

(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  
2014年2月13日(13.02.2014)



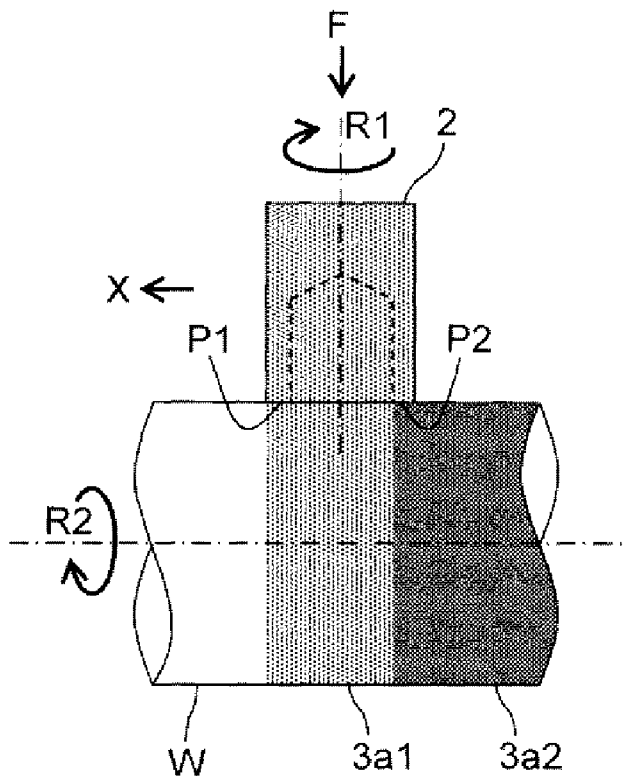
(10) 国際公開番号  
WO 2014/024780 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23K 20/12 (2006.01) C23C 26/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070940
- (22) 国際出願日: 2013年8月1日(01.08.2013)
- (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 2012-176357 2012年8月8日(08.08.2012) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目5番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人東京海洋大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKYO UNIVERSITY OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1088477 東京都港区港南4丁目5番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 秋田 秀樹(AKITA Hideki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 櫻井 茂行(SAKURAI Shigeyuki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 小林 修一(KOBAYASHI Shuichi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 鈴木 基司(SUZUKI Motoshi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内 Ibaraki (JP). 志摩 政幸(SHIMA Masayuki); 〒1358533 東京都江東区越中島2-1-6 国立大学法人東京海洋大学内 Tokyo (JP). 菅原 隆志(SUGAWARA Takashi); 〒1358533 東京都江東区越中島2-1-6 国立大学法人東京海洋大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 春日 譲(KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目4番1号トリイ日本橋ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: COATING METHOD AND DEVICE, AND COATING MEMBER

(54) 発明の名称: 被覆方法及び装置、並びに被覆部材



(57) Abstract: A method for coating the surface of a substrate in which coating layers (3a1, 3a2) are formed on the surface of a substrate (W), wherein the annular distal-end surface of a coating material (2) formed to a cylindrical shape is brought into contact with the substrate (W), and the coating material (2) is moved relative to the surface of the substrate (W) while being caused to rotate, whereby the material constituting the coating material (2) is transferred onto the surface of the substrate (W) and the coating layers (3a1, 3a2) are formed. A coating process can thereby be performed on the substrate surface in an efficient manner. In addition, properties of the surface of the substrate (W) such as friction wear properties can be improved in an effective manner depending on the material constituting the coating material (2).

(57) 要約: 基材Wの表面に被覆層3a1, 3a2を形成する基材表面の被覆方法において、円筒状に形成して作製した被覆材2の環状の先端面を上記基材Wに接触させて、当該被覆材2を回転させつつ基材Wの表面に相対して移動させることによって、上記被覆材2を構成する材料を基材Wの表面に移着させて被覆層3a1, 3a2を形成する。これにより、効率的に基材表面を被覆処理することができる。ひいては、摩擦摩耗特性等、被覆材2の材料に応じて基材Wの表面の特性を効果的に向上させることができる。

WO 2014/024780 A1



(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PA, 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.

(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：被覆方法及び装置、並びに被覆部材

### 技術分野

[0001] 本発明は基材表面に被覆層を形成する被覆方法及び装置、並びに被覆層を形成された被覆部材に関する。

### 背景技術

[0002] 金属の表面改質方法として、耐食性材料からなる円柱状の回転治具を金属基材の表面に押し当て、基材表面に対して相対運動させて摩擦攪拌を実施することによって、基材表面に耐食性材料からなる拡散層を形成する方法が提唱されている（特許文献1等参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-229721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、特許文献1の方法では中実の円柱状の回転治具の先端面を基材表面に接触させて回転させるが、この回転運動に起因する回転治具と基材との相対速度は、回転治具の先端面の中央部（回転中心付近）ではほぼゼロである。また、回転治具の先端面中央部で軟化する耐食性材料は、周囲で流動する耐食性材料に包囲されて行き場がない。そのため、回転治具の先端面が中央部で基材に凝着してしまう場合がある。回転治具が凝着してしまうと処理を中断せざるを得ず、効率が悪いばかりか歩留り低下の要因ともなり得る。

[0005] 本発明は、効率的に基材表面を被覆処理することができる被覆方法及び装置、並びに被覆部材を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、第1の発明は、基材の表面に被覆層を形成する基材表面の被覆方法において、円筒状に形成した被覆材の環状の先端面を

前記基材に接触させて、当該被覆材を回転させつつ前記基材の表面に相対して移動させ、前記被覆材を前記基材の表面に移着させて前記被覆層を形成する。

[0007] 第2の発明は、第1の発明において、前記基材として表面が曲面で形成された部材を選択し、当該基材の表面に対して前記被覆材の環状の先端面を二箇所接触させ、回転する前記被覆材を前記二箇所の接触部を通る線に沿って前記基材の表面に相対して移動させる。

[0008] 第3の発明は、第1の発明において、前記被覆材として前記基材の材料よりも軟質の材料を選択する。

[0009] 第4の発明は、第1の発明において、単一の前記被覆材を異なる複数種の材料で作製する。

[0010] 第5の発明は、第1の発明において、前記被覆材として前記基材の材料よりも硬質の材料を選択し、前記被覆材を加熱しながら前記被覆層を形成する工程を実施する。

[0011] 第6の発明は、第1の発明において、前記基材の材料よりも硬質の材料からなる粒子を前記基材の材料よりも軟質の被覆材に分散させる。

[0012] 第7の発明は、第1の発明において、異なる材料で作製した複数の被覆材を用いて前記被覆層を形成する。

[0013] 第8の発明は、第1の発明に係る被覆方法で前記基材の表面に前記被覆層を形成して被覆部材を得る。

[0014] 第9の発明は、基材の表面に被覆層を形成する基材表面の被覆装置において、円筒状に形成した被覆材と、この被覆材の環状の先端面を前記基材に接触させて、当該被覆材を回転させつつ前記基材の表面に相対して移動させる装置本体とを備え、前記被覆材を前記基材の表面に移着させて前記被覆層を形成する。

[0015] 第10の発明は、第9の発明において、前記装置本体は、前記基材を保持する回転面盤と、この回転面盤を回転させる基材用駆動装置と、前記被覆材を保持する回転アームと、この回転アームを回転させる工具用駆動装置と、

前記回転アームを前記回転面盤の回転軸方向に移動させる送り装置とを備えている。

[0016] 第11の発明は、第9の発明において、前記被覆材を加熱する加熱装置を備えている。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、効率的に基材表面を被覆処理することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第1の実施形態に係る被覆装置の模式図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材の軸心方向から見た模式図である。

[図3]図2中の矢印A方向から見た模式図である。

[図4]本発明の第2の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材の軸心方向から見た模式図である。

[図5]本発明の第3の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材の軸心方向から見た模式図である。

[図6]本発明の第4の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材の軸心方向から見た模式図である。

[図7]本発明の第5の実施形態に係る被覆装置の模式図である。

[図8]本発明の被覆方法の適用対象の他の例を表す模式図である。

[図9]本発明の被覆方法の適用対象の更に他の例を表す模式図である。

[図10]耐摩耗性の評価試験の結果を示す図である。

[図11]すべり軸受試験の結果を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 本被覆方法は、第一の工程として、基材を被覆する材料を円筒状に形成して被覆材を作製した後、第二の工程として、被覆材の環状の先端面を基材に接触させて、当該被覆材を回転させつつ基材Wの表面に相対して移動させることにより、被覆材を基材の表面に移着させて基材表面に被覆層を形成するものである。本方法により基材に被覆層を形成したものを被覆部材と称する

。

[0020] 以下に図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

[0021] (第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施形態に係る被覆装置の模式図である。

[0022] 図1に示した被覆装置は、被覆材(被覆具)2によって基材Wの表面に被覆層を形成する装置である。被覆材2は、基材Wを被覆する材料を円筒状に形成して作製したものである。「円筒」とは、その軸心と直交する断面が円環になる中空の形状であって外周面と内周面が同心の円柱である形状をいう。また、「円筒状に形成する」とは、被覆材2における被覆処理に用いられる部分、具体的には処理中に基材Wの表面に接触し得る基材Wとの対向部分が円筒状であることをいう。したがって、基材Wとの接触が想定されない部分(基材Wと反対側の部分)については、例えば中実の形状、断面が環状とまらない形状であっても良い。また、被覆材の材料には、一例としてはリン青銅、高力黄銅等銅合金等が挙げられるが、摺動性、耐食性、表面強度等、基材Wに付加したい性質によって様々な材料が選択され得る。但し、本実施の形態においては、常温で基材Wの材料よりも軟質の材料を被覆材の材料として選択する。一方、被改質物である基材Wの材質は、一例としてはアルミニウム合金、SC材(炭素鋼材)、鋳鉄、SCM材(クロムモリブデン鋼鋼材)等といった汎用材が挙げられるが、これらを含めて種々の金属材料が対象となり得る。本実施の形態では、断面が円形の丸棒状の基材Wの外周面に被覆材の材料で被覆層を形成する場合を例として説明する。

[0023] 図1に示した被覆装置は、装置本体1、及び装置本体1に装着する被覆材2を備えている。装置本体1は、基材Wの表面に相対して被覆材2を移動させるものであり、具体的には、基材Wと被覆材2を自転させつつ、被覆材2の環状の先端面を基材Wに接触させて当該被覆材2を構成する材料を基材Wの表面に沿って基材Wの軸方向に移動させる機械である。この装置本体10は、基材Wを回転させる旋盤部10、被覆材2を動作させるボール盤部20、及びベース30を有している。

[0024] 旋盤部10は、基部11、基材Wを保持する回転面盤12、この回転面盤12を回転させる基材用駆動装置13、及び回転面盤12との間に介在させた基材Wを回転面盤12側に芯押しする芯押し機14を備えている。基部11はベース30上に固定されており、回転面盤12は基部11に対して回転自在に取り付けられていて、その回転軸は芯押し機14に向かって水平に延在している。特に図示していないが、回転面盤12の盤面には、基材Wの一端の外周面を把持するチャック装置が備えられている。芯押し機14はベース30上に固定されており、基材Wの芯（軸心）を押して基材Wの他端を支持する。すなわち、基材Wは、回転面盤12のチャック装置に一端が把持され、芯押し機14によって他端が支持されることで、回転面盤12の回転軸と同心上に保持される。基材用駆動装置13は、基部11に取り付けられていて、回転面盤12の回転軸に直接、若しくは減速機、ギア又はプーリ等の駆動伝達機構を介して出力軸が連結されている。基材用駆動装置13の駆動速度は可変である。

[0025] ボール盤部20は、基部21と、被覆材2を保持する回転アーム（スピンドル）22と、この回転アーム22を回転させる工具用駆動装置23と、基部21、回転アーム22、工具用駆動装置23及び被覆材2を回転面盤12の回転軸方向へ移動させる送り機構部24とを備えている。基部21はベース30上の回転面盤12の回転軸方向に延在するレール（図示せず）上に搭載されている。送り機構部24は基部21に螺合した例えばボールねじであり、両端はベース30に対して軸受（図示せず）を介して回転自在に支持されている。特に図示していないが、この送り機構部24は回転面盤12の駆動軸に対して変速機を介して連結されていて、ベース30に備えられた設定手段（図示せず）の設定に従った変速比で回転面盤12の回転速度が伝達されることにより、回転面盤12の回転数に応じた一定の速度で回転する。工具用駆動装置23は基部21によって支持されており、下方に延びる回転アーム22を設定に従った方向及び回転数で回転させる。回転アーム22の先端には、被覆材2が同心上に固定されている。回転アーム22の回転軸と回

転面盤 1 2 の回転軸の互いの延長線は直交している。回転アーム 2 2 の回転数は回転面盤 1 2 や送り機構部 2 4 の回転数に対して大きい。また、特に図示していないが、工具用駆動装置 2 3 は、当該工具用駆動装置 2 3 を上下動させる機構を介して基部 2 1 に接続されていて、当該機構によって工具用駆動装置 2 3、回転アーム 2 2 及び被覆材 2 の上下位置が調整される構成である。工具用駆動装置 2 3 の駆動速度は可変である。

[0026] 図 2 は本実施形態において基材 W と被覆材 2 とが接触した状態を基材 W の軸心方向から見た模式図、図 3 は図 2 中の矢印 A 方向から見た模式図である。

[0027] 被覆材 2 は、回転アーム 2 2 によって一定の荷重 F で基材 W の外周面に対して当該基材 W の法線方向に押し付けられる。荷重 F は、基材 W に対する被覆材 2 の接触圧力が被覆材 2 を構成する材料の降伏強度以上となる値とすることが好ましい。そして、被覆材 2 及び基材 W を R 1, R 2 方向に一定速度で自転させるとともに、回転アーム 2 2 を下して荷重 F で基材 W の外周面に被覆材 2 を押し付けつつ被覆材 2 を X 方向に一定速度で移動させる。この場合、被覆材 2 が円筒状であってその先端面が基材 W の外周面に対して微小な接触部 P 1, P 2 で接触して回転するため、荷重 F を大きくしなくても基材 W と被覆材 2 との間に局所的な接触圧力が作用し、高い接触圧力、剪断力によって被覆材 2 の先端部が接触部 P 1, P 2 で塑性流動を起こし基材 W の表面に被覆材の一部が移着（冷間溶着）する。この結果、被覆材を基材 W の外周面に移着させて基材表面に被覆材の材料による被覆層 3 a 1, 3 a 2（図 3 参照）を形成することができる。例えばこれら被覆層 3 a 1, 3 a 2 がリン青銅等の銅合金である場合には、基材 W の外周面の摩擦摩耗特性が大きく向上する。また、被覆材 2 は円筒状で先端面が環状であるため、接触部 P 1, P 2 に被覆材 2 の基材 W との相対速度がゼロとなる箇所は存在せず、軟化した被覆材を小さな接触部 P 1, P 2 が拘束することもない。したがって、被覆材 2 の基材 W への凝着、ひいては被覆処理の中断を抑制し効率的に被覆処理を行うことができ、安定した歩留りを確保することができる。



[0028] また、被覆材2の先端面は高面圧と剪断力を受けて摩耗するが、溶着による摩耗以外は発生せず極めて効率が良い。また、基材Wと被覆材2の接触部P1、P2で発生する摩擦熱以外の発熱がないため、スパッタリング等の手法に比べて基材Wの歪みや変形、劣化等が発生し難い。さらに、図1の被覆装置は汎用の工作機械をベースにして容易に作製することができ、焼結、鋳込み、溶射等の工程を行う他のコーティング方法と異なり大掛かりな設備を要しないことも大きなメリットである。例えば、被覆処理を大気中で行えるため、アーク式イオンプレーティング法のように真空チャンバーや複数の処理室等の高価で大掛かりな設備を要することがなく、低廉に基材Wに皮膜処理を施すことができる。

[0029] このとき、前述したように被覆材2と基材Wの互いの軸心は直交し、被覆材2の先端面が環状であり、また基材Wとして表面が曲面で形成された部材を選択しているため、被覆材2は基材Wに対して二箇所の接触部P1、P2で局所的に接触（本実施の形態では線接触）する。接触部P1、P2は、被覆材2の軸心を挟んでそれぞれ芯押し機14側及び回転面盤12側に位置する。接触部P1、P2を結ぶ線は基材Wの軸心方向、言い換えれば基材Wに対する被覆材2の移動方向に沿っているため、先行して移動する接触部P1に追従して接触部P2が移動する。そのため、接触部P1で被覆層3a1を形成した後、当該被覆層3a1や被覆材2が冷える前に接触部P2でさらに摩擦攪拌することができる。したがって、一般的に移着させ難い材料でも被覆層3a1、3a2を良好に形成することができる。

[0030] 加えて、被覆材2は接触部P1、P2の発熱により基材Wに移着して消耗するが、単純な形状であるため作製も簡単で交換も容易である。また、発熱は基本的に接触部P1、P2のみで発生し装置全体を高熱に晒すことがないため、被覆材2や基材Wを保持するために高熱・高荷重に耐え得る特殊な装置を必要としないこともメリットである。

[0031] また、本実施の形態によれば、被覆材2を中空の円筒状に形成したことにより、中実に形成した場合に比べて低荷重で所望の摩擦熱を発生させること

ができ、被覆層 3 a 1, 3 a 2 の減耗を抑制することができる。根拠は次の通りである。

[0032] 本願発明者等は、中空の円筒状に形成した被覆材と中実の円柱状に形成した被覆材を用いて被覆材形状が及ぼす影響を調査すべく試験した。試験では、被覆材及び基材の回転速度、基材に対する被覆材の移動速度、基材に対する被覆材の荷重、基材及び被覆材の材質等の条件を全て同一とし、処理時の摩擦温度、基材の寸法変化等を調べた。その結果、同一条件下では、中実の被覆材を用いた場合に比べて中空の被覆材を用いた場合の方が、処理時に高い摩擦温度が生じ易いことが分かった。また、処理後の基材の寸法変化（直径の変化）を測定した結果、微視的にはあるが、中実の被覆材を用いた場合には処理前に比べて基材の直径が減少し、中空の被覆材を用いた場合には増加した。この寸法変化は摩擦温度の調査結果に整合していて、中空の被覆材に比べて中実の被覆材では被覆層が磨滅し易く、また被覆材の材料が移着し難いものと考えられる。

[0033] 以上のことから、被覆材の形状は中実の円柱状に比べて中空の円筒状が好ましいことを本願発明者等は知見した。したがって、被覆材 2 を円筒状（中空）とすることで、中実にした場合に比べて低荷重で所望の摩擦熱を発生させることができ、効果的に被覆材の材料を基材に移着させて被覆層 3 a 1, 3 a 2 を形成しつつ、被覆層 3 a 1, 3 a 2 の減耗を抑制することができる。この点も被覆材 2 を円筒状にしたことで得られる大きなメリットである。

[0034] ここで、耐摩耗性の評価試験の結果を図 10 に示す。同図に示したグラフは、摺動試験時の摩擦係数の経時変化を示している。評価試験は、市販の往復揺動試験機によって高炭素クロム軸受鋼鋼材（S U J 2）製のディスクに対して試験片を往復摺動させることにより実施した。用意した試験片は、標準試験片及び発明試験片 1, 2 の 3 種である。標準試験片は、浸炭処理を施したクロムモリブデン鋼（S C M 4 2 0）製の円柱状の部材である。発明試験片 1 は、標準試験片を基材として銅（C u）製の被覆材で被覆処理した被覆部材である。発明試験片 2 は、炭素鋼（S 4 5 C）を基材として銅製の被

覆材で被覆処理した被覆部材である。また、試験片及びディスク間にかかる荷重は一定時間置きに一定値ずつ上げていった。試験条件をまとめると次の通りである。

[0035] [試験条件]

標準試験片 ( $\phi 10 \times L 10$ ) : SCM420 (浸炭処理)

発明試験片1 ( $\phi 10 \times L 10$ ) : SCM420 (浸炭処理) + Cu 被膜

発明試験片2 ( $\phi 10 \times L 10$ ) : S45C + Cu 被膜

ディスク : SUJ2

揺動周波数 : 200 Hz

揺動距離 : 0.2 mm

潤滑 : メカニカス (0.25 ml)

サイクル数 : 異常発生まで

荷重ステップ幅 : 100 N

荷重は試験片を400往復摺動させる毎にステップ幅だけ上昇させた。

[0036] 図10の標準試験片及び発明試験片1の比較から分かる通り、同じ材料でも本実施形態を適用して被覆処理を施すことによって限界面圧特性が明らかに向上している。また、同図には表していないが、炭素鋼 (S45C) を被覆処理した発明試験片2に至っては、限界荷重が1400 Nまで向上した。これは銅合金製の試験片の限界荷重と同程度であり、本実施形態によるCu被膜の極めて高い有効性が確認された。また、異常摩耗前の摩擦係数の挙動については、本実施形態による被膜の有無に関わらず同じ傾向であった。発明試験片1, 2の場合でも、異常摩耗前には被膜が消耗してディスクに対して基材が摺動する状態になったものと考えられる。

[0037] また、すべり軸受試験の結果を図11に示す。同図に示したグラフは、荷重変動に対する摩擦係数の変化を示している。すべり軸受試験は、揺動型の試験機によってブッシュ ( $\phi 22 \times \phi 30 \times L 20$ ) に対して試験片を回転摺動させることにより実施した。用意した試験片は標準試験片及び発明試験

片の2種である。標準試験片は、高周波焼き入れを施したS45C製の円柱状の試験片である。発明試験片は、標準試験片を基材として銅(Cu)製の被覆材で被覆処理した被覆部材である。標準試験片はLiグリースを塗布した状態で、発明試験片は無給脂状態で、それぞれブッシュに対して摺動させた。試験条件をまとめると次の通りである。

[0038] [試験条件]

標準試験片：S45C（高周波焼き入れ）

発明試験片：S45C（高周波焼き入れ）+Cu被膜

ブッシュ寸法： $\phi 22\text{mm} \times \phi 30\text{mm} \times L 20\text{mm}$

相対摺動速度：0.02m/sec

回転揺動角度：90°

潤滑剤：Liグリース（標準試験片のみ）

荷重：最大100Mpa

但し、荷重は15分間隔で5Mpaずつ上昇させた。

[0039] 図11から分かる通り、試験開始時は標準試験片の摩擦係数はグリースの影響で低くなっているが、荷重が50Mpaに到達したあたりから急激に上昇している。それに対し、発明試験片は、荷重が50Mpa以上の条件下でも摩擦係数が低い値で維持され、試験条件の荷重範囲では特に摩擦係数の上昇は見られなかった。また、試験後の発明試験片の表面状態を確認しても異常摩耗は認められなかった。

[0040] （第2の実施の形態）

図4は本発明の第2の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材Wの軸心方向から見た模式図であり、第1の実施形態の図3に対応する図である。この図において第1の実施形態と同様の部分には既出図面と同符号を付して説明を省略する。

[0041] 本実施形態が第1の実施形態と相違する点は、第一の工程において単一の被覆材を異なる複数種の材料で作製しておく点である。本実施の形態における被覆材2Aは2種類の被覆材によって構成されており、当該被覆材2Aの

軸心を通る平面で区分された半円筒状の領域 2 A 1, 2 A 2 がそれぞれ第一及び第二の材料で形成されている。領域 2 A 1, 2 A 2 を合わせた被覆材 2 A の全体の形状は第 1 の実施の形態の被覆材 2 と同様である。第一の材料は、例えば常温で基材 W に対して軟質の材料である。一方、第二の材料は、例えば常温で基材 W の材料よりも高硬度で、単独では基材 W を相手材として塑性流動を起こし難い材料である。第一及び第二の材料の組み合わせは特に限定されないが、本実施の形態では、第一の材料としてアルミニウム合金や銅合金等のバインダーの役割をする材料を選択し、第二の材料として SiC (炭化ケイ素) やタングステンカーバイド等の耐摩耗性に優れたセラミック材料を選択している。その他の構成及び工程については第 1 の実施の形態と同様である。

[0042] 本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果に加え、次の効果が得られる。すなわち、第二の材料が基材 W よりも高硬度であっても、第一の材料のバインダー効果によって基材 W の表面に接触部 P 1, P 2 で被覆層 3 b 1, 3 b 2 を形成することができる。被覆層 3 b 1, 3 b 2 は、それぞれリン青銅等の第一の材料にタングステンカーバイド等の第二の材料が分散された態様となり、高い摩擦摩耗特性を発揮する。

[0043] なお、本実施の形態では、基材 W よりも高硬度の材料を第二の材料として選択し第一の材料をバインダーとする場合を例に挙げて説明したが、第一及び第二の材料の双方に基材 W よりも軟質な材料を選択することもできる。例えば、耐食性に優れた材料を第一の材料、摺動性に優れた材料を第二の材料として選択する等、2 種類の軟質材量を混合した被覆層 3 b 1, 3 b 2 を形成することができる。また、本実施の形態では 2 種類の材料で被覆材 2 A を構成した場合を例示したが、3 種類以上の材料で被覆材を構成しても良い。また、本実施の形態のように複数の材料で被覆材を作製する場合、各材料が常時同時に被覆材の先端面に露出するように領域を区分することが望ましい。但し、各領域が等分量である必要は必ずしもない。

[0044] (第 3 の実施の形態)

図5は本発明の第3の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材Wの軸心方向から見た模式図であり、第1の実施形態の図3に対応する図である。この図において第1の実施形態と同様の部分には既出図面と同符号を付して説明を省略する。

[0045] 本実施形態が第1の実施形態と相違する点は、第一の工程において複数の被覆材を異なる単一の材料でそれぞれ作製しておき、これら複数の被覆材を用いて第二の工程を行う点である。図5では、材質の異なる2つの被覆材2B、2Cを用意した場合を例示している。被覆材2B、2Cの形状は、いずれも第1の実施の形態の被覆材2と同様である。例えば、被覆材2Bを構成する第一の材料は摺動性能に優れた銅合金であり、被覆材2Cを構成する第二の材料は耐食性に優れたZnや亜鉛合金である。第二の材料として、封孔作用のある樹脂を選択しても良い。

[0046] また、特に図示していないが、これら被覆材2B、2Cを用いる場合の被覆装置は、例えば図1の被覆装置において工具用駆動装置23にもう1本の回転アーム22を追加した構成、又は工具用駆動装置23及び回転アーム22をもう一式追加した構成とし、一方の回転アーム22に被覆材2Bを、他方の回転アーム22に被覆材2Cをそれぞれ取り付け。但し、これら被覆材2B、2Cは各々の接触部P1、P2（四箇所）の接触部P1、P2が基材Wの軸心方向に並ぶようにする。被覆材2B、2Cの間隔は目的による。例えば両者の間のギャップを被覆材2B、2Cの外径程度、又はそれ以上離れた場合、先行する被覆材2Bの接触部P1、P2で第一の材料による被覆層3c1、3c2が形成され、追従する被覆材2Cの接触部P1、P2で第二の材料による被覆層3d1、3d2が形成される。その結果、第一の材料による被覆層の上に第二の材料による被覆層が形成される。一方、例えば両者の間のギャップを被覆材2B、2Cの外径以下に近付けた場合、第2の実施の形態のように第一の材料と第二の材料が混合した被覆層が形成され得る。その他の構成及び工程については第1の実施の形態と同様である。

[0047] 本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果に加え、異なる材

料が混合した被覆層、又は材料の異なる複数の被覆層が層状になった多層被膜を基材Wの表面に形成することができる効果がある。異なる材料が混合した被覆層を形成する場合の効果は第2の実施の形態と同様である。他方、多層被膜を形成する場合、選択する材料の組み合わせによっては、混合してしまうと各材料の効果が発揮され難いようなときに各材料の特性を有効に基材Wに付与し得る効果がる。

[0048] なお、上記では被覆材2B、2Cをそれぞれ単一種の材料で形成した場合を例に挙げて説明したが、被覆材2B、2Cの少なくとも一方を第2の実施の形態のように異なる複数の材料で形成することもできる。また、2つの被覆材2B、2Cを用いる場合を例に挙げて説明したが、3つ以上の被覆材を用いることもできる。

[0049] (第4の実施の形態)

図6は本発明の第4の実施形態に係る被覆装置に備えられた被覆材と基材とが接触した状態を基材Wの軸心方向から見た模式図であり、第1の実施形態の図3に対応する図である。この図において第1の実施形態と同様の部分には既出図面と同符号を付して説明を省略する。

[0050] 本実施形態が第1の実施形態と相違する点は、第一の工程において基材の材料よりも硬質の材料からなる粒子を被覆材2Dに分散させておく点である。すなわち、基材の材料よりも軟質のバインダーとしての第一の材料に硬質粒子(第二の材料)を予め分散させた材料によって被覆材2Dを作製する例である。バインダーとしては、例えばアルミニウム合金や銅合金等を選択することができる。硬質粒子としてはセラミックやハイス、超鋼等を選択することができる。その他の構成及び工程については第1の実施の形態と同様である。

[0051] 本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果に加え、第一の材料のバインダー効果によって基材Wよりも硬質な粒子を含んだ被覆層3e1、3e2を接触部P1、P2で形成することができる。被覆層3e1、3e2は、それぞれリン青銅等の第一の材料にタングステンカーバイト等の第二

の材料が分散された態様となり、高い摩擦摩耗特性を発揮する。

[0052] (第5の実施の形態)

図7は本発明の第5の実施形態に係る被覆装置の模式図であり、第1の実施形態の図1に対応する図である。この図において第1の実施形態と同様の部分には既出図面と同符号を付して説明を省略する。

[0053] 本実施形態が第1の実施形態と相違する点は、第一の工程において常温で基材の材料よりも硬質の材料を被覆材として選択し、被覆材2Eを加熱しながら第二の工程を行う点である。図7に示した被覆装置は、被覆材2Eを加熱する加熱装置40を備えている。被覆材2Eを構成する材料は、CrN（窒化クロム）やWC（超鋼）等である。加熱装置40の加熱方式は、回転中の被覆材2E（少なくとも接触部P1、P2近傍）を昇温させる機能を果たせば特に限定されないが、例えば非接触で対象金属を加熱できる高周波誘導加熱子、或いはレーザー等の光加熱装置を用いることができる。加熱装置40は、接触部P1、P2との位置関係が変化しないように、例えばボール盤部20の基部21に固定する、或いは高さ調節装置を有する支持部材を介して工具用駆動装置23に取り付けて被覆材2Eの摩耗に追従して高さが変化するようにすることが望ましい。その他の構成については第1の実施の形態と同様である。

[0054] 本実施の形態では、第1の実施の形態と同様の効果に加え、次の効果が得られる。すなわち、加熱装置40を作動させて被覆材2Eを加熱しながら皮膜処理を行うことによって被覆材2Eを基材Wよりも軟化させることができ、通常であれば基材Wに移着させ難い硬質な材料を基材Wに移着させて被覆層を形成させることができる。また、被覆材2Eよりも軟質な材料を基材Wとした場合にも本発明を適用することができる点に鑑みれば、基材Wの材料の選択の幅を広げることができる。

[0055] なお、図7では被覆装置に加熱装置40を設ける場合を例に挙げて説明したが、加熱装置40は被覆装置とは別置きの装置としても良い。

[0056] (その他)



上記の各実施の形態においては、断面が円形の丸棒を基材Wとして本被覆方法を行う場合を例に挙げて説明したが、基材Wは丸棒に限定されない。例えば、図8に示したように、クランクシャフトのベアリングを取り付けるクランクピン51やクランクジャーナル52の外周面も本被覆方法の対象となり得る。クランクピン51を対象とする場合、クランクピン51の軸心はクランクシャフトの軸心に対してずれているが、同図に示したようにクランクピン51の軸心周りにクランクシャフトが回転するように被覆装置においてクランクシャフトを偏心させて把持することで、丸棒を基材Wとする場合と同様にして被覆処理を行うことができる。また、図1の装置では基材Wに対して被覆材2をX方向（基材Wの軸心方向）に移動させる場合を例に挙げて説明したが、図8に示したように、被覆材2に対して基材Wをその軸方向に移動させても良い。

[0057] また、基材Wの断面は円形に限られない。例えば、図9に示したように断面が楕円状の楕円軸も対象とし得る。この場合、基材Wの軸心を通る鉛直面と基材Wの断面との交点（接触部P1, P2）が基材Wの回転に伴って上下するので、被覆処理中は被覆材2を基材Wの回転に伴って上下に移動させるようにする。この場合、接触部P1, P2の追従方法は荷重制御で足りる。

[0058] その他、球状の部材を基材とすることも可能である。この場合、棒状の部材を基材とする場合に被覆材を基材の軸方向に移動させていたのに代えて、基材の中心周りに被覆材を円弧状に移動させることで同様の被覆処理を行うことができる。

[0059] また、上記の各実施の形態では、基材Wが汎用材である場合の被覆材の材料の選択を例示したが、被覆材の材料の選択は基材Wとの相対硬度にもよるので、基材Wによって各実施の形態の被覆方法で選択し得る被覆材の材料は当然変わってくる。また、各実施の形態では、被覆処理中に基材Wに対して被覆材をX方向に移動させる（接触部P1に接触部P2を追従させる）場合を例示したが、被覆材の基材Wに対する相対移動方向は逆向き（-X方向）であっても良いことは言うまでもない。また、基材Wに対する被覆層の形成

回数について言及していないが、一回で（例えばX方向に一度だけ被覆材を移動させて）被覆処理を終えても良いし、同一箇所に複数回にわたって被覆層を形成しても良い。基材Wの同一箇所に複数回にわたって被覆層を形成する場合には、例えば二回目以降の被覆処理の際の被覆材の相対移動方向を一回目の被覆処理の際と同一方向（例えばX方向）にしても良いし、1回目はX方向、2回目は-X方向、3回目はX方向・・・といったように相対移動方向を変えて被覆材を往復させても良い。また、基材Wの外周面の全周に被覆層を形成するために基材Wを回転させながら被覆処理を行う場合を例に挙げて説明したが、部分的に被覆層を形成すれば足りる場合には、例えば、基材Wを停止させて直線状に被覆層を形成することや、基材Wの回転数をさらに低下させて螺旋状に被覆層を形成することも可能である。

[0060] 更には、曲面を被覆対象として円筒状の被覆材を二箇所の接触部P1, P2で接触させて一方の接触部P1に他方の接触部P2を追従させて皮膜処理を行う場合を説明したが、被覆材の使用態様は他にもある。例えば、基材に対して一箇所で被覆材を接触させて被覆処理を行うこともできる。すなわち、被覆対象とする基材の表面の法線に対して被覆材の軸心を傾けて被覆材を一箇所で基材に接触させ、被覆材を自転させつつ基材の表面に沿って移動させていく。この場合、被覆対象は丸棒状、楕円棒状、球状の部材の外周面に限らず、各種曲面及び平面が対象となり得る。仮に中実の被覆材で同じ処理をした場合、処理の進展に伴って被覆材の角が削れて基材との接触領域が被覆材の直径の範囲で広がり、接触圧力が大きく変化し得る。それに対し、円筒状の被覆材の場合、摩耗が進んでも接触領域の拡大は被覆材の壁面の厚みで制限されるので、接触圧力の変動が少なく安定して被覆処理を継続することができる。

[0061] また、基材を被覆する材料を円筒状に形成して被覆材を作製する第一の工程を含む被覆方法を例に挙げて説明したが、被覆材を作成する第一の工程は必ずしも必要ない。例えば、予め被覆材がまとめて作成してある場合、被覆材を外注した場合等には、一連の被覆処理の工程において、第二の工程に先

行して第一の工程が実施されない場合もある。また、例えば被覆材を何らかの市販品で代用できるような場合も第一の工程を省略し得る。

### 符号の説明

- [0062] 1 装置本体
- 2, 2 A - 2 E 被覆材
- 3 a 1 - 3 e 1, 3 a 2 - 3 e 2 被覆層
- 1 2 回転面盤
- 1 3 基材用駆動装置
- 2 2 回転アーム
- 2 3 工具用駆動装置
- 2 4 送り装置
- 4 0 加熱装置
- P 1, P 2 接触部
- W 基材

## 請求の範囲

- [請求項1] 基材 (W) の表面に被覆層 (3a1, 3a2; 3b1, 3b2; 3c1, 3c2, 3d1, 3d2; 3e1, 3e2) を形成する基材表面の被覆方法において、  
円筒状に形成した被覆材 (2; 2A; 2B, 2C; 2D; 2E) の環状の先端面を前記基材に接触させて、当該被覆材を回転させつつ前記基材の表面に相対して移動させ、前記被覆材を前記基材の表面に移着させて前記被覆層を形成することを特徴とする被覆方法。
- [請求項2] 前記基材 (W) として表面が曲面で形成された部材を選択し、当該基材の表面に対して前記被覆材 (2; 2A; 2B, 2C; 2D; 2E) の環状の先端面を二箇所接触させ、回転する前記被覆材を前記二箇所の接触部 (P1, P2) を通る線に沿って前記基材の表面に相対して移動させることを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項3] 前記被覆材として前記基材 (W) の材料よりも軟質の材料を選択することを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項4] 単一の前記被覆材 (2A) を異なる複数種の材料で作製することを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項5] 前記被覆材として前記基材 (W) の材料よりも硬質の材料を選択し、前記被覆材 (2E) を加熱しながら前記被覆層を形成する工程を実施することを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項6] 前記基材 (W) の材料よりも硬質の材料からなる粒子を前記基材の材料よりも軟質の被覆材 (2D) に分散させることを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項7] 異なる材料で作製した複数の被覆材 (2B, 2C) を用いて前記被覆層を形成することを特徴とする請求項1の被覆方法。
- [請求項8] 請求項1の被覆方法で前記基材 (W) の表面に前記被覆層 (3a1, 3a2; 3b1, 3b2; 3c1, 3c2, 3d1, 3d2; 3e1, 3e2) を形成して得られた被覆部材。
- [請求項9] 基材 (W) の表面に被覆層 (3a1, 3a2; 3b1, 3b2; 3c1, 3c2, 3d1, 3d2; 3e1, 3e2) を形成する基材表面の被覆装置において、

円筒状に形成した被覆材（2;2A;2B,2C;2D;2E）と、

この被覆材の環状の先端面を前記基材に接触させて、当該被覆材を回転させつつ前記基材の表面に相対して移動させる装置本体（1）とを備え、

前記被覆材を前記基材の表面に移着させて前記被覆層を形成することを特徴とする被覆装置。

[請求項10]

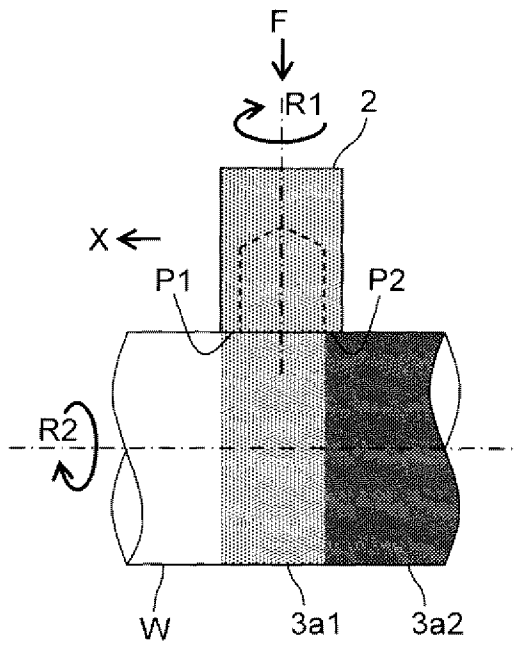
前記装置本体（1）は、前記基材を保持する回転面盤（12）と、この回転面盤を回転させる基材用駆動装置（13）と、前記被覆材を保持する回転アーム（22）と、この回転アームを回転させる工具用駆動装置（23）と、前記回転アームを前記回転面盤の回転軸方向に移動させる送り装置（24）とを備えていることを特徴とする請求項9の被覆装置。

[請求項11]

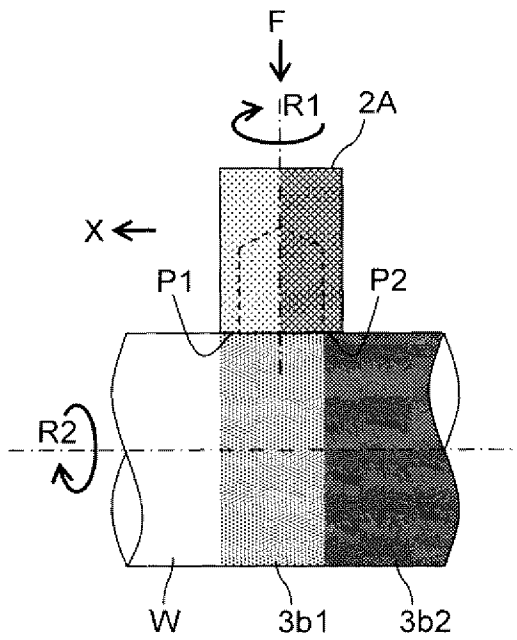
前記被覆材を加熱する加熱装置（40）を備えたことを特徴とする請求項9の被覆装置。



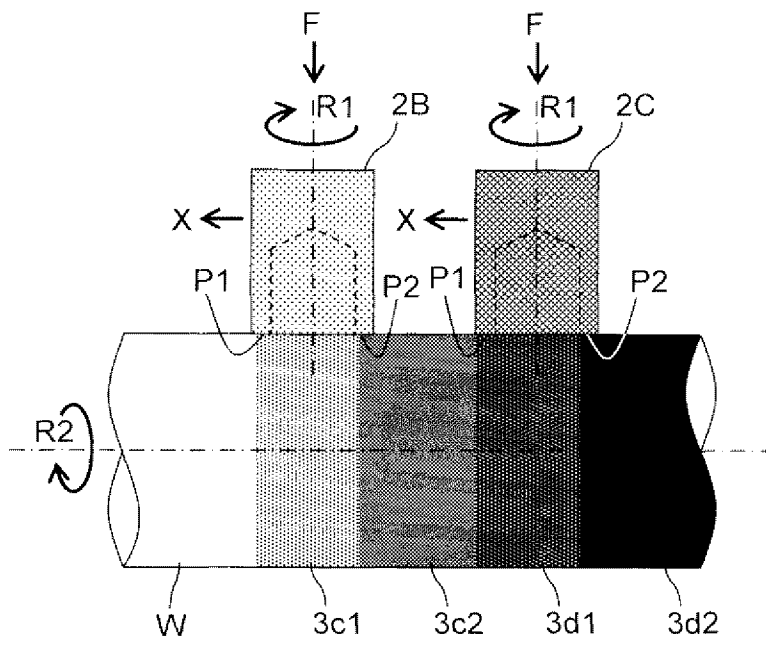
[図3]



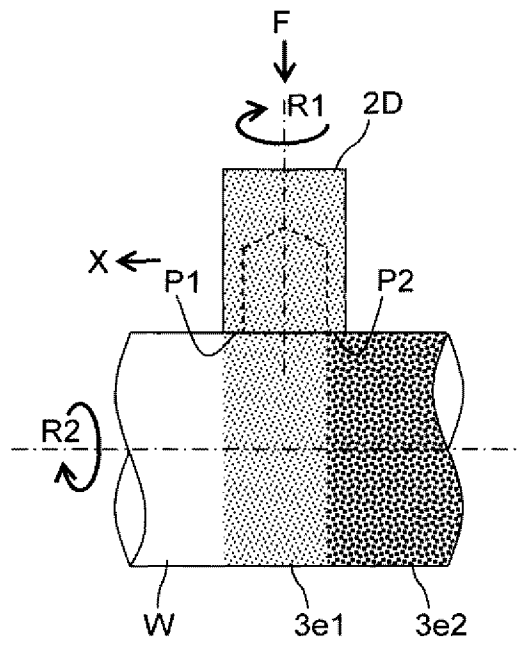
[図4]



[図5]

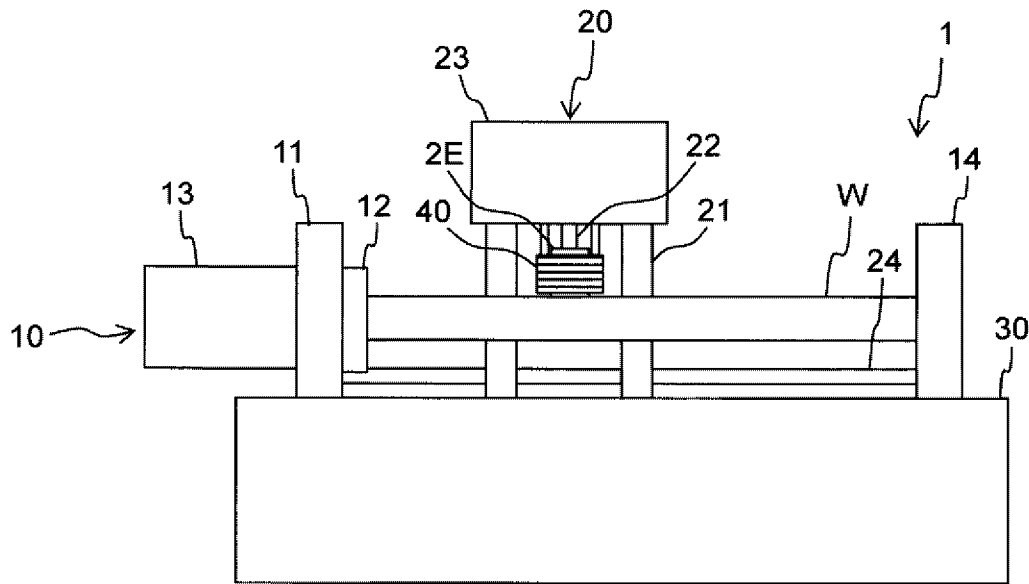


[図6]

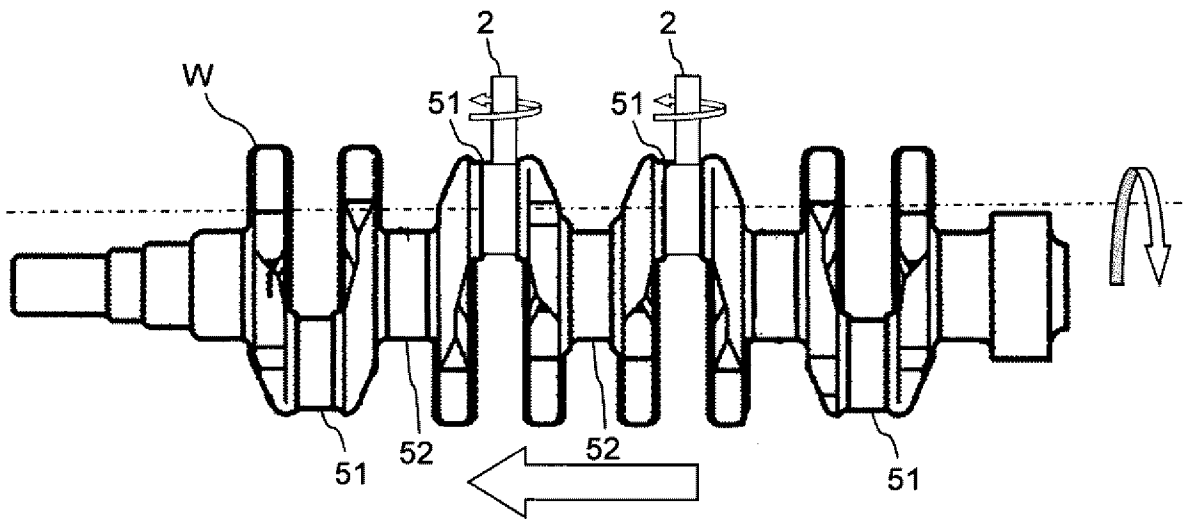




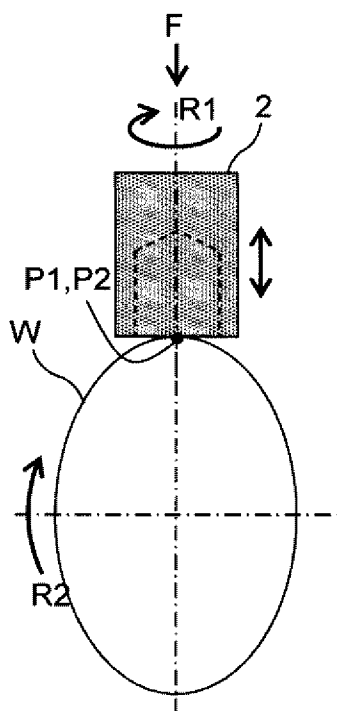
[図7]



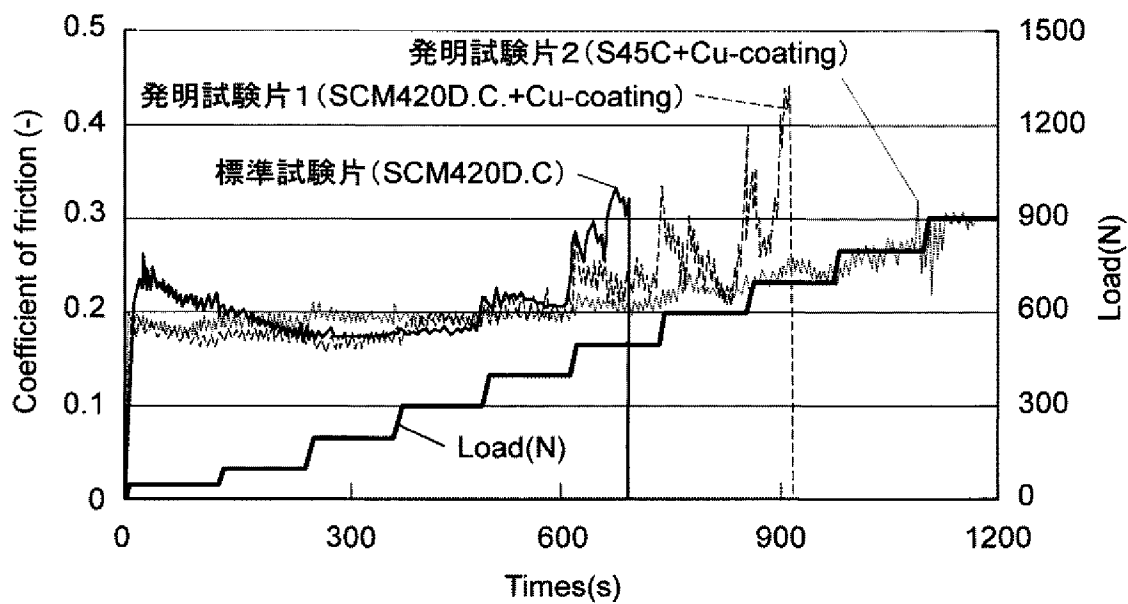
[図8]



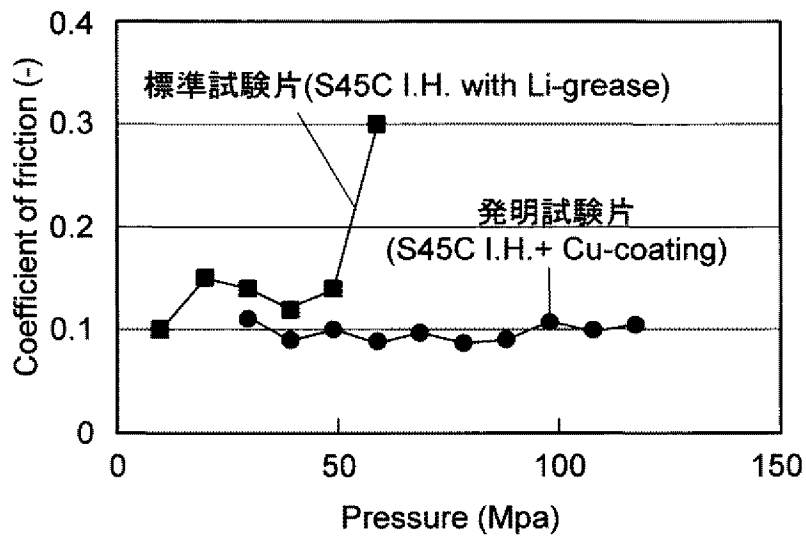
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/070940

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B23K20/12(2006.01)i, C23C26/00(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)

B23K20/12, C23C26/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X Y	WO 2005/092557 A1 (Nihon University), 06 October 2005 (06.10.2005), description, page 3, lines 13 to 27; page 5, lines 13 to 22; page 6, line 4 to page 7, line 23; page 9, line 8 to page 10, line 25; claims 1 to 2 & JP 4941969 B	1, 7-9 2-6, 10-11
X Y	JP 5-200569 A (Kabushiki Kaisha INR Kenkyusho), 10 August 1993 (10.08.1993), claims; paragraphs [0006] to [0011]; fig. 1 (Family: none)	1, 8-9 2-7, 10-11

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  
03 October, 2013 (03.10.13)

Date of mailing of the international search report  
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070940

## 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 4-350526 A (Daido Steel Co., Ltd.), 04 December 1992 (04.12.1992), claims 4 to 5; paragraphs [0016] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	2, 10
Y	JP 2010-240700 A (Fujikoh Corp.), 28 October 2010 (28.10.2010), paragraphs [0023] to [0035], [0041] to [0042]; fig. 1 to 4 (Family: none)	2, 10
Y	JP 2009-28756 A (Toshiba Corp.), 12 February 2009 (12.02.2009), claims 1 to 3; paragraphs [0018] to [0021]; fig. 4 (Family: none)	2
Y	JP 2007-100112 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 19 April 2007 (19.04.2007), claims 1 to 2; paragraphs [0001], [0019] to [0020] (Family: none)	3
Y	JP 2009-129856 A (Toshiba Corp., Shibafu Engineering Co., Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), claims 1 to 2; paragraphs [0005] to [0009] (Family: none)	4, 6
Y	JP 2002-178167 A (Fuji Oozx Inc.), 25 June 2002 (25.06.2002), claims 1 to 4; paragraphs [0022] to [0030], [0045] to [0048]; fig. 1, 8 to 9 & US 2002/0020733 A1 & US 2003/0015570 A1 & EP 1213087 A2 & KR 10-2002-0045485 A & CN 1357426 A	5, 11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i, C23C26/00(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（IPC）） Int.Cl. B23K20/12, C23C26/00		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
X Y	WO 2005/092557 A1（学校法人日本大学）2005.10.06, 明細書3頁 13-27行, 5頁13-22行, 6頁4行-7頁23行, 9頁8行-10頁25行, 請 求項1-2 & JP 4941969 B	1, 7-9 2-6, 10-11
X Y	JP 5-200569 A（株式会社アイ・エヌ・アール研究所）1993.08.10, 特 許請求の範囲, 段落【0006】-【0011】, 図1（ファミリーなし）	1, 8-9 2-7, 10-11
Y	JP 4-350526 A（大同特殊鋼株式会社）1992.12.04, 請求項4-5, 段落 【0016】-【0017】, 図1（ファミリーなし）	2, 10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 03.10.2013	国際調査報告の発送日 15.10.2013	
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） 田合 弘幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P   9620

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 2010-240700 A (株式会社フジコー) 2010.10.28, 段落【0023】 - 【0035】, 【0041】 - 【0042】, 図1-4 (ファミリーなし)	2, 10
Y	JP 2009-28756 A (株式会社東芝) 2009.02.12, 請求項1-3, 段落【0018】 - 【0021】, 図4 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2007-100112 A (三井造船株式会社) 2007.04.19, 請求項1-2, 段落【0001】, 【0019】 - 【0020】 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2009-129856 A (株式会社東芝, 芝府エンジニアリング株式会社) 2009.06.11, 請求項1-2, 段落【0005】 - 【0009】 (ファミリーなし)	4, 6
Y	JP 2002-178167 A (フジオーゼックス株式会社) 2002.06.25, 請求項1-4, 段落【0022】 - 【0030】, 【0045】 - 【0048】, 図1, 8-9 & US 2002/0020733 A1 & US 2003/0015570 A1 & EP 1213087 A2 & KR 10-2002-0045485 A & CN 1357426 A	5, 11