

(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  
2010年12月16日(16.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/143666 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01R 15/20 (2006.01) G01R 33/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059791
- (22) 国際出願日: 2010年6月9日(09.06.2010)
- (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 2009-141707 2009年6月12日(12.06.2009) 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): 井出 洋介 (IDE, Yosuke) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 斎藤 正路 (SAITO, Masamichi) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 彰 (TAKAHASHI, Akira) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大

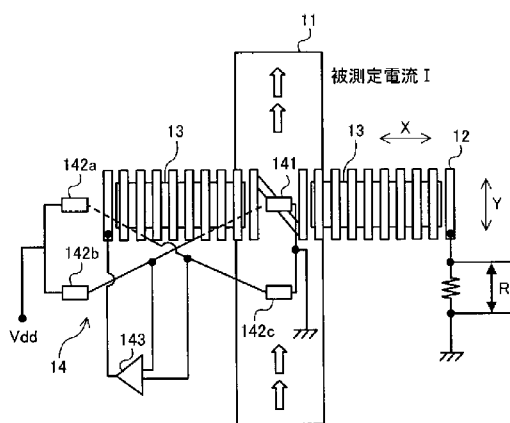
田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 野島 剛 (NOJIMA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 宮島 茂信 (MIYAJIMA, Shigenobu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 坂詰 直樹 (SAKATSUME, Naoki) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 一戸 健司 (ICHINOHE, Kenji) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 西山 義弘 (NISHIYAMA, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 小暮 竜矢 (KOGURE, Tatsuya) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 小林 秀和 (KOBAYASHI, Hidekazu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 飯塚 雅博 (IIZUKA, Masahiro) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC BALANCE CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 磁気平衡式電流センサ

[図1]



I Current to be measured

(57) Abstract: Disclosed is a current sensor that can be miniaturized and has high sensitivity. The disclosed magnetic balance current sensor is provided with: a magnetoresistive element (141), the resistance of which changes due to application of an induced magnetic field from the current to be measured; a magnetic core (13) disposed in the vicinity of the magnetoresistive element (141); a feedback coil (12) that is disposed in the vicinity of the magnetoresistive element (141) and generates a cancelling magnetic field that cancels out the aforementioned induced magnetic field; and a magnetic field detection bridge circuit (14) provided with two outputs that produce a voltage difference corresponding to the induced magnetic field. The current to be measured is measured on the basis of a current that is running through the feedback coil (12) when, due to the aforementioned voltage difference, the feedback coil (12) is energized and a balanced state is reached wherein the induced magnetic field and the cancelling magnetic field cancel. The magnetic balance current sensor is characterized in that the feedback coil (12), the magnetic core (13), and the magnetic field detection bridge circuit (14) are formed on the same substrate.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/143666 A1



- (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, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
  - 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

小型化を図ることができ、しかも高感度である電流センサを提供すること。本発明の磁気平衡式電流センサは、被測定電流からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子 (141) と、前記磁気抵抗効果素子 (141) の近傍に配置された磁気コア (13) と、前記磁気抵抗効果素子 (141) の近傍に配置され、前記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 (12) と、前記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 (14) と、を具備し、前記電圧差により前記フィードバックコイル (12) に通電して前記誘導磁界と前記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前記フィードバックコイル (12) に流れる電流に基づいて前記被測定電流を測定する磁気平衡式電流センサであって、前記フィードバックコイル (12)、前記磁気コア (13) 及び前記磁界検出ブリッジ回路 (14) が同一基板上に形成されてなることを特徴とする。

## 明 細 書

**発明の名称：磁気平衡式電流センサ**

### 技術分野

[0001] 本発明は、磁気抵抗効果素子（TMR素子、GMR素子）を用いた磁気平衡式電流センサに関する。

### 背景技術

[0002] 電気自動車においては、エンジンで発電した電気を用いてモータを駆動しており、このモータ駆動用の電流の大きさは、例えば電流センサにより検出される。この電流センサとしては、導体の周囲に、一部に切り欠き（コアギャップ）を有する磁気コアを配置し、このコアギャップ内に磁気検出素子を配置してなるものである。このような電流センサとして、例えば、図13に示すような磁気平衡式電流センサがある（特許文献1）。

[0003] 図13に示す磁気平衡式電流センサは、被測定電流Iによって発生する磁界B1を打ち消す方向に磁気コア1に巻回されたフィードバックコイル2を有している。磁気平衡式電流センサにおいては、被測定電流Iが流れると、電流に応じた磁界B1により磁気検出素子3に出力電圧が生じ、この磁気検出素子3から出力された電圧信号が電流に変換されてフィードバックコイル2にフィードバックされる。このフィードバックコイル2により発生する磁界（キャンセル磁界）B2と被測定電流Iにより生じる磁界B1とが打ち消しあって磁界が常に0になるように動作する。このとき、フィードバックコイルに流れるフィードバック電流を電圧変換させて出力として取り出す。図13において参照符号4は増幅器を示し、Rは検出抵抗を示す。

[0004] 近年、電気自動車の大出力化・高性能化に伴って、取り扱う電流値が大きくなってきており、そのため大電流時の磁気飽和を回避する必要がある。磁気飽和を回避するためには磁気コアを大きくする必要があるが、磁気コアを大きくすると電流センサ自体が大型化するという問題がある。また、電気自動車の高性能化に伴って、電流をより正確に測定する必要があり、高感度の

電流センサが求められている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8-15322号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、小型化を図ることができ、しかも高感度である磁気平衡式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] 本発明の磁気平衡式電流センサは、被測定電流からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置された磁気コアと、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置され、前記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、前記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、を具備し、前記電圧差により前記フィードバックコイルに通電して前記誘導磁界と前記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前記フィードバックコイルに流れる電流に基づいて前記被測定電流を測定する磁気平衡式電流センサであって、前記フィードバックコイル、前記磁気コア及び前記磁界検出ブリッジ回路が同一基板上に形成されてなることを特徴とする。

[0008] この構成によれば、フィードバックコイル、磁気コア及び磁界検出ブリッジ回路が同一基板上に形成されてなるので、磁気コアを有する構造であっても小型化を図ることができる。これにより、キャンセル磁界の大きさを大きくすることができ、被測定電流が大電流であっても測定することが可能となる。また、磁気検出素子として磁気抵抗効果素子を用いるので、電流センサの感度を高くすることができる。

[0009] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記フィードバックコイルがトロイダル型であり、前記磁気コアが前記フィードバックコイルの内側に設

けられていることが好ましい。

- [0010] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記フィードバックコイルがスパイラル型であり、前記磁気コアが前記フィードバックコイルの上方及び下方に設けられていることが好ましい。
- [0011] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記磁気抵抗効果素子が2つの磁気コアの間に配置され、前記磁気抵抗効果素子と前記磁気コアとが同一平面に形成されたことが好ましい。
- [0012] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記磁気コアは、磁化容易軸が前記フィードバックコイルの電流方向と一致するように設けられたことが好ましい。
- [0013] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記フィードバックコイルは、前記被測定電流の流れる方向に直交する方向が軸心方向となるように設けられ、前記磁気コアは、磁化容易軸が前記軸心方向と直交するように設けられていることが好ましい。
- [0014] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記磁気抵抗効果素子が、スピバルブ型のGMR素子又はTMR素子であることが好ましい。
- [0015] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記GMR素子は、幅が $1\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ のミアンダ形状を有し、長手方向の長さが幅の2倍以上であり、前記長手方向が前記誘導磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことが好ましい。
- [0016] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記TMR素子は、幅が $1\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ の長方形であり、長手方向の長さが幅の2倍以上であり、前記長手方向が前記誘導磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことが好ましい。
- [0017] 本発明の磁気平衡式電流センサにおいては、前記磁気コアは、アモルファス磁性材料、パーマロイ系磁性材料、及び鉄系微結晶材料からなる群より選ばれた高透磁率材料で構成されていることが好ましい。

## 発明の効果

[0018] 本発明の磁気平衡式電流センサは、被測定電流からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置された磁気コアと、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置され、前記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、前記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、を具備し、前記電圧差により前記フィードバックコイルに通電して前記誘導磁界と前記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前記フィードバックコイルに流れる電流に基づいて前記被測定電流を測定する磁気平衡式電流センサであって、前記フィードバックコイル、前記磁気コア及び前記磁界検出ブリッジ回路が同一基板上に形成されてなるので、小型化であり、しかも高感度な電流センサである。

#### 図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本発明の実施の形態1に係る磁気平衡式電流センサを示す図である。
- [図2] (a)は、図1に示す磁気平衡式電流センサを示す断面図であり、(b)は、磁気抵抗効果素子であるGMR素子の拡大図である。
- [図3] (a)～(c)は、磁気平衡式電流センサの動作原理を説明するための図である。
- [図4]被測定電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。
- [図5]被測定電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを示す図である。
- [図6]フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための実施の形態1に係る磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。
- [図7]フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを示す図である。
- [図8]本発明の実施の形態2に係る磁気平衡式電流センサを示す図である。
- [図9]図8に示す磁気平衡式電流センサを示す回路図である。

[図10] (a) ~ (c) は、磁気平衡式電流センサの動作原理を説明するための図である。

[図11] フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための実施の形態 2 に係る磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。

[図12] フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを示す図である。

[図13] 従来の磁気平衡式電流センサを示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態 1)

本実施の形態においては、フィードバックコイルがトロイダル型であり、磁気コアがフィードバックコイルの内側に設けられている場合について説明する。

[0021] 図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る磁気平衡式電流センサを示す図である。図 1 に示す磁気平衡式電流センサは、被測定電流  $I$  が流れる導体 11 の近傍に配設される。被測定電流  $I$  の流れる方向に直交する方向が軸心方向  $X$  となるようにフィードバックコイル 12 が配設されている。このフィードバックコイル 12 は、被測定電流  $I$  が流れることにより発生する誘導磁界を相殺するキャンセル磁界を発生する。

[0022] また、フィードバックコイル 12 の軸心方向と直交する方向  $Y$  (フィードバックコイル 12 の電流方向と一致する方向) が磁化容易軸となるように磁気コア 13 が配設されている。被測定電流  $I$  から発生した誘導磁界とキャンセル磁界とがフィードバックコイル 12 内部で釣り合っている (平衡状態である) とき、磁気抵抗効果素子 141 に印加される磁界が零になるように、磁気コア 13 の磁化容易軸方向をフィードバックコイル 12 の軸心方向と直交させることにより、残留磁化による磁界が磁気抵抗効果素子 141 に加わ

らないようにすることができる。また、これにより、フィードバックコイル 12 からのキャンセル磁界が飽和し難くなるように、磁気コア 13 の反転磁界 ( $H_k$ ) を大きくし、飽和磁界を適度に大きくすることができる。

[0023] また、2つの磁気コア 13 の間に磁気抵抗効果素子 141 が配置されている。この磁気抵抗効果素子 141 は、被測定電流  $I$  からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する。この磁気抵抗効果素子 141 は、3つの固定抵抗素子 142a, 142b, 142c と共に磁界検出ブリッジ回路 14 を構成している。このように磁気抵抗効果素子 141 を有する磁界検出ブリッジ回路 14 を用いることにより、高感度の磁気平衡式電流センサを実現することができる。また、このような構成によれば、磁気抵抗効果素子と固定抵抗素子の TCR (Temperature Coefficient Resistivity) を一致させつつ、抵抗変化率の温度変化が小さい GMR 素子や TMR 素子を用いることで出力の温度依存を小さくできるので、温度特性を向上させることができる。

[0024] この磁界検出ブリッジ回路 14 は、被測定電流  $I$  により生じた誘導磁界に応じた電圧差を生じる2つの出力を備える。図1に示す磁界検出ブリッジ回路においては、固定抵抗素子 142a, 142b 間の接続点に電源  $V_{dd}$  が接続されており、磁気抵抗効果素子 141 と固定抵抗素子 142c との間の接続点にグランド (GND) が接続されている。さらに、この磁界検出ブリッジ回路においては、磁気抵抗効果素子 141 と固定抵抗素子 142b との間の接続点から一つの出力を取り出し、固定抵抗素子 142a と固定抵抗素子 142c との間の接続点からもう一つの出力を取り出している。これらの2つの出力は増幅器 143 で増幅され、フィードバックコイル 12 に電流 (フィードバック電流) として与えられる。このフィードバック電流は、誘導磁界に応じた電圧差に対応する。このとき、フィードバックコイル 12 には、誘導磁界を相殺するキャンセル磁界が発生する。そして、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 12 に流れる電流に基づいて検出部 (検出抵抗  $R$ ) で被測定電流を測定する。

[0025] 図2(a)は、図1に示す磁気平衡式電流センサを示す断面図であり、図



2 (b) は、磁気抵抗効果素子である GMR 素子の拡大図である。図 2 (a) に示すように、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサにおいては、フィードバックコイル 12、磁気コア 13 及び磁界検出ブリッジ回路 14 が同一基板 21 上に形成されている。図 2 (a) に示す構成においては、磁気コア 13 及びフィードバックコイル 12 が磁気抵抗効果素子 141 の近傍に配置されている。ここでは、フィードバックコイル 12 の間に磁気コア 13 が配設された 2 つの構造の間に磁気抵抗効果素子 141 が配置された構成を採っている。さらに、磁気抵抗効果素子 141 が 2 つの磁気コア 13 の間に配置され、磁気抵抗効果素子 141 と磁気コア 13 とが同一平面に形成されている。磁気抵抗効果素子 141 が 2 つの磁気コア 13 の間に配置されることにより、被測定電流 I から発生する誘導磁界を磁気抵抗効果素子 141 に効率良く印加することができる。また、フィードバックコイル 12 の内部に磁気コア 13 が配設され、磁気抵抗効果素子 141 が 2 つの磁気コア 13 の間に配置されているので、2 つの磁界（誘導磁界及びキャンセル磁界）を共に、地磁気などの不要磁場に対して相対的に大きくでき、電流センサ自体をより高精度化することができる。

[0026] この場合においては、フィードバックコイル 12 の軸心方向が被測定電流 I の流れる方向に直交する方向がとなるようにフィードバックコイル 12 が配設されており、フィードバックコイル 12 の軸心方向と直交する方向（フィードバックコイル 12 の電流方向と一致する方向）が磁化容易軸となるように磁気コア 13 が配設されている。

[0027] 図 2 (a) に示す層構成について詳細に説明する。図 2 (a) に示す磁気平衡式電流センサにおいては、基板 21 上に絶縁層であるシリコン酸化膜 22 が形成されている。シリコン酸化膜 22 には、熱酸化によるシリコン酸化膜や CVD 成膜されたシリコン酸化膜が用いられる。また、基板 21 としては、シリコン基板などが用いられる。

[0028] シリコン酸化膜 22 上には、下部コイル層 12a が形成されている。下部コイル層 12a は、コイル材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びエ

ッチングにより形成することができる。あるいは、下部コイル層12aは、下地材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びめっきにより形成することができる。

[0029] 下部コイル層12aを設けたシリコン酸化膜22上には、絶縁層としてポリイミド層23が形成されている。ポリイミド層23は、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。ポリイミド層23上には、シリコン酸化膜24が形成されている。シリコン酸化膜24は、例えば、スパッタリングなどの方法により成膜することができる。

[0030] シリコン酸化膜24上には、磁気コア13が形成されている。磁気コア13は、コア材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びエッチングにより形成することができる。あるいは、磁気コア13は、下地材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びめっきにより形成することができる。磁気コア13を構成する材料としては、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ることができる。

[0031] また、シリコン酸化膜24上には、磁気抵抗効果素子141が形成されている。このとき、磁気抵抗効果素子141と共に固定抵抗素子も設けられ、磁界検出ブリッジ回路が作り込まれる。磁気抵抗効果素子141としては、TMR素子（トンネル型磁気抵抗効果素子）、GMR素子（巨大磁気抵抗効果素子）などを用いることができる。例えば、GMR素子として、反強磁性層、固定磁性層、非磁性層、フリー磁性層を有する多層膜で構成されるスピバルブ型GMR素子や反強磁性層、固定磁性層、非磁性層、フリー磁性層を有する多層膜で構成されるスピバルブ型TMR素子を用いることができる。

[0032] スピバルブ型GMR素子としては、図2（b）に示すようなミアンダ形状を有するGMR素子であることが好ましい。このミアンダ形状においては、リニアリティを考慮すると、ピン方向の幅Dが $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ であり、長手方向の長さ（L）が幅（D）の2倍以上であることが好ましい。この場合において、リニアリティを考慮すると、長手方向が誘導磁界の方向及びキ

キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になることが望ましい。このようなミアンダ形状にすることにより、ホール素子よりも少ない端子数（2端子）で磁気抵抗効果素子の出力を採ることができる。

[0033] また、スピバルブ型TMR素子としては、リニアリティを考慮すると、ピン方向の幅が $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の長方形であり、長手方向の長さが幅の2倍以上であることが好ましい。この場合において、リニアリティを考慮すると、長手方向が誘導磁界の方向及びキャンセル磁界の方向に対して共に垂直になることが望ましい。

[0034] 磁気コア13及び磁気抵抗効果素子141を設けたシリコン酸化膜24上には、絶縁層としてポリイミド層25が形成されている。ポリイミド層25は、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。ポリイミド層25上には、シリコン酸化膜26が形成されている。シリコン酸化膜26は、例えば、スパッタリングなどの方法により成膜することができる。

[0035] シリコン酸化膜26上には、上部コイル層12bが形成されている。上部コイル層12bは、コイル材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びエッチングにより形成することができる。あるいは、上部コイル層12bは、下地材料を成膜した後に、フォトリソグラフィ及びめっきにより形成することができる。

[0036] 上部コイル層12bを設けたシリコン酸化膜26上には、絶縁層としてポリイミド層27が形成されている。ポリイミド層27は、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。ポリイミド層27上には、保護層としてシリコン酸化膜28が形成されている。シリコン酸化膜28は、例えば、スパッタリングなどの方法により成膜することができる。

[0037] このような構成を有する磁気平衡式電流センサにおいては、図3(a)に示すように、被測定電流Iから発生した誘導磁界Aを、磁気コア13を通して磁気抵抗効果素子141で受け、図3(b)に示すように、その誘導磁界をフィードバックしてフィードバックコイル12からキャンセル磁界Bを発

生し、図3(c)に示すように、2つの磁界（誘導磁界A、キャンセル磁界B）を相殺して磁気抵抗効果素子141に印加する磁場が零になるように適宜調整する。

[0038] 上記構成を有する磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路14が同一基板上に形成されてなるので、磁気コア13を有する構成であっても小型化を図ることができる。これにより、キャンセル磁界の大きさを大きくすることができ、被測定電流が大電流であっても測定することが可能となる。また、磁気検出素子として磁気抵抗効果素子、特にGMR素子やTMR素子を用いるので、電流センサの感度を高くすることができる。

[0039] 次に、本発明の効果を明確にするために行った実施例について説明する。

図4は、被測定電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。図4に示す磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル(Cu)12の内部に、厚さ10 $\mu$ m、長さ100 $\mu$ mの2つの磁気コア(NiFe)13が配設されている。磁気コア13間の距離は90 $\mu$ mである。2つの磁気コア13の間には、長さが50 $\mu$ mである磁気抵抗効果素子141が配設されている。この構成において、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路（図示せず）が同一基板上に形成されている。

[0040] このような電流センサに対して、半径が17mmの導体11から磁気抵抗効果素子141までの距離を5mm、50mmとして、被測定電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図5に示す。また、図4に示す構成において、磁気コア13を除いた構成において、半径が17mmの導体11から磁気抵抗効果素子141までの距離を5mm、50mmとして、被測定電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図5に併記する。

[0041] 図5に示すように、導体11から磁気抵抗効果素子141までの距離が5

mmの場合でも、50mmの場合でも、磁気コアを有する構成の方が被測定電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界が大きかった。

[0042] 図6は、フィードバックコイルに流れる電流（フィードバック電流）に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。図6に示す磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル（Cu）12の内部に（トロイダル構造）、厚さ10 $\mu$ m、長さ100 $\mu$ mの2つの磁気コア（NiFe）13が配設されている。フィードバックコイル12は、断面視において幅3 $\mu$ m、高さ2.2 $\mu$ mであり、コイル間の距離が2 $\mu$ mである。また、フィードバックコイルのターン数はそれぞれ20ターンである。また、磁気コア13間の距離は90 $\mu$ mである。2つの磁気コア13の間には、長さが50 $\mu$ mである磁気抵抗効果素子141が配設されている。この構成において、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路（図示せず）が同一基板上に形成されている。

[0043] このような電流センサに対して、フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図7に示す。また、図6に示す構成において、磁気コア13を除いた構成において、フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図7に併記する。

[0044] 図7に示すように、磁気コアを有する構成の方がフィードバック電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界が非常に大きかった。このように、磁気コアを有する構成によれば、被測定電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界も、フィードバック電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界も大きいので、高感度の磁気平衡式電流センサを実現することができる。また、本構成の磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路14が同一基板上に形成されてなるので、磁気コア13を有する構成であっても小型化を図ることができる。

[0045] （実施の形態2）

本実施の形態においては、フィードバックコイルがスパイラル型であり、磁気コアがフィードバックコイルの上方及び下方に設けられている場合について説明する。

[0046] 図8は、本発明の実施の形態2に係る磁気平衡式電流センサを示す図であり、図9は、図8に示す磁気平衡式電流センサを示す回路図である。図8に示す磁気平衡式電流センサは、被測定電流Iが流れる導体11の近傍に配設される。被測定電流Iの流れる方向に直交する方向が軸心方向Xとなるようにフィードバックコイル（平面コイル）12が配設されている。このフィードバックコイル12は、被測定電流Iが流れることにより発生する誘導磁界を相殺するキャンセル磁界を発生する。

[0047] また、フィードバックコイル12の軸心方向と直交する方向Y（フィードバックコイル12の電流方向と一致する方向）が磁化容易軸となるように磁気コア13が配設されている。被測定電流Iから発生した誘導磁界とキャンセル磁界とがフィードバックコイル12内部で釣り合っている（平衡状態である）とき、磁気抵抗効果素子141に印加される磁界が零になるように、磁気コア13の磁化容易軸方向をフィードバックコイル12の軸心方向と直交させることにより、残留磁化による磁界が磁気抵抗効果素子141に加わらないようにすることができる。また、これにより、フィードバックコイル12からのキャンセル磁界が飽和し難くなるように、磁気コア13の反転磁界（ $H_k$ ）を大きくし、飽和磁界を適度に大きくすることができる。

[0048] また、2つの磁気コア13の間に磁気抵抗効果素子141が配置されている。この磁気抵抗効果素子141は、被測定電流Iからの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する。この磁気抵抗効果素子141は、3つの固定抵抗素子142a, 142b, 142cと共に磁界検出ブリッジ回路14を構成している。このように磁気抵抗効果素子141を有する磁界検出ブリッジ回路14を用いることにより、高感度の磁気平衡式電流センサを実現することができる。また、このような構成によれば、磁気抵抗効果素子と固定抵抗素子のTCR（Temperature Coefficient Resistivity）を一致させつつ、抵抗変

化率の温度変化が小さいGMR素子やTMR素子を用いることで出力の温度依存性を小さくできるので、温度特性を向上させることができる。

[0049] この磁界検出ブリッジ回路14は、被測定電流Iにより生じた誘導磁界に応じた電圧差を生じる2つの出力を備える。図8に示す磁界検出ブリッジ回路においては、固定抵抗素子142a、142b間の接続点に電源V<sub>dd</sub>が接続されており、磁気抵抗効果素子141と固定抵抗素子142cとの間の接続点にグランド(GND)が接続されている。さらに、この磁界検出ブリッジ回路においては、磁気抵抗効果素子141と固定抵抗素子142bとの間の接続点から一つの出力を取り出し、固定抵抗素子142aと固定抵抗素子142cとの間の接続点からもう一つの出力を取り出している。これらの2つの出力は増幅器143で増幅され、フィードバックコイル12に電流(フィードバック電流)として与えられる。このフィードバック電流は、誘導磁界に応じた電圧差に対応する。このとき、フィードバックコイル12には、誘導磁界を相殺するキャンセル磁界が発生する。そして、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12に流れる電流に基づいて検出部(検出抵抗R)で被測定電流を測定する。

[0050] 図10(a)は、図8に示す磁気平衡式電流センサを示す断面図である。図10(a)に示すように、本実施の形態に係る磁気平衡式電流センサにおいては、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路(磁気抵抗効果素子141のみを図示)が同一基板21上に形成されている。図10(a)に示す構成においては、磁気コア13及びフィードバックコイル12が磁気抵抗効果素子141の近傍に配置されている。ここでは、断面視において、磁気コア13の下方にフィードバックコイル12が配設された構造と、磁気コア13の上方にフィードバックコイル12が配設された構造の2つの構造(フィードバックコイル12のスパイラル構造)の間に磁気抵抗効果素子141が配置された構成を採っている。さらに、磁気抵抗効果素子141が2つの磁気コア13の間に配置され、磁気抵抗効果素子141と磁気コア13とが同一平面に形成されている。磁気抵抗効果素子141

が2つの磁気コア13の間に配置されることにより、被測定電流Iから発生する誘導磁界を磁気抵抗効果素子141に効率良く印加することができる。また、フィードバックコイル12の内部に磁気コア13が配設され、磁気抵抗効果素子141が2つの磁気コア13の間に配置されているので、2つの磁界（誘導磁界及びキャンセル磁界）を共に、地磁気などの不要磁場に対して相対的に大きくでき、電流センサ自体をより高精度化することができる。

[0051] この場合においては、フィードバックコイル12の軸心方向が被測定電流Iの流れる方向に直交する方向がとなるようにフィードバックコイル12が配設されており、フィードバックコイル12の軸心方向と直交する方向（フィードバックコイル12の電流方向と一致する方向）が磁化容易軸となるように磁気コア13が配設されている。

[0052] 図10(a)に示す層構成や構成材料については、下部コイル層12a及び上部コイル層12bのパターンがスパイラル型になっている以外は実施の形態1と同じであるので、詳細な説明は省略する。

[0053] このような構成を有する磁気平衡式電流センサにおいては、図10(a)に示すように、被測定電流Iから発生した誘導磁界Aを、磁気コア13を通して磁気抵抗効果素子141で受け、図10(b)に示すように、その誘導磁界をフィードバックしてフィードバックコイル12からキャンセル磁界Bを発生し、図10(c)に示すように、2つの磁界（誘導磁界A、キャンセル磁界B）を相殺して磁気抵抗効果素子141に印加する磁場が零になるように適宜調整する。

[0054] 上記構成を有する磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル12、磁気コア13及び磁界検出ブリッジ回路14が同一基板上に形成されてなるので、磁気コア13を有する構造であっても小型化を図ることができる。これにより、キャンセル磁界の大きさを大きくすることができ、被測定電流が大電流であっても測定することが可能となる。また、磁気検出素子として磁気抵抗効果素子、特にGMR素子やTMR素子を用いるので、電流センサの感度を高くすることができる。



[0055] 次に、本発明の効果を明確にするために行った実施例について説明する。

図 1 1 は、フィードバックコイルに流れる電流（フィードバック電流）に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさを測定するための磁気平衡式電流センサの構成を示す図である。図 1 1 に示す磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル（Cu）1 2 の上方及び下方に（スパイラル構造）、厚さ  $10\ \mu\text{m}$ 、長さ  $100\ \mu\text{m}$  の 2 つの磁気コア（NiFe）1 3 が配設されている。フィードバックコイル 1 2 は、断面視において幅  $3\ \mu\text{m}$ 、高さ  $2.2\ \mu\text{m}$  であり、コイル間の距離が  $2\ \mu\text{m}$  である。また、フィードバックコイルのターン数はそれぞれ 20 ターンである。また、磁気コア 1 3 間の距離は  $90\ \mu\text{m}$  である。2 つの磁気コア 1 3 の間には、長さが  $50\ \mu\text{m}$  である磁気抵抗効果素子 1 4 1 が配設されている。この構成において、フィードバックコイル 1 2、磁気コア 1 3 及び磁界検出ブリッジ回路（図示せず）が同一基板上に形成されている。

[0056] このような電流センサに対して、フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図 1 2 に示す。また、図 1 1 に示す構成において、磁気コア 1 3 を除いた構成において、フィードバック電流に対する磁気抵抗効果素子が受ける磁界の大きさをシミュレーションにより求めた。その結果を図 1 2 に併記する。

[0057] 図 1 2 に示すように、磁気コアを有する構成の方がフィードバック電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界が非常に大きかった。このように、磁気コアを有する構成によれば、被測定電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界も、フィードバック電流に対して磁気抵抗効果素子が受ける磁界も大きいので、高感度の磁気平衡式電流センサを実現することができる。また、本構成の磁気平衡式電流センサは、フィードバックコイル 1 2、磁気コア 1 3 及び磁界検出ブリッジ回路 1 4 が同一基板上に形成されてなるので、磁気コア 1 3 を有する構造であっても小型化を図ることができる。

[0058] 本発明は上記実施の形態 1、2 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 1、2 における材料、各層の配置位置、

厚さ、大きさ、製法などは適宜変更して実施することが可能である。その他、本発明は、本発明の範囲を逸脱しないで適宜変更して実施することができる。

### **産業上の利用可能性**

[0059] 本発明は、電気自動車のモータ駆動用の電流の大きさを検出する電流センサに適用することが可能である。

[0060] 本出願は、2009年6月12日出願の特願2009-141707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] 被測定電流からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置された磁気コアと、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置され、前記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、前記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、を具備し、前記電圧差により前記フィードバックコイルに通電して前記誘導磁界と前記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前記フィードバックコイルに流れる電流に基づいて前記被測定電流を測定する磁気平衡式電流センサであって、前記フィードバックコイル、前記磁気コア及び前記磁界検出ブリッジ回路が同一基板上に形成されてなることを特徴とする磁気平衡式電流センサ。
- [請求項2] 前記フィードバックコイルがトロイダル型であり、前記磁気コアが前記フィードバックコイルの内側に設けられていることを特徴とする請求項1記載の磁気平衡式電流センサ。
- [請求項3] 前記フィードバックコイルがスパイラル型であり、前記磁気コアが前記フィードバックコイルの上方及び下方に設けられていることを特徴とする請求項1記載の磁気平衡式電流センサ。
- [請求項4] 前記磁気抵抗効果素子が2つの磁気コアの間に配置され、前記磁気抵抗効果素子と前記磁気コアとが同一平面に形成された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磁気平衡式電流センサ。
- [請求項5] 前記磁気コアは、磁化容易軸が前記フィードバックコイルの電流方向と一致するように設けら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磁気平衡式電流センサ。
- [請求項6] 前記フィードバックコイルは、前記被測定電流の流れる方向に直交する方向が軸心方向となるように設けられ、前記磁気コアは、磁化容易軸が前記軸心方向と直交するように設けられていることを特徴とす

る請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の磁気平衡式電流センサ。

[請求項7] 前記磁気抵抗効果素子が、スピバルブ型の GMR 素子又は TMR 素子であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の磁気平衡式電流センサ。

[請求項8] 前記 GMR 素子は、幅が  $1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$  のミアンダ形状を有し、長手方向の長さが幅の 2 倍以上であり、前記長手方向が前記誘導磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことを特徴とする請求項 7 記載の磁気平衡式電流センサ。

[請求項9] 前記 TMR 素子は、幅が  $1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$  の長方形であり、長手方向の長さが幅の 2 倍以上であり、前記長手方向が前記誘電磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことを特徴とする請求項 7 記載の磁気平衡式電流センサ。

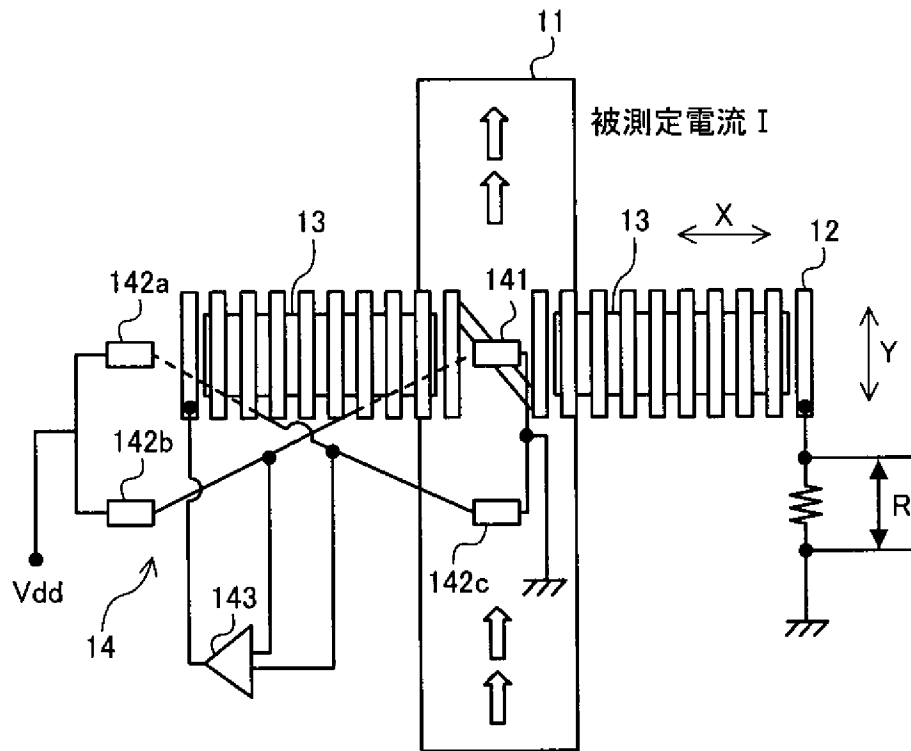
[請求項10] 前記磁気コアは、アモルファス磁性材料、パーマロイ系磁性材料、及び鉄系微結晶材料からなる群より選ばれた高透磁率材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の磁気平衡式電流センサ。

補正された請求の範囲  
[2010年9月21日(21.09.2010)国際事務局受理]

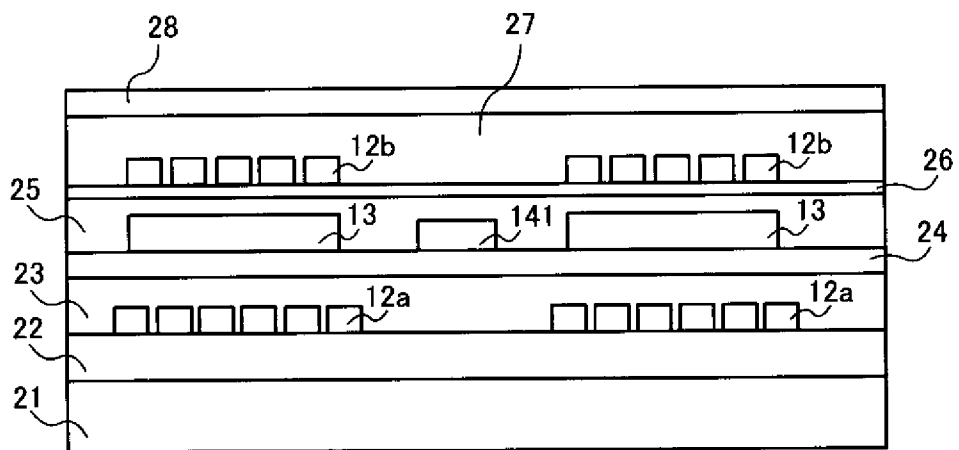
- [1] (削除)
- [2] (削除)
- [3] (補正後) 被測定電流からの誘導磁界の印加により抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置された磁気コアと、前記磁気抵抗効果素子の近傍に配置され、前記誘導磁界を相殺するキャンセル磁界を発生するフィードバックコイルと、前記誘導磁界に応じた電圧差を生じる2つの出力を備える磁界検出ブリッジ回路と、を具備し、前記電圧差により前記フィードバックコイルに通電して前記誘導磁界と前記キャンセル磁界とが相殺される平衡状態となったときの前記フィードバックコイルに流れる電流に基づいて前記被測定電流を測定する磁気平衡式電流センサであって、前記フィードバックコイル、前記磁気コア及び前記磁界検出ブリッジ回路が同一基板上に形成されてなり、
- 前記フィードバックコイルがスパイラル型であり、前記磁気コアが前記フィードバックコイルの上方及び下方に設けられていることを特徴とする磁気平衡式電流センサ。
- [4] (補正後) 前記磁気抵抗効果素子が2つの磁気コアの間に配置され、前記磁気抵抗効果素子と前記磁気コアとが同一平面に形成されたことを特徴とする請求項3記載の磁気平衡式電流センサ。
- [5] (補正後) 前記磁気コアは、磁化容易軸が前記フィードバックコイルの電流方向と一致するように設けられたことを特徴とする請求項3記載の磁気平衡式電流センサ。
- [6] (補正後) 前記フィードバックコイルは、前記被測定電流の流れる方向に直交する方向が軸心方向となるように設けられ、前記磁気コアは、磁化容易軸が前記軸心方向と直交するように設けられていることを特徴とする請求項3記載の磁気平衡式電流センサ。
- [7] (補正後) 前記磁気抵抗効果素子が、スピナルブ型のGMR素子又はTMR素子であることを特徴とする請求項3記載の磁気平衡式電流センサ。

- [8] 前記GMR素子は、幅が $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ のミアンダ形状を有し、長手方向の長さが幅の2倍以上であり、前記長手方向が前記誘導磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことを特徴とする請求項7記載の磁気平衡式電流センサ
- [9] 前記TMR素子は、幅が $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ の長方形であり、長手方向の長さが幅の2倍以上であり、前記長手方向が前記誘電磁界の方向及び前記キャンセル磁界の方向に対して共に垂直になるように配置されたことを特徴とする請求項7記載の磁気平衡式電流センサ。
- [10] (補正後) 前記磁気コアは、アモルファス磁性材料、パーマロイ系磁性材料、及び鉄系微結晶材料からなる群より選ばれた高透磁率材料で構成されていることを特徴とする請求項3記載の磁気平衡式電流センサ。

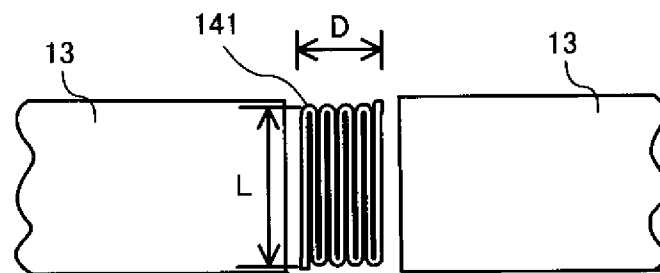
[図1]



[図2]

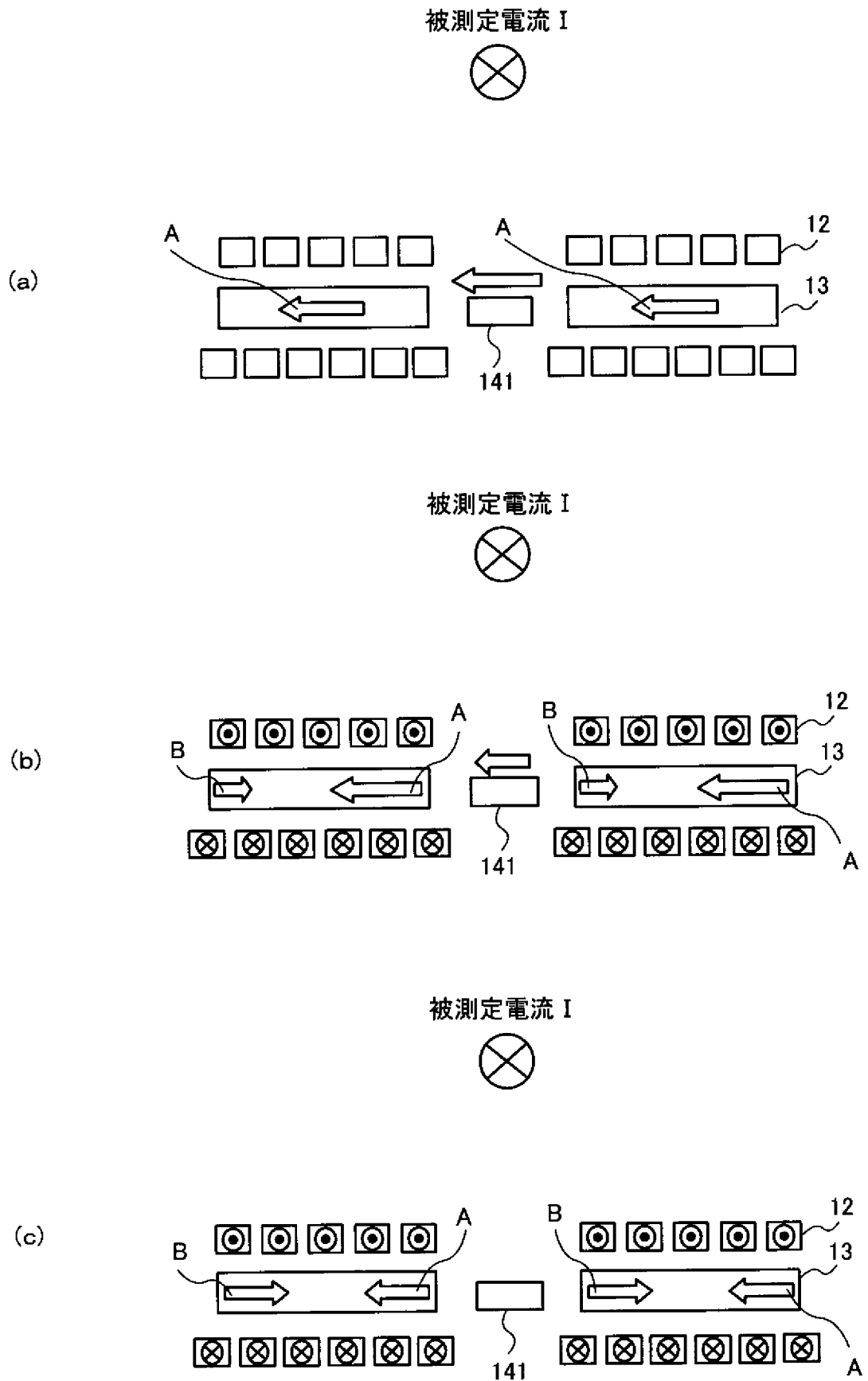


(a)



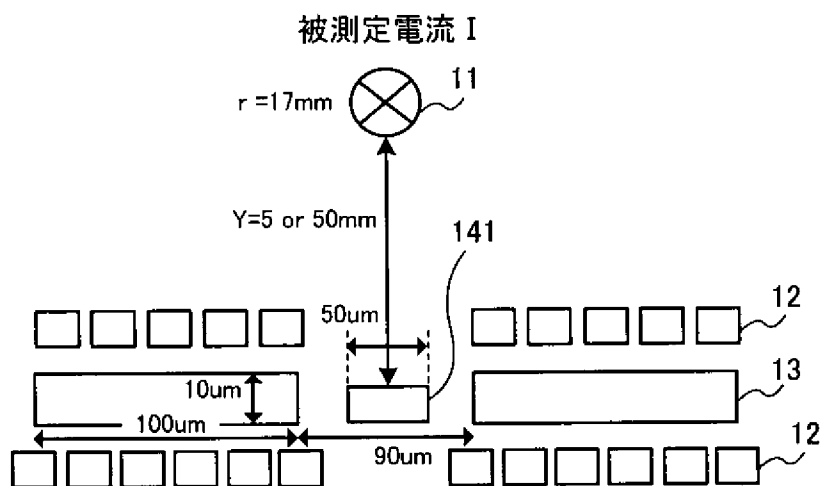
(b)

[図3]

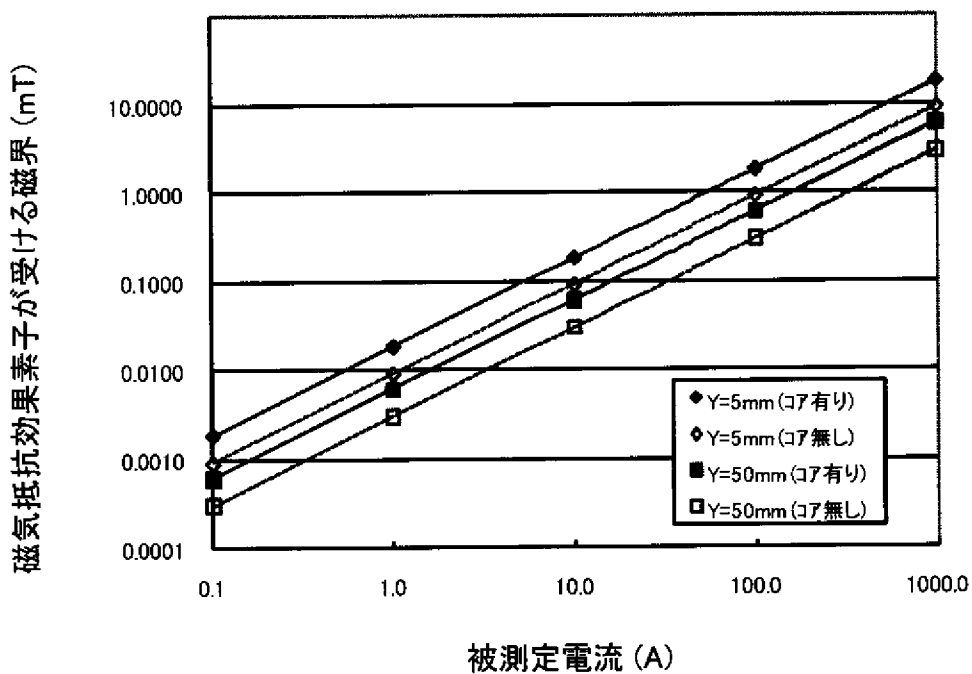




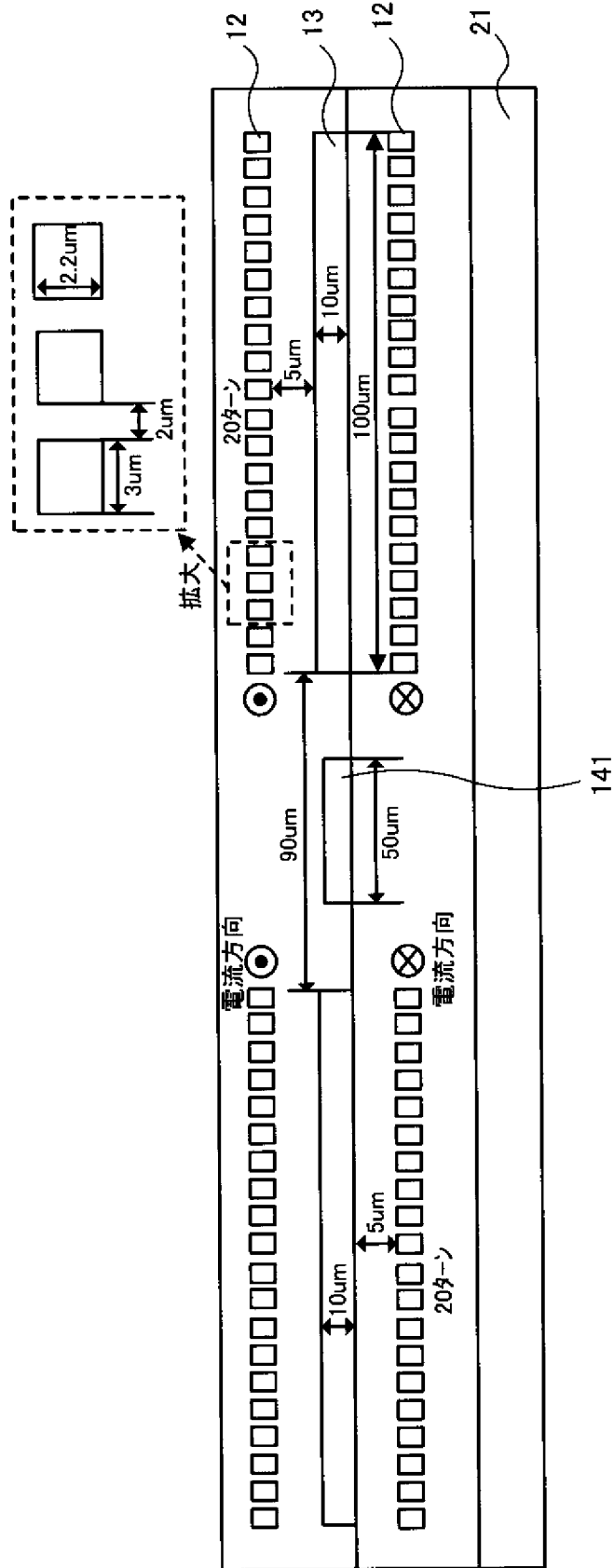
[図4]



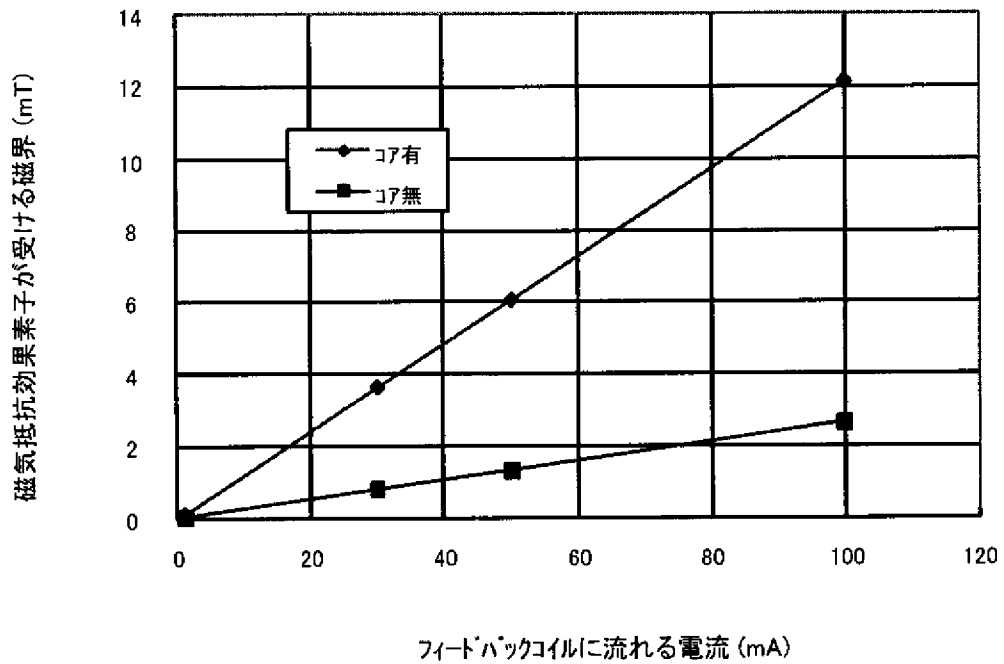
[図5]



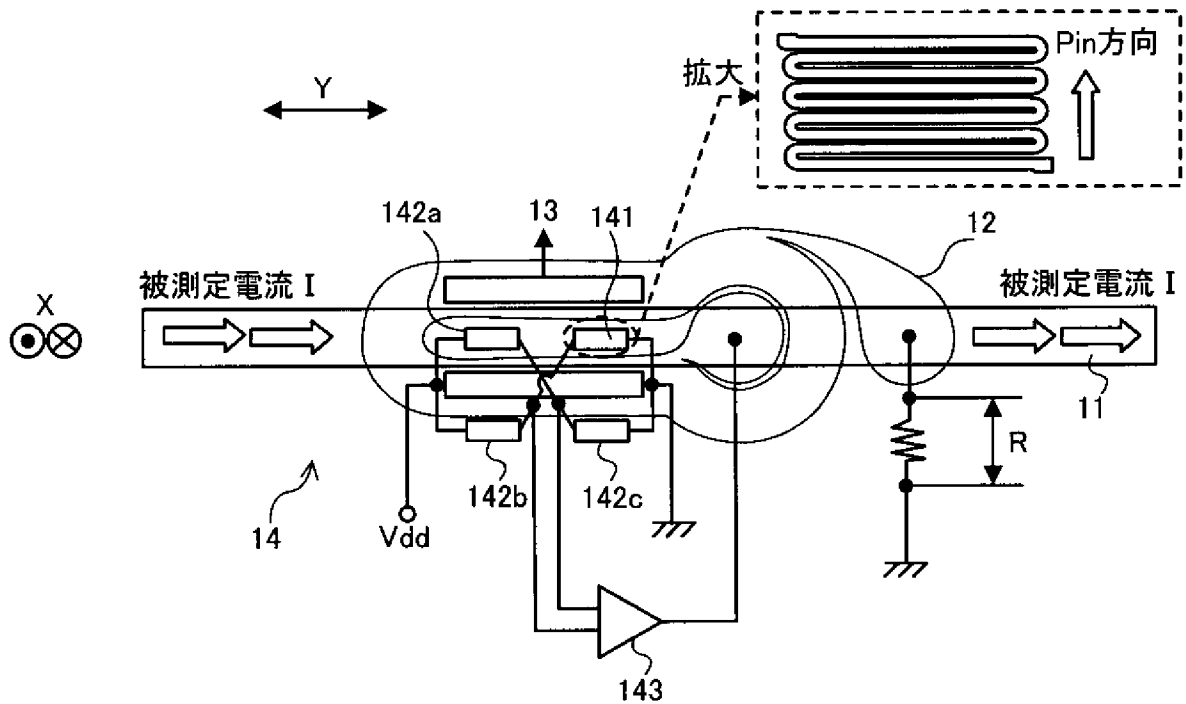
[図6]



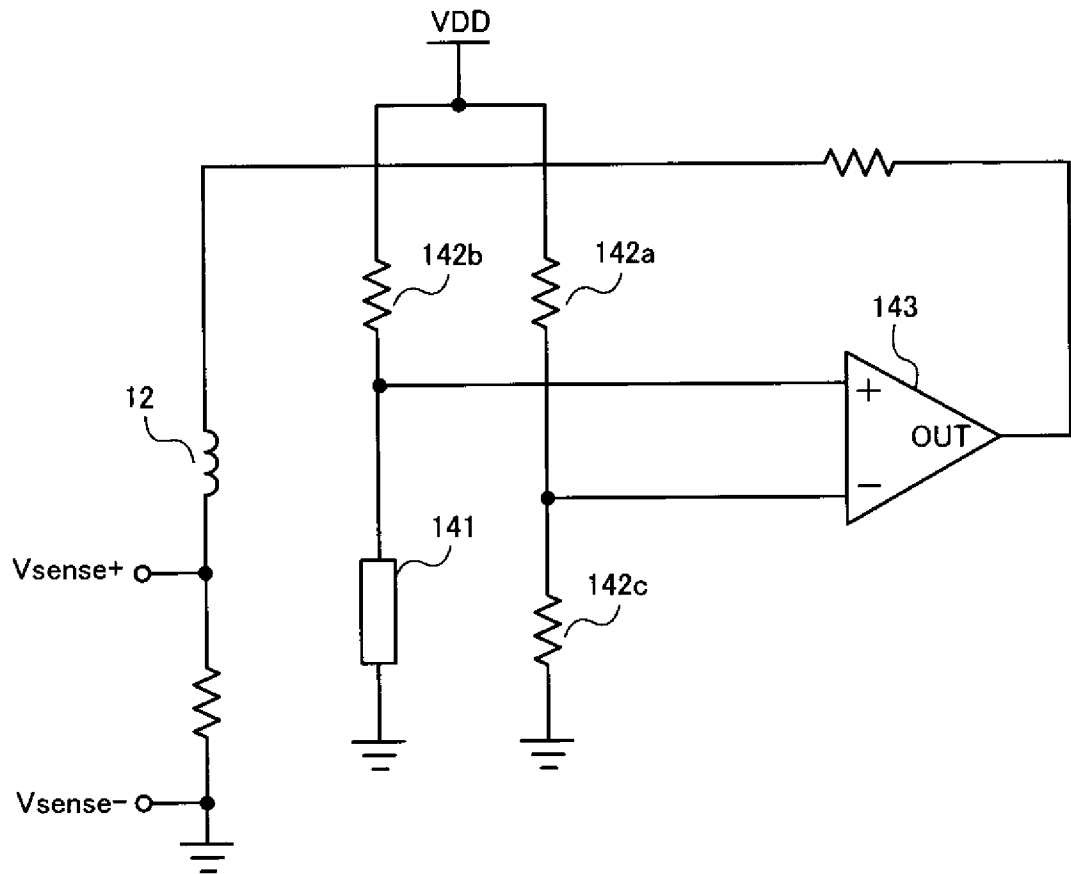
[図7]



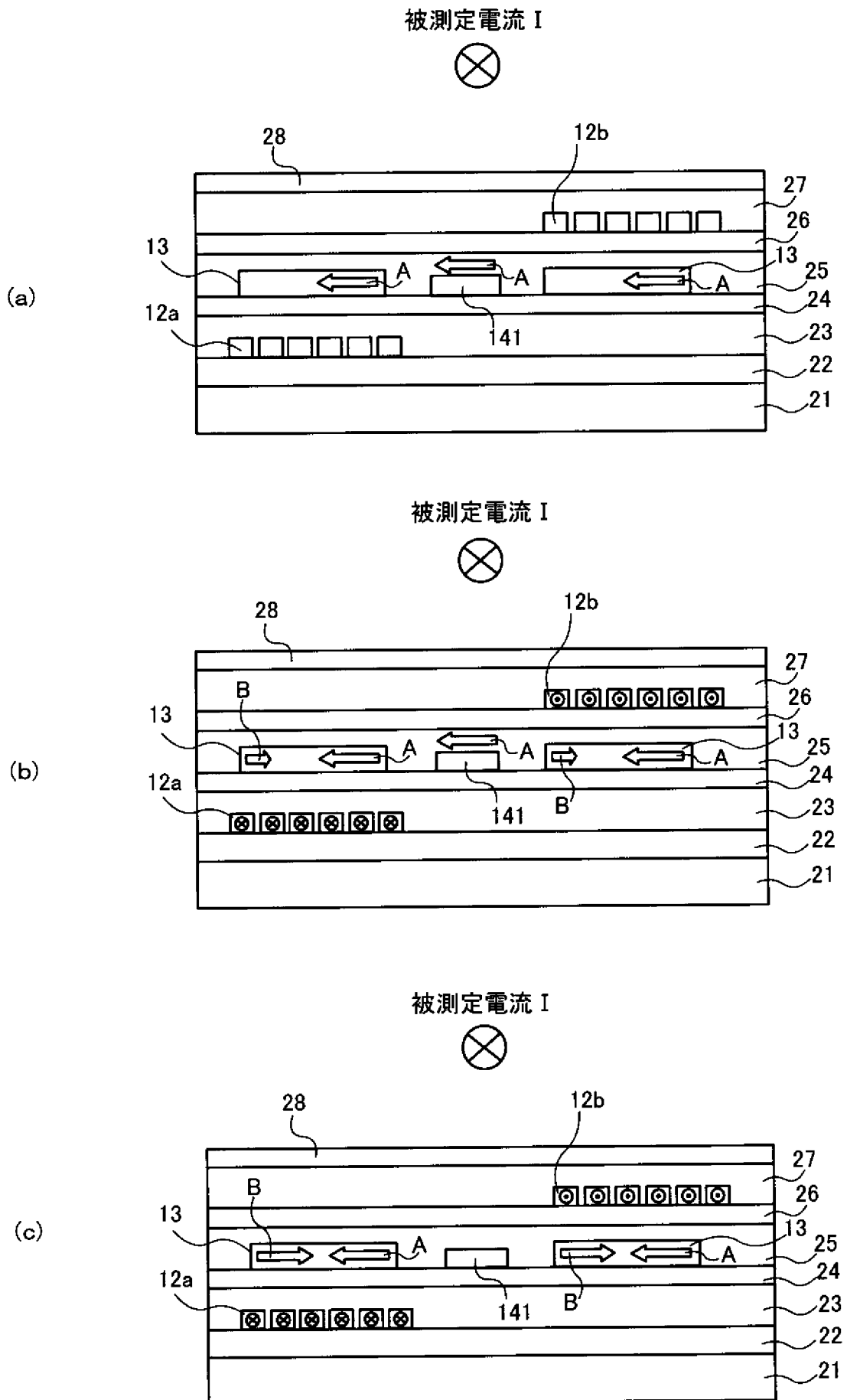
[図8]



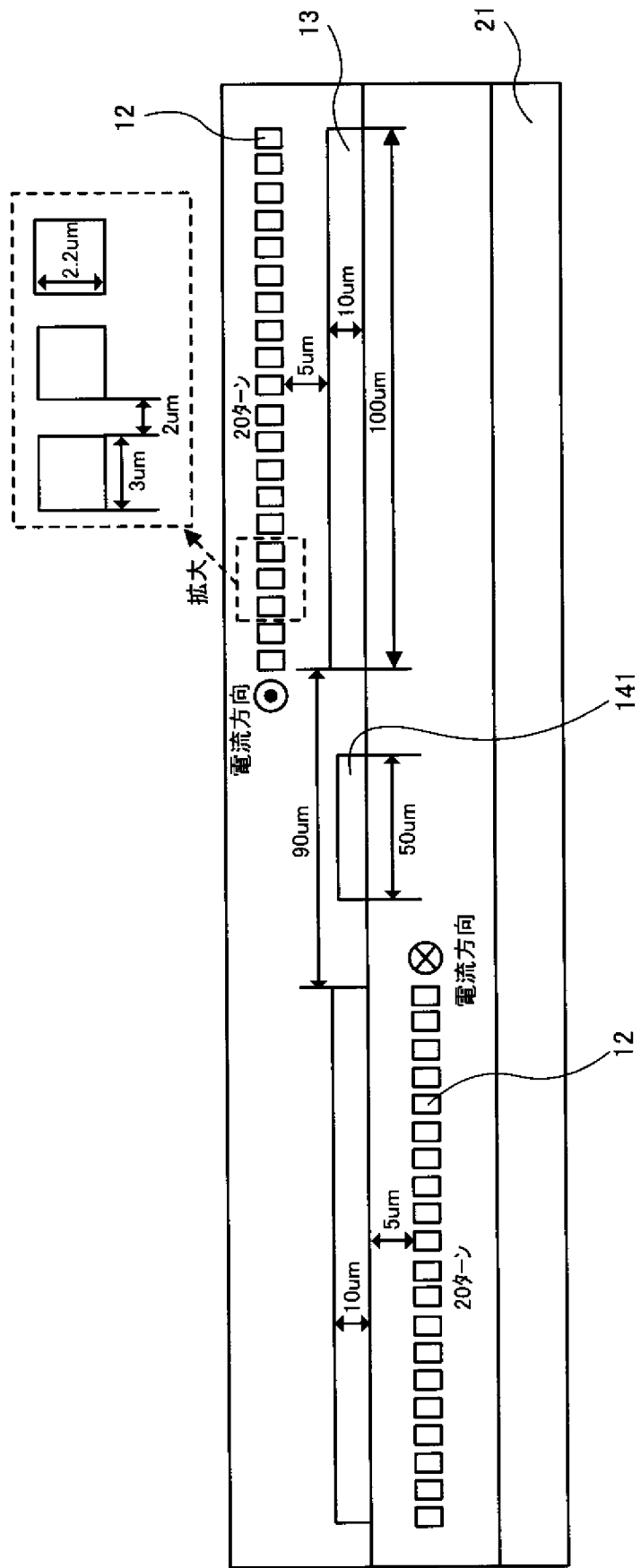
[圖9]



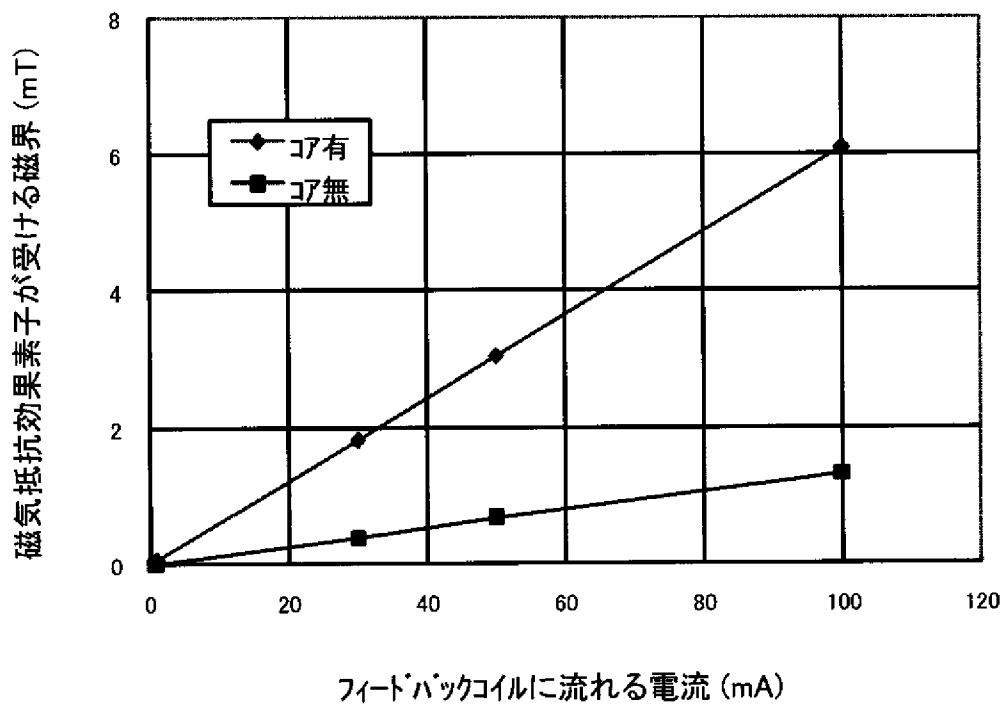
[図10]



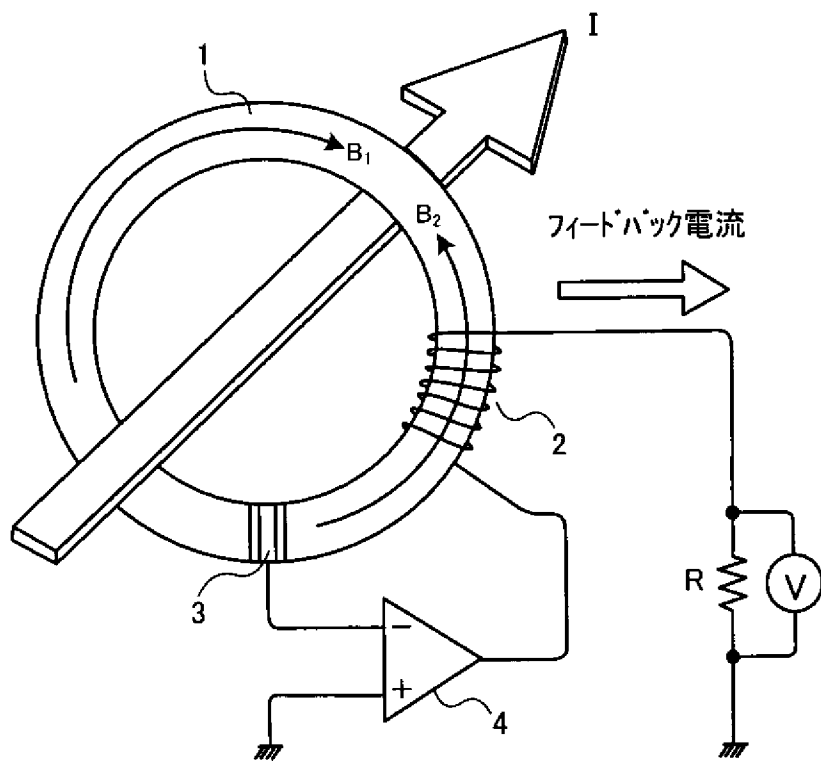
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059791

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R15/20(2006.01)i, G01R33/09(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)

G01R15/20, G01R33/09, H01L43/00-14

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
<u>Y</u> A	JP 2008-275321 A (TDK Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 5-6
<u>Y</u> A	JP 8-179023 A (Research Development Corp. of Japan), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0041] to [0051]; fig. 15 to 19 (Family: none)	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 5-6
<u>Y</u> A	JP 2008-516255 A (Allegro Microsystems, Inc.), 15 May 2008 (15.05.2008), paragraphs [0016] to [0037]; fig. 2 to 5 & US 2006/0077598 A1 & EP 1810302 A & WO 2006/044031 A1	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 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 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
04 August, 2010 (04.08.10)Date of mailing of the international search report  
17 August, 2010 (17.08.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059791

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2009/031539 A1 (Alps Electric Co., Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), entire text; all drawings & US 2010/0141251 A	8, 10
Y	JP 2008-286739 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), paragraphs [0013] to [0025]; fig. 1 to 4 (Family: none)	9-10

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, G01R33/09(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. G01R15/20, G01R33/09, H01L43/00-14

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
<u>Y</u> A	JP 2008-275321 A (TDK株式会社) 2008. 11. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 5-6
<u>Y</u> A	JP 8-179023 A (新技術事業団) 1996. 07. 12, [0041]-[0051], 図 15-19 (ファミリーなし)	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 5-6

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、一般的な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

04. 08. 2010

国際調査報告の発送日

17. 08. 2010

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)

堀 圭史

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

3005

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
<u>Y</u> A	JP 2008-516255 A (アレグロ・マイクロシステムズ・ インコーポレーテッド) 2008.05.15, [0016]-[0037], 図 2-5 & US 2006/0077598 A1 & EP 1810302 A & WO 2006/044031 A1	<u>1-2, 4, 7-10</u> 3, 5-6
Y	WO 2009/031539 A1 (アルプス電気株式会社) 2009.03.12, 全文, 全図 & US 2010/0141251 A	8, 10
Y	JP 2008-286739 A (三菱電機株式会社) 2008.11.27, [0013]-[0025], 図 1-4 (ファミリーなし)	9-10