

明 細 書

発明の名称：スパッタリングターゲット及び磁性膜

技術分野

[0001] この明細書は、スパッタリングターゲット及び磁性膜に関する技術について開示するものである。

背景技術

[0002] たとえば、磁気記録媒体を製造するに当り、当該磁気記録媒体を構成する記録層及びその他の所定の複数の層はそれぞれ、それらの各層に応じた複数のスパッタリングターゲットを用いて、基板上にスパッタリングすることにより順次に成膜されて形成される。そのなかで、C oを主成分としC r及びP tを含有する金属相に所定の酸化物粒子を分散させてなるスパッタリングターゲットが用いられることがある（たとえば特許文献1～10参照）。

[0003] ところで、スパッタリングによる成膜時には、異常放電、いわゆるアーキングが生じることがあり、それにより基板上への付着物としてのパーティクルが発生し、これが成膜の歩留まりを低下させるという問題がある。

特に、上述したような磁性材料用のスパッタリングターゲットでは、C o－C r－P t系合金に添加する酸化物が、アーキングの際にスパッタリングターゲットから脱落し、これがパーティクル発生の原因になると考えられている。

[0004] このような問題に関し、特許文献11には、「ボールミル等により原料粉末を混合、粉碎する際に、予め原料粉末を混合、焼結、粉碎して得た一次焼結体粉末を混合することで、ターゲット組織がより微細化されることを見出した。」とし、この知見を用いた磁気記録膜形成用スパッタリングターゲットの製造方法が記載されている。具体的には、「非磁性酸化物、C rおよびP tを含有し、残部がC oおよび不可避不純物からなる磁気記録膜形成用スパッタリングターゲットの製造方法であって、C o、C rおよびP tの各元素を単体として又はこれらのうち2種以上の元素を含む合金として粉末にし

た原料粉末と非磁性酸化物の原料粉末との各原料粉末が混合された一次混合粉末を焼結させて一次焼結体を得る一次焼結工程と、前記一次焼結体を粉砕して一次焼結体粉末を得る粉砕工程と、前記各原料粉末が混合された二次混合粉末と前記一次焼結体粉末とを混合および粉砕後、焼結させる二次焼結工程と、を有し、前記二次混合粉末の平均粒径が $0.05 \sim 30 \mu\text{m}$ であり、前記一次焼結体粉末の最大粒径が $200 \mu\text{m}$ 未満であることを特徴とする磁気記録膜形成用スパッタリングターゲットの製造方法」が提案されている。そして、これによれば、「高品質な膜を均一に得ることができると共にパーティクルの発生を低減することができ、特に高密度の垂直磁気記録方式の媒体を作製可能である。」とされている。

[0005] また特許文献12には、「金属相と酸化物相が均一分散した組織を有する焼結体スパッタリングターゲットであって、該金属相が成分としてCoとPtとMnを含有し、該酸化物相が少なくともMnを構成成分とする酸化物を含有することを特徴とするスパッタリングターゲット」が開示されている。特許文献12のスパッタリングターゲットによると、「スパッタ時に発生するパーティクル量を低減することができ、成膜時における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。」とされている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2011-208169号公報
特許文献2：特開2011-174174号公報
特許文献3：特開2011-175725号公報
特許文献4：特開2012-117147号公報
特許文献5：特許第4885333号公報
特許文献6：米国特許出願公開第2013/0134038号明細書
特許文献7：国際公開第2012/086388号
特許文献8：米国特許出願公開第2013/0213802号明細書
特許文献9：国際公開第2015/064761号

特許文献10：米国特許出願公開第2016/0276143号明細書

特許文献11：特開2011-208169号公報

特許文献12：国際公開第2014/141737号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献11のように、スパッタリングターゲットの組織を微細化することはパーティクル発生の低減に有効であるが、スパッタリングターゲット中の酸化物相の組織が十分に微細化されていても、金属相によってはスパッタリング時に放電が不安定になる場合がある。特許文献11の提案技術では、このような問題には対応できない。なお放電が不安定になると、たとえばアーキングが発生しやすくなってパーティクルが増大する等といった懸念がある。また、ある一定以上の更なる組織の微細化は実現性及び生産性の観点から容易ではない。

[0008] 特許文献12には、スパッタリングターゲットの金属相及び酸化物相にMnを含ませることが記載されているが、用途等によっては、比較的多い量でMnを含ませることが好ましくない場合がある。

[0009] この明細書は、上述したような問題を解決するため、スパッタリング時の放電の安定性を向上させることができるスパッタリングターゲット及び磁性膜を提案するものである。

課題を解決するための手段

[0010] この明細書で開示するスパッタリングターゲットは、Biを0.001mol%～0.5mol%、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部にCo及び不可避免の不純物を含んでなるものである。

[0011] また、この明細書で開示する磁性膜は、Biを0.001mol%～0.5mol%、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部にCo及び不可避免の不純物を含んでなるものである。

発明の効果

- [0012] 上述したスパッタリングターゲットによれば、Biを0.001mol%～0.5mol%で含有することにより、スパッタリング時の放電の安定性を向上させることができる。

発明を実施するための形態

- [0013] 一の実施形態のスパッタリングターゲットは、Biを0.001mol%～0.5mol%、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部がCo及び不可避免的不純物からなるものである。
- [0014] 特に、Biを所定の量で含有することにより、スパッタリングターゲットに仕事関数の低い金属相が存在することになって、陽イオンの衝突による二次電子の放出率が上がる。このため、より電子密度の少ない条件、つまり低いガス圧、低いスパッタ電力などでも放電状態を安定させることができる。その結果として、アーキングの発生及び、それによるパーティクルの発生を有効に低減することができる。
- [0015] (スパッタリングターゲットの組成)

スパッタリングターゲットの金属成分は、主としてCoからなり、それに加えてPt、Cr及びRuからなる群から選択される少なくとも一種を含むことがある。特に金属成分は、Pt、Cr及びRuからなる群から選択される少なくとも一種を含有するCo合金である場合がある。たとえば、Co-Pt合金、Co-Cr-Pt合金またはCo-Cr-Pt-Ru合金等である。あるいは、Co以外のRu等が主成分となるものもある。Pt、Cr及びRuのうちの一つ以上、なかでもCr及びRuは含まれないこともある。

- [0016] Ptを含む場合、Ptの含有量は45mol%以下とする。なお実施形態によっては、Ptの含有量が0mol%、つまりPtを含まないスパッタリングターゲットもある。Crを含む場合、Crの含有量は45mol%以下とする。Ruを含む場合、Ruの含有量は60mol%以下とする。これらのPtやCr、Ruの含有量は、メディアの使用層その他の用途やメデ

ィアの設計等に応じて変えることがあるが、この実施形態では、上述した上限値以下とする。

[0017] この実施形態のスパッタリングターゲットは、上述した金属元素の他、金属成分として、B iを0.001mol%～0.5mol%で含有することを特徴とするものである。

B iは、仕事関数がC o、C r、P t、R uと比べて低いので、スパッタリングターゲット中に含有させることによって仕事関数の低い金属相が存在することになるため、スパッタリング中に電子がターゲットから遊離しやすくなり、スパッタリング時の放電状態が安定化するので、金属側の組成によるアーキングの発生を有効に防止することができる。それ故に、パーティクルの発生が効果的に抑制されることになる。

[0018] 先に述べた提案技術のような酸化物相の組織の微細化では、金属相の組成のいかんによっては、スパッタリング時に放電が不安定になってアーキングが発生しやすくなることから、それに起因して発生し得るパーティクルには対応することができなかった。これに対し、この実施形態のスパッタリングターゲットでは、B iを含むことにより、金属相の組成によるアーキング及び、それに伴うパーティクルの発生を有効に抑制することが可能になる。

[0019] またB iは、仕事関数がC o、C r、P t、R uと比べて低い金属のなかでも、取り扱いが比較的容易である。言い換えれば、B i以外の仕事関数が低い金属は、毒性の強いものや水分と激しく反応するものがあり、取り扱いに危険が伴うことがある。

[0020] B iの含有量は、0.001mol%～0.5mol%とする。これはすなわち、B iを0.001mol%未満とした場合は、含有量が少なすぎることから、仕事関数の低い金属相が存在することによる放電状態安定化の作用を十分に得ることができない。

ところで、C o－P t合金では、C rやR uなどの非磁性金属を加えることで飽和磁化の低減、磁気異方性の低減などの磁気特性の調整を行えることが広く知られている。当該B iについても0.5mol%より多くした場合

、膜の飽和磁化、磁気異方性が小さくなる方向に磁気特性が変化する。このような観点から、上記のBiの含有量は、0.005mol%~0.5mol%とすることが好適であり、さらに0.01mol%~0.5mol%とすることがより一層好適である。

[0021] この実施形態のスputタリングターゲットは、必要に応じて、金属成分としてさらに、Au、Ag、B、Cu、Ge、Ir、Mn、Mo、Nb、Ni、Pd、Re、Rh、Ta、W及びVからなる群から選択される少なくとも一種を含有することができる。Au、Ag、B、Cu、Ge、Ir、Mn、Mo、Nb、Ni、Pd、Re、Rh、Ta、W及びVからなる群から選択される少なくとも一種の含有量は合計で、好ましくは1mol%~30mol%とする。

[0022] Sputタリングターゲットは、上述した金属に金属酸化物が分散したグラニユラ構造になるため、金属酸化物を含有する。金属酸化物の合計含有量は1mol%~35mol%とする。また、金属酸化物の合計含有量は、体積率で10体積%~55体積%とすることが好ましい。金属酸化物が10体積%未満である場合は、金属相が多いのでBiを添加せずとも放電不安定が起きにくく、Bi添加による効果が小さくなる可能性がある。一方、金属酸化物が55体積%を上回ると、酸化物が多すぎて金属同士がつかないため、Bi添加して仕事関数の低い金属相を存在させたとしても放電が不安定になることがある。この観点から、金属酸化物の合計含有量は、より好ましくは15体積%~55体積%、さらに好ましくは20体積%~50体積%である。

[0023] 酸化物体積率は、Sputタリングターゲットに含まれる各成分の密度、分子量から計算によって求めることもできるが、Sputタリングターゲットの任意の切断面における、酸化物相の面積比率から求めることもできる。この場合、Sputタリングターゲット中の酸化物相の体積比率は、切断面での面積比率とすることができる。

[0024] 上記の金属酸化物として具体的には、Co、Cr、Si、Ti、Bの酸化

物を挙げることができる。したがって、この実施形態のスパッタリングターゲットでは、C o、C r、S i、T i 及びB かなる群から選択される少なくとも一種の元素の金属酸化物を含んでもよい。

[0025] (スパッタリングターゲットの製造方法)

以上に述べたスパッタリングターゲットは、たとえば粉末焼結法により製造することができ、その具体的な製造方法の例を次に述べる。

[0026] はじめに、金属粉末として、C o 粉末と、B i 粉末と、P t 粉末、C r 粉末及びR u 粉末かなる群から選択される少なくとも一種の金属粉末とを用意する。必要に応じて、さらに上述したようなA u、A g、B、C u、G e、I r、M n、M o、N b、N i、P d、R e、R h、T a、W 及びV かなる群から選択される少なくとも一種の金属の粉末を用意することもできる。

[0027] 金属粉末は、単元素のみならず合金の粉末であってもよく、その粒径が $1\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の範囲内のものであることが、均一な混合を可能にして偏析と粗大結晶化を防止できる点で好ましい。金属粉末の粒径が $150\mu\text{m}$ より大きい場合は、後述の酸化物粒子が均一に分散しないことがあり、また、 $1\mu\text{m}$ より小さい場合は、金属粉末の酸化の影響でスパッタリングターゲットが所望の組成から外れたものになるおそれがある。

[0028] また、酸化物粉末として、たとえば、T i O₂粉末、S i O₂粉末及び／又はB₂O₃粉末等を用意する。酸化物粉末は粒径が $1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ の範囲のものとすることが好ましい。それにより、上記の金属粉末と混合して加圧焼結した際に、金属相中に酸化物粒子をより均一に分散させることができる。酸化物粉末の粒径が $30\mu\text{m}$ より大きい場合は、加圧焼結後に粗大な酸化物粒子が生じることがあり、この一方で、 $1\mu\text{m}$ より小さい場合は、酸化物粉末同士の凝集が生じることがある。

[0029] 次いで、上記の金属粉末及び酸化物粉末を、所望の組成になるように秤量し、ボールミル等の公知の手法を用いて混合するとともに粉碎する。このとき、混合・粉碎に用いる容器の内部を不活性ガスで充満させて、原料粉末の

酸化をできる限り抑制することが望ましい。これにより、所定の金属粉末と酸化物粉末とが均一に混合した混合粉末を得ることができる。

[0030] その後、このようにして得られた混合粉末を、真空雰囲気又は不活性ガス雰囲気下で加圧して焼結させ、円盤状等の所定の形状に成型する。ここでは、ホットプレス焼結法、熱間静水圧焼結法、プラズマ放電焼結法等の様々な加圧焼結方法を使用することができる。なかでも、熱間静水圧焼結法は焼結体の密度向上の観点から有効である。

[0031] 焼結時の保持温度は、好ましくは600～1500℃の温度範囲とし、より好ましくは700℃～1400℃とする。そして、この範囲の温度に保持する時間は、1時間以上とすることが好適である。また焼結時の加圧力は、好ましくは10MPa以上、より好ましくは20MPa以上とする。

それにより、安定してスパッタリングを行うのに十分に高い密度の焼結体を得ることができる。

[0032] 上記の加圧焼結により得られた焼結体に対し、旋盤等を用いて所望の形状にする切削その他の機械加工を施すことにより、円盤状等のスパッタリングターゲットを製造することができる。

[0033] (磁性膜)

先に述べたようなスパッタリングターゲットを用いて、スパッタリング装置、一般にはマグネトロンスパッタリング装置にてスパッタリングを行うことにより、磁性膜を成膜することができる。

[0034] このような磁性膜は、上述のスパッタリングターゲットと実質的に同様の組成を有するものとなる。

より詳細には、磁性膜は、Biを0.001mol%～0.5mol%、好ましくは0.005mol%～0.5mol%、より好ましくは0.01mol%～0.5mol%で含有するとともに、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部にCo及び不可避免的不純物を含むものである。磁性膜はPtを45mol%以下で含有することがあるが、実施形

態によっては、Ptの含有量が0mol%、つまりPtを含まない磁性膜もある。

[0035] また、磁性膜中の金属酸化物には、Co、Cr、Si、Ti及びBからなる群から選択される少なくとも一種の元素の酸化物が含まれる場合がある。金属酸化物の合計含有量は、10体積%～55体積%とすることができる。

磁性膜は、さらに、Au、Ag、B、Cu、Ge、Ir、Mn、Mo、Nb、Ni、Pd、Re、Rh、Ta、W及びVからなる群から選択される少なくとも一種を、1mol%～30mol%含有するものとすることができる。

[0036] かかる磁性膜は、種々の用途に用いることができるが、たとえば、垂直磁気記録方式の磁気記録媒体を構成する基板上に密着層、軟磁性層、Seed層、Ru層などの下地層、中間層、記録層および保護層のうち、特に記録層として用いることが好適である。

[0037] なお、上記の垂直磁気記録方式の磁気記録媒体は、これまでの記録面に対して水平方向に磁気を記録する水平磁気記録方式とは異なり、記録面に対して垂直方向に磁気を記録することから、より高密度の記録が可能であるとして、ハードディスクドライブ等で広く採用されている。垂直磁気記録方式の磁気記録媒体は具体的には、たとえば、アルミニウムやガラス等の基板上に密着層、軟磁性層、Seed層、Ru層などの下地層、中間層、記録層および保護層等を順次に積層して構成される。

上述したスパッタリングターゲットは、このうちの記録層の成膜に特に適している。

実施例

[0038] 次に、スパッタリングターゲットを試作し、その性能を評価したので以下に説明する。但し、ここでの説明は単なる例示を目的としたものであり、それに限定されることを意図するものではない。

[0039] 表1に記載するそれぞれの組成比となるように金属粉末、金属酸化物粉末を秤量した。

次に、それぞれの粉末を秤量した後、粉碎媒体のジルコニアボールとともに容量 10 リットルのボールミルポットに封入し、24 時間回転させて混合した。そして、ボールミルから取り出した混合粉末を直径 190 mm のカーボン製の円柱状の型に充填し、ホットプレスで焼結させた。ホットプレスの条件は、真空雰囲気、昇温速度 300 °C / 時間、保持温度 1000 °C、保持時間 2 時間とし、昇温開始時から保持終了まで 30 MPa で加圧した。保持終了後はチャンバー内でそのまま自然冷却させた。これにより得られた焼結体を切削し、スパッタリングターゲットとした。

[0040] 上述した各スパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行った。ここで、スパッタ装置はキャノンアネルバ製 C-3010 を用いた。ターゲット背面に設置されたマグネットの位置を、ターゲット表面の磁束の最大値が 300 ガウスとなるように調整した。アルゴンガスを 4 sccm でフローすることで圧力を約 0.3 Pa とし、設定電力 200 W で放電を 10 回行った。放電開始時に記録された、開始直後の最大電圧と、放電開始から 1 秒間までの平均電圧との差が 300 V 以上あった場合を放電電圧が不安定になったとみなし、その発生確率によって放電の安定性を評価した。

[0041]

[表1]

	組成[mol%]	酸化物体積率	放電不安定発生確率
実施例 1	67.999Co-20Pt-0.001Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	40%
実施例 2	67.995Co-20Pt-0.005Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	30%
実施例 3	67.99Co-20Pt-0.01Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	10%
実施例 4	67.9Co-20Pt-0.1Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	0%
実施例 5	67.5Co-20Pt-0.5Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	25%	10%
実施例 6	74.6Co-0.4Bi-15TiO ₂ -10CoO	43%	20%
実施例 7	40.8Co-45Cr-0.2Bi-2B ₂ O ₃ -4TiO ₂ -8Cr ₂ O ₃	39%	20%
実施例 8	68.98Co-4Cr-15Pt-0.02Bi-3B ₂ O ₃ -3TiO ₂ -3SiO ₂ -3Co ₃ O ₄	37%	20%
実施例 9	22.997Co-50Ru-0.003Bi-21TiO ₂ -6CoO	45%	40%
実施例 10	78.94Co-6Cr-6Ru-0.06Bi-3B ₂ O ₃ -2SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃ -1Co ₃ O ₄	31%	20%
実施例 11	61.99Co-18Pt-3Ru-0.01Bi-6B ₂ O ₃ -8SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃	47%	0%
実施例 12	37.993Co-10Cr-35Pt-10Ru-0.007Bi-2TiO ₂ -1SiO ₂ -4CoO	12%	30%
実施例 13	74.6Co-0.1Bi-15TiO ₂ -10CoO	43%	10%
実施例 14	74.6Co-0.5Bi-15TiO ₂ -10CoO	43%	20%
実施例 15	40.8Co-45Cr-0.1Bi-2B ₂ O ₃ -4TiO ₂ -8Cr ₂ O ₃	39%	10%
実施例 16	40.8Co-45Cr-0.5Bi-2B ₂ O ₃ -4TiO ₂ -8Cr ₂ O ₃	39%	20%
実施例 17	22.997Co-50Ru-0.1Bi-21TiO ₂ -6CoO	45%	20%
実施例 18	22.997Co-50Ru-0.5Bi-21TiO ₂ -6CoO	45%	30%
実施例 19	78.94Co-6Cr-6Ru-0.1Bi-3B ₂ O ₃ -2SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃ -1Co ₃ O ₄	31%	0%
実施例 20	78.94Co-6Cr-6Ru-0.5Bi-3B ₂ O ₃ -2SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃ -1Co ₃ O ₄	31%	10%
比較例 1	68Co-20Pt-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	80%
比較例 2	67.9999Co-20Pt-0.0001Bi-2TiO ₂ -4SiO ₂ -6CoO	26%	70%
比較例 3	75Co-15TiO ₂ -10CoO	44%	100%
比較例 4	41Co-45Cr-2B ₂ O ₃ -4TiO ₂ -8Cr ₂ O ₃	39%	70%
比較例 5	69Co-4Cr-15Pt-3B ₂ O ₃ -3TiO ₂ -3SiO ₂ -3Co ₃ O ₄	37%	90%
比較例 6	23Co-50Ru-21TiO ₂ -6CoO	45%	80%
比較例 7	79Co-6Cr-6Ru-3B ₂ O ₃ -2SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃ -1Co ₃ O ₄	31%	80%
比較例 8	62Co-18Pt-3Ru-6B ₂ O ₃ -8SiO ₂ -3Cr ₂ O ₃	47%	90%
比較例 9	38Co-10Cr-35Pt-10Ru-2TiO ₂ -1SiO ₂ -4CoO	13%	70%

[0042] 実施例 1～20 では、スパッタリングターゲットが Bi を所定の量で含有するものであったことにより、放電不安定の発生確率が、後述の比較例 1～9 に比して有効に低減されていることが解かる。

[0043] 比較例 1、3～9 は、スパッタリングターゲットが Bi を含有しなかったことから、放電不安定の発生確率が高くなった。比較例 2 は、スパッタリングターゲットが Bi を含有するものであったがその含有量が少なすぎたことにより、放電不安定の発生確率が十分低減されなかった。

[0044] 以上より、実施例 1～20 のスパッタリングターゲットによれば、スパッタリング時の放電の安定性を向上できることが解かった。

請求の範囲

- [請求項1] Biを0.001mol%～0.5mol%、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部にCo及び不可避免の不純物を含んでなるスパッタリングターゲット。
- [請求項2] Biを0.005mol%～0.5mol%で含有してなる請求項1に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項3] Biを0.01mol%～0.5mol%で含有してなる請求項2に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項4] 前記金属酸化物には、Co、Cr、Si、Ti及びBからなる群から選択される少なくとも一種の元素の酸化物が含まれる請求項1～3のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項5] さらに、Au、Ag、B、Cu、Ge、Ir、Mn、Mo、Nb、Ni、Pd、Re、Rh、Ta、W及びVからなる群から選択される少なくとも一種を、1mol%～30mol%含有してなる請求項1～4のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項6] 金属酸化物を合計10体積%～55体積%で含有してなる請求項1～5のいずれか一項に記載のスパッタリングターゲット。
- [請求項7] Biを0.001mol%～0.5mol%、Crを45mol%以下、Ptを45mol%以下、Ruを60mol%以下、金属酸化物を合計1mol%～35mol%で含有し、残部にCo及び不可避免の不純物を含んでなる磁性膜。
- [請求項8] Biを0.005mol%～0.5mol%で含有してなる請求項7に記載の磁性膜。
- [請求項9] Biを0.01mol%～0.5mol%で含有してなる請求項8に記載の磁性膜。
- [請求項10] 前記金属酸化物には、Co、Cr、Si、Ti及びBからなる群から選択される少なくとも一種の元素の酸化物が含まれる請求項7～9

のいずれか一項に記載の磁性膜。

[請求項11] さらに、Au、Ag、B、Cu、Ge、Ir、Mn、Mo、Nb、Ni、Pd、Re、Rh、Ta、W及びVからなる群から選択される少なくとも一種を、1mol%～30mol%含有してなる請求項7～10のいずれか一項に記載の磁性膜。

[請求項12] 金属酸化物を合計10体積%～55体積%で含有してなる請求項7～11のいずれか一項に記載の磁性膜。