

明 細 書

発明の名称： タングステンターゲット

技術分野

[0001] 本発明は、例えば半導体装置のコンタクトや配線の形成等に使用されるタングステンスパッタリングターゲットに関するものである。

背景技術

[0002] 半導体装置の配線として、マイクロプロセッサ（MPU）等の高速動作が要求される大規模集積回路（LSI）用の配線では、抵抗率が低い銅（Cu）を用いたものが一般的になってきている。しかし、配線用材料として現在も一般的に汎用されている材料は、古くから使用され、プロセス技術も確立しているアルミニウム（Al）であり、この流れ自体は大きく変わるものでなく、今後も継続するものと考えられる。

[0003] 半導体装置は、トランジスタのソースやドレイン等の信号取出し部と配線部との間を層間絶縁膜によって電氣的に隔離し、層間絶縁膜の一部に形成したビア（Via）と称される微小孔を通じてソースやドレイン等の信号取出し部と配線部との間の電氣的接触を確保する構造とすることが一般的である。このビアには導電性の金属が埋め込まれて上述した電氣的接触が確保されることになり、この部分の構造はコンタクトホール、コンタクトプラグ等と称されることもある。

[0004] これまでの半導体装置の技術開発傾向として、素子の集積度の向上に伴う微細化とともに回路内配線の細線化も進められ、配線部やコンタクトプラグ部についても構造の微細化、線径の細径化が進められてきた。配線部やコンタクトプラグ部の微細化、細径化が進むと、そこへ流れる電流の密度が上昇するとともに、ジュール熱による発熱も問題となる。そして、上述した配線部や、特にコンタクトプラグにAlを使用しているような場合、Al材料のエレクトロマイグレーションやストレスマイグレーションに起因した素子故障が無視できなくなる。

[0005] エレクトロマイグレーションとは、金属材料等の導体に電流を流すことにより、電流の流れに沿って金属イオンが移動する現象である。これをA Iコンタクトについて見た場合、電子の流れる方向へA Iイオンが移動し、最終的には陰極側に存在するA I原子数が少なくなってボイドが発生し、配線と半導体信号取出し部の電氣的接触が取れなくなって断線故障となる。また、陽極側では過剰なA I原子によるヒロックやウィスカが成長し、これらが最終的には配線が他の望ましくない部位に電氣的に接触する短絡故障につながる。また、ストレスマイグレーションとは、層間絶縁膜と配線材料の熱膨張係数の差から配線材料に加わる応力によって配線材料が物理的に移動する現象である。これによっても配線材料にボイドが生じて断線故障となるが、配線材料が細径化する程この現象は生じやすくなる。

[0006] そこで、半導体装置の配線については、特にコンタクトプラグ部については、比較的抵抗率が低く、耐エレクトロマイグレーション特性が良好で、かつ熱膨張率がA Iと比較して小さく耐ストレスマイグレーション特性も良好なタングステンをを用いることで、上述した問題に対処している。タングステンは、熱的、化学的にも安定な材料であり、半導体装置のコンタクトプラグ部や配線材料として好適に使用されている材料である。

[0007] 上述した半導体装置の配線コンタクトプラグをタングステンによって形成する場合、プロセスとしては、層間分離層を形成した上でソースやドレインとのコンタクト位置にビアを形成し、そこへタングステンを流し込むことになる。この際、ビア内でのタングステン層の形成を促進するために、まず薄い均一なタングステンシード層をスパッタリングによって形成する手法が多く採られる。このシード層の形成後に、より成膜速度が速い条件でのスパッタリングや、CVD、めっき法等のプロセスによってビアを埋め込む層を形成する。均一かつ良好な電気伝導特性を有するコンタクトおよび配線を得るためには、良好な特性を有するシード層をスパッタリング形成することが重要な技術となる。また、シード層に限らず、プラグを埋め込む層や、配線層自体をタングステンによって形成する場合も、タングステンのスパッタリン

グ技術が重要となることはいうまでもない。

- [0008] タングステン層をスパッタリングによって形成する場合、タングステン金属からなるスパッタリングターゲットを用いることになる。スパッタリング成膜を行う場合、パーティクルと呼ばれる粗大粒子が成膜中に発生し、これが形成したタングステン層上に付着してその部分が欠陥となる問題がしばしば発生する。このパーティクルは、スパッタリングターゲット内の組織が異常放電等によって一部塊状に放出されるものと考えられる。パーティクルに関して、特許文献1～3が検討をしている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2003-055758号公報

特許文献2：特許第3721014号公報

特許文献3：特許第4885065号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明は、ターゲットライフを通じて安定したスパッタリング性能を発揮できるスパッタリングターゲットを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記の技術課題を解決するために、本発明者らが鋭意研究を行ったところ、ターゲットのスパッタ面に垂直な断面内において主要な3つの配向面の何れも優先配向しない組織構造とすることが、長時間のスパッタリングを行っても成膜速度を大きく変化させないことに有効であるとの知見を見出し、さらなる検討と考察を加えて本発明を完成させた。

- [0012] 上述した知見と結果に基づき、本発明の実施形態は以下のタングステンスパッタリングターゲットを提供するものである。

1) タングステンスパッタリングターゲットであって、スパッタ面に垂直な断面を電子線後方散乱回折法の逆極点マッピングによって分析することで

得られた、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合が、何れの配向面についても30%以下であり、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合が46%以上であることを特徴とするタングステンスパッタリングターゲット、

2) $\{100\}$ の面積割合が $10.2 \pm 3\%$ 、 $\{110\}$ の面積割合が $20.4 \pm 3\%$ 、 $\{111\}$ の面積割合が $13.6 \pm 3\%$ の範囲であって、その他の結晶粒の面積割合が $55.7\% \pm 9\%$ であることを特徴とする前記1)に記載のスパッタリングターゲット、

3) 相対密度が99.0%以上であることを特徴とする前記1)または2)に記載のスパッタリングターゲット、

4) 前記スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の標準偏差が、何れの配向面についても3%以下であることを特徴とする前記1)～3)のいずれかーに記載のタングステンスパッタリングターゲット、

5) 前記スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合の標準偏差が3%以下であることを特徴とする前記1)～4)のいずれかーに記載のタングステンスパッタリングターゲット、

6) 平均結晶粒径が $50 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする前記1)～5)のいずれかーに記載のタングステンスパッタリングターゲット、

7) 平均結晶粒径の標準偏差が3%以下であることを特徴とする前記1)～6)の何れかーに記載のタングステンスパッタリングターゲット、

8) 酸素含有量が 50 wt ppm 以下であることを特徴とする前記1)～7)の何れかーに記載のタングステンスパッタリングターゲット。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ターゲットライフにわたって安定して均一な成膜速度を維持できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1] E B S Dを用いた逆極点マッピング像の分析例

[図2] E B S D測定で用いる試料

発明を実施するための形態

[0015] 本実施形態のスパッタリングターゲットは、不可避不純物以外はタングステン金属からなるものである。スパッタリングターゲットの形状としては、一般的な円板状、矩形平板状、円筒状等、特に制限されるものでないが、ターゲットのスパッタ面となる主表面に対して垂直な断面に対して、電子線後方散乱回折（E B S D）法により結晶組織の配向方位測定を行った際のマッピング像から分析されるスパッタ面に対する配向状態が、3つの主配向面の何れの面方位もスパッタ面に優先配向していないランダムな配向を有していることが重要である。E B S D測定では、断面の配向特性マッピング像から各点のスパッタ面側の配向特性も把握できるため、E B S Dによりターゲット断面の結晶配向マッピング像を分析すれば、ターゲットの深さ方向にわたって一括してスパッタ面の結晶配向特性の連続的な分布や変化を観察できることになる。

[0016] スパッタリング成膜では、スパッタの進行とともにターゲットのスパッタ面が消費され、スパッタ面に対して垂直な厚さ（深さ）方向に対してエロージョンが進行してゆく。そうすると、ターゲットの表面から深い位置から新たなスパッタ面が連続的に出現してくることになるため、長時間のスパッタリング成膜を行っても成膜速度が安定したプロセスを行うためには、ターゲットのスパッタ面内のみでなく、スパッタ面に対して垂直な厚さ方向の断面に対しても均一な特性を有するスパッタリングターゲットが必要となる。

[0017] タングステンは、結晶構造として体心立方（b c c）構造を有する金属であり、結晶構造の対称性を考慮すれば、 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ の3つの面方位を基本的な主配向面と考えることができる。本実施形態のタングステンスパッタリングターゲットは、前述したようにスパッタ面に垂直な断面上においてE B S D測定を行い、その結果からスパッタ面に

対する結晶粒の配向状態を分析したときに、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合が、何れの配向面についても30%以下であり、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合が46%以上になっていることを、ランダム配向の指標としているものである。ただし、ここでいう「配向」とは、後述するように、スパッタ面に対して 15° 以内のずれも含む概念である。

[0018] 上述したターゲットのスパッタ面に垂直な断面における結晶組織の配向構造は、EBSD測定から得られる逆極点マッピング像（IPF；結晶方位マッピング像ともいう）から直接評価することができる。図1は、本実施形態のスパッタリングターゲットの断面の全領域（ターゲット面に水平な方向へ2mm、厚さ方向へ6mm）をEBSDによって測定して得たIPFマッピング像の例である。IPFマッピング像は、ターゲット断面組織内の各結晶粒に相当する位置でのEBSDの極点図データから、その位置での結晶配向方向が解析された上で、各結晶粒の配向が視覚的に直接表されたものとなる。この方位マッピング像において、 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ の3つの主配向面の方位のそれぞれについて、スパッタ面に対してこれらの方位面から 15° 以内で配向している結晶粒の面積割合を以下の式により算出し、さらにこれら3つの主配向面以外の面方位が、スパッタ面に対して配向している結晶粒の面積割合を以下の式より算出する。

式：面積割合＝（対象の配向の面積（ 15° のずれも含む）／全配向の面積） $\times 100$ （%）

[0019] 本実施形態において、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒とは、観測面上で観察された結晶粒についてスパッタ面に対する配向面を見た場合、配向面が $\{100\}$ から 15° 以内にある結晶粒を含む概念である。これは、他の主配向面である $\{110\}$ 、および $\{111\}$ についても同様である。そして、これら3つの面方位のいずれから 15° を超えてずれた方位を向く結晶粒は、スパッタ面に

対して3つの主配向面以外の配向面を有する結晶粒として扱う。

[0020] 上述したターゲットの結晶構造は、少なくとも、ターゲット表面においてプラズマのイオン衝撃によりターゲット物質がスパッタされ、ターゲットがエロージョンを受ける領域で達成されている必要がある。スパッタリング成膜は、成膜効率の観点からマグネトロン型のカソードを有するスパッタリング装置を用いて行われることが通常である。このマグネトロン型のカソードとしては、中心部の磁極に対して、それに対抗する磁極が中心磁極の周囲を同心円状に取り囲む構造として、ターゲット表面で中心から周囲（あるいはその逆）へ向かう磁力線がトンネル状に形成されるようにし、中心部と周囲の両磁極間の領域でプラズマをトラップし、この領域でのスパッタリング効率を高めたものが最も一般的で広く用いられている。そこで、本実施形態では、ターゲットの表面に垂直な断面の分析を行う位置として、ターゲット表面上における中心部と外周部の中間（ r をターゲット半径として $r/2$ ）の所定の1点を代表点として採用している。なぜなら、スパッタリングターゲットの実際の製造工程上、スパッタリングターゲットの特性は表面にわたって均一であると考えられることから、当該代表点以外の箇所であっても、本質的に同一で一様な特性を有するものと考えてよいからである。

[0021] 本実施形態では、ターゲット表面上における中心部と外周部の中間（ r をターゲット半径として $r/2$ ）の所定の1点において、ターゲットのスパッタ面に垂直な断面を厚さ方向に3等分し、この3等分した各々の領域について幅方向（スパッタ面に平行な方向）に $2\text{ mm} \times$ 厚さ方向（スパッタ面に垂直な方向）に（ターゲット厚さ $\div 3$ ） mm の範囲の正方形又は長方形領域のEBSDによるIPFマッピング評価を行い、各々の領域においてマッピング像から上述した面積割合を算出する。そして厚さ方向に3等分した3つの領域の面積割合の平均値を算出し、これを断面全体の配向特性を表す評価値として用いる。このようにして評価したスパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合が、何れの配向面についても30%以下であり、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{1$

{100}、および{111}面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合が46%以上であるようなランダム構造は、スパッタリング時における堆積速度の変動を抑制することができる。特に、{100}の面積割合が $10.2 \pm 3\%$ 、{110}の面積割合が $20.4 \pm 3\%$ 、{111}の面積割合が $13.6 \pm 3\%$ の範囲であって、その他の結晶粒の面積割合が $55.7\% \pm 9\%$ である場合、スパッタリング時における堆積速度の変動を抑制する効果が高い。さらに、スパッタリング時における堆積速度の変動を抑制する観点から、スパッタ面に対して{100}、{110}、および{111}面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合が48%以上であることが好ましく、50%以上がより好ましく、52%以上がさらに好ましい。

[0022] 上述した{100}、{110}、および{111}の3つの主配向面への結晶配向と、それら以外の面への結晶配向を制御することは、スパッタリング時における堆積速度の変動を抑制することに有効に作用するものであるが、これに加えてターゲットを高密度化することが経時的な堆積速度変動をさらに抑制することに有効である。その理由は必ずしも定かではないが、ターゲット密度が低く、微小な粒界やポアが組織内に多数存在する場合には、スパッタリングに伴うエロージョンの進行とともに、それらの微小な非結晶相の出現が不規則的に発生するため、スパッタリングレートが時間毎に一定せず、堆積速度の経時変動へとつながることが一因と推察される。このような観点から、本実施形態のスパッタリングターゲットは相対密度が99.0%以上であることが好ましく、99.2%以上であることがより好ましい。なお、本実施形態における相対密度とは、以下の式で表されるように、アルキメデス法によって評価されるタングステンの測定評価密度の、タングステンの理論密度である 19.3 g/cm^3 に対する割合で示すものである。

$$\text{相対密度} = (\text{アルキメデス密度} / \text{理論密度 (タングステン: } 19.3 \text{ g/cm}^3)) \times 100 (\%)$$

[0023] 本実施形態のスパッタリングターゲットは、スパッタ面に対して{100}、{110}、および{111}面が配向している結晶粒の面積割合の標

準偏差が、何れの配向面についても3%以下であることが好ましい。本実施形態では、ターゲットのスパッタ面に垂直な断面を厚さ方向に3等分し、この3等分した各々の領域において結晶粒の配向について評価を行うものであることは前述したとおりであるが、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の標準偏差とは、このターゲット断面を厚さ方向に3等分した3つの領域の結果から算出した標準偏差を指しているものである。断面における配向均一性という観点からは、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の標準偏差が、何れの配向面についても1%以下であることがより好ましく、0.8%以下であることがさらに好ましい。

[0024] また、本実施形態のスパッタリングターゲットは、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合の標準偏差が3%以下であることが好ましい。この標準偏差についても、ターゲット断面を厚さ方向に3等分した3つの領域の評価結果から算出した標準偏差を指しているものである。これについても、断面における配向均一性という観点からは、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合の標準偏差が1.5%以下であることがより好ましく、1.3%以下であることがさらに好ましい。

[0025] スパッタリングターゲット内の結晶粒の粒径は、ターゲットの強度等の機械的特性や組織の均一性、さらには、堆積速度、異常放電とパーティクル発生の程度にも影響を及ぼすため、適切に制御することが有効である。本実施形態のスパッタリングターゲットにおいては、平均結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。これを超えると堆積速度の安定性を低下させる影響がある他、異常放電とそれに伴うパーティクルの発生が増大する傾向があり、さらには粒径の粗大化によってターゲット本体が脆くなり、機械的強度も低下する。本実施形態では、結晶粒径についてもターゲット断面を厚さ方向

に3等分した3つの領域について、各々の領域の平均結晶粒径の評価を行い、それら3つの領域の平均値を全体の評価値とする。平均結晶粒径は40 μ m以下であることがより好ましく、35 μ m以下であることがさらに好ましい。なお、本実施形態で採用している平均結晶粒径の評価法は、JIS G 0551 : 2013の切断法で評価される結晶粒内を横切る評価試験線の結晶粒当たりの平均線分長に準じた値により求める方法である。本実施形態におけるターゲットの平均結晶粒径は、前述した $r/2$ の箇所でのEBSD測定から同時に求められるものであり、幅1mm厚さ方向に1mmの視野において倍率100倍の観察を行って、厚さ方向に3等分した各々領域の平均粒径を、さらに足し合わせて3等分した平均値として算出される値である。

[0026] スパッタリングターゲット内の結晶粒は、上述したように断面全体の平均としての粒径が微細であるのみならず、ターゲット断面内で粒径が均一であることが望ましい。この観点から、本実施形態の平均結晶粒径の標準偏差が3%以下であることが好ましい。これを超えるとターゲット断面の厚さ方向に対する粒径ばらつきが大きく、堆積速度の安定性の低下につながる。この結晶粒径の標準偏差は2%以下であることがより好ましく、1.3%以下であることがさらに好ましい。なお本実施形態における標準偏差は、厚さ方向に3等分した各領域の評価値から算出する。

[0027] さらに、本実施形態のスパッタリングターゲットは、酸素含有量が50 wt ppm以下であることが好ましい。ターゲット中に含有される酸素は、スパッタリング時に放出されて堆積速度の一時的な変化を引き起こす他、形成されるタングステン層に不純物として混入されるため、ターゲット中の含有量は低減されていることが好ましい。ターゲット中の酸素含有量は40 wt ppm以下であることが好ましく、30 wt ppm以下であることがさらに好ましい。本実施形態における酸素濃度は、非分散型赤外吸収法（通称LECO法）により測定される値を指しているものである。

[0028] 本実施形態のスパッタリングターゲットは、上述した各特性を有しているものであれば、製造方法は特に限定されるものでないが、このような特性を

有するタングステンスパッタリングターゲットを得る手段として、ホットプレス（HP）と熱間静水圧プレス（HIP）を組み合わせた粉末冶金法を好適に用いることができる。上述した本願発明のスパッタリングターゲットの特性、特に配向に関してランダム構造とし、高密度な焼結体を得るためには、HPとHIPにおける適切な条件制御が必要である。

[0029] まずHP工程は、所定の型に原料となるタングステン粉末を充填し、これに荷重を加えて熱処理するものである。ここで用いるタングステン粉末としては、粒径が $1 \sim 50 \mu\text{m}$ であるものが好ましい。HP工程では、適切な昇温速度で温度を上昇させつつ、温度領域毎に適した荷重を加えてHP温度まで温度を上昇させ、HP温度で所定の時間保持する。この際、昇温速度は $0.1 \sim 4^\circ\text{C}/\text{分}$ 程度であることが好ましく、HP温度は、 $1600 \sim 2000^\circ\text{C}$ 程度であることが好ましい。HP温度が低いと高密度の焼結体を得られず、 2000°C を超えて高過ぎても型との反応や結晶粒の粗大化を招き好ましくない。昇温速度が速すぎる場合、特定の方位へ結晶粒が配向してしまう傾向があり好ましくない。昇温速度が遅すぎても生産性の低下を招いて好ましくないことは明らかである。

[0030] HP工程では、 $600 \sim 1200^\circ\text{C}$ の温度領域と、 1200°C 以上の温度領域とで加える荷重を適切に調整して変更することが好ましい。HP工程では昇温の初期において脱ガスが生じるため、この過程で高い荷重を加えてしまうと十分な脱ガスが行われないうまま焼結が進行してしまい、焼結体が高密度化せず、内部に酸素等の残留ガス成分を多く含むものとなってしまう。そこで、HP工程では、低温領域では荷重を低く加え、高温領域ではより高い荷重を加えることで焼結体を高密度化し、酸素残留量の少ない焼結体とすることができる。具体的には、 $600 \sim 1200^\circ\text{C}$ の温度領域での荷重圧は $80 \sim 150 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度、 1200°C 以上の温度領域での荷重圧は $200 \sim 350 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度とすることが好ましい。また、昇温工程中に、一定時間一定温度で保持する工程を数回導入することが高密度でランダム配向の焼結体を得る上で有効である。この際の保持時間は $30 \sim 240$ 分程度であ

り、温度等の条件を考慮の上で適宜調整できる。H P 温度での保持時間も同様に設定、調整することができる。

[0031] H P 処理した成形体について、配向がランダムで粒径のばらつきが無く等方な形状の結晶粒からなる組織としつつ、成形体を高密度化するためには、H P 成形体をH I P 処理することが有効である。H I P 処理時における温度は1600～1900℃、圧力は1600～1900 kg/cm²を目安として調整できる。処理温度や圧力がこれらより低いと焼結体を十分に高密度でできず、これらを超えて高過ぎると粒径の粗大化を招く。

[0032] H I P 処理を終えた焼結体は、必要に応じて形状や表面の加工を行ってスパッタリングターゲットとする。なお、上述した手段や適用条件は一例であり、そこから適宜変更や調整を行っても良いことはいうまでもない。

[0033] 本実施形態によれば、タングステンスパッタリングターゲットのスパッタ面に垂直な面内において、結晶組織構造を特定の結晶面に配向することのない均一な配向構造とすることで、ターゲットライフにわたって安定して均一な成膜速度を維持できる。そのため、単一基板のプロセス中には、複雑なプロセスパラメータの調整を行って薄膜の成長条件が一定となる条件制御が不要となる。また、複数の基板にわたるプロセスに対して、各基板間で安定した成膜速度が維持されるため、基板間での膜厚のばらつきが無く、均一な性能の薄膜を形成することが可能となる。そのため、製造される半導体素子間の性能のばらつきも低減して歩留りを向上させ、製造コストを低減することも可能である。

実施例

[0034] 以下、本実施形態を実施例、比較例に基づいて具体的に説明する。以下の実施例、比較例の記載は、あくまで本発明の技術的内容の理解を容易とするための具体例であり、本発明の技術的範囲はこれらの具体例によって制限されるものでない。

[0035] (実施例1)

カーボナダイスに純度5N、平均粒径15 μmのタングステン粉末を充填

し、真空チャンバー内で、室温から800℃まで4℃/分で昇温、800℃から1200℃まで2.5℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で60分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1800℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1200℃の間は100kg/cm²、1200℃から1800℃の間は240kg/cm²とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800kg/cm²の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスputteringターゲットとした。

[0036] 得られたスputteringターゲットのスputタ面となる表面に対して垂直な断面において、EBSD法による結晶粒のIPFマッピングを用いた観察分析を行った。ここで観察分析に用いた装置は、日本電子（JEOL）社製、JSM-7001F、TTL S型電界放出走査電子顕微鏡に、OIM6.0-CCD/BS型結晶方位解析装置を組み合わせたものである。観察と分析は、ターゲット表面上における中心部と外周部の中間（ r をターゲット半径として $r/2$ ）の所定の1点において、スputタ面に垂直な試料断面を、スputタ面に平行な方向へ2mm、スputタ面に垂直な厚さ方向へ6mmの領域を厚さ方向に対して上段、中段、下段の3つの領域に3等分して行った。そして、得られた3つの2mm×2mmの領域それぞれの全面について、スputタ面に対して、{100}面に配向している結晶粒の面積割合、{110}面に配向している結晶粒の面積割合、および{111}面に配向している結晶粒の面積割合を計算し、スputタ面に対して、{100}面、{110}面、および{111}面のいずれにも配向していない部分の面積割合も求めた。そして、上段、中段、下段の3つの領域の平均値と標準偏差を求めた。

[0037] その結果、スパッタ面に対する主配向面である $\{100\}$ 面、 $\{110\}$ 面、および $\{111\}$ 面の3つの中で最も面積割合の平均値が高いものでも $\{110\}$ 面の18.2%、これら3つの主配向面のいずれにも配向していない結晶粒の面積割合は60.9%という結果となった。併せて、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として32.5 μm という結果が得られた。また、このスパッタリングターゲットについて、アルキメデス法により密度測定を行って相対密度を評価したところ、99.3%という結果が得られた。さらに非分散型赤外吸収法（通称LECO法）によりターゲットに含有される酸素濃度を測定したところ、20 wt ppmであった。これらの結果をまとめて表1に示す。

[0038] 次に、スパッタリングターゲットの成膜速度安定性に関する評価試験を行った。ターゲットをスパッタリング装置のカソードに装着し、アルゴン雰囲気中にてカソードに15 kWの電力を印加し、0~1000 kWhまで連続的なスパッタリングを実施した。その間、100 kWh、200 kWh、300 kWh、・・・のように100 kWhの経過毎に、サンプルに15秒間の成膜を実施して得られたタングステン薄膜を成膜時間の15秒で割ることにより、合計10の時点での成膜速度を求めた。そして、得られた10個の成膜速度データの平均値とその変動（標準偏差）を求めた。結果を表1に併せて示すが、この実施例では9.26 Å/秒の平均成膜速度に対して標準偏差は0.16であり、成膜速度変動の少ない極めて良好なスパッタリングが行える結果が得られた。

[0039] （実施例2）

カーボンダイスに純度5 N、平均粒径20 μm のタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から1200℃まで2.5℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で60分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1

800℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1200℃の間は100kg/cm²、1200℃から1800℃の間は240kg/cm²とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800kg/cm²の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスパッタリングターゲットとした。

[0040] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対する主配向面である{100}面、{110}面、および{111}面の3つの中で最も面積割合の平均値が高いものでも{110}面の19.6%、これら3つの主配向面のいずれにも配向していない結晶粒の面積割合は58.2%という結果となった。併せて、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として32.4μmという結果が得られた。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は99.4%、酸素濃度は30wtppmという結果であった。

[0041] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では9.05Å/秒の平均成膜速度に対して標準偏差は0.24であり、先の実施例には劣るものの、成膜速度変動の少ない良好なスパッタリングが行える結果が得られた。

[0042] (実施例3)

カーボンダイスに純度5N、平均粒径18μmのタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から1200℃まで2℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で90分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、180

0℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1200℃の間は100kg/cm²、1200℃から1800℃の間は240kg/cm²とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800kg/cm²の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスputteringターゲットとした。

[0043] 得られたスputteringターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スputタ面に対する主配向面である{100}面、{110}面、および{111}面の3つの中で最も面積割合の平均値が高いものでも{110}面の20.4%、これら3つの主配向面のいずれにも配向していない結晶粒の面積割合は57.0%という結果となった。併せて、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として32.3μmという結果が得られた。また、このスputteringターゲットの相対密度は99.2%、酸素濃度は20wtppmという結果であった。

[0044] さらに、得られたスputteringターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では9.14Å/秒の平均成膜速度に対して標準偏差は0.20であり、成膜速度変動の少ない良好なスputteringが行える結果が得られた。

[0045] (実施例4)

カーボンダイスに純度4N、平均粒径16μmのタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から800℃まで4℃/分で昇温、800℃から1200℃まで2.5℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で60分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1800℃で180分保持、18

00℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1200℃の間は100kg/cm²、1200℃から1800℃の間は300kg/cm²とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800kg/cm²の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスパッタリングターゲットとした。

[0046] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対する主配向面である{100}面、{110}面、および{111}面の3つの中で最も面積割合の平均値が高いものでも{110}面の20.7%、これら3つの主配向面のいずれにも配向していない結晶粒の面積割合は56.5%という結果となった。併せて、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として39.8μmという結果が得られた。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は99.8%、酸素濃度は20wtppmという結果であった。

[0047] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では9.08Å/秒の平均成膜速度に対して標準偏差は0.26であり、成膜速度変動の少ない良好なスパッタリングが行える結果が得られた。

[0048] (実施例5)

カーボンダイスに純度5N、平均粒径15μmのタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から800℃まで4℃/分で昇温、800℃から1200℃まで2.5℃/分で昇温、1200℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1800℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1400℃の間240kg/cm²とした。これによって得られたH

P成形体について、さらに、 1850°C 、 1800 kg/cm^2 の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400 mm、厚さ6 mmのスputタリングターゲットとした。

[0049] 得られたスputタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スputタ面に対する主配向面である $\{100\}$ 面、 $\{110\}$ 面、および $\{111\}$ 面の3つの中で最も面積割合の平均値が高いものでも (110) 面の19.0%、これら3つの主配向面のいずれにも配向していない結晶粒の面積割合は58.7%という結果となった。併せて、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均は $25.6\text{ }\mu\text{m}$ という結果が得られた。また、このスputタリングターゲットの相対密度は98.4%、酸素濃度は50 w t p p mであった。

[0050] さらに、得られたスputタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では $10.40\text{ }\text{\AA}/\text{秒}$ の平均成膜速度に対して標準偏差は0.35と、実施例1~4と比較すると変動が大きいものの、許容できる結果であった。この成膜速度の標準偏差は、実施例1~4と比較してターゲットの密度が低いことに起因していると考えられる。

[0051] (比較例1)

カーボンダイスに純度5 N、平均粒径 $17\text{ }\mu\text{m}$ のタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から 800°C まで $4^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で昇温、 800°C から 1400°C まで $2^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で昇温、 1400°C で120分保持、 1400°C から室温まで $2.5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、 800°C から 1400°C の間 240 kg/cm^2 とした。さらに得られた成形体について、従来のように、水素雰囲気還元処理を行った後、 1400°C で圧下率10%の圧延処理を行った。得られた焼結体について形状加工を行い、直径400 mm、厚さ6 mmのスputタリングターゲ

ットとした。

[0052] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対して{111}面が配向している結晶粒の面積割合の平均値は30%を超える35.7%という結果となり、断面の構造はスパッタ面に対して{111}面が優先的に配向しているものとなった。また、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均は54.5 μm という結果となり、粒径も粗大化したものとなった。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は99.3%、酸素濃度は50 w t p p mという結果であった。

[0053] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では11.70 $\text{\AA}/\text{秒}$ の平均成膜速度に対して標準偏差は0.59と、実施例4の2倍以上の変動を示し、時間に対する成膜速度の変動が目立つ結果となった。この結果から、HIPでなく熱間での圧延処理によって塑性加工を施したターゲットは、スパッタ面に対して{111}面に配向し、成膜速度の安定性に劣るものとなることがわかる。

[0054] (比較例2)

カーボンダイスに純度5N、平均粒径22 μm のタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から1200℃まで2℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で90分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1800℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。これによって得られたHP成形体について、さらに、1950℃、1800 kg/cm²の条件で90分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400 mm、厚さ6 mmのスパッタリングターゲットとした。

[0055] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対して $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の平均値は30%を超える39.1%という結果となり、断面の構造はスパッタ面に対して $\{111\}$ 面が優先的に配向しているものとなった。また、上段、中斷、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均は101.8 μm という結果となり、粒径が非常に粗大化結晶粒となった。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は99.9%、酸素濃度は20 wt ppmという結果であった。

[0056] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では12.07 $\text{\AA}/\text{秒}$ の平均成膜速度に対して標準偏差は0.64と、時間に対する成膜速度の変動も非常に大きいものとなった。この結果から、HIP工程の温度を上げると焼結体の密度の向上は望めるものの、結晶粒は、スパッタ面に対して $\{111\}$ に配向した上で粗大なものとなってしまう、これらが成膜速度の安定性を大きく劣化させていることがわかる。

[0057] (比較例3)

カーボナイスに純度5N、平均粒径12 μm のタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から800℃まで4℃/分で昇温、800℃から1200℃まで2.5℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1400℃まで2℃/分で昇温、1400℃で60分保持、1400℃から1600℃まで2℃/分で昇温、1600℃で60分保持、1600℃から1800℃まで2℃/分で昇温、1800℃で120分保持、1800℃から室温まで2.5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1800℃の間240 kg/cm^2 とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800 kg/cm^2 の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスパッタリン

グターゲットとした。

[0058] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対して $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の平均値は30%を超える38.2%という結果となり、断面の構造はスパッタ面に対して $\{100\}$ 面が優先的に配向しているものとなった。また、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として29.8 μm という結果が得られた。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は98.7%と低いものであり、酸素濃度は70 wt ppmという結果であった。

[0059] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では7.90 $\text{\AA}/\text{秒}$ の平均成膜速度に対して標準偏差は0.42と、時間に対する成膜速度の変動が大きいものとなった。この結果から、HP工程において加える荷重の調整をせず、低温から大きな荷重を加え続けた場合、脱ガスが不十分な状態で焼結が進むため、焼結体の密度が不足した上でさらに結晶粒はスパッタ面に対して $\{100\}$ に配向した構造となり、これらが成膜速度の安定性を悪化させることがわかる。

[0060] (比較例4)

カーボンダイスに純度5N、平均粒径13 μm のタングステン粉末を充填し、真空チャンバー内で、室温から1200℃まで4℃/分で昇温、1200℃で60分保持、1200℃から1800℃まで2.5℃/分で昇温、1800℃で120分保持、1800℃から室温まで5℃/分で降温する条件にてHPを行った。その際に加えるHP荷重は、800℃から1200℃の間は100 kg/cm^2 、1200℃から1800℃の間は300 kg/cm^2 とした。これによって得られたHP成形体について、さらに、1850℃、1800 kg/cm^2 の条件で120分HIP処理を行った。HIP処理を行った焼結体について形状加工を行い、直径400mm、厚さ6mmのスパッ

タリングターゲットとした。

[0061] 得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様に断面の結晶配向、結晶粒径、相対密度、および酸素濃度の分析を行った。その結果、スパッタ面に対して{100}に配向している結晶粒の面積割合の平均値は30%を超える32.0%という結果となり、断面の構造はスパッタ面に対して{100}面に優先的に配向しているものとなった。また、上段、中断、下段の3つの領域の結晶粒の観察像から断面組織内における平均結晶粒径を求めたところ、3つの領域の平均として27.2 μm という結果が得られた。また、このスパッタリングターゲットの相対密度は99.1%であり、酸素濃度は60 wt ppmという結果であった。

[0062] さらに、得られたスパッタリングターゲットについて、実施例1と同様の成膜速度安定性に関する評価試験を行った。その結果、この実施例では8.11 Å/秒の平均成膜速度に対して標準偏差は0.44と、時間に対する成膜速度の変動が大きいものとなった。この結果から、HP工程における昇温速度が早く、途中の保持工程も十分でない場合も脱ガスが不十分で、結晶粒はスパッタ面に対して{100}に配向した構造となり、これらが成膜速度の安定性を悪化させることがわかる。また、比較例3、4のように酸素濃度が高い場合、スパッタ中の2次電子放出に有効であり、スパッタリングを加速する効果があるとは考えられるが、酸素高い場所をスパッタしたときとそうでないときの成膜速度のばらつきが大きくなり、成膜速度の安定性に対しては不利に作用すると考えられる。

[0063] 上述した実施例1に加え、実施例2-5、比較例1-4についても併せて表に示す。

[0064]

[表1]

		{100}	{110}	{111}	Others	平均粒径	相対密度	酸素濃度	堆積速度 (Å/sec)	堆積速度変動
実施例1	上	8.2	18.0	11.8	62.0	32.6	99.3%	20ppm	9.26	0.16
	中	7.9	18.2	13.2	60.7	33.5				
	下	8.4	18.4	13.2	60.0	31.4				
	平均	8.2	18.2	12.7	60.9	32.5				
	標準偏差	0.3	0.2	0.8	1.0	1.0				
実施例2	上	8.6	19.4	13.5	58.5	33.1	99.4%	30ppm	9.05	0.24
	中	8.4	19.4	14.0	58.2	32.7				
	下	8.5	19.9	13.8	57.8	31.4				
	平均	8.5	19.6	13.8	58.2	32.4				
	標準偏差	0.1	0.3	0.3	0.4	0.9				
実施例3	上	9.8	20.4	13.4	56.4	32.4	99.2%	20ppm	9.14	0.20
	中	8.2	19.8	13.4	58.6	33.0				
	下	8.9	21.0	14.2	55.9	31.6				
	平均	9.0	20.4	13.7	57.0	32.3				
	標準偏差	0.8	0.6	0.5	1.4	0.7				
実施例4	上	10.0	20.7	13.4	55.9	41.0	99.8%	20ppm	9.08	0.26
	中	9.8	20.1	13.1	57.0	38.4				
	下	8.6	21.3	13.4	56.7	39.9				
	平均	9.5	20.7	13.3	56.5	39.8				
	標準偏差	0.8	0.6	0.2	0.6	1.3				
実施例5	上	10.5	20.3	11.4	57.8	23.4	98.4%	50ppm	10.40	0.35
	中	7.7	17.5	13.0	61.8	26.6				
	下	9.9	19.3	14.3	56.5	26.8				
	平均	9.4	19.0	12.9	58.7	25.6				
	標準偏差	1.5	1.4	1.5	2.8	1.9				
比較例1	上	10.8	15.8	33.1	40.3	48.8	99.3%	50ppm	11.70	0.59
	中	11.3	13.2	39.5	36.0	58.1				
	下	11.2	12.7	34.4	41.7	56.7				
	平均	11.1	13.9	35.7	39.3	54.5				
	標準偏差	0.3	1.7	3.4	3.0	5.0				
比較例2	上	8.8	13.5	41.6	36.1	98.2	99.9%	20ppm	12.07	0.64
	中	7.8	11.7	37.0	43.5	106.7				
	下	9.2	11.0	38.6	41.2	100.6				
	平均	8.6	12.1	39.1	40.3	101.8				
	標準偏差	0.7	1.3	2.3	3.8	4.4				
比較例3	上	35.5	13.9	10	40.6	30.5	98.7%	70ppm	7.90	0.42
	中	42.1	14.2	11.5	32.2	27.0				
	下	36.9	12.6	11.0	39.5	31.8				
	平均	38.2	13.6	10.8	37.4	29.8				
	標準偏差	3.5	0.9	0.8	4.6	2.5				
比較例4	上	32.5	13.5	13.5	40.5	25.3	99.1%	60ppm	8.11	0.44
	中	31.9	13.0	14.0	41.1	25.9				
	下	31.7	12.5	13.9	41.9	30.3				
	平均	32.0	13.0	13.8	41.2	27.2				
	標準偏差	0.4	0.5	0.3	0.7	2.7				

産業上の利用可能性

[0065] 本実施形態によれば、タングステン層のスパッタリング成膜において、ターゲットライフにわたって変動の少ない、安定した成膜速度を維持できる。

請求の範囲

- [請求項1] タングステンスパッタリングターゲットであって、スパッタ面に垂直な断面を電子線後方散乱回折法の逆極点マッピングによって分析することで得られた、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合が、何れの配向面についても30%以下であり、スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合が46%以上であることを特徴とするタングステンスパッタリングターゲット。
- [請求項2] $\{100\}$ の面積割合が $10.2 \pm 3\%$ 、 $\{110\}$ の面積割合が $20.4 \pm 3\%$ 、 $\{111\}$ の面積割合が $13.6 \pm 3\%$ の範囲であって、その他の結晶粒の面積割合が $55.7\% \pm 9\%$ であることを特徴とする請求項1に記載のタングステンスパッタリングターゲット。
- [請求項3] 相対密度が99.0%以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項4] 前記スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面が配向している結晶粒の面積割合の標準偏差が、何れの配向面についても3%以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載のタングステンスパッタリングターゲット。
- [請求項5] 前記スパッタ面に対して $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 、および $\{111\}$ 面以外の面が配向している結晶粒の合計の面積割合の標準偏差が3%以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載のタングステンスパッタリングターゲット。
- [請求項6] 前記スパッタ面での平均結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載のタングステンスパッタリングターゲット。
- [請求項7] 前記スパッタ面での平均結晶粒径の標準偏差が3%以下であることを特徴とする請求項1～6の何れか一項に記載のタングステンスパッタリングターゲット。

タリングターゲット。

[請求項8] 酸素含有量が50wtppm以下であることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載のタングステンスパッタリングターゲット。