

(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
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

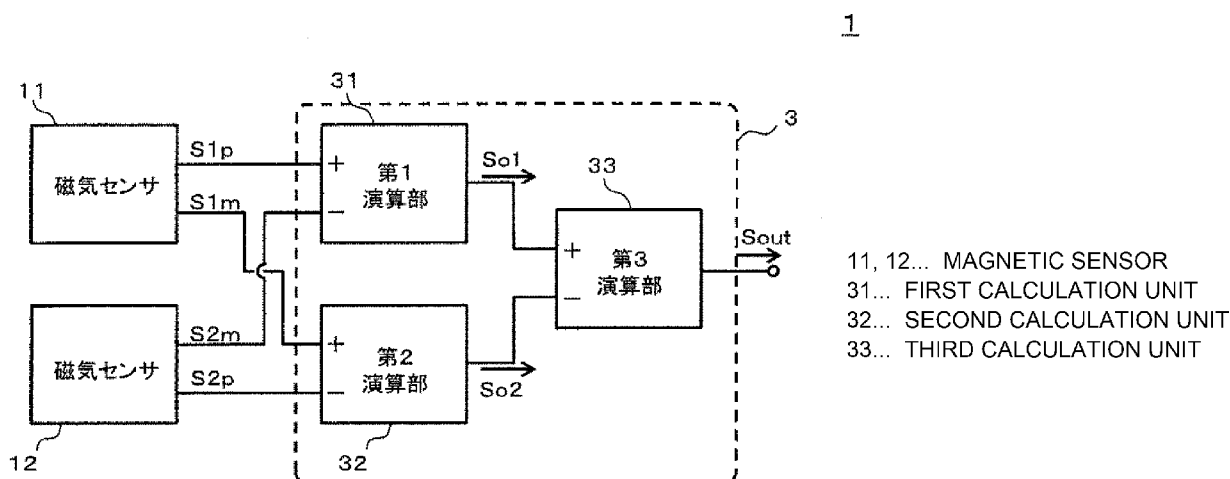
WO 2019/064657 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01) G01R 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/014530
- (22) 国際出願日: 2018年4月5日(05.04.2018)
- (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 2017-186954 2017年9月27日(27.09.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: ▲ 高 ▼ 田 政明 (TAKATA, Masaaki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
清水 康弘 (SHIMIZU, Yasuhiro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号 梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (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, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 電流センサ

[図2]



(57) Abstract: This current sensor (1) detects a current to be detected on the basis of the magnetic field created by the current. The current sensor comprises a first magnetic sensor (11), second magnetic sensor (12), first calculation unit (31), second calculation unit (32), and output unit (33). The first magnetic sensor senses a magnetic field and generates a first sensor signal and second sensor signal. The second magnetic sensor senses a magnetic field (B2) having a reverse phase from the magnetic field (B1) sensed by the first magnetic sensor according to a current and generates a third sensor signal

[続葉有]

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

and fourth sensor signal. The first calculation unit receives the first sensor signal and third sensor signal and generates a first calculation signal. The second calculation unit receives the second sensor signal and fourth sensor signal and generates a second calculation signal. The output unit receives the first calculation signal and second calculation signal and generates an output signal on the basis of the received signals.

(57) 要約: 電流センサ(1)は、検出対象の電流によって生じる磁場に基づき電流を検出する。電流センサは、第1磁気センサ(11)と、第2磁気センサ(12)と、第1演算部(31)と、第2演算部(32)と、出力部(33)とを備える。第1磁気センサは、磁場を感知して、第1センサ信号および第2センサ信号を生成する。第2磁気センサは、電流に応じて第1磁気センサが感知する磁場(B1)とは逆相の磁場(B2)を感知して、第3センサ信号および第4センサ信号を生成する。第1演算部は、第1センサ信号および第3センサ信号を入力して第1演算信号を生成する。第2演算部は、第2センサ信号および第4センサ信号を入力して第2演算信号を生成する。出力部は、第1演算信号および第2演算信号を入力し、入力した各信号に基づき出力信号を生成する。

明 細 書

発明の名称 : 電流センサ

技術分野

[0001] 本発明は、電流によって生じる磁場に基づいて電流を検出する電流センサに関する。

背景技術

[0002] 磁場を感知する磁気センサを用いて、電流を検出する電流センサが知られている（例えば特許文献 1， 2）。

[0003] 特許文献 1 は、外乱磁界の影響による測定精度の低下を抑制することを目的とする電流センサを開示している。特許文献 1 の電流センサは、第 1 及び第 2 の磁気センサと、第 1 の磁気センサ及び第 2 の磁気センサの出力端子に接続された演算装置とを備えている。電流センサの演算装置は、第 1 の磁気センサの出力と第 2 の磁気センサの出力との差を算出している。

[0004] 特許文献 2 は、磁界を電気信号に変換する電流測定回路を用いた差動型の電流センサを開示している。特許文献 2 の電流センサは、2 つの電流測定回路と、3 つの演算増幅器とを備えている。各々の電流測定回路は、2 つの出力端子を有する。1 つの電流測定回路の出力端子は、1 つの演算増幅器の非反転入力端子及び反転入力端子にそれぞれ接続されている。このような 2 つの演算増幅器の出力端子は、残りの 1 つの演算増幅器の非反転入力端子及び反転入力端子にそれぞれ接続されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1 : 特許 5 5 4 4 5 0 2 号明細書

特許文献 2 : 国際公開第 2 0 1 4 / 0 0 6 9 1 4 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、電流によって生じる磁場に基づいて電流を検出する電流

センサにおいて、外部磁場の影響を低減することができる電流センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る電流センサは、検出対象の電流によって生じる磁場に基づき電流を検出する。電流センサは、第1磁気センサと、第2磁気センサと、第1演算部と、第2演算部と、出力部とを備える。第1磁気センサは、磁場を感知して、第1センサ信号および第2センサ信号を生成する。第2磁気センサは、電流に応じて第1磁気センサが感知する磁場とは逆相の磁場を感知して、第3センサ信号および第4センサ信号を生成する。第1演算部は、第1センサ信号および第3センサ信号を入力し、入力した各信号に所定の演算を行って第1演算信号を生成する。第2演算部は、第2センサ信号および第4センサ信号を入力し、入力した各信号に所定の演算を行って第2演算信号を生成する。出力部は、第1演算信号および第2演算信号を入力し、入力した各信号に基づき出力信号を生成する。

発明の効果

[0008] 本発明に係る電流センサによると、第1及び第2演算部の双方が2つの磁気センサからのセンサ信号を用いる。これにより、電流によって生じる磁場に基づいて電流を検出する電流センサにおいて、外部磁場の影響を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態1に係る電流センサの外観を例示する斜視図
[図2]実施形態1に係る電流センサの構成を示すブロック図
[図3]電流センサにおける磁気センサの構成を例示する回路図
[図4]電流センサにおける信号磁場と磁気センサとの関係を説明するための図
[図5]実施形態1に係る電流センサの動作を説明するための図
[図6]電流センサにおける外部磁場耐性を説明するための図
[図7]実施形態2に係る電流センサの構成を示すブロック図
[図8]電流センサの変形例1の構成を示すブロック図

[図9]電流センサの変形例2の構成を示すブロック図

[図10]電流センサの変形例3の構成を示すブロック図

[図11]電流センサに検出される電流が流れる導体の変形例1を示す図

[図12]電流センサに検出される電流が流れる導体の変形例2を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付の図面を参照して本発明に係る電流センサの実施形態を説明する。

[0011] 各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。実施形態2以降では実施形態1と共通の事項についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態毎には逐次言及しない。

[0012] (実施形態1)

実施形態1では、検出対象の電流によって生じる磁場（以下「信号磁場」という）に基づいて電流を検出する電流センサにおいて、外部磁場耐性を確保できる電流センサを提供する。外部磁場耐性は、信号磁場とは別に外部から印加される外部磁場の影響によって、電流の検出結果が変動しないようにする耐性である。

[0013] 1. 構成

実施形態1に係る電流センサの構成について、図1、2を用いて説明する。図1は、実施形態1に係る電流センサ1の外観を例示する斜視図である。図2は、本実施形態に係る電流センサ1の構成を示すブロック図である。

[0014] 電流センサ1は、例えば図1に示すように、バスバー2に取り付けられる。バスバー2は、長手方向（Y方向）に電流センサ1の検出対象の電流Iが流れる導体の一例である。以下、バスバー2の幅方向をX方向とし、長手方向をY方向とし、厚さ方向をZ方向とする。

[0015] 本実施形態に係る電流センサ1は、図2に示すように、2つの磁気センサ11、12と、演算装置3とを備える。電流センサ1は、2つの磁気センサ

1 1, 1 2 を用いて、バスバー 2 に流れる電流 I による信号磁場を感知して、電流 I の検出結果を演算装置 3 で算出する。

[0016] バスバー 2 は、Y 方向における途中の一部分において、2 つの流路 2 1, 2 2 に分岐されている。電流センサ 1 は、第 1 及び第 2 流路 2 1, 2 2 間に配置されている。第 1 流路 2 1 は電流センサ 1 よりも +Z 側に位置し、第 2 流路 2 2 は電流センサ 1 よりも -Z 側に位置する。図 1 に例示するように、電流 I がバスバー 2 を +Y 向きに流れると、第 1 流路 2 1 と第 2 流路 2 2 とに分流する。分流した各々の電流は、第 1 流路 2 1 と第 2 流路 2 2 との双方において +Y 向きに流れる。

[0017] 電流センサ 1 において、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 は、例えば X 方向に並んで配置される。磁気センサ 1 1 と磁気センサ 1 2 とは、それぞれ第 1 流路 2 1 近傍と第 2 流路 2 2 近傍とにおいて、電流 I に基づく信号磁場が互いに逆相に分布する領域に配置される（図 4 参照）。

[0018] 各磁気センサ 1 1, 1 2 は、例えば磁気抵抗素子を含み、固有の感度軸および磁電変換利得を有する。磁気センサ 1 1, 1 2 は、感度軸の方向に沿った磁場を感知して、磁電変換利得に従って感知した磁場を電気信号（即ちセンサ信号）に変換する。各々の磁気センサ 1 1, 1 2 は、例えば感度軸の方向が X 方向に適宜、許容誤差の範囲内で平行になるように配置される。

[0019] 本実施形態において、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 は、それぞれ差動出力のための 2 つの出力端子を備える。磁気センサ 1 1, 1 2 の構成の詳細については後述する。

[0020] 磁気センサ 1 1 は、図 2 に示すように、各出力端子からセンサ信号 S 1 p, S 1 m を出力する。センサ信号 S 1 p は、電流 I が図 1 の例のように流れることによって生じる信号磁場が、大きくなるほど増大する。センサ信号 S 1 m は、センサ信号 S 1 p とは逆の増減傾向を有する。本実施形態における磁気センサ 1 1 は、第 1 センサ信号としてセンサ信号 S 1 p を生成し、第 2 センサ信号としてセンサ信号 S 1 m を生成する第 1 磁気センサの一例である。

[0021] 磁気センサ 1 2 は、図 2 に示すように、各出力端子からセンサ信号 S_{2p} , S_{2m} を出力する。センサ信号 S_{2p} は、第 1 磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1p} と同様に、図 1 の例の電流 I に応じて増大する傾向を有する。センサ信号 S_{2m} は、センサ信号 S_{2p} とは逆の増減傾向を有する。本実施形態における磁気センサ 1 2 は、第 3 センサ信号としてセンサ信号 S_{2m} を生成し、第 4 センサ信号としてセンサ信号 S_{2p} を生成する第 2 磁気センサの一例である。

[0022] 演算装置 3 は、第 1 演算部 3 1 と、第 2 演算部 3 2 と、第 3 演算部 3 3 とを備える。各演算部 3 1 , 3 2 , 3 3 は、例えばそれぞれ演算増幅器で構成される。本実施形態において、各演算部 3 1 ~ 3 3 は、プラス入力端子、マイナス入力端子及び出力端子を備え、2つの入力端子間の差動増幅を演算する。各演算部 3 1 ~ 3 3 は、それぞれ固有のゲインを有する。各演算部 3 1 ~ 3 3 は、バッファとして機能してもよい。

[0023] 本実施形態において、第 1 演算部 3 1 は、プラス入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1p} の出力端子に接続され、マイナス入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2m} の出力端子に接続される。第 1 演算部 3 1 は、各磁気センサ 1 1 , 1 2 から入力するセンサ信号 S_{1p} , S_{2m} に後述する演算を行って、演算結果を示す第 1 演算信号 S_{o1} を生成する。第 1 演算部 3 1 は、出力端子から第 1 演算信号 S_{o1} を出力する。

[0024] また、第 2 演算部 3 2 は、プラス入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1m} の出力端子に接続され、マイナス入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2p} の出力端子に接続される。第 2 演算部 3 2 は、各磁気センサ 1 1 , 1 2 から入力するセンサ信号 S_{1m} , S_{2p} に後述する演算を行って、演算結果を示す第 2 演算信号 S_{o2} を生成する。第 2 演算部 3 2 は、出力端子から第 2 演算信号 S_{o2} を出力する。

[0025] 第 3 演算部 3 3 は、プラス入力端子において第 1 演算部 3 1 の出力端子に接続され、マイナス入力端子において第 2 演算部 3 2 の出力端子に接続される。第 3 演算部 3 3 は、各演算部 3 1 , 3 2 から入力する演算信号 S_{o1} ,

S o 2 に後述する演算を行って、演算結果を示す出力信号 S o u t を生成する。第3演算部33は、電流センサ1による電流 I の検出結果として、出力信号 S o u t を出力端子から出力する。第3演算部33は、本実施形態における電流センサ1の出力部の一例である。

[0026] 本実施形態では、以上のような2つの磁気センサ11, 12と第1～第3演算部31～33との接続関係により、電流センサ1における外部磁場耐性を確保し易くする（詳細は後述）。

[0027] また、2つの磁気センサ11, 12と演算装置3とは、図2に示すような電流センサ1において、例えば同一のパッケージ内に配置される。2つの磁気センサ11, 12は、例えば1つの集積チップ内に配置される。2つの磁気センサ11, 12を同一チップ内で近接配置することにより、外部磁場が空間的に不均一な場合における外部磁場耐性を向上できる。さらに、電流センサ1の周囲温度に勾配が合った場合において、磁気センサ11、12間の温度に対する磁電変換利得ばらつきを抑制でき、外部磁場耐性を向上できる。

[0028] 第1及び第2演算部31, 32は、例えば、電流センサ1内部で同一の集積チップ内に近接配置される。これにより、電流センサ1の周囲温度に勾配があった場合において、第1及び第2演算部31, 32間の温度に対するゲインばらつきを抑制でき、外部磁場耐性を向上できる。

[0029] 磁気センサ11, 12と演算装置3との間にループ配線がある場合、交流の外部磁場が鎖交して起電力を発生することにより、電流の検出誤差を招くことが想定される。これに対して、上述のように第1及び第2演算部31, 32のばらつきを抑制することで、起電力の同相成分を第3演算部33において打ち消すことができ、電流センサ1における交流の外部磁場耐性を向上できる。

[0030] また、2つの磁気センサ11, 12と演算装置3とは、図2に示すような電流センサ1において、例えば、ループ配線が生じないように最短に配線される。これにより、交流の外部磁場耐性を向上でき、電流センサ1の検出精

度を良くすることができる。

[0031] また、演算装置 3 は、電流センサ 1 の種々の機能を実現するための各種半導体集積回路等を含んでもよい。例えば、演算装置 3 は、所定の機能を実現するように設計された専用の電子回路や再構成可能な電子回路などのハードウェア回路を含んでもよい。また、演算装置 3 は、例えばソフトウェアと協働して所定の機能を実現する CPU 等を含んでもよい。演算装置 3 は、フラッシュメモリ等の内部メモリを含んでもよく、内部メモリに各種データ及びプログラム等を格納してもよい。演算装置 3 は、CPU、MPU、マイコン、DSP、FPGA、ASIC等の種々の半導体集積回路で構成されてもよい。

[0032] 1-1. 磁気センサについて

電流センサ 1 における磁気センサ 11, 12 の構成の詳細について、図 3 を用いて説明する。2つの磁気センサ 11, 12 は同様に構成される。以下では、一方の磁気センサ 11 について説明する。図 3 は、電流センサ 1 における磁気センサ 11 の構成を例示する回路図である。

[0033] 図 3 の例において、磁気センサ 11 は、4つの磁気抵抗素子 13a~13d を含み、ホイートストンブリッジ回路を構成する。磁気センサ 11 は、例えば電源電圧 V_{dd} により定電圧駆動される。それぞれの磁気抵抗素子 13a~13d は、例えば AMR (Anisotropic Magneto Resistance) 素子である。

[0034] 本例において、4つの磁気抵抗素子 13a~13d のうちの第 1 及び第 2 磁気抵抗素子 13a, 13b の直列回路と、第 3 及び第 4 磁気抵抗素子 13c, 13d の直列回路とが並列に接続される。第 1 及び第 4 磁気抵抗素子 13a, 13d は、磁気センサ 11 に入力される磁場に対して増減傾向が共通する磁気抵抗値 MR_1 , MR_4 を有する。第 2 及び第 3 磁気抵抗素子 13b, 13c は、第 1 及び第 4 磁気抵抗素子 13a, 13d の磁気抵抗値 MR_1 , MR_4 とは逆の増減傾向の磁気抵抗値 MR_2 , MR_3 を有する。

[0035] 磁気センサ 11 の電源電圧 V_{dd} は、第 1 及び第 3 磁気抵抗素子 13a,

1 3 c 間の接続点に供給される。第2及び第4磁気抵抗素子1 3 b, 1 3 d 間の接続点は接地される。第1及び第2磁気抵抗素子1 3 a, 1 3 b間のノード1 4 pは、2つのセンサ信号S 1 p, S 1 mのうち一方のセンサ信号S 1 pの出力端子に接続される。第3及び第4磁気抵抗素子1 3 c, 1 3 d 間のノード1 4 mは、他方のセンサ信号S 1 mの出力端子に接続される。各ノード1 4 p, 1 4 mの電位は、例えば $V_{dd}/2$ を中点電位として変動する。

[0036] 以上の磁気センサ1 1の構成は一例であり、特にこれに限定されない。例えば、磁気センサ1 1, 1 2の磁気抵抗素子1 3 a~1 3 dはAMR素子に限らず、例えばGMR (Giant Magneto Resistance)、TMR (Tunnel Magneto Resistance)、BMR (Ballistic Magneto Resistance)、CMR (Colossal Magneto Resistance)等の種々のMR素子であってもよい。

[0037] また、磁気センサ1 1, 1 2として、ホール素子を有する磁気素子、磁気インピーダンス効果を利用するMI (Magneto Impedance)素子を有する磁気素子又はフラックスゲート型磁気素子などが用いられてもよい。また、磁気センサ1 1, 1 2の駆動方法としては、定電流駆動、パルス駆動などが採用されてもよい。

[0038] 2. 動作

以上のように構成される電流センサ1の動作について、以下説明する。

[0039] 2-1. 動作の概要

本実施形態に係る電流センサ1の動作の概要について、図4を用いて説明する。図4は、電流センサ1における信号磁場B 1, B 2と磁気センサ1 1, 1 2との関係を説明するための図である。図4は、図1のA-A'断面近傍における各流路2 1, 2 2及び各磁気センサ1 1, 1 2を示している。

[0040] 図4では、検出対象の電流がバスバー2を+Y向きに流れた際に（図1参照）、第1流路2 1近傍に生じる信号磁場B 1と、第2流路2 2近傍に生じる信号磁場B 2とを例示している。バスバー2においては、電流が分流して第1流路2 1と第2流路2 2とに流れる。これにより、図4に示すように、

第1流路21近傍の信号磁場B1は第1流路21の周囲を周回し、第2流路22近傍の信号磁場B2は第2流路22の周囲を周回する。

[0041] 本実施形態に係る電流センサ1では、第1流路21と第2流路22とにおいて電流が同じ向き（例えば+Y向き）に流れるため、第1流路21近傍の信号磁場B1と第2流路22近傍の信号磁場B2とは、同じ周回方向を有する（例えば時計回り）。このことから、図4に示すように、第1及び第2流路21、22間における第1流路21近傍の領域R1と第2流路22近傍の領域R2とにおいて、それぞれを通過する信号磁場B1、B2のX成分が、互いに逆向きになる。

[0042] そこで、本実施形態の電流センサ1では、上記のような第1流路21近傍の領域R1に一方の磁気センサ11が配置され、他方の磁気センサ12が第2流路22近傍の領域R2に配置される。これにより、2つの磁気センサ11、12には、互いに逆相の信号磁場B1、B2が入力されることとなる。

[0043] ここで、各磁気センサ11、12に入力される磁場には、信号磁場B1、B2だけでなく、外乱磁場のようなノイズも含まれることが想定される。このようなノイズは、2つの磁気センサ11、12の配置位置を近接させることにより、各磁気センサ11、12に対して、同相（同じ向きで且つ同程度の大きさ）で入力されると考えられる。

[0044] そこで、本実施形態に係る電流センサ1においては、演算装置3が、2つの磁気センサ11、12の感知結果の差動増幅を演算して、電流の検出結果を示す出力信号Soutを算出する。これにより、それぞれの磁気センサ11、12の感知結果に同相で含まれ得るノイズを相殺して、信号磁場B1、B2に基づく電流の検出精度を良くすることができる。以下、電流センサ1の動作の詳細を説明する。

[0045] 2-2. 動作の詳細

本実施形態に係る電流センサ1の動作の詳細について、図5を用いて説明する。図5は、電流センサ1の動作を説明するための図である。

[0046] 図5は、図4のように信号磁場B1、B2が各磁気センサ11、12に入

力された場合の電流センサ 1 の動作状態を示している。図 4 の信号磁場 B_1 , B_2 が入力されたとき、磁気センサ 1 1 において、ノード 1 4 p (図 3) の電位は中点電位 $V_{dd}/2$ よりも高くなる一方、ノード 1 4 m の電位は中点電位 $V_{dd}/2$ よりも低くなる。2 つの磁気センサ 1 1 のうちの一方の磁気センサ 1 1 は、次式 (1) , (2) のように 2 つのセンサ信号 S_{1p} , S_{1m} を生成する。

$$[0047] \quad S_{1p} = V_{dd}/2 + \Delta S_1 / 2 \quad \dots (1)$$

$$S_{1m} = V_{dd}/2 - \Delta S_1 / 2 \quad \dots (2)$$

上式 (1) , (2) において、 ΔS_1 は、磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1p} , S_{1m} 間の信号差である。信号差 ΔS_1 は、例えば図 4 の例の信号磁場 B_1 が入力された場合に正となる。

[0048] また、上記の磁気センサ 1 1 と同様に、他方の磁気センサ 1 2 は、次式 (3) , (4) のように 2 つのセンサ信号 S_{2p} , S_{2m} を生成する。

$$[0049] \quad S_{2p} = V_{dd}/2 + \Delta S_2 / 2 \quad \dots (3)$$

$$S_{2m} = V_{dd}/2 - \Delta S_2 / 2 \quad \dots (4)$$

上式 (3) , (4) において、 ΔS_2 は、磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2p} , S_{2m} 間の信号差である。信号差 ΔS_2 は、例えば図 4 の例の信号磁場 B_2 が入力された場合に正となる。

[0050] 演算装置 3 において、第 1 演算部 3 1 は、一方の磁気センサ 1 1 からのセンサ信号 S_{1p} と他方の磁気センサ 1 2 からのセンサ信号 S_{2m} とを入力し、次式 (5) のようにセンサ信号 S_{1p} , S_{1m} 間の減算を演算する。

$$[0051] \quad S_{o1} = A_1 \times (S_{1p} - S_{2m}) \quad \dots (5)$$

$$= A_1 \times (\Delta S_1 + \Delta S_2) / 2 \quad \dots (5a)$$

上式 (5) において、 A_1 は、第 1 演算部 3 1 のゲインであり、例えば 1 倍以上である。上式 (5) の演算結果の第 1 演算信号 S_{o1} は、式 (5a) のように、2 つの磁気センサ 1 1 , 1 2 による寄与 ($\Delta S_1 + \Delta S_2$) を含む。

[0052] 一方、第 2 演算部 3 2 は、一方の磁気センサ 1 1 からのセンサ信号 S_{1m}

と他方の磁気センサ 1 2 からのセンサ信号 S_{2p} とを入力し、次式 (6) のようにセンサ信号 S_{1m} , S_{2p} 間の減算を演算する。

$$[0053] \quad S_{o2} = A_2 \times (S_{1m} - S_{2p}) \quad \dots (6)$$

$$= -A_2 \times (\Delta S_1 + \Delta S_2) / 2 \quad \dots (6a)$$

上式 (6) において、 A_2 は、第 2 演算部 3 2 のゲインであり、例えば 1 倍以上である。上式 (6) の演算結果の第 2 演算信号 S_{o2} は、式 (6a) のように、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 について第 1 演算信号 S_{o1} と同様の寄与 ($\Delta S_1 + \Delta S_2$) を含む。

[0054] 第 3 演算部 3 3 は、第 1 演算部 3 1 からの第 1 演算信号 S_{o1} と第 2 演算部 3 2 からの第 2 演算信号 S_{o2} とに基づき次式 (7) を演算して、電流センサ 1 による検出結果としての出力信号 S_{out} を生成する。

$$[0055] \quad S_{out} = A_3 \times (S_{o1} - S_{o2}) \quad \dots (7)$$

$$= A_3 \times (A_1 + A_2) \times (\Delta S_1 + \Delta S_2) / 2 \quad \dots (7a)$$

上式 (7) において、 A_3 は、第 3 演算部 3 3 のゲインであり、例えば 1 倍以上である。以上のように算出された電流センサ 1 の出力信号 S_{out} は、式 (7a) のように、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 について各演算信号 S_{o1} , S_{o2} と同様の寄与 ($\Delta S_1 + \Delta S_2$) を含む。

[0056] ここで、各磁気センサ 1 1, 1 2 に入力される磁場に、ノイズとなる外部磁場が含まれている場合、各磁気センサ 1 1, 1 2 の信号差 ΔS_1 , ΔS_2 は、次式 (8), (9) のように信号成分 Δs_g とノイズ成分 Δn_z とを含み得る。

$$[0057] \quad \Delta S_1 = \Delta s_g + \Delta n_z \quad \dots (8)$$

$$\Delta S_2 = \Delta s_g - \Delta n_z \quad \dots (9)$$

上式 (7a), (8), (9) によると、出力信号 S_{out} において、外部磁場によるノイズ成分 Δn_z を、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 の信号差 ΔS_1 , ΔS_2 間で打ち消すことができる。

[0058] 2-2-1. 外部磁場耐性について

以上のような電流センサ 1 において、外部磁場によって出力信号 S_{out}

を変動させないようにする外部磁場耐性について、図6を用いて説明する。

図6は、各種電流センサにおける外部磁場耐性を説明するための図である。

[0059] 図6(a)は、2つの磁気センサ11', 12'を備える典型的な電流センサ1Xの構成例を示す。本例の電流センサ1Xは、一方の磁気センサ11'のみに接続された演算部31'と、他方の磁気センサ12'のみに接続された演算部32'とを備える。このため、各々の演算部31', 32'は、2つの磁気センサ11', 12'の一方のみのセンサ信号を入力してそれぞれ差動増幅する。

[0060] 上記のような電流センサ1Xでは、各磁気センサ11', 12'の信号差 ΔS_1 , ΔS_2 に別々のゲイン A_1' , A_2' を乗じて出力信号 S_{out}' が生成されることとなる。このため、各々のゲイン A_1' , A_2' がばらついていた場合に、各信号差 ΔS_1 , ΔS_2 に含まれるノイズ成分 Δn_z が相殺されなくなり、外部磁場耐性が低下してしまう。例えば、各々の演算部31', 32'間の温度ばらつきや製造ばらつきによって、各々のゲイン A_1 , A_2 がばらつくことが想定される。

[0061] これに対して、本実施形態に係る電流センサ1は、第1及び第2演算部31, 32の双方を各磁気センサ11, 12に接続することにより、各々のゲイン A_1 , A_2 のばらつき等に対して外部磁場耐性を確保できる(図6(b))。

[0062] 図6(b)は、本実施形態の電流センサ1に外部磁場 B_{n_z} が印加された場合の動作状態を示している。本実施形態では、第1及び第2演算部31, 32の双方が各磁気センサ11, 12からセンサ信号 $S_{1p} \sim S_{2m}$ を入力することにより、第1及び第2演算信号 S_{o1} , S_{o2} において、各々のゲイン A_1 , A_2 が、双方の磁気センサ11, 12の信号差 ΔS_1 , ΔS_2 に乘じられる(式(5a), (6a)参照)。

[0063] 以上のような第1及び第2演算信号 S_{o1} , S_{o2} によると、本実施形態の電流センサ1の出力信号 S_{out} では、式(7a)に示すように、第1及び第2演算部31, 32のゲイン A_1 , A_2 の寄与が因子として括り出され

る。このため、各々のゲイン A_1 、 A_2 のばらつきに拘らず、各信号差 ΔS_1 、 ΔS_2 に含まれるノイズ成分 Δn_z が相殺され、外部磁場耐性を確保することができる。

[0064] また、図6 (b) に示すように外部磁場 B_{nz} が印加されたとき、一方の磁気センサ11のセンサ信号 S_{1p} と他方の磁気センサ12のセンサ信号 S_{2m} とは、同等の大きさ及び同符号を有する。このため、外部磁場 B_{nz} の影響は、第1演算部31の入力の時点で打ち消される。このとき、第2演算部32においても同様に、外部磁場 B_{nz} の影響は入力の際で打ち消される。これにより、演算装置3内部における信号振幅等についても、外部磁場 B_{nz} の影響を低減することができる。

[0065] 以上のような本実施形態の電流センサ1によると、例えば第1及び第2演算部31、32間の温度ばらつき等により各々のゲイン A_1 、 A_2 がばらついたとしても、外部磁場耐性に影響を及ぼさないことで、電流の検出精度を向上できる。また、各演算部31、32の製造ばらつきに関する要求仕様等を緩和して、電流センサ1の低コスト化を図ることもできる。

[0066] 3. まとめ

以上のように、本実施形態に係る電流センサ1は、検出対象の電流 I によって生じる信号磁場 B_1 、 B_2 に基づき電流 I を検出する。電流センサ1は、第1磁気センサの一例の磁気センサ11と、第2磁気センサの一例の磁気センサ12と、第1演算部31と、第2演算部32と、出力部の一例の第3演算部33とを備える。磁気センサ11は、磁場を感知して、第1センサ信号の一例のセンサ信号 S_{1p} および第2センサ信号の一例のセンサ信号 S_{1m} を生成する。磁気センサ12は、電流 I に応じて磁気センサ11が感知する信号磁場 B_1 とは逆相の磁場 B_2 を感知して、第3センサ信号の一例のセンサ信号 S_{2m} および第4センサ信号の一例のセンサ信号 S_{2p} を生成する。第1演算部31は、センサ信号 S_{1p} およびセンサ信号 S_{2m} を入力し、入力した各信号に所定の演算を行って第1演算信号 S_{o1} を生成する。第2演算部32は、センサ信号 S_{1m} およびセンサ信号 S_{2p} を入力し、入力し

た各信号に所定の演算を行って第2演算信号 S_o2 を生成する。第3演算部33部は、第1演算信号 S_o1 および第2演算信号 S_o2 を入力し、入力した各信号に基づき出力信号 S_{out} を生成する。

[0067] 以上の電流センサ1によると、第1及び第2演算部31, 32の双方が2つの磁気センサ11, 12からのセンサ信号 $S_{1p} \sim S_{2m}$ を用いる。これにより、電流センサ1において磁場に基づき電流 I を検出する際における外部磁場耐性を確保し、外部磁場の影響を低減することができる。

[0068] また、本実施形態において、磁気センサ11における一方のセンサ信号 S_{1p} は、他方のセンサ信号 S_{1m} が増大するほど減少する増減傾向を有する。磁気センサ12における一方のセンサ信号 S_{2m} は、センサ信号 S_{2p} が増大するほど減少する増減傾向を有する。本実施形態では、各磁気センサ11, 12が差動出力によって生成するセンサ信号 $S_{1p} \sim S_{2m}$ を用いて、電流の検出時における外部磁場の影響を低減することができる。

[0069] また、本実施形態では、互いに逆相の信号磁場 B_1, B_2 が感知された場合に、第1演算部31に入力される第1センサ信号(S_{1p})と第3センサ信号(S_{2m})とが互いに逆の増減傾向を有するように、2つの磁気センサ11, 12が配置される。第1演算部31は、センサ信号 S_{1p} からセンサ信号 S_{2m} を減算する。第2演算部32は、センサ信号 S_{1m} からセンサ信号 S_{2p} を減算する。第3演算部33は、第1演算信号 S_o1 および第2演算信号 S_o2 を差動増幅して出力信号 S_{out} を生成する。これにより、各演算部31～33の差動増幅によって電流 I の検出結果を出力する際に、外部磁場の影響を低減できる。

[0070] また、本実施形態において、2つの磁気センサ11, 12のうちの一方の磁気センサ11は、電流 I が流れる2つの流路21, 22を有するバスバー2における第2流路22よりも第1流路21の近傍に配置される。他方の磁気センサ12は、第1流路21よりも第2流路22の近傍に配置される。これにより、2つの磁気センサ11, 12に互いに逆相の信号磁場 B_1, B_2 が入力され、電流の検出時における S/N （信号対雑音）比を良くすること

ができる。

[0071] (実施形態2)

実施形態2では、温度に応じて出力信号を調整する機能を有する電流センサについて、図7を用いて説明する。

[0072] 図7は、実施形態2に係る電流センサ1Aの構成を示すブロック図である。本実施形態に係る電流センサ1Aでは、実施形態1の電流センサ1と同様の構成において(図2参照)、温度検出部34と、センサ調整部35と、演算調整部36とをさらに備える。上記各部34, 35, 36は、例えば電流センサ1Aの演算装置3Aに設けられる。

[0073] 温度検出部34は、例えば半導体温度センサであり、周囲の温度を検出する。温度検出部34の種類は特に限定されず、例えば、サーミスタ、熱電対、リニア正温度係数抵抗器、白金測温抵抗体などが用いられてもよい。

[0074] センサ調整部35は、例えば磁気センサ11, 12の電源電圧 V_{dd} 等の調整回路を含む。センサ調整部35によると、例えば2つの磁気センサ11, 12の磁電変換利得及び／又はオフセット(或いは中点電位)等が、適宜許容誤差の範囲内で同じになるように調整される。センサ調整部35による調整は、特に温度検出部34の検出結果に依らなくてもよい。

[0075] 演算調整部36は、例えば第3演算部33のゲイン A_3 を調整するゲイン調整回路を含む。演算調整部36は、温度検出部34による温度の検出結果に基づいて、出力信号 S_{out} を温度補償するように、第3演算部33のゲイン A_3 を調整する。これに加えて又は代えて、演算調整部36は、第1及び／又は第2演算部31, 32のゲイン A_1 , A_2 を調整してもよい。また、演算調整部36は、第1～第3演算部31～33のオフセットを調整するオフセット調整回路等を含んでもよい。

[0076] 以上のように、本実施形態に係る電流センサ1Aは、温度検出部34と、調整部の一例である演算調整部36とをさらに備える。温度検出部34は、周囲の温度を検出する。演算調整部36は、温度検出部34によって検出された温度に応じて、出力信号 S_{out} を調整する。これにより、周囲の温度

に対する電流センサ S_{out} の温度変動を抑制でき、電流センサ 1 A による電流の検出精度を良くすることができる。

[0077] また、電流センサ 1 A における調整部は、演算調整部 3 6 に限らず、例えばセンサ調整部 3 5 であってもよい。例えば、センサ調整部 3 5 が、温度検出部 3 4 の検出結果に基づき各磁気センサ 1 1, 1 2 の調整を行って、出力信号 S_{out} を調整してもよい。

[0078] (他の実施形態)

上記の各実施形態 1, 2 では、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 と第 1 ~ 第 3 演算部 3 1 ~ 3 3 間の接続関係および演算装置 3 による演算方法の一例を説明した。本実施形態に係る電流センサは特にこれに限定されず、種々の接続関係及び演算方法を採用してもよい。以下、電流センサの変形例について、図 8 ~ 1 0 を用いて説明する。

[0079] 図 8 は、変形例 1 に係る電流センサ 1 B の構成を示す。本変形例の電流センサ 1 B は、実施形態 1 の電流センサ 1 と同様の構成において、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 と第 1 及び第 2 演算部 3 1, 3 2 間の接続関係を変更している。

[0080] 図 8 に示すように、本変形例の電流センサ 1 B において、第 1 演算部 3 1 は、プラス入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2p} の出力端子に接続され、マイナス入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1m} の出力端子に接続される。また、第 2 演算部 3 2 は、プラス入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2m} の出力端子に接続され、マイナス入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1p} の出力端子に接続される。第 1 ~ 第 3 演算部 3 1 ~ 3 3 は、入力する信号に基づき、実施形態 1 と同様の演算を行う。

[0081] 以上の電流センサ 1 B によっても、実施形態 1 の電流センサ 1 と同様に外部磁場の影響を低減することができる。本変形例において、磁気センサ 1 2 は第 1 磁気センサの一例であり、センサ信号 S_{2p} が第 1 センサ信号の一例であり、センサ信号 S_{2m} が第 2 センサ信号の一例である。また、磁気セン

サ 1 1 は第 2 磁気センサの一例であり、センサ信号 S_{1m} が第 3 センサ信号の一例であり、センサ信号 S_{1p} が第 4 センサ信号の一例である。本変形例における磁気センサ 1 1, 1 2 は、実施形態 1 から物理的な感度軸の方向等を変更して構成されてもよい。

[0082] 図 9 は、変形例 2 に係る電流センサ 1 C の構成を示す。本変形例の電流センサ 1 C は、実施形態 1 の電流センサ 1 と同様の構成において、第 1 及び第 2 演算信号 S_{o1} , S_{o2} の加算を演算する第 3 演算部 3 3 A を備える。第 3 演算部 3 3 A は、例えば加算器で構成される。本変形例において、磁気センサ 1 1 と磁気センサ 1 2 とは、それぞれ実施形態 1 と同様に第 1 磁気センサと第 2 磁気センサの一例である。

[0083] 図 9 に示すように、本変形例の電流センサ 1 C において、第 1 演算部 3 1 は、実施形態 1 と同様に、各入力端子において 2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 に接続される（図 4 参照）。一方、第 2 演算部 3 2 は、プラス入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2p} （第 4 センサ信号）の出力端子に接続され、マイナス入力端子において磁気センサ 1 1（第 2 センサ信号）のセンサ信号 S_{1m} の出力端子に接続される。

[0084] 第 1 及び第 2 演算部 3 1, 3 2 は、入力する信号に基づいて、実施形態 1 と同様の演算を行って第 1 及び第 2 演算信号 S_{o1} , S_{o2} を生成する。第 3 演算部 3 3 A は、第 1 及び第 2 演算信号 S_{o1} , S_{o2} の加算を演算して、出力信号 S_{out} を算出する。これにより、出力信号 S_{out} は、式（7 a）と同様に算出される。

[0085] 以上のように、本変形例に係る電流センサ 1 C において、第 1 演算部 3 1 は、センサ信号 S_{1p} からセンサ信号 S_{2m} を減算する。第 2 演算部 3 2 は、センサ信号 S_{2p} からセンサ信号 S_{1m} を減算する。第 3 演算部 3 3 は、第 1 演算信号 S_{o1} および第 2 演算信号 S_{o2} を加算して出力信号 S_{out} を生成する。以上の電流センサ 1 C によっても、外部磁場による影響を低減することができる。

[0086] 図 10 は、変形例 3 に係る電流センサ 1 D の構成を示す。本変形例の電流

センサ 1 D では、実施形態 1 の電流センサ 1 と同様の構成において、センサ信号 $S_{1p} \sim S_{2m}$ の加算を演算する第 1 及び第 2 演算部 3 1 A, 3 2 A を備える。第 1 及び第 2 演算部 3 1 A, 3 2 A は、それぞれ例えば加算器で構成され、2 つの入力端子を有する。

[0087] 本変形例において、磁気センサ 1 1 は実施形態 1 と同様に第 1 磁気センサの一例である。また、磁気センサ 1 2 は、センサ信号 S_{2p} を第 3 センサ信号の一例として生成し、センサ信号 S_{2m} を第 4 センサ信号の一例として生成する第 2 磁気センサの一例である。例えば、磁気センサ 1 2 が実施形態 1 とは感度軸の方向を逆に向けられてもよいし、演算装置 3 等における各種接続関係を変更されてもよい。

[0088] 図 10 に示すように、本変形例の電流センサ 1 D において、第 1 演算部 3 1 A は、一方の入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1p} の出力端子に接続され、他方の入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2p} の出力端子に接続される。また、第 2 演算部 3 2 は、一方の入力端子において磁気センサ 1 1 のセンサ信号 S_{1m} の出力端子に接続され、他方の入力端子において磁気センサ 1 2 のセンサ信号 S_{2m} の出力端子に接続される。

[0089] 第 1 演算部 3 1 A は、実施形態 1 と同様にゲイン A_1 を用いて、入力する信号 S_{1p} , S_{2p} を加算して第 1 演算信号 S_{o1} を生成する。第 2 演算部 3 2 A は、同様にゲイン A_2 を用いて、入力する信号 S_{1m} , S_{2m} を加算して第 2 演算信号 S_{o2} を生成する。第 3 演算部 3 3 は、第 1 及び第 2 演算信号 S_{o1} , S_{o2} に実施形態 1 と同様の演算を行って、出力信号 S_{out} を算出する。これにより、出力信号 S_{out} は、式 (7 a) と同様に算出される。

[0090] 以上のように、本変形例に係る電流センサ 1 C においては、逆相の信号磁場 B_1 , B_2 (図 4 参照) が感知された場合に、センサ信号 S_{1p} とセンサ信号 S_{2p} とが共通の増減傾向を有するように、2 つの磁気センサ 1 1, 1 2 が配置される。第 1 演算部 3 1 は、センサ信号 S_{1p} およびセンサ信号 S_{2p} を加算する。第 2 演算部 3 2 は、センサ信号 S_{1m} およびセンサ信号 S_{2m} を加算する。

2 mを加算する。以上の電流センサ1 Dによっても、外部磁場による影響を低減することができる。

[0091] また、上記の各実施形態では、電流センサ1が取り付けられる導体の一例として、図1のバスバー2を説明したが、特にこれに限らず、種々の導体がい用いられてもよい。電流センサ1の検出対象の電流が流れる導体の変形例について、図11, 12を用いて説明する。

[0092] 図11は、電流が流れる2つの流路21, 22を有する導体2Aの変形例1を示す。図11は、本変形例の導体2Aの平面図を示している。

[0093] 本変形例の導体2Aは、長手方向(Y方向)において第1及び第2流路21, 22が+Y側の端部で連結しており、-Y側の端部で分離している。図11に示すように、導体2Aを流れる電流は、第1流路21を+Y向きに流れると、+Y側の端部で迂回することにより、第2流路22を-Y向きに流れる。電流による信号磁場B1, B2は、図11に示すように、例えばZ方向における導体2Aの同じ側(例えば+Z側)で第1流路21近傍の領域R10と、第2流路22近傍の領域R20とにおいて、互いに逆相を有する。

[0094] 本変形例においては、例えば電流センサ1が導体2Aに取り付けられた状態において、2つの磁気センサ11, 12が、それぞれ第1流路21近傍の領域R10と第2流路22近傍の領域R20とに配置される。これにより、本変形例においても、上記各実施形態と同様に、電流センサ1におけるS/N比を良くして電流の検出精度を向上できる。

[0095] 図12は、電流センサ1に検出される電流の流路が1つの導体2Bの変形例2を示す。図12(a), (b)は、それぞれXZ平面における導体2Bの断面図において、各磁気センサ11, 12の配置例を示している。

[0096] 図12の例では、導体2Bの長手方向(Y方向)に電流が流れており、電流による信号磁場B1は、XZ平面において導体2Bの周囲を周回している。信号磁場B1は、例えば図12(a)に示すように、Z方向における導体2Bの+Z側の領域R11と-Z側の領域R21とで、互いに逆相を有する。本変形例においては、例えば電流センサ1が導体2Bに取り付けられた状

態において、2つの磁気センサ11, 12が、それぞれ+Z側の領域R11と-Z側の領域R21とに配置される。この際、各々の磁気センサ11, 12は、例えば感度軸の方向がX方向に適宜、許容誤差の範囲内で平行になるように配置される。

[0097] また、信号磁場B1は、図12(b)に示すように、X方向における導体2Bの+X側の領域R12と-X側の領域R22とにおいても、互いに逆相を有する。2つの磁気センサ11, 12は、それぞれ+X側の領域R12と-X側の領域R22とに配置されてもよい。この際、各々の磁気センサ11, 12は、例えば感度軸の方向がZ方向に適宜、許容誤差の範囲内で平行になるように配置される。上記の領域R11~R22に限らず、2つの磁気センサ11, 12は、導体2Bを介して対向し、信号磁場B1が互いに逆相となる種々の領域に配置可能である。

[0098] 以上のように、本変形例に係る電流センサ1において、2つの磁気センサ11, 12は、電流が流れる導体2Bを介して対向するように配置される。これによっても、電流センサ1におけるS/N比を良くして電流の検出精度を向上できる。

請求の範囲

- [請求項1] 検出対象の電流によって生じる磁場に基づき前記電流を検出する電流センサであって、
- 磁場を感知して、第1センサ信号および第2センサ信号を生成する第1磁気センサと、
- 前記電流に応じて前記第1磁気センサが感知する磁場とは逆相の磁場を感知して、第3センサ信号および第4センサ信号を生成する第2磁気センサと、
- 前記第1センサ信号および前記第3センサ信号を入力し、入力した各信号に所定の演算を行って第1演算信号を生成する第1演算部と、
- 前記第2センサ信号および前記第4センサ信号を入力し、入力した各信号に所定の演算を行って第2演算信号を生成する第2演算部と、
- 前記第1演算信号および前記第2演算信号を入力し、入力した各信号に基づき出力信号を生成する出力部とを備える電流センサ。
- [請求項2] 前記第1センサ信号は、前記第2センサ信号が増大するほど減少する増減傾向を有し、
- 前記第3センサ信号は、前記第4センサ信号が増大するほど減少する増減傾向を有する
- 請求項1に記載の電流センサ。
- [請求項3] 前記逆相の磁場が感知された場合に、前記第1センサ信号と前記第3センサ信号とが互いに逆の増減傾向を有するように、前記第1及び第2磁気センサが配置され、
- 前記第1演算部は、前記第1センサ信号から前記第3センサ信号を減算する
- 請求項2に記載の電流センサ。
- [請求項4] 前記第2演算部は、前記第2センサ信号から前記第4センサ信号を減算し、

前記出力部は、前記第 1 演算信号および前記第 2 演算信号を差動増幅して前記出力信号を生成する
請求項 3 に記載の電流センサ。

[請求項5] 前記第 2 演算部は、前記第 4 センサ信号から前記第 2 センサ信号を減算し、

前記出力部は、前記第 1 演算信号および前記第 2 演算信号を加算して前記出力信号を生成する
請求項 3 に記載の電流センサ。

[請求項6] 前記逆相の磁場が感知された場合に、前記第 1 センサ信号と前記第 3 センサ信号とが共通の増減傾向を有するように、前記第 1 及び第 2 磁気センサが配置され、

前記第 1 演算部は、前記第 1 センサ信号および前記第 3 センサ信号を加算し、

前記第 2 演算部は、前記第 2 センサ信号および前記第 4 センサ信号を加算する

請求項 2 に記載の電流センサ。

[請求項7] 周囲の温度を検出する温度検出部をさらに備え、

前記温度検出部によって検出された温度に応じて、前記出力信号を調整する調整部と

をさらに備える請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

[請求項8] 前記第 1 磁気センサは、前記電流が流れる 2 つの流路を有する導体における一方の流路よりも他方の流路の近傍に配置され、

前記第 2 磁気センサは、前記他方の流路よりも前記一方の流路の近傍に配置される

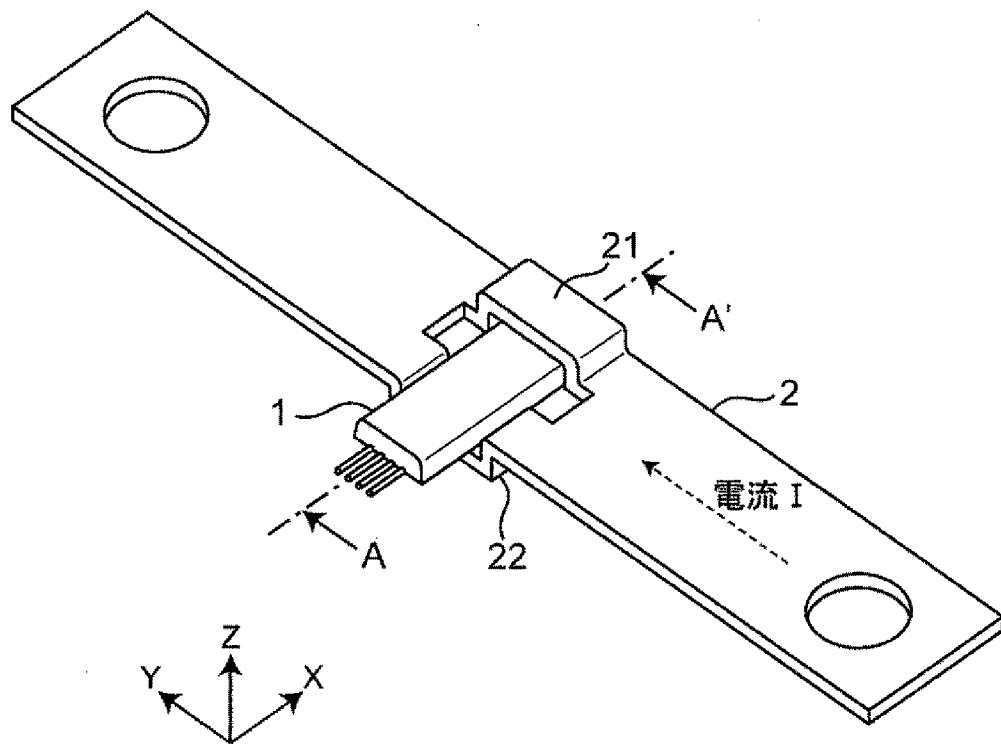
請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

[請求項9] 前記第 1 磁気センサと前記第 2 磁気センサとは、前記電流が流れる導体を介して対向するように配置される

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

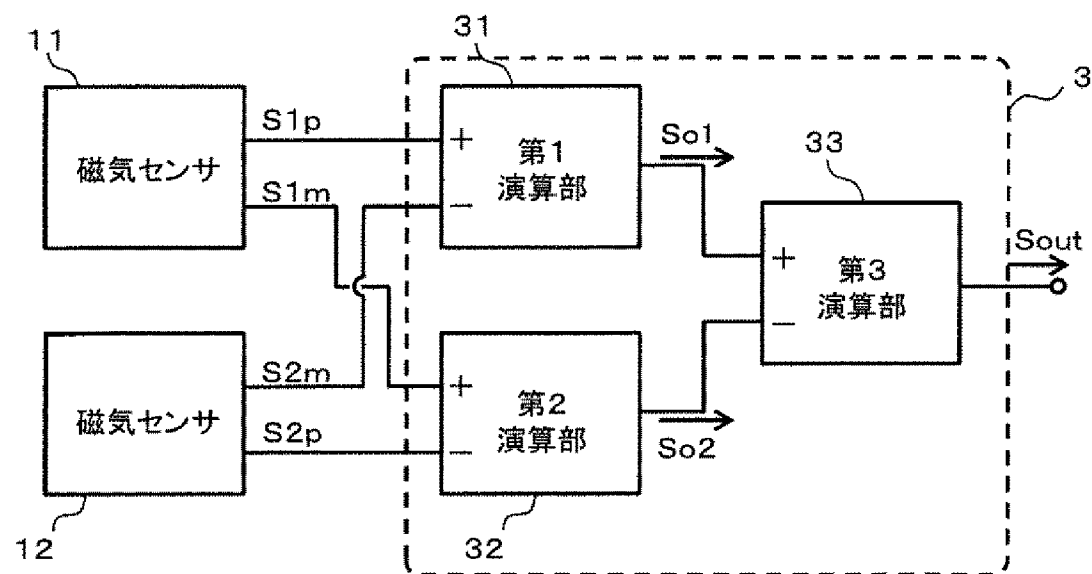
[図1]

図1



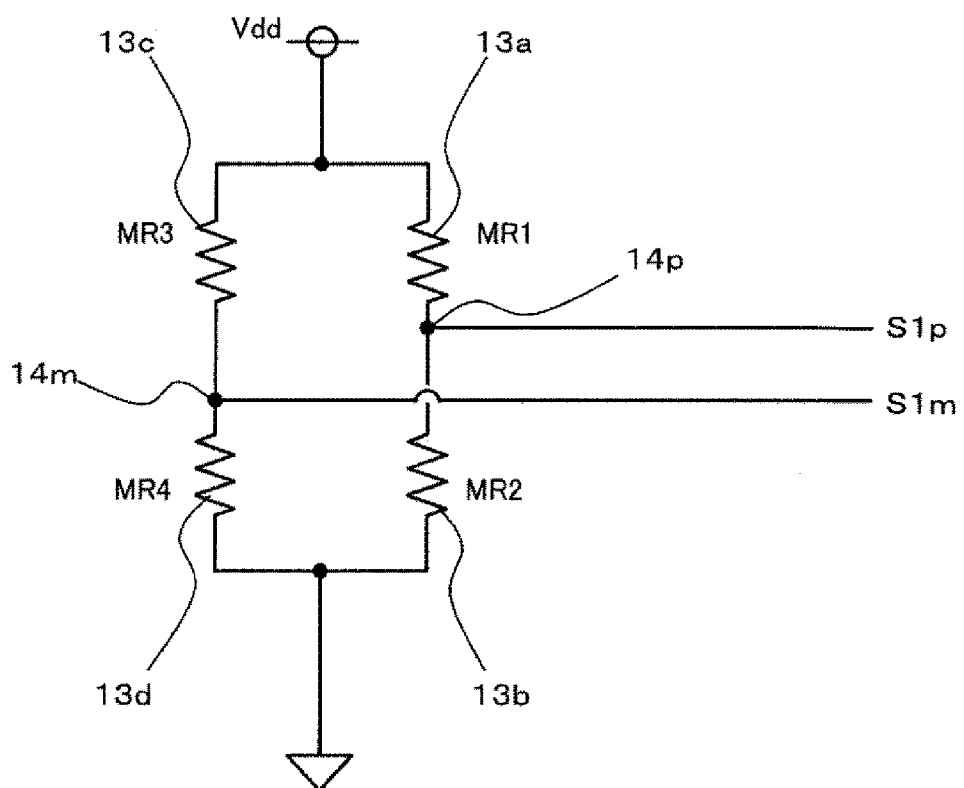
[図2]

図2

1

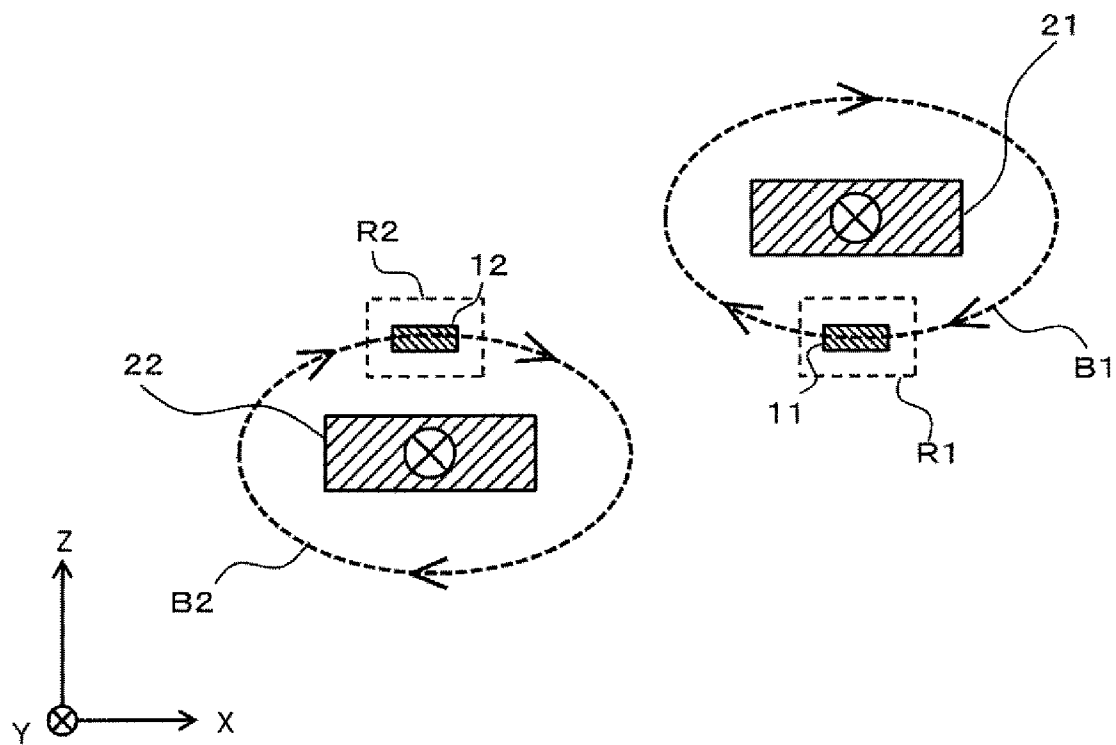
[図3]

図3

11

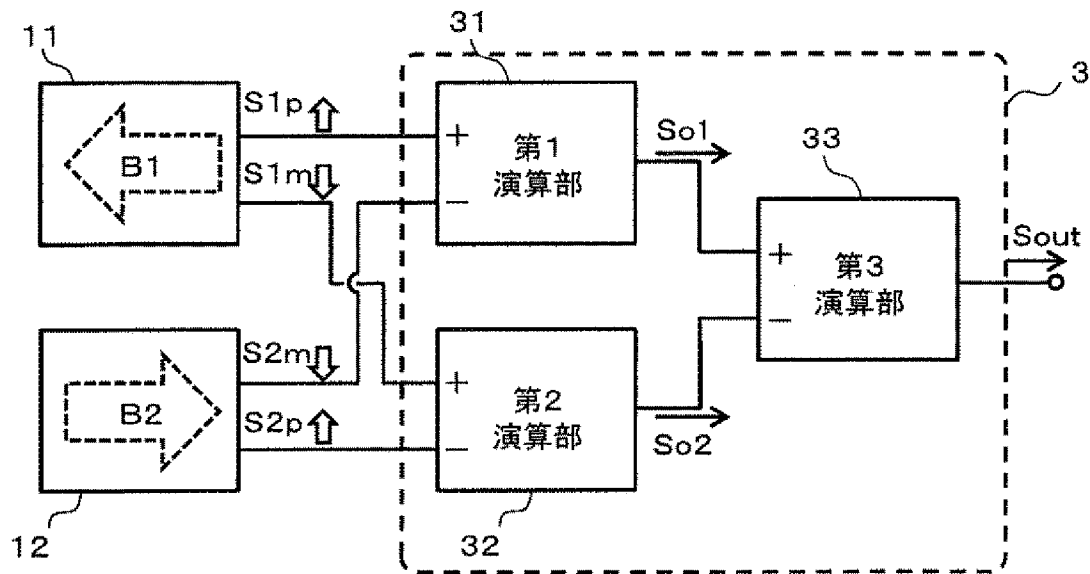
[図4]

図4



[図5]

図5

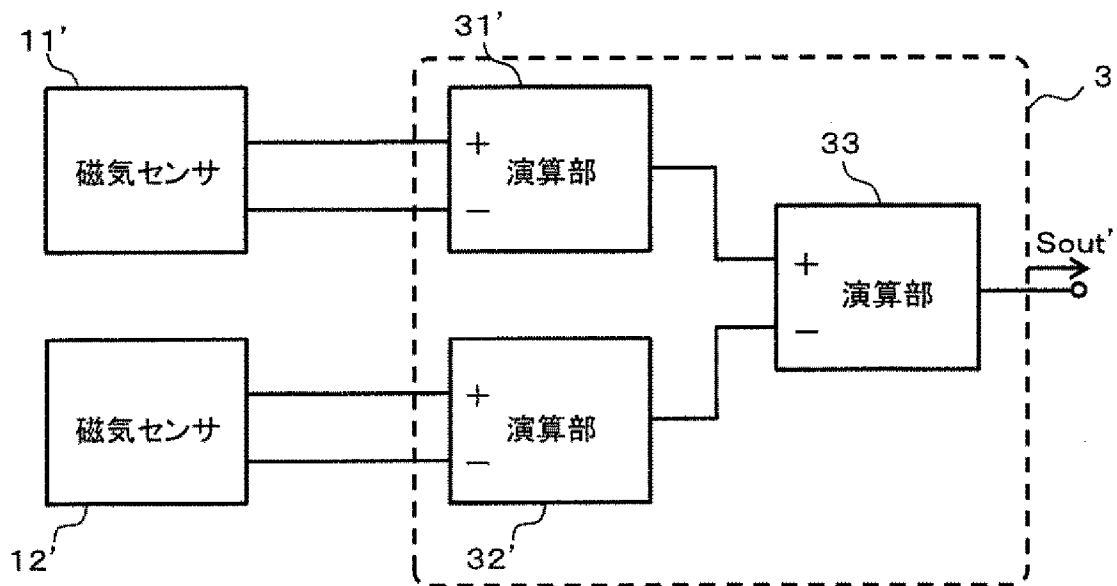
1

[図6]

図6

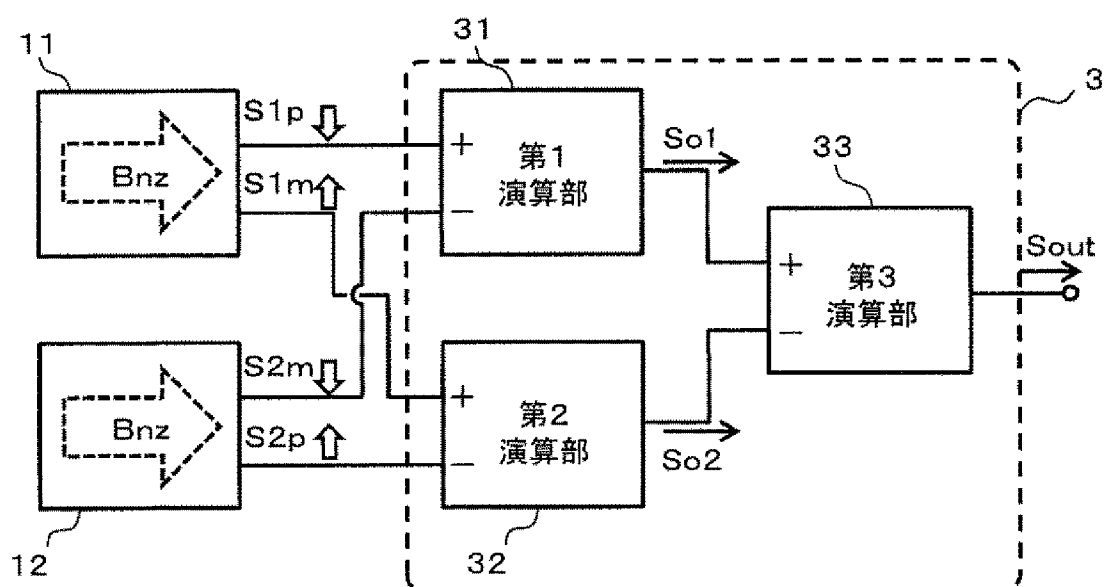
(a)

1X



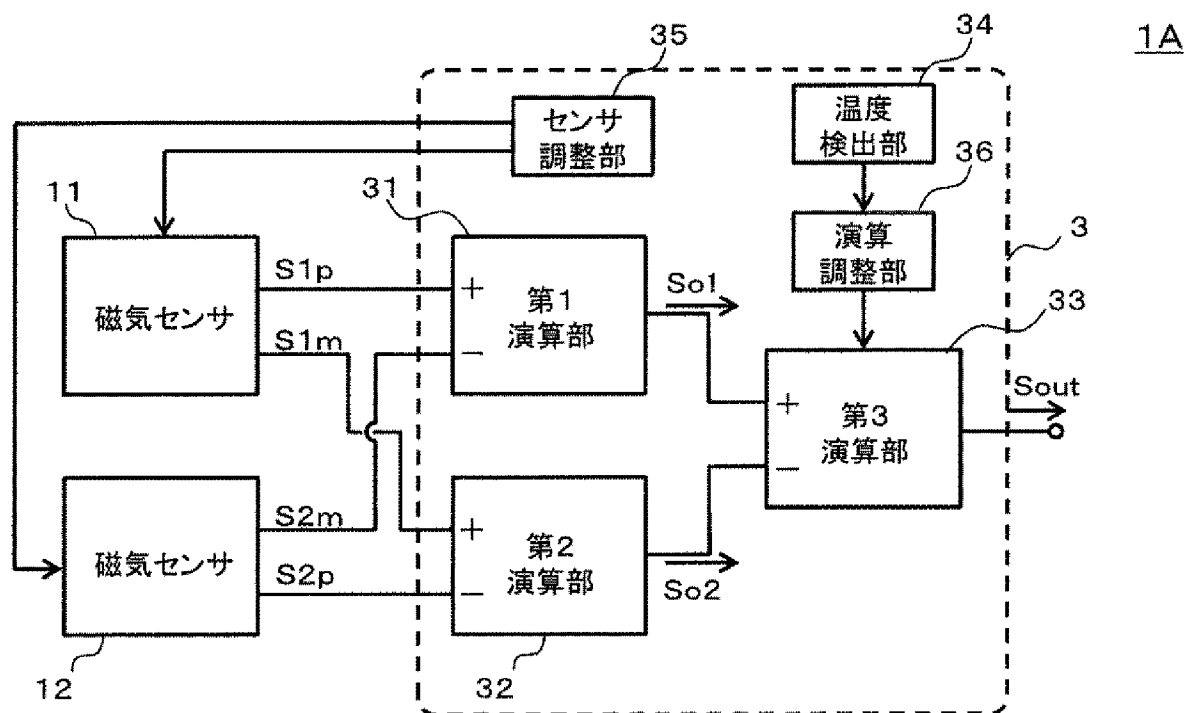
(b)

1



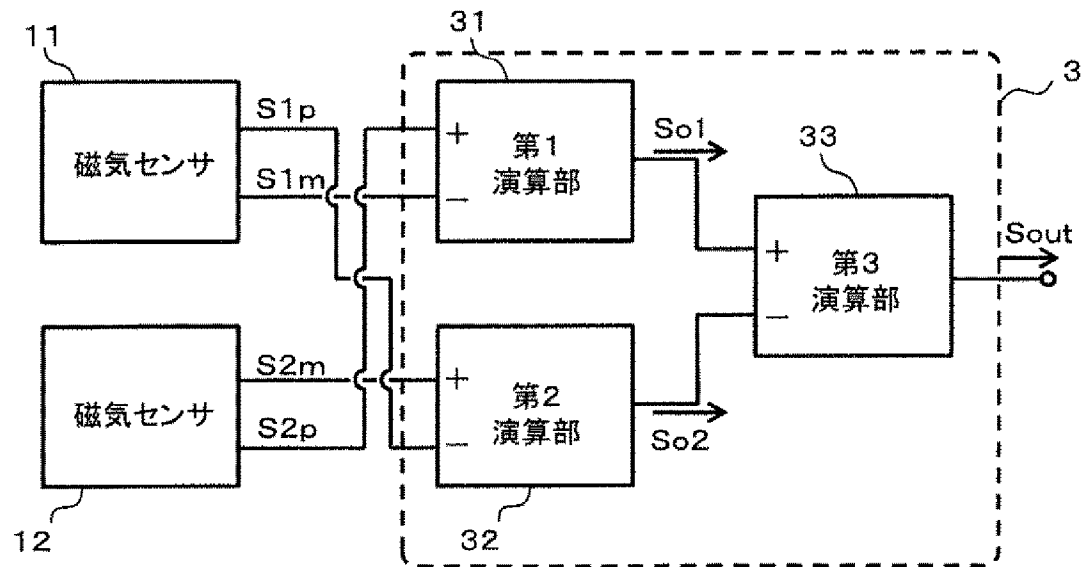
[図7]

図7



[図8]

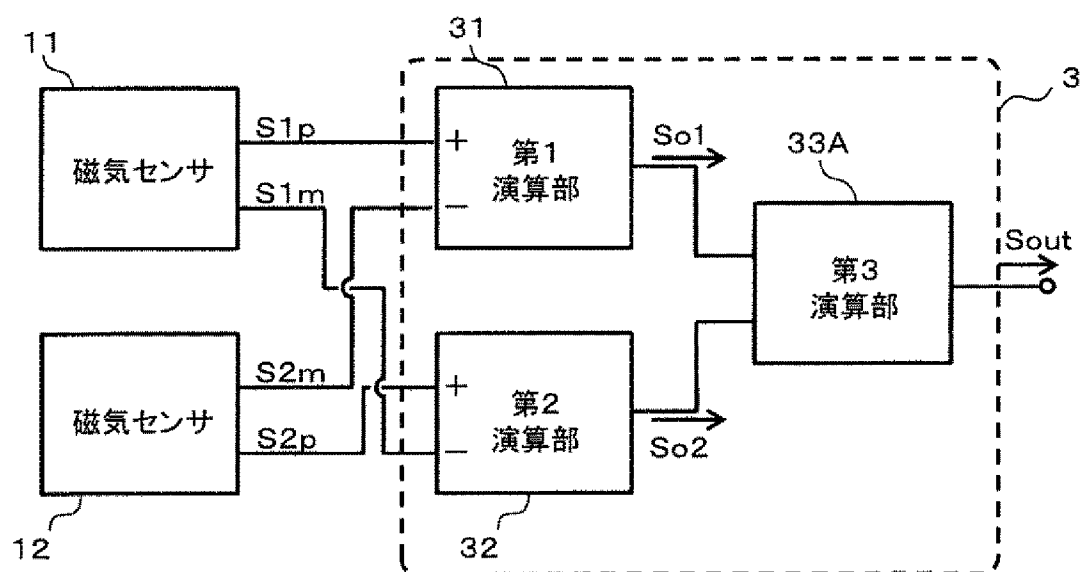
図8

1B

[図9]

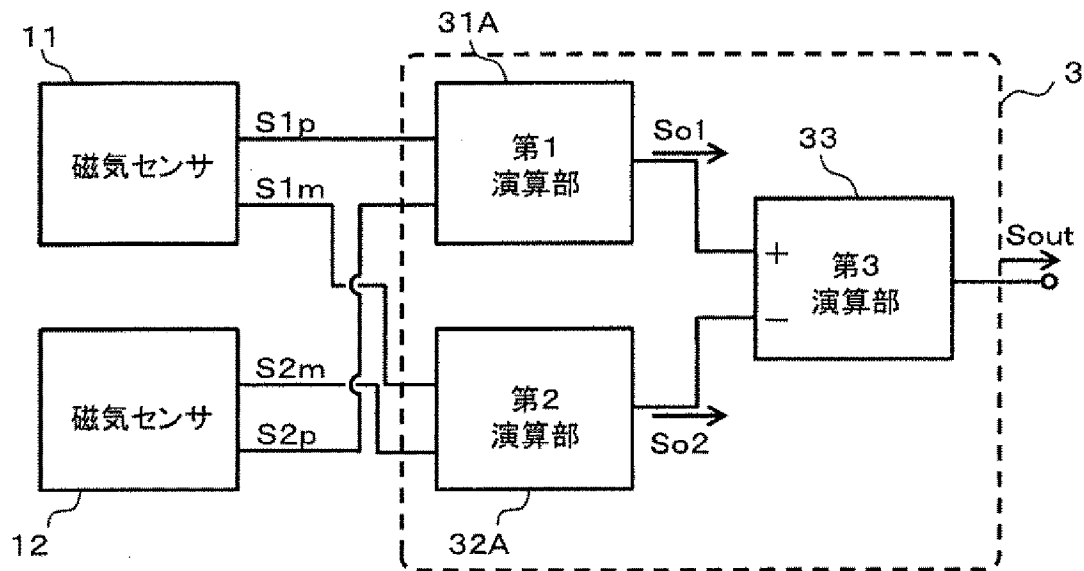
図9

1C



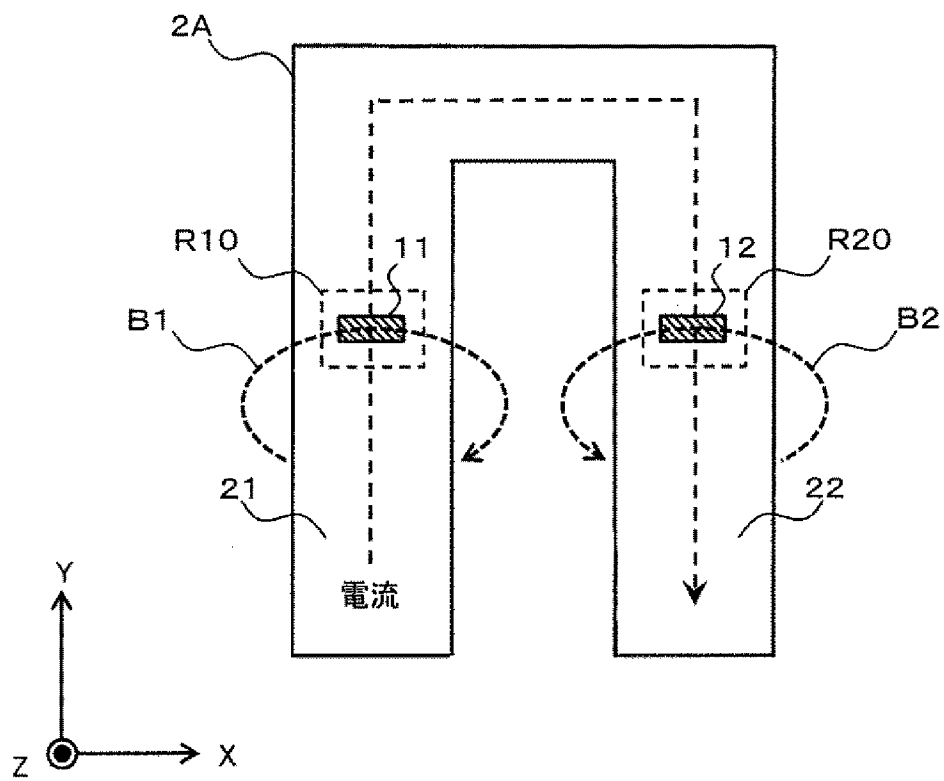
[図10]

図10

1D

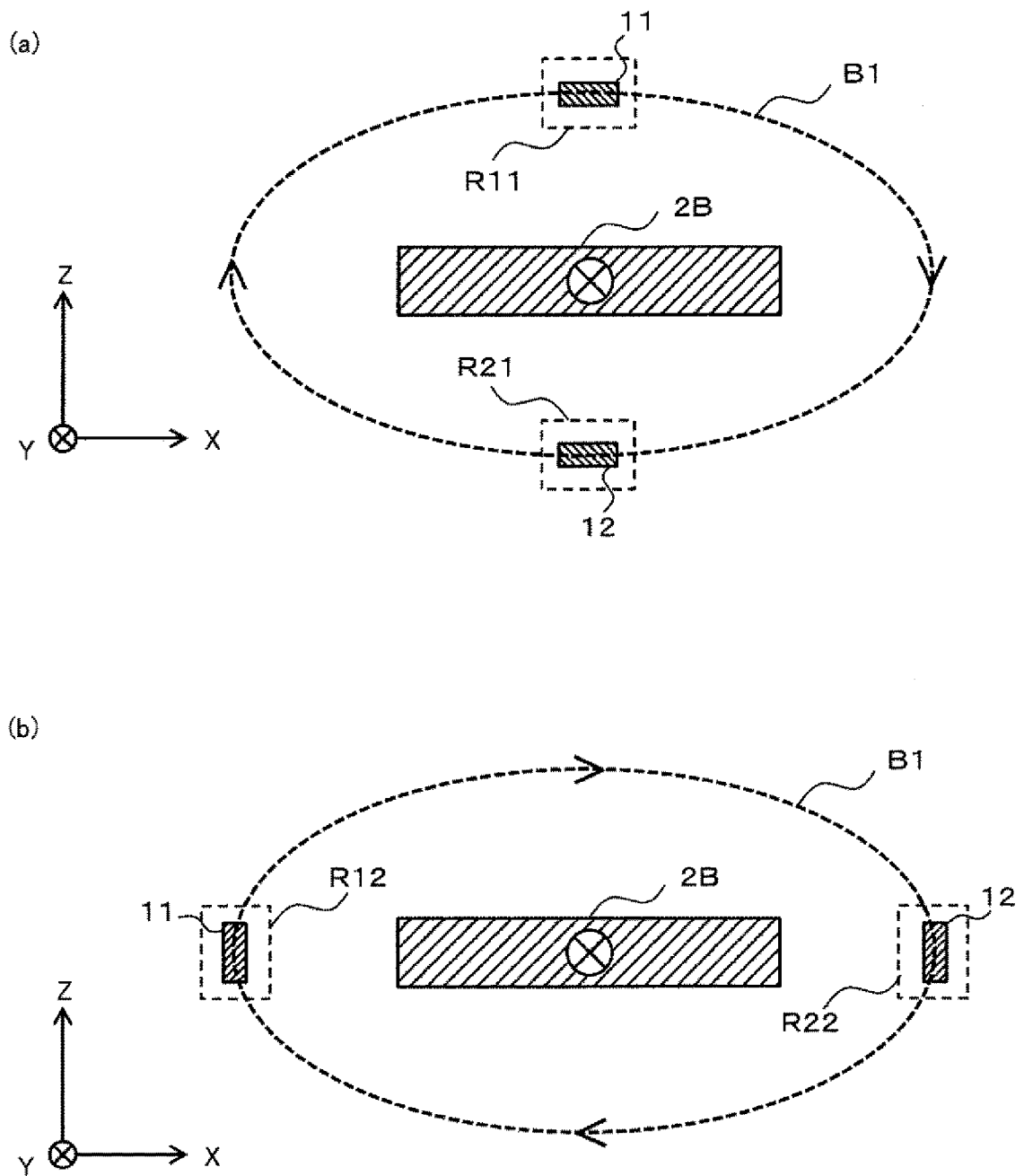
[図11]

図11



[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01R15/20 (2006.01) i, G01R19/00 (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)

Int.Cl. G01R15/20, G01R19/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2012-26727 A (DENSO CORPORATION) 09 February 2012, paragraphs [0014]-[0035], [0043], fig. 1, 2	1, 9
Y		7-8
A	(Family: none)	2-6
Y	JP 2016-99292 A (HITACHI METALS LTD.) 30 May 2016, paragraph [0013], fig. 1 & US 2016/0146860 A1, paragraph [0034], fig. 1 & CN 105629022 A	7-8



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
24.05.2018

Date of mailing of the international search report
05.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/014530

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 2016/194240 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 08 December 2016, paragraphs [0028]-[0064], fig. 1-6 & WO 2016/194633 A1 & US 2018/0003742 A1, paragraphs [0043]-[0079], fig. 1-6 & JP 2017-3575 A & CN 107430155 A & CN 107250813 A	8
A	US 5570034 A (INTEL CORP.) 29 October 1996, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

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, G01R19/00(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, G01R19/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2012-26727 A（株式会社デンソー）	1, 9
Y	2012.02.09, 段落[0014]-[0035], [0043], 図1-2	7-8
A	（ファミリーなし）	2-6
Y	JP 2016-99292 A（日立金属株式会社） 2016.05.30, 段落[0013], 図1 & US 2016/0146860 A1, 段落[0034], 図1 & CN 105629022 A	7-8

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

24.05.2018

国際調査報告の発送日

05.06.2018

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）

公文代 康祐

2 S

4 7 4 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
Y	WO 2016/194240 A1 (株式会社村田製作所) 2016.12.08, 段落[0028]-[0064], 図 1-6 & WO 2016/194633 A1 & US 2018/0003742 A1, 段落[0043]-[0079], 図 1-6 & JP 2017-3575 A & CN 107430155 A & CN 107250813 A	8
A	US 5570034 A (INTEL CORP.) 1996.10.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9