

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-311925
(P2004-311925A)

(43) 公開日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 F 10/14	H O 1 F 10/14	5 D O O 6
G 1 1 B 5/64	G 1 1 B 5/64	5 D 1 1 2
G 1 1 B 5/65	G 1 1 B 5/65	5 E O 4 9
G 1 1 B 5/66	G 1 1 B 5/66	
G 1 1 B 5/73	G 1 1 B 5/73	
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-313158 (P2003-313158)	(71) 出願人	301023238
(22) 出願日	平成15年9月4日 (2003.9.4)		独立行政法人物質・材料研究機構
(31) 優先権主張番号	特願2003-87789 (P2003-87789)		茨城県つくば市千現一丁目2番1号
(32) 優先日	平成15年3月27日 (2003.3.27)	(72) 発明者	関 剛斎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 東北大学金属材料研究所内
		(72) 発明者	嶋 敏之
			宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 東北大学金属材料研究所内
		(72) 発明者	高梨 弘毅
			宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 東北大学金属材料研究所内
		(72) 発明者	宝野 和博
			茨城県つくば市千現一丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気異方性を有する F e P t 磁性薄膜とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 より低い温度での成膜が可能とされ、しかも垂直磁気異方性を有する新しいFePt磁性薄膜とその製造方法を提供する。

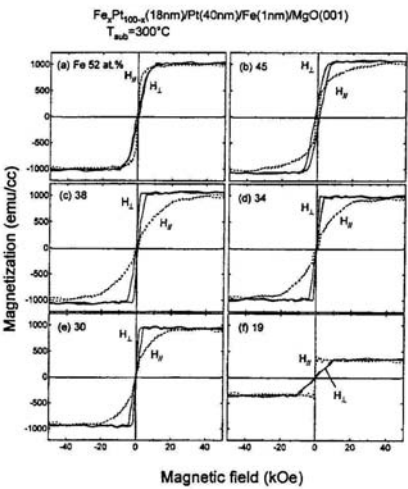
【解決手段】 原子組成比が、次式

$$\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$$

(19< x < 52)

で表わされるFePt磁性薄膜とする。

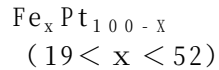
【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原子組成が、次式



で表わされることを特徴とするFePt磁性薄膜。

【請求項 2】

100nm未満の膜厚でL1₀構造を有することを特徴とする請求項 1 のFePt磁性薄膜。

【請求項 3】

単結晶基板またはその表面の酸化物下地層の上に成膜されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のFePt磁性薄膜。 10

【請求項 4】

下地層としての遷移金属および貴金属のうちの 1 種または 2 種以上による薄層を介して成膜されている請求項 3 のFePt磁性薄膜。

【請求項 5】

薄層が、単層または多層であることを特徴とする請求項 4 のFePt磁性薄膜。

【請求項 6】

薄層が、Fe、Ag、Ni、CoおよびCrのうちの 1 種または 2 種以上からなる層と、Au、Pt、およびCuのうちの 1 種または 2 種以上からなる層とにより構成されていることを特徴とする請求項 5 のFePt磁性薄膜。 20

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかのFePt磁性薄膜の製造方法であって、単結晶基板、酸化物下地層を設けた基板、あるいは下地層としての遷移金属および貴金属のうちの 1 種または 2 種以上による薄層を設けた基板に、温度240℃～500℃の範囲でスパッタ成膜することを特徴とするFePt磁性薄膜の製造方法。

【請求項 8】

温度300℃以下でスパッタ成膜することを特徴とする請求項 7 のFePt磁性薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

この出願の発明は、垂直磁気異方性を有するFePt磁性薄膜とその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年の高度情報化社会の発展に伴い、大量の情報を処理・記憶することのできる超高密度磁気記録媒体の開発が切望されている。磁気記録媒体に必要とされる特性には、磁氣的に孤立した微粒子構造であること、この微粒子が熱擾乱に打ち勝つこと、一方向に配向していることが挙げられる。特に、磁気記録媒体の高密度化には、強磁性粒子のサイズを低減化する必要がある。しかしながら、強磁性微粒子のサイズを低減させると、室温において熱擾乱が支配的になる臨界粒径が存在するため、磁気記録が不安定になる。このような観点から、巨大な一軸結晶磁気異方性($K_u=7.0 \times 10^7 \text{ erg/cc}$)を有するL1₀構造FePt規則合金は、ナノサイズの超微細粒子であっても強磁性を維持でき、このため次世代の超高密度磁気記録媒体用材料として多くの注目を集めている。 40

【0003】

FePt規則合金はその高い一軸磁気異方性より磁石としての用途もある。FePtはNdやSm系などの希土類磁石と比較して、耐食性および耐酸化性に優れている。希土類磁石では耐食性や耐酸化性の向上のために元素を添加するが、この添加元素により磁気特性が劣化する。しかしFePtでは添加元素の必要が無く、FePtそのものの磁気特性が磁石特性に反映されるため、非常に有利である。このような耐食性に優れた薄膜磁石が実現されれば、超小型 50

電磁気部品、マイクロマシン用超小型磁石、歯科用アタッチメント、神経等に局部的に磁界を印加する医科療法や体内へ微量の薬品を投与するドラッグデリバリーシステム用のポンプなどへの応用が期待される。

【0004】

だが、 $L1_0$ 構造は室温において熱力学的に安定であるが、スパッタ法により作製したFePt薄膜は、その作製過程において高温に存在する規則－不規則変態点を経っていないため規則構造に変態する（規則化する）ことができない。このため、 $L1_0$ 規則構造を得るためには加熱した基板上に成膜をおこなう、または成膜後の不規則合金薄膜を熱処理するなど、通常 500°C を超える高温プロセスが必要となる。しかしながら、現在ハードディスク装置に使用されている材料はそのような高温に対する耐性を有しておらず、高温プロセスは実用的な観点から大きな障害となっている。

【0005】

近年、そのプロセス温度を低減されるための合成法が多く報告されているが、これらの低温合成法は、第三元素添加による磁気特性の低下、結晶配向制御、プロセスの複雑化などの問題が生じる。また、これらの合成法の多くが主に化学量論組成の $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ 、またはFe-richの組成でおこなわれている（非特許文献1）。

【0006】

また最近、高橋らは 300°C に加熱した基板にスパッタ成膜をおこなうことにより $L1_0$ 構造を持つFePt薄膜を低温合成することに成功しているが（非特許文献2、特許文献1）、その後の研究により、この低温合成には膜厚依存性があり、膜厚が 100nm 以上でなければ規則化が進みにくいことがわかってきた。

【非特許文献1】M. Watanabe, M. Homma and T. Masumoto, Trans. J. Magn. Magn. Mater. 177, 1231 (1998)。

【非特許文献2】Y. K. Takahashi, M. Ohnuma, and K. Hono, Jpn. J. Appl. Phys. 40, L367(2001)

【特許文献1】特開2003-99920号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこでこの出願の発明は、以上のとおりの従来技術の問題点を解消し、より低い温度での成膜が可能とされ、しかも垂直磁気異方性を有する新しいFePt磁性薄膜とその製造方法を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、第1には、原子組成が、次式 $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$

$$(19 < x < 52)$$

で表わされることを特徴とするFePt磁性薄膜を提供する。

【0009】

また、この出願の発明は、第2には、 100nm 未満の膜厚で $L1_0$ 構造を有することを特徴とする上記のFePt磁性薄膜を提供する。

【0010】

第3には、単結晶基板またはその表面の酸化物下地層の上に成膜されていることを特徴とするFePt磁性薄膜を、第4には、下地層としての遷移金属および貴金属のうちの1種または2種以上による薄層を介して成膜されているFePt磁性薄膜を、第5には、薄層が、単層または多層であることを特徴とするFePt磁性薄膜を、第6には、薄層が、Fe、Ag、Ni、CoおよびCrのうちの1種または2種以上からなる層と、Au、Pt、およびCuのうちの1種または2種以上からなる層とにより構成されていることを特徴とするFePt磁性薄膜を提供する。

【0011】

そして、この出願の発明は、第7には、以上のFePt磁性薄膜の製造方法であって、単結晶基板、酸化物下地層を設けた基板、あるいは下地層としての遷移金属および貴金属のうちの1種または2種以上による薄層を設けた基板に、温度240℃～500℃の範囲でスパッタ成膜することを特徴とするFePt磁性薄膜の製造方法を、第8には、温度300℃以下でスパッタ成膜することを特徴とするFePt磁性薄膜の製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0012】

以上のとおりのこの出願の発明は、発明者による検討の結果得られた全く新しい知見に基づいて完成されている。すなわち、スパッタ法によりFePt薄膜を作製する際に、組成を $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ (at. %) の化学量論組成からPt-rich側にずらすことにより、膜面垂直方向に配向し、かつ結晶磁気異方性が大きいFePt規則合金薄膜の低温合成を可能としている。 10

【0013】

すなわち、この出願の発明では、低温におけるFePtの規則化の組成依存性に着目し、スパッタ法を用いて実用的な基板温度において広範囲な組成領域のFePt薄膜の成膜を可能とし、FePt薄膜の膜厚依存性がなく、10nm以下の超薄膜においても L1_0 構造のFePtを成膜可能としている。さらに基板とエピタキシャル成長させることにより、膜面垂直方向に一軸磁気異方性を有する L1_0 構造FePt薄膜を創製することにより成功している。従来の低温製造法と比して、FePt相の組成を変化させるだけの簡便な手法により、配向制御された L1_0 構造FePt規則合金薄膜が低温で作製できることが大きな違いである。また、この簡便な手法により非常に大きな結晶磁気異方性を実現している。 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

この出願の発明は上記のとおりの特徴をもつものであるが、以下にその実施の形態について説明する。

【0015】

まず、この出願の発明におけるFePt磁性薄膜については、高い一軸磁気異方性をしめす組成領域が必要である。そのため、FePt相の合金組成（原子比）を $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ で $19 < x < 52$ とすることが必要である。

【0016】

また、超小型電子部品などへの工業的な応用を考慮すると、膜厚をできるだけ薄くすることが望ましい。この出願の発明によれば、従来法と異なり、100nmの膜厚を必要とせず、2nmから100nmの範囲で L1_0 構造の薄膜を成膜することができる。 30

【0017】

基板上に成膜されるFePt薄膜に磁気異方性を付与するためには、結晶方向を制御することが必要とされるが、これは単結晶基板を選択することで容易に可能となる。磁化容易軸を垂直に配向させるには $\text{MgO}(001)$ のほかに $\text{NaCl}(001)$ 、 $\text{GaAs}(001)$ などが好適な単結晶基板として挙げられる。また、単結晶以外のガラス基板等の各種のものを用いた場合においても、 MgO または ZnO 等の酸化物の下地層をこれら基板の表面に配設することにより配向制御が容易となる。

【0018】

この出願の発明においては、FePt薄膜の成膜に際しては、基板、そしてその表面上に配設される酸化物やその他の物質からなる下地層の選択が重要となる。 40

【0019】

規則相が得られるFePt相に対する基板や下地層の選択については、FePt相の配向制御および規則化の促進の観点も考慮される。この出願の発明においては、このような観点から、基板（好適には単結晶基板または酸化物下地層を有する基板）の上に、下地層としての、遷移金属または貴金属のうちの1種または2種以上による薄層を介してFePt磁性薄膜を成膜することも考慮される。

【0020】

この場合の薄層は単層または多層でよいが、薄層が、Fe、Ag、Ni、CoおよびCrのうちの 50

1 種または 2 種以上からなる層（これをシード層と呼ぶことができる）と、Au、Pt、およびCuのうちの 1 種または 2 種以上からなる層（バッファ層と呼ぶことができる）とにより構成されていることがより好適な形態として考慮される。シード層については、0.2 から 2 nmの膜厚が、また、バッファ層については、5 ～ 50nmの膜厚が好適なものとして考慮される。

【0021】

これらの遷移金属の貴金属の下地層については、FePt層との格子不整合の大きな下地層を選択することで、Ptリッチ側組成領域において、より高い規則度および大きな垂直磁気異方性が得られることが考慮される。また、選択する下地層により異方性の制御が可能である。

10

【0022】

もちろん、以上のような下地層の配設は必ずしも必要ではない。FePt相の規則化の観点から、組成や成膜条件を設定することで、FePt薄膜の配向制御が可能とされる。たとえば、後述の実施例にも示したように、シード層やバッファ層という下地層を用いなくとも、MgO(001)単結晶基板上のFePt層は配向制御され、Ptリッチ側組成領域において240℃～500℃の温度範囲で規則化が進行する。この際の配向制御のために、たとえば好適にはAr（アルゴン）ガス圧を3 mTorr～40mTorrの範囲としてスパッタ成膜することが考慮される。

【0023】

この出願の発明のFePt磁性薄膜は、従来に比べてより低い温度でのスパッタ法により製造されるが、FePt成膜時において、規則相および大きな一軸磁気異方性を実現するためにはある程度の基板温度が必要となる。一方、実用的な観点からはプロセス温度は低温である必要がある。そのためには基板温度を240℃から500℃の範囲として成膜する必要があるが、300℃以下での低温合成が可能ながこの出願の発明の最大の特徴である。

20

【0024】

また、高保磁力を有する材料を記録媒体に応用した場合、情報の書き込み（磁化の反転）に対して高磁場が必要となる。そこで、熱アシスト型磁気記録方式が提案されている。記録媒体をレーザー光などで局所的に加熱することにより、キュリー温度付近まで磁性体の温度を上昇させ、部分的に磁化（情報）を消失させる。このときに外部から磁場を印加しておくことにより、冷却後にその磁場の向きに磁化することができる。このような情報記録方式の動向を考慮すると、キュリー温度を制御することは、熱アシスト方式の磁気記録などへの応用に際して重要となる。そこで、この出願の発明のFePt薄膜の特徴が生かされることになる。すなわち、Ptリッチ側組成領域において、バルク値よりも低いキュリー温度 T_c を有するFePt規則合金薄膜の低温合成が可能とされることである。また組成を調整することにより、任意に T_c を制御することができることである。

30

【0025】

そこで以下に実施例を示し、さらに詳しく説明する。もちろん、以下の例によって発明が限定されることはない。

【実施例】

【0026】

40

<実施例1>

到達真空度 1×10^{-9} Torr以下のUHV対応マグネトロンスパッタリング装置を用い、MgO(001)単結晶基板上にArガス圧1mTorrでFeシード層を1 nm、Ptバッファ層を40nm室温で成膜し、その後基板温度300℃としてArガス圧5mTorrで18nmの膜厚でスパッタ成膜した。図1は、得られたFePt薄膜のX線回折パターンを示したものである。Fe_xPt_{100-x}相は、X = 68(a), 62(b), 52(c), 45(d), 38(e), 34(f), 30(g), 19(h)の組成となっている。(00n)の回折ピークのみを観測できることから、MgO(001)基板上にFePt層がMgO(001)//FePt(001)の方位関係を持って成長していることがわかる。すべての組成のFePt薄膜においてFePt相の基本反射線である(002)および(004)回折ピークと、バッファ層のPt(002)と(004)回折ピークが観測される。x < 45のFePt薄膜において、FePtの超格子反射線である(001)およ

50

び(003)回折ピークを観測することができ、 $L1_0$ 構造のFePt規則合金が得られていることが確認される。 $x = 38$ のFePt薄膜において超格子反射線の積分強度が最も大きくなり、規則化が最も進行していることがわかる。化学量論組成である $Fe_{50}Pt_{50}$ 薄膜では超格子反射線が観測されず、化学量論組成のFePt薄膜においては 300°C という基板温度は規則化をするには低い温度であることがわかる。しかしながらFePt薄膜の組成をPt-rich側にずらすことで規則化が進行し、 300°C の基板温度においても $L1_0$ 規則構造が得られていることがわかる。低温では、 $19 < x < 52$ の組成領域でFePtの規則化が進行することが明らかとなった。

【0027】

<実施例2>

実施例1と同様にして、 $MgO(001)$ 単結晶基板上にFeシード層を1nm、Ptバッファ層を40nm室温で成膜し、その後基板温度 300°C としてFePt層を18nmの膜厚で成膜した。図2には、試料の膜面内方向および膜面垂直方向に測定した磁化曲線を示したものである。 Fe_xPt_{100-x} 相は、 $x = 52(a)$, $45(b)$, $38(c)$, $34(d)$, $30(e)$, $19(f)$ の組成となっている。 $x = 52$ のFePt薄膜は膜面内方向が磁化容易軸となっているが、 x を減少させるにつれて磁化容易軸が膜面垂直方向に変化していることがわかる。 $x = 38$ のFePt薄膜の膜面内方向と膜面垂直方向の磁化曲線によって囲まれた領域から算出した結晶磁気異方性定数 K_u は、 $1.8 \times 10^7 \text{ erg/cc}$ と非常に大きな値であった。 $19 < X < 52$ の組成領域において、膜面垂直方向に一軸磁気異方性を有するFePt薄膜が合成可能であることを明らかにした。

【0028】

<実施例3>

図3には、実施例1と同様にして、 $MgO(001)$ 単結晶基板上にFeシード層を1nm、Ptバッファ層を40nm室温で成膜し、その後基板温度 300°C として18nmの膜厚で成膜した Fe_xPt_{100-x} 相のa軸とc軸方向の面間隔、そのc軸とa軸の軸比 c/a 、規則度 S 、および結晶磁気異方性定数 K_u の組成依存性を示した。 x を38まで増加させることで、c面の面間隔は単調に減少し、その後 $38 \leq x \leq 68$ の範囲では一定の値を保っている。一方、a面の面間隔は $38 \leq x$ の範囲で一定値をとっており、 $x \geq 38$ においては減少している。 c/a からは結晶格子の歪の程度を評価することができる。 c/a の値は $x = 38$ において極小値である0.955を示し、そのときに S 、 K_u 共に極大値をとっていることがわかる。

【0029】

<実施例4>

図4には、実施例1と同様にして、 $MgO(001)$ 単結晶基板上にFeシード層を1nm、数種の金属・合金のバッファ層を40nm室温で成膜し、その後基板温度 300°C として18nmの膜厚で成膜した $Fe_{38}Pt_{62}$ 薄膜のX線回折パターンを示した。バッファ層はAu、AuPt、およびPtを選択した。いずれのバッファ層を用いても、他の面からの回折線は見えずFePt相の超格子反射線である(001)および(003)回折ピークを明瞭に観測することができる。このことより、FePtとの格子ミスフィットの小さなバッファ層を選択することで、 $L1_0$ 構造を有するFePt規則合金薄膜の低温合成が可能であることを明らかにした。

【0030】

<実施例5>

図5には、実施例1と同様にして、 $MgO(001)$ 単結晶基板上にFeシード層を1nm、バッファ層を40nm室温で成膜し、その後基板温度 300°C として18nmの膜厚で成膜したFePt薄膜の磁化曲線を示した。バッファ層はAu、AuPt、およびPtを選択した。 Fe_xPt_{100-x} の組成は $x = 38$ または52とした。いずれのバッファ層を用いた場合において、 $Fe_{38}Pt_{62}$ 薄膜の磁化容易軸が膜面垂直方向となっており、磁化曲線から算出される結晶磁気異方性定数は、 $Fe_{52}Pt_{48}$ 薄膜のそれよりも大きな値となっていることがわかる。また、FePtとの格子ミスフィットがPtよりも大きいAuをバッファ層として選択した場合、下地層からの歪の影響により、Ptのバッファ層を用いた場合よりも大きな結晶磁気異方性を有していることがわかる。このことから、バッファ層の選択により異方性を制御することが可能であることがわかる。

【0031】

<実施例 6>

図 6 には、実施例 1 と同様にして、MgO(001)単結晶基板上にFeシード層を 1 nm、Ptバッファ層を 40nm室温で成膜し、その後基板温度 300℃として膜厚 t を変化させて成膜した $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜の X 線回折パターンを示した。FePt層の膜厚 t は 9 nmから 54nmと変化した。いずれの膜厚においても、FePt相の超格子反射線である (001)および (003)回折ピークが観測されることから、 L1_0 構造を有するFePt規則合金薄膜が得られている。また膜厚の増加により L1_0 規則構造に起因するピーク強度が増加していることから、より規則度の高いFePt薄膜が得られていると考えられる。

【0032】

<実施例 7>

10

図 7 には、実施例 1 と同様にして、MgO(001)単結晶基板上にFeシード層を 1 nm、Ptバッファ層を 40nm室温で成膜し、その後基板温度 300℃として膜厚 t を変化させて成膜した $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜の磁化曲線を示す。FePt層の膜厚 t は 9 nmから 54nmと変化した。いずれのFePt層の膜厚においても、磁化容易軸が膜面垂直方向となっており一軸磁気異方性を持っていることが確認される。また膜厚の増加により困難軸方向（この場合、膜面内方向）の磁化の飽和性が悪くなっていることから結晶磁気異方性が増加していると考えられる。

【0033】

<実施例 8>

図 8 には、実施例 1 と同様にして、MgO(001)単結晶基板上にFeシード層を 1 nm、Auバッファ層を 40nm室温で成膜し、その後基板温度 240℃と 300℃として 18nmの膜厚で成膜した $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜の X 線回折パターンを示した。基板温度 240℃の $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜の X 線回折パターンから、FePt相の超格子反射線である (001)および (003)回折ピークを観測することができる。このことから、成膜時の基板温度が 240℃以上の条件において規則化が進行することが明らかとなった。

【0034】

<実施例 9>

MgO(001)単結晶基板に対し、Arガス圧 5 mTorr、温度 300℃の条件下に UHV マグネトロンスパッタリングにより、FePt薄膜を 18nm厚みで直接に成膜した。

【0035】

図 9 は、この薄膜の X 線回折パターンを例示したものである。 $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ において、 $x = 52$ （化学量論組成）、 $x = 38$ （非化学量論組成）の薄膜のものを示している。

【0036】

MgO(001)基板上に成膜したFePt薄膜の結果から、FePt(00n)回折ピークのみ観測されることから、試料薄膜が (001)配向していることが確認される。化学量論組成付近の $\text{Fe}_{52}\text{Pt}_{48}$ 薄膜では、明瞭なFePt(001)および (003)超格子反射線を観測することができず、規則化が進行していない。しかしながらPtリッチ側の組成領域である $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜においては、明瞭な超格子反射線を観測することができ、 L1_0 規則構造が形成されていることが確認される。

【0037】

また図10は、実線が膜面垂直方向に測定した磁化曲線、破線が膜面内方向に測定した結果を示した図である。 $\text{Fe}_{52}\text{Pt}_{48}$ 薄膜では、膜面垂直方向への垂直磁気異方性を有していないが、Ptリッチ側の組成である $\text{Fe}_{38}\text{Pt}_{62}$ 薄膜では、 $K_u = 2.7 \times 10^7 \text{ erg/cc}$ という大きな垂直磁気異方性を有している。

【0038】

たとえば以上の結果から、シード層およびバッファ層を用いなくとも、MgO(001)単結晶基板上にFePt層の配向制御を行うことにより、 $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ (in at. %) で $19 < x < 52$ のPtリッチ側組成領域において、240～500℃の温度範囲で規則化が進行することがわかる。また、このとき配向制御を行うために、成膜中のArガス圧は 3 mTorrから 40mTorrとすることが好ましいことも確認されている。

【0039】

50

<実施例10>

実施例1と同様に、各種の下地層を有するFePt薄膜を作成した。これら薄膜について、格子不整合の影響について検討した。図11はその結果を示したものであって、Ptリッチ側の組成領域である $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜では、格子不整合の大きな下地層を用いることにより、より大きな一軸磁気異方性エネルギーが得られること、一方、化学量論組成付近の $\text{Fe}_{5.2}\text{Pt}_{4.8}$ 薄膜では、垂直磁気異方性を得るための最適な下地層との格子不整合が存在することがわかる。

【0040】

<実施例11>

MgO(001)基板に、UHV-マグネトロンスパッタにより、Arガス圧5 mTorr、温度300 10
 °Cの条件下に、Feシード層(1 nm)、Ptバッファ層(40nm)およびFePt薄膜(18nm)を
 成膜した。この際の組成は、次の6種類とし、各々の場合の磁化の温度依存性を評価した
 。

【0041】

$\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$:

$x = 30, 34, 38, 45, 52, 62$

図12は、このPtバッファ層を用いた低温合成FePt薄膜における磁化の温度依存性を示
 したものである。高い規則度および大きな一軸磁気異方性を有していた $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜の T_c
 は320°Cである。これは、化学量論組成のバルク試料において報告されている $T_c = 480^\circ\text{C}$ (P
 hys.Z.,36(1935)544)よりも低い値である。これより、Ptリッチ側の組成領域において、 20
 高規則度・高磁気異方性、およびバルク値よりも低いキュリー温度を有するFePt規則合金
 薄膜が低温で合成できることがわかる。

【0042】

また、図13は、Ptバッファ層を用いた低温合成FePt薄膜のFe濃度 x (at. %)に依存
 したキュリー温度 T_c の変化を示したものである。X線回折パターンより不規則構造である
 と考えられる $x = 62$ の試料では、 T_c の値が不規則相の文献値(ASM, International, USA,(
 1995), p-371)と一致している。化学量論組成付近である $x = 52$ では、規則相の T_c と不規
 則相の T_c の中間値をとっており、十分に規則化が進行していないことがわかる。 $x = 38$ に
 おいて、規則相の文献値とほぼ一致する T_c の値が得られている。

【産業上の利用可能性】

30

【0043】

以上詳しく説明したとおり、この出願の発明によって、簡便なプロセスであることに加
 え、より低温でのプロセスによって、大きな一軸磁気異方性を有するFePt薄膜が提供され
 る。磁気記録媒体としての薄膜について、従来に比べて大変に有利な技術が提供されるこ
 とになる。

【0044】

情報ストレージデバイスの中でもハードディスク装置は特に重要であり、大容量磁気記
 録媒体を期待する市場が既に存在しているが、この市場に対するこの出願の発明の寄与は
 大変に大きなものとなる。

【図面の簡単な説明】

40

【0045】

【図1】実施例1のFePt薄膜のX線回折パターンを示した図である。

【図2】実施例2における磁化曲線を示した図である。

【図3】実施例3におけるFePt薄膜の、 a 軸と c 軸方向の面間隔、 c/a (軸比)、規則
 度 S 、および結晶磁気異方性定数 K_u の組成依存度を示した図である。

【図4】実施例4における $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜のX線回折パターンを示した図である。

【図5】実施例5におけるFePt薄膜の磁化曲線を示した図である。

【図6】実施例6における $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜のX線回折パターンを示した図である。

【図7】実施例7における $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜の磁化曲線を示した図である。

【図8】実施例8における $\text{Fe}_{3.8}\text{Pt}_{6.2}$ 薄膜のX線回折パターンを示した図である。

50

【図 9】 実施例 9 における X 線回折パターンを示した図である。

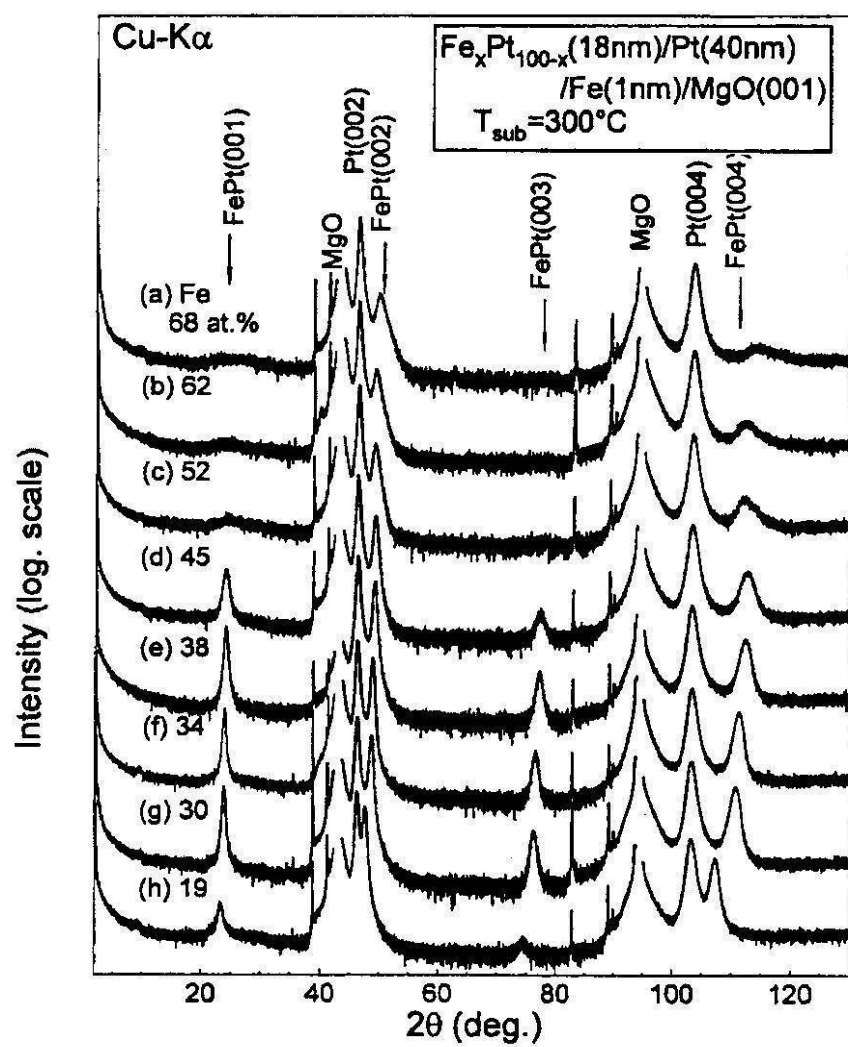
【図 10】 実施例 9 における磁化曲線を示した図である。

【図 11】 実施例 10 における Ku と格子不整合との関係を示した図である。

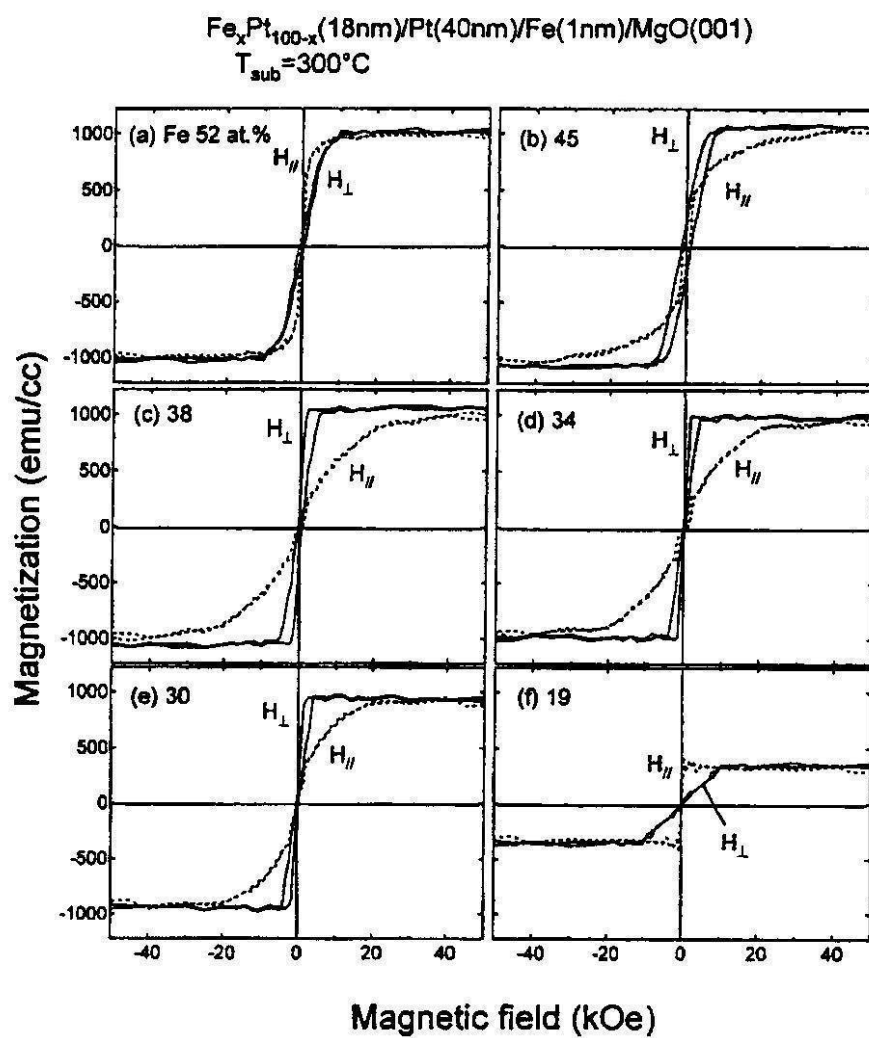
【図 12】 実施例 11 における磁化の温度依存性を示した図である。

【図 13】 実施例 11 における Fe 濃度とキュリー温度 T_c との関係を示した図である。

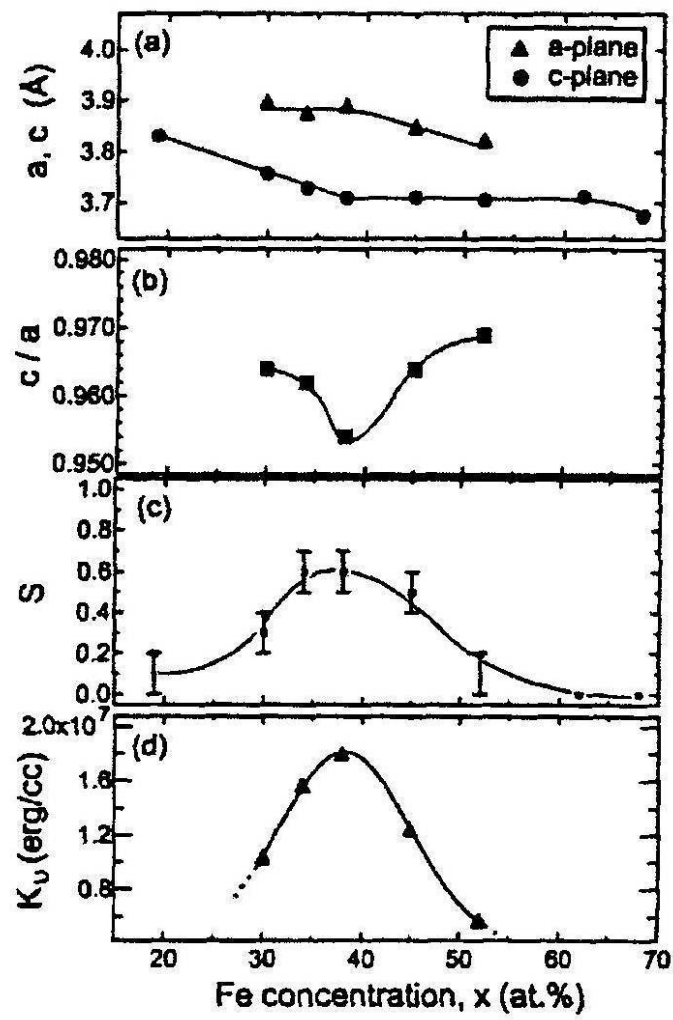
【図 1】



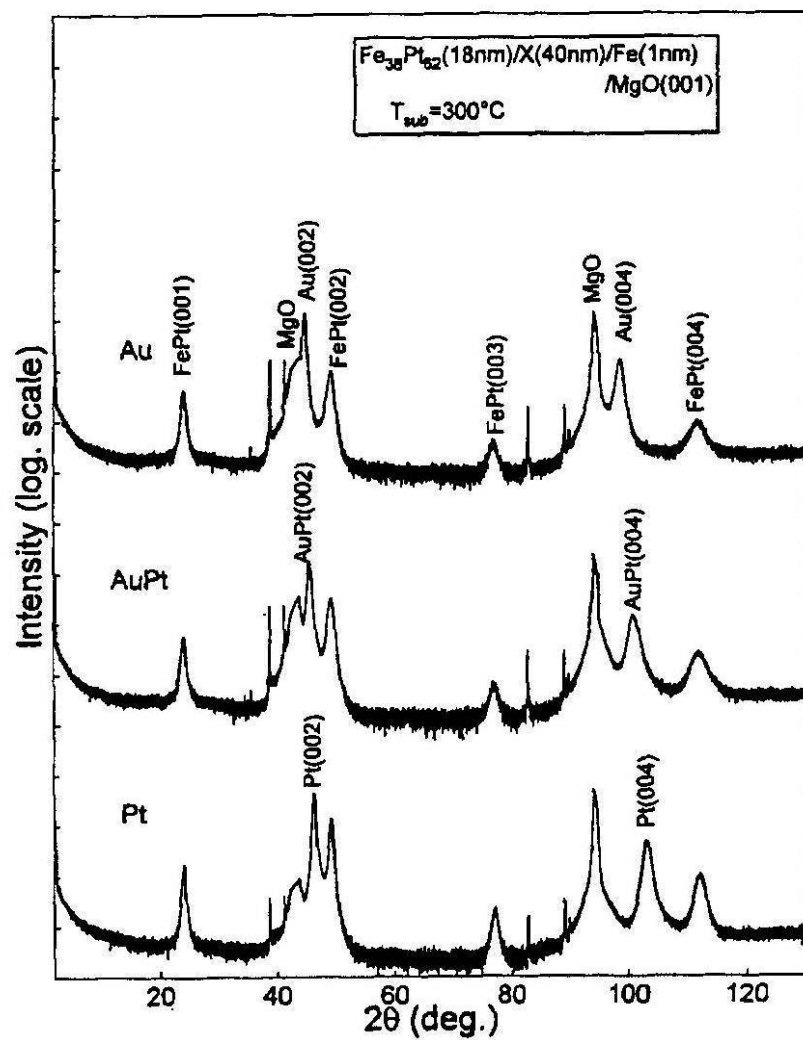
【 図 2 】



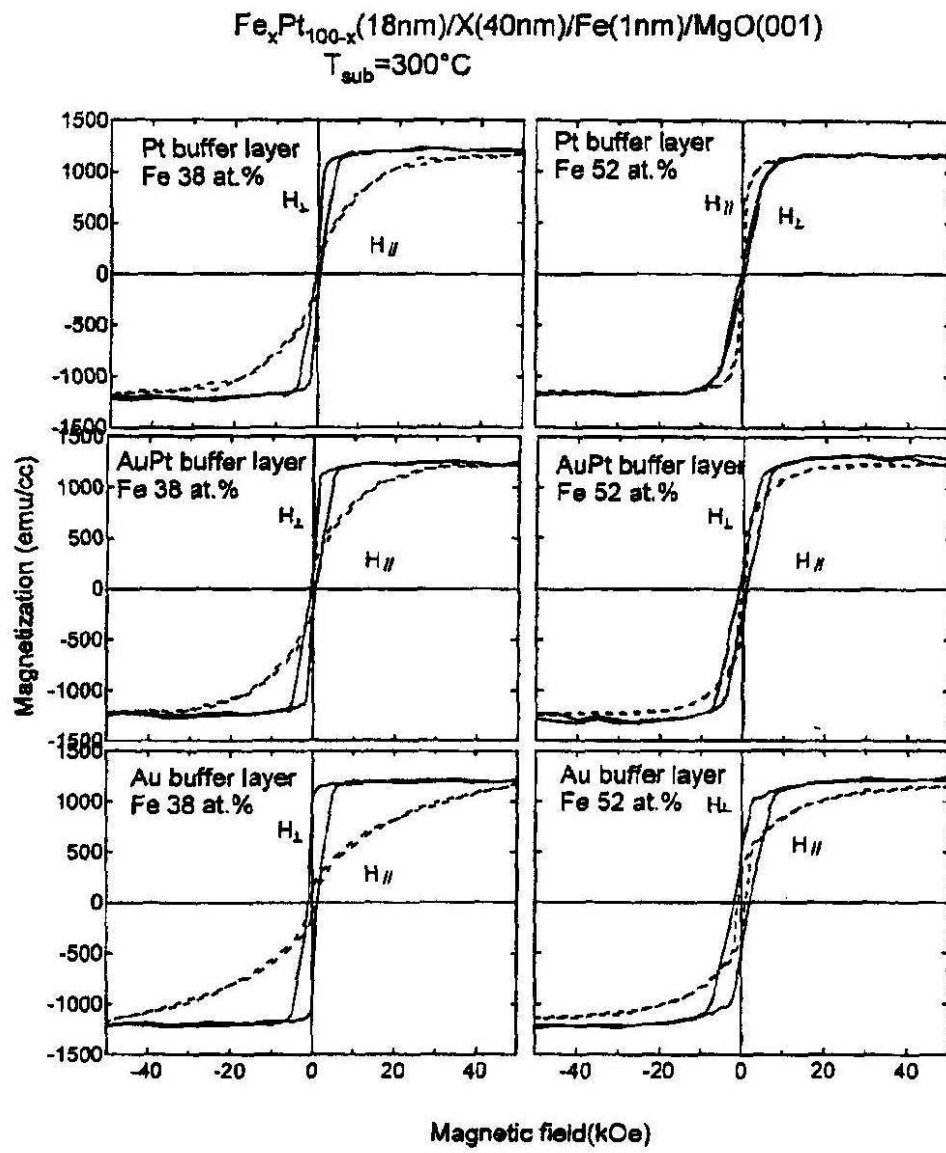
【図 3】



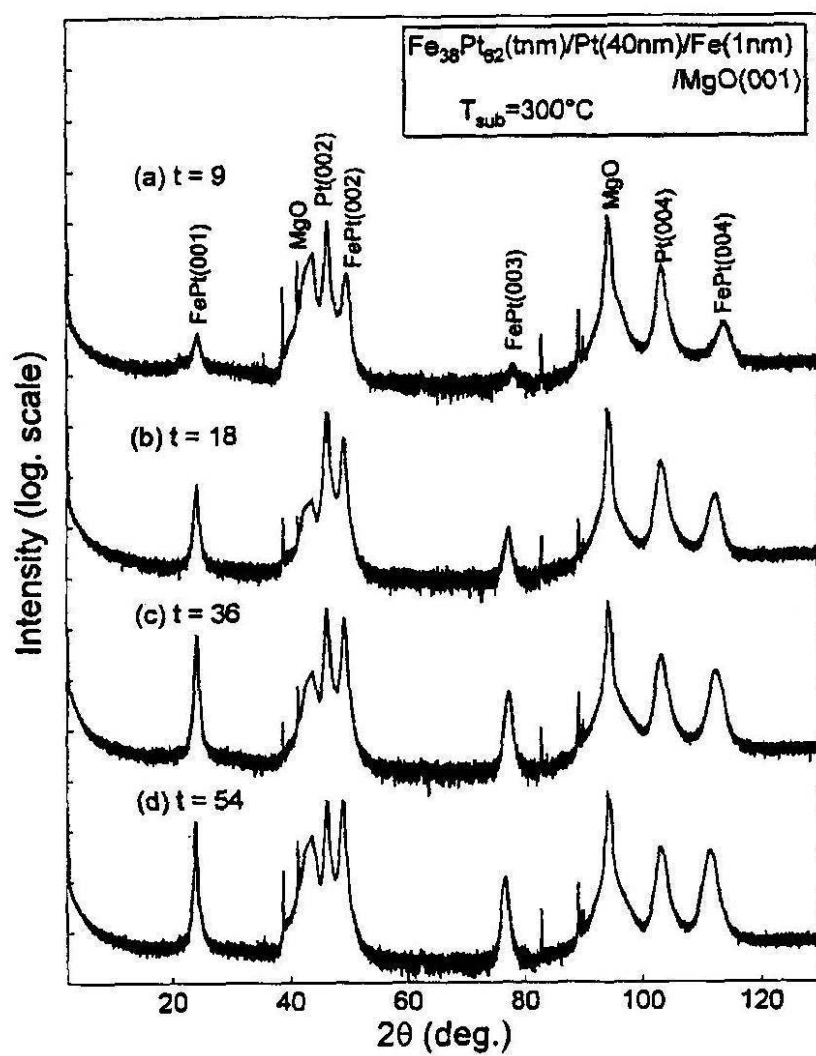
【 図 4 】



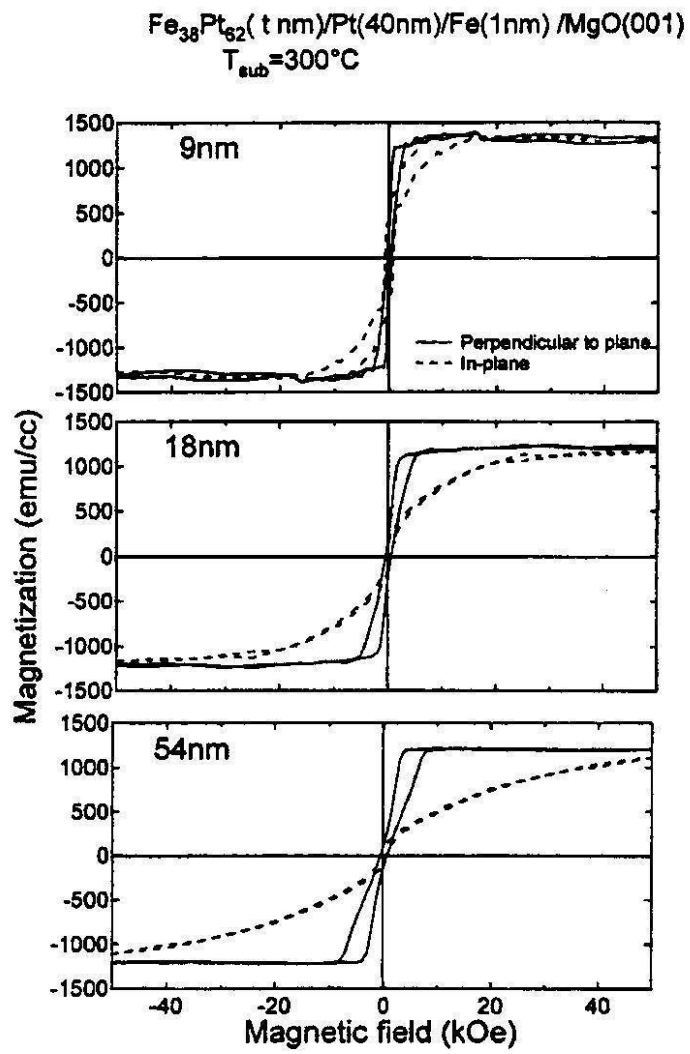
【 図 5 】



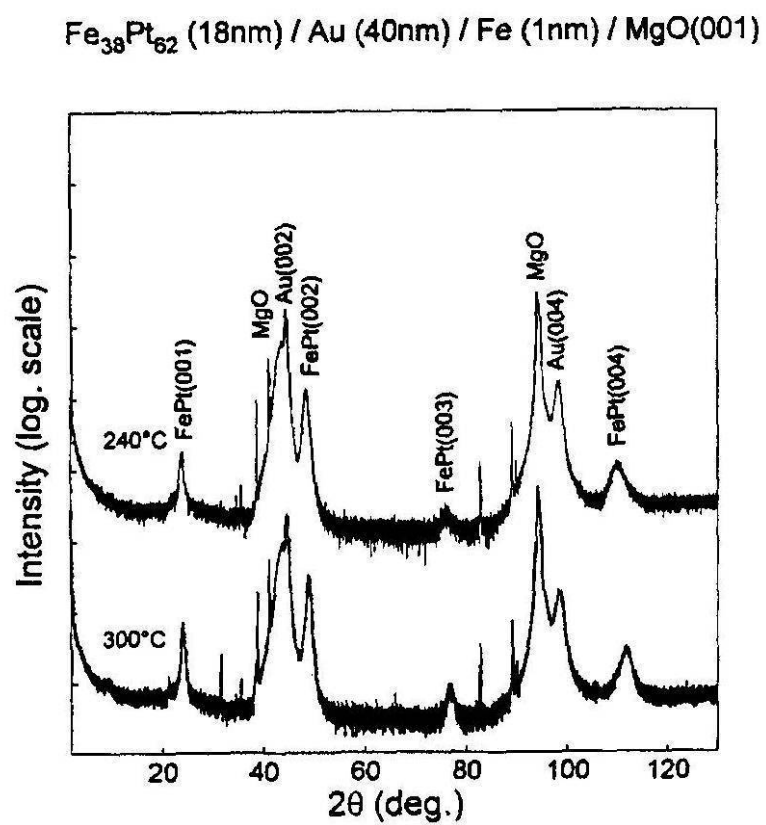
【図 6】



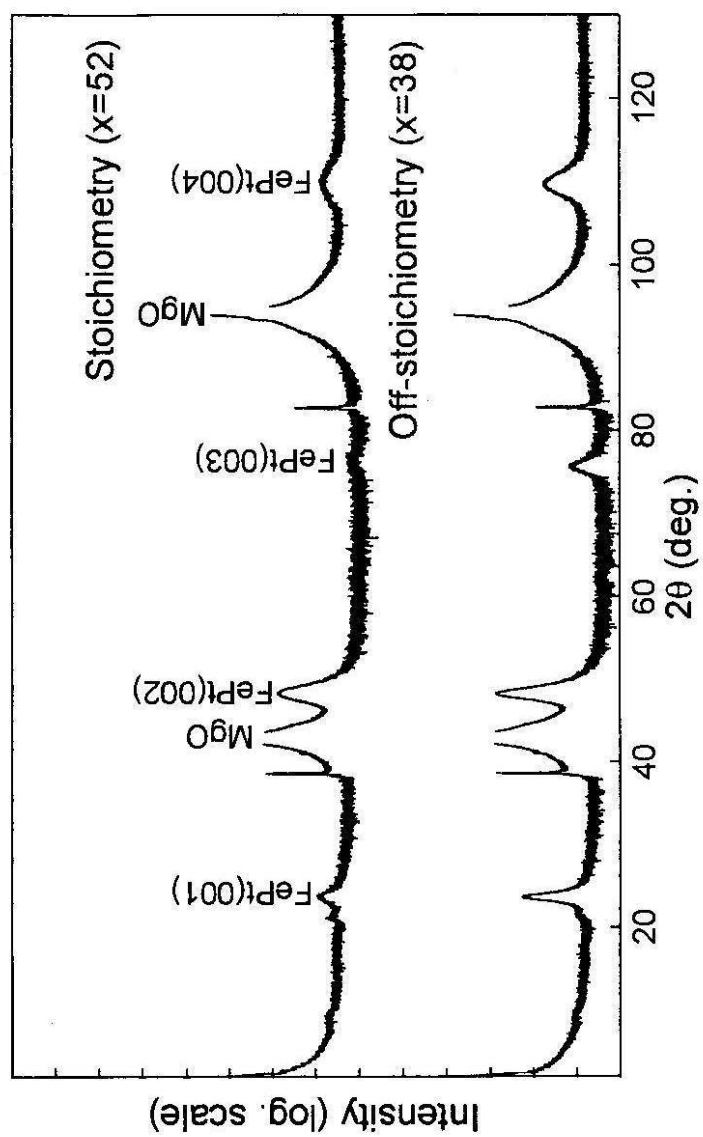
【 図 7 】



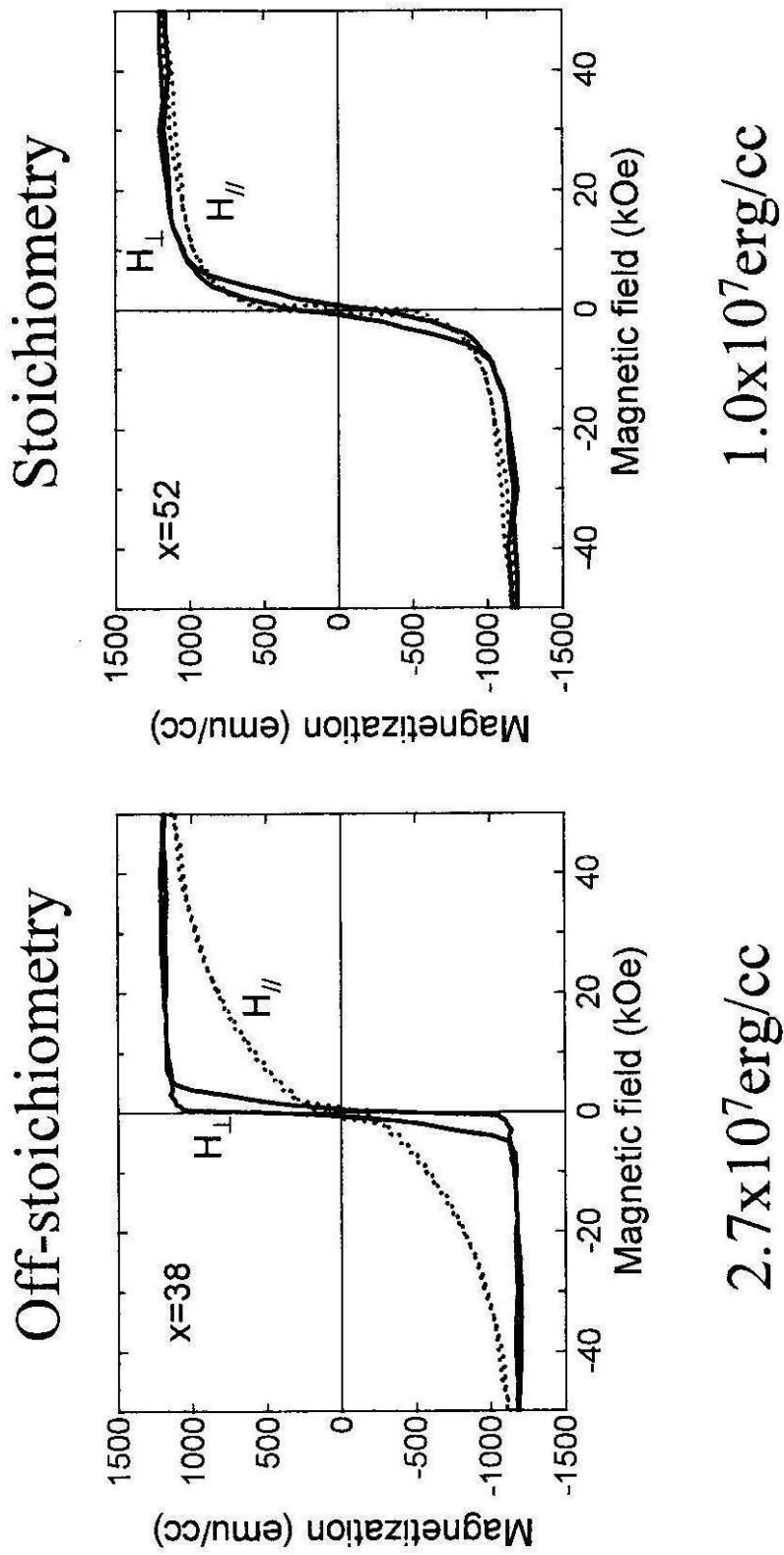
【 図 8 】



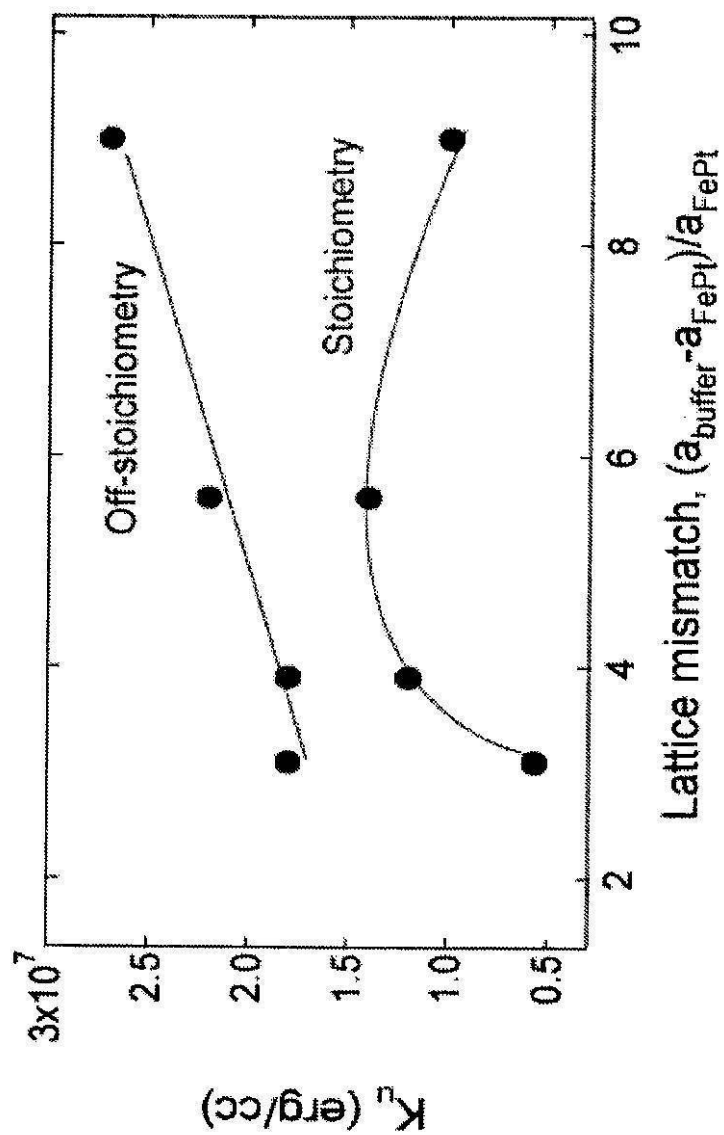
【図 9】



【図 10】



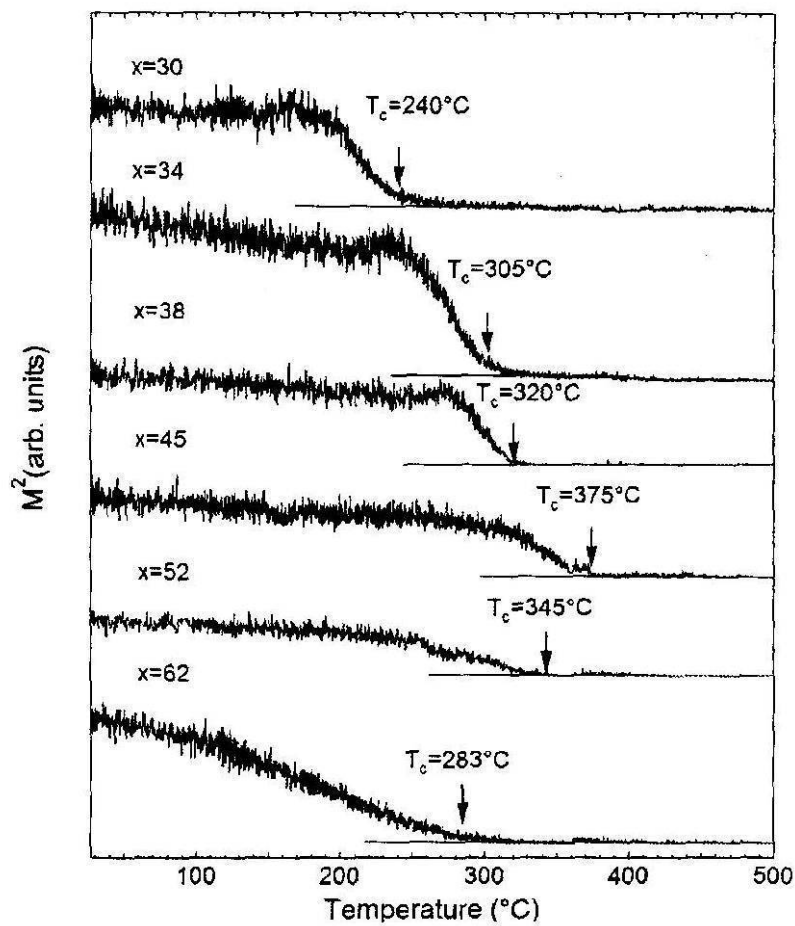
【図 1 1】



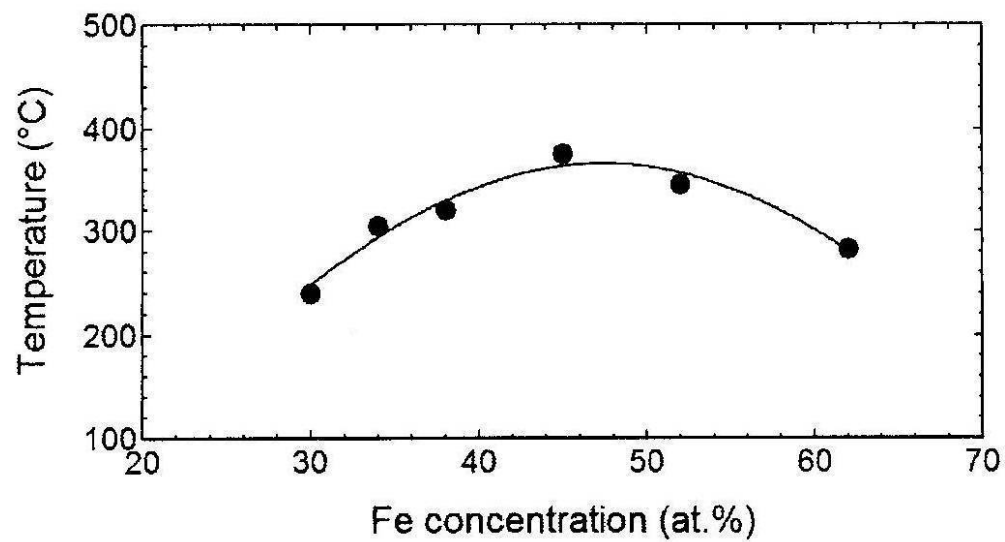
	a (Å)	Δa(%)
FePt	3.852	—
Pt	3.973	3.1
PtAu	4.001	3.9
Au	4.069	5.6
MgO	4.200	9.0

* c(FePt)=3.713

【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/738	G 1 1 B 5/738	
G 1 1 B 5/851	G 1 1 B 5/851	
H 0 1 F 41/18	H 0 1 F 41/18	

Fターム(参考)	5D006	BB05	BB07	BB08	CA01	CB04	CB07	EA03
	5D112	AA02	AA03	AA05	BA02	BB02	BD03	FA04 GB03
	5E049	AA01	BA08	GC01				