

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4261100号
(P4261100)

(45) 発行日 平成21年4月30日(2009.4.30)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int.Cl.		F I	
G O 1 B	7/28	(2006.01)	G O 1 B 7/28 A
A 6 1 B	5/117	(2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 2 2
G O 6 T	1/00	(2006.01)	G O 6 T 1/00 4 0 0 G

請求項の数 21 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2001-396321 (P2001-396321)	(73) 特許権者	507336282
(22) 出願日	平成13年12月27日(2001.12.27)		ユーベック, インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2002-267408 (P2002-267408A)		U P E K, I n c .
(43) 公開日	平成14年9月18日(2002.9.18)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 94
審査請求日	平成16年12月22日(2004.12.22)		608, エメリービル, クリスティー
(31) 優先権主張番号	09/753344		アベニュー 5900
(32) 優先日	平成12年12月29日(2000.12.29)	(74) 代理人	100076185
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小橋 正明
前置審査		(72) 発明者	アラン クレイマー
			アメリカ合衆国, カリフォルニア 94
			708, パークレー, ヒルデイル ア
			ベニュー 705
		審査官	八島 剛
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良型指紋検知

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

指紋検知装置において、
 指紋パターンを検知するための容量センサーセル、
 指紋パターンを検知する人の体に結合されるべく適合されている電圧出力端子、
 第1及び第2入力電圧を交互に供給するために該電圧出力端子へ接続されている第1電圧源、
 指紋パターンを検知している間に逐次的に前記第1及び第2入力電圧を該電圧出力端子へ選択的に供給する第1スイッチ、
 該容量センサーセルの出力を受取る増幅器、
 第1及び第2基準電圧を交互に供給するための第2電圧源、
 指紋パターンを検知している間に逐次的に前記第1及び第2基準電圧を該増幅器へ選択的に供給する第2スイッチ、
 を有しており、該入力電圧と該基準電圧との間に位相関係があることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 2】

請求項1において、前記電圧出力端子が前記容量センサーセルに隣接して位置されている導電性金属ストリップであることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 3】

請求項1において、更に、

10

20

シリコンからなる基板、

前記基板内に形成されている集積回路、

前記集積回路の上部層としての誘電体層、を有しており、前記誘電体層の上表面が指紋パターンを受取るために露出されており、前記容量センサーセルが前記集積回路の一部として形成されていることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記電圧出力端子が前記誘電体層の上表面内に位置されている第一組の金属ストリップを有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 5】

請求項 3 において、更に、前記誘電体層の上表面に位置されている第一組の金属ストリップ、前記誘電体層の上表面に位置されている第二組の金属ストリップ、前記第一組の金属ストリップが前記電圧出力端子であるか又は前記第二組の金属ストリップが前記電圧出力端子であり且つ他方の組の金属ストリップが接地電圧へ結合されるように選択する制御回路、を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、更に、

指紋パターンの検知期間中に前記容量センサーセル上に配置した指を接地へ結合させるために前記容量センサーセルに隣接して位置されている接地端子、を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 7】

請求項 1 において、前記容量センサーセルがコンデンサの単一のプレートを含んでおり、指が存在する場合には、それが前記セルに対するコンデンサの第二プレートを提供することを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 8】

請求項 1 において、前記容量センサーセルがコンデンサの 2 つのプレートを含んでおり、且つ指が存在する場合には、それが前記セルに対するコンデンサの 3 番目のプレートを提供することを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、更に、前記コンデンサの一方のプレートへ結合されている入力端と前記コンデンサの他方のプレートへ結合している出力端とを具備している反転増幅器を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、更に、

前記反転増幅器の入力端へ結合している第一のプレートと補償電圧端子へ結合している第二のプレートとを具備している入力補償コンデンサ、

第 1 及び第 2 補償電圧を交互に供給するための第 3 電圧源、

指紋パターンを検知している間に逐次的に前記第 1 及び第 2 補償電圧を前記補償電圧端子へ選択的に供給する第三スイッチ、を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 11】

請求項 10 において、前記第一スイッチ及び前記第二スイッチが同時に異なる電圧へスイッチするように同一のクロック信号によって制御することを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 12】

請求項 10 において、前記人の体の電圧が検知期間中に低から高へスイッチされるように、前記第一入力電圧が低い値であり且つ前記第二入力電圧が高い値であることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 13】

請求項 12 において、前記反転増幅器への入力信号が検知期間中に高から低へスイッチされるように前記第 1 補償電圧が高い値であり且つ前記第 2 補償電圧が低い値であることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 において、前記人の体の電圧が検知期間中に低から高へスイッチされるように前記第 1 入力電圧が低い値であり且つ前記第 2 入力電圧が高い値であることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 1 5】

請求項 3 において、更に、

前記集積回路の前記上部層である前記誘電体層上方の物質の層、
を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 1 6】

請求項 3 において、更に、

前記基板及び前記誘電体層を包含して前記検知装置全体を取囲んでいる液密保護層、
を有していることを特徴とする指紋検知装置。

【請求項 1 7】

指紋パターン検知方法において、

指紋センサーセルに隣接して指を配置させ、

前記指を第 1 電源へ結合させ、

指紋パターンを検知し、

指紋パターンの検知期間中に前記指の電圧を変化させ、

該指紋パターンの検知結果を増幅器へ出力し、

該増幅器へ電圧を入力し、

該指上の電圧の変化に対しての位相関係で該増幅器へ入力される電圧を変化させる、
ことを特徴とする方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 において、更に、

指を前記センサーセルに隣接して配置させる前に指の上に手袋をはめる、
ことを特徴とする方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 7 において、更に、

前記センサーセルに隣接して指を配置させる前に前記センサーセル上に保護層を配置さ
せる、

ことを特徴とする方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 において、更に、

前記センサーセルのクリーンな上表面を維持するために周期的に前記センサーセル上の
前記保護層を除去し且つ前記センサーセル上に異なる保護層を配置させる、
ことを特徴とする方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 7 において、更に、

前記指紋センサーセルを第 2 電源へ結合させ、

指紋パターンを検知し、

指紋パターンの検知期間中に前記センサーセルに対して前記第 2 電源によって供給され
る電圧を変化させる、
ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は指紋パターン認識に関するものであって、更に詳細には、改良した指紋パターン
検知回路及び方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

指紋パターンを検知するための容量センサーは公知である。人の指紋における谷と山のパターンを決定するための容量センサーを記載する多数の特許が存在している。米国特許第4, 353, 056号は指を受取り且つ小型のコンデンサからなるアレイを使用して皮膚の山と谷とを検知する検知表面を具備している容量指紋センサーを記載している。米国特許第5, 325, 442号は、行及び列の形態に配列した複数個のコンデンサを使用する指紋検知及び認識回路を記載している。

【0003】

ある容量センサーは、米国特許第5, 973, 623号からとった図1及び2に示したような負のフィードバックを具備するシリコン内の2個又はそれ以上のプレートを使用して動作する。マルチプレートシステムにおいては、ユーザの指がシリコン内の2個のプレートの間に存在する容量を変化させる。指紋において谷又は山が存在するかの検知において負のフィードバック回路が使用される。

10

【0004】

ある容量センサーは、センサーセルあたりシリコン内において単一のコンデンサプレートを使用して動作する。このタイプのセンサーは米国特許第5, 325, 442号に示されている。図3及び4は従来技術である。この特許からの図はセンサーセルへアクセスするために単一の容量プレート14とスイッチング装置16とを例示している。ユーザの指が該コンデンサの他方のプレートを提供している。従って、該コンデンサの値が検知されて山又は谷の存在を決定する。

20

【0005】

従来の容量指紋センサーに関連する問題の1つは山を谷から区別するための感度レベルである。容量検知を介して良好な指紋パターンを得ることの困難性は個人個人によって異なる場合がある。ある人の場合には、その皮膚特性に依存して、他の人よりもパターンを得ることはより困難な場合がある。従って、全ての人に対してより一様な感度を提供する改良した容量検知方法を有することが望ましい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、以上の点に鑑みなされたものであって、上述した如き従来技術の欠点を解消し、改良した指紋パターン検知技術を提供することを目的とする。本発明の別の目的とするところは、全ての人に対して実質的に一様な感度を提供することが可能な指紋検知装置及び方法を提供することである。

30

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の原理によれば、容量指紋検知装置が提供され、それは指紋パターンを検知する個人の体に可変の電圧を与える。従って、指は入力期間中に可変電荷転送を提供すると共に検知すべき可変容量を提供するという二重の機能を達成している。両方の機能を達成する効果は、各センサーセルにおいて山又は谷を有する測定可能な効果を実効的に増加させることである。山と谷との間の差を認識し且つ区別する上での検知動作が著しく向上される。

【0008】

人の体への電氣的接続は任意の数の許容可能な技術によって行うことが可能である。好適実施例によれば、人の指が指紋センサーパッド上に配置される場合に人の指に対する電氣的接触が与えられる。電氣的導体へ接続されている論理制御回路が検知タイミングに関連して予め設定したタイミングシーケンスに従って該電氣的状態上にステップ電圧を印加させる。この実施例においては、指紋を検知中のユーザの指と可変入力電圧との間に直接的な接続が存在している。

40

【0009】

別の実施例においては、容量転送によって人の体に電圧変化を与える。検知が行われている間に電圧変化を提供するためにシリコン内の大型のプレートコンデンサが指へ電荷を転送するための一方のプレートを提供する。一方、電圧変化は別の指又はその他の付属器官

50

を介してユーザの体へ結合させることが可能である。例えば、そのコネクタはその人の他方の手、腕又は該体のその他の任意の許容可能な部分へ接触させることが可能である。何故ならば、改良した容量検知能力を得るためにその人の体における電荷変化を与えることが必要であるに過ぎないからである。

【0010】

本発明は、シリコン内の1個の容量プレートと他方のプレートを与える指とを具備するタイプ、又はシリコン内における複数のコンデンサプレートとそれらの相対的な容量を修正する導体である指を使用するタイプのセンサーセルと共に使用することが可能である。

【0011】

1 実施形態においては、指紋又はセンサー回路はシリコン内のフィードバックコンデンサの2個のプレート及びその間のフィールドを具備する負のフィードバック増幅器を包含している。該2個のプレートの間のフィールドはユーザの指、即ち山又は谷によって変化される。谷を有することの効果は、山を有する場合よりも検知容量が一層大きいことである。山が存在する場合には、フィードバック容量は谷の場合と比較して減少される。換言すると、コンデンサのプレートから皮膚が遠ければ遠い程、それらの間の実効容量を減少させる効果はより小さく、且つ検知される容量は山の場合よりも谷の場合により高い。一方、例えば谷が存在する場合のようにセンサーからの皮膚の距離がより大きい場合には入力容量は減少する。回路の感度を決定する検知（フィードバック）容量に対する入力容量の比であるので、それらを反対の方向に変化させる回路は測定感度を著しく増加させることとなる。従って、入力コンデンサとして及びその値を検知するコンデンサに対する可変プレートの両方として人の体を使用することによって著しい改良が与えられる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1はその上に複数のセンサーセル2を具備している基板1を示している。センサーセル2はアレイ3の形態にあり且つ該基板の上に配置される指の指紋パターンを検知べく構成されている。アレイ3は水平スキャンエレクトロニクス5及び垂直スキャンエレクトロニクス6によって駆動され、従って制御器7の制御下における既知のタイミングシーケンスにおいて各個別的なセル2が選択される。

【0013】

特に、各センサーセル2は基板1の上に配置される指の指紋パターンの谷又は山の有無を検知するためのエレクトロニクスを包含している。制御器7は電源回路120を有しており、それは電力供給源95から電力を受取る。各検知セル2は各個別的な列のライン17に出力を与える。その出力はチップバス9上へ供給され、それは出力増幅器8へ供給され且つ端子10においてセンサーアレイ3の出力端へ供給される。端子10におけるセンサーアレイ3の出力は指紋パターン認識エレクトロニクスへ供給され、それは該信号を指紋パターンの形態とさせ且つそれを他の指紋パターンと比較して基板の上に配置された指の指紋パターンの認識を行う。指紋パターン認識を行うためのアレイ3の特定の詳細及び制御器7との間の相互作用は米国特許第5,973,623号に記載されており、その特許を引用によって本明細書に取込む。今日当業者にとって入手可能な多数のその他の特許及び刊行物に記載されているような任意の許容可能な技術によって指紋パターン認識を行うことも可能である。

【0014】

図2は従来技術に基づいて山又は谷の有無を検知する場合に使用することが可能な単一センサーセル2のエレクトロニクスを示している。図2に示したセルは各セルに対して半導体基板内に2個のプレートを有するタイプのものであり、指が既存のコンデンサの容量値を修正するための3番目のプレートを与える。それは3プレートセルと考えることが可能であり、即ち基板内の2個のプレートとその上方の1個のプレートである。セル2に対する特定のエレクトロニクスが単に1つの例として提供されており、それによってセルを構成することが可能である。該個別的なセルのエレクトロニクスは例としてのみ提供されているのに過ぎないので、その他の許容可能な技術を使用することも可能である。セル2は

誘電体層 11 を有しており、その上に人の指が配置される。誘電体層 11 は上表面 125 を有しており、それは人の指 18 と直接的に接触される。指 18 はセル 2 と接触する位置において山又は谷を有しており、図 2 に示した例では山を有する場合は示されており、従ってそれは基板 11 に対して押圧されており且つ表面 125 と接触している。誘電体層 11 は図 2 に示したように厚さ D を有している。

【0015】

プレート 24 と 23 とを具備するコンデンサが誘電体層 11 の背面に設けられている。セル 24 の入力プレートが反転増幅器 13 の入力端子へ接続しており、且つ出力プレート 23 が反転増幅器 13 の出力端へ接続している。検知が行われない場合には反転増幅器 13 を既知の状態へリセットさせるためにリセットスイッチ 19 が閉じられる。コンデンサ 20 は端子 21 において V_{ref} を介して印加されるステップ電圧 N を供給する。コンデンサ C_{in} は反転増幅器 13 の入力ノード 16 へ既知の電荷を与えるために既知の値のものである。

10

【0016】

図 3 及び 4 は本発明を使用するために修正することが可能な別の許容可能なセンサーアレイ 3 及びセル 2 を例示している。特定のセンサーセル 2 は発明者 K n a p p である米国特許第 5, 325, 442 号から公知のものであり、その特許を引用によって本明細書に取込む。特に、該特許のセンサーセルは行ドライバ 100 及びセンサー回路 102 を有している。

【0017】

図 3 及び 4 のセル 2 は、各セルに対して半導体基板内に一方のプレートを具備しているタイプのものであり、指が 2 番目のプレートを提供して 2 つのプレートでコンデンサを形成する。行ドライバ回路が行導体 104 をアクセストランジスタ 106 のゲートへ結合する。該基板内の一方のコンデンサプレート 108 が検知電極として作用する。指 18 が容量 λ の他方のプレートを提供し、且つ山又は谷の存在が該コンデンサを形成するプレート 108 とプレート 18 との間の距離に基づいて決定される。個々のコンデンサの容量は指と検知プレート 108 との間の間隔の関数として変化する。指の山がプレート 108 へ隣接しており且つそれに非常に近い場合により大きな容量が発生し、且つ谷がプレート 108 に隣接しているがそれが谷であるためにプレートからより離れている場合により小さな容量が発生する。

20

30

【0018】

図 2 の 3 プレートセルであるか又は図 4 の 2 プレートセルであるかに拘わらず、容量指紋センサーは、コンデンサ上に蓄積される電荷の量が容量と電圧の積に比例するという原理に基づいて動作する。

【0019】

【数 1】

$$q = vc \quad (1)$$

【0020】

尚、 q は電荷量であり、 v はコンデンサ上の電圧であり、 C は容量値である。公知の如く、コンデンサの容量値はプレート間の距離と共に変化する。指紋パターンセンサーにおいて、山であるか又は谷であるかに拘わらず指はコンデンサの 1 つのプレートとして作用する。距離は指紋において変化する、即ち山の場合は小さく且つ谷の場合は大きく、その容量も異なる。例えば図 2 に示したような 3 プレートセンサーにおいては、後の式によって説明するように、基板内の 2 個のコンデンサプレートの間のフリンジ効果に依存して容量値も変化する。

40

【0021】

蓄積される電荷の値又は蓄積される電荷の割合は、所望により、1 実施例において測定し且つ検知することが可能である。このことはコンデンサ上に電流又は電圧を印加し且つ蓄積された電荷に対応する測定値を得ることによって幾つかの装置において行われる。

50

【0022】

この方法に関する変形例は、コンデンサ上の電荷の変化に基づく出力電圧における変化を測定することである。出力電圧検知に対する基本的な式は以下の如くに式1から得ることが可能である。

【0023】

【数2】

$$V_{out} = \frac{q}{C} \quad (2)$$

【0024】

尚、 V_{out} はセル2からの出力電圧であり、 q は電荷であり、 C は容量値である。

【0025】

絶対値として V_{out} を測定する代わりに、基本的な値の既知のリセットから V_{out} における変化を測定することが望ましいことが多々ある。山又は谷を検知するために電圧における変化を測定するセルの場合には、以下の式が適用される。

【0026】

【数3】

$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta q}{C_s} \quad (3)$$

【0027】

尚、 ΔV_{out} は端子17上の電圧における変化であり、 Δq は容量上の電荷における変化であり、 C_s は検知される容量であり、即ち、山であるか又は谷であるかに拘わらず指18が隣接されているセンサーにおけるコンデンサプレートの容量である。山及び谷の存在は容量における変化に変動を発生させる。特に、後に記載するように、センサー2の近くに山又は谷が存在すると、検知される容量を夫々減少又は増加させ、従って山及び谷を区別することが可能である。

【0028】

図5、6、7は、夫々、本発明に基づく変形実施例を示している。図5-7の各々において、誘電体層11がセンサーセル2の上方に位置されている。誘電体層11のすぐ上に、指紋パターンを検知するためにユーザの指18が位置されている。勿論、本明細書において使用する指紋という用語は手の親指、足の親指、足、額、又は人を識別するために変化を検知する何等かのその他の表面等の人のいずれかの体の一部の上における皮膚組成における変動を包含するものとして使用されている。図5-7に示した実施例においては、指18はセンサーセル2の直接上に山を有している。従って、その指は基板11に対して単一の平坦なものとして表われている。殆どの場合においては、センサーセル2は指紋の山の幅よりも一層小さいので、セル2から見た場合には、指18が誘電体層11の上表面に当接しているように見える。例えば図8A、8B、9、15A、15B等のその他の図においては、指紋の異なる部分、即ち山であるか又は谷であるかに対してのアレイの応答を示すために複数の異なるセンサーセル2が示されている。

【0029】

以下に説明するように、図5の回路の動作が図8A及び8Bに模式的に示してある。図6及び7の回路は模式的に図9及び10に示してあり、それらについてはこれら2つの図に関してより詳細に説明する。

【0030】

図8A及び8Bは概略図5に示したセンサーセルを使用して本発明を例示するための検知原理を示している。図8Aは各セルに対しての2プレートキャパシタシステムを示しており、指18が一方のプレートであり且つプレート14はセンサー電極であり且つ他方のプレートである。2個のセルが示されており、そのうちの一方は山にあり且つ他方は谷にある。

10

20

30

40

50

【0031】

理想的な場合においては、 C_s は該式に影響を与える唯一の容量であり、従って式(3)は検査中の指の唯一の直接的な特性付けであるが、実際には、回路の異なる部分において発生する種々の寄生容量が存在している。回路の種々の部分における寄生容量の全ての効果が結合されると、それらは以下の式(4)によって示されるように検知される容量と加算される。

【0032】

【数4】

$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta q}{C_s + C_p} \quad (4)$$

10

【0033】

尚、 C_p はセル出力に影響を与える寄生容量である。然しながら、寄生容量 C_p は、時々、極めて大きなものとなる場合がある。特定の回路設計に依存して、 C_p は C_s よりもかなり大きなものである場合がある。幾つかの場合において、それは10倍より大きなものとなる場合がある。 C_p が余り大きい場合には、式(2)及び(4)を共に検討することによって理解されるように、検知中の全体的な容量において C_s における変化は非常に小さな変化を発生するに過ぎないものであるように該式を支配することとなる。従って、寄生容量が検知中の容量よりも著しく大きい場合には、セル2の感度が減少される。殆どの適用例において、検知中の容量は極めて小さいものである。何故ならば、単一の指紋における山と谷との間の容量値における差のみの検知に基づいているからである。

20

【0034】

最大信号出力と最小信号出力との間の区別する能力に基づいてセンサーの感度を定義することが可能である。感度は以下の如くに表わすことが可能である。

【0035】

【数5】

$$\delta = \frac{\Delta V_{out\ max} - \Delta V_{out\ min}}{\Delta V_{out\ min}} \quad (5)$$

【0036】

尚、 δ は感度であり、 $\Delta V_{out\ max}$ は可及的に最も高い出力電圧であり、 $\Delta V_{out\ min}$ は測定期間中における可及的に最も低い出力電圧である。従って、出力電圧における最大変化と最小変化との間のより大きな差と共に且つ出力電圧における最小変化を可及的に最も低い値へ減少させることによって増加する。

30

【0037】

図8Aの回路においては、出力電圧は $C_{plate\ ridge}$ 及び $C_{plate\ valley}$ の間の差に基づいてセル1とセル2とでは異なっている。該セルのその他の全ての側面は同一である。従って、両方のセルは同一の C_{in} 値及び同一の C_p 値を有している。

【0038】

図8Aを参照すると、出力電圧における変化は以下の如くに定義することが可能である。

40

【0039】

【数6】

$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{in} + C_p + C_{plate\ body}} \quad (6)$$

【0040】

尚、 ΔV_{in} は検知期間中の入力電圧における変化であり、 C_{in} は入力コンデンサであり、 C_p は寄生容量であり、 $C_{plate\ body}$ はプレート14と体18から構成される容量である。

【0041】

50

勿論、夫々 $C_{plate\ ridge}$ 及び $C_{plate\ valley}$ として定義される山及び谷の間の差と体 $C_{plate\ body}$ とを区別することが望ましい。

【0042】

プレートコンデンサ値は山の場合にその最大値にあり且つ谷の場合にその最小値にあり、従って式 (6) はセル 2 に対して示したようにセルの上側の谷に対して以下の如くなる。

【0043】

【数 7】

$$\Delta V_{out\ max} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{in} + C_p + C_{plate\ valley}} \quad (7) \quad 10$$

【0044】

山の場合には、以下の結果となる。

【0045】

【数 8】

$$\Delta V_{out\ min} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{in} + C_p + C_{plate\ ridge}} \quad (8)$$

【0046】

$C_{plate\ ridge}$ はある係数 Δ だけ $C_{plate\ valley}$ より大きいので、これらの式は以下の如くに簡単化することが可能である。 20

【0047】

【数 9】

$$C_{plate\ ridge} = C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} \quad (9)$$

【0048】

尚、 $\Delta C_{plate\ ridge}$ は谷と山との間の容量差である。これを式 (9) に代入すると次式が得られる。

【0049】

【数 10】

$$\Delta V_{out\ min} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{in} + C_p + C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge}} \quad (10) \quad 30$$

【0050】

システムの全体的な感度を理解することが望ましく、それは式 (5) に記載されており且つ再度以下の如くに与えられる。

【0051】

【数 11】

$$\delta = \frac{\Delta V_{out\ max} - \Delta V_{out\ min}}{\Delta V_{out\ min}} \quad (11) \quad 40$$

【0052】

上の値に対して式 (7) 及び (10) を代入すると、以下の式 (12) が得られる。

【0053】

【数 12】

$$\delta = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{in} + C_p + C_{plate\ valley}} \quad (12)$$

【0054】

寄生容量 C_p 及び入力容量 C_{in} の両方の効果は実効感度を減少させることを理解すること 50

が可能である。プレートに対する理想化した感度 δ_{plate} (寄生容量が不存在)を以下の如くに定義することが可能である。

【0055】

【数13】

$$\delta_{plate} = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} \quad (13)$$

【0056】

代数学の観点からの簡単化のために、値 α を以下の如くに設定する。

【0057】

10

【数14】

$$\alpha = \frac{C_{in} + C_p}{C_{plate\ valley}} \quad (14)$$

【0058】

式(13)及び(14)を式(12)に代入すると、次式が得られる。

【0059】

【数15】

$$\delta = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} \cdot \frac{1}{1 + \alpha} = \delta_{plate} \cdot \frac{1}{1 + \alpha} \quad (15)$$

20

【0060】

半導体基板においては、 C_{in} は注意深く制御することが可能であり且つゼロに近づく無視可能なものであるように非常に低い値に減少させることが可能である。一方、 C_p は $C_{plate\ valley}$ よりも10倍を超えてより大きなものであり、最大で20乃至100倍より大きなものとなる場合がある。 C_p はゼロへ減少させることは困難であり、従って C_p は $10 \times C_{plate\ valley}$ に等しいものと仮定する。これにより次式が得られる。

【0061】

【数16】

$$\alpha = \frac{0 + 10}{1} = 10 \quad (16)$$

30

【0062】

結果的に得られる実効感度は次の通りである。

【0063】

【数17】

$$\delta = \frac{\delta_{plate}}{11} \quad (17)$$

【0064】

40

従って、このタイプの検知動作の場合には、感度はプレート感度 δ_{plate} を11で割算したものとなる。従って、 C_p の効果は感度において著しい減少を発生する。 C_p がより高くなるに従って、感度は更に減少する。

【0065】

図8Bは、体に V_{in} を印加することはどのようにして感度を増加させ且つ C_p の効果を減少させることが可能であるかを示した本発明の1実施例を示している。図8Bにおいて、ステップ電圧 ΔV_{in} が指18へ印加され、且つ体はコンデンサ C_{in} として作用する。この場合には、 C_{in} の値はセルの上方に谷が存在するか又は山が存在するかに依存して、各セルに対して異なっている。セル1、即ち山の場合には、 C_{in} の値は山に対してはより高く且つ谷に対してはより低い。山が存在するか又は谷が存在するかによって発生される容量

50

変化は実効的に出力における変化を増幅させるものとして考えることが可能である。何故ならば、それは入力信号と検知信号の両方に影響を与えるからである。その結果は次式から理解することが可能である。

【0066】

【数18】

$$\Delta V_{out} = \frac{C_{plate\ body} \cdot \Delta V_{in}}{C_{plate\ body} + C_p} \quad (18)$$

【0067】

$C_{plate\ ridge}$ は $\Delta C_{plate\ ridge}$ だけ $C_{plate\ valley}$ より大きいものであり、且つ ΔC_{plate} は $\Delta C_{plate\ ridge} / C_{plate\ valley}$ として定義されるので、以下の式が得られる。

【0068】

【数19】

$$\Delta V_{out\ max} = \frac{\Delta V_{in} (C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge})}{C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} + C_p} \quad (19)$$

【0069】

【数20】

$$\Delta V_{out\ min} = \frac{\Delta V_{in} (C_{plate\ valley})}{C_{plate\ valley} + C_p} \quad (20) \quad 20$$

【0070】

【数21】

$$\delta = \frac{\Delta V_{out\ max} - \Delta V_{out\ min}}{\Delta V_{out\ min}} = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} \cdot \frac{C_p}{C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} + C_p} \quad (21)$$

【0071】

式(21)は C_p が分子と分母の両方に存在していることを示している。従って、 C_p の効果は、該式における1に等しい値に向かってそれ自身相殺することである。 C_p が大きな場合であっても、その結果は感度に関するその効果を相殺することである。何故ならば、それはその比において上と下の両方に存在しているからである。代数的簡単化のために次式を定義すると、

【数22】

$$\beta = \frac{C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge}}{C_p} \quad (22)$$

【0072】

次式が得られる。

【0073】

【数23】

$$\delta = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} \left(\frac{C_p}{C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} + C_p} \right) = \delta_{plate} \cdot \frac{1}{1 + \beta} \quad (23)$$

【0074】

従って、 $C_p = 10 C_{plate\ valley}$ であり、且つ更に $C_p = \Delta C_{plate\ ridge}$ であると仮定すると、上の式から得られる結果は次式となる。

【0075】

【数24】

$$\frac{1}{1+\beta} \approx \frac{1}{2} \quad (24)$$

【0076】

従って、次式が得られる。

【0077】

【数25】

$$\delta = \frac{\delta_{plate}}{2} \quad (25)$$

10

【0078】

式(25)は、図8Bの単純な場合に対して適用した本発明に対する感度において5倍の改良が得られることを示している。

【0079】

図5は図8Bの例に示した本発明の原理を利用する単一セルの回路を示している。指18をその上に有するプレート14に結合されている選択トランジスタ112が出力 V_{out} を与える。ステップ電圧入力信号 V_{in} を有する電圧端子21が指18へ接続している。

【0080】

図6は本発明の原理に基づく指紋検知用の別の例を示している。図6に示したセンサーセルは、図5の単一プレートセンサーセルよりも更に顕著な結果を与える別の例である。

20

【0081】

本発明の原理に基づいて、検知動作期間中に、電気的導体21が指紋を検知する人の体へ接続されている。それは、例えば、指紋を検知する指自身、ユーザの手、ユーザの使用していない手、足、導電性足パッドを介して、又はその他の位置等の任意の便宜的な位置へ結合することが可能である。電気的導体21は可変電圧供給源 ΔV_{in} へ接続している端子99を有している。各個別のセル2における検知動作のタイミングに関連して体、従って指18上の電圧の既知の変化を与えるために電子制御器7でタイミングシーケンスにおいて ΔV_{in} が直接的に制御される。特に、検知動作の始めにおいて、 ΔV_{in} は、通常、低い値であり、且つ、検知動作が開始すると、端子 ΔV_{in} は印加される信号波114によって示されるように、ステップ電圧の高い値となる。電圧 ΔV_{in} が高い値にある間に検知動作が発生した後に、セル2はリセットされ且つ電気的導体21は低い値へ復帰し、次の検知サイクルの準備としてセル及び体の両方をリセットモードとさせ、次の検知サイクルにおいては、 ΔV_{in} は図4における信号波114によって示される上方向への別のステップ値が発生する。

30

【0082】

ΔV_{in} のステップはスイッチ19の開閉を制御するクロック信号 ϕ_r のタイミングシーケンスに関連して同期している。即ち、スイッチ19が開かれ、その後に、 ΔV_{in} が上方へステップ関数が発生し、従ってスイッチ19が開いている場合に電圧変化 ΔV_{in} が発生する。このことは反転増幅器13への入力ノード25上に変化を発生し、そのことは前の式において説明したように、 ΔV_{out} に対応する V_{out} に電圧変化を発生する。

40

【0083】

図2, 6, 7, 9, 10の3プレートコンデンサシステムは、2つの効果によって出力電圧に変化を発生し、即ち、既に説明したプレート効果と、2つのプレート23及び24の間のフリンジ効果である。フリンジ効果の場合には、山の存在がプレート23と24との間のフリンジ容量を著しく減少させ、一方谷は殆ど又は全く減少を発生することはない。コンデンサのプレートに隣接して導体を有することはコンデンサプレート間のフィールドラインの幾つかを接地させる。一方、谷がセンサーセル2の上方に存在する場合には、接地された容量 C_s は山の場合よりも一層大きい。何故ならば、谷はセル2から更に離れた導体を有しているからである。理想的な場合においては、容量の減少はゼロとさせることが可能であるが、実際の場合には、谷の場合でも容量値において僅かな減少を発生する場

50

合がある。然しながら、一般的な原理がマルチプレート容量センサーに対して適用され、従って、 C_s は、谷におけるように、セルからの指18の距離がより大きい場合にはより大きく、且つ C_s は、山におけるように、セルに指がより近い場合には減少する。即ち、谷に対して検知されたプレート容量 C_s は山に対してのものよりも一層大きい。

【0084】

プレート効果とフリンジ効果とを比較すると以下の通りである。

【0085】

【数26】

$$C_{plate\ ridge} > C_{plate\ valley} \quad (26)$$

10

【0086】

【数27】

$$C_{fringe\ ridge} < C_{fringe\ valley} \quad (27)$$

【0087】

前に説明したように、次式が成立する。

【0088】

【数9】

$$C_{plate\ ridge} = C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} \quad (9)$$

20

【0089】

【数13】

$$\delta_{plate} = \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} \quad (13)$$

【0090】

プレート23と24との間のフリンジ容量の場合には、以下の如くに記載することが可能である。

【0091】

【数28】

$$C_{fringe\ valley} = C_{fringe\ ridge} + \Delta C_{fringe\ valley} \quad (28)$$

30

【0092】

【数29】

$$\delta_{fringe} = \frac{\Delta C_{fringe\ valley}}{C_{fringe\ ridge}} \quad (29)$$

【0093】

尚、 δ_{fringe} はフリンジコンデンサに対するプレート23と24との間の理想化した感度である。

40

【0094】

図2を観察すると、コンデンサ C_{in} に適用された V_{in} での検知動作の従来の結果は以下の式によって理解することが可能である。

【0095】

【数30】

$$-\Delta V_{out} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{fringe\ body}} \quad (30)$$

【0096】

【数31】

50

$$-\Delta V_{out\ max} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{fringe\ ridge}} \quad (31)$$

【0097】

【数32】

$$-\Delta V_{out\ min} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{in}}{C_{fringe\ ridge} + \Delta C_{fringe\ valley}} \quad (32)$$

【0098】

これらの式を感度方程式 (11) に代入すると、次式が得られる。

10

【0099】

【数33】

$$\delta = \frac{\Delta V_{out\ max} - \Delta V_{out\ min}}{\Delta V_{out\ min}} = \frac{\Delta C_{fringe\ valley}}{C_{fringe\ ridge}} \quad (33)$$

【0100】

次に、入力電圧を体に印加するために本発明を使用した図6について説明する。フリンジコンデンサ C_{fringe} はフィールドライン39によって表わされており且つ C_{plate} はフィールドライン37によって表わされており、その結果は以下の如くなる。

20

【0101】

【数34】

$$-\Delta V_{out} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{platebody}}{C_{fringebody}} \quad (34)$$

【0102】

$C_{fringe\ ridge}$ 及び $C_{fringe\ valley}$ に対する式を使用して、次式が得られる。

【0103】

【数35】

$$-\Delta V_{out\ max} = \frac{\Delta V_{in} (C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge})}{C_{fringe\ ridge}} \quad (35)$$

30

【0104】

【数36】

$$-\Delta V_{out\ min} = \frac{\Delta V_{in} (C_{plate\ valley})}{C_{fringe\ ridge} + \Delta C_{fringe\ valley}} \quad (36)$$

【0105】

【数37】

$$\delta = \frac{\Delta V_{out\ max} - \Delta V_{out\ min}}{\Delta V_{out\ min}} \quad (37)$$

40

【0106】

【数38】

$$\delta = \frac{\Delta C_{fringe\ valley}}{C_{fringe\ ridge}} + \frac{\Delta C_{plate\ ridge}}{C_{plate\ valley}} + \frac{\Delta C_{fringe\ valley} \cdot \Delta C_{plate\ ridge}}{C_{fringe\ ridge} \cdot C_{plate\ valley}} \quad (38)$$

【0107】

【数39】

$$\delta = \delta_{fringe} + \delta_{plate} + \delta_{fringe} \cdot \delta_{plate} \quad (39)$$

50

【0108】

理解されるように、理想化した感度は従来技術と比較して著しく増加する。次に、図7，9，10を参照して説明する。回路の更なる実施例を図7に示してあり、理論的な模式図を図9及び10に示してある。この実施例においては、付加的な補償電圧 ΔV_c をフィルタコンデンサ C_f へ印加し、電圧 ΔV_c は波形 ΔV_{in} と反対である。

【0109】

非理想的な場合においては、増幅器13の利得 G は有限であり、図10に示したように、増幅器13の入力ノード及び出力ノード上には寄生容量 C_p が存在している。

【0110】

体が入力コンデンサとして使用されているので、 C_{plate} の値は全入力ノード容量に貢献する。

【0111】

【数40】

$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{plate\ body}}{\frac{G+1}{G} C_{fringe\ body} + \frac{C_{plate\ body} + C_p}{G}} \quad (40)$$

【0112】

非常に大きな G の場合には、係数のうちの1つが1となり且つその他の係数は0となり、従って次式が得られる。

【0113】

【数41】

$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta V_{in} \cdot C_{plate\ body}}{C_{fringe\ body}} \quad (41)$$

【0114】

前の式を代入することによって次式が得られる。

【0115】

【数42】

$$\delta = \frac{\delta_{plate}}{1+\sigma} + \frac{\delta_{plate} \cdot \delta_{fringe}}{1+\varepsilon} + \frac{\delta_{fringe}}{1+\varepsilon} \quad (42)$$

【0116】

G が大きくなると、 σ はゼロに向かい且つ ε はゼロへ向かう。

【0117】

従って、本発明は、非理想的な場合において、寄生容量を完全に相殺し、且つ増幅器13の利得 G が高くなるに従って感度を増加させる効果を有している。上式(42)において、次式が得られる。

【0118】

【数43】

$$\sigma = \frac{C_{plate\ valley} + C_{plate\ ridge}}{(G+1)C_{fringe\ ridge} + C_p} \quad (43)$$

【0119】

【数44】

$$\varepsilon = \frac{C_{plate\ valley} + \Delta C_{plate\ ridge} + C_p}{(G+1)C_{fringe\ ridge}} \quad (44)$$

【0120】

その結果は、大きい有限の利得 G を有する非理想的な場合においても、次式に近づく。

10

20

30

40

50

【0121】

【数45】

$$\delta = \delta_{plate} + \delta_{plate} \cdot \delta_{fringe} + \delta_{fringe} \quad (45)$$

【0122】

図7は本発明の原理に基づく回路に対する別の実施例を示している。数学的計算について説明したので、図7の回路2つについてより詳細に説明する。即ち、図7の回路は、入力端25において別のコンデンサ C_f が存在しているという点において図6の回路と異なっている。この別のコンデンサ C_f は感度を向上させ且つ更に増加させるために入力ノード25に対する補償コンデンサ又はフィルタとして作用する。コンデンサ C_f の一方のプレートは検知ノード25へ接続しており、一方該コンデンサの他方のプレートは補償電圧を表す電圧源 V_c へ接続している。電圧源 V_c も既知のタイミングシーケンスに従って電圧変化を経験し、従って、 ΔV_c として示してある。好適実施例においては、補償電圧 ΔV_c は体に印加される ΔV_{in} のものと正に反対の電圧変化を経験する。即ち、信号 ΔV_{in} 及び ΔV_c は、通常、互いに反転関係にあり、従って、 ΔV_{in} がステップアップを経験すると、 ΔV_c はステップダウンを経験する。本発明の原理に従って、 ΔV_{in} 及び ΔV_c の大きさ及び絶対的な方向は重要ではなく、ある大きさの電圧変化が望ましい。即ち、低信号から高信号へのステップ関数を経験している図7に示した ΔV_{in} は、勿論、指18上に電圧変化を与えるために、低信号から負電圧へ、又は高信号から低信号への変化を経験することが可能である。同様に、 ΔV_{in} は、図7に示したように、夫々、低から高及び高から低へ遷移することが可能であり、又は本発明の原理に従って改良された検知動作を与えるために、夫々、高から低及び低から高へ遷移することが可能である。

【0123】

図9及び10を使用して動作理論について説明する。理解されるように、人間の体、及び人間の体とセンサーセルとの間の電氣的相互作用を特性付ける数式は、全てのファクタ及び寄生効果が包含される場合には非常に複雑なものである。従って、全ての可能なファクタ及び寄生効果を示すのではなく、本発明の基本的な動作を理解することが可能であるように、主要なファクタを包含する簡単化した説明を与えるものである。

【0124】

図9に示したように、端子99に電圧変化 ΔV_{in} が印加され、且つ端子29には図7を参照して前に説明したように電圧変化 ΔV_c が印加される。端子99における ΔV_{in} と実際の指18との間の説明について見ると、人間の体はZ BODY 31として示したあるインピーダンスを有していることが理解される。体31のインピーダンスは多数の異なる電氣的方程式に従って特性付けられ、且つ全体的な体インピーダンス31として種々のコンデンサ、抵抗又はその組合わせからなるか否かに拘わらず体の全体的なインピーダンスを見るための本発明の目的にとっては充分なものである。体は、又、接地33に対する抵抗を有しており、それは個人個人によって著しく変化し、且つ体への接続位置に基づいて変化する。理解されるように、幾つかの実施例においては、抵抗 R_g によって特性付けられる接地33への抵抗は極めて大きなものとなる場合がある。

【0125】

例えば、厚いゴム底が存在している等によって人が接地から電氣的に絶縁されている場合には、抵抗 R_g は無限大に近づき、従って、実際には、その人は接地されておらず、且つ、その体における電圧はフローティングしている。その他の実施例においては、体が直接的に接地へ接続されているので抵抗 R_g は極めて小さい。例えば、人間の皮膚が接地用電極と直接接触している場合には、接地33に対する抵抗は非常に小さい。従って、抵抗 R_g に対する値は状況によって変化する場合がある。

【0126】

図9はアレイ3の異なる部分において互いに離隔されている2個のセンサーセル2を示している。説明の便宜上、第一のセル2は山が直接的にセル2の上方にある場合を示しており、一方第二のセルは谷がセル2の上方にある状態を示しており、従って動作における差

異を容易に説明し且つ理解することが可能である。最初に、指 1 8 の山がセル 2 の直上にある状態について説明する。この状態においては、皮膚は誘電体層 1 1 の上表面 1 2 5 と直接的に接触しているので、皮膚との間の距離は D_1 である。この場合においては、山 1 8 の効果は、負のフィードバック増幅器 1 3 のプレート 2 4 及び 2 3 の間のフリンジ容量の値を減少させることである。特に、プレート 2 4 と 2 3 との間の容量は容量値における減少を示したより少ない数のフィールドラインを有するフリンジフィールドライン 3 5 によって示されている。即ち、山 1 8 はプレート 2 4 及び 2 3 に近いので、フィールドラインのうちの幾つかは指 1 8 によって干渉され、従ってプレート 2 4 と 2 3 との間の全体的な容量値は隣接する導体のフリンジ効果のために減少されている。このことはコンデンサプレート 2 4 と 2 3 との間に延在するのではなく指 1 8 に向かうフィールドライン 3 5 のうちの幾つかによって表わされている。

10

【0 1 2 7】

検知回路の能動部分である入力容量もセンサーセル 2 に影響を与えている。即ち、入力コンデンサ C_{in} も可変である。何故ならば、体から来るものは谷における場合と比較して山において高となるからである。即ち、 C_{in} は山においてその最大値を有している。一方、 C_s は山において低下し、即ち C_s は山においてその最大値を有している。山が 2 つの容量値に対して反対の効果をもっているという認識、即ちそれがフリンジ容量 C_s における減少と入力容量における増加を発生させるという認識は、指紋パターン認識に対して改良した感度を提供するために使用される本発明の原理である。

20

【0 1 2 8】

指紋パターンを検知するための数式に従って、 C_{in} 及び C_s は出力値 V_{out} を変化させるために使用される比である。従って、 C_s 及び C_{in} が反対方向に変化する場合には、これはその比を著しく変化させる効果を有しており、特に、値 C_s 又は C_{in} のうちの 1 つのみが変化する場合に発生する変化にわたってそのことが言える。特に、本発明の原理によれば、体自身が入力コンデンサとして使用され且つ検知コンデンサのために使用され、従って以下の式に関して説明するように改良した感度を得られる。電圧ステップ ΔV_{in} が印加される場合に体において発生する電荷変化を理解するために、次式を理解することが可能である。

【0 1 2 9】

【数 4 6】

30

$$Q_{in} = \Delta V_{in} (C_{in}) \quad (46)$$

【0 1 3 0】

尚、 Q_{in} は体に与えられる電荷の量であり、従って、体が電圧変化を経験する場合に Δq に対応する。 ΔV_{in} は端子 9 9 へ印加される電圧におけるステップ関数変化であり、 C_{in} は入力容量の値である。

【0 1 3 1】

従来技術によれば、値 C_{in} は固定されており、従って $\Delta V_{in} \times C_{in}$ はノード 1 6 に印加される電荷の量のステップ関数変化を形成した。即ち、値 Q_{in} は各セルに対して常に既知の値であり変化するものではなかった。一方、体が C_{in} のために使用される場合には、体がステップ関数 ΔV_{in} を経験すると、各個別的なセルに供給される電荷の量は他のセルへ供給されるものとは異なっている。何故ならば、局所的に個別的なセルにおける値は各コンデンサ C_{in} に対して異なっているからである。従って、入力ノード 2 5 へ転送される電荷の量も各個別的なセルに対して異なる。理解されるように、各個別的なセルの実際の局所的な容量は精密に知られておらず、広い範囲にわたって変化する。本発明の原理の場合には、2 つの極限、即ち、谷の入力容量 C_{valley} 及び山の容量 C_{ridge} について考えることが可能である。コンデンサ C_{in} は皮膚が誘電体層 1 1 と直接に接触している山にある場合に最大値にある。一方、 C_{in} は低下し、谷にある場合に最小値にある。このことは、谷において $C_{in} = \min$ 及び山において $C_{in} = \max$ の式に従って理解することが可能である。個人の指紋パターンは山と谷との間で変化するので、入力容量も最小及び最大値の 2 つ

40

50

の極限から幾分変化することが理解される。

【0132】

次に、図9を参照すると、第二のセル2bの上方に谷が存在している。この場合には、指18は誘電体層11の上表面125から距離 d_2 だけ離隔している。谷は湾曲しているので、実際の形状は垂直距離 d_2 から最大距離及び中間距離へ変化する場合がある。谷が非常に大きな場合をとると、負の増幅器13に対するフィードバックコンデンサのプレート24と23との間に延在するフリンジ容量フィールドライン35の間には干渉は存在していない。特に、プレート24と23との間に延在するフリンジフィールドライン35の全ては、谷がセルに隣接している場合に未だに存在しており、従ってそれはどのような態様でも容量値と干渉することはない。従って、容量値 C_s は谷が存在する場合に最大値にある。一方、入力容量は最小値にあるフィールドライン37によって表されている。即ち、谷が存在し且つ指18がプレート24から遠くの距離に離隔されている場合には、入力容量は非常に小さく、且つ大きな谷の場合には最小値にある。このことは、図示したように、入力容量が大きく且つ多数のフィールドライン37が存在しているセル2aの山の場合と比較される。

10

【0133】

図10は通常動作条件下において存在する幾つかのコンポーネントの等価回路を示した模式図を示している。特に、電氣的等価の観点から、入力ノード25はそれに結合されている寄生コンデンサ41を有している。更に、出力ノード17はそれに結合されている寄生コンデンサ43を有している。これらの寄生コンデンサ C_p は該回路の電氣的動作に影響を与える。更に、負のフィードバック増幅器13の電氣的等価物は無限大の利得を具備する理想的な負の増幅器の状態を仮定して、図7に示したように、単純なインバータ13である。この場合には、多数のフィールドライン35が該コンデンサのプレート24と23との間に延在しており、それは出力端17から入力端25への負のフィードバックを与える。フィールドライン37は入力コンデンサとして使用されている体から与えられる入力容量の値及び強度を表わしている。前述したように、端子99に対してステップ電圧 ΔV_{in} が印加され且つ端子21に対して反対特性のタイプのステップ電圧 ΔV_c が印加される。 ΔV_{in} 及び ΔV_c の実際の値は特に重要なものではなく且つ多くの場合においては、それらは異なる値である。別の実施例においては、それらは互いに逆の信号であり、従って、それらはタイミング及び大きさにおいて正確に反対に変化する。

20

30

【0134】

指18によって表わされる体の容量に対するプレート43は基板1と接触している。ステップ電圧 ΔV_{in} が図6に関して前に説明したようにZ B O D Yを介して体の容量へ接続される。体がフィードバックコンデンサのプレート24及び23に非常に密接して隣接している皮膚の一部等の導体を有している場合には、体の容量のプレート43は、体の導体がプレート24及び23から更に離れて離隔している場合と異なる効果を有している。特に、山が存在している場合には、入力フィールドライン37は著しく増加され、従って体の容量43及び全体的な体の導体がノード25において入力容量を増加させる効果を有している。同時に、同一の体部分が検知動作が行われている同一のセルに対するコンデンサプレート24及び23に隣接しているので、図6に関して例示したように、同一の効果がプレート24及び23から通過するフィールドライン35において著しい減少を発生する。即ち、入力容量及び検知容量の両方のために体を使用する効果は反対であり、一方の場合においては、入力容量を増加させ且つ他の場合においては検知容量を減少させる。該方程式のこれら2つの部分は互いに比であるので、全体的な測定感度は著しく向上される。同様に、体の容量43がセル2に隣接している谷を有している場合には、図6に示したように谷はフィールドライン35と干渉することがないので、減少されたフィールドライン37によって表わされる減少された入力容量及びプレート24と23との間の増加された容量を有している。従って、寄生容量41及び43は該回路に関して全体的に減少した効果を有している。

40

【0135】

50

図 1 1 及び 1 2 は指紋検知動作が行われている間に人間の体に電圧変化 ΔV_{in} を与える 1 つの許容可能な技術を示している。基板 1 がハウジング 6 0 内に設けられている。基板 1 の面上には図 8 及び 9 に示したように複数の電氣的導体 3 0 が位置されている。導体 3 0 及び 3 1 は基板 1 の上表面に形成した電氣的導電性ストリップである。特に、これらの電氣的導体は基板 1 上に配置されているユーザの指 1 8 と直接的に電氣的に接触される。

【0136】

本発明の原理によれば、電氣的導体 3 0 及び 3 1 に対して、検知動作のタイミング及び電氣的導体 3 0, 3 1 と相対的に検知されるセルの位置に依存して、ステップ電圧 ΔV_{in} 又は接地電圧が印加される。1 組の導体 3 0 は、それに対して、ステップ電圧 ΔV_{in} が印加され、前述したタイミングシーケンスに従って体に ΔV_{in} を印加する。その他の導体は接地されて検知中のセルに隣接していない指 1 8 の部分を接地する。この場合には、図 6 に示したように接地 3 3 に対する抵抗は 0 に減少される。

10

【0137】

図 1 1 及び 1 2 に基づく回路の動作は以下の如くである。ユーザが基板 1 上に指を配置させると、その指の一部がワイヤ 3 0 からなるアレイと接触し、一方該指の別の部分がワイヤ 3 1 からなるアレイと接触する。該ワイヤのグリッドの各々の下側には複数のセンサーセル 2 から構成されているアレイ 3 が位置している。図 1 2 に示したように特定のセル 2 a において検知動作が行われると、ワイヤ 3 0 又は 3 1 からなるアレイが接地へ結合され且つ他方のアレイが ΔV_{in} へ結合される。第一実施例においては、セルに最も近いグリッド 3 0 が接地へ結合され、且つフリンジ (周辺部) から更に離隔されているグリッド、即ちグリッド 3 1 が ΔV_{in} へ結合される。第二の別の実施例においては、その特定のセルに隣接しているワイヤからなるグリッドはスイッチ 5 1 によって ΔV_{in} へ接続される。

20

【0138】

第一実施例においては、 ΔV_{in} が高から低へ変化すると、センサーセル 2 から離隔している電氣的導体 3 1 が指と直接的に接触し、従ってその指も ΔV_{in} に追従する。他方のグリッド 3 0 は接地へ結合され、従って指 1 8 の隣接する部分は接地に維持される。検知動作は任意の許容可能なタイプの回路を使用して進行し、そのうちの 1 つは図 1 に示した垂直及び水平スキャンパターンを使用するが、その他のものを使用することも可能である。検知動作がアレイを介して進行すると、各インスタンスにおいて、検知中のセル 2 から離隔しているワイヤ 3 0 又は 3 1 の局所化されたグリッドが ΔV_{in} へ直接的に接続され、従って体の電圧及び該指のその部分は電圧 ΔV_{in} に追従する。該グリッドのその他の部分は接地へ接続される。即ち、グリッド 3 1 下側のセルが検知されている場合には、グリッド 3 1 は ΔV_{in} へ接続される。その後、グリッド 3 1 下側のセルが検知される場合には、グリッド 3 1 が接地へ接続され、且つグリッド 3 0 は ΔV_{in} へ接続される。

30

【0139】

第二実施例においては、検知中のセルに隣接するグリッドは ΔV_{in} へ結合され且つ該指又は該装置の周辺部周りの区域から離隔しているグリッドは接地へ結合される。例えば、図 1 3, 1 4 及び全体的な装置の周辺端部において接地された導体が存在する場合の関連説明部分を参照すると良い。

【0140】

図 1 に示した例においては、グリッド 3 0 及び 3 1 の間に空間距離が存在しており、従ってそれらは互いに電氣的に干渉することはない。第一及び第二実施例の間の差異はフリンジに隣接するグリッドが接地へ接続されているか又は ΔV_{in} へ接続されているか否かに関するものであるので、第二実施例についての説明は位置を逆にした状態で同様に適用され、従って説明の繰返しは割愛する。変形例として、端部周りに又は図 1 3 及び 1 4 に示したように 2 つのグリッドの間に位置させて、又は図 1 2 の中間電極 5 3 によって第三電氣的グリッドを設けることが可能である。この第三電極は接地とさせるか、 ΔV_{in} へ結合させるか、又は動作期間中に ΔV_{in} から接地へスイッチさせることが可能である。別法として、基板 1 1 上又はそれに隣接して単に 2 つのグリッドを有することで十分な場合がある。

40

50

【0141】

図13は本発明の原理に基づく更に別の実施例を示している。この実施例によれば、ハウジング60は前述した如くセンサーアレイ3を内部に有する基板1を収容している。基板1は上側にセンサーアレイ3を具備する基板1を収容するための防水及び堅牢なパッケージ60を提供するための封止物質37を有している。端部部分における上表面上には導体32及び34が設けられている。導体32及び34は封止物質37と直接的に隣接しているか、又は、ある場合には、オーバーラップしている。導体32及び34は、好適には、直接的にはセンサーアレイの部分の上にはない。その代わりに、それらはアレイから充分に離れて離隔されており、従ってそれらはセル2内の各個別的なセルの容量値に電気的なインパクトを与えるものではない。1実施例においては、導体32は全検知動作期間中 ΔV_{in} へ接続され、且つ導体34は接地へ接続される。この場合には、電気的導体32が検知動作期間中にセル2の全てに対して電圧変化 ΔV_{in} を与える。同様に、導体34は R_g が0にあるか又はその近くであるように体の一部を接地するために常に接地されている。各個別的なセンサーセル2の出力が供給され、従って指紋検知動作が前述した如くに行われる。

10

【0142】

別の実施例においては、電気的導体32及び34が互いに接続されており、パッケージ60内の基板1の周辺端部周りにわたって連続的な単一のストリップである導電性ストリップを与えている。理解されるように、好適な動作のためには、ユーザの指は常に導体32かまたは導体34のいずれかと接触している。然しながら、ユーザが指を移動させると、該導体の1つ又は2つとの接触状態が外れ且つ他方の導体と圧接する。このことは検知動作能力に悪影響を有しているので、人の指が移動する場合に、既知の電圧と接触していることを常に確保することが可能であるように、センサーアレイ3を取囲む全導体が常に同一の電圧にあることが望ましい場合がある。この場合には、導体リング32及び34は互いに電気的に接続されており、従って両者は常に同一の電圧に保持される。本発明の原理によれば、その電圧は ΔV_{in} であり、従って人間の体の電圧は検知動作期間中に直接的に制御される。この場合には、接地に対する抵抗は制御されない。即ち、図3に示したように、抵抗 R_g は未知の値となる。

20

【0143】

図14は指に対して電気的接続を与えるための導電性ハウジングシール（封止体）34を示している。炭素、鉄、グラファイト等の導電性粒子を封止部材34内に埋込み、従って電圧ステップをハウジング60へ印加することが可能であり、且つそれは人の指に対して供給される。リード線、ワイヤボンディング、パッドコネクタ等を短絡しないように導電性エポキシが接続される。

30

【0144】

図15Aは人の指18に電圧変化を与えるための付加的な構造を示している。この実施例によれば、大きな導電性金属線92がユーザの指18と電気的接続状態にあるように基板の上部部分に接続している（個々の電気的接続は簡単化のために図示していない）。金属線92は、図13及び14に示したように、アレイ全体にわたって合間をおいており且つ個々のセル2の間に位置されているか又はアレイの端部上に位置された複数のラインからなるアレイとすることが可能である。従って、人が指を指紋センサー上に配置させると、それは自動的に導体92と直接的に接触する。電気的導体92上の電圧を変化させることによって人の指へ電荷を注入するか又はそれから除去することが可能である。アレイ全体にわたって多数のライン92を離隔させた場合には、ユーザは十分な数のラインと良好な電気的接触を有することを確保することが可能であり、従って所望のステップ電圧が検知動作期間中に人の指に与えられる。従って、説明の便宜上単一のラインが示されているが、例えば多数の平行な線、グリッド又はその他のパターン等の種々のパターンでその他のラインを半導体基板内に位置させることが可能であり、且つ露出された上表面を可変電圧供給源へ接続させることが可能であることを理解すべきである。

40

【0145】

50

図15Bは人の指18に電圧変化を与える別の回路を示している。基板内にコンデンサの大きなプレートが形成されている。これはセンサーセル2から構成されているアレイ3とは別であり且つそれから離隔されている（個別的な電氣的接続は簡単化のために図示していない）。電荷転送コンデンサのプレート93が入力電圧 ΔV_{in} へ接続されている。ユーザの指が入力コンデンサの別のプレートとして作用する。この場合には、入力コンデンサのプレート93は非常に大きく、従ってそれは多数の山及び谷をカバーする。その主要な目的は電荷転送であって検知動作ではない。電圧変化 ΔV_{in} がこのプレート93に印加されると、該コンデンサの他方のプレートとして作用する体がステップ入力電圧を受取る。この効果は以下に説明する態様で個々のセル2において検知される。アレイ全体にわたって分布されている小型のコンデンサからなるアレイも大きなものの代わりに使用することが可能である。

10

【0146】

図16A及び16Bは日常の使用において遭遇する可能性のある問題に基づいた本発明の幾つかの実際的な適用例を示している。理解されるように、指紋センサーは日常において有益的に使用することが可能である。例えば、指紋センサーは自動車のドアに配置させることが可能であり、従って自動車のドアに対して人が親指又は指紋パターンを有するその他の部位を押付け、自動車のドアを開けることが許容されることが認識されるとその自動車を運転することが可能となる。同様に、指紋センサーは引用によって本明細書に取込む米国特許出願第09/475,686号に示されており且つ記載されているタイプの遠隔自動車ロック及びアンロック機構の一部とすることが可能である。投獄期間中における個人の識別、正しい手相又は指紋が配置されるまで発射することを禁止するハンドガン用の保護装置、選択された個人に対してのみ制限されたアクセスが与えられるある部屋のロック又はアンロックすること、又はその他の潜在的な使用等の指紋を検知することが重要である可能性のある多数のその他の状況が存在している。これらの使用、特に自動車及びハンドガン用の保護装置等の各々は比較的汚れた環境において動作する。例えば、自動車は戸外に駐車される場合があり、長期間にわたって厳しい天候条件にさらされる場合がある。更に、自動車を運転しようとする人が指紋の上に塵埃、グリース又はその他の埃を有している場合があり、そのことは、標準条件下においては、指紋パターンの適切な検知動作と干渉する場合がある。更に、病院において又はその他の医学的手順においてしばしば見られるように、手に対して無菌作業環境を与えるために、人は、例えば、ラテックス、ネオプレン、ゴム又はその他の非浸透性弾性メンブレンからなる薄い手袋等の手袋を着用している場合がある。手が塵埃、埃、薄い手袋又はその他のメンブレンで被覆されている場合であっても、ユーザの指紋パターンを検知することが可能であることが望ましい。本発明はユーザにとっての実際の動作条件及び日常的作業を表わすこれらの環境において特に有用なものであることが判明している。図16A及び16Bは本発明が解決を与える指紋センサーの実際的な使用において発生する場合のある2つの潜在的な状況を示している。

20

30

【0147】

図16Aはその中にアレイ3が形成されている個々のセンサーセル2を具備している誘電体基板11を示している。ユーザの指18が誘電体層11の上に配置させるために位置されている。異物の層95が誘電体層11とユーザの指18との間に介在している。異物の層95はその特性及びそれが存在することすら信頼性を持って予測することが不可能な任意の異物である。それは、例えば、指紋センサーが戸外の天候条件に露呈されているために、誘電体層11上に形成される可能性のある水滴、水の薄い層から凍結した氷、霜、雪、塵又は垢又はその他の異物等を有する場合がある。勿論、検知動作を行う前に、ユーザができるだけ塵を除去し且つ水、雪、氷及び塵埃の層のみを除去することが望ましい。大量の異物、特にそれが高度に導電性のものである場合には、センサーの適切な動作を困難なものとさせる。塵埃は、又、局所的なものであって、例えば小さな雨滴等のように幾つかのセンサーセルの上にのみ位置しており他のものには位置していない場合がある。予定しない塵埃はできるだけ最小とし且つ除去することが望ましいが、そうであっても、ある程度のものが存在する場合がある。従って、1実施例においては、層95は指紋センサー

40

50

が長期間にわたって戸外の環境にあることに基づいて異物が蓄積した場合を表わしている。更に、層 9 5 はユーザによって装着している層である場合がある。幾つかの状態においては、層 9 5 はラテックス手袋、ゴム手袋、又はユーザが着用している可能性のあるその他の保護層である場合がある。手袋は、センサーに対しては、誘電体表面の上の滑らかで平坦な層 9 5 であるように見える。1 実施例においては、それは、厳しい気候及び環境条件に起因する損傷から保護するために、全体的なセンサーアレイ 3 の上に位置させたワックスペーパー、薄いプラスチック包装コーティング、又はその他の物質等の付加的な保護層である場合がある。このような状況においては、層 9 5 は規則的に取外し且つ再配置させることが可能な着脱自在な層である。従って、基板 1 1 はきれいなままであり且つ塵埃は付着しておらず、保護層 9 5 は単に取外し、廃棄し、且つ新たなきれいなコーティング 9 5 を配置させてセンサー全体を良好な動作条件に維持させる。

10

【0148】

例えば、1 実施例においては、基板及びセンサーアレイ 3 を包含するパッケージ 6 0 の上部、又は可能性としてはパッケージ 6 0 全体を液密性の薄いプラスチック層内に完全に取り囲ませることが可能である。このことは、センサーアレイが高い湿度又はその他の厳しい動作条件から封止されている利点を提供する。保護層 9 5 は必要に応じて交換される。層 9 5 は意図的であるか否かに拘わらず検知動作が行われる指 1 8 上の指紋と誘電体層との間に位置されている任意の物質の層を表わしている。理解されるように、層 9 5 の物理的形状、電気的特性、及び容量検知動作に与える影響は、常に、完全に且つ正確に予測することが可能なものではない。更に、それは時間と共に変化し、特に、層 9 5 が塵埃又はその他の表面 1 1 から部分的に清掃される場合のある一時的な物質の蓄積を表わす場合においては特にそうである。従って、ある場合においては、センサーは指 1 8 が基板 1 1 と直接接触して動作する場合があります、且つ別の場合においては、その同じセンサーが指 1 8 と誘電体層 1 1 との間に層 9 5 の形態での何等かの異物が存在する状態で動作する場合があります。

20

【0149】

図 1 6 B は図 1 6 A の層 9 5 とは異なる形態を有する層 9 6 及び異物 9 8 を示している。特に、層 9 6 はユーザの指紋パターンに対してよりコンフォーマル即ち適合的であり、一方層 9 5 は平坦であり且つ誘電体層 1 1 に対してよりコンフォーマルである。更に、ユーザの指の、谷の中、山の上、又はその他の何等かの位置の上に間欠的に何等かの物質 9 8 が位置している場合がある。層 9 6 の形態で指に付着する物質は間欠的なものである場合があり、又は異なる位置において異なる厚さを有する場合があります、且つ異物 9 8 下側の空隙等の該物質の下側に空隙を有する場合があります。物質 9 6 の例としては、通常体の機能に起因して 1 日の間にゆっくりと蓄積する場合のある人の親指上の薄い油の層等がある。一方、それは、発汗、雨滴からの濡れた手、又は通常人の指にコンフォーマルであるが、実際には、勿論、層 9 6 の特性に基づいて親指の指紋の山及び谷に部分的にのみ追従する場合のある何等かの薄いコーティング 9 6 等の水滴である場合がある。異物 9 8 は、例えば戸外で作業して塵埃、垢、グリース、又は何等かのその他の物質が指に付着した等のユーザが厳しい作業環境にいた場合に発生する場合のあるタイプのものである。ユーザの掌紋の ID を検知するためにハンドガン上においてセンサーが使用される場合には、それは銃を取扱い且つそれを装填することからの残留物であって、例えば銃からの油、火薬、鉛の小片、又はこのような活動期間中に人の手へしばしば付着するその他の異物等である場合がある。従って、物質 9 8 は人の手の異なる部分の上の種々のポケット内に存在する場合があります、且つ異物のタイプに依存して手に対してコンフォーマルなものである場合もない場合もある。

30

40

【0150】

本発明は図 1 6 A 及び 1 6 B の実施例における本発明の使用に適用可能なものであって、その場合には、その特性を完全には予測可能でない場合がある付加的な物質がユーザの指の間の誘電体層 1 1 上に位置されることとなる。端子 9 9 は図 1 5 B に示したような容量結合、ユーザの他方の手、何等かのその他の体部分、又は指自身への結合等の任意の許容

50

可能な技術を介してユーザの体へ結合される。本発明は、本明細書において簡単に方程式を使用して説明したように山と谷との間の区別の感度を増加させることによって、山と谷との間の差異をより明確にかつ正確に検知することが可能である。従って、本発明の回路は、各々の絶対値ではなく指紋センサー上の山又は谷の効果の間の相対的な差異を出力するのに有用である。本発明の回路は、指紋における山と谷とを区別する信号を発生する場合に有用である。何故ならば、その相対的な効果は前述したように本発明の回路を使用して増幅されるからである。

【0151】

図17は本発明を制御する場合に使用することが可能なエレクトロニクス101を示している。エレクトロニクス101は図13に示したようにセンサーアレイ3のすぐ下側のパッケージ60内に位置させることが可能である。一方、エレクトロニクス101はセンサーアレイ3と同一の半導体基板内に位置させることが可能であり、且つ図15に示したように、全体的なセンサーアレイとして同一の集積回路内に制御エレクトロニクスが包含されるように周辺領域内に位置させることが可能である。エレクトロニクス101は、指紋センサーの適切な動作のためのメモリ及び認識論理と共に、センサーアレイ3、適宜のクロック、電子的制御器、インターフェースを包含している。例えば、センサーアレイ3の出力としてA/D変換器48を結合することが可能であり、その出力は図1に示した制御器・認識論理7へ供給される。集積回路インターフェース回路40は制御器7からの信号を受取り且つ出力をD/A変換器42及びタイミング発生器44等の適宜の回路へ供給する。バイアス発生器50、及びオシレータ46が正しいバイアス電圧及びクロック回路を必要に応じて提供するための適宜の回路へ結合している。集積回路インターフェース回路40は、又、有効な一致が見つかったか、又は無効な一致が見つかったかを表わす信号を出力するために適宜のI/O回路を包含している。集積回路インターフェース40がそのマッチング結果を出力した後に、マッチングの結果に基づいて適宜の動作をイネーブルさせることが可能である。例えば、マッチングが有効な一致である場合には、自動車をスタートさせ、ドアを開き、銀行口座へアクセスし、ハンドガンを発射させ、又はその他の活動を可能とさせることが可能である。一方、マッチングの結果として有効な一致が見つからなかった場合には、インターフェース回路は更なる活動を阻止するための適宜の信号を表示させ、権限のないユーザがアクセスしようとしたことを表わす警告信号をセキュリティシステムへ送り、又は所望によりその他の機能を実行することが可能である。

【0152】

以上、本発明の具体的実施の態様について詳細に説明したが、本発明は、これら具体例にのみ制限されるべきものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱することなしに種々の変形が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術に基づく指紋センサーを示した概略図。

【図2】 従来技術に基づく図1の指紋センサーの個別的なセルを示した概略図。

【図3】 異なる従来技術実施例に基づく指紋センサー回路を示した概略図。

【図4】 図3の従来技術において使用された場合の指紋センサーセルを示した概略図。

【図5】 本発明の原理に基づく指紋センサーを示した概略図。

【図6】 本発明の原理に基づく指紋センサーを示した概略図。

【図7】 本発明の原理に基づく指紋センサーの別の実施例を示した概略図。

【図8】 (A)は本発明を理解することを助けるための指紋センサーセルの概略図、(B)は本発明の1実施例を示した指紋センサーセルを示した概略図。

【図9】 本発明の1実施例に基づく指紋の山と谷のパターンを検知する複数個のセルを示した概略図。

【図10】 本発明の原理に基づく種々の等価電氣的コンポーネントの間の電氣的相互作用を示した概略図。

【図11】 本発明に基づくセンサーを収容するハウジングの概略平面図。

【図12】 12-12線に沿ってとった図11の基板の部分的概略断面図。

【図 13】 本発明を包含するハウジング及び基板を示した部分的概略断面図。

【図 1 4】 本発明のハウジング及び別の基板を示した部分的概略断面図。

【図 15】 (A) 及び (B) はユーザの指の上に電圧変化を与えるための変形実施例を示した各概略図。

【図 16】 (A) 及び (B) はユーザの指紋を適切に読取ることの困難性を増加させる場合のある別の干渉メカニズムを示した各概略図。

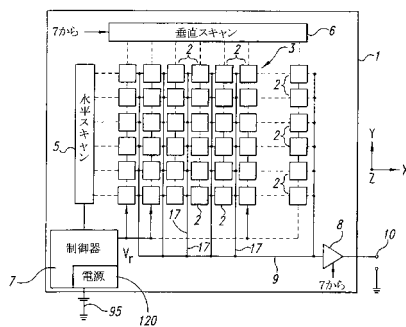
【図 17】 本発明の原理に基づく回路の概略図。

【符号の説明】

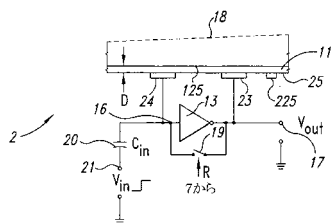
- 1 基板
- 2 センサーセル
- 3 アレイ
- 5 水平スキャンエレクトロニクス
- 6 垂直スキャンエレクトロニクス
- 7 制御器
- 1 1 誘電体層
- 1 4 プレート
- 1 8 指
- 2 1 電氣的導体
- 1 1 2 選択トランジスタ

10

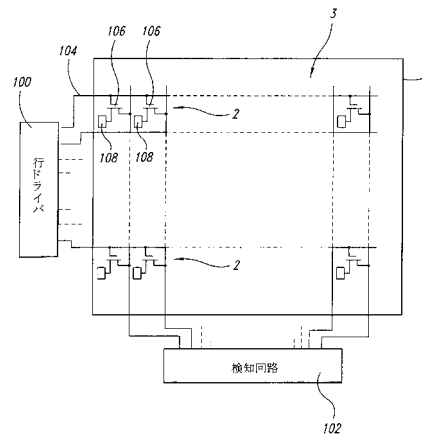
【図 1】



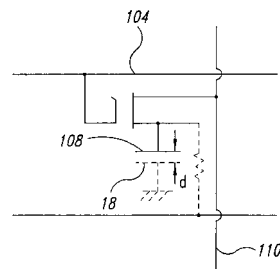
【図 2】



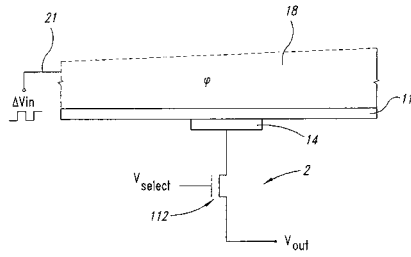
【図 3】



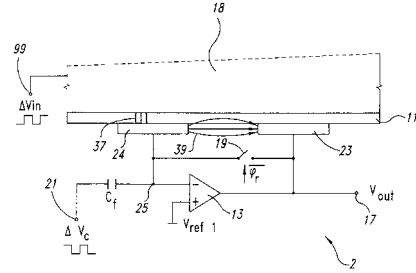
【図 4】



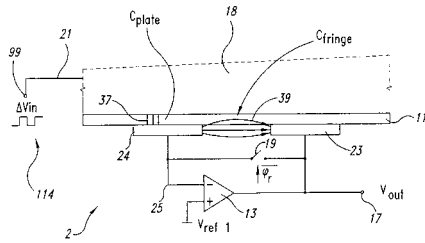
【図 5】



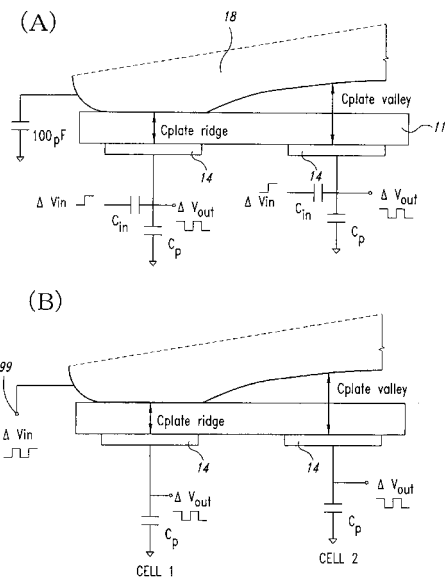
【図 7】



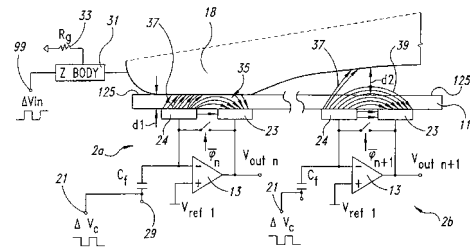
【図 6】



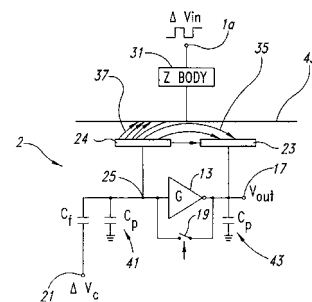
【図 8】



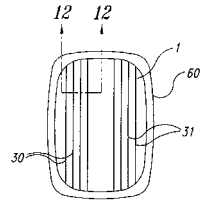
【図 9】



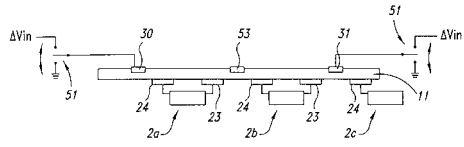
【図 10】



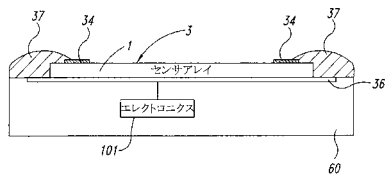
【図 1 1】



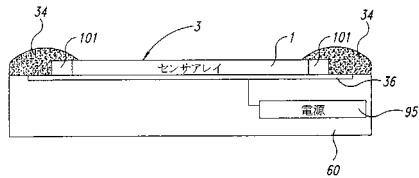
【図 1 2】



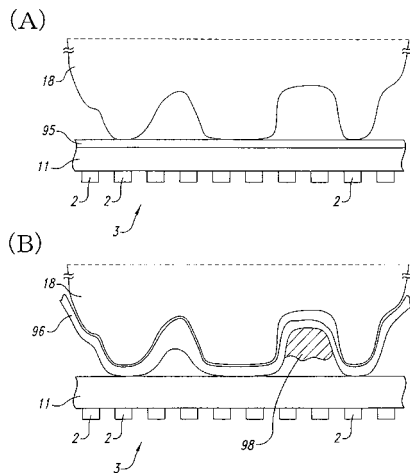
【図 1 3】



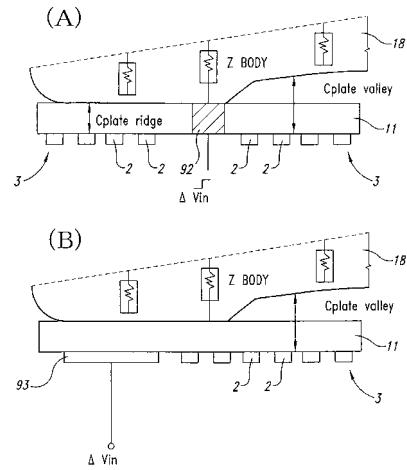
【図 1 4】



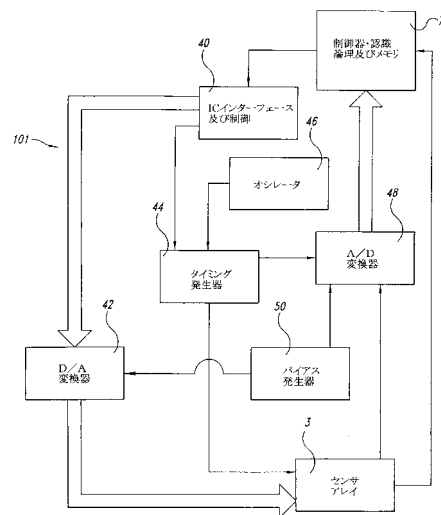
【図 1 6】



【図 1 5】



【図 1 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第98/058342 (WO, A1)
国際公開第98/052147 (WO, A1)
特開平08-180173 (JP, A)
特開平09-126918 (JP, A)
特開2000-213908 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B7/00-7/34

A61B5/06-5/22

G06T1/00-9/40