

(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10月1日(01.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/146593 A1

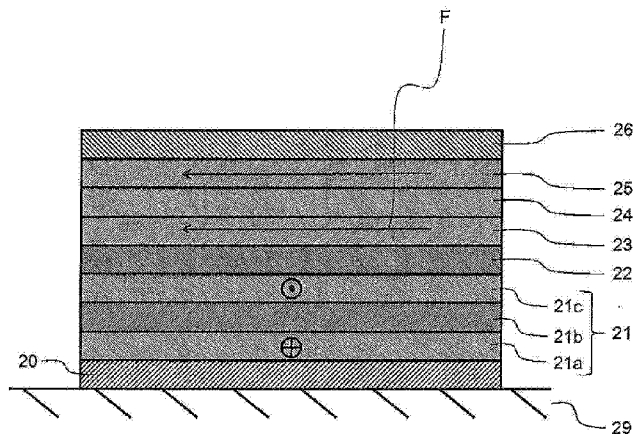
- (51) 国際特許分類:
H01L 43/08 (2006.01) G01R 33/09 (2006.01)
G01R 15/20 (2006.01) H01L 43/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/057200
- (22) 国際出願日: 2015年3月11日(11.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-069478 2014年3月28日(28.03.2014) JP
- (71) 出願人: アルプス電気株式会社(ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井出 洋介(IDE, Yosuke); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内 Tokyo (JP). 斎藤 正路(SAITO, Masamichi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫(NOZAKI, Teruo); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1-2-1-1 オーク池袋ビルディング3F Tokyo (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, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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: MAGNETIC SENSOR, METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC SENSOR, AND CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 磁気センサおよび磁気センサの製造方法ならびに電流センサ

[図2]



(57) Abstract: Provided is a magnetic sensor (1) which is equipped with: a magnetoresistance element (11) wherein fixed magnetic layers (21) are stacked on a free magnetic layer (23) with a nonmagnetic material layer (22) therebetween; and an anti-ferromagnetic layer (24) on the opposite side of the free magnetic layer from the side facing the nonmagnetic material layer, said anti-ferromagnetic layer (24) generating an exchange coupling bias with the free magnetic layer to align the direction of magnetization of the free magnetic layer in a predetermined direction in a magnetization-variable state. A ferromagnetic layer (25) is disposed on the opposite side of the anti-ferromagnetic layer from the side facing the free magnetic layer and generates an exchange coupling bias with the anti-ferromagnetic layer to align the direction of magnetization of the same in a predetermined direction in a magnetization-variable state. The direction of magnetization based on the exchange coupling bias generated in the free magnetic layer is a direction that is equal to the direction of magnetization based on the exchange coupling bias generated in the ferromagnetic layer. The ferromagnetic layer can impart to the free magnetic layer a reflux magnetic field having a component that is in a direction along a sensitive axis (D2).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/146593 A1



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))

固定磁性層 (21) とフリー磁性層 (23) とが非磁性材料層 (22) を介して積層された磁気抵抗効果素子 (11) と、前記フリー磁性層の前記非磁性材料層に対向する側と反対側に、前記フリー磁性層との間で交換結合バイアスを生じさせ前記フリー磁性層の磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃える反強磁性層 (24) が設けられ、前記反強磁性層の前記フリー磁性層に対向する側と反対側に、前記反強磁性層との間で交換結合バイアスが生じてその磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃える強磁性層 (25) が設けられて、前記フリー磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向は前記強磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向と等しい方向であって、前記強磁性層は、前記フリー磁性層に対して、感度軸 (D2) に沿った方向の成分を有する還流磁場を付与可能である磁気センサ (1) を提供する。

明 細 書

発明の名称：

磁気センサおよび磁気センサの製造方法ならびに電流センサ

技術分野

[0001] 本発明は、磁気センサおよび磁気センサの製造方法ならびに磁気センサを備えた電流センサに関する。

背景技術

[0002] 電気自動車やハイブリッドカーにおけるモータ駆動技術などの分野では、比較的大きな電流が取り扱われるため、大電流を非接触で測定することが可能な電流センサが求められている。このような電流センサとしては、被測定電流からの誘導磁界を検出する磁気センサを用いたものが知られている。磁気センサ用の磁気検出素子として、例えば、GMR素子などの磁気抵抗効果素子が挙げられる。

[0003] GMR素子は、固定磁性層とフリー磁性層とが非磁性材料層を介して積層された積層構造を基本構造とする。固定磁性層は、反強磁性層と強磁性層との積層構造による交換結合バイアスや、2つの強磁性層が非磁性中間層を介して積層されるセルフピン止め構造によるRKKY相互作用（間接交換相互作用）により、磁化方向が一方向に固定されている。フリー磁性層は外部磁界に応じて磁化方向が変化可能とされている。

[0004] GMR素子を備えた磁気センサを用いてなる電流センサでは、被測定電流からの誘導磁界がGMR素子に印加されることにより、フリー磁性層の磁化方向が変化する。このフリー磁性層の磁化方向と、固定磁性層の磁化方向との関係でGMR素子の電気抵抗値が変動するため、この電気抵抗値を測定することにより、フリー磁性層の磁化方向を検出することができる。そして、磁気センサにより検出された磁化方向に基づいて、誘導磁界を与えた被測定電流の大きさおよびその向きを求めることが可能である。

[0005] ところで、電気自動車やハイブリッドカーにおいては、モータの駆動を電

流値に基づいて制御する場合があります、また、バッテリーに流れ込む電流値に応じてバッテリーの制御方法を調整する場合があります。したがって、磁気センサを用いてなる電流センサには、電流値をより正確に検出できるように、磁気センサの測定精度を高めることが求められている。

磁気センサの測定精度を向上させるためには、オフセットの低減、出力信号のばらつきの低減、およびリニアリティ（出力線形性）の向上などを実現することが求められる。これらの要求に応えるための好ましい一手段として、磁気センサが有するGMR素子のヒステリシスを低減させることが挙げられる。GMR素子のヒステリシスを低減させる手段の具体例として、フリー磁性層にバイアス磁界を印加して、被測定電流からの誘導磁界が印加されていない状態においてもフリー磁性層の磁化方向を揃えることが挙げられる。

[0006] フリー磁性層にバイアス磁界を印加する方法として、特許文献1には、永久磁石からなるハードバイアス層を設ける方法が開示されている。また、特許文献2には、フリー磁性層との間で交換結合バイアスを生じさせフリー磁性層の磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる反強磁性層をフリー磁性層に積層させる方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第2012/081377号

特許文献2：特開2012-185044号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、特許文献2に開示される交換結合バイアスに基づくフリー磁性層の単磁区化を基礎技術としつつ、さらに磁気抵抗効果素子のヒステリシスを低減させることが可能な磁気センサおよび磁気センサの製造方法ならびに磁気センサを用いてなる電流センサ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

[0009] 上記課題を解決するために本発明者らが検討した結果、次の新たな知見が得られた。すなわち、被測定電流からの誘導磁界などの外部磁界（本明細書において、測定対象となる外部磁界を「被測定磁界」ともいう。）が印加されていない状態において交換結合バイアスによりフリー磁性層の磁化方向を揃える方法（本明細書において、フリー磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向を、「初期磁化方向」ともいう。）において、被測定磁界の印加が終了しても初期磁化方向とは異なる方向への磁化が残留している場合（本明細書において、このフリー磁性層における残留磁化のうち初期磁化方向に直交する成分を、「残留直交成分」ともいう。）には、残留直交成分と反平行な成分を有する磁場を外部から印加することにより、残留直交成分を低減させることができる。

[0010] 上記知見を具体的に説明すれば、被測定電流からの誘導磁界などの外部磁界がフリー磁性層に印加されることにより、フリー磁性層の磁化方向は、初期磁化方向から被測定磁界の影響を受けて回転する。この磁化回転に基づく素子抵抗値の変動を測定することにより、被測定磁界の大きさおよび向きを検出することができる。ところが、被測定磁界の印加が終了しても、フリー磁性層の磁化方向は、初期磁化方向に完全には戻らず、フリー磁性層の磁化方向には、初期磁化方向に直交する成分が残留し、これが磁気抵抗効果素子のヒステリシスの一因となる。そこで、フリー磁性層の残留直交成分と反平行の磁場を外部から付与することにより、残留直交成分の大きさを低減させることができ、フリー磁性層の磁化方向を初期磁化方向に戻すことが容易になる。本明細書において、この目的でフリー磁性層に付与される磁場を「ヒステリシスキャンセル磁場」または「HC磁場」ともいう。

[0011] HC磁場を、ハードバイアス層を用いて付与することも可能であるが、ハードバイアス層は、多くの場合には、磁気抵抗効果素子の基本的な積層構造（シード層／固定磁性層／非磁性材料層／フリー磁性層）とは異なる構造として配置されるため、ハードバイアス層とフリー磁性層との位置関係にばらつきが生じやすく、HC磁場の大きさや向きにばらつきが生じるおそれがある。

る。

[0012] そこでさらに検討した結果、フリー磁性層の磁化方向を揃える目的で積層された反強磁性層のフリー磁性層に対向する側と反対側に強磁性層（本明細書において、「ヒステリシスキャンセル層」または「HC層」ともいう。）を積層することにより、フリー磁性層にHC磁場を効率的に印加できるとの知見を得た。

[0013] すなわち、被測定磁界が印加されていない状態では、HC層には、フリー磁性層と同様に反強磁性層との交換結合バイアスが生じている。そして、HC層を備える磁気抵抗効果素子に対して被測定磁界が印加されるとHC層の磁化方向も被測定磁界の影響で回転し、被測定磁界の印加が終了すると、フリー磁性層と同様に、交換結合バイアスに基づく磁化方向に対して直交する成分を有する磁化が残留する。そこで、HC層における反強磁性層との交換結合バイアスに基づく磁化方向を、フリー磁性層における初期磁化方向と等しい向きにしておくことにより、HC層の残留磁化に基づく還流磁場を、フリー磁性層の残留直交成分とは反平行の成分を有する外部磁場として、フリー磁性層に対して作用させることができる。その結果、フリー磁性層の残留直交成分は小さくなり、GMR素子のヒステリシスを低減させることが可能となる。

[0014] また、HC層からフリー磁性層に印加される還流磁場の温度依存性は、フリー磁性層と反強磁性層との交換結合バイアスの大きさの温度依存性と基本的な傾向が等しいことから、HC層は、磁気抵抗効果素子の温度補償機構としても働き、磁気センサの測定値の温度変化に起因する変動を低減させることができる。

[0015] かかる知見に基づき完成された本発明は次のとおりである。

(1) 特定の方向に感度軸を持つ磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、前記磁気抵抗効果素子は、固定磁性層とフリー磁性層とが非磁性材料層を介して積層された積層構造を備え、前記フリー磁性層における前記非磁性材料層に対向する側と反対側には、前記フリー磁性層との間で交換結合バ

イアスを生じさせ前記フリー磁性層の磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる反強磁性層が設けられ、前記反強磁性層における前記フリー磁性層に対向する側と反対側には、前記反強磁性層との間で交換結合バイアスが生じてその磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる強磁性層が設けられており、前記フリー磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向は、前記強磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向と等しい向きであって、前記強磁性層は、前記フリー磁性層に対して、前記感度軸に沿った方向の成分を有する還流磁場を付与可能であることを特徴とする磁気センサ。

[0016] (2) 前記強磁性層に生じた交換結合バイアスの大きさおよび前記強磁性層の厚さは、前記フリー磁性層の残留磁化の前記感度軸に沿った方向の成分を低減させるように設定される、上記(1)記載の磁気センサ。

[0017] (3) 前記反強磁性層は、 $1rMn$ により形成される、上記(1)または(2)に記載の磁気センサ。

[0018] (4) 前記固定磁性層は、第1磁性層と前記非磁性材料層に接する第2磁性層とが非磁性中間層を介して積層され、前記第1磁性層と前記第2磁性層とが反平行に磁化固定されたセルフピン止め型である、上記(1)から(3)のいずれかに記載の磁気センサ。

[0019] (5) 前記強磁性層に生じた交換結合バイアスの大きさおよび前記強磁性層の厚さは、前記フリー磁性層の感度の高温保存時間依存性を低減させるように設定される、上記(1)から(4)のいずれかに記載の磁気センサ。

[0020] (6) 基板上に、シード層、固定磁性層、非磁性材料層、フリー磁性層、反強磁性層および強磁性層をこの順に積層する工程を備える磁気センサの製造方法であって、積層方向に直交する第1の方向に磁場を印加しながら第1磁性層を前記シード層上に積層し、続いて非磁性中間層および第2磁性層を順次積層することにより、セルフピン止め構造を備える積層体からなる前記固定磁性層を得るピン層積層工程；前記第2磁性層上に非磁性材料層を積層する非磁性層積層工程；および前記第1の方向とは異なる方向である第2の磁

場を印加しながら、前記非磁性材料層上に、前記フリー磁性層、前記反強磁性層および前記強磁性層を順次積層するフリー層積層工程を備えることを特徴とする磁気センサの製造方法。

[0021] (7) 前記強磁性層から前記フリー磁性層に対して、前記第1の方向に平行な方向への還流磁場が印加可能に、前記強磁性層の構造は設定される、上記(6)に記載の磁気センサの製造方法。

[0022] (8) 前記シード層を積層する工程から、前記強磁性層を積層する工程まで、磁場中アニール処理が行われない、上記(6)または(7)に記載の磁気センサの製造方法。

[0023] (9) 前記反強磁性層を、 IrMn により形成する上記(8)に記載の磁気センサの製造方法。

[0024] (10) 上記(1)から(5)のいずれかに記載される磁気センサを備える電流センサ。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、磁気抵抗効果素子のヒステリシスを低減させることが可能な磁気センサが提供される。また、かかる磁気センサの製造方法およびかかる磁気センサを用いてなる電流センサも提供される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態に係る磁気センサを構成する磁気抵抗効果素子の拡大平面図である。

[図2]図1に示すI-I'線における矢視断面図である。

[図3]ゼロ磁場ヒステリシスの設計ストライプ幅依存性を示すグラフである。

[図4]ゼロ磁場ヒステリシスの感度依存性を示すグラフである。

[図5]平均感度変化率の交換結合バイアスの大きさの変化率に対する依存性を示すグラフである。

[図6]平均感度変化率の150℃加熱時間に対する依存性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 1. 磁気センサ

図1は、本発明の一実施形態に係る磁気センサの概念図（平面図）、図2は、図1に示すII-II線における矢視断面図である。

[0028] 本発明の一実施形態に係る磁気センサ1は、図1に示すように、ストライプ形状の磁気抵抗効果素子11を有する。磁気抵抗効果素子11は、そのストライプ長手方向D1（以下、単に「長手方向D1」もともいう。）が互いに平行になるように配置された複数の帯状の長尺パターン12（ストライプ）が折り返してなる形状（ミアンダ形状）を有する。このミアンダ形状の磁気抵抗効果素子11において、感度軸方向は、長尺パターン12の長手方向D1に対して直交する方向D2（以下、単に「幅方向D2」もともいう。）である。したがって、このミアンダ形状の磁気抵抗効果素子11を備える磁気センサ1は、使用の際に、被測定磁界およびキャンセル磁界が、幅方向D2に沿うように印加される。

[0029] 互いに平行になるように配置された複数の帯状の長尺パターン12のうち、配列方向端部に位置するもの以外の長尺パターン12のそれぞれは、端部において最近位の他の帯状の長尺パターン12と導電部13により接続されている。配列方向端部に位置する長尺パターン12は、導電部13を介して接続端子14に接続されている。こうして、2つの接続端子14、14間に、複数の長尺パターン12が直列に導電部13により接続された構成を、磁気抵抗効果素子11は備える。導電部13および接続端子14は非磁性、磁性の別を問わないが、電気抵抗の低い材料から構成することが好ましい。磁気センサ1は、2つの接続端子14、14から磁気抵抗効果素子11からの信号を出力可能である。接続端子14、14から出力される磁気抵抗効果素子11からの信号は、図示しない演算部に入力され、演算部において当該信号に基づいて被測定電力が算出される。

[0030] 図2に示すように、磁気抵抗効果素子11の長尺パターン12のそれぞれは、チップ29上に、図示しない絶縁層等を介して、下から、シード層20、固定磁性層21、非磁性材料層22、フリー磁性層23、反強磁性層24

、H C層25、および保護層26の順に積層されて成膜される。これらの層の成膜方法は限定されない。例えばスパッタにて成膜してもよい。

[0031] シード層20は、NiFeCrあるいはCr等で形成される。

固定磁性層21は、第1磁性層21aと第2磁性層21cと、第1磁性層21aと第2磁性層21cと間に位置する非磁性中間層21bとのセルフピン止め構造である。

[0032] 図2に示すように、第1磁性層21aの固定磁化方向と、第2磁性層21cの固定磁化方向とは反平行となっている。そして、第2磁性層21cの固定磁化方向が、固定磁性層21における固定磁化方向、すなわち感度軸方向である。

[0033] 図2に示すように、第1磁性層21aはシード層20上に形成されており、第2磁性層21cは、後述する非磁性材料層22に接して形成されている。

[0034] 本実施形態における第1磁性層21aは、第2磁性層21cよりも高保磁力材料のFeCo合金で形成されることが好適である。

[0035] 非磁性材料層22に接する第2磁性層21cは磁気抵抗効果（具体的にはGMR効果）に寄与する層であり、第2磁性層21cには、アップスピンを持つ伝導電子とダウンスピンを持つ伝導電子の平均自由行程差を大きくできる磁性材料が選択される。

[0036] 図2に示す構成では、第1磁性層21aと第2磁性層21cとの磁化量（飽和磁化 M_s ・膜厚 t ）の差が実質的にゼロとなるように調整されている。

[0037] 本実施形態における固定磁性層21は、セルフピン止め構造であるから、反強磁性層を備えない。これにより磁気抵抗効果素子11の温度特性が反強磁性層のブロッキング温度に制約を受けない。

[0038] 固定磁性層21の磁化固定力を高めるには、第1磁性層21aの保磁力 H_c を高めること、第1磁性層21aと第2磁性層21cの磁化量の差を実質的にゼロに調整すること、更に非磁性中間層21bの膜厚を調整して第1磁性層21aと第2磁性層21c間に生じるRKKY相互作用による反平行結

合磁界を強めることが重要とされている。このように適宜調整することで、固定磁性層 21 が外部からの磁界に対して影響を受けることなく、磁化がより強固に固定される。

[0039] 非磁性材料層 22 は、Cu（銅）などである。また図 2 に示すフリー磁性層 23 は NiFe や CoFe 等の単層構造、あるいは積層構造で構成されるが、これに限定されるものでない。保護層 26 を構成する材料は限定されない。Ta（タンタル）などが例示される。

[0040] 図 2 に示すようにフリー磁性層 23 の上面には反強磁性層 24 が形成されている。反強磁性層 24 はフリー磁性層 23 との間で磁場中でのアニール処理を行うことなく交換結合バイアス（交換結合磁界； H_{ex} ）を生じさせることができる IrMn で形成されることが好ましい。このように磁場中でのアニール処理を施すことなくフリー磁性層 23 との間で交換結合バイアスを生じさせることができる反強磁性層 24 を用いる場合には、磁場中でのアニール処理を必要とする PtMn や NiMn は使用しないことが好ましい。

[0041] 反強磁性層 24 の膜厚およびフリー磁性層 23 に生じる交換結合バイアスの大きさは、フリー磁性層 23 の磁化方向を被測定磁界に対して磁化変動可能な状態で揃えることができる限り、限定されない。一例を挙げれば、反強磁性層 24 の膜厚は、40～80 Å 程度である。またフリー磁性層 23 に生じる交換結合バイアスの大きさは 50～3000 e（約 4 kA/m～約 24 kA/m）程度である。図 2 のフリー磁性層の磁化方向 F は初期磁化方向を示しており、フリー磁性層 23 の磁化方向 F は固定磁性層 21 の固定磁化方向（第 2 磁性層 21c の固定磁化方向）に対して直交する方向に揃えられている。

[0042] 図 2 では、反強磁性層 24 がフリー磁性層 23 の上面全体に成膜されているが、これに限定されず、反強磁性層 24 の一部に欠陥部を形成してもよい。ただし、反強磁性層 24 がフリー磁性層 23 の全面に形成されているほうが、フリー磁性層 23 全体を適切に一方向に単磁区化でき、ヒステリシスをより低減できるため、測定精度を向上させることができ好適である。

[0043] 本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子 11 は、反強磁性層 24 におけるフリー磁性層 23 に対向する側と反対側、すなわち、図 2 では反強磁性層 24 の上面側に、反強磁性層 24 との間で交換結合バイアスが生じてその磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる HC 層 25 が設けられている。HC 層 25 は、反強磁性層 24 との間で交換結合バイアスが適切に生じうるように、強磁性材料からなる強磁性層である。

[0044] 反強磁性層 24 に起因してフリー磁性層 23 に生じた交換結合バイアスと、反強磁性層 24 に起因して HC 層 25 に生じた交換結合バイアスとは磁化方向が等しくなるように、反強磁性層 24 および HC 層 25 は設定される。また、HC 層 25 は、フリー磁性層 23 に対して、感度軸に沿った方向、すなわち幅方向 D2 の成分を有する還流磁場を付与可能である。磁気抵抗効果素子 11 が、図 1 に示されるように、互いに離間した複数の長尺パターン 12 を備える構成であれば、HC 層 25 が極端に薄いなどの特段の構造を有していない限り、通常、HC 層 25 からの還流磁場における感度軸に沿った方向の成分を、フリー磁性層 23 に対して付与することは容易である。以下の説明において、HC 層 25 からの還流磁場における感度軸に沿った方向の成分を「還流直交成分」ともいう。

[0045] HC 層 25 の磁化方向は、フリー磁性層 23 と同様に、被測定電流からの誘導磁界などの被測定磁界の向きに沿うように回転するため、フリー磁性層 23 に付与される HC 層 25 からの還流直交成分は、被測定磁界の向きと反対向きとなる。したがって、被測定磁界の印加が終了して、フリー磁性層 23 に残留直交成分が存在している場合には、この HC 層 25 の残留磁化に基づく還流直交成分は、フリー磁性層 23 の残留直交成分と反対向きになり、フリー磁性層 23 の残留直交成分を消去するように作用する。したがって、本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子 11 は、ヒステリシスが低減しやすい。

[0046] HC 層 25 を構成する材料は強磁性材料である限り限定されない。そのような材料として NiFeNb 系の材料、NiFe 系の材料、CoFe 系の材

料などが例示される。これらの中でも、シャントロスを少なくする観点から、HC層25はNiFeNb系の材料のような体積抵抗率が比較的高い材料を用いることが好ましい。

[0047] HC層25は単層構造であってもよいし、積層構造であってもよい。反強磁性層24との間で交換結合バイアスを適切に生じること、被測定磁界が印加されたときにHC層25の磁化回転が適切に生じること、フリー磁性層23の残留直交成分を低減させうる程度にHC層25からの還流直交成分が生じること、およびシャントロスを低減させることのバランスを良好にする観点から、HC層25を積層構造とし、反強磁性層24上にNiFe系の材料のような交換結合バイアスが適度に発生しやすい材料からなる比較的薄い層が反強磁性層24に接するように位置し、反強磁性層24に対して相対的に遠位な位置に、NiFeNb系の材料のような体積抵抗率が比較的高い材料からなる比較的厚い層が位置するようにすることが好ましい。

[0048] HC層25が上記のように積層構造を有する場合には、各層の組成や厚さを調整することにより、磁気抵抗効果素子11を備えた磁気センサのリニアリティを向上させることも可能である。また、HC層25を備える磁気抵抗効果素子11をアニール処理（このアニール処理において磁場の印加は不要である。）することにより、磁気抵抗効果素子11を備えた磁気センサのリニアリティを向上させることができる場合もある。

[0049] HC層25は、次に説明するように、磁気抵抗効果素子11の温度補償機構としても機能しうる。反強磁性層24がフリー磁性層23やHC層25との間で生じさせる交換結合バイアスは、様々な要因（組成のばらつき、接合界面の不整合、相互拡散など）により、その大きさに高温保存時間依存性を有し、基本的な傾向として、高温環境での保存時間が長くなると、交換結合バイアスは大きくなる。

[0050] このため、HC層25を有しない磁気抵抗効果素子では、測定環境温度の高い状態が長く続いた後にフリー磁性層に生じた交換結合バイアスが大きくなると、磁気抵抗効果素子に外部磁場が印加された際に、フリー磁性層の磁

化回転角度は小さくなって、見かけ上、印加された磁場が低下したように測定される。したがって、この磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサが電流センサとして用いられる場合には、高温環境下での保存時間が長くなることにより検出電流が低下してしまうことになる。これに対し、本実施形態に係る磁気抵抗効果素子 11 のように HC 層 25 を有する場合には、HC 層 25 において生じる交換結合バイアスも、フリー磁性層 23 に生じる交換結合バイアスと基本的な傾向が共通する高温保存時間依存性を有するため、HC 層 25 からの還流磁場は、高温環境下での保存時間が短いほど大きく、高温環境下での保存時間が長いほど高いほど小さくなる。

[0051] つまり、フリー磁性層 23 の磁化回転角度が比較的大きくなる高温環境下での保存時間が短い場合には、磁化回転角度を低下させるように作用する HC 層 25 からの還流直交成分が比較的大きく、フリー磁性層 23 の磁化回転角度が比較的小さくなる高温環境下での保存時間が長い場合には、磁化回転角度を低下させるように作用する HC 層 25 からの還流直交成分が比較的小さくなる。このため、高温環境下での保存時間の変化に基づくフリー磁性層 23 の磁化回転の変化は生じにくくなり、高温環境下での保存時間に起因する測定値の変動が生じにくくなる。このような HC 層 25 による温度補償機構を適切に機能させるためには、HC 層 25 の構成（組成、厚さなど）を適切に設定すればよい。

[0052] なお、図 2 では、HC 層 25 が反強磁性層 24 の上面全体に成膜されているが、これに限定されず、HC 層 25 の一部に欠陥部を形成してもよい。ただし、HC 層 25 が反強磁性層 24 の全面に形成されているほうが、フリー磁性層 23 の残留直交成分を適切に低減させることができ、測定精度を向上させることができ好適である。

[0053] 2. 磁気センサの製造方法

本発明の一実施形態に係る磁気センサの製造方法は限定されない。次に説明する方法によれば、本実施形態に係る磁気センサを効率的に製造することが可能である。

[0054] 基板29上に、図2では図示しない絶縁層を介してシード層20を成膜し、その上に、セルフピン止め構造を有する固定磁性層21を積層する。具体的には、図2に示されるような、第1磁性層21a、非磁性中間層21bおよび第2磁性層21cを順次積層する。各層の成膜手段は限定されない。スパッタが例示される。第1磁性層21aを成膜する際に磁場を印加しながら行うことにより、第1磁性層21aを図1における幅方向D2に沿うように磁化させれば、RKKY相互作用により第2磁性層21cを第1磁性層21aの磁化方向と反平行な向きに強く磁化することが可能である。こうして磁化された第2磁性層21cは、その後の製造過程において自らの磁化方向と異なる向きの磁場が印加されても、その影響を受けずに幅方向D2に磁化された状態を維持することが可能である。

[0055] 次に、固定磁性層21上に非磁性材料層22を積層する。非磁性材料層22の積層方法は限定されず、スパッタが具体例として挙げられる。

[0056] 続いて、非磁性材料層22上に、長手方向D1に沿った方向の磁場を印加しながら、フリー磁性層23、反強磁性層24およびHC層25を順次積層する。これらの層の積層方法は限定されず、スパッタが具体例として挙げられる。このように磁場中成膜を行うことにより、フリー磁性層23の磁化方向に沿った方向に反強磁性層24との間で交換結合バイアスが生じ、フリー磁性層23の磁化方向と等しい向きに磁化されたHC層25において、その磁化方向に沿った方向に反強磁性層24との間で交換結合バイアスが生じる。それゆえ、成膜が終了して磁場の印加も終了しても、反強磁性層24との間で生じた交換結合バイアスにより、フリー磁性層23とHC層25とは長手方向D1の等しい向きに磁化方向が揃った状態を維持することができる。なお、これらの層の成膜中には、固定磁場層21に対しても磁場が印加されるが、固定磁場層21はRKKY相互作用に基づくピン止め構造を有するため、この印加された磁場によっては磁化方向が変動することはない。

[0057] ここで、反強磁性層24を構成する材料としてIrMn系の材料を用いた場合には、特段の加熱処理を伴わない磁場中成膜により反強磁性層24の磁

化方向を揃えることが可能である。したがって、磁気抵抗効果素子 11 を製造するプロセス全体を通じて磁場中アニール処理を行わないプロセスとすることが可能である。磁気抵抗効果素子 11 の製造プロセスを上記のように磁場中アニールフリープロセスとすることにより、同一の基板上に異なる感度軸（磁化方向が反対向きの場合を含む。）を有する磁気抵抗効果素子 11 を容易に製造することが可能となる。磁気抵抗効果素子 11 の製造プロセスが磁場中アニール処理を必要とする場合には、磁場中アニール処理を複数回行うと、先に行った磁場中アニール処理の効果が薄れ、磁化方向を適切に設定することが困難となるおそれがある。

[0058] こうして、磁場中成膜によりフリー磁性層 23、反強磁性層 24 および H C 層 25 を積層したら、最後に、保護層 26 を積層する。保護層 26 の積層方法は限定されず、スパッタが具体例として挙げられる。

[0059] 以上の成膜工程により得られた積層構造体に対して除去加工（ミリング）を行い、複数の長尺パターン 12 が幅方向 D2 に沿って配列された状態とする。これらの複数の長尺パターン 12 を接続する導電部 13 および導電部 13 に接続する接続端子 14 を形成して、図 1 に示されるミアンダ形状を有する磁気抵抗効果素子 11 を得る。

[0060] 3. 電流センサ

本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサは、電流センサとして好適に使用されうる。かかる電流センサは、磁気抵抗効果素子を 1 つ備える構成でもよいが、特許文献 1 や特許文献 2 に記載されるように、4 つの素子を用い、ブリッジ回路を組んで測定精度を高めることが好ましい。本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子の製造方法は、好ましい一例において磁場中アニール処理を備えないため、複数の磁気抵抗効果素子を同一基板上に製造することが容易である。

[0061] 本発明の一実施形態に係る電流センサの具体例として、磁気比例式電流センサおよび磁気平衡式電流センサが挙げられる。

磁気比例式電流センサは、本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子（

固定磁性層とフリー磁性層とが非磁性材料層を介して積層された積層構造を備える磁気抵抗効果素子であって、フリー磁性層における非磁性材料層に対向する側と反対側には、フリー磁性層との間で交換結合バイアスを生じさせフリー磁性層の磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる反強磁性層が設けられ、反強磁性層におけるフリー磁性層に対向する側と反対側には、反強磁性層との間で交換結合バイアスが生じてその磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる強磁性層が設けられており、フリー磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向は、強磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向と等しい向きであって、強磁性層は、フリー磁性層に対して、感度軸に沿った方向の成分を有する還流磁場を付与可能である、磁気抵抗効果素子。)を少なくとも1つ含んで構成され、被測定電流からの誘導磁界に応じた電圧差を生じる2つの出力を備える磁界検出ブリッジ回路を有する。そして、磁気比例式電流センサでは、誘導磁界に応じて磁界検出ブリッジ回路から出力される電位差により、被測定電流が測定される。

[0062] 磁気平衡式電流センサは、本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子を少なくとも1つ含んで構成され、被測定電流からの誘導磁界に応じた電圧差を生じる2つの出力を備える磁界検出ブリッジ回路と、磁気抵抗効果素子の近傍に配置され、誘導磁界を相殺するキャンセル磁界を発生するフィードバックコイルと、を具備する。そして、磁気平衡式電流センサでは、電圧差によりフィードバックコイルに通電して誘導磁界とキャンセル磁界とが相殺される平衡状態となったときのフィードバックコイルに流れる電流に基づいて、被測定電流が測定される。

[0063] 以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

例えば、フリー磁性層23の磁化制御として磁場中でのアニール処理を必

要としない反強磁性層 24 とともに従来におけるハードバイアス層を補助的に用いてもよい。

実施例

[0064] 以下、実施例等により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例等に限定されるものではない。

絶縁膜を有する基板上に、下からシード層 20 : NiFeCr (42) / 固定磁性層 21 [第1磁性層 21a ; Fe₆₀Co₄₀ (19) / 非磁性中間層 21b ; Ru (3.6) / 第2磁性層 21c ; Co₉₀Fe₁₀ (24)] / 非磁性材料層 22 ; Cu (22) / フリー磁性層 23 [Co₉₀Fe₁₀ (10) / Ni₈₁Fe₁₉ (90) / Co₉₀Fe₁₀ (10)] / 反強磁性層 24 ; Ir₂₂Mn₇₈ (60) / HC層 25 [Ni₈₁Fe₁₉ (10) / Ni₈₂Fe₁₃Nb₅ (100)] / 保護層 26 ; Ta (100) の順に積層して積層体 1 を得た。括弧内の数値は膜厚を示し単位は Å である。

[0065] 固定磁性層 21 を成膜するときの磁場印加磁石の磁場方向と、フリー磁性層 23、反強磁性層 24 および HC層 25 を成膜するときの磁場印加磁石の磁場方向とを 90° 変えて、各層を磁場中成膜した。

[0066] 得られた積層体 1 をミリングして複数の長尺パターンがストライプ状に配置された構造体を得た。これらの複数の長尺パターンの端部に導電部を形成し、さらに導電部に接続するように接続端子を形成して、ミアンダ形状を有する磁気抵抗効果素子を形成した。

[0067] HC層 25 を成膜しなかったこと以外は積層体 1 の製造方法と同様の製造方法により積層体 2 を製造した。この積層体 2 から HC層を有しない磁気抵抗効果素子を製造した。

[0068] 上記の積層体 1 および 2 のミリング条件を変更することにより、設計ストライプ幅が異なる複数の磁気抵抗効果素子を作製した。これらの磁気抵抗効果素子について、±5000e (±約 8 kA/m) の外部磁界を印加して、ゼロ磁場ヒステリシス (単位 : フルスケールに対する百分率) を測定した。

その結果、図 3 に示すような結果が得られた。HC層を導入することによ

り、設計ストライプ幅を細くすることなく、磁気抵抗効果素子のゼロ磁場ヒステリシスを低減させることができることが確認された。

[0069] また、図3において、設計ストライプ幅を変化させることによって調整可能な感度（単位：mV/mT）を横軸にしてプロットしなおすと、図4に示されるような結果が得られた。

[0070] HC層を有しない磁気抵抗効果素子（構造体2に基づく。）に対して150℃で加熱し、一定時間保存する処理を行った。処理後の磁気抵抗効果素子について、150℃加熱処理前の値を基準とする、平均感度変化率（縦軸）および交換結合バイアスの大きさの変化率（横軸）の関係をグラフ化した。その結果を図5に示す。なお、各プロットは、左から熱処理前、100時間、200時間、500時間、700時間、1000時間保存したものである。図5に示されるように、高温での保存時間が長くなると交換結合バイアスの大きさの変化率は次第に大きくなり、平均感度変化率は低下することが確認された。これにより、フリー磁性層23の交換結合バイアスの大きさと、HC層25の交換結合バイアスの大きさとは、高温保存により同じように変化すること、および高温保存の有無や時間によらず、HC層25からの還流磁場によって、適切にヒステリシスを低減できることが分かる。

[0071] 構造体1および2に基づく磁気抵抗効果素子に対して150℃で加熱する処理を行った。処理後の磁気抵抗効果素子について、150℃加熱処理前の値を基準とする、平均感度変化率の高温保存時間依存性を測定した。その結果を図6に示す。図6に示されるように、HC層を導入することにより、磁気抵抗効果素子が高温保存されたことに起因する感度変化を低減することが可能である。

産業上の利用可能性

[0072] 本発明の一実施形態に係る磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサは、電気自動車はハイブリッドカーなどの電流センサの構成要素として好適に使用されうる。

符号の説明

[0073]	1	磁気センサ
	1 1	磁気抵抗効果素子
	1 2	長尺パターン
	2 1	固定磁性層
	2 1 a	第 1 磁性層
	2 1 b	非磁性中間層
	2 1 c	第 2 磁性層
	2 2	非磁性材料層
	2 3	フリー磁性層
	2 4	反強磁性層
	2 5	H C 層
	2 9	チップ

請求の範囲

- [請求項1] 特定の方向に感度軸を持つ磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、
- 前記磁気抵抗効果素子は、固定磁性層とフリー磁性層とが非磁性材料層を介して積層された積層構造を備え、
- 前記フリー磁性層における前記非磁性材料層に対向する側と反対側には、前記フリー磁性層との間で交換結合バイアスを生じさせ前記フリー磁性層の磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる反強磁性層が設けられ、
- 前記反強磁性層における前記フリー磁性層に対向する側と反対側には、前記反強磁性層との間で交換結合バイアスが生じてその磁化方向を磁化変動可能な状態で所定方向に揃えることができる強磁性層が設けられており、
- 前記フリー磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向は、前記強磁性層に生じた交換結合バイアスに基づく磁化方向と等しい向きであって、
- 前記強磁性層は、前記フリー磁性層に対して、前記感度軸に沿った方向の成分を有する還流磁場を付与可能であることを特徴とする磁気センサ。
- [請求項2] 前記強磁性層に生じた交換結合バイアスの大きさおよび前記強磁性層の厚さは、前記フリー磁性層の残留磁化の前記感度軸に沿った方向の成分を低減させるように設定される、請求項1に記載の磁気センサ。
- [請求項3] 前記反強磁性層は、 IrMn により形成される、請求項1または2に記載の磁気センサ。
- [請求項4] 前記固定磁性層は、第1磁性層と前記非磁性材料層に接する第2磁性層とが非磁性中間層を介して積層され、前記第1磁性層と前記第2磁性層とが反平行に磁化固定されたセルフピン止め型である、請求項

1 から 3 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

[請求項5] 前記強磁性層に生じた交換結合バイアスの大きさおよび前記強磁性層の厚さは、前記フリー磁性層の感度の高温保存時間依存性を低減させるように設定される、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

[請求項6] 基板上に、シード層、固定磁性層、非磁性材料層、フリー磁性層、反強磁性層および強磁性層をこの順に積層する工程を備える磁気センサの製造方法であって、

積層方向に直交する第 1 の方向に磁場を印加しながら第 1 磁性層を前記シード層上に積層し、続いて非磁性中間層および第 2 磁性層を順次積層することにより、セルフピン止め構造を備える積層体からなる前記固定磁性層を得るピン層積層工程；

前記第 2 磁性層上に非磁性材料層を積層する非磁性層積層工程；および

前記第 1 の方向とは異なる方向である第 2 の磁場を印加しながら、前記非磁性材料層上に、前記フリー磁性層、前記反強磁性層および前記強磁性層を順次積層するフリー層積層工程を備えることを特徴とする磁気センサの製造方法。

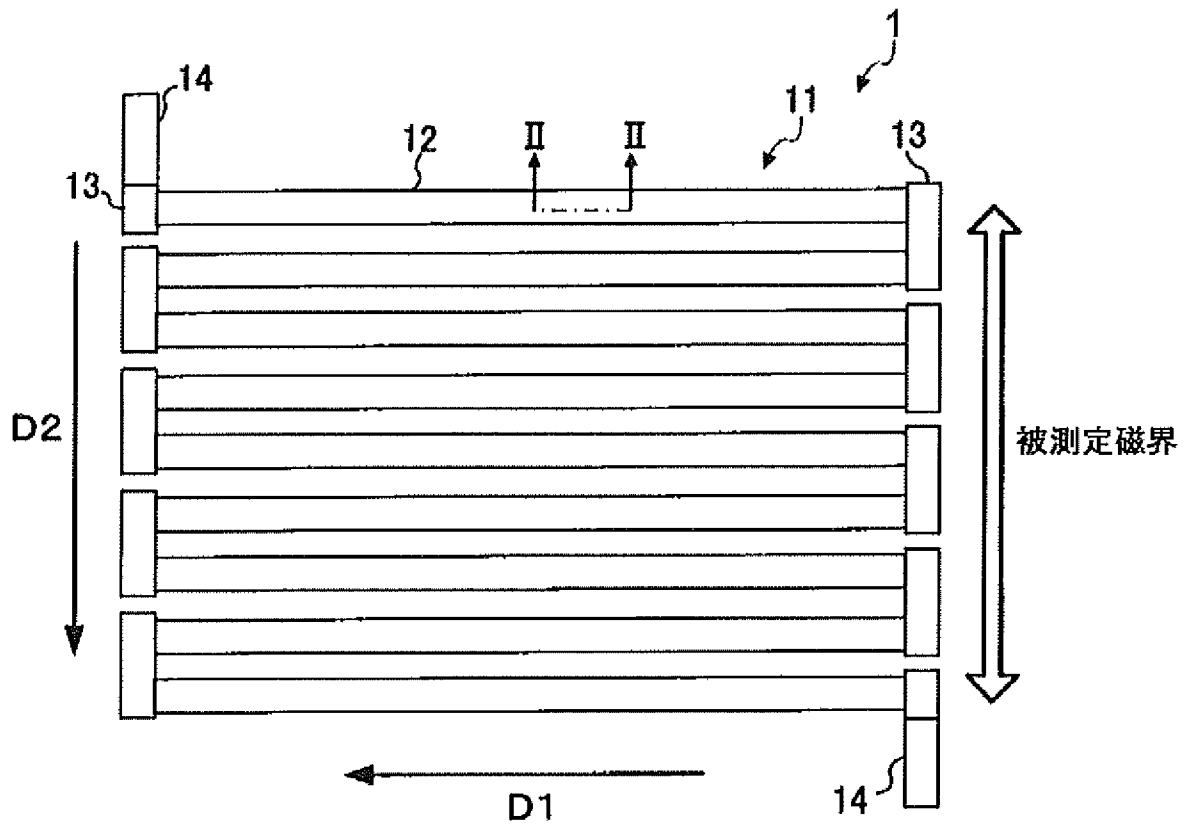
[請求項7] 前記強磁性層から前記フリー磁性層に対して、前記第 1 の方向に平行な方向への還流磁場が印加可能に、前記強磁性層の構造は設定される、請求項 6 に記載の磁気センサの製造方法。

[請求項8] 前記シード層を積層する工程から、前記強磁性層を積層する工程まで、磁場中アニール処理が行われない、請求項 6 または 7 に記載の磁気センサの製造方法。

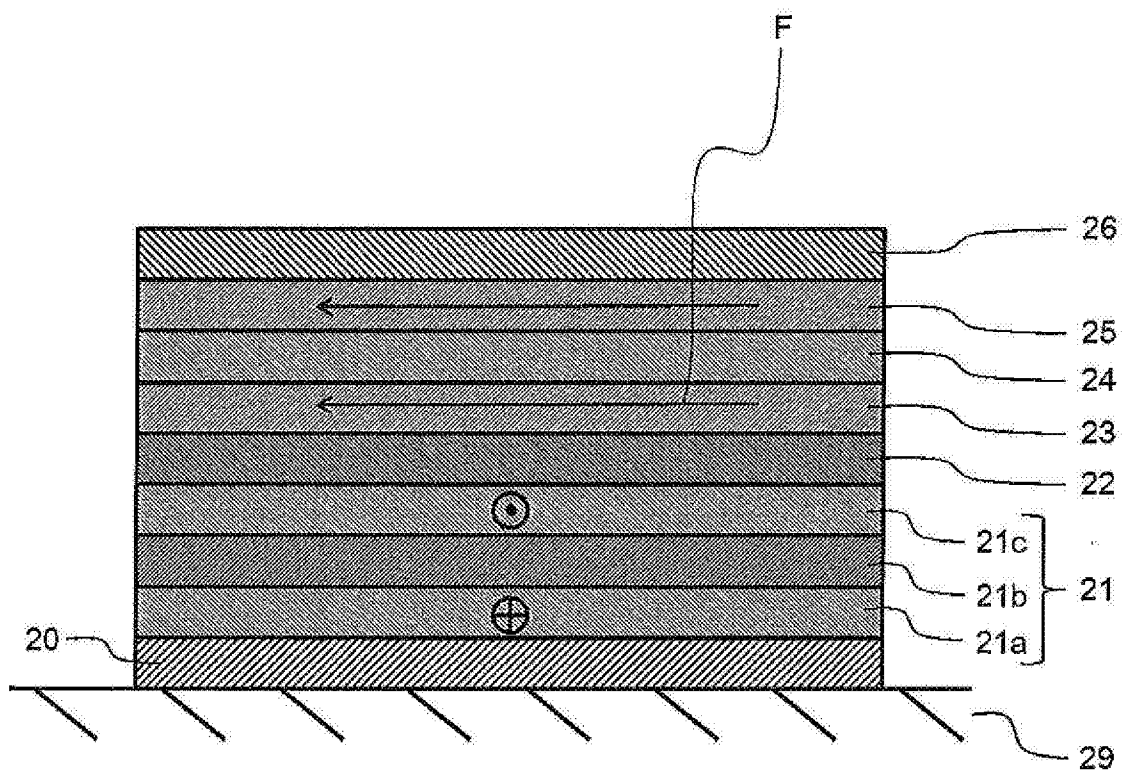
[請求項9] 前記反強磁性層を、 $1rMn$ により形成する請求項 8 に記載の磁気センサの製造方法。

[請求項10] 請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載される磁気センサを備える電流センサ。

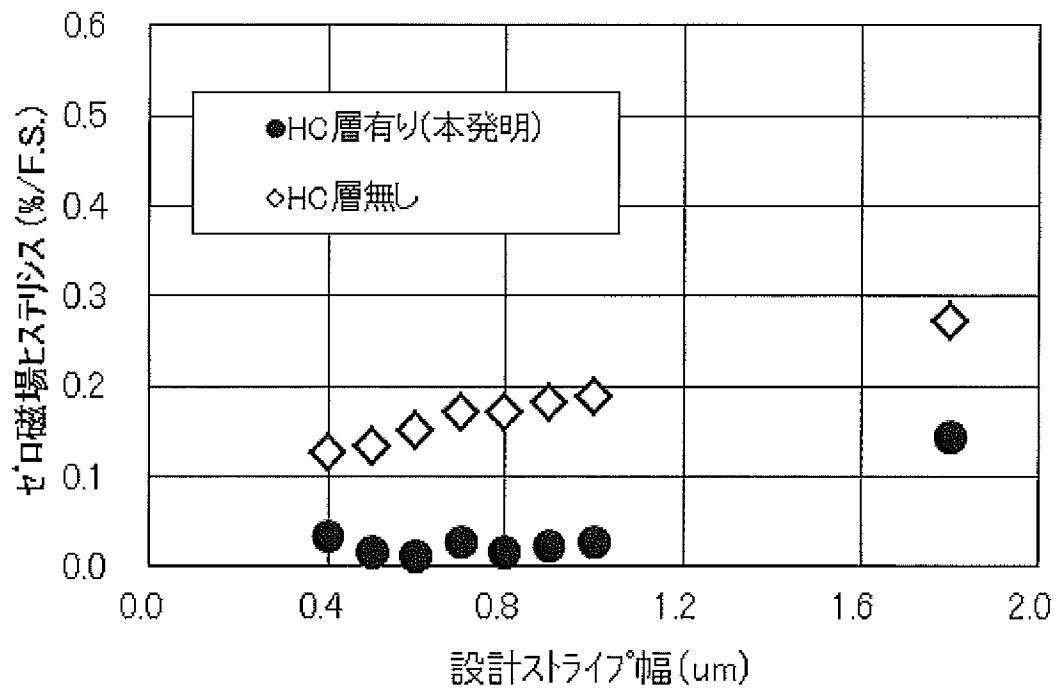
[図1]



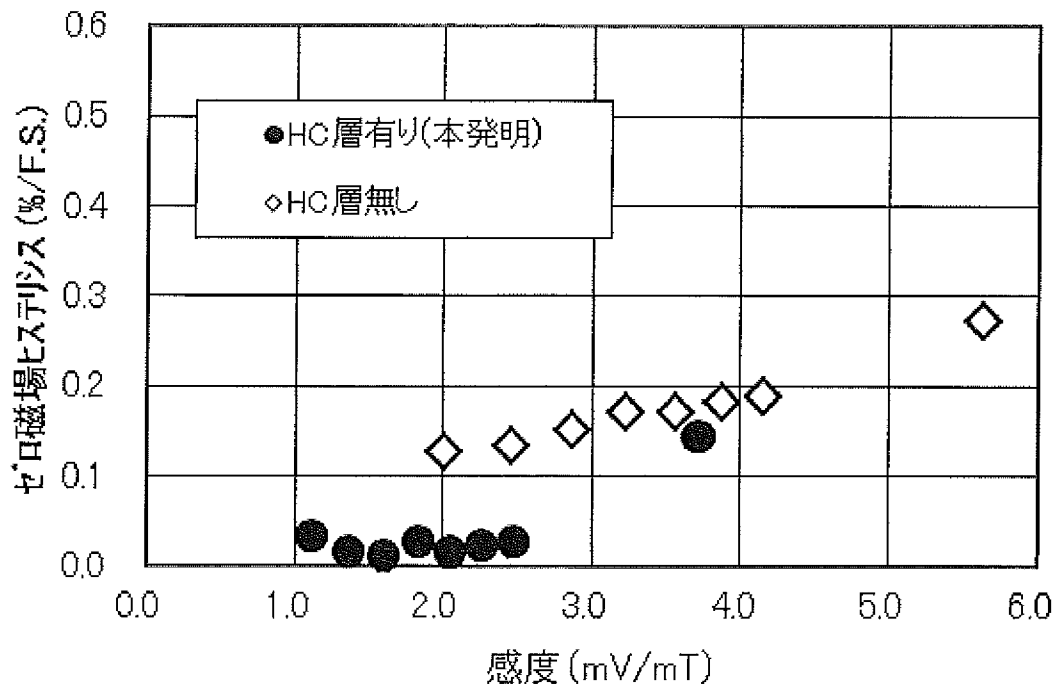
[図2]



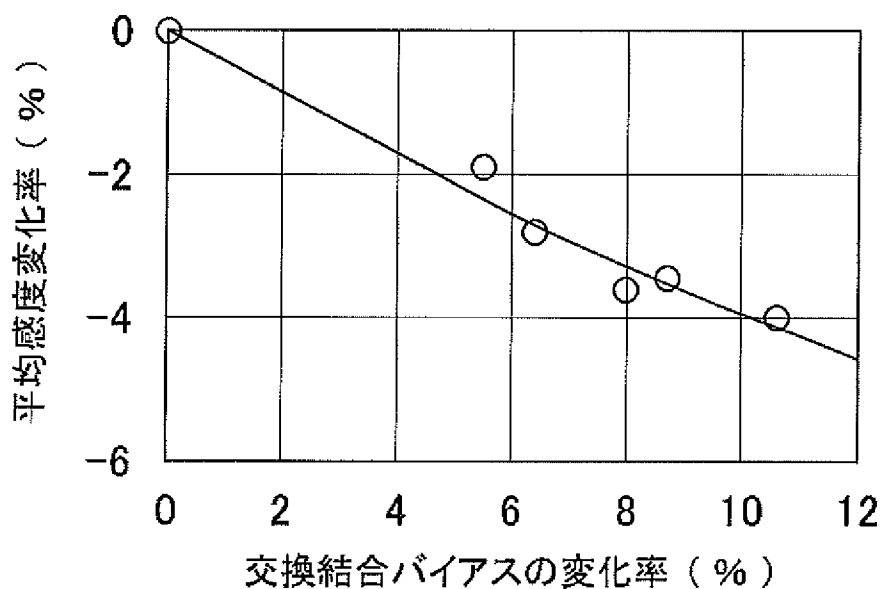
[図3]



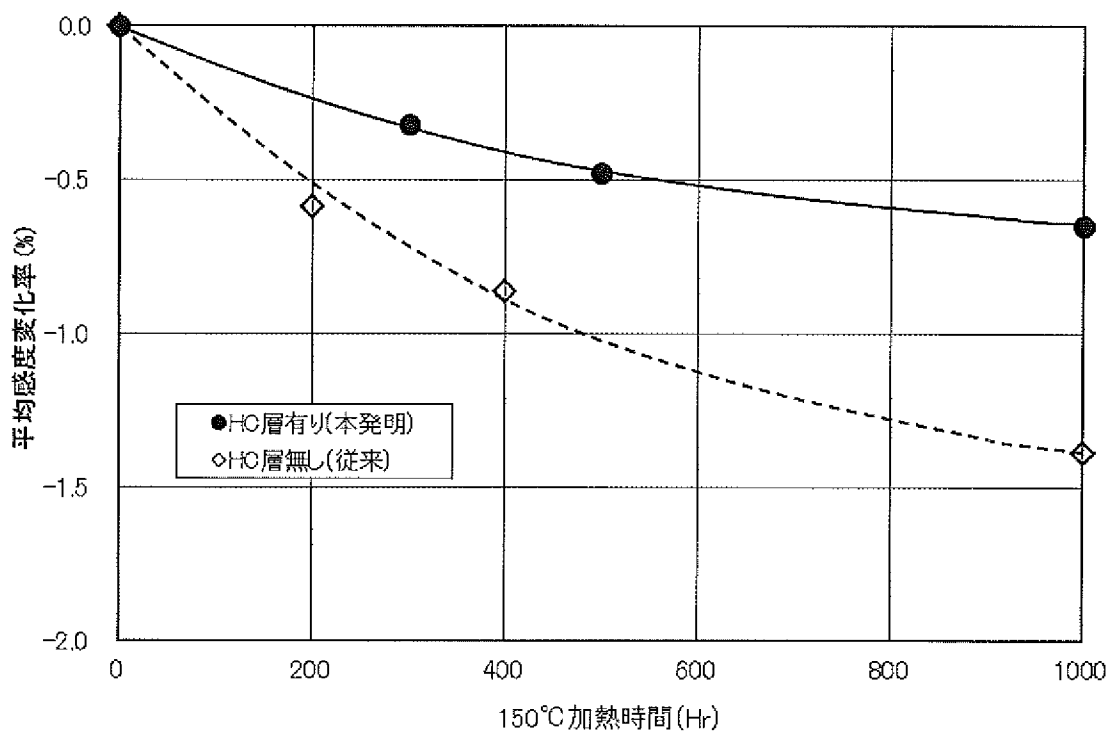
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/057200

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L43/08(2006.01)i, G01R15/20(2006.01)i, G01R33/09(2006.01)i, H01L43/12(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)
H01L43/08, G01R15/20, G01R33/09, H01L43/12

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/081377 A1 (Alps Electric Co., Ltd.), 21 June 2012 (21.06.2012), paragraphs [0031] to [0046], [0061] to [0092]; fig. 1, 2, 7 to 12 & US 2013/0257422 A1 & EP 2654095 A1 & CN 103262276 A	1-10
A	JP 2004-206839 A (TDK Corp.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraphs [0021] to [0034]; fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2001-357505 A (Sony Corp.), 26 December 2001 (26.12.2001), paragraphs [0021] to [0038]; fig. 1B (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 30 April 2015 (30.04.15)	Date of mailing of the international search report 19 May 2015 (19.05.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/057200

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-536267 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 02 December 2003 (02.12.2003), entire text; all drawings & US 2002/0030489 A1 & WO 2001/099099 A2 & EP 1282902 B1 & TW 579502 B & CN 1460272 A & KR 10-2003-0009286 A & AT 441192 T	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01L43/08(2006.01)i, G01R15/20(2006.01)i, G01R33/09(2006.01)i, H01L43/12(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（IPC）） Int.Cl. H01L43/08, G01R15/20, G01R33/09, H01L43/12		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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）		
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
A	WO 2012/081377 A1（アルプス電気株式会社）2012.06.21, 段落 0031-0046, 0061-0092, 図 1, 2, 7-12 & US 2013/0257422 A1 & EP 2654095 A1 & CN 103262276 A	1-10
A	JP 2004-206839 A（TDK株式会社）2004.07.22, 段落 0021-0034, 図 1 （ファミリーなし）	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 30.04.2015	国際調査報告の発送日 19.05.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 上田 智志 電話番号 03-3581-1101 内線 3514	5 F 3664

C (続き) . 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
A	JP 2001-357505 A (ソニー株式会社) 2001. 12. 26, 段落 0021-0038, 図 1B (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2003-536267 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エ ヌ ヴィ) 2003. 12. 02, 全文, 全図 & US 2002/0030489 A1 & WO 2001/099099 A2 & EP 1282902 B1 & TW 579502 B & CN 1460272 A & KR 10-2003-0009286 A & AT 441192 T	1-10