

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6286430号
(P6286430)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl. F I
G 0 6 F 3 / 0 4 1 (2 0 0 6 . 0 1)
 G 0 6 F 3 / 0 4 1 5 1 0
 G 0 6 F 3 / 0 4 1 6 0 0

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-529468 (P2015-529468)	(73) 特許権者	000219602 住友理工株式会社 愛知県小牧市東三丁目1番地
(86) (22) 出願日	平成26年6月30日(2014.6.30)	(74) 代理人	110000604 特許業務法人 共立
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/067440	(72) 発明者	中島 寛之 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内
(87) 国際公開番号	W02015/015983	(72) 発明者	早川 知範 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内
(87) 国際公開日	平成27年2月5日(2015.2.5)	(72) 発明者	柴田 哲好 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内
審査請求日	平成29年3月6日(2017.3.6)		
(31) 優先権主張番号	特願2013-157806 (P2013-157806)		
(32) 優先日	平成25年7月30日(2013.7.30)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 入力状態検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材に取り付けられる第一電極と、接触する導電性の対象物側に位置する第二電極と、前記第一電極と前記第二電極との間に配置されると共に前記対象物による前記第二電極への押付力によって圧縮される誘電層とを備える静電容量型センサと、

印加端子を前記静電容量型センサ側に接続し、前記静電容量型センサに対して所定電圧を印加する定電圧電源装置と、

前記静電容量型センサに直列接続され、検出端子を前記静電容量型センサ側に接続し、前記静電容量型センサの静電容量および前記対象物の静電容量に応じて変化する前記検出端子における電位または前記検出端子から流れる電流を検出する検出器と、

前記定電圧電源装置の印加端子を前記第一電極側に接続し、かつ、前記検出器の検出端子を前記第二電極側に接続する第一状態と、前記定電圧電源装置の印加端子を前記第二電極側に接続し、かつ、前記検出器の検出端子を前記第一電極側に接続する第二状態とを切替可能な状態切替部と、

前記第一状態における前記検出器の検出値に基づいて前記対象物が前記静電容量型センサにおける前記第二電極側の面に対して非接触状態であるか接触非押付状態であるかを検出すると共に、前記第二状態における前記検出器の検出値に基づいて前記対象物が前記第二電極に対して接触非押付状態であるか押付状態であるかを検出する入力検出部と、

を備え、

前記検出器は、

前記検出器の前記検出端子とグランド電位との間に接続されるブリッジ用キャパシタと

前記ブリッジ用キャパシタに対して並列接続され、閉状態時に前記検出端子の電荷をグランド電位に放電する充放電用スイッチング素子と、

前記定電圧電源装置が前記静電容量型センサに対して前記所定電圧を印加していない状態において、前記検出端子の電荷をグランド電位に放電する工程と、前記放電する工程の後に、前記充放電用スイッチング素子を開状態にし且つ前記定電圧電源装置により前記所定電圧が印加される状態にすることで、前記静電容量型センサに充電する工程とを実行する充放電用制御装置と、

前記充放電用制御装置による前記充電する工程において、前記静電容量型センサの静電容量および前記対象物の静電容量に応じた値として、前記検出端子の電位を検出する電位検出器と、

を備える、入力状態検出装置。

【請求項 2】

前記入力検出部は、前記第二状態における前記検出器の検出値に基づいて、前記対象物が前記第二電極へ付与した押付力の大きさを検出する、請求項 1 に記載の入力状態検出装置。

【請求項 3】

前記入力状態検出装置は、前記状態切替部の状態を制御する制御部を備え、

前記制御部は、前記状態切替部を前記第一状態と前記第二状態とに周期的に切り替え、

前記入力検出部は、前記非接触状態であるか前記接触非押付状態であるかの検出と、前記接触非押付状態であるか前記押付状態であるかの検出とを周期的に行う、請求項 1 または 2 に記載の入力状態検出装置。

【請求項 4】

前記状態切替部に前記第一状態を継続させるモードは第一モードとし、前記状態切替部に前記第二状態を継続させるモードは第二モードとし、前記状態切替部に前記第一状態と前記第二状態とを周期的に交互に切り替えさせるモードは第三モードとし、

前記入力状態検出装置は、前記状態切替部のモードを制御する制御部を備え、

前記制御部は、

前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第一モードから前記第三モードに切り替え、

前記接触非押付状態から前記非接触状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第三モードから前記第一モードに切り替え、

前記接触非押付状態から前記押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第三モードから前記第二モードに切り替え、

前記押付状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第二モードから前記第三モードに切り替える、

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の入力状態検出装置。

【請求項 5】

前記入力検出部は、

前記第一モードのときに前記第一状態における前記検出器の検出値が第一閾値を下回ることによって前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化すると判定し、

前記第三モードのときに前記第一状態における前記検出器の検出値が前記第一閾値を上回ることによって前記接触非押付状態から前記非接触状態に変化すると判定し、

前記第三モードのときに前記第二状態における前記検出器の検出値が第二閾値を上回ることによって前記接触非押付状態から前記押付状態に変化すると判定し、

前記第二モードのときに前記第二状態における前記検出器の検出値が前記第二閾値を下回ることによって前記押付状態から前記接触非押付状態に変化すると判定し、

前記制御部は、前記入力検出部による判定に基づいて、前記非接触状態、前記接触非押付状態および前記押付状態の変化を取得する、

10

20

30

40

50

請求項 4 に記載の入力状態検出装置。

【請求項 6】

前記接触非押付状態のときの前記第一状態における前記検出器の検出値と前記第一閾値との差が、前記接触非押付状態のときの前記第二状態における前記検出器の検出値と前記第二閾値との差より大きくなるように、

前記第一閾値および前記第二閾値が設定される、

請求項 5 に記載の入力状態検出装置。

【請求項 7】

前記状態切替部に前記第一状態を継続させるモードは第一モードとし、前記状態切替部に前記第二状態を継続させるモードは第二モードとし、

前記入力状態検出装置は、前記状態切替部の状態を制御する制御部を備え、

前記制御部は、

前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第一モードから前記第二モードに切り替え、

前記押付状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第二モードから前記第一モードに切り替える、

請求項 1 または 2 に記載の入力状態検出装置。

【請求項 8】

前記第一電極および前記第二電極の少なくとも何れか一方を複数備えることにより、複数の静電容量型センサを構成し、

前記入力検出部は、前記対象物が存在する位置を検出する、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の入力状態検出装置。

【請求項 9】

前記誘電層はエラストマーまたは樹脂で形成される、請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の入力状態検出装置。

【請求項 10】

前記第一電極および前記第二電極は、エラストマーに導電性フィラーを配合させることにより形成される、請求項 1 ~ 9 の何れか一項に記載の入力状態検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人間の指などの導電性の対象物が接触したことおよび対象物により押し付けられた状態を検出する入力状態検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、静電容量型センサを用いて、人間の指の接近状態と押付状態とを検出することができる装置が記載されている。指が第一電極に接近すると可変容量が増大し、また、指で第一電極が絶縁シートを介して押圧されることで、第一電極と第二電極とが接近すると、可変容量が増大する。第一電極の電位または電流の変化を監視することと、第二電極の電位または電流の変化を監視することによって、指で触れたことの検知と、指で押圧したときの検知とが行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 217967 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、特許文献 1 に記載の検出回路においては、指で第一電極を押し付けた時に、検出される電位または電流は、第一電極側の電位または電流の変化と、第二電極側の電位ま

10

20

30

40

50

たは電流の変化の影響を受ける。そのため、押付力の大きさによっては、検出される電位または電流が不安定となるおそれがある。

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、対象物の接触と押付状態とを確実に検出できる入力状態検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明者らは、定電圧電源装置を用いると共に、定電圧電源装置の印加端子と検出器の検出端子との間に静電容量型センサが介在するように、検出器を静電容量型センサに対して直列接続した。そして、対象物の接触を検出する場合には、検出器の検出端子側の電極すなわち定電圧電源装置の印加端子とは反対側の電極に対象物が接触するような回路とし、対象物による押付を検出する場合には、検出器の検出端子とは反対側の電極すなわち定電圧電源装置の印加端子側の電極を対象物が押し付けるような回路とした。つまり、対象物と静電容量型センサの電極との位置関係が、本発明の回路構成と特許文献1に記載の回路構成とは逆の関係となる。以下に、本手段の詳細について説明する。

【0007】

本発明に係る入力状態検出装置は、基材に取り付けられる第一電極と、接触する導電性
の対象物側に位置する第二電極と、前記第一電極と前記第二電極との間に配置されると共に前記対象物による前記第二電極への押付力によって圧縮される誘電層とを備える静電容量型センサと、印加端子を前記静電容量型センサ側に接続し、前記静電容量型センサに対して所定電圧を印加する定電圧電源装置と、前記静電容量型センサに直列接続され、検出端子を前記静電容量型センサ側に接続し、前記静電容量型センサの静電容量および前記対象物の静電容量に応じて変化する前記検出端子における電位または前記検出端子から流れる電流を検出する検出器と、前記定電圧電源装置の印加端子を前記第一電極側に接続し、かつ、前記検出器の検出端子を前記第二電極側に接続する第一状態と、前記定電圧電源装置の印加端子を前記第二電極側に接続し、かつ、前記検出器の検出端子を前記第一電極側に接続する第二状態とを切替可能な状態切替部と、前記第一状態における前記検出器の検出値に基づいて前記対象物が前記静電容量型センサにおける前記第二電極側の面に対して非接触状態であるか接触非押付状態であるかを検出すると共に、前記第二状態における前記検出器の検出値に基づいて前記対象物が前記第二電極に対して接触非押付状態であるか押付状態であるかを検出する入力検出部とを備える。

【0008】

つまり、入力検出部は、第一状態において、対象物が非接触状態であるか接触非押付状態であるかを検出している。第一状態とは、上述したように、定電圧電源装置の印加端子を第一電極側に接続し、かつ、検出器の検出端子を第二電極側に接続する状態である。つまり、対象物は、静電容量型センサに対して直列接続され、かつ、検出器に対して並列接続される。この場合、導電性
の対象物の接触によって、回路を流れる電流は、静電容量型センサから、検出器側の経路と対象物側の経路とに分岐される。従って、対象物の接触に伴って、検出器の検出値が確実に減少する。これにより、対象物の非接触状態と接触非押付状態とを確実に判定できる。

【0009】

一方、入力検出部は、第二状態において、対象物が接触非押付状態であるか押付状態であるかを検出している。第二状態とは、上述したように、定電圧電源装置の印加端子を第二電極側に接続し、かつ、検出器の検出端子を第一電極側に接続する状態である。つまり、対象物は、静電容量型センサ、検出器に対して並列接続される。この場合、導電性
の対象物の押付によって、回路を流れる電流は、定電圧電源装置から、静電容量型センサおよび検出器側の経路と、対象物側の経路とに分岐される。このとき、上記並列接続により、対象物による押付とは無関係に、静電容量型センサおよび検出器に印加される電圧は、定電圧電源装置による電圧となる。従って、対象物の押付によって静電容量型センサの静電

10

20

30

40

50

容量が増加することに伴って、検出器の検出値が増加する。これにより、対象物の接触非押付状態と押付状態とを確実に判定できる。

【0011】

さらに、前記検出器は、前記検出器の前記検出端子とグラウンド電位との間に接続されるブリッジ用キャパシタと、前記ブリッジ用キャパシタに対して並列接続され、閉状態時に前記検出端子の電荷をグラウンド電位に放電する充放電用スイッチング素子と、前記定電圧電源装置が前記静電容量型センサに対して前記所定電圧を印加していない状態において、前記検出端子の電荷をグラウンド電位に放電する工程と、前記放電する工程の後に、前記充放電用スイッチング素子を閉状態にし且つ前記定電圧電源装置により前記所定電圧が印加される状態にすることで、前記静電容量型センサに充電する工程とを実行する充放電用制御装置と、前記充放電用制御装置による前記充電する工程において、前記静電容量型センサの静電容量および前記対象物の静電容量に応じた値として、前記検出端子の電位を検出する電位検出器と、を備える。

10

【0012】

このように構成される検出器により検出される検出端子の電位は、静電容量型センサの静電容量および対象物の静電容量に応じた値となる。従って、上記検出器により検出される電位を用いて、対象物の非接触状態、接触非押付状態および押付状態の判定が可能となる。

【0013】

以下に、本発明に係る入力状態検出装置の好適な実施態様について説明する。

20

好ましくは、前記入力検出部は、前記第二状態における前記検出器の検出値に基づいて、前記対象物が前記第二電極へ付与した押付力の大きさを検出する。上述したように、第二状態において、検出端子における電位または検出端子から流れる電流は、実質的に、静電容量型センサの静電容量に影響を受ける。そこで、第二状態において、検出器の検出値に基づいて、静電容量型センサの静電容量の相当値を検出できる。そして、静電容量型センサの静電容量は、対象物による押付力の大きさに相当する。つまり、検出器の検出値に基づいて、対象物による押付力の大きさを検出できる。

【0014】

また、好ましくは、前記入力状態検出装置は、前記状態切替部の状態を制御する制御部を備え、前記制御部は、前記状態切替部を前記第一状態と前記第二状態とに周期的に切り替え、前記入力検出部は、前記非接触状態であるか前記接触非押付状態であるかの検出と、前記接触非押付状態であるか前記押付状態であるかの検出とを周期的に行う。つまり、第一状態における検出と第二状態における検出とを交互に行うため、対象物の押付状態を早期に検出できる。また、対象物が第二電極への押付状態から非接触状態への変化を、早期に検出できる。

30

【0015】

また、好ましくは、前記状態切替部に前記第一状態を継続させるモードは第一モードとし、前記状態切替部に前記第二状態を継続させるモードは第二モードとし、前記状態切替部に前記第一状態と前記第二状態とを周期的に交互に切り替えさせるモードは第三モードとし、前記入力状態検出装置は、前記状態切替部のモードを制御する制御部を備える。

40

【0016】

前記制御部は、前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第一モードから前記第三モードに切り替え、前記接触非押付状態から前記非接触状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第三モードから前記第一モードに切り替え、前記接触非押付状態から前記押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第三モードから前記第二モードに切り替え、前記押付状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第二モードから前記第三モードに切り替える。

【0017】

上記のように、非接触状態のときに状態切替部が第一状態を継続する第一モードとされることで、入力検出部は、確実に非接触状態から接触非押付状態へ変化したことを検出で

50

きる。また、押付力の大きさを検出する場合において、押付状態のときに状態切替部が第二状態を継続する第二モードとされることで、入力検出部は、押付力の大きさを高精度に検出できる。

【0018】

ただし、第一モードから第二モードへの移行、および、第二モードから第一モードへの移行の判断は容易ではない。そこで、上記によれば、第一モードと第二モードとの間での移行は、第三モードを介することとする。第三モードは、第一状態と第二状態とを周期的に交互に切り替えるモードである。つまり、第三モードのときには、状態切替部は、第一状態を継続する第一モードへ移行することもスムーズとなり、第二状態を継続する第二モードへ移行することもスムーズとなる。

10

【0019】

また、好ましくは、前記入力検出部は、前記第一モードのときに前記第一状態における前記検出器の検出値が第一閾値を下回ること前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化すると判定し、前記第三モードのときに前記第一状態における前記検出器の検出値が前記第一閾値を上回ること前記接触非押付状態から前記非接触状態に変化すると判定し、前記第三モードのときに前記第二状態における前記検出器の検出値が第二閾値を上回ること前記接触非押付状態から前記押付状態に変化すると判定し、前記第二モードのときに前記第二状態における前記検出器の検出値が前記第二閾値を下回ること前記押付状態から前記接触非押付状態に変化すると判定し、前記制御部は、前記入力検出部による判定に基づいて、前記非接触状態、前記接触非押付状態および前記押付状態の変化を取得する。

20

入力検出部は、各モードにおいて第一閾値または第二閾値を用いることで、対象物の状態の変化を確実に判定できる。従って、制御部は、各モードの切り替えを適切に行うことができる。

【0020】

また、好ましくは、前記接触非押付状態のときの前記第一状態における前記検出器の検出値と前記第一閾値との差が、前記接触非押付状態のときの前記第二状態における前記検出器の検出値と前記第二閾値との差より大きくなるように、前記第一閾値および前記第二閾値が設定される。

【0021】

これにより、制御部は、接触非押付状態のときに、非接触状態に変化したのか、それとも、押付状態に変化したのかを確実に判定できる。その結果、制御部は、さらに、第三モードのときに、第一モードへ切り替えるのか、それとも、第二モードへ切り替えるのかを、確実に判定できる。

30

【0022】

また、好ましくは、前記状態切替部に前記第一状態を継続させるモードは第一モードとし、前記状態切替部に前記第二状態を継続させるモードは第二モードとし、前記入力状態検出装置は、前記状態切替部の状態を制御する制御部を備え、前記制御部は、前記非接触状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第一モードから前記第二モードに切り替え、前記押付状態から前記接触非押付状態に変化するときに、前記状態切替部を前記第二モードから前記第一モードに切り替える。これにより、対象物の非接触状態、接触非押付状態および押付状態を検出できる。このとき、状態切替部による切替動作の回数を少なくすることができ、消費エネルギーを低減できる。

40

【0023】

また、好ましくは、前記第一電極および前記第二電極の少なくとも何れか一方を複数備えることにより、複数箇所の静電容量型センサを構成し、前記入力検出部は、前記対象物が存在する位置を検出する。これにより、対象物が接触または押付けている位置を検出できる。

【0024】

また、好ましくは、前記誘電層はエラストマーまたは樹脂で形成される。また、好まし

50

くは、前記第一電極および前記第二電極は、エラストマーに導電性フィラーを配合させることによって形成される。第一電極および第二電極を上記のように形成することで、第一電極および第二電極は可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第一実施形態の入力状態検出装置の構成を示し、静電容量型センサユニットは面法線方向から見た図を示す。

【図2】図1の静電容量型センサユニットの断面図を示す。

【図3】入力状態検出装置の等価回路を示す。

【図4】第一状態における入力状態検出装置の等価回路を示す。

10

【図5】第二状態における入力状態検出装置の等価回路を示す。

【図6】第一実施形態におけるタイミングチャートであって、(a)は対象物である人間の指の位置を示し、(b)は第一状態における電流計による検出値を示し、(c)は第二状態における電流計による検出値を示し、(d)は制御部による切替タイミングを示す。

【図7】第二実施形態の入力状態検出装置の構成を示す。

【図8】第二実施形態における制御部による切替タイミングを示す。図8において、T1~T4は、図6と共通である。

【図9】第三実施形態における制御部による切替タイミングを示す。図9において、T1~T4は、図6と共通である。

【図10】第四実施形態の入力状態検出装置の構成を示す。

20

【図11】第五実施形態の入力状態検出装置の構成を示す。

【図12】対象物である人間の指が静電容量型センサに対して非接触状態のときの入力状態検出装置の等価回路を示す。

【図13】第五実施形態において、スイッチング素子SW10、SW11、静電容量型センサの一方の電位Vin1および出力電位Voutの動作のタイミングチャートである。

【図14】第一状態において、対象物である人間の指が静電容量型センサに対して接触非押付状態のときの入力状態検出装置の等価回路を示す。

【図15】第二状態において、対象物である人間の指が静電容量型センサに対して押付状態のときの入力状態検出装置の等価回路を示す。

【発明を実施するための形態】

30

【0026】

<第一実施形態>

(1.入力状態検出装置の概要)

本実施形態の入力状態検出装置は、静電容量型センサユニット10を備え、導電性の対象物が当該センサユニット10に接触したこと、および、当該センサユニット10を押し付けたことを検出する。例えば、導電性の対象物は、人間の指として、人間の指が当該センサユニット10に接触したこと、および、人間の指によって当該センサユニット10を押し付けたことを検出する。さらに、人間の指によって当該センサユニット10を押し付けた状態において、入力状態検出装置は、押付力を検出することもできる。

【0027】

40

(2.静電容量型センサの説明)

入力状態検出装置は、上述したように、静電容量型センサユニット10を備える。まず、静電容量型センサユニット10について、図1および図2を参照して説明する。静電容量型センサユニット10は、後述する複数個の静電容量型センサ1を構成する。ただし、静電容量型センサユニット10は、1個の静電容量型センサ1を構成するようにしてもよい。

【0028】

図1および図2に示すように、本実施形態の静電容量型センサユニット10は、基材14と、第一電極11と、複数の第二電極12a~12hと、誘電層13と、表皮層15とを備える。基材14は、図2に示すように、非導電性の樹脂などにより形成され、静電容

50

量型センサユニット10の裏面側に位置する。第一電極11は、図2に示すように、基材14の表面側に取り付けられる。第一電極11は、図1に示すように、帯状に形成される。

【0029】

複数の第二電極12a~12hは、図2に示すように、第一電極11に対して面法線方向に距離を隔てて対向して設けられる。つまり、複数の第二電極12a~12hは、第一電極11に対して、接触する導電性の対象物側に位置する。また、複数の第二電極12a~12hのそれぞれは、図1に示すように、帯状に形成され相互に平行に配置される。ここで、複数の第二電極12a~12hは、第一電極11の延在方向に対して並んで配置される。

10

【0030】

従って、第一電極11と複数の第二電極12a~12hとが対向する位置は、一列に並んでいる。図1においては、静電容量型センサユニット10には、8個の対向位置が一列に並んでいる。

【0031】

ここで、各電極11, 12a~12hは、例えば、エラストマー中に導電性フィラーを配合させることにより成形している。このようにすることで、各電極11, 12a~12hは、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有することができる。各電極11, 12a~12hを構成するエラストマーは、例えば、シリコーンゴム、エチレン-プロピレン共重合ゴム、天然ゴム、スチレン-ブタジエン共重合ゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。また、各電極11, 12a~12hに配合される導電性フィラーは、導電性を有する粒子であればよく、例えば、炭素材料や金属等の微粒子を適用できる。

20

【0032】

誘電層13は、図2に示すように、第一電極11と複数の第二電極12a~12hのそれぞれとの間に配置されると共に、静電容量型センサユニット10における複数の第二電極12a~12h側の面への人間の指による押付力によって圧縮される。誘電層13は、エラストマーまたは樹脂により成形され、第一、第二電極11, 12a~12hと同様に、可撓性を有する。誘電層13を構成するエラストマーには、例えば、シリコーンゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。また、誘電層13を構成する樹脂には、例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリスチレン樹脂(架橋発泡ポリスチレン樹脂を含む)、ポリ塩化ビニル-ポリ塩化ビニリデン共重合体、エチレン-酢酸共重合体などが適用できる。より好ましくは、誘電層13には、圧縮時に大きな弾性変形が可能なエラストマーが好適である。大きな圧縮変形は大きな静電容量変化を誘起するためである。

30

【0033】

表皮層15は、図2に示すように、複数の第二電極12a~12hの表面側を被覆するように配置される。表皮層15は、非導電性の材料により形成され、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する。つまり、人間の指によって表皮層15(「静電容量型センサにおける第二電極側の面」に相当)が押し付けられて誘電層13が圧縮変形した場合に、表皮層15は誘電層13の変形に追従可能である。表皮層15は、例えば、誘電層13を構成するエラストマーまたは樹脂として記載した材料により形成される。

40

【0034】

上記のように構成される静電容量型センサユニット10は、一列に並んだ8箇所にて、第一電極11と複数の第二電極12a~12hのそれぞれとが対向するように構成されている。ここで、当該対向位置を構成する第一電極11、複数の第二電極12a~12hの何れか、およびこれらの中に介在する誘電層13によって、1つの静電容量型センサ1(図3に示す)を形成する。つまり、静電容量型センサユニット10は、8個の静電容量型

50

センサ 1 を有する。

【 0 0 3 5 】

そして、表皮層 1 5 が人間の指によって静電容量型センサユニット 1 0 の面法線方向に押付力 F にて押し付けられた場合には、誘電層 1 3 が当該面法線方向に圧縮変形することにより、当該部位に位置する静電容量型センサ 1 を構成する電極間距離が短くなる。その結果、当該部位に位置する静電容量型センサ 1 の静電容量が大きくなる。一方、人間の指が表皮層 1 5 に接触しているが押し付けられていない場合には、誘電層 1 3 が圧縮変形しないため、全ての静電容量型センサ 1 の静電容量は変化しない。

【 0 0 3 6 】

ここで、各電極 1 1 , 1 2 a ~ 1 2 h は、上記のように可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する材料により形成する。そのため、各電極 1 1 , 1 2 a ~ 1 2 h は、単なる導電性金属板などにより形成される電極に比べると、高い抵抗を有する。従って、例えば、第一電極 1 1 と第二電極 1 2 a との対向位置を対象位置の静電容量型センサ 1 とした場合に、当該位置までの第一電極 1 1 および第二電極 1 2 a は、対象位置における静電容量型センサ 1 に対して直列接続された抵抗 3 , 4 (図 3 に示す) として機能する。つまり、静電容量型センサユニット 1 0 は、静電容量型センサ 1 とその両側それぞれに直列接続された抵抗 3 , 4 とを有する。

【 0 0 3 7 】

(3 . 入力状態検出装置における他の構成の説明)

次に、入力状態検出装置において、静電容量型センサユニット 1 0 以外の構成について 図 1 を参照して説明する。入力状態検出装置は、図 1 に示すように、静電容量型センサユニット 1 0 の他に、定電圧電源装置 2 0 、電流計 3 0 、電極側切替部 4 0 、状態切替部 5 0 、制御部 6 0 、入力検出部 7 0 を備える。

【 0 0 3 8 】

定電圧電源装置 2 0 は、印加端子 2 1 を静電容量型センサ 1 側に接続し、静電容量型センサ 1 に対して周期的な電圧 (交流電圧、矩形波電圧など) を印加する電源である。定電圧電源装置 2 0 の接地端子 2 2 は、グランド電位に接続される。

【 0 0 3 9 】

電流計 3 0 (検出器) は、静電容量型センサ 1 に直列接続される。特に、電流計 3 0 の検出端子 3 1 が、静電容量型センサ 1 側に接続され、電流計 3 0 の接地端子 3 2 がグランド電位側に接続される。すなわち、静電容量型センサ 1 は、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 と電流計 3 0 の検出端子 3 1 との間に接続される。また、電流計 3 0 の接地端子 3 2 は、定電圧電源装置 2 0 の接地端子 2 2 に接続される。電流計 3 0 は、検出端子 3 1 から流れる電流を検出する。ここで、電流計 3 0 により検出される電流は、静電容量型センサ 1 の静電容量および対象物である人間の指の静電容量に応じて変化する。

【 0 0 4 0 】

電極側切替部 4 0 の一端が定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 側または電流計 3 0 の検出端子 3 1 側に接続され、他端が各列の第二電極 1 2 a ~ 1 2 h の一端 (図 1 の下端) に接続されている。そして、電極側切替部 4 0 は、各スイッチ 4 0 a ~ 4 0 h を備えており、各計測対象に応じて予め設定された第二電極 1 2 a ~ 1 2 h の 1 つに接続されるスイッチが閉成 (O N) し、残りのスイッチは開成 (O F F) する。図 1 においては、ハッチングを付した静電容量型センサ 1 を計測対象とした場合には、第二電極 1 2 a に接続されているスイッチ 4 0 a が閉成し、残りのスイッチ 4 0 b ~ 4 0 h は開成している。

【 0 0 4 1 】

状態切替部 5 0 は、第一スイッチ 5 1 および第二スイッチ 5 2 を備える。第一スイッチ 5 1 の一端は第一電極 1 1 に接続される。第一スイッチ 5 1 の他端は、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 への接続と電流計 3 0 の検出端子 3 1 への接続とを選択的に切替可能である。また、第二スイッチ 5 2 の一端は、電極側切替部 4 0 を介して第二電極 1 2 a ~ 1 2 h に接続される。第二スイッチ 5 2 の他端は、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 への接続と電流計 3 0 の検出端子 3 1 への接続とを選択的に切替可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

状態切替部 5 0 の第一、第二スイッチ 5 1、5 2 の切替動作は、制御部 6 0 によって制御される。制御部 6 0 は、第一スイッチ 5 1 と第二スイッチ 5 2 とが連動して動作するように制御する。具体的には、第一スイッチ 5 1 が定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 側に接続されている場合には、第二スイッチ 5 2 は電流計 3 0 の検出端子 3 1 側に接続される。一方、第一スイッチ 5 1 が電流計 3 0 の検出端子 3 1 側に接続されている場合には、第二スイッチ 5 2 は定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 側に接続される。つまり、制御部 6 0 は、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 と電流計 3 0 の検出端子 3 1 の一方が第一電極 1 1 に接続されるようにし、他方が第二電極 1 2 a ~ 1 2 h の中から選択された何れかに接続されるようにする。

10

【 0 0 4 3 】

ここで、第一スイッチ 5 1 が定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 側に接続され、第二スイッチ 5 2 が電流計 3 0 の検出端子 3 1 側に接続されている状態を、第一状態と称する。一方、第一スイッチ 5 1 が電流計 3 0 の検出端子 3 1 側に接続され、第二スイッチ 5 2 が定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 側に接続されている状態を、第二状態と称する。

【 0 0 4 4 】

つまり、状態切替部 5 0 は、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 を第一電極 1 1 側に接続し、且つ、電流計 3 0 の検出端子 3 1 を第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に接続する第一状態と、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 を第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に接続し、且つ、電流計 3 0 の検出端子 3 1 を第一電極 1 1 側に接続する第二状態とを切替可能である。

20

【 0 0 4 5 】

入力検出部 7 0 は、電流計 3 0 の検出値に基づいて、対象物である人間の指が静電容量型センサユニット 1 0 における第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側の面に接触し且つ非押付状態（以下、「接触非押付状態」と称する）であるか否かを検出する。つまり、入力検出部 7 0 は、静電容量型センサユニット 1 0 に対して人間の指が非接触状態であるか、接触非押付状態であるかを検出する。また、入力検出部 7 0 は、電流計 3 0 の検出値に基づいて、対象物である人間の指が静電容量型センサユニット 1 0 に押付力を付与したことを検出する。つまり、入力検出部 7 0 は、静電容量型センサユニット 1 0 に対して人間の指が接触非押付状態であるか、それとも押付状態であるかを検出する。

【 0 0 4 6 】

より詳細には、入力検出部 7 0 は、第一状態における電流計 3 0 の検出値に基づいて、対象物である人間の指が非接触状態であるか、それとも接触非押付状態であるかを検出する。また、入力検出部 7 0 は、第二状態における電流計 3 0 の検出値に基づいて、対象物である人間の指が接触非押付状態であるか、それとも押付状態であるかを検出する。さらには、入力検出部 7 0 は、押付力が付与されている場合に、第二状態における電流計 3 0 の検出値に基づいて押付力の大きさを検出する。

30

【 0 0 4 7 】

（ 4 . 入力状態検出装置の等価回路の説明 ）

次に、上述した入力状態検出装置の等価回路について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、静電容量型センサユニット 1 0 の任意の静電容量型センサ 1 を計測対象とした場合の等価回路を示す。

40

【 0 0 4 8 】

図 3 に示すように、静電容量型センサ 1 が可変となり、静電容量型センサ 1 の第一電極 1 1 側に抵抗 3 が直列接続され、静電容量型センサ 1 の第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に抵抗 4 が直列接続される。第一状態（図 3 のスイッチ 5 1、5 2 の実線で示す）では、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 が静電容量型センサ 1 の第一電極 1 1 側に接続され、電流計 3 0 の検出端子 3 1 が静電容量型センサ 1 の第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に直列接続される。第二状態（図 3 のスイッチ 5 1、5 2 の破線で示す）では、定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 が静電容量型センサ 1 の第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に接続され、電流計 3 0 の検出端子 3 1 が静電容量型センサ 1 の第一電極 1 1 側に直列接続される。

50

【 0 0 4 9 】

ここで、対象物である人間の指 2 の等価回路について説明する。図 3 の二点鎖線枠にて示すように、人間の指 2 は、例えば 2 2 0 0 p F のキャパシタと、1 ~ 1 0 k の抵抗と、1 0 0 p F のキャパシタとの直列回路により表される。つまり、人間の指 2 を表皮層 1 5 に接触する状態または表皮層 1 5 を押し付ける状態において、当該対象物の等価回路が、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に接続されることになる。

【 0 0 5 0 】

(5 . 第一状態における接触検出)

次に、第一状態において、対象物である人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触した場合を考える。このときの回路は、図 4 に示すようになる。つまり、第一電極 1 1 側に定電圧電源装置 2 0 により周期的な電圧が印加される。一方、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h が、抵抗 4 を介して電流計 3 0 の検出端子 3 1 に接続される。そして、人間の指 2 は、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h と電流計 3 0 の検出端子 3 1 との間に接続される。つまり、人間の指 2 の等価回路が、静電容量型センサ 1 に直列接続され、且つ、電流計 3 0 および抵抗 4 の直列回路に対して並列接続される。

10

【 0 0 5 1 】

このとき、定電圧電源装置 2 0 により供給される電流は、静電容量型センサ 1 を通過した後に、電流計 3 0 および抵抗 4 側の経路と、人間の指 2 の等価回路側の経路とに分岐される。従って、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h から人間の指 2 側へ電流が流れた瞬間において、電流計 3 0 に流れる電流は減少する。ここで、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h から人間の指 2 側へ電流が流れる瞬間は、指 2 が第二電極 1 2 a ~ 1 2 h と抵抗 4 との間に電氣的に接続されていなければならない、実質的に表皮層 1 5 に人間の指 2 が接触した瞬間に等しい。

20

【 0 0 5 2 】

このように、第一状態において、対象物である人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触した場合には、電流計 3 0 による検出値は、その直前に比べて減少する。そこで、入力検出部 7 0 は、第一状態における電流計 3 0 による検出値に基づいて、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態であるか、それとも接触非押付状態であるかを検出する。

【 0 0 5 3 】

なお、第一状態において、人間の指 2 によって表皮層 1 5 が押し付けられた場合には、第一電極 1 1 と第二電極 1 2 a ~ 1 2 h との距離が短くなるため静電容量型センサ 1 の静電容量が大きくなる。そのため、静電容量型センサ 1 を流れる電流が大きくなる。その結果、電流計 3 0 を流れる電流も大きくなる。そして、第一状態における電流計 3 0 による検出値は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触したか否かを検出するために用いるが、人間の指が押付力を付与したか否かを検出するためには用いない。

30

【 0 0 5 4 】

(6 . 第二状態における押付力付与の検出)

次に、第二状態において、対象物である人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して押付力を付与した場合を考える。このときの回路は、図 5 に示すようになる。つまり、第二電極 1 2 a ~ 1 2 h 側に定電圧電源装置 2 0 により周期的な定電圧が印加される。一方、第一電極 1 1 が、抵抗 3 を介して電流計 3 0 の検出端子 3 1 に接続される。そして、人間の指 2 は、静電容量型センサ 1 と定電圧電源装置 2 0 の印加端子 2 1 との間に接続される。つまり、人間の指 2 の等価回路が、静電容量型センサ 1、電流計 3 0 および抵抗 3 の直列回路に対して並列接続される。

40

【 0 0 5 5 】

このとき、定電圧電源装置 2 0 により供給される電流は、静電容量型センサ 1、抵抗 3 および電流計 3 0 側の経路と、人間の指 2 の等価回路側の経路とに分岐される。しかし、定電圧電源装置 2 0 であることに加えて、静電容量型センサ 1 と人間の指 2 とは並列接続されるため、人間の指 2 の等価回路側の経路に流れる電流の分、静電容量型センサ 1 側の経路に流れる電流は元の大きさと同程度となるように、定電圧電源装置 2 0 が電流を供給することになる。従って、第二状態において、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触していると

50

しても、静電容量型センサ 1 側の経路に流れる電流にはほとんど影響を及ぼさない。

【 0 0 5 6 】

一方、人間の指 2 による押付力によって、第一電極 1 1 と第二電極 1 2 a ~ 1 2 h との距離が短くなるため静電容量型センサ 1 の静電容量が変化する。具体的には、押付力が大きくなるほど、静電容量が大きくなるように変化する。つまり、静電容量型センサ 1 の静電容量が増加すると、静電容量型センサ 1、抵抗 3 および電流計 3 0 側の経路に流れる電流は増加する。つまり、第二状態において押付力が大きいほど、電流計 3 0 の検出値は大きくなる。

【 0 0 5 7 】

このように、第二状態において、対象物である人間の指 2 が表皮層 1 5 に押付力を付与した場合には、電流計 3 0 による検出値は、押付力の大きさに応じて変化する。そこで、入力検出部 7 0 は、第二状態における電流計 3 0 による検出値に基づいて、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して押付力を付与したか否かを検出する。つまり、入力検出部 7 0 は、第二状態において人間の指が表皮層 1 5 に対して接触非押付状態であるか、それとも押付状態であるかを検出する。さらに、入力検出部 7 0 は、表皮層 1 5 に対して付与した押付力の大きさを検出する。

【 0 0 5 8 】

なお、第二状態において、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触しただけで押付力を付与していない場合には、静電容量型センサ 1 側に流れる電流はほとんど変化しない。従って、第二状態における電流計 3 0 による検出値は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して押付力を付与したか否かを検出するために用いるが、接触したか否かを検出するためには用いない。

【 0 0 5 9 】

(7 . 制御部による動作)

次に、制御部 6 0 により状態切替部 5 0 の第一、第二スイッチ 5 1 , 5 2 の切替タイミングについて、図 6 を参照して説明する。

【 0 0 6 0 】

図 6 (a) に、人間の指 2 の先端位置を示す。人間の指 2 が、静電容量型センサユニット 1 0 の表皮層 1 5 に近づき (時刻 T 1 より前)、表皮層 1 5 に接触した後 (時刻 T 1 - T 2) に表皮層 1 5 を押付け (時刻 T 2 - T 3)、その後に表皮層 1 5 に対して非接触状態 (時刻 T 4 より後) となる場合とする。このとき、第一状態において、電流計 3 0 に流れる電流は図 6 (b) に示す挙動を示し、第二状態において、電流計 3 0 に流れる電流は図 6 (c) に示す挙動を示す。

【 0 0 6 1 】

ただし、第一状態と第二状態とは切り替えられるため、図 6 (b) は、仮に第一状態が継続された場合に電流計 3 0 に流れる電流である。図 6 (c) も同様に、仮に第二状態が継続された場合に電流計 3 0 に流れる電流である。従って、図 6 (b) (c) は、実際に電流計 3 0 によって検出される電流ではない。

【 0 0 6 2 】

第一状態における電流計 3 0 の検出値は、図 6 (b) に示すように、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態から接触した瞬間に減少し、接触非押付状態から押付力を付与することによって僅かに増加し、押付状態から接触非押付状態になった瞬間に僅かに減少し、接触非押付状態から非接触状態になることで増加して再び初期値に戻る。

【 0 0 6 3 】

一方、第二状態における電流計 3 0 の検出値は、図 6 (c) に示すように、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態および接触非押付状態においては、ほとんど変化しない。そこで、このときの電流計 3 0 の検出値が基準値として規定される。続いて、表皮層 1 5 に対して接触非押付状態から押付力が付与されると、押付力の大きさが増加するに従って、電流計 3 0 による検出値が増加する。ここで、電流計 3 0 による検出値と基準値に対する差とが、押付力の大きさに対応する。続いて、押付状態から押付力がゼロになり非接触になると、電流計 3 0 による検出値は初期値 (基準値に相当) に戻る。

【 0 0 6 4 】

上記のように、人間の指 2 の先端位置、第一状態における電流計 3 0 の検出値、および、第二状態における電流計 3 0 の検出値は変化する。このとき、制御部 6 0 により、状態切替部 5 0 のスイッチ 5 1 , 5 2 の切替タイミングは、以下のように行われる。

【 0 0 6 5 】

スイッチ 5 1 , 5 2 の切替タイミングは、図 6 (d) に示すように行う。つまり、制御部 6 0 は、状態切替部 5 0 のスイッチ 5 1 , 5 2 を第一状態と第二状態とに周期的に切り替える。周期は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触してから非接触となるまでの平均的な時間に比べて十分に短い時間に設定される。

【 0 0 6 6 】

このとき、入力検出部 7 0 は、第一状態において対象物である人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態であるか接触非押付状態であるかの検出と、第二状態において接触非押付状態であるか押付状態であるかの検出とを、周期的に行う。もちろん、第二状態においては、入力検出部 7 0 は、押付力の大きさも検出する。

【 0 0 6 7 】

具体的には、入力検出部 7 0 は、第一状態のときに、電流計 3 0 による検出値が第一閾値 T_{h1} を下回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態から接触非押付状態に変化したことを検出する。図 6 (d) では、時刻 T_1 より僅かに後の第一状態のときに、入力検出部 7 0 は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触したことを検出する。

【 0 0 6 8 】

そして、入力検出部 7 0 は、第二状態のときに、電流計 3 0 による検出値が第二閾値 T_{h2} を上回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して接触非押付状態から押付状態に変化したことを検出する。図 6 (d) では、時刻 T_2 に第二状態であるため、時刻 T_2 の時点で、入力検出部 7 0 は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に押付力を付与したことを検出する。さらに、入力検出部 7 0 は、第二状態において、押付力の大きさも検出する。

【 0 0 6 9 】

さらに、入力検出部 7 0 は、第二状態のときに、電流計 3 0 による検出値が第二閾値 T_{h2} を下回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して押付状態から接触非押付状態に変化したことを検出する。図 6 (d) では、時刻 T_3 付近で、入力検出部 7 0 は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対する押付力を解除したことを検出する。

【 0 0 7 0 】

また、入力検出部 7 0 は、第一状態のときに、電流計 3 0 による検出値が第一閾値 T_{h1} を上回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して接触非押付状態から非接触状態に変化したことを検出する。図 6 (d) では、時刻 T_4 より僅かに後の第一状態のときに、入力検出部 7 0 は、人間の指 2 が表皮層 1 5 から非接触状態になったことを検出する。

【 0 0 7 1 】

つまり、人間の指 2 の接触の検出と指 2 が押付力を付与したことの検出とを交互に行うため、人間の指 2 の押付状態を早期に検出できる。また、人間の指 2 が第二電極 1 2 a ~ 1 2 h への押付状態から第二電極 1 2 a ~ 1 2 h から離間したことを早期に検出できる。

【 0 0 7 2 】

< 第二実施形態 >

第二実施形態の入力状態検出装置について、図 7 および図 8 を参照して説明する。本実施形態の入力状態検出装置は、第一実施形態の入力状態検出装置に対して、制御部 1 6 0 および入力検出部 1 7 0 が相違する。他の構成は、同一符号を付して、説明を省略する。

【 0 0 7 3 】

制御部 1 6 0 は、図 7 に示すように、入力検出部 1 7 0 による判定に基づいて、非接触状態、接触非押付状態および押付状態の変化を取得する。そして、制御部 1 6 0 は、入力

10

20

30

40

50

検出部 170 から取得する情報に基づいて、状態切替部 50 の第一、第二スイッチ 51、52 の切替動作を制御する。状態切替部 50 は、制御部 160 により、以下の第一モード、第二モードおよび第三モードの何れかとされる。第一モードは、状態切替部 50 に第一状態を継続させるモードである。第二モードは、状態切替部 50 に第二状態を継続させるモードである。第三モードは、状態切替部 50 に第一状態と第二状態とを周期的に交互に切り替えさせるモードである。

【0074】

制御部 160 による動作および入力検出部 170 による各状態の検出について、図 8 を参照して説明する。ここで、本実施形態における人間の指 2 の先端位置（図 8（a））、第一状態における電流計 30 の検出値（図 8（b））および第二状態における電流計 30 の検出値（図 8（c））は、第一実施形態とほぼ同様の挙動を示す。従って、図 8 において、時刻 T1 ~ T4 は、第一実施形態の図 6 における T1 ~ T4 と同様の意味である。

10

【0075】

ただし、図 8 の T2 ~ T3 に示すように、人間の指 2 による表皮層 15 への押付力が大きいいため、人間の指 2 の先端位置、第一状態における電流計 30 の検出値および第二状態における電流計 30 の検出値が、第一実施形態に比べて大きく変位している。

【0076】

ここで、図 8（b）に示すように、接触非押付状態のときの第一状態における電流計 30 の検出値（T1 ~ T2 の最小値）と、押付状態のときの第一状態における電流計 30 の検出値（T2 ~ T3 の最大値）との差は、A1 とする。また、図 8（c）に示すように、接触非押付状態のときの第一状態における電流計 30 の検出値（T1 ~ T2 の最小値）と、第一閾値 Th1 との差は、A2 とする。

20

【0077】

また、図 8（b）に示すように、接触非押付状態のときの第二状態における電流計 30 の検出値（T1 ~ T2 の最小値）と、押付状態のときの第二状態における電流計 30 の検出値（T2 ~ T3 の最大値）との差は、B1 とする。また、図 8（c）に示すように、接触非押付状態のときの第二状態における電流計 30 の検出値（T1 ~ T2 の最小値）と、第二閾値 Th2 との差は、B2 とする。

【0078】

第一閾値 Th1 および第二閾値 Th2 は、式（1）の関係を満たすように設定される。つまり、A1 に対する A2 の比が、B1 に対する B2 の比より大きくなるように、第一閾値 Th1 および第二閾値 Th2 が設定される。

30

【0079】

【数 1】

$$\frac{\Delta A2}{\Delta A1} > \frac{\Delta B2}{\Delta B1} \quad \dots (1)$$

【0080】

従って、接触非押付状態から押付状態へ変化するとき、第二状態における電流計 30 の検出値が第二閾値 Th2 を上回る時刻が、第一状態における電流計 30 の検出値が第一閾値 Th1 を上回る時刻よりも先となる。ここで、上記の関係が満たされるようにするために、簡易的には、第一閾値 Th1 および第二閾値 Th2 は以下のように設定される。すなわち、接触非押付状態のときの第一状態における電流計 30 の検出値と第一閾値 Th1 との差 A2 が、接触非押付状態のときの第二状態における電流計 30 の検出値と第二閾値 Th2 との差 B2 より大きくなるように、第一閾値 Th1 および第二閾値 Th2 が設定される。

40

【0081】

図 8（d）の時刻 T1 より前に示すように、制御部 160 は、初期状態として、すなわち入力検出部 170 にて非接触状態であると判定される場合には、状態切替部 50 を第一モードとする。ここで、入力検出部 170 は、第一モードのときに、第一状態における電

50

流計 30 の検出値が第一閾値 T_{h1} を下回ること、非接触状態から接触非押付状態に変化すると判定する。従って、図 8 (b) から分かるように、入力検出部 170 は、時刻 T_1 のときに非接触状態から接触非押付状態に変化したと判定する。

【 0082 】

そうすると、図 8 (d) に示すように、制御部 160 は、時刻 T_1 にて、状態切替部 50 を第一モードから第三モードへ切り替える。つまり、状態切替部 50 は、第一状態と第二状態とを交互に周期的に切り替えられる。この状態で、入力検出部 170 は、接触非押付状態から押付状態へ変化するか、それとも、接触非押付状態から非接触状態へ変化するかを検出する。

【 0083 】

続いて、図 8 (a) に示すように、時刻 T_2 にて、人間の指 2 が表皮層 15 に対して接触非押付状態から押付状態へ変化するとする。そうすると、図 8 (b) (c) の時刻 T_2 付近に示すように、第一状態における電流計 30 の検出値は増加すると共に、第二状態における電流計の 30 の検出値も増加する。

【 0084 】

ただし、第一閾値 T_{h1} および第二閾値 T_{h2} は、上述したように、式 (1) を満たすように設定される。そのため、接触非押付状態から押付状態へ変化するとき、第二状態における電流計 30 の検出値が第二閾値 T_{h2} を上回る時刻 T_2 が、第一状態における電流計 30 の検出値が第一閾値 T_{h1} を上回る時刻 T_1 よりも先となる。そして、入力検出部 170 は、第三モードのときに第二状態における電流計 30 の検出値が第二閾値 T_{h2} を上回ること、接触非押付状態から前記押付状態に変化すると判定する。従って、図 8 (c) から分かるように、入力検出部 170 は、時刻 T_2 のときに接触非押付状態から押付状態に変化したと判定する。

【 0085 】

そうすると、図 8 (d) に示すように、制御部 160 は、時刻 T_2 にて、状態切替部 50 を第三モードから第二モードへ切り替える。つまり、状態切替部 50 は、第二状態を継続する。この状態で、入力検出部 170 は、押付状態から接触非押付状態に変化することを検出する。

【 0086 】

続いて、図 8 (a) に示すように、時刻 T_3 にて、人間の指 2 が表皮層 15 に対して押付状態から接触非押付状態へ変化するとする。そうすると、図 8 (c) の時刻 T_3 付近に示すように、第二状態における電流計 30 の検出値は減少する。ここで、入力検出部 170 は、第二モードのときに第二状態における電流計 30 の検出値が第二閾値 T_{h2} を下回ること、押付状態から接触非押付状態に変化すると判定する。従って、図 8 (c) から分かるように、入力検出部 170 は、時刻 T_3 のときに押付状態から接触非押付状態に変化したと判定する。

【 0087 】

そうすると、図 8 (d) に示すように、制御部 160 は、時刻 T_3 にて、状態切替部 50 を第二モードから第三モードに切り替える。つまり、状態切替部 50 は、再び、第一状態と第二状態とを交互に周期的に切り替えられる。

【 0088 】

続いて、図 8 (a) に示すように、時刻 T_4 にて、人間の指 2 が表皮層 15 に対して接触非押付状態から非接触状態へ変化するとする。そうすると、図 8 (b) の時刻 T_4 付近に示すように、第一状態における電流計 30 の検出値は増加するのに対して、図 8 (c) の時刻 T_4 付近に示すように、第二状態における電流計 30 の検出値は変化しない。

【 0089 】

そして、入力検出部 170 は、第三モードのときに第一状態における電流計 30 の検出値が第一閾値 T_{h1} を上回ること、接触非押付状態から非接触状態に変化すると判定する。従って、図 8 (b) から分かるように、入力検出部 170 は、時刻 T_4 のときに接触非押付状態から非接触状態に変化したと判定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 0 】

そうすると、図 8 (d) に示すように、制御部 1 6 0 は、時刻 T 4 にて、状態切替部 5 0 を第三モードから第一モードに切り替える。つまり、状態切替部 5 0 は、第一状態を継続する。この状態で、入力検出部 1 7 0 は、再び、非接触状態から接触非押付状態に変化することを検出する。

【 0 0 9 1 】

上記のように、非接触状態のときに状態切替部 5 0 が第一状態を継続する第一モードとされることで、入力検出部 1 7 0 は、確実に非接触状態から接触非押付状態へ変化したことを検出できる。また、押付力の大きさを検出する場合において、押付状態のときに状態切替部 5 0 が第二状態を継続する第二モードとされることで、入力検出部 1 7 0 は、押付力の大きさを高精度に検出できる。

10

【 0 0 9 2 】

ただし、第一モードから第二モードへの移行、および、第二モードから第一モードへの移行の判断は容易ではない。そこで、上記によれば、第一モードと第二モードとの間での移行は、第三モードを介することとする。第三モードは、第一状態と第二状態とを周期的に交互に切り替えるモードである。つまり、第三モードのときには、状態切替部 5 0 は、第一状態を継続する第一モードへ移行することもスムーズとなり、第二状態を継続する第二モードへ移行することもスムーズとなる。

【 0 0 9 3 】

さらに、入力検出部 1 7 0 は、各モードにおいて第一閾値 T_{h1} または第二閾値 T_{h2} を用いることで、人間の指 2 による状態の変化を確実に判定できる。従って、制御部 1 6 0 は、各モードの切り替えを適切に行うことができる。さらに、上記のように第一閾値 T_{h1} および第二閾値 T_{h2} が設定される。これにより、制御部 1 6 0 は、接触非押付状態のときに、非接触状態に変化したのか、それとも、押付状態に変化したのかを確実に判定できる。その結果、制御部 1 6 0 は、さらに、第三モードのときに、第一モードへ切り替えるのか、それとも、第二モードへ切り替えるのかを、確実に判定できる。

20

【 0 0 9 4 】

< 第三実施形態 >

第三実施形態の入力状態検出装置における制御部 1 6 0 の動作について、図 9 を参照して説明する。本実施形態の入力状態検出装置は、第二実施形態の入力状態検出装置と実質的に同様の構成となる。

30

【 0 0 9 5 】

ここで、制御部 1 6 0 は、入力検出部 1 7 0 から取得する情報に基づいて、状態切替部 5 0 の第一、第二スイッチ 5 1, 5 2 の切替動作を制御する。ただし、状態切替部 5 0 は、制御部 1 6 0 により、第一状態を継続する第一モードと、第二状態を継続する第二モードの何れかとされる。また、本実施形態における人間の指 2 の先端位置、第一状態における電流計 3 0 の検出値および第二状態における電流計 3 0 の検出値は、第一実施形態における各挙動を示す図 6 の (a) ~ (c) と同一の挙動であるとする。

【 0 0 9 6 】

制御部 1 6 0 による動作は、図 9 を参照して説明する。図 9 の時刻 T 1 より前に示すように、制御部 1 6 0 は、初期状態として、すなわち入力検出部 1 7 0 にて非接触状態であると判定される場合には、状態切替部 5 0 を第一モードとする。ここで、入力検出部 1 7 0 は、第一モードのときに、第一状態における電流計 3 0 の検出値が第一閾値 T_{h1} を下回ることで、非接触状態から接触非押付状態に変化すると判定する。

40

【 0 0 9 7 】

図 9 の時刻 T 1 のときに、入力検出部 1 7 0 は、人間の指 2 が表皮層 1 5 に対して非接触状態から接触非押付状態に変化したとことを検出する。具体的には、入力検出部 1 7 0 は、第一状態における電流計 3 0 による検出値が第一閾値 T_{h1} を下回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 1 5 に接触したことを検出する。

【 0 0 9 8 】

50

そして、制御部 160 は、人間の指 2 が表皮層 15 に接触したと判定したタイミングで、状態切替部 50 のスイッチ 51, 52 を第一モードから第二モードに切り替える。この状態で、入力検出部 170 は、人間の指 2 が表皮層 15 に対して接触非押付状態から押付状態に変化したことを検出すると共に、押付状態において押付力の大きさを検出する。具体的には、入力検出部 170 は、第二状態における電流計 30 による検出値が第二閾値 T_h2 を上回ったか否かを判定することで、人間の指 2 が表皮層 15 に押付力を付与したことを検出する。図 9 では、時刻 $T2$ のときに、入力検出部 170 は、人間の指 2 が表皮層 15 に押付力を付与したことを検出する。

【0099】

さらに続いて、入力検出部 170 は、人間の指 2 により押付力が減少したとき、第二状態における電流計 30 による検出値が第二閾値 T_h2 を下回ったか否かを判定する。入力検出部 170 は、検出値が第二閾値 T_h2 を下回ったことを判定することで、人間の指 2 による表皮層 15 に対する押付力が実質的になくなり、単なる表皮層 15 に接触している状態になったと判定する。つまり、入力検出部 170 は、時刻 $T3$ のときに、押付状態から接触非押付状態に変化したことを検出する。このタイミングで、制御部 160 は、状態切替部 50 のスイッチ 51, 52 を第二モードから第一モードに切り替える。図 9 では、時刻 $T3$ のときに、入力検出部 170 は、人間の指 2 が表皮層 15 に対する押付力を解除したことを検出する。

【0100】

そして、入力検出部 170 は、第一モードに切り替えられた後に、電流計 30 による検出値が第一閾値 T_h1 を上回ったことを判定することで、人間の指 2 が表皮層 15 に対して接触非押付状態から非接触状態に変化したことを検出する。図 9 では、時刻 $T4$ のときに、入力検出部 170 は、人間の指 2 が表皮層 15 から非接触状態になったことを検出する。

【0101】

そして、再び、人間の指 2 によって表皮層 15 に対して非接触状態から接触非押付状態に変化するときまで、制御部 160 は、状態切替部 50 を第一モードとする。これにより、確実に、人間の指 2 の表皮層 15 への接触および押付状態を検出できる。このとき、状態切替部 50 による切替動作の回数を少なくすることができ、消費エネルギーを低減できる。

【0102】

< 第四実施形態 >

第一～第三実施形態においては、複数の静電容量型センサ 1 が一列に並んで構成される。図 10 に示すように、入力状態検出装置は、複数の静電容量型センサユニット 10, 10 と、それぞれに対応する複数の定電圧電源装置 20, 20、複数の電流計 30, 30、複数の電極側切替部 40, 40、複数の状態切替部 50, 50 と、共通の制御部 60、共通の入力検出部 70 を備える。

【0103】

検出範囲 5 は、複数の静電容量型センサユニット 10, 10 を含む範囲となる。従って、入力状態検出装置は、広範囲に亘って、人間の指 2 が表皮層 15 に対して、非接触状態、接触非押付状態および押付状態の検出が可能となる。

【0104】

< 第五実施形態 >

上記実施形態においては、入力状態検出装置は、電流計 30 を用いて検出端子 31 に流れる電流を検出することで、非接触状態、接触非押付状態および押付状態を検出した。この他に、入力状態検出装置は、以下の検出器 230 を用いて、検出端子 231 における電位を検出することで、入力状態を検出することができる。

【0105】

(入力状態検出装置の構成)

検出器 230 を用いる入力状態検出装置について、図 11 を参照して説明する。入力状

10

20

30

40

50

態検出装置は、静電容量型センサユニット10、定電圧電源装置220、検出器230、電極側切替部40、状態切替部50、制御部160、入力検出部170を備える。ここで、本実施形態における定電圧電源装置220および検出器230以外の構成は、第一実施形態または第二実施形態において同一符号を付す構成と同様である。

【0106】

定電圧電源装置220は、定電圧電源223と、入力用スイッチング素子SW11とを備える。定電圧電源223は、一定の電圧である入力電圧 V_{in} を印加可能な電源である。入力用スイッチング素子SW11の一端側である印加端子221は、静電容量型センサ1側に接続される。入力用スイッチング素子SW11の他端側は、定電圧電源223とグランド電位側の接地端子222との一方に切り替え可能に接続される。つまり、入力用スイッチング素子SW11が定電圧電源223側に接続されている場合には、静電容量型センサ1に入力電圧 V_{in} が印加される状態となる。一方、入力用スイッチング素子SW11がグランド電位側に接続されている場合には、静電容量型センサ1には入力電圧 V_{in} が印加されない状態となる。

10

【0107】

検出器230は、ブリッジ用キャパシタ233、充放電用スイッチング素子SW10、充放電用制御装置234、電位検出器235を備える。ブリッジ用キャパシタ233は、静電容量型センサ1の他方（定電圧電源装置220とは異なる側）に対して直列接続され、静電容量型センサ1とグランド電位との間に接続される。つまり、静電容量型センサ1とブリッジ用キャパシタ233とが、ブリッジ回路を構成する。ここで、ブリッジ用キャパシタ233の静電容量は、 C_b である。

20

【0108】

充放電用スイッチング素子SW10は、静電容量型センサ1の他方に対して直列接続されると共に、ブリッジ用キャパシタ233に対して並列接続される。さらに、充放電用スイッチング素子SW10は、閉状態時に静電容量型センサ1の他方の電荷をグランド電位に放電する。

【0109】

充放電用制御装置234は、以下に示す放電工程と充電工程とを交互に実行する。すなわち、充放電用制御装置234は、入力用スイッチング素子SW11をグランド電位側に接続した状態にし、且つ、充放電用スイッチング素子SW10を閉状態にすることで、静電容量型センサ1の電荷をグランド電位に放電する（放電工程）。ここで、入力用スイッチング素子SW11をグランド電位側に接続した状態とは、静電容量型センサ1に対して入力電圧 V_{in} を印加していない状態に相当する。上記放電工程により、静電容量型センサ1の電荷を基準状態としてのグランド電位に設定することで、キャリブレーションを行うことができる。

30

【0110】

また、充放電用制御装置234は、上記放電工程の後に、入力用スイッチング素子SW11を定電圧電源223側に接続した状態にし、且つ、充放電用スイッチング素子SW10を開状態にすることで、静電容量型センサ1に充電する（充電工程）。ここで、入力用スイッチング素子SW11を定電圧電源223側に接続した状態とは、静電容量型センサ1に対して入力電圧 V_{in} を印加する状態に相当する。

40

【0111】

電位検出器235は、充放電用制御装置234が充電工程を実行する場合において、静電容量型センサ1とブリッジ用キャパシタ233との間の電位 V_{out} （以下、「出力電位」とも称する）を検出する。なお、出力電位 V_{out} は、静電容量型センサ1の他方の電位に相当する。

【0112】

（非接触状態のときの等価回路）

人間の指2が表皮層15に対して非接触状態のときの入力状態検出装置の等価回路は、図12に示すような回路となる。入力用スイッチング素子SW11が定電圧電源223側

50

に接続される状態において、出力電位 V_{out0} は、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n0} 、ブリッジ用キャパシタ 233 の静電容量 C_b 、入力電圧 V_{in} によって、式 (2) のように表される。

【0113】

【数2】

$$V_{out0} = \frac{C_{n0}}{C_{n0} + C_b} \times V_{in} \quad \dots (2)$$

【0114】

ここで、ブリッジ用キャパシタ 233 の静電容量 C_b および入力電圧 V_{in} は、既知である。従って、式 (2) により、電位検出器 235 により検出される出力電位 V_{out0} は、静電容量型センサ 1 の静電容量に相当する値となる。

10

【0115】

(充放電用制御装置の動作)

次に、人間の指 2 が表皮層 15 に対して非接触状態のときにおいて、充放電用制御装置 234 が実行する充放電用スイッチング素子 $SW10$ の開閉のタイミングと、静電容量型センサ 1 の一方の電位 V_{in1} および出力電位 V_{out} の関係について、図 13 を参照して説明する。T11 ~ T12 において、充放電用スイッチング素子 $SW10$ が ON (閉状態) とされる。また、入力用スイッチング素子 $SW11$ がグランド電位側に接続される。従って、静電容量型センサ 1 の一方の電位 V_{in1} が、グランド電位となる。

20

【0116】

上記動作によって、静電容量型センサ 1 の電荷が、充放電用スイッチング素子 $SW10$ を介して、放電される。その結果、静電容量型センサ 1 とブリッジ用キャパシタ 233 との間の出力電位 V_{out} が基準状態としてのグランド電位となる。つまり、上記動作前においては、出力電位 V_{out} が不定であったが、上記動作によって、出力電位 V_{out} がグランド電位に設定される。

【0117】

続いて、T12 ~ T14 において、充放電用スイッチング素子 $SW10$ が OFF (開状態) とされ、入力用スイッチング素子 $SW11$ が定電圧電源 223 側に接続される。従って、静電容量型センサ 1 の一方の電位 V_{in1} が、入力電圧 V_{in} となる。上記動作によって、静電容量型センサ 1 に電荷が充電される。充電に要する時間を経過した後に (図 2 の T13 ~ T14) において、電位検出器 235 が、出力電位 V_{out} を検出する。電位検出器 235 が検出する出力電位 V_{out} が、検出対象である出力電位 V_{out0} である。

30

【0118】

続いて、T14 ~ T15 において、充放電用スイッチング素子 $SW10$ は ON (閉状態) とされ、入力用スイッチング素子 $SW11$ がグランド電位側に接続される。この動作によって、静電容量型センサ 1 の一方の電位 V_{in1} はグランド電位となり、静電容量型センサ 1 の電荷が放電される。すなわち、上記出力電位 V_{out} がグランド電位になる。続いて、T15 ~ T19 は、上述した T11 ~ T15 と同様の動作を繰り返す。

40

【0119】

上記のとおり、ブリッジ用キャパシタ 233 が静電容量型センサ 1 に対して直列接続されており、電位検出器 235 が、静電容量型センサ 1 の他方の電位、すなわち静電容量型センサ 1 とブリッジ用キャパシタ 233 との間の出力電位 V_{out} を検出する。ここで、単なる 2 つのキャパシタの中間電位は不定であるため、当該中間電位を用いて検出された静電容量は高精度ではない。

【0120】

しかし、上記の通り、充放電用スイッチング素子 $SW10$ を閉状態にすることで、静電容量型センサ 1 の電荷が放電される。すなわち、上記中間電位としての出力電位 V_{out} が基準状態としてのグランド電位になる。つまり、充放電用スイッチング素子 $SW10$ を

50

閉状態にすることによって、出力電位 V_{out} のキャリブレーションが行われる。

【0121】

そして、電位検出器 235 は、放電された後に、充放電用スイッチング素子 $SW10$ を開状態にし、且つ、静電容量型センサ 1 の一方に入力電圧 V_{in} を印加した状態にされた時に、静電容量型センサ 1 の他方の電位を検出する。つまり、電位検出器 235 が検出する電位は、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n0} に応じた電位となる。

【0122】

(接触非押付状態および押付状態の出力電位)

第一状態において、人間の指 2 が表皮層 15 に対して接触非押付状態のときの入力状態検出装置の等価回路は、図 14 に示すような回路となる。ここで、便宜上、人間の指 2 の静電容量を C_y とする。入力用スイッチング素子 $SW11$ が定電圧電源 223 側に接続される状態において、出力電位 V_{out1} は、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n0} 、ブリッジ用キャパシタ 233 の静電容量 C_b 、入力電圧 V_{in} 、人間の指 2 の静電容量 C_y によって、式 (3) のように表される。ここで、接触非押付状態においては、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n0} は、実質上、一定値である。

【0123】

【数 3】

$$V_{out1} = \frac{C_{n0}}{C_{n0} + C_y + C_b} \times V_{in} \quad \dots (3)$$

10

20

【0124】

式 (3) と式 (2) とを比較すると、人間の指 2 の静電容量 C_y の影響により、接触非押付状態の出力電位 V_{out1} は、非接触状態の出力電位 V_{out0} より小さくなる。つまり、出力電位 V_{out0} 、 V_{out1} は、第一～第三実施形態にて示したように、電流計 30 による検出値と同様の挙動となる。

【0125】

また、第二状態において、人間の指 2 が表皮層 15 に対して押付状態のときの入力状態検出装置の等価回路は、図 15 に示すような回路となる。入力用スイッチング素子 $SW11$ が定電圧電源 223 側に接続される状態において、出力電位 V_{out2} は、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n1} 、ブリッジ用キャパシタ 233 の静電容量 C_b 、入力電圧 V_{in} 、人間の指 2 の静電容量 C_y によって、式 (4) のように表される。ここで、押付状態においては、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n1} は、押付力に応じて変化する。

30

【0126】

【数 4】

$$V_{out2} = \frac{C_{n1}}{C_{n1} + C_b} \times V_{in} \quad \dots (4)$$

【0127】

ここで、押付状態における静電容量 C_{n1} は、接触非押付状態における静電容量 C_{n0} より大きい。従って、式 (4) と式 (3) とを比較すると、静電容量型センサ 1 の静電容量 C_{n1} の変化により、押付状態の出力電位 V_{out2} は、接触非押付状態の出力電位 V_{out1} より大きくなる。つまり、出力電位 V_{out1} 、 V_{out2} は、第一～第三実施形態にて示したように、電流計 30 による検出値と同様の挙動となる。以上より、電流計 30 を検出器 230 に代えた場合であっても、人間の指 2 による入力状態が確実に検出される。

40

【0128】

(その他)

上記において、入力状態検出装置は、常に、第一状態による検出と第二状態の検出の何れかを行うこととした。つまり、入力状態検出装置は、第一状態と第二状態の何れかによる検出を連続的に行った。この他に、入力状態検出装置は、第一状態と第二状態の何れか

50

による検出を所定の周期で断続的に行ってもよい。このようにすることで、状態切替部 50 による切替動作の回数がさらに少なくなり、より消費エネルギーが低減する。

【0129】

また、上述したように、静電容量型センサユニット 10 は、第一電極 11 および複数の第二電極 12 a ~ 12 h を備えることにより、8 個の静電容量型センサ 1 を構成している。従って、入力検出部 70 は、対象物である人間の指 2 が、複数箇所の静電容量型センサ 1 のどの位置に存在するか、さらには表皮層 15 に接触または押付力の付与がされているかを検出する。この他に、静電容量型センサユニット 10 が、1 個の静電容量型センサ 1 を構成するようにしてもよい。この場合、静電容量型センサユニット 10 は、1 個の第一電極と 1 個の第二電極を備えることになる。このとき、電極側切替部 40 は不要となる。

10

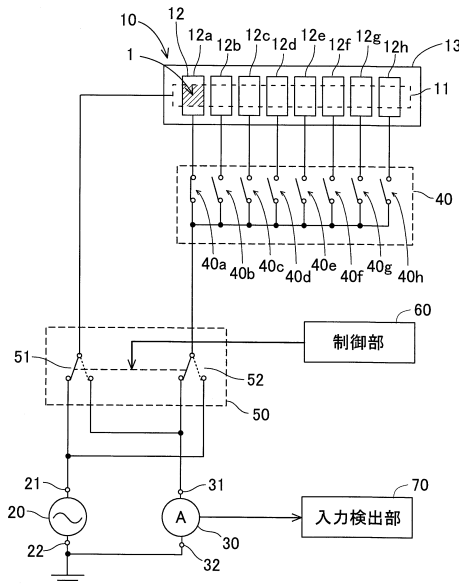
【符号の説明】

【0130】

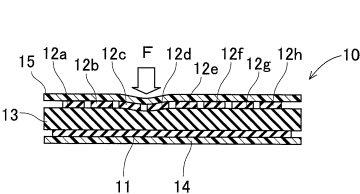
1 : 静電容量型センサ、 2 : 人間の指 (対象物)、 3, 4 : 抵抗、 10 : 静電容量型センサユニット、 11 : 第一電極、 12 a - 12 h : 第二電極、 13 : 誘電層、 14 : 基材、 15 : 表皮層、 20, 220 : 定電圧電源装置、 21, 221 : 印加端子、 22, 222 : 接地端子、 30 : 電流計 (検出器)、 31, 231 : 検出端子、 32, 232 : 接地端子、 40 : 電極側切替部、 50 : 状態切替部、 51 : 第一スイッチ、 52 : 第二スイッチ、 60, 160, 260 : 制御部、 70, 170, 270 : 入力検出部、 223 : 定電圧電源、 230 : 検出器、 233 : ブリッジ用キャパシタ、 234 : 充放電用制御装置、 235 : 電位検出器、 SW10 : 充放電用スイッチング素子、 SW11 : 入力用スイッチング素子、 Th1 : 第一閾値、 Th2 : 第二閾値、 Vin : 入力電圧、 Vout, Vout1, Vout2, Vout3 : 出力電位

20

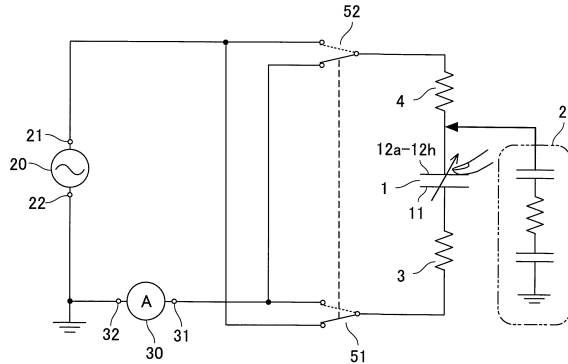
【図 1】



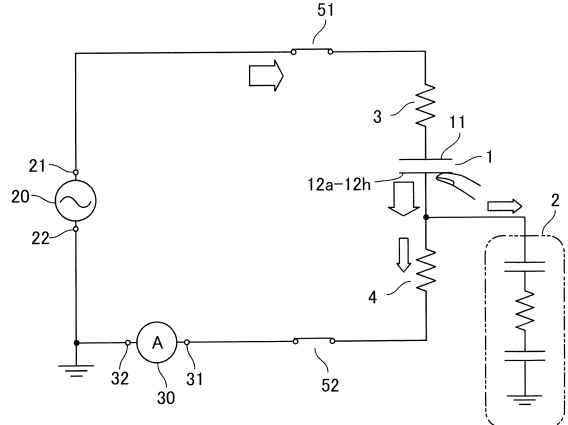
【図 2】



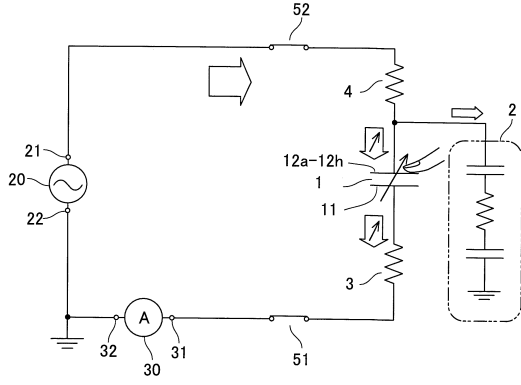
【図 3】



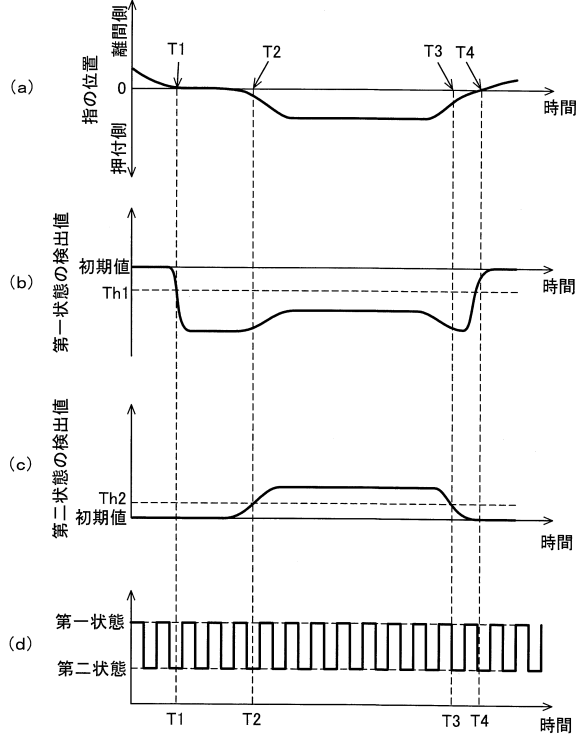
【図 4】



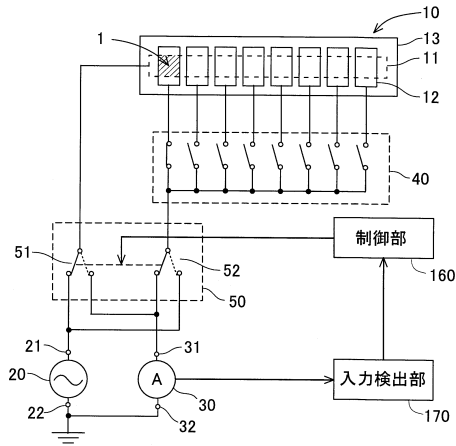
【図5】



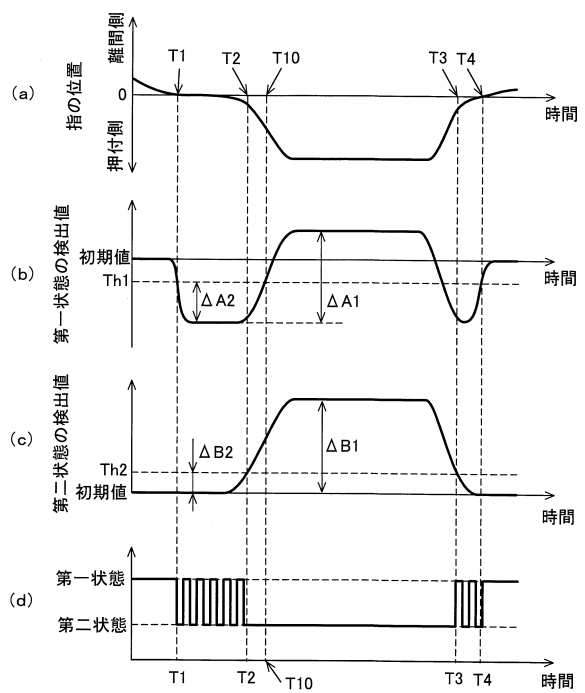
【図6】



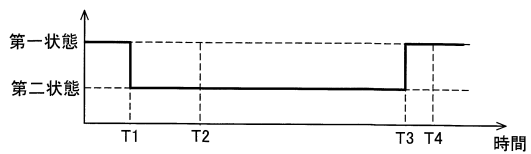
【図7】



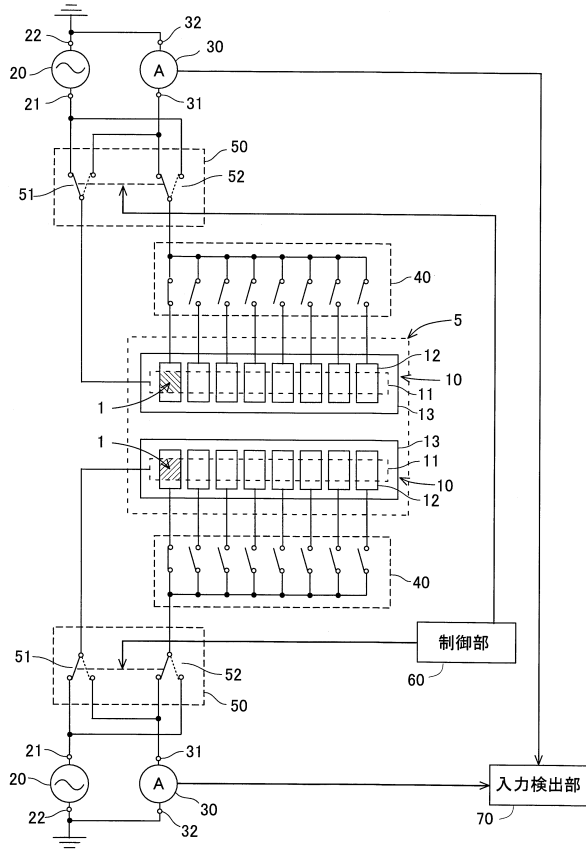
【図8】



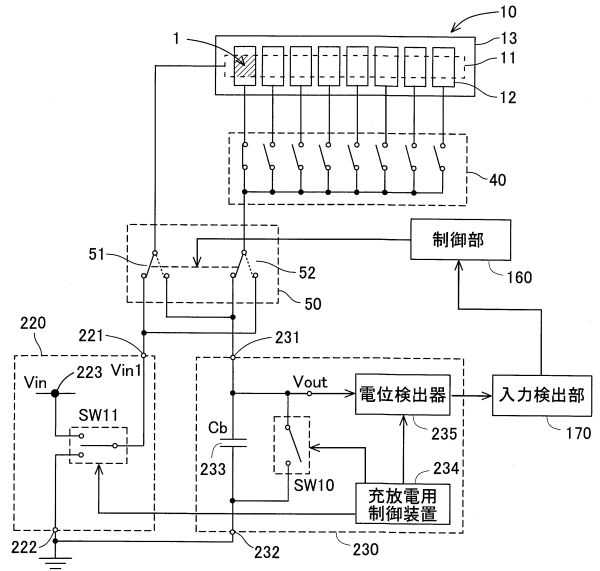
【図9】



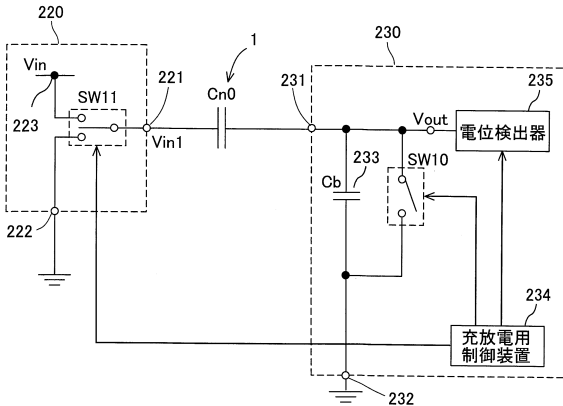
【図10】



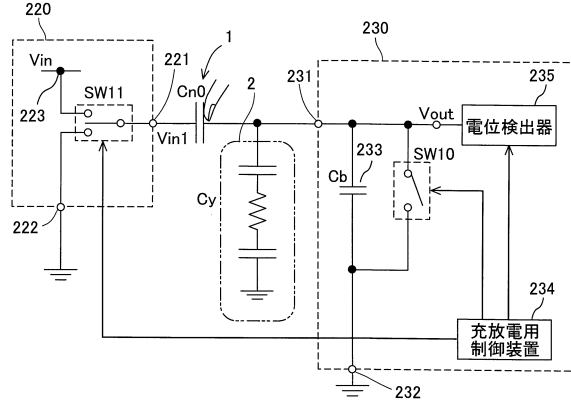
【図11】



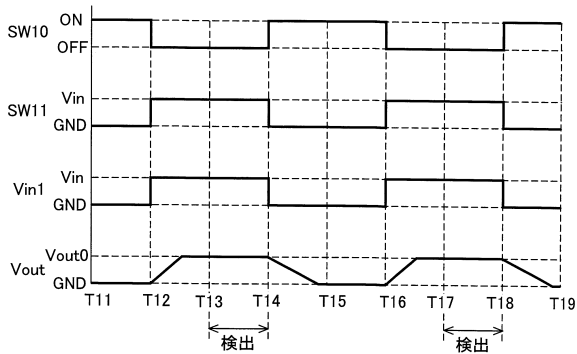
【図12】



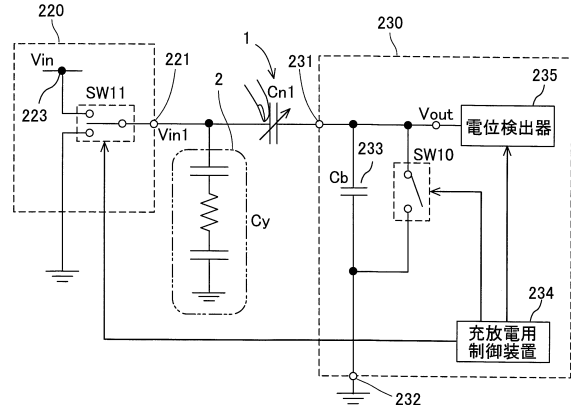
【図14】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 裕和
愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内

審査官 萩島 豪

(56)参考文献 特開2012-022635(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0018611(US,A1)
特開2010-217967(JP,A)
特開平07-064725(JP,A)
米国特許第05792997(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 3/041 - 3/047