

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-196698

(P2011-196698A)

(43) 公開日 平成23年10月6日(2011.10.6)

(51) Int.Cl.
G01R 15/20 (2006.01)

F I
G O 1 R 15/02

テーマコード(参考)
2 G O 2 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-60600(P2010-60600)
(22) 出願日 平成22年3月17日(2010.3.17)

(71) 出願人 000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 100109667
弁理士 内藤 浩樹
(74) 代理人 100109151
弁理士 永野 大介
(74) 代理人 100120156
弁理士 藤井 兼太郎
(72) 発明者 鮫島 正憲
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニックエレクトロニックデバイス株式会
社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流検出装置

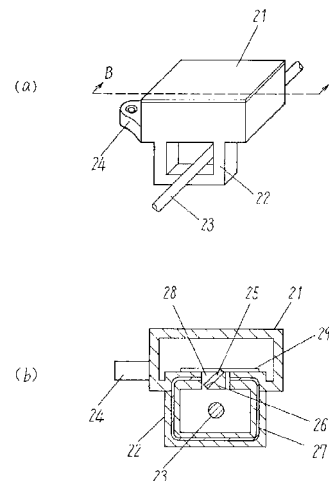
(57) 【要約】

【課題】本発明は、消費電流が小さく、かつ小形で、出力の直線性が良好な電流検出装置を提供することを目的とするものである。

【解決手段】本発明の電流検出装置は、磁気抵抗素子センサ25における絶縁基板の法線方向を導体23に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して傾斜させることにより、前記導体23に流れる電流によって生ずる磁界の磁気抵抗素子に作用する成分を等価的に減少させ、前記導体23に流れる電流を直線性よく低消費電流で測定するようにしたものである。

【選択図】 図1

23 導体
25 磁気抵抗素子センサ



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体に流れる電流を検出する電流検出装置であって、絶縁基板と、前記絶縁基板上に配設され、かつ隣接する磁気抵抗素子の磁気検出方向が互いに直交する状態でブリッジ状に結合された4個の磁気抵抗素子と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設され、かつ前記磁気抵抗素子の磁気検出方向に対して略45度をなす方向にバイアス磁界を与える磁界発生手段と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設された補償電流線とからなる磁気抵抗素子センサと、前記磁気抵抗素子の相対向する2つの結合部間に定電圧を印加する電源と、前記電源により定電圧が印加されている結合部間以外の相対向する結合部間の電位差を検出する検出手段と、前記検出手段からの出力信号に基づいて前記電位差を零にするように前記補償電流線に流れる電流を制御する電流制御手段と、前記補償電流線に流れる電流を変換して出力する回路部とを備え、前記バイアス磁界方向と前記導体に流れる電流の方向とを平行とし、かつ前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記絶縁基板の法線方向を傾斜させた電流検出装置。

10

【請求項 2】

導体に流れる電流を検出する電流検出装置であって、絶縁基板と、前記絶縁基板上に配設され、かつ隣接する磁気抵抗素子の磁気検出方向が互いに直交する状態でブリッジ状に結合された4個の磁気抵抗素子と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設され、かつ前記磁気抵抗素子の磁気検出方向に対して略45度をなす方向にバイアス磁界を与える磁界発生手段と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設された補償電流線とからなる2個以上の磁気抵抗素子センサと、前記2個以上の磁気抵抗素子センサのうちから選択されたいずれかの磁気抵抗素子センサにおける磁気抵抗素子の相対向する2つの結合部間だけに定電圧を印加する電源と、前記選択された磁気抵抗素子センサにおける前記電源により定電圧が印加されている結合部間以外の相対向する結合部間の電位差を検出する検出手段と、前記選択された磁気抵抗素子センサにおける前記検出手段からの出力信号に基づいて前記電位差を零にするように前記補償電流線に流れる電流を制御する電流制御手段とを備え、前記磁気抵抗素子センサの1つは、前記バイアス磁界方向と前記導体に流れる電流の方向とを平行とし、かつ前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を直交させるとともに、他の磁気抵抗素子センサは、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を傾斜させた電流検出装置。

20

30

【請求項 3】

磁界発生手段として薄膜磁石を用いた請求項 1 または 2 記載の電流検出装置。

【請求項 4】

補償電流線として巻線コイルを用いた請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両、産業機器等内において大電流を検出する電流検出装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来電流検出装置としては図7~図9に示すようなものが知られている(特許文献1参照)。図7(a)は従来電流検出装置の外観斜視図を示したもので、この電流検出装置は樹脂製のケース1のトンネル部分2に導体3を通した後、ケース1ごとフランジ4で車両(図示せず)のボディ等に取り付け固定される。図7(b)は図7(a)におけるA-A線断面図を示したもので、補償電流線5と磁気抵抗素子部6および永久磁石7が所定の位置関係を保つように樹脂成形によって形成されたホルダー8で固定されている。9は前記導体3に流れる電流から発生した磁束を収束するための磁気ヨークで、磁性材などからなる。10は回路を構成する回路部品を搭載した回路基板である。

50

【0003】

図8(a)は磁気抵抗素子部の構造と印加される磁界の方向を示すものである。図8(a)に示す磁気抵抗素子部6は絶縁基板11上に磁気抵抗薄膜をつづら折りに複数回折り返して磁気指向性を持たせた磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dをそれぞれ図のように互いに電流の流れる方向を直交させて配置し、ブリッジ構成となるように接続して外部への引出し電極A, B, C, Dを設けて構成されている。ベクトルは永久磁石7により発生されるバイアス磁界を示し、磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dの磁気-抵抗特性における動作点を決定している。ベクトル、は各々導体3、補償電流線5に流れる電流により磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dに印加される磁界を示したものである。また、図8(b)は磁気抵抗素子部6の電氣的等価回路図を示したものである。

10

【0004】

図9は上記従来 of 電流検出装置の動作を説明するための回路図である。前記磁気抵抗素子部6における磁気抵抗素子6a, 6bの結合点Aと磁気抵抗素子6c, 6dの結合点D間には定電圧を印加する電源12が接続されている。13は磁気抵抗素子6a, 6dの結合点Cと、磁気抵抗素子6b, 6cの結合点Bの電位差を検出する検出部で、この検出部13の出力信号によって電流制御部14が補償電流線5に流れる電流を制御している。15は出力変換部で、この出力変換部15は補償電流線5に流れる電流による負荷抵抗16での電圧降下を増幅して出力端子17に出力するものである。

【0005】

導体3に流れる電流が零の時、図8(a)に示したバイアス磁界のみが磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dに対して一定の角度(45度)をなすよう印加されるため、磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dは実質的に同一の抵抗値となる。このため、磁気抵抗素子ブリッジは平衡し、磁気抵抗素子6a, 6dの結合点Cと、磁気抵抗素子6b, 6cの結合点Bは同電位となり、検出部13から信号は出力されない。これにより、補償電流線5と負荷抵抗16に電流が流れないため、出力端子17に出力電圧は現れないことになる。

20

【0006】

一方、導体3に電流が流れると、図8(a)に示した磁界が発生して磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dに印加されるため、磁気抵抗素子6a, 6cの抵抗は大きくなるとともに、磁気抵抗素子6b, 6dの抵抗は小さくなる。このため、磁気抵抗素子ブリッジの平衡が破れ、磁気抵抗素子6a, 6dの結合点Cと、磁気抵抗素子6b, 6cの結合点Bとの間に電位差が発生する。この電位差は検出部13で検出されて電流制御部14に入力される。そして、この電流制御部14はこの電位差に基づいて補償電流線5に電流を流して、図8(a)に示した磁界を発生させ、導体3から受ける磁界を相殺し、磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dに印加される正味の磁界を永久磁石7により発生される磁界のみとすることにより、磁気抵抗素子ブリッジの電位差を零にするように動作する。このようにして再び磁気抵抗素子ブリッジが平衡した時、負荷抵抗16の両端に発生する電圧をモニターし適度に増幅すれば、導体3に流れる電流に対応した信号が出力端子17に出力されることになる。

30

【0007】

一般に磁気抵抗素子は磁気感度が高いという特徴を有する反面、磁気抵抗素子に印加される磁界の変化に対する磁気抵抗の変化が非直線的であるとともに、温度や経時等に伴い特性劣化が発生する場合があるという課題があった。これに対し、上記従来 of 電流検出装置においては、導体3に電流が流れている時であっても磁気抵抗素子6a, 6b, 6c, 6dに印加される磁界は実質的に永久磁石7により発生される一定の磁界のみとなるため、磁気抵抗素子の有する非直線的な磁気-抵抗特性および温度、経時等による特性劣化は電流検出装置としての特性にまったく関与せず、導体3に流れる電流と電流検出装置の出力信号との間の直線性が良好に保たれることになる。

40

【0008】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献1が知ら

50

れている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平7-92199号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記図7～図9に示した従来の電流検出装置においては、導体3に大電流が流れると、それに応じて補償電流線5に流すべき電流が大きくなるためセンサの消費電流が大きくなってしまふという問題点があった。図7(b)を用いてこの問題点を説明する。一般に電流線路の周りに発生する磁界の強さHは電流線路に流れる電流に比例し、電流線路からの距離に反比例する。よって、仮に図7(b)において、10Aの電流が流れている導体3と磁気抵抗素子部6との実効的な距離が20mmであり、補償電流線5と磁気抵抗素子部6との距離が1mmとすれば、補償電流線5には0.5Aという大きな電流を流さなければならないことになる。導体3と磁気抵抗素子部6との実効的な距離を大きくすれば、補償電流線5に流す電流を小さくすることができるが、この場合はセンサ自体の形状寸法が大きくなってしまふことになる。

10

【0011】

本発明は上記従来の問題点を解決するもので、消費電流が小さく、かつ小形で、出力の直線性が良好な電流検出装置を提供することを目的とするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を有するものである。

【0013】

本発明の請求項1に記載の発明は、導体に流れる電流を検出する電流検出装置であって、絶縁基板と、前記絶縁基板上に配設され、かつ隣接する磁気抵抗素子の磁気検出方向が互いに直交する状態でブリッジ状に結合された4個の磁気抵抗素子と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設され、かつ前記磁気抵抗素子の磁気検出方向に対して略45度をなす方向にバイアス磁界を与える磁界発生手段と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設された補償電流線とからなる磁気抵抗素子センサと、前記磁気抵抗素子の相対向する2つの結合部間に定電圧を印加する電源と、前記電源により定電圧が印加されている結合部間以外の相対向する結合部間の電位差を検出する検出手段と、前記検出手段からの出力信号に基づいて前記電位差を零にするように前記補償電流線に流れる電流を制御する電流制御手段と、前記補償電流線に流れる電流を変換して出力する回路部とを備え、前記バイアス磁界方向と前記導体に流れる電流の方向とを平行とし、かつ前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記絶縁基板の法線方向を傾斜させたもので、この構成によれば、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界が磁気抵抗素子に対して傾斜して印加されるため、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の磁気抵抗素子に作用する成分を等価的に減少させることができ、これにより、検出装置の形状を大きくすることなく、被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるという作用効果を有するものである。

30

40

【0014】

本発明の請求項2に記載の発明は、導体に流れる電流を検出する電流検出装置であって、絶縁基板と、前記絶縁基板上に配設され、かつ隣接する磁気抵抗素子の磁気検出方向が互いに直交する状態でブリッジ状に結合された4個の磁気抵抗素子と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設され、かつ前記磁気抵抗素子の磁気検出方向に対して略45度をなす方向にバイアス磁界を与える磁界発生手段と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設された補償電流線とからなる2個以上の磁気抵抗素子センサと、前記2個以上の磁気抵抗素子センサのうちから選択されたいずれかの磁気抵抗素子センサに

50

おける磁気抵抗素子の相対向する2つの結合部間だけに定電圧を印加する電源と、前記選択された磁気抵抗素子センサにおける前記電源により定電圧が印加されている結合部間以外の相対向する結合部間の電位差を検出する検出手段と、前記選択された磁気抵抗素子センサにおける前記検出手段からの出力信号に基づいて前記電位差を零にするように前記補償電流線に流れる電流を制御する電流制御手段とを備え、前記磁気抵抗素子センサの1つは、前記バイアス磁界方向と前記導体に流れる電流の方向とを平行とし、かつ前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を直交させるとともに、他の磁気抵抗素子センサは、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を傾斜させたもので、この構成によれば、前記導体に流れる電流が小さい時には、磁気抵抗素子の絶縁基板の法線方向と、導体に流れる電流によって生ずる磁界とが直交するように配置された磁気抵抗素子センサを選択し、一方、前記導体に流れる電流が大きい時には、磁気抵抗素子の絶縁基板の法線方向と、導体に流れる電流によって生ずる磁界が傾斜するように配置された磁気抵抗素子センサを選択することにより、検出装置の形状を大きくすることなく、広い範囲の被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるという作用効果を有するものである。

10

【0015】

本発明の請求項3に記載の発明は、特に、磁界発生手段として薄膜磁石を用いたもので、この構成によれば、薄膜磁石を磁気抵抗素子上にスパッタ等の手段で形成し、そして、フォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングして形成することにより、磁界発生手段と磁気抵抗素子とを一体的に互いにきわめて近接させて、かつ精度よく配置することができるため、被測定電流をさらに高精度で測定することができるという作用効果を有するものである。

20

【0016】

本発明の請求項4に記載の発明は、特に、補償電流線として巻線コイルを用いたもので、この構成によれば、補償電流線に流れる電流により発生させる磁界を巻線のターン数倍だけ増大させることができるため、補償電流線に流す電流をさらに小さくでき、これにより、被測定電流を直線性よくさらに低消費電流で測定することができるという作用効果を有するものである。

30

【発明の効果】**【0017】**

以上のように本発明の物理量センサは、導体に流れる電流を検出する電流検出装置であって、絶縁基板と、前記絶縁基板上に配設され、かつ隣接する磁気抵抗素子の磁気検出方向が互いに直交する状態でブリッジ状に結合された4個の磁気抵抗素子と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設され、かつ前記磁気抵抗素子の磁気検出方向に対して略45度をなす方向にバイアス磁界を与える磁界発生手段と、前記磁気抵抗素子に近接して前記絶縁基板上に配設された補償電流線とからなる磁気抵抗素子センサと、前記磁気抵抗素子の相対向する2つの結合部間に定電圧を印加する電源と、前記電源により定電圧が印加されている結合部間以外の相対向する結合部間の電位差を検出する検出手段と、前記検出手段からの出力信号に基づいて前記電位差を零にするように前記補償電流線に流れる電流を制御する電流制御手段と、前記補償電流線に流れる電流を変換して出力する回路部とを備え、前記バイアス磁界方向と前記導体に流れる電流の方向とを平行とし、かつ前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の方向に対して前記絶縁基板の法線方向を傾斜させたもので、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界が磁気抵抗素子に対して傾斜して印加されるため、前記導体に流れる電流によって生ずる磁界の磁気抵抗素子に作用する成分を等価的に減少させることができ、これにより、検出装置の形状を大きくすることなく、被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるという優れた効果を奏するものである。

40

【図面の簡単な説明】**【0018】**

50

【図 1】(a) 本発明の実施の形態 1 における電流検出装置の斜視図、(b) (a) における B - B 線断面図

【図 2】(a) 同電流検出装置における磁気抵抗素子センサの上面図、(b) (a) における C - C 線断面図

【図 3】同電流検出装置における磁気抵抗素子センサ近傍の拡大断面図

【図 4】同電流検出装置の動作を説明するための回路図

【図 5】(a) 本発明の実施の形態 2 における電流検出装置の斜視図、(b) (a) における D - D 線断面図、(c) (b) における A 部拡大図

【図 6】(a) 本発明の実施の形態 3 における電流検出装置の磁気抵抗素子センサを示す斜視図、(b) (a) における E - E 線断面図

10

【図 7】(a) 従来電流検出装置の斜視図、(b) (a) における A - A 線断面図

【図 8】(a) 同電流検出装置における磁気抵抗素子部の構造と印加される磁界の方向を示す図、(b) 同磁気抵抗素子部の電氣的等価回路図

【図 9】同電流検出装置の動作を説明するための回路図

【発明を実施するための形態】

【0019】

(実施の形態 1)

以下、実施の形態 1 を用いて、本発明の特に請求項 1, 3 に記載の発明について説明する。図 1 (a) は本発明の実施の形態 1 における電流検出装置の斜視図を示したもので、この電流検出装置は樹脂製のケース 21 のトンネル部分 22 に導体 23 を通した後、ケース 21 ごとフランジ 24 で車両 (図示せず) のボディ等に取り付け固定される。図 1 (b) は図 1 (a) における B - B 線断面図を示したもので、磁気抵抗素子センサ 25 が樹脂成形によって形成された台座 26 の上に固定されている。27 は被測定電流から発生した磁束を収束するための磁気ヨークで、この磁気ヨーク 27 は磁性薄膜などからなり、そして、前記磁気抵抗素子センサ 25 はこの磁気ヨーク 27 内に形成されたギャップ 28 内に配置されている。また、29 は回路部品 (図示せず) が搭載された回路基板である。そして、前記導体 23 に被測定電流が流れると、導体 23 の周囲に磁界が発生する。この磁界は磁気ヨーク 27 内に閉じ込められ、ギャップ 28 内に均一に放射される。また、前記磁気抵抗素子センサ 25 はこうしてギャップ 28 内に形成された磁界に対してその絶縁基板の法線方向を傾斜して配置されているものである。

20

30

【0020】

図 2 (a) は前記磁気抵抗素子センサ 25 の上面図、図 2 (b) は図 2 (a) における C - C 線断面図である。図 2 (a) (b) において、30a, 30b, 30c, 30d はセラミック等の絶縁基板 31 上に形成された磁気抵抗素子であり、これらは Ni - Co 等の強磁性体からなる厚み約 0.1 μm の磁気抵抗薄膜である。そして、前記磁気抵抗素子 30a, 30b および磁気抵抗素子 30c, 30d は各々直列に接続され、磁気検出方向であるパターンの長手方向が互いに直交している。入力電極 32a は絶縁基板 31 上に形成されているもので、前記磁気抵抗素子 30a および磁気抵抗素子 30d と電氣的に接続されている。第 1 の出力電極 32b も絶縁基板 31 上に形成されており、前記磁気抵抗素子 30a および磁気抵抗素子 30b と電氣的に接続されている。同様にしてグラウンド電極 32c、第 2 の出力電極 32d も絶縁基板 31 上に形成されており、各々前記磁気抵抗素子 30b および磁気抵抗素子 30c、前記磁気抵抗素子 30c および磁気抵抗素子 30d と電氣的に接続されている。

40

【0021】

33a は第 1 の絶縁層で、この第 1 の絶縁層 33a は厚みが約 1 μm の SiO₂ 薄膜からなり、前記磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d を覆うことにより後述する薄膜磁石 34 からなるバイアス磁界発生手段との電氣的絶縁を行うものである。

【0022】

34 は薄膜磁石で、この薄膜磁石 34 は厚みが約 0.6 μm の CoPt 等からなり、前記第 1 の絶縁層 33a の上に蒸着、スパッタ法等により形成した後、露光、エッチングに

50

よりパターンニングすることにより、前記磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d の磁気検出方向と 45 度をなす方向に長手方向を有する複数の略長方体に分割されているものである。そして、この複数の略長方体形状の薄膜の幅方向にきわめて大きな磁界を印加することにより、略長方体形状の薄膜が幅方向に磁化されて、薄膜磁石 34 を得ることができる。XYZ 軸を図 2 (a) に示すように規定した時、薄膜磁石 34 からは Y 軸方向の磁界が発生し、磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d の磁気検出方向に対して 45 度をなす方向にバイアス磁界が印加されることになる。

【0023】

33b は第 2 の絶縁層で、この第 2 の絶縁層 33b は厚みが約 1 μm の SiO_2 薄膜からなり、前記薄膜磁石 34 を覆うことにより後述する補償電流線 35 との電氣的絶縁を行うものである。

10

【0024】

35 は補償電流線で、この補償電流線 35 は厚みが約 0.6 μm の銅薄膜からなり、前記第 2 の絶縁層 33b の上に蒸着法等により形成した後、露光、エッチングによりパターンニングすることにより形成している。

【0025】

上記したような構成とすることにより、絶縁基板 31 の上に磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d、薄膜磁石 34、補償電流線 35 を一体的に互いにきわめて近接させて、かつ精度よく配置することができるものである。

【0026】

図 3 は図 1 (b) の磁気抵抗素子センサ 25 の近傍を拡大して示したもので、この図 3 において、 H_1 は導体 23 に流れる電流により磁気ヨーク 27 のギャップ 28 内に発生した磁界を示し、前記磁気抵抗素子センサ 25 はこの磁界 H_1 に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を角度 θ だけ傾斜させている。磁気抵抗素子センサ 25 に対して XYZ 軸を図 2 (a) と同様に規定すると、薄膜磁石 34 から発生するバイアス磁界 H_B は Y 軸方向に印加される。また、 H_C は補償電流線 35 に流れる電流により発生する磁界であり、X 軸方向内にある。

20

【0027】

図 4 は本発明の実施の形態 1 における電流検出装置の動作を説明するための回路図を示したもので、この図 4 に示すように、前記磁気抵抗素子センサ 25 の入力電極 32a とグランド電極 32c との間には定電圧を印加する電源 36 が接続されている。また、この図 4 において、37 は第 1 の出力電極 32b と第 2 の出力電極 32d の電位差を検出する検出部で、この検出部 37 の出力信号によって電流制御部 38 が補償電流線 35 に流れる電流を制御している。39 は出力変換部で、この出力変換部 39 は前記補償電流線 35 に流れる電流による負荷抵抗 40 での電圧降下を増幅して出力端子 41 に出力するものである。

30

【0028】

導体 23 に流れる電流が零の時、図 3 に示したバイアス磁界 H_B のみが磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d に対して一定の角度 (45 度) をなすように印加されるため、磁気抵抗素子 30a, 30b, 30c, 30d は実質的に同一の抵抗値となる。このため、磁気抵抗素子ブリッジは平衡し、第 1 の出力電極 32b と第 2 の出力電極 32d は同電位となり、検出部 37 から信号は出力されない。これにより、補償電流線 35 と負荷抵抗 40 に電流が流れないため、出力端子 41 には出力電圧は現れないことになる。

40

【0029】

導体 23 に電流が流れると、図 3 に示した磁界 H_1 が発生して磁気抵抗素子センサ 25 に印加され、磁気抵抗素子 30a, 30c の抵抗が小さくなるとともに、磁気抵抗素子 30b, 30d の抵抗が大きくなる。このため、磁気抵抗素子ブリッジの平衡が破れ、第 1 の出力電極 32b と第 2 の出力電極 32d との間に電位差が発生する。この電位差は検出部 37 で検出されて電流制御部 38 に入力される。電流制御部 38 はこの電位差に基づいて補償電流線 35 に電流を流して、図 3 に示した磁界 H_C を発生させ、磁気抵抗素子 30

50

a, 30b, 30c, 30dに印加される正味の磁界を薄膜磁石34から発生するバイアス磁界 H_B のみとすることにより、磁気抵抗素子ブリッジの電位差を零にするように動作する。こうして再び磁気抵抗素子ブリッジが平衡した時、負荷抵抗40の両端に発生する電圧をモニターして適度に増幅すれば、導体23に流れる電流に対応した信号が出力端子41に出力されることになる。

【0030】

このように、本発明の実施の形態1における電流検出装置においては、導体23に電流が流れている時であっても磁気抵抗素子30a, 30b, 30c, 30dに印加される磁界は実質的に薄膜磁石34から発生する一定の磁界 H_B のみとなるため、磁気抵抗素子の有する非直線的な磁気-抵抗特性および温度、経時等による特性劣化が電流検出装置としての特性にまったく関与せず、導体23に流れる電流と電流検出装置の出力信号との間の直線性が良好に保たれることになる。

10

【0031】

この場合、上記したように前記磁気抵抗素子センサ25は磁界 H_1 に対して前記磁気抵抗素子センサにおける絶縁基板の法線方向を角度 θ だけ傾斜させているため、磁気抵抗素子30a, 30b, 30c, 30dの磁気検出方向に印加される磁界の強さは $H_1 \cos \theta$ となり H_1 よりも小さくなる。そのため、この磁界の強さ $H_1 \cos \theta$ を相殺するために補償電流線35に流すべき電流は小さくてすむことになる。これにより、検出装置の形状を大きくすることなく、被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるものである。

20

【0032】

(実施の形態2)

以下、実施の形態2を用いて、本発明の特に請求項2に記載の発明について説明する。図5(a)は本発明の実施の形態2における電流検出装置の斜視図、図5(b)は図5(a)におけるD-D線断面図、図5(c)は図5(b)のA部拡大図である。なお、この本発明の実施の形態2においては、上記した本発明の実施の形態1の構成と同様の構成を有するものについては、同一符号を付しており、その説明は省略する。

【0033】

図5(a)(b)(c)において、本発明の実施の形態2が上記した本発明の実施の形態1と相違する点は、磁気ヨーク27内に形成されたギャップ28内において、図2で示した構成を有する複数の磁気抵抗素子センサ45, 46が樹脂成形によって形成された台座47の上に配置され、そして前記磁気抵抗素子センサ45は導体23に流れる電流によって前記ギャップ28内に発生する磁界 H_1 に対して前記磁気抵抗素子センサ45における絶縁基板の法線方向を角度 θ だけ傾斜させているとともに、前記磁気抵抗素子センサ46は磁界 H_1 に対して前記磁気抵抗素子センサ46における絶縁基板の法線方向を直交させた点である。前記磁気抵抗素子センサ45, 46における絶縁基板上に形成した薄膜磁石から発生するバイアス磁界 H_{B1} , H_{B2} はともに紙面の垂直方向に印加されている。また、 H_{C1} , H_{C2} は各々の磁気抵抗素子センサ45, 46における絶縁基板上に形成した補償電流線に流れる電流により発生する磁界であり、各々の絶縁基板の表面に沿う方向に印加される。

30

40

【0034】

導体23に流れる電流が小さい時には、磁気抵抗素子センサ46の入力電極とグランド電極との間のみ定電圧が印加されるとともに、検出部37bの出力が電流制御部38に接続される。電流制御部38は磁気抵抗素子センサ46に印加される正味の磁界がバイアス磁界 H_{B2} のみとなるように補償電流線35に流れる電流を制御する。この電流によって負荷抵抗40の両端に発生する電圧をモニターして適度に増幅すれば、導体23に流れる電流に対応した信号が出力端子41に出力されることになる。被測定電流に流れる電流が大きくなると、磁気抵抗素子センサ45の入力電極とグランド電極との間のみ定電圧が印加されるとともに、検出部37aの出力が電流制御部38に接続される。電流制御部38は磁気抵抗素子センサ45に印加される正味の磁界がバイアス磁界 H_{B1} のみとなるよう

50

に補償電流線 35 に流れる電流を制御する。この電流によって負荷抵抗 40 の両端に発生する電圧をモニターして適度に増幅すれば、導体 23 に流れる電流に対応した信号が出力端子 41 に出力されることになる。このような構成とすることにより、検出装置の形状を大きくすることなく、広い範囲の被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるという効果が得られるものである。

【0035】

なお、本発明の実施の形態 1, 2 において使用した磁気ヨーク 27 を削除しても本発明の目的を達成することは可能であるが、磁気ヨーク 27 を使用しない場合には導体 23 から発生した磁界が外部に漏れないようにケース 21 を覆う磁気シールドを設けることが望ましい。

10

【0036】

(実施の形態 3)

以下、実施の形態 3 を用いて、本発明の特に請求項 4 に記載の発明について説明する。図 6 (a) は本発明の実施の形態 3 における電流検出装置の磁気抵抗素子センサを示す斜視図、図 6 (b) は図 6 (a) における E - E 線断面図である。

【0037】

図 6 (a) (b) において、本発明の実施の形態 3 における電流検出装置の磁気抵抗素子センサが図 2 に示した本発明の実施の形態 1, 2 における電流検出装置の磁気抵抗素子センサと相違する点は、巻線コイル 50 を絶縁基板 31 の周囲に巻回して補償電流線とした点である。このような構成とすることにより、補償電流線に流れる電流により発生する磁界を巻線のターン数倍だけ増大させることができるため、補償電流線に流す電流をさらに小さくでき、これにより、被測定電流を直線性よくさらに低消費電流で測定することができるという効果が得られるものである。

20

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明の電流検出装置は、導体に流れる電流によって生ずる磁界の磁気抵抗素子に作用する成分を等価的に減少させることができ、これにより、検出装置の形状を大きくすることなく、被測定電流を直線性よく低消費電流で測定することができるという効果を有するものであり、特に、車両、産業機器等内における電流を検出する電流検出装置として有用なものである。

30

【符号の説明】

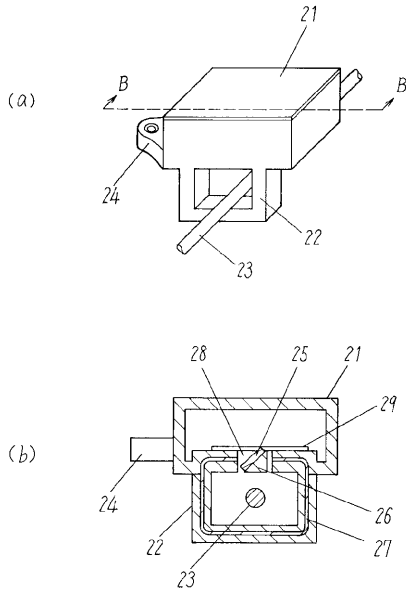
【0039】

- 23 導体
- 25 磁気抵抗素子センサ
- 30 a, 30 b, 30 c, 30 d 磁気抵抗素子
- 31 絶縁基板
- 34 薄膜磁石
- 35 補償電流線
- 36 電源
- 45, 46 磁気抵抗素子センサ
- 50 巻線コイル

40

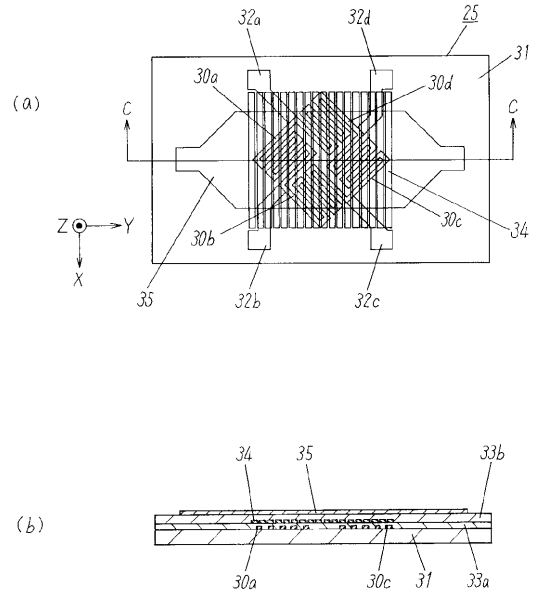
【 図 1 】

23 導 体
25 磁気抵抗素子センサ



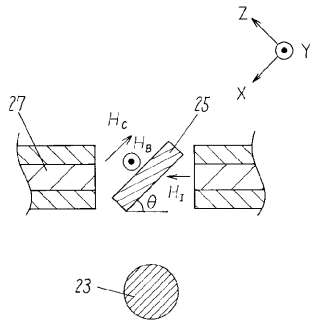
【 図 2 】

30a, 30b, 30c, 30d 磁気抵抗素子
31 絶縁基板
34 薄膜磁石
35 補償電流線



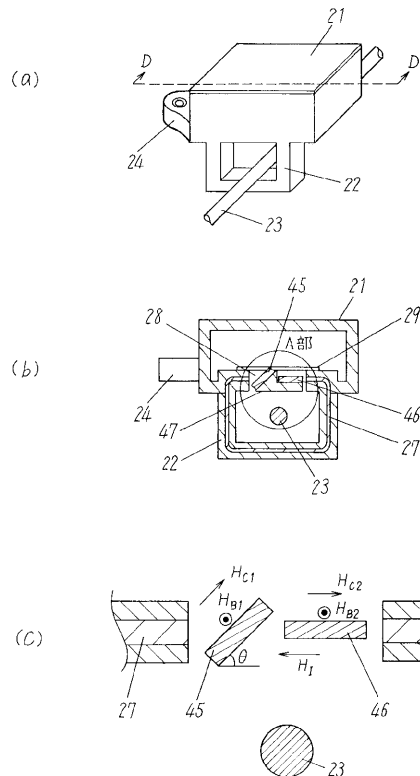
【 図 3 】

23 導 体
25 磁気抵抗素子センサ



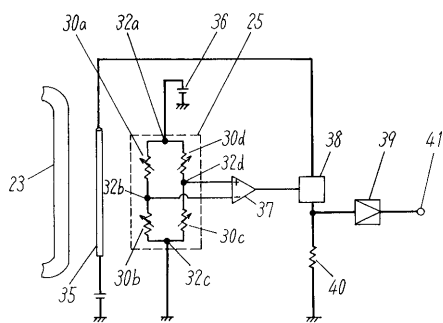
【 図 5 】

23 導 体
45, 46 磁気抵抗素子センサ

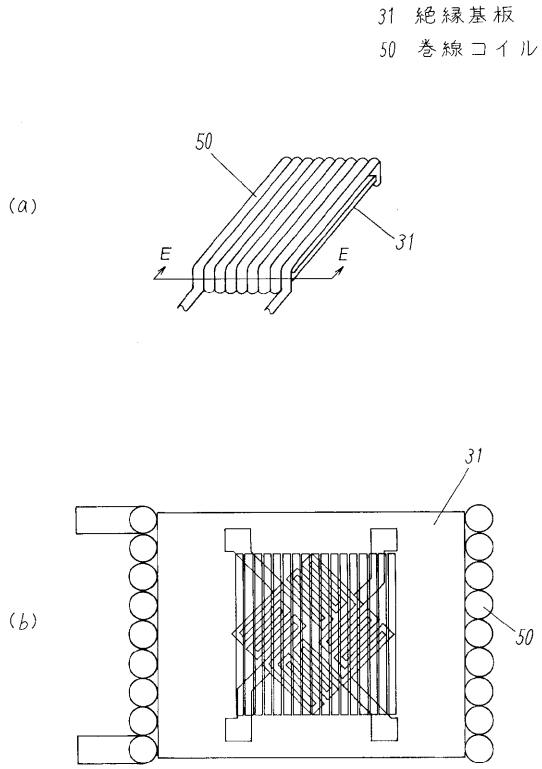


【 図 4 】

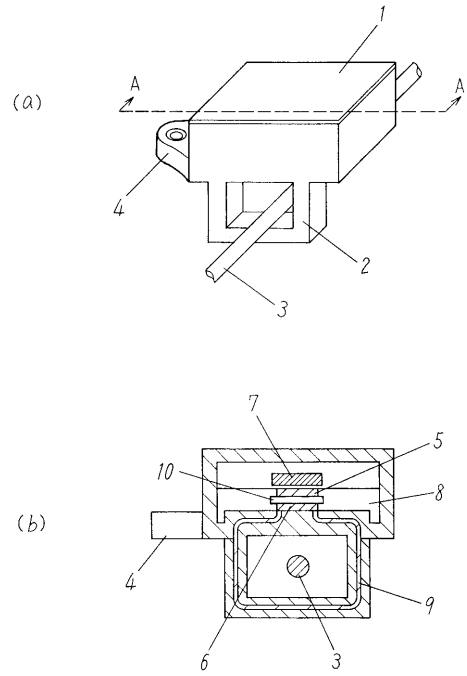
23 導 体
25 磁気抵抗素子センサ
30a, 30b, 30c, 30d 磁気抵抗素子
35 補償電流線
36 電 源



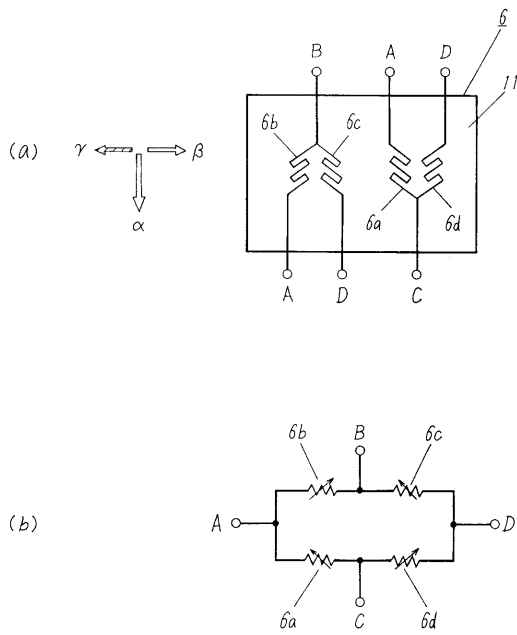
【図6】



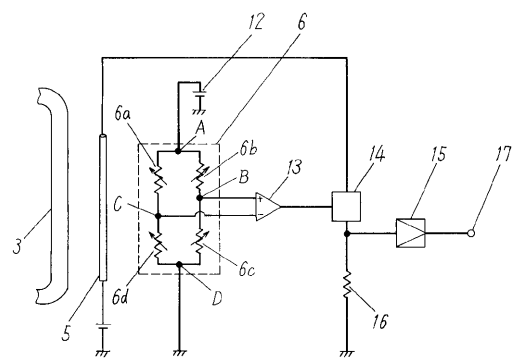
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 植松 秀典

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

Fターム(参考) 2G025 AA05 AB01