

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-196764

(P2014-196764A)

(43) 公開日 平成26年10月16日(2014.10.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 C 33/12 (2006.01)	F 1 6 C 33/12 A	3 J 0 1 1
F 1 6 C 17/02 (2006.01)	F 1 6 C 17/02 Z	4 K 0 1 8
C 2 2 C 9/02 (2006.01)	C 2 2 C 9/02	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 Z	
C 2 2 C 38/04 (2006.01)	C 2 2 C 38/04	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-72018 (P2013-72018)
 (22) 出願日 平成25年3月29日 (2013.3.29)

(71) 出願人 000207791
 大豊工業株式会社
 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地
 (74) 代理人 110000660
 Knowledge Partners
 特許業務法人
 (74) 代理人 100167254
 弁理士 後藤 貴亨
 (72) 発明者 和田 仁志
 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊
 工業株式会社内
 Fターム(参考) 3J011 AA20 BA02 BA13 CA05 DA01
 DA02 KA02 LA08 MA02 NA01
 PA10 QA03 QA04 SB03 SB05
 SB20 SE10

最終頁に続く

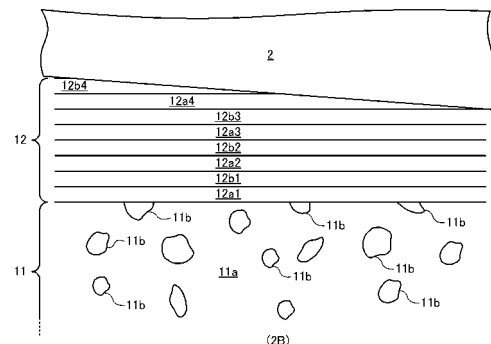
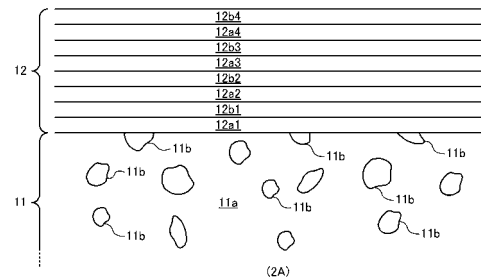
(54) 【発明の名称】 摺動部材およびすべり軸受

(57) 【要約】

【課題】被覆層が摩耗した場合でも、なじみ性と疲労破壊の耐性とを維持できる技術を提供する。

【解決手段】本発明の摺動部材およびすべり軸受は、基層上に、相手材が摺動する摺動面を有する被覆層が形成された摺動部材であって、前記被覆層は、第1材料によって形成された軟質層と、前記第1材料よりも硬い第2材料によって形成され、前記軟質層を厚み方向において挟む2層の硬質層と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基層上に、相手材が摺動する摺動面を有する被覆層が形成された摺動部材であって、前記被覆層は、
 第 1 材料によって形成された軟質層と、
 前記第 1 材料よりも硬い第 2 材料によって形成され、前記軟質層を厚み方向において挟む 2 層の硬質層と、
 を備える摺動部材。

【請求項 2】

前記第 1 材料は B i または P b であり、前記第 2 材料は A g または C u である、
 請求項 1 に記載の摺動部材。

10

【請求項 3】

基層上に、相手材が摺動する摺動面を有する被覆層が形成された摺動部材であって、前記被覆層は、
 第 1 材料によって形成された軟質層と、
 前記第 1 材料よりも硬い第 2 材料によって形成され、前記軟質層を厚み方向において挟む 2 層の硬質層と、
 を備えるすべり軸受。

【請求項 4】

前記第 1 材料は B i または P b であり、前記第 2 材料は A g または C u である、
 請求項 3 に記載のすべり軸受。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、摺動面にて相手軸が摺動する摺動部材およびすべり軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

C u 合金上に B i の被覆層を形成し、当該被覆層上において相手材を摺動させる技術が知られている（特許文献 1、参照。）。特許文献 1 において、B i の被覆層の下層に A g の中間層を形成している。これにより、B i によるなじみ性を向上させるとともに、A g によって疲労破壊を防止できる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 266445 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 において、B i の被覆層が摩耗して A g の中間層が露出すると、なじみ性が不足するという問題があった。すなわち、特許文献 1 において、被覆層が摩耗した場合に、なじみ性と疲労破壊の耐性とを維持できないという問題があった。

40

本発明は、前記課題にかんがみてなされたもので、被覆層が摩耗した場合でも、なじみ性と疲労破壊の耐性とを維持できる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記の目的を達成するため、本発明の摺動部材およびすべり軸受において、基層上に、相手材が摺動する摺動面を有する被覆層が形成される。この被覆層は、第 1 材料によって形成された軟質層と、第 1 材料よりも硬い第 2 材料によって形成され、軟質層を厚み方向において挟む 2 層の硬質層とを備える。すなわち、被覆層は、少なくとも摺動面側の硬質層と、軟質層と、基層側の硬質層とを備える。これにより、摺動面側の硬質層が摩耗した

50

場合でも、基層側の硬質層が存在することにより、疲労破壊の耐性を維持できる。また、被覆層が不均一に摩耗した場合、軟質層と硬質層とを同時に相手材側に露出させることができ、軟質層による良好ななじみ性と、硬質層による良好な疲労破壊の耐性とを両立させることができる。

【0006】

さらに、第1材料は第2材料よりも軟らかい材料であればよく、第1材料はBiまたはPbであり、第2材料はAgであってもよい。これにより、BiまたはPbによってなじみ性を確保するとともに、AgまたはCuによって疲労破壊の耐性を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】摺動部材の斜視図である。

【図2】(2A)、(2B)は摺動部材の断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

(1) 第1実施形態：

(1-1) 摺動部材の構成：

(1-2) 計測方法：

(1-3) 摺動部材の製造方法：

(2) 他の実施形態：

【0009】

(1) 第1実施形態：

(1-1) 摺動部材の構成：

図1は、本発明の一実施形態にかかる摺動部材1の斜視図である。摺動部材1は、裏金10とライニング11とオーバーレイ12とを含む。摺動部材1は、中空状の円筒を直径方向に2等分した半割形状の金属部材であり、断面が半円弧状となっている。2個の摺動部材1が円筒状になるように組み合わせることにより、すべり軸受Aが形成される。すべり軸受Aは内部に形成される中空部分にて円柱状の相手軸2(エンジンのクランクシャフト)を軸受けする。相手軸2の外径はすべり軸受Aの内径よりもわずかに小さく形成されている。相手軸2の外周面と、すべり軸受Aの内周面との間に形成される隙間に潤滑油(エンジンオイル)が供給される。相手軸2は、すべり軸受Aの曲率中心と一致する回転軸を中心に回転する。その際に、すべり軸受Aの内周面上を相手軸2の外周面が摺動する。

【0010】

摺動部材1は、曲率中心から遠い順に、裏金10とライニング11とオーバーレイ12とが順に積層された構造を有する。従って、裏金10が摺動部材1の最外層を構成し、オーバーレイ12が摺動部材1の最内層を構成する。裏金10とライニング11とオーバーレイ12とは、それぞれ円周方向において一定の厚みを有している。裏金10の厚みは1.3mmであり、ライニング11の厚みは0.2mmであり、オーバーレイ12の厚みは8μmである。オーバーレイ12の曲率中心側の表面の半径(摺動部材1の内径)40mmである。以下、内側とは摺動部材1の曲率中心側を意味し、外側とは摺動部材1の曲率中心と反対側を意味することとする。オーバーレイ12の内側の表面は、相手軸2の摺動面を構成する。

【0011】

裏金10は、Cを0.15wt%含有し、Mnを0.06wt%含有し、残部がFeからなる鋼で形成されている。なお、裏金10は、ライニング11とオーバーレイ12とを介して相手軸2からの荷重を支持できる材料で形成されればよく、必ずしも鋼で形成されなくてもよい。

【0012】

ライニング11は、裏金10の内側に積層された層であり、本発明の基層を構成する。ライニング11は、Snを10wt%含有し、Biを8wt%含有し、残部がCuと不可

10

20

30

40

50

避不純物とからなる。ライニング 1 1 の不可避不純物は Mg, Ti, B, Pb, Cr 等であり、精錬もしくはスクラップにおいて混入する不純物である。不可避不純物の含有量は、全体で 1.0 wt% 以下である。

【0013】

オーバーレイ 1 2 は、ライニング 1 1 の内側の表面上に積層された層であり、本発明の被覆層を構成する。図 2 A は、オーバーレイ 1 2 の層構成を説明する断面模式図である。なお、図 2 A において、摺動部材 1 の曲率は無視することとする。本実施形態において、オーバーレイ 1 2 は、4 層の硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 と、4 層の軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 とで構成されている。ライニング 1 1 の内側の表面に硬質層 1 2 a 1 が形成され、摺動部材 1 の内側に向けて、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 と軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 とが交互に積層されている。硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 は、それぞれ 99% 以上の Ag と不可避不純物とからなる。軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 は、それぞれ 99% 以上の Bi と不可避不純物とからなる。硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 は、それぞれ平均厚みが 1 μm となっている。軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 は、それぞれ平均厚みが 1 μm となっている。

10

【0014】

図 2 B は、オーバーレイ 1 2 が摩耗する様子を説明する断面模式図である。同図に示すように、相手軸 2 がオーバーレイ 1 2 の内側の表面上にて摺動することにより、内側の層から順にオーバーレイ 1 2 が摩耗していく。例えば、最も内側の軟質層 1 2 b 4 が摩耗して消失した場合でも、2 番目に内側の軟質層 1 2 b 3 が存在するため、なじみ性を維持することができる。同様に、最も内側の硬質層 1 2 a 4 が摩耗して消失した場合でも、2 番目に内側の硬質層 1 2 a 3 が存在するため、疲労破壊の耐性を維持することができる。

20

【0015】

なお、相手軸 2 の形状や相手軸 2 からの荷重は、オーバーレイ 1 2 の面方向において均一であることが理想であるが、現実には製造工程のばらつき等によって、相手軸 2 の形状や相手軸 2 からの荷重がオーバーレイ 1 2 の面方向において不均一となる。従って、図 2 B に示すように、オーバーレイ 1 2 における摩耗の進行度合いに不均一が生じる。オーバーレイ 1 2 における摩耗の進行度合いが不均一であるため、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 のいずれかと軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 のいずれかとを同時に相手軸 2 側に露出させることができる。従って、オーバーレイ 1 2 は、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 による良好な疲労破壊の耐性と、軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 による良好ななじみ性とを発揮できる。さらに、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 と軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 とはそれぞれ 4 層ずつ形成されているため、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 のいずれかと軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 のいずれかかと同時に相手軸 2 側に露出する状態を確保できるオーバーレイ 1 2 の総厚を厚くすることができる。従って、長期間にわたって、オーバーレイ 1 2 の良好な摺動特性を維持できる。さらに、硬質層 1 2 a 1 ~ 1 2 a 4 と軟質層 1 2 b 1 ~ 1 2 b 4 との界面を複数形成することができるため、当該複数の界面を貫通するような破壊を抑制できる。

30

【0016】

(1-2) 計測方法：

上述した実施形態において示した各数値を以下の手法によって計測した。

摺動部材 1 の各層を構成する元素の質量は、ICP 発光分光分析装置（島津社製 ICP S-8100）によって計測した。

40

【0017】

ライニング 1 1 における Bi 粒子 1 1 b の平均円相当径を以下の手順によって計測した。まず、ライニング 1 1 の任意の断面（相手軸 2 の回転軸方向に垂直な方向に限らない）を粒子径 2 μm のアルミナ粒子で研磨した。ライニング 1 1 の断面のうち面積が 0.02 mm² となる任意の観察視野範囲（縦 0.1 mm × 横 0.2 mm の矩形範囲）を電子顕微鏡（日本電子製 JSM-6610A）によって 500 倍で撮影することにより、観察画像（反射電子像）の画像データを得た。そして、観察画像を画像解析装置（ニレコ社製ルーゼックスII）に入力し、観察画像に存在する Bi 粒子 1 1 b の像を抽出した。Bi 粒子 1 1 b の像の外縁にはエッジ（明度や彩度や色相角が所定値以上異なる境界）が存在す

50

る。そこで、画像解析装置によって、エッジによって閉じられた領域をBi粒子11bの像として観察画像から抽出した。

【0018】

そして、Bi粒子11bの像を観察画像から抽出し、画像解析装置によって、観察視野範囲に存在するすべてのBi粒子11bの像について投影面積円相当径（計測パラメータ：HEYWOOD）を計測した。投影面積円相当径とは、Bi粒子11bの断面積と等しい面積を有する円の直径であり、Bi粒子11bの像の面積と等しい面積を有する円の直径を倍率に基づいて現実の長さに換算した直径である。さらに、すべてのBi粒子11bの投影面積円相当径の算術平均値（合計値/粒子数）を平均円相当径として計測した。さらに、Bi粒子11bの平均円相当径と等しい直径を有する円の面積に、観察視野範囲に存在するBi粒子11bの個数を乗算することにより、ライニング11の断面上に存在するBi粒子11bの総面積を算出した。そして、Bi粒子11bの総面積を観察視野範囲の面積で除算することにより、Bi粒子11bの面積割合を計測した。なお、投影面積円相当径が1.0μm未満の場合、投影面積円相当径の信頼度や物質の特定の信頼度が低くなるため、Bi粒子11bの平均円相当径等を算出する際に考慮しないこととした。

10

【0019】

各層の厚みは、以下の手順で計測した。まず、摺動部材1の直径方向の断面をクロスセクションポリッシャ（日本電子製 IB-09010CP）で研磨した。そして、摺動部材1の断面を電子顕微鏡（日本電子製 JSM-6610A）によって7000倍の倍率で撮影することにより、観察画像（反射電子像）の画像データを得た。そして、観察画像を画像解析装置（ニレコ社製 ルーゼックスII）に入力し、各層の膜面積を測定長さ（横）で微分（除）して膜厚を計測した。

20

【0020】

（1-3）摺動部材の製造方法：

まず、裏金10と同じ厚みを有する低炭素鋼の平板を用意した。

次に、低炭素鋼で形成された平板上に、ライニング11を構成する材料の粉末を散布した。具体的に、上述したライニング11における各成分の質量比となるように、Cuの粉末とBiの粉末とSnの粉末とを低炭素鋼の平板上に散布した。ライニング11における各成分の質量比が満足できればよく、Cu-Bi, Cu-Sn等の合金粉末を低炭素鋼の平板上に散布してもよい。粉末の粒径は、試験用ふるい（JIS Z8801）によって150μm以下に調整した。

30

【0021】

次に、低炭素鋼の平板と、当該平板上に散布した粉末とを焼結した。焼結温度を700~1000に制御し、不活性雰囲気中で焼結した。焼結後、冷却した。

【0022】

冷却が完了すると、低炭素鋼の平板上にCu合金層が形成される。このCu合金層には、冷却中に析出した軟質のBi粒子11bが含まれることとなる。

次に、中空状の円筒を直径方向に2等分した形状となるように、Cu合金層が形成された低炭素鋼をプレス加工した。このとき、低炭素鋼の外径が摺動部材1の外径と一致するようにプレス加工した。

40

【0023】

次に、裏金10上に形成されたCu合金層の表面を切削加工した。このとき、裏金10上に形成されたCu合金層の厚みがライニング11と同一となるように、切削量を制御した。これにより、切削加工後のCu合金層によってライニング11が形成できる。切削加工は、例えば焼結ダイヤモンドで形成された切削工具材をセットした旋盤によって行った。

【0024】

次に、ライニング11の表面上に硬質材料としてのAgを電気めっきによって1μmの厚みだけ積層することにより、オーバーレイ12のうち最もライニング11側の硬質層12a1を形成した。Agの電気めっきの手順は以下のとおりとした。まず、電解液中にて

50

ライニング 11 の表面に直流電流を流すことにより、ライニング 11 の表面を脱脂した。次に、ライニング 11 の表面を水洗した。さらに、ライニング 11 の表面を酸洗することにより、不要な酸化物を除去した。その後、ライニング 11 の表面を、再度、水洗した。以上の前処理が完了すると、めっき浴に浸漬させたライニング 11 に電流を供給することにより Ag の電気めっきを行った。Ag の電気めっきの条件を以下のとおりとした。1 ~ 10 g / L のシアン化銀と、10 ~ 100 g / L のシアン化カリウムとを含むめっき浴の浴組成とした。めっき浴の浴温度は、25 とした。さらに、ライニング 11 に供給する電流は直流電流とし、その電流密度は 0.2 ~ 3.0 A / dm² とした。

【0025】

次に、硬質層 12 a 1 の表面上に軟質材料としての Bi を電気めっきによって 1 μm の厚みだけ積層することにより、オーバーレイ 12 のうち最もライニング 11 側の軟質層 12 b 1 を形成した。まず、硬質層 12 a 1 の表面を水洗した。そして、めっき浴に浸漬させた硬質層 12 a 1 の表面に電流を供給することにより Bi の電気めっきを行った。Bi の電気めっきの条件を以下のとおりとした。Bi 濃度：10 ~ 50 g / L、有機スルホン酸：25 ~ 100 g / L、添加剤：0.5 ~ 50 g / L を含むめっき浴の浴組成とした。めっき浴の浴温度は、25 とした。さらに、ライニング 11 に供給する電流は直流電流とし、その電流密度は 0.5 ~ 5.0 A / dm² とした。

【0026】

さらに、上述した Ag の電気めっきと、Bi の電気めっきとを 3 回ずつ交互に繰り返して行うことにより、残りの硬質層 12 a 2 ~ 12 a 4 と軟質層 12 b 2 ~ 12 b 4 とを交互に積層した。なお、各層の電気めっきの間には水洗を行った。以上により、硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 と軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 とが交互に積層されたオーバーレイ 12 が形成できる。オーバーレイ 12 を積層した後に、水洗と乾燥を行って摺動部材 1 を完成させた。さらに 2 個の摺動部材 1 を円筒状に組み合わせることにより、すべり軸受 A を形成した。

【0027】

(2) 他の実施形態：

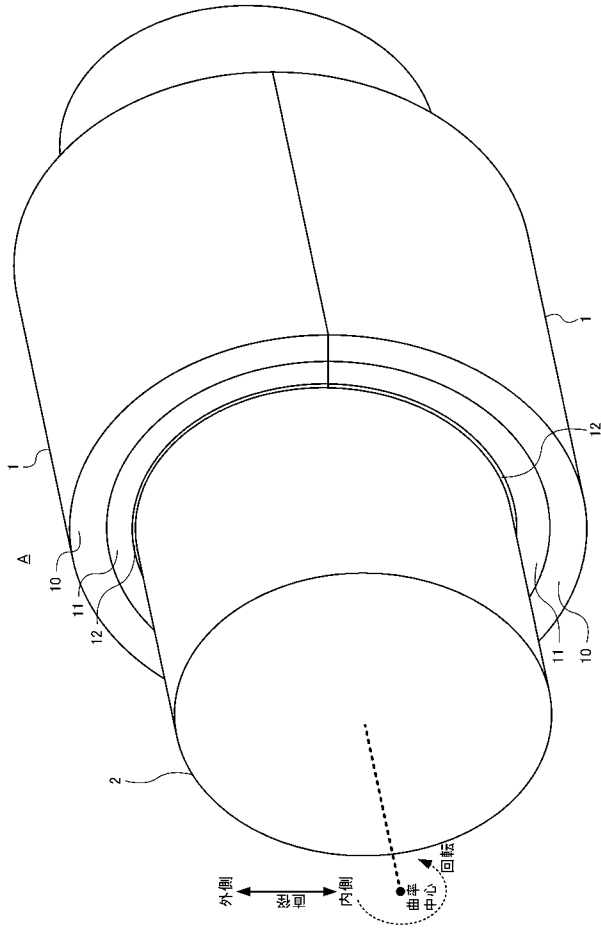
前記実施形態においては、エンジンのクランクシャフトを軸受けするすべり軸受 A を構成する摺動部材 1 を例示したが、本発明の摺動部材 1 によって他の用途のすべり軸受 A を形成してもよい。例えば、本発明の摺動部材 1 によってトランスミッション用のギヤブッシュやピストンピンブッシュ・ボスブッシュ等を形成してもよい。また、ライニング 11 のマトリクスは Cu 合金に限られず、相手軸 2 の硬さに応じてマトリクスの材料が選択されればよい。また、第 1 材料は第 2 材料よりも軟らかい材料であればよく、第 1 材料と第 2 材料との組み合わせは Ag と Bi に限られない。また、硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 と軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 の厚みは、前記実施形態の厚み限られない。硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 を 1 μm 以下とし、軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 を 1 μm 以下とすることにより、不均一に摩耗が進行した場合に、硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 のいずれかと軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 のいずれかとを同時に相手軸 2 側に露出させることができる。さらに、硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 と軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 の層数もそれぞれ 4 層でなくてもよく、ライニング 11 上に最初に軟質層 12 b 1 が積層されてもよい。さらに、硬質層 12 a 1 ~ 12 a 4 と軟質層 12 b 1 ~ 12 b 4 とは、必ずしもめっきによって形成されなくてもよく、スパッタリング等によって形成されてもよい。

【符号の説明】

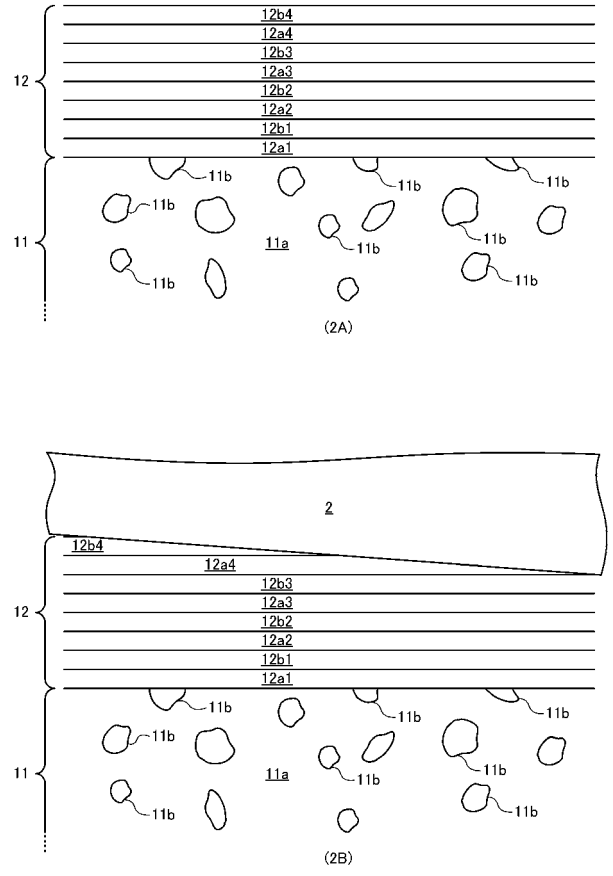
【0028】

1 ... 摺動部材、2 ... 相手軸、10 ... 裏金、11 ... ライニング、11 b ... Bi 粒子、12 ... オーバーレイ、12 a 1 ~ 12 a 4 ... 硬質層、12 b 1 ~ 12 b 4 ... 軟質層。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 2 F 7/00 (2006.01) B 2 2 F 7/00 E

Fターム(参考) 4K018 AA05 BA02 BA20 CA45 DA31 HA03 JA25 KA03