

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年10月3日(03.10.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/187448 A1

(51) 国際特許分類:

F16C 33/12 (2006.01) *F16C 33/24* (2006.01)
F16C 33/10 (2006.01) *C22C 13/02* (2006.01)
F16C 33/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/048166

(22) 国際出願日: 2018年12月27日(27.12.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-062026 2018年3月28日(28.03.2018) JP

(71) 出願人: 大同メタル工業株式会社 (**DAIDO METAL COMPANY LTD.**) [JP/JP]; 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目3番1号 名古屋広小路ビルディング13階 Aichi (JP).

(72) 発明者: 原 健良 (**HARA, Takeyoshi**); 〒4840061 愛知県犬山市大字前原字天道新田 大同メタル工業株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 サトー国際特許事務所 (**SATO INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄四丁目6番15号 フォーティーンヒルズセンタービル Aichi (JP).

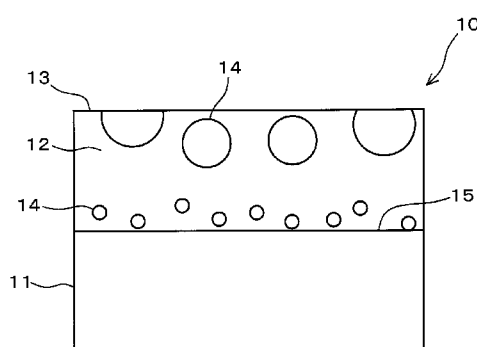
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) **Title:** SLIDING MEMBER AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 摺動部材及びその製造方法

Fig. 1



(57) **Abstract:** A sliding member according to the present embodiment comprises a back metal layer, a bearing alloy layer, and an intermetallic compound. The bearing alloy layer is layered upon the back metal layer and forms a sliding surface on the side opposite to the back metal layer. The intermetallic compound is included in the structure of the bearing alloy layer and is harder than the average hardness of the entire bearing alloy layer, and in the bearing alloy layer, the average diameter of the particles of the intermetallic compound on the side close to the sliding surface is larger than that on the side close to the back metal layer.

(57) 要約: 本実施形態の摺動部材は、裏金属層、軸受合金層及び金属間化合物を備える。軸受合金層は、裏金属層に積層され、裏金属層と反対側に摺動面を形成する。金属間化合物は、軸受合金層の組織中に含まれ、軸受合金層の全体における平均硬さよりも硬く、軸受合金層において裏金属層に近い側よりも摺動面に近い側における粒子の平均径が大きい。

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 摺動部材及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、摺動部材及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 軸受装置に用いられる摺動部材は、相手部材と摺動する面側に軸受合金層を備えている。軸受合金層は、例えば鋼などの裏金層と積層されることにより、摺動部材として用いられる。この軸受合金層は、環境への負荷の軽減を図るため、例えばC d、P bなどを含まない材料の利用が求められている。従来、S nやC uを主成分とする軸受合金層においても、環境への負荷となる物質を含むことなく、高い強度への要求に応える材料が提案されている（引用文献1、2参照）。

[0003] 引用文献1の場合、軸受合金層の成分となるS n－S b－C uに、C o、M n、S c、G e等を添加することにより、軸受合金層に析出する金属間化合物を微細化している。これにより、引用文献1の摺動部材は、強度の向上を図っている。また、引用文献2の場合、主成分となるS nにZ nを添加することにより、母相の強度を高めるとともに、金属間化合物を微細化している。これにより、引用文献2の摺動部材は、強度の向上を図っている。

[0004] しかしながら、いずれの従来技術も、摺動部材の軸受合金層の強度は高まるものの、耐摩耗性は十分に確保できない。つまり、引用文献1の場合、軸受合金層に含まれる金属間化合物は、微細化することにより、摺動面の摩耗にともなって軸受合金層から脱落しやすくなる。そのため、軸受合金層の摩耗が進みやすく、耐摩耗性が低下するという問題がある。同様に、引用文献2の場合、軸受合金層の母相の強度を高めても、微細化された金属間化合物は軸受合金層から脱落しやすく、耐摩耗性が低下する。一方、軸受合金層の耐摩耗性を向上するために金属間化合物の粒子径を大きくすると、母相と金属間化合物との界面からクラックが発生し易くなる。発生したクラックが裏

金属との界面に伸展すると、軸受合金層と裏金属との界面では剥離を生じるおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2011-513592号公報

特許文献2：特表2016-520715号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで、本発明の目的は、耐摩耗性が向上するとともに、軸受合金層と裏金属との接着強度も高い摺動部材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の目的を達成するための本実施形態の摺動部材は、裏金属と、軸受合金層と、金属間化合物とを備える。軸受合金層は、前記裏金属に積層され、前記裏金属と反対側に摺動面を形成する。金属間化合物は、前記軸受合金層の組織中に含まれ、前記軸受合金層の全体における平均硬さよりも硬く、前記軸受合金層において前記裏金属に近い側よりも前記摺動面に近い側における粒子の平均径が大きく設定されている。

[0008] このように、金属間化合物は、摺動面に近い側で粒子の平均径が大きく、摺動面から遠い裏金属に近い側で粒子の平均径が小さくなる。

金属間化合物は、軸受合金層の母相よりも硬度が高い。そのため、軸受合金層は、摺動面に近い側に、粒子の平均径が大きな金属間化合物が存在することにより、摩耗の進行が抑えられる。その結果、軸受合金層は、耐摩耗性が向上する。摺動面側における粒子の平均径は、 $70\mu\text{m}$ よりも大きいことが望ましい。一方、金属間化合物は、裏金属側における粒子の平均径が、摺動面側に近い側におけるそれよりも小さい。これにより、軸受合金層は、母相と金属間化合物との界面からクラックが発生しにくくなり、軸受合金層と裏金属との接着力が十分に確保される。裏金属側における粒子の平均径は、

70 μm 以下であることが望ましい。さらに、金属間化合物の粒子の平均径が小さくなることにより、全体として軸受合金層の強度そのものも向上する。従って、軸受合金層の強度を高めることができるだけでなく、耐摩耗性も向上することができるとともに、軸受合金層におけるクラックの発生を低減し、裏金層との接着強度も高めることができる。本実施形態の場合、軸受合金層における金属間化合物の粒子の平均径は、摺動面側から裏金層側に向けて比例的に小さくなる領域を有するのが望ましい。軸受合金層は、金属間化合物の平均径が比例的に変化することにより、温度の変化にともなう応力の発生が低減され、靱性の確保を容易にすることができる。

[0009] 本実施形態の摺動部材では、前記金属間化合物は、前記摺動面側における粒子の平均径が80 μm 以上であることが好ましい。

このように、摺動面側における金属間化合物の粒子の平均径を80 μm 以上に設定することにより、金属間化合物は摩耗の進行を抑えやすくなる。従って、耐摩耗性を確実に向上することができる。

[0010] また、本実施形態の摺動部材では、前記金属間化合物は、前記裏金層側における粒子の平均径（A）に対する前記摺動面側における粒子の平均径（B）の比の値（ B/A ）が、 $B/A \geq 1.3$ であることが好ましい。そして、本実施形態の摺動部材では、前記比の値（ B/A ）は、 $B/A \geq 1.5$ であることがさらに好ましい。

このように、粒子の平均径の比の値を設定することにより、耐摩耗性の向上と接着強度の向上とが両立される。つまり、裏金層に近い側と摺動面に近い側との間で金属間化合物の粒子の平均径に十分な差を生じさせることにより、本実施形態の摺動部材は、大きな金属間化合物の粒子による耐摩耗性の向上と、小さな金属間化合物による接着強度の向上とが両立される。従って、耐摩耗性をより向上することができるとともに、裏金層との接着強度もより高めることができる。

[0011] 本実施形態の摺動部材では、前記軸受合金層は、Snを主成分とするSn基である。また、本実施形態の摺動部材は、前記金属間化合物は、Sn-S

b合金である。本実施形態の摺動部材では、前記裏金層は、鋼である。

このように、軸受合金層と裏金層とを異なる材料で形成する場合でも、金属間化合物の粒子の平均径を裏金層に近い側で小さくする。これにより、軸受合金層におけるクラックの発生を低減することができ、裏金層との接着強度も高めることができる。

[0012] 本実施形態の摺動部材の製造方法では、円環状の前記裏金層の一方の面側を冷却しながら、前記裏金層の他方の面側に、遠心鑄造により前記軸受合金層を形成して、前記軸受合金層に含まれる前記金属間化合物の粒子径を制御する。

いわゆる遠心鑄造を用いることにより、軸受合金層は裏金層の内周側に均一に積層される。この軸受合金層となる合金を裏金層に鑄造するとき、裏金層の軸受合金層と反対側の面である一方の面側は冷却される。このとき、裏金層の一方の面側の冷却を制御することにより、結晶化する金属間化合物の粒子径が変化する。これにより、軸受合金層の裏金層に近い側と摺動面に近い側における金属間化合物の粒子は、平均径が精度よく制御される。従って、軸受合金層における金属間化合物の粒子径を確実に異ならせることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]一実施形態による摺動部材を示す模式図であって、図2の1部分を拡大した図

[図2]一実施形態による摺動部材を示す模式的な斜視図

[図3]一実施例による摺動部材の評価を示す概略図

発明を実施するための形態

[0014] 以下、摺動部材の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図1及び図2に示すように摺動部材10は、裏金層11及び軸受合金層12を備えている。裏金層11は、例えばFeや低炭素鋼をはじめとする鋼、あるいは銅合金等で形成されている。軸受合金層12は、裏金層11の一方の端面側に積層されている。例えば図2に示すように裏金層11を円筒状に

形成する場合、軸受合金層 1 2 は裏金層 1 1 の内周面側に設けられている。軸受合金層 1 2 は、裏金層 1 1 と反対側の端面に摺動面 1 3 を形成している。摺動面 1 3 は、図示しない相手部材と摺動する。

[0015] 軸受合金層 1 2 は、S n を主成分とする S n 合金からなる。軸受合金層 1 2 は、図 1 に示すように組織中に金属間化合物 1 4 を含んでいる。金属間化合物 1 4 の主成分は、軸受合金層 1 2 の主成分である S n である。この金属間化合物 1 4 は、軸受合金層 1 2 の平均硬さよりも硬い。本実施形態の場合、軸受合金層 1 2 は、S n を主成分とし、少なくとも S b が添加されている。この場合、軸受合金層 1 2 は、金属間化合物 1 4 として、S n - S b 化合物を含んでいる。また、軸受合金層 1 2 は、C u や A g を添加してもよい。この場合、軸受合金層 1 2 は、金属間化合物 1 4 として、S n - C u、S n - A g 化合物を含むことができる。軸受合金層 1 2 は、例えば S n - S b - C u、S n - S b - A g、S n - S b - C u - A g 化合物のように、添加元素 X を有する S n - X 化合物を含むこともできる。さらに、軸受合金層 1 2 は、金属間化合物 1 4 となる元素に限らず、組織中に固溶する B i、C d、I n 等を含んでいてもよい。

[0016] 本実施形態の場合、軸受合金層 1 2 に含まれる金属間化合物 1 4 は、裏金層 1 1 に近い側よりも摺動面 1 3 に近い側における粒子の平均径が大きく設定されている。ここで、粒子の平均径とは、軸受合金層 1 2 を観察した任意の視野において、粒子径の大きなものから 3 つの粒子を抽出し、抽出した 3 つの粒子の粒子径の平均値である。裏金層 1 1 に近い側における粒子の平均径は、平均径 (A) とする。一方、摺動面 1 3 に近い側における粒子の平均径は、平均径 (B) とする。

[0017] 本実施形態の場合、軸受合金層 1 2 の裏金層 1 1 に近い側では、裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との界面 1 5 を $0\ \mu\text{m}$ としたとき、界面 1 5 から摺動面 1 3 側へ向かう厚さ方向へ $10\ \mu\text{m}$ の位置から $510\ \mu\text{m}$ の位置までと当該厚さ方向に垂直な方向へ $500\ \mu\text{m}$ 四方の範囲で軸受合金層 1 2 を観察して画像解析を実施する。そして、任意の観察視野において、観察視野に含まれ

る金属間化合物 14 の粒子のうち粒子径の大きなものから 3 つを抽出する。
粒子の平均径 (A) は、これら抽出した 3 つの粒子径を平均して算出する。

[0018] また、軸受合金層 12 の摺動面 13 に近い側では、摺動面 13 を $0\ \mu\text{m}$ としたとき、摺動面 13 の位置から界面 15 へ向かう厚さ方向へ $500\ \mu\text{m}$ の位置までと当該厚さ方向に垂直な方向へ $500\ \mu\text{m}$ 四方の範囲で軸受合金層 12 を観察して画像解析を実施する。そして、任意の観察視野において、観察視野に含まれる金属間化合物 14 の粒子のうち粒子径の大きなものから 3 つを抽出する。粒子の平均径 (B) は、抽出した 3 つの粒子径を平均して算出する。

[0019] 粒子径の測定方法は、例えば外接円の径を用いる方法、対象となる粒子の重心を通りかつ外郭の 2 点を結ぶ直線のうち最大となる直線の長さを用いる方法等、任意の方法で測定することができる。軸受合金層 12 に含まれる金属間化合物 14 の粒子は、必ずしも球形や直方体などの定型的ではなく、針状の部分が突出したいびつな形状を呈することがある。そのため、画像解析によって、任意の方法を採用すればよい。本実施形態では、後者である、対象となる粒子の重心を通りかつ外郭の 2 点を結ぶ直線のうち最大となる直線の長さを粒子径として採用している。

[0020] 本実施形態の摺動部材 10 では、金属間化合物 14 は、摺動面 13 側における粒子の平均径 (B) が $80\ \mu\text{m}$ 以上である。金属間化合物 14 は、軸受合金層 12 の Sn 母相よりも硬度が高い。このように、軸受合金層 12 は、摺動面 13 に近い側に、粒子の平均径が平均径 (B) となる比較的大きな金属間化合物 14 が存在する。これにより、軸受合金層 12 は、粒子の平均径 (B) が大きく、硬度の高い金属間化合物 14 によって摩耗の進行が抑えられる。つまり、軸受合金層 12 に、Sn 母相よりも硬度が高く、比較的大きな金属間化合物 14 が存在することにより、軸受合金層 12 における摩耗の進行は硬度の高い金属間化合物 14 によって抑えられる。その結果、軸受合金層 12 は、耐摩耗性が向上する。

[0021] これに対し、軸受合金層 12 に含まれる金属間化合物 14 のすべてを平均

径（B）に設定すると、次のような問題が生じる。つまり、裏金層１１と軸受合金層１２とは、線膨張係数が異なる。そのため、摺動部材１０に温度の変化が生じたとき、裏金層１１と軸受合金層１２との界面１５では、膨張量の違いに起因して、軸受合金層１２の裏金層１１に近い側に応力が生じる。その結果、金属間化合物１４の粒子が大きくなると、母相と二次相である金属間化合物１４との界面に生じる応力が集中して大きくなりやすく、クラックが生じるおそれがある。そこで、本実施形態では、裏金層１１側における金属間化合物１４の粒子の平均径（A）を、摺動面１３側に近い側における粒子の平均径（B）よりも小さく設定している。平均径（A）を平均径（B）よりも小さく設定することにより、母相と金属間化合物１４との界面に生じる応力を小さくすることができる。つまり、軸受合金層１２は、これに含まれる金属間化合物１４の平均径（A）が小さいことから、クラックの発生が抑えられる。その結果、軸受合金層１２は、裏金層１１に近い側においてクラックが軸受合金層１２と裏金層１１との界面に伸展しにくくなり、接着強度が向上する。これにより、軸受合金層１２は裏金層１１から剥がれにくくなる。さらに、金属間化合物１４の粒子の平均径（B）が小さくなることにより、軸受合金層１２の強度そのものも全体として向上する。従って、軸受合金層１２の強度を高めることができるだけでなく、耐摩耗性も向上することができるとともに、軸受合金層１２におけるクラックの発生を低減し、裏金層１１と軸受合金層１２との接着強度も高めることができる。

[0022] 本実施形態の摺動部材１０では、金属間化合物１４は、摺動面１３側における粒子の平均径（B）が $80\mu\text{m}$ 以上である。このように、摺動面１３側における金属間化合物１４の粒子の平均径（B）が $80\mu\text{m}$ 以上であることにより、金属間化合物１４は十分に大きな粒子径を有することとなる。その結果、金属間化合物１４は、軸受合金層１２における摩耗の進行を抑えやすくなる。従って、耐摩耗性を確実に向上することができる。

[0023] 本実施形態の摺動部材１０では、金属間化合物１４は、裏金層１１側における粒子の平均径（A）に対する摺動面１３側における粒子の平均径（B）

の比の値を次のように設定している。つまり、比の値 (B/A) は、 $B/A \geq 1.3$ に設定している。そして、この比の値 (B/A) は、 $B/A \geq 1.5$ に設定することにより、軸受合金層 12 のより高い耐摩耗性の向上とクラックの低減とを両立することができる。つまり、金属間化合物 14 は、裏金層 11 に近い側の平均径 (A) と摺動面 13 に近い側の平均径 (B) との間に十分な差が生じることにより、大きな金属間化合物 14 の粒子による耐摩耗性の向上と、小さな金属間化合物 14 による接着強度の向上とが確実に両立される。

[0024] 次に、本実施形態による摺動部材 10 の製造方法について説明する。

摺動部材 10 は、遠心鋳造によって製造される。具体的には、裏金層 11 として図 2 に示すような円筒状の筒部材が用意される。そして、軸受合金層 12 となる溶融した合金は、回転する裏金層 11 の内周側に供給される。裏金層 11 に供給された合金を冷却することにより、軸受合金層 12 は裏金層 11 の内周側に形成される。ここで、裏金層 11 は、軸受合金層 12 が鋳造される面とは反対側の外周面が冷却される。裏金層 11 の外周面の冷却は、例えば吹き付ける液体の種類や供給量によって変化する。この裏金層 11 の冷却を調整することにより、裏金層 11 の内周側に鋳造される軸受合金層 12 の冷却速度が変化する。このように鋳造される軸受合金層 12 の冷却速度を変化させることにより、軸受合金層 12 に含まれる金属間化合物 14 の粒子の平均径 (A) 及び平均径 (B) は制御される。つまり、冷却速度を大きくすると小さな平均径 (A) の金属間化合物 14 が生成し、冷却速度を小さくすると大きな平均径 (B) の金属間化合物 14 が生成する。これにより、軸受合金層 12 に含まれる金属間化合物 14 は、裏金層 11 に近い側で小さな平均径 (A) に、摺動面 13 に近い側で大きな平均径 (B) に制御される。比の値 (B/A) を大きくしたい場合、吹き付ける液体として水を用い、単位時間当たりの供給量を多くすることが望ましい。一例として本実施形態の場合、摺動部材 10 は、軸受合金層 12 を Sn 合金とし、裏金層 11 を低炭素鋼としている。また、摺動部材 10 は、外径を 600 mm、軸方向の長

さを200mm、裏金層11の厚さを12mmに設定している。この場合、冷却時に供給する水量は2400～2800L/min、冷却時間は13秒である。

[0025] 以下、本実施形態の摺動部材10の実施例を図3に基づいて説明する。

実施例では、軸受合金層12に含まれる金属間化合物14の粒子の平均径(A)及び平均径(B)が摺動部材10の性能に与える影響を評価している。具体的には、摺動部材10の評価は、摺動部材10の摩耗量、及び裏金層11と軸受合金層12との接着強度に基づいている。耐摩耗性の評価では、上記の製造方法で製造した摺動部材10から厚さが2mmの平板状の試験片を削り出し、この試験片に対して往復摺動試験を実施した。往復摺動試験の条件は、往復摺動距離を20mm、摺動速度を1.0mm/s、往復回数を50回、荷重を10Nに設定した。接着強度の評価では、上記の製造方法で製造した摺動部材10からISO4386に則って軸受合金層12の厚さを3mmとし、裏金層11の厚さを12mmとしたチャルマー試験片を作製した。そして、この試験片に対して接着強度試験を実施した。接着強度試験の条件は、10MPa/sに設定した。そして、試験片は、摩耗量及び接着強度を評価した。摺動部材10の摩耗量は、4μm以下であれば優良品「◎」、4μmより大きく6μm以下であれば合格品「○」、6μmより大きければ本実施形態に該当しない不合格品「×」とした。また、摺動部材10の接着強度は、80MPa以上を優良品「◎」、70MPa以上であって80MPa未満を合格品「○」、70MPa未満を本実施形態に該当しない不合格品「×」とした。

[0026] 図3に示すように実施例に該当する「試験片1」～「試験片11」は、いずれも裏金層11に近い側における金属間化合物14の粒子の平均径(A)よりも、摺動面13に近い側における金属間化合物14の粒子の平均径(B)が大きい。そのため、「試験片1」～「試験片11」は、いずれも摩耗量が小さく、かつ接着強度が高い。これに対し、比較例に該当する「試験片13」は、平均径(A)よりも平均径(B)の方が小さい。そのため、「試験

片 1 3」は、摩耗量が大きくなっている。

[0027] 実施例に該当する「試験片 1」～「試験片 7」、「試験片 9」及び「試験片 10」は、摺動面 1 3 に近い側における金属間化合物 1 4 の粒子の平均径 (B) が $80\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きい。そのため、「試験片 1」～「試験片 7」、「試験片 9」及び「試験片 10」は、いずれも摩耗量が小さい。一方、比較例に該当する「試験片 12」～「試験片 14」及び「試験片 16」は、いずれも平均径 (B) が $80\text{ }\mu\text{m}$ よりも小さい。また、実施例に相当する「試験片 8」及び「試験片 11」は、平均径 (B) が $79\text{ }\mu\text{m}$ であると、 $80\text{ }\mu\text{m}$ に近いことから、実施例に該当する他の試験片よりもやや耐摩耗性が低い。これらにより、軸受合金層 1 2 において摺動面 1 3 に近い側に含まれる金属間化合物 1 4 の粒子は、その平均径 (B) を $80\text{ }\mu\text{m}$ より大きく設定することにより、軸受合金層 1 2 の摩耗の低減に大きく寄与していることがわかる。

[0028] 実施例に該当する「試験片 1」～「試験片 10」は、金属間化合物 1 4 の平均径 (A) と平均径 (B) との比である (B/A) がいずれも 1.3 以上である。そのため、「試験片 1」～「試験片 10」は、いずれも裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との間の接着強度が十分に確保されている。特に、「試験片 1」～「試験片 5」、「試験片 9」は、いずれも (B/A) が 1.5 以上である。そのため、これら「試験片 1」～「試験片 5」、「試験片 9」は、耐摩耗性に優れるだけでなく、いずれも裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との間の接着強度がより大きくなっている。「比較例 16」は、(B/A) が 1.5 よりも大きいものの、平均径 (B) が $50\text{ }\mu\text{m}$ と小さい。そのため、「比較例 16」は、接着強度が確保されるものの、耐摩耗性が低い。このことから、金属間化合物 1 4 の平均径 (A) と平均径 (B) との比の値 (B/A) は、裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との間の接着強度に影響を与え、これを 1.3 以上にすることにより、耐摩耗性のみならず接着強度が向上することがわかる。そして、比の値 (B/A) を 1.5 以上にすることにより、耐摩耗性及び接着強度はさらに向上することがわかる。

[0029] その他に、比較例に該当する「試験片 1 2」～「試験片 1 4」は、軸受合金層 1 2 における添加元素として S b を含んでいない。そのため、これら「試験片 1 2」～「試験片 1 4」は、金属間化合物 1 4 の粒径の制御が困難であり、平均径 (B) 及び比の値 (B/A) が所望の範囲に含まれない。その結果、軸受合金層 1 2 の摩耗が進行することがわかる。また、「比較例 1 5」は、平均径 (B) が $80\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きいものの、比の値 (B/A) が 1.3 より小さく、接着強度が小さい。これは、「比較例 1 5」は、軸受合金層 1 2 に添加される S b が 20 質量%と過剰であることが原因と考えられる。つまり、S b が過剰な「比較例 1 5」は、金属間化合物 1 4 の粒子の平均径 (A) 及び平均径 (B) が大きくなりやすく、裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との間の接着強度に影響を与えていると考えられる。同様に、「比較例 1 7」は、金属間化合物 1 4 の粒子の平均径 (B) が $80\text{ }\mu\text{m}$ より大きく耐摩耗性が高いものの、比の値 (B/A) が 1.3 より小さく、接着強度が小さい。このことから、金属間化合物 1 4 の粒子の平均径 (A) と平均径 (B) との比の値 (B/A) は、裏金層 1 1 と軸受合金層 1 2 との間の接着強度に影響を与えることがわかる。

[0030] 以上説明した本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の実施形態に適用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 裏金層と、
前記裏金層に積層され、前記裏金層と反対側に摺動面を形成する軸受合金層と、
前記軸受合金層の組織中に含まれ、前記軸受合金層の全体における平均硬さよりも硬く、前記軸受合金層において前記裏金層に近い側よりも前記摺動面に近い側における粒子の平均径が大きな金属間化合物と、
を備える摺動部材。
- [請求項2] 前記金属間化合物は、前記摺動面側における粒子の平均径が $80\ \mu\text{m}$ 以上である請求項1記載の摺動部材。
- [請求項3] 前記金属間化合物は、前記裏金層側における粒子の平均径（A）に対する前記摺動面側における粒子の平均径（B）の比の値（ B/A ）が、
$$B/A \geq 1.3$$

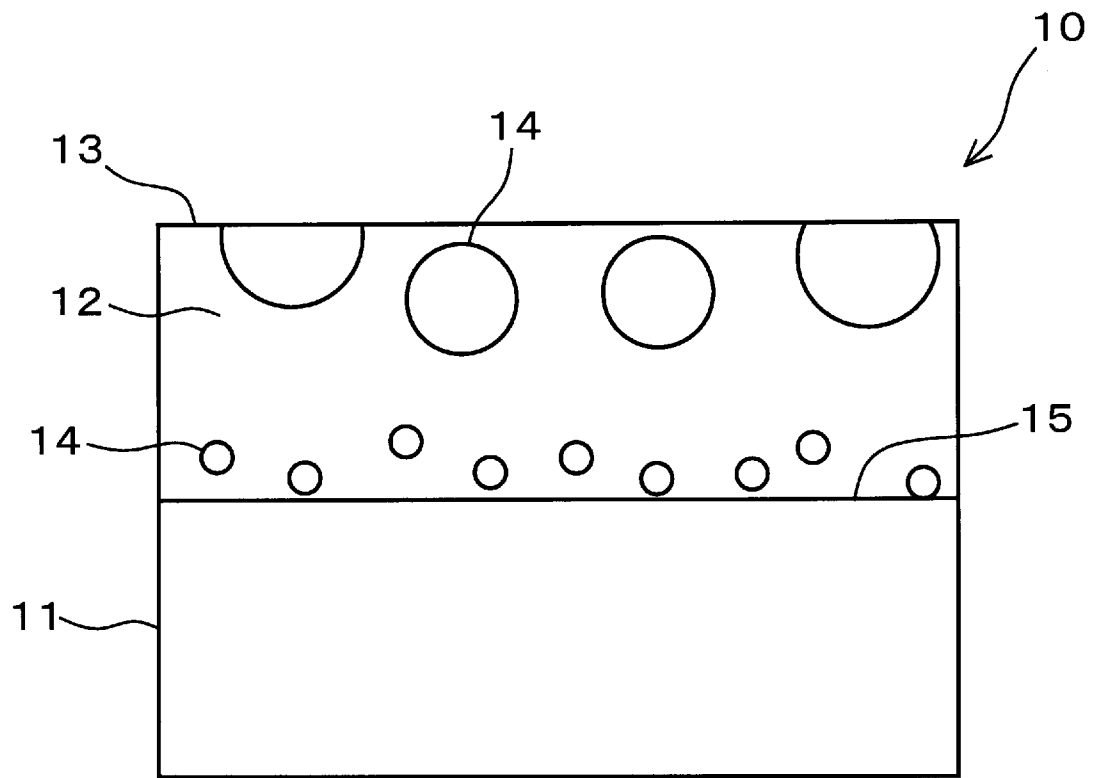
である請求項2記載の摺動部材。
- [請求項4] 前記比の値（ B/A ）は、
$$B/A \geq 1.5$$

である請求項3記載の摺動部材。
- [請求項5] 前記軸受合金層は、 S_n を主成分とする S_n 基である請求項1から4のいずれか一項記載の摺動部材。
- [請求項6] 前記金属間化合物は、 S_n-S_b 合金である請求項5記載の摺動部材。
- [請求項7] 前記裏金層は、鋼である請求項1から6のいずれか一項記載の摺動部材。
- [請求項8] 請求項1から7のいずれか一項記載の摺動部材の製造方法であって、
円環状の前記裏金層の一方の面側を冷却しながら、前記裏金層の他

方の面側に、遠心鑄造により前記軸受合金層を形成して、前記軸受合金層に含まれる前記金属間化合物の粒子径を制御する摺動部材の製造方法。

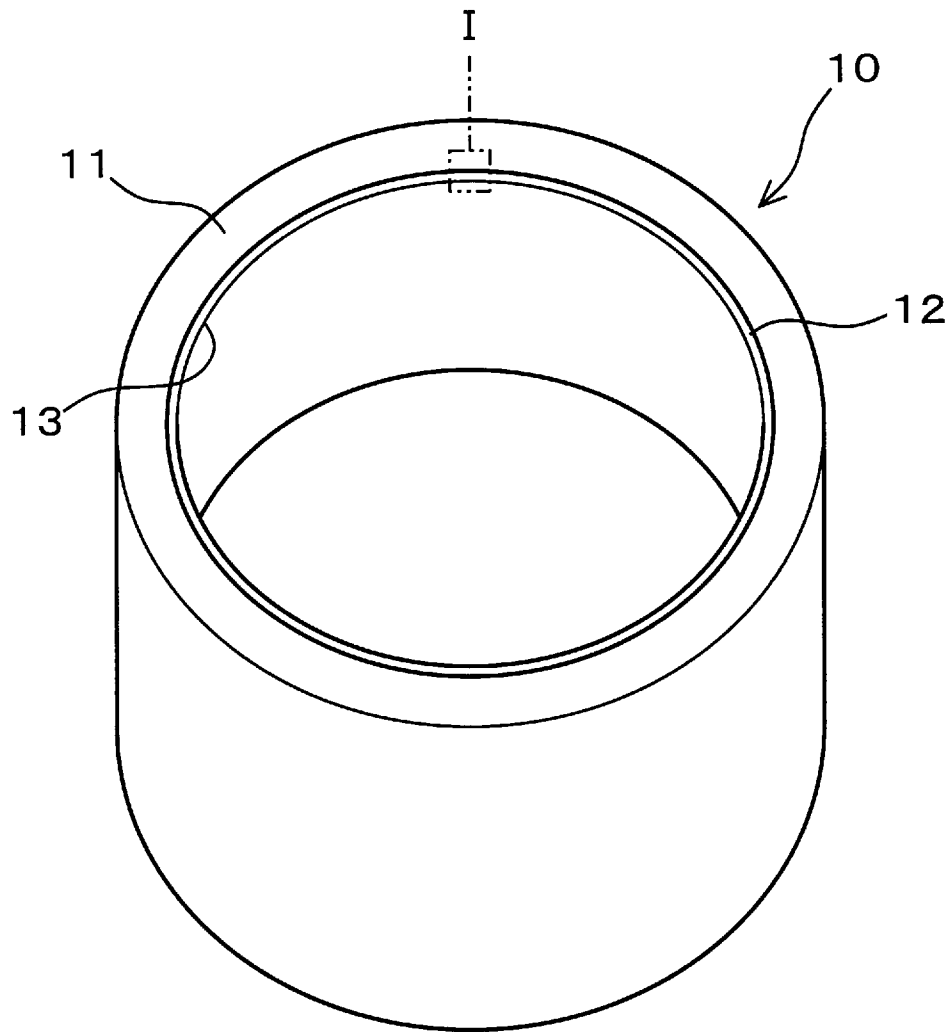
[図1]

Fig. 1



[図2]

Fig. 2



[図3]

Fig. 3

試験片		成分(質量%)							粒子の平均径(μm)			評価	
		Sn	Sb	Cu	Ag	Cd	In	Bi	A	B	B/A	接着強度	摩耗量
実施例	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	○	○
比較例	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	×	◎

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/048166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F16C33/12 (2006.01) i, F16C33/10 (2006.01) i, F16C33/14 (2006.01) i, F16C33/24 (2006.01) i, C22C13/02 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. F16C33/12, F16C33/10, F16C33/14, F16C33/24, C22C13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-266445 A (DAIDO METAL CO., LTD.) 05 October 2006, paragraphs [0036]-[0055], fig. 1-4 & US 2006/0216539 A1, paragraphs [0063]-[0088], fig. 1-4 & EP 1705259 A1	1-8
A	JP 2017-14571 A (DAIDO METAL CO., LTD.) 19 January 2017, paragraphs [0022]-[0072], fig. 1-5 & US 2016/0333932 A1, paragraphs [0043]-[0155], fig. 1-9 & EP 3093136 A1	1-8
A	JP 5-239695 A (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 17 September 1993, paragraphs [0011]-[0031] (Family: none)	1-8
A	JP 5-239696 A (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 17 September 1993, paragraphs [0011]-[0035] (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.03.2019

Date of mailing of the international search report
02.04.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C33/12(2006.01)i, F16C33/10(2006.01)i, F16C33/14(2006.01)i, F16C33/24(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C33/12, F16C33/10, F16C33/14, F16C33/24, C22C13/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-266445 A (大同メタル工業株式会社) 2006. 10. 05, 段落 [0036] - [0055]、図1-4 & US 2006/0216539 A1, 段落 [0063] - [0088]、図1-4 & EP 1705259 A1	1-8
A	JP 2017-14571 A (大同メタル工業株式会社) 2017. 01. 19, 段落 [0022] - [0072]、図1-5 & US 2016/0333932 A1, 段落 [0043] - [0155]、図1-9 & EP 3093136 A1	1-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

19.03.2019

国際調査報告の発送日

02.04.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中島 亮

3 J

8373

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 5-239695 A (大豊工業株式会社) 1993. 09. 17, 段落 [0 0 1 1] － [0 0 3 1] (ファミリーなし)	1-8
A	JP 5-239696 A (大豊工業株式会社) 1993. 09. 17, 段落 [0 0 1 1] － [0 0 3 5] (ファミリーなし)	1-8