

(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2016-99344

(P2016-99344A)

(43) 公開日 平成28年5月30日 (2016.5.30)

(51) Int.Cl.  
G01R 27/02 (2006.01)

F I  
G01R 27/02

テーマコード (参考)  
2G028

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-214201 (P2015-214201)  
 (22) 出願日 平成27年10月30日 (2015.10.30)  
 (31) 優先権主張番号 103139913  
 (32) 優先日 平成26年11月18日 (2014.11.18)  
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 510002442  
 台達電子工業股▲ふん▼有限公司  
 Delta Electronics, I  
 n c.  
 台湾桃園縣中▲れき▼市中▲れき▼工業區  
 東園路3號  
 No. 3, Tungyuan Road,  
 Chungli Industrial  
 Zone, Chungli City, T  
 aoyuan County Taiwa  
 n  
 (74) 代理人 110000383  
 特許業務法人 エビス国際特許事務所

最終頁に続く

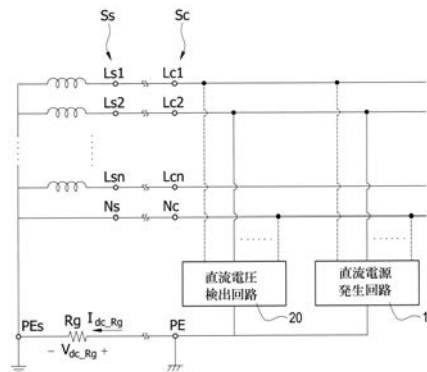
(54) 【発明の名称】 接地抵抗測定装置及びその操作方法

(57) 【要約】

【課題】装置接地点と遠隔給電接地点との間の接地抵抗の大きさを正確に計算することが可能な接地抵抗測定装置及びその操作方法を提供する。

【解決手段】本発明の接地抵抗測定装置は、交流電源側の接地抵抗を測定し、交流電源を供給する装置入力側に電氣的に接続される。前記接地抵抗測定装置は、直流電源発生回路と直流電圧検出回路とを含む。前記直流電源発生回路は、前記交流電源を受けて直流電源に変換する。前記直流電源により、前記接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生させる。交流電源回路の直流成分の和が0であるという特性を利用して、前記直流電圧検出回路は、前記装置入力側と装置接地点との間の直流電圧差値を測定して前記直流抵抗電圧に等しいことにより、前記接地抵抗の大きさを算出して検出する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

交流電源を供給する装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源側の接地抵抗の大きさを測定するための接地抵抗測定装置であって、

前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源を受けて、前記接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生するための直流電源に変換する直流電源発生回路と

、  
前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記装置入力側と前記装置接地点との間の直流電圧差値を検出する直流電圧検出回路と、を含み、

交流電源回路の直流成分の和が 0 である場合に前記直流電圧差値が前記接地抵抗の前記直流抵抗電圧に等しい特性を利用して、前記接地抵抗の大きさを算出して検出することを特徴とする接地抵抗測定装置。

10

**【請求項 2】**

前記直流電源発生回路は、

前記装置入力側に電氣的に接続される少なくとも 1 つのダイオードと、

前記少なくとも 1 つのダイオードに接続される抵抗器と、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の接地抵抗測定装置。

**【請求項 3】**

前記少なくとも 1 つのダイオードのカソード端子は、前記抵抗器の一端に接続され、前記少なくとも 1 つのダイオードのアノード端子は、前記装置入力側に接続されることを特徴とする請求項 2 に記載の接地抵抗測定装置。

20

**【請求項 4】**

前記少なくとも 1 つのダイオードのアノード端子は、前記抵抗器の一端に接続され、前記少なくとも 1 つのダイオードのカソード端子は、前記装置入力側に接続されることを特徴とする請求項 2 に記載の接地抵抗測定装置。

**【請求項 5】**

前記直流電源発生回路は、直流電圧源を発生し、

前記接地抵抗測定装置は、マイクロプロセッサをさらに含み、前記直流抵抗電圧を受け、前記直流電圧源及び前記直流抵抗電圧に基づいて、前記接地抵抗の大きさを算出し、

前記マイクロプロセッサは、前記交流電源の変動状況に基づいて、受けた前記直流抵抗電圧に応じて、算出した前記接地抵抗の大きさを固定値に維持することを特徴とする請求項 1 に記載の接地抵抗測定装置。

30

**【請求項 6】**

前記直流電源発生回路は、直流電流源を発生し、

前記接地抵抗測定装置は、マイクロプロセッサをさらに含み、前記直流抵抗電圧を受け、前記直流抵抗電圧と前記直流電流源との比を算出することにより、前記接地抵抗の大きさを算出し、

前記マイクロプロセッサは、前記交流電源の変動状況に基づき、受けた前記直流抵抗電圧に応じて、算出した前記接地抵抗の大きさを固定値に維持することを特徴とする請求項 1 に記載の接地抵抗測定装置。

40

**【請求項 7】**

前記直流電圧検出回路は、差動増幅回路と、ローパスフィルタ回路と、ゲイン調整回路とを含み、

前記差動増幅回路は、差動演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとを含み、

前記差動演算増幅器は、2 つの入力端子がそれぞれ前記装置接地点と前記装置入力側の給電線又は中性線とに電氣的に接続されることにより、前記給電線又は中性線の電圧と前記装置接地点との電圧差を抽出して差動電圧を出力し、

前記ローパスフィルタ回路は、演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとを含み、前記差動電圧を受けてフィルタリングすることにより、前記直流抵抗電圧を取得し

50

、ゲイン調整回路は、演算増幅器と、複数の抵抗器とを含み、前記直流抵抗電圧を受けることにより、前記直流抵抗電圧のゲインが調整直流抵抗電圧になるように調整することを特徴とする請求項 1 に記載の接地抵抗測定装置。

【請求項 8】

交流電源を供給する装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源側の接地抵抗の大きさを測定するための接地抵抗測定装置の操作方法であって、

(a) 前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源を受けるための直流電源発生回路を提供するステップと、

(b) 前記交流電源を直流電源に変換し、前記直流電源により前記接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生させるステップと、

(c) 前記装置入力側と前記装置接地点との間の直流電圧差値を検出する直流電圧検出回路を提供するステップと、

(d) 交流電源回路の直流成分の和が 0 である場合に前記直流電圧差値が前記接地抵抗の前記直流抵抗電圧に等しい特性を利用して、前記接地抵抗の大きさを算出して検出するステップと、

を含むことを特徴とする接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 9】

前記直流電源発生回路は、

前記装置入力側に電氣的に接続される少なくとも 1 つのダイオードと、

前記少なくとも 1 つのダイオードに接続される抵抗器と、

を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つのダイオードのカソード端子は、互いに電氣的に接続されるとともに、前記抵抗器の一端に接続され、

前記少なくとも 1 つのダイオードのアノード端子は、前記装置入力側に接続されることを特徴とする請求項 9 に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つのダイオードのアノード端子は、互いに電氣的に接続されるとともに、前記抵抗器の一端に接続され、

前記少なくとも 1 つのダイオードのカソード端子は、前記装置入力側に接続されることを特徴とする請求項 9 に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 12】

前記直流電源発生回路は、直流電圧源を発生し、

前記接地抵抗測定装置は、マイクロプロセッサをさらに含み、前記直流抵抗電圧を受け、前記直流電圧源及び前記直流抵抗電圧に基づいて、前記接地抵抗の大きさを算出し、

前記マイクロプロセッサは、前記交流電源の変動状況に基づいて、受けた前記直流抵抗電圧に応じて、算出した前記接地抵抗の大きさを固定値に維持することを特徴とする請求項 8 に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 13】

前記直流電源発生回路は、直流電流源を発生し、

前記接地抵抗測定装置は、マイクロプロセッサをさらに含み、前記直流抵抗電圧を受け、前記直流抵抗電圧と前記直流電流源との比を算出することにより、前記接地抵抗の大きさを算出し、

前記マイクロプロセッサは、前記交流電源の変動状況に基づき、受けた前記直流抵抗電圧に応じて、算出した前記接地抵抗の大きさを固定値に維持することを特徴とする請求項 8 に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【請求項 14】

前記直流電圧検出回路は、差動増幅回路と、ローパスフィルタ回路と、ゲイン調整回路とを含み、

10

20

30

40

50

前記差動増幅回路は、差動演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとを含み

、  
前記差動演算増幅器は、2つの入力端子がそれぞれ前記装置接地点と前記装置入力側の給電線又は中性線とに電氣的に接続されることにより、前記給電線又は中性線の電圧と前記装置接地点との電圧差を抽出して差動電圧を出力し、

前記ローパスフィルタ回路は、演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとを含み、前記差動電圧を受けてフィルタリングすることにより、前記直流抵抗電圧を取得し

、  
ゲイン調整回路は、演算増幅器と、複数の抵抗器とを含み、前記直流抵抗電圧を受けることにより、前記直流抵抗電圧のゲインが調整直流抵抗電圧になるように調整することを特徴とする請求項8に記載の接地抵抗測定装置の操作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、接地抵抗測定装置及びその操作方法に関し、特に、交流電源側に用いられる接地抵抗測定装置及びその操作方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、電気自動車及びその充電ステーションに関する国際法規又は基準において、UL 2231-1基準は、主に人身保護に関連している。その適用範囲は、米国電気工事規程に基づく感電による人身危害を防ぐための電気自動車の充電回路の要件を満たす一般規定が適用される。

また、適用範囲の拡大に伴って、配電システムは、完全な等電位接続システムになるように、通常、PE保護線によって電気装置の露出部分及び導電部分に接続される。そして、絶縁の損傷により引き起こされる故障電流の大きさは、接地抵抗値の大きさと絶対的関連性を有している。言い換えれば、良好な接地があるこそ、電氣的安全性があり、人身の安全を確保できる。そのため、電源側の接地抵抗を正確的に検出することは、接地故障の検出や良好な接地の実現に大きく寄与することができる。

【0003】

図1Aないし図1Cは、従来技術の接地抵抗検出回路を示す回路図である。図1A及び図1Bに示す交流電源側の接地抵抗検出方法について、現在、フォトカプラOP（図1Aに示す）又はトランジスタスイッチQ1と抵抗器R1、R2（図1Bに示す）との組み合わせによって、交流電源側の接地抵抗Rgの状況を検知するものは、よく知られている。具体的に、図2Aに示すように、接地抵抗Rgが短絡した場合、出力端子Paに一致したデューティサイクル(duty cycle)の方形波信号を発生する。逆に、接地抵抗Rgが高抵抗状態(M程度)である場合、出力端子Paで測定した方形波信号が変わる。したがって、その方形波信号のデューティサイクルが一致するか変わるかによって、接地抵抗Rgの状況を分かることが可能になっている。なお、図1Cに示す従来技術は、整流した後の出力端子Paの電圧振幅の大きさ（図2Bに示すように、方形波信号ではない）によって、接地抵抗Rgが変わったかを判断する。こうすると、出力端子Paの出力波形を検出することによって、交流電源側の接地抵抗Rgの状況をおおまかに判断することができる。

【0004】

しかし、現在の検出方法には、以下の欠点が存在する。

1. 接地抵抗Rgの大きさを高精度に検出することができない。すなわち、出力端子Paの波形を検出することで交流電源側の接地抵抗Rgの状況を判断する現在の検出方法では、一致したデューティサイクルの方形波信号に対して、その接地抵抗Rgが短絡したことを判断することができるが、出力振幅の不規則な波形に対して、その接地抵抗Rgの状況を高精度に判断することができない。

2. 小さな抵抗値を有する接地抵抗Rgを検出することができない。すなわち、現在の

10

20

30

40

50

検出方法は、ほとんど50K 或いは200K 以上の接地抵抗 $R_g$ のみを検出できるため、接地抵抗 $R_g$ の抵抗値が比較的小さい場合、重大な誤検出になるおそれがある。

3. 接地線に流れる漏れ電流が比較的に大きいため、人体感電や電気機器の損傷を引き起こす可能性が高い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、交流電源回路の直流成分の和が0である場合に装置入力側と装置接地点との間の直流電圧差値が直流抵抗電圧の大きさに等しいという特性を利用して、発生した既知の電圧源又は電流源に合わせることで、装置接地点と遠隔給電接地点との間の接地抵抗の大きさを正確に計算することが可能な接地抵抗測定装置及びその操作方法を如何にして設計するかということは、本発明の発明者が克服して、解決すべき一大課題である。

前述した従来技術の欠点を改善するため、本発明は接地抵抗測定装置及びその操作方法を提供することにより、従来技術の問題を克服する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の前述の目的を達成するため、本発明の接地抵抗測定装置は、交流電源を供給する装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源側の接地抵抗の大きさを測定する。前記接地抵抗測定装置は、直流電源発生回路と直流電圧検出回路とを含む。前記直流電源発生回路は、前記交流電源を受けるために、前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源を直流電源に変換する。前記直流電源により、前記接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生させる。前記直流電圧検出回路は、前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記装置入力側と前記装置接地点との間の直流電圧差値を検出する。交流電源回路の直流成分の和が0である場合に前記直流電圧差値が前記接地抵抗の前記直流抵抗電圧に等しい特性を利用して、前記接地抵抗の大きさを算出して検出する。

【0007】

本発明の前述の目的を達成するため、本発明の接地抵抗測定装置の操作方は、交流電源を供給する装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源側の接地抵抗の大きさを測定するための接地抵抗測定装置に適用される。前記接地抵抗測定装置の操作方は、(a)前記装置入力側と前記装置接地点とに電氣的に接続され、前記交流電源を受けるための直流電源発生回路を提供するステップと、(b)前記交流電源を直流電源に変換し、前記直流電源により前記接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生させるステップと、(c)前記装置入力側と前記装置接地点との間の直流電圧差値を検出する直流電圧検出回路を提供するステップと、(d)交流電源回路の直流成分の和が0である場合に前記直流電圧差値が前記接地抵抗の前記直流抵抗電圧に等しい特性を利用して、前記接地抵抗の大きさを算出して検出するステップとを含む。

【発明の効果】

【0008】

本発明の特徴と利点は次の通りである。

1. 接地抵抗測定装置は多相電力システムに適用できるため、接地抵抗測定装置の適応性及び靱性を高めることができる。

2. 受動電子部品を利用して、直流電源発生回路10を設計することにより、回路の開発コストを削減し、制御回路の設計を簡素化することができる。

3. 交流電源回路の直流成分の和が0である場合に装置入力側 $S_c$ と装置接地点 $P_E$ との間の直流電圧差値が直流抵抗電圧 $V_{d_c-R_g}$ の大きさに等しいという特性を利用して、直流電源発生回路10によって既知の電圧源又は電流源の発生合わせて、マイクロプロセッサによって装置接地点 $P_E$ (クライアント)と遠隔給電接地点 $P_{Es}$ との間の接地抵抗 $R_g$ の大きさを正確に計算することができ、且つ、小さな抵抗値を有する接地抵抗 $R_g$ を正確に検出することができる。

10

20

30

40

50

4. 接地線に流れる漏れ電流が小さいため、人体及び電気機器の保護を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】従来技術の接地抵抗検出回路を示す回路図である。

【図1B】従来技術のもう一つの接地抵抗検出回路を示す回路図である。

【図1C】従来技術の他の接地抵抗検出回路を示す回路図である。

【図2A】図1A及び図1Bの接地抵抗検出回路の出力信号を示す波形図である。

【図2B】図1Cの接地抵抗検出回路の出力信号を示す波形図である。

【図3】本発明の接地抵抗測定装置を模式的に示す回路ブロック図である。

10

【図4A】本発明の一実施例による直流電源発生回路は直流電流源である場合を示す回路図である。

【図4B】本発明の一実施例による直流電源発生回路は直流電圧源である場合を示す回路図である。

【図4C】本発明の第1実施例による直流電源発生回路を示す回路図である。

【図4D】本発明の第2実施例による直流電源発生回路を示す回路図である。

【図5】本発明の好適な実施例による直流電圧検出回路を示す回路図である。

【図6】本発明の接地抵抗測定装置に適用するマイクロプロセッサを示す回路ブロック図である。

【図7】本発明の接地抵抗測定装置を交流電源側に適用する場合を示す詳細な回路図である。

20

【図8】本発明の接地抵抗測定装置の操作方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の所定目的を達成するために採用する技術、手法および効果がより詳しく理解できるように、下記に示す本発明についての詳細な説明および図面を参照されたい。これにより本発明の目的、特徴および特長がより一層、しかも具体的に理解できるものと信じる。しかしながら図面は参考および説明用に過ぎず、本発明を限定するためのものではない。

【0011】

30

以下、本発明の技術内容及び詳細な説明について、図面を参照しつつ説明する。

図3は、本発明の接地抵抗測定装置を模式的に示す回路ブロック図である。接地抵抗測定装置は、装置接地点PEと給電接地点PEsとの間の接地抵抗 $R_g$ の大きさを測定する。接地抵抗測定装置は、交流電源側Ssの相間に対応する装置入力側Scに電氣的に接続される。言い換えれば、交流電源は三相4線式である場合、交流電源側Ssは、3本の給電線Ls1~Ls3及び1本の中性線Nsを有する。装置入力側Scは、それに対応して3本の給電線Lc1~Lc3及び1本の中性線Ncを有する。同様に、交流電源が三相3線式である場合、交流電源側Ssは、3本の給電線Ls1~Ls3を有する。装置入力側Scは、それに対応して3本の給電線Lc1~Lc3を有する。特に、本発明の接地抵抗測定装置は、n相電力システムに適用することが可能である。また、交流電源側Ssから装置入力側Scまでの距離は、一般に非常に長い距離、少なくとも数百メートル~数十キロメートルも離れている。そのため、図3において、二重波線は、交流電源側Ssと装置入力側Scとは隣接して設置されていないことを意味する。同様に、二重波線は、装置接地点PEと給電接地点PEsとは隣接して設置されていないことを意味する。

40

【0012】

接地抵抗測定装置は、主として直流電源発生回路10と直流電圧検出回路20とを含む。直流電源発生回路10は、装置入力側Scと装置接地点PEとに電氣的に接続される。具体的に、直流電源発生回路10の一側は装置入力側Scの各相の配線に電氣的に接続され、他側は装置接地点PEに電氣的に接続される。図3に示すように、直流電源発生回路10の一側は複数の給電線Lc1~Lc3と中性線Ncとに電氣的に接続され、他側は装

50

置接地点 P E に電氣的に接続される。直流電圧検出回路 2 0 は、装置入力側 S c と装置接地点 P E とに電氣的に接続される。言い換えれば、直流電圧検出回路 2 0 の一側は装置入力側 S c のいずれかの一相の配線に電氣的に接続され、他側は装置接地点 P E に電氣的に接続される。図 3 に示すように、直流電圧検出回路 2 0 の一側は、複数の給電線 L c 1 ~ L c 3 及び中性線 N c のうち 1 本に電氣的に接続される。本実施例において、直流電圧検出回路 2 0 の一側は給電線 L c 2 に電氣的に接続されるため、他の給電線又は中性線 N c との接続を点線で表す。また、直流電圧検出回路 2 0 のもう一側は、装置接地点 P E に電氣的に接続される。特に、本発明の直流電圧検出回路 2 0 は、いずれか一相の給電線又は中性線 N c に接続しさえすればよい。

#### 【 0 0 1 3 】

直流電源発生回路 1 0 は、直流成分の電圧又は電流を発生するための、直流電圧発生回路又は直流電流発生回路であってもよい。直流電源発生回路 1 0 は、直流成分の電源を発生し、その直流電源により、接地抵抗 R g の両端に直流抵抗電圧  $V_{d c \_ R g}$  及び接地抵抗 R g に流れる直流抵抗電流  $I_{d c \_ R g}$  を発生する。仮に直流電源が直流電流源である場合、接地抵抗 R g に流れる直流抵抗電流  $I_{d c \_ R g}$  は既知である。なお、交流電源回路全体における直流成分 ( D C c o m p o n e n t s ) の和が 0 であるため、直流抵抗電圧  $V_{d c \_ R g}$  の大きさは、装置入力側 S c の給電線 L c 1 ~ L c 3 のうち一相又は中性線 N c と、装置接地点 P E との間の直流電圧差に等しい。そのため、給電接地点 P E s と装置接地点 P E との直流電圧差を直接測定する必要なく、装置入力側 S c のところで、給電線 L c 1 ~ L c 3 のうち一相又は中性線 N c と装置接地点 P E との間の直流電圧差を測定すると、接地抵抗 R g の両端の直流抵抗電圧  $V_{d c \_ R g}$  を得ることができる。故に、直流抵抗電圧  $V_{d c \_ R g}$  と直流抵抗電流  $I_{d c \_ R g}$  との比を算出することにより、装置接地点 P E ( クライアント ) と給電接地点 P E s との間の接地抵抗 R g の大きさを得ることができる。仮に直流電源発生回路 1 0 が直流電圧源を発生する場合、単純な分圧の法則を利用して接地抵抗 R g の大きさを算出することができる。

#### 【 0 0 1 4 】

仮に直流電源発生回路 1 0 が直流電流発生回路である場合、直流電源発生回路 1 0 は、直流電流  $I_{d c}$  を発生し、接地抵抗 R g に流入する直流電流  $I_{d c}$  が直流抵抗電流  $I_{d c \_ R g}$  になり、接地抵抗 R g の両端に直流抵抗電圧  $V_{d c \_ R g}$  を発生する。

#### 【 0 0 1 5 】

特に、実際の回路は上述した実施態様に限定されない。言い換えれば、直流電源発生回路 1 0 の入力側及び出力側を複数の給電線 L c 1 ~ L c 3 と中性線 N c とのいずれかの 2 つに電氣的に接続するとともに、それに合わせて出力側を装置接地点 P E に接続することにより、発生した直流成分の電圧又は電流によって、装置接地点 P E と給電接地点 P E s との間の接地抵抗 R g の大きさを高精度に算出することを実現することができる。

#### 【 0 0 1 6 】

以下、直流電源発生回路 1 0 及び直流電圧検出回路 2 0 の詳細な回路及びその操作方法について説明する。

#### 【 0 0 1 7 】

本発明において、直流電源発生回路 1 0 は、直流電流源又は直流電圧源であってもよい。図 4 A は、本発明の一実施例による直流電源発生回路は直流電流源である場合を示す回路図である。上述したように、直流電源発生回路 1 0 は、装置入力側 S c と装置接地点 P E とに電氣的に接続され、装置入力側 S c の交流電圧を直接受ける。そのため、直流電源発生回路 1 0 が装置入力側 S c の交流電圧を変換することにより、直流電流  $I_{d c}$  を出力することができる。また、図 4 B は、本発明の一実施例による直流電源発生回路は直流電圧源である場合を示す回路図である。上述したように、直流電源発生回路 1 0 は、装置入力側 S c の交流電圧を直接受けて、装置入力側 S c の交流電圧を直流電圧  $V_{d c}$  に変換して出力する。直流電圧  $V_{d c}$  は、純粋な直流電圧であることに限定されず、整流及び / 又はフィルタリングによって得た直流電圧であってもよい。図 4 C は、本発明の第 1 実施例による直流電源発生回路を示す回路図である。直流電源発生回路 1 0 は、複数のダイオー

10

20

30

40

50

ド  $D_1 \sim D_{n+1}$  と抵抗器  $R_{dc}$  とを含む。複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  は、装置入力側  $S_c$  の3本の給電線  $L_{c1} \sim L_{c3}$  及び中性線  $N_c$  に対応して電氣的に接続される。図4Cに示すように、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  のアノード端子は、装置入力側  $S_c$  の3本の給電線  $L_{c1} \sim L_{c3}$  及び中性線  $N_c$  に対応して電氣的に接続される。抵抗器  $R_{dc}$  の一端は複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  のカソード端子に電氣的に接続される。複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  と抵抗器  $R_{dc}$  との接続構成により、装置入力側  $S_c$  の交流電圧は、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  によって直流電圧源に整流され、抵抗器  $R_{dc}$  によって装置接地点  $PE$  に接続される。そのため、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  及び抵抗器  $R_{dc}$  によって、直流電源発生回路を実現することができる。特に、本実施例において、装置入力側  $S_c$  のうち一相に対応するダイオードを1つのみ使って、直流成分電源を一つのみ発生させればよい。本実施例において、ダイオード  $D_2$  が給電線  $L_{c2}$  に対応して接続されるため、図4Cには実線で表す。これに対し、その他のダイオードが給電線又は中性線  $N_c$  に選択的に接続されることを点線で表す。

10

#### 【0018】

図4Dは、本発明の第2実施例による直流電源発生回路を示す回路図である。図4Dと図4Cの最大の相違点は、図4Dにおいて、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  のカソード端子は、装置入力側  $S_c$  の3本の給電線  $L_{c1} \sim L_{c3}$  及び中性線  $N_c$  に対応して電氣的に接続される。抵抗器  $R_{dc}$  の一端は複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  のアノード端子に電氣的に接続される。複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  の極性が変わるため、装置入力側  $S_c$  の交流電圧は、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  によって直流電圧源に整流され、抵抗器  $R_{dc}$  によって装置接地点に接続される。第2実施例と上記第1実施例の差異点は、図4Dにおける直流電流  $I_{dc}$  の方向は、図4Cにおける直流電流  $I_{dc}$  の方向と逆になる。言い換えれば、図4C及び図4Dにおいて、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  が装置入力側  $S_c$  の交流電圧の正負の半サイクルに対応して整流した後、抵抗器  $R_{dc}$  により直流電源が発生する。故に、複数のダイオード  $D_1 \sim D_{n+1}$  及び抵抗器  $R_{dc}$  によって、直流電源発生回路を同様に実現することができる。

20

#### 【0019】

特に、本発明において、図4C及び図4Dの2つの実施態様のみを提供するが、これらに限定されない。実際に適用する場合に、直流電源発生回路10は、交流電圧を直流電流又は直流電圧に変更できる回路、例えば、電流ミラー回路 (current mirror circuit) 又は他の回路を用いて実現することが可能である。

30

#### 【0020】

図5は、本発明の好適な実施例による直流電圧検出回路を示す回路図である。直流電圧検出回路20は、主として差動増幅回路202とローパスフィルタ回路204とを含む。差動増幅回路202は、差動演算増幅器  $Op\_diff$  と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとによって構成される。具体的に、差動演算増幅器  $Op\_diff$  は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、装置接地点  $PE$  に電氣的に接続され、反転入力端子は、装置入力側  $S_c$  の複数の給電線  $L_{c1} \sim L_{c3}$  又は中性線  $N_c$  のうち1本に電氣的に接続される。差動増幅回路202は、給電線  $L_{c1} \sim L_{c3}$  のうち一相又は中性線  $N_c$  と装置接地点  $PE$  との電圧差を抽出することにより、差動電圧  $V_{diff}$  を出力する。ローパスフィルタ回路204は、差動増幅回路202に電氣的に接続される。ローパスフィルタ回路204は、演算増幅器  $Op\_fit$  と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとによって構成される。具体的に、ローパスフィルタ回路204は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、差動演算増幅器  $Op\_diff$  に電氣的に接続されることにより、差動電圧  $V_{diff}$  を受ける。演算増幅器  $Op\_fit$  は、差動電圧  $V_{diff}$  の直流成分を抽出する。言い換えれば、演算増幅器  $Op\_fit$  が出力した直流成分電圧は、直流抵抗電圧  $V_{dc\_Rg}$  である。

40

それにより、直流電圧検出回路20は、直流抵抗電圧  $V_{dc\_Rg}$  を取得してマイクロプロセッサ30に出力し、演算を行うことにより、接地抵抗  $R_g$  の大きさを高精度に算出することができる。

50



## 【0021】

また、直流電圧検出回路20は、ゲイン調整回路206をさらに含む。ゲイン調整回路206は、ローパスフィルタ回路204とマイクロプロセッサ30とに電氣的に接続される。ゲイン調整回路206は、演算増幅器Op\_\_gainと複数の抵抗器とによって構成される。具体的に、ゲイン調整回路206は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、演算増幅器Op\_\_fitに電氣的に接続されることにより、直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}$ を受ける。ゲイン調整回路206は、調整直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}^*$ になるように直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}$ のゲインを調整する。調整直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}^*$ は、バックエンドのマイクロプロセッサ30の処理する電圧信号の大きさ又は信号解像度(resolution)に適用することが可能である。

10

## 【0022】

図6は、本発明の接地抵抗測定装置に適用するマイクロプロセッサを示す回路ブロック図である。交流電源の大きさが変動するため、マイクロプロセッサ30は、装置入力側Scの交流電圧情報を受信し、交流電圧の変動に基づいて、それに対応して接地抵抗 $R_g$ を算出することにより、算出した接地抵抗 $R_g$ の大きさを固定値に維持することができ、交流電圧の変動による影響を受けない。

## 【0023】

図7は、本発明の接地抵抗測定装置を交流電源側に適用する場合を示す詳細な回路図である。図7は、主として図4Cにおける直流電源発生回路10及び図5における直流電圧検出回路20を図3に具体的に適用したもので、本発明の好適な実施例による接地抵抗測定装置を示す。しかし、上述したように、直流電源発生回路10は異なる実施態様としてもよく、また、直流電圧検出回路20も等価回路によって実施することができる。特に、好適な実施例において、直流電圧検出回路20における差動増幅回路202によって提供された非反転入力端子は、装置接地点PEに電氣的に接続される。また、差動増幅回路202によって提供された反転入力端子は、給電線Lc1~Lc3のうち一相の電圧又は中性線Ncに接続される。図7において、例として差動増幅回路202の反転入力端子が給電線Lc2に接続される。言い換えれば、差動増幅回路202は、給電線Lc1~Lc3のうち一相の電圧又は中性線Ncと装置接地点PEとの電圧差を抽出し、さらに、直流電圧検出回路20の処理により、直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}$ 又は調整直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}^*$ を得ることができる。

20

30

## 【0024】

故に、本発明の接地抵抗測定装置は、直流電源発生回路10によって装置入力側Scの交流電圧が直流電圧に変換され、接地抵抗 $R_g$ の両端に直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}$ が発生される。さらに、交流電源回路の直流成分の和が0であるという特性を利用して、直流電圧検出回路20が測定した装置入力側と装置接地点との直流電圧差値を直流抵抗電圧 $V_{dc\_Rg}$ の大きさに等しくする。そうすると、マイクロプロセッサによって装置接地点PE(クライアント)と遠隔給電接地点PEsとの間の接地抵抗 $R_g$ の大きさを正確に計算することができる。

## 【0025】

図8は、本発明の接地抵抗測定装置の操作方法を示すフローチャートである。接地抵抗測定装置の操作方法は、交流電源の相間に対応する装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、交流電源側の接地抵抗の大きさを測定する。操作方法は、以下の手順を含む。まず、装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続され、装置入力側の交流電源を受けるための直流電源発生回路を提供する(S10)。交流電源は三相4線式である場合、交流電源側は、3本の給電線及び1本の中性線を有することに対応して、装置入力側も、3本の給電線及び1本の中性線を有する。そして、交流電源を直流電源に変換し、直流電源により接地抵抗の両端に直流抵抗電圧を発生する(S20)。本発明において、直流電源発生回路は、直流電流源又は直流電圧源であってもよい。直流電源発生回路は、装置入力側の交流電圧を直接受けるように、装置入力側と装置接地点とに電氣的に接続される。そのため、直流電源発生回路が装置入力側の交流電圧を変換することにより、直流電圧を出力す

40

50

るか、又は、直流電源発生回路が装置入力側の交流電圧を直接受けて、装置入力側の交流電圧を直流電圧に変換して出力する。ここで、直流電圧は、純粋な直流電圧であることに限定されず、整流及び/又はフィルタリングによって得た直流電圧であってもよい。

【0026】

さらに、装置入力側と装置接地点との間の直流電圧差値を検出する直流電圧検出回路を提供する(S30)。直流電圧検出回路は、主として差動増幅回路とローパスフィルタ回路とを含む。差動増幅回路は、差動演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとによって構成される。具体的に、差動演算増幅器は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、装置接地点に電氣的に接続され、反転入力端子は、装置入力側の複数の給電線又は中性線のうち1本に電氣的に接続される。差動増幅回路は、給電線のうち一相又は中性線と装置接地点との電圧差を抽出することにより、差動電圧を出力する。ローパスフィルタ回路は、差動増幅回路に電氣的に接続される。ローパスフィルタ回路は、演算増幅器と、複数の抵抗器と、複数のコンデンサとによって構成される。具体的に、ローパスフィルタ回路は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、差動演算増幅器に電氣的に接続されることにより、差動電圧を受ける。演算増幅器は、差動電圧の直流成分を抽出する。言い換えれば、演算増幅器が出力した直流成分電圧は、直流抵抗電圧である。

10

【0027】

最後に、交流電源回路の直流成分の和が0である場合に直流電圧差値が接地抵抗の直流抵抗電圧に等しい特性を利用して、接地抵抗の大きさを算出して検出する(S40)。直流電圧検出回路は、直流抵抗電圧を取得してマイクロプロセッサに出力し、演算を行うことができる。具体的に、マイクロプロセッサは、直流抵抗電圧、及び接地抵抗に流れる直流抵抗電流である直流電流を算出することにより、接地抵抗の大きさを高精度に算出することができる。

20

【0028】

また、直流電圧検出回路は、ゲイン調整回路をさらに含む。ゲイン調整回路は、ローパスフィルタ回路とマイクロプロセッサとに電氣的に接続される。ゲイン調整回路は、演算増幅器と複数の抵抗器とによって構成される。具体的に、ゲイン調整回路は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、非反転入力端子は、演算増幅器に電氣的に接続されることにより、直流抵抗電圧を受ける。ゲイン調整回路は、調整直流抵抗電圧になるように直流抵抗電圧のゲインを調整する。調整直流抵抗電圧は、バックエンドのマイクロプロセッサの処理する電圧信号の大きさ又は信号解像度(resolution)に適用することが可能である。

30

【0029】

ただし、上記は、本発明の好ましい実施例の詳細な説明および図面に過ぎず、本発明の特徴がこれに限定されないため、本発明を限定するために用いられるものではなく、本発明の全ての範囲は別紙の特許請求の範囲を基準とすべきである。およそ本発明の特許請求の範囲における技術的思想およびその類似の変化の実施例に合うものは、いずれも本発明の範疇に含まれるものであって、当業者が本発明の範囲内で容易に想到し得る変化または付加はいずれも本願の特許請求の範囲に含まれるものである。

40

【符号の説明】

【0030】

(先行技術)

Rg 接地抵抗

Op フォトカプラ

Q1 トランジスタスイッチ

R1 抵抗器

R2 抵抗器

Pa 出力端子

(本発明)

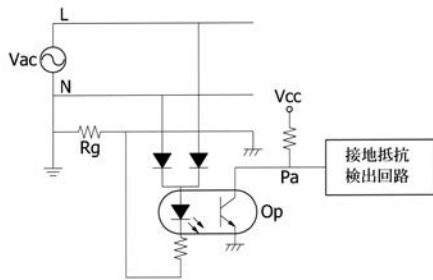
50

- 1 0 直流電源発生回路
- 2 0 直流電圧検出回路
- 2 0 2 差動増幅回路
- 2 0 4 ローパスフィルタ回路
- 2 0 6 ゲイン調整回路
- 3 0 マイクロプロセッサ
- S s 交流電源側
- S c 装置入力側
- L s 1 ~ L s n 交流電源側給電線
- N s 交流電源側中性線
- L c 1 ~ L c n 装置入力側給電線
- N c 装置入力側中性線
- V d c \_ R g 直流抵抗電圧
- I d c \_ R g 直流抵抗電流
- R g 接地抵抗
- P E 装置接地点
- P E s 給電接地点
- D 1 ~ D n + 1 ダイオード
- R d c 抵抗器
- I d c 直流電流
- O p \_ d i f 差動演算増幅器
- O p \_ f i t 演算増幅器
- O p \_ g a i n 演算増幅器
- V d i f 差動電圧
- V \* d c \_ R g 調整直流抵抗電圧

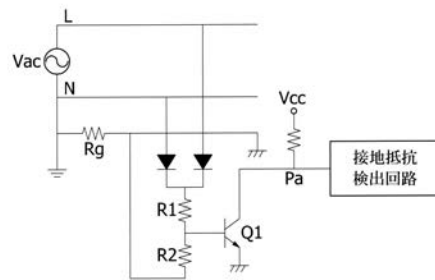
10

20

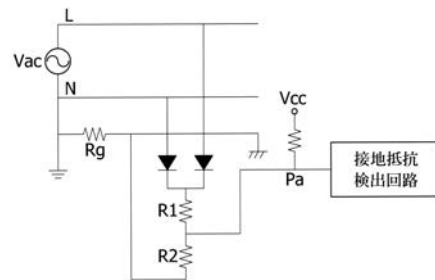
【図 1 A】



【図 1 B】



【図 1 C】



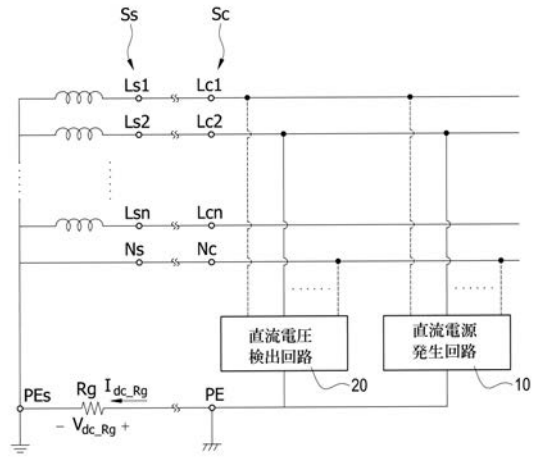
【 図 2 A 】



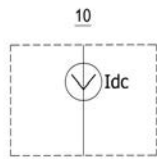
【 図 2 B 】



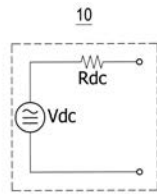
【 図 3 】



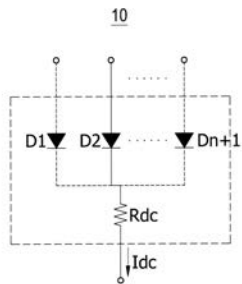
【 図 4 A 】



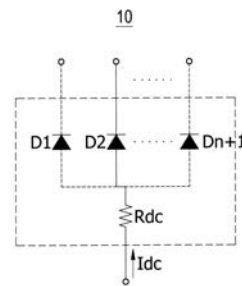
【 図 4 B 】



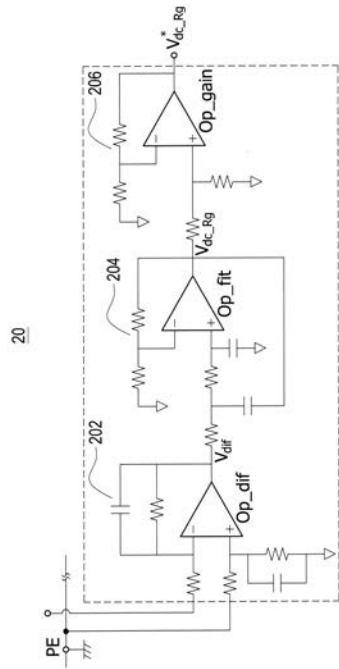
【 図 4 C 】



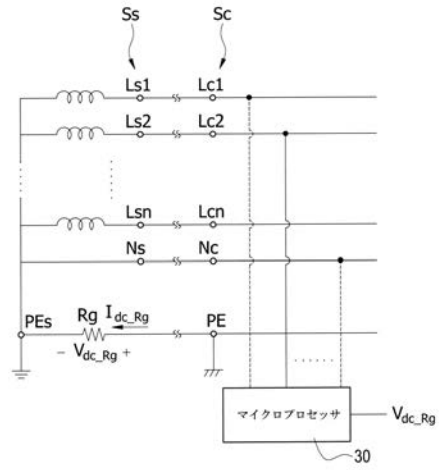
【 図 4 D 】



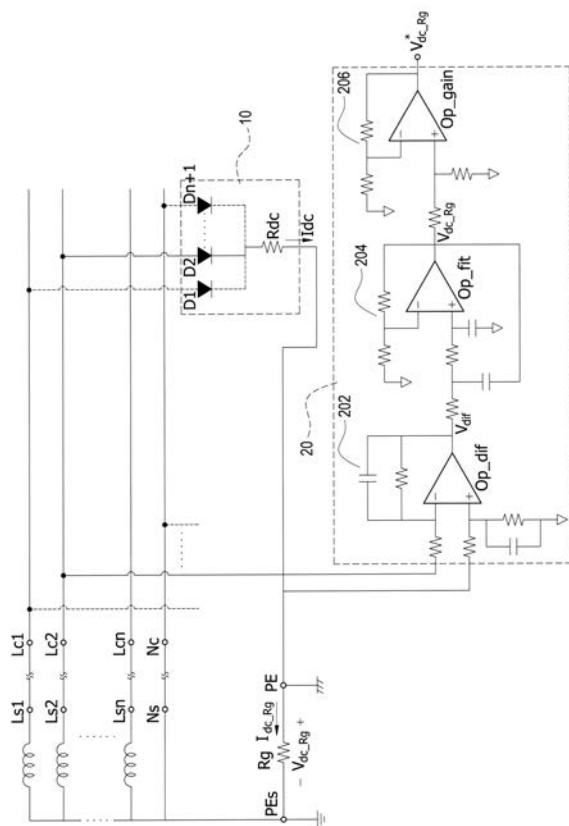
【 図 5 】



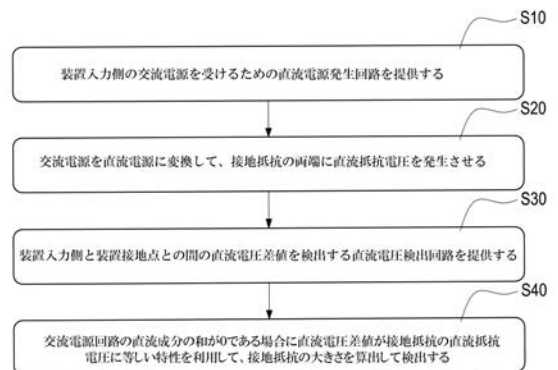
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 呉 宗原

台湾桃園縣中 坜 市 中 坜 工業區東園路3號

Fターム(参考) 2G028 AA01 BE06 CG05 DH01 DH03 FK01 FK09 MS01