

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-533367

(P2010-533367A)

(43) 公表日 平成22年10月21日 (2010. 10. 21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 43/08 (2006.01)	H01L 43/08	Z 2G017
G01R 33/09 (2006.01)	G01R 33/06	R 5D034
G11B 5/39 (2006.01)	G11B 5/39	5D111
G11B 5/187 (2006.01)	G11B 5/187	B 5F092
H01L 43/10 (2006.01)	H01L 43/10	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2010-515479 (P2010-515479)
 (86) (22) 出願日 平成20年7月4日 (2008. 7. 4)
 (85) 翻訳文提出日 平成22年2月19日 (2010. 2. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2008/058704
 (87) 国際公開番号 W02009/007324
 (87) 国際公開日 平成21年1月15日 (2009. 1. 15)
 (31) 優先権主張番号 0756395
 (32) 優先日 平成19年7月10日 (2007. 7. 10)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 506423291
 コミサリア ア レネルジイ アトミック
 エ オ ゼネ ルジイ アルテアナティ
 ーフ
 COMMISSARIAT A L' EN
 ERGIE ATOMIQUE ET A
 UX ENERGIES ALTERNA
 TIVES
 フランス国 エフー75015 パリ パ
 テイメン " ル ポナーン デ" リュ
 ルブラン 25

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横方向のスピンの移動を用いた低ノイズ磁気センサ

(57) 【要約】

本発明は、ピン層である第1の磁化が固定された磁気層 (410) と、外部磁場がない場合、前記ピン層の磁化に対して実質的に垂直な磁化を有し、磁気脱共役のために第1の分離層 (420) によって前記ピン層から分離されている高感度層であるフリー磁化磁気層 (430) とを備える磁気抵抗センサに関する。前記センサは、横方向のスピンの移動を制御する役割を果たし、前記分離層の反対側で前記高感度層の横に位置する横結合層 (440) を更に備える。

【選択図】 図4

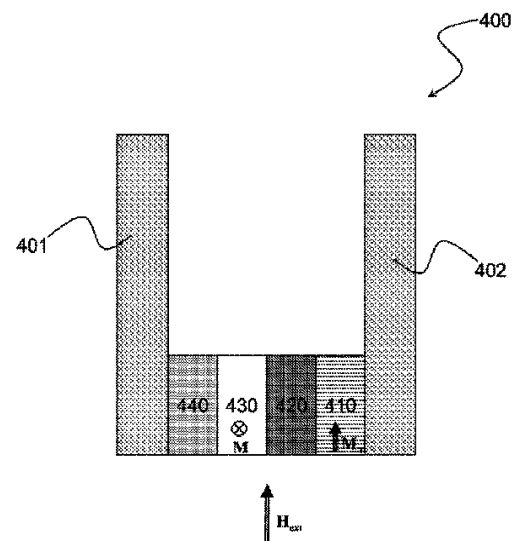


Fig. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピン層である第 1 の磁化が固定された磁気層 (4 1 0) と、
外部磁場がない場合、前記ピン層の磁化に対して実質的に垂直な磁化を有し、磁気脱共役のために第 1 の分離層 (4 2 0) によって前記ピン層から分離されている高感度層であるフリー磁化磁気層 (4 3 0) と、
を備える磁気抵抗センサであって、
スピン保持した電子を前記高感度層へ後方散乱させるのに適し、前記ピン層に向かって連続的な直流を流す手段となり、前記分離層の反対側で前記高感度層の横に位置する横結合層 (4 4 0) とを更に備える磁気抵抗センサ。

10

【請求項 2】

前記分離層が第 1 トンネルバリアを形成する第 1 絶縁層である請求項 1 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 3】

前記分離層が電流を制限するのに適した第 1 の非連続的な絶縁層である請求項 1 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 4】

前記分離層が第 1 非磁性金属層である請求項 1 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 5】

前記横結合層が第 2 トンネルバリアを形成し、前記分離層より低い表面抵抗を有する第 2 絶縁層又は半導体層を備える請求項 2 又は 3 記載の磁気抵抗センサ。

20

【請求項 6】

前記横結合層が第 2 の非連続的な絶縁層であり、電流を制限するのに適し、前記分離層より低い表面抵抗を有する請求項 2 又は 3 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 7】

前記高感度層に直接接する第 2 金属層 (4 4 3) を備え、前記第 2 金属層は、前記第 2 金属層より高抵抗である第 3 金属層 (4 4 5) に組み込まれ又は付加されている請求項 2、3 又は 4 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 8】

ピン層である第 1 の磁化が固定された磁気層 (4 1 0) と、
外部磁場がない場合、前記ピン層の磁化に対して実質的に垂直な磁化を有し、磁気脱共役のために第 1 の分離層 (4 2 0) によって前記ピン層から分離されている高感度層であるフリー磁化磁気層 (4 3 0) と、
を備える磁気抵抗センサであって、
電子の後方散乱を減少させること及び / 又はスピンメモリの損失を生じさせることに適し、前記ピン層から直流を流す手段となり、前記分離層の反対側で前記高感度層の横に位置する横結合層である層 (4 4 0) とを更に備える磁気抵抗センサ。

30

【請求項 9】

前記分離層が第 1 トンネルバリアを形成する第 1 絶縁層である請求項 8 記載の磁気抵抗センサ。

40

【請求項 10】

前記分離層が電流を制限するのに適した第 1 の非連続的な絶縁層である請求項 8 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 11】

前記分離層が第 1 非磁性金属層である請求項 8 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 12】

前記横結合層は前記横結合層における電子の平均自由行程が前記高感度層の様な磁区の特有の横方向の長さより短くなる程度に高抵抗である請求項 9 又は 10 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 13】

50

前記横結合層が低抵抗である第2の金属層であって、スピンの反転を引き起こすのに適した不純物を備える請求項9、10又は11記載の磁気抵抗センサ。

【請求項14】

前記第2金属層が前記第1金属層より低抵抗である請求項11及び13記載の磁気抵抗センサ。

【請求項15】

前記第1分離層がアルミナ、MgO又はTiO_xからなる請求項2又は9記載の磁気抵抗センサ。

【請求項16】

前記第1金属層がCuからなる請求項4又は11記載の磁気抵抗センサ。

10

【請求項17】

前記第2絶縁層がアルミナ、MgO又はTiO_xからなる請求項5記載の磁気抵抗センサ。

【請求項18】

前記第2絶縁層がTiO_x又はTaOの単層からなる請求5又は6記載の磁気抵抗センサ。

【請求項19】

前記第2絶縁層が合金又はAlCuの酸化によって製造される二分子層からなる請求項6記載の磁気抵抗センサ。

【請求項20】

前記第2金属層がCuからなり、前記第3金属層がTa、Ru、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、W、Reからなる群に属する請求項7記載の磁気抵抗センサ。

20

【請求項21】

前記横結合層がTa、Ru又はCrからなる請求項12記載の磁気抵抗センサ。

【請求項22】

前記横結合層がNiFeCr合金又はNiCoFeCr合金からなる請求項12記載の磁気抵抗センサ。

【請求項23】

前記横結合層がTaとCuの原子単層の積層からなる請求項12記載の磁気抵抗センサ。

【請求項24】

前記不純物がMn、Pd、Ru、Pt、Hf、Ta、W、Re、Ir、Pt、Auからなる群に属する請求項13記載の磁気抵抗センサ。

30

【請求項25】

第1及び第2の磁気副層が反強磁性結合副層をサンドイッチ構造に含む合成フェリ磁性層で、前記第1磁気副層の磁化が反強磁性層によって固定され、前記第2磁気副層が前記ピン層(410)を構成する層を更に備える請求項1乃至24のいずれか一つに記載の磁気抵抗センサ。

【請求項26】

前記合成フェリ磁性層がCoFe/Ru/CoFeであり、前記CoFe磁気副層が1nmから5nmの厚さを有し、前記第1のRu反強磁性結合層が0.5nmから1nmの厚さを有する請求項25記載の磁気抵抗センサ。

40

【請求項27】

前記合成フェリ磁性層がCoFe/Ru/CoFeB又はCoFe/Ru/CoFeであり、前記CoFe及びCoFeB磁気副層が1nmから5nmの厚さを有し、前記第1のRu反強磁性結合副層が0.5nmから1nmの厚さを有し、前記第2磁気副層が面心立方格子構造を有する合金のCoFeB又はCoFeからなる請求項25記載の磁気抵抗センサ。

【請求項28】

前記磁気を固定する反強磁性層がPtMn、PtPdMn又はIrMnからなる請求項25、26又は27記載の磁気抵抗センサ。

50

【請求項 29】

前記磁気を固定する反強磁性層が 15 から 25 nm の厚さを持つ Pt/Mn からなる請求項 28 記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 30】

前記高感度層が Co/Fe 合金、特に $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ からなる請求項 1 乃至 29 のいずれか一つに記載の磁気抵抗センサ。

【請求項 31】

前記高感度層が 2 つの副層からなり、一方は 0.5 nm から 2 nm の厚さを有し、前記分離層に直接接する Co 又は Co/Fe 合金からなり、他方は 1.5 nm から 5 nm の厚さを有する Ni/Fe からなる請求項 1 乃至 29 のいずれか一つに記載の磁気抵抗センサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気センサ、特に層面に対して垂直に電流を流す (CPP) 構造のスピンバルブに関する。

【0002】

特に、本発明は磁気記録の分野において有用である。

【背景技術】

【0003】

磁気センサは、コンピュータハードディスクの読出ヘッド、磁気トラックの読出装置、磁気インキ、位置エンコーダ、軸位置エンコーダ、電子コンパスなど、多数の用途に用いられている。

20

【0004】

近年、ハードディスクの記録密度の急激な増加に追いつくことが、磁場センサにおける膨大な研究の主題となっている。

【0005】

1992 年以降、コンピュータハードディスクの読出ヘッドに用いられる磁気センサは、磁気抵抗型であった。このタイプのセンサでは、磁場変動によって磁気抵抗物質の抵抗が変動する結果、センサの端部において電圧が変動する。

【0006】

最初の磁気抵抗センサは、磁気薄層における磁気抵抗の異方性を利用していた。磁気薄層の抵抗は、磁化方向と流れる電流との間の角度に依存する。

30

【0007】

近時の磁気抵抗センサは、スピンバルブを用いたものである。スピンバルブとは、一般に、非磁性金属の薄層によって分離された二つの磁気層からなる構造体である。ピン層と呼ばれる一方の磁気層の磁化は、反強磁性体の交換相互作用によって維持されている。「フリー」又は「高感度」層と呼ばれる他方の磁気層の磁化は、磁場の変化に従って変動する。二つの磁気層の磁化の相対的な方向に応じて、磁気層の電気抵抗が変化する (巨大磁気抵抗効果と呼ばれている)。スピンバルブに関する記述は、たとえば、B. Dieny "Giant magnetoresistance in spin-valve multilayers", Journ. Magn. Mater. 136, (1994), pp. 335-359にある。

40

【0008】

最初のスピンバルブは、CIP (Current In Plane; 面内電流) と呼ばれている構造で、層の表面に対して平行に電流を流していた。ハードディスクのビットサイズの縮小 (2006 年には約 100 nm x 40 nm) は、CPP (Current Perpendicular to plane; 表面に垂直な電流) 構造を有し、高度な集積レベルと広範囲の電磁抵抗変動とを有するスピンバルブの開発を導いた。

【0009】

この構造によれば、磁気抵抗素子で構成されるスクリーンは、電力導線および電圧タップ

50

として機能する。C P P 構成を有するスピンバルブに関する記述は、国際公開第 9 7 / 4 4 7 8 1 号にある。

【 0 0 1 0 】

図 1 は、一例として、C P P 構造のスピンバルブ 1 0 0 を用いた磁気抵抗センサを示す。

【 0 0 1 1 】

2 枚の金属スクリーン 1 0 1 と 1 0 2 は、磁場測定区域を固定し、電流源および電圧タップとして機能する。幅 d は、最大の読出分解能を提供する幅である。スピンバルブは、基本的に、反強磁性層 1 1 0、層 1 1 0 によって磁化が固定されている磁気層 1 2 0、非磁気薄層 1 3 0、外部磁場によって磁化が変動する磁気層 1 4 0 から構成される。外部磁場がない場合、特定の磁化方向を与えるために、一对の側部の永久磁石（図示せず）を用いて、バイアス磁界をフリー層 1 4 0 に及ぼすことができる。

10

【 0 0 1 2 】

フリー層 1 4 0 の磁化方向とピン層の磁化方向とが平行である場合、スピンバルブの抵抗は低くなるが、これらが反平行である場合には、スピンバルブの抵抗は高くなる。測定磁場が層の表面にあるとき、フリー層の表面の磁化が回転する。フリー層の磁化の相対的な方向がスピンバルブの抵抗を決定する。

【 0 0 1 3 】

C P P 構造のスピンバルブは、それらを構成する層の薄さと金属特性とのために、非常に低抵抗である。プリアンプ（数十 Ω ）の典型的な入力インピーダンスに適したインピーダンスセンサを製造するために、高表面抵抗（ $\Omega \cdot \mu m^2$ で計測）を有する磁気抵抗物質を用いる方法が考えられる。その方法として、非磁気分離層に、局所的に電流路を閉じ込めるように設定された、非連続的な酸化被膜を導入する方法がすでに提案されている。しかしながら、この方法によると、非常に高い電流密度が発生し、そのためにセンサの耐用年数に弊害をもたらす電子移動現象が生じてしまう。最終的に、最も有望な技術は、磁気抵抗トンネル接合、すなわち M T J s を用いたものである。M T J 接合は、分離層 1 3 0 が、たとえばアルミナや酸化マグネシウム（M g O）のような絶縁体からなるという点で、C C P 構造のスピンバルブと区別される。

20

【 0 0 1 4 】

スピンバルブのもう一つの欠点は、読出信号に影響を及ぼすノイズである。ノイズの原因はさまざまである。N . S m i t h e t a l . “ W h i t e - n o i s e m a g n e t i z a t i o n f l u c t u a t i o n s i n m a g n e t o r e s i s t i v e h e a d s ”、A p p l . P h y s . L e t t . 7 8 (2 0 0 1)、p p . 1 1 4 8 - 1 1 5 0 に述べられているように、スピンバルブの磁気抵抗の相対的変動が低い場合、すなわち低 $\Delta R / R$ 比率（ ΔR は平行状態と反平行状態の間の抵抗の変動）の場合には、ノイズの主要な原因は、電気によるもの（より正確には、伝導電子のブラウン運動から生じているジョンソンノイズ）である。他方で、この比率が高い場合、ノイズの主要な原因は磁気によるものである。実際に、この場合、高感度層の磁化の変動によって、センサの抵抗が広範囲に変動する。これらの磁化変動は、熱揺らぎ、磁壁の不可逆的な運動、磁区の不安定性に起因するものであってもよい。同様の電力の消費により、熱運動は、センサの寸法の縮小に相応して高くなる。

30

40

【 0 0 1 5 】

同様に、M T J 接合センサが低 $\Delta R / R$ 比率である場合には、ノイズの主要な原因は、電気によるもの（すなわちトンネル接合のショットノイズ）であるが、高 $\Delta R / R$ 比率の場合は、ノイズは上述の通り基本的に磁気によるものである。

【 0 0 1 6 】

このように、スピンバルブ又は磁性トンネル接合を有する磁気抵抗センサが、非常に高感度（高比率 $\Delta R / R$ を有する）であるために、信号対ノイズ比（S N R）は、基本的に磁気によるノイズによって定まる。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、典型的ノイズ密度曲線（ $R I^2$ によって正規化されている。ここで、 R はセンサ

50

の抵抗、Iはセンサを流れる電流である。)を示す。測定磁場の周波数fは、磁気抵抗センサ(CPPスピンバルブ又は磁気トンネル接合を用いたもの)の測定信号に影響を及ぼす。

【0018】

3つの異なるノイズの仕組みは、それぞれ以下のように区別される：

【0019】

領域(I)で示される低周波領域(0から数百MHzに及ぶ)において、測定ノイズは、部分的には電気によるもの(ジョンソンノイズ又はショットノイズ)であり、部分的には磁気によるもの(センサの高感度層の磁化の熱揺らぎ)であるホワイトノイズと、パイアス磁場による高感度層の不十分な磁気分極化による $1/f$ のノイズとの合計である。実際に、不十分な分極化は、高感度層に、不可逆的に移動しやすい磁壁、又は高感度層の磁化回転中に磁化が飛ぶ不安定な磁区を生じさせることがある。

10

【0020】

領域(III)で示される高周波領域(概して約1.5GHzから数十GHzに及ぶ)において、ノイズ曲線の形状は、強磁性共鳴現象、すなわちFMRに起因する。それらの周波数が高感度層の磁化の自然な進行周波数に対応するとき、熱によって発生するFMR励振は自然に増幅する。

【0021】

領域(II)で示される中間領域は、低周波領域と高周波領域とを分離している。この領域において、ノイズは基本的にホワイトノイズであり、 $1/f$ ノイズやFMR共鳴は、実質的には存在しない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】国際公開第97/44781号

【非特許文献】

【0023】

【非特許文献1】B. Dieny, "Giant magnetoresistance in spin-valve multilayers", Journ. Magn. Mater. 136 (1994). pp. 335-359

30

【非特許文献2】N. Smith et al., "White-noise magnetization fluctuations in magnetoresistive heads", Appl. Phys. Lett. 78 (2001), pp. 1148-1150

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

したがって、本件発明の目的は、有用な周波数幅において高い信号対ノイズ比が生じてしまう状況の中で、非常に高い品質(高感度かつ小寸法)の磁気抵抗センサ構造を提案することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明は、ピン層である第1の磁化が固定された磁気層と、外部磁場がない場合、前記ピン層の磁化に対して実質的に垂直な磁化を有し、磁気脱共役のために第1の分離層によって前記ピン層から分離されている高感度層であるフリー磁化磁気層とを備える磁気抵抗センサと定義されている。

【0026】

第1の実施形態によれば、磁気抵抗センサは、スピン保持した電子を前記高感度層へ後方散乱するのに適し、前記ピン層に向かって連続的な直流を流す手段となり、前記分離層の反対側で前記高感度層の横に位置する横結合層を更に備える。

50

【 0 0 2 7 】

第 1 の変形例によれば、分離層は、第 1 トンネルバリアを形成する第 1 絶縁層である。

【 0 0 2 8 】

第 2 の変形例によれば、分離層は、電流を制限するのに適した第 1 の非連続的な絶縁層である。

【 0 0 2 9 】

第 3 の変形例によれば、分離層は、第 1 非磁性金属層である。

【 0 0 3 0 】

第 1 又は第 2 の変形例によれば、横結合層は、第 2 絶縁層又は第 2 トンネルバリアを形成している半導体層で、分離層より低い表面抵抗を有する層であってもよい。

10

【 0 0 3 1 】

あるいは、横結合層は、分離層より低い表面抵抗を有し、電流制限に適した第 2 の非連続的な絶縁層を備えてもよい。

【 0 0 3 2 】

磁気抵抗センサは更に、高感度層に直接接する第 2 金属層を備えるものであってもよく、第 2 金属層は、第 2 金属層より高抵抗である第 3 金属層に直接接し又は付加されている。

【 0 0 3 3 】

第 2 の実施形態によれば、磁気抵抗センサは、分離層の反対側で高感度層の横に位置する横結合層で、電子の横散乱を減らすためにおよび / 又はスピンメモリの損失を生じさせるために適し、ピン層から横結合層に対して直流電流を流す手段となる層を備える。

20

【 0 0 3 4 】

第 1 の変形例によれば、分離層は第 1 トンネルバリアを形成する第 1 絶縁層である。

【 0 0 3 5 】

第 2 の変形例によれば、分離層は、電流制限に適した第 1 の非連続的な絶縁層である。

【 0 0 3 6 】

第 3 の変形例によれば、分離層は、第 1 非磁性金属層である。

【 0 0 3 7 】

第 1 又は第 2 の変形例によれば、横結合層の電子の平均自由行程が、高感度層の様な磁区の特有の横方向の長さより短くなる程度に、横結合層が高抵抗であってもよい。

【 0 0 3 8 】

あるいは、3 つの変形例のうちの 1 つによれば、横結合層は、低抵抗の第 2 金属層であり、スピンの反転を引き起こすことに適した不純物を備えてもよい。

30

【 0 0 3 9 】

第 2 金属層は、第 1 金属層より低抵抗であってもよい。

【 0 0 4 0 】

第 1 分離層は、アルミナ、MgO 又は TiO_x であってもよい。

【 0 0 4 1 】

第 1 金属層は、Cu であってもよい。

【 0 0 4 2 】

第 2 絶縁層は、アルミナ、MgO、 TiO_x 又は TaO の単層であってもよい。

40

【 0 0 4 3 】

第 2 絶縁層は、合金又は AlCu の二重層の酸化によって製造されるものであってもよい。

【 0 0 4 4 】

第 2 の金属層は Cu であってもよく、第 3 金属層は Ta、Ru、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、W、Re からなる群に属するものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

横結合は、Ta、Ru 又は Cr であってもよい。

【 0 0 4 6 】

横結合層は、NiFeCr 合金又は NiCoFeCr 合金からなる。

50

【 0 0 4 7 】

横結合層は、更に、T aとC uの原子単層の積層からなるようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

反転を引き起こすことに適した不純物は、M n、P d、R u、P t、H f、T a、W、R e、I r、P t、A uからなる群に属するものであってもよい。

【 0 0 4 9 】

第1又は第2の変形例による磁気抵抗センサは、反強磁性結合副層をサンドイッチ構造に含む第1および第2の磁気副層からなり、第1磁気副層の磁化は反強磁性層によって固定されており、第2磁気副層は上記ピン層からなる合成フェリ磁性層を更に備えてもよい。

【 0 0 5 0 】

合成フェリ磁性の層はC o F e / R u / C o F eであってもよく、C o F e磁気副層は1から5 n mの厚さを有し、第1のR u反強磁性結合層は0.5から1 n mの厚さを有する。

10

【 0 0 5 1 】

あるいは、合成フェリ磁性層は、C o F e / R u / C o F e B又はC o F e / R u / C o F eであってもよく、C o F eとC o F e Bの磁気副層は1 n mから5 n mの厚さを有し、第1のR u反強磁性結合副層は0.5 n mから1 n mの厚さを有し、第2磁気副層は面心立方格子構造を有するC o F e B又はC o F e合金からなる。

【 0 0 5 2 】

固定反強磁性層は、P t M n、P t P d M n又はI r M n(例えば厚さ1.5 n mから2.5 n mのP t M n)であってもよい。

20

【 0 0 5 3 】

高感度層は、C o F e合金、特にC o 9 0 F e 1 0であってもよい。

【 0 0 5 4 】

あるいは、高感度層は2つの副層からなるようにしてもよく、一方はC o又は分離層に直接接しているC o F e合金(厚さ0.5 n mから2 n m)であり、他方は厚さ1.5から5 n mのN i F eである副層からなるようにしてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 5 】

【 図 1 】 C P P 構造を有するスピンバルブを用いた従来の磁気抵抗センサの概略を示す。

30

【 図 2 】 図 1 の磁気抵抗センサの測定信号に影響を及ぼすノイズ密度を示す。

【 図 3 A 】 磁気層における横方向のスピン移動効果を概略的に示す。

【 図 3 B 】 磁気層における横方向のスピン移動効果を概略的に示す。

【 図 3 C 】 磁気層における横方向のスピン移動効果を概略的に示す。

【 図 3 D 】 磁気層における横方向のスピン移動効果を概略的に示す。

【 図 4 】 本発明の磁気抵抗センサを概略的に示す。

【 図 5 A 】 本発明の第1の実施形態において選択可能な磁気抵抗センサの詳細を概略的に示す。

【 図 5 B 】 本発明の第1の実施形態において選択可能な磁気抵抗センサの詳細を概略的に示す。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 5 6 】

添付図面を参照して本発明の好適な実施形態を示すことによって、本発明のその他の特徴および利点を明らかにする。

【 0 0 5 7 】

本発明の基本的な概念は、磁気抵抗センサにおける磁気によるノイズを減らすために、横方向のスピン移動効果と呼ばれている効果を利用することにある。

【 0 0 5 8 】

横方向のスピン移動効果(文献ではセルフトルクと呼ばれている)は、M. D. Stiles et al. "Phenomenological theory of c

50

urrent - induced magnetization precession " Phys. Rev. B. Vol. 69、054408 (2004) と、
M. L. Polianski et al. " Current - induced transverse spin wave instability in a thin nanomagnet " Phys. Rev. Lett. Vol. 92、
Number 2、026602 (2004) とに記載されている。

【0059】

図3Aから3Cに、横方向のスピン移動現象を概略的に例示する。

【0060】

これらの図は、フリー磁化磁気層（又は高感度層）310と、非磁性金属層320との間の界面を表す。

【0061】

図3Aと3Bにおいては、高感度層における磁化方向Mは完全に一様であると仮定されるが、図3Cと3Dにおいては、磁化方向が変動しているという点で異なる。

【0062】

図3Aと3Cにおいては、スピン電流は高感度層から非磁性層へ流れ、電子は非磁性層から高感度層へ移動する。これに反して、図3Bと3Dにおいては、スピン偏極した電流が非磁性層から高感度層へ流れ、電子は高感度層から非磁性層へ移動する。

【0063】

図3Aの構造では、磁化Mに対して反平行のスピンsを保持した電子は、非磁性層から出て高感度層によって反射される。反射された電子はスピン方向を保持したまま横に散乱し、電界によって再び界面に戻される。したがって、高感度層の磁化に対する相互作用は、横方向に不変である。それにもかかわらず、下記図3Cで示すように高感度層の平衡状態は不安定である。

【0064】

図3Bの構造では、高感度層から出た電子は、磁化方向Mに沿ったスピンsを有し、電界の作用によって非磁性層に侵入する。これらのうちいくつかの電子はブラウン運動によって界面で後方散乱されるが、それらのスピンのMと平行に維持されているため、高感度層に対する相互作用は、横方向に不変である。

【0065】

図3Cの構成においては、非磁性層から出る電子sは、高感度層の第1領域Z₁における局所的な磁化M₁に対して反平行のスピンを有し、界面で反射され、横に散乱した後、高感度層においてM₁と異なる方向の局所的な磁化M₂を有する他方の領域Z₂に戻る。そのスピンsはその磁気モーメントが高感度層に移動することによってM₂に対してと反平行に再配向される。この移動がM₂のM₁に対する配向の乱れを強調する。横方向のスピン効果は、磁化変動を増加させることによって、高感度層を不安定にする。

【0066】

反対に、図3Dにおいては、高感度層の第1領域Z₁から出る、この領域の局所的な磁化M₁に沿ったスピンを有する電子は、そのブラウン運動によって、無視できない確率で非磁性層の界面において後方散乱される。その電子が局所的な磁化M₂を有する高感度層の領域Z₂に戻る場合、M₁と異なり、磁気モーメントが高感度層に移動することによってスピンsはM₂に対して平行になる。この移動は、M₂の磁化をM₁の方向に整列して配向する傾向をもつトルクに等しい。この場合、横方向のスピン移動効果は、磁化を一様な状態にすることによって、高感度層を安定させる。

【0067】

横方向のスピン移動効果とは、通過又は界面反射する電子によって放出される横方向の結合のために高感度層において発生するスピン移動をいう。

【0068】

図4に、本発明にかかるセンサの構造を例示する。

【0069】

10

20

30

40

50

センサ 400 は、磁場測定領域を固定するとともに、直流を入力して測定電圧を測定するための 2 枚の金属スクリーン 401 と 402 とを備える。

【0070】

先行技術と同様に、磁化が反強磁性層（図示せず）によって固定されている第 1 磁気層 410 と、高感度層を構成するフリー磁化磁気層 430 とを備える。非磁性分離層 420 は、ピン層と高感度層とを分離する役割をする。分離層は金属（典型的には Cu）層であるが、電流路を制限するために、任意に非連続的な酸化物層をサンドイッチ構造に配置し、又は、例えばアルミナ又はマグネシウム（MgO）のような純粋な絶縁層であってもよい。これらは、それぞれ電流を制限するスピンバルブ、又は磁気トンネル接合のスピンバルブを形成する。

10

【0071】

反強磁性層は、IrMn 合金、PtMn 合金、PtPdMn 合金であってもよい。次に示すように、ピン層は、例えば、3 nm の CoFe 単層又は合成反強磁性構造 CoFe/Ru/CoFe の一部である。

【0072】

第 1 の固定された磁気層 410 は、一定の方向に沿い、測定磁場 H_{ext} に対して実質的に平行な磁化 M_t を有する。適用される磁場がない場合、フリー磁化磁気層は、層面に第 1 の層の磁化に対して実質的に垂直な磁化 M を有する。この垂直方向は、一対の側部の永久磁石（例えば CoCr 合金からなり、磁気抵抗素子の両端に位置する）を用いてバイアス磁場を与えることによって得られる。あるいは、この素子がトンネル接合素子である場合は、フリー層の磁化の垂直配向は、トンネル接合と、電流を流す役割をする金属スクリーンとの間の積層（積層バイアス）に位置する永久磁石層によって得られる。永久磁石層の磁化は、層面で選択され、ピン層の磁化に対して垂直となる。トンネル接合のフリー層を流れる電流を部分的に流れなくすることによって、永久磁石層から生じる磁場に沿って、フリー層の磁化を任意の方向とする。

20

【0073】

高感度層の垂直分極化を選択することによって、センサのリニアな応答を得ることができる。そして、スピンバルブ又はトンネル接合の磁気抵抗は、高感度層およびピン層の磁化方向の角度に従って変化する。

【0074】

先行技術とは異なり、センサ 400 は、高感度層に対する横方向のスピン移動効果を制御することに適した第 2 の層 440（下記では横結合層と呼ばれている）を更に含む。

30

【0075】

第 1 の実施形態によれば、センサは、横結合層からピン層に直流電流を流し、図 3D のように電子が高感度層から横結合層へ移動するための手段（例えば電流源（図示せず））からなる。

【0076】

第 1 の実施形態によれば、横結合層は、電子がスピンを保持したまま高感度層に後方散乱される間、電子の後方散乱を促進することに適している。通常は、図 5A と 5B にそれぞれ示されるように、横結合層 440 は金属層 443 の中に組み込まれ又は付加される後方散乱層 445 からなる。横方向のスピン効果は高感度層の磁化を安定させるので、図 2 の領域（I）で用いられる場合には、センサにおける磁気によるノイズが減少する。

40

【0077】

横結合層の選択は、分離層 420 の性質に依存する。実際に、横結合層の抵抗は、ピン層 / 分離層 / 高感受性層の積層（スピンバルブ又はトンネル接合）の磁気抵抗と直列である。結合層の抵抗が測定磁場から実質的に独立している場合、センサの抵抗 $\Delta R / R$ の相対的な変動が減少し、それゆえ、感度も減少する。このようにピン層 / 分離層 / 高感受性層の積層より十分に低抵抗であるものが横結合層に有利に選択される。

【0078】

例えば、分離層がトンネルバリアである場合、後方散乱層 445 は、以下のものであって

50

もよい：

【 0 0 7 9 】

a) 第 1 トンネル絶縁体又は半導体バリアより低い高さのバリアおよび / 又は第 1 トンネルバリアより薄い第 2 のトンネルバリア；

【 0 0 8 0 】

b) 電流制限層、すなわち電流制限に適した非連続的な絶縁層；

【 0 0 8 1 】

c) 金属層 4 4 3 より高抵抗であり、高感度層に直接接する金属層。

【 0 0 8 2 】

第 2 トンネルバリア / 電流制限層の表面抵抗は、第 1 トンネルバリアより十分に低いものが選択される。 10

【 0 0 8 3 】

分離層が電流制限層である場合、後方散乱層 4 4 5 は、以下のものであってもよい：

【 0 0 8 4 】

a) 非常に薄いトンネル絶縁体又は半導体バリア；

【 0 0 8 5 】

b) 第 2 電流制限層；

【 0 0 8 6 】

c) 金属層 4 4 3 より高抵抗であり、高感度層に直接接する金属層。

【 0 0 8 7 】

トンネルバリア / 第 2 電流制限層の表面抵抗は、第 1 電流制限層より十分に低いものが選択される。 20

【 0 0 8 8 】

最終的に、分離層が金属層である場合、後方散乱層 4 4 5 は、望ましくは、後方散乱層に組み込まれ又は付加され、高感度層に直接接している金属層 4 4 3 より高抵抗である金属層である。

【 0 0 8 9 】

後方散乱の間、可能な限り電子にスピンを保持させるために、スピンの反転を生じさせる素子（例えば P d、P t、M n、A u）が横結合層に導入されることを回避する必要がある。 30

【 0 0 9 0 】

本発明の第 2 の実施形態によれば、センサは、ピン層から横結合層に向かって直流電流を流し、図 3 C のように電子が横結合層から高感受性層に移動する手段（例えば電流源（図示せず））を備える。

【 0 0 9 1 】

本発明の第 2 の実施形態によれば、横結合層は、高感度層によって反射される電子の横拡散を減らすためにおよび / 又は後方散乱された電子のスピンメモリの損失を生じさせるために適している。このように、高感度層の磁化変動は、横方向のスピン移動効果によって増幅されない。これは、磁気抵抗センサにおける磁気によるノイズを比較的低レベルに維持する役割を果たす。 40

【 0 0 9 2 】

横結合層の選択も、分離層の性質に依存する。

【 0 0 9 3 】

例えば、分離層がトンネルバリア又は電流制限層である場合、横結合層は以下のものであってもよい：

【 0 0 9 4 】

a) 電子が短い平均自由行程を有し、高電気抵抗である層。本発明においては、短い平均自由行程とは、高感度層の同一磁区の特有の横方向の長さより短い平均自由行程を意味する；

【 0 0 9 5 】

b) 低抵抗で、電子のスピン反転を生じさせる不純物を含んでいる金属層。

【0096】

最後に、分離層が金属層である場合、横結合層はスピン反転を生じさせる不純物を含んでいる低抵抗の金属層であってもよい。

【0097】

本発明にかかる磁気抵抗センサは、以下のように製造することができる。

【0098】

最初の工程は、電流の入力電極（例えば測定領域を固定している金属スクリーンのうちの1枚）の上に位置する非磁性パuffa層の堆積から始めるのが望ましい。このパuffa層には構造の成長を促進する目的があり、例えば5nmのNiFeCrであってもよい。続いて以下の工程が実施される：

【0099】

(a) 例えばPtMn、PtPdMnあるいはIrMn、より好ましくは厚さ15nmから25nmのPtMnからなる第1の磁化を固定させる反強磁性層。その後、以下の(b1)又は(b2)いずれかの選択肢であってもよい：

【0100】

(b1) 反強磁性層（例えばCoFe合金の層）に直接接する磁気単層で、Coリッチな、典型的には約3nmの厚さを有する層。この単層は、本発明にかかるセンサの第1の固定された磁気層を構成する；又は、

【0101】

(b2) 以下によって構成される人工合成フェリ磁性層：

【0102】

- 反強磁性層（例えば典型的には約3nmの厚さを有するCoが豊富なCoFe合金の層）に接する第1の磁化が固定された副層；

【0103】

- 典型的には0.5nmから1nmの厚さを有するRu反強磁性結合層；

【0104】

- センサ400の磁化が固定された磁気層410を構成する第2の磁化が固定された副層。この第2の磁化が固定された副層はCoリッチなCoFeであってもよい。また、CoFeB又は面心立方格子構造を有するCoFeであってもよく、分離層が絶縁体の場合には、MgOであってもよい；

【0105】

(c) 本発明にかかるセンサの分離層を構成している非磁性層。非磁性層は、トンネルバリアを形成するために、絶縁体（例えばアルミナ又はMgO又はTiO_xからなる）であってもよい。また、非磁性層は、スピンバルブを製造するために、金属（例えばCu）であってもよい。最後に、非磁性層は、電流制限構造を製造するために、絶縁体と金属（例えばxの量が0.005から0.05の間であるAl_{1-x}Cu_x合金の純粋層の酸化によって製造される）との複合層であってもよい；

【0106】

(d) 本発明にかかるセンサの高感度層を構成する、CoリッチなCoFe合金、特にCo₉₀Fe₁₀からなる層。この層は、CoとFeの2つの副層（総厚1nm）の組合せからなり、第1分離層に直接接して形成され、前層の磁気の柔軟性を増加させるために3nmのNiFe層が続いて形成されている層で代替してもよい。

【0107】

しかしながら、第1の下方の分離層が面心立方格子構造のMgOである場合、同じ構造又はアニールされた非晶質CoFeB合金からなるCoFe合金を使用することが好ましい。それによって界面における格子構造の不適當な組合せが回避される；

【0108】

(e) 本発明の実施形態によって明確に区別される構造の横結合層。

【0109】

10

20

30

40

50

第 1 の実施形態の場合、前述のように、結合層の組成は分離層の性質に依存する。

【 0 1 1 0 】

分離層がトンネルバリアを形成する場合、横結合層は以下のように構成されてもよい：

【 0 1 1 1 】

e 1) 第 2 の非常に薄いトンネルバリア (例えば第 1 のトンネルバリアと同一材料であるが、より薄い (例えば 0.3 nm から 0.6 nm) 絶縁層) ；

【 0 1 1 2 】

e 2) 電流を制限するための非連続的な絶縁層 (例えば TiO_x の層) 又は非磁性酸化物 (例えば TaO) のナノ層。この非連続的な絶縁層は、合金又は数 % の Cu を含む Al Cu 二重層の酸化によって製造されるものであってもよい；

10

【 0 1 1 3 】

e 3) 高感度層に直接接して形成された低抵抗金属の第 1 副層と、第 1 副層より高抵抗である第 2 金属副層とからなる金属二重層で、第 1 副層の界面が高抵抗であるか又は電子のためのポテンシャルステップ (例えば Cu の第 1 副層と、Ta、Ru、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、W 又は Re のいずれか 1 つの第 2 副層) を有する層。

【 0 1 1 4 】

分離層が電流制限層である場合、横結合層は前記選択肢 (e 1) 、 (e 2) 又は (e 3) のいずれか 1 つであってよい。選択肢 (e 1) と (e 2) とは、トンネルバリア / 第 2 制限層が、第 1 電流制限層より低抵抗でなければならない。

【 0 1 1 5 】

20

分離層が金属層である場合、横結合層は、高感度層に直接接して形成され、低抵抗である第 1 金属副層と、第 1 副層より高抵抗又は第 1 副層との界面がより高抵抗又は電子のためのポテンシャルステップを有する第 2 の金属副層とからなることが好ましい。例えば、第 1 副層は Cu からなり、第 2 副層は Ta、Ru、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、W 又は Re のいずれからなるものでもよい。

【 0 1 1 6 】

第 2 の実施形態の場合、前述のように、結合層の組成は分離層の性質に依存する。

【 0 1 1 7 】

分離層がトンネルバリア又は電流制限層である場合、横結合層は下記の 2 つの選択肢 (e 4 と e 5) のいずれかであってよい；

30

【 0 1 1 8 】

e 4) 高電気抵抗かつ 0.2 nm から数 nm の厚さを有する層。この層は、例えば Ta、Ru、Cr、あるいは、NiFeCr 合金又は NiCoFeCr 合金であってよく、電子に短い平均自由行程を与える。この層は、Ta と Cu の原子単層の積層であってよい；

【 0 1 1 9 】

e 5) 低抵抗であるが、電子スピンの反転を生じさせる不純物を含んでいる金属層。不純物としては、Mn のような磁気イオンおよび / 又は高スピン軌道結合を有する素子 (例えば Pd、Ru、Pt、Hf、Ta、W、Re、Ir、Au) を用いることができる。

【 0 1 2 0 】

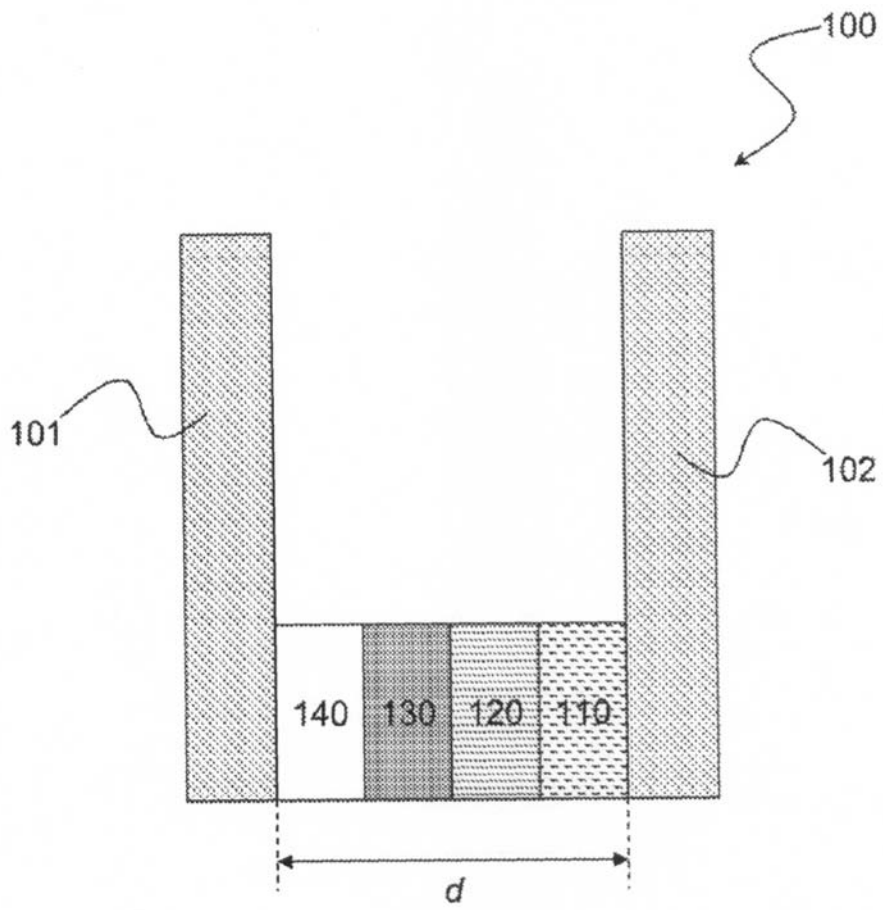
40

これらの 2 つの選択肢は、選択肢 (e 4) 記載の高抵抗層に、選択肢 (e 5) 記載の電子のスピン反転を生じさせる不純物を加えることによって組み合わせて用いられるようにしてもよい。

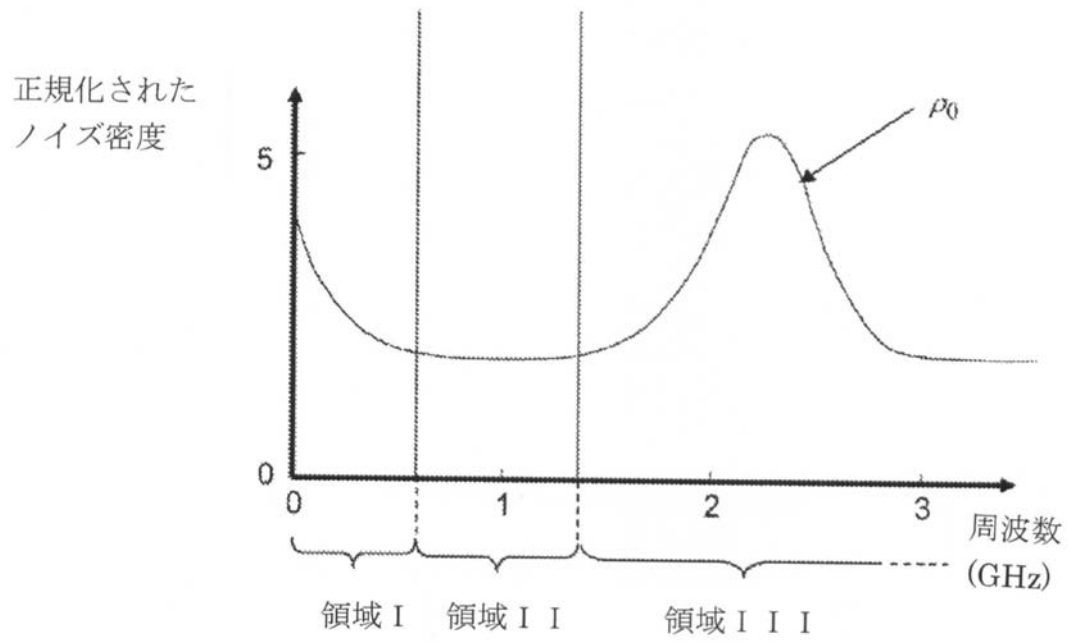
【 0 1 2 1 】

最後に、分離層が金属である場合、横結合層は上記選択肢 (e 5) のように製造される。

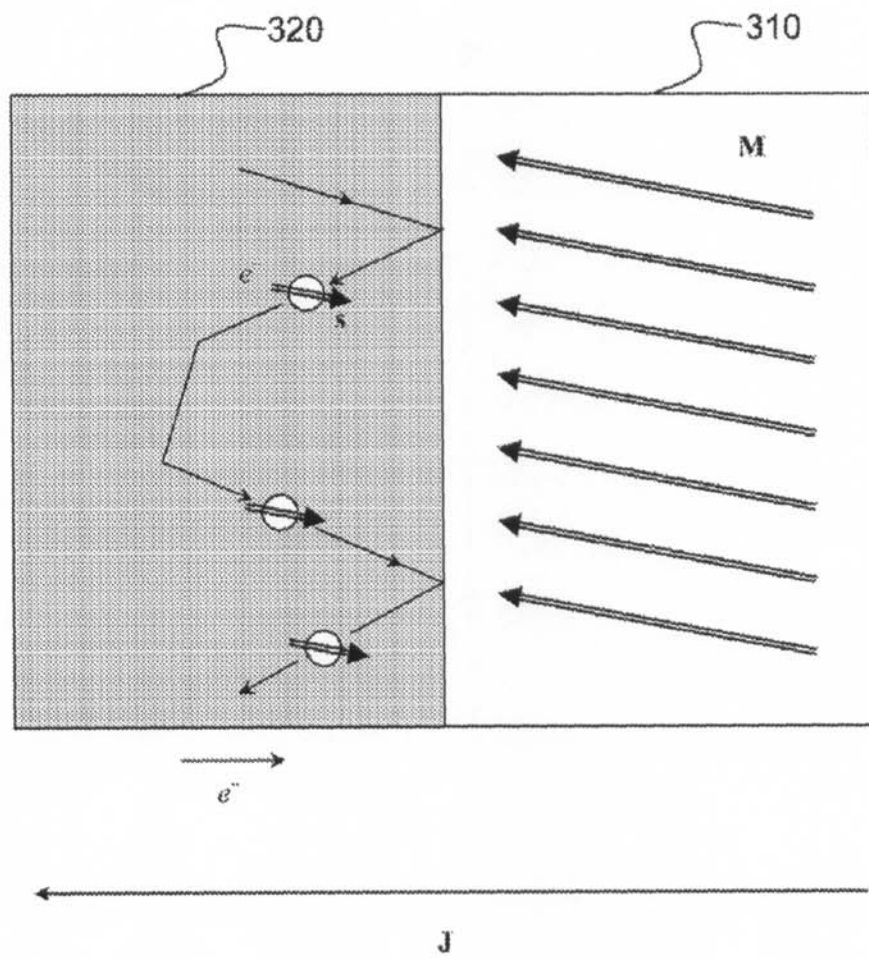
【図 1】



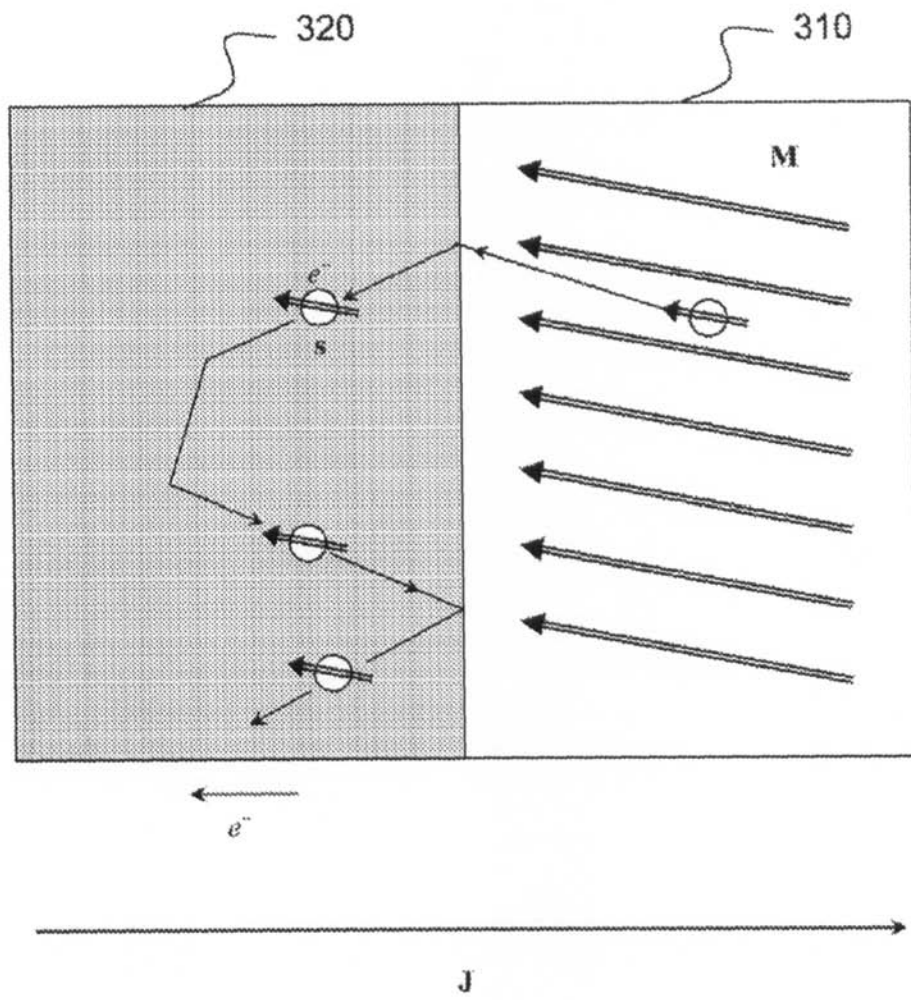
【図 2】



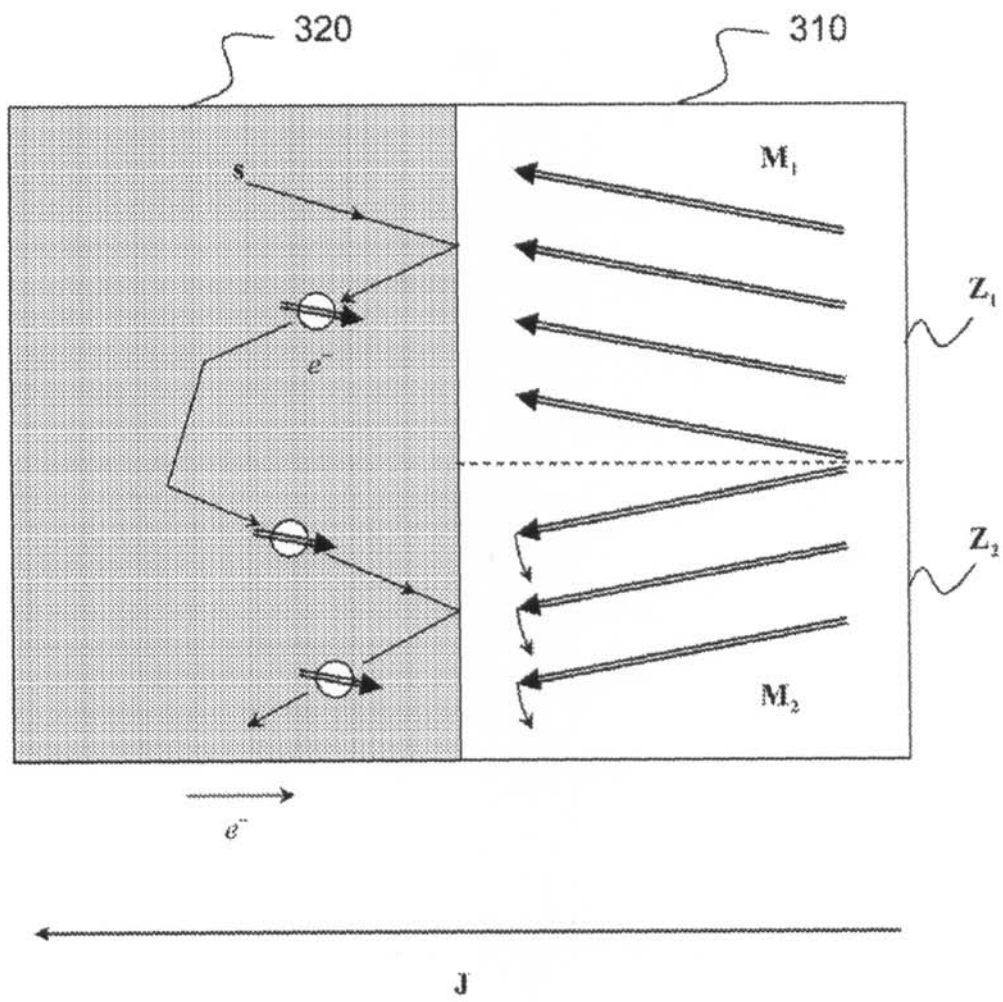
【図 3 A】



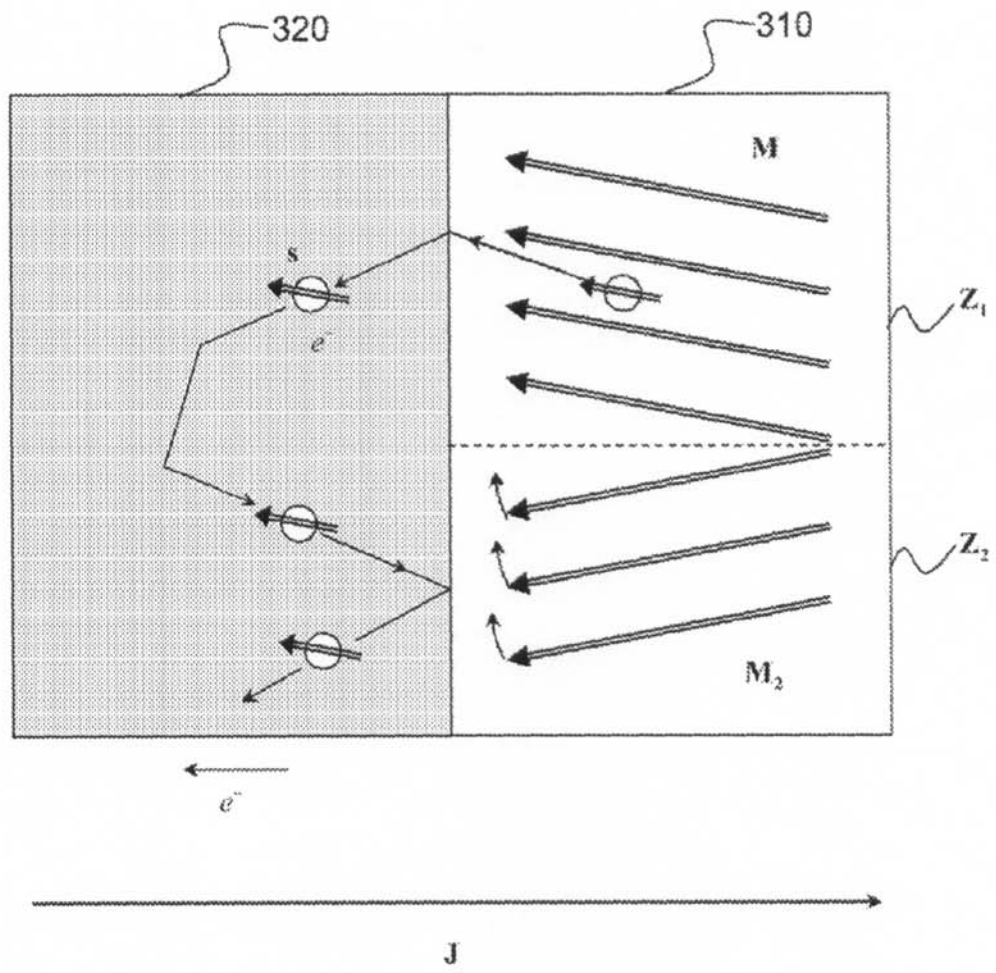
【図 3 B】



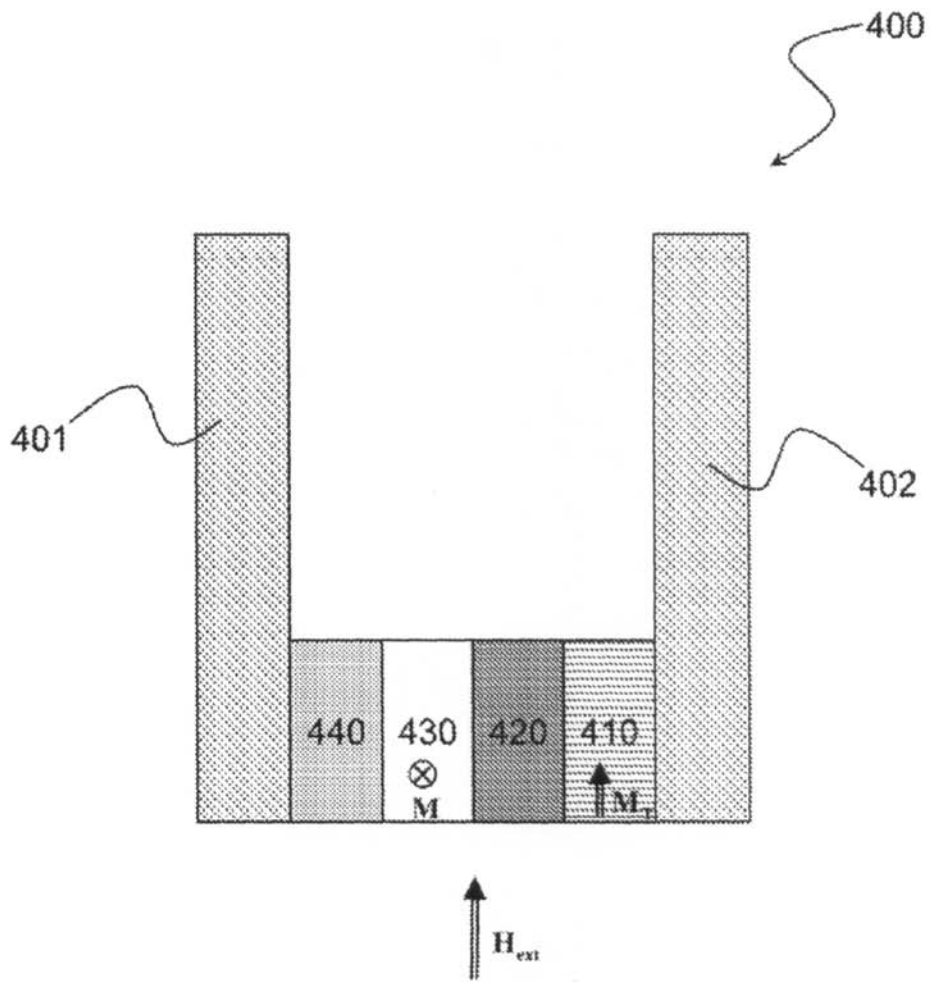
【図 3 C】



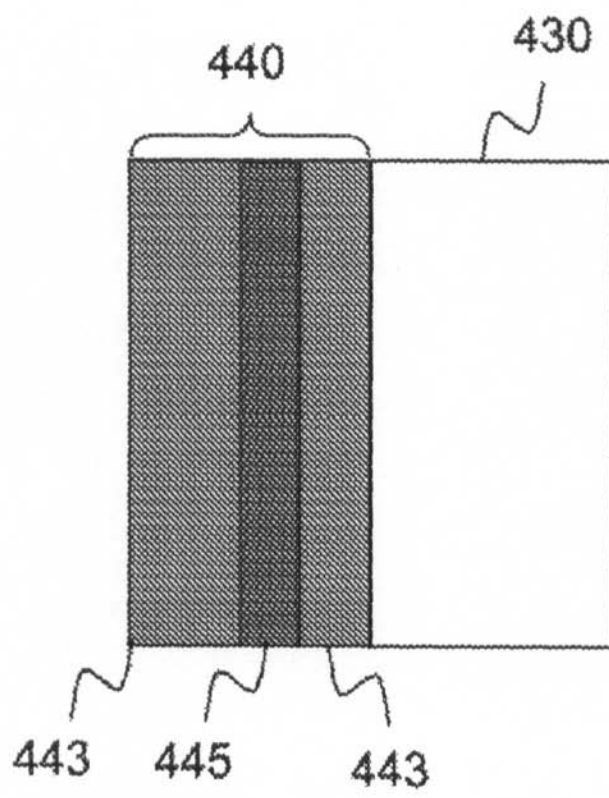
【図 3 D】



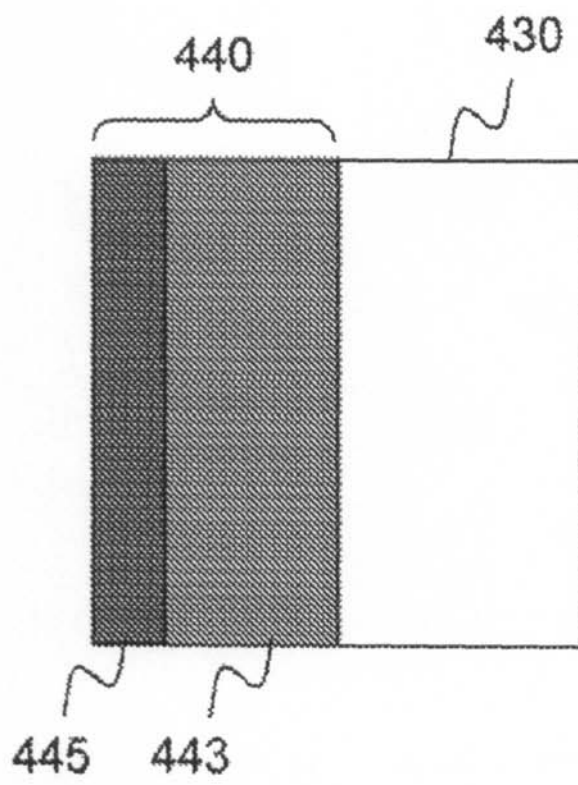
【 図 4 】



【図 5 A】



【図 5 B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/058704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R33/09

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)

G01R G11B

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

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

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A Y	US 2006/050446 A1 (ISHIZONE MASAHIKO [JP] ET AL) 9 March 2006 (2006-03-09) paragraph [0103] - paragraph [0119] ----- -/--	1,4,8,9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28,30,31 3,7,10, 14, 18-20, 22,23, 27,29 2,5,6

☒ 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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 août 2008

Date of mailing of the international search report

11/08/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Böhm-Pélissier, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/058704

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/280958 A1 (SAITO MASAMICHI [JP] ET AL) 22 December 2005 (2005-12-22)	8,9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28,30,31
Y A	paragraph [0011] - paragraph [0031]	2,5,6 7,10,14, 18-20, 22,23, 27,29
X	----- US 2005/041342 A1 (HUAI YIMING [US] ET AL) 24 February 2005 (2005-02-24)	1,4,8,9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28,30,31
A	paragraph [0058] - paragraph [0060]	3,7,10, 14, 18-20, 22,23, 27,29
A	----- POLIANSKI M L ET AL: "Current-induced transverse spin-wave instability in a thin nanomagnet" PHYSICAL REVIEW LETTERS APS USA, vol. 92, no. 2, 16 January 2004 (2004-01-16), pages 026602/1-4, XP002483059 ISSN: 0031-9007 the whole document -----	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/058704

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006050446 A1	09-03-2006	US 2006250727 A1	09-11-2006
US 2005280958 A1	22-12-2005	JP 2006005185 A	05-01-2006
US 2005041342 A1	24-02-2005	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2008/058704

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01R33/09

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G01R G11B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2006/050446 A1 (ISHIZONE MASAHIKO [JP] ET AL) 9 mars 2006 (2006-03-09)	1, 4, 8, 9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28, 30, 31
A	alinéa [0103] - alinéa [0119]	3, 7, 10, 14, 18-20, 22, 23, 27, 29
Y	----- -/--	2, 5, 6

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *S* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 août 2008

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

11/08/2008

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Böhm-Pélissier, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2008/058704

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2005/280958 A1 (SAITO MASAMICHI [JP] ET AL) 22 décembre 2005 (2005-12-22)	8,9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28,30,31
Y A	alinéa [0011] - alinéa [0031]	2,5,6 7,10,14, 18-20, 22,23, 27,29
X	----- US 2005/041342 A1 (HUAI YIMING [US] ET AL) 24 février 2005 (2005-02-24)	1,4,8,9, 11-13, 15-17, 21, 24-26, 28,30,31
A	alinéa [0058] - alinéa [0060]	3,7,10, 14, 18-20, 22,23, 27,29
A	----- POLIANSKI M L ET AL: "Current-induced transverse spin-wave instability in a thin nanomagnet" PHYSICAL REVIEW LETTERS APS USA, vol. 92, no. 2, 16 janvier 2004 (2004-01-16), pages 026602/1-4, XP002483059 ISSN: 0031-9007 le document en entier -----	1-31

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2008/058704

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006050446 A1	09-03-2006	US 2006250727 A1	09-11-2006
US 2005280958 A1	22-12-2005	JP 2006005185 A	05-01-2006
US 2005041342 A1	24-02-2005	AUCUN	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(71)出願人 502205846

サントル ナショナル ドゥ ラ ルシェルシュ シアンティフィク
フランス国 エフ - 7 5 0 1 6 パリ リュ ミシェル - アンジュ 3

(74)代理人 110000408

特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ

(72)発明者 デイニー ベルナール

フランス国 エフ - 3 8 2 5 0 ラン アン ベルコール アレ デ ゼラーブル 1 8 0

Fターム(参考) 2G017 AA01 AA10 AB07 AD55 BA05

5D034 AA05 BA03 BB20 CA06

5D111 AA08 AA12 AA19 AA24 BB16 FF02 FF04 FF07 FF08 FF15

5F092 AA01 AA05 AA12 AB01 AB02 AC08 AC12 AD03 AD12 BB09

BB17 BB22 BB23 BB31 BB34 BB36 BB42 BB43 BB51 BC04

BC07 BC13 BE06 BE13 BE24 BE27