

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C23C 30/00 (2006.01)

F16C 33/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410061763.3

[45] 授权公告日 2008 年 3 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100372973C

[22] 申请日 2004.6.30

[21] 申请号 200410061763.3

[30] 优先权

[32] 2003.7.1 [33] AT [31] A1001/2003

[73] 专利权人 米巴·格来特来格有限公司

地址 奥地利拉基兴

[72] 发明人 瓦尔特·格特纳

[56] 参考文献

JP11065267 A 1999.3.5

审查员 张云志

[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

代理人 谢志刚

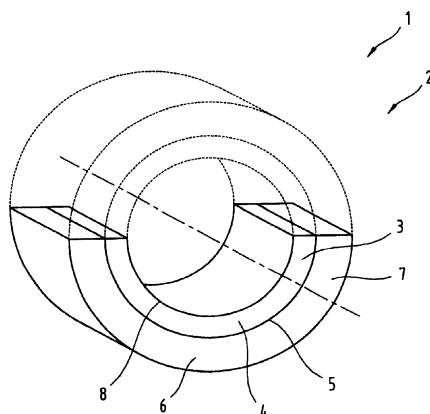
权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称

层状材料

[57] 摘要

本发明涉及一种包括至少三种组分 A、B、C 的合金，这些组分构成至少一个第一基体和一在该基体中弥散的软相，该合金具有一第一表面(5)和—在其对面的第二表面(8)，其中组分 A、B、C 在合金内的分量在第一表面(5)和第二表面(8)的区域内相互是不同的。至少一种组分构成一硬相而至少另一种组分构成不同于第一基体的另一基体，其中第一基体至少设置在第一表面(5)的区域内而另一基体至少设置在第二表面(8)的区域内，并且所述硬相不仅弥散于第一基体内而且弥散于另一基体内。



1. 包括至少三种组分 A、B、C 的合金，这些组分构成至少一个第一基体和一在该基体中弥散的软相，该合金具有一第一表面 (5) 和一在其对面的第二表面 (8)，其中组分 A、B、C 在合金内的分量在第一表面 (5) 和第二表面 (8) 的区域内相互是不同的，其特征在于，至少一种组分构成一硬相而至少另一种组分构成不同于第一基体的另一基体，其中所述第一基体至少设置在第一表面 (5) 的区域内而所述另一基体至少设置在第二表面 (8) 的区域内，并且所述硬相不仅弥散于所述第一基体内而且弥散于所述另一基体内。

2. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，从第一表面 (5) 起向第二表面 (8) 的方向形成从一合金系 AB (11) 向一合金系 BC (12) 或 AC (13) 的转变。

3. 按照权利要求 2 所述的合金，其特征在于，从一合金系向另一合金系的转变至少大致连续地进行。

4. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，所述另一基体由软相构成。

5. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，在第一表面 (5) 的区域内只存在第一基体。

6. 按照权利要求 5 所述的合金，其特征在于，第一表面 (5) 的区域的厚度在 $2\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 的范围内。

7. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，在第二表面 (8) 的区域内只存在另一基体。

8. 按照权利要求 5 所述的合金，其特征在于，第二表面 (8) 的区域的厚度在 $2\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 的范围内。

9. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，第一基体由包括 Ag、Al、Cu、Fe 的元素组中的至少一种元素构成。

10. 按照权利要求 1 所述的合金，其特征在于，另一基体由包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的第二元素组中的至少一种元素构成。

11. 按照权利要求 1 所述的合金, 其特征在于, 软相由包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的第二元素组中的至少一种元素构成。

12. 按照权利要求 1 所述的合金, 其特征在于, 硬相由包括 Ag、Al、Fe、Cu、Ni、Sc、Si、Zn、Mn、Co、Cr、Zr、Mg 的第三元素组中的至少一种元素构成。

13. 按照权利要求 12 所述的合金, 其特征在于, 硬相由第三元素组的各元素的金属间化合的相构成。

14. 按照权利要求 1 所述的合金, 其特征在于, 第一表面 (5) 区域内的维氏硬度值在 140HV0.001 与 250HV0.001 之间的范围内。

15. 按照权利要求 1 所述的合金, 其特征在于, 第二表面 (8) 的区域内的维氏硬度值在 30HV0.001 与 130HV0.001 之间的范围内。

16. 按照权利要求 1 所述的合金, 其特征在于, 软相的平均晶粒大小从第一表面 (5) 至第二表面 (8) 保持至少大致相同或减小。

17. 由一种合金构成的滑动层 (4), 其特征在于, 该合金按照权利要求 1 至 16 之一项构成。

18. 按照权利要求 17 所述的滑动层 (4), 其特征在于, 所述滑动层为滑动轴承摩擦层。

19. 按照权利要求 17 所述的滑动层 (4), 其特征在于, 所述合金通过溅镀方法制成。

20. 按照权利要求 17 至 19 之一项所述的滑动层 (4), 其特征在于, 至少一个表面 (5、8) 的表面粗糙度 R_z 在 $0.8\mu\text{m}$ 至 $6.5\mu\text{m}$ 之间的范围内。

21. 由至少两个不同的层构成的复合材料, 其特征在于, 两个层之一由按照权利要求 17 至 20 之一项所述的滑动层 (4) 构成。

22. 按照权利要求 21 所述的复合材料, 其特征在于, 所述复合材料为滑动轴承 (2) 或止推环。

23. 按照权利要求 21 所述的复合材料, 其特征在于, 另一层构成为支承层 (7)。

24. 按照权利要求 23 所述的复合材料, 其特征在于, 所述支承层 (7)

由钢构成。

25. 按照权利要求 21 至 24 之一项所述的复合材料，其特征在于，滑动层（4）的维氏硬度在 120HV0.001 与 250HV0.001 之间的范围内。

26. 一种用于制造滑动层（4）的方法，该滑动层具有一第一表面（5）和一在其对面的第二表面（8），其中滑动层（4）包括一种由至少三种组分 A、B、C 组成的合金，这些组分构成一个第一基体和一在该基体中弥散的软相，其中组分 A、B、C 在合金内的分量在第一和第二表面（5、8）的区域内相互是不同的，在此方法中，将组分 A、B、C 沉积在一基质上，通过沉积功率的控制来调节各组分的沉积量；其特征在于，独立地控制每一组分的沉积量并且这样进行，即，使至少一种组分构成一硬相而另一种组分构成不同于第一基体的另一基体，其中第一基体至少设置在第一表面（5）的区域内而另一基体至少设置在第二表面（8）的区域内，并且所述硬相不仅弥散于第一基体内而且弥散于另一基体内。

27. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，按照一种 PVD 方法实施组分 A、B、C 的沉积。

28. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在沉积过程中至少大致连续地改变至少一种组分的沉积量。

29. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，通过对硬相沉积量的控制来调节在第二表面（8）的区域内另一基体的硬度。

30. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，采用一钢制的支承套作为滑动轴承（2）的基质。

31. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，这样控制各组分的沉积量，使得在由各组分构成的合金系 ABC（10）中的混合间隙得以避免。

32. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，这样控制各组分的沉积量，使得在沉积过程中实现从一合金系 AB（11）向一合金系 BC（12）或 AC（13）的转变。

33. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，沉积软相，作为另一基体。

34. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在第一表面（5）的

区域内只沉积用于第一基体的所述组分。

35. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在第二表面（8）的区域内只沉积用于另一基体的所述组分。

36. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，第一基体由包括 Ag、Al、Cu、Fe 的元素组中的至少一种元素构成。

37. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，另一基体由包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的第二元素组中的至少一种元素构成。

38. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，软相由包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的第二元素组中的至少一种元素构成。

39. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，硬相由包括 Ag、Al、Fe、Cu、Ni、Sc、Si、Zn、Mn、Co、Cr、Zr、Mg 的第三元素组中的至少一种元素构成。

40. 按照权利要求 39 所述的方法，其特征在于，硬相由第三元素组的各元素的金属间化合的相构成。

41. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在沉积过程中，合金内的硬相关于第一和/或另一基体的分量这样调节，使软相的平均晶粒大小从第一表面（5）至第二表面（8）保持至少大致相同的或减小。

42. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，自动地实现沉积量或沉积功率的控制。

43. 按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，该方法用于制造滑动轴承摩擦层。

44. 按照权利要求 27 所述的方法，其特征在于，按照溅镀法实施组分 A、B、C 的沉积。

45. 按照权利要求 1 至 16 之一项所述的合金在制造滑动轴承中的应用。

46. 按照权利要求 1 至 16 之一项所述的合金在制造止推环中的应用。

层状材料

技术领域

本发明涉及一种包括至少三种组分 A、B、C 的合金，这些组分构成至少一个第一基体和一在其中弥散的软相，该合金具有一第一表面和一在其对面的第二表面，其中组分 A、B、C 在合金内的分量在第一和第二表面的区域内相互是不同的，还涉及一种由该合金构成的滑动层、一种包括至少两个不同的层的复合材料、一种用于通过各组分在一基层上的沉积制造滑动层的方法，其中通过沉积功率的控制来调节各组分的沉积量，以及涉及该合金的应用。

背景技术

对现代的滑动轴承在热机械承载能力、可靠性和滑动性能方面提出很高的要求。在这方面总的已证明适用的是，通常具有钢背-轴承合金层-摩擦层的结构的复合层，必要时设置中间层作为扩散阻挡层，因为要求的性能常常是相互矛盾的，并且利用单层滑动轴承即使完全通过综合考虑也只能或多或少恰当地满足这些要求。因此各个层的性能针对分别要求的功能，并且这方面对专家来说由现有技术是充分已知的。特别是摩擦层本身必须很好地附着到轴承合金层上，必须适应于滑动配件，必须可嵌入由磨损产生的外来粒子，还必须具有高的耐磨性和是耐热的。但正是这样的性能混合产生问题，因为嵌入性要求宁可软的材料，而耐磨性正相反要求较硬的材料。

考虑到这种情况例如在 BP 0 435 980 B2 中建议一种轴承，其中通过阴极溅镀在一加固材料上沉积一涂层，并且该涂层包括构成涂层基体的第一材料和在其中弥散的第二材料的软相。弥散的软相的含量从向轴承材料的界面的低含量连续变化到涂层表面的高含量。

发明内容

本发明的目的是，提供一种合金或用于轴承元件的涂层、特别是用

于滑动轴承的减镀涂层，其具有改进的性能、特别是改进的耐磨性。

本发明的目的这样来达到，即分别单独地、通过开头所述的合金，其中至少一种组分构成一硬相和至少另一种组分构成不同于第一基体的另一基体，其中第一基体至少设置在第一表面的区域内而另一基体至少设置在第二表面的区域内，并且所述硬相不仅弥散于第一基体内而且弥散于另一基体内，或通过由该合金构成的滑动层或包括该滑动层的复合材料并且通过一种方法，其中独立地控制每一组分的沉积功率并且这样进行，使至少一种组分构成一硬相而使至少另一种组分构成不同于第一基体的另一基体，其中第一基体至少设置在第一表面的区域内而另一基体至少设置在第二表面的区域内，并且所述硬相不仅弥散于第一基体内而且弥散于另一基体内，以及将该合金应用于制造滑动轴承或止推环。

在这方面的优点是，这种合金或由其制成的涂层是较硬的，并从而可以相应地抵抗载荷。另一方面由于按照本发明的合金或涂层的结构可以“更适宜地”组成用于轴承中的摩擦学特性，亦即至少可大部分避免在标准减镀轴承中产生的自发失效的问题，在这种轴承中至少减镀涂层的部分由于本应避免的热发展而熔化。避免由于由硬相构成的籽晶也存在于另一基体内并导致软相的晶粒大小的过强的增长，如这在现有技术中由于软相分量通过涂层横截面的单独变化所发生的。并且在另一基体内也存在的硬相改进了由该合金为滑动轴承构成的在摩擦层面向待支承的元件的区域内的摩擦层的耐磨性。因此摩擦层或滑动层的性能可以通过各组分的沉积量的相应控制适应于相应的要求。因此减镀滑动层可供滑动轴承使用，其在与滑动配件配合的表面上的性能不同于在与其他层如支承层或轴承合金层相结合的表面上的性能。按照本发明有可能将一基体组分结合有一种或多个合金组分的有利的性能与另一基体组分结合有一种或多种合金组分的有利的性能组合于按照本发明的滑动层内。按照对滑动层的要求，各要求的组分沿横截面形成第一基体、硬相或软相并以要求的量沉积，借此可以导致各合金组分的作用的交换，例如基体的硬化剂变为软相的硬化剂。

按照一个实施方案设定，在合金内从第一表面起向第二表面的方向

形成一个从一合金系 AB 向一合金系 BC 或 AC 的转变,为此在沉积过程中相应地控制各组分的沉积量。借此可以制造具有强烈对立的特性的合金,其中“原始合金”的少数组分在涂层的过程中变成另一合金系的构成基体的组分。

当从一合金系向另一合金系或从一基体向另一基体的转变至少大致逐渐地亦即连续地进行,例如通过各组分的沉积量的连续变化进行时具有优点,因为由此合金或滑动层的性能不发生突变,而是均匀而逐渐地变化。

另一基体可以由软相构成,因为借此该软相的高分量存在于滑动层与待支承的元件的边界区域内,并且改进合金对外来粒子的适应性能或嵌入性,而且虽然处于软相的区域内但由于硬相的存在,从第一表面向第二表面的方向看的横截面内至少一部分区域内存在硬相,该边界区域的硬度并不低于要求的值。

还有可能这样控制工艺方法,即使其形成一种合金,该合金在第一表面的区域内只具有第一基体,其中按照本发明的一进一步构成,第一表面的区域可以具有在 $2\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 、优选 $3\mu\text{m}$ 至 $4\mu\text{m}$ 范围内的厚度,由此可以建立一用于滑动层的元件和—与其邻接的层的元件之间的扩散阻挡层或设置一结合层。

同样可以这样控制方法,即使其在第二表面的区域内只存在另一基体,其中第二表面的区域可以具有 $2\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 、优选 $3\mu\text{m}$ 至 $4\mu\text{m}$ 范围内的厚度,从而可以给予滑动层以改进的自润滑性能,或必要时可以在一工艺流程中沉积一轴承合金层和一摩擦层。

按照一个实施方案设定,第一基体由包括 Ag、Al、Cu、Fe 的元素组中的至少一种元素构成,因为这些元素组合了用于制造滑动轴承的均衡的性能和低的成本。它们具有足够的韧性和很好的导热性,从而由于产生的热的排走至少部分地避免了上述的过热。

还有可能将另一基体,特别是软相,由包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的元素组中的至少一种元素构成。在这方面的优点是,这些元素较软并且滑动层因此在磨合过程中可以很好地适应于滑动配件和具有相应的自

润滑性能。

在本发明的另一实施方案中设定，硬相由包括 Ag、Al、Fe、Cu、Ni、Sc、Si、Zn、Mn、Co、Cr、Zr、Mg 的元素组中的至少一种元素和/或这些元素的金属间化合的相构成，因为借此可以有利地通过不同的硬度机理提高滑动层的硬度并从而提高其稳定性或为合金提供完整的性能范围，例如通过 Co 和 Cr 提供改进的耐热性等，通过 Fe 提供改进的结构强度。

按照本发明的一进一步构成，在第一表面上的维氏硬度值(Vickers)可以在 140HV0.001 与 250HV0.001 之间，特别在 160HV0.001 与 230HV0.001 之间的范围内，因为借此可以确保滑动层的相应的结构强度。

还有利的是，在第二表面上的维氏硬度值在 30HV0.001 与 130HV0.001 之间，特别在 40HV0.001 与 120HV0.001 之间的范围内，因为借此可以保持对外来粒子的嵌入性。

还有利的是，软相的平均晶粒大小从第一表面至第二表面保持至少大致相同的或减小，因为借此表面的粗糙度也保持相同的或将是较小的，对滑动层的滑动性能具有相应的有利的影响。此外其优点是，可以在较大程度上防止在滑动层的过度的热载荷下由于软相的“熔耗”而形成空穴或产生的空穴只具有较小的尺寸。

滑动层可以按溅镀方法制造，从而可为用户提供很高质量的轴承。

由以上所述的原因还有利的是，滑动层的至少一个表面的表面粗糙度 R_z 在 $0.8\ \mu\text{m}$ 与 $6.5\ \mu\text{m}$ 之间，特别在 $1.4\ \mu\text{m}$ 与 $4.5\ \mu\text{m}$ 之间的范围内。

按照复合材料的一进一步构成，可以将另一层作为支承层特别由钢构成，其中滑动层的维氏硬度值可以在 120HV0.001 与 250HV0.001 之间，特别在 140HV0.001 与 230HV0.001 之间的范围内，借此可以导走或接受作用到滑动层上的机械力，并且可以达到高的机械稳定性。另外的优点是，借此可以以低成本和无困难的加工达到复合材料的高强度。为此在按照本发明的方法中采用一相应的基层。

按照方法的一进一步构成，可以将各组分 A、B、C 按照物理气相沉积法(PVD)、特别按照溅镀法沉积在基层上。其优点是，该方法允许一简单的过程控制并且达到高质量的沉积层。

还有利的是，在沉积过程中至少大致连续地改变沉积量并从而没有突变，而是发生滑动层性能的均匀而逐渐的变化。

此外，可以通过控制硬相的量在第二表面的区域内调节另一基体的硬度，其优点是，对于每一应用情况可得到需要的硬度。

还有利的是，控制各组分的沉积量以避免在由各组分 ABC 构成的合金系中的混合间隙，借此达到合金的最后浓度，否则其以直接的方式被混合间隙阻断。

此外，在沉积过程中可以控制硬相在合金内关于第一基体和/或另一基体的分量，以使软相的平均晶粒大小从第一表面至第二表面保持至少大致相同的或减小。

最后，其优点是，自动地实现沉积量或沉积功率的控制，借此达到精确的过程控制和可重复性。

附图说明

为了更好地理解本发明，借助于附图更详细地说明本发明。

各示意简化图中：

图 1 按照本发明的滑动层结合有支承层在滑动轴承中构成为半轴承套；

图 2 一个一般的三元相图的浓度—温度棱柱的投影，用于本发明的滑动层；

图 3 合金的各组分的分量沿滑动层和支承层的横截面的变化。

具体实施方式

首先规定，在各不同的描述的实施形式中相同的部分设有相同的标记或相同的构件标记，其中包含于全部说明书中的公开内容从意义上可以转到具有相同标记或相同构件标记的相同部分上。同样在说明书中选择的位置说明，例如上面、下面、侧面等涉及直接描述的和示出的图并且在位置改变时从意义上可转到新的位置上。此外，来自所示和所描述的不同的实施例的单个特征或特征组合同样可构成独立发明的或按照本发明的解法。

图 1 示出一轴承元件 1，例如示意地构成一滑动轴承 2，它具有一摩

擦层 3, 该摩擦层构成为由本发明的合金组成的滑动层 4。滑动层 4 在第一表面 5 上与一功能层 6 固定连接。功能层 6 可以例如由一支承层 7 或一轴承套构成。支承层 7 通常由金属材料如钢构成并且应该承受或导走至少一部分由轴通过第二表面 8 传到滑动面 4 上的力。代替钢作为支承层 7 的材料, 任何其他的具有类似的特征值的材料也是适用的。

但同样有可能在支承层 7 与滑动层 4 之间设置另一功能层(未示出), 以便例如用作增附剂。

轴承元件 1, 如由图 1 可看到的, 构成为半轴承套。当然它也可以构成由本发明的滑动层 4 或本发明的复合材料组成的完整轴承套的方案, 如其在图 1 中以虚线所示。同样可以用滑动层 4 构成例如止推环等。并且至此应该指出图 1 中只示出一种两层轴承, 但本发明总体上还特别涉及多层轴承, 例如三层轴承等。

按照本发明, 滑动层 4 由一种合金构成, 其从第一表面 5 起向第二表面 8 的方向具有不同的组成, 亦即其各组分的不同的含量, 如图 2 中所示。其中滑动层 4 按照本发明可以通过 PVD 方法, 例如通过溅镀过程或气相喷镀法制成。同样也可以通过电镀技术的涂层法, 例如通过电解沉积来制造。

图 2 示出在一个一般的合金系 ABC10 中沿用于本发明的滑动层 4 的三元相图 9 的浓度—温度棱柱的温度轴方向的投影。三组分 A、B 和 C 构成等边三角形的各顶点。三元相图 9 包括三个二元合金系, 亦即二元系 AB11、系 BC12 和系 AC13。

至此应该指出, 术语“组分”按照本发明不应理解为只是纯元素, 而是也包括各纯元素的化合物或合金。

应该指出, 全部的硬度值采用维氏显微硬度测量仪以 0.001 千克力的试验力 1t 测定, 其按照标准 DIN ISO 6507-1 (1998-01-00), 并且粗糙度值按照 DIN 4760 测定。

图 2 还示出按现有技术第一浓度梯度 14 的大致的变化, 以及按本发明的第二浓度梯度 15 的变化。

由现有技术已知例如一种轴承的合金在例如一功能层的一面上具有

一种原始组合物，其包括例如 90%A 和 10%B 的量。

该百分含量和全部其他的均指重量百分数。

为了更好地对比现有技术与本发明，对于举例性的合金的原始组合物 16 附加包括一少量的组分 C，从而该原始组合物 16 例如包括 89%A、9%B 和 2%C。

该原始组合物 16 局限在滑动层 4 的第一表面 5 上。例如其中组分 A 可以构成为铝的基体形式的组分，组分 B 包括在其中弥散的锡相用作为软相。剩余部分可以是少量的其他元素，它们例如改变滑动层 4 的硬度。由于现在如以上所述对滑动层 4 的要求在其横截面上变化，因为在第二表面 8 上例如要求很好的磨合性能而在第一表面 5 上要求机械稳定性，按照现有技术合金的原始组合物 16 通过滑动层 4 的横截面沿第一浓度梯度 14 向在第二表面 8 (图 1) 的区域的第一最终组合物 17 变化。第一最终组合物 17 在该实例中包括约 49%A、49%B 和 2%C。这样的变化基本上相当于软相分量的增加从而降低层硬度并增大软相的晶粒大小。但因此同时降低耐磨性。

在按照本发明的合金中，现在例如，如图 2 中显而易见的，再次从一种原始组合物 16 起，各组分的含量在滑动层 4 的横截面上沿第二浓度梯度 15 变化。滑动层 4 的原始组合物 16 在第一表面 5 上包括例如再次 89% 的组分 A 作为第一基体、优选选自包括 Ag、Al、Cu、Fe 的元素组中的至少一种元素，9% 的组分 B 作为软相形成剂、特别是选自包括 Bi、C、In、Pb、Sn、Sb 的第二元素组中的至少一种元件，以及 2% 的组分 C 作为硬相形成剂、例如选自包括 Ag、Al、Fe、Cu、Ni、Sc、Si、Zn、Mn、Co、Cr、Zr、Mg 的第三元素组中的至少一种元素。

至此应该指出，以上所述的各元素关于本发明的保护范围不应被视为是限定性的，而是原则上的本发明的构想，亦即在合金内从第一基体向第二基体的变化也可用其他的元素组合达到。

在滑动层 4 的制造过程中例如其组合物沿第二浓度梯度 15 变化，一直达到第二最终组合物 18。在这种情况下可以优选在三元合金系 ABC10 实施滑动层 4 的组合物从二元合金系 AB11 向另一二元合金系 BC12 的转

变，如由图 2 显而易见的。因此滑动层 4 在第二表面 8 上具有最终组合物 18，包括例如 3%的组分 A、80%的组分 B 和 17%的组分 C。

因此组分 B 除了在第一表面 5 上承担作为第一基体内的软相的功能外，还在第二表面 8 上承担另一基体的功能。

组分 C 从作为第一基体的硬相形成剂变化到第二基体的硬相成分。

至此应该指出，术语“硬相”或“硬相形成剂”包括全部的硬化或固化机理，例如混合晶固化或粒子固化，包括和参与的合金系 ABC10 中的其他元素形成金属互化的相并从而说明相应的元素的主要功能，不过并不想排除由相应的元素引起的可能的其他性能变化。

按照本发明在溅镀过程中至少基本上连续地、优选通过各组分的沉积功率或沉积量的自动控制来实现从原始组合物 16 向第二最终组合物 18 的转变。其中“至少基本上连续地”意味着用传统的光学显微术检验方法看不见滑动层 4 的组合物跳跃式的变化。

也有可能，在第一表面 5 的滑动层 4 的直到厚度例如 $4\mu\text{m}$ 、优选直到 $3\mu\text{m}$ 的区域内基本上只沉积用于第一基体的组分，以便使用作为用于邻接的功能层 6 或支承层 7 的扩散阻挡层或用作为增附剂。

合金或滑动层 4 的组分 A 可以由上述元素组中的各元素以总量 45% 至最大 100%、优选在 55%与 95%之间、特别在 60%与 95%之间构成。

按照本发明，100%的组分是可能的，只要例如，如上述段落所提到的，首先沉积各纯元素以便防止扩散或用于增加粘附。

合金或滑动层 4 的组分 B 可以由上述元素组中的各元素以总量 45% 至最大 100%、优选在 55%与 95%之间、特别在 60%与 95%之间构成。

合金或滑动层 4 的硬相可以由上述元素组中的各元素以总量 0.001% 至最大 20%、优选在 0.005%与 18%之间、特别在 0.01%与 17%之间构成。

按照所采用的各组分，滑动层 4 在第一表面 5 上的维氏硬度在 140HV0.001 与 250HV0.001 之间，特别在 160HV0.001 与 230HV0.001 之间的范围内。

此外，滑动层 4 在第二表面 8 上的维氏硬度在 30HV0.001 与 130 HV0.001 之间，特别在 40HV0.001 与 120HV0.001 之间的范围内。

因此一方面在第一表面 5 上达到要求的滑动层 4 的稳定性, 另一方面滑动层 4 在第二表面 8 上是足够软的从而例如可嵌入外来粒子, 同时仍具有高的强度, 并且由此达到比在由现有技术已知的合金中改进的耐磨性。

按照本发明, 在滑动层 4 的横截面上可使软相的平均晶粒大小从第一表面 5 至第二表面 8 保持至少大致相同的或减小, 因为存在硬相的籽晶阻止软相的晶粒大小向第二表面 8 方向的生长。此外由于在第二表面 8 的区域内相对于现有技术附加存在的硬相提高了滑动层 4 的耐磨性。

将以 Al-Sn-Cu 合金系为例更详细地描述制造涂层的方法。

如上所述按照本发明的滑动层 4 例如通过溅镀过程制成。溅镀时的基本的物理—化学过程是充分已知的, 因此将不更详细地说明。

按照本发明在溅镀室的中心设置三个其组合物不同的棒状阴极(靶极), 其中这些阴极的每一个包括各一种组分 A、B 或 C。在该合金系 ABC10 的具体实例中, 其并不是限定性的, 一组分 A 的阴极包括 AlCu₂ 合金、一组分 B 的阴极包括纯铜、以及一组分 C 的阴极包括纯锡。将两个轴承半轴承套或基层例如支承层 7 可绕各阴极转动地设置于一固定装置中, 但完全可以将各轴承半轴承套安置在一转动装置上并且绕该转动装置分布多个平面式阴极。各组分的沉积量由沉积功率例如借助于电能加以自动地控制。对于靶极和轴承套的其他可能的设置形式可参照本申请人的 AT 408 102 B 的公开内容的有关部分。

溅镀室抽成约 1×10^{-5} mbar (毫巴) 的真空并紧接着用氩气充满到约 5×10^{-5} mbar 的压力。然后为了净化基层表面, 在功率 3kW 下进行约 20 分钟的刻蚀过程 (Ätztvorgang) (相反的溅镀)。此时靶极闸门 (遮板) 是关闭的。净化后自动地实施以下的程序:

为了在时刻 $t=0$ 开始溅镀过程, 只有阴极 B 施加 10kW 的功率, 阴极 A 和 C 是断开的。其结果是, 作为基质上的第一层沉积约 $3 \mu\text{m}$ 总厚度的纯铜, 其中该层用作为扩散阻挡层和/或增附剂。同时由此开始提高阴极 A 上的功率。

在 $t=5\text{min}$ 以后阴极 A 上达到 10kW 的功率, 阴极 B 回到 500W, 阴极

C 仍保持继续断开的。其结果是，沉积渐增的铝或 AlCu_2 并从而在合金系 AB11 内承担第一基体的作用。

其中铜承担硬相形成剂的作用。

在 $t=7\text{min}$ 以后阴极 A 继续设定在 10kW ，阴极 B 是断开的并将阴极 C 的功率提高到 300W 。此时沉积一种合金 $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}$ ，其中锡构成软相。

最后在时间 $t=100\text{min}$ 以后，断开阴极 A，将阴极 B 的功率提高到 100W 并且阴极 C 以 1.5kW 的功率运行。此时沉积一种合金 SnCu_6 并且锡构成另一基体而铜构成硬相。

因此开始从纯铜出发，实现合金或滑动层 4 包括铝基体和铜作为硬化剂元素在第一表面 5 区域内的组合物向包括锡基体和铜作为硬化剂元素在第二表面 8 区域内的组合物的转变。

本发明将借助于 Al-Sn-Cu 系的另一实施例更详细地加以描述。

基本过程，例如阴极和轴承套的净化和设置在意义上可借用第一实施例。

组分 A 的第一阴极包括纯铜，组分 B 的阴极包括 99.5% 的铝，以及组分 C 的阴极包括纯锡。

各组分的沉积量由沉积功率，例如借助于电能加以自动地控制。

为了在时刻 $t=0$ 开始减镀过程，只有阴极 A 施加 10kW 的功率，阴极 B 和 C 是断开的。同时由此开始提高阴极 B 上的功率。

其结果是，首先在基质上沉积约 $1\mu\text{m}$ 总厚度的纯铜，其中该层用作扩散阻挡层和/或增附剂。

在时间间隔 $t=7\text{min}$ 时将阴极 A 上的功率降到 260W ，阴极 B 的功率提高到 10kW ，阴极 C 仍保持继续断开。

其结果是，沉积渐增的铝或 AlCu_5 并从而在合金系 AB11 内承担第一基体的作用。

在 $t=21\text{min}$ 以后，断开阴极 A，将阴极 B 的功率提高到 10kW 并将阴极 C 的功率提高到 380W 。此时沉积一合金 AlSn_{20} ，其中锡构成软相。

最后在时间 $t=91\text{min}$ 以后，将阴极 A 的功率提高到 140W ，断开阴极 B 并且阴极 C 的功率为 1.55W 。此时沉积一合金 SnCu_6 并且锡构成另一基

体而铜构成硬相。

在该实施例中总层厚为约 $23\mu\text{m}$ 。

按照本发明自动地和至少大致逐渐地进行各沉积功率的转变或变化。

图3示出组分A、B、C的分量沿滑动层4的横截面的变化，但不同于上述实例，在沉积过程开始时没有纯铜层。

图中示出轴承元件1的一部分，其中外层由支承层7构成。滑动层4以其第一表面5邻接支承层7。还示出分量A19、分量B20和分量C21的变化。变化不必是线性的，而按照本发明也可以具有一个或多个曲线。

这里列举的包括元素Al、Cu、Sn的合金系ABC10只用作示例并且不应被理解为是限定性的。其他的实例是合金系Cu、Pb、Ni，其中在第一表面5上铜构成第一基体、铅构成软相而镍构成硬相，在第二表面8上铅代替铜构成另一基体，或者是合金系Cu、Pb、Sn或合金系Cu、Bi、Sn。

按照本发明还设定，这样控制沉积功率，即，将第二浓度梯度15调节成可避免在合金系ABC10内出现的混合间隙并从而可以得到第二最终组合物18，否则其由于不溶混的区域而已被阻断。作为实例在这里有代表性的应该是所述的三元合金系Cu-Pb-Ni。

各实施例说明可能的合金实施方案，其中至此应该指出，本发明并不限于其特别描述的实施方案，而不如说各实施方案相互间的不同的组合也是可能的，并且这些变化可能性由于通过具体的发明的对技术处理的主张适合于在该技术领域内工作的专家的技能。因此通过所示和描述的实施方案的各个细节的组合得到的全部可设想的实施方案均是可能的，并且共同包括在本发明的保护范围内。

为了有条理起见，最后应该指出，为了更好地理解滑动层4和复合材料，将其或其组成部分部分地不按比例地和/或放大和/或缩小地示出。

基于独立发明的方案的目的可由本说明书得知。

特别是图1、2、3中所示各实施形式可以构成独立的本发明的方案的对象。由这些图的详述可以得知与此有关的本发明的目的和解决方案。

附图标记清单

- 1 轴承元件
- 2 滑动轴承
- 3 摩擦层
- 4 滑动层
- 5 第一表面
- 6 功能层
- 7 支承层
- 8 第二表面
- 9 三元相图
- 10 合金系 ABC
- 11 合金系 AB
- 12 合金系 BC
- 13 合金系 AC
- 14 第一浓度梯度
- 15 第二浓度梯度
- 16 原始组合物
- 14 第一最终组合物
- 18 第二最终组合物
- 19 分量 A
- 20 分量 B
- 21 分量 C

图1

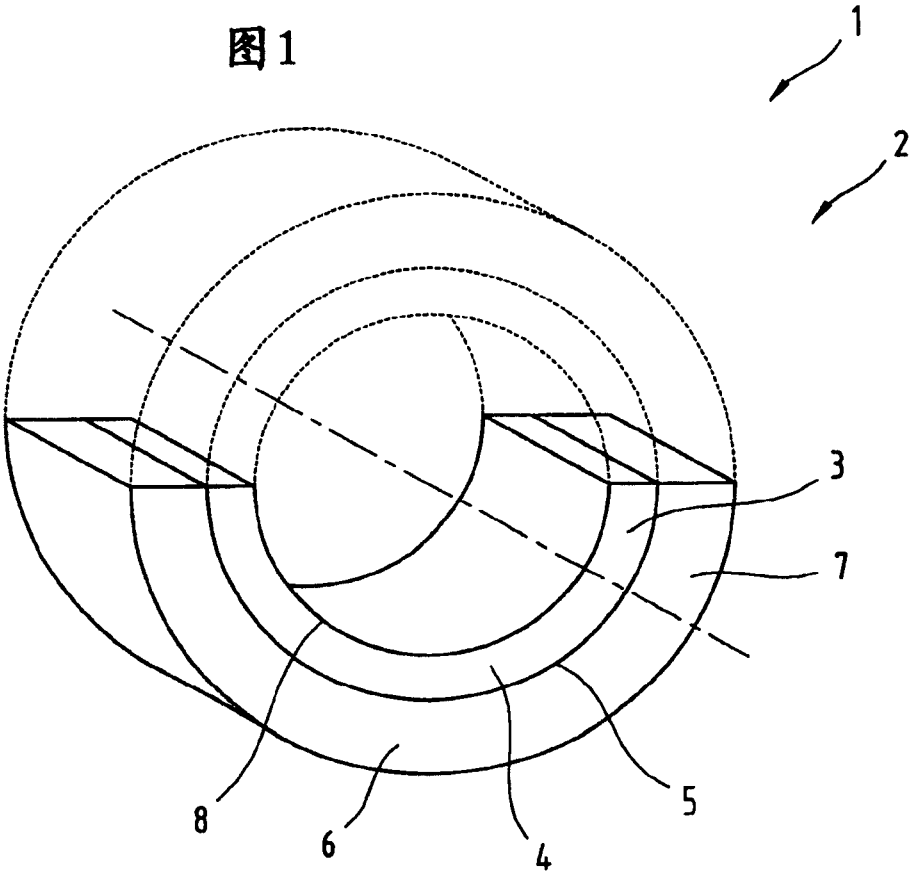


图2

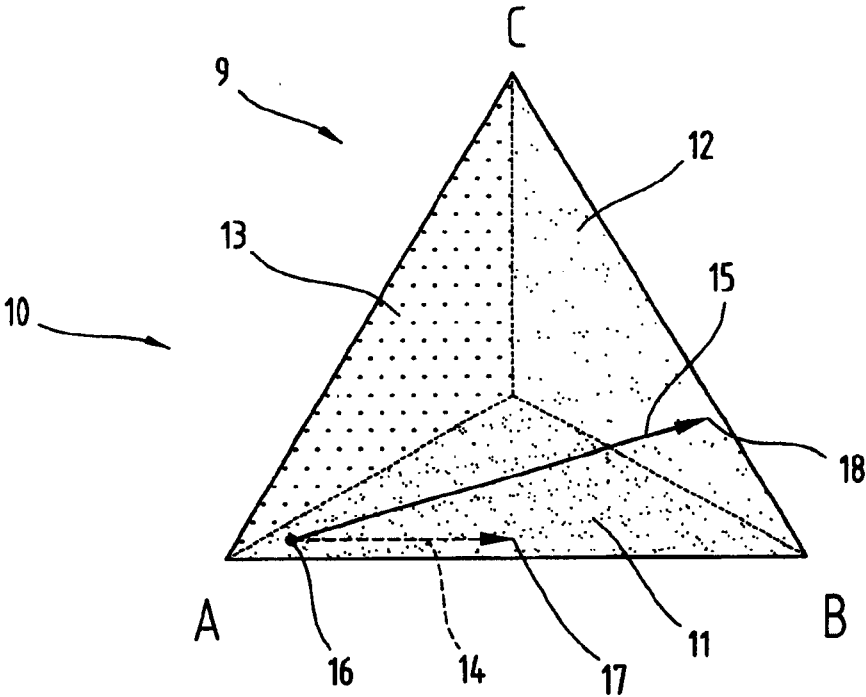


图3

