

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4586040号
(P4586040)

(45) 発行日 平成22年11月24日 (2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日 (2010.9.10)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 F 10/16 (2006.01)	HO 1 F 10/16
HO 1 L 43/08 (2006.01)	HO 1 L 43/08 M
HO 1 L 27/105 (2006.01)	HO 1 L 27/10 4 4 7
HO 1 L 21/8246 (2006.01)	HO 1 F 10/30
HO 1 F 10/30 (2006.01)	

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-111913 (P2007-111913)	(73) 特許権者	503169851
(22) 出願日	平成19年4月20日 (2007.4.20)		コリア・ユニヴァーシティ・ファウンダー ション
(65) 公開番号	特開2008-135676 (P2008-135676A)		大韓民国 1 3 6 - 7 0 1 ソウル ソン ブクーク アナムードン 5 - カ 1
(43) 公開日	平成20年6月12日 (2008.6.12)	(74) 代理人	100081086
審査請求日	平成19年4月20日 (2007.4.20)		弁理士 大家 邦久
(31) 優先権主張番号	10-2006-0118143	(74) 代理人	100121050
(32) 優先日	平成18年11月28日 (2006.11.28)		弁理士 林 篤史
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(72) 発明者	キム・ヨンゴン
			大韓民国, ソウル特別市, ガンナムーグ, アックジョン 2 - ドン, ハンヤン・アパ ート, # 7 2 - 1 1 0 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気異方性を有するコバルト-鉄-シリコン-ボロン/白金多層薄膜

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

垂直に積層された Pt / CoFeSiB 層を 2 乃至 4 層含み、前記 2 乃至 4 層の Pt / CoFeSiB 層が垂直磁気薄膜であることを特徴とする垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 2】

前記 CoFeSiB 層が、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ の組成で構成されている請求項 1 に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 3】

2 乃至 4 層の Pt / CoFeSiB 層の各層の厚さが同一である請求項 1 に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 4】

前記垂直磁気異方性多層薄膜の保磁力が 200 e 以下である請求項 1 に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 5】

Pt / CoFeSiB 層の Pt 厚さが 8 であり、CoFeSiB 厚さが 3 以下である請求項 1 に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 6】

Pt / CoFeSiB 層の CoFeSiB 厚さが 3 であり、Pt 厚さが 14 以上である請求項 1 に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

【請求項 7】

10

20

非磁性間層（トンネルバリア）により分離されている自由層と固定層を含む磁気トンネル接合構造において、前記自由層が、第1 Pt / Co Fe Si B 層と前記第1 Pt / Co Fe Si B 層上に形成された第2 Pt / Co Fe Si B 層とを含むことを特徴とする垂直磁気トンネル接合構造。

【請求項 8】

前記 Co Fe Si B 層が、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ の組成で構成されている請求項 7 に記載の垂直磁気トンネル接合構造。

【請求項 9】

前記第1 Pt / Co Fe Si B 層及び前記第2 Pt / Co Fe Si B 層の厚さの比が、1 : 1 である請求項 7 に記載の垂直磁気トンネル接合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気ランダムアクセスメモリに使用する磁気異方性多層薄膜に関し、具体的には、複数の Co Fe Si B / Pt 層を含む磁気異方性多層薄膜に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気ランダムアクセスメモリ（Magnetic Random Access Memory）（以下、「磁気メモリ」と略する。）は、ミサイル、宇宙船のような軍需用製品に用いられている。また、磁気メモリは、既存の揮発性素子である DRAM（Dynamic Random Access Memory）の高集積度と SRAM（Static Random Access Memory）の高速度を具現することができ、不揮発性系のフラッシュメモリに比べて消費電力が少なく、記録再生の繰り返し回数が極めて多いため、携帯電話機、コンピュータ及びネットワークに用いられる既存のメモリの代替手段として注目されつつある。また、低コスト、揮発性が求められる RFID（Radio Frequency Identification）タグに適用しようとする試みが進められており、ファクトリーオートメーション用ロボットなどへの活用可能性が大きい。

【0003】

磁気メモリは、トンネルリング磁気抵抗（tunneling magnetoresistance : TMR）に基づいた磁気トンネル接合（MTJs : Magnetic Tunnel Junctions）構造を有する磁気記憶素子であり、素子の内部にある電子の自体回転により発生したスピンの方向を利用して、隣接した磁性層のスピン方向が平行（parallel）であるか、または反平行（anti-parallel）であるかによって、素子の抵抗値が変わる性質を利用して、外部から磁界をかけてスピン方向を平行または反平行に操作することによって情報を入力することができる。

【0004】

ここで、磁気トンネル接合構造は、トンネルリングバリア（tunneling barrier）として絶縁層（一般に Al_2O_3 ）を隔てた2つの強磁性層（ferromagnetic layer）のサンドウィッチ形態からなっており、電流が各層に垂直に流れる現象を意味する。ここで、2つの強磁性層とは、基準層として機能する固定層（pinned layer）と保存や感知の機能を行う自由層（free layer）を意味する。電流が流れるとき、二強磁性層のスピン方向が同じであると（parallel）、抵抗が小さく、電流のトンネルリング確率が大きくなる。これに対し、二強磁性層のスピン方向が正反対であると（antiparallel）、抵抗が大きくなり、電流のトンネルリング確率が小さくなる。磁気メモリの超高集積化のためには、サブマイクロメートル単位メモリセルの形成が必要とされる。このように、磁気メモリの高集積化のために、単位磁気トンネル接合構造の大きさを減少させ、かつセルの縦横比を小さくする場合には、磁気トンネル接合構造の磁性体内部で強い反磁界による多磁区（multi-domain）またはボルテックス（vortex）が形成され、これによって不安定なセルスイッチング現象が現れて、記録マージンが落ちるようになる。

【0005】

大きな縦横比でセルを製作すると、このような多磁区構造は、形状磁気異方性により発生しないが、高集積化をなすことができず、大きなスイッチング磁界を必要とするから、

10

20

30

40

50

結果的に高集積化をなすことができない。

【 0 0 0 6 】

それで開発されたのが垂直磁気異方性磁気トンネル接合構造である (Naoki Nishimura et al., J. Appl. Phys., vol. 91, p. 5246, 2002)。ニシマル (Nishimura) らのグループは、垂直磁気異方性物質としてよく知られた $TbFeCo$ 、 $GdFeCo$ を自由層と固定層として使用して、磁気トンネル接合構造を提供して、磁気抵抗比 55% を獲得した。また、MFM (magnetic force microscope) を介して垂直磁気異方性磁気トンネル接合で磁化ねじり現象がないということを確認した。しかしながら、この実験で用いられた Tb 、 Gd などは希土類金属であって、地球上で存在量が少ないから実用化が不可能である。したがって、垂直磁気異方性磁気トンネル接合構造を実用化するためには、新しい垂直磁気異方性物質の開発が必要である。

10

【 0 0 0 7 】

既存に研究されていた垂直磁気異方性薄膜は、高密度化において限界のある水平磁気記録媒体を代替する目的で開発された。垂直磁気異方性のある物質には、 $CoCr$ 系合金膜、 Co/Pt 、 Co/Pd 多層薄膜などがあり、このときに求められる物理的性質は、記録磁区の安定性と信頼性のために、垂直磁気異方性が大きく、保磁力が高く、残留磁化値が大きいことが要求される。

【 0 0 0 8 】

しかし、磁気メモリは速いスイッチングと低電力動作が求められ、これにより、低い保磁力と再生マージンの増進のための高い磁気異方性が要求される。また、残留磁化値 (remanent magnetization) が飽和磁化値 (saturation magnetization) と類似しており、同時に低い値を維持することが磁気メモリスイッチング動作の敏感度の向上に必要である。

20

【 0 0 0 9 】

すなわち、磁気メモリ高集積化の解決策として現在盛んに研究されている $pMTJ$ (perpendicular magnetic tunnel junction) を使用するためには、磁気メモリとして使用できるように、低い保磁力と飽和磁化値、高い磁気異方性を有する垂直磁気異方性薄膜を使用して、磁化が面に垂直に生成される垂直磁気異方性磁気トンネル接合 (構造) は、低い飽和磁化値を有し、薄膜の端部での如何なる磁化ねじり現象も現れないため、高密度が可能である。

【 0 0 1 0 】

したがって、低い保磁力と残留磁化値が飽和磁化値と類似しており、同時に低い飽和磁化値を有し、消費電力を最小化することができる垂直磁気異方性薄膜が求められる。

30

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、低い保磁力 (200e 以下)、残留磁化値と類似し、同時に低い値を有する飽和磁化値を示す磁気異方性薄膜を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の目的は、低い保磁力 (200e 以下)、残留磁化値 (remanent magnetization; squareness = 1) と類似し、同時に低い値を有する飽和磁化値 (172emu/cm^3) を示す $CoFeSiB/Pt$ 磁気異方性薄膜を提供することにある。

40

【 0 0 1 3 】

本発明のさらに他の目的は、低い保磁力 (200e 以下)、残留磁化値 (remanent magnetization; squareness = 1) と類似し、同時に低い値を有する飽和磁化値 (172emu/cm^3) を示す $CoFeSiB/Pt$ 薄膜の多層に構成される磁気異方性薄膜を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

上記の目的を達成すべく、本発明の磁気異方性薄膜は、第 1 $Pt/CoFeSiB$ 層と

50

前記第1 Pt / Co Fe Si B 層上に形成された第2 Pt / Co Fe Si B 層とを含む。

また、これ以外に、このような磁気異方性多層薄膜構造と異なる実施の形態、または構成要素の変更、追加などによる他の実施の形態の提供が可能である。

すなわち、例えば本発明は以下の態様の、垂直磁気異方性多層薄膜及び垂直磁気トンネル接合構造を含む。

【0015】

(1) 垂直に積層された Pt / Co Fe Si B 層を2乃至4層含み、前記2乃至4層の Pt / Co Fe Si B 層が垂直磁気薄膜であることを特徴とする垂直磁気異方性多層薄膜。

(2) 前記 Co Fe Si B 層が、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ の組成で構成されている前項1に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

(3) 2乃至4層の Pt / Co Fe Si B 層の各層の厚さが同一である前項1に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

(4) 前記垂直磁気異方性多層薄膜の保磁力が200e以下である前項1に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

(5) Pt / Co Fe Si B 層の Pt 厚さが8 であり、Co Fe Si B 厚さが3 以下である前項1に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

(6) Pt / Co Fe Si B 層の Co Fe Si B 厚さが3 であり、Pt 厚さが14 以上である前項1に記載の垂直磁気異方性多層薄膜。

(7) 非磁性間層(トンネルバリア)により分離されている自由層と固定層を含む磁気トンネル接合構造において、前記自由層が、第1 Pt / Co Fe Si B 層と前記第1 Pt / Co Fe Si B 層上に形成された第2 Pt / Co Fe Si B 層とを含むことを特徴とする垂直磁気トンネル接合構造。

(8) 前記 Co Fe Si B 層が、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ の組成で構成されている前項7に記載の垂直磁気トンネル接合構造。

(9) 前記第1 Pt / Co Fe Si B 層及び前記第2 Pt / Co Fe Si B 層の厚さの比が、1:1である前項7に記載の垂直磁気トンネル接合構造。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、低い保磁力、高い垂直磁気異方性、残留磁化値と類似しており、同時に低い値を有する飽和磁化値を示す $[\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} / \text{Pt}] \times n$ 磁気異方性多層薄膜を提供することにより、高集積磁気メモリを形成することができる。本発明によれば、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ が有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明に係る垂直磁気異方性多層薄膜の積層構造は、Si / SiO₂ / Ta / Pt / [Pt / Co Fe Si B] × n / Ta である。ここで、Si は基板を意味し、SiO₂ 層は基板上に形成した自然酸化層であり、Ta 層と Pt 層は、バッファ層である。他の Ta 層は、キャッピング層(capping layer)である。ここで、本発明の対象は、垂直磁気異方性を示す [Pt / Co Fe Si B] 層である。すなわち、本発明では、既存の垂直異方性多層薄膜で用いられていた Pt / Co 及び Pt / Co Fe 層を Co Fe Si B 層に代替する。

【0018】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付した図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

図1は、本発明によって形成した Co Fe Si B / Pt 垂直磁気異方性薄膜の積層構造を示す図である。

図1に示すように、本発明で一実施の形態として形成した垂直磁気異方性薄膜の厚さを示すと、Si / SiO₂ / Ta 50 / Pt 4 / [Pt (t₁) / Co Fe Si B (t₂)] × n / Ta 50 (厚さ単位:) である。ここで、n は Pt (t₁) / Co Fe S

$i\text{B}(t_2)$ 層の個数 (繰り返し回数) を意味し、 t_1 は Pt の厚さ、 t_2 は CoFeSiB の厚さを意味する。Si は基板を意味し、 SiO_2 は基板上に形成した酸化層であって、厚さは意味がない。

【0020】

ここで、CoFeSiB は、 $\text{Co}_{84.8}\text{Fe}_{5.96}\text{Si}_{6.24}\text{B}_{3.04} \sim \text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$ であり、 t_1 、 t_2 及び n は変数であって、多様に変化させる。

【0021】

本発明の多層薄膜を積層するのに用いられる方法は、直流マグネトロンスパッタリング (sputtering) 方法であり、基準圧力 (base pressure) は、 $5 \times 10^{-8} \text{ Torr}$ 未満である。薄膜の厚さは、蒸着時間を介して調節した。Pt と CoFeSiB の薄膜を繰り返しの蒸着させて、界面での表面異方性 (surface anisotropy) により垂直磁気異方性を生成する。磁気的特性を測定した結果、 $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{8} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times 4 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) 薄膜構造において、保磁力は 200 e、飽和磁化値 $170 \text{ emu} / \text{cm}^3$ 、垂直磁気異方性 $5 \times 10^5 \text{ erg} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^6 \text{ erg} / \text{cm}^3$ を示す。ここで、好ましくは、繰り返し回数は、3 または 4 である。繰り返し回数がより多くなる場合、保磁力が大きくなるから、好ましくない。

【0022】

図 2 は、Co / Pt 多層薄膜と本発明によって形成した CoFeSiB / Pt 多層薄膜の磁気的特性の比較を示す図である。

図 2 は、同じ構造と薄膜厚からなる既存の $[\text{Co} / \text{Pt}]$ 多層薄膜と本発明の $[\text{CoFeSiB} / \text{Pt}]$ 多層薄膜との磁気的特性を比較した図である。すなわち、薄膜構造は、 $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{8} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) であり、磁気的特性は、VSM (vibrating sample magnetometer) で測定した。

【0023】

その結果を見ると、本発明の $[\text{CoFeSiB} / \text{Pt}]$ 多層薄膜は、既存の $[\text{Co} / \text{Pt}]$ 多層薄膜より 1 / 10 程度の保磁力と 1 / 3 程度の飽和磁化値を有しているから、これを pMTJ の自由層として応用する場合、良いスイッチング特性を示す。

【0024】

図 3 は、本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{t_1} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、Pt 厚さ (t_1) 変化に応じる多層薄膜の保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

【0025】

図 3 に示すように、 $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{t_1} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、Pt 厚さ (t_1) 変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化が分かる。すなわち、Pt 厚さが増えるにつれて磁性層間の双極子相互作用 (dipole-interaction) が小さくなって、保磁力は、12 以後急激に小さくなることが分かり、飽和磁化は、Pt の厚さが増えるにつれて小さくなることが分かる。pMTJ (perpendicular magnetic tunnel junction) 用に使用するためには、保磁力が 200 e 以下であることが好ましいから、CoFeSiB₃ の場合、Pt は 14 以上でなければならないことが分かる。

【0026】

図 4 は、本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{8} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times n / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、繰り返し回数 (n) の変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

【0027】

図 4 に示すように、 $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{4} / [\text{Pt}_{8} / \text{CoFeSiB}_{3}] \times n / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、多層薄膜の繰り返し回数 (個数) の変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。予測のとおり繰り返し回数が増えるに伴い、保磁力は増加し、飽和磁化は増加してから一定の値を有することが分か

10

20

30

40

50

る。p M T J (perpendicular magnetic tunnel junction) 用を使用するためには、保磁力が 200 e 以下であることが好ましいので、繰り返し回数は 3 ~ 4 回が好ましい。

【0028】

図5は、本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{40} / [\text{Pt}_{80} / \text{CoFeSiB}_{20}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、CoFeSiBの厚さ(x)変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

【0029】

図5に示すように、 $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{40} / [\text{Pt}_{80} / \text{CoFeSiB}_{t_2}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、CoFeSiBの厚さ(t_2)変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化が分かる。CoFeSiBの厚さが6 であるときには、厚さに応じて垂直磁気異方性が増加して保磁力が増加するが、厚さがより厚くなる場合、バルク異方性層(bulk anisotropy)が増加して、水平磁気成分が大きくなるから、垂直成分の保磁力は減少する。飽和磁化の場合、6 以下のときには、垂直磁気異方性薄膜が厚くなるにつれて垂直磁気異方性も増加するが、一定厚さ以上になると、もうこれ以上増加しないことが分かる。p M T J (perpendicular magnetic tunnel junction) 用を使用するためには、保磁力が 200 e 以下であることが好ましいから、Ptは、80 の場合、CoFeSiBは30 以下でなければならないことが分かる。

10

【0030】

上述した本発明の好ましい実施の形態は、例示の目的のために開示されたものであり、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、様々な置換、変形、及び変更が可能であり、このような置換、変更などは、本発明(特許請求の範囲)に属するものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明によって形成したCoFeSiB/Pt垂直磁気異方性薄膜の積層構造を示す図である。

【図2】Co/Pt多層薄膜と本発明によって形成したCoFeSiB/Pt多層薄膜の磁気的特性の比較を示す図である。

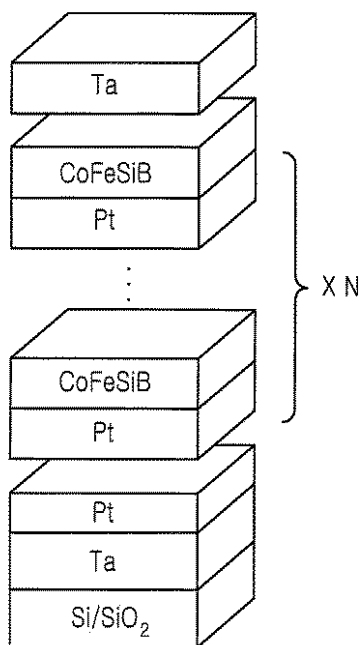
【図3】本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{40} / [\text{Pt}(t) / \text{CoFeSiB}_{30}] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、Pt厚さ(t)変化に応じる多層薄膜の保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

30

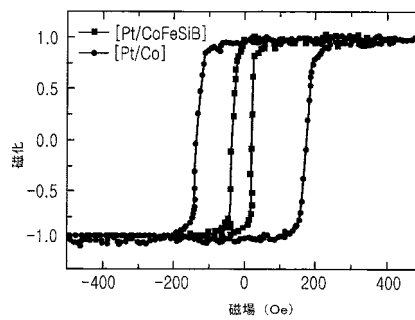
【図4】本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{40} / [\text{Pt}_{80} / \text{CoFeSiB}_{30}] \times n / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において繰り返し回数(n)の変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

【図5】本発明によって形成した $\text{Si} / \text{SiO}_2 / \text{Ta}_{50} / \text{Pt}_{40} / [\text{Pt}_{80} / \text{CoFeSiB}(x)] \times 5 / \text{Ta}_{50}$ (厚さ単位:) において、CoFeSiBの厚さ(x)変化に応じる保磁力と飽和磁化の変化を示す図である。

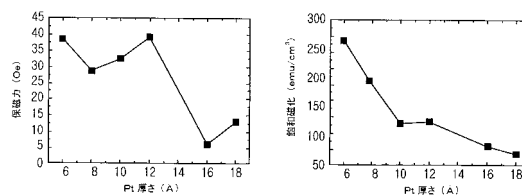
【図 1】



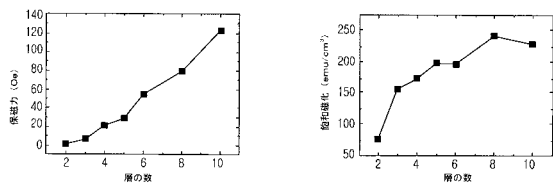
【図 2】



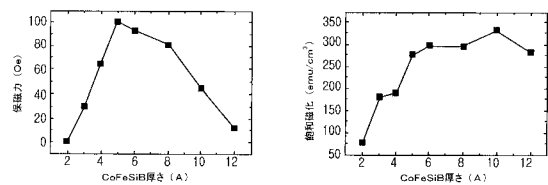
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 キム・ユソン
大韓民国, ソウル特別市, クワンジン - グ, ノユ 2 - ドン 830, ハンガンガナム・アパート,
1003
- (72)発明者 チョン・ビョンスン
大韓民国, ソウル特別市, クァナク - グ, ボンチョン 9 - ドン 622 - 118, # 6 / 5
- (72)発明者 ハン・スンヨブ
大韓民国, ソウル特別市, ソンブック - グ, アナム - ドン 5 - ガ, ドングワンタウン, # 104
- (72)発明者 イ・ジャンロ
大韓民国, ソウル特別市, ソチヨ - グ, パンベ - ドン 988 - 1, ニュードンガ・アパート, #
5 - 201

審査官 山田 倍司

- (56)参考文献 特開2004 - 179187 (JP, A)
特開2002 - 183928 (JP, A)
特開2006 - 253637 (JP, A)
特開2002 - 204010 (JP, A)
特開2005 - 510047 (JP, A)
特表2007 - 525847 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5 / 31 - 5 / 39
H01F 10 / 00 - 10 / 32
41 / 14 - 41 / 34
H01L 27 / 105
27 / 22
29 / 82
43 / 00 - 43 / 14