

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4130188号
(P4130188)

(45) 発行日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日(2008.5.30)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 R 29/12 (2006.01) GO 1 R 29/12 F
GO 1 R 29/24 (2006.01) GO 1 R 29/24 J

請求項の数 4 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-344012 (P2004-344012)</p> <p>(22) 出願日 平成16年11月29日 (2004.11.29)</p> <p>(65) 公開番号 特開2006-153631 (P2006-153631A)</p> <p>(43) 公開日 平成18年6月15日 (2006.6.15)</p> <p>審査請求日 平成16年12月9日 (2004.12.9)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 591142138 北斗電子工業株式会社 兵庫県西宮市名塩東久保2番16号</p> <p>(74) 代理人 100086933 弁理士 久保 幸雄</p> <p>(72) 発明者 中野 浩一 兵庫県西宮市名塩東久保2番16号 北斗電子工業株式会社内</p> <p>(72) 発明者 浅井 義仁 兵庫県西宮市名塩東久保2番16号 北斗電子工業株式会社内</p> <p>審査官 松川 直樹</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面電位計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体の表面電位を測定するための表面電位計であって、
 被測定面と対向する第1固定電極と、
 前記第1固定電極と段違いに配置され、前記第1固定電極よりも前記被測定面に近い位置で前記被測定面と対向する第2固定電極と、
 接地のための外部接続端子と、
 前記外部接続端子に接続された基準電位ラインと、
 前記第1固定電極に一端が接続され、前記基準電位ラインに他端が接続された第1コンデンサと、
 前記第2固定電極に一端が接続され、前記基準電位ラインに他端が接続された第2コンデンサと、
 前記第1コンデンサの端子間電圧および前記第2コンデンサの端子間電圧を検出する電圧検出回路と、
 検出された前記第1コンデンサの端子間電圧および前記第2コンデンサの端子間電圧に予め決められた演算式を適用することによって、前記被測定面の電位に対応した電圧値を算出する演算手段と、
 算出された電圧値を表示する表示器とを備え、
 前記第2固定電極は、前記第1固定電極の両側に振り分けて配置され且つ電氣的に接続された2個の導電体からなる

ことを特徴とする表面電位計。

【請求項 2】

前記第 1 コンデンサの静電容量値と前記第 2 コンデンサの静電容量値とが等しく、
前記演算式は

$$V_x = k (V_1 \cdot V_2) / (V_2 - V_1)$$

ただし、 V_x ：被測定面の電位に対応した電圧値

k ：定数、

V_1 ：第 1 コンデンサの端子間電圧、

V_2 ：第 2 コンデンサの端子間電圧

である

10

請求項 1 記載の表面電位計。

【請求項 3】

操作者が測定開始を指示するための操作入力スイッチと、

前記第 1 コンデンサと並列に前記第 1 固定電極および前記基準電位ラインに接続された
開閉可能な第 1 導通路と、

前記第 2 コンデンサと並列に前記第 2 固定電極および前記基準電位ラインに接続された
開閉可能な第 2 導通路と、

前記操作入力スイッチのオン操作に呼応して前記第 1 導通路および第 2 導通路を閉じ、
一定時間の経過後に開くりセット制御手段とを備える

請求項 1 または 2 記載の表面電位計。

20

【請求項 4】

前記電圧検出回路および演算手段を収容する筐体を有し、

前記筐体の前面に前記表示器が配置され、

前記筐体の背面に前記第 1 固定電極および第 2 固定電極が配置され、

携帯可能に構成されてなる

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の表面電位計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体の表面電位を測定するための表面電位計に関する。

30

【背景技術】

【0002】

静電気を帯びた物体の表面電位の測定には非接触型の測定器が用いられる。この種の測定器としては、被測定面と対向する振動電極をもつ振動容量型の表面電位計が一般的である。

【0003】

例えば特開 2000 - 147036 号公報に記載された電界測定形式の振動容量型の表面電位計は振動電極と固定電極とを有しており、固定電極の電位を参照することによって被測定面の微小位置変動に因る測定誤差を低減するように構成されている。

【0004】

40

また、振動電極を内蔵するプローブと高電圧源を備える本体とから構成された表面電位計が市販されている。この表面電位計では、プローブの電位を徐々に上昇させて、振動電極からの変位信号が無くなった時点のプローブの電位を測定値とするゼロ位法が用いられている。

【特許文献 1】特開 2000 - 147036 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の表面電位計による測定は、表面電位計の設置が面倒であったり、表面電位計の装置構成が大掛かりであったりして手軽ではなかった。すなわち、上述した電界測定形式の

50

表面電位計は多少の距離変動は許容されるものの、基本的には被測定面との対向距離が規定値となるように被測定面と表面電位計との位置決めをする必要がある。一方、ゼロ位法による測定は対向距離の依存性が小さいものの、高電圧源を備えた表面電位計は重く可搬性に劣るので、互いに離れた複数の被測定面のそれぞれについて測定する場合のように表面電位計の移動が必要な場合には好適ではない。

【0006】

本発明は表面電位の手軽な測定の実現を目的としている。他の目的は小型軽量の表面電位計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る表面電位計は、第1固定電極、第2固定電極、外部接続端子、基準電位ライン、第1コンデンサ、第2コンデンサ、電圧検出回路、演算手段、および表示器を備える。第1固定電極は被測定面と対向する。第2固定電極は、前記第1固定電極と段違いに配置され、前記第1固定電極よりも被測定面に近い位置で被測定面と対向する。基準電位ラインは外部接続端子に接続される。第1コンデンサは、その一端が前記第1固定電極に接続され、その他端が前記基準電位ラインに接続される。第2コンデンサは、その一端が前記第2固定電極に接続され、その他端が前記基準電位ラインに接続される。第1コンデンサおよび第2コンデンサのそれぞれの静電容量値は既知である。電圧検出回路は、前記第1コンデンサの端子間電圧および前記第2コンデンサの端子間電圧を検出する。演算手段は、検出された前記第1コンデンサの端子間電圧および前記第2コンデンサの端子間電圧に予め決められた演算式を適用することによって、被測定面の電位に対応した電圧値を算出する。表示器は算出された電圧値を表示する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、表面電位の手軽な測定を実現することができる。

【0010】

また、被測定面に対する表面電位計の対向姿勢の許容範囲を拡げることができる。

【0011】

請求項4の発明によれば、小型軽量の表面電位計を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は本発明に係る表面電位計の前面の構成を示す外観図である。

【0013】

表面電位計1は、図の上下方向に長い略直方体の外形をもつ所謂手のひらサイズの携帯可能な測定器である。樹脂製の筐体10の前面に、所定桁の数(図では5桁)の表示が可能な液晶表示器45と、操作者が測定開始を指示するための押しボタン式の操作入力スイッチ46とが配置されている。また、筐体10の下端面には内部の基準電位ラインを接地するための外部接続端子51が配置されている。

【0014】

図2は表面電位計の背面の構成を示す外観図であり、図3は図2のa-a矢視断面図である。図2では導体膜の構成を示すために筐体10の一部を切り欠いてある。

【0015】

表面電位計1の背面の上端側に第1固定電極11および第2固定電極12が配置されている。第1固定電極11および第2固定電極12は銅または他の金属からなる略四角形の平板状の導電体である。第2固定電極12は、2個の導電体121, 122からなり、これら導電体121, 122は第1固定電極11に対して筐体10の短尺方向(図の左右方向)の一方側と他方側とに振り分けて配置されている。つまり、導電体121と導電体122との間に第1固定電極11が位置する。導電体121, 122のそれぞれの平面積はともに第1固定電極11の平面積の1/2である。

【0016】

10

20

30

40

50

第1固定電極11および第2固定電極12に関して最も重要な事項は、第1固定電極11と第2固定電極12とが、互いに重ならずかつ第2固定電極12が第1固定電極11よりも被測定面8に近づくように段違いに平行配置されていることである(図3参照)。つまり、表面電位計1の背面は平坦面ではなく、第1固定電極11の配置される部分が窪んだ段差面になっている。第1固定電極11と第2固定電極12との間の高低差、すなわち表面電位計1の背面における段差gの値は5mm程度である。

【0017】

このような第1固定電極11および第2固定電極12を囲むように筐体10の内面に導電膜52が設けられている。導電膜52は外部接続端子51と導通しており、シャーシアースとして用いられる。

10

【0018】

なお、筐体10の背面の下端側には、バッテリー交換のための開閉部10Aが設けられている。

【0019】

以上の表面電位計1の構成に関して種々の変形が可能である。例えば、筐体10を金属で構成し、導電膜52に代えて適切な絶縁膜を設けてもよい。導電膜52を第1固定電極11および第2固定電極12の近傍のみに配置してもよい。第1固定電極11および第2固定電極12の形状は四角形に限らず、円形、楕円形および他の形状でもよい。第2固定電極12を第1固定電極11の上下左右に配置した計4個の導電体で構成してもよい。第2固定電極12は第1固定電極11を囲む環状であってもよい。外部接続端子51は基準電位ラインと導通しかつ外界に露出した導体であればよい。

20

【0020】

図4は本発明に係る測定原理の説明図である。

【0021】

表面電位計の内部において、第1固定電極と基準電位ラインとの間および第2固定電極と基準電位ラインとの間にそれぞれ静電容量値Csのコンデンサが接続されている。Csの具体値は1000pF~10000pFである。このような表面電位計を物体の前方に配置すると、物体表面の電荷の影響を受けて第1固定電極および第2固定電極に誘導電位が生じ、これにともなって2つのコンデンサの端子間に電圧が生じる。

【0022】

30

誘導電位は第1固定電極および第2固定電極のそれぞれと物体との距離D1, D2に依存する。ここで、第2固定電極と物体との間における静電容量値をCxとすると、第1固定電極と物体との間における静電容量値は、Cxと電極配置の段差gに応じた静電容量値Cgとの合成値になる。

【0023】

第1固定電極側のコンデンサの端子間電圧をV1、第2固定電極側のコンデンサの端子間電圧をV2とすると、物体の表面電位に相当する電圧である物体と基準電位ラインとの間の電圧Vxは以下のようにV1, V2で特定される。

$$V1 = (Vx / Cs) / (1 / Cx + 1 / Cg + 1 / Cs)$$

$$V2 = (Vx / Cs) / (1 / Cx + 1 / Cs)$$

40

Cx, Cg ≪ Csならば

$$V1 = (Vx / Cs) / (1 / Cx + 1 / Cg) \quad \dots (1)$$

$$V2 = (Vx / Cs) / (1 / Cx) \quad \dots (2)$$

式(1)を変形すると

$$V1 (1 / Cx + 1 / Cg) = (Vx / Cs)$$

$$V1 / Cx = (Vx / Cs) - V1 / Cg$$

$$1 / Cx = (Vx / Cs - V1 / Cg) / V1 \quad \dots (3)$$

式(2)を変形すると

$$V2 / Cx = (Vx / Cs)$$

$$1 / Cx = (Vx / Cs) / V2 \quad \dots (4)$$

50

式(3)および式(4)から

$$(V_x / C_s - V_1 / C_g) / V_1 = (V_x / C_s) / V_2$$

$$(V_x / C_s - V_1 / C_g) V_2 = (V_x / C_s) V_1$$

$$(V_x / C_s) V_2 - (V_1 / C_g) V_2 = (V_x / C_s) V_1$$

$$(V_x / C_s) V_2 - (V_x / C_s) V_1 = (V_1 / C_g) V_2$$

$$V_x (V_2 / C_s - V_1 / C_s) = (V_1 / C_g) V_2$$

$$V_x = (V_1 / C_g) V_2 / (V_2 / C_s - V_1 / C_s)$$

$$V_x = (V_1 \cdot V_2 / C_g) / (V_2 - V_1) / C_s$$

$$V_x = (C_s / C_g) \cdot (V_1 \cdot V_2) / (V_2 - V_1) \quad \dots (5)$$

式(5)が示すとおり、電圧 V_x は距離 D_2 に依存する静電容量値 C_x を含まない式で表され、電圧 V_1 、 V_2 から電圧 V_x を算出することができる。つまり、表面電位計と物体とを厳密に位置決めすることなく表面電位を測定することができる。

【0024】

C_s は使用するコンデンサに固有の既知の値であり、 C_g も電極配置で決まる固定の段差 g に応じた既知の値である。しかし、実際には C_s に若干のばらつきがあり、 C_g に設計値との誤差がある。したがって、 C_s / C_g を定数 k とし、校正によって k を決めるのが望ましい。つまり、次の式(6)を適用することによって、より正確に物体の表面電位を測定することができる。

$$V_x = k (V_1 \cdot V_2) / (V_2 - V_1) \quad \dots (6)$$

ここで、空気の比誘電率は $8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ であるので、例えば30mm角の電極を物体から50mm離して配置したときの物体と電極との間の静電容量値は0.2pF程度である。コンデンサの静電容量値 C_s が1000pFのコンデンサを使用したときの電圧 V_x に対するコンデンサの端子間電圧(V_2)の分圧比は 5×10^3 となる。したがって、端子間電圧の測定に分解能1mVの検出回路を用いた場合、表面電位測定の分解能は5Vである。これは一般的な要求(分解能10V)を十分に満たす。

【0025】

1000pFのコンデンサの安定度は100秒で電圧が1mV変動する程度かそれよりも良好である。フルスケールを ± 500 とすれば、 $1/10 \text{ FS}$ は50である。物体との距離(測定ギャップ)が5cmのとき、段差 g が5mmの構成において発生する測定誤差は $51/49 \sim 49/51$ 、すなわち $\pm 4\%$ 以内になる。

【0026】

図5は表面電位計の機能構成を示す回路図である。

【0027】

表面電位計1は、第1固定電極11、第2固定電極12、外部接続端子51、基準電位ライン52、第1コンデンサ21、第2コンデンサ22、電圧検出回路30、プロセッサ(CPU)40、表示器45、操作入力スイッチ46、直流電源47、バッテリー48、クロックジェネレータ49、第1導通路61、および第2導通路62を備える。

【0028】

上述したとおり、第1固定電極11および第2固定電極12は段違いに配置され、基準電位ライン52は外部接続端子51に接続されている。

【0029】

第1コンデンサ21は、その一端が第1固定電極11に接続され、その他端が基準電位ライン52に接続される。第2コンデンサ22は、その一端が第2固定電極12に接続され、その他端が基準電位ライン52に接続される。第1コンデンサ21の静電容量値(C_s)は第2コンデンサ22の静電容量値(C_s)と等しい。

【0030】

電圧検出回路30は、2つの演算増幅器31、32を中心に構成され、ゲイン調整および零出力調整のためのフィードバック回路を備える。演算増幅器31は第1コンデンサ21の端子間電圧(V_1)に応じた検出信号をプロセッサ40に出力し、演算増幅器32は第2コンデンサ22の端子間電圧(V_2)に応じた検出信号をプロセッサ40に出力する

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

プロセッサ 4 0 は、予め記録されたプログラムを実行するマイクロコンピュータであり、演算手段 4 0 1 およびリセット制御手段 4 0 2 の機能を備える。演算手段 4 0 1 は、電圧検出回路 3 0 からの検出信号が表す第 1 コンデンサ 2 1 の端子間電圧および第 2 コンデンサ 2 2 の端子間電圧に上述の式 (6) を適用することによって、被測定面の電位に対応した電圧値を算出する。リセット制御手段 4 0 2 は、操作入力スイッチ 4 6 のオン操作に呼応して第 1 導通路 6 1 および第 2 導通路 6 2 を閉じ、一定時間の経過後に開く。

【 0 0 3 2 】

表示器 4 5 は、演算手段 4 0 1 によって算出された電圧値を測定結果として表示する。操作入力スイッチ 4 6 は、操作状態に応じた信号をプロセッサ 4 0 に与える。直流電源 4 7 はバッテリー 4 8 からの電力に基づいて ± 5 V の駆動電圧を発生させてプロセッサ 4 0 および電圧検出回路 3 0 に供給する。クロックジェネレータ 4 9 はプロセッサ 4 0 に動作クロックを与える。

10

【 0 0 3 3 】

第 1 導通路 6 1 および第 2 導通路 6 2 は、プロセッサ 4 0 からの制御信号 S 6 1 , S 6 2 に従って動作するスイッチからなる。スイッチとしてリレーが好適であるが、半導体スイッチであってもよい。スイッチと直列に抵抗を挿入する場合もある。第 1 導通路 6 1 が閉じると、基準電位ライン 5 2 と第 1 コンデンサ 2 1 とを通る閉ループが形成され、第 1 コンデンサ 2 1 の蓄積電荷が基準電位ライン 5 2 へ放出される。同様に第 2 導通路 6 2 が閉じると、第 2 コンデンサ 2 2 の蓄積電荷が基準電位ライン 5 2 へ放出される。つまり、第 1 導通路 6 1 および第 2 導通路 6 2 は、第 1 コンデンサ 2 1 および第 2 コンデンサ 2 2 のそれぞれの端子間電圧を零に戻すリセットのための手段である。

20

【 0 0 3 4 】

表面電位計 1 による測定は次の手順で行われる。

【 0 0 3 5 】

測定準備として、外部接続端子 5 1 と外部の接地電位ラインとを導線などによって接続し、基準電位ラインを接地しておく。

【 0 0 3 6 】

操作者は、操作入力スイッチ 4 6 を操作して測定開始を指示する。指示を受けてプロセッサ 4 0 は第 1 コンデンサ 2 1 および第 2 コンデンサ 2 2 をリセットする。リセットは瞬時に終了し、第 1 導通路 6 1 および第 2 導通路 6 2 が開かれて表面電位計 1 は測定可能なスタンバイ状態になる。

30

【 0 0 3 7 】

測定開始指示に続いて、先立って、または並行して、操作者は指示表面電位計 1 の背面を被測定面に向けて表面電位計 1 を被測定面に近づける。表面電位計 1 は片手で保持できる。被測定面に接触させないように気をつけて、被測定面から数 cm ~ 1 0 cm 程度離れた位置に表面電位計 1 を配置する。

【 0 0 3 8 】

このとき、第 1 固定電極 1 1 および第 2 固定電極 1 2 と被測定面とが平行であるのが好ましいが、所定範囲内で傾いた対向姿勢は許容される。それは、第 2 固定電極 1 2 が第 1 固定電極 1 1 の両側に配置された 2 個の導電体 1 2 1 , 1 2 2 で構成されるからである。第 2 固定電極 1 2 が第 1 固定電極 1 1 と同様に単一の平板であれば、表面電位計 1 が大きく傾いたときに、被測定面に対する第 1 固定電極 1 1 と第 2 固定電極 1 2 との遠近関係が正規と逆になる。この条件は演算式の定数 k を求める校正における条件と異なるので、正しい測定結果が得られない。これに対して、第 2 固定電極 1 2 が 2 個の導電体 1 2 1 , 1 2 2 で構成される本構造では、表面電位計 1 が大きく傾いたときに、導電体 1 2 1 , 1 2 2 の片方は第 1 固定電極 1 1 よりも被測定面から遠くなるものの、残りの片方は傾いていないときよりもさらに被測定面に近づくので、遠近が平均化されることによって適正な測定結果が得られる。

40

50

【 0 0 3 9 】

表面電位計 1 を高電位の被測定面に対向させると、第 1 コンデンサ 2 1 および第 2 コンデンサ 2 2 の端子間電圧が刻々と変化する。そのとき、端子間電圧は繰り返し検出され、検出値に基づく演算の結果が逐次に表示器 4 5 によって表示される。表示される数値は数秒から数十秒でほぼ一定となる。その時点の数値が被測定面の電位、すなわち測定結果を表す。

【 0 0 4 0 】

操作者が操作入力スイッチ 4 6 を操作する度に測定が再開される。以前と異なる物体の表面電位を測定したければ、表面電位計 1 を適宜に移動させて所望の被測定面に対向させればよい。

10

【 0 0 4 1 】

表面電位計 1 の仕様の一例は次のとおりである。

測定電圧： 1 0 V ~ 2 0 k V

レンジ切替え：オート（例えば感度を 1200 V 以上で 1 桁落とし 1000 V 以下で 1 桁上げる）

測定精度： ± 5 % 以上

電源管理： オートパワーオフ（デフォルトは最終操作から 3 分後にパワーオフ）

以上の実施形態によれば、表面電位計 1 を被測定面に対向させて測定開始を指示するという簡単な操作で表面電位を測定することができる。表面電位計 1 は振動電極も高電圧源ももたないので、小型軽量化が可能である。

【 0 0 4 2 】

上述の実施形態では、第 1 コンデンサ 2 1 と第 2 コンデンサ 2 2 がともに静電容量値 C_s をもつ構成を例示したが、2 つのコンデンサの間で静電容量値が異なる構成であっても表面電位の測定は可能である。例えば第 1 コンデンサ 2 1 の静電容量値を C_s 、第 2 コンデンサ 2 2 の静電容量値を $C_{s'}$ ($= a C_s$) とすると、上記式 (6) は次式に置き換わる。

20

$$V_x = k (V_1 \cdot V_2) / (V_2 - V_1 / a) \dots (6')$$

この式 (6') の適用によって表面電位を算出することができる。

ここで、静電容量値 C_s と静電容量値 $C_{s'}$ との関係を、表面電位計 1 の背面と被測定面とが平行であるときに電圧 V_1 と電圧 V_2 との比が所定値（例えば 1）となるように C_g を考慮して選定するのが好ましい。測定に際して、電圧 V_1 と電圧 V_2 との比が所定値またはそれに近い値であるかどうかを検知し、表面電位計 1 の背面と被測定面とが平行である旨をランプなどで表示すれば、操作者が表面電位計 1 を好ましい姿勢に容易に配置することができる、より手軽に正確な測定を行うことができる。

30

【 0 0 4 3 】

上述の実施形態において、表面電位計 1 の構成、形状、各部の材質、寸法、静電容量値などの構造条件、表面電位計 1 の仕様、および測定手順は例示に限定されず、本発明の主旨に沿う範囲内で種々の変更が可能である。例えば、第 1 導通路 6 1 および第 2 導通路 6 2 をリレー回路とし、電源オフ状態では第 1 コンデンサ 2 1 および第 2 コンデンサ 2 2 をリセットするように閉じかつ電源オンに呼応して開く構成としてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

40

【 0 0 4 4 】

本発明は、半導体や液晶パネルに代表される比較的静電気に弱い部品や製品の製造ラインにおける静電気チェック、イオナイザーや帯電チャージャの評価、フィルムや樹脂などの帯電し易い部材の帯電チェックなどの各種の用途に好適である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 本発明に係る表面電位計の前面の構成を示す外観図である。

【 図 2 】 表面電位計の背面の構成を示す外観図である。

【 図 3 】 図 2 の a - a 矢視断面図である。

【 図 4 】 本発明に係る測定原理の説明図である。

50

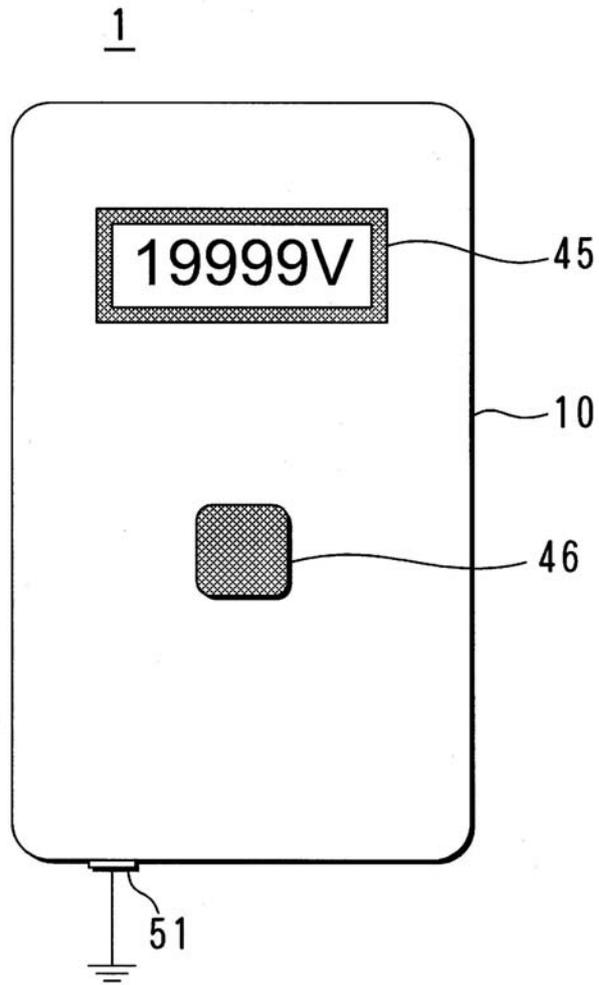
【図5】表面電位計の機能構成を示す回路図である。

【符号の説明】

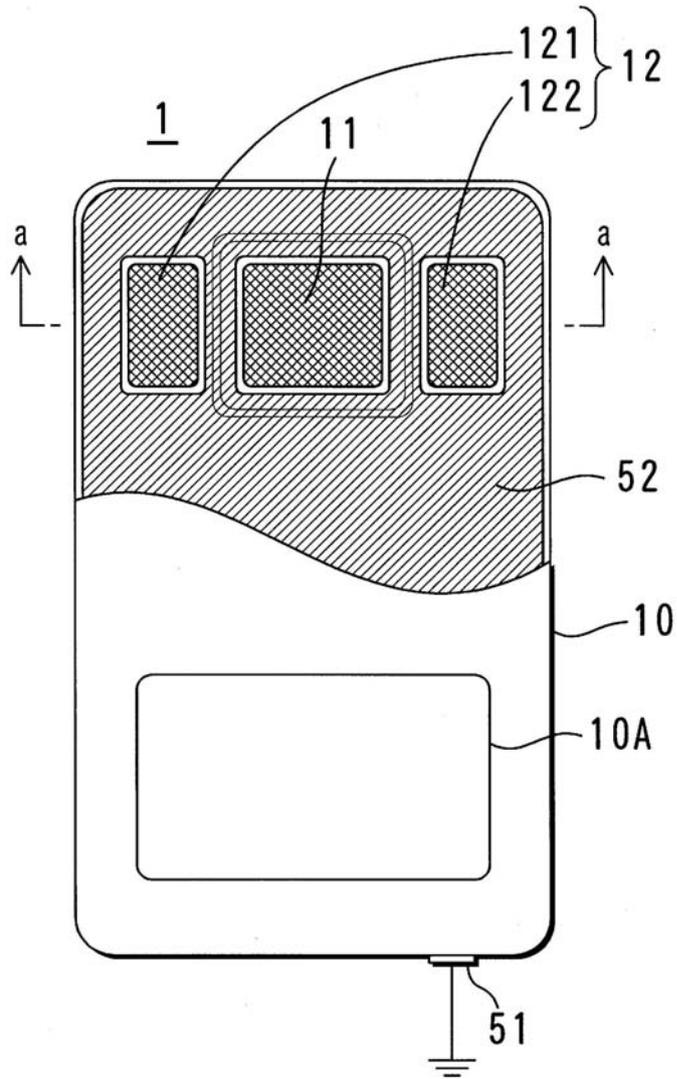
【0046】

1	表面電位計	
8	被測定面	
10	筐体	
11	第1固定電極	
12	第2固定電極	
121, 122	導電体	
21	第1コンデンサ	10
22	第2コンデンサ	
52	基準電位ライン	
Cs	静電容量値	
V1	第1コンデンサの端子間電圧	
V2	第2コンデンサの端子間電圧	
Vx	被測定面の電位に対応した電圧値	
51	外部接続端子	
30	電圧検出回路	
401	演算手段	
45	表示器	20
46	操作入力スイッチ	
61	第1導通路	
62	第2導通路	
501	リセット制御手段	

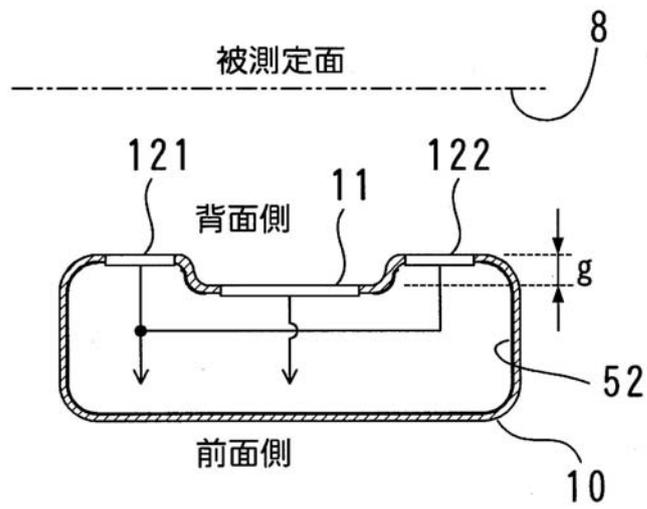
【 1】



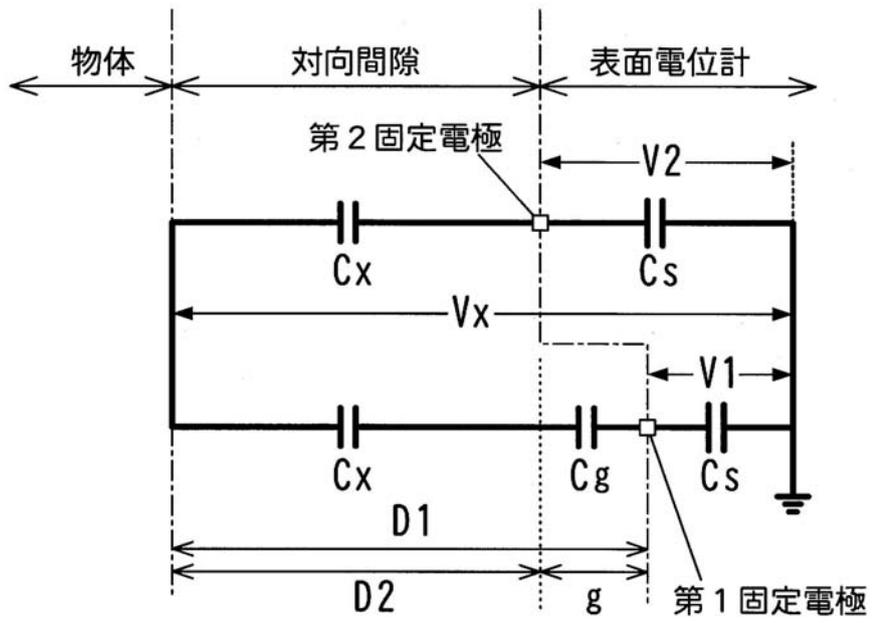
【図2】



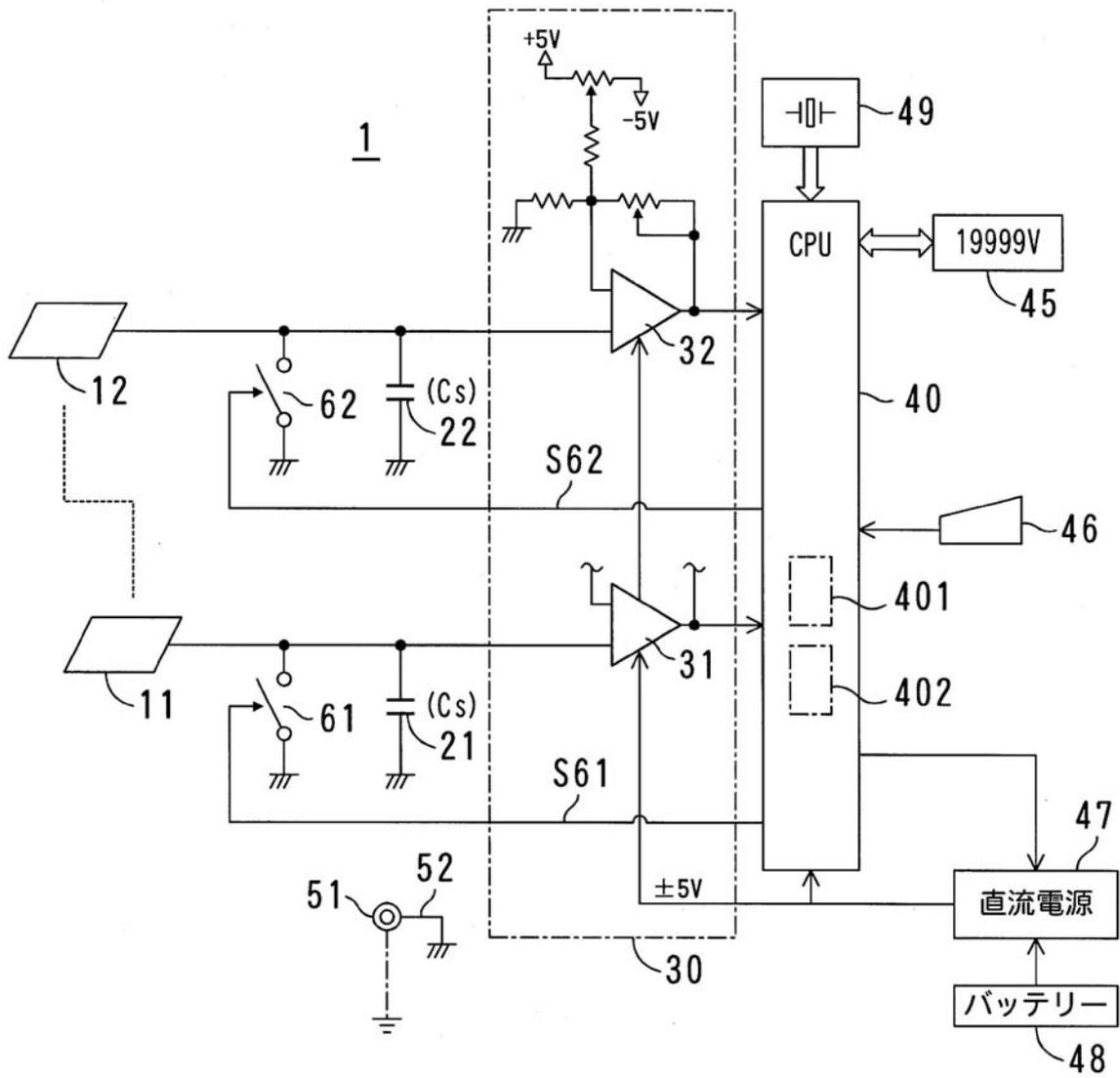
【図3】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-372559(JP,A)
特開平02-008755(JP,A)
実開平03-088172(JP,U)
特開2004-239808(JP,A)
特開平04-032782(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 29/12

G01R 29/24