

明 細 書

発明の名称： 酸化マグネシウムスパッタリングターゲット

技術分野

[0001] 本発明は、磁気ディスク装置用の磁気記録媒体やトンネル磁気抵抗（TMR）素子といったエレクトロデバイスにおける酸化マグネシウム（MgO）層の形成に適した酸化マグネシウムスパッタリングターゲットに関し、特に、スパッタ時に、パーティクルの発生が少ない、酸化マグネシウムスパッタリングターゲットに関する。

背景技術

[0002] 磁気ディスクの小型化・高記録密度化に伴い、磁気記録媒体の研究、開発が行われ、磁性層や下地層などについて種々改良が行われている。また、不揮発性メモリー分野では、例えば、スピントルク型の磁気抵抗メモリー（MRAM）は、TMR素子に流れる電流の、トンネル接合を介して流れる電子のスピンのみにより磁化を制御することにより、従来型のMRAMに比べて、低消費電力且つ小型化を可能とした。

[0003] このTMR素子のトンネル接合部分に酸化マグネシウム（MgO）を用いると、その特性が格段に改善することから、MgOトンネル接合をどのように作製するかがカギとなる。MgO膜の作製方法として、スパッタリングターゲットに、マグネシウム（Mg）ターゲットを用いて成膜後に酸化させる方法と、酸化マグネシウム（MgO）ターゲットを用いて成膜する方法があるが、後者の方が、磁気抵抗効果が大きく、高特性が得られるとされている。

[0004] 従来から、MgO焼結体を、スパッタリングターゲットとして用いることは知られている。例えば、特許文献1には、スパッタ法によるMgO保護膜の成膜に好適なMgOターゲットが開示されている。この文献によると、スパッタ成膜速度1000Å/min以上に対応可能であることが記載されている。しかしながら、このような従来品は、スパッタリング時にパーティク

ルが多く発生し、製品の歩留まりを大きく低下させるという問題が発生していた。

[0005] また、特許文献2には、(1 1 1)面を多く配向させたMgO焼結体ターゲットが開示されている。この文献によれば、ターゲットの機械的性質及び熱伝導性が良好であることが記載されている。また、特許文献3には、平均結晶粒径が8 μ m以下、X線回折によるピーク強度比 $I(111)/I(200)$ が8%以上25%未満である酸化マグネシウム焼結体スパッタリングターゲットが開示されている、これによれば、優れた絶縁耐性と均質性を有するスパッタ膜を作製できることが記載されている。

[0006] 酸化マグネシウム焼結体は、MgO粉末を焼結することで作製することができ、作製自体はそれほど困難ではないが、MgO焼結体からなるスパッタリングターゲットは、特にパーティクルが発生し易いということがある。しかしながら、上記特許文献に開示される焼結体では、パーティクルは十分に低減できないという問題があった。特に近年では、TMR素子の主要部であるトンネル接合部分において、許容されるパーティクルに対する要求は、ますます厳しいものとなってきている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平10-130827号公報

特許文献2：特開2009-173502号公報

特許文献3：国際公開第2013/065564号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、酸化マグネシウム焼結体からなるスパッタリングターゲットであって、スパッタリング時にパーティクルの発生が少ないスパッタリングターゲットを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本願は、以下の発明を提供する。

1) 酸化マグネシウム焼結体からなるスパッタリングターゲットであって、前記酸化マグネシウム焼結体の一つの結晶粒内にピンホール数が20個以上存在する結晶粒の割合が50%以下であることを特徴とするスパッタリングターゲット。

2) 抗折力が150MPa以上であることを特徴とする上記1)記載のスパッタリングターゲット。

3) 平均結晶粒径が30 μ m以上400 μ m以下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ターゲット。

4) 相対密度が99.7%以上であることを特徴とする上記1)～3)のいずれかに記載のスパッタリングターゲット。

発明の効果

[0010] 本発明の酸化マグネシウム焼結体からなるスパッタリングターゲットは、スパッタリング時のパーティクルの発生を抑制することができるという優れた効果を有する。これにより、例えばTMR素子のトンネル障壁（絶縁層）を形成する場合に、そのデバイス特性を改善することができ、また、歩留まりを向上することができるという優れた効果を有する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]スパッタリングターゲットにおいて、特定の結晶粒内にピンホールが局所的に存在することを示す電子顕微鏡（SEM）写真（倍率：3000倍）である。

[図2]図1のSEM写真の模式図である。

[図3]実施例1のスパッタリングターゲットの結晶粒内に存在するピンホールを示すSEM写真（倍率：300倍）である。

[図4]実施例1のスパッタリングターゲットの結晶粒内に存在するピンホールを示すSEM写真（倍率：3000倍）である。

発明を実施するための形態

[0012] 酸化マグネシウムスパッタリングターゲットは、通常、ホットプレスなど

の焼結法を用いて作製されるが、このようにして作製される酸化マグネシウム焼結体の結晶組織を観察したところ、その結晶粒内にピンホール（直径1 μm 程度の微小な気孔）が生じていた。このようなピンホールがスパッタ面に表出すると、そこから優先的にスパッタされることでパーティクルの発生が増加することが考えられる。

[0013] さらに研究を重ねたところ、前記ピンホールは、酸化マグネシウムの結晶組織に均一に分散して存在するのではなく、一部の結晶粒内に局所的に多く存在していた。そしてピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合が増加するに従って、パーティクルの数が増加する傾向が見られた。このことから、ピンホールが多く存在する結晶粒の割合を低減できれば、パーティクルの発生を抑制できることを見出した。

[0014] 上記知見に基づき、本発明のスパッタリングターゲットは、酸化マグネシウム焼結体からなり、前記酸化マグネシウム焼結体の一つの結晶粒内にピンホールの数が20個以上存在する結晶粒の割合が50%以下であることを特徴とするものである。好ましくは40%以下である。このような酸化マグネシウムスパッタリングターゲットは、スパッタリング時に発生するパーティクルの数を低減することが可能となる。

[0015] ピンホールは、酸化マグネシウム焼結体を製造する過程で発現する、直径1 μm 程度の気孔である。図1にMgO焼結体スパッタリングターゲットの電子顕微鏡（SEM）写真、図2にそれを模写した模式図（ピンホールが密集している箇所を丸で囲む）を示す。図2に示す通り、ピンホールは結晶組織に均一に分散するのではなく、一部の結晶粒内に局所的に多数（20個以上）存在し、このような結晶粒がパーティクルの発生に寄与している。

[0016] ここで、ピンホールの数が20個以上存在する結晶粒の割合とは、酸化マグネシウム焼結体（スパッタリングターゲット）の表面を研磨した後、イオンミリング装置を用いて加工し、結晶粒が100個前後入る視野を顕微鏡観察して、以下の式から算出する。

（ピンホールの数が20個以上存在する結晶粒の割合）＝（ピンホールが

20個以上存在する結晶粒の数) / (視野内の全ての結晶粒の数) × 100

なお、イオンミリングの条件は、加速電圧4 kV、アルゴンガス流量0.08 sccm、試料傾斜20°、加工時間1時間とし、装置には、日立ハイテクノロジー製イオンミリング装置を用いた。

[0017] また、本発明のスputタリングターゲットは、平均結晶粒径が30 μm以上400 μm以下であることが好ましい。ピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合が増加するに従って、結晶粒が微細化する傾向にあることから、平均結晶粒径は30 μm以上であることが好ましい。一方、結晶粒が大きすぎると抗折力が低下して、パーティクル低減の効果が減少することから、平均結晶粒径は400 μm以下であることが好ましい。

[0018] 本開示において平均結晶粒径は、以下の方法を用いて測定、算出する。

まず、スputタリングターゲットのスputタ面(研磨面)をレーザー顕微鏡により観察し、組織写真を得る。次に、その組織写真上に直線を引き、線の上に乗る粒界の個数を数える。そして、線の長さをL (μm)、粒界の個数をn (個)として、結晶粒径d (μm)を $d = L / n$ から算出する(切片法)。このとき、写真上に引く線の本数は、縦(写真の短手方向を縦方向とする)、横(写真の長手方向を横方向とする)、等間隔で2本ずつとし、1枚の写真(視野)において、計4本の平均値を、1視野の結晶粒径とする。なお、写真の長さが同じ程度である場合は、いずれか一方を縦方向として一方を横方向とする。

[0019] 次に、上記と同様の操作を、スputタリングターゲット(円盤状)のスputタ面に対して中心1点、および、中心とスputタ面の端部とを結ぶ線を半径として、この半径の1/2となる円周上の点について、中心を基準として90°間隔で選択した4点、の計5点について行い、この5点の平均値を、本発明における平均結晶粒径と定義する。

なお、倍率は1つの線上に縦方向で7~14個程度、横方向で10~20個程度の粒界が乗るような倍率とする。なお、写真の長さが同じ程度である場合は、いずれか一方の1つの線上に7~20個程度の粒界が乗るような倍

率とする。

- [0020] 本発明のスパッタリングターゲットは、抗折力が150MPa以上であることが好ましい。焼結体（スパッタリングターゲット）の強度の指標である抗折力が低下すると、パーティクル低減の効果が減少する。したがって、スパッタリングターゲットの抗折力は150MPa以上であることが好ましい。

本開示において、抗折力はJIS R 1601：2008に則り測定する。

- [0021] 本発明のスパッタリングターゲットは、相対密度が99.7%以上であることが好ましい。上述の通り、ピンホールが多数存在する結晶粒の割合を少なくすることにより、パーティクルの数を減らすことができるが、緻密な焼結体とすることで、さらにパーティクルの抑制効果が得られる。

本開示において、スパッタリングターゲットとなる焼結体からサンプルを切り出し、アルキメデス法により見掛け密度を算出し、そして、見掛け密度を理論密度（3.585 g/cm³）で除して100倍したものを相対密度（%）と定義する。

- [0022] 本発明に係る酸化マグネシウムスパッタリングターゲット（焼結体）は、以下の方法によって、作製することができる。

まず、原料として、平均粒径が5 μm以下のMgO粉を用意する。平均粒径がこの範囲のものであれば、市販品を用いることもできる。原料粉の粒径がこの範囲を超えると焼結性の低下によって、ピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合が増加する傾向にあるため好ましくない。原料の純度は、99.99wt%以上のものを使用するのが好ましい。不純物の存在は半導体デバイスの歩留まり低下に大きく影響するためである。

- [0023] 次に、このMgO粉末を真空中、最高焼結温度：1400～1800℃、荷重：250～350 kg/cm²の条件で、一軸加圧焼結（ホットプレス）を行う。最高焼結温度が1400℃未満であると、ピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合が増加する傾向にあり、一方、1800℃超である

と粒成長により結晶粒が粗大化し易いため、好ましくない。また、荷重が 250 kg/cm^2 未満であると、ピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合が増加する傾向にあり、 350 kg/cm^2 を超えると結晶粒が粗大化し易いため、好ましくない。

[0024] また、最高焼結温度での保持時間は、3～6時間とすることが好ましい。最高温度に到達してから、十分な時間をおくことにより、温度分布が小さくなり、焼結の進行が均一になり、焼結体内外での焼結状態を均一にすることができる。また、ピンホールが局所的に多数存在する結晶粒の割合を低減するために、ホットプレス後にHIP（熱間等方加圧）処理を行うことも有効である。

なお、焼結条件において、例えば、焼結温度が 1400°C 、保持時間が3時間、荷重が 250 kg/cm^2 のように、各々の焼結条件を上述の範囲としても、ピンホールが局所的に多く存在する結晶粒の割合を低減できない場合がある。しかしながら、高温、高荷重、長時間の焼結により、ピンホールが局所的に多数存在する結晶粒の割合が低減する傾向にあることから、それら条件を適宜、調整することで、所望の結晶粒を得ることができる。

[0025] このようにして得られた酸化マグネシウム焼結体を旋盤等により所望の形状に加工することで、スパッタリングターゲットとする。このようにして得られた酸化マグネシウムスパッタリングターゲットは、スパッタリング時のパーティクルの発生を、著しく抑制することができる。

実施例

[0026] 以下、実施例および比較例に基づいて説明する。なお、本実施例は、あくまで一例であり、この例によって何ら制限されるものではない。すなわち、本発明は、特許請求の範囲によってのみ制限されるものであり、本発明に含まれる実施例以外の種々の変形を包含するものである。

[0027] （実施例1）

原料粉として、平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、純度4N（99.99%）のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末 2400 g を、内径 206 mm のグラフ

ァイトダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1550°C とし、 300 kg/cm^2 で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0028] スパッタリングターゲットのスパッタ面を電子顕微鏡 (SEM) で観察した結果を、図3、図4に示す。図3、4に示されるようなピンホールが結晶粒内に20個以上する結晶粒の割合は38%であった。また、平均結晶粒径は $60\text{ }\mu\text{m}$ であり、抗折力は 220 MPa であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.9%であった。

[0029] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\text{ }\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ30個以下と十分に少ないものであった。

[0030] 以上の結果を表1に示す。

[表1]

	ホットプレス			HIP			熱化マグネシウムスピンナングシート			スピンナング膜 パーミット (0.08μm以上 をカウント)	
	焼結温度(℃)	荷重(kg/cm ²)	時間(h)	温度(℃)	圧力(kg/cm ²)	時間(h)	ピンホールが20個以上 存在する結晶粒の割合(%)	平均結晶粒径(μm)	抗折力(MPa)		相対密度(%)
実施例 1	1550	300	6	-	-	-	36	60	220	99.9	◎
実施例 2	1600	300	6	-	-	-	35	120	190	99.9	○
実施例 3	1700	300	6	-	-	-	30	250	180	99.9	○
実施例 4	1750	300	6	-	-	-	30	300	180	99.9	○
実施例 5	1400	300	6	-	-	-	45	35	220	99.7	○
実施例 6	1400	300	6	1400	1500	2	35	45	210	99.9	◎
実施例 7	1550	300	6	1800	1500	2	20	400	150	99.9	○
比較例 1	1350	300	6	-	-	-	60	20	230	99.7	×
比較例 2	1550	150	6	-	-	-	55	45	135	99.5	×

[0031] (実施例2)

原料粉として、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 、純度 4 N (99.99%) の MgO 粉末を用意した。次に、この MgO 粉末 2400 g を、内径 206 mm のグラファイトダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1600°C とし、 $300\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧した。また保持時間を 6 時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0032] スパッタリングターゲットのスパッタ面を SEM で観察した結果、結晶粒内にピンホールが 20 個以上する結晶粒の割合が 35% であった。また、平均結晶粒径 $120\ \mu\text{m}$ であり、抗折力は $190\ \text{MPa}$ であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度 99.9% であった。

[0033] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\ \mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ 30~50 個以下と少ないものであった。

[0034] (実施例3)

原料粉として、平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ 、純度 4 N (99.99%) の MgO 粉末を用意した。次に、この MgO 粉末 2400 g を、内径 206 mm のグラファイトダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1700°C とし、 $300\ \text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧した。また保持時間を 6 時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0035] スパッタリングターゲットのスパッタ面を SEM で観察した結果、結晶粒内にピンホールが 20 個以上する結晶粒の割合が 30% であった。また、平均結晶粒径 $250\ \mu\text{m}$ であり、抗折力は $180\ \text{MPa}$ であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度 99.9% であった。

[0036] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクル

カウンターを用いて、 $0.06\text{ }\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ30～50個以下と少ないものであった。

[0037] (実施例4)

原料粉として、平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフィットダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1750°C とし、 300 kg/cm^2 で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0038] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が30%であった。また、平均結晶粒径 $350\text{ }\mu\text{m}$ であり、抗折力は 160 MPa であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.9%であった。

[0039] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\text{ }\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ50～100個以下と少ないものであった。

[0040] (実施例5)

原料粉として、平均粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ 、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフィットダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1400°C とし、 300 kg/cm^2 で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0041] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が45%であった。また、平均結晶粒径 $35\text{ }\mu\text{m}$ であり、抗折力は 220 MPa であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.7%であった。

[0042] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ30～50個以下と少ないものであった。

[0043] (実施例6)

原料粉として、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフィットダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1400°C とし、 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体についてHIP(熱間等方加圧)処理を行った。HIP処理の条件は、温度 1400°C 、圧力 $1500\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、保持時間2時間とした。その後、この焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0044] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が35%であった。また、平均結晶粒径 $45\mu\text{m}$ であり、抗折力は 210MPa であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.9%であった。

[0045] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ30個以下と十分に少ないものであった。

[0046] (実施例7)

原料粉として、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフィットダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1550°C とし、 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体についてHIP(熱間等方加圧)処理を行った。HIP処理の条件は、温度

1800℃、圧力1500kgf/cm²、保持時間2時間とした。

その後、この焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0047] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が20%であった。また、平均結晶粒径400μmであり、抗折力は150MPaであった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.9%であった。

[0048] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、0.06μm以上のパーティクルの個数を調べたところ30～50個以下と少ないものであった。

[0049] (比較例1)

原料粉として、平均粒径1μm、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフアイトダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度1350℃とし、300kg/cm²で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0050] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が80%であった。また、平均結晶粒径25μmであり、抗折力は230MPaであった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.7%であった。

[0051] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、0.06μm以上のパーティクルの個数を調べたところ100個以上であった。

[0052] (比較例2)

原料粉として、平均粒径1μm、純度4N(99.99%)のMgO粉末を用意した。次に、このMgO粉末2400gを、内径206mmのグラフ

ァイトダイスに充填し、ホットプレス装置を用いて成形、焼結した。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、最高温度 1550°C とし、 150 kg/cm^2 で加圧した。また保持時間を6時間とした。このようにして得られた焼結体を、旋盤等を用いて、ターゲット形状に仕上げた。

[0053] スパッタリングターゲットのスパッタ面をSEMで観察した結果、結晶粒内にピンホールが20個以上する結晶粒の割合が55%であった。また、平均結晶粒径 $45\text{ }\mu\text{m}$ であり、抗折力は 135 MPa であった。ターゲットの密度を測定した結果、相対密度99.5%であった。

[0054] 次に、ターゲットをスパッタ装置に取り付け、スパッタリングを実施し、シリコン基板上に成膜した。シリコン基板上の薄膜について、パーティクルカウンターを用いて、 $0.06\text{ }\mu\text{m}$ 以上のパーティクルの個数を調べたところ100個以上であった。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明の酸化マグネシウム (MgO) スパッタリングターゲットは、パーティクルの発生を抑制することができるという優れた効果を有する。本発明の MgO スパッタリングターゲットは、スピネル型MRAMに用いられTMR素子のトンネル膜として、特に有用である。