

明 細 書

発明の名称：スパッタリング用チタンターゲット

技術分野

[0001] 本発明は、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時においても亀裂や割れの発生がなく、スパッタリング特性を安定させることのできる高品質のスパッタリング用チタンターゲットに関する。

なお、本明細書中に記載する不純物濃度については、全て質量分率（mass %又はppm）で表示する。

背景技術

[0002] 近年、半導体の飛躍的な進歩に端を発して様々な電子機器が生まれ、さらにその性能の向上と新しい機器の開発が日々刻々なされている。

このような中で、電子、デバイス機器がより微小化し、かつ集積度が高まる方向にある。これら多くの製造工程の中で多数の薄膜が形成されるが、チタンもその特異な金属的性質からチタン及びその合金膜、チタンシリサイド膜、あるいは窒化チタン膜などとして、多くの電子機器薄膜の形成に利用されている。

一般に上記のチタン及びその合金膜、チタンシリサイド膜、あるいは窒化チタン膜等はスパッタリングや真空蒸着などの物理的蒸着法により形成することができる。この中で最も広範囲に使用されているスパッタリング法について説明する。

[0003] このスパッタリング法は陰極に設置したターゲットに、Ar⁺などの正イオンを物理的に衝突させてターゲットを構成する金属原子をその衝突エネルギーで放出させる手法である。窒化物を形成するにはターゲットとしてチタンまたはその合金（TiAl合金など）を使用し、アルゴンガスと窒素の混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成することができる。

[0004] 最近では、生産効率を上げるために、高速スパッタリング（ハイパワースパッタリング）の要請があり、この場合、ターゲットに亀裂が入ったり、割

れたりすることがあり、これが安定したスパッタリングを妨げる要因となる問題があった。先行技術文献としては、次の特許文献1及び特許文献2が挙げられる。

- [0005] また、本出願人は、特許文献3に示すように、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時においても亀裂や割れの発生がなく、スパッタリング特性を安定させたスパッタリング用チタンターゲットを提供した。これは、上記の目的に対して極めて有効であるが、高純度の半導体用スパッタリングターゲット用途としては、より少ない種類の添加元素および添加量で高い効果を発現することが求められ、この点が一つの課題となっていた。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：国際公開WO 01／038598号公報
特許文献2：特表2001-509548号公報
特許文献3：特開2010-235998号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本願発明は、上記の諸問題点の解決、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時においても亀裂や割れの発生がなく、スパッタリング特性を安定させ、高品質のスパッタリング用チタン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

- [0008] 本願発明は、1）高純度チタンターゲットであって、添加成分として、Sを0.5～5質量ppm含有し、添加成分とガス成分を除き、ターゲットの純度が99.995質量%以上であることを特徴とするスパッタリング用チタンターゲットを提供する。
- [0009] また、本願発明は、2）高純度チタンターゲットであって、添加成分として、Sを合計0.5～3質量ppm（未満）を含有し、添加成分とガス成分

を除き、ターゲットの純度が99.995質量%以上であることを特徴とするスパッタリング用チタンターゲットを提供する。

[0010] また、本発明は、3) 添加成分とガス成分を除く純度が99.999質量%以上であることを特徴とする上記1) 又は2) 記載のスパッタリング用チタンターゲット、4) ターゲットの平均結晶粒径が60 μm 以下であることを特徴とする上記1) ~ 3) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、5) ターゲットの平均結晶粒径が30 μm 以下であることを特徴とする上記1) ~ 3) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、6) チタンターゲットを500°Cに加熱した場合のターゲットの、0.2%耐力が25 MPa以上であることを特徴とする上記1) ~ 5) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、7) チタンターゲットを500°Cに加熱した場合のターゲットの、0.2%耐力が30 MPa以上であることを特徴とする上記1) ~ 5) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、8) チタンターゲット結晶組織中のS析出物が100個/ mm^2 以下であることを特徴とする上記1) ~ 7) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、9) チタンターゲット結晶組織中のS析出物が30個/ mm^2 以下であることを特徴とする上記1) ~ 7) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、10) チタンターゲット結晶組織中のS析出物が10個/ mm^2 以下であることを特徴とする上記1) ~ 7) のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット、を提供する。

発明の効果

[0011] 本発明のスパッタリング用チタンターゲットは、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時においても亀裂や割れの発生がなく、スパッタリング特性を安定させ、高品質の成膜ができるという優れた効果を有する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]結晶組織表面で観察されたS析出物のFE-SEM像である。

[図2]結晶組織表面で観察されたS析出物のEDX像である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の、スパッタリング用チタンターゲットは、純度が99.995質量%以上の高純度チタンターゲットである。さらに、好ましくは99.999質量%以上である。上記チタンターゲットの純度は、添加成分とガス成分を除くことは言うまでもない。

一般に、ある程度の酸素、窒素、水素等のガス成分は他の不純物元素に比べて多く混入する。これらのガス成分の混入量は少ない方が望ましいが、通常混入する程度の量は、本願発明の目的を達成するためには、特に有害とならない。

[0014] ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）では、スパッタリングのために導入される電力に伴いターゲットが強く加熱される。そのためスパッタリング装置は、通常ターゲット背面からターゲットを冷却する機構を設けているが、いかに冷却したとしてもターゲットのスパッタリング表面近傍の温度上昇は不可避である。

[0015] また、半導体用のスパッタリングでは多数のウエハを自動的に搬送し、ウエハ毎にスパッタリングのON/OFFを行うため、ターゲットはウエハの搬送に対応した周期での加熱/冷却の繰り返しにさらされる。ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）では、加熱が強いためこの加熱/冷却の繰り返しの振幅が大きい。

ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時における亀裂や割れの発生は、この加熱/冷却の繰り返しに伴い、特に最も高温になるターゲット表面近傍が熱膨張/収縮を繰り返すことによる低サイクル疲労破壊により引き起こされるという問題が発生する。

[0016] 亀裂や割れが発生するのは高温にさらされるターゲット表面であり、一方、チタンの0.2%耐力は温度の上昇に伴い低下するが、鋭意研究の結果、500℃における0.2%耐力が30MPa以上となる材料であれば、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時でも、低サイクル疲労破壊による亀裂や割れを防止できることを見出した。

[0017] ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）におけるターゲット表面温度は700℃に達するとの例もあるが、これはプラズマに直接さらされる最表面での温度であり、その場合でも強度を議論すべきバルクとしての表面近傍の温度としては最大500℃程度であるため、本願発明において、500℃における0.2%耐力が有効な指標となる。

[0018] 半導体用途のチタンターゲットとしては純度が99.995質量%以上、さらに、好ましくは99.999質量%以上の高純度が要求される。しかしながら一般に高純度金属の降伏応力は純度の低い同金属と比べ相対的に低く、通常の半導体用途のチタンターゲットとして供される純度99.995質量%以上のものの500℃における0.2%耐力は20MPaに満たない。

[0019] 本願発明において、添加成分として、Sを0.5～5質量ppm含有するのが大きな特徴の一つである。本願発明が提案している低濃度領域のSのTiに対する固溶限界を熱力学的に正確に算定することは困難であるが、種々検討の結果、Sはチタンの中で5質量ppmを超えると、Tiの素地に析出するので、好ましくないことがわかった。

S添加のより好ましい範囲は、0.5～3質量ppm（未満）である。これは各種ばらつきを考慮しても、3質量ppm（未満）であればほぼ完全にSの析出を抑止できるという理由による。

[0020] このSの添加により、純度が99.995質量%以上の高純度チタンターゲットにおいても、500℃における0.2%耐力を、25MPa以上、さらには30MPa以上とすることができる。また、Sの添加は5質量ppm以下と微量であり添加後もガス成分を除いた純度が99.995質量%以上を保つことができる。

[0021] 適宜、塑性変形加工及びその後の熱処理工程によって、平均結晶粒径を60μm以下、さらには30μm以下の均質な結晶組織とすることで、安定した強度を得ることができる。好ましくは、結晶組織中のS析出物が20個/mm²以下、さらに好ましくは、10個/mm²以下であることを特徴とする。上記の通り、これらのS析出物は、塑性変形加工及びその後の熱処理工程

によっても変動するので、極力低減させる意図を持って、製造することが望ましいと言える。

- [0022] スパッタリングターゲットにおける析出物は、潜在的にアーキング、パーティクル発生の原因となるため、析出物の削減は有効である。これらの特性は、Sを0.5～5質量ppm含有させ、特にSを合計0.5～3質量ppm（未満）を含有させることによって、得ることが可能となる。

これらの数値範囲は、本願発明の有効性を実現できる範囲を示すものである。下限値未満では本願発明の目的を達成できず、また上限値を超えるものは高純度ターゲットとしての特性を損なうので、上記の範囲とする。

- [0023] 高純度チタンを製造するには、既に知られた溶融塩電解法を使用できる。雰囲気は不活性雰囲気とするのが望ましい。電解時には、初期カソード電流密度を低電流密度である 0.6 A/cm^2 以下に行うのが望ましい。さらに、電解温度を $600\sim 800^\circ\text{C}$ とするのが良い。

- [0024] このようにして得た電析TiとSを所定量混合してEB（電子ビーム）溶解し、これを冷却凝固させてインゴットを作製し、 $800\sim 950^\circ\text{C}$ で熱間鍛造又は熱間押し等の熱間塑性加工を施してビレットを作製する。これらの加工を適宜調整することにより、インゴットの不均一かつ粗大化した鑄造組織を破壊し均一微細化することができる。

- [0025] このようにして得たビレットを切断し、冷間鍛造又は冷間圧延等の冷間塑性変形を繰返し実行し、高歪をビレットに付与することにより、最終的にターゲット寸法が確保できる円板形状を得る。なお、上記冷間鍛造においては、歪量を1.0～5.0に、冷間圧延に際しては、加工率は50～90%で実施するのが良い。この条件の範囲外でも実施できるが、上記の条件は好適な製造条件である。

- [0026] さらに、このように高い歪を蓄えた加工組織をもつターゲットを、流動床炉等を用いて急速昇温し、 $400\sim 600^\circ\text{C}$ で短時間の熱処理を行う。これによって、 $60\mu\text{m}$ 以下、さらには $30\mu\text{m}$ 以下の微細な再結晶組織をもつターゲットを得ることができる。温度を高くし、熱処理時間を長くすると

結晶が粗大化していくので、目的に応じて調整することが必要である。

[0027] このようにして得られた本願発明のチタンターゲットは、500°Cに加
熱した場合の0.2%耐力は25MPa以上、さらには30MPa以上とな
り、高温での0.2%耐力が高く、ハイパワースパッタリング(高速スパッ
タリング)時においても亀裂や割れを抑制できる効果がある。

[0028] 鍛造又は圧延の加工条件及び熱処理条件によっても影響を受け、再結晶組
織の結晶粒のサイズ又はSの析出物の個数が変化する。上記の範囲であれば
、60μm以下、さらには30μm以下の微細な再結晶組織をもつターゲッ
トを得ることができる、耐力を25MPa以上、さらには30MPa以上とす
ることができるので、特に問題とならない。

[0029] しかし、上記の範囲を超える鍛造又は圧延の加工条件及び熱処理条件で製
造し、結晶粒のサイズ又はSの析出物の個数が変化した場合でも、S量を0
.5～5質量ppmに調整することにより、耐力を25MPa以上、さらに
は30MPa以上に維持できる。すなわち、S量が大きな要因であり、S量
の調整が重要である。

[0030] 極端な製造条件の変更でターゲットを製造しない限りは、結晶粒のサイズ
又はSの析出物の個数を適宜調整して、耐力を25MPa以上、さらには3
0MPa以上に維持できる。以上から明らかなように、結晶粒のサイズ又は
Sの析出物の個数の調整は、耐力を25MPa以上、さらには30MPa以
上に、安定して維持できる条件とすることができる。

[0031] これらの製造工程は、本願発明の高純度チタンターゲットを得るための方
法の一例を示すものであって、Sを0.5～5質量ppm含有し、残部がチ
タン及び不可避免的な不純物であり、添加成分とガス成分を除き、ターゲットの
純度が99.995質量%以上であるスパッタリング用チタンターゲットを
得ることができるものであれば、上記製造工程に特に限定されるものではな
い。

実施例

[0032] 次に、本発明の実施例について説明する。なお、本実施例はあくまで一例

であり、この例に制限されるものではない。すなわち、本発明の技術思想の範囲に含まれる実施例以外の態様あるいは変形を全て包含するものである。

[0033] (実施例1)

純度99.995質量%のTiに、S:5質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。加工条件(加工と熱処理条件)は、段落0024、0025、0026に記載する条件で実施した。ただし、熱処理温度については、400~550℃とした。以下の実施例も同様である。

[0034] (実施例2)

純度99.995質量%のTiに、S:3.5質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0035] (実施例3)

純度99.995質量%のTiに、S:2質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0036] (実施例4)

純度99.995質量%のTiに、S:1質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0037] (実施例5)

純度99.995質量%のTiに、S:3.5質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0038] (実施例6)

純度99.995質量%のTiに、S:3.3質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0039] (実施例7)

純度99.995質量%のTiに、S:2.2質量ppm添加して、電子ビーム溶解しTiインゴットを作製した。成分分析結果を、表1に示す。

[0040] (比較例1)

Sを添加しないこと以外は、全く同一の純度99.995質量%のTiを

作製した。比較例 1 は S の下限値 0.5 質量%の条件を満たしていない。成分分析結果を、表 1 に示す。

[0041] (比較例 2)

純度 99.995 質量%の Ti に、S : 12 質量 ppm 添加して、電子ビーム溶解し Ti インゴットを作製した。比較例 1 は S の上限値 5 質量 ppm の条件を満たしていない。成分分析結果を、表 1 に示す。

[0042] 上記実施例 1-7 及び比較例 1-2 に示す Ti を、上記段落 [0023] ~ [0026] の製造条件を適宜使用して、ターゲット形状に加工した。

[0043]

[表1]

[illegible]

Yb	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Lu	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Hf	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ta	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
W	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Re	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Os	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ir	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pt	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Au	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Hg	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tl	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pb	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Bi	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Th	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
U	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

[0044] 実施例 1－7 及び比較例 1 のターゲットについて、その平均結晶粒径を調べた。その結果を、表 2 に示す。実施例 1－4 については、平均結晶粒径は $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、良好な結果となった。実施例 5－7 については、平均結晶粒径は $35\sim60\ \mu\text{m}$ 以下であった。結晶粒径は大きい、亀裂の発生がなく、またスパッタリング成膜後の平均パーティクル個数もそれほど多くはないので、ターゲットとして使用できる範囲にあった。

[0045] 次に、実施例 1－7 及び比較例 1－2 について、ターゲットに現れる結晶の配向について調べた。その結果を、同様に表 2 に示す。なお、表 2 中の B a s a l の面配向率については、表 3 に示す式により計算したものである。

[0046]

[表2]

項 目	単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1	比較例2
S濃度	質量ppm	4.7	3.1	1.7	0.5	3.5	3.3	2.2	<0.01	10.5
平均結晶粒径	μm	7	9	8	8	35	45	60	9	7
Basalの面配向率	%	72	71	74	73	75	74	72	72	73

[0047] [表3]

$$\langle \text{結晶方位含有比} A \rangle \equiv \frac{\frac{I_{(002)}}{R_{(002)}} + \frac{I_{(103)}}{R_{(103)}} + \frac{I_{(014)}}{R_{(014)}} + \frac{I_{(015)}}{R_{(015)}}}{\sum \frac{I_{(hkl)}}{R_{(hkl)}}}$$

$$\begin{aligned} \sum \frac{I_{(hkl)}}{R_{(hkl)}} &\equiv \frac{I_{(010)}}{R_{(010)}} + \frac{I_{(002)}}{R_{(002)}} + \frac{I_{(011)}}{R_{(011)}} + \frac{I_{(012)}}{R_{(012)}} + \frac{I_{(110)}}{R_{(110)}} \\ &+ \frac{I_{(103)}}{R_{(103)}} + \frac{I_{(200)}}{R_{(200)}} + \frac{I_{(112)}}{R_{(112)}} + \frac{I_{(201)}}{R_{(201)}} + \frac{I_{(004)}}{R_{(004)}} \\ &+ \frac{I_{(202)}}{R_{(202)}} + \frac{I_{(014)}}{R_{(014)}} + \frac{I_{(203)}}{R_{(203)}} + \frac{I_{(211)}}{R_{(211)}} + \frac{I_{(114)}}{R_{(114)}} \\ &+ \frac{I_{(212)}}{R_{(212)}} + \frac{I_{(015)}}{R_{(015)}} + \frac{I_{(204)}}{R_{(204)}} + \frac{I_{(300)}}{R_{(300)}} + \frac{I_{(213)}}{R_{(213)}} \\ &+ \frac{I_{(302)}}{R_{(302)}} \end{aligned}$$

ここで、 $I_{(hkl)}$ はX線回折法により得られる(hkl)面のピーク強度であり、 $R_{(hkl)}$ は(hkl)面の相対強度比(JCPDS Card 参照)である。

[0048] 表2に示すように、実施例1-4及び比較例1-2の平均結晶粒径に差異は見られなかった。

表2に示すように、Basalの面配向率については、実施例1-7及び比較例1-2で差異は見られなかった。

[0049] 表2から、実施例1-7及び比較例1-2でターゲット作製後の結晶組織、配向に差異はなかった。実際のスパッタリングにおいても、実施例1-7

のターゲット間成膜速度その他の挙動において比較例 1 と同等であった。

[0050] 次に、実施例 1－7 及び比較例 1－2 で作製したターゲットから試験片を作製し、500℃における引張り試験を行い、その時の 0.2% 耐力を測定した。試験片は、ターゲットの中心、1/2 R、外周の 3 点をサンプリングした場合である。結果を表 4 に示す。

[0051] 引張り試験の条件は、次の通りである。

試験片形状：JIS 形状 (G 0567 II-6)

試験方法：JIS G 0567 に準拠

試験機：100 kN 高温引張り試験機

試験温度：500℃

標点距離：30 mm

試験速度：変位制御 0.3%/min、耐力以降 7.5%/min

昇温速度：45℃/min、保持 15 分

温度測定：試験体中央熱電対取り付け

[0052] また、実施例 1－7 及び比較例 1－2 で作製したターゲットから 15 mm × 15 mm の試験片を採取し、電解研磨およびエッチングを行い、結晶組織観察表面を作成し、その面を FE-SEM (JEOL 製 JSM-7000F) にて加速電圧 15 kV、2000 倍視野で観察し、Ti 結晶組織中の S 析出物を調べた。この場合、1 視野あたりの面積は $2.7 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ となる。

[0053] S 析出物個数は、上記条件で FE-SEM 観察し、析出物様の異物を観察した場合、その視野の EDX 分析により S または硫化 S 化合物を成分とする S 析出物であることを確認した。この操作にて各サンプルで複数視野観察して S 析出物個数を測定し、その平均個数から単位面積あたりの個数として算出した。

結果を表 4 に示す。なお、40 視野観察し、析出物が見つからなかった場合、10 個/mm² 未満とした。また FE-SEM 像及びその EDX 像の例を図 1 及び図 2 に示す。なお、この図 1 及び図 2 に示す像は、いずれも実施例

1 において観察された例である。

[0054] また、実施例 1－7 及び比較例 1－2 で作製したターゲットをスパッタリング装置に装着し実際にハイパワースパッタリングを行い、ターゲットの亀裂の有無およびスパッタリングにより Ti 成膜した 300 mm シリコンウェハー上のパーティクル個数を測定した。結果を表 4 に示す。

[0055]

[表4]

項 目	単位	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1	比較例2
S濃度	質量ppm	4.7	3.1	1.7	0.5	3.5	3.3	2.2	<0.01	10.5
0.2%耐力(500°C)	MPa	41	44	46	34	28	26	25	18	45
S析出物個数	個/mm ²	20	10	<10	<10	70	90	50	<10	180
スパッタ試験での亀裂・割れ	—	無	無	無	無	無	無	無	有	無
スパッタ成膜後の平均ハーティクル個数	個/ウエハー面内	4.1	2.8	3.7	3.4	5.1	6.3	4.3	3.3	8.6

ハーティクルは90nm以上をカウント

- [0056] この結果、引張り試験の平均値は、実施例 1～4 では、いずれも 0.2% 耐力が 30 MPa 以上であり、安定した特性が得られた。実施例 5～7 では、0.2% 耐力が 25～28 MPa の範囲にあった。また、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）試験では、いずれも亀裂や割れは発生しなかった。
- [0057] 実施例 5～7 では、実施例 1～4 に比べて 0.2% 耐力がやや低くなったが、これは熱処理温度を実施例 1～4 に比べてやや高めにした（但し、上限は 600℃とした）ため、平均結晶粒径が大きくなり、また S の析出物の個数が増加したことが原因と考えられる。しかしながら、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）試験では、亀裂や割れは発生しなかったので使用に耐え得るターゲットと言える。
- [0058] これに対して、比較例 1 では 0.2% 耐力が 25 MPa 以上であるという条件を満たせず、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）試験で、スパッタリングにより約 1 mm エロージョンした後、スパッタリングチャンバーを開放しターゲット表面を目視観察したところ、エロージョンが一番深くなる部分で幅 0.1～2 mm 程度の亀裂が数個発生していた。
- [0059] 一方、比較例 2 では、0.2% 耐力が 30 MPa 以上であり、また、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）試験でも、亀裂や割れは発生しなかったが、平均パーティクル個数が、比較例 1 及び実施例 1～7 に比べ 2 倍程度であった。比較例 2 は、S 析出物個数も実施例 1～4 に比べ高く、S 析出物個数がパーティクル発生の一因であると言える。
- [0060] 以上から、本願発明のように、添加成分として、S を 0.5～5 質量 ppm、より好ましくは S を合計 0.5～3 質量 ppm（未満）を含有し、添加成分とガス成分を除き、ターゲットの純度が 99.995 質量%以上であるスパッタリング用チタンターゲットは、ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）試験でも亀裂や割れの発生がないという大きな効果を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0061] ハイパワースパッタリング（高速スパッタリング）時においても亀裂や割れの発生がなく、スパッタリング特性を安定させることのできる高品質のスパッタリング用チタンターゲットを提供することができるので、電子機器等の薄膜の形成に有用である。

請求の範囲

- [請求項1] 高純度チタンターゲットであって、添加成分として、Sを合計0.5～5質量ppmを含有し、添加成分とガス成分を除き、ターゲットの純度が99.995質量%以上であることを特徴とするスパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項2] 高純度チタンターゲットであって、添加成分として、Sを合計0.5～3質量ppm（未満）を含有し、添加成分とガス成分を除き、ターゲットの純度が99.995質量%以上であることを特徴とするスパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項3] 添加成分とガス成分を除く純度が99.999質量%以上であることを特徴とする請求項1又は2記載のスパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項4] ターゲットの平均結晶粒径が60 μ m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スパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項5] ターゲットの平均結晶粒径が30 μ m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スパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項6] チタンターゲットを500 $^{\circ}$ Cに加熱した場合のターゲットの、0.2%耐力が25MPa以上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スパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項7] チタンターゲットを500 $^{\circ}$ Cに加熱した場合のターゲットの、0.2%耐力が30MPa以上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スパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項8] チタンターゲット結晶組織中のS析出物が100個/mm²以下であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット。
- [請求項9] チタンターゲット結晶組織中のS析出物が30個/mm²以下であ

ることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット。

[請求項10] チタンターゲット結晶組織中の S 析出物が 10 個/mm²以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のスパッタリング用チタンターゲット。