

明 細 書

発明の名称：成膜方法

技術分野

[0001] 本発明は、基材の表面に耐プラズマ性に優れた皮膜を形成する成膜方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体製造装置のようにプラズマに晒される環境に使用される部材のために、耐プラズマ性に優れた材料が求められている。特許文献 1 には、このような材料を得るために、溶射法によって基材の表面に酸化イットリウム (Y_2O_3) 膜を形成する技術が開示されている。当該技術では、 Y_2O_3 粉末を原料としたプラズマ溶射によって、プラズマによる損傷が問題となるような部材の表面に酸化イットリウムが膜状に形成される。

[0003] 一方、近年、真空成膜法 (PVD 法: Physical Vapor Deposition) によって、酸化イットリウム膜を基材上に形成することが検討されている。このような PVD 法ではイオン化した材料を用いて基材上に膜を形成するため、膜内に欠陥を有する可能性がある溶射法と比較して、緻密な皮膜を形成することが可能となる。一般的に、PVD 法では蒸発させた原子のうちの一定の割合が電離し、イオンになることが知られている。そこで、成膜する基材に電圧 (バイアス) を印加し、入射するイオンエネルギーを変化させることで、皮膜の緻密性や膜特性 (結晶構造や機械特性) を制御することができる。

[0004] PVD 法の中でも、AIP (アーキイオンプレーティング) 法は、大電流 (数十～数百 A) かつ低電圧の条件下における真空アーク放電による、カソード物質の蒸発およびイオン化を原理とする成膜法である。この場合、酸化物などの絶縁物質を成膜する場合には、金属ターゲットを用いて酸素を含有する雰囲気中で、反応性成膜を行う必要がある。この際、カソードの放電面が酸化されることから、カソード表面でアーク放電が起こらないエリアがあ

ると、その部分に酸化物が堆積し、そのエリアが広がることで放電の持続が困難になりやすい。この問題を解決するために、特許文献2は、3～50 Gaussの弱い磁場を有する蒸発源を使用することで、安定に放電できることを開示している。特許文献3には、この手法を用いて双極性のパルスを印加し、純酸素中の条件下において酸化物を形成することが開示されている。また、同文献では、Zr、Cr、MoおよびAl、Si、Fe、Co、Ni、Yを含む酸化物を直流電流に、大電流パルスアーク重ね合わせた方法で成膜することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2001-164354号公報

特許文献2：特許第5306198号公報

特許文献3：特許第5877147号公報

[0006] 本発明者は、特許文献2に開示された手法を用いて、酸素雰囲気下において Y_2O_3 膜を形成することを鋭意試みたが、長時間の放電時にはターゲット表面に酸化物が形成し、やがて放電が不可能になるという課題があることがわかった。また、特許文献3に記載されたような、大電流パルスアークは通常のDC電源に比べて、電源システムが複雑で高価であることから、工業的には適用が難しいという問題がある。

発明の概要

[0007] 本発明の目的は、アークイオンプレーティング法を用いて基材に対して導電性を有する酸化イットリウム膜を安定して形成するにあたって、成膜時の放電を安定して維持することが可能な成膜方法を提供することである。

[0008] 上記の目的を達成するために、本願の発明者は、導電性を有する酸化イットリウム膜を形成するために、鋭意実験を繰り返した結果、新たな成膜方法を知見するに至った。

[0009] 本発明による成膜方法は、成膜を形成する対象である基材上にアークイオンプレーティング法によって酸化イットリウム膜を成膜する成膜方法であっ

て、チャンバ内に、イットリウムからなるターゲットと前記基材とを配置することと、前記チャンバ内に少なくとも酸素を導入することと、前記基材に所定のバイアス電圧を印加することと、前記ターゲットの表面を酸素中で蒸発させて、前記基材上に酸化イットリウム膜を成膜することと、前記蒸発時における前記チャンバ内の酸素分圧を、 0.4 Pa 未満の圧力であって、前記基材上の前記酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比である O/Y 比が 1.5 以下となるような圧力に設定することと、を備える。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る成膜方法を行うための成膜装置の概略構成を示す模式図である。

[図2]図2は、本発明の実施例において、前記基材上の前記酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比である O/Y 比と、酸化イットリウム膜の電気抵抗との関係を示すグラフである。

[図3]図3は、本発明の実施例において、酸素流量と酸素分圧との関係を示すグラフである。

[図4]図4は、本発明の実施例において、酸素分圧と放電電圧との関係を示すグラフである。

[図5]図5は、本発明の実施例において、酸素分圧と放電電圧との関係を示すグラフである。

[図6]図6は、本発明の実施例において、酸素分圧を変化させて形成した酸化イットリウム膜の表面粗さを示すグラフである。

[図7]図7は、本発明の実施例において、長時間放電時の酸素分圧の変化を示すグラフである。

[図8]図8は、本発明の実施例において、長時間放電時の放電電圧の変化を示すグラフである。

[図9]図9は、本発明の実施例において、酸素分圧を変化させて形成した酸化イットリウム膜の O/Y 比を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳述する。

図1は、本発明の一実施形態に係る成膜方法を行うための成膜装置10の概略構成を示す模式図である。本発明の実施形態に係る成膜方法は、基材の表面に対して耐プラズマ性に優れた皮膜を形成する方法である。

[0012] なお、図1に示す成膜装置10は、本発明の実施の形態による成膜方法を実施するための成膜装置の一例を示すものであって、前記成膜方法を実施するための成膜装置は、図1に示すものに限定されない。この成膜装置1は、物理的蒸着法（PVD法）を利用して、真空チャンバ2内に配置されたワークW（基材）の表面に皮膜を成膜する装置である。この成膜装置1には、アークイオンプレーティング法を用いて成膜を行うAIP装置や、スパッタ法を用いて成膜を行うスパッタ装置などがある。

[0013] 成膜装置10は、アークイオンプレーティング装置である。成膜装置10は、真空チャンバ12と、回転テーブル14と、複数の基材ホルダ16と、バイアス電源18と、蒸発源としてのターゲット20と、アーク電源22と、ヒータ24と、アルゴンタンク30と、酸素タンク32と、真空ポンプPと、コントローラ50と、を備える。

[0014] 真空チャンバ12は、回転テーブル14及び回転テーブル14に配置された複数の基材ホルダ16を収容する。真空チャンバ12の内部（つまり、回転テーブル14及び複数の基材ホルダ16が収容されている空間）は、成膜工程を含む各種の工程において、真空ポンプPによって真空又はそれに近い状態に維持される。真空チャンバ12には、ガス導入口12Aと、排気口12Bとが設けられている。

[0015] 回転テーブル14は、図1の上下方向に延びる中心線を含む円板形状を有する。回転テーブル14は、真空チャンバ12内に配置されている。回転テーブル14は、成膜工程において、複数の基材ホルダ16を支持しながら、その中心線回りに回転する。なお、回転テーブル14は、複数の基材ホルダ16の各々が自転できるように、複数の基材ホルダ16の各々が個別に配置される回転台をさらに備えていてもよい。基材ホルダ16の数は、図1の2

つに限定されない。

- [0016] 複数の基材ホルダ16は、それぞれ、成膜を形成する対象であるワークWを支持する。
- [0017] 本実施形態では、ワークWは、基材ホルダ16の外周面に配置されている。なお、図1では、一部のワークWのみが図示されている。
- [0018] 本実施形態では、ワークWは、A6061合金（Al合金）からなり、20mm×20mmの正形状の板片である。なお、ワークWの材料、形状はこれに限定されるものではない。
- [0019] 複数の基材ホルダ16は、それぞれ、導電性材料で形成されている。導電性材料は、例えば、ステンレス鋼である。
- [0020] 複数の基材ホルダ16は、回転テーブル14の周方向に等間隔に配置されている。この状態で、複数の基材ホルダ16の各々が有する中心線は、回転テーブル14の中心線に平行である。
- [0021] バイアス電源18は、回転テーブル14を介して、複数の基材ホルダ16の各々に負のバイアス電圧を印加する。本実施形態では、バイアス電源18は、複数の基材ホルダ16の各々に対して、負のバイアス電圧を断続的に印加する。つまり、バイアス電源18は、パルス電源である。ワークW上に形成された皮膜の抵抗が比較的高い場合、前記バイアス電圧としてDCバイアスを印加すると、入射したイオンによって電荷が溜まる問題（チャージアップ）が生じることがある。一方、本実施形態のように、前記バイアス電圧としてパルス電圧を印加することによって、ワークW上に形成された皮膜の抵抗が比較的高い場合であっても、前記問題を抑止することができる。より具体的に、パルス電圧として、 μ SあるいはmSオーダで、マイナス側と、0Vあるいはプラス側との間でバイアスを切り替えることで、チャージアップの問題を抑止することができる。
- [0022] なお、バイアス電源18は、成膜工程において、負のバイアス電圧を印加していないときには、バイアスは印加されていない。あるいは、バイアス電源18は、複数の基材ホルダ16の各々に対して、負のバイアス電圧と正の

バイアス電圧とを交互に印加することができる。負のバイアス電圧の絶対値は、正のバイアス電圧の絶対値よりも大きい。

[0023] なお、負のバイアス電圧と正のバイアス電圧とを交互に印加するのであれば、バイアス電源 18 は、例えば、交流電源（AC 電源）であってもよいし、高周波電源（RF 電源）であってもよい。

[0024] ターゲット 20 は、イットリウムからなる円板状の部材である。一例として、ターゲット 20 は、直径 100 mm の円板である。

[0025] アーク電源 22 は、真空チャンバ 2 に配置されたターゲット 20 に真空アーク放電を生じさせる放電電源として機能する、DC 電源である。この際、ターゲット 20 は前記放電における陰極として機能する。一方、図 1 に示すように、真空チャンバ 12 が前記放電における陽極として機能する。ターゲット 20 は、アーク電源 22 によって発生する放電を受けて、その表面から蒸発したイットリウムのイオンを放出する。なお、アーク電源 22 は、ターゲット 20 とともに、アーク蒸発源を構成する。

[0026] ヒータ 24 は、真空チャンバ 12 内に設けられており、不図示のヒータ電源から電流の供給を受けて発熱する。この結果、真空チャンバ 12 内の環境、ワーク W が加熱される。

[0027] アルゴンタンク 30 は、内部にアルゴンを収容しており、真空チャンバ 12 にアルゴンガスを供給する。同様に、酸素タンク 32 は、内部に酸素を収容しており、真空チャンバ 12 に酸素を供給する。なお、これらのタンクからのガス供給量は、コントローラ 50 の指令を受けて不図示のレギュレータの開度が調整されることで制御される。他の実施形態において、作業者の手作業で前記ガス供給量が調整されてもよい。

[0028] 真空ポンプ P は、排気口 12 B を通じて、真空チャンバ 12 の内部空間を真空状態とする（真空引き）。

[0029] コントローラ 50 は、上記のレギュレータに加え、真空ポンプ P の制御、バイアス電源 18 およびアーク電源 22、ヒータ 24 の各種電圧又は電流値の制御に加え、回転テーブル 14 の回転などを制御する。

実施例

[0030] 次に、本実施形態に係る成膜方法の実施例について説明する。なお、以後の説明では、酸素をO、イットリウムをYと表記する場合がある。また、本発明は以下の実施例の範囲に限定されるものではない。

[0031] <実施例1>

以下に、実施例1について説明する。当該成膜方法を実行するにあたって、図1に示すように、成膜装置10内にターゲット20およびワークWを取り付け、真空ポンプPによって真空チャンバ12内を真空状態となるように排気する。

[0032] 次に、ヒータ24によって真空チャンバ12内において予熱を行った後に、アルゴンタンク30から真空チャンバ12内にガス導入口12Aを通じてアルゴンガスを導入し、前処理として、アルゴンガスイオンによってワークWの表面に対してボンバードを実施する。ここで、ボンバードとは、プラズマ放電によってアルゴンイオンのような重い不活性気体イオンを生成し、このイオンがワークWに照射されることにより当該ワークWの表面を加熱し、この加熱により当該表面のクリーニングを行うことを意味する。

[0033] 上記のボンバード後に、純酸素ガスを流量にして240 s c c m程度、チャンバ内の圧力が1 P a付近となるように導入する。なお、他の実施形態において、純酸素ガスの代わりに、A r - O₂混合ガス（例えば、A r 450 s c c m、酸素50～75 s c c m）をチャンバ内の圧力が2 P a付近になるように導入してもよい。なお、放電を安定して維持するために、チャンバ内の全圧は0.6 P a以上4 P a以下の範囲に設定されることが望ましい。

[0034] 次に、ターゲット20をカソードとして機能させながら真空チャンバ12内で放電させ、ワークW上に酸化イットリウム膜を成膜する。この際、成膜時のワークWの温度は300℃付近（200℃以上400℃以下）であり、アーク電流は100 A以上150 A以下の範囲であり、ワークWに印可する電圧は周波数200 k H z、D U T Y 56%または300 k H z、D U T Y 60%のユニポーラパルスで平均電圧を10～50 Vの間で変化させる。ワ

ークW上に形成される酸化イットリウム膜の膜厚は約5～100 μ m程度である。なお、前述のように、一例としてワークWにはA6061Al（20mm×20mmの角片形状）が使用される。形成される酸化イットリウム膜中の酸素量は、チャンバに流入される酸素の圧力、すなわち酸素分圧（酸素流量）を変化させることで制御する。

[0035] 次に、ワークW上に形成される酸化イットリウム膜の評価方法について、その指標とともに説明する。

[0036] （1）O/Y比（ワークW上の酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比）形成した試験片（ワークW）を膜厚方向に沿って切断し、評価用の樹脂に埋め込み、その断面を研磨後に断面方向からEDX（Energy Dispersive X-ray Spectroscopy（エネルギー分散型蛍光X線分光法））を用いて、膜中の10点においてO、Yをそれぞれ測定し、その平均値からO/Y比を算出した。

[0037] （2）酸化イットリウム膜の電気抵抗

ワークW（基材）の背面および表面に電極を接触させ、両電極間に電圧（3.5～350mV、抵抗値により変化）を印加し、その時に流れる電流値から膜の電気抵抗を算出した。計測には、ミリオームハイテスタ（HIOKI3540）を用いた。

[0038] 図2に、O/Y比が異なる酸化イットリウム膜の電気抵抗を示す。前述のように、O/Y比は、チャンバ中の酸素分圧（酸素流量）を変化させることで制御している。図2に示すように、酸化イットリウム膜のO/Y比が1.4未満になると、皮膜の電気抵抗が急激に低下することで、導電性を有することが確認できた。なお、O/Y比が1.35以下に設定されることが、より望ましい。この場合、前記酸化イットリウム膜の電気抵抗を10000 Ω 以下に安定して維持することができる。今回の測定では、測定機器の抵抗値測定値の上限が30000 Ω であることから、図2における30000 Ω の測定点はすべてそれ以上の電気抵抗であることを示している。

[0039] なお、酸素単独で成膜し、酸素流量が少ない場合、チャンバ内の圧力が低

くなり放電電圧が上昇し、放電が不安定となりやすいため、チャンバ内にArガスを更に導入し、Ar-O₂雰囲気下において成膜することがより望ましい。一例として、チャンバ内に酸素50 sccmだけを導入し、放電をさせた場合のチャンバ内圧力は 1×10^{-2} Pa程度で放電電圧が25 Vと高かったのに対して、Arガス450 sccm、酸素ガス50 sccmをそれぞれ導入し、チャンバ内圧力を2.5 Paとした場合は、放電電圧が17 V付近と低く、安定して放電を維持することができた。なお、放電時のチャンバ圧力が1 Pa以上となるようにArを導入することがより好ましい。

[0040] なお、本発明における酸化イットリウム膜とは、膜内においてY₂O₃とYとが混じり合った状態であって、Y₂O₃とYとの比率が変わることにより結果的に、膜内におけるYとOとの比率が変わるものである。本発明では、このようにY₂O₃とYとが混じり合った状態の膜を総称して、「酸化イットリウム膜」と称する。なお、この場合のYとOとの比率は、原子比である。一例として、ワークW上の酸化イットリウム膜の膜厚は、50 μm以上である。

[0041] <実施例2>

次に、実施例2について説明する。実施例2においても、DC電源からなるアーク電源22を接続したアークイオンプレーティング装置(図1)のアーク蒸発源に、金属Yからなるターゲット20(直径100 mm)を取付け、真空排気後、予熱を行った後に、真空チャンバ2内にアルゴンガス150 sccmまたは450 sccmを導入した。この際、真空チャンバ2内の圧力(全圧)が、1~2 Pa付近になるように導入した。その後、純酸素ガスを一定値(例えば45 sccm)導入し、アーク蒸発源を100 A以上150 A以下の電流で5分間放電させ、その時の放電電圧の推移を測定した。その後、真空チャンバ2内の酸素量を増加させ、更に5分間放電させる工程を繰り返し、放電電圧が急上昇する酸素流量まで、実験を行った。

[0042] 図3は、当該実施例2において、真空チャンバ2内に導入した酸素流量と酸素分圧との関係を示すグラフである。なお、酸素分圧は、隔膜式圧力計(

MKS製)から計測した真空チャンバ2内の全圧に、酸素流量を掛けた上で、全ガス流量(アルゴン+酸素)で割ることで算出した。図3に示すように、酸素流量に対して、酸素分圧はほぼ直線上に変化していることがわかる。

[0043] 図4および図5は、実施例2において、酸素分圧と放電電圧との関係を示すグラフである。図4は、アーク電流が100Aの場合の結果であり、図5は、アーク電流が150Aの場合の結果である。図4、図5のいずれも、アルゴンガスの導入量について、2水準(150sccmまたは450sccm)の実験を示している。

[0044] 図4、図5に示すように、放電電圧は酸素分圧と共に上昇し、0.3~0.4Paの間で酸素分圧の増加に対する放電電圧の上昇が急激になることがわかる。なお、この現象は、放電電圧の観点で見ると、今回の実験に用いた系では放電電圧を20V以下とすることが望ましい目安になる。このことから、成膜時に安定して放電を維持するためには、真空チャンバ2内の酸素分圧を高くとも0.4Pa未満に制御することが必要であることが知見された。

[0045] <実施例3>

次に、実施例3について説明する。実施例3においても、DC電源からなるアーク電源22を接続したアークイオンプレーティング装置(図1)のアーク蒸発源に、金属Yからなるターゲット20(直径100mm)を取付け、真空排気後、予熱を行った後に、真空チャンバ2内にアルゴンガス150sccmを導入した。この際、真空チャンバ2内の圧力(全圧)が、2Pa付近になるように導入した。その後、純酸素ガスを導入し、アーク蒸発源を125Aの電流で放電させ、酸化イットリウム膜を厚さ3 μ mを目標値としてSi基材(ワークW)上に形成した。なお、成膜時にはパルスバイアス(電圧-10V、周波数200kHz、パルス幅2.8 μ s)を印加した。そして、形成した膜の表面粗さ(Ra)を触針式の表面粗さ計(東京精密 SURFCOM TOUCH550)で測定した。

[0046] 図6は、実施例3において、酸素分圧を変化させて形成した酸化イットリ

ウム膜の表面粗さを示すグラフである。図6に示すように、表面粗さは、酸素分圧の低下と共に増加しており、表面粗さが大きくなると実用時に研磨などが必要となることから、表面粗さが $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 以下に収まることが望ましい。このため、図6の結果に基づく回帰式($y = -1.7628x + 0.6961$)に $Ra(y) = 0.4$ を代入することで得られる酸素分圧(x) = 0.17 Pa を同分圧の下限值とすることが望ましい。このように、成膜時の前記酸素分圧は 0.17 Pa 以上に設定されることが望ましい。

[0047] <実施例4>

次に、実施例4について説明する。実施例4においても、DC電源からなるアーク電源22を接続したアークイオンプレーティング装置(図1)のアーク蒸発源に、金属Yからなるターゲット20(直径100mm)を取付け、真空排気後、予熱を行った後に、真空チャンバ2内にアルゴンガス450sccmを導入した。この際、真空チャンバ2内の圧力(全圧)が、 2 Pa 付近になるように導入した。その後、純酸素ガスを50sccm導入し、アーク蒸発源を100Aの電流で400分間放電させ、真空チャンバ2内の酸素分圧および放電電圧の推移を測定した。

[0048] 図7は、実施例4において、長時間放電時の酸素分圧の変化を示すグラフである。図8は、実施例4において、長時間放電時の放電電圧の変化を示すグラフである。

[0049] 図7、図8に示すように、真空チャンバ2内の酸素分圧を 0.4 Pa 未満に制御することで、放電電圧が安定し(20 V 以下)、長時間の放電が可能になったことが分かる。なお、上記の実施例2および実施例4は、放電特性の評価を目的とするものであり、実際に成膜は行っていない。

[0050] 以上のように、放電電流(アーク電流)が100A以上150A以下であって、アルゴンガスの導入量が150sccm以上450sccm以下の範囲において、真空チャンバ2内の酸素分圧を 0.4 Pa 未満の範囲で調整することで、放電を安定して維持することが可能になった。

[0051] <実施例5>

次に、実施例5について説明する。実施例5では、DC電源からなるアーク電源22を接続したアークイオンプレーティング装置（図1）のアーク蒸発源に、金属Yからなるターゲット20（直径100mm）を取付け、真空排気後、予熱を行った後に、アルゴンガスイオンでボンバードを行った。このガスボンバード後に、純酸素ガスを1Pa程度、流量にして240sccm程度、あるいは、アルゴン・純酸素の混合ガス（Ar450sccm、酸素50～75sccm）を真空チャンバ2に全圧2Pa付近となるように導入した。そして、金属Yのターゲット20をカソードとして放電させて、ワークW上に酸化イットリウム膜を成膜した。成膜時のワークWの温度は300℃付近であり、アーク電流は100～150Aの間であり、ワークWに印可する電圧は周波数200kHz、DUTY56%または300kHz、DUTY60%のユニポーラパルスで、平均電圧を10～50Vの間で変化させた。形成された膜の厚さは約5～100μm程度である。なお、ワークWの基材にはA6061Al（20×20の角状）を使用した。また、酸化イットリウム膜中の酸素量は、真空チャンバ2内の酸素分圧（酸素流量）を変化させることで制御した。

[0052] 図9は、実施例5において、酸素分圧を変化させて形成した酸化イットリウム膜のO/Y比を示すグラフである。なお、O/Y比の算出方法は、前述の方法と同様である。図9に示すように、酸素分圧が0.4Pa未満の範囲で形成した酸化イットリウム膜は、O/Yが1.5以下（1.51以下）になることが確認できる。

[0053] 以上、本発明の実施の形態について詳述してきた。本発明に係る成膜方法によって得られる酸化イットリウム膜は、半導体製造装置等に代表されるように、プラズマに曝される部材に広く適用することができる。特に、アークイオンプレーティング法によって酸化イットリウム膜を形成することで、溶射法による成膜の場合に比べて緻密かつ耐プラズマ性の高い膜を形成することができる。

[0054] 本発明による成膜方法は、成膜を形成する対象である基材上にアークイオ

ンプレーティング法によって酸化イットリウム膜を成膜する成膜方法であって、真空チャンバ2内に、イットリウムからなるターゲット20とワークW（基材）とを配置することと、真空チャンバ2内に少なくとも酸素を導入することと、ワークWに所定のバイアス電圧を印加することと、ターゲット20の表面を酸素中で蒸発させて、ワークW上に酸化イットリウム膜を成膜することと、前記蒸発時における真空チャンバ2内の酸素分圧を、0.4 Pa未満の圧力であって、ワークW上の前記酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比であるO/Y比が1.5以下となるような圧力に設定することと、を備える。

[0055] 本成膜方法によれば、成膜時の真空チャンバ2内の酸素分圧を制御して酸化イットリウム膜中の酸素量を変化させることで、膜の電気抵抗を低下させ導電性を有する酸化イットリウム膜を得ることができる。特に、酸素分圧が0.4 Pa未満に設定されるため、ターゲット20の表面に酸化物が形成されにくく、放電電圧が上昇して放電の持続が困難になることを抑止することができる。

[0056] 上記の方法において、前記O/Y比が1.4未満となるように、前記蒸発時における真空チャンバ2内の酸素分圧を設定することを更に備えることが望ましい。本方法によれば、膜の電気抵抗を更に低下させ、導電性を有する酸化イットリウム膜を安定して得ることができる。

[0057] 上記の方法において、前記酸化イットリウム膜の電気抵抗が10000Ω以下となるように、真空チャンバ2内の酸素分圧を設定することを更に備えることが望ましい。本方法によれば、成膜時の酸素分圧を制御して膜中酸素量を変化させることで、10000Ω以下の電気抵抗からなる、導電性を有する酸化イットリウム膜を安定して得ることができる。

[0058] 上記の方法において、成膜時の放電電圧が20V以下となるように前記酸素分圧を設定することを更に備えることが望ましい。本方法によれば、放電電圧が高くなることに起因して放電電圧の増加速度が上昇することを酸素分圧によって抑制し、成膜時の放電を安定して維持することができる。

- [0059] 上記の方法において、前記酸素分圧は0.17Pa以上であることを更に備えることが望ましい。本方法によれば、形成される膜粗さが、酸素分圧の低下に応じて大きくなることを抑止することができる。
- [0060] 上記の方法において、真空チャンバ2内に酸素に加えてアルゴンを導入することを更に備えることが望ましい。本方法によれば、成膜時の放電電圧を下げる事が可能になり、成膜時の放電を安定させることができる。
- [0061] 上記の方法において、ワークWに前記バイアス電圧としてパルス電圧を印加することを更に備えることが望ましい。本方法によれば、ワークW上に形成された皮膜の抵抗が比較的高い場合であっても、入射したイオンによって電荷が溜まるチャージアップを抑制することができる。
- [0062] なお、酸化イットリウム膜としては、O/Y比が1.4以上1.5以下の電気抵抗の高い膜を得ることが望ましい。この場合、上記のように、真空チャンバ2内の酸素分圧を、0.4Pa未満の圧力であって、酸化イットリウム膜のO/Yが1.5以下となるような酸素分圧に設定することにより、優れた放電安定性を得ることができる。
- [0063] また、成膜時に酸素流量（酸素分圧）が高いと、金属からなるターゲット20の表面に酸化物が形成され、放電電圧が上昇してしまい、放電の持続が困難となる。先の実施例のように、放電電圧の増加速度は、放電電圧が高くなると早くなる傾向にあることため、放電電圧が20V以下、より好ましくは18V以下となるように酸素流量（酸素分圧）を調整することが望ましい。また、真空チャンバ2内の酸素分圧の低下とともに、形成される膜粗さが大きくなることから、酸素分圧は、0.17Pa以上とすることが好ましい。
- [0064] なお、これらはあくまでも例示であって、本発明は、上述の実施の形態の記載によって、何等、限定的に解釈されるものではない。本発明において、基材は、絶縁材料からなるものに限定されず、導電性材料からなるものであってもよい。本発明において、負のバイアス電圧と正のバイアス電圧とを交互に印加する態様は、上記実施の形態に記載のパルス状に限定されず、例え

ば、正弦波状であってもよい。また、アーク電流は小さすぎると放電が安定しない、大きいとターゲットが加熱されることがあるため、100mm程度の直径のターゲットに関しては50A以上、200A以下の範囲に設定されることが望ましい。

[0065] 本発明による成膜方法は、成膜を形成する対象である基材上にアークイオンプレーティング法によって酸化イットリウム膜を成膜する成膜方法であって、チャンバ内に、イットリウムからなるターゲットと前記基材とを配置することと、前記チャンバ内に少なくとも酸素を導入することと、前記基材に所定のバイアス電圧を印加することと、前記ターゲットの表面を酸素中で蒸発させて、前記基材上に酸化イットリウム膜を成膜することと、前記蒸発時における前記チャンバ内の酸素分圧を、0.4Pa未満の圧力であって、前記基材上の前記酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比であるO/Y比が1.5以下となるような圧力に設定することと、を備える。

[0066] 本方法によれば、成膜時のチャンバ内の酸素分圧を制御して酸化イットリウム膜中の酸素量を変化させることで、膜の電気抵抗を低下させ導電性を有する酸化イットリウム膜を得ることができる。特に、酸素分圧が0.4Pa未満に設定されるため、ターゲット表面に酸化物が形成されにくく、放電電圧が上昇して放電の持続が困難になることを抑止することができる。

[0067] 上記の方法において、前記O/Y比が1.4未満となるように、前記蒸発時における前記チャンバ内の酸素分圧を設定することを更に備えるものでもよい。

[0068] 本方法によれば、膜の電気抵抗を更に低下させ、導電性を有する酸化イットリウム膜を安定して得ることができる。

[0069] 上記の方法において、前記酸化イットリウム膜の電気抵抗が10000Ω以下となるように、前記チャンバ内の酸素分圧を設定することを更に備えるものでもよい。

[0070] 本方法によれば、成膜時の酸素分圧を制御して膜中酸素量を変化させることで、10000Ω以下の電気抵抗からなる、導電性を有する酸化イットリ

ウム膜を安定して得ることができる。

- [0071] 上記の方法において、成膜時の放電電圧が20V以下となるように前記酸素分圧を設定することを更に備えるものでもよい。
- [0072] 本方法によれば、放電電圧が高くなることに起因して放電電圧の増加速度が上昇することを酸素分圧によって抑制し、成膜時の放電を安定して維持することができる。
- [0073] 上記の方法において、前記酸素分圧は0.17Pa以上であることを更に備えるものでもよい。
- [0074] 本方法によれば、形成される膜粗さが、酸素分圧の低下に応じて大きくなることを抑止することができる。
- [0075] 上記の方法において、前記チャンバ内に酸素に加えてアルゴンを導入することを更に備えるものでもよい。
- [0076] 本方法によれば、成膜時の放電電圧を下げる 것이可能になり、成膜時の放電を安定させることができる。
- [0077] 上記の方法において、前記基材に前記バイアス電圧としてパルス電圧を印加することを更に備えるものでもよい。
- [0078] 本方法によれば、基材上に形成された皮膜の抵抗が比較的高い場合であっても、入射したイオンによって電荷が溜まるチャージアップを抑制することができる。
- [0079] 本発明によれば、アークイオンプレーティング法を用いて基材に対して導電性を有する酸化イットリウム膜を安定して形成するにあたって、成膜時の放電を安定して維持することが可能な成膜方法を提供することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 成膜を形成する対象である基材上にアーキオンプレーティング法によって酸化イットリウム膜を成膜する成膜方法であって、
- チャンバ内に、イットリウムからなるターゲットと、前記基材とを配置することと、
- 前記チャンバ内に少なくとも酸素を導入することと、
- 前記基材に所定のバイアス電圧を印加することと、
- 前記ターゲットの表面を酸素中で蒸発させて、前記基材上に酸化イットリウム膜を成膜することと、
- 前記蒸発時における前記チャンバ内の酸素分圧を、 0.4 Pa 未満の圧力であって、前記基材上の前記酸化イットリウム膜中の酸素とイットリウムとの比である O/Y 比が 1.5 以下となるような圧力に設定することと、
- を備える、成膜方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の酸化イットリウム膜の成膜方法であって、
- 前記 O/Y 比が 1.4 未満となるように、前記蒸発時における前記チャンバ内の酸素分圧を設定することを更に備える、成膜方法。
- [請求項3] 請求項2に記載の酸化イットリウム膜の成膜方法であって、
- 前記酸化イットリウム膜の電気抵抗が 10000Ω 以下となるように、前記チャンバ内の酸素分圧を設定することを更に備える、成膜方法。
- [請求項4] 請求項1に記載の酸化イットリウム膜の成膜方法であって、
- 成膜時の放電電圧が 20 V 以下となるように前記酸素分圧を設定することを更に備える、成膜方法。
- [請求項5] 請求項1に記載の酸化イットリウム膜の成膜方法であって、
- 前記酸素分圧は 0.17 Pa 以上であることを更に備える、成膜方法。
- [請求項6] 請求項1乃至5の何れか1項に記載の酸化イットリウム膜の成膜方

法であって、

前記チャンバ内に酸素に加えてアルゴンを導入することを更に備える、成膜方法。

[請求項7]

請求項1乃至5の何れか1項に記載の酸化イットリウム膜の成膜方法であって、

前記基材に前記バイアス電圧としてパルス電圧を印加することを更に備える、成膜方法。