

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年4月16日(16.04.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/053006 A1

- (51) 国際特許分類:
C30B 29/52 (2006.01) C30B 1/04 (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072874
- (22) 国際出願日: 2014年9月1日(01.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-210679 2013年10月8日(08.10.2013) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 水口 将輝(Mizuguchi Masaki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 田代 敬之(Tashiro Takayuki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 高梨 弘毅(Takanashi Koki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 小嶋 隆幸(Kojima Takayuki); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区

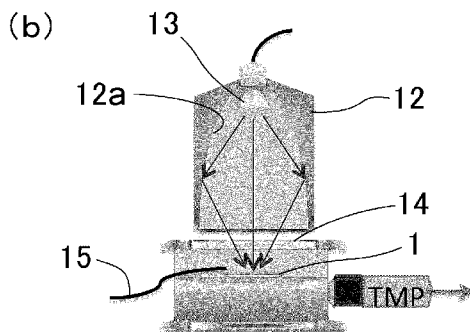
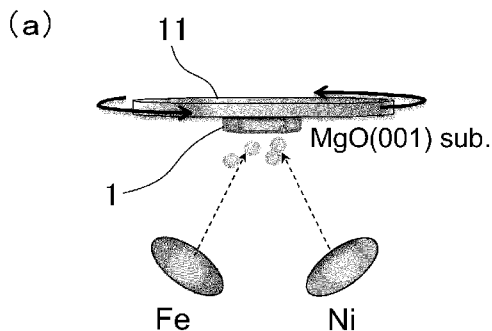
片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

- (74) 代理人: 須田 篤, 外(SUDA Atsushi et al.); 〒9800021 宮城県仙台市青葉区中央二丁目1番30号 須田ビル5F Miyagi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシェン (AM, AZ, BY, BG, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING L1₀-TYPE FeNi ORDERED ALLOY

(54) 発明の名称: L1₀型FeNi規則合金の製造方法



(57) Abstract: [Problem] To provide a method for producing a L1₀-type FeNi ordered alloy, which enables the production of a thin-film-like L1₀-type FeNi ordered alloy in a relatively simple manner. [Solution] Fe and Ni are sputtered simultaneously or alternately onto the surface of a rotating substrate in an inert gas atmosphere to produce a FeNi alloy thin film or a Fe/Ni multilayer film, the thin film is heated to a predetermined temperature that is equal to or higher than 310°C and lower than 400°C at a temperature rising rate of 10°C/sec or more in a vacuum atmosphere or an inert gas atmosphere, and then the heated film is retained at the predetermined temperature for 2 hours or longer. It is preferred that the substrate comprises an MgO single crystal substrate and the surface of the substrate is a (001) face.

(57) 要約: 【課題】比較的に簡便な方法で薄膜状のL1₀型FeNi規則合金を製造することができる、L1₀型FeNi規則合金の製造方法を提供する。【解決手段】不活性ガス雰囲気中で、回転する基板の表面にFeとNiとを同時または交互にスパッタしてFeNi合金薄膜またはFe/Ni多層膜を製造し、真空雰囲気中または不活性ガス雰囲気中で、その薄膜を310°C以上400°C未満の所定の温度まで、10°C/秒以上の昇温速度で加熱した後、その所定の温度で2時間以上保持する。基板はMgO単結晶基板から成り、基板の表面が(001)面であることが好ましい。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

規則 4.17 に規定する申立て:

— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

明 細 書

発明の名称 : L 1 0 型 F e N i 規則合金の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、L 1 0 型 F e N i 規則合金の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、大きい一軸磁気異方性を有し、貴金属やレアアースを含まない材料として、L 1 0 型の結晶構造を有する F e N i 規則合金が注目されている。この L 1 0 型 F e N i 規則合金を製造する方法として、従来、M g O 単結晶基板の (0 0 1) 面上に複雑な組成を有する多層膜を形成し、その多層膜の上に、F e 単原子層と N i 単原子層とを繰り返し積層する方法（例えば、非特許文献 1 参照）や、鉄とニッケルとを含有する前駆体粒子を、水素雰囲気下で加熱して還元し、合金粒子の構造を L 1 0 型に規則化する方法（例えば、特許文献 1 参照）がある。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献 1 : T. Kojima, M. Mizuguchi, T. Koganezawa, K. Osaka, M. Kotsugi, and K. Takanashi, “Magnetic Anisotropy and Chemical Order of Artificially Synthesized L10-Ordered FeNi Films on Au-Cu-Ni Buffer Layers”, Japanese Journal of Applied Physics (Rapid Communication), 2012, 51, 010204

特許文献

[0004] 特許文献 1 : 国際公開 WO 2 0 1 2 / 1 4 1 2 0 5 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、非特許文献 1 に記載の方法は、特殊な装置を必要とし、製造工程が複雑であるという課題があった。また、特許文献 1 に記載の方法では、L 1 0 型 F e N i 合金の粒子を製造することはできるが、より体積の大き

い物質として製造することはできない。このため、例えば、薄膜を製造する場合には、水素雰囲気下で、粒子から薄膜を製造する工程が必要となり、煩雑であるという課題があった。

[0006] 本発明は、このような課題に着目してなされたもので、比較的簡便な方法で薄膜状の L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金を製造することができる、 L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金の製造方法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

[0007] 上記目的を達成するために、本発明に係る L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金の製造方法は、真空雰囲気中または不活性ガス雰囲気中で、 Fe と Ni とを含む薄膜を所定の温度まで加熱した後、前記所定の温度で所定の時間保持する加熱工程を有することを特徴とする。

[0008] 本発明に係る L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金の製造方法は、前記薄膜を $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上の昇温速度で加熱することが好ましい。昇温速度は、 $50^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上であることが特に好ましい。

[0009] 本発明に係る L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金の製造方法は、 Fe と Ni とを含む薄膜を急速昇温加熱することにより、結晶構造を L_{10} 型にすることができ、大きい一軸磁気異方性などの優れた磁気特性を有する L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金を製造することができる。 Fe と Ni とを含む薄膜を急速昇温加熱するだけの比較的簡便な方法で、薄膜状の L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金を製造することができる。急速昇温加熱は、例えば、ランプ加熱により行うことができる。また、 Fe と Ni とを含む薄膜の膜厚は、 5 nm 以上、 100 nm 以下であることが好ましい。

[0010] 本発明に係る L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金の製造方法で、前記所定の温度は 310°C 以上、 400°C 未満であり、前記所定の時間は2時間以上であることが好ましい。この場合、特に優れた磁気特性を有する L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金を得ることができる。所定の温度は 350°C 程度が特に好ましく、所定の時間は20時間程度が特に好ましい。所定の温度が 400°C 以上では、 L_{10} 型 Fe-Ni 規則合金が安定して存在できなくなる。また、所定の温度が 31

0℃未満、所定の時間が2時間未満では、結晶構造がL1₀型にならない。

[0011] 本発明に係るL1₀型FeNi規則合金の製造方法で、前記薄膜は、FeNi合金薄膜または、Fe薄膜とNi薄膜とを交互に積層して成るFe/Ni多層膜から成ることが好ましい。薄膜がFeNi合金薄膜から成る場合、前記加熱工程の前に、不活性ガス雰囲気中で、回転する基板の表面にFeとNiとを同時にスパッタして前記FeNi合金薄膜を得る薄膜製造工程を有していてもよい。また、薄膜がFe/Ni多層膜から成る場合、前記加熱工程の前に、不活性ガス雰囲気中で、回転する基板の表面にFeとNiとを交互にスパッタして、前記Fe/Ni多層膜を得る薄膜製造工程を有していてもよい。これらの場合、原料のFeとNiとから、容易にFeNi合金薄膜やFe/Ni多層膜を得ることができる。薄膜製造工程も加熱工程も、既存の技術を応用して実施することができ、比較的簡便な方法で、薄膜状のL1₀型FeNi規則合金を製造することができる。なお、FeNi合金薄膜を得る際、FeのスパッタとNiのスパッタとを同時に行ってもよいが、FeNi合金をスパッタしてもよい。

[0012] また、これらの場合、前記基板は、単結晶基板、多結晶基板またはアモルファス基板であることが好ましい。特に、前記基板はMgO単結晶基板から成り、前記基板の表面が(001)面であることが好ましい。この場合、特に効率良く、L1₀型FeNi規則合金を製造することができる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、比較的簡便な方法で薄膜状のL1₀型FeNi規則合金を製造することができる、L1₀型FeNi規則合金の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施の形態のL1₀型FeNi規則合金の製造方法の、(a)スパッタによる薄膜製造を行う装置を示す側面図、(b)急速昇温加熱を行う装置を示す側面図である。

[図2]本発明の実施の形態のL1₀型FeNi規則合金の製造方法により、F

e N i 合金薄膜から得られた、急速昇温加熱の到達温度が異なる試料の、O u t - o f - P l a n e 測定による (a) F e N i (002) 回折線、(b) F e N i (001) 回折線のX線回折強度曲線である。

[図3]本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法により、F e N i 合金薄膜から得られた (a) 急速昇温加熱の到達温度が異なる試料、(b) 到達温度での保持時間が異なる試料のI n - P l a n e 測定によるX線回折強度曲線である。

[図4] (a) 本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法の、熱処理前のF e N i 合金薄膜の試料の磁化曲線、(b) 原子間力顕微鏡写真、(c) 本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法により、F e N i 合金薄膜から得られた試料の磁化曲線、(d) 原子間力顕微鏡写真である。

[図5]本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法の、F e とN i とを交互にスパッタして得られた、熱処理前のF e / N i 多層膜を示す側面図である。

[図6]本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法により、F e / N i 多層膜から得られた (a) 各F e 薄膜および各N i 薄膜の膜厚が異なる試料、(b) 到達温度および保持時間が異なる試料のI n - P l a n e 測定によるX線回折強度曲線である。

[図7]本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法により、F e / N i 多層膜から得られた試料の磁化曲線、(挿入図) その原点付近の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面に基づき、本発明の実施の形態について説明する。

図1 (a) に示すように、本発明の実施の形態のL 1₀型F e N i 規則合金の製造方法では、まず、不活性ガス雰囲気中で、回転台11に設置された基板1の表面に、基板1を回転させながら、F e とN i とを同時または交互にスパッタしてF e とN i とを含む薄膜を製造する。このとき、F e とN i と

を同時にスパッタするとFeNi合金薄膜が得られ、FeとNiとを交互にスパッタすると、Fe薄膜とNi薄膜とを交互に積層して成るFe/Ni多層膜が得られる。ここで、Fe/Ni多層膜を製造するとき、基板1の表面には、Fe薄膜から積層しても、Ni薄膜から積層してもよい。なお、具体的な一例では、基板1は、表面が(001)面のMgO単結晶基板から成っているが、他の単結晶基板や多結晶基板、アモルファス基板から成っていてもよい。

[0016] FeNi合金薄膜またはFe/Ni多層膜を製造した後、図1(b)に示すように、その薄膜が載った基板1を、内面12aが回転楕円体形状を成す金製の鏡から成る加熱容器12の下部に設置し、加熱容器12の頂部に設置された赤外線ランプ13により、加熱容器12の内面12aからの近赤外線の反射も利用して、FeNi合金薄膜またはFe/Ni多層膜を急速昇温加熱する。このとき、真空雰囲気中または不活性ガス雰囲気中で行い、310℃以上400℃未満の温度まで、10℃/秒以上の昇温速度で急速昇温加熱する。また、熱が逃げないように、基板1の表面を透明な水晶板14で覆うとともに、基板1の温度を熱電対15で測定しながら温度を調整する。急速昇温加熱の後、到達した温度で2時間以上保持する。こうして、L1₀型FeNi規則合金を製造することができる。

[0017] このように、本発明の実施の形態のL1₀型FeNi規則合金の製造方法は、FeNi合金薄膜またはFe/Ni多層膜を急速昇温加熱することにより、結晶構造をL1₀型にすることができ、大きい一軸磁気異方性などの優れた磁気特性を有するL1₀型FeNi規則合金を製造することができる。スパッタによりFeNi合金薄膜またはFe/Ni多層膜を製造し、その薄膜を急速昇温加熱するという、既存の技術を応用した比較的簡便な方法で、薄膜状のL1₀型FeNi規則合金を容易に製造することができる。製造されたL1₀型FeNi規則合金は、レアアースを使用したネオジム磁石等の磁石に代わるものとして期待できる。

実施例 1

[0018] 本発明の実施の形態の $L1_0$ 型FeNi規則合金の製造方法により、FeとNiとを同時にスパッタして得られたFeNi合金薄膜からFeNi合金を製造し、各種の試験を行った。FeNi合金の製造では、FeとNiのスパッタを、マグネトロンスパッタリングにより、 0.2 Pa のアルゴンガス雰囲気中で、室温で行った。また、Feは 31 W 、Niは 10 W でスパッタを行った。基板1は、表面が (001) 面のMgO単結晶基板から成り、縦横がそれぞれ 1 cm 、厚みが 0.5 mm とした。急速昇温加熱を、 $5 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 以下の真空雰囲気中で行い、昇温速度は $50^\circ\text{C}/\text{秒}$ とした。

[0019] 試験用の試料として、急速昇温加熱の到達温度での保持時間を20時間、到達温度を 250°C 、 275°C 、 300°C 、 325°C 、および 350°C としたもの、到達温度を 350°C 、保持時間を5時間および10時間としたものを製造した。また、比較のために、熱処理前のFeNi合金薄膜の試料 (as-depo. または、as-deposited) も使用した。なお、得られたFeNi合金は、厚さが約 5 nm である。

[0020] まず、X線回折 (XRD) により、Out-of-Plane測定を行い、その結果を図2に示す。測定には、保持時間が20時間の異なる到達温度の試料を用いた。図2 (a) に示すように、到達温度が 325°C および 350°C の試料の、FeNi (002) でのピークが大きく、到達温度 325°C 以上でFeNiの (001) 配向性が高いことが確認された。また、図2 (b) に示すように、この温度以上でFeNi (001) ピークが強くなっており、同時に $L1_0$ 型規則化が進んでいることも確認された。

[0021] 次に、保持時間が20時間、到達温度が 325°C および 350°C の各試料、および、到達温度が 350°C 、保持時間が5時間、10時間および20時間の各試料について、X線回折 (XRD) によりIn-Plane測定を行い、その結果をそれぞれ図3 (a) および (b) に示す。図3 (a) に示すように、急速昇温加熱の到達温度が 350°C のときの方が、 325°C のときよりも、 (001)、 (110) でのピークが大きくなっており、 $L1_0$ 規則化が進んだ $L1_0$ 型FeNi規則合金が得られていることが確認された。また

、図3（b）に示すように、急速昇温加熱の到達温度での保持時間が長くなるほど、（001）、（110）でのピークが大きくなっており、特に保持時間が20時間のとき、 L_{10} 規則化が進んだ L_{10} 型FeNi規則合金が得られていることが確認された。

[0022] 次に、熱処理前のFeNi合金薄膜の試料（as-depo.）および、到達温度が350℃、保持時間が20時間の試料について、超伝導量子干渉素子（SQUID）による磁化測定、および原子間力顕微鏡（AFM）による観測を行い、その結果を図4に示す。図4（a）および（c）に示すように、面直磁化の飽和に必要な磁場が熱処理により減少したことが確認された。また、面内に磁場を印加した場合、熱処理により保磁力が増加したことが確認された。その保磁力は、約300 Oeである。一方、図4（b）および（d）に示すように、熱処理により、薄膜の表面形態や粗さパラメータRqに大きな変化は確認されなかった。これらは、熱処理による磁化特性の変化が、FeNi合金の L_{10} 相の生成に起因するものであることを示していると考えられる。

実施例 2

[0023] 本発明の実施の形態の L_{10} 型FeNi規則合金の製造方法により、FeとNiとを交互にスパッタして得られたFe/Ni多層膜からFeNi合金を製造し、各種の試験を行った。FeNi合金の製造では、FeとNiのスパッタを、マグネトロンスパッタリングにより、0.2Paのアルゴンガス雰囲気中で、室温で行った。また、Feは31W、Niは10Wでスパッタを行った。基板1は、表面が（001）面のMgO単結晶基板から成り、縦横がそれぞれ1cm、厚みが0.5mmとした。急速昇温加熱を、 5×10^{-4} Pa以下の真空雰囲気中で行い、昇温速度は50℃/秒とした。

[0024] 試験用の試料として、まず、図5に示すように、各Fe薄膜および各Ni薄膜の膜厚xを、それぞれ $x = 0.3 \text{ nm}$ 、 0.4 nm 、 1.0 nm とした3種類のFe/Ni多層膜を製造した。各Fe/Ni多層膜の厚さは30nmである。次に、各Fe/Ni多層膜について、急速昇温加熱の到達温度を

350℃、保持時間を20時間としたもの、また、 $x = 0.3$ nmのFe/Ni多層膜について、急速昇温加熱の到達温度を350℃および300℃、保持時間を10時間および20時間としたものを製造した。また、比較のために、熱処理前の $x = 0.3$ nmのFe/Ni多層膜の試料（as-deposited）も、試験に使用した。なお、図5に示すFe/Ni多層膜は、基板1の表面にNi薄膜から積層して形成されているが、Fe薄膜から積層して形成されてもよく、その場合にも、以下の試験では同様の結果が得られる。

[0025] まず、 $x = 0.3$ nm、0.4 nm、1.0 nmの各Fe/Ni多層膜を、到達温度350℃、保持時間20時間で熱処理した各試料について、X線回折（XRD）により、In-Plane測定を行った。その結果を、図6（a）に示す。図6（a）に示すように、各Fe薄膜および各Ni薄膜の膜厚 x が小さい方が、（110）でのピークが大きくなっており、L1₀規則化が進んだL1₀型FeNi規則合金が多く得られていることが確認された。

[0026] 次に、 $x = 0.3$ nmのFe/Ni多層膜を、到達温度350℃および300℃、保持時間10時間および20時間で熱処理した各試料について、X線回折（XRD）により、In-Plane測定を行った。その結果を、図6（b）に示す。図6（b）に示すように、各保持時間での到達温度の違いによる差異はほとんど認められないが、各到達温度で保持時間が長いほど、（110）でのピークが大きくなっており、保持時間が20時間のとき、L1₀規則化が進んだL1₀型FeNi規則合金が得られていることが確認された。

[0027] 次に、 $x = 0.3$ nmのFe/Ni多層膜を、到達温度350℃、保持時間20時間で熱処理した試料について、超伝導量子干渉素子（SQUID）により、面内方向（In-plane）および面直方向（Out-of-plane）にそれぞれ磁場（Magnetic field）を印加したときの磁化（Magnetization）の測定を行った。その結果を、図7に示す。図7に示すように、面直方向に磁場を印加したとき、保磁力が大きくなっていることが確認された。その保磁力は、約850 Oeである。これは、熱処理によりFeNi合金のL1₀相が生成さ

れたためであると考えられる。

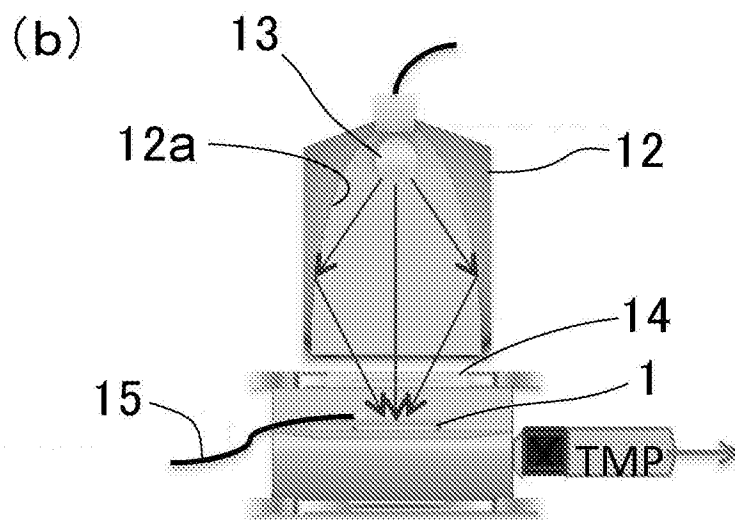
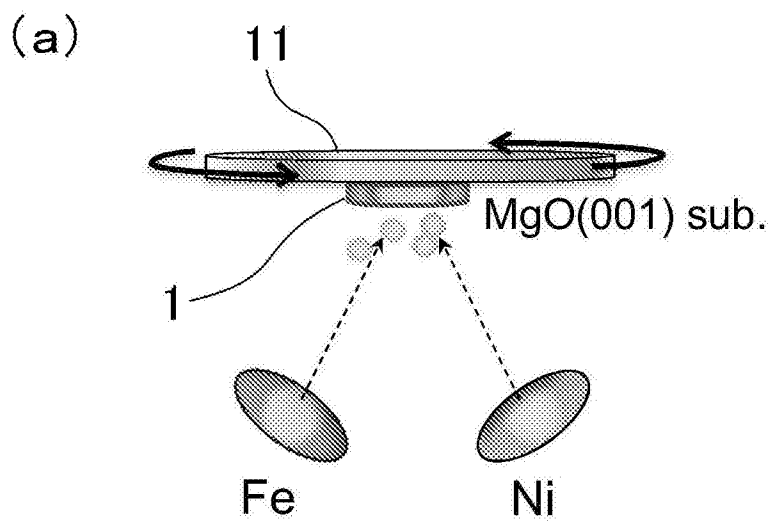
符号の説明

- [0028] 1 基板
- 1 1 回転台
- 1 2 加熱容器
- 1 2 a 内面
- 1 3 赤外線ランプ
- 1 4 水晶板
- 1 5 熱電対

請求の範囲

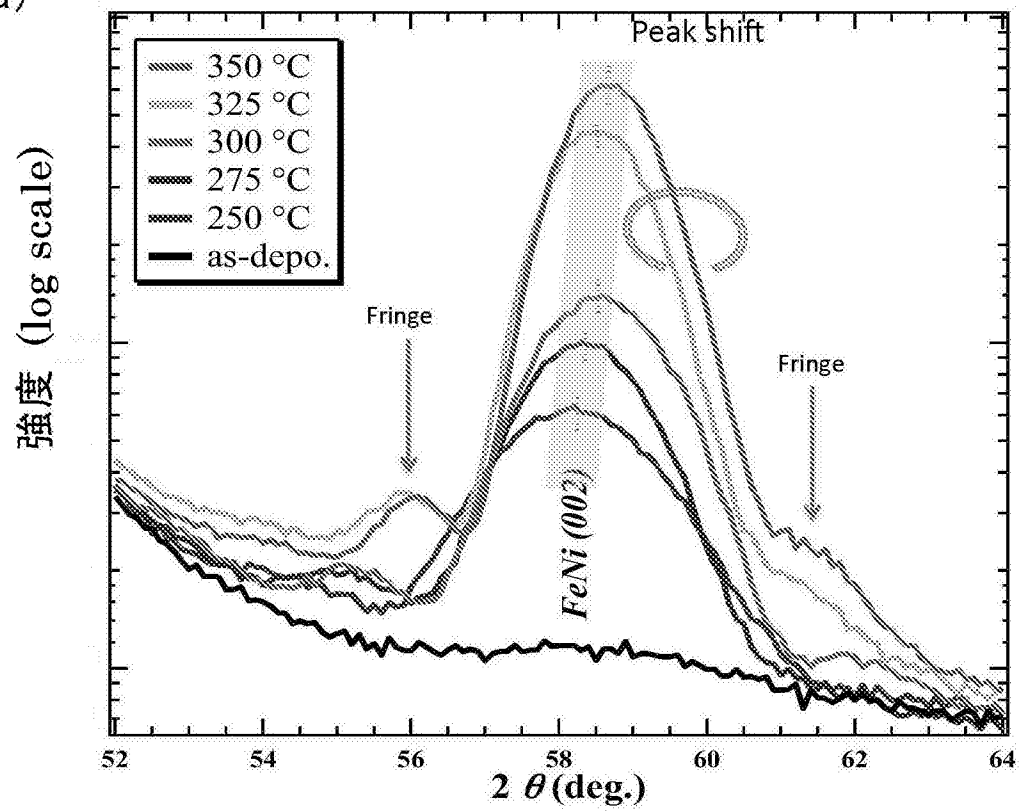
- [請求項1] 真空雰囲気中または不活性ガス雰囲気中で、FeとNiとを含む薄膜を所定の温度まで加熱した後、前記所定の温度で所定の時間保持する加熱工程を有することを特徴とするL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項2] 前記薄膜を10℃/秒以上の昇温速度で加熱することを特徴とする請求項1記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項3] 前記所定の温度は310℃以上、400℃未満であり、前記所定の時間は2時間以上であることを特徴とする請求項1または2記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項4] 前記薄膜は、FeNi合金薄膜または、Fe薄膜とNi薄膜とを交互に積層して成るFe/Ni多層膜から成ることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項5] 前記加熱工程の前に、不活性ガス雰囲気中で、回転する基板の表面にFeとNiとを同時にスパッタして前記FeNi合金薄膜を得る薄膜製造工程を有することを特徴とする請求項4記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項6] 前記加熱工程の前に、不活性ガス雰囲気中で、回転する基板の表面にFeとNiとを交互にスパッタして、前記Fe/Ni多層膜を得る薄膜製造工程を有することを特徴とする請求項4記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項7] 前記基板は、単結晶基板、多結晶基板またはアモルファス基板であることを特徴とする請求項5または6記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。
- [請求項8] 前記基板はMgO単結晶基板から成り、前記基板の表面が(001)面であることを特徴とする請求項5または6記載のL1₀型FeNi規則合金の製造方法。

[図1]

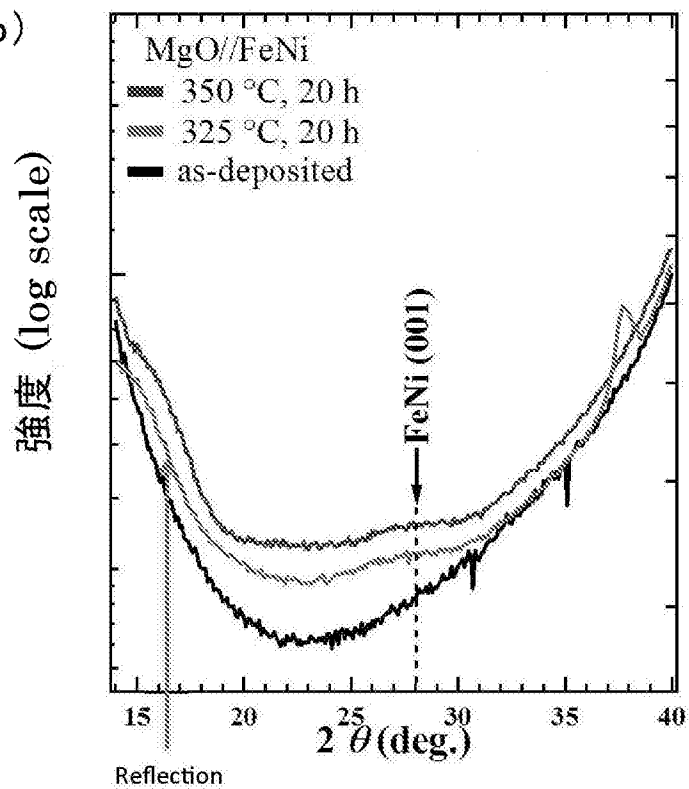


[図2]

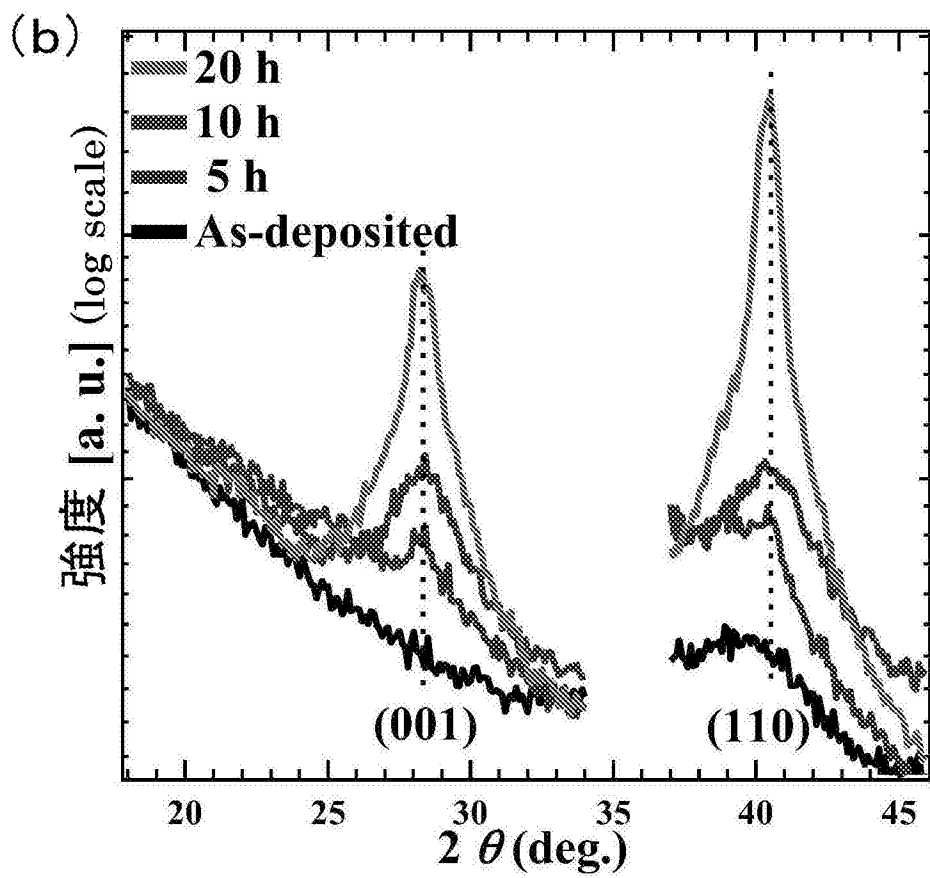
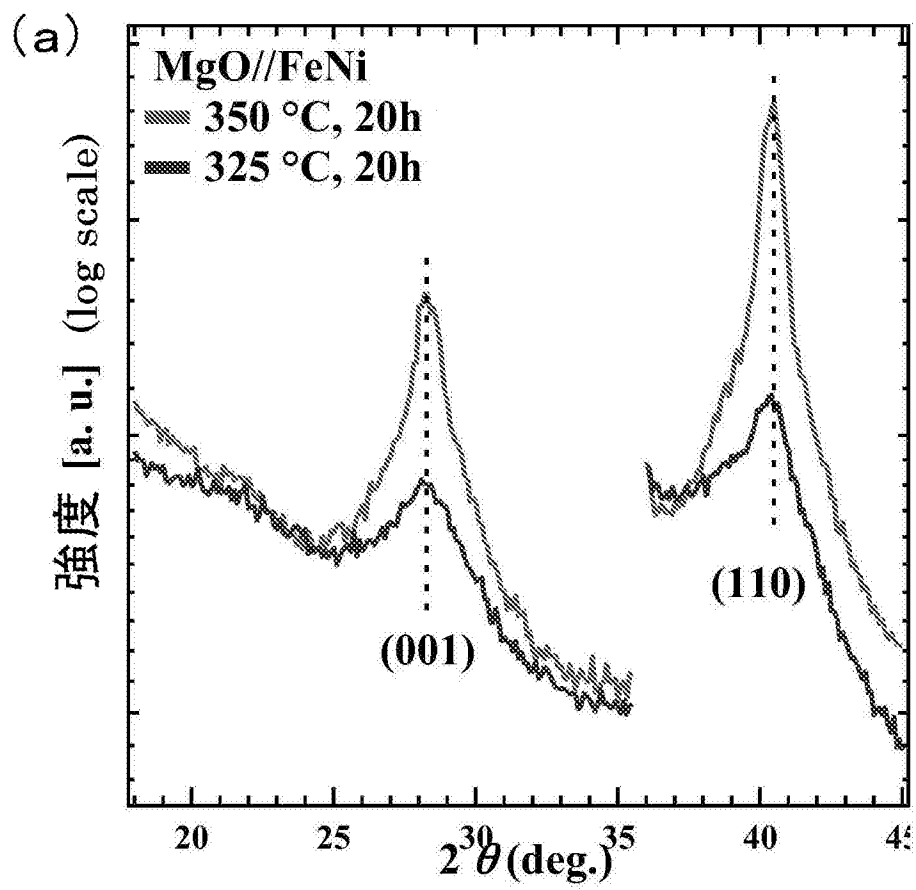
(a)



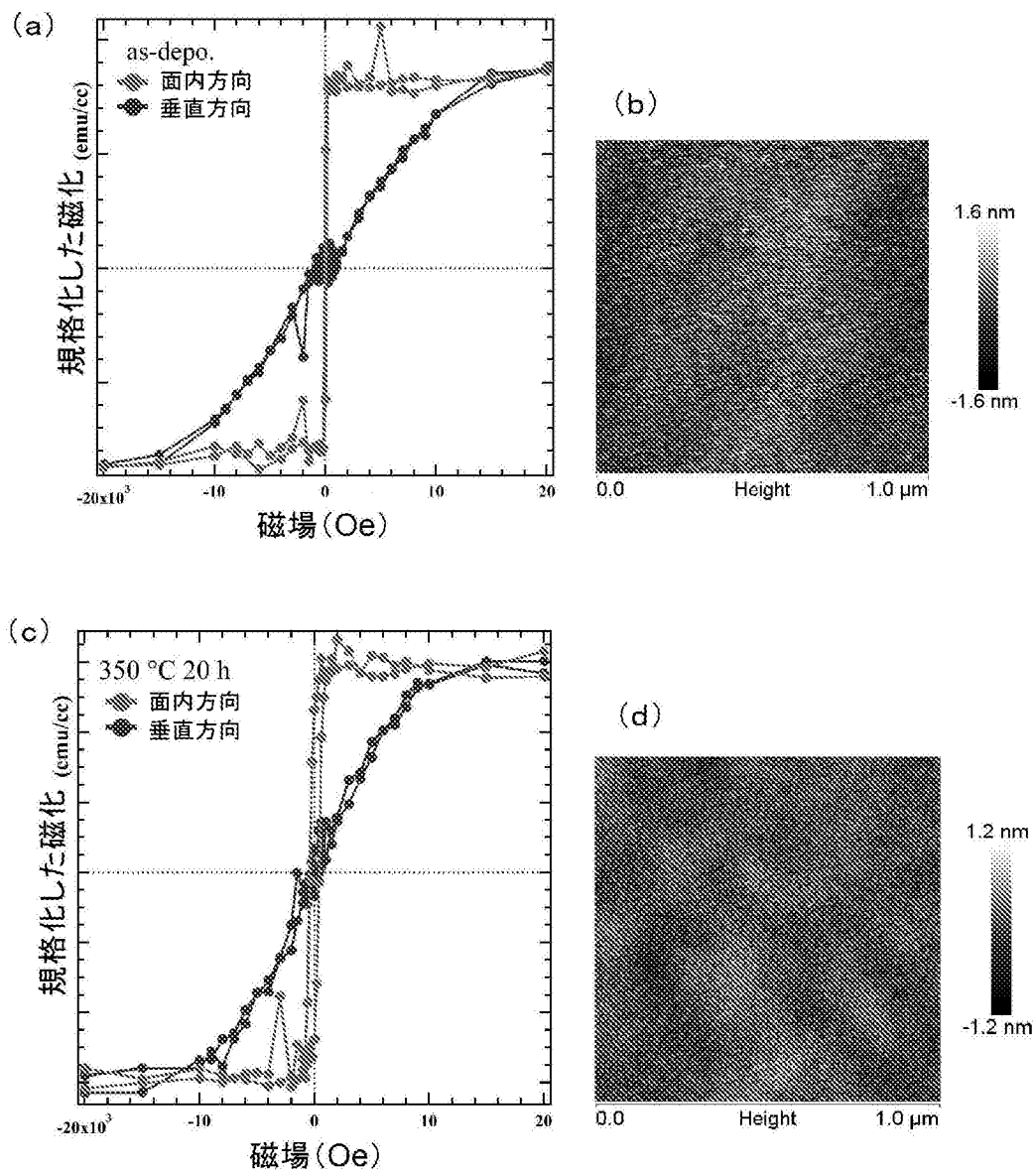
(b)



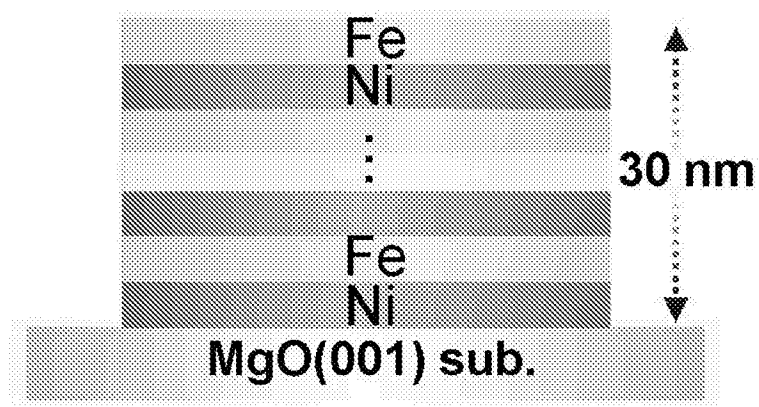
[図3]



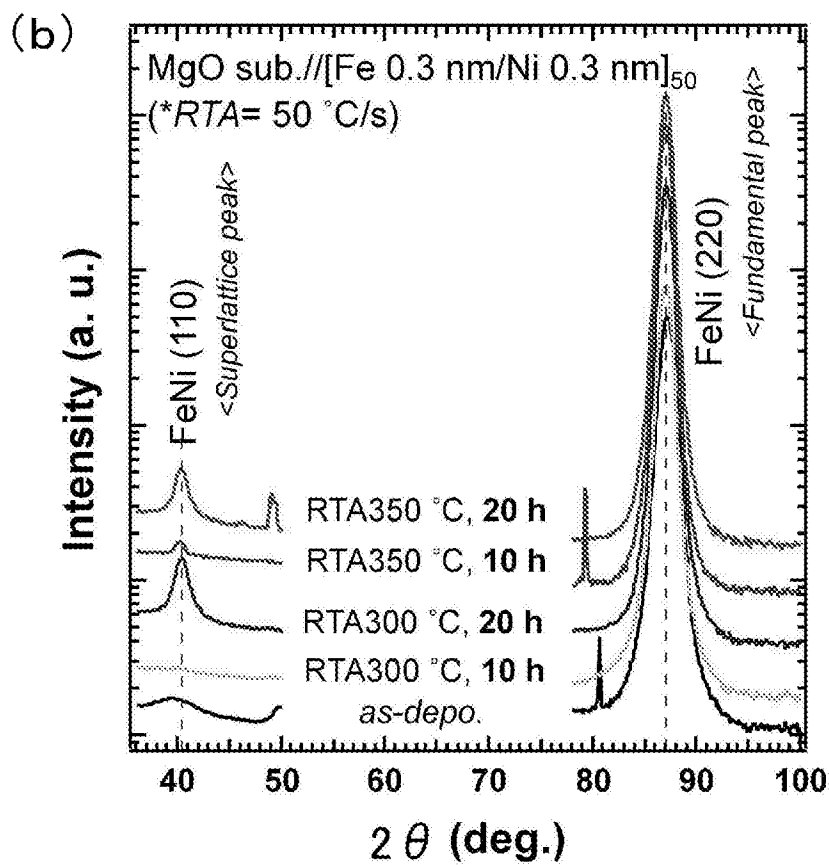
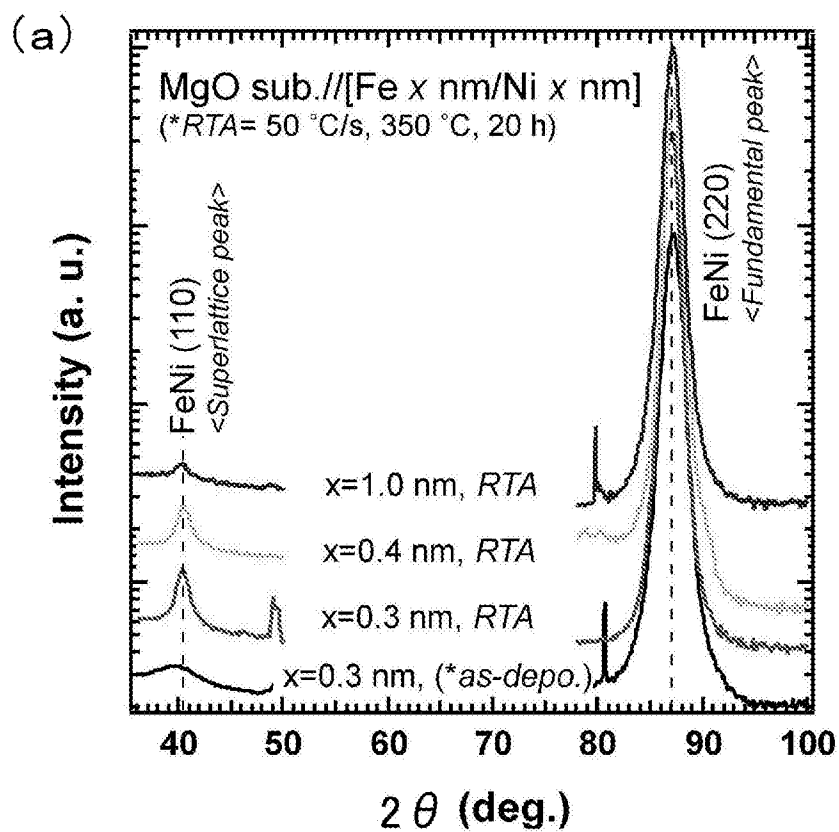
[図4]



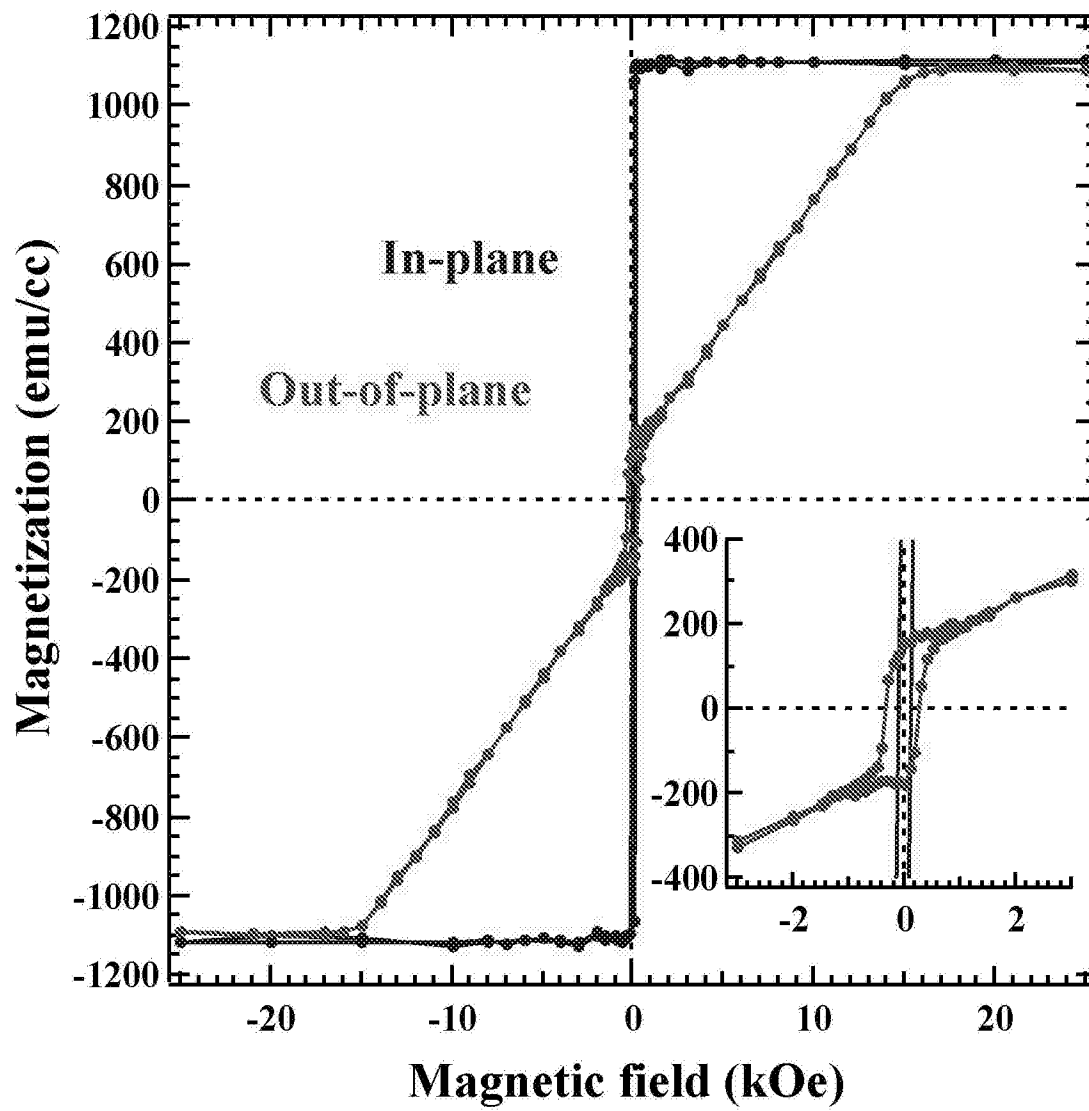
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B29/52(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C30B1/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C30B29/52, C23C14/14, C30B1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Takayuki TASHIRO et al., "Sankabutsu Kiban-jo eno Sputter-ho ni yoru L1 ₀ -FeNi Kisoku Gokin no Sakusei", Dai 37 Kai The Magnetics Society of Japan Gakujutsu Koen Gaiyoshu, 03 September 2013 (03.09.2013), page 171, 4pD-5	1-5, 7, 8
X	YAN, M.L. et al, Highly oriented nonepitaxially grown L1 ₀ FePt films, Journal of Applied Physics, 2003.05.15, Vol.93, No.10, p.8292-8294	1, 3, 4, 6, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 September, 2014 (26.09.14)

Date of mailing of the international search report
07 October, 2014 (07.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C30B29/52(2006.01)i, C23C14/14(2006.01)i, C30B1/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C30B29/52, C23C14/14, C30B1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus(JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	田代敬之、外 3 名、酸化物基板上へのスパッタ法による $L1_0$ - FeNi 規則合金の作製, 第 37 回 日本磁気学会学術講演概要集, 2013.09.03, p.171, 4pD-5	1-5, 7, 8
X	YAN, M.L. et al, Highly oriented nonepitaxially grown $L1_0$ FePt films, Journal of Applied Physics, 2003.05.15, Vol.93, No.10, p.8292-8294	1, 3, 4, 6, 7

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

浅野 裕之

4 G

4 8 6 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6