

(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
2012 年 8 月 16 日(16.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/108528 A1

- (51) 国際特許分類:
C25D 7/00 (2006.01) F16C 9/04 (2006.01)
C25D 5/10 (2006.01) F16C 17/02 (2006.01)
C25D 5/20 (2006.01) F16C 33/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053125
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 10 日(10.02.2012)
- (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 2011-027229 2011 年 2 月 10 日(10.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 朝倉 啓之
(ASAKURA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒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). 安井 幹人 (YASUI, Mikihiro)
[JP/JP]; 〒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). 羽
根田 成也 (HANEDA, Shigeya) [JP/JP]; 〒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). 高柳 聡 (TAKAY-
ANAGI, Satoshi) [JP/JP]; 〒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). 山田 達夫 (YAMADA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒
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).

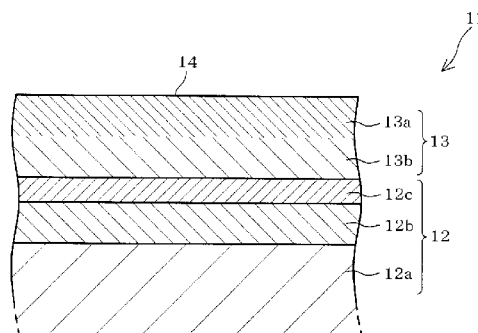
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,

[続葉有]

(54) Title: SLIDING MEMBER

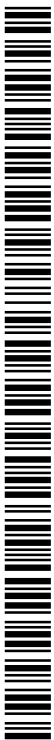
(54) 発明の名称: 摺動部材

[図1]



(57) Abstract: A sliding member (11) is provided with a substrate (12) and an overlay layer (13) superposed on the substrate (12). The overlay layer (13) has, arranged in the thickness direction, a plurality of regions from a region (13a) on a sliding surface (14) side, where sliding with a counterpart member occurs, to a region (13b) on the substrate (12) side. The material for forming the overlay layer (13) has a plurality of crystal planes. The orientation index of at least one crystal plane of the plurality of crystal planes differs between the region (13a) on the sliding surface (14) side of the overlay layer (13) and the region (13b) on the substrate (12) side of the overlay layer (13).

(57) 要約: 摺動部材 11 は、基材 12 と、基材 12 に重ねて設けられているオーバーレイ層 13 とを備える。オーバーレイ層 13 は、厚さ方向に相手側部材と摺動する摺動面 14 側の領域 13a から基材 12 側の領域 13b まで複数の領域を有している。オーバーレイ層 13 を形成する材料は、複数の結晶面を有している。複数の結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数は、オーバーレイ層 13 の摺動面 14 側の領域 13a と基材 12 側の領域 13b とで異なっている。



WO 2012/108528 A1



JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 摺動部材

技術分野

[0001] 本発明は、基材上にオーバーレイ層を備えた摺動部材に関する。

背景技術

[0002] 自動車の内燃機関に使用されるすべり軸受などの摺動部材は、例えば、裏金属層上に設けられた軸受合金層上に、耐疲労性および非焼付性などの軸受特性の向上を図るためのオーバーレイ層を備えている。

[0003] オーバレイ層は、従来、軟質のPb合金で形成されている。また、近年、環境負荷の大きいPbの代替として、BiまたはBi合金などの金属を用いることが提案されている。しかしながら、Biは脆いため、オーバーレイ層の耐疲労性が劣ることがある。そのため、例えば特開2006-266445号公報では、オーバーレイ層を形成するBiまたはBi合金の結晶粒子を柱状晶にして、クランクシャフトなどの相手部材の荷重をこの結晶粒子の長手方向で支えて、オーバーレイ層の耐疲労性を向上させている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 内燃機関の更なる高性能化を図ろうとすると、コンロッドなどに組付けられる摺動部材にとってはより過酷な状況に曝されることになる。そのため、摺動部材は、より高性能化が求められる。

すなわち、摺動部材の高性能化を実現するために、オーバーレイ層の耐疲労性の更なる向上が求められてきた。そこで、オーバーレイ層を薄くすることによってオーバーレイ層の耐疲労性の向上が図られ、しいては摺動部材の耐疲労性の向上が図られている。しかしながら、オーバーレイ層を単に薄くする方法では、オーバーレイ層の異物埋収性およびなじみ性が低下する問題が出てきた。

[0005] 本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、異物埋

収性およびなじみ性を低下させることなく耐疲労性に優れる摺動部材を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者は、オーバーレイ層を形成する材料のミラー指数と、オーバーレイ層の厚さ方向の形態とに着目して鋭意実験を重ねた。その結果、本発明者は、オーバーレイ層を薄くしなくても、オーバーレイ層の厚さ方向においてミラー指数で示される結晶面の配向指数が異なるようにオーバーレイ層を形成することにより、オーバーレイ層の耐疲労性を向上させることができ摺動部材の耐疲労性が向上することを、解明した。これは、オーバーレイ層の薄膜効果によるものと考えられる。

[0007] 本発明の一実施形態の摺動部材は、基材と、前記基材に重ねて設けられているオーバーレイ層とを備える。前記オーバーレイ層は、厚さ方向に相手側部材と摺動する摺動面側の領域から前記基材側の領域まで複数の領域を有する。前記オーバーレイ層を形成する材料は、複数の結晶面を有する。前記結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数は、前記オーバーレイ層の前記摺動面側の領域と前記基材側の領域とで異なる。

[0008] 上記の構成により、本発明の一実施形態の摺動部材は、異物埋収性およびなじみ性を低下させることなく優れた耐疲労性を発揮する。

本発明では、結晶面をミラー指数で示す。ミラー指数は (h, k, l) のように表される。 h, k, l は整数である。結晶面のX線回折強度を $R_{(h, k, l)}$ としたとき、「配向指数 (%) = $\{R_{(h, k, l)} \div \sum R_{(h, k, l)}\} \times 100$ (%)」で表される。この式において、分子の $R_{(h, k, l)}$ は、配向指数を求めるある面のX線回折強度であり、分母の $\sum R_{(h, k, l)}$ は、各面のX線回折強度の総和である。

[0009] 基材は、オーバーレイ層を設けるための構成物である。例えば、裏金層上に軸受合金層が設けられ、この軸受合金層とオーバーレイ層との間に接着層として中間層が設けられている場合、裏金層、軸受合金層および中間層は基材である。また、裏金層上に軸受合金層が設けられ、この軸受合金層上にオー

バレイ層が設けられている場合、裏金層および軸受合金層は基材である。その他、裏金層上にオーバレイ層が設けられている場合、裏金層は基材である。

[0010] 軸受合金層を設ける場合、軸受合金層は、A l、A l合金、C u、C u合金、またはその他の材料で形成されている。

中間層を設ける場合、中間層は、A g、A g合金、N i、N i合金、C oおよびC o合金のうちから選択された1種類以上で形成されていることが好ましい。これは、オーバレイ層の接着力向上やオーバレイ層の表面粗さ安定性向上を図ることができるからである。

[0011] オーバレイ層は、当該オーバレイ層全体にわたって同一の組成の材料で形成されている。オーバレイ層を形成する材料は、複数の結晶面を有している。この材料としては、B i、B i基またはA g基の材料であることが好ましい。また、オーバレイ層を形成する材料は、S n、S n合金、A g、N iおよびN i合金のいずれかであってもよい。特に、オーバレイ層をB i、B i合金またはA g合金で形成する場合、前述の効果を製造上、より容易に得ることができる。B i合金としては、例えばB i C u合金、B i S n合金、B i S n C u合金であることが好ましい。

[0012] オーバレイ層には、窒化珪素などの硬質粒子、または二硫化モリブデンなどの固体潤滑剤が添加されてもよい。

オーバレイ層の厚さ方向の寸法すなわち膜厚は、優れた耐疲労性をより安定して発揮させるために、30 μ m以下であることが好ましい。また、オーバレイ層の膜厚は、オーバレイ層の異物埋収性およびなじみ性などの軸受特性を良好にするために、5 μ m以上であることが好ましい。オーバレイ層の膜厚は、7～22 μ mがより好ましい。

[0013] ここで、オーバレイ層は、厚さ方向において複数の領域で形成されている。そして、オーバレイ層の摺動面側の領域と基材側の領域とで、オーバレイ層を形成する材料の結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数が異なっている。

上述した領域とは、オーバレイ層全体のうち当該オーバレイ層を形成する材料が有するすべての結晶面において、各結晶面の配向指数が、空間的に距離を有する微小点群においてそれぞれ同じである、微小点群の一続きの部分、すなわちすべての結晶面によるX線回折強度の比（以下、配向パターンとも言う）が同じである所定範囲のことである。

[0014] 領域は、所定の幅を持った層形態の部位とすることができる。オーバレイ層を形成する複数の領域は、オーバレイ層の厚さ方向に積み重ねられている。なお、オーバレイ層の厚さ方向において、配向パターンが同じである領域が離れている場合、これらの領域は別の領域であるとする。

[0015] オーバレイ層の摺動面側の領域とは、複数の領域のうちの一の領域であって、当該オーバレイ層の基材側の領域よりも相対的にオーバレイ層の摺動面側に位置している領域のことである。

オーバレイ層の摺動面側の領域は、複数の領域のうち最も摺動面側に位置している領域とすることが、オーバレイ層を制御する面で好ましい。また、オーバレイ層の基材側の領域とは、複数の領域のうちの一の領域であって、当該オーバレイ層の摺動面側の領域よりも相対的に基材側に位置している領域のことである。オーバレイ層の基材側の領域は、複数の領域のうち最も基材側に位置している領域とすることが、オーバレイ層を制御する面で好ましい。

[0016] 例えば、オーバレイ層が2つの領域で形成されている場合、これら2つの領域のうちオーバレイ層の摺動面がある領域がオーバレイ層の摺動面側の領域となり、残りの領域すなわち基材と接する領域がオーバレイ層の基材側の領域となる。

また、オーバレイ層が3つ以上の領域で形成されている場合、例えば、オーバレイ層の摺動面がある領域がオーバレイ層の摺動面側の領域となり、基材と接する領域がオーバレイ層の基材側の領域となる。

オーバレイ層を形成する複数の領域について、図2を参照して説明する。図2は、オーバレイ層の厚さ方向の位置と、その位置でのオーバレイ層を形

成する材料のある結晶面の配向指数との関係、すなわちオーバーレイ層を形成する領域の分布を概略的に例示したものである。

[0017] 図2 aは、オーバーレイ層が2つの領域で形成されている一例を示している。この図2 aでは、ある結晶面に着目したときのその結晶面の配向指数は、オーバーレイ層の厚さ方向の中央で変わっている。

図2 bは、オーバーレイ層が3つ以上の領域、具体的には5つの領域で形成されている一例を示している。この図2 bでは、ある結晶面に着目したときのその結晶面の配向指数は、オーバーレイ層の厚さ方向において段階的に、具体的には5段階に変わっている。

図2 cは、オーバーレイ層が複数の領域で形成されているとみなされる一例を示している。この図2 cでは、ある結晶面に着目したときのその結晶面の配向指数は、オーバーレイ層の厚さ方向において曲線的に変わっている。

図2 dも、オーバーレイ層が複数の領域で形成されているとみなされる一例を示している。この図2 dでは、ある結晶面に着目したときのその結晶面の配向指数は、オーバーレイ層の厚さ方向において曲線的でかつ波形状に変わっている。

なお、上述したオーバーレイ層を形成する領域の分布は一例に過ぎず、オーバーレイ層を形成する材料のある結晶面の配向指数がオーバーレイ層の厚さ方向において変わっているものは、オーバーレイ層が複数の領域で形成されているものとする。

[0018] 上述した、すべての結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数が異なる、すなわち配向パターンが異なる複数の領域からオーバーレイ層が形成されている構成によれば、当該オーバーレイ層は、同一の組成の薄い層が複数積層した構成のものと同様の作用効果が得られ、摺動部材の耐疲労性を良好にすることができる。言い換えると、オーバーレイ層を形成する各領域が同一の組成の薄い層として作用し、オーバーレイ層の薄膜効果が得られると考えられる。

[0019] さらに、オーバーレイ層全体としては、十分な厚さがあるため、当該オーバ

レイ層の異物埋収性およびなじみ性は良好である。また、オーバレイ層を形成する材料の組成はオーバレイ層全体にわたって同一であるため、当該オーバレイ層の硬さや融点などの物性の場所による違いは実質的でない。

[0020] なお、オーバレイ層を形成する材料として、B i の代わりにB i 合金、A g 合金のいずれを用いても、オーバレイ層を形成する材料がB i である場合と同様の作用効果が得られる。また、オーバレイ層は、B i の代わりにS n 、S n 合金、A g 、N i およびN i 合金を用いても、B i と同様の作用効果が得られる。

[0021] 上述のオーバレイ層において、摺動面側の領域で配向指数が最大である結晶面は「結晶面Z」とする。また、摺動面側の領域で結晶面Zの配向指数は「P」とする。さらに、基材側の領域で結晶面Zに相当する結晶面の配向指数は「Q」とする。このとき、 $Q \div P \times 100 (\%) \leq 50 (\%)$ 、または $Q \div P \times 100 (\%) \geq 200 (\%)$ であることが好ましい。

[0022] 上述の「 $Q \div P \times 100$ 」は、オーバレイ層の厚さ方向において、結晶面Zの配向指数がどの程度変化しているかを示す「変化率」を示している。この変化率が100%である場合、オーバレイ層の厚さ方向、すなわち摺動面側の領域と基材側の領域とにおいて、結晶面Zの配向指数が変化していないことを示す。この変化率が100%から離れるほど、摺動面側の領域と基材側の領域とにおいて、結晶面Zの配向指数が変化していることを示す。

[0023] ここで、変化率が50%以下または200%以上とすると、摺動面側の領域と基材側の領域とで結晶面Zの配向指数を大きく異ならせることができる。そのため、摺動部材の耐疲労性を一層良好にすることができる。これは、オーバレイ層の薄膜効果が効率的に得られるからと考えられる。

[0024] また、オーバレイ層において、摺動面側の領域で配向指数が最大である結晶面は、基材側の領域で配向指数が最大である結晶面と異なることが好ましい。

摺動面側の領域と基材側の領域とで配向指数が最大である結晶面を異ならせると、摺動面側の領域と基材側の領域とで配向パターンを大きく異ならせ

易く、摺動部材の耐疲労性を一層良好にすることができる。これは、オーバーレイ層の薄膜効果が効率的に得られるからと考えられる。

[0025] また、材料として例えばBiを用いた場合、オーバーレイ層の摺動面側の領域の配向指数が最大となる結晶面が、ミラー指数で(003)面、(012)面、(104)面、(202)面、(113)面のいずれかである場合、摺動部材の耐疲労性をより一層良好にすることができる。

[0026] オーバーレイ層の厚さ方向において配向指数が異なる領域を複数形成する方法の1つとしては、多層めっきが挙げられる。具体的には、配向指数に影響すると考えられる添加剤の種類および量が異なる2つ以上のめっき槽を用意し、順番にめっきすることにより、オーバーレイ層厚さ方向において複数の領域を形成することができる。

他にも、オーバーレイ層を形成するめっき中に、電流密度、めっき浴温、攪拌の大きさなどを変更することにより、オーバーレイ層の厚さ方向において複数の領域を形成することができる。

[0027] また、本発明者は、オーバーレイ層を形成するためのめっき液に所定の大きさの複数種の周波数の超音波を加えることにより、オーバーレイ層の厚さ方向において複数の領域を形成できることを見出した。具体的には、本発明者は、オーバーレイ層を形成するためのめっき液に周波数28kHz～170kHzの範囲内のうち高い周波数を用いるほど、材料の結晶面のうち{h, 0, 0}面が優先的に配向される傾向があり、めっき液に周波数28kHz～170kHzの範囲内のうち低い周波数を用いるほど、材料の結晶面のうち{h, k, 0}面が優先的に配向される傾向があることを見出した。

[0028] したがって、周波数28kHz～170kHzの範囲内のうち2種類以上の周波数を選択し、これらの周波数の超音波をめっき時に発振し、且つ、これらの出力を制御、例えば出力の大きさおよび出力時間を変えることにより、オーバーレイ層の厚さ方向において、結晶面の配向指数を任意に変更することが可能となる。

[0029] 上述の周波数の超音波を用いた方法によれば、オーバーレイ層を形成するた

めのめっき槽を複数用いなくてもよい、オーバーレイ層の形成作業が容易となる。さらに、上述の周波数の超音波を用いた方法によれば、オーバーレイ層のめっき中に、電流密度、めっき浴温、攪拌の大きさなどを変更する方法よりも、摺動面の粗さおよび外観などが安定したオーバーレイ層が得られる。

[0030] なお、このめっき液に加える周波数の範囲および周波数の出力は、めっき浴の組成、めっき条件によって異なる。

また、オーバーレイ層の厚さ方向で配向指数を変更する方法は上述した方法に限られない。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の一実施形態の摺動部材を模式的に示す断面図

[図2a]オーバーレイ層を形成する領域の分布を概略的に示す図

[図2b]オーバーレイ層を形成する領域の分布を概略的に示す図

[図2c]オーバーレイ層を形成する領域の分布を概略的に示す図

[図2d]オーバーレイ層を形成する領域の分布を概略的に示す図

[図3a]オーバーレイ層の結晶面およびX線回折強度を示すものであって、摺動面側の領域における結晶面およびX線回折強度を示す図

[図3b]オーバーレイ層の結晶面およびX線回折強度を示すものであって、基材側の領域における結晶面およびX線回折強度を示す図

[図4]B i めっき工程の条件の一例を示す図

[図5]B i またはB i 合金からなるオーバーレイ層を備える実施例品および比較例品の試験結果を示す図

[図6]A g 合金からなるオーバーレイ層を備える実施例品および比較例品の試験結果を示す図

[図7]異物埋収性を確認するための試験の条件の一例を示す図

[図8]なじみ性を確認するための試験の条件の一例を示す図

[図9]耐疲労性試験の条件の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0032] 図1は、摺動部材の一実施形態の断面を示す。図1に示す摺動部材11は

、例えば自動車の内燃機関に使用されるすべり軸受である。摺動部材 1 1 は、基材 1 2 と、基材 1 2 上に設けられたオーバーレイ層 1 3 とを備えている。基材 1 2 は、裏金層 1 2 a と、裏金層 1 2 a 上に設けられた A l 基または C u 基の軸受合金層 1 2 b と、軸受合金層 1 2 b 上に設けられた中間層 1 2 c とを有している。オーバーレイ層 1 3 は、B i 基または A g 基の材料で形成されている。

[0033] オーバレイ層 1 3 は、表面、すなわちオーバーレイ層 1 3 の面のうち基材 1 2 と反対側の面が摺動面 1 4 となる。図示しないクランクシャフトなどの相手部材は、このオーバーレイ層 1 3 の摺動面 1 4 側に位置する。

[0034] オーバレイ層 1 3 は、オーバーレイ層 1 3 を形成する B i のミラー指数で示される結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数が 2 つの領域 1 3 a , 1 3 b で異なっている。領域 1 3 a , 1 3 b は、基材 1 2 上全体にわたって厚さ方向にほぼ一定の幅を持った層形態になっており、オーバーレイ層 1 3 の厚さ方向に積み重なっている。ここで、図 1 において、領域 1 3 a , 1 3 b のうちオーバーレイ層 1 3 の摺動面 1 4 側の領域は領域 1 3 a とし、オーバーレイ層 1 3 の基材 1 2 側の領域は領域 1 3 b として示している。

[0035] 図 3 は、オーバーレイ層 1 3 と同様の構成の試料において、この試料の結晶面および X 線回折強度の一例を示す。結晶面および X 線回折強度は、リガク社製 X 線回折装置 (R I N T 2 2 0 0 V) を用いて測定した。この試料は、後述する実施例品と同様の製造方法で得られたものである。この試料のオーバーレイ層 1 3 の膜厚は 5 μ m であった。

[0036] オーバレイ層 1 3 の摺動面 1 4 側の領域 1 3 a の測定は、オーバーレイ層 1 3 の摺動面 1 4 で行った。この領域 1 3 a の結晶面は、図 3 a に示すようにミラー指数で (0 0 3) 面、(1 0 1) 面、(1 0 4) 面、(1 1 0) 面、(0 0 6) 面、(2 0 2) 面、(1 0 7) 面、(2 0 5) 面、(2 1 4) 面、(0 0 9) 面、(3 0 0) 面などであった。

[0037] オーバレイ層 1 3 の基材 1 2 側の領域 1 3 b の測定は、オーバーレイ層 1 3 の測定視野中における基材 1 2 において、最も摺動面 1 4 側に位置するとこ

ろから0.5 μm 摺動面14側の位置で行った。この領域13bの結晶面は、図3bに示すように、ミラー指数で(003)面、(101)面、(012)面、(104)面、(110)面、(006)面、(202)面、(107)面、(214)面、(009)面などであった。

[0038] 図3aに示すように、摺動面14側の領域13aで配向指数が最大となる結晶面である摺動面側領域配向指数最大結晶面は、ミラー指数で(202)面であった。この結晶面は「結晶面Z」とする。このとき、摺動面14側の領域13aにおける結晶面Zの配向指数Pは、52%であった。また、図3bに示す基材12側の領域13bで結晶面Zに相当する結晶面の配向指数Qは、13%であった。よって、「変化率」は、 $Q \div P \times 100\% = 13 \div 52 \times 100\% \div 25\% < 50\%$ であった。

[0039] また、オーバーレイ層13において、摺動面14側の領域13aで配向指数が最大となる結晶面は、ミラー指数で(202)面であった。基材12側の領域13bで配向指数が最大となる結晶面である基材側領域配向指数最大結晶面は、ミラー指数で(012)面であった。よって、オーバーレイ層13の厚さ方向、すなわち摺動面14側の領域13aと基材12側の領域13bとは、配向指数が最大である結晶面が異なっている。

[0040] 上述の試料は、オーバーレイ層13の膜厚が同等であってオーバーレイ層13の厚さ方向において配向パターンが異なるオーバーレイ層13を備えるものよりも、耐疲労性に優れており、異物埋収性およびなじみ性は同等であった。更に、上述の試料は、変化率が50%超え200%未満のオーバーレイ層13を備えるものや、摺動面14側の領域13aにおける配向指数が最大となる結晶面が基材12側の領域13bにおいて配向指数が最大となる結晶面と同じであるオーバーレイ層13を備えるものよりも、耐疲労性に優れていた。

[0041] 次に、本実施形態の摺動部材11の効果を確認した試験について説明する。

本実施形態の摺動部材11と同様の構成の実施例品1～11は、次のよう

にして得た。

まず、鋼裏金屬上にCu基の軸受合金層を設けてバイメタルが製造される。このバイメタルは、半円筒状または円筒状に成形される。そして、半円筒状または円筒状のバイメタルの軸受合金層の表面は、ボーリング加工により表面仕上げが施される。次に、表面仕上げが施された半円筒状または円筒状の成形物には、電界脱脂および酸による表面洗浄を施した。

[0042] その後、この成形物は、軸受合金層上に、必要に応じて中間層が設けられる。そして、成形物の軸受合金層上または中間層上に、図4に示すめっき工程を実行することにより、オーバーレイ層13を形成した。ここで、このめっき工程において、結晶面の配向指数をオーバーレイ層13の厚さ方向で変化させるために、めっき液に対し、周波数28kHz～170kHzの範囲内のうち2種類の周波数、すなわちこの周波数の範囲から選択された高い周波数および低い周波数の超音波を照射した。照射される超音波の出力は、300W～600Wに設定した。そして、めっき工程中にこれらの周波数の超音波の出力は、上述の周波数の範囲内で変化させた。

[0043] 上述の製造方法によって、オーバーレイ層13の厚さ方向において配向パターンが異なる2つの領域で形成されたオーバーレイ層13を備える摺動部材11の実施例品1～11、実施例品12～15が得られた。実施例品1～11は、BiまたはBi合金からなるオーバーレイ層13を備える。実施例品12～15は、Ag合金からなるオーバーレイ層13を備える。実施例品1～11の特性は図5に示し、実施例品12～15の特性は図6に示す。

[0044] 比較例品1～4または比較例品5～6は、めっき液に加える超音波の出力を変化させない以外、実施例品1～15と同様の製造方法によって得た。このようにして得られた比較例品1～6のオーバーレイ層13は、当該オーバーレイ層13の厚さ方向において配向パターンが異なっていない。比較例品1～6の特性は、図5および図6に示す。

[0045] 異物埋収性およびなじみ性の確認のための試験は、配向パターン以外の条件が同等の実施例品3と比較例品1に対して行った。異物埋収性を確認する

ための試験の条件は、図 7 に示している。また、なじみ性を確認する試験の条件は、図 8 に示している。試験の結果、実施例品 3 および比較例品 1 は、いずれも異物埋収性が 55 MPa、なじみ性が 60 MPa と同等であった。同様に、実施例品 9 と比較例品 2 を比較したところ、実施例品 9 および比較例品 2 は、いずれも異物埋収性が 85 MPa、なじみ性が 80 MPa と同等であった。さらに、実施例品 12 と比較例品 5 とを比較したところ、実施例品 12 および比較例品 5 は、いずれも異物埋収性が 40 MPa、なじみ性が 45 MPa と同等であった。

[0046] 上述の実施例品 1～15 および比較例品 1～6 の試料は、図 9 に示す条件で耐疲労性試験を行った。その試験結果は、図 5 および図 6 に示す。耐疲労性試験では、クラックが発生する面圧の直前の面圧すなわちクラックが発生しない最大面圧を「疲労しない最大面圧」と定義した。

[0047] 図 5 および図 6 において、「膜厚」は、オーバーレイ層 13 の全体における平均の膜厚である。この「膜厚」は、オーバーレイ層 13 の断面写真から目視で測定した。

図 5 および図 6 において、オーバーレイ層 13 の摺動面側の領域 13a を「上領域」とし、オーバーレイ層 13 の基材 12 側の領域 13b を「下領域」としている。この試験では、「上領域」および「下領域」の厚さがほぼ同じになるように、めっき時間の半分で超音波の出力を変化させた。オーバーレイ層 13 の上領域および下領域の結晶面、並びに結晶面の X 線回折強度は、X 線回折装置（リガク社製、RINT2200V）を用いて測定した。

[0048] 上領域の結晶面および X 線回折強度は、オーバーレイ層 13 の摺動面 14 で測定した。下領域の結晶面および X 線回折強度は、測定視野においてオーバーレイ層 13 における基材 12 の最も摺動面 14 側に位置する所から摺動面 14 側に所定の長さ離れた位置で測定した。具体的には、この下領域の結晶面および X 線回折強度は、オーバーレイ層 13 の摺動面 14 側から基材 12 側に向かって電解研磨でオーバーレイ層 13 を削っていき、オーバーレイ層 13 を基材 12 から厚さ方向で 0.5 μ m 残存させ、その残存しているオーバーレイ層

13の表面で測定した。上領域および下領域の結晶面の配向指数は、X線回折強度から算出して求めた。

[0049] 図5および図6において、「変化率」は次のように求めている。すなわち、上領域で配向指数が最大である結晶面は結晶面Zとし、この上領域で結晶面ZのX線回折強度はPとする。そして、上領域の結晶面Zと同一の下領域における結晶面のX線回折強度はQとする。このとき、変化率は、 $Q \div P \times 100$ で求められる。

[0050] 次に、耐疲労性試験の結果について解析する。

実施例品1～15は、オーバーレイ層13が厚さ方向において複数の領域からなり、かつ少なくとも一つの結晶面の配向指数が上領域と下領域とで異なっている。そのため、膜厚が同一の実施例品10と比較例品2との対比で明らかのように、実施例品1～15は比較例品1～6よりも耐疲労性が優れていることがわかる。

実施例品8と実施例品9とを対比すると、変化率が50%以下である実施例品9は、変化率が50%より大きな実施例品8よりも、耐疲労性が一層優れていることがわかる。

実施例品7と実施例品10とを対比すると、変化率が200%以上の実施例品7は、変化率が200%より小さな実施例品10よりも、耐疲労性が一層優れていることがわかる。

[0051] 実施例品6と実施例品8とを対比すると、上領域の配向指数が最大である結晶面と下領域の配向指数が最大である結晶面とが異なる実施例品8は、上領域で配向指数が最大である結晶面が下領域で配向指数が最大である結晶面と異なるため、実施例品6よりも耐疲労性が一層優れていることがわかる。

なお、図示はしないが、オーバーレイ層の組成のみを変更、例えばオーバーレイ層13のBiをBi合金、Sn、Sn合金、Ag、Ni、Ni合金のいずれかに変更した実施例品の異物埋収性、なじみ性および耐疲労性においても、オーバーレイ層13がBiで形成されている実施例品と同様の作用が得られた。

[0052] 中間層 1 2 c の組成は、変更してもよい。例えば中間層 1 2 c は、構成する材料である A g、A g 合金を、N i、N i 合金、C o および C o 合金のうちから選択された 1 種類以上に変更した実施例品としてもよい。例えば、中間層 1 2 c が A g 合金である実施例品 2 の中間層は、A g 層と N i 層との複層としても、ほぼ同等の耐疲労性の効果が得られた。

オーバーレイ層 1 3 の摺動面 1 4 側の領域の配向指数が最大となる結晶面が、ミラー指数で (0 0 3) 面、(0 1 2) 面、(1 0 4) 面、(2 0 2) 面、(1 1 3) 面のいずれかである実施例品は、耐疲労性が特に優れていることが確認できた。

さらに、図 2 b ~ 図 2 d に示すオーバーレイ層 1 3 を備える実施例品も、2 つの領域で形成されたオーバーレイ層 1 3 を備える実施例品に対して同等以上の耐疲労性の効果が得られた。

[0053] 本実施形態は、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変更して実施し得る。

摺動面 1 4 側の領域 1 3 a と基材 1 2 側の領域 1 3 b との位置関係は、摺動面 1 4 側の領域 1 3 a が基材 1 2 側の領域 1 3 b に対して相対的に摺動面 1 4 側にあればよい。

オーバーレイ層 1 3 において、少なくとも一つの結晶面の配向指数が摺動面 1 4 側の領域 1 3 a と基材 1 2 側の領域 1 3 b とで異なっていれば、この 2 つの領域間に挟まれる他の領域の配向パターンは任意に設定することができる。

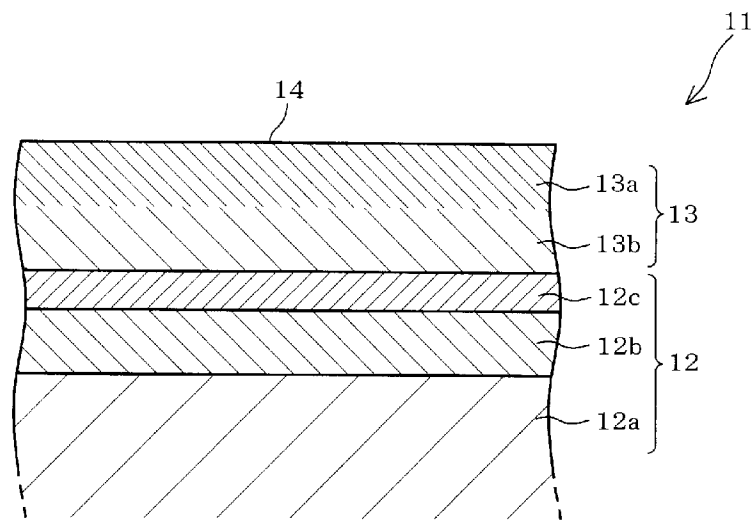
上述したオーバーレイ層 1 3 の摺動面 1 4 側の領域 1 3 a および基材 1 2 側の領域 1 3 b の測定位置は、一例に過ぎない。すなわち、この測定位置は、所定の領域内であれば適宜変更してよい。

不可避的不純物については説明を省略し、各成分には不可避的不純物が含まれ得る。

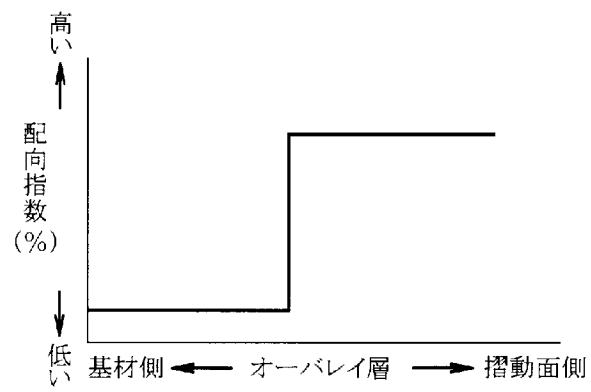
請求の範囲

- [請求項1] 基材と、
 前記基材に重ねて設けられているオーバーレイ層とを備え、
 前記オーバーレイ層は、厚さ方向に相手側部材と摺動する摺動面側の領域から前記基材側の領域まで複数の領域を有し、
 前記オーバーレイ層を形成する材料は、複数の結晶面を有し、
 前記結晶面のうち少なくとも一つの結晶面の配向指数は、前記オーバーレイ層の前記摺動面側の領域と前記基材側の領域とで異なる摺動部材。
- [請求項2] 前記オーバーレイ層において、前記摺動面側の領域で配向指数が最大である結晶面を結晶面Zとし、前記結晶面Zの配向指数をPとし、前記基材側の領域で結晶面Zに相当する結晶面の配向指数をQとすると、
 $Q \div P \times 100 (\%) \leq 50 (\%)$ 、または、 $Q \div P \times 100 (\%) \geq 200 (\%)$ である請求項1記載の摺動部材。
- [請求項3] 前記オーバーレイ層において、前記摺動面側の領域で配向指数が最大である結晶面は、前記基材側の領域で配向指数が最大である結晶面と異なる請求項1または2記載の摺動部材。
- [請求項4] 前記オーバーレイ層は、B i 基またはA g 基の材料で形成されている請求項1から3のいずれか一項記載の摺動部材。
- [請求項5] 前記基材は、軸受合金層、および前記軸受合金層と前記オーバーレイ層との間に設けられている中間層を有し、
 前記中間層は、A g、A g 合金、N i、N i 合金、C o およびC o 合金のうちから選択された1種類以上で形成されている請求項1から4のいずれか一項記載の摺動部材。

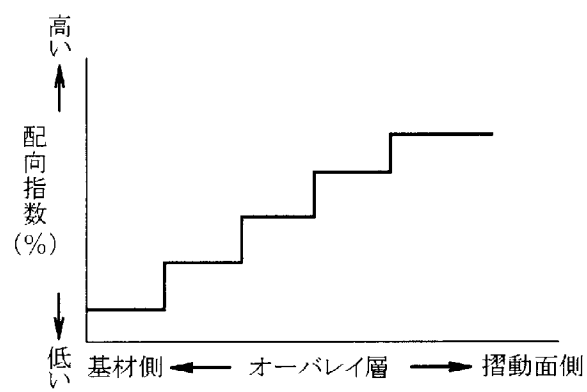
[図1]



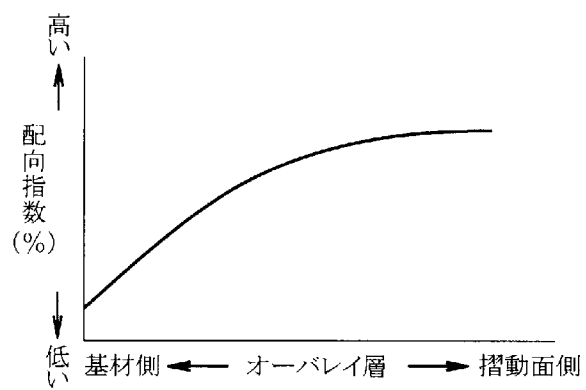
[図2a]



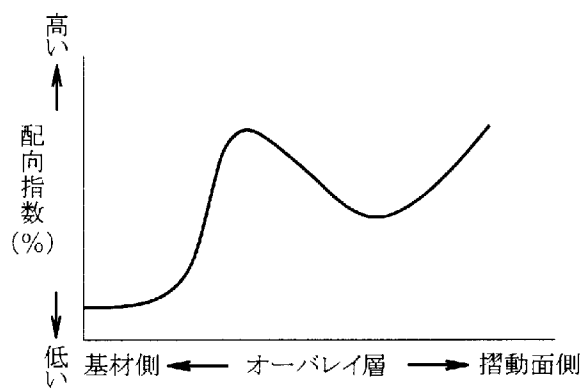
[図2b]



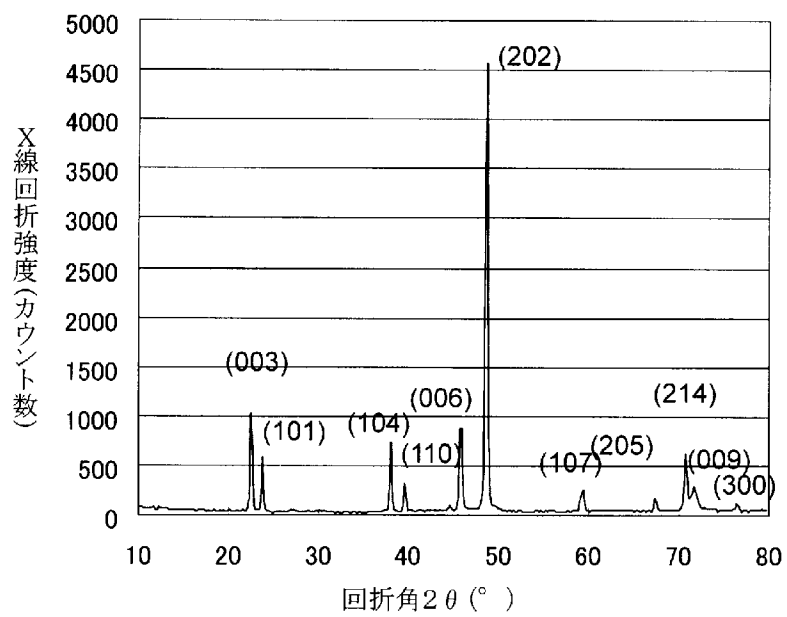
[図2c]



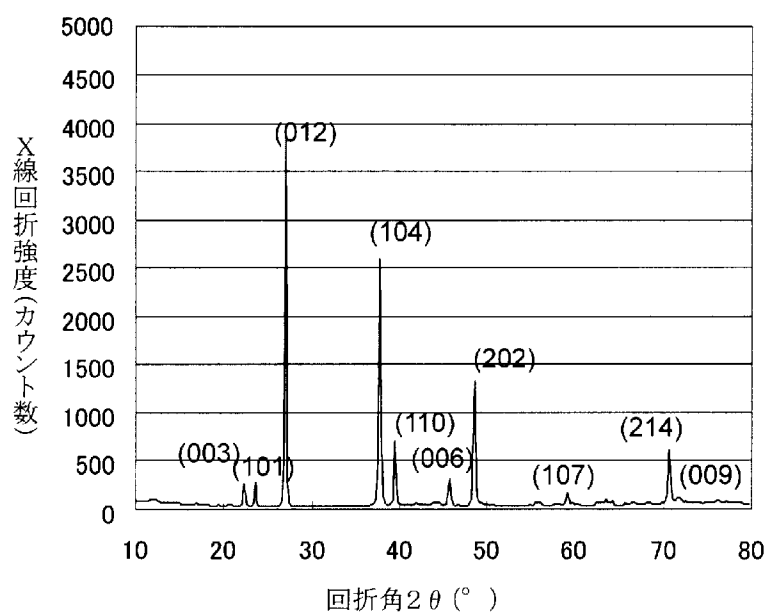
[図2d]



[図3a]



[図3b]



[図4]

項目		条件
電流密度		3～7A/dm ²
めっき浴温		35～60℃
めっき液組成	Bi濃度	10～70g/L
	Sn濃度	0～15g/L
	Cu濃度	0～15g/L
	有機スルホン酸	30～130g/L
	添加剤	5～70mL/L
結晶面の制御方法		周波数の大きさ、出力の大きさを制御

[図5]

試料No.	中間層 材料	オーバーレイ層										軸受特性
		材料	膜厚 (μm)	領域	結晶面の配向指数						領域bの最大の配向 指数と領域aの最大の 配向指数との比 (%)	
					(012)面 の配向指数 (%)	(110)面 の配向指数 (%)	(104)面 の配向指数 (%)	(202)面 の配向指数 (%)	(003)面 の配向指数 (%)	(113)面 の配向指数 (%)		
実施例品1	—	Bi	20	上領域 下領域	0 33	13 15	12 13	68 11	2 14	0 0	5 14	16 85
実施例品2	Ag合金	Bi	5	上領域 下領域	0 45	2 0	18 37	40 6	11 0	0 0	29 12	15 105
実施例品3	—	Bi	5	上領域 下領域	11 34	7 7	5 27	52 13	10 3	8 0	7 16	25 105
実施例品4	—	Bi	25	上領域 下領域	53 33	14 10	13 18	7 16	3 3	3 5	7 15	62 75
実施例品5	Ag	Bi	15	上領域 下領域	45 40	11 13	15 16	5 5	3 3	3 4	18 19	89 80
実施例品6	—	Bi	15	上領域 下領域	2 10	0 2	98 80	0 5	0 3	0 0	0 0	82 80
実施例品7	—	Bi	15	上領域 下領域	35 17	0 0	2 0	10 0	40 83	10 0	3 0	208 85
実施例品8	—	Bi	15	上領域 下領域	22 5	15 59	9 0	0 6	0 0	54 30	0 0	56 85
実施例品9	—	Bi	15	上領域 下領域	0 30	21 14	18 22	59 8	0 6	0 0	2 20	14 90
実施例品10	—	Bi	15	上領域 下領域	28 10	22 14	9 0	35 67	0 5	6 0	0 4	191 80
実施例品11	—	Bi2Sn1Cu	15	上領域 下領域	90 72	0 2	3 9	1 10	0 0	0 0	6 7	80 85
比較例品1	—	Bi	5	上領域 下領域	8 8	10 10	15 15	55 55	3 3	4 4	5 5	100 75
比較例品2	—	Bi	15	上領域 下領域	2 2	4 4	21 21	38 38	22 22	0 0	13 13	100 60
比較例品3	—	Bi	15	上領域 下領域	49 49	16 16	11 11	10 10	2 2	4 4	8 8	100 60
比較例品4	—	Bi2Sn1Cu	15	上領域 下領域	88 88	0 0	7 7	4 4	0 0	0 0	1 1	100 75

元素記号の前の数字は質量%を表す

[図6]

試料No.	中間層	オーバーレイ層										軸受特性
		材料	膜厚 (μ m)	領域	結晶面の配向指数						領域bの最大の配向 指数と領域aの最大の 配向指数との比 (%)	
					(012)面 の配向指数 (%)	(002)面 の配向指数 (%)	(223)面 の配向指数 (%)	(014)面 の配向指数 (%)	(022)面 の配向指数 (%)	その他の面 の配向指数 (%)		
実施例品12	—	Ag24Sn	15	上領域	90	2	1	3	0	4	83	疲労しない 最大面圧 (MPa)
				下領域	75	4	5	9	0	7		
実施例品13	Ni	Ag24Sn	15	上領域	63	12	6	4	7	8	49	135
				下領域	31	48	2	6	3	10		
実施例品14	—	Ag20Sn	5	上領域	92	2	0	2	0	4	87	150
				下領域	80	10	4	2	0	4		
実施例品15	—	Ag20Sn	5	上領域	9	80	2	3	4	2	39	155
				下領域	31	25	15	5	9	15		
比較例品5	—	Ag24Sn	15	上領域	88	1	1	5	0	5	100	115
				下領域	88	1	1	5	0	5		
比較例品6	—	Ag20Sn	5	上領域	91	4	1	0	0	4	100	125
				下領域	91	4	1	0	0	4		

元素記号の前の数字は質量%を表す

元素記号の前の数字は質量%を表す

[図7]

軸受内径	φ 48mm
軸受幅	20mm
周速	20m/s
軸材質	S55C
試験荷重	10分毎に5MPaずつ増加
評価方法	軸受背面温度200℃を超えるか、トルク変動による 軸駆動用ベルトがスリップしたときを焼付とする
その他	試験軸受表面に鉄系異物0.7mg埋収させた状態で 試験軸受を試験ハウジングに組み付け、試験を開始する

[図8]

軸受内径	φ 48mm
軸受幅	20mm
周速	20m/s
軸材質	S55C
試験荷重	10分毎に5MPaずつ増加
評価方法	軸受背面温度200℃を超えるか、トルク変動による軸駆動用ベルトがスリップしたときを焼付とする
その他	試験軸受背面の軸方向両端部に幅2mm、厚さ5 μ mのシムを取り付けた状態で試験軸受を試験ハウジングに組み付け、試験を開始する

[図9]

軸受内径	φ 62mm
軸受幅	26mm
回転数	3200rpm
軸材質	S55C
試験時間	5時間
評価方法	クラックが発生しない最大面圧

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D7/00(2006.01)i, C25D5/10(2006.01)i, C25D5/20(2006.01)i, F16C9/04
(2006.01)i, F16C17/02(2006.01)i, F16C33/12(2006.01)i

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)

C25D7/00, C25D5/10, C25D5/20, F16C9/04, F16C17/02, F16C33/12

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
<u>X</u> Y	JP 2005-232480 A (Sachio YOSHIWARA), 02 September 2005 (02.09.2005), claims; paragraph [0027]; drawings (Family: none)	<u>1-3</u> 4
<u>X</u> Y	JP 2001-132754 A (Daido Metal Co., Ltd.), 18 May 2001 (18.05.2001), claims; paragraphs [0024] to [0033] & US 6575635 B1 & GB 25928 D0 & DE 10054461 A	<u>1-3, 5</u> 4
Y	JP 2004-353042 A (Daido Metal Co., Ltd.), 16 December 2004 (16.12.2004), claims & US 2004/0241489 A1 & GB 411396 D0 & DE 102004025560 A	4

☒ 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
21 March, 2012 (21.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053125

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-222647 A (Daido Metal Co., Ltd.), 07 October 2010 (07.10.2010), claims & US 2010/0248999 A1 & GB 201004853 D0 & DE 102010012409 A	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C25D7/00(2006.01)i, C25D5/10(2006.01)i, C25D5/20(2006.01)i, F16C9/04(2006.01)i,
F16C17/02(2006.01)i, F16C33/12(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. C25D7/00, C25D5/10, C25D5/20, F16C9/04, F16C17/02, F16C33/12

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
<u>X</u> Y	JP 2005-232480 A (吉原 佐知雄) 2005. 09. 02, 特許請求の範囲、段落【0027】、図面 (ファミリーなし)	<u>1-3</u> 4
<u>X</u> Y	JP 2001-132754 A (大同メタル工業株式会社) 2001. 05. 18, 特許請求の範囲、段落【0024】 - 【0033】 & US 6575635 B1 & GB 25928 D0 & DE 10054461 A	<u>1-3, 5</u> 4

☒ 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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

市枝 信之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

4 E

3 5 4 8

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
Y	JP 2004-353042 A (大同メタル工業株式会社) 2004. 12. 16, 特許請求の範囲 & US 2004/0241489 A1 & GB 411396 D0 & DE 102004025560 A	4
Y	JP 2010-222647 A (大同メタル工業株式会社) 2010. 10. 07, 特許請求の範囲 & US 2010/0248999 A1 & GB 201004853 D0 & DE 102010012409 A	4