

(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  
2013年2月7日(07.02.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/018665 A1

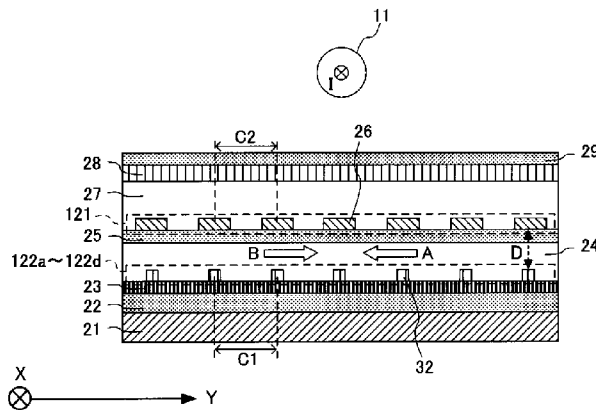
- (51) 国際特許分類:  
G01R 15/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069041
- (22) 国際出願日: 2012年7月26日(26.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-168268 2011年8月1日(01.08.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス・グリーンデバイス株式会社 (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西山 義弘 (NISHIYAMA, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒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). 高橋 彰 (TAKAHASHI, Akira) [JP/JP]; 〒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: 青木 宏義, 外(AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020084 東京都千代田区二番町4番3 二番町カシュービル7F 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 電流センサ

【図5】



(57) Abstract: Provided is an electric current sensor capable of measuring electric current with high precision while consuming little power. The electric current sensor is provided with a magnetoresistance effect element (122a- 122d) for detecting an inductive loop (A) from an electric current to be measured (I), and a feedback coil (121) for generating a cancelling magnetic field (B), and is characterized in that: the magnetoresistance effect element (122a-122d) includes a meandering magnetic detection pattern formed by connecting a plurality of elongated patterns extending in a specific direction and provided in a row arrangement at equal distances; the feedback coil (121) is configured so as to include a plurality of linear wiring patterns individually extending in the extending direction of the elongated patterns and provided in a row arrangement at equal distances, in a region overlapping the plurality of elongated patterns as viewed from a direction perpendicular to a plane including the magnetic detection pattern; and the elongated patterns are arranged in a period that is an integer multiple of the period in which the linear wiring patterns are arranged.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/018665 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

高い電流測定精度を低い消費電力で実現可能な電流センサを提供すること。被測定電流 (I) からの誘導磁界 (A) を検出する磁気抵抗効果素子 (122 a ~ 122 d) と、キャンセル磁界 (B) を発生させるフィードバックコイル (121) と、を備えた電流センサであって、磁気抵抗効果素子 (122 a ~ 122 d) は、特定方向に延在して等間隔に並設された複数の長尺パターンが接続されてなるミアンダ状の磁気検出パターンを含んで構成され、フィードバックコイル (121) は、磁気検出パターンを含む平面に垂直な方向から見て複数の長尺パターンと重なる領域において、前記長尺パターンの延在方向にそれぞれ延在して等間隔に並設された複数の直線状の配線パターンを含むように構成され、長尺パターンの配置周期は、直線状の配線パターンの配置周期の整数倍であることを特徴とする。

## 明 細 書

**発明の名称 : 電流センサ**

### 技術分野

[0001] 本発明は、非接触で電流を測定する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可能な電流センサが求められている。そして、このような電流センサとして、被測定電流によって生じる磁界の変化を磁気センサによって検出する方式のものが実用化されている。電流センサに用いられる磁気センサ素子には様々なものがあるが、例えば、特許文献1では、磁気センサ素子として磁気抵抗素子（磁気抵抗効果素子）を用いる電流センサが提案されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-156390号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のような磁気抵抗効果素子を用いる電流センサとして、磁気平衡式の電流センサが知られている。磁気平衡式の電流センサは、被測定電流による誘導磁界を磁気センサで検出し、その出力をもとに当該誘導磁界を打ち消す方向の誘導磁界（キャンセル磁界）をコイル（フィードバックコイル）によって発生させる。そして、被測定電流による誘導磁界とフィードバックコイルによるキャンセル磁界とが釣り合う平衡状態において、フィードバックコイルを流れる電流から被測定電流を算出する。

[0005] この方式の電流センサは、その動作原理により高い精度の電流測定が可能である。しかし、被測定電流が大きくなると被測定電流による誘導磁界も強くなるため、対応するキャンセル磁界を発生させるにはフィードバックコイ

ルに大電流を流さなくてはならない。その結果、電流センサの消費電力が増大するという問題が生じる。

[0006] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、高い電流測定精度を低い消費電力で実現可能な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

[0007] 本発明の電流センサは、電流線を通流する被測定電流からの誘導磁界を検出する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子が検出する誘導磁界を相殺するような磁界を発生させるフィードバックコイルと、を備えた電流センサであって、前記磁気抵抗効果素子は、特定方向に延在して等間隔に並設された複数の長尺パターンが接続されてなるミアンダ状の磁気検出パターンを含んで構成され、前記フィードバックコイルは、前記磁気検出パターンを含む平面に垂直な方向から見て前記複数の長尺パターンと重なる領域において、前記長尺パターンの延在方向にそれぞれ延在して等間隔に並設された複数の直線状の配線パターンを含むように構成され、前記長尺パターンの配置周期は、前記直線状の配線パターンの配置周期の整数倍であることを特徴とする。

[0008] この構成によれば、磁気抵抗効果素子の磁気検出パターンを構成する長尺パターンの延在方向と、フィードバックコイルを含む直線状の配線パターンの延在方向とが共通し、長尺パターンの配置周期が、直線状の配線パターンの配置周期の整数倍となるため、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとを近接するよう配置しても、磁気抵抗効果素子の各長尺パターンが受けるキャンセル磁界を等しくできる。これにより、高い電流測定精度を低い消費電力で実現可能になる。

[0009] 本発明の電流センサにおいて、前記直線状の配線パターンは、前記長尺パターンに対して平行に配置されることが好ましい。この構成によれば、配線パターンにおける長尺パターンと、磁気検出パターンにおける長尺パターンとが平行に配置されるため、磁気抵抗効果素子の各長尺パターンがそれぞれ受けるキャンセル磁界のばらつきをさらに抑制できる。

- [0010] 本発明の電流センサにおいて、前記直線状の配線パターンと、前記長尺パターンとの距離は1  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この構成によれば、フィードバックコイルと磁気抵抗効果素子とが十分に近接するため、フィードバックコイルを流れる電流を十分に抑制できる。これにより、高い電流測定精度を十分に低い消費電力で実現可能になる。
- [0011] 本発明の電流センサにおいて、前記長尺パターンの配置周期は、前記直線状の配線パターンの配置周期に等しくても良い。
- [0012] 本発明の電流センサにおいて、前記直線状の配線パターンが、前記長尺パターンの直上に配置されても良い。
- [0013] 本発明の電流センサにおいて、前記磁気検出パターンを含む磁気抵抗効果素子を複数備えても良い。

### 発明の効果

- [0014] 本発明によれば、高い精度を低い消費電力で実現可能な電流センサを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの構成例を示す模式図である。
- [図2]本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの具体的構成を示す平面模式図である。
- [図3]本実施の形態に係る磁気抵抗効果素子を拡大した部分拡大図である。
- [図4]本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサに用いられる磁気抵抗効果素子の積層構造を示す断面模式図である。
- [図5]フィードバックコイル及び磁気抵抗効果素子を含む磁気平衡式電流センサの積層構造を示す断面模式図である。
- [図6]フィードバックコイルの配線パターンと、磁気抵抗効果素子の長尺パターンとの配置関係を示す平面模式図である。
- [図7]本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサにおいてキャンセル磁界の強度と長尺パターンの配置位置との関係を示す模式図である。

[図8]長尺パターンと、対応する直線状の配線パターンとの位置関係がそれぞれ異なる場合において、キャンセル磁界の強度と長尺パターンの配置位置との関係を示す模式図である。

[図9]フィードバックコイルを流れる電流と、磁気抵抗効果素子が受ける実効的な磁界の強さとの関係を示す特性図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0017] 図1は、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの構成例を示す模式図である。図1に示されるように、本実施の形態の磁気平衡式電流センサは、被測定電流Iが通流する導体（電流線）11の近傍に配置されている。この磁気平衡式電流センサは、被測定電流Iによる誘導磁界Aを打ち消すキャンセル磁界Bを生じさせるフィードバック回路12を備えている。フィードバック回路12は、フィードバックコイル121と、4つの磁気抵抗効果素子122a～122dとを含んで構成されている。なお、図1では、主に、磁気抵抗効果素子122a～122dなどの接続関係について示し、具体的な構成や配置などについては図2以降の説明において詳述する。

[0018] フィードバックコイル121は渦巻状の平面的な配線パターンによって構成されており、当該配線パターンに電流が通流することで、誘導磁界Aに対応する逆向きのキャンセル磁界Bを発生可能になっている。

[0019] 磁気抵抗効果素子122a～122dは、外部磁界が印加されることで抵抗値が変化するGMR（Giant Magneto Resistance）素子、TMR（Tunnel Magneto Resistance）素子などである。本実施の形態の磁気平衡式電流センサにおいて、この磁気抵抗効果素子122a～122dは所定の関係で接続されており、これにより外部磁界の変動を検出する磁界検出ブリッジ回路が構成されている。磁気抵抗効果素子122a～122dを含む磁界検出ブリッジ回路を用いることで、被測定電流Iによる誘導磁界Aを高感度に検出可能な磁気平衡式電流センサを実現できる。なお、磁界検出ブリッジ回路の構成は特に限られない

。磁界検出ブリッジ回路は、外部磁界による抵抗値変化のない固定抵抗素子などを含んで構成されても良い。

[0020] 図1に示す磁界検出ブリッジ回路において、磁気抵抗効果素子122bと磁気抵抗効果素子122cとの接続点には電源電圧V<sub>dd</sub>を与える電源が接続されている。また、磁気抵抗効果素子122aと磁気抵抗効果素子122dとは接地電圧GNDを与えるグラウンドが接続されている。磁気抵抗効果素子122aと磁気抵抗効果素子122bとの接続点から第1の出力電圧O<sub>ut1</sub>が取り出され、磁気抵抗効果素子122cと磁気抵抗効果素子122dとの接続点から第2の出力電圧O<sub>ut2</sub>が取り出される。これら2つの出力の電圧差は、磁気抵抗効果素子122a~122dに加わる外部磁界に対応するようになっている。

[0021] 第1の出力電圧O<sub>ut1</sub>と第2の出力電圧O<sub>ut2</sub>との電圧差は増幅器123で増幅され、フィードバックコイル121に電流（フィードバック電流）として与えられる。つまり、フィードバック電流は第1の出力電圧O<sub>ut1</sub>と第2の出力電圧O<sub>ut2</sub>との電圧差に対応する大きさになる。フィードバックコイル121にフィードバック電流が通流すると、フィードバックコイル121の周囲には被測定電流Iによる誘導磁界Aを相殺するようにキャンセル磁界Bが発生する。誘導磁界Aとキャンセル磁界Bとが相殺される平衡状態のフィードバック電流の電流値に基づいて、検出部である検出抵抗Rにおいて被測定電流Iが算出される。

[0022] 図2は、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの具体的構成を示す平面模式図である。図2の中央には、紙面左右方向（X方向）に延在する磁気検出パターンを含む磁気抵抗効果素子122a~122dが、紙面左側から磁気抵抗効果素子122a、122b、122c、122dの順に配置されている。各磁気抵抗効果素子122a~122dにおいて、磁気検出感度が最大となる方向S（以下、感度軸方向と呼ぶ）は、磁気検出パターンの延在方向（X方向）に対して垂直な方向（Y方向）である。磁気抵抗効果素子122a~122dの磁気検出パターンには、配線などを介して各種端子（電

極)が接続されている。例えば、磁気抵抗効果素子122aは、グラウンドが接続される接地端子G1、及び第1の出力端子O1と接続されており、磁気抵抗効果素子122bは、電源が接続される電源端子V、及び第1の出力端子O1と接続されている。磁気抵抗効果素子122cは、電源が接続される電源端子V、及び第2の出力端子O2と接続されており、磁気抵抗効果素子122dは、グラウンドが接続される接地端子G2、及び第2の出力端子O2と接続されている。なお、磁気平衡式電流センサにおいて、磁気抵抗効果素子122a~122d、配線、各種端子(電極)などの具体的構成は図2に示すものに限られない。

[0023] 磁気抵抗効果素子122a~122dの上方(紙面手前)には、絶縁膜などを介して渦巻状の配線パターンによるフィードバックコイル121が形成されている。フィードバックコイル121の配線パターンは、直線部121a、121cと、これら2つの直線部121a、121cを接続する接続部121b、121dとを含んで構成されており、当該配線パターンは、平面視において直線部121aが下方の磁気抵抗効果素子122a~122dと重なるように配置されている。直線部121aにおいて、配線パターンは紙面左右方向(X方向)に延在するように設けられている。これにより、磁気抵抗効果素子122a~122dの磁気検出パターンの延在方向と、磁気抵抗効果素子122a~122dと重なる直線部121aの配線パターンの延在方向とが略一致するようになっている。なお、磁気平衡式電流センサにおいて、フィードバックコイル121の具体的構成は図2に示すものに限られない。

[0024] 図3は、図2に示す磁気抵抗効果素子122a~122dを拡大した部分拡大図である。図3に示すように、磁気抵抗効果素子122a~122dは、複数の長尺パターン31を、当該長尺パターン31の長手方向(X方向)と直交する方向(Y方向)に、所定間隔で略平行に配列させた磁気検出パターンを含む。隣接する長尺パターン31の中心線間の距離はC1となっている。言い換えれば、複数の長尺パターンは、配置周期C1(繰り返し周期)

で配列されている。図3では、7個の長尺パターン31a~31gを含む磁気検出パターンを示しているが、長尺パターン31の数はこれに限定されない。

[0025] この磁気抵抗効果素子122a~122dにおいて、感度軸方向は、長尺パターン31の長手方向に対して直交する方向（Y方向）である。このため、磁気抵抗効果素子122a~122dは、電流線11の誘導磁界Aの向きに対し、長尺パターン31のY方向が一致するように配置されている。また、磁気抵抗効果素子122a~122dは、フィードバックコイル121のキャンセル磁界Bの向きに対し、長尺パターン31のY方向が一致するように形成されている。

[0026] 磁気抵抗効果素子122a~122dにおいて、各長尺パターン31は、複数の磁気検出部32と、複数の永久磁石部33とを含んで構成されている。磁気検出部32は、長尺パターン31の長手方向において所定の間隔で離間して配置されている。また、隣接する2つの磁気検出部32の間には、1つの永久磁石部33が配設されている。すなわち、長尺パターン31は、磁気検出部32と永久磁石部33とを交互に接続して構成されている。

[0027] 長尺パターン31の配列方向（Y方向）において、最も外側に設けられた長尺パターン31aの一端部側（図3に示す左側端部）の永久磁石部33は、接続端子34aに接続されている。一方、長尺パターン31aの配列方向において、長尺パターン31aから最も離れて設けられた長尺パターン31gの他端部（図3に示す右側端部）の永久磁石部33は、接続端子34bに接続されている。

[0028] 長尺パターン31aの他端部と、この長尺パターン31aに隣接する長尺パターン31bの他端部とは、永久磁石部33によって接続され、長尺パターン31bの一端部と、この長尺パターン31bに隣接する長尺パターン31cの一端部とは永久磁石部33によって接続されている。同様に、長尺パターン31cの他端部と、隣接する長尺パターン31dの他端部とは、永久磁石部33によって接続され、長尺パターン31dの一端部と、隣接する長

尺パターン31eの一端部とは永久磁石部33によって接続されている。このように、長尺パターン31の両端部の永久磁石部33は、接続端子34a、34bに接続する永久磁石部33を除き、隣接する長尺パターン31同士を接続する屈曲部分を構成しており、これによってミアンダ形状の磁気検出パターンが構成されている。また、長尺パターン31の両端部に設けられた永久磁石部33は、接続端子34a、34bに接続する永久磁石部33を除き、隣接する長尺パターン31同士を接続可能なように長尺パターン31の配列方向に延在して設けられている。なお、ミアンダ形状の磁気検出パターンの構成はこれに限られない。少なくとも、磁気検出部32を備え、磁界を検出可能に構成されていれば良い。

[0029] 上述したミアンダ状の磁気検出パターンを通じて電源（電源電圧 $V_{dd}$ ）とグランド（接地電圧 $GND$ ）との間に電流が流れると、ミアンダ状の磁気検出パターンでは、その電気抵抗値に応じて電圧降下が生じる。ミアンダ状の磁気検出パターンの電気抵抗値は外部磁界により変動するようになっているため、磁気検出パターンにおける電圧降下は、被測定電流 $I$ の誘導磁界 $A$ 及びフィードバックコイル121のキャンセル磁界 $B$ に応じて変動する。磁気検出パターンの接続端子34a、34bの一方は、配線などを介して出力端子 $O_1$ 、 $O_2$ の一方と接続されている。このため、第1の出力電圧 $O_{ut1}$ 又は第2の出力電圧 $O_{ut2}$ として、磁気検出パターンにおいて生じた電圧降下に対応する電圧値が得られる。

[0030] 図4は、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサに用いられる磁気抵抗効果素子122a~122dの積層構造を示す断面模式図である。図4では、図3のAA矢視断面を示している。図4に示すように、磁気検出部32及び永久磁石部33は、シリコンを含んで構成される基板（図4において不図示）に形成されたアルミニウム酸化膜41上に設けられている。アルミニウム酸化膜41は、例えば、スパッタリング法などにより形成することができる。各磁気検出部32は、互いに離間するように所定の間隔で設けられており、磁気検出部32の間には永久磁石部33が設けられている。なお、磁気

抵抗効果素子 122a~122d の具体的な積層構造は以下の記載に限定されない。

- [0031] 磁気検出部 32 は、シード層 42、第 1 の強磁性膜 43、反平行結合膜 44、第 2 の強磁性膜 45、非磁性中間層 46、フリー磁性層 47、及び保護層 48 がこの順序で積層されることにより構成されている。磁気検出部 32 においては、反平行結合膜 44 を介して第 1 の強磁性膜 43 と第 2 の強磁性膜 45 とが反強磁性的に結合されており、いわゆるセルフピン止め型の強磁性固定層 (SFP 層: Synthetic Ferri Pinned 層) 49 が構成されている。このように、磁気抵抗効果素子 122a~122d は、強磁性固定層 49、非磁性中間層 46 および軟磁性自由層 47 を用いたスピバルブ型の素子である。
- [0032] シード層 42 は、Cr、NiFeCr 合金などで構成される。なお、不図示の基板とシード層 42 との間には、例えば、Ta、Hf、Nb、Zr、Ti、Mo、W のうち少なくとも 1 つの元素を含む非磁性材料などで構成される下地層を設けても良い。
- [0033] 第 1 の強磁性膜 43 は、40 原子%~80 原子%の Fe を含む CoFe 合金で構成されていることが好ましい。この組成範囲の CoFe 合金は、大きな保磁力を有し、外部磁界に対して磁化を安定に維持できるためである。なお、第 1 の強磁性膜 43 は、その成膜中において長尺パターン 31 の幅方向 (Y 方向、図 3 参照) に磁場が印加されることで、誘導磁気異方性が付与される。印加磁場の方向は、例えば、紙面奥側から手前側に向かう方向である。
- [0034] 反平行結合膜 44 は、Ru などにより構成される。なお、反平行結合膜 44 は、0.3 nm~0.45 nm、または、0.75 nm~0.95 nm の厚さで形成することが望ましい。反平行結合膜 44 をこのような厚さとすることにより、第 1 の強磁性膜 43 と第 2 の強磁性膜 45 との間に強い反強磁性結合をもたらすことができる。
- [0035] 第 2 の強磁性膜 45 は、0 原子%~40 原子%の Fe を含む CoFe 合金

で構成されていることが好ましい。この組成範囲のCoFe合金は、小さな保磁力を有し、第1の強磁性膜43が優先的に磁化する方向に対して反平行方向（180°異なる方向）に磁化し易くなるためである。なお、第2の強磁性膜45は、成膜中に、第1の強磁性膜43の成膜中と同様の磁場（長尺パターン31の幅方向の磁場、例えば、紙面奥側から手前側に向かう方向の磁場）が印加されることにより、誘導磁気異方性が付与される。このような磁場を印加しながら成膜することで、第1の強磁性膜43が印加磁場の方向に優先的に磁化し、第2の強磁性膜45は第1の強磁性膜43の磁化方向とは反平行方向（180°異なる方向）に磁化する。

[0036] 非磁性中間層46は、Cuなどにより構成される。非磁性中間層46の構成は、所望の特性が得られるように適宜変更できる。

[0037] フリー磁性層47は、CoFe合金、NiFe合金、CoFeNi合金などの磁性材料で構成される。フリー磁性層47は、成膜中に長尺パターン31の長さ方向（X方向、図3参照）に磁場が印加されることで、誘導磁気異方性が付与されたものであることが望ましい。これにより、ストライプ幅方向の外部磁場に対して線形に抵抗変化し、磁気ヒステリシスの小さい磁気抵抗効果素子122a～122dを実現できる。また、フリー磁性層47は、フリー磁性層47の厚さやフリー磁性層47を構成する磁性材料の選択などにより、磁化量が $0.6\text{ memu/cm}^2 \sim 1.0\text{ memu/cm}^2$ となるように構成されている。このようにすることで、電流センサ1の磁気ヒステリシス、線形性、検出感度を高度にバランスさせることができる。

[0038] 保護層48は、Taなどで構成される。保護層48の構成は、所望の特性が得られるように適宜変更できる。

[0039] なお、磁気検出部32において、第1の強磁性膜43の磁化量（ $M_s \cdot t$ ）と第2の強磁性膜45の磁化量（ $M_s \cdot t$ ）は実質的に同じであることが望ましい。第1の強磁性膜43と第2の強磁性膜45との間で磁化量の差が実質的にゼロとなることにより、強磁性固定層49の実効的な異方性磁界が大きくなる。これにより、反強磁性材料を用いなくても、強磁性固定層49

の磁化安定性を十分に確保できる。また、第1の強磁性膜43のキュリー温度 ( $T_c$ ) と第2の強磁性膜45のキュリー温度 ( $T_c$ ) とは、実質的に同じであることが望ましい。これにより、高温環境においても第1の強磁性膜43、第2の強磁性膜45の磁化量 ( $M_s \cdot t$ ) の差が実質的にゼロとなり、高い磁化安定性を維持することができる。

[0040] 永久磁石部33は、アルミニウム酸化膜41上に設けられた磁気検出部32の一部をエッチングなどによって除去した領域に設けられている。永久磁石部33は、アルミニウム酸化膜41の表面及び磁気検出部32の側面を覆うように設けられた下地層51と、下地層51上に設けられたハードバイアス層52と、ハードバイアス層52上に設けられた拡散防止層53と、拡散防止層53上に設けられた導電層54とを含んで構成されている。

[0041] 下地層51は、Ta、CrTi合金などにより構成される。下地層51は、ハードバイアス層52と磁気検出部32のフリー磁性層47との間に設けられており、ハードバイアス層52からのフリー磁性層47へのバイアス磁界を低減する。このような下地層51を設けることでハードバイアス層52とフリー磁性層47とが接触しないため、フリー磁性層47の磁化方向の固着が抑制される。これにより、フリー磁性層47の不感領域を十分に小さくでき、磁気ヒステリシスを低減できる。

[0042] ハードバイアス層52は、磁気検出部32のフリー磁性層47に対してバイアス磁界を印加できるよう、CoPt合金、CoCrPt合金などにより構成される。ハードバイアス層52は、その下面がシード層42の下面より下方に位置し、その上面が保護層48の上面より上方に位置するように設けられており、ハードバイアス層52によってフリー磁性層47の側面領域が覆われるようになっている。このようにすることで、フリー磁性層47の感度軸方向に対して略直交方向からバイアス磁界を印加することが可能となり、磁気ヒステリシスをより効果的に低減できる。

[0043] 拡散防止層53は、ハードバイアス層52を覆うように設けられる。拡散防止層53は、Taなどで構成される。

- [0044] 導電層54は、Au、Al、Cu、Cr、Taなどにより構成される。導電層54は、拡散防止層53を覆うように設けられている。また、導電層54は、長尺パターン31の長手方向(X方向)において、磁気検出部32の保護層48と接するように設けられており、永久磁石部33を挟むことにより離間された2つの磁気検出部32を電氣的に接続する。このようにすることで、永久磁石部33のハードバイアス層52による寄生抵抗の影響を低減し、電気抵抗値の増大や電気抵抗のばらつきなどを抑制できる。その結果、高い測定精度を実現できる。
- [0045] 図5は、フィードバックコイル121及び磁気抵抗効果素子122a~122dを含む磁気平衡式電流センサの積層構造を示す断面模式図である。図5では、図3のBB矢視断面を示している。なお、図5では、積層構造全体を示すために磁気検出部32の積層構造は簡略化している。
- [0046] 図5に示すように、シリコンを含んで構成される基板21上に絶縁膜である熱シリコン酸化膜22が形成されている。熱シリコン酸化膜22上には、アルミニウム酸化膜23が形成されており、アルミニウム酸化膜23上に磁気抵抗効果素子122a~122dの磁気検出部32が設けられている。磁気検出部32は、紙面奥行き方向(X方向)において永久磁石部33(図5において不図示)と接続されており、磁気検出部32と永久磁石部33とが交互に接続されることで長尺パターン31(図5において不図示)が構成されている。
- [0047] 磁気検出部32を含む長尺パターン31の上方には、ポリイミド膜24及びシリコン酸化膜25を介してフィードバックコイル121を構成する配線パターン26が設けられている。ポリイミド膜24は、例えば、ポリイミド材料を塗布し、硬化することにより形成することができる。シリコン酸化膜25は、例えば、スパッタリング、プラズマCVDなどの方法により形成することができる。フィードバックコイル121は、例えば、金属等の導電性材料を含む膜を形成した後に、フォトリソグラフィ及びエッチングを用いるパターン加工によって形成することができる。ここで、ポリイミド膜24及

びシリコン酸化膜 25 は、磁気抵抗効果素子 122a~122d（特に磁気検出部 32）とフィードバックコイル 121 との距離 D が  $1\ \mu\text{m}$  以内となるような厚さで設けることが望ましい。磁気抵抗効果素子 122a~122d（特に磁気検出部 32）とフィードバックコイル 121 との距離 D を  $1\ \mu\text{m}$  以内とすることで、フィードバックコイル 121 に流れる電流量を小さくしても必要なキャンセル磁界 B が得られるため、磁気平衡式電流センサの消費電力を低減することができる。

[0048] 図 6 は、平面視におけるフィードバックコイル 121 の配線パターン 26 と、磁気抵抗効果素子 122a~122d の長尺パターン 31 との配置関係を示す平面模式図である。図 6 に示すように、フィードバックコイル 121 は、略等間隔に配置された直線状の配線パターン 26a~26g を含む配線パターン 26 によって構成されている。直線状の配線パターン 26a~26g は、フィードバックコイル 121 の直線部 121a を構成しており（図 2 参照）、その端部において曲線部 121b、121c を構成する曲線状の配線パターンと接続されている。

[0049] 隣接する直線状の配線パターン 26a~26g の中心線間の距離は C2 となっている。言い換えれば、複数の直線状の配線パターン 26a~26g は、配置周期（繰り返し周期）C2 で配列されている。また、直線状の配線パターン 26a~26g は、平面視において磁気抵抗効果素子 122a~122d の長尺パターン 31a~31g と重なるように、長尺パターン 31a~31g の直上に形成されている。つまり、長尺パターン 31a~31g の配置周期 C1 と、配線パターン 26a~26g の配置周期 C2 とは略等しくなっている（ $C1 \doteq C2$ ）。

[0050] 配線パターン 26 を覆うようにポリイミド膜 27 が形成されている。ポリイミド膜 27 上には、磁気シールド 28 が形成されている。磁気シールド 28 は、アモルファス磁性材料、パーマロイ系磁性材料、又は鉄系微結晶材料等の高透磁率材料を用いて形成することができる。なお、所望する特性を得ることができる場合には磁気シールド 28 を設けなくとも良い。ポリイミド

膜 2 7 及び磁気シールド 2 8 上には、シリコン酸化膜 2 9 が形成されている。

[0051] このように構成された磁気平衡式電流センサにおいて、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g の配置周期 C 1 と、配線パターン 2 6 a ~ 2 6 g の配置周期 C 2 とは略等しくなっている。この場合、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g と、これに対応する直線状の配線パターン 2 6 a ~ 2 6 g (長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g に最も近接する直線状の配線パターン 2 6 a ~ 2 6 g) との位置関係は略等しくなる。例えば、長尺パターン 3 1 a から見た配線パターン 2 6 a の位置 (距離、角度など) と、長尺パターン 3 1 b から見た配線パターン 2 6 b の位置 (距離、角度など) とは略等しくなる。同様に、長尺パターン 3 1 c から見た配線パターン 2 6 c の位置 (距離、角度など) と、長尺パターン 3 1 d から見た配線パターン 2 6 d の位置 (距離、角度など) と、長尺パターン 3 1 e から見た配線パターン 2 6 e の位置 (距離、角度など) と、長尺パターン 3 1 f から見た配線パターン 2 6 f の位置 (距離、角度など) と、長尺パターン 3 1 g から見た配線パターン 2 6 g の位置 (距離、角度など) とは略等しくなる。

[0052] このように、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g と、対応する直線状の配線パターン 2 6 a ~ 2 6 g との位置関係が略等しくなると、磁気抵抗効果素子 1 2 2 a ~ 1 2 2 d とフィードバックコイル 1 2 1 との距離に関わらず、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g がそれぞれ受けるキャンセル磁界 B の強度は略等しくなる。

[0053] 図 7 は、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサにおいてフィードバックコイル 1 2 1 のキャンセル磁界 B の強度と長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g の配置位置との関係を示す模式図である。図 7 において、直線状の配線パターン 2 6 a ~ 2 6 g と長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g とは、紙面奥行き方向 (X 方向) に延在して設けられている。また、図 7 に示すように、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g がそれぞれ受けるキャンセル磁界 B の強度が略等しくなるように、長尺パターン 3 1 a ~ 3 1 g の配置周期 C 1 と配線パターン 2 6 a ~

26gの配置周期C2とを略等しくしている。このように、長尺パターン31a~31gと、これに対応する直線状の配線パターン26a~26gとの位置関係をそれぞれ略等しくすることで、長尺パターン31a~31gがそれぞれ受けるキャンセル磁界Bの強度が略等しくなり、電流測定精度の低下を抑制できる。

[0054] 図8は、長尺パターンと、対応する直線状の配線パターンとの位置関係がそれぞれ異なる場合において、キャンセル磁界Bの強度と長尺パターンの配置位置との関係を示す模式図である。図8において、磁気抵抗効果素子222を構成する長尺パターンは所定の配置周期C1'で配置されており、フィードバックコイル221を構成する直線状の配線パターンは、長尺パターンの配置周期C1'とは異なる配置周期C2' (C2' ≠ C1')で配置されている。この場合、磁気抵抗効果素子222の各長尺パターンが受けるキャンセル磁界Bの強度はそれぞれ異なる。このため、電流測定精度は低下する。

[0055] 図9は、フィードバックコイルを流れる電流と、磁気抵抗効果素子が受ける実効的な磁界の強さとの関係を示す特性図である。図8に示す場合、図9において線b2で表されるように、フィードバックコイルを流れる電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける実効的な磁界は弱くなる。これは、磁気抵抗効果素子の各長尺パターンがそれぞれ受けるキャンセル磁界の強度が異なり、その総和として磁気抵抗効果素子が受ける実効的な磁界が小さくなるためである。このように、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとの距離を小さくして、大きな電流を測定しようとした場合、磁気抵抗効果素子が受ける実効的な磁界が弱くなると、必要なキャンセル磁界を発生させるときのコイル電流を大きくする必要がある。このため、磁気平衡式電流センサの消費電力を増大させてしまうことになる。

[0056] 一方、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサでは、磁気抵抗効果素子の長尺パターンがそれぞれ受けるキャンセル磁界が略等しくなるため、図9において線b1で表されるように、フィードバックコイルを流れる電流に対

して、磁気抵抗効果素子が受ける実効的なキャンセル磁界強度を効率的に大きくすることができる。このため、本実施形態のように磁気抵抗効果素子122a~122dとフィードバックコイル121とを近接させることで、低い消費電力で駆動する磁気平衡式電流センサを実現できる。

[0057] なお、長尺パターン31a~31gの配置周期C1と、直線状の配線パターン26a~26gの配置周期C2とは略等しいことに限られない。少なくとも、長尺パターン31a~31gの配置周期C1が、直線状の配線パターン26a~26gの配置周期C2の略整数倍 ( $C1 \doteq n \cdot C2$ 、 $n$ は整数(代表的には正整数))であれば長尺パターン31a~31gに対する配線パターン26a~26gの位置関係が略等しくなるため、同様の効果を得ることができる。

[0058] また、本実施の形態では、フィードバックコイル121の直線状の配線パターン26a~26gが、磁気抵抗効果素子122a~122dの長尺パターン31a~31gの直上に配置されているが、フィードバックコイル121の直線状の配線パターン26a~26gと磁気抵抗効果素子122a~122dの長尺パターン31a~31gとの位置関係はこれに限られない。少なくとも、長尺パターン31a~31gがそれぞれ受けるキャンセル磁界Bの強度が略等しくなるように上述した配置周期の関係を満たしていれば、平面視における長尺パターン31a~31gと配線パターン26a~26gとの配置位置は、ずれていても良い。この場合も、長尺パターン31a~31gがそれぞれ受けるキャンセル磁界Bを略等しくできるため、電流測定精度の低下を抑制できる。

[0059] また、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサは、磁気抵抗効果素子122a~122dをフィードバックコイル121に近接させているため、被測定電流Iが大きく誘導磁界Aが強い場合にも、十分な強度のキャンセル磁界Bを発生させることが可能となっている。このため、磁気抵抗効果素子122a~122dが受ける誘導磁界Aを弱める磁気シールド28は省略可能である。磁気抵抗効果素子122a~122dと導体11との間に磁気シ-

ルド28を有しない場合、磁気シールド28の磁気ヒステリシスに起因する電流測定精度の低下が生じない。このため、磁気抵抗効果素子122a~122dと導体11との間に磁気シールド28を有しない構成にすることで、電流測定精度を高めることができる。

[0060] 以上のように、本発明の電流センサは、磁気抵抗効果素子において、ミアンダ状の磁気検出パターンを構成する長尺パターンの配置周期を、フィードバックコイルの配線パターンを構成する直線状の配線パターンの配置周期の略整数倍とすることで、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとを近接するよう配置しても、磁気抵抗効果素子の各長尺パターンが受けるキャンセル磁界の強度を略等しくできる。その結果、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとを近接させても電流測定精度が低下せずに済むため、高い精度を低い消費電力で実現可能な磁気平衡式電流センサを実現できる。

[0061] なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することができる。例えば、上記実施の形態では、磁気抵抗効果素子122a~122dとフィードバックコイル121との距離Dを1 $\mu$ m以内として磁気抵抗効果素子122a~122dとフィードバックコイル121とを近接させているが、本発明は、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとの距離を近接させない場合においても電流測定精度を高める点において有効である。つまり、磁気抵抗効果素子122a~122dとフィードバックコイル121との距離Dは1 $\mu$ mより大きくても良い。また、上記実施の形態では、各磁気抵抗効果素子122a~122dが長尺パターン31a~31gを含む例を示しているが、長尺パターン31a~31gによって複数の磁気抵抗効果素子が形成されていても良い。例えば、長尺パターン31a~31cによって一つの磁気抵抗効果素子が形成され、長尺パターン31d~31fによって別の磁気抵抗効果素子が形成されるようにしても良い。また、上記実施の形態において電流センサを構成する膜は、電流センサの機能に影響を与えない範囲において追加、省略が可能である。

**産業上の利用可能性**

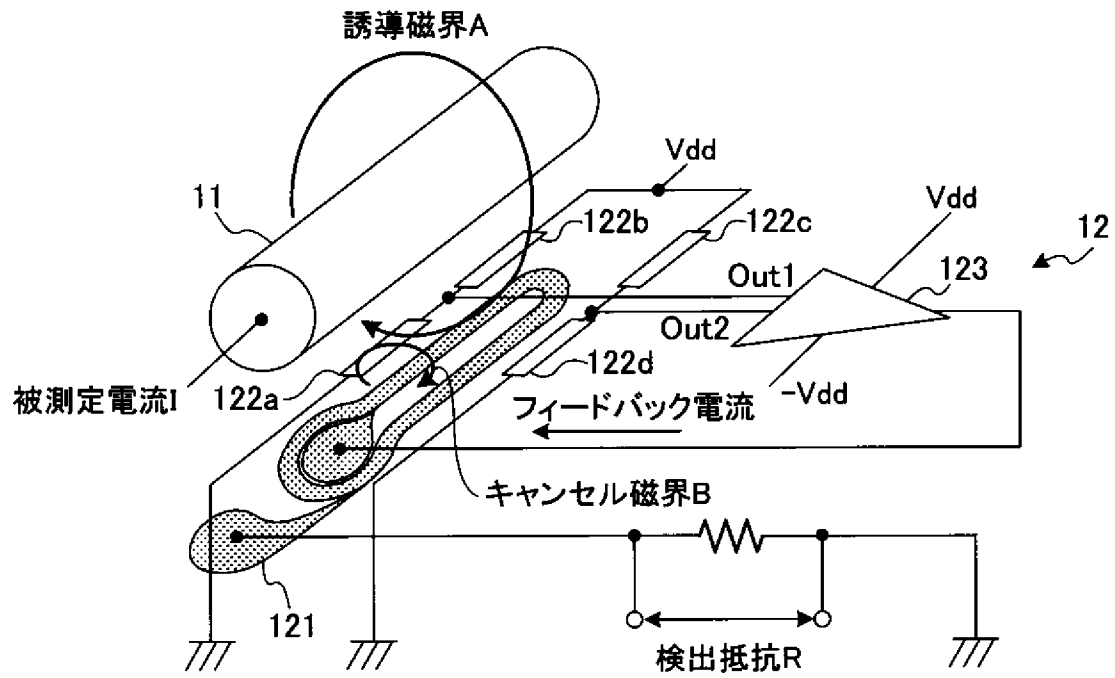
[0062] 本発明の電流センサは、例えば、電気自動車やハイブリッドカーのモータ駆動用の電流の大きさを検知するために用いることが可能である。

[0063] 本出願は、2011年8月1日出願の特願2011-168268に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

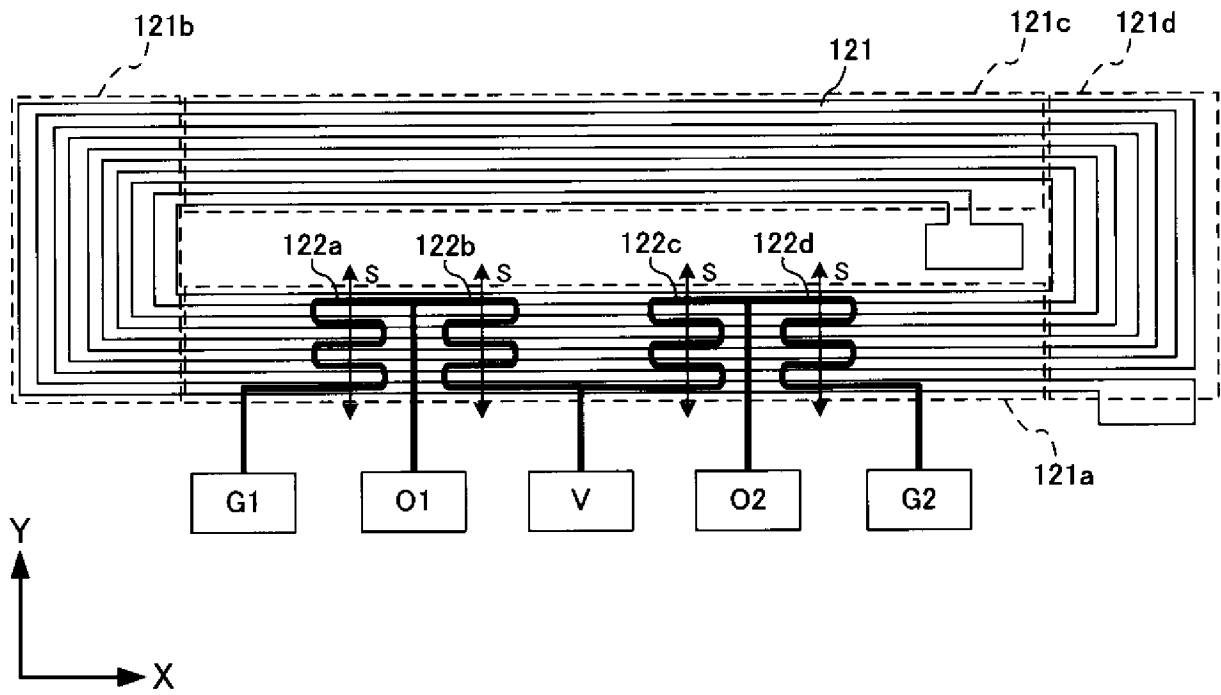
## 請求の範囲

- [請求項1] 電流線を通流する被測定電流からの誘導磁界を検出する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子が検出する誘導磁界を相殺するような磁界を発生させるフィードバックコイルと、を備えた電流センサであって、
- 前記磁気抵抗効果素子は、特定方向に延在して等間隔に並設された複数の長尺パターンが接続されてなるミアンダ状の磁気検出パターンを含んで構成され、
- 前記フィードバックコイルは、前記磁気検出パターンを含む平面に垂直な方向から見て前記複数の長尺パターンと重なる領域において、前記長尺パターンの延在方向にそれぞれ延在して等間隔に並設された複数の直線状の配線パターンを含むように構成され、
- 前記長尺パターンの配置周期は、前記直線状の配線パターンの配置周期の整数倍であることを特徴とする電流センサ。
- [請求項2] 前記直線状の配線パターンは、前記長尺パターンに対して平行に配置されたことを特徴とする請求項1に記載の電流センサ。
- [請求項3] 前記直線状の配線パターンと、前記長尺パターンとの距離は $1\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の電流センサ。
- [請求項4] 前記長尺パターンの配置周期は、前記直線状の配線パターンの配置周期に等しいことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の電流センサ。
- [請求項5] 前記直線状の配線パターンが、前記長尺パターンの直上に配置されたことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の電流センサ。
- [請求項6] 前記磁気検出パターンを含む磁気抵抗効果素子を複数備えたことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の電流センサ。

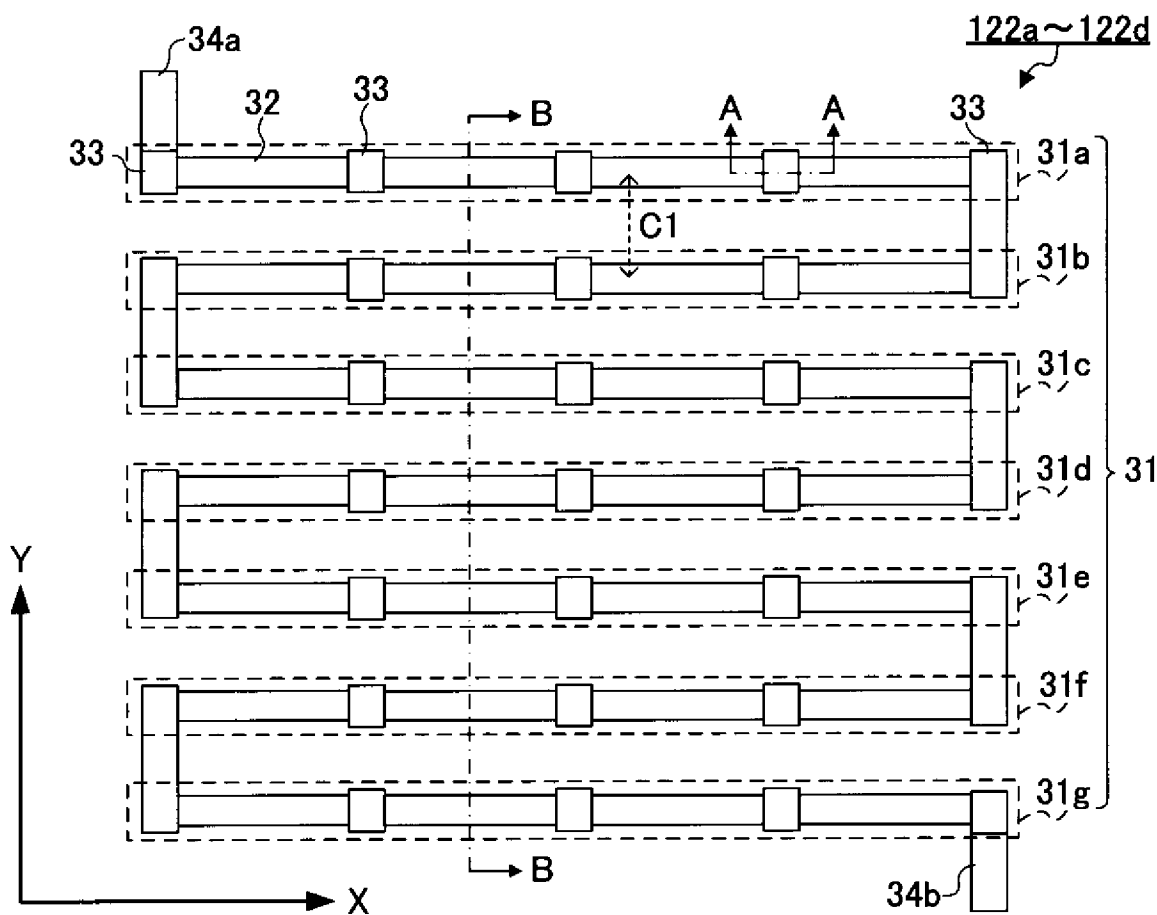
[図1]



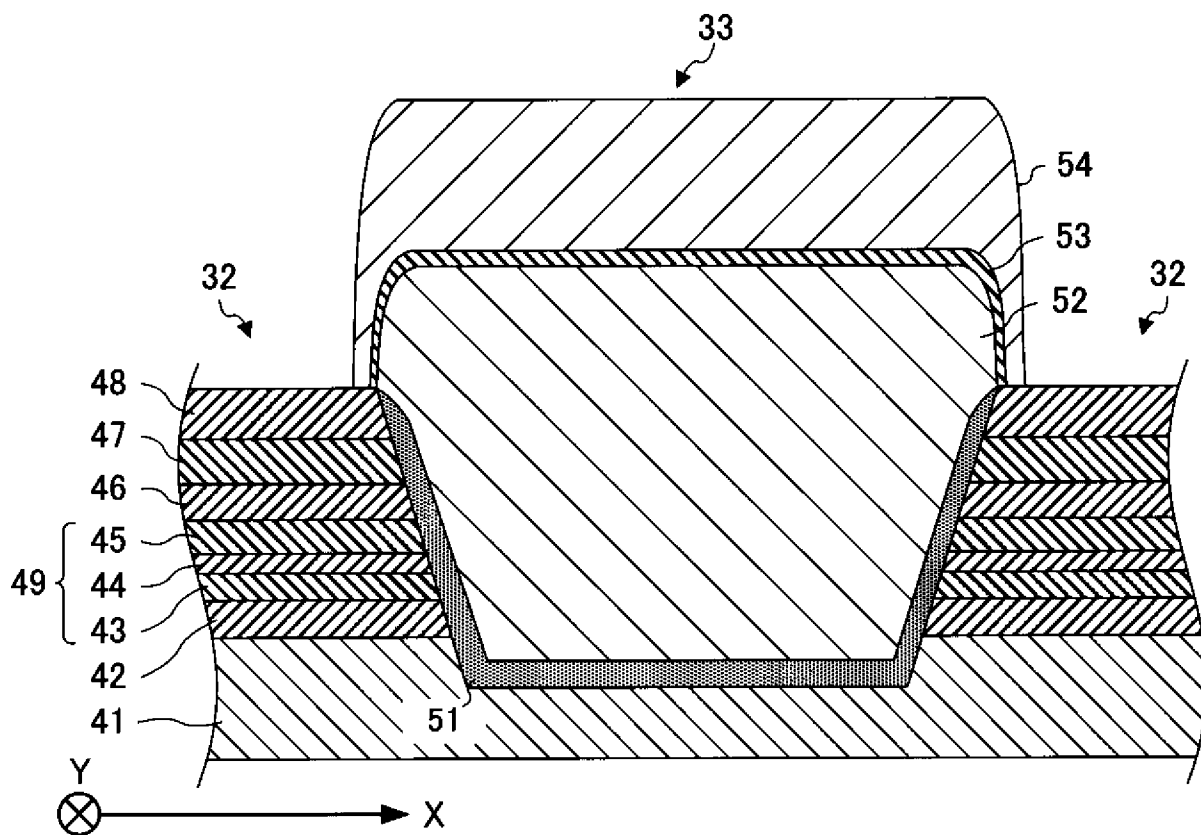
[図2]



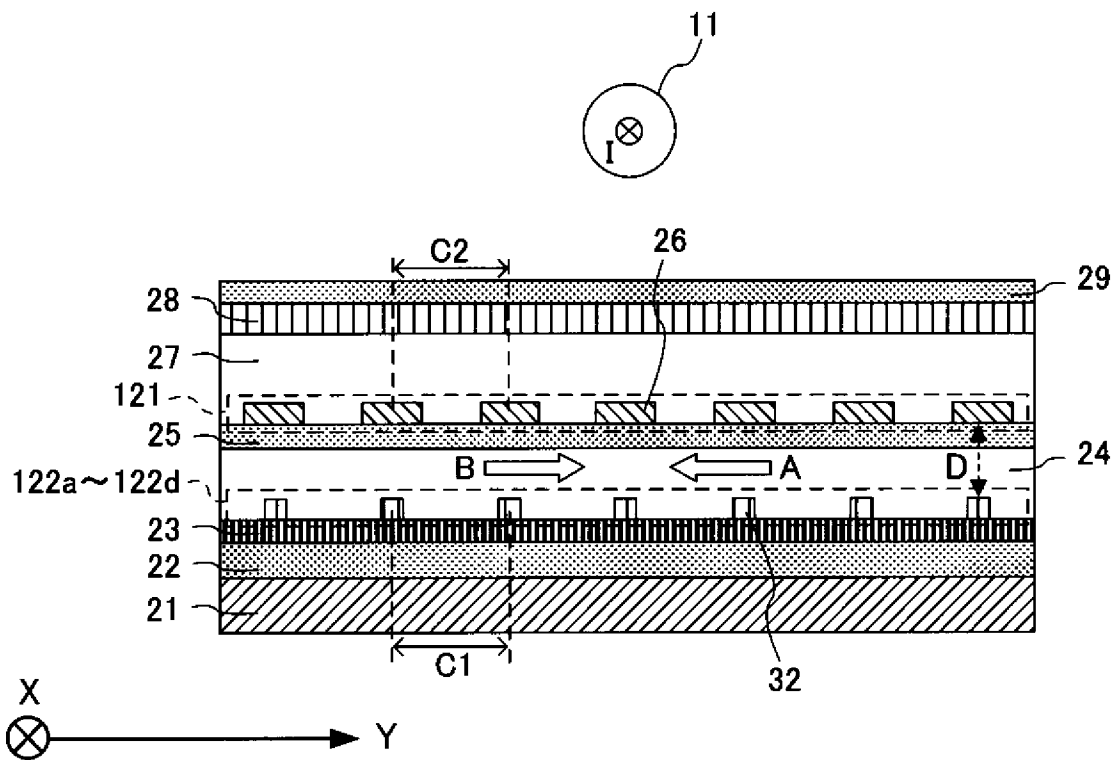
[図3]



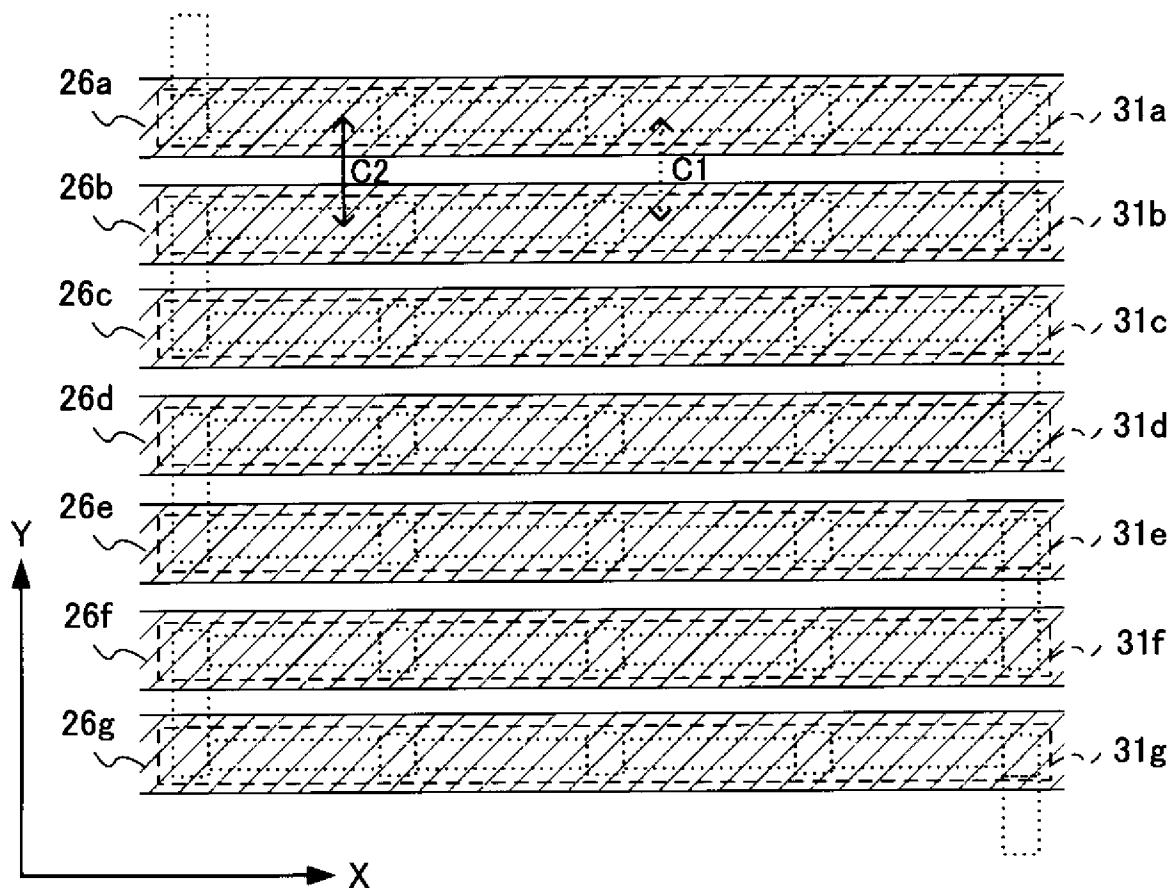
[図4]



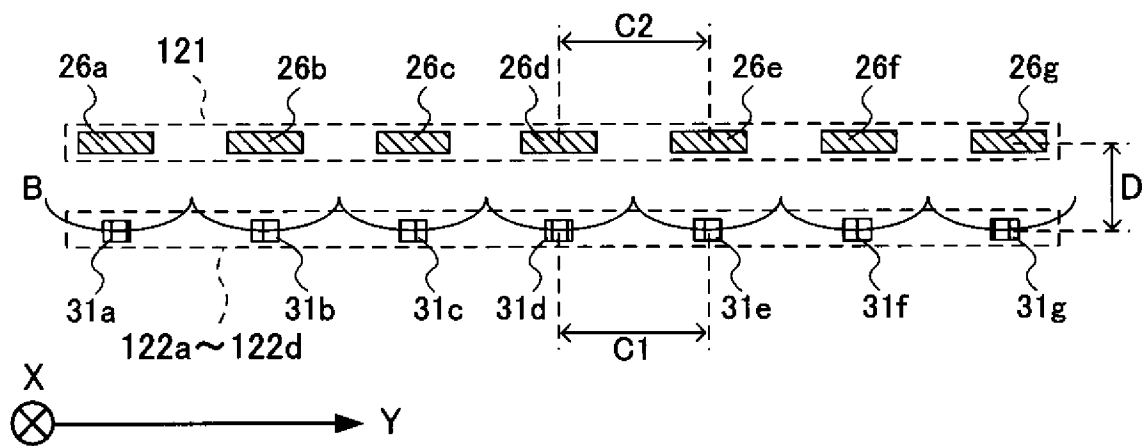
[図5]



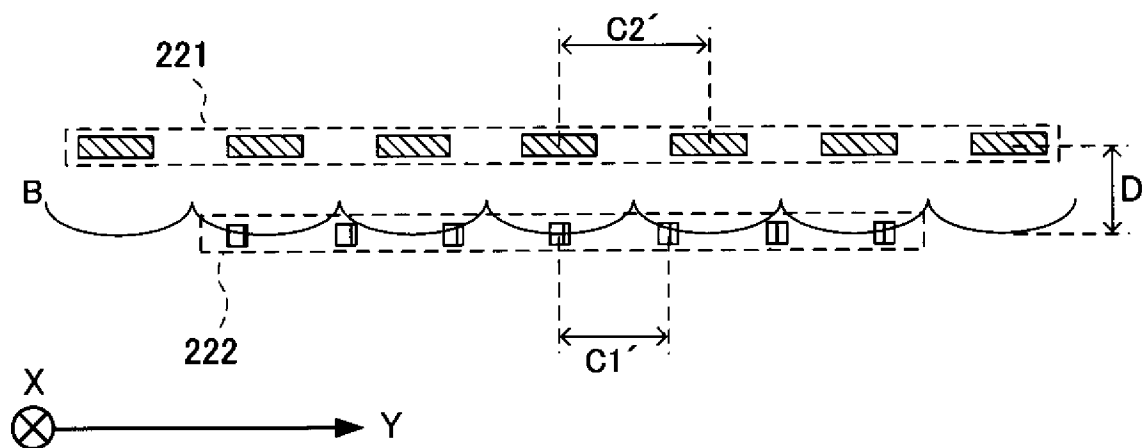
[図6]



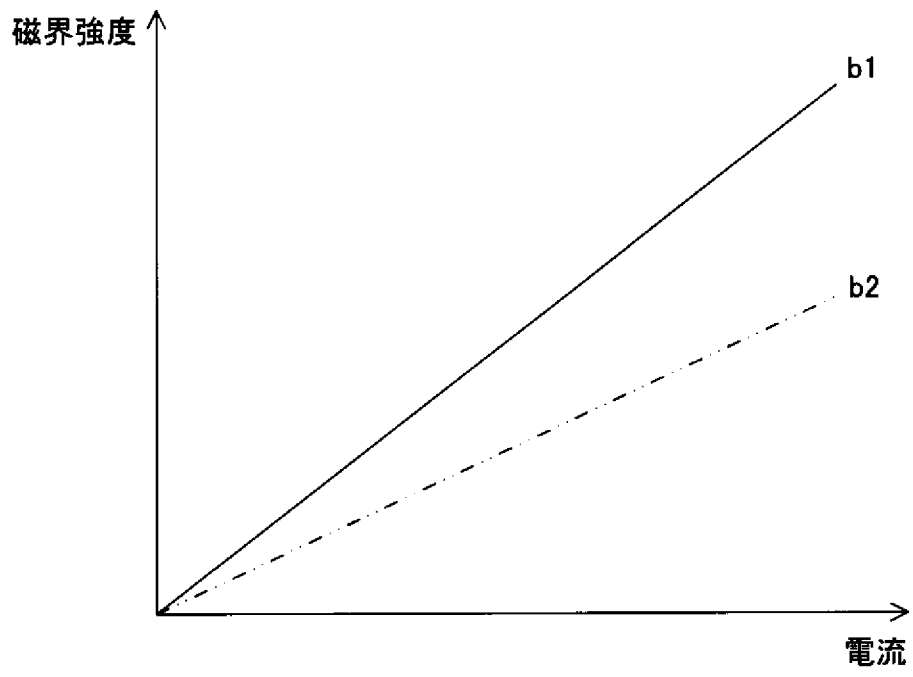
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/069041

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01R15/20 (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)

G01R15/00-19/32

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X	JP 2006-125962 A (TDK Corp.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0018] to [0025], [0039] to [0048]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & US 7495541 B2	1-6
A	WO 2011/043193 A1 (Alps Green Device Co., Ltd.), 14 April 2011 (14.04.2011), paragraphs [0014] to [0032]; fig. 1 to 2 & US 2011/0080165 A1	1-6

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 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  
10 August, 2012 (10.08.12)

Date of mailing of the international search report  
21 August, 2012 (21.08.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/069041

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1 (JP 2006-125962 A (TDK Corp.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0018] to [0025], [0039] to [0048], fig. 1 to 4, 9 to 10) discloses a current sensor comprising a magneto-resistance effect element and a feedback coil, wherein an arrangement cycle of a long pattern of the magneto-resistance effect element is an integral multiple of an arrangement cycle of a linear wiring pattern of the feedback coil.

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01R15/20(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. G01R15/00-19/32

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
X	JP 2006-125962 A (TDK株式会社) 2006.05.18, 段落【0018】 - 【0025】、【0039】 - 【0048】、第1-4、9-10 図 & US 7495541 B2	1-6
A	WO 2011/043193 A1 (アルプス・グリーンデバイス株式会社) 2011.04.14, 段落 [0014] - [0032], 第1-2 図 & US 2011/0080165 A1	1-6

☐ 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

10.08.2012

国際調査報告の発送日

21.08.2012

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)

関根 洋之

2 S

8803

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1（JP 2006-125962 A（TDK株式会社）2006.05.18, 段落【0018】－【0025】、【0039】－【0048】、第1-4, 9-10図）には、磁気抵抗効果素子とフィードバックコイルとを備え、磁気抵抗効果素子の長尺パターンの配置周期がフィードバックコイルの直線状の配線パターンの配置周期の整数倍である電流センサが記載されている。

したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。