

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6420901号
(P6420901)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 R 19/00 (2006. 01)

GO 1 R 19/00

A

GO 1 R 15/16 (2006. 01)

GO 1 R 15/16

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-515516 (P2017-515516)
 (86) (22) 出願日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/062639
 (87) 国際公開番号 W02016/175123
 (87) 国際公開日 平成28年11月3日 (2016. 11. 3)
 審査請求日 平成29年10月5日 (2017. 10. 5)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-92095 (P2015-92095)
 (32) 優先日 平成27年4月28日 (2015. 4. 28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000010098
 アルプス電気株式会社
 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号
 (74) 代理人 100108006
 弁理士 松下 昌弘
 (74) 代理人 100085453
 弁理士 野▲崎▼ 照夫
 (74) 代理人 100135183
 弁理士 大窪 克之
 (72) 発明者 蛇口 広行
 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプ
 ス電気株式会社内

審査官 菅藤 政明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触電圧計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置であって、

前記導体との間に第 1 キャパシタを形成する第 1 電極と、

前記第 1 キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第 2 キャパシタを前記導体との間に形成する第 2 電極と、

前記第 1 電極と第 1 基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、

前記第 1 基準電位に対して前記第 2 電極を一定の電位に保ち、前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に応じた電荷検出信号を生成する電荷検出部と、

前記交流電圧の測定の基準とする第 2 基準電位と前記第 1 基準電位との間に設けられたスイッチと、

前記スイッチがオフした状態において生成される前記電荷検出信号と、前記スイッチがオンした状態において生成される前記電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部と

を有することを特徴とする非接触電圧計測装置。

【請求項 2】

前記交流信号源は、前記交流電圧に比べて高い周波数を有した前記交流信号を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 3】

10

20

前記導体は、前記第 1 電極及び前記第 2 電極に対向する導体側平面部を有し、
前記第 1 電極及び前記第 2 電極は、前記導体側平面部と平行かつ前記導体側平面部との
離間距離が等しい電極側平面部をそれぞれ有する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 4】

前記第 1 電極及び前記第 2 電極における前記電極側平面部が合同であって、前記第 1 キャパシタと前記第 2 キャパシタの静電容量が等しい

ことを特徴とする請求項 3 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 5】

前記第 1 電極と前記第 2 電極とが近接して配置される

10

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 6】

前記第 1 電極及び前記第 2 電極の少なくとも一方を囲むガードリングを有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 7】

導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置であって、

前記導体との間に第 1 キャパシタを形成する第 1 電極と、

前記第 1 キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第 2 キャパシタを前記導体との間に形成する第 2 電極と、

20

前記第 1 キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第 3 キャパシタを前記導体との間に形成する第 3 電極と、

前記第 1 電極と第 1 基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、

前記第 1 基準電位に対して前記第 2 電極を一定の電位に保ち、前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 1 電荷検出信号を生成する第 1 電荷検出部と、

前記交流電圧の測定の基準とする第 2 基準電位に対して前記第 3 電極を一定の電位に保ち、前記第 3 キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 2 電荷検出信号を生成する第 2 電荷検出部と、

前記第 1 電荷検出信号と前記第 2 電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部と

30

を有することを特徴とする非接触電圧計測装置。

【請求項 8】

前記交流信号源は、前記交流電圧に比べて高い周波数を有した前記交流信号を発生することを特徴とする請求項 7 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 9】

前記導体は、前記第 1 電極、前記第 2 電極及び前記第 3 電極に対向する導体側平面部を有し、

前記第 1 電極、前記第 2 電極及び前記第 3 電極は、前記導体側平面部と平行かつ前記導体側平面部との離間距離が等しい電極側平面部をそれぞれ有する

ことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の非接触電圧計測装置。

40

【請求項 10】

前記第 1 電極、前記第 2 電極部及び前記第 3 電極における前記電極側平面部が合同であって、前記第 1 キャパシタ、前記第 2 キャパシタ及び前記第 3 キャパシタの静電容量が等しい

ことを特徴とする請求項 9 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 11】

前記第 1 電極と前記第 2 電極とが近接して配置される

ことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 12】

前記第 1 電極及び前記第 2 電極の少なくとも 1 つを囲む第 1 ガードリング、及び / 又は

50

、前記第 3 電極を囲む第 2 ガードリングを有する

ことを特徴とする請求項 7 乃至 11 の何れか一項に記載の非接触電圧計測装置。

【請求項 13】

導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置であって、

互いに相関関係がある静電容量を持つキャパシタを前記導体との間にそれぞれ形成する複数の電極と、

2 つの前記電極における一方の電極と第 1 基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、

前記 2 つの電極における他方の電極を前記第 1 基準電位に対して一定の電位に保った状態において、前記交流信号により当該他方の電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 1 電荷検出信号、及び、前記交流電圧の測定の基準とする第 2 基準電位に対して 1 つの前記電極を一定の電位に保った状態において、前記交流電圧により当該 1 つの電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 2 電荷検出信号をそれぞれ生成する検出部と

10

、
前記第 1 電荷検出信号と前記第 2 電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部と

を有することを特徴とする非接触電圧計測装置。

【請求項 14】

導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置であって、

20

前記導体と静電結合する第 1 電極と、

前記導体と静電結合する第 2 電極と、

一端が前記第 1 電極に接続された交流信号源と、

一方の入力端が前記第 2 電極に接続され、他方の入力端が前記交流信号源の他端に接続された電荷検出部と、

前記電荷検出部の他方の入力端と前記交流電圧の基準電位との間に設けられたスイッチと、

前記電荷検出部における電荷の検出結果を記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶された値を元に演算可能な演算部と

30

を有することを特徴とする非接触電圧計測装置。

【請求項 15】

導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置であって、

前記導体と静電結合する第 1 電極と、

前記導体と静電結合する第 2 電極と、

前記導体と静電結合する第 3 電極と、

一端が前記第 1 電極に接続された交流信号源と、

一方の入力端が前記第 2 電極に接続され、他方の入力端が前記交流信号源の他端に接続された第 1 電荷検出部と、

40

一方の入力端が前記第 3 電極に接続され、他方の入力端が前記交流電圧の基準電位に接続された第 2 電荷検出部と、

前記第 1 電荷検出部及び前記第 2 電荷検出部における電荷の検出結果を記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶された値を元に演算可能な演算部と

を有することを特徴とする非接触電圧計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導体に印加される交流電圧を導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置

50

に関するものである。

【背景技術】

【0002】

商用系統電源などに接続された電線の交流電圧を、絶縁被覆の外側から電線と導通せずに計測することができる非接触型の電圧計測装置が知られている。例えば下記の特許文献1には、絶縁物で被覆された導体（電線）を検出プローブによって外側から挟みこんで交流電圧の測定を行う装置が記載されている。検出プローブには、導体の絶縁被覆の外周を囲む検出電極が設けられており、測定対象の交流電圧と比べて周波数の高い発振信号を検出電極に与えることによって、検出電極と電線との間のインピーダンス（静電容量）が計測される。このインピーダンスの計測値と、導体に印加される交流電圧に起因して検出電極から流出する電流の計測値とに基づいて、当該交流電圧の測定値が求められる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平10-206468号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載される装置では、検出電極と電線との間のインピーダンス（静電容量 C_1 ）を計測する際、発振信号によって静電容量 C_1 に流れる電流成分 I_s が検出される。しかしながら、静電容量 C_1 には、発振信号によって流れる電流成分 I_s 以外にも、導体に印加された交流電圧によって静電容量 C_1 に流れる電流成分 I_x が存在する。そのため、この装置では、電流成分 I_s 、 I_x を弁別するためのフィルタ（バンドパスフィルタ、ローパスフィルタ）が必要となる。

20

【0005】

また、検出プローブには、検出電極の更に外周を囲むシールド電極が設けられている。このシールド電極は接地されており、検出電極とシールド電極の間には浮遊容量 C_0 が存在する。そのため、特許文献1に記載される装置では、まず、検出プローブを導体から外した状態で浮遊容量 C_0 の測定が行われ、次に、検出プローブを導体に装着した状態で静電容量 C_1 と浮遊容量 C_0 との合成容量 C_c （ $=C_0+C_1$ ）が測定される。静電容量 C_1 の測定値は、合成容量 C_c の測定値から浮遊容量 C_0 の測定値を減算することにより求められる。従って、交流電圧の測定値を得るためには、検出プローブを導体から外した状態と導体に装着した状態のそれぞれにおいて測定処理を行わねばならないため、測定手順が煩雑となる。また、検出プローブを導体に装着した後で浮遊容量 C_0 が変化した場合（シールド電極の変形、吸湿による誘電率の変化など）、検出プローブを導体から一旦外して浮遊容量 C_0 の測定をやり直さねばならない。

30

【0006】

しかも、検出プローブを導体から外した状態と導体に装着した状態とでは、検出電極及びシールド電極の形状が変化し、これにより電極の端部における電気力線の状態が変化する。そのため、浮遊容量 C_0 の測定値には誤差が生じ、この誤差によって交流電圧の測定精度が低下するという問題がある。

40

【0007】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易な構成で精度よく交流電圧を測定できる非接触電圧測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、導体に印加される交流電圧を前記導体と導通せずに計測する非接触電圧計測装置に関する。

【0009】

本発明の第1の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記導体との間に第1キャパシタを

50

形成する第 1 電極と、前記第 1 キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第 2 キャパシタを前記導体との間に形成する第 2 電極と、前記第 1 電極と第 1 基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、前記第 1 基準電位に対して前記第 2 電極を一定の電位に保ち、前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に応じた電荷検出信号を生成する電荷検出部と、前記交流電圧の測定の基準とする第 2 基準電位と前記第 1 基準電位との間に設けられたスイッチと、前記スイッチがオフした状態において生成される前記電荷検出信号と、前記スイッチがオンした状態において生成される前記電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部とを有する。

【 0 0 1 0 】

上記の構成によれば、互いに相関関係を持った前記第 1 キャパシタ及び前記第 2 キャパシタが、前記第 1 電極及び前記第 2 電極と前記導体との間に形成されており、前記第 1 電極と前記第 1 基準電位との間に前記交流信号が与えられる。前記スイッチがオフした状態にある場合、前記第 1 基準電位に対して前記第 2 電極が一定の電位に保たれており、かつ、前記第 1 電極と前記第 1 基準電位との間に前記交流信号が与えられているため、前記第 2 キャパシタには、前記交流信号による電荷が蓄積される。この場合、前記電荷検出部では、前記交流信号により前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に応じた電荷検出信号が生成される。また、前記スイッチがオンした状態にある場合、前記第 2 基準電位に対して前記第 2 電極が一定の電位に保たれているため、前記第 2 キャパシタには、前記第 2 基準電位と前記導体との間に印加される前記交流電圧による電荷が蓄積される。この場合、前記電荷検出部では、前記交流電圧により前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に応じた電荷検出信号が生成される。前記演算部では、前記スイッチがオフした状態において生成される前記電荷検出信号と、前記スイッチがオンした状態において生成される前記電荷検出信号とに基づいて、前記交流電圧の測定値が演算される。

従って、従来の装置のように、前記交流電圧の周波数を持った成分と前記交流信号の周波数を持った成分とを弁別するためのフィルタを設けずとも、前記導体に印加される前記交流電圧の測定値が得られる。また、従来の装置のように、前記電極を前記導体から取り外して浮遊容量の測定を行う必要がないため、測定手順が簡易になるとともに測定精度が向上する。

【 0 0 1 1 】

好適に、前記交流信号源は、前記交流電圧に比べて高い周波数を有した前記交流信号を発生してよい。

これにより、前記スイッチがオフの場合、前記交流信号により前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷が、前記交流電圧により前記第 2 キャパシタに蓄積される電荷に対して増大するため、後者の電荷によって生じる前記電荷検出信号の誤差が小さくなる。

【 0 0 1 2 】

好適に、前記導体は、前記第 1 電極及び前記第 2 電極に対向する導体側平面部を有してよい。前記第 1 電極及び前記第 2 電極は、前記導体側平面部と平行かつ前記導体側平面部との離間距離が等しい電極側平面部をそれぞれ有してよい。

これにより、前記第 1 キャパシタ及び前記第 2 キャパシタの静電容量比が、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の前記電極側平面部の面積比とほぼ等しくなるため、前記静電容量比の設定の精度が高くなる。

【 0 0 1 3 】

好適に、前記第 1 電極及び前記第 2 電極における前記電極側平面部が合同であって、前記第 1 キャパシタと前記第 2 キャパシタの静電容量が等しくてもよい。

これにより、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の前記電極側平面部の面積比が精度よく設定されるため、前記第 1 キャパシタ及び前記第 2 キャパシタの静電容量比の設定精度が更に高くなる。

【 0 0 1 4 】

好適に、前記第 1 電極と前記第 2 電極とが近接して配置されてよい。

これにより、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の形状とサイズが製造ばらつきの影響を受

10

20

30

40

50

け難くなり、前記電極側平面部の面積比の精度が向上する。

【0015】

好適に、上記第1の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記第1電極及び前記第2電極の少なくとも一方を囲むガードリングを有してよい。

これにより、外来ノイズによる前記交流電圧の測定精度の低下が抑制される。

【0016】

本発明の第2の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記導体との間に第1キャパシタを形成する第1電極と、前記第1キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第2キャパシタを前記導体との間に形成する第2電極と、前記第1キャパシタの静電容量と相関関係がある静電容量を持つ第3キャパシタを前記導体との間に形成する第3電極と、前記第1電極と第1基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、前記第1基準電位に対して前記第2電極を一定の電位に保ち、前記第2キャパシタに蓄積される電荷に応じた第1電荷検出信号を生成する第1電荷検出部と、前記交流電圧の測定の基準とする第2基準電位に対して前記第3電極を一定の電位に保ち、前記第3キャパシタに蓄積される電荷に応じた第2電荷検出信号を生成する第2電荷検出部と、前記第1電荷検出信号と前記第2電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部とを有する。

【0017】

上記の構成によれば、互いに相関関係を持った前記第1キャパシタ、前記第2キャパシタ及び前記第3キャパシタが、前記第1電極、前記第2電極及び前記第3電極と前記導体との間に形成される。前記第1基準電位に対して前記第2電極が一定の電位に保たれており、かつ、前記第1電極と前記第1基準電位との間に前記交流信号が与えられているため、前記第2キャパシタには、前記交流信号による電荷が蓄積される。前記第1電荷検出部では、前記交流信号により前記第2キャパシタに蓄積される電荷に応じた前記第1電荷検出信号が生成される。また、前記第2基準電位に対して前記第3電極が一定の電位に保たれているため、前記第3キャパシタには、前記第2基準電位と前記導体との間に印加される前記交流電圧による電荷が蓄積される。前記第2電荷検出部では、前記交流電圧により前記第3キャパシタに蓄積される電荷に応じた前記第2電荷検出信号が生成される。前記演算部では、前記第1電荷検出信号と前記第2電荷検出信号とに基づいて、前記交流電圧の測定値が演算される。

従って、従来の装置のように、前記交流電圧の周波数を持った成分と前記交流信号の周波数を持った成分とを弁別するためのフィルタを設けずとも、前記導体に印加される前記交流電圧の測定値が得られる。また、従来の装置のように、前記電極を前記導体から取り外して浮遊容量の測定を行う必要がないため、測定手順が簡易になるとともに測定精度が向上する。

【0018】

好適に、前記交流信号源は、前記交流電圧に比べて高い周波数を有した前記交流信号を発生してよい。

これにより、前記交流信号により前記第2キャパシタに蓄積される電荷が、前記交流電圧により前記第2キャパシタに蓄積される電荷に対して増大するため、後者の電荷によって生じる前記第1電荷検出信号の誤差が小さくなる。

【0019】

好適に、前記導体は、前記第1電極、前記第2電極及び前記第3電極に対向する導体側平面部を有してよい。前記第1電極、前記第2電極及び前記第3電極は、前記導体側平面部と平行かつ前記導体側平面部との離間距離が等しい電極側平面部をそれぞれ有してよい。

これにより、前記第1キャパシタ、前記第2キャパシタ及び前記第3キャパシタの静電容量比が、前記第1電極、前記第2電極及び前記第3電極の前記電極側平面部の面積比とほぼ等しくなるため、前記静電容量比の設定の精度が高くなる。

【0020】

好適に、前記第1電極、前記第2電極部及び前記第3電極における前記電極側平面部が

合同であって、前記第 1 キャパシタ、前記第 2 キャパシタ及び前記第 3 キャパシタの静電容量が等しくてもよい。

これにより、前記第 1 電極、前記第 2 電極及び前記第 3 電極の前記電極側平面部の面積比が精度よく設定されるため、前記第 1 キャパシタ、前記第 2 キャパシタ及び前記第 3 キャパシタの静電容量比の設定精度が更に高くなる。

【0021】

好適に、前記第 1 電極と前記第 2 電極とが近接して配置されてよい。

これにより、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の形状とサイズが製造ばらつきの影響を受け難くなり、前記電極側平面部の面積比の精度が向上する。

【0022】

好適に、前記第 2 の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の少なくとも 1 つを囲む第 1 ガードリング、及び / 又は、前記第 3 電極を囲む第 2 ガードリングを有してよい。

これにより、外来ノイズによる前記交流電圧の測定精度の低下が抑制される。

【0023】

本発明の第 3 の観点に係る非接触電圧測定装置は、互いに相関関係がある静電容量を持つキャパシタを前記導体との間にそれぞれ形成する複数の電極と、2つの前記電極における一方の電極と第 1 基準電位との間に交流信号を与える交流信号源と、前記 2 つの電極における他方の電極を前記第 1 基準電位に対して一定の電位に保った状態において、前記交流信号により当該他方の電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 1 電荷検出信号、及び、前記交流電圧の測定の基準とする第 2 基準電位に対して 1 つの前記電極を一定の電位に保った状態において、前記交流電圧により当該 1 つの電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた第 2 電荷検出信号をそれぞれ生成する検出部と、前記第 1 電荷検出信号と前記第 2 電荷検出信号とに基づいて前記交流電圧の測定値を演算する演算部とを有する。

【0024】

上記の構成によれば、互いに相関関係を持った複数の前記キャパシタが前記複数の電極と前記導体との間に形成される。2つの前記電極における一方の電極と前記第 1 基準電位との間に前記交流信号が与えられ、かつ、当該 2 つの電極における他方の電極が前記第 1 基準電位に対して一定の電位に保たれる。そのため、当該他方の電極の前記キャパシタには、前記交流信号による電荷が蓄積される。前記検出部では、前記交流信号により当該他方の電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた前記第 1 電荷検出信号が生成される。また、1つの前記電極が前記第 2 基準電位に対して一定の電位に保たれるため、当該 1 つの電極の前記キャパシタには、前記第 2 基準電位と前記導体との間に印加される前記交流電圧による電荷が蓄積される。前記検出部では、前記交流電圧により当該 1 つの電極の前記キャパシタに蓄積される電荷に応じた前記第 2 電荷検出信号が生成される。前記演算部では、前記第 1 電荷検出信号と前記第 2 電荷検出信号とに基づいて、前記交流電圧の測定値が演算される。

従って、従来の装置のように、前記交流電圧の周波数を持った成分と前記交流信号の周波数を持った成分とを弁別するためのフィルタを設けずとも、前記導体に印加される前記交流電圧の測定値が得られる。また、従来の装置のように、前記電極を前記導体から取り外して浮遊容量の測定を行う必要がないため、測定手順が簡易になるとともに測定精度が向上する。

【0025】

本発明の第 4 の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記導体と静電結合する第 1 電極と、前記導体と静電結合する第 2 電極と、一端が前記第 1 電極に接続された交流信号源と、一方の入力端が前記第 2 電極に接続され、他方の入力端が前記交流信号源の他端に接続された電荷検出部と、前記電荷検出部の他方の入力端と前記交流電圧の基準電位との間に設けられたスイッチと、前記電荷検出部における電荷の検出結果を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された値を元に演算可能な演算部とを有する。

【 0 0 2 6 】

本発明の第 5 の観点に係る非接触電圧測定装置は、前記導体と静電結合する第 1 電極と、前記導体と静電結合する第 2 電極と、前記導体と静電結合する第 3 電極と、一端が前記第 1 電極に接続された交流信号源と、一方の入力端が前記第 2 電極に接続され、他方の入力端が前記交流信号源の他端に接続された第 1 電荷検出部と、一方の入力端が前記第 3 電極に接続され、他方の入力端が前記交流電圧の基準電位に接続された第 2 電荷検出部と、前記第 1 電荷検出部及び前記第 2 電荷検出部における電荷の検出結果を記憶する記憶部と、前記記憶部に記憶された値を元に演算可能な演算部とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、簡易な構成で精度よく交流電圧を測定できる非接触電圧測定装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る非接触電圧測定装置の構成の一例を示す図である。

【図 2】図 1 に示す非接触電圧測定装置における電極の例を示す図である。

【図 3】第 2 の実施形態に係る非接触電圧測定装置の構成の一例を示す図である。

【図 4】図 3 に示す非接触電圧測定装置における電極の例を示す図である。

【図 5】電極の周囲に設けたガードリングの例を示す図である。図 5 A は図 2 に示す電極の周囲に設けたガードリングを示し、図 5 B は図 4 に示す電極の周囲に設けたガードリングを示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

< 第 1 の実施形態 >

以下、図面を参照して、本発明の第 1 の実施形態に係る非接触電圧測定装置を説明する。図 1 は、本実施形態に係る非接触電圧測定装置の構成の一例を示す図である。図 2 は、図 1 に示す非接触電圧測定装置において交流電圧の測定に用いられる電極 E 1 , E 2 の例を示す図である。

【 0 0 3 0 】

本実施形態に係る非接触電圧測定装置は、導体 1 に印加される交流電圧 V_x を導体 1 と導通せずに計測する装置である。ここで「導通せず」とは、測定対象物と非接触電圧測定装置とが直流的に絶縁されていることを意味しており、両者の間に絶縁物が介在している場合や、空間を隔て両者が分離している場合を含む。この非接触電圧測定装置は、例えば図 1 に示すように、第 1 電極 E 1 及び第 2 電極 E 2 と、交流信号源 5 と、検出部 6 と、A/D 変換部 7 と、処理部 8 と、記憶部 9 と、スイッチ S W g とを有する。

【 0 0 3 1 】

図 1 に示す非接触電圧測定装置は、導体 1 の近くに配置した 2 つの電極 (E 1 , E 2) と導体 1 との間に生じる静電結合を利用して交流電圧の計測を行う。例えば、導体 1 は、商用電力系統 4 の電力を供給する電源ライン上の配電盤等に設けられたバスバーであり、各電極 (E 1 , E 2) と対向した平面部 F P 1 (導体側平面部) を備える。図 2 の例において、導体 1 は細長い板状の形状をしているが、平面部 F P 1 を有するものであれば他の形状でもよい。

【 0 0 3 2 】

第 1 電極 E 1 は、導体 1 との間に第 1 キャパシタ C 1 を形成し、第 2 電極 E 2 は、導体 1 との間に第 2 キャパシタ C 2 を形成する。図 2 の例において、第 1 電極 E 1 及び第 2 電極 E 2 は、絶縁体の基板 2 (プリント基板 , フレキシブル基板等) に形成された導電パターンであり、導体側平面部 F P 1 と平行な平面部 F P 2 (電極側平面部) をそれぞれ備える。第 1 電極 E 1 及び第 2 電極 E 2 の電極側平面部 F P 2 は、共通の基板 2 に形成されているため、導体側平面部 F P 1 との離間距離が等しい。

【 0 0 3 3 】

図 2 の例において、第 1 電極 E 1 及び第 2 電極 E 2 の電極側平面部 F P 2 は矩形の形状をしており、互いに合同である。平行板型のキャパシタである第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 は、対向する導電体の面積と導電体の間の距離が同じであるため、ほぼ等しい静電容量を有する。

【 0 0 3 4 】

また、図 2 に示す第 1 電極 E 1 及び第 2 電極 E 2 は、共通の基板 2 上において隣接して配置される。そのため、両者の形状とサイズは製造ばらつきの影響を受け難くなり、精度よく一致する。

【 0 0 3 5 】

なお、第 1 キャパシタ C 1 と第 2 キャパシタ C 2 の静電容量は、必ずしも同一である必要はなく、両者の間に一定の相関関係があればよい。例えば、2 つの電極 (E 1 , E 2) の一方を他方に比べて P 倍の面積とすることにより、2 つのキャパシタ (C 1 , C 2) の一方が他方に比べて P 倍の静電容量を持つようにしてもよい。すなわち、電極 (E 1 , E 2) と導体 1 の形状、サイズ及び位置関係は、2 つのキャパシタ (C 1 , C 2) の静電容量が一定の相関関係 (例えば一定の比例関係) を持つよう設定されていればよい。

【 0 0 3 6 】

交流信号源 5 は、第 1 電極 E 1 と第 1 基準電位 G 1 との間に交流信号 V g を与える。交流信号源 5 が発生する交流信号 V g は、交流電圧 V x に比べて高い周波数を持つ。例えば、交流電圧 V x の周波数を 5 0 H z とすると、交流信号 V g の周波数は数 k H z 程度に設定される。交流信号源 5 は、処理部 8 の制御に従って交流信号 V g の出力をオンオフする。

スイッチ S W g は、交流信号源 5 と並列に接続されており、処理部 8 の制御に従ってオンオフする。

【 0 0 3 7 】

検出部 6 は、交流信号源 5 の交流信号 V g によって第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷と、交流電圧 V x によって第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷をそれぞれ検出する。すなわち、検出部 6 は、第 2 電極 E 2 を第 1 基準電位 G 1 に対して一定の電位 (例えば第 1 基準電位 G 1 と同じ電位) に保った状態において、交流信号 V g により第 2 電極 E 2 の第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷に応じた第 1 電荷検出信号 V s 1 を生成する。また、検出部 6 は、交流電圧 V x の測定の基準とする第 2 基準電位 G 2 に対して第 2 電極 E 2 を一定の電位 (例えば第 2 基準電位 G 2 と同じ電位) に保った状態において、交流電圧 V x により第 2 電極 E 2 の第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷に応じた第 2 電荷検出信号 V s 2 を生成する。

【 0 0 3 8 】

図 1 の例において、検出部 6 は、電荷検出部 2 0 とスイッチ S W を有する。

【 0 0 3 9 】

スイッチ S W は、第 1 基準電位 G 1 と第 2 基準電位 G 2 との間に設けられており、処理部 8 の制御に従ってオンオフする。

【 0 0 4 0 】

電荷検出部 2 0 は、第 2 電極 E 2 を第 1 基準電位 G 1 に対して一定の電位 (例えば第 1 基準電位 G 1 と同じ電位) に保ち、第 2 キャパシタ C 2 蓄積される電荷に応じた電荷検出信号 V s を生成する。スイッチ S W がオフの状態における電荷検出信号 V s が上述した「第 1 電荷検出信号 V s 1 」であり、スイッチ S W がオンの状態における電荷検出信号 V s が上述した「第 2 電荷検出信号 V s 2 」である。

【 0 0 4 1 】

電荷検出部 2 0 は、例えば図 1 において示すように、オペアンプ O P とキャパシタ C f を含む。オペアンプ O P の反転入力端子が第 2 電極 E 2 に接続され、非反転入力端子が第 1 基準電位 G 1 に接続される。キャパシタ C f は、オペアンプ O P の反転入力端子と出力端子との間に設けられる。オペアンプ O P のゲインが十分に高い場合、第 2 電極 E 2 の電位が第 1 基準電位 G 1 とほぼ等しくなるように、オペアンプ O P の出力電圧 (電荷検出信

号 V_s) によってキャパシタ C_f の電荷が制御される。

【0042】

スイッチ SW がオフ状態のとき、第1キャパシタ C_1 と第2キャパシタ C_2 の直列回路に生じる電圧が交流信号 V_g とほぼ等しくなるように、キャパシタ C_f の電荷が制御される。オペアンプ OP の反転入力端子は高インピーダンスであり、電流が殆ど流れないため、第2キャパシタ C_2 の電荷量の変化とキャパシタ C_f の電荷量の変化がほぼ等しくなる。そのため、交流信号 V_g に応じた第2キャパシタ C_2 の電荷量の変化と、キャパシタ C_f の電荷量の変化とがほぼ等しくなる。また、オペアンプ OP の出力電圧（電荷検出信号 V_s ）の変化は、キャパシタ C_f の電荷量の変化に比例する。従って、オペアンプ OP から出力される電荷検出信号 V_s の変化（交流信号 V_g と同一周波数の交流成分）は、交流信号 V_g に応じたキャパシタ C_f の電荷量の変化に比例する。

10

【0043】

スイッチ SW がオン状態のとき、第1基準電位 G_1 がスイッチ SW を介して第2基準電位 G_2 に接続され、第1基準電位 G_1 は第2基準電位 G_2 と同じになる。そのため、この場合は、第2キャパシタ C_2 に生じる電圧が交流電圧 V_x とほぼ等しくなるようにキャパシタ C_f の電荷が制御されることとなり、交流電圧 V_x に応じた第2キャパシタ C_2 の電荷量の変化と、キャパシタ C_f の電荷量の変化とがほぼ等しくなる。従って、オペアンプ OP から出力される電荷検出信号 V_s の変化（交流電圧 V_x と同一周波数の交流成分）は、交流電圧 V_x に応じたキャパシタ C_f の電荷量の変化に比例する。

【0044】

20

A/D変換部7は、検出部6において生成される電荷検出信号 V_s をアナログ信号からデジタル信号に変換する。

【0045】

処理部8は、非接触電圧測定装置の全体的な動作の制御やデータの演算処理を行う回路であり、記憶部9に格納されたプログラムの命令コードに従って処理を実行するコンピュータや、専用のハードウェアによるロジック回路（ASIC等）を含んで構成される。処理部8の処理は、全てをコンピュータにおいて実行してもよいし、少なくとも一部をハードウェアのロジック回路によって実行してもよい。

【0046】

処理部8は、それぞれ所定の処理を実行するブロックとして、制御部81と演算部82を有する。

30

【0047】

制御部81は、スイッチ SW の切り替えやA/D変換部7の変換動作の制御に係わる処理を実行する。

【0048】

演算部82は、A/D変換部7においてデジタル信号に変換された電荷検出信号 V_s に基づいて演算処理を行う。演算部82は、スイッチ SW がオフした状態において生成される電荷検出信号 V_s （第1電荷検出信号 V_{s1} ）と、スイッチがオンした状態において生成される電荷検出信号 V_s （第2電荷検出信号 V_{s2} ）とに基づいて、交流電圧 V_x の測定値を演算する。

40

【0049】

記憶部9は、例えば処理部8におけるコンピュータのプログラムや、処理用に予め準備されたデータ、処理過程で一時的に保存されるデータ（第1電荷検出信号 V_{s1} 、第2電荷検出信号 V_{s2} のデジタル値等）を記憶する装置であり、ROMやRAM、不揮発性メモリ、ハードディスク等を含んで構成される。記憶部9に記憶されるプログラムやデータは、通信インターフェースを介して不図示のサーバ装置からダウンロードしてもよいし、光ディスクやUSBメモリ等の非一時的記録媒体から読み出ししてもよい。

【0050】

ここで、上述した構成を有する図1に示す非接触電圧測定装置の動作を説明する。

【0051】

50

まず処理部 8 は、スイッチ S W 及びスイッチ S W g をオフ状態に設定して交流信号源 5 から交流信号 V g を出力し、交流信号 V g に応じた交流成分を含む電荷検出信号 V s を A D 変換部 7 においてデジタル信号に変換する。処理部 8 は、このデジタル変換された電荷検出信号 V s のレベル（交流の振幅や実効値など）を「第 1 電荷検出信号 V s 1」として記憶部 9 に格納する。

【 0 0 5 2 】

第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 の静電容量をそれぞれ「C 1」, 「C 2」とし、静電容量 C 1 が静電容量 C 2 の P 倍であるとする、第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 の直列回路の静電容量 C 0 は次の式で表わされる。

【 0 0 5 3 】

$$C 0 = C 2 \cdot P / (1 + P) \quad \dots (1)$$

【 0 0 5 4 】

交流信号 V g の電圧を「V g」とすると、第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 の直列回路には交流信号 V g が発生する。交流信号 V g に応じて第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 の直列回路に蓄積される電荷 Q g（交流成分）は、次の式で表わされる。

【 0 0 5 5 】

$$Q g = V g \cdot C 0 = V g \cdot C 2 \cdot P / (1 + P) \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 6 】

第 1 キャパシタ C 1 及び第 2 キャパシタ C 2 の直列回路に蓄積される電荷 Q g は、第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷と等しい。

【 0 0 5 7 】

キャパシタ C f には、第 2 キャパシタ C 2 の電荷 Q g とほぼ等しい電荷が蓄積される。また、キャパシタ C f の電圧は、オペアンプ O P の出力電圧（電荷検出信号 V s）とほぼ等しい。そのため、スイッチ S W がオフの時の電荷検出信号 V s である「第 1 電荷検出信号 V s 1」は次の式で表わされる。

【 0 0 5 8 】

$$V s 1 = Q g / C f = V g \cdot (C 2 / C f) \cdot P / (1 + P) \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 9 】

処理部 8 は、式（ 3 ）で表わされる第 1 電荷検出信号 V s 1 のデジタル値を記憶部 9 に格納する。

【 0 0 6 0 】

次に、処理部 8 は、交流信号源 5 の交流信号 V g の出力を停止し、スイッチ S W 及びスイッチ S W g をオン状態に設定して、交流電圧 V x に応じた交流成分を含む電荷検出信号 V s を A D 変換部 7 においてデジタル信号に変換する。処理部 8 は、このデジタル変換された電荷検出信号 V s のレベル（交流の振幅や実効値など）を「第 2 電荷検出信号 V s 2」として記憶部 9 に格納する。

【 0 0 6 1 】

スイッチ S W がオンすると、第 1 基準電位 G 1 が第 2 基準電位 G 2 と同電位になるため、第 2 電極 E 2 の電位は第 2 基準電位 G 2 とほぼ等しくなる。すなわち、第 2 キャパシタ C 2 の電圧は、導体 1 に印加される交流電圧 V x とほぼ等しくなる。交流電圧 V x に応じて第 2 キャパシタ C 2 に蓄積される電荷 Q x（交流成分）は、次の式で表わされる。

【 0 0 6 2 】

$$Q x = V x \cdot C 2 \quad \dots (4)$$

【 0 0 6 3 】

キャパシタ C f には、第 2 キャパシタ C 2 の電荷 Q x とほぼ等しい電荷が蓄積される。また、キャパシタ C f の電圧とオペアンプ O P の出力電圧（電荷検出信号 V s）はほぼ等しい。そのため、スイッチ S W がオンの時の電荷検出信号 V s である「第 2 電荷検出信号 V s 2」は次の式で表わされる。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

$$V_{s2} = Q_x / C_f = V_x \cdot (C_2 / C_f) \quad \dots (5)$$

【0065】

処理部 8 は、式 (5) で表わされる第 2 電荷検出信号 V_{s2} のデジタル値を記憶部 9 に格納する。

【0066】

演算部 82 は、記憶部 9 に格納した第 1 電荷検出信号 V_{s1} と第 2 電荷検出信号 V_{s2} のデジタル値に基づいて、導体 1 に印加される交流電圧 V_x を演算する。

【0067】

式 (3) から、「 C_f / C_2 」は次の式で表わされる。

【0068】

$$C_f / C_2 = (V_g / V_{s1}) \cdot \{P / (P + 1)\} \quad \dots (6)$$

【0069】

式 (5) から、交流電圧 V_x は次の式で表わされる。

$$V_x = V_{s2} \cdot (C_f / C_2) \quad \dots (7)$$

【0070】

式 (6) を式 (7) に代入すると、交流電圧 V_x は次の式で表わされる。

【0071】

$$V_x = V_g \cdot (V_{s2} / V_{s1}) \cdot \{P / (P + 1)\} \quad \dots (8)$$

【0072】

従って、演算部 82 は、記憶部 9 に格納した第 1 電荷検出信号 V_{s1} 及び第 2 電荷検出信号 V_{s2} のデジタル値と、既知の「 V_g 」及び「 P 」に基づいて、式 (8) により交流電圧 V_x の測定値を演算することができる。

【0073】

以上説明したように、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、互いに相関関係がある静電容量を持った第 1 キャパシタ C_1 及び第 2 キャパシタ C_2 が、第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 と導体 1 との間に形成されており、第 1 電極 E_1 と第 1 基準電位 G_1 との間に交流信号 V_g が与えられる。スイッチ SW がオフのとき、第 2 電極 E_2 を第 1 基準電位 G_1 と等しい電位に保った状態で、交流信号 V_g により第 2 キャパシタ C_2 に蓄積される電荷 Q_g に応じた第 1 電荷検出信号 V_{s1} が生成される。また、スイッチ SW がオンのとき、第 2 電極 E_2 を第 2 基準電位 G_2 と等しい電位に保った状態で、交流電圧 V_x により第 2 キャパシタ C_2 に蓄積される電荷 Q_x に応じた第 2 電荷検出信号 V_{s2} が生成される。そして、演算部 82 において、スイッチ SW がオフのとき生成される第 1 電荷検出信号 V_{s1} と、スイッチ SW がオンのとき生成される第 2 電荷検出信号 V_{s2} とに基づいて、交流電圧 V_x の測定値が演算される。

そのため、従来の装置のように、測定対象の交流電圧 V_x の周波数を持った成分と、浮遊容量 (C_1 , C_2) の測定に用いる交流信号 V_g の周波数を持った成分とを弁別するためのフィルタを設けずとも、交流電圧 V_x の測定値を得ることができる。従って、従来の装置に比べて構成を簡易化できる。

【0074】

また、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、従来の装置のように、電極 (E_1 , E_2) を導体 1 から取り外して浮遊容量の測定を行う必要がないため、測定手順を簡易化できる。また、電極 (E_1 , E_2) の取り外しと再装着による測定誤差が生じないため、従来の装置に比べて高い測定精度を得ることができる。

【0075】

更に、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、2 つの電極 (E_1 , E_2) に設けられた電極側平面部 FP_2 と導体 1 に設けられた導体側平面部 FP_1 とが平行かつ等距離で対向することにより、2 つの平行板型のキャパシタ (C_1 , C_2) が形成される。

これにより、2 つのキャパシタ (C_1 , C_2) の静電容量比が、2 つの電極 (E_1 , E_2) における電極側平面部 FP_2 の面積比とほぼ等しくなるため、静電容量比を高い精度で設定することが可能となる。特に、2 つの電極 (E_1 , E_2) の電極側平面部 FP_2 を

10

20

30

40

50

合同にすることにより、2つの電極(E1, E2)の面積を精度よく一致させることができるため、2つのキャパシタ(C1, C2)の静電容量を高い精度で一致させることができる。従って、交流電圧Vxの測定精度を更に向上できる。

【0076】

また、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、交流電圧Vxに比べて交流信号Vgの周波数を高くしているため、スイッチSWがオフのとき、交流信号Vgにより第2キャパシタC2に蓄積される電荷Qgを、交流電圧Vxにより第2キャパシタC2に蓄積される電荷Qerrに比べて十分に大きくすることができる。

すなわち、第1基準電位G1と第2基準電位G2との間には僅かながら寄生容量が存在するため、スイッチSWがオフのときも、交流電圧Vxにより第2キャパシタC2に蓄積される電荷Qerrが僅かに存在する。交流信号Vgの周波数を交流電圧Vxに比べて十分に高くすることで、第2キャパシタC2に流れる電流が増え、電荷Qgが電荷Qerrに比べて大きくなるため、電荷Qerrによる測定誤差を低減できる。

【0077】

しかも、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、スイッチSWがオンの状態において交流信号源5の交流信号Vgの出力が停止されるため、第2電荷検出信号Vs2を生成する際、交流信号Vgの成分が含まれることによる誤差を防止し、測定精度の低下を抑えることができる。

図1に示すように、商用電力系統4の電源ラインには負荷3A, 3Bが存在するため、導体1は第2基準電位G2に対してインピーダンスを有する。スイッチSWがオンの状態において交流信号Vgの出力が続いていると、交流信号Vgの影響によって導体1の電位が微小に振動し、これが交流電圧Vxの測定誤差となる。交流信号Vgの出力を停止することで、交流信号Vgによる導体1の電位の振動が生じなくなるため、交流電圧Vxの測定誤差を抑えることができる。

【0078】

<第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

上述した第1の実施形態に係る非接触電圧測定装置では、第1基準電位G1と第2基準電位G2との間にスイッチSWを設けることによって、第1電荷検出信号Vs1及び第2電荷検出信号Vs2が共通の電荷検出部20により生成される。これに対し、本実施形態に係る非接触電圧測定装置では、第1電荷検出信号Vs1及び第1電荷検出信号Vs1がそれぞれ独立の電荷検出部によって生成される。

【0079】

図3は、本発明の第2の実施形態に係る非接触電圧測定装置の構成の一例を示す図である。図4は、図3に示す非接触電圧測定装置における電極の例を示す図である。

本実施形態に係る非接触電圧測定装置は、例えば図3において示すように、第1電極E1, 第2電極E2及び第3電極E3と、交流信号源5と、検出部6Aと、AD変換部7A及び7Bと、処理部8と、記憶部9と、フォトカプラ10を有する。このうち、第1電極E1及び第2電極E2、交流信号源5、処理部8並びに記憶部9は、図1における同一符号の構成要素と同じである。

【0080】

第3電極E3は、導体1との間に第3キャパシタC3を形成するものであり、既に説明した第1電極E1及び第2電極E2と同様の構成を有する。図3の例において、3つの電極(E1~E3)は共通の基板2上に形成された導電パターンであり、導体側平面部FP1と平行な電極側平面部FP2をそれぞれ備える。3つの電極(E1~E3)の電極側平面部FP2は、導体1の導体側平面部FP1と平行に対向しており、導体側平面部FP1からの離間距離が等しい。図3の例において、3つの電極(E1~E3)の電極側平面部FP2は互いに合同な形状を有しているため、これらの電極により形成される3つのキャパシタ(C1~C3)はほぼ等しい静電容量を有する。

なお、3つのキャパシタ(C1~C3)は必ずしも同一である必要はなく、両者の間に

一定の相関関係（例えば、一定の比例関係）があればよい。

【0081】

検出部6Aは、先に説明した検出部6と同様に、交流信号源5の交流信号 V_g によって第2キャパシタC2に蓄積される電荷と、交流電圧 V_x によって第2キャパシタC2に蓄積される電荷をそれぞれ検出する。すなわち、検出部6Aは、交流信号 V_g により第2電極E2の第2キャパシタC2に蓄積される電荷に応じた第1電荷検出信号 V_{s1} と、交流電圧 V_x により第2電極E2の第2キャパシタC2に蓄積される電荷に応じた第2電荷検出信号 V_{s2} とをそれぞれ生成する。ただし、先の実施形態における検出部6は、スイッチSWの状態に応じて異なる電荷検出信号 V_s （ V_{s1} 又は V_{s2} ）を生成したが、本実施形態における検出部6Aは、第1電荷検出信号 V_{s1} と第2電荷検出信号 V_{s2} をそれぞれ独立に生成する。

10

【0082】

検出部6Aは、例えば図3に示すように、第1電荷検出部21と第2電荷検出部22を有する。

【0083】

第1電荷検出部21は、第2電極E2を第1基準電位G1に対して一定の電位（例えば第1基準電位G1と同じ電位）に保ち、第2キャパシタC2に蓄積される電荷に応じた第1電荷検出信号 V_{s1} を生成する。図3の例において、第1電荷検出部21は、オペアンプOP1とキャパシタCf1を含む。このオペアンプOP1及びキャパシタCf1は、図1におけるオペアンプOP及びキャパシタCfと同じであり、これらと同様に動作する。従って、第1電荷検出部21が生成する第1電荷検出信号 V_{s1} は、先の実施形態においてスイッチSWがオフの時に電荷検出部20が生成する電荷検出信号 V_s と同じである。

20

【0084】

第2電荷検出部22は、第3電極E3を第2基準電位G2に対して一定の電位（例えば第2基準電位G2と同じ電位）に保ち、第3キャパシタC3に蓄積される電荷に応じた第2電荷検出信号 V_{s2} を生成する。図3の例において、第2電荷検出部22は、オペアンプOP2とキャパシタCf2を含む。オペアンプOP2の反転入力端子が第3電極E3に接続され、非反転入力端子が第2基準電位G2に接続される。キャパシタCf2は、オペアンプOP2の反転入力端子と出力端子との間に設けられる。

【0085】

オペアンプOP2のゲインが十分に高い場合、第3電極E3の電位が第2基準電位G2とほぼ等しくなるように、オペアンプOP2の出力電圧（第2電荷検出信号 V_{s2} ）によってキャパシタCf2の電荷が制御される。すなわち、第3キャパシタC3に生じる電圧が交流電圧 V_x とほぼ等しくなるようにキャパシタCf2の電荷が制御される。

30

オペアンプOP2の反転入力端子は高インピーダンスであり、電流が殆ど流れないため、第3キャパシタC3の電荷量の変化とキャパシタCf2の電荷量の変化がほぼ等しくなる。そのため、交流電圧 V_x に応じた第3キャパシタC3の電荷量の変化と、キャパシタCf2の電荷量の変化とがほぼ等しくなる。また、オペアンプOP2の出力電圧（第2電荷検出信号 V_{s2} ）の変化は、キャパシタCf2の電荷量の変化に比例する。従って、オペアンプOP2から出力される第2電荷検出信号 V_{s2} の変化（交流電圧 V_x と同一周波数の交流成分）は、交流電圧 V_x に応じたキャパシタCf2の電荷量の変化に比例する。この第2電荷検出信号 V_{s2} は、先の実施形態においてスイッチSWがオンのときに電荷検出部20が生成する電荷検出信号 V_s と同じである。

40

【0086】

AD変換部7Aは、検出部6Aにおいて生成される第1電荷検出信号 V_{s1} をアナログ信号からデジタル信号に変換し、処理部8に入力する。

【0087】

AD変換部7Bは、検出部6Aにおいて生成される第2電荷検出信号 V_{s2} をアナログ信号からデジタル信号に変換し、処理部8に入力する。

50

フォトカプラ 10 は、A/D 変換部 7B から処理部 8 へデジタル信号を伝達する経路に設けられており、電気信号を一旦光信号に変換してから電気信号へ戻すことにより、A/D 変換部 7B と処理部 8 との電氣的な絶縁を保ちつつ、A/D 変換部 7B から処理部 8 へデジタル信号を伝達する。

【0088】

上記の構成によれば、検出部 6A において図 1 における検出部 6 と同様な第 1 電荷検出信号 V_{s1} 及び第 2 電荷検出信号 V_{s2} が生成され、演算部 82 において第 1 電荷検出信号 V_{s1} 及び第 2 電荷検出信号 V_{s2} に基づいて交流電圧 V_x の計測値が演算される。従って、先に説明した図 1 に示す非接触電圧測定装置と同様に、簡易な構成で精度よく交流電圧 V_x を計測することができる。

10

【0089】

また、本実施形態に係る非接触電圧測定装置によれば、第 1 基準電位 G_1 と第 2 基準電位 G_2 の間にスイッチ SW が設けられていないため、第 1 基準電位 G_1 と第 2 基準電位 G_2 の間における寄生容量を非常に小さくすることができる。これにより、第 1 電荷検出部 21 において生成される第 1 電荷検出信号 V_{s1} が交流電圧 V_x による誤差を生じ難くなるため、交流電圧 V_x の測定精度を向上できる。

【0090】

本発明は上述した実施形態には限定されない。すなわち、当業者は、本発明の技術的範囲またはその均等の範囲内において、上述した実施形態の構成要素に関し、様々な変更、コンビネーション、サブコンビネーション、並びに代替を行ってよい。

20

【0091】

上述した各実施形態における電荷検出部 (20, 21, 22) は、キャパシタ ($C_1 \sim C_3$) における微小な電荷の変化を検出するため、外来ノイズの影響を受け易い。そこで、キャパシタ ($C_1 \sim C_3$) を形成する電極 ($E_1 \sim E_3$) の周囲には、外来ノイズの影響を低減するため、導体によるガードリングを設けてもよい。

【0092】

図 5 は、電極 ($E_1 \sim E_3$) の周囲に設けたガードリングの例を示す図である。

図 5A は、図 2 に示す第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 の周囲に設けたガードリング GR_1 を示す。図 5B は、図 4 に示す第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 の周囲に設けたガードリング GR_1 と、第 3 電極 E_3 の周囲に設けたガードリング GR_2 をそれぞれ示す。第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 と第 3 電極 E_3 とは電位が異なるため、図 5B に示すように、第 3 電極 E_3 のガードリング GR_2 は第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 のガードリング GR_1 と別に設けられる。なおガードリング GR_1 , GR_2 は、外来ノイズの状況に応じて、一方を適宜省略してもよい。また、ガードリング GR_1 は、第 1 電極 E_1 及び第 2 電極 E_2 の一方だけを囲うようにしてもよい。

30

【0093】

上述した実施形態では、測定対象の電圧が印加される導体 1 と電極 ($E_1 \sim E_3$) とが平行板型のキャパシタを形成する例を挙げたが、本発明はこれに限定されるものではなく、導体と電極の形状、サイズ、配置等は任意でよい。例えば、測定対象の交流電圧が印加される導体は、断面が円形の円柱形状の導体や棒状の導体でもよい。この場合、基板 2 や電極 ($E_1 \sim E_3$) は、導体 1 の表面に沿って円筒状に曲げて配置するようにすればよい。例えば、円柱状の導体の外周を囲むように円筒状に曲げたフレキシブル基板を設け、このフレキシブル基板上に本発明の電極となる導電パターンを形成してもよい。

40

【0094】

上述した実施形態では、電荷検出部 (20, 21, 22) から出力される電荷検出信号 (V_s , V_{s1} , V_{s2}) をデジタル値に変換して交流電圧 V_x の測定値を演算しているが、本発明はこれに限定されない。本発明の他の実施形態では、電荷検出部から出力される電荷検出信号にアナログ演算処理を施すことにより、交流電圧 V_x の測定結果をアナログ信号として生成してもよい。

【0095】

50

上述した第 1 の実施形態（図 1）では、初めにスイッチ S W をオフ状態に設定して第 1 電荷検出信号 $V_s 1$ を生成し、次にスイッチ S W をオン状態に設定して第 2 電荷検出信号 $V_s 2$ を生成しているが、本発明の他の実施形態では、第 2 電荷検出信号 $V_s 2$ を先に生成し、その後で第 1 電荷検出信号 $V_s 1$ を生成してもよい。

【 0 0 9 6 】

上述した第 1 の実施形態（図 1）では、処理部 8 がスイッチ S W のオンオフの制御を行っているが、本発明の他の実施形態では、他の上位装置から送られてくるコマンドや、ユーザインターフェース装置を介して入力されるユーザの指示に応じて、スイッチ S W のオンオフを制御してもよい。

【符号の説明】

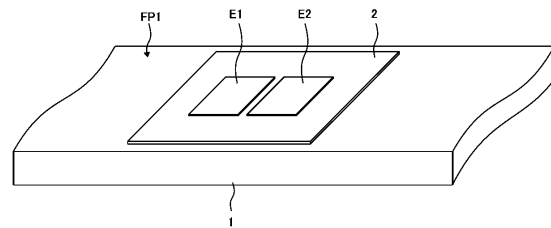
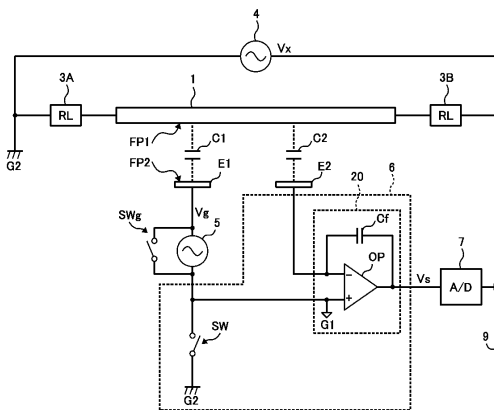
10

【 0 0 9 7 】

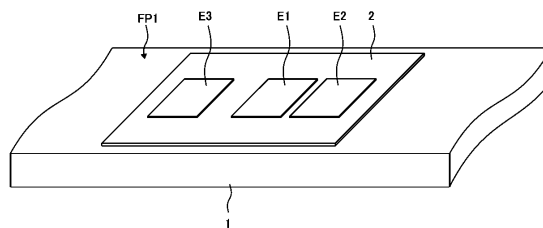
1 ... 導体、2 ... 基板、3 A , 3 B ... 負荷、4 ... 商用電力系統、5 ... 交流信号源、6 , 6 A ... 検出部、7 , 7 A , 7 B ... A/D 変換部、8 ... 処理部、8 1 ... 制御部、8 2 ... 演算部、9 ... 記憶部、10 ... フォトカプラ、20 ... 電荷検出部、21 ... 第 1 電荷検出部、22 ... 第 2 電荷検出部、C 1 ... 第 1 キャパシタ、C 2 ... 第 2 キャパシタ、C 3 ... 第 3 キャパシタ、E 1 ... 第 1 電極、E 2 ... 第 2 電極、E 3 ... 第 3 電極、F P 1 ... 導体側平面部、F P 2 ... 電極側平面部、S W ... スイッチ、G R 1 , G R 2 ... ガードリング、G 1 ... 第 1 基準電位、G 2 ... 第 2 基準電位、O P , O P 1 , O P 2 ... オペアンプ、 V_s ... 電荷検出信号、 $V_s 1$... 第 1 電荷検出信号、 $V_s 2$... 第 2 電荷検出信号、 V_x ... 交流電圧、 V_g ... 交流信号。

【 図 1 】

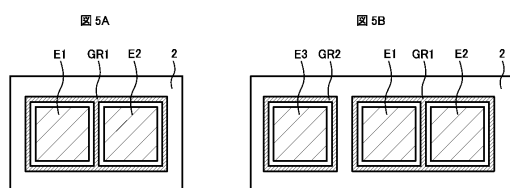
【 図 2 】



【圖 4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 0 6 4 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 R 1 9 / 0 0 - 1 9 / 3 2

G 0 1 R 1 5 / 1 6