(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3890622号
(P3890622)
(45)発行日　平成19年3月7日(2007.3.7)　(24)登録日　平成18年12月15日(2006.12.15)

(51)Int.Cl.		F I		
F16C 33/64	(2006.01)	F16C	33/64	
C25D 7/10	(2006.01)	C25D	7/10	
C25D 11/38	(2006.01)	C25D	11/38	301Z

請求項の数 2　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平8-94395
(22)出願日　平成8年4月16日(1996.4.16)
(65)公開番号　特開平9-280252
(43)公開日　平成9年10月28日(1997.10.28)
審査請求日　平成15年4月8日(2003.4.8)

(73)特許権者　000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎１丁目６番３号
(74)代理人　100066980
弁理士　森　哲也
(74)代理人　100075579
弁理士　内藤　嘉昭
(74)代理人　100103850
弁理士　崔　秀▲てつ▼
(72)発明者　金野　大
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号　日本精工株式会社内
(72)発明者　加藤　総一郎
群馬県前橋市鳥羽町７８番地　日本精工株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】耐食転動部材の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
熱処理後の素材の表面に２層からなる防錆処理被膜を形成して転がり軸受，直動案内軸受，直動駆動装置等の金属製転動部材を製造する方法であって、
第１層である３価のクロム酸化物層を電解防錆処理により形成する工程と、前記第１層を被覆する第２層である膜厚２μｍ以上の樹脂層を、２フッ化物とポリエチレンとの共重合体を有機溶媒に分散させたものを塗布し１５０～２００℃に加熱することにより形成する工程と、を備えることを特徴とする耐食転動部材の製造方法。
【請求項２】
前記金属製転動部材がリニアガイド装置の案内レールであることを特徴とする請求項１に記載の耐食転動部材の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、自動車や半導体製造装置及びその周辺機器等に使用される各種の転がり軸受，直動案内軸受装置或いは直動駆動装置を構成する転動部材の製造方法に係り、特にそれらの転動部材の耐食性の改善に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来の耐食性転がり軸受としては、例えば図５に示すような転がり軸受がある。このもの

は、内輪１，外輪２からなる軌道輪と転動体３及び保持器４等を主な転動部材として構成されており、それらの転動部材の材料にステンレス鋼またはセラミックスが用いられている。ステンレス鋼はＳＵＳ４４０Ｃ，ＳＵＳ３１６Ｌ，ＳＵＳ６３０，ＳＵＳ３０４などが代表的なもので、軸受としての硬度を必要とする軌道輪（内輪１，外輪２）、転動体３には主としてＳＵ４４０などの熱処理によって硬さを高めたものが使用されている。また、セラミックス材料としては、Si_3N_4 などが主として使われ、内輪１，外輪２及び転動体３がそれぞれセラミックスで構成されるとか、転動体３のみセラミックスで、内輪１，外輪２はいずれもステンレス鋼材で構成されたもの等がある。

【０００３】

従来の耐食性直動案内軸受としては、例えば図６に示すようなリニアガイド装置がある。これは両側面に軸方向の転動体転動溝６を有して延長された案内レール７と、その案内レール７上に移動可能に組み付けると共に案内レールの転動体転動溝６に対向する図外の転動体転動溝を内側面に有するスライダ８と、相対する前記両転動体転動溝内に転動自在に挿入された多数の図示されない転動体を主な転動部材として構成されている。スライダ８の内部には転動体の循環経路が設けられており、スライダ８はその転動体の転動を介して案内レール７に案内されつつ移動する。この耐食性直動案内軸受の場合、転動部材のうちでも酸やアルカリ等の蒸気を含むような腐食環境に直接にさらされる案内レール７には特に耐食性が要求され、一般にステンレス鋼を使用したりクロムメッキなどを適用して対応している。

【０００４】

従来の耐食性直動駆動装置としては、例えば図７に示すようなボールねじ装置がある。これは、外周面に螺旋状のボールねじ溝１１を有するねじ軸１２と、そのねじ軸のボールねじ溝１１に対応するボールねじ溝１３を内周面に有して前記ねじ軸１２に螺合されるボールねじナット１４と、相対する両ボールねじ溝１１，１３内を転動する多数のボール１５を主な転動部材として構成されている。ボールねじナット１４にはボール１５の循環経路として循環駒１６が設けられており、循環移動するボール１５の転動を介して、ねじ軸１２（又はボールねじナット１４）の回転をボールねじナット１４（又はねじ軸１２）の直動運動に変換している。この耐食性直動駆動装置の場合も、ねじ軸１２が酸やアルカリ等の蒸気を含むような腐食環境に直接にさらされるため、やはりステンレス鋼を使用したりクロムメッキなどを適用して対応している。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年、耐食転動部材が使用される環境は過酷になりつつある。例えば自動車に使用される転がり軸受の場合、寒冷地における不凍結剤の使用に伴い、各種の塩に起因する軸受腐食の問題が発生している。これに対応するべくステンレス鋼材やセラミックスを材料として使用すると、コスト上昇が負担しきれない。一方、クロム等の金属メッキでは、使用条件によっては剥離する可能性がある。

【０００６】

また、半導体製造装置及びその周辺機器に使用される転がり軸受，直動案内軸受，直動駆動装置の場合は、アルカリ性溶液或いはフッ化水素酸に代表される強酸が半導体ウエハーの洗浄で使用される。そのため、アルカリ，酸溶液の飛散或いはそれらの蒸気中に暴露されることによる半導体製造工程への不純物の混入が重要な問題になっている。特に、半導体素子の集積度が高まるにつれて、装置内に使われている搬送系や駆動系の表面の腐食の問題が素子の歩留りを左右する因子になっている。しかるに、クロムメッキやセラミックスの場合、使用条件によって溶け出す場合があり、その時は腐食を防止することが難しい。

【０００７】

そこで本発明は、このような従来の耐食転動部材における未解決の問題点に着目してなされたものであり、クロムメッキやセラミックスに代わる、安価でかつフッ化水素酸に対しても耐食性のある耐食転動部材の製造方法を提供することを目的としている。

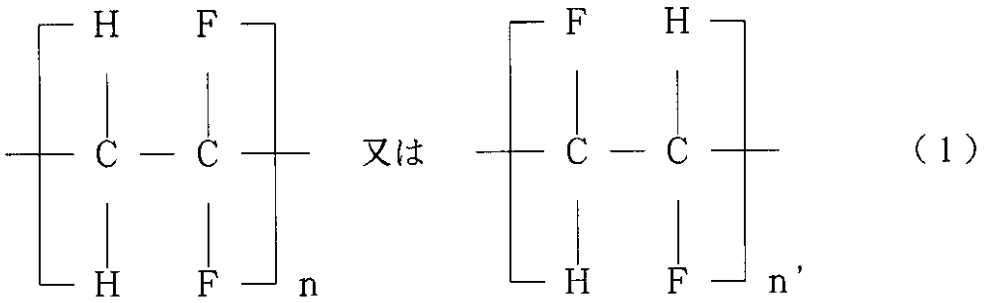
【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記の目的を達成する本発明の請求項１に係る耐食転動部材の製造方法は、熱処理後の素材の表面に２層からなる防錆処理被膜を形成して転がり軸受，直動案内軸受，直動駆動装置等の金属製転動部材を製造する方法であって、第１層である３価のクロム酸化物層を電解防錆処理により形成する工程と、前記第１層を被覆する第２層である膜厚２μｍ以上の樹脂層を、２フッ化物とポリエチレンとの共重合体を有機溶媒に分散させたものを塗布し１５０～２００℃に加熱することにより形成する工程と、を備えることを特徴とするものである。
同じく本発明の請求項２に係る耐食転動部材の製造方法は、前記金属製転動部材がリニアガイド装置の案内レールであることを特徴とするものである。
【０００９】
本発明の耐食転動部材に形成する電解防錆処理被膜は、６価のクロムイオンを含む溶液中に被処理体である耐食転動部材を浸漬し、その耐食転動部材を陰極として白金またはカーボンを対極として酸化還元反応を利用した電解により３価のクロム酸化物層を被処理体表面に形成させたものである。クロムイオンの還元反応の過程で温度の制御が不可欠であり、クロム化合物中のクロム酸化数は成膜時の電解温度に依存する。電解温度が高くなると３価にならない。
【００１０】
すなわち３価のクロム酸化物層を形成する当該電解温度は、好適には４０℃以下が望ましく、更に好適には２５℃以下が望ましい。８０℃を超えると電解中にクロムイオンが還元されて酸化数０の金属クロムが析出してしまい耐食性が劣る。
【００１１】
また、クロム酸化物層の膜厚は電解温度と電解時間とに依存する。当該膜厚は１μｍ以上が望ましく、好適には１～７μｍが望ましい。１μｍ未満では、クロム酸化物を形成していながらも酸に対して耐食性が劣り、逆に７μｍを超えて膜厚を厚くすると、電解温度が高温となるため金属クロムが析出し易くなり、その結果耐食性が劣る。
【００１２】
本発明の耐食転動部材に形成する防錆処理被膜は、電解防錆処理被膜である、前記３価のクロム酸化物層を第１層とし、その第１層を被覆する第２層として耐食性に優れた被膜層を施すこともできる。例えば、当該第２層の被膜層として好適にはポリエチレン樹脂層やアクリル樹脂層、更に好適にはフッ素樹脂層などがあり、それらは第１層のクロム酸化物のピンホールを埋めて素地の露出を防止する機能を果たす。第２層の被膜層の膜厚としては２μｍ以上あることが望ましい。２μｍ未満では、素地の露出防止機能が不十分である。
【００１３】
上述のように、本発明によれば、転がり軸受，直動案内軸受，直動駆動装置等の金属製転動部材の表面に、電解温度を制御してとくに腐食性に優れたクロム酸化物層からなる防錆処理被膜を形成させることにより、強酸やアルカリ溶液またはガス雰囲気中で耐食性を有する転動部材が低コストで提供できる。
【００１４】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、従来と同一又は相当する部分には同一の符号を用いてある。
【００１５】
Ａ：第１の実施形態
図１に示すスラスト転がり軸受の軌道輪（内輪１及び外輪２のいずれか）を被試験体の転動部材として、その表面にクロム酸化物からなる電解防錆処理被膜を、次の条件で形成した。
【００１６】

軸受材質；ＳＵＪ２，熱処理後の硬さＨＲＣ６０
▲１▼先ず、ＮａＯＨの４％水溶液を用いて、６０℃で２分間、供試体をアルカリ洗浄した。
【００１７】
▲２▼その後水洗いした供試体を陽極として電解洗浄した。電解洗浄は、無水クロム（CrO_3）３００ｇ／ｌ，酢酸５ｍｌ／ｌの濃度の６価クロムメッキ浴中で、供試体を陽極とし対極（陰極）をカーボンとして温度２０℃，電流密度２０Ａ／dm^2で１分間、逆電解することにより行った。
【００１８】
▲３▼次に、前記電解洗浄における６価クロムメッキ浴と同じ濃度の６価クロムメッキ浴中で、供試体を陰極とし対極（陽極）をカーボンとして温度２０℃，電流密度８０Ａ／dm^2で１０分間、電解メッキを施して供試体の金属表面に３価クロム（Cr_2O_3）に富む黒色のクロム酸化物層を３μｍの厚さに析出させた。
【００１９】
▲４▼上記と同様の手順で、但し電解温度と時間とを制御して析出クロム酸化物層の厚さを変えたものを供試体として複数形成した。
以上用意した複数の供試体について、耐食試験を実施した。
【００２０】
耐食試験は、次の通り行った。
２００ｍｌのプラスチックビーカー中に５Ｎの硝酸を５０ｍｌ入れ、その液中に供試体を一定面積浸漬できるように設置し、温度５０℃で３０時間放置した。放置後、浸漬液を希塩酸溶液で１００倍に希釈し、その浸漬液中に溶解している鉄分をＩＣＰ（Inductively Coupled plasma）発光分析法で定量し、得られた溶出鉄分量をもって供試体（転動部材）の腐食量とした。
【００２１】
結果を、腐食量と膜厚との関係図２に示す。
図２から、電解温度が低く、成膜速度が小さいため膜厚が１μｍ未満の領域では膜厚が１μｍに近づくにつれて鉄分溶出量（腐食量）は急減することがわかる。電解温度を次第に高くして成膜速度を大きくしていくと膜厚が増大する。膜厚が１μｍを超えると鉄分溶出量は安定して、７μｍに達するまでの領域では略一定となる。この膜厚１～７μｍの範囲は酸化クロム層が形成される膜厚領域であって耐食性に有効な膜厚領域といえる。更に電解温度を上げ成膜速度を大きくすると、成膜されたマトリックス中に金属クロム（酸化数０）の含有量が増えるが、耐食性は劣化する。すなわち、電解温度を下げることにより、クロム酸化物（酸化数３のクロム化合物）をマトリックス中に形成させ、耐食性を向上させることが可能である。温度が低くなるに従い成膜の効率は低下するから、耐食性に有効で且つ実用的な成膜速度が得られる膜厚範囲としては１～７μｍ程度が望ましい。
【００２２】
Ｂ：第２の実施形態
図３は、直動案内軸受として代表的なリニアガイド装置において、転動部材の一つとして使用される案内レール７の断面図である。この案内レール７を被試験体の転動部材として、その表面にクロム酸化物からなる電解防錆処理被膜を、次の条件で形成した。
【００２３】
上記第１の実施形態の▲１▼と同様に供試体をアルカリ洗浄した後、同▲２▼と同様の電解洗浄工程を経て、同▲３▼と同様の電解メッキを施し、供試体のレール表面７ｄに第１層として３価クロム（Cr_2O_3）に富む黒色のクロム酸化物層７ｅを３μｍの厚さに析出させた。なお、この厚さ３μｍのクロム酸化物層７ｅには、クラックやピンホールが生じて供試体の金属表面（素地）７ｄがそこから露出する場合がある。
【００２４】
次に、その第１層の上に、第２層として、共重合体のフッ素樹脂膜７ｆを形成して被覆した。当該フッ素樹脂膜７ｆは、次の化学式（１）で表される２フッ化物とポリエチレンと

の共重合体である。

【００２５】

【化１】



（１）

【００２６】

その共重合体を有機溶剤に分散させたものを、スプレー等で供試体の第１層７ｅに塗布して、温度１５０～２００℃で加熱し、前記クロム酸化物層７ｅ（及びクラックやピンホール等から露出した金属素地）をフッ素樹脂膜７ｆで被覆した。そのフッ素樹脂膜７ｆの膜厚はスプレーの塗膜吹きつけ量で調整した。

【００２７】

以上用意した複数の供試体について、耐食試験を実施した。

耐食試験は、次の通り行った。

２００ｍｌのプラスチックビーカー中に５Ｎの硝酸又は５Ｎの塩酸又は５Ｎの硫酸又は１Ｎのフッ化水素酸のいずれかを５０ｍｌ入れ、その液中に供試体を一定面積浸漬できるように設置し、温度５０℃で３０時間放置した。放置後、浸漬液を希塩酸溶液で１００倍に希釈し、その浸漬液中に溶解している鉄分をＩＣＰ（Inductively Coupled plasma）発光分析法で定量し、得られた溶出鉄分量をもって供試体（転動部材）の腐食量とした。

【００２８】

結果を、腐食量と膜厚との関係図４に示す。

図４の結果から、浸漬した各酸の種類によって異なるが、供試体に形成したクロム酸化物層７ｅ（第１層）とフッ素樹脂膜７ｆ（第２層）との合計膜厚が５μｍ以上（即ち、フッ素樹脂膜７ｆの単独膜厚が２μｍ以上）あれば、鉄分溶出量は１００００ｐｐｍ（１％）未満になり、耐食性に有効であることがわかる。フッ素樹脂膜７ｆの膜厚の上限は、製品の機能に影響が無いかぎり特に限定されないが、厚くなるほど成膜時間が長くなり生産性に影響する。

【００２９】

なお、上記実施形態では第２層としてフッ素樹脂膜を形成した場合を述べたが、この樹脂の種類としては耐食性のあるものであれば、特にフッ素樹脂に限定されない。

【００３０】

Ｃ：第３の実施形態

一般的に耐食性を有する材料とされるＳＵＳ３１６Ｌ，ＳＵＳ６３０，窒化ケイ素，アルミナを用いてそれぞれ形成した比較供試体と、ＳＵＳ４４０Ｃに上記第２実施形態の場合と同様にして厚さ３μｍのクロム酸化物層（第１層）及び厚さ１０μｍのフッ素樹脂膜のコーティング層（第２層）を形成した本発明供試体とを用意して、フッ化水素酸に対する耐食性の比較試験を実施した。

【００３１】

試験条件：

供試体形状；直径１０ｍｍ×厚さ４０ｍｍの円盤

フッ化水素酸濃度；１Ｎ

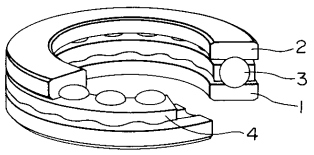
浸漬時間；深さ２０ｍｍで２４時間浸漬
浸漬温度；２４℃
耐食性の評価は、浸漬前後の供試体の重量変化を測定した。
【００３２】
結果を表１に示す。
【００３３】
【表１】

	材　　料	鉄分溶出量（％）
比較供試体	ＳＵＳ３１６Ｌ	２．０
	ＳＵＳ６３０	２．４
	窒化ケイ素	１．４
	アルミナ	１．８
本発明供試体	ＳＵＳ４４０Ｃ クロム化合物層（３μｍ） フッ素樹脂コーティング	０．４

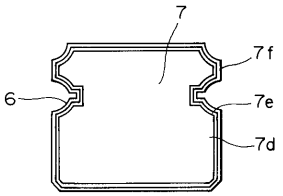
【００３４】
溶出量％は、供試体の最初の重さに対する溶出量の重量％である。
表１の結果から、半導体素子製造の洗浄工程で常用されているフッ化水素酸に対しては、耐食性ステンレス材料やセラミックスからなる比較供試体よりも、本発明にかかる防錆処理被膜を形成した本発明供試体の方が腐食による重量変化が少なく、半導体素子製造装置内からの汚染物流出を防止するのに有効であることがわかる。
【００３５】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明に係る耐食転動部材の製造方法によれば、転がり軸受、直動案内軸受、直動駆動装置等の金属製転動部材の表面に、防錆処理被膜として少なくともクロム酸化物からなる電解防錆処理被膜を形成したため、従来のクロムメッキやセラミックスに代わりアルカリ溶液やフッ化水素酸等の強酸に対しても耐食性のある耐食転動部材を安価に提供できるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の耐食転動部材の一実施形態の一部を切除して示す斜視図である。
【図２】図１に示した転動部材の防錆処理被膜の耐食性の説明図である。
【図３】本発明の耐食転動部材の他の実施形態を説明する断面図である。
【図４】図３に示した転動部材の防錆処理被膜の耐食性の説明図である。
【図５】従来の耐食性転がり軸受の一部を切除して示す斜視図である。
【図６】従来の耐食性直動案内軸受の斜視図である。
【図７】従来の耐食性直動駆動装置の一部を切除して示す斜視図である。
【符号の説明】
なし

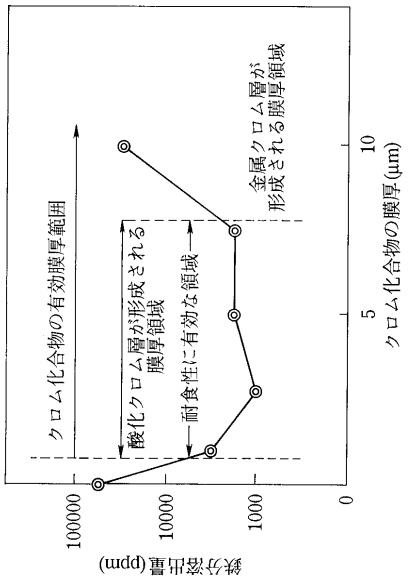
【図１】



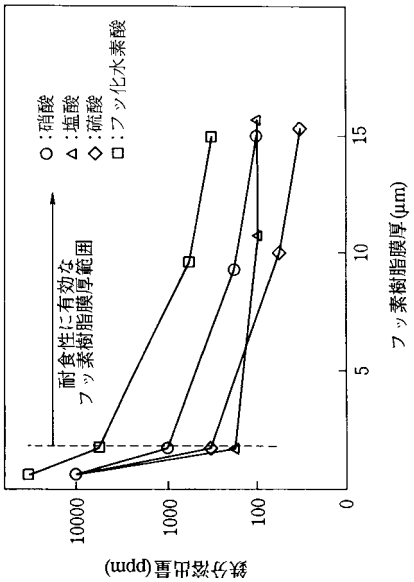
【図３】



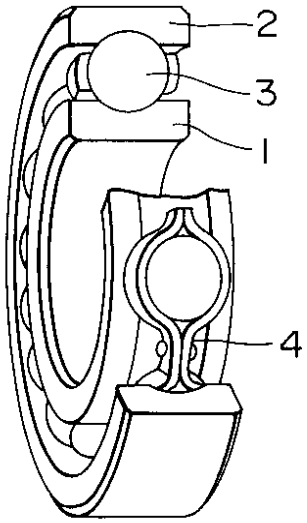
【図２】



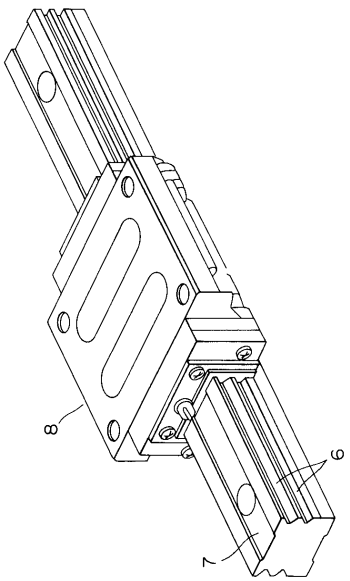
【図４】


○：硝酸
△：塩酸
◇：硫酸
□：フッ化水素酸
耐食性に有効な
フッ素樹脂膜厚範囲
鉄分溶出量(ppm)
10000
1000
100
0
5
10
15
フッ素樹脂膜厚(μm)

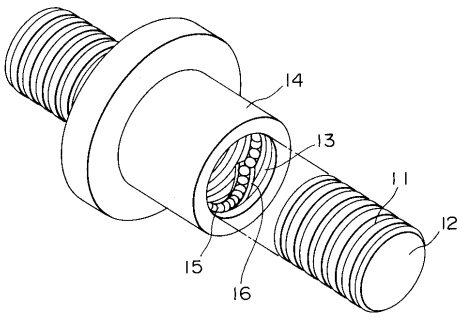
【図５】


2
3
1
4

【図６】


8
6
7

【図７】


14
13
11
12
15
16

フロントページの続き

審査官　藤本　信男

(56)参考文献　特開昭６２－０４６０１８（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－０３０６２３（ＪＰ，Ｕ）
特開昭４９－０２８５４３（ＪＰ，Ａ）
特開昭４９－０２８５４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２２７４５５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１０１８３８（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２２９２４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３１８６５４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２４６６２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３０１２４１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１４９３２８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F16C 33/00-66
C25D 7/10
C25D 11/38