

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4389026号
(P4389026)

(45) 発行日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(24) 登録日 平成21年10月16日(2009.10.16)

| | | |
|--------------------------------|---------------|---|
| (51) Int.Cl. | F 1 | |
| F 1 6 C 33/12 (2006.01) | F 1 6 C 33/12 | Z |
| C 2 2 C 21/00 (2006.01) | C 2 2 C 21/00 | E |
| C 2 2 C 9/08 (2006.01) | C 2 2 C 9/08 | |
| C 2 2 C 9/00 (2006.01) | C 2 2 C 9/00 | |
| C 2 2 C 5/06 (2006.01) | C 2 2 C 5/06 | Z |

請求項の数 16 (全 17 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2005-253430 (P2005-253430) | (73) 特許権者 | 591001282 大同メタル工業株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成17年9月1日(2005.9.1) | | 愛知県名古屋市中区栄二丁目3番1号 名 古屋広小路ビルヂング13階 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-64426 (P2007-64426A) | (73) 特許権者 | 504180239 国立大学法人信州大学 |
| (43) 公開日 | 平成19年3月15日(2007.3.15) | | 長野県松本市旭三丁目1番1号 |
| 審査請求日 | 平成18年5月25日(2006.5.25) | (74) 代理人 | 100071135 弁理士 佐藤 強 |
| | | (74) 代理人 | 100119769 弁理士 小川 清 |
| | | (72) 発明者 | 辻 秀雄 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 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動材料およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材とこの基材上に形成された被覆層とを有する摺動材料において、
前記被覆層は、互いに相分離する2種以上の金属成分を含み、
前記相分離する2種以上の金属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子とが共に存在する組織となっており、

前記合金粒子は、前記最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる分散相が当該合金粒子中に分散して存在していることを特徴とする摺動材料。

【請求項2】

前記合金粒子は、前記被覆層の厚さ方向の粒子長よりも前記厚さ方向に垂直な方向の粒子長の方が長いことを特徴とする請求項1記載の摺動材料。

【請求項3】

前記軟質金属粒子は、前記被覆層の厚さ方向の粒子長よりも前記厚さ方向に垂直な方向の粒子長の方が長いことを特徴とする請求項1または2記載の摺動材料。

【請求項4】

前記分散相は、前記軟質金属粒子よりも小さいことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項5】

前記分散相の大きさは、4 μm 以下であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項6】

前記被覆層には、気孔が存在していることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項7】

前記気孔は、前記分散相よりも小さいことを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項8】

前記合金粒子と、前記軟質金属粒子と、前記合金粒子を構成する少なくとも2種の金属成分のうち最も軟質の金属成分ではない金属成分からなる硬質金属粒子とが共に存在する組織となっていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の摺動材料。

10

【請求項9】

前記軟質金属粒子は、前記被覆層中に均一に分布していることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項10】

前記硬質金属粒子は、前記被覆層中に均一に分布していることを特徴とする請求項8記載の摺動材料。

【請求項11】

前記合金粒子は、外接球直径の平均が70 μm 以下であることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の摺動材料。

20

【請求項12】

前記軟質金属粒子は、外接球直径の平均が70 μm 以下であることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項13】

前記硬質金属粒子は、外接球直径の平均が70 μm 以下であることを特徴とする請求項8ないし12のいずれかに記載の摺動材料。

【請求項14】

前記分散相は、前記摺動層の厚さ方向の長さよりも前記厚さ方向に垂直な方向の長さの方が長いことを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の摺動材料。

30

【請求項15】

請求項1記載の摺動材料を製造する方法において、

相分離する2種以上の金属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子とを、高速度の作動ガス流により基材に衝突させて、当該基材上に前記合金粒子と前記軟質金属粒子とが共に存在する被覆層を形成することを特徴とする摺動材料の製造方法。

【請求項16】

請求項8記載の摺動材料を製造する方法において、

相分離する2種以上の金属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子と、前記少なくとも2種の金属成分のうち最も軟質の金属成分ではない金属成分からなる硬質金属粒子とを、高速度の作動ガス流により基材に衝突させて、当該基材上に前記合金粒子と前記軟質金属粒子と前記硬質金属粒子とが共に存在する被覆層を形成することを特徴とする摺動材料の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基材上に被覆層を設けて構成した摺動材料およびその製造方法に係り、特に

50

被覆層の組織を改良して軸受特性の向上を図ったものに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車や一般産業機械の内燃機関用として使用されるすべり軸受には、優れた軸受特性、具体的には、優れた耐疲労性の他に、優れた非焼付性が要求される。この内燃機関用のすべり軸受には、従来から、軸受合金としてAl合金を用いたアルミニウム基合金すべり軸受、軸受合金としてCu合金を用いた銅基合金すべり軸受、更にこれらアルミニウム基合金すべり軸受や銅基合金すべり軸受の軸受合金層表面にオーバーレイ層を施したすべり軸受があり、それぞれを使用環境に応じて使い分けている。

【0003】

上記のアルミニウム基合金すべり軸受および銅基合金すべり軸受は、裏金上に軸受合金をライニングしたバイメタルから製造される。例えば、アルミニウム基合金すべり軸受では、まず、Al合金を鋳造および圧延してAl合金板を製造する。そして、このAl合金板を炭素鋼ストリップに重ね合わせてロール圧接し、裏金層とAl合金層とからなるバイメタルを形成する。その後、このバイメタルを機械加工して半円筒状或いは円筒状のすべり軸受として形成する。

【0004】

このアルミニウム基合金すべり軸受において、Al合金としては、通常、Al-Sn系のものが使用される。このAlとSnは、互いに相分離する金属であるため、固溶体を作らず、或いは作ってもほんの僅かである。従って、その鋳造組織としては、図4に示すように、Alマトリックス12中にSn相が比較的大きな結晶粒子14となって分散した形態となる。

【0005】

このようにAl合金の鋳造組織では、軟質のSn相が比較的大きな粒子となって存在するので、軸受合金層を鋳造によって製造したアルミニウム基合金すべり軸受では、異物埋収性およびなじみ性、ひいては非焼付性に優れる。しかしながら、Alマトリックス中に存在するSn相のサイズが大きいがゆえ、機械的強度の面において不利に働く場合があり、更なる耐疲労性が求められている。

このAl合金の耐疲労性の向上を図るために、例えば特許文献1に開示された溶射の技術を適用することが考えられる。特許文献1には、斜板式コンプレッサの斜板の耐摩耗性を向上させるために、斜板にAlまたはAl合金を溶射することが記載されている。

【特許文献1】特開2001-20856号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の技術をアルミニウム基合金すべり軸受に適用すると、裏金の表面に溶射によってAl合金粒子を付着させてAl合金層を形成したり、Al合金からなる軸受合金層の表面にAl合金粒子を溶射によって付着させてオーバーレイ層を形成したりすることとなる。すると、溶射によって被着された軸受合金層或いはオーバーレイ層の組織は、図5に示すように、Alマトリックス16中にサイズの小さなSn相18が分散する形態となるため、硬度が硬く且つ機械的強度にも優れた組織となって、耐摩耗性および耐疲労性が向上すると考えられる。

【0007】

しかしながら、溶射によって得られた組織では、サイズの大きなSn相が存在しないため、異物埋収性およびなじみ性の面において不利に働く場合があり、更なる非焼付性が求められている。

【0008】

一方、銅基合金軸受では、炭素鋼ストリップ上に焼結用Cu合金粉末を散布し、800程度の高温度で焼結して裏金層とCu合金層とからなるバイメタルを形成する。そして、このバイメタルを機械加工して半割状或いは円筒状のすべり軸受として形成する。銅基

10

20

30

40

50

合金すべり軸受では、半割状或いは円筒状に形成した後、Cu合金層の表面にAg-Pb系のAg合金を電気めっきしてオーバーレイ層を形成する。

【0009】

しかしながら、このオーバーレイ層は、電気めっきによるものであるため、Ag中に微細なPbが分散した状態となる。このようなオーバーレイ層は、耐摩耗性および耐疲労性に優れるが、軟質金属であるPbの大きな相が存在しないため、上記した溶射の場合と同様に、異物埋収性およびなじみ性の面において不利に働く場合があり、更なる非焼付性が求められている。

【0010】

以上のように、従来のすべり軸受（摺動材料）では、耐疲労性を維持しながら非焼付性に優れたすべり軸受を得ることは困難であった。

そこで、本発明の目的は、耐疲労性を維持しながら非焼付性に優れた摺動材料およびその製造方法を提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明では、基材とこの基材上に形成された被覆層とを有する摺動材料において、前記被覆層は、互いに相分離する2種以上の金属成分を含み、前記相分離する2種以上の金属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子とが共に存在する組織となっており、前記合金粒子は、前記最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる分散相が当該合金粒子中に分散して存在していることを特徴とする。

【0012】

摺動材料としては、図2に示すように、裏金属層1上に軸受合金層2を形成した構造のものと、図3に示すように、裏金属層1上の軸受合金層2上に更にオーバーレイ層3を形成した構造のものがある。本発明は、これら両方の摺動材料を対象としており、図2の構造のものでは、裏金属層1が基材に相当し、軸受合金層2が被覆層に相当する。また、図3の構造のものでは、軸受合金層2が基材に相当し、オーバーレイ層3が被覆層に相当する。軸受合金層2として使用される合金は、Al合金、Cu合金が主として用いられ、オーバーレイ層3としては、Al合金、Cu合金の他、Ag合金などが用いられる。

【0013】

<相分離する金属成分>

相分離する金属成分としては、Alに対してSi、Sn、Pb、In、Biなど、Cuに対してPb、Biなど、Agに対してPb、Biなどがある。被覆層を構成する金属成分は、相分離する金属成分だけで構成されているものを含むことは勿論であるが、固溶できる金属成分（例えば、Alに対してCu、Si、Znなど、Cuに対してSn、Ni、Znなど、Agに対してSn、Znなど）が含まれていても良い。

【0014】

<合金粒子>

合金粒子としては、分散相を形成する軟質金属成分として、Sn、Pb、In、Biなどを添加したAl合金、Pb、Biなどを添加したCu合金、Sn、Znなどを添加したAg合金などがある。

この合金粒子には、Al、Cu、Agなどのマトリックスを構成する金属成分と固溶体を作る金属成分、換言すれば相分離しない金属成分や、Sn、Pb、In、Biなどの分散相を構成する金属成分と固溶体を作る金属成分を含んでいても良い。

【0015】

合金粒子を構成する金属の組み合わせとしては、次のようなものがある。

(1) Al合金粒子

Al-Sn、Al-Pb、Al-Bi、Al-Sn-Pb、Al-Sn-Cu、Al-Sn-Si、Al-Sn-Cu-Si、Al-Pb-Zn、Al-Pb-Zn-Si、A

10

20

30

40

50

l - S n - A l ₂ O ₃、A l - S n - S i C など。

(2) C u 合金粒子

C u - P b、C u - P b - S n、C u - P b - S n - N i、C u - P b - Z n、C u - P b - S i、C u - B i、C u - B i - S n、C u - B i - S i、C u - B i - Z n、C u - P b - A l ₂ O ₃ など。

(3) A g 合金粒子

A g - P b、A g - B i、A g - P b - B i、A g - S n - P b、A g - Z n - P b、A g - P b - S i、A g - B i - A l ₂ O ₃ など。

【 0 0 1 6 】

< 軟質金属粒子 >

軟質金属粒子としては、上記の合金粒子を構成する金属成分のうち、最も硬質でない金属成分によって構成する。好ましくは、最も軟質である金属成分によって構成する。その金属成分としては、S n、P b、B i 等がある。軟質金属粒子は合金であっても良い。この軟質金属粒子は、合金粒子中に含まれる分散相を構成する金属成分と同じである。軟質金属粒子は、5 ~ 3 0 H V であることが好ましく、1 0 H V 以下であることが更に好ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明の摺動材料によれば、被覆層中に、上述したような合金粒子と軟質金属粒子とが共に共存し、しかも、合金粒子中にも、最も硬質でない金属成分からなる分散相が分散している。このため、比較的軟質な金属成分を、分散相として合金粒子中に微細に存在させると共に、合金粒子とは別に比較的大きな粒子としても存在させるので、軟質な金属成分を微細に分散させることによってその潤滑作用により相手材との局所的な金属接触に対する焼付き防止を図りながら強度の低下を抑えて耐疲労性を維持でき、大きな前記軟質金属粒子によって異物埋収性およびなじみ性を確保できて優れた非焼付き性を得ることができる。

【 0 0 1 8 】

具体的例を挙げると、被覆層は、互いに相分離するA l とS n を含み、A l と軟質なS n とからなる合金粒子と、S n のみの軟質金属粒子とが共に存在する組織となっており、合金粒子中には微細なS n の分散相が分散している。このため、合金粒子中にS n が微細に分散することによって、S n の潤滑作用により相手材との局所的な金属接触に対する焼付き防止を図りながら、強度の低下を抑えて良好な耐疲労性を維持できる。また、比較的大きな粒子で存在するS n の軟質金属粒子によって、異物埋収性やなじみ性を確保できて優れた非焼付き性を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明は、本発明者らが、摺動材料の耐疲労性を維持しながら非焼付き性を向上させるには皮膜（被覆層）組織、特に粒子や相の大きさや形状を制御することの重要性を見出し、従来の被覆層製造方法（鋳造法、溶射法、電気めっき法、P V D（物理蒸着）法）とは異なるコールドスプレー法を用いて良好な耐疲労性を維持しながら優れた非焼付き性を得たことによる。これまで、前記組織を制御するための製造条件は確立されていなかったが、本発明者らにより確立され、良好な耐疲労性を維持しながら優れた非焼付き性を有する摺動材料を得られるようになった。

【 0 0 2 0 】

本発明の摺動材料において、合金粒子、軟質金属粒子は、被覆層の厚さ方向の粒子長よりも、厚さ方向に直角な方向の粒子長の方が長いことが好ましい。

相手材は、被覆層の表面上を摺動する。この相手材の摺動方向に沿う方向（被覆層の厚さ方向に垂直な方向、つまり摺動層の表面に沿う方向）に対して合金粒子および軟質金属粒子の長さが長ければ、軟質金属成分が被覆層表面に広がり易くなり、異物埋収性およびなじみ性、ひいては非焼付き性がより向上する。

【 0 0 2 1 】

本発明の摺動材料では、合金粒子中の分散相は、軟質金属粒子よりも小さいことが好ま

10

20

30

40

50

しい。

合金粒子中の軟質金属成分は、軟質金属粒子よりも細かな分散相となっていることで、合金粒子の強度の低下を効率良く抑えることができるのである。本発明の高い強度を有する合金粒子は、相手材が局部的に接触しても十分に相手材の荷重を持ちこたえることができ、摺動材料の耐疲労性が向上する。そして、軟質金属成分が軟質金属粒子よりも細かな分散相となって均一に分散していることで、その潤滑作用によって摺動材料の非焼付性が向上する。

この場合、分散相の大きさは、 $4\ \mu\text{m}$ 以下であることが、上記の耐疲労性、耐摩耗性および非焼付性の向上を図る上で好ましい。

【0022】

被覆層には、気孔が存在していることが好ましい。

被覆層に気孔が存在すると、油溜り効果により、非焼付性が向上する。

機械的強度を考慮すると、気孔は、分散相よりも小さいことが好ましい。

【0023】

また、本発明では、被覆層を、合金粒子と、軟質金属粒子と、合金粒子を構成する少なくとも2種の金属成分のうち最も軟質の金属成分ではない金属成分からなる硬質金属粒子とが共に存在する組織することができる。

【0024】

硬質金属粒子の金属成分は、合金粒子に含まれている金属成分であり、合金粒子を構成する金属成分のうち最も軟質の金属成分ではない金属成分である。好ましくは、最も硬質である金属成分によって構成する。その金属成分としては、Al、Cu、Ag、Zn、Sb、Siなどがある。硬質金属粒子は合金であっても良い。この硬質金属粒子の金属成分は、合金粒子の主成分の金属成分であることが好ましい。硬質金属粒子は、 $20\sim 400\ \text{HV}$ であることが好ましく、 $100\ \text{HV}$ 以上であることが更に好ましい。また、硬質金属粒子のピッカース硬さは、軟質金属粒子のピッカース硬さの $2\sim 100$ 倍であることが好ましく、 $3\sim 20$ 倍であることが更に好ましい。

このように、硬質金属粒子が被覆層中に含まれていることにより、耐摩耗性が向上する。

【0025】

前記軟質金属粒子は、被覆層の非焼付性および異物埋収性の一層の向上のために、被覆層中に均一に分布していることが好ましい。

また、前記硬質金属粒子も、被覆層の耐摩耗性の一層の向上のために、被覆層中に均一に分布していることが好ましい。

前記合金粒子は、被覆層の強度向上のためには、外接球直径の平均が $70\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、前記軟質金属粒子は、外接球直径の平均が $70\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。更に、前記硬質金属粒子は、外接球直径の平均が $70\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

これら合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子の大きさが $70\ \mu\text{m}$ を超えると、強度が低下する傾向がある。

ここで、外接球直径とは、図6に例示するように、粒子P1、P2が外にはみ出ることなく粒子に外接する球B1、B2の直径a、bを言う。そして、外接球直径の平均とは、各粒子についての外接球直径の、平均値(2個の粒子を示す図6の例では、 $(a+b)\div 2$)を言う。

【0026】

前記分散相は、摺動層の厚さ方向の長さよりも前記厚さ方向に垂直な方向の長さの方が長いことが好ましい。このように摺動層の厚さ方向に垂直方向の長さが長ければ、軟質金属からなる分散相が相手材の摺動方向に広がり易くなり、非焼付性がより向上する。本発明では、以上の摺動部材を形成するために、次の2つの方法を採用した。

【0027】

1つの方法は、硬質金属粒子を含まない場合の方法であって、相分離する2種以上の金

10

20

30

40

50

属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子とを、高速度の作動ガス流により基材に衝突させて、当該基材上に前記合金粒子と前記軟質金属粒子とが共に存在する被覆層を形成することを特徴とするものである。

【0028】

もう1つの方法は、硬質金属粒子を含む場合の方法であって、相分離する2種以上の金属成分のうち硬度において差のある少なくとも2種の金属成分からなる合金粒子と、この合金粒子を構成する前記少なくとも2種の金属成分のうち最も硬質の金属成分ではない金属成分からなる軟質金属粒子と、前記少なくとも2種の金属成分のうち最も軟質の金属成分ではない金属成分からなる硬質金属粒子とを、高速度の作動ガス流により基材に衝突させて、当該基材上に前記合金粒子と前記軟質金属粒子と前記硬質金属粒子とが共に存在する被覆層を形成することを特徴とするものである。

10

【0029】

このように合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子を溶融させることなく高速度の作動ガス流によって基材に衝突させることにより被覆層を形成するので、基材に衝突させる合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子の大きさを予め選択することによって、被覆層を形成した場合の合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子を所望の大きさとすることができる。粒子が基材に衝突すると、その際に粒子は潰れて偏平化する傾向にある。このため、被覆層を形成した合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子は、被覆層の厚さ方向の粒子長よりも厚さ方向に垂直な方向の粒子長の方が長くなる傾向を呈する。しかし、作動ガス流の速度を遅くすれば、被覆層を形成した粒子は偏平にならず、元のままの形態を保つ。合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子は、予め良く混合して均一分布させることによって、被覆層を形成した際の合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子は、被覆層中に均一に分散する。

20

【0030】

以上のことから、合金粒子においては、中に微細な軟質金属が分散相として均一に分散した状態のままとなる。また、軟質金属粒子は、比較的大きいサイズの粒子として被覆層中に分散した状態となり、異物埋収性、なじみ性を発揮する。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0031】

本発明の効果を確認するために、基材上に被覆層を形成した試料を作成し、この試料に焼付試験と疲労試験を施した。作成した試料は、下の表1および表2に示す実施例品1~21および比較例品1~6である。焼付試験と疲労試験の条件は、下の表3および表4にそれぞれ示した。なお、表1の組成欄に被覆層の組成を示し、製法欄に被覆層の製造方法を示した。この製造方法中、「CS」とあるのは、コールドスプレー装置を使用する方法である。また、表2の基材欄には、被覆層を形成する基材を示している。この基材欄に鋼とあるのは、鋼板、Al合金とあるのは、裏金層付きAl合金層、Cu合金とあるのは、裏金層付きCu合金層であることを示している。

【0032】

40

【表 1】

| 試料No | 組成 | 製造条件 | | | | | | |
|------------------|----|--|-------|-------------|-----------|-----------|----|-----------|
| | | 粉末材料 | | 合金粒子 | | 軟質金属粒子 | | |
| | | 製法 | 成分 | サイズ μm | 成分 | サイズ μm | 成分 | サイズ μm |
| 比較 例 品 | | 1 Al-20Sn | 溶射 | Al-20Sn | 70 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 2 Al-20Sn-1Cu | 鑄造 | 無 | — | — | 無 | — |
| | | 3 Al-60Sn-1Cu | 鑄造 | 無 | — | — | 無 | — |
| | | 4 Al-20Sn | CS | Al-20Sn | 30 | 無 | 無 | — |
| | | 5 Cu-20Pb-3Sn | 熔結 | Cu-20Pb-3Sn | 100 | 無 | 無 | — |
| | | 6 Ag | めっき | 無 | — | — | 無 | — |
| 実 施 例 品 | | 1 Al-20Sn | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 2 Al-20Sn | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 3 Al-20Sn | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 4 Al-60Sn | CS | Al-50Sn | 70 Sn | 10 | 無 | — |
| | | 5 Al-60Sn | CS | Al-50Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 6 Al-5Sn | CS | Al-2Sn | 10 Sn | 5 | 無 | — |
| | | 7 Al-5Sn | CS | Al-2Sn | 10 Sn | 5 | 無 | — |
| | | 8 Al-20Sn-1Si | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 Si | 5 | — |
| | | 9 Al-20Sn-3Al2O3 | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 10 Al-60Sn | CS | Al-50Sn | 30 Sn | 30 Al | 2 | — |
| | | 11 Al-60Sn | CS | Al-50Sn | 100 Sn | 10 | 無 | — |
| | | 12 Al-20Sn-10Al ₂ O ₃ | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| | | 13 Al-20Sn-5Pb | CS | Al-10Sn-1Pb | 30 Sn, Pb | 30 | 無 | — |
| | | 14 Al-20Sn-1Si-1Al ₂ O ₃ | CS | Al-10Sn | 30 Sn | 30 Si | 5 | — |
| | | 15 Al-20Sn-1Cu | CS | Al-10Sn-2Cu | 30 Sn | 30 | 無 | — |
| 16 Cu-20Pb | CS | Cu-10Pb | 30 Pb | 30 | 無 | — | | |
| 17 Cu-20Pb | CS | Cu-20Pb | 30 Pb | 30 | 無 | — | | |
| 18 Cu-20Pb-3Sn | CS | Cu-10Pb-5Sn | 30 Pb | 30 | 無 | — | | |
| 19 Cu-70Sn | CS | Cu-30Sn | 30 Sn | 30 | 無 | — | | |
| 20 Ag-10Pb | CS | Ag-5Pb | 30 Pb | 30 | 無 | — | | |
| 21 Ag-10Pb-1Si | CS | Ag-5Pb | 30 Pb | 30 Si | 5 | — | | |

10

20

30

【 0 0 3 3 】

【表 2】

| 試料No. | 組成 | 試料構成 | | | | | | | | | | 試験結果 | | | |
|----------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------|-----------|------------|----|-----------|------------|-------------|---------------------|----------|-------------------------------|
| | | 基材 | | 合金粒子 | | | | 被覆層 | | | | 疲労試験 MPa | 疲労試験 異物試験 MPa | | |
| | | 成分 | サイズ μm | 軟質相サイズ μm | 形状 長さ比較 | 成分 | サイズ μm | 形状 長さ比較 | 成分 | サイズ μm | 形状 長さ比較 | | | 気孔 有無 | 軟質金属粒子 サイズ比較 分數相<軟質金属粒子 |
| | | | | | | | | | | | | 成分 | サイズ μm | | |
| 比較 例品 | 1 Al-20Sn | 鋼 | 無 | - | - | Sn | 2 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 110 | 80 | |
| | 2 Al-20Sn-1Cu | 鋼 | 無 | - | - | Sn | 20 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 115 | 80 | |
| | 3 Al-60Sn-1Cu | 鋼 | 無 | - | - | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 80 | |
| | 4 Al-20Sn | Al合金 | Al-20Sn | 30 | 2 L>T | 無 | - | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 115 | 50 | |
| | 5 Cu-20Pb-3Sn | 鋼 | 無 | - | - | Pb | 30 L=T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 105 | 80 | |
| | 6 Ag | Cu合金 | 無 | - | - | 無 | - | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 110 | 80 | |
| 実施 例品 | 1 Al-20Sn | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L=T | Sn | 30 L=T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 | |
| | 2 Al-20Sn | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L=T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 | |
| | 3 Al-20Sn | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L=T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 | |
| | 4 Al-60Sn | Al合金 | Al-50Sn | 30 | 20 L>T | Sn | 10 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 115 | 50 | |
| | 5 Al-60Sn | Al合金 | Al-50Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 60 | |
| | 6 Al-5Sn | 鋼 | Al-2Sn | 10 | 2 L=T | Sn | 30 L=T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 105 | 80 | |
| | 7 Al-5Sn | 鋼 | Al-2Sn | 10 | 2 L=T | Sn | 30 L=T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 110 | 80 | |
| | 8 Al-20Sn-1Si | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | Si | - | - | 5 | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 |
| | 9 Al-20Sn-3Al2O3 | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 115 | 90 | |
| | 10 Al-60Sn | Al合金 | Al-50Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | Al | - | - | 5 | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 70 |
| | 11 Al-60Sn | Al合金 | Al-50Sn | 100 | 30 L>T | Sn | 80 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相>軟質金属粒子 | 115 | 45 | |
| | 12 Al-20Sn-10MnS2 | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 130 | 80 | |
| | 13 Al-20Sn-5Pb | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn, Pb | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 125 | 80 | |
| | 14 Al-20Sn-1Si-1Al2O3 | 鋼 | Al-10Sn | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | 5 | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 |
| | 15 Al-20Sn-1Cu | 鋼 | Al-10Sn-2Cu | 30 | 2 L>T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 | |
| 16 Cu-20Pb | 鋼 | Cu-10Pb | 30 | 2 L=T | Sn | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 120 | 90 | | |
| 17 Cu-70Pb | Cu合金 | Cu-30Pb | 30 | 5 L>T | Pb | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 50 | 115 | | |
| 18 Cu-20Pb-3Sn | 鋼 | Cu-10Pb-5Sn | 30 | 5 L>T | Pb | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 85 | 90 | | |
| 19 Cu-70Pb | Cu合金 | Cu-30Pb | 30 | 5 L>T | Pb | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 50 | 120 | | |
| 20 Ag-10Pb | Cu合金 | Ag-5Pb | 30 | 5 L>T | Pb | 30 L>T | 無 | - | - | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 80 | 90 | | |
| 21 Ag-10Pb-1Si | Cu合金 | Ag-5Pb | 30 | 5 L>T | Pb | 30 L>T | Si | - | - | 5 | ○ | 分數相<軟質金属粒子 | 80 | 110 | |

T=厚さ方向長さ
L=長さ方向に対し垂直方向の長さ

10
20
30
40

【表 3】

焼付試験

| 試験条件 | 寸法 | 単位 |
|-------|-----------|-------------|
| シャフト径 | Φ 5 3 | mm |
| 軸受幅 | 1 7 | mm |
| 回転数 | 3 6 0 0 | r p m |
| 周速 | 1 0 | m / s |
| 潤滑油 | S A E 2 0 | — |
| 入口温度 | 1 0 0 | ℃ |
| 給油量 | 1 2 . 5 | c c / m i n |
| 軸 材質 | S 5 5 C | — |
| 粗さ | 1 . 0 以下 | μ m |

10

【 0 0 3 5 】

【表 4】

疲労試験

| 試験条件 | 寸法 | 単位 |
|-------|-----------|-------|
| シャフト径 | φ 5 3 | mm |
| 軸受幅 | 1 7 | mm |
| 回転数 | 3 2 5 0 | r p m |
| 周速 | 9 | m / s |
| 潤滑油 | S A E 2 0 | — |
| 入口温度 | 1 0 0 | ℃ |
| 給油圧 | 0 . 4 9 | M P a |
| 軸 材質 | S 5 5 C | — |
| 粗さ | 1 . 0 以下 | μ m |
| 試験時間 | 2 0 | H r |

30

【 0 0 3 6 】

上記コールドスプレー装置は、金属粒子を溶融させることなく基材に衝突させるための装置であって、粉末供給装置、ガス加熱装置、先細末広がり状のノズル（ラバルノズル）からなるガンを備えている。粉末供給装置からガンに粉末（金属粒子）を供給すると共に、ガンから作動ガスを高速度で噴き出させることにより、粉末を作動ガス流により基材に勢い良く衝突させるものである。この場合、作動ガスをガス加熱装置によって加熱することで、ガンから噴き出るガスの速度を高くすることができる。この加熱装置による加熱温度は、高くし過ぎると、金属粒子が溶融したりするため、500 以下の温度とする。通常は、200～400 で行い、ここでは400 で行った。

40

【 0 0 3 7 】

また、通常、作動ガス圧は、0.4～4 MPaで行い、ここでは1～2 MPaで行った

50

。ガンから勢い良く噴き出された粉末は、基材に衝突して基材中に入り込むと共に、その基材に入り込んだ粉末上に粉末が積層されてゆくことで成膜され、被覆層となる。以下では、このコールドスプレー装置を使用して被覆層を形成する方法をCS法ということとする。

【0038】

次に試料の製造法を説明する。

<実施例品1～21>

*実施例品1～3, 6～9, 12～16, 18

脱脂洗浄した鋼板を治具に固定し、表面をブラスト処理によって粗面化した後、表1の組成欄に示す組成となるように、表1の粉末材料欄に示す合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子を計量して満遍なく混合し、これをコールドスプレー装置によって鋼板に衝突させて1mm厚の被覆層を形成した。この鋼板(裏金層)上に被覆層を設けてなるパイメタルを半割軸受状にプレス加工し、鋼裏金厚さ1.5mm、被覆層厚さ0.2～0.3mmの実施例品1～3, 6～9, 12～16, 18を得た。

10

【0039】

*実施例品4, 5, 10, 11

例えば、Zn:4質量%、Si:1質量%、残部AlからなるAl合金を鋳造および圧延してAl合金板を製造し、このAl合金板を鋼板上に重ねてロール圧延して両者を圧接し、パイメタルを得た。そして、このパイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工したものを治具に固定し、表1の組成欄に示す組成となるように、表1の粉末材料欄に示す合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子を計量して満遍なく混合し、これをコールドスプレー装置によってAl合金層に衝突させて0.1mm厚の被覆層を形成した。この場合、ガンが半割形状の内面に沿うようにコールドスプレー装置のガンと治具とを連続的に動かして被覆層を形成してゆくものである。そして、被覆層を0.1mm厚に成膜した後、最終的に20μm厚の被覆層となるように仕上げ加工して実施例品4, 5, 10, 11を得た。

20

【0040】

*実施例品17, 19, 20, 21

例えば、Pb:20質量%、Sn:3質量%、残部Cuからなる250μm以下の焼結用Cu合金を、厚さ1.3mmの鋼板上に均一に散布し、還元雰囲気中で、800～920の温度で初回の焼結を約15分間行い、その後、ロール圧延を行った。更に、密度を増すために、焼結、ロール圧延を必要回数繰り返し、鋼板上にCu合金層を接合したパイメタルを製造した。そして、このパイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工したものを治具に固定し、表1の組成欄に示す組成となるように、表1の粉末材料欄に示す合金粒子、軟質金属粒子、硬質金属粒子を計量して満遍なく混合し、これをコールドスプレー装置によってCu合金層に衝突させて0.1mm厚の被覆層を形成した。この場合、ガンが半割形状の内面に沿うようにコールドスプレー装置のガンと治具とを連続的に動かして被覆層を形成してゆくものである。そして、被覆層を0.1mm厚に成膜した後、最終的に20μm厚の被覆層となるように仕上げ加工して実施例品17, 19, 20, 21を得た。

30

40

【0041】

<比較例品>

*比較例品1

脱脂洗浄した鋼板を治具に固定し、表面をブラスト処理によって粗面化した後、表1の組成欄に示す組成となるように、表1の粉末材料欄に示す合金粒子、軟質金属粒子を計量して満遍なく混合し、これを溶射装置(高速フレーム溶射)により鋼板表面に溶射して1mm厚の被覆層を形成し、パイメタルを製造した。このパイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工して鋼裏金厚さ1.5mm、被覆層厚さ0.2～0.3mmの比較例品1を得た。

【0042】

50

* 比較例品 2, 3

表 1 の組成欄に示す組成の A 1 合金を鑄造および圧延して A 1 合金板を製造し、この A 1 合金板を鋼板に重ね合わせてロール圧接し、バイメタルを形成した。このバイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工して比較例品 2, 3 を得た。

【 0 0 4 3 】

* 比較例品 4

上記実施例品 4, 5, 10, 11 の製造時に使用したバイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工したものを治具に固定し、表 1 の組成欄に示す組成となるように、表 1 の粉末材料欄に示す合金粒子を所要量だけ計量して満遍なく混合し、これを上記実施例品 4, 5, 10, 11 と同様にコールドスプレー装置によって A 1 合金層に衝突させて 1 mm 厚の被覆層を形成した。そして、被覆層を 0.1 mm 厚に成膜した後、最終的に 20 μm 厚の被覆層となるように仕上げ加工して比較例品 4 を得た。

【 0 0 4 4 】

* 比較例品 5

表 1 の組成欄に示す組成の合金粒子からなる焼結用 C u 合金を所要量計量して満遍なく混合し、これを厚さ 1.3 mm の鋼板上に均一に散布し、還元雰囲気中で、800 ~ 920 の温度で初回の焼結を約 15 分間行い、その後、ロール圧延を行った。更に、密度を増すために、焼結、ロール圧延を必要回数繰り返し、鋼板上に C u 合金層を接合したバイメタルを製造した。そして、このバイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工して比較例品 5 を得た。

【 0 0 4 5 】

* 比較例品 6

実施例品 17, 19, 20, 21 の製造時に使用したバイメタルを半割軸受状にプレス加工し、所定の寸法に切削加工したものの C u 合金層上に A g めっきを施して比較例品 6 を得た。

【 0 0 4 6 】

以上のようにして製造した実施例品 1 ~ 21、比較例品 1 ~ 6 の被覆層について、合金粒子のサイズ、合金粒子中の軟質金属の分散相のサイズ、合金粒子の形状、軟質粒子のサイズおよび形状、硬質金属粒子のサイズ、気孔の有無、合金粒子中の軟質金属の分散相と軟質金属粒子との大きさの関係を調べ、これを表 2 に表示した。なお、合金粒子および軟質金属粒子の形状は、被覆層の厚さ方向の長さを T、厚さ方向に垂直な方向の長さを L としてその大小関係で示した。

【 0 0 4 7 】

また、実施例品 1 ~ 21、比較例品 1 ~ 6 について実施した焼付試験および疲労試験の結果を表 2 に示した。この焼付試験および疲労試験の結果について考察する。

実施例品 1 ~ 21 は、比較例品 1 ~ 6 に比べ、非焼付性および耐疲労性に優れたものとなっている。以下、詳述する。

【 0 0 4 8 】

(1) 実施例品 1 ~ 15、比較例品 1 ~ 4 は、A 1 合金を被覆層としている。

< 実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 と比較例品 1, 2 >

実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 と比較例品 1, 2 とは、被覆層の S n 含有量が同じ (20 質量 %) である。

比較例品 1 は被覆層を溶射によって形成しているため、図 5 のように軟質の S n が微細な相となって分散しているが、大きなサイズのものが見られない組織となる。このため、強度が高く耐疲労性には優れるが、非焼付性は不十分となる。比較例品 2 は被覆層を鑄造によって形成しているため、図 4 のように大きなサイズの軟質の S n が存在しているが、微細な相が見られない組織となる。このため、なじみ性および異物埋収性、ひいては非焼付性に優れるが、強度が不十分で耐疲労性に欠ける。

【 0 0 4 9 】

これに対し、実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 は、C S 法により被覆層を形成して

10

20

30

40

50

いるため、図 1 に示すように大きなサイズの軟質の Sn からなる粒子（軟質金属粒子）4 が、Al をマトリックス 6 とする被覆層中に存在した組織となっており、合金粒子 10 中では軟質の Sn が微細な相（分散相）8 となって分散した組織となっている。このため、実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 は、なじみ性および異物埋込性、ひいては非焼付性に優れると共に、強度が十分で、耐疲労性にも優れたものとなる。

【0050】

<実施例品 4, 5, 10 と比較例品 3 >

実施例品 4, 5, 10 と比較例品 3 とは、被覆層の Sn 含有量が同じ（60 質量%）である。比較例品 3 の被覆層は鋳造によるものであるから、比較例品 2 と同様に、非焼付性に優れるが、耐疲労性が不十分である。これに対し、実施例品 4, 5, 10 は、非焼付性および耐疲労性共に優れる。

10

なお、硬質の Si や Al からなる粒子（硬質金属粒子）を含む場合、それらは、図 1 中のハッチングを施した粒子 11 で示すように、被覆層中に存在している。

【0051】

<実施例品 11 について>

実施例品 11 は、被覆層の組成が実施例品 4, 5, 10 と同じである。しかしながら、合金粒子のサイズが実施例品 4, 5, 10 では 70 μm 以下であるのに対し、実施例品 11 では 70 μm を超え、100 μm と大きい。このため、耐疲労性において、実施例品 11 は、実施例品 4, 5, 10 に比べて低くなっている。

20

【0052】

<実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 と比較例品 4 >

実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 と比較例品 4 とは、Sn の含有量が同じである。しかも、比較例品 4 の被覆層は、CS 法によって作成されている。しかしながら、比較例品 4 では、合金粒子のみを使用し、軟質金属粒子を用いていないため、大きいサイズの Sn 粒子がない組織となっており、非焼付性において劣る。これに対し、実施例品 1 ~ 3, 8, 9, 12 ~ 15 は、非焼付性および耐疲労性共に比較例品 4 よりも優れている。

【0053】

<実施例品 1 ~ 3 について>

実施例品 1 の合金粒子の形状は、 $L = T$ となっているが、実施例品 2 の合金粒子の形状は、 $L > T$ となっている。そして、非焼付性において、実施例品 2 の方が実施例品 1 よりも優れている。また、実施例品 1 の軟質金属粒子の形状は、 $L = T$ となっているが、実施例品 3 の軟質金属粒子の形状は、 $L > T$ となっている。そして、非焼付性において、実施例品 3 の方が実施例品 1 よりも優れている。このように、合金粒子および軟質金属粒子共に、 $L > T$ であると、非焼付性が向上することが理解される。

30

【0054】

<実施例品 4, 5 >

実施例品 4 は、合金粒子中の Sn 相が軟質金属粒子として単独で存在する Sn 粒子よりも大きい。これに対し、実施例品 5 は、合金粒子中の Sn 相が軟質金属粒子として単独で存在する Sn 粒子よりも小さく、4 μm 以下のサイズ、具体的には 2 μm となっている。そして、実施例品 5 は、実施例品 4 に比べて、非焼付性および耐疲労性共に優れている。このように、合金粒子中の軟質金属の分散相が、軟質金属粒子よりも小さいサイズで、4 μm 以下となっていることによって非焼付性および耐摩耗性が共に向上することが理解される。

40

【0055】

<実施例品 3, 5, 8 ~ 10, 14 について>

実施例品 3 と実施例品 8, 9, 14、実施例品 5 と実施例品 10 は、それぞれ Sn 含有量が同じである。しかし、実施例品 3、実施例品 5 が、硬質金属粒子を含んでいないのに対し、実施例品 8, 10 は、硬質金属粒子を含んでいる。そして、硬質金属粒子を含む実施例品 8, 10 は、耐摩耗性が向上し、硬質金属粒子を含まない実施例品 3, 5 よりも耐疲労性に優れている（なお、摩耗量は、疲労試験前後の被覆層の厚さの差から算出した。

50

下の表 5 参照)。このように硬質金属粒子を含有することによって耐疲労性及び耐摩耗性が向上する。酸化物である Al_2O_3 を含有する実施例品 9, 14 も、耐疲労性及び耐摩耗性が向上している。

【 0 0 5 6 】

【表 5】

| | 試料No. | 摩耗量(μm) |
|------|-------|----------------|
| 実施例品 | 3 | 10 |
| | 5 | 10 |
| | 8 | 6 |
| | 9 | 6 |
| | 10 | 6 |
| | 14 | 4 |

10

20

【 0 0 5 7 】

< 実施例品 6, 7 >

実施例品 6, 7 は、被覆層の Sn 含有量が 5 質量%と低い。しかしながら、非焼付性および耐疲労性において、他の実施例品に比べて遜色ない。従って、Sn (軟質金属粒子) は、5 質量%以上あれば、非焼付性および耐摩耗性に優れた被覆層を得られることが理解される。

また、実施例品 6 の被覆層には、気孔が存在しないが、実施例品 7 の被覆層中には、気孔が存在している (気孔は主に粒子間に存在するが、小さいため図示省略)。そして、気孔のある実施例品 7 の方が、気孔のない実施例品 6 よりも非焼付性に優れている。このように被覆層中の気孔は、非焼付性の向上に寄与する。

30

(2) 実施例品 16 ~ 19、比較例品 5 は、Cu 合金を被覆層としている。

【 0 0 5 8 】

< 実施例品 16 ~ 19 と比較例品 5 との比較 >

比較例品 5 は、焼結によって被覆層を形成している。Pb 含有 Cu 合金粒子を焼結すると、融点の低い軟質金属成分である Pb がその合金粒子から溶出して、その合金粒子の表面に滲み出る。このため、焼結層 (被覆層) には、微細に分散した Pb 相は存在しない。

これに対し、実施例品 16, 18 は、比較例品 5 と同様の軟質金属粒子が存在すると共に微細に分散した $5 \mu m$ の Pb 相が存在することで、非焼付性および耐疲労性共が向上している。

40

また、実施例品 17, 19 は、潤滑作用を発揮する Pb や Bi を 70 質量%含有する被覆層である。Pb や Bi による軟質金属粒子と微細な分散相とによって、十分な耐疲労性を維持しながら飛躍的に非焼付性が向上している。

【 0 0 5 9 】

(3) 実施例品 20, 21、比較例品 6 は、Ag、Ag 系合金を被覆層としている。

< 実施例品 20, 21 と比較例品 6 との比較 >

比較例品 6 は、被覆層を Ag めっきすることによって形成している。このため、耐疲労性には優れるが、非焼付性の低いものとなる。これに対し、実施例品 20, 21 は、被覆層を CS 法によって形成し、しかも、Pb を軟質金属粒子として含んでいるため、耐疲労

50

性に優れることは勿論、非焼付性にも優れたものとなる。

【0060】

なお、本発明は上記し且つ図面に示す実施例に限定されるものではなく、次のような拡張或いは変更が可能である。

被覆層は、互いに相分離する2種の金属成分からなるものに限られず、互いに相分離する金属成分を3種或いはそれ以上含んでいても良く、所定の金属成分には相分離しない金属成分を含んでいても良い。

互いに相分離する金属成分を3種或いはそれ以上含んでいる場合、合金粒子を、それら相分離する金属成分のうちから選択した2種の金属成分により構成しても良い。

合金粒子を構成する金属成分が3種以上あった場合、軟質な金属粒子を構成する金属成分は、それら3種の金属成分のうち2番目以降の硬さの金属成分とすれば良い。

被覆層には、例えば、 Al_2O_3 、 SiC 、 Si_3N_4 、 WC 、 Mo_2C などの炭化物、窒化物、酸化物の粒子を含ませることができる。これらは、200HV以上であることが好ましい。また、被覆層には、例えば、 MoS_2 やグラファイト等の固体潤滑剤を含ませることができる。前記 Al_2O_3 や MoS_2 は、図1中のハッチングを施して示す硬質金属粒子11と同様に、被覆層中に存在させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明の被覆層の組織を示す図

【図2】摺動材料の断面図

【図3】図2とは異なる摺動材料の断面図

【図4】鋳造による被覆層の組織を示す図

【図5】溶射による被覆層の組織を示す図

【図6】粒子の外接球直径を示す図

【符号の説明】

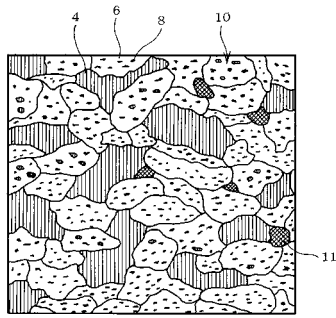
【0062】

図面中、1は裏金属層、2は軸受合金層、3はオーバーレイ層、4は軟質金属粒子、6はマトリックス、8は分散相、10は合金粒子である。

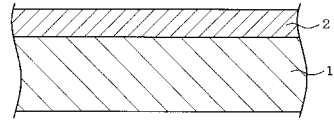
10

20

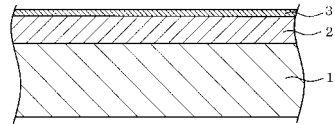
【 図 1 】



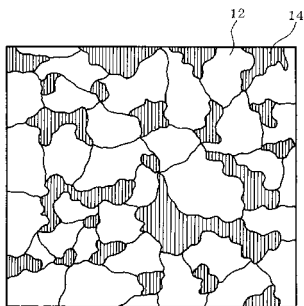
【 図 2 】



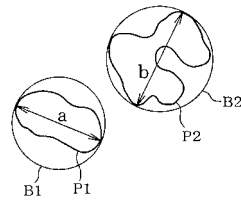
【 図 3 】



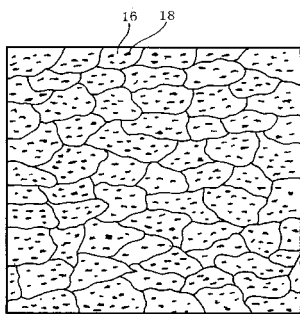
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

| | | | |
|-------------|-----------------|---------|--------------|
| (51)Int.Cl. | | F I | |
| C 2 2 C | 21/10 (2006.01) | C 2 2 C | 21/10 |
| C 2 2 F | 1/04 (2006.01) | C 2 2 F | 1/04 Z |
| C 2 2 F | 1/08 (2006.01) | C 2 2 F | 1/08 F |
| C 2 2 F | 1/14 (2006.01) | C 2 2 F | 1/14 |
| F 1 6 C | 33/14 (2006.01) | F 1 6 C | 33/14 Z |
| C 2 2 F | 1/00 (2006.01) | C 2 2 F | 1/00 6 2 3 |
| | | C 2 2 F | 1/00 6 2 1 |
| | | C 2 2 F | 1/00 6 3 1 A |
| | | C 2 2 F | 1/00 6 8 7 |
| | | C 2 2 F | 1/00 6 9 1 B |
| | | C 2 2 F | 1/00 6 9 1 C |

- (72)発明者 藤田 正仁
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
- (72)発明者 稲見 茂
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
- (72)発明者 榊 和彦
長野県長野市若里4 - 1 7 - 1 国立大学法人信州大学工学部内
- (72)発明者 新海 修平
長野県長野市若里4 - 1 7 - 1 国立大学法人信州大学工学部内

審査官 瀬川 裕

- (56)参考文献 特開2001-020856(JP,A)
特開平11-293368(JP,A)
特表2007-507605(JP,A)
特開2002-206158(JP,A)
特開2000-119791(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 1 6 C 3 / 0 0 - 9 / 0 6 ,
F 1 6 C 1 7 / 0 0 - 1 7 / 2 6 ,
F 1 6 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8 ,
C 2 2 C 5 / 0 6 ,
C 2 2 C 9 / 0 0 ,
C 2 2 C 9 / 0 8 ,
C 2 2 C 2 1 / 0 0 ,
C 2 2 C 2 1 / 1 0 ,
C 2 2 F 1 / 0 0 - 3 / 0 2