

(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2017-227552

(P2017-227552A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1R 1/067 (2006.01)	GO1R 1/067 D	2G011
GO1R 19/00 (2006.01)	GO1R 19/00 B	2G035

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2016-124386 (P2016-124386)
 (22) 出願日 平成28年6月23日 (2016.6.23)

(71) 出願人 000006507
 横河電機株式会社
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
 (71) 出願人 596157780
 横河計測株式会社
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
 (74) 上記1名の代理人 000006507
 横河電機株式会社
 (72) 発明者 光永 克規
 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横
 河メータ&インスツルメンツ株式会社内
 Fターム(参考) 2G011 AA12 AC11 AC31 AD01
 2G035 AA12 AC01 AD10 AD20 AD54
 AD66

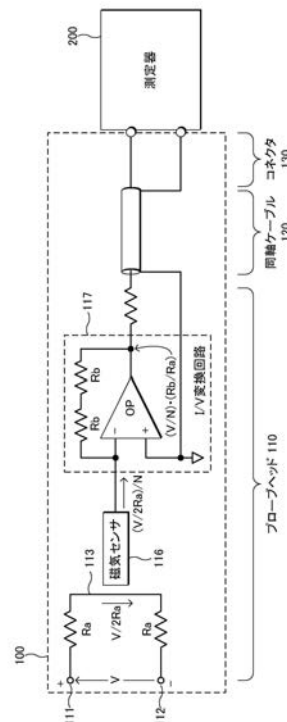
(54) 【発明の名称】 絶縁電圧プローブ

(57) 【要約】

【課題】 絶縁モード除去比に優れた絶縁電圧プローブを提供する。

【解決手段】 正極リードと負極リードとが抵抗で接続されて構成された導体と、導体を流れる電流により生じる磁界を非接触で測定する磁気センサと、磁気センサの出力に基づく信号を伝送する同軸ケーブルと、を備えた絶縁電圧プローブ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正極リードと負極リードとが抵抗で接続されて構成された導体と、前記導体を流れる電流により生じる磁界を非接触で測定する磁気センサと、前記磁気センサの出力に基づく信号を伝送する同軸ケーブルと、を備えたことを特徴とする絶縁電圧プローブ。

【請求項 2】

前記磁気センサは、磁界に応じた電流を出力し、前記磁気センサが出力する電流を電圧に変換して前記同軸ケーブルを伝送させる I/V 変換回路をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の絶縁電圧プローブ。

10

【請求項 3】

前記抵抗は、特性の等しい 2 本の抵抗素子で構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の絶縁電圧プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は絶縁電圧プローブに関し、特に、絶縁モード除去比に優れた絶縁電圧プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

高電圧機器等を電圧測定対象とした際の安全性を確保するための一手法として絶縁電圧測定がある。絶縁電圧測定を行なうことで、測定対象と測定器とで接地電位の異なる電圧を安全に扱うことができるようになる。すなわち、大地アースに対して絶縁状態（フローティング）におかれている測定対象が高電圧レベルであっても、接地された測定器側の安全が維持される。また、絶縁電圧測定では、測定対象と測定器とのグラウンドループを切ることで、グラウンドインピーダンスに起因するノイズを除去することができる。

20

【0003】

絶縁性能を表すパラメータのひとつに絶縁モード除去比（IMRR：Isolation Mode Rejection Ratio）がある。IMRR は、周波数に対する絶縁の程度を示す重要な指標であり、正/負入力に同一信号を印加したときの入力振幅に対する出力振幅の割合で規定される。

30

【0004】

正/負入力に同一信号を印加した場合、理想的には出力信号はゼロになるが、実際には、入力信号の影響が出力信号に現れる。IMRR は、その程度を示している。

【0005】

絶縁電圧測定において、絶縁回路は測定器が有することが多く、絶縁回路の代表的な方式としては、フォトカプラを利用する光結合方式、トランス等を利用する磁気結合方式、コンデンサを利用する容量結合方式が挙げられる。

【0006】

いずれの絶縁回路方式を採用した場合でも、絶縁電圧測定に際しては、信号をピックアップし、測定器まで伝送するために、電圧プローブが使用される。電圧プローブは、例えば、図 4 に示すような構成となっている。

40

【0007】

本図に示すように、電圧プローブ 400 は、プローブヘッド 401、同軸ケーブル 402、コネクタ 403 を備えている。絶縁回路は内蔵していないため、絶縁電圧測定を行なう場合、絶縁回路を備えた測定器 410 に接続される。この場合、電圧プローブ 400 全体がフローティング側となる。

【0008】

プローブヘッド 401 は、信号をピックアップする正極リードと負極リードとを備えている。正極リードには抵抗 R1 とコンデンサ C1 とが並列に接続されており、電圧プロー

50

ブ 4 0 0 は不平衡な回路構成となっている。負荷効果低減のため、抵抗 R_1 は数 M の高抵抗で構成されており、電圧プローブ 4 0 0 の特性は容量成分の影響を受けやすい。

【 0 0 0 9 】

正極リードは、同軸ケーブル 4 0 2 の内部導体に接続され、負極リードは同軸ケーブル 4 0 2 の外部導体に接続されている。同軸ケーブル 4 0 2 は、コネクタ 4 0 3 を介して測定器 4 1 0 の入力端子に接続される。測定器 4 1 0 の入力端子間には、入力抵抗 R_2 と入力容量 C_i が存在しているものとする。

【 0 0 1 0 】

調整用に C_1 、 C_i の少なくとも一方は可変容量となっている。電圧プローブ 4 0 0 の分圧比は $R_2 / (R_1 + R_2)$ で定まるが、周波数特性をフラットにするため、容量による分圧比が抵抗の分圧比と同じになるように、 C_1 あるいは C_i を調整する。具体的には、 $C_2 = C_c + C_i$ とすると、 $R_2 / (R_1 + R_2) = C_1 / (C_1 + C_2)$ 、すなわち、 $R_1 \cdot C_1 = R_2 \cdot C_2$ となるようにする。

10

【 0 0 1 1 】

C_1 が調整可能であるとする、容量 C_2 は、同軸ケーブル 4 0 2 の容量 C_c と測定器 4 1 0 の入力容量 C_i とで物理的に付加される容量であり、この容量 C_2 と抵抗による分圧比により C_1 が決定される。

【 0 0 1 2 】

一般的に、電圧プローブ 4 0 0 の分圧比は 1 0 : 1 以上であり、 C_1 C_2 となるため、正極リードから見た入力容量はほぼ C_1 となる。負荷効果は入力容量を小さくするほど削減される。このため、分圧比を大きくするか、同軸ケーブル 4 0 2 の容量を小さくすることで入力容量 C_1 を小さくして負荷効果を低減することができる。

20

【 0 0 1 3 】

しかしながら、分圧比を大きくすると測定器 4 1 0 を高感度にする必要があり、容易に分圧比を大きくすることはできない。また、同軸ケーブル 4 0 2 の容量を減らすためには同軸ケーブル 4 0 2 の長さを短くする必要があり、利便性が損なわれる。

【 0 0 1 4 】

一方、特許文献 1 には、図 5 に示すような絶縁回路 4 4 3 を備えた電圧プローブ 4 4 0 が開示されている。電圧プローブ 4 4 0 は、プローブヘッド 4 4 1、インピーダンス回路 4 4 2、絶縁回路 4 4 3 を備えており、測定器 4 5 0 に接続されて使用される。この場合、絶縁回路 4 4 3 からプローブヘッド 4 4 1 側がフローティング側となる。

30

【 0 0 1 5 】

ここで、インピーダンス回路 4 4 2 は、電圧プローブ 4 4 0 自体の波形補償や分圧のために用いられており、正極リードにコイルと 2 つの抵抗が直列に接続され、抵抗の接続点と負極リードとが容量で結合された構成となっている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 6 】

【 特許文献 1 】 実公平 6 - 2 2 2 1 7 号公報

【 発明の概要 】

40

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 7 】

絶縁測定システムの $I M R R$ 特性は、最も悪い部分の特性がシステム全体の特性として現われるため、絶縁回路がいかに優れた特性を実現しても、電圧プローブの特性がそれに見合うものでなければ、絶縁測定システムの $I M R R$ 特性は、電圧プローブの特性で決まってしまうことになる。

【 0 0 1 8 】

電圧プローブ 4 0 0 は、図 6 に示すように、負極リードについては抵抗成分を含んでいないため接地容量の影響を受けないが、正極リードは抵抗 R_1 と接地容量（信号経路と接地間の寄生容量）によりローパスフィルタを形成し、周波数特性を有する。

50

【0019】

このため、正極リードと負極リードの伝送特性にアンバランスが生じ、正極リードと負極リードとに同じ信号を入力しても、出力に信号が現われることになる。この信号は、本来不要な成分であり、除去すべき成分である。

【0020】

このようにフローティング側に不平衡回路を含むと、接地容量の影響によりIMRR特性が劣化する。図5示した絶縁回路443を備えた電圧プローブ440においても、フローティング側に配置されたインピーダンス回路442が不平衡回路となっており、接地容量の影響によりIMRR特性が劣するという問題が生じる。

【0021】

そこで、本発明は、絶縁モード除去比に優れた絶縁電圧プローブ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】

【0022】

上記課題を解決するため、本発明の絶縁電圧プローブは、正極リードと負極リードとが抵抗で接続されて構成された導体と、前記導体を流れる電流により生じる磁界を非接触で測定する磁気センサと、前記磁気センサの出力に基づく信号を伝送する同軸ケーブルと、を備えたことを特徴とする。

ここで、前記磁気センサは、磁界に応じた電流を出力し、前記磁気センサが出力する電流を電圧に変換して前記同軸ケーブルを伝送させるI/V変換回路をさらに備えていてもよい。

また、前記抵抗は、特性の等しい2本の抵抗素子で構成されていてもよい。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、絶縁モード除去比に優れた絶縁電圧プローブが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本実施形態に係る電圧プローブの構成を示す図である。

【図2】1本の抵抗で構成した導体を示す図である。

【図3】フラックスゲート式磁気センサを示す図である。

【図4】従来の電圧プローブの構成を示す図である。

【図5】従来の絶縁型電圧プローブの構成を示す図である。

【図6】接地容量の影響によるIMRRの劣化を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る電圧プローブ100の構成を示す図である。本図に示すように、電圧プローブ400は、プローブヘッド110、同軸ケーブル120、コネクタ130を備えている。後述するようにプローブヘッド110が絶縁構造となっているため、接続される測定器200は絶縁回路を備えていなくてもよい。

【0026】

プローブヘッド110は、正極リード111と負極リード112との間を直列接続する特性の等しい2本の抵抗素子 R_a 、磁気センサ116、I/V変換回路117を備えている。負荷効果を低減するため、抵抗素子 R_a は十分大きな値を用いるものとする。リード間の測定電圧を V とすると、正極リード111から負極リード112までの経路である導体113には、 $V/2R_a$ の電流が流れることになる。

【0027】

磁気センサ116は、導体113を流れる電流 $V/2R_a$ で発生する磁界を非接触で検出する。磁気センサ116は、磁界に応じた値の電流を出力するものとし、このときの、磁気センサ116の出力電流を $(V/2R_a)/N$ とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

I / V 変換回路 1 1 7 は、磁気センサ 1 1 6 が出力する電流信号を電圧信号に変換し、抵抗を介して接続された同軸ケーブル 1 2 0 をドライブする。ここでは、オペアンプ OP を用い、出力電圧を直列接続された 2 本の抵抗素子 R b で負帰還を行なっている。オペアンプ OP の非反転入力端子は同軸ケーブル 1 2 0 の外部導体に接続されている。この場合 I / V 変換回路 1 1 7 の出力電圧は、 $(V / N) \cdot (R b / R a)$ となる。R b = R a とすると、出力電圧は V / N となる。

【 0 0 2 9 】

導体 1 1 3 と磁気センサ 1 1 6 とは非接触であり、電氣的に絶縁されている。このため、正極リード 1 1 1 と負極リード 1 1 2 と 2 本の抵抗素子 R a を含んで構成される導体 1 1 3 がフローティング側となっている。絶縁電圧測定を行なうフローティング側であるから接地リードは不要である。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、電圧プローブ 1 0 0 のフローティング側は 2 本の抵抗素子が接続された平衡回路となっている。このため、接地容量の影響により I M R R 特性が劣化することを防ぐことができる。また、フローティング側は、抵抗素子のみで構成し、容量を用いていないため、負荷効果を低減することができる。

【 0 0 3 1 】

なお、2 本の抵抗素子 R a を用いたのは、平衡回路であることを強調するためであり、実装上は、図 2 に示すように抵抗 R 1 (= 2 R a) で構成することができる。I / V 変換回路 1 1 7 に用いられている 2 本の抵抗素子 R b についても同様に抵抗 R 2 (= 2 R b) で構成することができる。

20

【 0 0 3 2 】

導体 1 1 3 と磁気センサ 1 1 6 との位置関係は、例えば、導体 1 1 3 の近傍に磁気センサ 1 1 6 を配置したり、導体 1 1 3 の周りにロゴスキーセンサ等のフレキシブルな形状の磁気センサ 1 1 6 を非接触で巻き付けたりすることができる。

【 0 0 3 3 】

あるいは、図 3 に示すように、導体 1 1 3 の周りを磁気コア 1 1 6 a で囲み、電流が発生させる磁束を集めて検出してもよい。本図では、励磁信号発生器 1 1 6 b と検波器 1 1 6 c とを備え、磁性材 1 1 6 d に巻き付けた励磁コイル 1 1 6 e で両者を接続したフラックスゲート式磁気センサ 1 1 6 を例にしている。

30

【 0 0 3 4 】

上記の例では、磁気センサ 1 1 6 は磁界に応じた値の電流を出力するものとしたが、磁気センサが、磁界に応じた値の電圧を出力し、さらに同軸ケーブル 1 2 0 をドライブする能力を持つ場合には I / V 変換回路 1 1 7 は省略することができる。また、磁気センサが磁界に応じた値の電流を出力する場合であっても、測定器 2 0 0 が電流入力であれば、I / V 変換回路 1 1 7 は省略することができる。

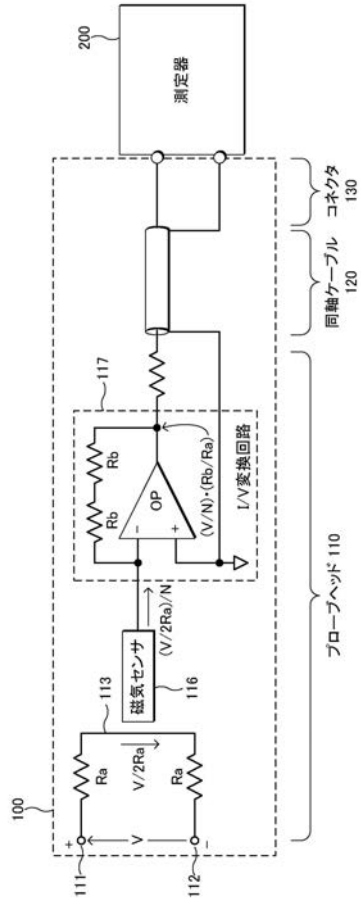
【 符号の説明 】

【 0 0 3 5 】

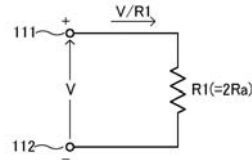
1 0 0 ... 電圧プローブ
 1 1 0 ... プローブヘッド
 1 1 1 ... 正極リード
 1 1 2 ... 負極リード
 1 1 3 ... 導体
 1 1 6 ... 磁気センサ
 1 1 7 ... I / V 変換回路
 1 2 0 ... 同軸ケーブル
 1 3 0 ... コネクタ
 2 0 0 ... 測定器

40

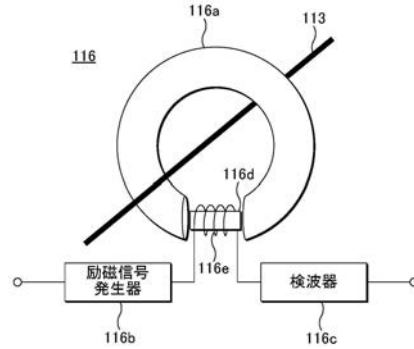
【図1】



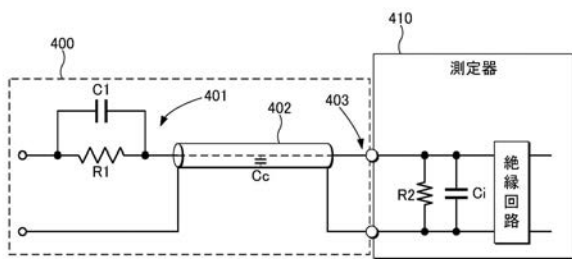
【図2】



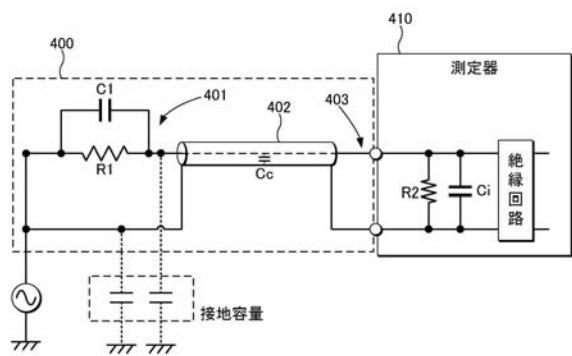
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

