

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6607972号
(P6607972)

(45) 発行日 令和1年11月20日 (2019. 11. 20)

(24) 登録日 令和1年11月1日 (2019. 11. 1)

(51) Int. Cl.	F I
H03K 17/955 (2006.01)	H03K 17/955 G
H03K 17/96 (2006.01)	H03K 17/96 G
G01R 27/26 (2006.01)	G01R 27/26 C

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2017-568297 (P2017-568297)	(73) 特許権者	591183717
(86) (22) 出願日	平成28年6月29日 (2016. 6. 29)		レオポルト・コスタール・ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2018-523400 (P2018-523400A)		・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング・
(43) 公表日	平成30年8月16日 (2018. 8. 16)		ウント・コンパニー・コマンドイトゲゼル
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/065190		シャフト
(87) 国際公開番号	W02017/001510		LEOPOLD KOSTAL GESE
(87) 国際公開日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)		LLSCHAFT MIT BESCHR
審査請求日	平成30年2月2日 (2018. 2. 2)		ANKTER HAFTUNG & CO
(31) 優先権主張番号	102015008485.2		MPAGNIE KOMMANDITGE
(32) 優先日	平成27年7月1日 (2015. 7. 1)		SELLSCHAFT
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		ドイツ連邦共和国、58513 リューデ
		(74) 代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電容量値を測定するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静電容量型センサ素子 (1) の静電容量値 C_M を積分法によって測定するための方法であって、前記センサ素子 (1) の端子が、前記センサ素子 (1) の静電容量値 C_M に比べて大きい既知の静電容量値 C_I を有する積分コンデンサ (2) の第1端子 (2') と一緒に、共通の回路節点 (3) に電気接続されていて、実行された I_Z 個の積分サイクル後に、前記積分コンデンサ (2) に印加する電圧 U_{C_I} が、A/D変換器 (4) によって測定される当該方法において、

a) 実行すべき N 個の積分サイクルを開始値 N_{Start} に設定し、終了値 N_{End} を前記実行すべき N 個の積分サイクルに対して決定する方法ステップと、

b) 電圧累積値 U_{Ges} 値 0 に初期化する方法ステップと、

c) 実行される積分サイクルの個数 I_Z を値 0 に初期化する方法ステップと、

d) 前記共通の回路接点 (3) と前記積分コンデンサ (2) の第2端子 (2'') とを接地電位 GND に接続する方法ステップと、

e) 前記実行される積分サイクルの個数 I_Z が、前記実行すべき N 個の積分サイクルに達するまで、前記積分法を実行する方法ステップと、

f) 前記 A/D変換器によって実際に測定された電圧値 $U_{C_I}(N)$ を前記電圧累積値 U_{Ges} に加算する方法ステップと、

g) 当該個数 N を 1 以上であり且つ $N_{Diff} = N_{End} - N_{Start}$ 未満である値 n だけインクリメントする方法ステップと、

10

20

h) 前記個数 N が、当該決定された終了値 N_{End} を超えるまで、ステップ e) 以降の方法ステップを繰り返す方法ステップと、

i) 前記電圧累積値 U_{Ges} を測定結果として評価する方法ステップと、を特徴とする方法。

【請求項 2】

当該インクリメントの値 n は、一定の値であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記インクリメントの値 n は、ステップごとに変化することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記積分法は、以下の、

e 1) 前記共通の回路節点 (3) をフローティング状態に保持し、このとき、同時に、既知の供給電圧 U_V が、前記積分コンデンサ (2) の前記第 2 端子 (2'') に印加される方法ステップと、

e 2) 前記供給電圧 U_V を前記積分コンデンサ (2) の前記第 2 端子 (2'') から分離し、このとき、同時に、前記共通の回路節点 (3) が、前記接地電位 GND に接続される方法ステップと、

e 3) 前記実行される積分サイクルの個数 I_Z が、実行すべき実際に予め設定されている N 個の積分サイクルに達するまで、前記実行される積分サイクルの個数 I_Z を値 1 だけインクリメントし、ステップ e 1) 以降の方法ステップを繰り返す方法ステップと、

e 4) 前記積分コンデンサ (2) に印加する電圧 $U_{CI}(N)$ を前記 A/D 変換器 (4) によって測定する方法ステップと、を有することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電容量型センサ素子の静電容量値 C_M を積分法によって測定するための方法に関する。この場合、当該センサ素子の端子が、当該センサ素子の静電容量値 C_M に比べて大きい既知の静電容量値 C_I を有する積分コンデンサの第 1 端子と一緒に、共通の回路節点に電気接続されている。そしてこの場合、実行された I_Z 個の積分サイクル後に、当該積分コンデンサに印加する電圧 U_{CI} が、A/D 変換器によって測定される。

【背景技術】

【0002】

ここで言及されている種類の方法は、静電容量型の接触センサ又は近接センサを評価するために使用される。このようなセンサは、感知領域内での、例えばユーザーの指又はペンのような物体による接触又は近接の有無を検出し、適切な構造の場合にはその場所をも検出する。この場合、当該接触感知領域は、例えば表示画面上にある。表示用途では、当該接触センサ又は近接センサは、ユーザーが表示装置上に表示されるこの接触センサ又は近接センサと直接に相互作用することを可能にでき、マウス又は同様な機器によって間接に相互作用するだけではない。

【0003】

例えば、抵抗式の接触センサ、弾性表面波を用いる接触センサ及び静電容量式の接触センサのような、様々な種類の接触センサが存在する。この場合、最後に言及した、特に単なる近接さえも検出され得る静電容量式の接触センサが、今日では最も広く普及している。

【0004】

物体が、静電容量式の接触センサの表面に接触するか又はこの近くに来ると、当該センサの静電容量値が変化する。割り当てられたセンサ制御機器又は当該センサ制御機器によって使用される測定方法の役割は、当該静電容量の変化を引き起こす接触又は近接を検出

10

20

30

40

50

するためにこの静電容量の変化を処理することである。この場合、特有の問題点は、当該センサの静電容量値が非常に小さいこと、特に、当該検出すべき変化が非常に小さいことにある。この理由から、いわゆる積分法が、当該静電容量値及び当該検出すべき変化を測定するために率先して使用される。当該積分法の場合、少量の電荷が、連続する複数のサイクルごとに、静電容量値が比較的小さく且つ変化するセンサ素子から既知で一定で且つ十分により大きい静電容量値を有する積分コンデンサに移送される。

【0005】

請求項1に記載の上位概念にしたがって静電容量型センサ素子の静電容量値を測定するための方法が、独国特許出願公開第102010041464号明細書によって公知である。ここに記載されている静電容量値を測定するための方法は、上記の種類の積分法である。この場合、センサ素子の端子が、積分コンデンサの第1端子と一緒に、共通の回路節点に電気接続されている。

10

【0006】

様々な方法が、当該測定を実行するために使用される。したがって、例えば、予め設定されている一定の個数のいわゆる積分サイクルの実行によれば、このときに起きる電荷の移動の累積に起因する積分コンデンサに印加する電圧が、A/D変換器によって測定されデジタル化され得る。当該測定の結果として、測定された電圧自体若しくは当該電圧のデジタル値が使用されるか、又は、この値と既知の一定のパラメータとから当該積分コンデンサの静電容量と供給電圧と当該積分サイクルの個数とを計算した測定静電容量の値が使用される。しかし、この代わりに、積分コンデンサに印加する電圧が、それぞれ個々の積分サイクルごとに測定され、当該測定が、予め設定されている閾値に達したときに終了されてもよい。この場合、当該測定パラメータは、当該閾値電圧に達するまでに実行された積分サイクルの個数である。

20

【0007】

この測定方法の分解能、すなわち2つの状態又は静電容量値の識別性に対する限界は、使用されるA/D変換器の分解能によって実質的に決まる。電圧が、A/D変換器によって所定の離散ステップ範囲内だけで検出され得る。これらのステップは、量子化間隔とも呼ばれる。すなわち、当該測定すべき範囲は、量子化される、すなわち複数の離散範囲に、すなわちこの場合には複数の電圧ステップに分割される。測定する場合、直近のより高い値又は直近のより低い値が、これらのステップのうちのどのステップにより近いかに応じて、当該値が、実際の、すなわち測定されたアナログ電圧に割り当てられる。当該A/D変換器によって出力される電圧ステップから当該実際の電圧までの偏差は、量子化誤差である。したがって、以下で、A/D変換器によって測定される電圧値について言及される場合は、A/D変換器によって測定される電圧ステップのデジタル値を意味する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】独国特許出願公開第102010041464号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0009】

本発明による方法には、A/D変換器の分解が等しい場合に、上記の方法と比べて測定結果のより高い分解能を達成するという利点がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によれば、この課題は、

- a) 実行すべきN個の積分サイクルを開始値 N_{start} に設定し、終了値 N_{end} を前記実行すべきN個の積分サイクルに対して決定する方法ステップと、
- b) 電圧累積値 U_{ges} 値0に初期化する方法ステップと、
- c) 実行される積分サイクルの個数IZを値0に初期化する方法ステップと、

50

d) 共通の回路接点 (3) と積分コンデンサ (2) の第 2 端子 (2 ") とを接地電位 GND に接続する方法ステップと、
 e) 当該実行される積分サイクルの個数 I_Z が、当該実行すべき N 個の積分サイクルに達するまで、当該積分法を実行する方法ステップと、
 f) A/D 変換器によって実際に測定された電圧値 $U_{C_I}(N)$ を当該電圧累積値 $U_{G_{es}}$ に加算する方法ステップと、
 g) 当該個数 N を 1 以上であり且つ $N_{Diff} = N_{End} - N_{Start}$ 未満である値 n だけインクリメントする方法ステップと、
 h) 当該個数 N が、当該決定された終了値 N_{End} を超えるまで、ステップ e) 以降の方法ステップを繰り返す方法ステップと、
 i) 当該電圧累積値 $U_{G_{es}}$ を測定結果として評価する方法ステップと、によって解決される。

10

【0011】

本発明の方法の好適な構成では、積分法が、以下の、

e1) 共通の回路節点 (3) をフローティング状態に保持し、このとき、同時に、既知の供給電圧 U_V が、積分コンデンサ (2) の第 2 端子 (2 ") に印加される方法ステップと、
 e2) 当該供給電圧 U_V を当該積分コンデンサ (2) の第 2 端子 (2 ") から分離し、このとき、同時に、当該共通の回路節点 (3) が、接地電位 GND に接続される方法ステップと、
 e3) 実行される積分サイクルの個数 I_Z が、実行すべき実際に予め設定されている N 個の積分サイクルに達するまで、当該実行される積分サイクルの個数 I_Z を値 1 だけインクリメントし、ステップ e1) 以降の方法ステップを繰り返す方法ステップと、
 e4) 当該積分コンデンサ (2) に印加する電圧 $U_{C_I}(N)$ を A/D 変換器 (4) によって測定する方法ステップと、を有することが提唱されている。

20

【0012】

以下に、本発明を、添付図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】 a) 本発明の方法を実行するための測定装置の概略図である。b) a) によるスイッチのタイムチャートとしての N 個の積分サイクルによる積分の時間シーケンスを示す。

30

【図 2】 積分コンデンサに印加される電圧 $U_{C_I}(N)$ の経時変化を N 個の積分サイクルの関数として示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図面の図 1 a) は、静電容量型センサ素子 1 の静電容量値 C_M を測定するために本発明の方法を実行するための測定装置を回路図として概略的に示す。この場合、センサ素子 1 は、例えば電極形の、例えば接触センサを構成する。当該電極は、接地電位又はアース電位に対する静電容量値 C_M を有する単一コンデンサを成す。例えばユーザーの 1 本の指が、当該電極に接触又は近接すると、当該接地電位又はアース電位に対するこの静電容量値 C_M が変化する。

40

【0015】

センサ素子 1 の端子が、共通の回路節点 3 で積分コンデンサ 2 の第 1 端子 2 ' に電気接続されている。この場合、積分コンデンサ 2 の既知の静電容量値 C_I が、センサ素子 1 の算出された静電容量値 C_M に比べて大きい。共通の回路節点 3 は、第 1 スイッチ S_1 にさらに接続されていて、この第 1 スイッチ S_1 を介してスイッチ位置に応じて選択的に、接地電位若しくはアース電位 GND に接続可能であるか、又は一定の供給電圧 U_V に接続可能であるか、又はフローティング状態にされている、すなわち開状態に保持されている (NC)。積分コンデンサ 2 の第 2 端子 2 " が、第 2 スイッチ S_2 に電気接続されていて、

50

この第2スイッチS2を介してスイッチ位置に応じて選択的に、接地電位若しくはアース電位GND、一定の供給電圧 U_V 又はA/D変換器4の入力部に接続可能である。

【0016】

静電容量値 C_M を測定するため、基本的に既知の積分法が使用される。少量の電荷が、センサ素子1から積分コンデンサ2へ連続する複数のサイクルごとに移送される。積分サイクルと表記されたこれらの電荷の移動のN個目の電荷の移動後に、このときに積分コンデンサ2に印加する電圧 $U_{CI}(N)$ が、A/D変換器4によって測定される。この電圧 $U_{CI}(N)$ は、静電容量値 C_M に線形に比例し、したがってこの静電容量値 C_M に対する目安である。このような積分法の一例のプロセスを、図1b)に示されている図1a)によるスイッチS1及びS2のタイムチャートに基づいて説明する。この場合、以下の複数のステップが、当該プロセスである積分サイクル(Integration Cycle)を示す。

10

【0017】

積分コンデンサ2の第1端子2'に接続されている共通の回路節点3が、スイッチS1によって開かれ、したがってフローティング状態に保持される。この場合、同時に、供給電圧 U_V が、スイッチS2によって積分コンデンサ2の第2端子2"に印加される。次いで、供給電圧 U_V は、スイッチS2によって積分コンデンサ2の第2端子2"から分離され、この積分コンデンサ2が、フローティング状態に保持される。この場合、同時に、共通の回路節点3が、スイッチS2によって接地電位GNDに接続される。

20

【0018】

測定の進行中に、この積分サイクルの複数のステップは、繰り返し実行される、すなわち積分サイクルの実行される個数IZが、予め設定されている個数Nに達するまで繰り返し実行される(積分フェーズ)。

【0019】

その後に、積分コンデンサ2の第2端子2"が、スイッチS2によってA/D変換器4の入力部に接続されることによって、これらのN個の積分サイクル後の積分コンデンサ2に印加する電圧 $U_{CI}(N)$ が、A/D変換器4によって測定される(検出フェーズ)。

【0020】

当該測定された(デジタル)電圧値 $U_{CI}(N)$ は、さらなる処理及び評価のために制御評価装置5に伝送される。この制御評価装置5は、上記の全ての方法のプロセスを制御し、当該制御のために中央素子、例えばマイクロコントローラを有する。

30

【0021】

本発明によれば、すなわち、N個の積分サイクルの関数として図2に示されている積分コンデンサ2に印加する電圧 $U_{CI}(N)$ の経時変化からも明らかにされる以下の方法では、N個の積分サイクルによる上記の測定は、実行すべきN個の積分サイクルのそれぞれ異なる値によるこのような複数の測定を含む上位関係にあるプロセスの一部である。

【0022】

最初に、実行すべきN個の積分サイクルが、当該上位関係にあるプロセスの範囲内にある最初の測定に対して開始値 N_{start} に設定される。同時に、実行すべき最大のN個の積分サイクルのための目標値又は終了値 N_{end} が、当該上位関係にあるプロセスの範囲内にある最後の測定に対して決定される。電圧累積値 U_{ges} が、値0に初期化される。

40

【0023】

最初に、実行される積分サイクルの個数IZが、値0に初期化される。さらに、測定工程を初期化するため、積分コンデンサ2の第1端子2'に接続されている共通の回路接点3と、積分コンデンサ2の第2端子2"とが、接地電位GNDに接続される結果、積分コンデンサ2の電圧 U_{CI} が、0に設定される(リセットフェーズ)。

【0024】

引き続き、上記の積分法が実行される、すなわちそれぞれの実行ごとに値1だけインクリメントされる、実行される積分サイクルの個数IZが、実行される実際に有効なN個の

50

積分サイクルに達するまで実行される。その結果として、積分コンデンサ 2 に印加する電圧値 $U_{CI}(N)$ が、A/D 変換器によって測定され、この電圧値 $U_{CI}(N)$ が、実際に有効な電圧累積値 U_{Ges} に加算される。

【0025】

その後、実行すべき積分サイクルの個数 N が、値 n だけインクリメントされ、上記の段落に記載されているステップが、新しい数 N で繰り返される。この場合、実行された積分サイクルの個数 I_Z がリセットされず、積分コンデンサ 2 に実際に印加した電圧が消滅されない。その結果、さらなる n 個の積分サイクルだけが有効に実行され、したがって積分コンデンサ 2 に印加する電圧が、これに応じてさらに上昇する。この場合、インクリメント値 n は、少なくとも 1 に等しく、開始値 N_{start} と目標値又は終了値 N_{end} との間の差 $N_{diff} = N_{end} - N_{start}$ よりも小さい。それぞれ N 個の積分サイクルによる少なすぎない回数の測定を上位関係にあるプロセスの一部として確保するため、インクリメント値 n は、通常は N_{diff} よりも十分に小さく選択される。この場合、インクリメント値 n は、ステップごとに異なってもよく、又は一定の値、例えば $n = 1$ 、 $n = 2$ 、 $n = 3$ 若しくはその他の値をとってもよい。当該新しい数 N が、最初に決定した終了値 N_{end} を超えるまで、上記の段落に記載されているステップの繰り返しが、当該新しい数 N で実行される。

【0026】

図 1 b) には、このことが、 $n = 2$ に対して、最初の両積分フェーズ及び検出フェーズに基づいて例示されている。この場合、当該最初の積分フェーズが、 N_{start} 個の積分サイクルを有する。当該最初の積分フェーズ後に、当該最初の検出フェーズが実行される。この検出フェーズでは、積分コンデンサ 2 に実際に印加する電圧 $U_{CI}(N_{start})$ が測定される。この検出フェーズに続く 2 番目の積分フェーズでは、さらなる $n = 2$ 個の積分サイクルが実行される。その結果、積分コンデンサ 2 に印加する電圧 $U_{CI}(N_{start} + 2)$ が、全部で $N_{start} + 2$ 個の積分サイクルから発生する。こうして、電圧 $U_{CI}(E_{end})$ が、最後の値として最終的に測定されるまで、当該測定が継続される。

【0027】

次いで、この時点までにそれぞれ測定された電圧 $U_{CI}(N)$ から加算された電圧累積値 U_{Ges} が、測定結果として評価される。

【0028】

すなわち、上記のように、別々に測定された電圧値 $U_{CI}(N)$ が、被加数として電圧累積値 U_{Ges} に算入される。この場合、当該それぞれの電圧値 $U_{CI}(N)$ は、A/D 変換器によって測定され、それ故に、上記のように、量子化誤差を含んでいる。この場合、当該量子化は、測定範囲にわたって線形に延在する。すなわち、A/D 変換器 4 によって出力される複数の電圧ステップのステップ高さが、それぞれ等しい。これに対して、 N 個の積分サイクルの関数として積分コンデンサ 2 に印加する電圧 $U_{CI}(N)$ の推移は、図 2 において認識できるように非線形であるので、当該量子化誤差の統計分布が得られる。この量子化誤差は、当該累積中に少なくとも部分的に補正される。

【符号の説明】

【0029】

- 1 静電容量型センサ素子
- 2 積分コンデンサ
- 2' 第 1 端子
- 2" 第 2 端子
- 3 回路節点
- 4 A/D 変換器
- 5 制御評価装置
- S1 第 1 スイッチ
- S2 第 2 スイッチ

10

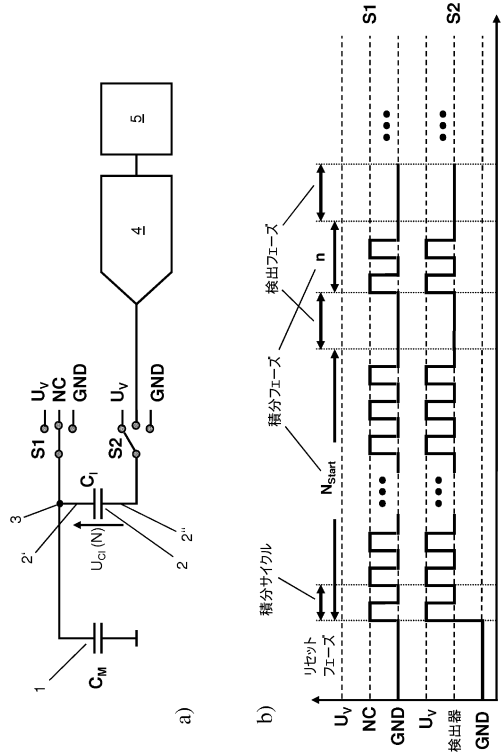
20

30

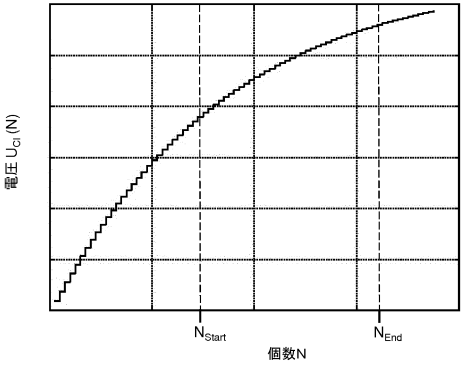
40

50

【図 1】



【図 2】



$$U_{C_i}(N) = \sum_{k=1}^N \frac{C_M}{C_M + C_I} \cdot (U_V - U_{C_i}(k-1)) \quad U_{C_i}(0) = 0$$

フロントページの続き

(74)代理人 100111486

弁理士 鍛冶澤 實

(74)代理人 100173521

弁理士 篠原 淳司

(74)代理人 100191835

弁理士 中村 真介

(72)発明者 レクソー・カール・クリスティアン

ドイツ連邦共和国、44287 ドルトムント、アプラーベッカーマルクストラーセ、68

審査官 竹内 亨

(56)参考文献 特表2010-533288 (JP, A)

特表2002-530680 (JP, A)

特開2002-168893 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0073383 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03K 17/74-17/98

G01R 27/26