

(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
2014年5月30日(30.05.2014)

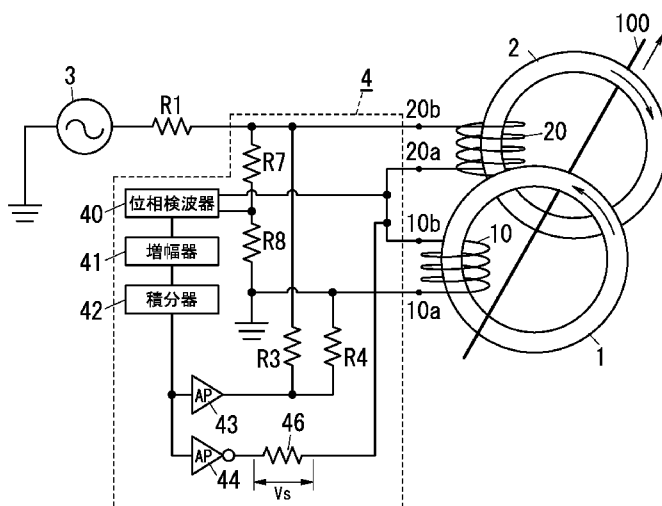


(10) 国際公開番号
WO 2014/080609 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/18 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006758
 - (22) 国際出願日: 2013年11月18日(18.11.2013)
 - (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 2012-255577 2012年11月21日(21.11.2012) JP
特願 2013-214810 2013年10月15日(15.10.2013) JP
 - (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
 - (72) 発明者: 吉田 博(YOSHIDA, Hiroshi). 神田 雅隆(KANDA, Masataka).
 - (74) 代理人: 西川 恵清, 外(NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田1丁目12番17号梅田スクエアビル9階 北斗特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, 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, 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))

(54) Title: CURRENT DETECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 電流検出装置



40 Phase detector
41 Amplifier
42 Integrator

(57) Abstract: One end of a first coil (10) wound on a first magnetic core (1) is connected to a ground, and the other end is connected to one end of a second coil (20). One end of the second coil (20) wound on a second magnetic core (2) is connected to the one end of the first coil (10), and the other end is connected to a magnetic excitation unit (3) through a current limiting resistor (R1). Magnetic flux is produced in the first magnetic core (1) by a magnetic excitation signal output from the magnetic excitation unit (3). Then, an induced electromotive force is generated in a conducting body (100) by way of the magnetic flux generated in the first magnetic core (1). However, because the direction of the magnetic flux produced in the second magnetic core (2) is opposite to the direction of the magnetic flux produced in the first magnetic core (1), the induced electromotive forces produced in the conducting body (100) cancel out. As a result, the noise (noise terminal voltage) superimposed on a closed circuit that contains the conducting body (100) is controlled.

(57) 要約: 第1の磁心(1)に巻回される第1の巻線(10)は、一端がグランドに接続され、他端が第2の巻線(20)の一端に接続されている。第2の磁心(2)に巻回される第2の巻線(20)は、一端が第1の巻線(10)に接続され、他端が限流抵抗(R1)を介して励磁部(3)に接続されている。励磁部(3)から出力される励磁信号で第1の磁心(1)に磁束が生じ、第1の磁心(1)に生じる磁束によって導体(100)に誘導起電力が発生する。しかしながら、第2の磁心(2)に生じる磁束の向きが第1の磁心(1)に生じる磁束の向きと逆であるため、導体(100)に生じる誘導起電力が相殺される。その結果、導体(100)を含む閉回路に重畳されるノイズ(雑音端子電圧)が抑制される。

WO 2014/080609 A1

明 細 書

発明の名称：電流検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、導体に流れる電流を非接触で検出する電流検出装置に関する。

背景技術

[0002] この種の電流検出装置として、例えば日本国特許出願公開2007-33222号広報(以下、文献1と称する)に記載されているものがある。文献1記載の従来例は、内部に導体が挿通される円環状の磁心(閉磁路コア)と、磁心に巻回される巻線(コイル)と、巻線に交流励磁電圧を印加する交流電源とを備える。さらに、文献1記載の従来例では、巻線に流れる電流を検出抵抗で電圧信号に変換し、当該電圧信号を正負両方のピークホールド回路でピークホールドし、これら2つのピークホールド回路の出力を合成した電圧を交流励磁電圧に加算して巻線に帰還している。

[0003] つまり、磁心を貫通する導体に電流が流れて導体の周囲に磁束が生じると、正負のピークホールド回路の出力を合成した帰還電圧が正負非対称となる。その結果、帰還電圧を巻線に印加することで前記磁束を打ち消す向き及び強さの磁束が生じるので、帰還電圧を検出抵抗で測定することにより、導体に流れる電流の大きさが測定できる。

[0004] ところで、検出対象の電流が流れる導体は、通常、閉回路を形成している。そのため、1つの磁心に巻回された1つの巻線と前記導体によってトランスが形成され、閉回路からなる導体に誘導電流が流れてしまう。その結果、文献1記載の従来例では、巻線に交流励磁電圧を印加する際に、前記導体を含む閉回路にノイズ(雑音端子電圧)を重畳してしまうという問題があった。

発明の開示

[0005] 本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであり、導体に重畳されるノイズを抑制することを目的とする。

[0006] 本発明の電流検出装置は、第1の巻線が巻回され、検出対象の導体の近傍

に配置される第1の磁心と、第2の巻線が巻回され、前記導体の近傍に配置される第2の磁心と、大きさと向きが一定の周波数で変化する励磁信号を前記第1の巻線及び前記第2の巻線に印加する励磁部と、前記導体に流れる電流によって前記第1の磁心に生じる磁束を打ち消すための帰還信号を前記励磁信号に帰還する帰還部とを備え、前記第2の巻線は、前記第1の巻線に前記励磁信号が流れることで生じる磁束と逆向きの磁束を生じるように構成されることを特徴とする。

[0007] この電流検出装置において、前記第1の巻線と前記第2の巻線が前記励磁部に対して直列に接続されることが好ましい。

[0008] この電流検出装置において、前記第1の巻線と前記第2の巻線が前記励磁部に対して並列に接続されることが好ましい。

[0009] この電流検出装置において、前記第1の磁心と前記第2の磁心の双方に巻回され且つ閉回路を形成する第3の巻線をさらに備えることが好ましい。

[0010] この電流検出装置において、前記導体の近傍に配置される第3の磁心をさらに備え、前記第3の巻線が前記第3の磁心にも巻回されることが好ましい。

[0011] この電流検出装置において、磁性材料からなり、前記第1の磁心及び前記第2の磁心を前記第1の巻線及び前記第2の巻線とともに内部に収納するシールドケースをさらに備えることが好ましい。

[0012] この電流検出装置において、前記励磁部から前記第1の巻線及び前記第2の巻線に前記励磁信号を流す線路に、インピーダンス素子又は低域通過フィルタが挿入されることが好ましい。

[0013] この電流検出装置において、前記励磁部は、前記励磁信号の信号波形を正弦波又は三角波又は台形波とするように構成されることが好ましい。

[0014] この電流検出装置において、前記励磁部は、前記励磁信号の信号波形を方形波とするように構成されることが好ましい。

[0015] この電流検出装置において、前記第1の巻線及び前記第2の巻線に印加される前記励磁信号の信号電圧を計測する信号電圧計測部をさらに備えること

が好ましい。

- [0016] この電流検出装置において、前記第1の巻線及び前記第2の巻線に流れる前記励磁信号の信号電流を計測する信号電流計測部をさらに備えることが好ましい。
- [0017] この電流検出装置において、前記信号電圧又は前記信号電流の計測値を所定のしきい値と比較する比較部をさらに備えることが好ましい。
- [0018] この電流検出装置において、前記励磁信号から前記一定の周波数の2倍に相当する周波数を抽出する周波数抽出部をさらに備え、前記帰還部は、前記周波数抽出部で抽出される前記周波数に基づいて前記帰還信号を生成することが好ましい。
- [0019] この電流検出装置において、前記帰還部は、正負対称な波形を有する前記励磁信号を出力するように構成され、該電流検出装置は、前記励磁信号の正負両方のピーク値を保持するピークホールド部をさらに備え、前記帰還部は、前記ピークホールド部で保持される前記正負両方のピーク値から前記帰還信号を生成することが好ましい。
- [0020] この電流検出装置において、前記帰還部は、正負対称なしきい値と前記励磁信号を比較する比較器を備え、前記比較器の出力から前記帰還信号を生成することが好ましい。
- [0021] この電流検出装置において、前記帰還部は、前記帰還信号を非反転増幅する非反転増幅器と、前記帰還信号を反転増幅する反転増幅器とを有し、前記非反転増幅器と前記反転増幅器の出力端子が前記第1の巻線及び前記第2の巻線に対してブリッジ接続されることが好ましい。
- [0022] この電流検出装置において、前記帰還部は、前記励磁信号に前記帰還信号を加算して前記第1の巻線に流す第1の加算器と、前記励磁信号に前記帰還信号を反転した信号を加算して前記第2の巻線に流す第2の加算器とを有することが好ましい。
- [0023] この電流検出装置において、前記帰還信号の信号電圧を検出するための検出抵抗と、前記検出抵抗の前段に設けられる低域通過フィルタとをさらに備

えることが好ましい。

[0024] 本発明の電流検出装置は、第1の磁心に生じる磁束と逆向きの磁束を生じる第2の磁心を第1の磁心とともに導体の近傍に配置しているので、第1の磁心に生じる磁束で導体に誘起される誘導起電力と、第2の磁心に生じる磁束で導体に誘起される誘導起電力とが相殺され、その結果、導体に重畳されるノイズを抑制することができるという効果がある。

図面の簡単な説明

- [0025] [図1]本発明に係る電流検出装置の実施形態1を示すブロック図である。
- [図2]実施形態1の回路構成図である。
- [図3]実施形態1の別の構成を示す一部省略したブロック図である。
- [図4]図4A、4Bは実施形態1の別の構成を示す一部省略したブロック図である。
- [図5]実施形態1の別の構成を示す一部省略した斜視図である。
- [図6]図6A、6Bは実施形態1の別の構成を示す一部省略したブロック図である。
- [図7]実施形態1の別の構成を示す一部省略した斜視図である。
- [図8]図8A～8Dは、実施形態1における第1及び第2の磁心の別の構成を示し、図8Aは斜視図、図8B～8Dは製造方法の説明図である。
- [図9]図9A、9Bは実施形態1の別の構成を示す一部省略したブロック図である。
- [図10]図10A、10Bは本発明に係る電流検出装置の実施形態2を示す一部省略したブロック図である。
- [図11]本発明に係る電流検出装置の実施形態3を示すブロック図である。
- [図12]図12A～12Dは実施形態3の動作説明用の波形図である。
- [図13]実施形態3の別の構成を示すブロック図である。
- [図14]図14A、14Bは、本発明に係る電流検出装置の実施形態4を示し、図14Aはブロック図、図14Bは回路構成図である。
- [図15]図15A～15Dは、実施形態1における励磁信号の例を示す波形図

である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明に係る電流検出装置の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0027] (実施形態1)

本実施形態は、図1に示すように第1の巻線10が巻回された第1の磁心1、第2の巻線20が巻回された第2の磁心2、励磁部3、帰還部4などを備える。

[0028] 第1の磁心1及び第2の磁心2は、検出対象の導体100の近傍に配置される。なお、導体100の近傍とは、導体100に電流が流れたときに、検出可能な大きさの磁束を第1の磁心1(第2の磁心)に発生させる位置を、意味する。本実施形態では、第1の磁心1並びに第2の磁心2は、軟磁性材料によって円環状に形成され、検出対象の導体100が貫通している。これらの磁心1, 2を形成する軟磁性材料としては、ナノ結晶材料や非晶質金属材料(アモルファスリボンやアモルファスワイヤなど)、フェライト、磁性流体などが好適である。なお、ナノ結晶材料や非晶質金属材料には、高周波数までヒステリシスの波形が維持されるという利点があり、且つ非晶質金属材料はナノ結晶材料よりも強度に優れている。また、フェライトはナノ結晶材料や非晶質金属材料よりも安価であるという特徴を有し、磁性流体は、ヒステリシスを有しないという特徴を有している。

[0029] 第1の磁心1に巻回される第1の巻線10は、一端(第1端10a)がグランドに接続され、他端(第2端10b)が第2の巻線20の一端(第1端20a)に接続されている。第2の磁心2に巻回される第2の巻線20は、一端(第1端20a)が第1の巻線10に接続され、他端(第2端20b)が限流抵抗R1を介して励磁部3に接続されている。ただし、第2の巻線20は、第1の巻線10と逆向きに巻回されている。

[0030] 励磁部3は、大きさと向きが一定の周期で変化し、且つ正負対称な波形(正弦波、方形波、三角波、台形波など; 図15A~15D参照)を有する励磁信

号を出力する。励磁部3の正極が限流抵抗R1を介して第2の巻線20の第2端20bに接続され、励磁部3の負極がグランドに接続されている。すなわち、第1の巻線10と第2の巻線20は、励磁部3に対して直列に接続されている。ただし、図3に示すように、励磁部3に対して第1の巻線10と第2の巻線20が並列に接続されても構わない。

[0031] 帰還部4は、導体100に流れる電流によって第1の磁心1に生じる磁束を打ち消すための帰還信号を生成し、生成した帰還信号を励磁信号に重畳(帰還)する。図1に示すように、帰還部4は、位相検波器40、増幅器41、積分器42、非反転増幅器43、反転増幅器44、検出抵抗46などを備える。ここで、帰還部4の具体的な回路構成を図2に示す。ただし、図2の回路構成では、図1の回路構成に対して、低域通過フィルタ(LPF)45が追加され、低域通過フィルタ45とグランドの間に検出抵抗46が接続されている。

[0032] 図2に示すように、位相検波器40は、それぞれが一对の切換接点400A, 400Bと401A, 401Bを有する第1の切換スイッチ400と第2の切換スイッチ401を有している。各切換スイッチ400, 401において、一方の切換接点400B, 401Aは、第1の巻線10と第2の巻線20の直列回路に対して並列接続された分圧抵抗R7, R8の接続点(分圧点)に接続される。他方の切換接点400A, 401Bは、2つの巻線10, 20の接続点に接続される。すなわち、第1の切換スイッチ400は、第1の切換接点400Bと第2の切換接点400Aとを有し、第2の切換スイッチ401は、第1の切換接点401Aと第2の切換接点401Bとを有する。第1の切換接点400B, 401Aが、分圧抵抗R7, R8の接続点に接続され、第2の切換接点400A, 401Bが、第1の巻線10と第2の巻線20との接続点に接続される。また、一方の切換スイッチ(第1の切換スイッチ)400の共通接点400Cが、増幅器41の一方の入力端子(第1の入力端子410)に接続される。さらに、他方の切換スイッチ(第2の切換スイッチ)401の共通接点401Cが、増幅器41の他方の入力端子(第2の入力端子411)に接続される。

[0033] 帰還部4は、所定の周波数の切換信号(方形パルス)を出力する発振器470を備える。第1及び第2の切換スイッチ400, 401は、発振器470から出力される

方形パルスの立ち上がりで一方の切換接点400A, 401Aに切り換えられ、前記方形パルスの立ち下がりで他方の切換接点400B, 401Bに切り換えられる。すなわち、位相検波器40(第1及び第2の切換スイッチ400, 401)は、発振器470からの切換信号(方形パルス)に応じて、増幅器41の入力端子410, 411のうちのどちらか一方が2つの巻線10, 20の接続点に接続され、他方が分圧抵抗R7, R8の接続点に接続されるように、切り換えられる。なお、発振器470は、励磁部3に接続されており、励磁信号の周波数を取得する。発振器470の発振周波数は、励磁部3が出力する励磁信号の周波数fの2倍の周波数2fに設定される。すなわち、発振器470は、励磁信号の周波数の2倍に相当する周波数を抽出する周波数抽出部として機能する。

[0034] 増幅器41は、従来周知のインストルメンテーションアンプ(計装アンプ)で構成されている。この増幅器41は、前段において、2つの対称なオペアンプ41A, 41Bで差動出力の増幅回路が構成され、後段において、各オペアンプ41A, 41Bの出力を減算する差動増幅回路(オペアンプ41C及びR12~R15)が構成されている。なお、増幅器41の出力電圧 V_o は、下記の式1で求めることができる。

[0035] $V_o = (V_1 - V_2) \times (1 + (R_9 + R_{11}) / R_{10}) \times (R_{13} / R_{12}) \dots$ (式1)

ここで、 V_1 は増幅器41の第2の入力端子411の入力電圧、 V_2 は増幅器41の第1の入力端子410の入力電圧である(図2参照)。

[0036] 増幅器41の出力電圧 V_o は、オペアンプ42Aと抵抗R16~R18とコンデンサC1からなる積分器42で積分される。なお、抵抗R18は可変抵抗器からなり、オフセット電圧の調整に用いられる。

[0037] 積分器42の出力端に非反転増幅器43の入力端と反転増幅器44の入力端が接続される。また、積分器42の出力端には、低域通過フィルタ45を介して検出抵抗46が接続される。

[0038] 非反転増幅器43の出力端が、抵抗R4を介して第1の巻線10と励磁部3(図2の例では限流抵抗R2)の接続点に接続され、且つ抵抗R3を介して第2の巻線20と励磁部3(図2の例では限流抵抗R1)の接続点に接続される。また、反転増

幅器44の出力端が抵抗R5, R6の並列回路を介して第1の巻線10と第2の巻線20の接続点に接続される。

- [0039] すなわち、本実施形態においては、非反転増幅器43と反転増幅器44の出力端子が第1の巻線10及び第2の巻線20に対してブリッジ接続されている。なお、このように2つの増幅器を負荷に対してブリッジ接続する構成はブリッジ接続負荷(Bridge-Tied Load)形と呼ばれ、増幅器が1つの場合と比較して2倍の出力電圧が得られるという利点がある。
- [0040] 次に、図1を参照して、本実施形態の電流検出装置の動作を説明する。
- [0041] 励磁部3から出力される励磁信号が第1の巻線10と第2の巻線20に流れると、第1の磁心1及び第2の磁心2にそれぞれ磁束(磁界)が生じる。ただし、第2の巻線20は第1の巻線10と逆向きに巻回されている。そのため、図1に矢印で示すように第2の磁心2に生じる磁束の向きは、第1の磁心1に生じる磁束の向きと反対(逆)になる。
- [0042] ここで、第1の巻線10のインピーダンスと第2の巻線20のインピーダンスが等しい値に設定され、且つ分圧抵抗R7, R8の抵抗値も互いに等しい値に設定されている。したがって、導体100に電流が流れていない場合、位相検波器40が2fの周波数で励磁信号に同期して検波する出力電圧V1と出力電圧V2とが互いに等しくなる。具体的には、励磁信号の一周期($1/f$)での平均値で見ると、出力電圧V1と出力電圧V2とが互いに等しくなる。そのため、増幅器41の出力がゼロとなり、積分器42の出力がゼロとなる。故に、非反転増幅器43及び反転増幅器44を介して第1及び第2の巻線10, 20に帰還される帰還信号もゼロとなる。
- [0043] なお、励磁信号が第1の巻線10に流れると、第1の磁心1に生じる磁束によって導体100に誘導起電力が発生する。しかしながら、このとき、第2の巻線20にも励磁信号が流れるので、導体100には第2の磁心2に生じる磁束によっても誘導起電力が発生する。そして、第2の磁心2に生じる磁束の向きは、第1の磁心1に生じる磁束の向きと逆であるため、導体100に生じる誘導起電力は互いに相殺される。その結果、導体100を含む閉回路に重畳されるノイ

ズ(雑音端子電圧)が抑制される。

[0044] 一方、導体100に電流が流れている場合、この電流によって、導体100の周囲に配置される第1の磁心1及び第2の磁心2に右ねじの法則で定まる向きの磁束(磁界)が発生する。そして、この磁束の影響により、第1の磁心1及び第2の磁心2を通る磁束がそれぞれ変化する。導体100に流れる電流に起因する磁束は、第1の磁心1及び第2の磁心2において同じ向きである一方、励磁信号に起因する磁束は、第1の磁心1及び第2の磁心2において互いに逆向きである。このため、導体100に電流が流れている場合、第1の巻線10のインピーダンスと第2の巻線20のインピーダンスが一致しなくなる。一方、分圧抵抗R7、R8の抵抗値は変化しないから、位相検波器40の出力電圧V1、V2に、導体100に流れる電流に比例した差が生じる。故に、積分器42の出力は、導体100に流れる電流の大きさに応じた値(電圧レベル)となる。

[0045] そして、積分器42の出力は、非反転増幅器43及び反転増幅器44で増幅された後に第1の巻線10及び第2の巻線20にそれぞれ帰還される。ここで、積分器42の出力(帰還信号)は、負帰還を掛ける向きとされる(つまり、位相検波器40の切換スイッチ400、401は、積分器42の出力が負帰還を掛ける向きとなるように、切り換えられる)。そのため、励磁信号に帰還信号が重畳されることにより、第1の磁心1及び第2の磁心2を通る磁束の変化が相殺される(導体100に流れる電流に起因する磁束が、帰還信号による磁束により相殺される)。故に、第1の磁心1を通る磁束の変化(導体100に流れる電流に起因する磁束)がゼロとみなせるときの積分器42の出力(帰還信号)のレベルを、検出抵抗46の両端電圧(電圧降下) V_s を測定することにより検出すれば、その検出された帰還信号のレベルから導体100に流れる電流の大きさを算出することができる。なお、検出抵抗46は、帰還信号のレベルを検出できればよく、図1に示すように積分器42から第1の巻線10に帰還信号を流す線路に挿入されていてもよいし、図2に示すように積分器42とグランドとの間に設けられていてもよい。図2の構成では、積分器42の出力を低域通過フィルタ45でフィルタリングすることにより、高調波ノイズを除去して検出精度の向上を図ること

ができる。

- [0046] ここで、帰還信号が重畳された励磁信号は第2の巻線20にも流れるので、第1の磁心1に生じる磁束で導体100に誘起される誘導起電力と、第2の磁心2に生じる磁束で導体100に誘起される誘導起電力とが相殺される。その結果、導体100を含む閉回路に重畳されるノイズが抑制される。
- [0047] 上述のように本実施形態では、第1の磁心1に生じる磁束と逆向きの磁束を生じる第2の磁心2を第1の磁心1とともに導体100の近傍に配置しているため、導体100を含む閉回路に重畳されるノイズを抑制することができる。
- [0048] また、図4Aに示すように、第3の巻線5が第1の磁心1と第2の磁心2の双方に巻回され且つ閉回路を形成してもよい。この構成によれば、第3の巻線5を設けない場合に比べて、“第1の巻線10(第2の巻線20)の巻数”に対する“導体100を含む閉回路及び第3の巻線5の巻数”で求められる巻数比が増加することになる。第1の巻線10の巻数及び第2の巻線20の巻数と励磁電流(励磁信号)の大きさが一定であるから、巻数比が増加することで導体100を含む閉回路に流れる電流が減少し、ノイズ(雑音端子電圧)を抑制することができる。
- [0049] さらに、図4Bに示すように、第3の磁心50を設け、導体100及び第3の巻線5を双方とも第3の磁心50に巻回してもよい。具体的には、導体100及び第3の巻線5は、第1の磁心1、第2の磁心2、及び第3の磁心50に共通に巻回されてもよい。第3の磁心50を設けることにより、磁気抵抗が減少し、磁束を発生させるために必要な電流値が低下するので、さらにノイズを抑制することができる。なお、図4A、4Bでは第1の巻線10と第2の巻線20が直列接続される場合を例示しているが、第1の巻線10と第2の巻線20が並列接続される場合にも第3の巻線5及び第3の磁心50を追加することで同様の効果を奏する。
- [0050] また、図5に示すように、磁性材料からなるシールドケース6の内部に、第1の磁心1及び第2の磁心2を第1の巻線10及び第2の巻線20とともに収納しても構わない。このシールドケース6は、中央に貫通孔60を有する円筒

形に形成される。導体100は、シールドケース6の貫通孔60に挿通される。このように第1の磁心1及び第2の磁心2を第1の巻線10及び第2の巻線20とともにシールドケース6の内部に収納すれば、外来の電磁波ノイズに対する耐ノイズ性の向上を図ることができる。

[0051] また、図6A、6Bに示すように、第1の巻線10が巻回された第1の磁心1及び第2の巻線20が巻回された第2の磁心2をそれぞれ複数個ずつ備えるようにしても構わない。図6Aは第1の巻線10の直列回路と第2の巻線20の直列回路を直列接続した場合を示し、図6Bは第1の巻線10の直列回路と第2の巻線20の直列回路を並列接続した場合を示している。このような構成によれば、第1の巻線10が巻回された第1の磁心1及び第2の巻線20が巻回された第2の磁心2の磁気特性や電気特性のばらつきを低減し、ノイズの抑制を図ることができる。

[0052] ところで、図7に示すように絶縁材料製の基板11、21の表面に形成される導体パターンで、第1及び第2の巻線10、20をそれぞれ構成してもよい。この場合、円環状の磁性体を基板11、21にインサート成形することで第1及び第2の磁心(図示せず)を形成することができる。なお、導体100は、基板11、21の中央に貫通する貫通孔12、22にそれぞれ挿通される。また、図7では、基板21の導体パターンの一部(貫通孔12から露出する部分)の図示を省略している。

[0053] また、第1及び第2の磁心1、2は、図8Aに示すように部分的に開放された略C形(不完全なリング形)に形成されてもよい。例えば、図8Bに示すように、円筒形のボビン13(23)に巻線10(20)を巻回し、棒状の磁性体14(24)をボビン13(23)の内部に挿入する。そして、図8Cに示すように、リング状に形成されたケース15(25)内に磁性体14(24)が挿入されたボビン13(23)を収納する。最後に、図8Dに示すように、磁性材料製のシールド板16(26)でボビン13(23)を覆うことにより、略C形の第1の磁心1(第2の磁心2)を形成することができる。このような製造方法を採用すれば、第1の巻線10が巻回された第1の磁心1及び第2の巻線20が巻回された第2の磁心2をそれぞれ

容易に製造することができる。

[0054] ところで、励磁信号に急峻な変化があると、導体100に誘起される誘導起電力が増大し、ノイズ(雑音端子電圧)も増加する。したがって、励磁信号としては、方形波信号のように急峻な変化を有する信号よりも正弦波信号などの急峻な変化を有しない信号の方が好ましい。一方、正弦波信号に比べて方形波信号の方が励磁部3の回路構成を簡素化できるという利点がある。

[0055] そこで、励磁部3からは方形波の励磁信号を出力し、励磁部3から第1の巻線10及び第2の巻線20に励磁信号を流す線路にインピーダンス素子(例えば、インダクタL1)を挿入することが好ましい(図9A参照)。あるいは、インピーダンス素子の代わりに低域通過フィルタX1を挿入してもよい(図9B参照)。なお、低域通過フィルタX1は、抵抗R1とコンデンサC2の積分回路で構成される。このようにインダクタL1や低域通過フィルタX1を挿入すれば、励磁信号を鈍らせて急峻な変化を低減することができる。その結果、導体100を含む閉回路に重畳されるノイズ(雑音端子電圧)を抑制することができる。

[0056] (実施形態2)

本実施形態は、実施形態1と基本的な構成が共通しており、導体100に流れる電流の検出方式が実施形態1と異なる。故に、実施形態1と共通の構成要素については、同一の符号を付して適宜図示及び説明を省略する。

[0057] 導体100に過電流が流れて第1及び第2の磁心1, 2を通る磁束が増えると、最大磁束密度(飽和磁束密度)を超えて第1及び第2の磁心1, 2が磁気飽和する。第1及び第2の磁心1, 2が磁気飽和することで第1及び第2の巻線10, 20のインピーダンスが低下するので、励磁信号の電流が一定であれば、第1及び第2の巻線10, 20の両端電圧(信号電圧)が低下する。故に、図10Aに示すように、励磁部3から一定電流の励磁信号を出力させ、第1及び第2の巻線10, 20の信号電圧を信号電圧計測部200で計測することにより、導体100に流れる過電流の大きさを計測することができる。

[0058] あるいは、励磁信号の電圧が一定であれば、第1及び第2の巻線10, 20のインピーダンスが低下することで第1及び第2の巻線10, 20に流れる電流(励

磁信号)が増加する。故に、図10Bに示すように、励磁部3から一定電圧の励磁信号を出力させ、第1及び第2の巻線10, 20に流れる信号電流を信号電流計測部201で計測することにより、導体100に流れる過電流の大きさを計測することができる。

[0059] ここで、信号電圧計測部200の計測値又は信号電流計測部201の計測値を所定のしきい値と比較するコンパレータ(比較部)210又は211を設けてもよい。つまり、導体100に流れる電流が所定のレベルを超えたときに前記計測値がしきい値を超えるように、当該しきい値が設定される。これにより、導体100に所定レベルを超える過電流が流れたことを、コンパレータ210又は211の出力から検知することができる。

[0060] (実施形態3)

本実施形態は、実施形態1と基本的な構成が共通しているので、実施形態1と共通の構成要素については、同一の符号を付して適宜図示及び説明を省略する。

[0061] 本実施形態は、図11に示すように帰還部4の構成が実施形態1と相違している。本実施形態における帰還部4は、比較器47、平均化回路48、アンプA P1、加算器49などで構成される。

[0062] 本実施形態では、励磁部3の正極は、限流抵抗R1を介して加算器49の一方の入力端に接続され、当該一方の入力端に励磁部3からの励磁信号が入力される。

[0063] 比較器47は、正負対称なしきい値と、励磁信号(実際は励磁信号に比例した抵抗R8の電圧降下)とを比較するものであって、いわゆるウィンドコンパレータである。平均化回路48は、比較器47の出力を励磁信号の周期で時間平均するものであって、例えば、積分回路で構成される。平均化回路48の出力はアンプAP1で増幅された後、検出抵抗46を介して加算器49の他方の入力端に入力される。

[0064] 加算器49は、オペアンプと帰還抵抗と入力抵抗を用いた反転増幅器からなり、励磁部3から出力される励磁信号に、検出抵抗46を介して入力される平

均化回路48の出力を加算して第1の巻線10に出力する。なお、第2の巻線20は、アンプAP2を介して励磁信号が印加される。

[0065] 次に、本実施形態の電流検出装置の動作を説明する。

[0066] 第1の巻線10に励磁信号(励磁電流)が流れると、第1の磁心1に磁束(磁界)が生じる。この磁束は、励磁信号に同期して向きと大きさが変化する。すなわち、導体100に電流が流れていない場合、第1の磁心1に生じる磁束は第1の巻線10に流れる励磁信号による磁束のみであるから、第1の磁心1の磁化特性(B-H特性)は、図12Aに実線で示すように原点に対して点对称な波形となる。

[0067] ここで、本実施形態はフラックスゲート方式の磁束検知方法を採用しており、第1の磁心1を磁気飽和させることで励磁信号(励磁電流)を急激に変化させ、励磁電流が急激に変化するタイミングを比較器47で検出している(図12Bの実線参照)。導体100に電流が流れていない場合、励磁信号の周期Tに対して、比較器47の出力がハイレベルとなる期間とローレベルとなる期間は何れも $T/2$ となる。故に、平均化回路48の出力はゼロとなり、励磁信号には全く加算されない。

[0068] 一方、導体100に電流が流れると、導体100の周囲に配置される第1の磁心1に右ねじの法則で定まる向きの磁束(磁界)が発生する。そのため、第1の磁心1の磁化特性が変化し、図12Aに破線で示すように原点に対して点对称な波形とならない。そのため、比較器47の出力がハイレベルとなる期間とローレベルとなる期間に時間差が生じ、例えば、比較器47のハイレベルとなる期間が $T/2 + \Delta T$ 、ローレベルとなる期間が $T/2 - \Delta T$ となる(図12C参照)。故に、平均化回路48の出力はゼロとならず、時間差($2\Delta T$)に応じたレベルとなる(図12D参照)。

[0069] そして、平均化回路48の出力がアンプAP1で増幅された後、励磁部3から出力される励磁信号と加算器49において加算される。ここで、加算器49は励磁部3から出力される励磁信号に対して、平均化回路48の出力を反転して加算している。つまり、平均化回路48の出力が励磁信号に加算されることで、時

間差 ΔT をゼロとするような帰還(負帰還)がかかることになる。故に、時間差 ΔT がゼロとみなせるときの平均化回路48の出力(帰還信号)のレベルを、検出抵抗46の両端電圧(電圧降下) V_s を測定することにより検出すれば、その検出された帰還信号のレベルから導体100に流れる電流の大きさを算出することができる。なお、比較器47におけるしきい値を可変とすることで電流検出の感度調整が可能となる。

[0070] また、本実施形態も実施形態1と同様に、第1の磁心1に生じる磁束と逆方向きの磁束を生じる第2の磁心2を第1の磁心1とともに導体100の近傍に配置しているため、導体100を含む閉回路に重畳されるノイズを抑制することができる。

[0071] ところで、比較器47と平均化回路48に代えて、励磁信号を励磁信号の周期で時間平均する平均化回路48のみを帰還部4に備え、平均化回路48の出力から帰還信号を生成しても構わない。

[0072] あるいは、比較器47と平均化回路48に代えて、励磁信号の実効値を演算する実効値演算回路(図示せず)を帰還部4に備え、実効値演算回路で演算される実効値から帰還信号を生成しても構わない。

[0073] また、図13に示すように、比較器47と平均化回路48に代えて、励磁信号の正のピーク値及び負のピーク値を保持するピークホールド回路(ピークホールド部)481を帰還部4に備えても構わない。この場合、帰還部4は、ピークホールド回路481で保持される正負両方のピーク値を合成して帰還信号を生成し、得られた帰還信号を加算器49に出力する。

[0074] なお、実効値演算回路やピークホールド回路481については、従来周知の技術で実現可能であるから詳細な回路構成の図示並びに説明は省略する。

[0075] (実施形態4)

本実施形態の電流検出装置は、図14Aに示すように帰還部4が2つの加算器49A, 49Bを有する点に特徴があり、その他の構成については実施形態3と共通である。故に、実施形態3と共通の構成要素については、同一の符号を付して適宜図示及び説明を省略する。

- [0076] 一方の加算器(第1の加算器)49Aは、励磁部3からの励磁信号に帰還信号(導体100に流れる電流によって第1の磁心1に生じる磁束を打ち消すための信号)を加算して、第1の巻線10に出力する。
- [0077] 他方の加算器(第2の加算器)49Bには、励磁部3からの励磁信号に帰還信号を反転した信号を加算して、第2の巻線20に出力する。
- [0078] 例えば、第1の加算器49Aは、図14Bに示すように反転増幅器491、抵抗R24, R25を含む。また、第2の加算器49Bは、図14Bに示すように非反転増幅器490、抵抗R20, R21を含む。反転増幅器491が、アンプAP1からの出力を反転することによって帰還信号を生成する。また、非反転増幅器490が、“帰還信号を反転した信号”を生成する。
- [0079] 非反転増幅器490は、入力端が検出抵抗46及びアンプAP1を介して平均化回路48の出力端に接続され、出力端が抵抗R20とR21の直列回路を介して励磁部3の正極に接続される。また、非反転増幅器490の出力端は、抵抗R8, R26の直列回路を介してグラウンドにも接続される。反転増幅器491は、入力端が検出抵抗46及びアンプAP1を介して平均化回路48の出力端に接続され、出力端が抵抗R24とR25の直列回路を介して励磁部3の正極に接続される。また、反転増幅器491の出力端は、抵抗R22, R23の直列回路を介してグラウンドにも接続される。
- [0080] 第1の巻線10の一端は、抵抗R24とR25との接続点(励磁部3と反転増幅器491の出力端子との接続点)に接続され、他端は抵抗R8とR26との接続点(グラウンドと非反転増幅器490の出力端子との接続点)に接続される。第2の巻線20の一端は、抵抗R20とR21との接続点(励磁部3と非反転増幅器490の出力端子との接続点)に接続され、他端は抵抗R22とR23との接続点(グラウンドと反転増幅器491の出力端子との接続点)に接続される。すなわち、図14Bの例では、反転増幅器491の出力端子と非反転増幅器490の出力端子が、第1の巻線10及び第2の巻線20に対してブリッジ接続されている。
- [0081] 本実施形態の電流検出装置は上述のように構成されており、基本的な動作は実施形態3と共通である。ただし、実施形態3では第2の巻線20に励磁信

号のみを流すのに対して、本実施形態における帰還部4は、第1の巻線10と同様に第2の巻線20にも励磁信号に帰還信号を加算して流している。ただし、第2の巻線20には、帰還信号を反転した信号を励磁信号に加算した信号が第2の加算器49Bから流される。

[0082] したがって、本実施形態の電流検出装置は、導体100に電流が流れている場合においても、第1の磁心1に生じる磁束と逆向きの磁束を第2の磁心2に生じさせるので、実施形態3と比較して、導体100に電流が流れているときのノイズをさらに抑制することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の巻線が巻回され、検出対象の導体の近傍に配置される第1の磁心と、
第2の巻線が巻回され、前記導体の近傍に配置される第2の磁心と、
、
大きさと向きが一定の周波数で変化する励磁信号を前記第1の巻線及び前記第2の巻線に印加する励磁部と、
前記導体に流れる電流によって前記第1の磁心に生じる磁束を打ち消すための帰還信号を前記励磁信号に帰還する帰還部と
を備え、
前記第2の巻線は、前記第1の巻線に前記励磁信号が流れることで生じる磁束と逆向きの磁束を生じるように構成されることを特徴とする電流検出装置。
- [請求項2] 前記第1の巻線と前記第2の巻線が前記励磁部に対して直列に接続されることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。
- [請求項3] 前記第1の巻線と前記第2の巻線が前記励磁部に対して並列に接続されることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。
- [請求項4] 前記第1の磁心と前記第2の磁心の双方に巻回され且つ閉回路を形成する第3の巻線をさらに備えることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の電流検出装置。
- [請求項5] 前記導体の近傍に配置される第3の磁心をさらに備え、
前記第3の巻線が前記第3の磁心にも巻回されることを特徴とする請求項4記載の電流検出装置。
- [請求項6] 磁性材料からなり、前記第1の磁心及び前記第2の磁心を前記第1の巻線及び前記第2の巻線とともに内部に収納するシールドケースをさらに備えることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の電流検出装置。
- [請求項7] 前記励磁部から前記第1の巻線及び前記第2の巻線に前記励磁信号

を流す線路に、インピーダンス素子又は低域通過フィルタが挿入されることを特徴とする請求項 1～6 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項8] 前記励磁部は、前記励磁信号の信号波形を正弦波又は三角波又は台形波とするように構成されることを特徴とする請求項 1～6 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項9] 前記励磁部は、前記励磁信号の信号波形を方形波とするように構成されることを特徴とする請求項 1～6 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項10] 前記第 1 の巻線及び前記第 2 の巻線に印加される前記励磁信号の信号電圧を計測する信号電圧計測部をさらに備えることを特徴とする請求項 1～9 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項11] 前記第 1 の巻線及び前記第 2 の巻線に流れる前記励磁信号の信号電流を計測する信号電流計測部をさらに備えることを特徴とする請求項 1～9 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項12] 前記信号電圧の計測値を所定のしきい値と比較する比較部をさらに備えることを特徴とする請求項 10 記載の電流検出装置。

[請求項13] 前記信号電流の計測値を所定のしきい値と比較する比較部をさらに備えることを特徴とする請求項 11 記載の電流検出装置。

[請求項14] 前記励磁信号から前記一定の周波数の 2 倍に相当する周波数を抽出する周波数抽出部をさらに備え、

前記帰還部は、前記周波数抽出部で抽出される前記周波数に基づいて前記帰還信号を生成することを特徴とする請求項 1～13 の何れか 1 項に記載の電流検出装置。

[請求項15] 前記帰還部は、正負対称な波形を有する前記励磁信号を出力するように構成され、

該電流検出装置は、前記励磁信号の正負両方のピーク値を保持するピークホールド部をさらに備え、

前記帰還部は、前記ピークホールド部で保持される前記正負両方のピーク値から前記帰還信号を生成することを特徴とする請求項1～13の何れか1項に記載の電流検出装置。

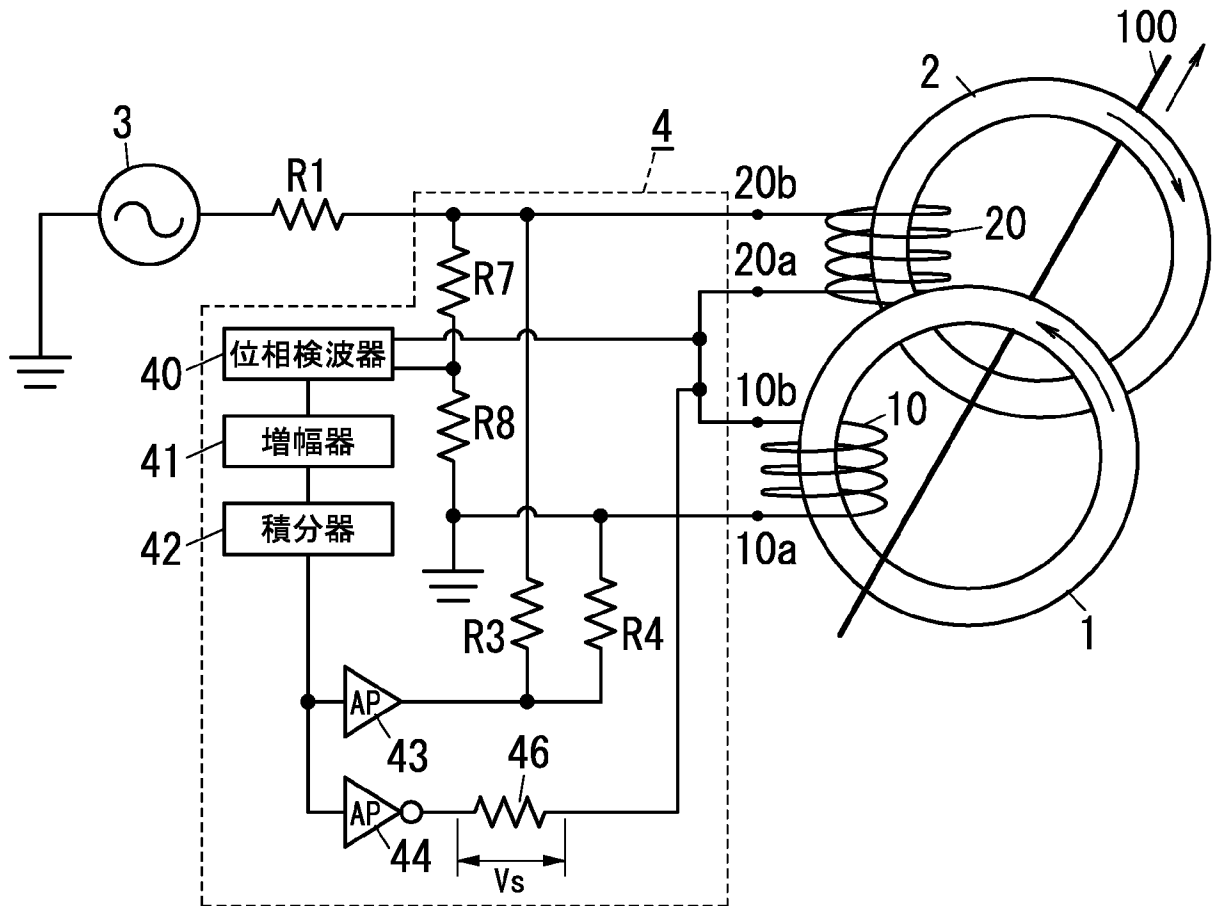
[請求項16] 前記帰還部は、正負対称なしきい値と前記励磁信号を比較する比較器を備え、前記比較器の出力から前記帰還信号を生成することを特徴とする請求項1～13の何れか1項に記載の電流検出装置。

[請求項17] 前記帰還部は、前記帰還信号を非反転増幅する非反転増幅器と、前記帰還信号を反転増幅する反転増幅器とを有し、前記非反転増幅器と前記反転増幅器の出力端子が前記第1の巻線及び前記第2の巻線に対してブリッジ接続されることを特徴とする請求項14～16の何れか1項に記載の電流検出装置。

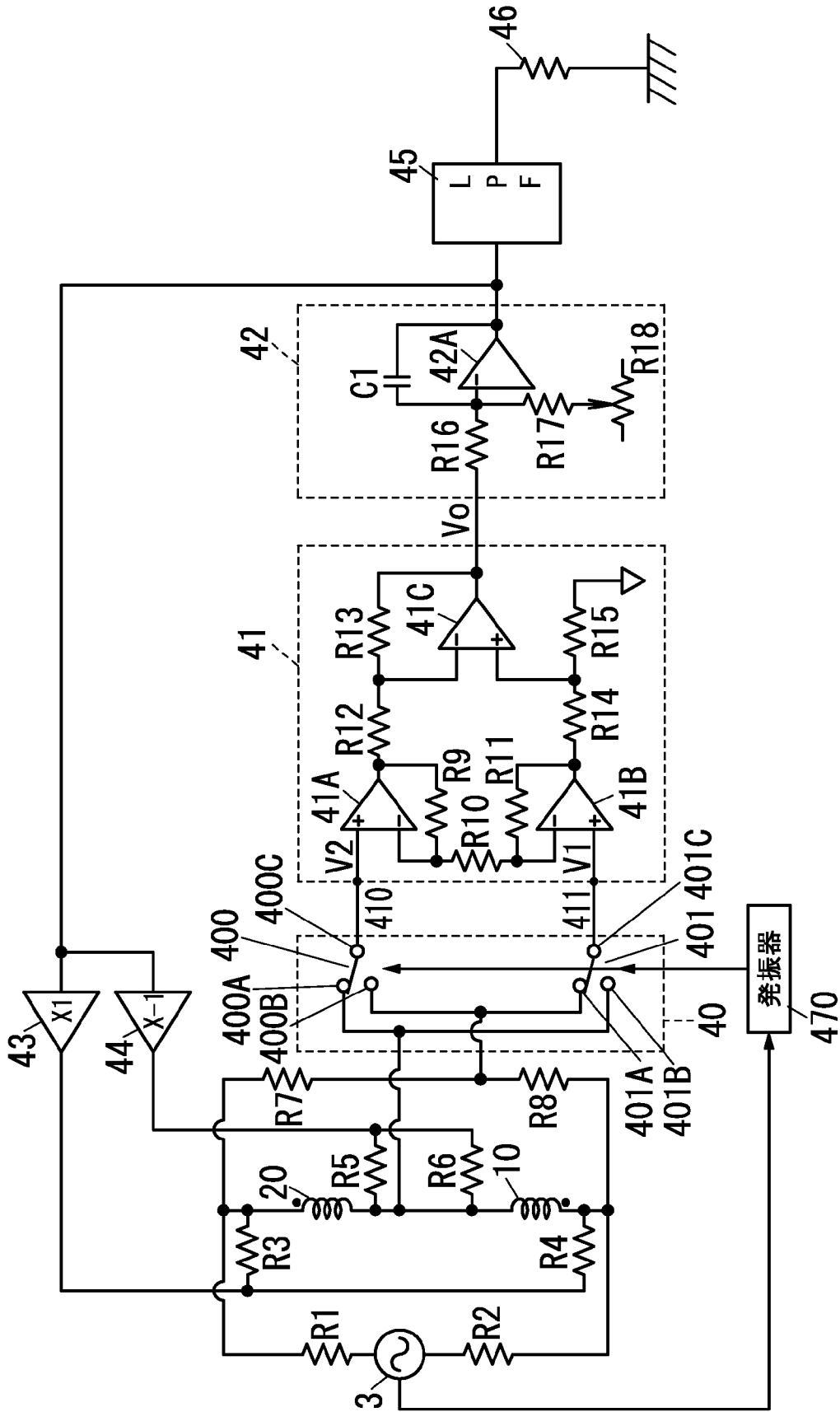
[請求項18] 前記帰還部は、前記励磁信号に前記帰還信号を加算して前記第1の巻線に流す第1の加算器と、前記励磁信号に前記帰還信号を反転した信号を加算して前記第2の巻線に流す第2の加算器とを有することを特徴とする請求項14～16の何れか1項に記載の電流検出装置。

[請求項19] 前記帰還信号の信号電圧を検出するための検出抵抗と、前記検出抵抗の前段に設けられる低域通過フィルタとをさらに備えることを特徴とする請求項1～18の何れか1項に記載の電流検出装置。

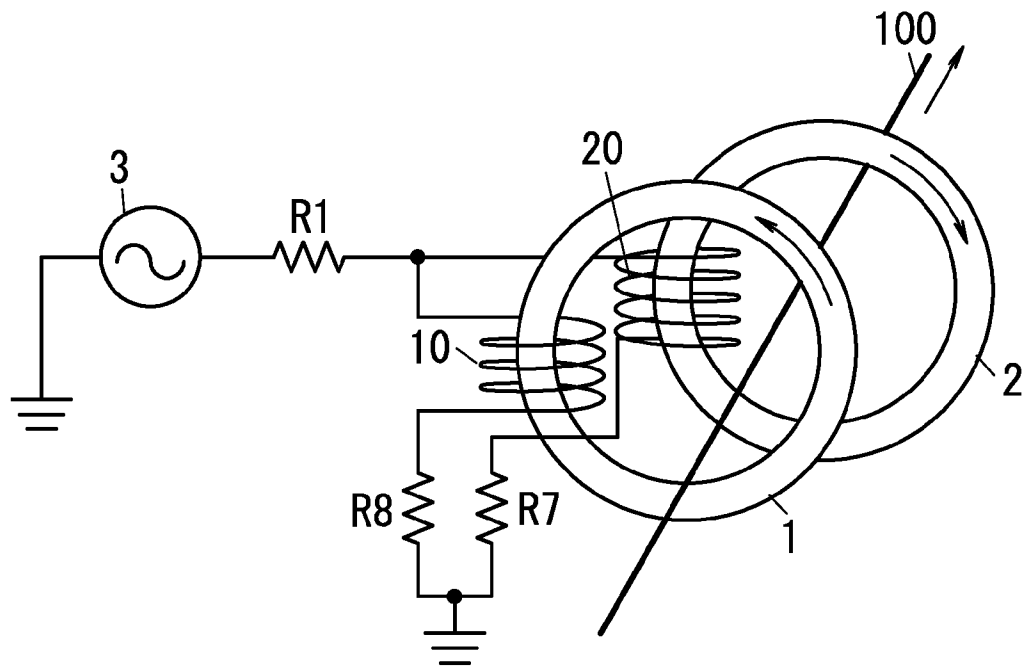
[図1]



[図2]

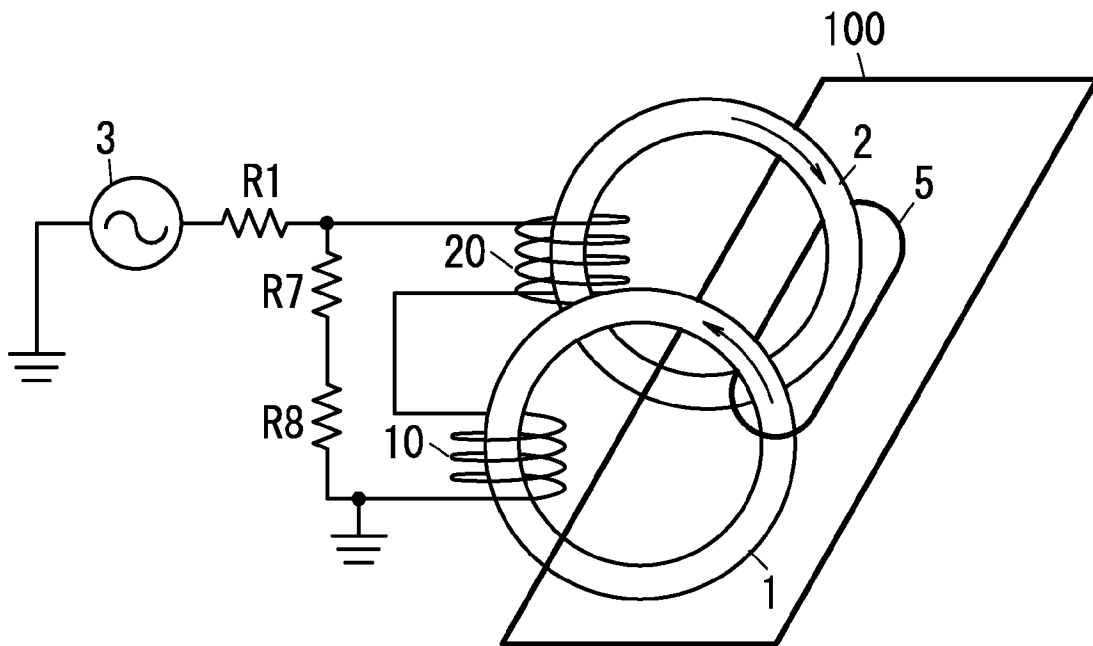


[図3]

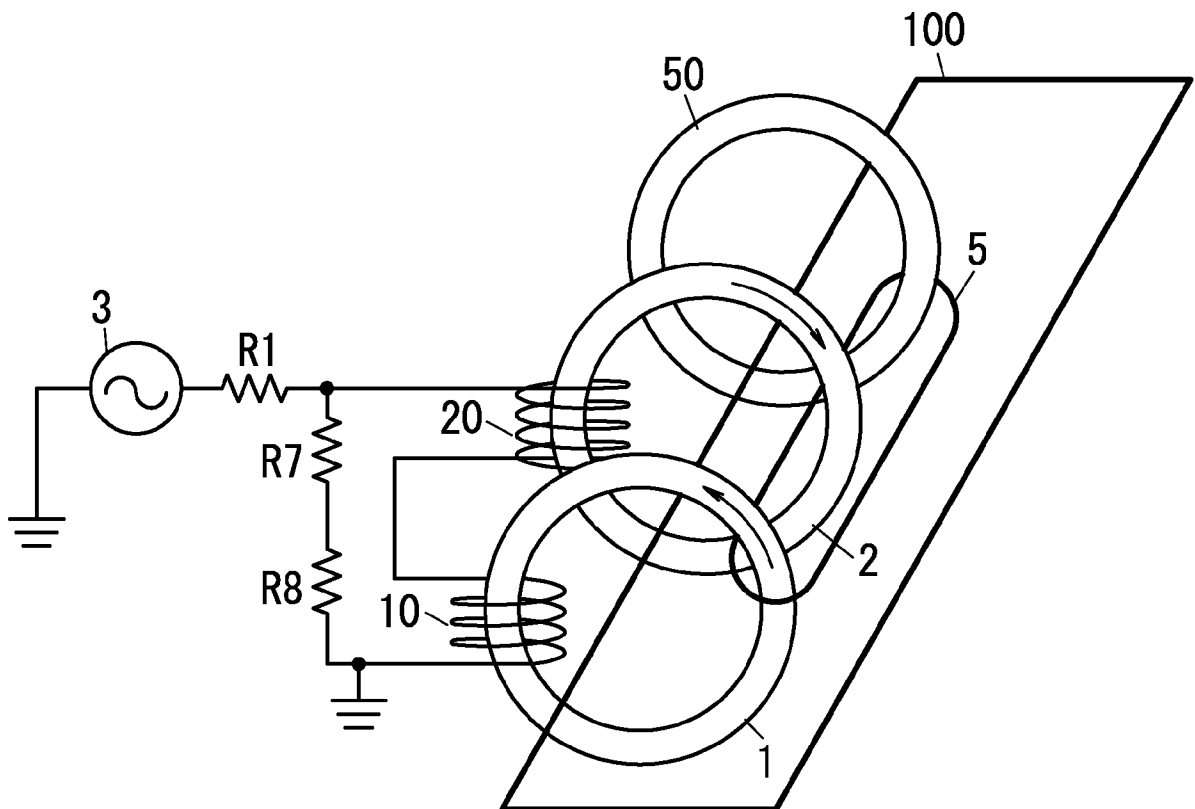


[圖4]

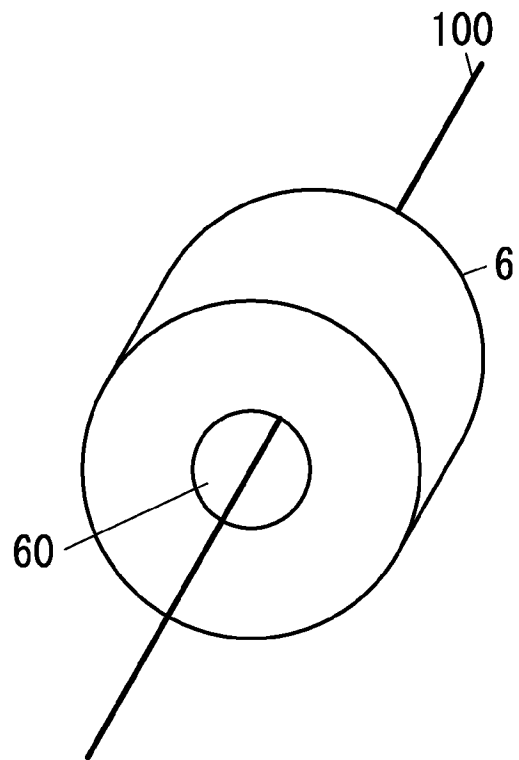
A



B

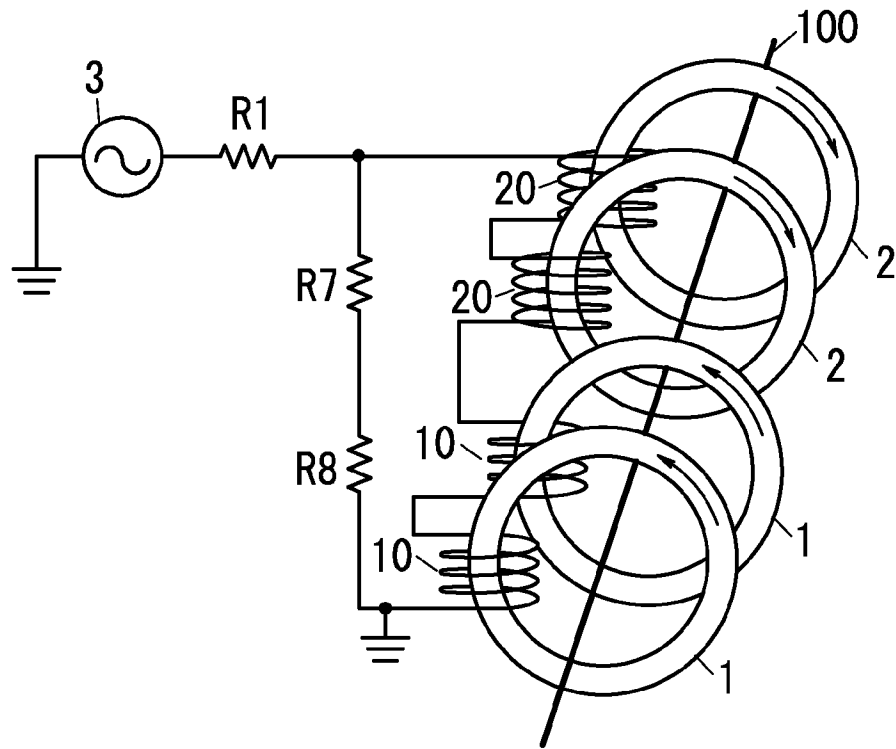


[図5]

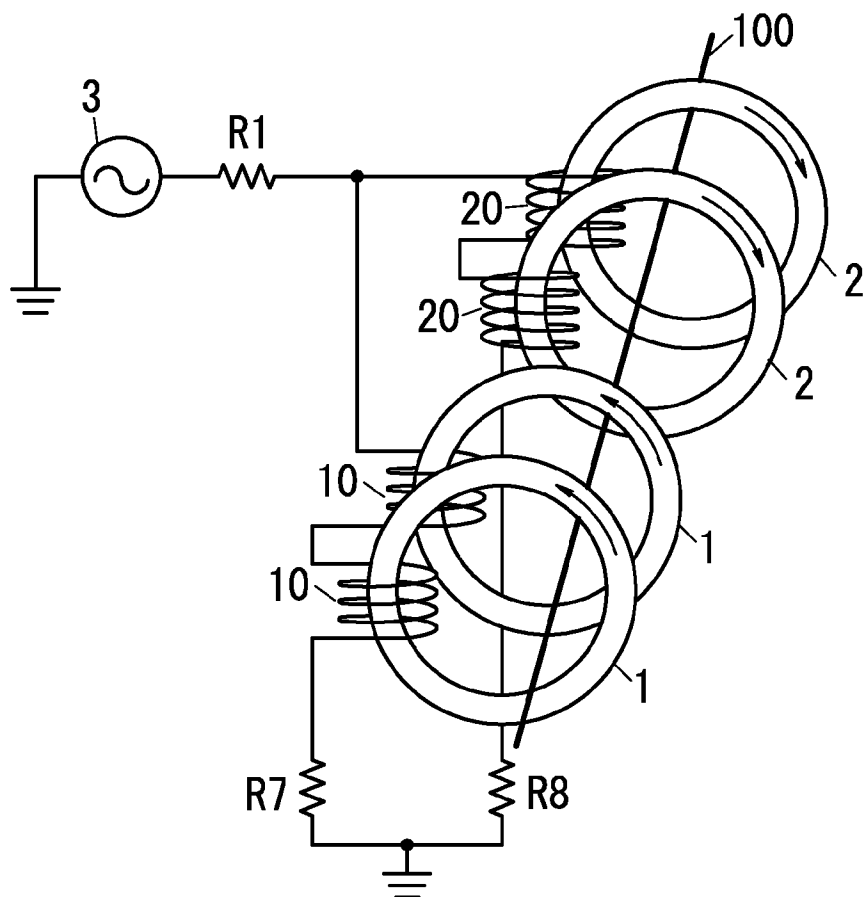


[圖6]

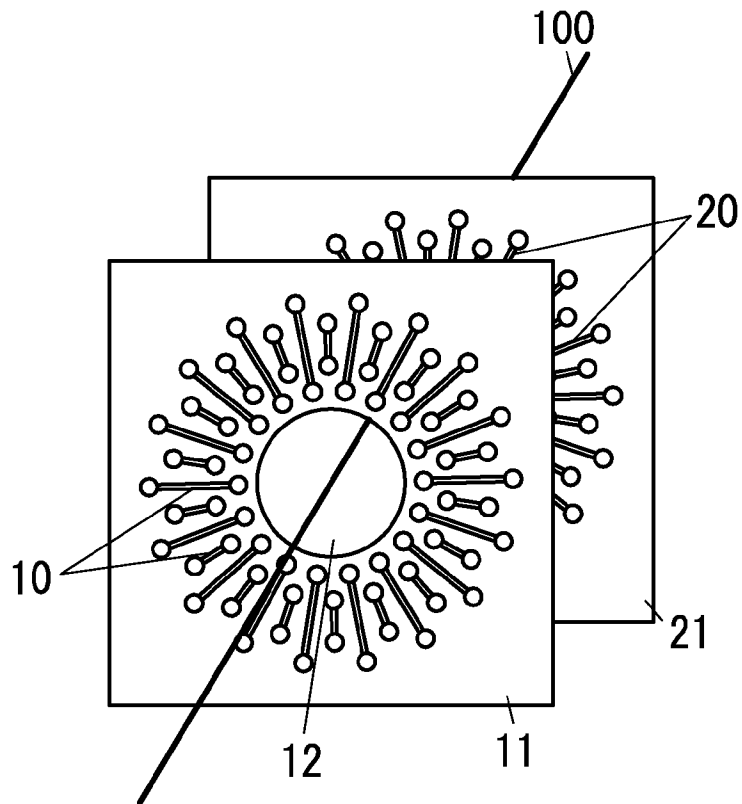
A



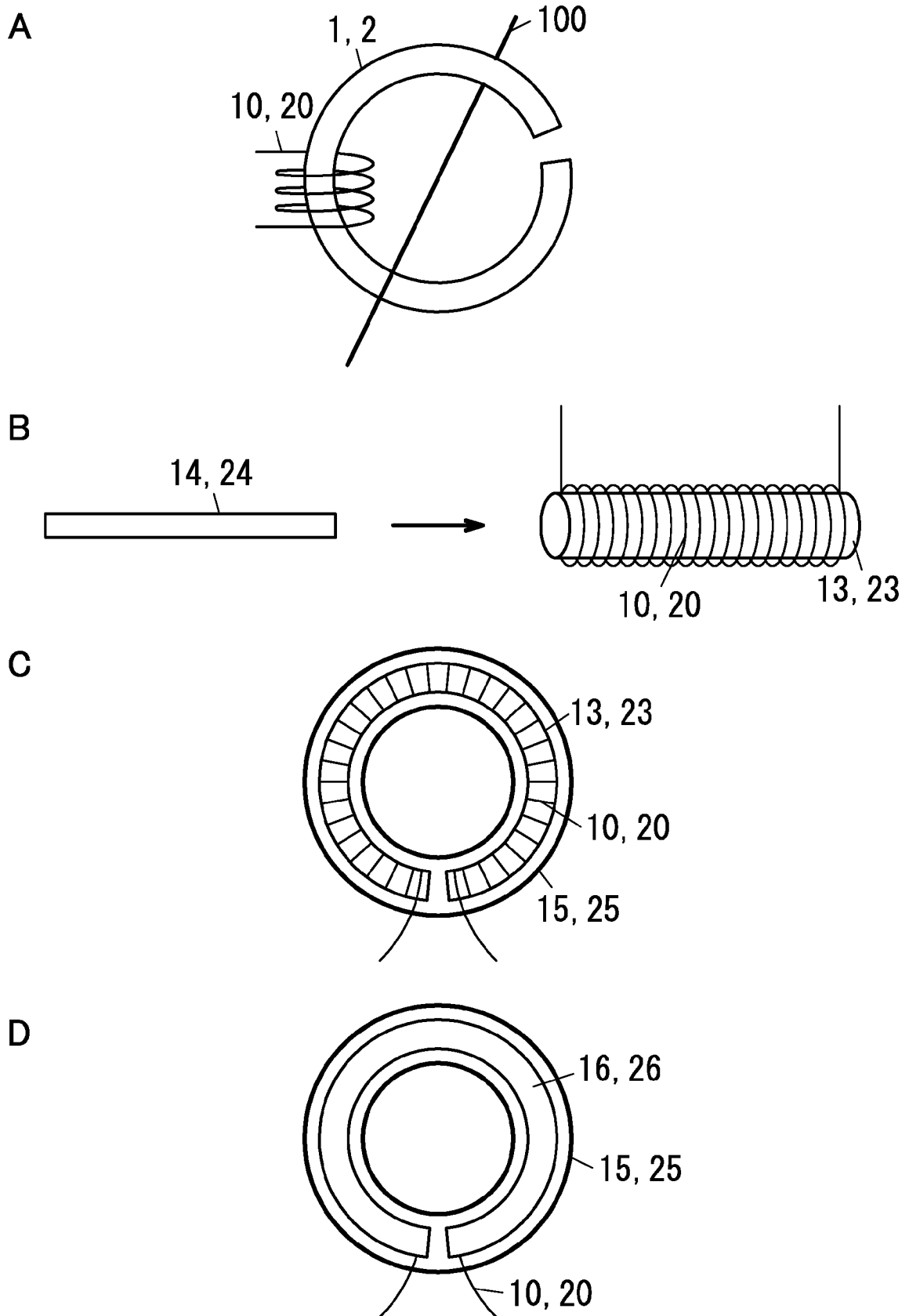
B



[図7]

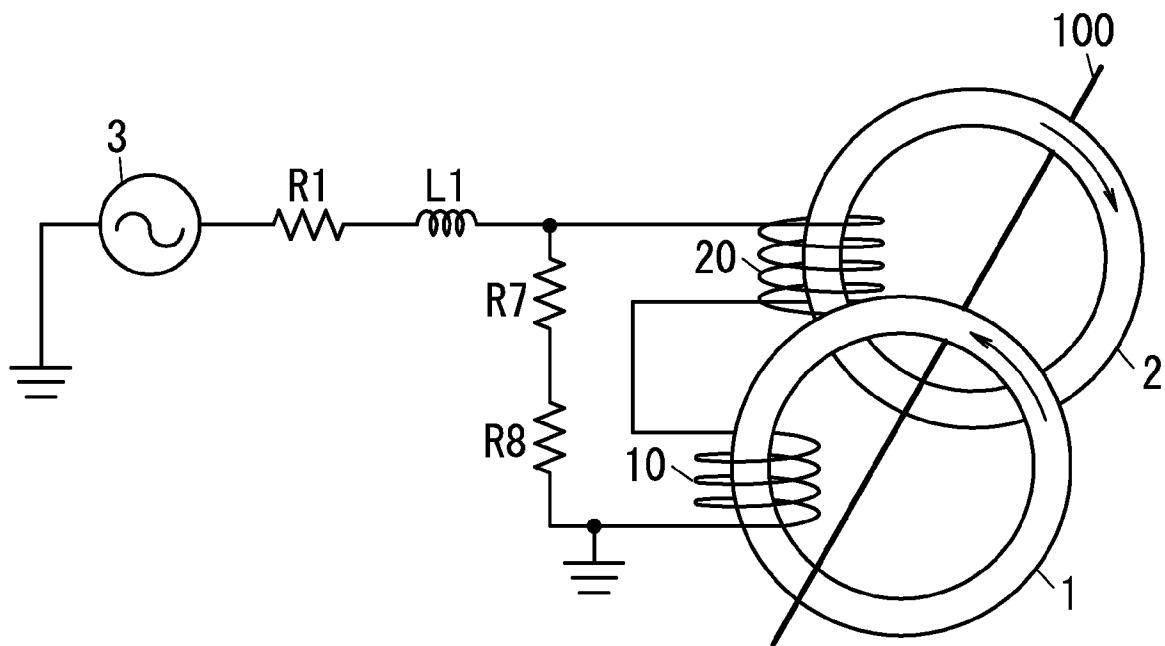


[図8]

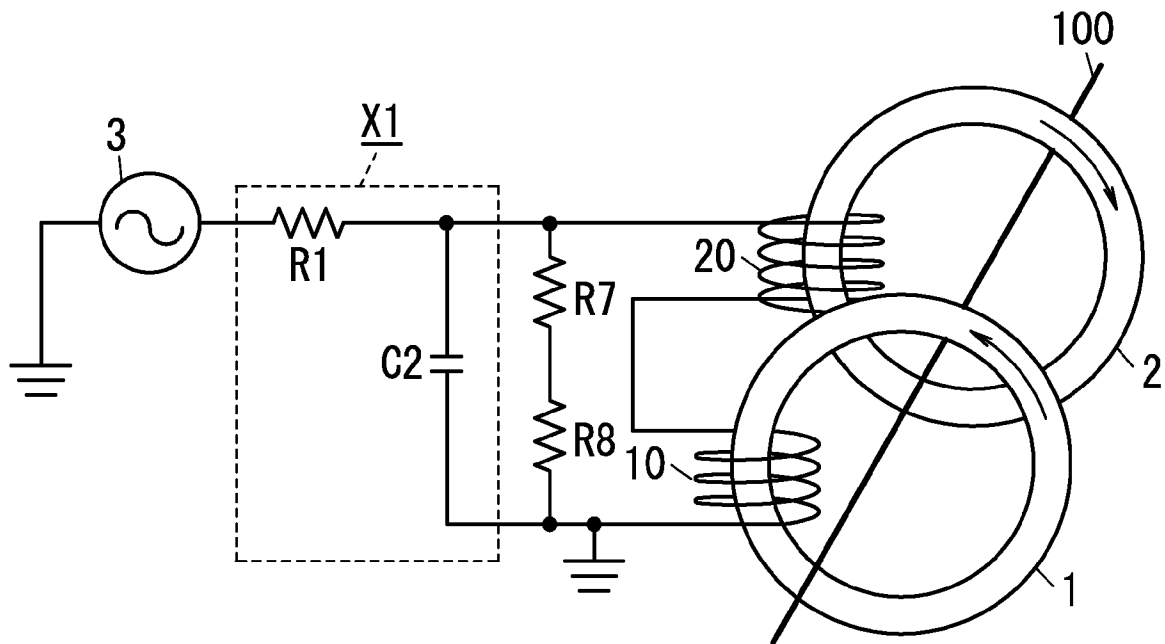


[図9]

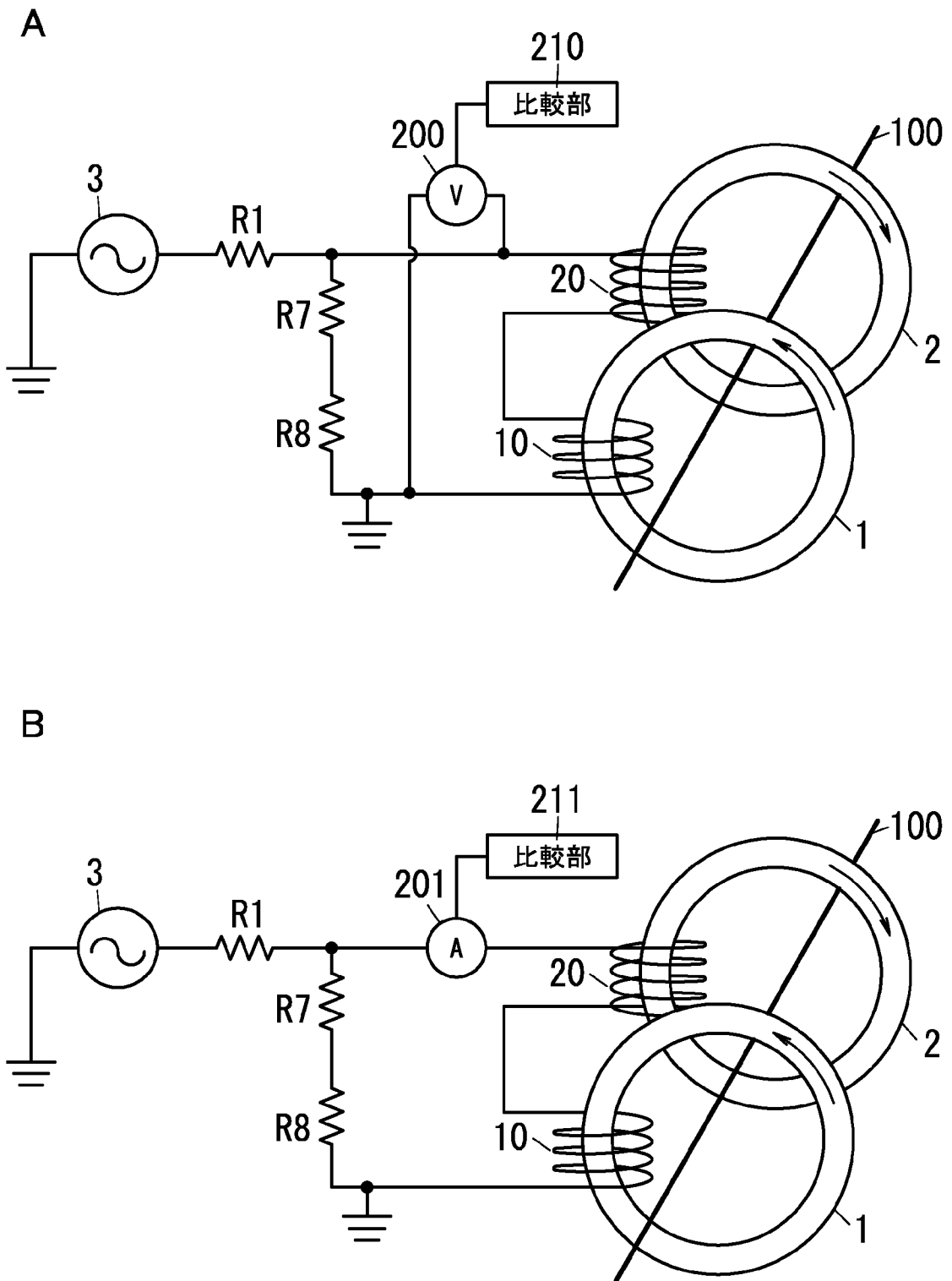
A



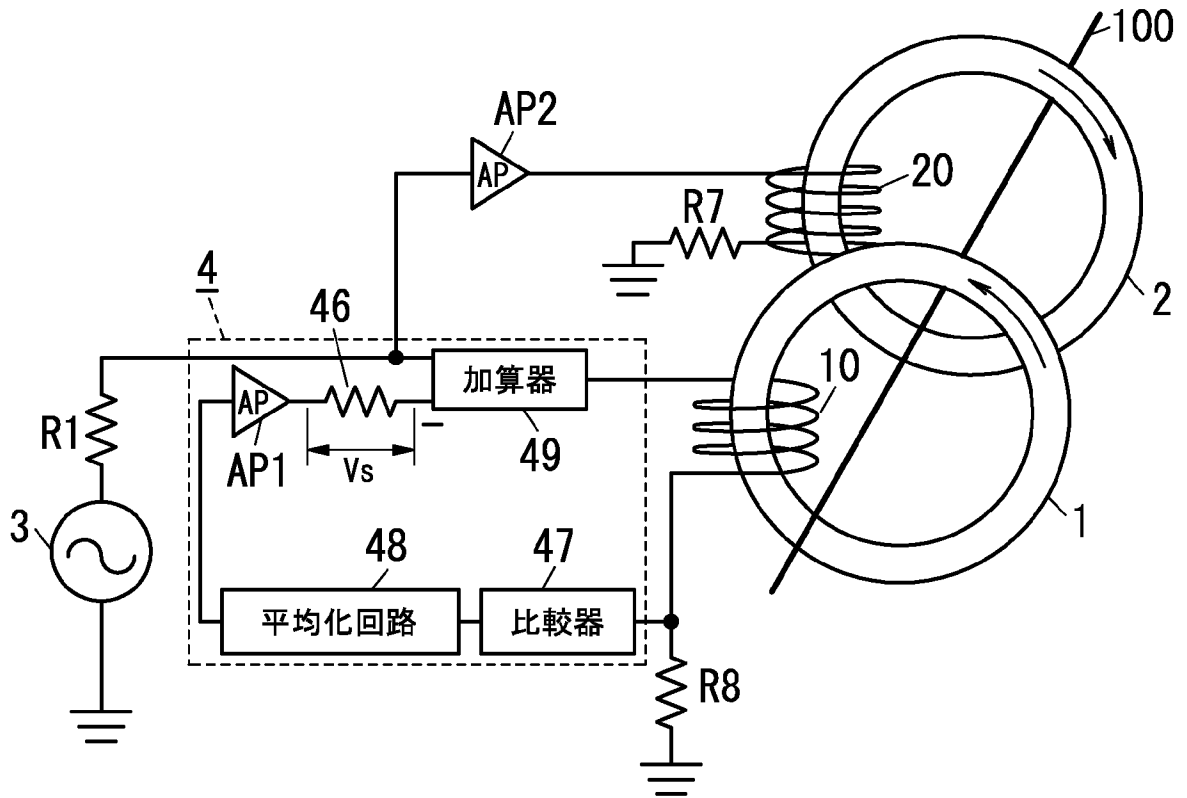
B



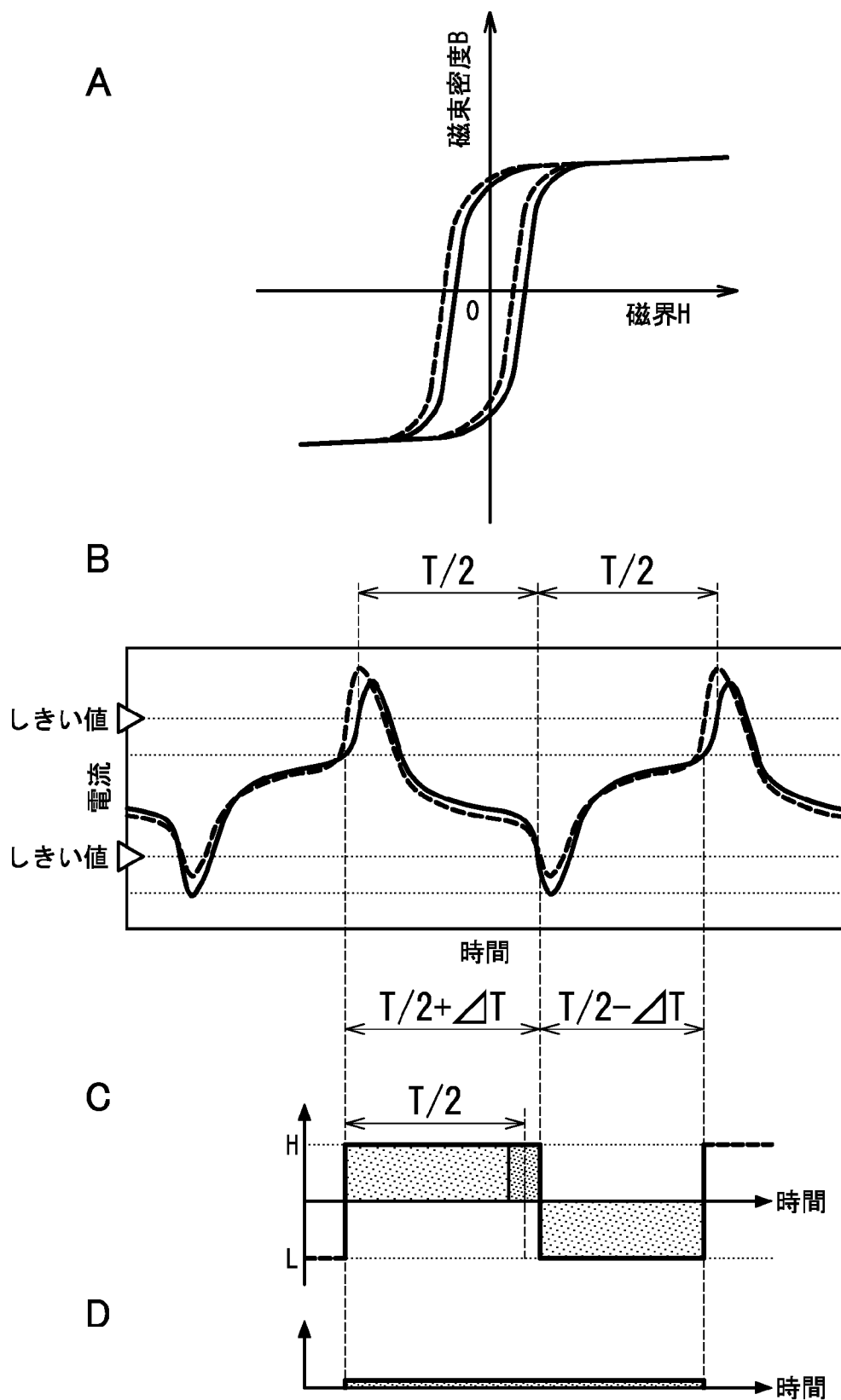
[図10]



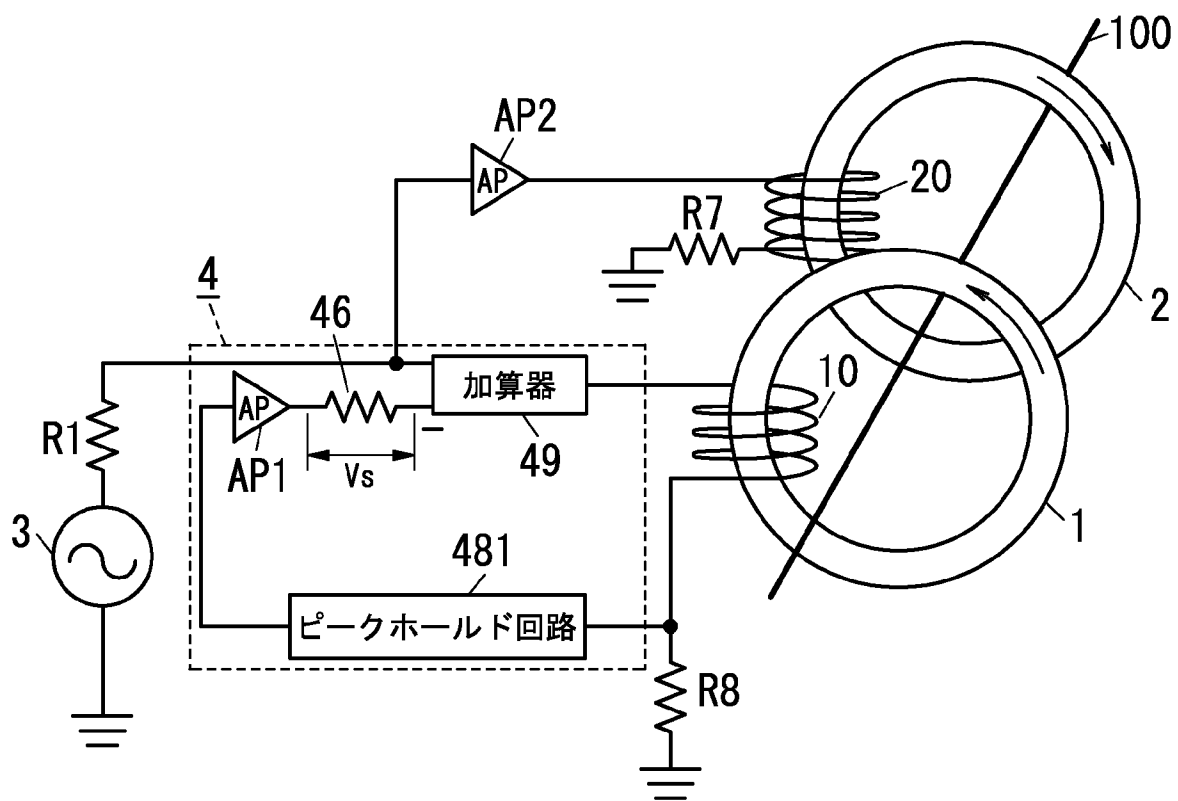
[図11]



[図12]

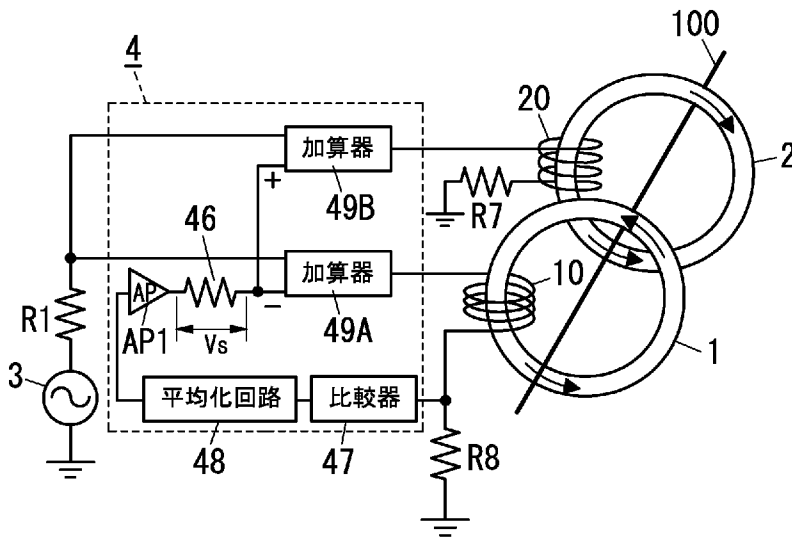


[図13]

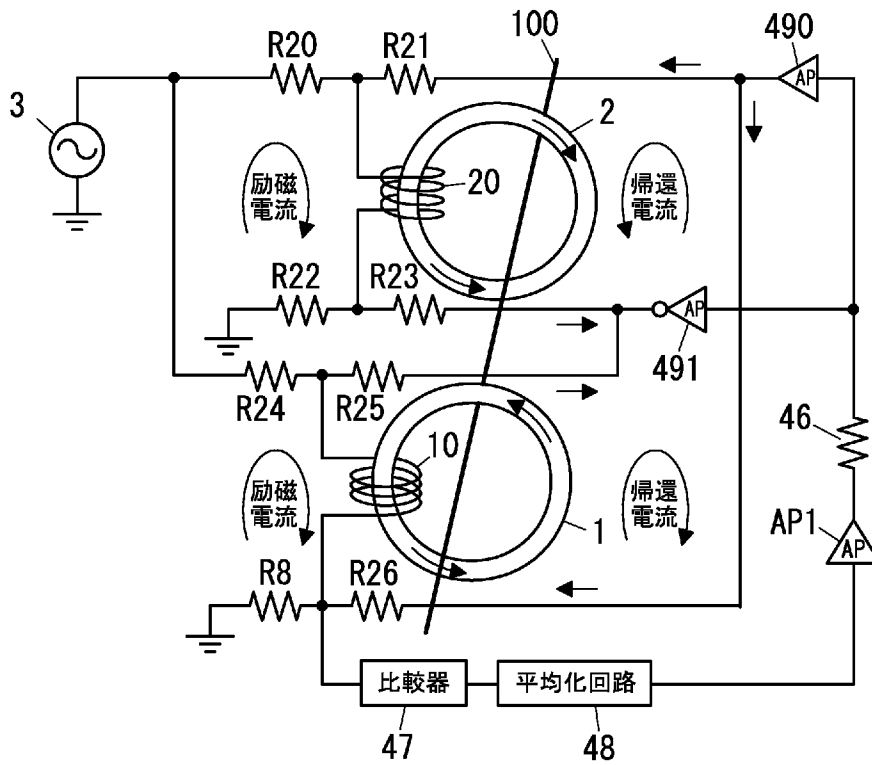


[圖14]

A

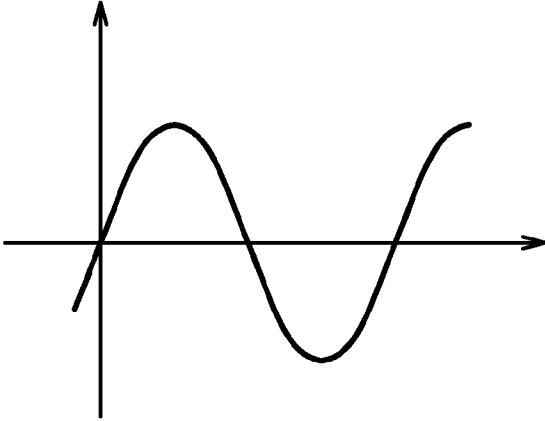


B

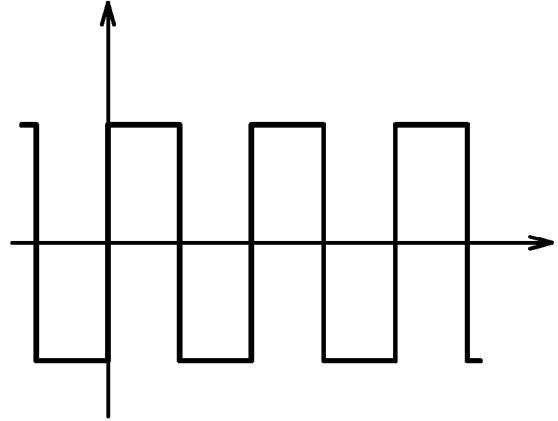


[図15]

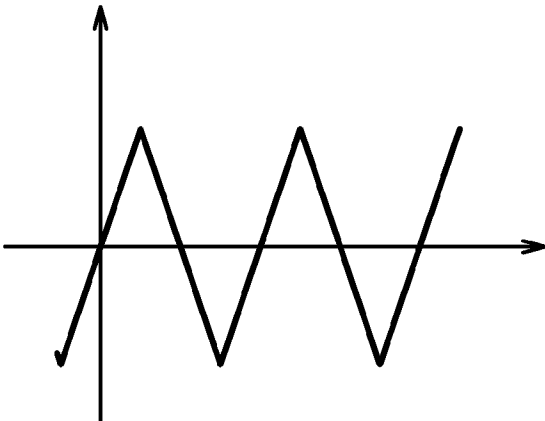
A



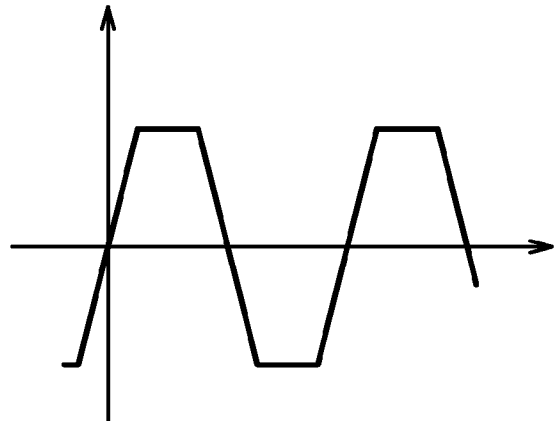
B



C



D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/006758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R15/18(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)
G01R15/18

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y	JP 2007-033222 A (TDK Corp.), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraphs [0023] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-19
Y	JP 2007-316042 A (CDN Corp.), 06 December 2007 (06.12.2007), paragraphs [0004], [0005], [0057], [0058]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-19
Y	JP 64-003568 A (Fujitsu Ltd.), 09 January 1989 (09.01.1989), page 2, upper left column, line 4 to page 3, upper right column, line 5; fig. 3 (Family: none)	2, 14, 19

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 December, 2013 (12.12.13)	Date of mailing of the international search report 24 December, 2013 (24.12.13)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-002647 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 06 January 1999 (06.01.1999), paragraph [0036]; fig. 1 (Family: none)	4, 5
Y	JP 10-332745 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 18 December 1998 (18.12.1998), paragraph [0032] (Family: none)	6
A	JP 2008-519269 A (Danfysik A/S), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0014] to [0021]; fig. 1 & US 2008/0122430 A1 & EP 1807707 A & WO 2006/048020 A1 & DE 602005023760 D & CN 101052883 A & AT 482402 T	1-19
P, A	WO 2013/088766 A1 (Japan Aviation Electronics Industry Ltd.), 20 June 2013 (20.06.2013), paragraphs [0032] to [0037]; fig. 8, 9 (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01R15/18(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. G01R15/18										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2013年									
日本国実用新案登録公報	1996-2013年									
日本国登録実用新案公報	1994-2013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								
Y	JP 2007-033222 A (TDK株式会社) 2007.02.08, 段落 0023-0025, 図1 (ファミリーなし)	1-19								
Y	JP 2007-316042 A (株式会社シーディエヌ) 2007.12.06, 段落 0004, 0005, 0057, 0058, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-19								
Y	JP 64-003568 A (富士通株式会社) 1989.01.09, 第2頁左上欄第4行-第3頁右上欄第5行, 第3図 (ファミリーなし)	2, 14, 19								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 12.12.2013	国際調査報告の発送日 24.12.2013									
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) 荒井 誠 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2 S 3 2 0 3								

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	JP 11-002647 A (住友特殊金属株式会社) 1999. 01. 06, 段落 0036, 図 1 (ファミリーなし)	4, 5
Y	JP 10-332745 A (住友特殊金属株式会社) 1998. 12. 18, 段落 0032 (フ ァミリーなし)	6
A	JP 2008-519269 A (ダンフィシク アクティージェルスカブ) 2008. 06. 05, 段落 0014-0021, 図 1 & US 2008/0122430 A1 & EP 1807707 A & WO 2006/048020 A1 & DE 602005023760 D & CN 101052883 A & AT 482402 T	1-19
P, A	WO 2013/088766 A1 (日本航空電子工業株式会社) 2013. 06. 20, 段落 0032-0037, 図 8, 9 (ファミリーなし)	1-19