

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6261047号
(P6261047)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 K 20/12 (2006.01)	B 2 3 K 20/12 Z
C 2 3 C 26/00 (2006.01)	C 2 3 C 26/00 M

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-529462 (P2014-529462)	(73) 特許権者	000005522 日立建機株式会社 東京都台東区東上野二丁目16番1号
(86) (22) 出願日	平成25年8月1日(2013.8.1)	(73) 特許権者	504196300 国立大学法人東京海洋大学 東京都港区港南4丁目5番7号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/070940	(74) 代理人	110001829 特許業務法人開知国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02014/024780	(72) 発明者	秋田 秀樹 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
(87) 国際公開日	平成26年2月13日(2014.2.13)		
審査請求日	平成28年7月28日(2016.7.28)		
(31) 優先権主張番号	特願2012-176357 (P2012-176357)		
(32) 優先日	平成24年8月8日(2012.8.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 被覆方法及び装置、並びに被覆部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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、
前記基材を被覆する材料を円筒状に形成して作製したものであって円筒状に形成された前記材料の軸心を通る平面で区分された複数の領域の材料がそれぞれ異なる被覆材を作製し、

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たまま、当該被覆材を回転させつつ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、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】

前記基材を回転させながら、回転する前記被覆材を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】

前記被覆材を形成する複数の材料として前記基材の材料よりも軟質の材料を少なくとも一種類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】

異なる複数の材料で作製した前記被覆材を複数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5】

10

20

請求項 1 の被覆方法で前記基材の表面に前記被覆層を形成して得られた被覆部材。

【請求項 6】

曲面で形成された基材の表面に被覆層を形成する被覆装置において、

前記基材を被覆する材料を円筒状に形成して作製したものであって円筒状に形成された前記材料の軸心を通る平面で区分された複数の領域の材料がそれぞれ異なる被覆材と、

この被覆材の環状の先端面を前記基材に対して二箇所接触させたまま、当該被覆材を回転させつつ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ことを特徴とする被覆装置。

10

【請求項 7】

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ことを特徴とする請求項 6 の被覆装置。

【発明の詳細な説明】

【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。

20

【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】

30

【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。

40

【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、本発明は、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、前記基材を被覆する材料を円筒状に形成して作製したものであって円筒状に形成された前記材料の軸心を通る平面で区分された複数の領域の材料がそれぞれ異なる被覆材を作製し、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たまま、当該被覆材を回転させつつ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、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。

50

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、被覆材と基材との相対速度がゼロとなる箇所が存在せず、被覆材と基材が2カ所の小さな接触部でのみ接触するので、軟化した被覆材を拘束することがなく、低荷重で所望の摩擦熱を発生させることができ、被覆層の減耗を抑制することもできる。よって、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。 10

【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。 20

【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。 30

【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、断面が環状とな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 40 50

合を例として説明する。

【 0 0 2 3 】

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 1 0 は、基材 W を回転させる旋盤部 1 0、被覆材 2 を動作させるボール盤部 2 0、及びベース 3 0 を有している。

【 0 0 2 4 】

旋盤部 1 0 は、基部 1 1、基材 W を保持する回転面盤 1 2、この回転面盤 1 2 を回転させる基材用駆動装置 1 3、及び回転面盤 1 2 との間に介在させた基材 W を回転面盤 1 2 側に芯押しする芯押し機 1 4 を備えている。基部 1 1 はベース 3 0 上に固定されており、回転面盤 1 2 は基部 1 1 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 1 4 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 1 2 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 1 4 はベース 3 0 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 1 2 のチャック装置に一端が把持され、芯押し機 1 4 によって他端が支持されることで、回転面盤 1 2 の回転軸と同心上に保持される。基材用駆動装置 1 3 は、基部 1 1 に取り付けられていて、回転面盤 1 2 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 1 3 の駆動速度は可変である。

【 0 0 2 5 】

ボール盤部 2 0 は、基部 2 1 と、被覆材 2 を保持する回転アーム（スピンドル）2 2 と、この回転アーム 2 2 を回転させる工具用駆動装置 2 3 と、基部 2 1、回転アーム 2 2、工具用駆動装置 2 3 及び被覆材 2 を回転面盤 1 2 の回転軸方向へ移動させる送り機構部 2 4 とを備えている。基部 2 1 はベース 3 0 上の回転面盤 1 2 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 2 4 は基部 2 1 に螺合した例えばボールねじであり、両端はベース 3 0 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 2 4 は回転面盤 1 2 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 3 0 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 1 2 の回転速度が伝達されることにより、回転面盤 1 2 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 2 3 は基部 2 1 によって支持されており、下方に延びる回転アーム 2 2 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 2 2 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 2 2 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。

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

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

10

20

30

40

50

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P1, P2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3a1, 3a2(図3参照)を形成することができる。例えばこれら被覆層3a1, 3a2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P1, P2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P1, P2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。

10

【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】

20

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。

30

【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3a1, 3a2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】

40

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。

50

【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3a1, 3a2を形成しつつ、被覆層3a1, 3a2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(SUJ2)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(SCM420)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(Cu)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(S45C)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(10×L10): SCM420(浸炭処理)

発明試験片1(10×L10): SCM420(浸炭処理)+Cu被膜

発明試験片2(10×L10): S45C+Cu被膜

ディスク: SUJ2

揺動周波数: 200Hz

揺動距離: 0.2mm

潤滑: メカニカス(0.25ml)

サイクル数: 異常発生まで

荷重ステップ幅: 100N

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1400N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(22×30×L20)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：S 4 5 C（高周波焼き入れ）+ C u 被膜
ブッシュ寸法： 2 2 m m × 3 0 m m × L 2 0 m m
相対摺動速度：0 . 0 2 m / s e c
回転揺動角度：9 0 °
潤滑剤：L i グリース（標準試験片のみ）
荷重：最大1 0 0 M p a

但し、荷重は1 5 分間隔で5 M p a ずつ上昇させた。

【0 0 3 9】

図1 1 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5 0 M p a 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5 0 M p a 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。

10

【0 0 4 0】

（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。

【0 0 4 1】

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2 A は2種類の被覆材によって構成されており、当該被覆材2 A 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S i C（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。

20

【0 0 4 2】

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。

30

【0 0 4 3】

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。

40

【0 0 4 4】

（第3の実施の形態）

50

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。

10

【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の実施形態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の実施形態と同様である。

20

【0047】

本実施の形態によれば、第1の実施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ある。

30

【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の実施形態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の実施形態)

40

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、硬質粒子としてはセラミックやハイス、超鋼等を選

50

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發揮する。

【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

10

20

30

40

50

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, 2A - 2E 被覆材
- 3a1 - 3e1, 3a2 - 3e2 被覆層
- 12 回転面盤
- 13 基材用駆動装置
- 22 回転アーム
- 23 工具用駆動装置

10

20

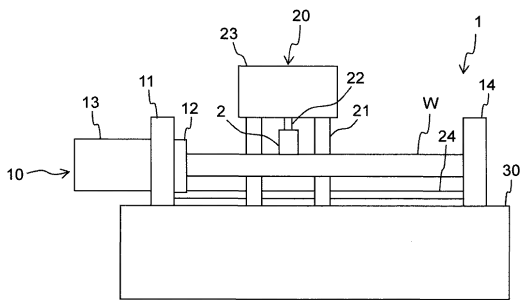
30

40

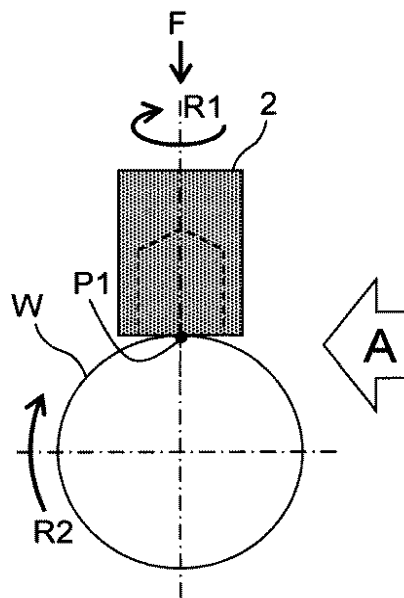
50

24 送り装置
40 加熱装置
P1, P2 接触部
W 基材

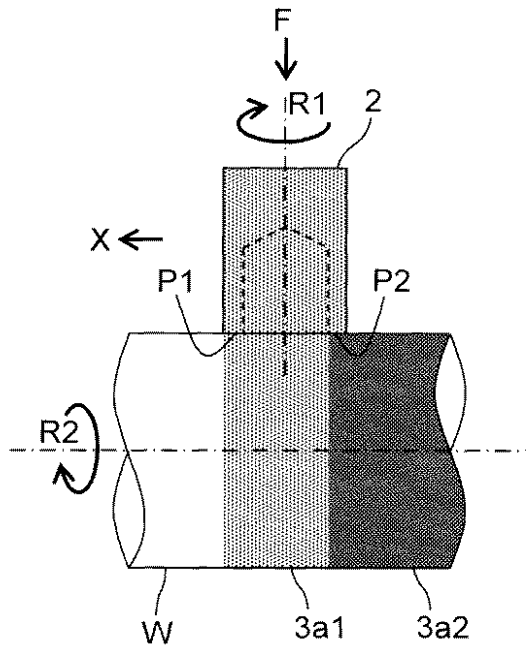
【図1】



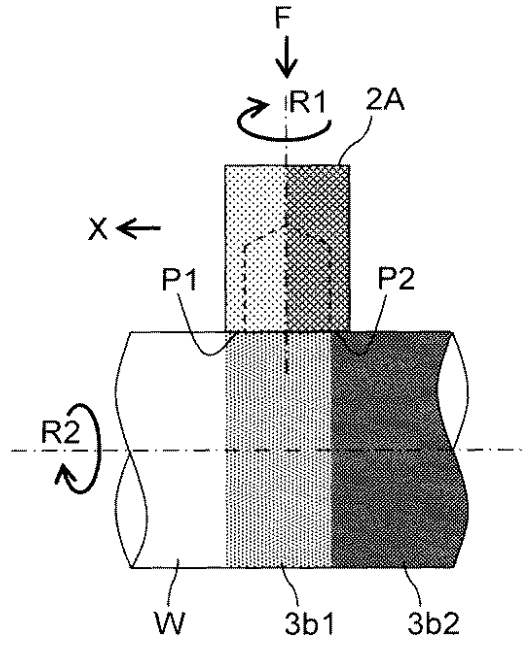
【図2】



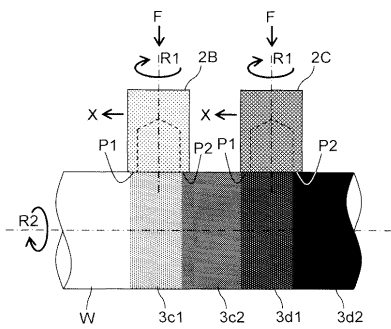
【図3】



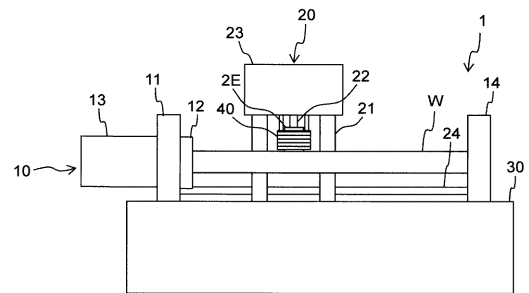
【図4】



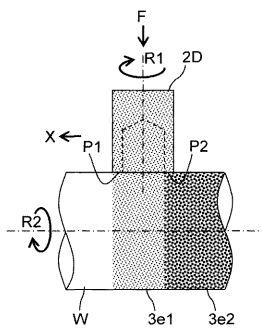
【図5】



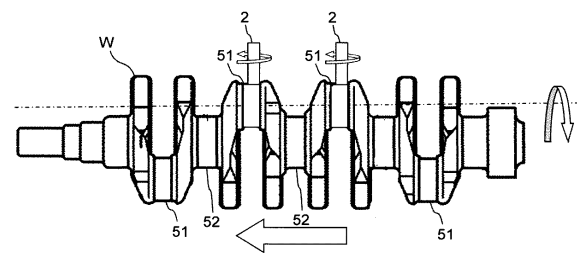
【図7】



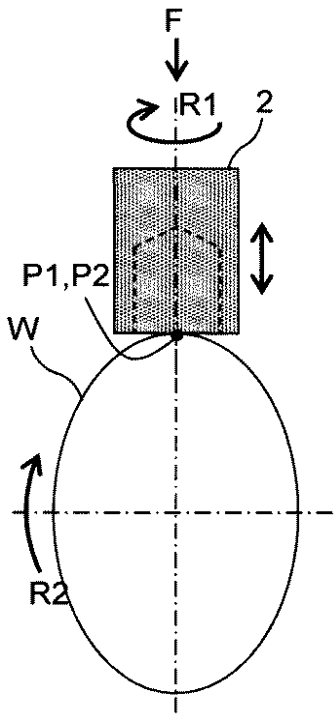
【図6】



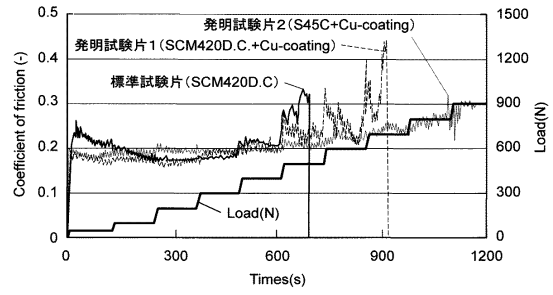
【図8】



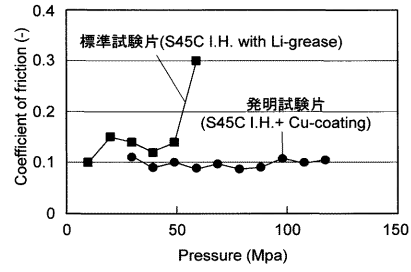
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (72)発明者 櫻井 茂行
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 小林 修一
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 鈴木 基司
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 志摩 政幸
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
- (72)発明者 菅原 隆志
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

審査官 黒石 孝志

- (56)参考文献 特開2009-28756(JP,A)
国際公開第2005/092557(WO,A1)
特開2010-240700(JP,A)
特開2010-132941(JP,A)
特開2007-100112(JP,A)
特開2009-129856(JP,A)
特開2002-178167(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/12

C23C 26/00