



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111386404 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 201880076147.5

(22) 申请日 2018.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111386404 A

(43) 申请公布日 2020.07.07

(30) 优先权数据  
2018-062026 2018.03.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.05.25

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2018/048166 2018.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/187448 JA 2019.10.03

(73) 专利权人 大同金属工业株式会社  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 原健良

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11413  
代理人 袁波 刘继富

(51) Int.Cl.

F16C 33/12 (2006.01)

G22C 13/02 (2006.01)

F16C 33/10 (2006.01)

F16C 33/14 (2006.01)

F16C 33/24 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2006242354 A, 2006.09.14

CN 105247230 A, 2016.01.13

EP 0434127 B1, 1994.09.21

CN 105637244 A, 2016.06.01

DE 102013202121 A1, 2014.08.14

CN 103774192 A, 2014.05.07

JP 2018035864 A, 2018.03.08

CN 107835866 A, 2018.03.23

JP 2006266445 A, 2006.10.05

CN 101813132 A, 2010.08.25

DE 102012208345 A1, 2013.11.21

CN 103912584 A, 2014.07.09

CN 106029794 A, 2016.10.12

EP 2561940 A1, 2013.02.27

审查员 陈姣

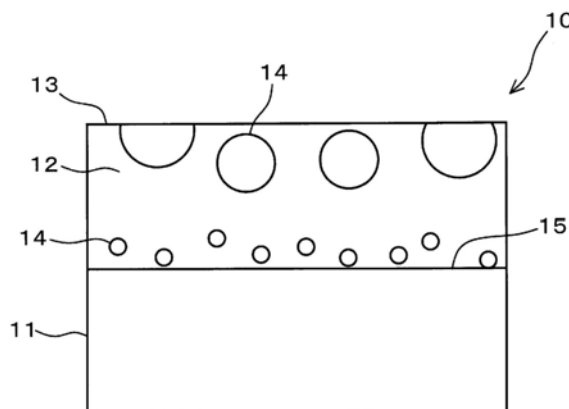
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

滑动构件及其制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种滑动构件,其具有里侧金属层、轴承合金层以及金属间化合物。轴承合金层叠于里侧金属层,在与里侧金属层的相反侧形成滑动面。金属间化合物被包含在轴承合金层的组织中,比轴承合金层整体的平均硬度硬,与轴承合金层中靠近里侧金属层侧相比,靠近滑动面侧的微粒的平均粒径大。



1. 一种滑动构件, 具有:  
里侧金属层;  
轴承合金层, 其层叠于所述里侧金属层, 在与所述里侧金属层的相反侧形成滑动面; 以及  
金属间化合物, 其被包含在所述轴承合金层的组织中, 比所述轴承合金层的整体的平均硬度硬, 在所述轴承合金层中, 与靠近所述里侧金属层一侧相比靠近所述滑动面一侧的微粒的平均粒径大。
2. 根据权利要求1所述的滑动构件, 其中,  
在所述金属间化合物中, 所述滑动面一侧的微粒的平均粒径为 $80\mu\text{m}$ 以上。
3. 根据权利要求2所述的滑动构件, 其中,  
在所述金属间化合物中, 所述滑动面一侧的微粒的平均粒径B相对于所述里侧金属层一侧的微粒的平均粒径A的比值 $B/A$ 为 $B/A \geq 1.3$ 。
4. 根据权利要求3所述的滑动构件, 其中,  
所述比值 $B/A$ 为 $B/A \geq 1.5$ 。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的滑动构件, 其中,  
所述轴承合金层是以Sn作为主成分的Sn基。
6. 根据权利要求5所述的滑动构件, 其中,  
所述金属间化合物为Sn-Sb合金。
7. 根据权利要求1至4中任一项所述的滑动构件, 其中,  
所述里侧金属层为钢。
8. 根据权利要求5所述的滑动构件, 其中,  
所述里侧金属层为钢。
9. 根据权利要求6所述的滑动构件, 其中,  
所述里侧金属层为钢。
10. 一种滑动构件的制造方法, 所述滑动构件为权利要求1至9中任一项所述的滑动构件,  
在冷却圆环状的所述里侧金属层的一个面侧的同时, 在所述里侧金属层的另一个面侧通过离心铸造形成所述轴承合金层, 控制所述轴承合金层包含的所述金属间化合物的粒径。

## 滑动构件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及滑动构件及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 轴承装置所使用的滑动构件在与对象构件滑动的面侧具有轴承合金层。轴承合金层通过与例如钢等里侧金属层层叠来作为滑动构件使用。为了实现减轻对环境的负担,要求该轴承合金层利用例如不含有Cd、Pb等成分的材料。以往,在以Sn或Cu为主成分的轴承合金层中,也提出了不含有对环境造成负担的物质,并满足对高强度的需要的材料(参照引用文献1、2)。

[0003] 在引用文献1的情况下,通过在作为轴承合金层的成分的Sn-Sb-Cu中添加Co、Mn、Sc、Ge等,来使在轴承合金层析出的金属间化合物微小化。由此,引用文献1的滑动构件实现了强度的提高。此外,在引用文献2的情况下,通过在作为主成分的Sn中添加Zn,来提高母相的强度,并使金属间化合物微小化。由此,引用文献2的滑动构件实现了强度的提高。

[0004] 然而,无论在哪个现有技术中,均是滑动构件的轴承合金层的强度提高,但不能充分地确保耐磨损性。即,在引用文献1的情况下,轴承合金层所含有的金属间化合物由于变得微小化,容易随着滑动面的磨损而从轴承合金层脱落。因此,存在轴承合金层的磨损加剧,耐磨损性降低的问题。同样地,在引用文献2的情况下,即使提高轴承合金层的母相的强度,微小化的金属间化合物也容易从轴承合金层脱落,耐磨损性降低。另一方面,当为了提高轴承合金层的耐磨损性而增大金属间化合物的粒径时,容易从母相与金属间化合物的分界面发生裂纹。当所发生的裂纹延伸至与里侧金属层的分界面时,可能在轴承合金层与里侧金属层的分界面产生脱落。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特表2011-513592号公报;

[0008] 专利文献2:日本特表2016-520715号公报。

### 发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 因此,本发明的目的在于提供一种耐磨损性提高,并且轴承合金层与里侧金属层的结合强度也高的滑动构件。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 用于达成上述目的的本实施方式的滑动构件具有里侧金属层、轴承合金层以及金属间化合物。轴承合金层层叠于所述里侧金属层,在与所述里侧金属层的相反侧形成滑动面。金属间化合物被设定为被包含在所述轴承合金层的组织中,比所述轴承合金层的整体的平均硬度硬,在所述轴承合金层中,与靠近所述里侧金属一层侧相比靠近所述滑动面一侧的微粒的平均粒径大。

[0013] 像这样,在金属间化合物中,靠近滑动面一侧的微粒的平均粒径大,靠近远离滑动面的里侧金属层一侧的微粒的平均粒径小。

[0014] 金属间化合物的硬度比轴承合金层的母相的硬度高。因此,轴承合金层通过在靠近滑动面一侧存在微粒的平均粒径大的金属间化合物,来抑制磨损的进行。其结果是,轴承合金层的耐磨损性提高。滑动面一侧的微粒的平均粒径优选大于 $70\mu\text{m}$ 。另一方面,金属间化合物的里侧金属层一侧的微粒的平均粒径比靠近滑动面一侧的微粒的平均粒径小。由此,轴承合金层不易从母相与金属间化合物的界面发生裂纹,充分地确保轴承合金层与里侧金属层的结合力。里侧金属层侧的微粒的平均粒径优选 $70\mu\text{m}$ 以下。进而,通过使金属间化合物的微粒的平均粒径小,作为整体的轴承合金层的强度本身也提高。因此,不仅能够提高轴承合金层的强度,还能够提高耐磨损性,并且能够减少轴承合金层中裂纹的发生,提高与里侧金属层的结合强度。在本实施方式的情况下,优选的是,具有轴承合金层中的金属间化合物的微粒的平均粒径从滑动面侧向里侧金属层侧成比例地减少的区域。轴承合金层通过使金属间化合物的平均粒径成比例地变化,能够减少随着温度的变化而发生的应力,容易确保韧性。

[0015] 在本实施方式的滑动构件中,所述金属间化合物优选所述滑动面一侧的微粒的平均粒径为 $80\mu\text{m}$ 以上。

[0016] 像这样,通过将滑动面一侧的金属间化合物的微粒的平均粒径设定为 $80\mu\text{m}$ 以上,金属间化合物可以容易地抑制磨损的进行。从而,能够可靠地提高耐磨损性。

[0017] 此外,在本实施方式的滑动构件中,所述金属间化合物优选所述滑动面一侧的微粒的平均粒径(B)相对于所述里侧金属层一侧的微粒的平均粒径(A)的比值(B/A)为 $B/A \geq 1.3$ 。而且,在本实施方式的滑动构件中,进一步优选所述比值(B/A)为 $B/A \geq 1.5$ 。

[0018] 像这样,通过设定微粒的平均粒径的比值,来兼顾耐磨损性的提高与结合强度的提高。即,通过在靠近里侧金属层一侧与靠近滑动面一侧之间使金属间化合物的微粒的平均粒径产生充分的差异,本实施方式的滑动构件兼顾大的金属间化合物的微粒所带来的耐磨损性的提高和小的金属间化合物所带来的结合强度的提高。因此,能够进一步提高耐磨损性,并能够进一步提高与里侧金属层的结合强度。

[0019] 在本实施方式的滑动构件中,所述轴承合金层是以Sn为主成分的Sn基。此外,本实施方式的滑动构件的所述金属间化合物为Sn-Sb合金。在本实施方式的滑动构件中,所述里侧金属层为钢。

[0020] 像这样,即使在将轴承合金层与里侧金属层由不同材料形成的情况下,也使金属间化合物的微粒的平均粒径在靠近里侧金属层侧小。由此,能够减少轴承合金层中裂纹的发生,也能够提高与里侧金属层的结合强度。

[0021] 在本实施方式的滑动构件的制造方法中,在冷却圆环状的所述里侧金属层的一个面侧的同时,在所述里侧金属层的另一个面侧通过离心铸造形成所述轴承合金层,控制所述轴承合金层所含有的所述金属间化合物的粒径。

[0022] 通过使用所谓离心铸造,轴承合金层被均匀地层叠于里侧金属层的内周侧。当将成为该轴承合金层的合金在里侧金属层被铸造时,里侧金属层的轴承合金层相反侧的面即一个面侧被冷却。此时,通过控制里侧金属层的一个面侧的冷却,结晶化的金属间化合物的粒径变化。由此,精度良好地控制轴承合金层的靠近里侧金属层一侧与靠近滑动面一侧的

金属间化合物的微粒的平均粒径。因此,能够可靠地使轴承合金层的金属间化合物的粒径不同。

### 附图说明

[0023] 图1为表示基于一个实施方式的滑动构件的示意图,并且为将图2的I部分放大的图。

[0024] 图2为表示基于一个实施方式的滑动构件的示意立体图。

[0025] 图3为表示基于一个实施例的滑动构件的评价的概要图。

### 具体实施方式

[0026] 以下,基于附图对滑动构件的一个实施方式进行说明。

[0027] 如图1和图2所示,滑动构件10具有里侧金属层11以及轴承合金层12。里侧金属层11由例如Fe、低碳钢为代表的钢、或者铜合金等形成。轴承合金层12层叠于里侧金属层11的一个端面侧。例如,如图2所示,在里侧金属层11形成为圆筒状的情况下,轴承合金层12被设置在里侧金属层11的内周面侧。轴承合金层12在里侧金属层11相反侧的端面形成有滑动面13。滑动面13与未图示的对象构件滑动。

[0028] 轴承合金层12由以Sn为主成分的Sn合金形成。轴承合金层12在如图1所示的组织中含有金属间化合物14。金属间化合物14的主成分作为轴承合金层12的主成分的Sn。该金属间化合物14比轴承合金层12的平均硬度硬。在本实施方式的情况下,轴承合金层12以Sn为主成分,并至少添加有Sb。在该情况下,轴承合金层12含有作为金属间化合物14的Sn-Sb化合物。此外,轴承合金层12可以添加Cu或Ag。在该情况下,轴承合金层12能够含有作为金属间化合物14的Sn-Cu、Sn-Ag化合物。轴承合金层12也能够例如Sn-Sb-Cu、Sn-Sb-Ag、Sn-Sb-Cu-Ag化合物那样地含有具有添加元素X的Sn-X化合物。进而,不限于成为金属间化合物14的元素,轴承合金层12也可以含有固溶于组织中的Bi、Cd、In等。

[0029] 在本实施方式的情况下,轴承合金层12所含有的金属间化合物14设定为靠近滑动面13侧的微粒的平均粒径比靠近里侧金属层11侧大。此处,微粒的平均粒径是指,在对轴承合金层12进行观察的任意视野中,从粒径大的微粒中选取三个微粒,选取的三个微粒的粒径的平均值。靠近里侧金属层11侧的微粒的平均粒径设为平均粒径(A)。另一方面,靠近滑动面13侧的微粒的平均粒径设为平均粒径(B)。

[0030] 在本实施方式的情况下,在轴承合金层12的靠近里侧金属层11侧,在将里侧金属层11与轴承合金层12的分界面15设为0 $\mu$ m时,在沿着从分界面15朝向滑动面13侧的厚度方向从10 $\mu$ m的位置到510 $\mu$ m的位置为止以及向垂直于该厚度方向的方向500 $\mu$ m见方的范围中,观察轴承合金层12并实施图像解析。然后,在任意的观察视野中,在观察视野中包含的金属间化合物14的微粒中,选取三个粒径大的微粒。关于微粒的平均粒径(A),对这些选取的三个微粒的粒径进行平均计算。

[0031] 此外,在轴承合金层12的靠近滑动面13侧,在将滑动面13设为0 $\mu$ m时,在沿着从滑动面13的位置朝向分界面15的厚度方向的500 $\mu$ m的位置以及向垂直于该厚度方向的方向500 $\mu$ m见方的范围中,观察轴承合金层12并实施图像解析。然后,在任意的观察视野中,在观察视野中包含的金属间化合物14的微粒中,选取三个粒径大的微粒。关于微粒的平均粒

径(B),对选取的三个微粒的粒径进行平均计算。

[0032] 粒径的测量方法能够以例如使用外接圆的直径的方法、使用穿过成为对象微粒的重心且连结外廓的两点的直线当中成为最大的直线的长度的方法等任意的方法来测量。轴承合金层12所含有的金属间化合物14的微粒不一定为球形或长方体等固定的形状,有时呈现为突出了针状部分的变形的形状。因此,通过图像解析,可以采用任意的方法。在本实施方式中为后者,即采用穿过成为对象微粒的重心且将连结外廓的两点的直线当中成为最大的直线的长度作为粒径。

[0033] 在本实施方式的滑动构件10中,金属间化合物14的滑动面13侧的微粒的平均粒径(B)为 $80\mu\text{m}$ 以上。金属间化合物14比轴承合金层12的Sn母相的硬度高。像这样,在轴承合金层12中,在靠近滑动面13侧存在微粒的平均粒径为平均粒径(B)的比较大的金属间化合物14。由此,在轴承合金层12中,通过微粒的平均粒径(B)大且硬度高的金属间化合物14来抑制磨损的进展。即,由于在轴承合金层12存在硬度比Sn母相高且比较大的金属间化合物14,所以轴承合金层12的磨损的进展被硬度高的金属间化合物14抑制。其结果是,轴承合金层12的耐磨损性提高。

[0034] 与此相对,在将轴承合金层12含有的金属间化合物14全部设定为平均粒径(B)时,产生如下问题。即,里侧金属层11与轴承合金层12的线性膨胀系数不同。因此,在滑动构件10中产生温度变化时,在里侧金属层11与轴承合金层12的分界面15处,由于膨胀量的不同而在轴承合金层12的靠近里侧金属层11侧产生应力。其结果是,当金属间化合物14的微粒变大时,在母相与作为二次相的金属间化合物14的分界面产生的应力容易集中变大,可能产生裂纹。因此,在本实施方式中,将里侧金属层11侧的金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)设定为比靠近滑动面13侧的微粒的平均粒径(B)小。通过将平均粒径(A)设定为比平均粒径(B)小,能够使在母相与金属间化合物14的分界面产生的应力小。即,轴承合金层12由于其所含有的金属间化合物14的平均粒径(A)小,可以抑制裂纹的发生。其结果是,在轴承合金层12中,在靠近里侧金属层11侧裂纹难以向轴承合金层12与里侧金属层11的分界面伸展,结合强度提高。由此,轴承合金层12变得不易从里侧金属层11剥落。进而,通过金属间化合物14的微粒的平均粒径(B)变小,轴承合金层12的强度本身也整体地提高。因此,不仅能够提高轴承合金层12的强度,还能够提高耐磨损性,并且能够减少轴承合金层12中裂纹的发生,提高里侧金属层11与轴承合金层12的结合强度。

[0035] 在本实施方式的滑动构件10中,金属间化合物14的滑动面13侧的微粒的平均粒径(B)为 $80\mu\text{m}$ 以上。像这样,通过使滑动面13侧的金属间化合物14的微粒的平均粒径(B)为 $80\mu\text{m}$ 以上,金属间化合物14具有充分大的粒径。其结果是,金属间化合物14容易抑制轴承合金层12的磨损的进展。因此,能够可靠地提高耐磨损性。

[0036] 在本实施方式的滑动构件10中,金属间化合物14以如下的方式设定滑动面13侧的微粒的平均粒径(B)相对于里侧金属层11侧的微粒的平均粒径(A)的比值。即,比值(B/A)设定为 $B/A \geq 1.3$ 。并且,该比值(B/A)通过设定为 $B/A \geq 1.5$ ,能够兼顾轴承合金层12的耐磨损性的进一步提高以及减少裂纹。即,金属间化合物14通过在靠近里侧金属层11侧的平均粒径(A)与靠近滑动面13侧的平均粒径(B)之间产生足够的差,可靠地兼顾大的金属间化合物14的微粒所带来的耐磨损性的提高以及小的金属间化合物14所带来的结合强度的提高。

[0037] 接下来,对基于本实施方式的滑动构件10的制造方法进行说明。

[0038] 通过离心铸造来制造滑动构件10。具体而言,准备如图2所示的圆筒状的筒构件作为里侧金属层11。然后,成为轴承合金层12的熔融了的合金被供给至旋转的里侧金属层11的内周侧。通过冷却被供给至里侧金属层11的合金,在里侧金属层11的内周侧形成轴承合金层12。此处,在里侧金属层11中,冷却与铸造轴承合金层12的面的相反侧的外周面。里侧金属层11的外周面的冷却根据例如喷吹液体的种类和供给量而变化。通过调整该里侧金属层11的冷却,在里侧金属层11铸造的内周侧的轴承合金层12的冷却速度变化。通过像这样使铸造的轴承合金层12的冷却速度变化,来控制轴承合金层12所含有的金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)和平均粒径(B)。即,当增大冷却速度时生成小的平均粒径(A)的金属间化合物14,当减小冷却速度时生成大的平均粒径(B)的金属间化合物14。由此,轴承合金层12所含有的金属间化合物14被控制成为在靠近里侧金属层11侧小的平均粒径(A)以及在靠近滑动面13侧大的平均粒径(B)。在想要增大比值(B/A)的情况下,优选使用水作为喷吹液体,增多单位时间的供给量。作为一个例子,在本实施方式的情况下,在滑动构件10中,轴承合金层12采用Sn合金,里侧金属层11采用低碳钢。此外,在滑动构件10中,将外径设定为600mm,轴方向的长度设定为200mm,里侧金属层11的厚度设定为12mm。在该情况下,在冷却时供给的水量为2400~2800L/min,冷却时间为13秒。

[0039] 以下,基于图3说明本实施方式的滑动构件10的实施例。

[0040] 在实施例中,评价了轴承合金层12所含有的金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)和平均粒径(B)对滑动构件10的性能产生的影响。具体而言,滑动构件10的评价基于滑动构件10的磨损量以及里侧金属层11与轴承合金层12的结合强度。在耐磨损性的评价中,从根据上述制造方法制造出的滑动构件10削出厚度为2mm的平板状试验片,对该试验片实施了往返滑动试验。往返滑动试验的条件设定如下:往返滑动距离为20mm、滑动速度为1.0mm/s、往返次数为50回、负荷为10N。在结合强度的评价中,从根据上述制造方法制造出的滑动构件10依据ISO4386制作出轴承合金层12的厚度为3mm、里侧金属层11的厚度为12mm的Chalmer试验片。然后,对该试验片实施结合强度试验。结合强度试验的条件设定为10MPa/s。然后,评价试验片的磨损量和结合强度。滑动构件10的磨损量若为4 $\mu$ m以下则是优良品“◎”、若大于4 $\mu$ m且小于6 $\mu$ m则是合格品“○”、若大于6 $\mu$ m则是不符合本实施方式的不合格品“×”。此外,滑动构件10的结合强度为80MPa以上则是优良品“◎”、70MPa以上且小于80MPa则是合格品“○”、小于70MPa则是不符合本实施方式的不合格品“×”。

[0041] 如图3所示,符合实施例的“试验片1”~“试验片11”中,均为与靠近里侧金属层11侧的金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)相比,靠近滑动面13侧的金属间化合物14的微粒的平均粒径(B)大。因此,“试验片1”~“试验片11”的磨损量都小且结合强度都高。与此相对,在符合比较例的“试验片13”中,平均粒径(B)比平均粒径(A)小。因此,“试验片13”的磨损量变大。

[0042] 在符合实施例的“试验片1”~“试验片7”、“试验片9”以及“试验片10”中,靠近滑动面13侧的金属间化合物14的微粒的平均粒径(B)大于80 $\mu$ m。因此,“试验片1”~“试验片7”、“试验片9”以及“试验片10”的磨损量都小。另一方面,符合比较例的“试验片12”~“试验片14”以及“试验片16”的平均粒径(B)都小于80 $\mu$ m。此外,在相当于实施例的“试验片8”以及“试验片11”中,平均粒径(B)为79 $\mu$ m,接近80 $\mu$ m,因此其耐磨损性比符合实施例的其他试验片稍低。根据这些结果可得知,在轴承合金层12的靠近滑动面13侧含有的金属间化合物14

的微粒中,通过将其平均粒径(B)设定为大于 $80\mu\text{m}$ ,十分有助于减少轴承合金层12的磨损。

[0043] 符合实施例的“试验片1”~“试验片10”中,金属间化合物14的平均粒径(B)与平均粒径(A)的比(B/A)都为1.3以上。因此,“试验片1”~“试验片10”的里侧金属层11与轴承合金层12之间的结合强度都得到充分地确保。特别是“试验片1”~“试验片5”、“试验片9”的(B/A)都为1.5以上。因此,这些“试验片1”~“试验片5”、“试验片9”不仅耐磨损性优异,里侧金属层11与轴承合金层12之间的结合强度也都变得较大。“比较例16”虽然(B/A)大于1.5,但平均粒径(B)小,为 $50\mu\text{m}$ 。因此,“比较例16”虽然结合强度得到确保,但耐磨损性低。由此可以得知,金属间化合物14的平均粒径(B)与平均粒径(A)的比值(B/A)对里侧金属层11与轴承合金层12之间的结合强度产生影响,通过使该比值为1.3以上,不仅耐磨损性提高,结合强度也提高。并且可以得知,通过使比值(B/A)为1.5以上,耐磨损性和结合强度进一步提高。

[0044] 除此之外,符合比较例的“试验片12”~“试验片14”的轴承合金层12中不含有作为添加元素的Sb。因此,这些“试验片12”~“试验片14”难以控制金属间化合物14的粒径,平均粒径(B)以及比值(B/A)不包含在希望的范围内。其结果是可以得知,轴承合金层12的磨损在进行。此外,“比较例15”的平均粒径(B)虽然大于 $80\mu\text{m}$ ,但比值(B/A)小于1.3,结合强度小。认为其原因是在“比较例15”中向轴承合金层12添加的Sb为20质量%,这是过剩的。也就是说可以认为在Sb过剩的“比较例15”中,金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)和平均粒径(B)容易变大,对里侧金属层11与轴承合金层12之间的结合强度产生影响。同样地,在“比较例17”中,金属间化合物14的微粒的平均粒径(B)虽然大于 $80\mu\text{m}$ ,耐磨损性高,但比值(B/A)小于1.3,结合强度小。由此也可以得知,金属间化合物14的微粒的平均粒径(A)和平均粒径(B)的比(B/A)对里侧金属层11与轴承合金层12之间的结合强度产生影响。

[0045] 以上说明的本发明不限于上述实施方式,能够在不脱离其主要内容的范围内应用于各种实施方式。

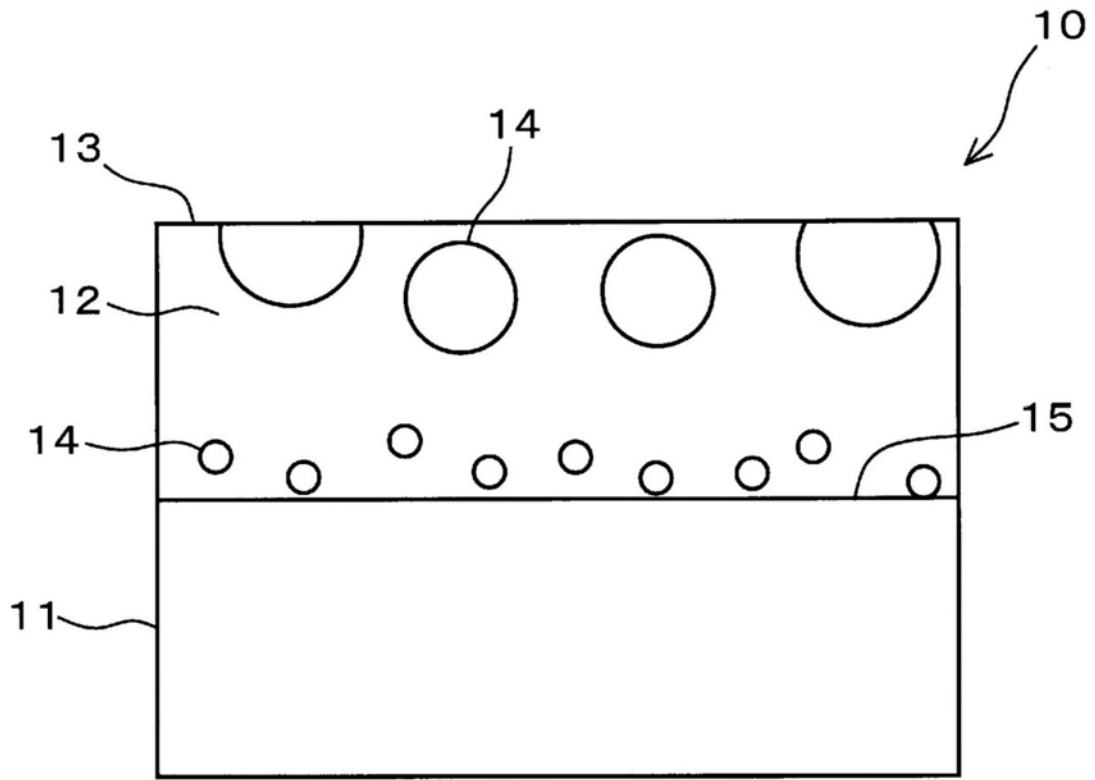


图1

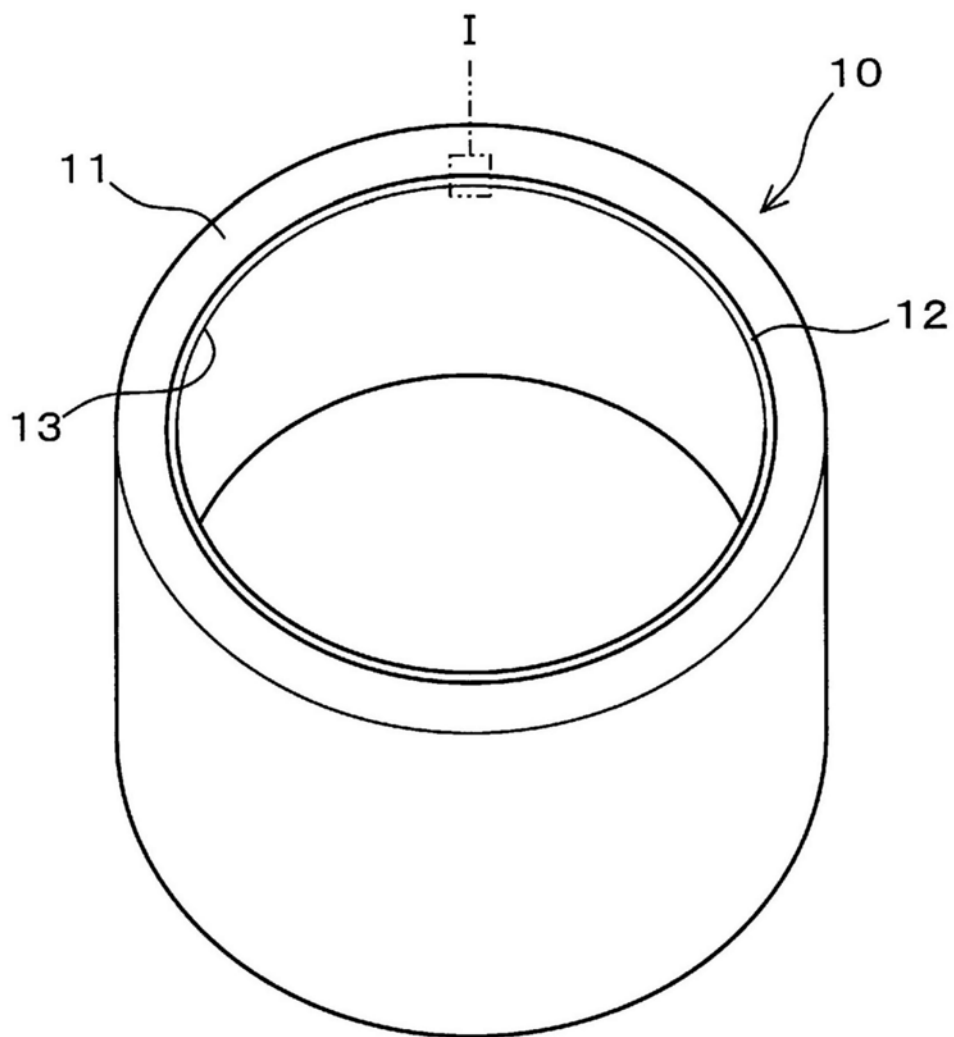


图2

试验片		成分(质量%)							微粒的平均粒径( $\mu\text{m}$ )			评价	
		Sn	Sb	Cu	Ag	Cd	In	Bi	A	B	B/A	结合强度	磨损量
实施例	1	rem.	9.8	6.1	4.9	0.5	—	—	60	94	1.57	◎	◎
	2	rem.	9.8	6.0	5.0	—	0.5	—	69	105	1.52	◎	◎
	3	rem.	10.1	5.9	4.9	—	—	0.5	70	117	1.67	◎	◎
	4	rem.	9.9	6.1	4.8	—	—	—	61	99	1.62	◎	◎
	5	rem.	10.0	—	5.0	—	—	—	45	85	1.89	◎	◎
	6	rem.	15.3	5.9	—	—	—	—	80	110	1.38	○	◎
	7	rem.	14.9	—	—	—	—	—	77	101	1.31	○	◎
	8	rem.	8.4	4.9	3.9	—	—	—	58	79	1.36	◎	○
	9	rem.	10.0	6.0	5.0	—	—	—	61	102	1.67	◎	◎
	10	rem.	11.5	7.1	6.1	—	—	—	79	114	1.44	○	◎
	11	rem.	8.0	6.1	5.1	—	—	—	71	79	1.11	○	○
比较例	12	rem.	—	5.9	5.0	—	—	—	38	41	1.08	◎	×
	13	rem.	—	6.0	—	—	—	—	31	28	0.90	◎	×
	14	rem.	—	—	4.9	—	—	—	23	26	1.13	◎	×
	15	rem.	20.0	—	—	—	—	—	100	110	1.10	×	◎
	16	rem.	7.1	3.9	2.9	—	—	—	32	50	1.56	◎	×
	17	rem.	12.9	8.2	7.0	—	—	—	110	130	1.18	×	◎

图3