(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5776887号
(P5776887)
(45)発行日　平成27年9月9日(2015.9.9)　(24)登録日　平成27年7月17日(2015.7.17)

(51)Int.Cl.　F I
G01K 7/20 (2006.01)　G01K 7/20 A
G01R 27/02 (2006.01)　G01R 27/02 R

請求項の数 5　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2011-113876(P2011-113876)
(22)出願日　平成23年5月20日(2011.5.20)
(65)公開番号　特開2012-242294(P2012-242294A)
(43)公開日　平成24年12月10日(2012.12.10)
審査請求日　平成26年4月1日(2014.4.1)

(73)特許権者　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
(72)発明者　中矢　晃司
東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号　横河電機株式会社内

審査官　藤田　憲二

(56)参考文献　実開昭６１－１８０３９９（ＪＰ，Ｕ）
特開２００８－２４９３５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１９６５０９（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】３線式抵抗測定装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定抵抗の一端に第１配線を介して第１電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端に第２配線を介して第２電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端が第３配線を介して基準電位に接続され、前記第２電流源の電流回路に基準抵抗が挿入接続されると共に、前記第１電流源および前記第２電流源の出力電位差を示す第１電圧信号と、前記基準抵抗の端子間の電圧降下を示す第２電圧信号に基づいて前記被測定抵抗の値を演算する信号処理部を具備する３線式抵抗測定装置において、
前記第１電流源および前記第２電流源の、前記第１配線および前記第２配線への接続を切り替える電流切り替え手段を備え、
前記信号処理部は、切り替え前の前記第１電圧信号および前記第２電圧信号と、切り替え後の前記第１電圧信号および前記第２電圧信号に基づいて前記被測定抵抗の値を演算し、
前記電流切り替え手段は、前記第１電流源の出力を前記第２電流源の出力に接続させることを特徴とする３線式抵抗測定装置。
【請求項２】
前記基準抵抗は、前記第２電流源の出力と前記第２配線間に接続されていることを特徴とする請求項１に記載の３線式抵抗測定装置。
【請求項３】
前記基準抵抗は、前記基準電位と前記第３配線間に接続されていることを特徴とする請

求項１に記載の３線式抵抗測定装置。
【請求項４】
前記信号処理部は、前記第１電圧信号と前記第２電圧信号を時系列的に入力することを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の３線式抵抗測定装置。
【請求項５】
前記被測定抵抗は、測温抵抗体であることを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の３線式抵抗測定装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、被測定抵抗の一端に第１配線を介して第１電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端に第２配線を介して第２電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端が第３配線を介して基準電位に接続され、前記第２電流源の電流回路に基準抵抗が挿入接続されると共に、前記第１電流源および前記第２電流源の出力電位差を示す第１電圧信号と、前記基準抵抗の端子間の電圧降下を示す第２電圧信号に基づいて前記被測定抵抗の値を演算する信号処理部を具備する３線式抵抗測定装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
１個の電流源を用いる３線式抵抗測定装置は、特許文献１に開示されている。被測定抵抗やフィールド配線の断線を警報するバーンアウト回路を容易に組み込むことができる２個の電流源を用いる方式も提案されており（ＴＩ社のＡＤＳ１２４８など）、何れも周知である。
【０００３】
図５は、２個の電流源を用いる従来の３線式抵抗測定装置の構成例を示す機能ブロック図である。フィールド側（Ａ）と測定器側（Ｂ）とのインタフェースＦに、３個の端子Ｐ１、Ｐ２、Ｐ３が設けられている。
【０００４】
被測定抵抗である測温抵抗体（抵抗値Ｒrtd）１０の一端は、配線抵抗２１（抵抗値Ｒa）を持つ第１配線３１を経由し、端子Ｐ１を介して第１電流源４１に接続され、電流Ｉaが流れる。
【０００５】
測温抵抗体１０の他端は、配線抵抗２２（抵抗値Ｒb）を持つ第２配線３２を経由し、端子Ｐ２および基準抵抗（抵抗値Ｒref）５０を介して第２電流源４２に接続され、電流Ｉbが流れる。
【０００６】
測温抵抗体１０の他端は、配線抵抗２３（抵抗値Ｒc）を持つ第３配線３３を経由し、端子Ｐ３およびバイアス抵抗（抵抗値Ｒbias）６０を介して基準電位に接続され、合流した電流Ｉa＋Ｉbが流れる。
【０００７】
第１電流源４１の出力電位Ｖaと第２電流源４２の出力電位Ｖbの電位差を示す第１電圧信号Ｖab(＝Ｖa－Ｖb)がＡＤ変換器７０でデジタル値に変換され信号処理部９０に入力される。第２電流源４２の出力電位Ｖbと、基準抵抗５０を経由した端子Ｐ２間の電位差（基準抵抗５０による電圧降下）を示す第２電圧信号Ｖbc(＝Ｖb－Ｖc)がＡＤ変換器８０でデジタル値に変換され信号処理部９０に入力される。
【０００８】
信号処理部９０は、入力する第１電圧信号Ｖab(＝Ｖa－Ｖb)と第２電圧信号Ｖbc（＝Ｖb－Ｖc）および基準抵抗５０の抵抗値Ｒrefに基づいて、測温抵抗体１０の抵抗値Ｒrtdを下式により演算する。
【０００９】
Ｒrtd＝Ｒref(Ｖab／Ｖbc＋１)　　（１）

【００１０】
ここで（１）式は、下式をにＲrtdついて解くことで求まる。
Ｖａ＝(Ｒａ＋Ｒrtd)Ｉａ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｖｂ＝(Ｒｂ＋Ｒref)Ｉｂ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｖｃ＝ＲｂＩｂ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｒａ＝Ｒｂ＝Ｒｃ
Ｉａ＝Ｉｂ
【００１１】
ここでは、３本の配線３１、３２、３３の配線抵抗２１、２２、２３は等しく、また２個の電流源４１、４２の出力電流値Ｉａ、Ｉｂも等しいとしているため、配線抵抗値による電圧降下分が全て打ち消され、差動電圧値と基準抵抗値から誤差なく測温抵抗体の抵抗値が求まる。なお、この抵抗値はJIS C 1604に規定の変換表に基づいて温度測定値へと変換される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１２】
【特許文献１】特開２０１０－４８７３３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
２個の電流源４１、４２の出力電流Ｉａ、Ｉｂ間に相対誤差がある場合、下式より測温抵抗体の抵抗値Ｒrtdが求まるが、２個の電流源の相対誤差に起因する測定誤差εが含まれることになる。
【００１４】
Ｒrtd＝Ｒref(１＋ε)(Ｖab／Ｖbc＋１)－{Ｒａ－Ｒｂ(１＋ε)}　　（２）
【００１５】
ここで（２）式は、下式をＲrtdについて解くことで求まり、εは２個の電流源４１、４２の出力電流間の相対誤差である。
Ｖａ＝(Ｒａ＋Ｒrtd)Ｉａ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｖｂ＝(Ｒｂ＋Ｒref)Ｉｂ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｖｃ＝ＲｂＩｂ＋(Ｒｃ＋Ｒbias)(Ｉａ＋Ｉｂ)
Ｒａ＝Ｒｂ＝Ｒｃ
Ｉａ＝Ｉ０、Ｉｂ＝Ｉ０(１＋ε)
【００１６】
上記（２）式の右辺第1項の誤差は製造時調整等で補正可能であるが、右辺第２項の誤差は配線抵抗値に比例する量であるため、設置環境（配線の長さや抵抗率）に依存してしまうので、補正が容易ではない。
【００１７】
本発明の目的は、２個の電流源の相対誤差に起因する測定誤差を打ち消すことを可能とする３線式抵抗測定装置を実現することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１８】
このような課題を達成するために、本発明は次の通りの構成になっている。
（１）被測定抵抗の一端に第１配線を介して第１電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端に第２配線を介して第２電流源が接続され、前記被測定抵抗の他端が第３配線を介して基準電位に接続され、前記第２電流源の電流回路に基準抵抗が挿入接続されると共に、前記第１電流源および前記第２電流源の出力電位差を示す第１電圧信号と、前記基準抵抗の端子間の電圧降下を示す第２電圧信号に基づいて前記被測定抵抗の値を演算する信号処理部を具備する３線式抵抗測定装置において、
前記第１電流源および前記第２電流源の、前記第１配線および前記第２配線への接続を

切り替える電流切り替え手段を備え、
前記信号処理部は、切り替え前の前記第１電圧信号および前記第２電圧信号と、切り替え後の前記第１電圧信号および前記第２電圧信号に基づいて前記被測定抵抗の値を演算し、
前記電流切り替え手段は、前記第１電流源の出力を前記第２電流源の出力に接続させることを特徴とする３線式抵抗測定装置。
【００１９】
（２）前記基準抵抗は、前記第２電流源の出力と前記第２配線間に接続されていることを特徴とする（１）に記載の３線式抵抗測定装置。
【００２０】
（３）前記基準抵抗は、前記基準電位と前記第３配線間に接続されていることを特徴とする（１）に記載の３線式抵抗測定装置。
【００２２】
（４）前記信号処理部は、前記第１電圧信号と前記第２電圧信号を時系列的に入力することを特徴とする（１）乃至（３）のいずれかに記載の３線式抵抗測定装置。
【００２３】
（５）前記被測定抵抗は、測温抵抗体であることを特徴とする（１）乃至（４）のいずれかに記載の３線式抵抗測定装置。
【発明の効果】
【００２４】
本発明によれば、２個の電流源を用いる３線式抵抗測定装置において、２個の電流源の相対誤差に起因する誤差が、被測温抵抗の抵抗値測定結果に影響を及ぼすことを回避することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２５】
【図１】本発明を適用した３線式抵抗測定装置の一実施例を示す機能ブロック図である。
【図２】本発明を適用した３線式抵抗測定装置の他の実施例を示す機能ブロック図である。
【図３】本発明を適用した３線式抵抗測定装置の更に他の実施例を示す機能ブロック図である。
【図４】本発明を適用した３線式抵抗測定装置の更に他の実施例を示す機能ブロック図である。
【図５】従来の３線式抵抗測定装置の構成例を示す機能ブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
以下本発明を、図面を用いて詳細に説明する。図１は、本発明を適用した３線式抵抗測定装置の一実施例を示す機能ブロック図である。図５で説明した従来構成と同一要素には同一符号を付して説明を省略する。
【００２７】
図５に示した従来構成に追加される本発明の特徴部は、第１電流源４１および第２電流源４２の出力先を交換（スワップ）する電流切り替え手段１００と、この電流切り替え手段１００の切り替え前の差動電圧と切り替え後の差動電圧を入力して演算する信号処理部２００を設けた構成にある。
【００２８】
電流切り替え手段１００が切り替え前の状態（実線矢印：パターン１）では、図５の従来構成と同一構成となり、第１配線３１には第１電流源４１からの電流Ｉaが流れ、第２配線３２および基準抵抗５０には第２電流源４２からの電流Ｉbが流れ、第３配線３３には合流した電流Ｉa＋Ｉbが流れる。
【００２９】
電流切り替え手段１００が切り替え後の状態（点線矢印：パターン２）では、第１配線

３１には電流Ｉbが流れ、第２配線３２および基準抵抗５０には電流Ｉaが流れ、第３配線３３には合流した電流Ｉa＋Ｉbが流れる。

【００３０】

電流切り替え手段１００の状態が実線（パターン１）の場合のＡＤ変換器７０および８０から得られる２つの差動電圧をVab1(＝Va1－Vb1)及びVbc1(＝Vb1－Vc1)とし、点線（パターン２）の場合の２つの差動電圧をVab2(＝Va2－Vb2)及びVbc2(＝Vb2－Vc2)とすると、測温抵抗体Ｒrtdの抵抗値はこれら４つの差動電圧値と基準抵抗値Ｒrefを用いて下式から求まる。

【００３１】

Ｒrtd＝Ｒref((Vab1＋Vab2)／(Vbc1＋Vbc2)＋１)　　（３）

【００３２】

上式（３）は、下式をＲrtdについて解くことで求まり、２個の電流源の相対誤差εを含む項が右辺にはないことがわかる。

Va1＝(Ra＋Rrtd)Ｉa＋(Rc＋Rbias)(Ｉa＋Ｉb)
Vb1＝(Rb＋Rref)Ｉb＋(Rc＋Rbias)(Ｉa＋Ｉb)
Vc1＝RbＩb＋(Rc＋Rbias)(Ｉa＋Ｉb)
Va2＝(Ra＋Rrtd)Ｉb＋(Rc＋Rbias))(Ｉa＋Ｉb)
Vb2＝(Rb＋Rref)Ｉa＋(Rc＋Rbias)(Ｉa＋Ｉb)
Vc2＝RbＩa＋(Rc＋Rbias)(Ｉa＋Ｉb)
Ra＝Rb＝Rc
Ｉa＝Ｉ0、Ｉb＝Ｉ0(１＋ε)

【００３３】

ここで、添字が“１”の電位は、電流切り替え手段１００の状態が実線（パターン１）の場合の電位、添字が“２”の電位は、電流切り替え手段１００の状態が点線（パターン２）の場合の電位を表す。

【００３４】

図２は、本発明を適用した３線式抵抗測定装置の他の実施例を示す機能ブロック図である。図１に示した実施例との差は、差動電圧Vabに基準抵抗５０の端子間電圧を含ませないことである。図の差動電圧Vabは基準抵抗５０と測温抵抗体１０の抵抗値の大小関係で両極値にも単極値にもなるが、図２の差動電圧Vabは正の単極値にしかならない。

【００３５】

図３は、本発明を適用した３線式抵抗測定装置の更に他の実施例を示す機能ブロック図である。図１、図２に示した実施例との差は、バイアス抵抗６０を省き、端子Ｐ３と基準電位間に基準抵抗５０が接続された構成である。

【００３６】

この構成では、電流切り替え手段１００の切り替えパターンに関係なく、基準抵抗５０の端子間電圧Vcは、Vref(Ｉa＋Ｉb)となり、この端子間電圧VcがＡＤ変換器８０に入力される。

【００３７】

この構成により、基準抵抗５０の両端間の差動電圧和(Vbc1＋Vbc2)を１回のＡＤ変換で取得可能となる。この構成を取る場合には、ＡＤ変換器８０の入力がゼロ電位を許容している必要がある。

【００３８】

図４は、本発明を適用した３線式抵抗測定装置の更に他の実施例を示す機能ブロック図である。この実施例の特徴は、電流切り替え手段１００が、図１乃至図２で示したパターン１、パターン２に加えて、２個の定電流源出力を加算して基準抵抗５０に出力する鎖線で示すパターン３を備えている構成にある。

【００３９】

パターン３では、基準抵抗５０に流れる電流はＩa＋Ｉbとなる。従って、ＡＤ変換器８０の入力電圧は、Vref(Ｉa＋Ｉb)となり、図３の場合と同一になり、基準抵抗５０の両

端間の差動電圧和(Ｖbc1＋Ｖbc2)を１回のＡＤ変換で取得可能となる。ＡＤ変換器８０の入力電圧がゼロ電位を許容せずバイアス抵抗６０を必要とする構成に適用可能である。

【００４０】

図１乃至図４に示した実施例では、ＡＤ変換器７０およびＡＤ変換器８０の２個の構成を例示したが、１個のＡＤ変換器の前段に入力電圧切り替え手段を設け、差動電圧入力を時系列的に信号処理部に取り込んで処理する構成をとることができる。

【００４１】

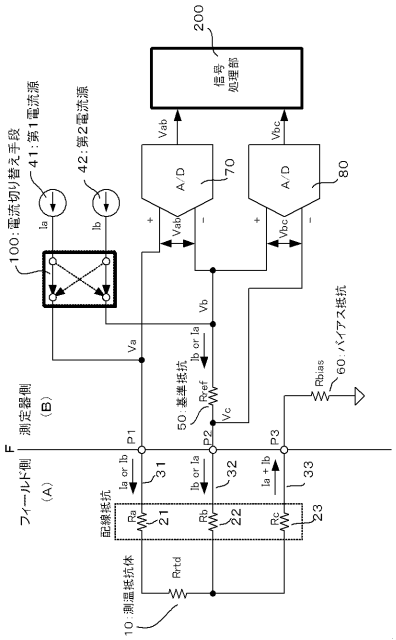
図１乃至図４に示した実施例では、被測定対象として測温抵抗体１０を例示したが、これに限定されるものではなく、２個の電流源を用いた３線式抵抗体測定装置一般に適用することが可能である。

【符号の説明】

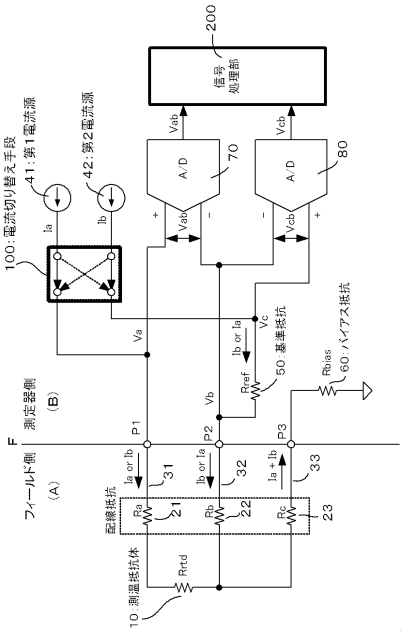
【００４２】

１０　測温抵抗体
２１、２２、２３　配線抵抗
３１、３２、３３　第１、第２、第３配線
４１　第１電流源
４２　第２電流源
５０　基準抵抗
６０　バイアス抵抗
７０、８０　ＡＤ変換器
１００　電流切り替え手段
２００　信号処理部

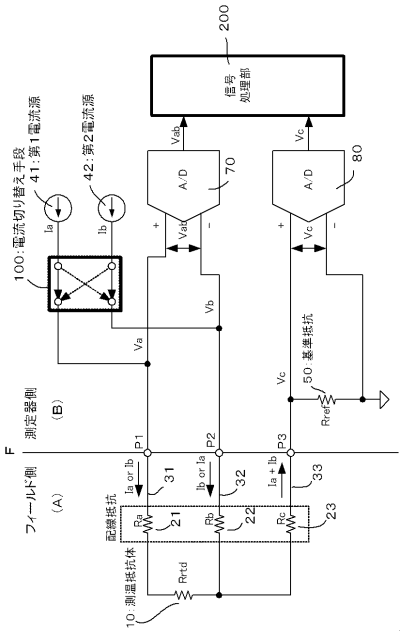
【図１】



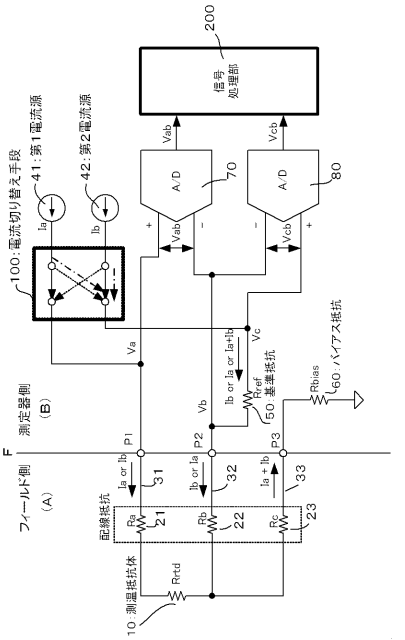
【図２】



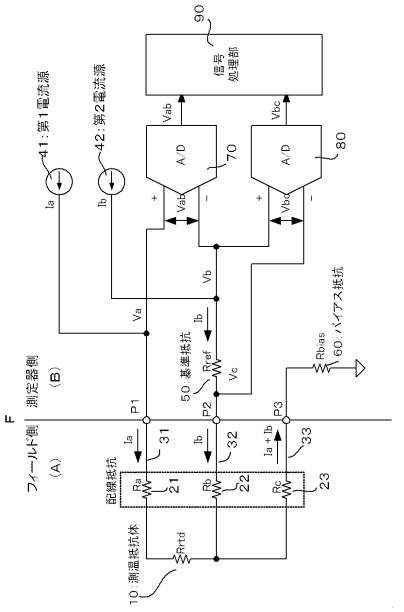
【図３】


200
信号処理部
100:電流切り替え手段
41:第1電流源
42:第2電流源
A/D
70
80
Vab
Vcb
Va
Vb
Vc
50 基準抵抗
Rref
測定器側
(B)
フィールド側
(A)
P1
P2
P3
配線抵抗
Ra
Rb
Rc
21
22
23
31
32
33
Ia or Ib
Ib or Ia
Ia + Ib
10:測温抵抗体
Rrtd

【図４】


200
信号処理部
100:電流切り替え手段
41:第1電流源
42:第2電流源
A/D
70
80
Vab
Vcb
Va
Vb
Vc
Ib or Ia or Ia+Ib
50 基準抵抗
Rref
60:バイアス抵抗
Rbias
測定器側
(B)
フィールド側
(A)
P1
P2
P3
配線抵抗
Ra
Rb
Rc
21
22
23
31
32
33
Ia or Ib
Ib or Ia
Ia + Ib
10:測温抵抗体
Rrtd

【図５】


90
信号処理部
41:第1電流源
42:第2電流源
A/D
70
80
Vab
Vbc
Va
Vb
Vc
Ib
50 基準抵抗
Rref
60:バイアス抵抗
Rbias
測定器側
(B)
フィールド側
(A)
P1
P2
P3
配線抵抗
Ra
Rb
Rc
21
22
23
31
32
33
Ia
Ib
Ia + Ib
10:測温抵抗体
Rrtd

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｇ０１Ｋ　　１／００－１９／００
Ｇ０１Ｒ　２７／０２