

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4918191号
(P4918191)

(45) 発行日 平成24年4月18日 (2012. 4. 18)

(24) 登録日 平成24年2月3日 (2012. 2. 3)

(51) Int.Cl. F 1
C 2 3 C 14/22 (2006.01) C 2 3 C 14/22 C

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-45984 (P2001-45984)
(22) 出願日 平成13年2月22日 (2001. 2. 22)
(65) 公開番号 特開2002-249867 (P2002-249867A)
(43) 公開日 平成14年9月6日 (2002. 9. 6)
審査請求日 平成19年11月28日 (2007. 11. 28)
審判番号 不服2010-4733 (P2010-4733/J1)
審判請求日 平成22年3月4日 (2010. 3. 4)

(73) 特許権者 000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 100118924
弁理士 廣幸 正樹
(72) 発明者 早田 博
大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内
(72) 発明者 竹内 義治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成膜方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバ内に窒素ガスを供給しつつ排気して所定の圧力に調整し、前記真空チャンバ内に配置された基体の表面にTiN膜を成膜する方法において、
前記真空チャンバ内に配置されたアークカソードに電力を供給することでアーク放電により前記真空チャンバ内にTi原子及びTiイオンを発生させる際、前記基体にバイアス電圧を印加してアークイオンプレーティングにより成膜する第1ステップと、

前記第1ステップの終了後、前記真空チャンバ内に配置されたスパッタカソードに電力を供給することでグロー放電により前記真空チャンバ内にTi原子及びTiイオンを発生させる際、前記基体にバイアス電圧をかけ、成膜するプロセスと前記基体表面をイオンでスパッタするプロセスを同時に進行させながら、前記第1ステップで成膜された膜の表面粗さ分の厚みだけ成膜する第2ステップと、を備えることを特徴とする成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、機械部品等の表面に耐摩耗膜等の機能膜を成膜するのに好適に適用できる成膜方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来例の成膜方法について、図1、図5を参照して説明する。まず、成膜装置の概略構成

を説明すると、図 1 において、1 は真空チャンバであり、排気系 2 とガス供給系 3 を備えている。4 はアークカソードであり、必要なエネルギーを供給する電源 5 が接続され、アーク放電によって金属粒子及び金属イオンを発生する。6 はスパッタカソードであり、必要なエネルギーを供給する電源 7 が接続され、グロー放電より金属粒子及び金属イオンを発生する。金属としては、Ti などが用いられる。8 は被処理体である基体 10 を載置する支持台であり、バイアス電源 9 が接続され、支持台 8 を介して基体 10 にバイアス電圧を印加するように構成されている。

【0003】

次に、成膜動作を説明する。この従来例では、基体 10 は摺動部に用いられるステンレス鋼製の機械部品であり、その表面に耐摩耗性を向上する TiN 膜を成膜する。

10

【0004】

TiN 膜の成膜工程は、アークカソード 4 で傾斜層を形成する第 1 ステップと、スパッタカソード 6 で成膜する第 2 ステップから成る。

【0005】

第 1 ステップでは、ガス供給系 3 から窒素ガスを導入し、同時に排気系 2 から排気し、電源 5 よりアークカソード 4 に電力を供給する。これにより、窒素イオン、Ti イオン、電子からなるプラズマを発生すると同時に Ti 原子を放出する。次に、バイアス電源 9 により支持台 8 及び基体 10 に電圧を印加する。このようにアークカソード 4 から金属イオンを放出させながら基体 10 にバイアス電圧をかけて行う処理をアークイオンプレーティングと呼ぶ。

20

【0006】

このアークイオンプレーティングでは、プラズマ中の Ti イオンが基体 10 に印加されたバイアス電圧により加速されて基体 10 に衝突し、そのエネルギーによって基体 10 中に物理的あるいは化学的に挿入され、基体 10 の成分と Ti が混ざった傾斜層を形成する。傾斜層は基体 10 と薄膜との境界における成分変化を和らげ、次のステップで形成される TiN 膜の密着性を向上する。所望の密着性を得るに十分な厚みの傾斜層を作る時間だけ上記処理を行った時点で第 1 ステップは終了する。

【0007】

第 2 ステップでは、ガス供給系 3 から窒素ガスを導入し、同時に排気系 2 から排気し、電源 7 よりスパッタカソード 6 に電力を供給する。これにより、窒素イオン、Ti イオン、電子からなるプラズマを発生すると同時に Ti 原子を放出する。放出された Ti および Ti イオンと窒素イオンは真空チャンバ 1 内または基体 10 表面で反応し、基体 10 上に TiN が形成される。所望の膜厚が得られる時間だけ上記処理を行った時点で第 2 ステップは終了する。このようにして基体 10 の表面に耐摩耗性を持つ表面処理が施される。

30

【0008】

図 5 に、このようにして成膜された機械部品の表面付近の断面を示す。基体 10 の素材 31 の表面にアークイオンプレーティングで形成された傾斜層 32 があり、アークイオンプレーティングの際に放出された原子の塊であるドロップレット 33 が多少残っている。その上に厚いスパッタ膜 34 が成膜されており、表面は平滑となっている。表面を平滑にするのは、耐摩耗性膜の摩擦係数を下げる上で非常に重要な要件である。

40

【0009】

なお、アークイオンプレーティングのみでも TiN の成膜は可能であるが、特開平 10 - 265950 号公報や特開平 9 - 217168 号公報に開示されているように、従来のプロセスでは上記のようにアークカソードは傾斜層 32 の形成時のみ使われていた。それは、アークカソード 4 は、スパッタカソード 6 に比べて金属のイオン化率が高いが、それと同時に金属原子の塊のドロップレット 33 を放出するという特徴を持っていることによる。そこで、上記のように傾斜層 32 を形成する際はイオン化率が高いアークカソード 4 を用い、薄膜を形成する際は金属原子の塊が放出されないスパッタカソード 6 を用いて平滑な膜表面を実現していた。

【0010】

50

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、スパッタカソード 6 による成膜速度はアークイオンブレーティングによる成膜速度に対して 1 / 10 程度であり、厚いスパッタ膜 3 4 を成膜するには時間がかかり、生産性が非常に悪いという問題があった。

【0011】

本発明は、上記従来の問題に鑑み、密着性が高くかつ表面が滑らかな膜を生産性良く成膜することができる成膜方法及び装置を提供することを目的とする。

【0012】**【課題を解決するための手段】**

本発明の成膜方法は、真空チャンバ内にガスを供給しつつ排気して所定の圧力に調整し、前記真空チャンバ内に配置された基体の表面に TiN 膜を成膜する方法において、前記真空チャンバ内に配置されたアークカソードに電力を供給することでアーク放電により前記真空チャンバ内に Ti 原子及び Ti イオンを発生させる際、前記基体にバイアス電圧を印加してアークイオンブレーティングにより成膜する第 1 ステップと、前記第 1 ステップの終了後、前記真空チャンバ内に配置されたスパッタカソードに電力を供給することでグロー放電により前記真空チャンバ内に Ti 原子及び Ti イオンを発生させる際、前記基体にバイアス電圧を印加してバイアススパッタにより成膜する第 2 ステップと、を備え、前記第 2 ステップの成膜は、成膜するプロセスと前記基体表面をイオンでスパッタするプロセスを同時に進行させながら、前記第 1 ステップで成膜された膜の表面粗さ分の厚みだけ成膜するステップであり、密着性及び成膜速度で優れるアークイオンブレーティングによる成膜と平滑性に優れるバイアススパッタによる成膜を最適に組み合わせることで、密着性が高く表面が滑らかな膜を生産性良く製造することができる。

【0018】**【発明の実施の形態】****(第 1 の実施形態)**

以下、本発明の成膜方法の第 1 の実施形態について、図 1、図 2 を参照して説明する。なお、成膜装置の構成は、図 1 を参照して説明した従来例と同一であるため、従来例での説明を援用し、ここでの説明は省略する。

【0019】

基体 10 の表面に耐摩耗性を向上する TiN 膜を成膜する際に、次の第 1 ステップと第 2 ステップの処理を行う。

【0020】

第 1 ステップの動作を説明すると、ガス供給系 3 より窒素ガスを導入し同時に排気系 2 より排気し、電源 5 よりアークカソード 4 に電力を供給する。すると、窒素イオン、Ti イオン、電子からなるプラズマが発生すると同時に Ti 原子も放出される。次に、電源 9 により支持台 8 及び基体 10 にバイアス電圧を印加する。

【0021】

プラズマ中の Ti イオンは基体 10 に印加された電圧により加速され基体 10 に衝突する。そのエネルギーによって基体 10 中に物理的あるいは化学的に挿入された Ti は基体 10 の成分と Ti が混ざった傾斜層を形成する。同時に、Ti 原子、Ti イオンと窒素イオン、窒素原子の反応によって TiN が基体 10 上に成膜される。このとき、ドロップレットも基体 10 上で窒素と反応し膜形成に寄与する。従来例と異なり、ほぼ所望の膜厚を得るまでこのステップを行う。例えば、所望の膜厚が 5 μm で、表面荒さが 1 μm である時には、4 μm まではアークカソード 4 を用いて成膜する。

【0022】

次に、第 1 ステップの終了後、第 2 ステップの動作を行う。ガス供給系 3 より窒素を導入し同時に排気系 2 より排気し、電源 7 よりスパッタカソード 6 に電力を供給する。すると、窒素イオン、Ti イオン、電子からなるプラズマが発生すると同時に Ti 原子も放出される。放出された Ti と窒素は真空チャンバ 1 内または基体 10 表面で反応し、基体 10 上に TiN が形成される。従来例と異なるのは、このステップにおいても基体 10 にバイ

アス電圧をかけ、成膜するプロセスと基体 10 表面をイオンでスパッタするプロセスを同時に進行させる点である。

【0023】

第 1 ステップでドロップレットによって形成された凹凸は、その上に成膜された膜がイオンによりスパッタされる際、そのスパッタ率がイオンの入射角に比例して大きくなることにより解消される。すなわち、従来例ほど厚くスパッタ膜を堆積せずとも平滑な膜面を得ることができる。所望の膜厚が得られる時間だけ上記処理を行い、第 2 ステップは終了する。例えば、5 μm の耐摩耗膜を形成したいときは、第 1 ステップで 4 μm 成膜したとすると、残り 1 μm を第 2 ステップで成膜すればよい。以上のようにして基体 10 の表面に耐摩耗性を持つ表面処理が施される。

10

【0024】

図 2 にこのようにして成膜された機械部品の表面付近の断面を示す。基体 10 の素材 21 の表面に、アークイオンプレーティングで形成された傾斜層 22 と、ドロップレット 23 の寄与も含めて短時間で成膜した層 24 があり、それらの上に膜面を滑らかにするバイアススパッタ膜 25 が成膜されて表面が平滑になっている。

【0025】

処理時間を比べると、従来はアークイオンプレーティングが 4 分、スパッタ成膜が 185 分であったものが、本実施形態ではアークイオンプレーティングが 21 分、バイアススパッタ成膜が 80 分で処理でき、ほぼ 2 倍の生産性を実現できた。

【0026】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の成膜方法の第 2 の実施形態について、図 3、図 4 を参照して説明する。

20

【0027】

まず、図 3 を参照して成膜装置の構成を説明する。なお、図 1 を参照して説明した従来例及び第 1 の実施形態で説明したものと同一の構成要素については、同一参照符号を付して説明を省略し、相違点のみを説明する。

【0028】

図 3 において、図 1 と比べてスパッタカソード 6 及びその電源 7 が無く、基体 10 とアークカソード 4 の間に、可動式のフィルタ 11 が配設されている。フィルタ 11 は、図 4 に示すように、金属板 12 と磁石 13 にて構成されており、アークカソード 4 の前面に配置されたときドロップレットが金属板 12 に付着し、金属イオンは磁石 13 によって形成された磁場 14 によって基体 10 側に輸送される。図 3 中、15 はフィルタ 11 をアークカソード 4 の前面に対向した位置と下方に退避した位置との間で移動させる移動手段である。

30

【0029】

基体 10 の表面に耐摩耗性を向上する TiN 膜を成膜する際には、次の第 1 ステップと第 2 ステップの処理を行う。

【0030】

第 1 ステップの動作を説明すると、ガス供給系 3 より窒素ガスを導入し同時に排気系 2 より排気する。このとき、フィルタ 11 は図 3 (a) の如くアークカソード 4 と基体 10 の間から退避させておく。電源 5 よりアークカソード 4 に電力を供給すると、窒素イオン、Ti イオン、電子からなるプラズマが発生すると同時に Ti 原子も放出される。次に、電源 9 により支持台 8 及び基体 10 にバイアス電圧を印加する。

40

【0031】

プラズマ中の Ti イオンは基体 10 に印加された電圧により加速され基体 10 に衝突する。そのエネルギーによって基体 10 中に物理的あるいは化学的に挿入された Ti は基体 10 の成分と Ti が混ざった傾斜層を形成する。同時に、Ti 原子、Ti イオンと窒素イオン、窒素原子の反応によって TiN が基体 10 上に成膜される。このとき、ドロップレットも基体 10 上で窒素と反応し膜形成に寄与する。従来例と異なり、ほぼ所望の膜厚を得るまでこのステップを行う。例えば、所望の膜厚が 5 μm で、表面荒さが 1 μm である時

50

には、4 μm まではアークカソード4を用いて成膜する。

【0032】

次に、第1ステップの終了後、第2ステップの動作を行う。ガス供給系3より窒素を導入し同時に排気系2より排気する。第2ステップでは、フィルタ11を図3(b)の如く、基体10とアークカソード4間に配置させる。この状態では上記したようにドロップレットは基体10に到達せず、成膜速度は低下するが平滑な膜面を実現できる。すなわち、Tiイオンと窒素は真空チャンバ1内または基体表面で反応し、基体10上にTiNが形成される。

【0033】

この第2ステップにおいて、基体10にバイアス電圧をかけ、基体10表面をイオンでスパッタするプロセスと成膜するプロセスを同時進行させる。第1ステップでドロップレットによって形成された凹凸は、その上に成膜された膜がイオンによりスパッタされる際、そのスパッタ率がイオンの入射角に比例して大きくなることにより解消される。所望の膜厚が得られる時間だけ上記処理を行って、第2ステップは終了する。例えば、5 μm の耐摩耗膜を形成したいとき、第1ステップで4 μm 成膜したとすると、残り1 μm を第2ステップで成膜すればよい。以上のようにして基体10の表面に耐摩耗性を持つ表面処理が施される。

【0034】

処理時間を比べると、従来アークイオンプレーティングが4分、スパッタ成膜が185分であったものが、本実施形態ではアークイオンプレーティングが21分、フィルタ付アークイオンプレーティングが100分で処理でき、ほぼ1.5倍の生産性を実現できた。

【0035】

なお、フィルタ付アークイオンプレーティングを用いるときは、スパッタ成膜に比べて、基体10に到達する中性Ti原子が少なく、基体表面でのスパッタリングが成膜過程に比べて進みすぎることがある。この時は、フィルタ付きアークイオンプレーティングの時間の一部をバイアス電圧0とすれば、短時間で平滑な膜面を得ることができる。

【0036】

第2の実施形態は第1の実施形態に比べてスパッタカソード6が不要であるという点で有利であり、逆に第1の実施形態は第2の実施形態に比べて可動機構が不要であり、ダストを発生し難いという点で有利である。

【0037】

また、上記第2の実施形態では金属板12と磁石13を備えたフィルタ11を用いた例を示したが、フィルタ11を使用せずに、第2ステップにおいて、基体10とアークカソード4との間の距離を離すことで、重力を用いてドロップレットをフィルタリングするようにしてもよい。その場合、図3(a)に仮想線で示すように、支持台8とアークカソード4との間の距離を可変する距離可変手段16が設けられる。

【0038】

【発明の効果】

本発明の成膜方法及び装置によれば、以上のように密着性及び成膜速度で優れるアークカードによる成膜と、平滑性に優れるスパッタカソードによる成膜またはフィルタ付きアークイオンプレーティングなどによる成膜とを最適に組み合わせることにより、密着性が高くかつ表面の滑らかな膜を生産性良く成膜することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の成膜方法に用いる成膜装置の概略構成図である。

【図2】同実施形態における成膜の断面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態の成膜方法に用いる成膜装置を示し、(a)は第1ステップ、(b)は第2ステップにおける状態を示す概略構成図である。

【図4】同実施形態におけるフィルタの構成及び作用説明図である。

【図5】従来例における成膜の断面図である。

【符号の説明】

10

20

30

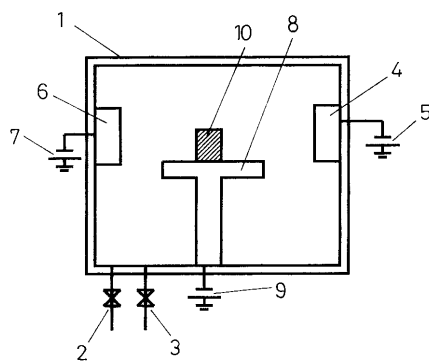
40

50

- 1 真空チャンバ
- 2 排気系
- 3 ガス供給系
- 4 アークカソード
- 6 スパッタカソード
- 8 支持台
- 9 バイアス電源
- 10 基体
- 11 フィルタ
- 15 移動手段
- 16 距離可変手段

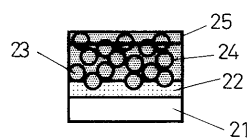
10

【図1】

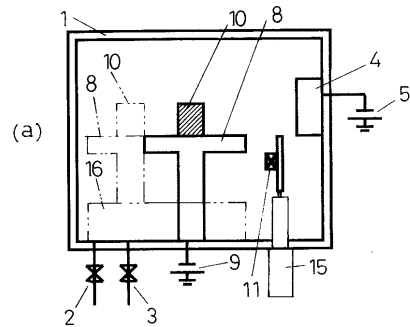


- 1…真空チャンバ
- 2…排気系
- 3…ガス供給系
- 4…アークカソード
- 6…スパッタカソード
- 8…支持台
- 9…バイアス電源
- 10…基体

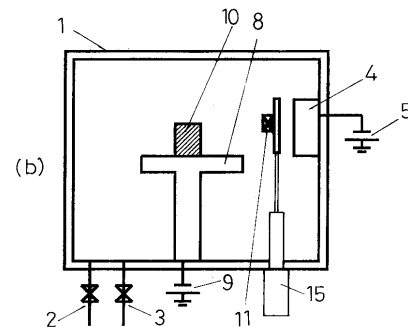
【図2】



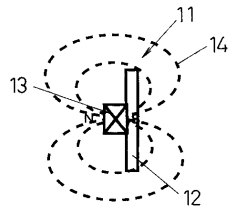
【図3】



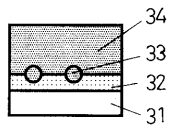
- 11…フィルタ
- 15…移動手段
- 16…距離可変手段



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

合議体

審判長 長者 義久

審判官 山本 一正

審判官 田中 則充

- (56)参考文献 特開平 1 - 2 4 0 6 4 5 (J P , A)
特表平 4 - 5 0 3 5 3 5 (J P , A)
特開平 9 - 1 4 3 6 9 9 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C23C 14/00-14/58