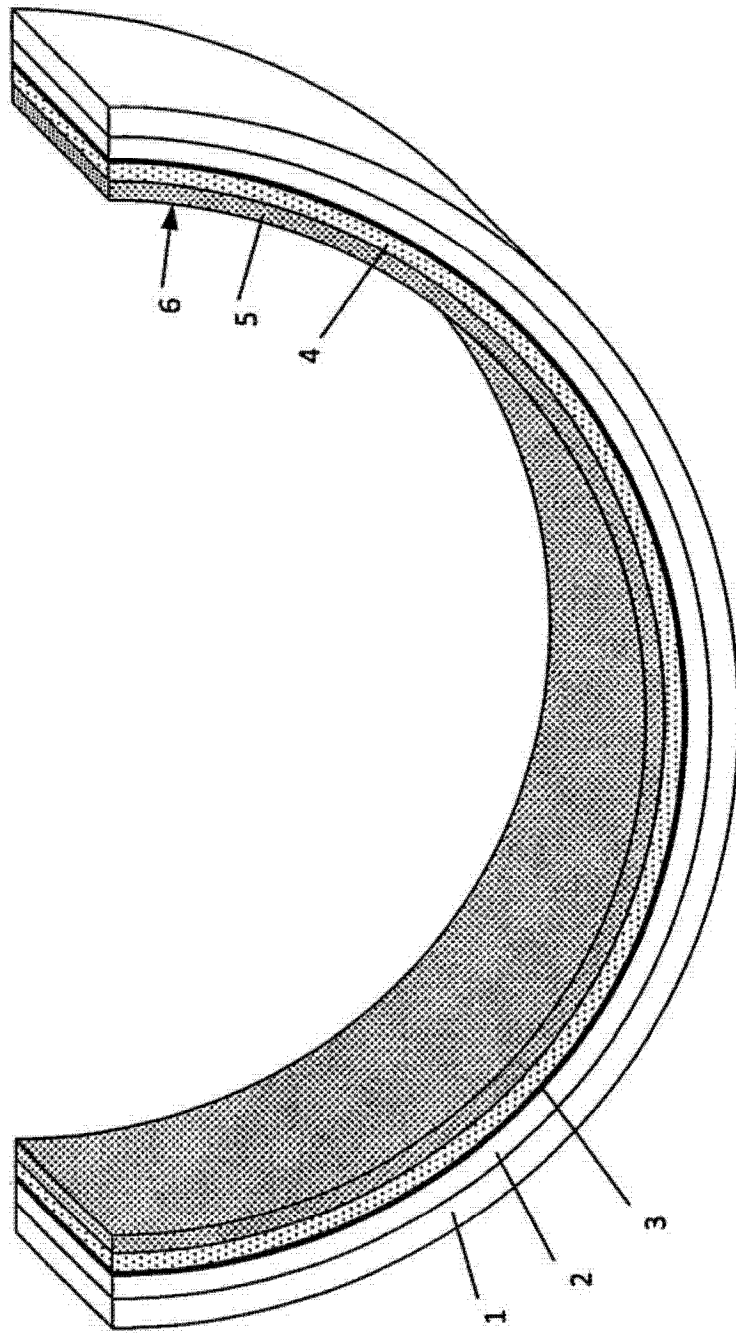


图 1

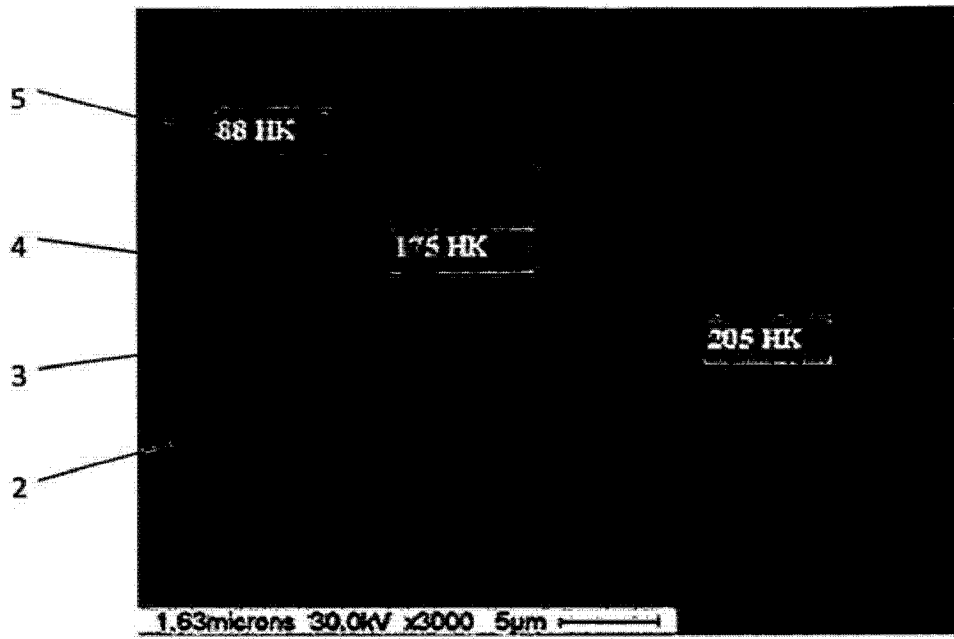


图 2A

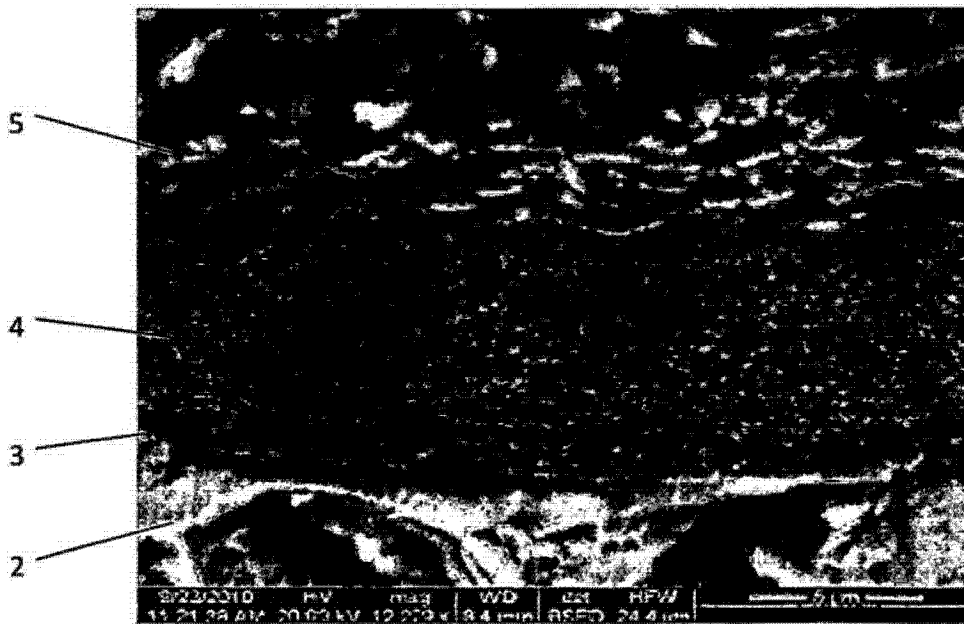


图 2B