

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-257508  
(P2002-257508A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 B	7/34	G 0 1 B	Z 2 F 0 6 3
	7/28		H 2 G 0 6 0
G 0 1 N	27/22	G 0 1 N	C 5 J 0 5 0
H 0 3 K	17/96	H 0 3 K	M

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-59967(P2001-59967)

(22) 出願日 平成13年3月5日 (2001.3.5)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 橋戸 隆一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 岡本 達樹

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

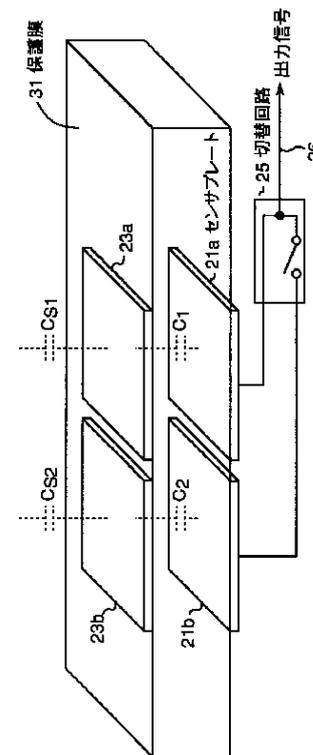
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 凹凸検出センサ

(57) 【要約】

【課題】 簡易な構成を有し、センサと検知対象物との間に異物が存在する場合であっても精度よく検知対象物の凹凸形状を検出できる凹凸検出センサを提供する。

【解決手段】 複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子はそれと検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基づいて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサにおいて、各センサ素子は、出力信号線26に接続され、検知対象物との間で静電容量を形成する第1の感知電極21aと、検知対象物との間で静電容量を形成する第2の感知電極21bと、一定の条件下において(例えば異物が存在すると判定されたときに)第2の感知電極21bを第1の感知電極21aと並列になるように出力信号線26に接続する切替回路25とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子は該各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサにおいて、

各センサ素子は、出力信号線に接続され、検知対象物との間で静電容量を形成する第 1 の感知電極と、検知対象物との間で静電容量を形成する第 2 の感知電極と、所定の条件下において第 2 の感知電極を第 1 の感知電極と並列になるように、出力信号線に接続する切替手段とを備えることを特徴とする凹凸検出センサ。

【請求項 2】 前記各センサ素子において、第 1 及び第 2 の感知電極のそれぞれに誘電膜を介して対向する第 3 及び第 4 の感知電極を設け、該第 3 及び第 4 の感知電極は第 1 及び第 2 の感知電極よりも検知対象物側に配置されることを特徴とする請求項 1 記載の凹凸検出センサ。

【請求項 3】 前記第 3 及び第 4 の感知電極を一体としたことを特徴とする請求項 2 記載の凹凸検出センサ。

【請求項 4】 前記切替手段は、出力信号線上の出力信号の値が所定値より小さいときに第 2 の感知電極を出力信号線に電氣的に接続し、前記出力信号の値が前記所定値以上のときは第 2 の感知電極と出力信号線とを電氣的に遮断することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一に記載の凹凸検出センサ。

【請求項 5】 複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子において検知対象物によって形成される静電容量に電荷を充電し、該充電された電荷量により検知対象物の凹凸形状を検出するセンサであって、

任意に出力電圧が変えられ、前記各センサ素子において形成された静電容量に電荷を充電するための電圧を供給する可変電源と、

前記センサ素子に充電された電荷量に応じた出力信号を検出する検出手段と、

該検出手段により検出されたセンサ素子からの出力信号のレベルを判定し、該レベルにしたがい前記可変電源の出力電圧を切替える制御手段とを備えたことを特徴とする凹凸検出センサ。

【請求項 6】 複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子は該各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサにおいて、

各センサ素子は、検知対象物により形成された静電容量と、駆動電圧とによって決定される電流を導通させる電流手段を有し、

凹凸検出センサは、各センサの電流手段に駆動電圧を供給する可変電源と、電流手段からの電流値を判定し、該電流値にしたがい可変電源の出力電圧を切替える制御手

段とを備えることを特徴とする凹凸検出センサ。

【請求項 7】 複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子は該各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサにおいて、

各センサ素子は、該センサ素子により検知された静電容量に応じて導通させる電流値を変化させる第 1 の電流手段と、該センサ素子により検知された静電容量に応じて導通させる電流値を変化させ、第 1 の電流手段と並列に接続され得る第 2 の電流手段と、第 1 及び第 2 の電流手段からの電流を取り出すため、それらの電流手段と接続される出力信号線と、所定の制御信号を受けて出力信号線と第 2 の電流手段との間を電氣的に接続又は遮断するスイッチ手段とを有し、

凹凸検出センサは、出力信号線を通る電流値を判定し、該判定した電流値が所定値以下のときに第 2 の電流手段と出力信号線との間の電氣的接続を接続し、該判定した電流値が所定値より大きいときに第 2 の電流手段と出力信号線との間の電氣的接続を遮断するように制御信号を前記スイッチ手段に出力する判定手段を備えることを特徴とする凹凸検出センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、指紋のような物体の凹凸形状を容量値分布として捉え、その分布を電氣的に検出するセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、指紋の凹凸形状を容量値分布として捉えて指紋像を検出するセンサチップがある。かかる検出センサチップは、図 16 (a) に示すように、指紋を検出する指の表面を接触させるパッド部 110 を有する。そのパッド部 110 において指紋の凹凸を検出するセンサ素子 112 が行、列方向にマトリクス状に配列されている。各センサ素子 112 はドライブ回路 115 により駆動され、センサ素子 112 で検知された凹凸形状の検知結果が検出回路 116 により電気信号として取り出される。なお、以下の説明では、マトリクス状に配されたセンサ素子の一単位を「セル」という。

【0003】一つのセンサ素子 112 には例えば図 16 (b) に示すように電極であるセンサプレート 110 と、アクティブ素子であるトランジスタ 119 とが含まれる。トランジスタ 119 は、ドライブ回路 115 に接続された一の行線 115a と検出回路 116 に接続された一の列線 116a とにより選択される。

【0004】センサ素子 112 は、センサプレート 110 と指の表面との間に形成される容量（以下「感知容量」という。）の値の変化により指紋の凹凸を検出する。つまり、図 17 に示すように、指 100 をチップ表面（パッド部）に載せると、指 100 の表面とセンサプレート

1 0 間にはほぼ次式で表される感知容量 $C_f$ が生じる。

【数 1】

$$C_f = \frac{1}{\frac{1}{C_s} + \frac{1}{C_1}} = \frac{C_s C_1}{C_s + C_1}$$

ここで、 $C_1$ はセンサプレート10とチップ表面との間に形成される容量で一定値をとる。 $C_s$ は指表面とチップ表面との間に形成される容量で、チップ表面から指表面までの距離によって変化する。なお、センサプレート10上部は誘電体の保護膜により覆われており、 $C_1$ は

その保護膜の厚さ、誘電率、センサプレート10の面積により決定される。  
【0005】指紋像は指紋の凹凸であり、凹凸によって指表面とチップ表面までの距離  $d$  が異なる。一方、指表面とチップ表面間に形成される容量は距離に反比例して大きさが変化する。従って、図18に示すように感知容量 $C_f$ は  $d$  に応じて  $C$  だけ変化することになるので、この  $C$  が測定できれば指紋像を得ることができる。

【0006】従来より、 $C$  を測定するのに電荷を用いる方法がある。即ち、図19に示すように、一定電圧 $V_{DD}$ を発生する電圧源46を用いて、各セルの上記感知容量 $C_f$ に電荷 $Q (= C_f \cdot V_{DD})$ を一度貯め、その後、充電された電荷を検出回路116により検出することにより指紋像を得る。なお、電荷の充電動作はドライブ回路115により制御される。

【0007】前述のように、感知容量 $C_f$ は指紋の凹凸に応じて  $C$  だけ変化するので、感知容量 $C_f$ に蓄えられた電荷 $Q$ は指紋の凹凸に応じた電荷分  $Q$  だけ異なることになる。通常、この電荷量の差は小さいため、また出力インピーダンスを下げるという目的も合わせて、最初にセルからの出力が電荷増幅器117に入力される。そして、この電荷量の違いを2次元的に測定し、アナログ処理回路118によってこの電荷増幅器117のアナログ波形を処理することにより指紋像を得ることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図20に示すようにチップ表面と指表面との間に、水、油、埃などの異物110が存在すると、指表面とチップ表面までの距離が異物の大きさ分 $d_1$ だけ長くなる。従って、図18に示すように感知容量 $C_f$ の変化分は、異物が無いときの  $C$  に比べて、あるときは  $C'$  と非常に小さくなってしまふ。従って、通常時より分解能が悪くなってしまふという問題があった。また処理回路によっては常に同じぐらいの信号振幅を必要とするものもあるので、小さい信号振幅では波形を処理できないという問題があった。

【0009】さらに、上記問題に対して、センサ素子からの出力信号の振幅を異物がない通常時と同じにするために電荷増幅器117のゲインを変化させて信号を増幅

していた。しかし、この方法では分解能は向上せず、また、電荷増幅器117のゲインをより大きくするためにより広い増幅器の帯域が必要となり、増幅器のコストが増し、センサ全体の製造コストの上昇を招く。

【0010】本発明は上記課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、簡易な構成を有し、センサと検知対象物との間に異物が存在する場合であっても精度よく検知対象物の凹凸形状を検出できる凹凸検出センサを提供することにある。

10 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題、すなわち、異物が挿入した際の感度の問題を解決するために、第1の手段として、異物の存在にかかわらずほぼ同様に感知容量を変化させるようにすることが考えられる。即ち、図12に示すように、異物が存在した場合に使用するモード(モード2)と、異物が存在しない場合に使用するモード(モード1)とを設け、凹凸センサを、異物の有無の状況によって、モード1の曲線からモード2の曲線に特性が変わるような構成にすることが考えられる。

20 【0012】また、第2の手段として、凹凸センサの各セルへ供給する電圧源、電流源などの大きさを異物の有無の状況によって変化させることでセンサからの出力レベルを変化させることが考えられる。

【0013】そこで、本発明に係る凹凸センサは以下の構成を有する。

【0014】本発明に係る第1の凹凸センサは、複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子は、その各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサである。各センサ素子は、出力信号線に接続され、検知対象物との間で静電容量を形成する第1の感知電極と、検知対象物との間で静電容量を形成する第2の感知電極と、所定の条件下において第2の感知電極を第1の感知電極と並列になるように、出力信号線に接続する切替手段とを含む。

30 【0015】各センサ素子において、第1及び第2の感知電極のそれぞれに誘電膜を介して対向する第3及び第4の感知電極を設けてもよい。このとき、第3及び第4の感知電極は第1及び第2の感知電極よりも検知対象物側に配置される。

【0016】また、第3及び第4の感知電極を一体として構成してもよい。

【0017】さらに、好ましくは、切替手段は、出力信号線上の出力信号の値が所定値より小さいときに第2の感知電極を出力信号線に電氣的に接続し、出力信号の値が所定値以上の場合は第2の感知電極と出力信号線とを電氣的に遮断する。

50 【0018】本発明に係る第2の凹凸センサは、複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ

素子において検知対象物によって形成される静電容量に電荷を充電し、充電された電荷量により検知対象物の凹凸形状を検出するセンサであって、任意に出力電圧が変えられ、前記各センサ素子において形成された静電容量に電荷を充電するための電圧を供給する可変電源と、センサ素子に充電された電荷量に応じた出力信号を検出する検出手段と、検出手段により検出されたセンサ素子からの出力信号のレベルを判定し、そのレベルにしたがい可変電源の出力電圧を切替える制御手段とを備える。

【0019】本発明に係る第3の凹凸センサは、複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子はその各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサである。各センサ素子は、検知対象物により形成された静電容量と、駆動電圧とによって決定される電流を導通させる電流手段を有し、凹凸検出センサは、各センサの電流手段に駆動電圧を供給する可変電源と、電流手段からの電流値を判定し、該電流値にしたがい可変電源の出力電圧を切替える制御手段とを備える。

【0020】本発明に係る第4の凹凸センサは、複数のセンサ素子がマトリクス状に配置されてなり、各センサ素子はその各センサ素子と検知対象物間に形成される静電容量を検知し、その検知した静電容量に基いて検知対象物の凹凸形状を検出する凹凸検出センサである。各センサ素子は、センサ素子により検知された静電容量に応じて導通させる電流値を変化させる第1の電流手段と、センサ素子により検知された静電容量に応じて導通させる電流値を変化させ、第1の電流手段と並列に接続される第2の電流手段と、第1及び第2の電流手段からの電流を取り出すため、それらの電流手段と接続される出力信号線と、所定の制御信号を受けて出力信号線と第2の電流手段との間を電氣的に接続又は遮断するスイッチ手段とを有する。さらに、凹凸検出センサは、出力信号線を流れる電流値を判定し、電流値が所定値より小さいときに第2の電流手段と出力信号線との間の電氣的接続を遮断するように制御信号をスイッチ手段に出力する判定手段を備える。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照し、本発明の凹凸センサの実施形態を説明する。

【0022】実施の形態1. 本発明の凹凸センサはマトリクス状に配置された複数のセンサ素子(この単位を「セル」という。)からなる。図1に、1つのセンサ素子すなわちセルにおける構成の一部を示す。図1に示すように、凹凸センサの1つのセルは、一つの切替回路25と、導電体からなる2つのセンサプレート21a、21bとを含む。センサプレート21a、21bの上部には誘電体の保護膜31を介して、それらとほぼ同じ大きさの導電体のセンサプレート23a、23bが、センサ

プレート21a、21bに対向してそれぞれ設けられている。切替回路25はセンサプレート21a、21bと出力信号線26とを接続する。このとき、センサプレート21aと出力信号線26とは常時接続されているが、センサプレート21bと出力信号線26とは切替回路25により接続/遮断が切替えられるようになっている。すなわち、切替回路25は、出力信号線26に対してセンサプレート21bをセンサプレート21aに並列に接続したり、その接続を遮断したりする。

【0023】図2は、上記のセル(センサ素子)をマトリクス状に配置した凹凸センサの全体構成を説明した図である。凹凸検出センサは、指紋を検出する指の表面を接触させるパッド部10において、センサ素子12が行、列方向にマトリクス状に配列されている。各センサ素子12はドライブ回路42により駆動され、センサ素子12で検知された凹凸形状の検知結果が検出回路41により電気信号として取り出される。

【0024】一つのセンサ素子12には例えば図3(a)、(b)に示すように電極部20と、アクティブ素子であるトランジスタ19とが含まれる。トランジスタ19は、ドライブ回路42に接続された一の行線42aと検出回路41に接続された一の列線41aとにより一の電極部20を選択する。電極部20には例えば図1、図2に示すセンサプレート21a、21b、23a、23b及び切替回路25が含まれる。

【0025】なお、保護膜31の厚さに比べてセルに用いるプレート21a...の縦横寸法が十分小さい場合は、図1に示すようにセンサプレート23a、23bを設けるのがより高い検出精度を得る上で好ましいが、一般的には、保護膜31の厚さに比べてセルに用いるプレート21a...の縦横寸法が十分大きいので、上部の導電体のプレート23a、23bを設けなくても同様の効果が得られる。即ち、図4に示すように、図1の構成から、上部に設けたセンサプレート23a、23bを除いた構成としてもよい。

【0026】図1に示す構成の凹凸センサの動作を説明する。ここで、説明の簡単化のために各センサプレート21a、21b、23a、23bはそれぞれ同じ面積を持つとする。つまり、各センサプレート21a、21b、23a、23bの容量を各々 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_{s1}$ 、 $C_{s2}$ とすると、 $C_1 = C_2 = C_{s1} = C_{s2} = C$ となる。

【0027】まず、異物が存在しない時は図5に示すように切替回路25のスイッチを制御し、センサプレート21bと出力信号線26との接続を遮断する。このとき、セルにおいて、センサプレート21aと、それと対向のセンサプレート23aとがセンサ電極として使用され、センサプレート21b、23bはセンサ電極として使用されない。すなわち、センサプレート21a、23aと指100の表面との間にできる感知容量 $C_f$ はほぼ次式で表される。

【数2】

$$C_f = \frac{1}{\frac{1}{C_{s1}} + \frac{1}{C_1}} = \frac{C_{s1}C_1}{C_{s1} + C_1} = \frac{1}{2} \cdot C$$

【0028】一方、異物が存在する場合は、図6に示すように切替回路25のスイッチを制御し、センサプレート21bと出力信号線26を接続する。このとき、セル\*

$$C_f = \frac{1}{\frac{1}{C_{s1}} + \frac{1}{C_1}} + \frac{1}{\frac{1}{C_{s2}} + \frac{1}{C_2}} = \frac{C_{s1}C_1}{C_{s1} + C_1} + \frac{C_{s2}C_2}{C_{s2} + C_2} = 2 \times \frac{C}{2} = C$$

このように、切替回路25でセンサプレート21bの接続を切替えることにより、感知容量を変更することができる。

【0029】図7に感知容量 $C_f$ の特性を示す。図7は1セルあたり2つのセンサプレートを含む場合の感知容量の特性を示しており、モード1の曲線はセンサプレートを1つのみ使用する場合の容量変化を、モード2の曲線はセンサプレートを2つ並列に接続して使用する場合の容量変化を示した図である。ここでは $d_0 = 500\text{nm}$ としたので $500\text{nm}$ から容量が変化する。この図より切替回路25のスイッチをオンすることでモード1からモード2の特性に移行できるのがわかる。つまり、モード1を異物が存在しない通常状態での検出時に使用し、モード2を異物が存在する場合の検出時に使用することで、異物が存在する場合であっても高い検出感度を維持でき、検出時の分解能を向上できる。

【0030】例えば、異物の大きさを $200\text{nm}$ とすると、モード1のままだと $C_f$  8fFの範囲でしか出力できないが、モード2に切替えることで $C_f$  17fFの範囲で出力できるようになる。

【0031】以上のように、検出状況に応じて、セル中のセンサプレート数を切替えて容量変化特性を切替えることにより、検出能力の分解能が改善され、また、出力変化も増幅できる。なお、異物の存在の判定は、例えば、センサにより検出された検出値を所定値と比較し、検出値が所定値より小さい場合に異物が存在していると判断することにより可能である。

【0032】実施の形態2．図8に本発明に係る凹凸センサの別の実施形態を示す。図8に示す例では、図1に示す構成において、上部に設けた2つのセンサプレート23a、23bを一体とした1つのセンサプレート23cを設けている。

【0033】このように構成された凹凸センサの動作を以下に説明する。説明の簡単化のために2つのセンサプレート21a、21bは同じ面積を持つとする。従って、センサプレート21a、21bとプレート23c間に形成される容量をそれぞれ $C_1$ 、 $C_2$ とすると、 $C_1 = C_2 (C/2)$ となる。

【0034】異物が存在しないときは、図9に示すように切替回路25のスイッチをオフにする。この場合、セ

\*において、センサプレート21a、23aとともに、センサプレート21b、23bもセンサ電極として使用される。つまり、2つのセンサプレート21aと21bは、一つのセンサプレートとして動作する。故に、感知容量 $C_f$ はほぼ次式の値をとる。

【数3】

ンサプレート21bは切り離され、センサプレート21aのみが検出動作に寄与することになる。よって、センサプレートと指表面の間のできる感知容量 $C_f$ はほぼ次式で表される。

【数4】

$$C_f = \frac{1}{\frac{1}{C_s} + \frac{1}{C_1}} = \frac{C_s C_1}{C_s + C_1} = \frac{C_s C}{2C_s + C}$$

【0035】次に異物が存在する時は図10に示すように切替回路25のスイッチをオンにする。すると2つのセンサプレート21a、21bは等価的に一つのセンサプレートと同じ働きをするので、感知容量はほぼ次式の値をとる。

【数5】

$$C_f = \frac{1}{\frac{1}{C_s} + \frac{1}{(C_1 + C_2)}} = \frac{C_s(C_1 + C_2)}{C_s + (C_1 + C_2)} = \frac{C_s C}{C_s + C}$$

このように、切替回路25でセンサプレート21bの接続を切替えることにより、感知容量を変更することができる。

【0036】図11に本実施形態での感知容量の特性を示す。ここでは $d_0 = 500\text{nm}$ としたので図のように $500\text{nm}$ から容量が変化する。また、センサプレートの個数は1セルあたり3つとし、モード1は1つのセンサプレートのみを使用したときの容量変化、モード2は3つのセンサプレートを使用したときの容量変化を示す曲線である。この図より切替回路25のスイッチをオンすることでモード1からモード2の特性に移行できるのがわかる。モード1を異物が存在しない通常状態での検出時に使用し、モード2を異物が存在する場合の検出時に使用することで、異物が存在する場合であっても高い検出感度を維持でき、検出時の分解能を向上できる。

【0037】例えば異物の大きさが $200\text{nm}$ の場合、モード1の場合、 $C_f$  12fFの範囲でしか出力できないが、モード2に切り替わることで $C_f$  17fFの範囲で出力できるようになる。従って、分解能が改善され、さらに、出力変化も増幅できることになる。

【0038】実施の形態3．センサプレート上に形成される感知容量の変化により凹凸を検出するセルにおいて、その感知容量を検出する方法として、感知容量 $C_f$

に電荷を充電し、充電された電荷量を測定して感知容量を検出する方法がある。この場合、充電のために各セルに印加する電圧値を変化させることによって蓄える電荷量を変化させることができる。そこで、本実施形態では、指表面とセンサ電極との間に異物が存在すると判断された場合は、通常検出時よりも大きな印加電圧によりセルを充電するようにする。

【0039】図13は、各セルから感知容量を検出するための構成を示した図である。通常時（異物が存在しないとき）においては、スイッチS1が閉じて感知容量C<sub>f</sub>に可変電源45より電圧V<sub>0</sub>が印加される。このとき、充電される電荷量Q<sub>0</sub>はQ<sub>0</sub> = C<sub>f</sub> · V<sub>0</sub>となる。次に、スイッチS1が開き、スイッチS2が閉じることにより、充電された電荷Q<sub>0</sub>に応じて流れる電流I<sub>D1</sub>が検出回路41により検出される。判定回路43aは検出回路41からの検出結果に基き異物の有無を判定し、異物等が存在していると判定したときは可変電源45を制御する。可変電源45は異物等が存在していると判定された場合は、印加電圧をV<sub>0</sub>からV<sub>1</sub>（V<sub>1</sub> > V<sub>0</sub>）に変化させ、その後、この電圧V<sub>1</sub>で感知容量C<sub>f</sub>を充電する。これにより、充電される電荷量はQ<sub>1</sub>（= C<sub>f</sub> · V<sub>1</sub>）となり、V<sub>1</sub> > V<sub>0</sub>であるため、充電される電荷量が大きくなり（Q<sub>1</sub> > Q<sub>0</sub>）、分解能が改善される。

【0040】実施の形態4．感知容量を検出する方法として、容量を電圧に変換する容量電圧変換回路（以下「C-V変換回路」という。）を用い、容量を電圧として検出する方法がある。この方法では、C-V変換回路から出力される電圧の変化が小さい場合はその信号を増幅する必要がある。そこで、例えば、図14に示すようにC-V変換回路から出力される電圧の微小電圧変化をMOSトランジスタ48のゲートに入力して、出力信号を増幅する方法が考えられる。これはMOSトランジスタ48の流す電流はゲート電圧変化の2乗に比例することを利用したものである。MOSトランジスタの流す飽和電流I<sub>D</sub>は次式で表される。

$$I_D = \frac{\beta}{2} \cdot (V_{GS} - V_{th})^2 = \frac{\beta}{2} \cdot (V_S - V_G - V_{th})^2 \equiv I_{D0}$$

但し、V<sub>S</sub>は電源電圧、V<sub>G</sub>はゲート電圧、V<sub>th</sub>は閾値電圧、βは増幅率である。

【0041】この方法では、MOSトランジスタの流す電流が電源電圧の2乗にも比例していることから、図14に示すように電源電圧V<sub>DD</sub>を変化させることで出力電圧を変化させることができる。異物が無い時の電源電圧をV<sub>S</sub>とすると、MOSトランジスタの飽和電流はI<sub>D</sub> = I<sub>D0</sub>である。判定回路43bは検出回路41からの検出電流値に基き、検出電流値が所定値よりも小さく異物が存在すると判定したときは、可変電源45の出力電圧V<sub>DD</sub>の値をV<sub>S</sub>からV<sub>S'</sub>（V<sub>S'</sub> > V<sub>S</sub>）に制御する。このとき、MOSトランジスタの飽和電流値I<sub>D</sub>は次式とな

る。

【数7】

$$I_D = \frac{\beta}{2} \cdot (V_S' - V_G - V_{th})^2 = \left( \frac{V_S' - V_G - V_{th}}{V_S - V_G - V_{th}} \right)^2 \cdot I_{D0}$$

V<sub>S'</sub> > V<sub>S</sub>であることから、出力電流が大きくなり（I<sub>D'</sub> > I<sub>D0</sub>）、分解能が改善される。

【0042】実施の形態5．図14に示した構成において、異物が存在する場合に、1つのセルにおいて1つ以上のMOSトランジスタを並列に接続させて出力電流値を増やすようにしてもよい。

【0043】即ち、図15に示すように、MOSトランジスタ48と並列に追加のMOSトランジスタ49を設ける。追加のMOSトランジスタ49はスイッチS4を介してMOSトランジスタ48と並列に接続されたり、切り離されたりする。この接続/切り離しの動作は判定回路43cにより制御される。追加のMOSトランジスタ49は、そのゲートがMOSトランジスタ48と同様にC-V変換回路47の出力に接続され、C-V変換回路47からの出力値に応じて変化する電流を導通させる。

【0044】判定回路43cは異物が存在しないと判定した時は、MOSトランジスタ48のみを用いるように、MOSトランジスタ49を切り離し、これによって、出力電流I<sub>D</sub>は1つのMOSトランジスタの飽和電流I<sub>D0</sub>の値と等しくなる。一方、異物が存在すると判定した時は、判定回路43cはMOSトランジスタ49がMOSトランジスタ48と並列に接続されるように接続を制御し、これにより、出力電流I<sub>D</sub>は2 × I<sub>D0</sub>となる。このように、異物が存在する時に、感知容量に応じた電流を導通させるトランジスタの数を増加させることにより、出力電流を増大させることにより分解能を改善することができる。なお、追加するトランジスタの数は3以上の多数であってもよい。

【0045】

【発明の効果】本発明に係る第1の凹凸センサによれば、簡易な構成で状況に応じてセンサ素子の感知容量の変化特性を切替えることが可能であるため、例えば、検知対象物とセンサ素子との間に異物が存在する場合と存在しない場合で切替えることにより、異物が存在するときであっても、凹凸形状検出時の分解能を向上することができる。また、感知電極を検知対象物側に対向して設けてもよく、これにより保護膜の厚さが電極面積に比して大きいときに特に精度よく凹凸の検出が可能となる。

【0046】本発明に係る第2の凹凸センサによれば、センサ素子に形成される感知容量に充電することにより凹凸を検出する場合に、充電電圧を状況に応じて切替えることが可能であるため、例えば、検知対象物とセンサ素子との間に異物が存在する場合と存在しない場合で切替えることにより、異物が存在するときであっても、凹

凸形状検出時の分解能を向上させることができる。

【0047】本発明に係る第3の凹凸センサによれば、センサ素子が感知容量と、駆動電圧とによって決定される電流を導通させる手段を有する場合に、その手段の駆動電圧を状況に応じて切替えることが可能であるため、例えば、検知対象物とセンサ素子との間に異物が存在する場合と存在しない場合で切替えることにより、異物が存在するときであっても、凹凸形状検出時の分解能を向上させることができる。

【0048】本発明に係る第4の凹凸センサによれば、凹凸形状検出時に使用する電流手段の数を状況に応じて切替えることが可能であるため、例えば、検知対象物とセンサ素子との間に異物が存在する場合と存在しない場合で切替えることにより、異物が存在するときであっても、凹凸形状検出時の分解能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る凹凸センサの実施の形態1の電極構成を説明した図。

【図2】 凹凸センサの全体構成図。

【図3】 凹凸センサにおけるセルの構成例を説明した図。

【図4】 実施の形態1の凹凸センサの別の電極構成を説明した図。

【図5】 実施の形態1の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在しない場合）。

【図6】 実施の形態1の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在する場合）。

【図7】 実施の形態1の凹凸センサの感知容量の特性を示した図。

【図8】 本発明に係る凹凸センサの実施の形態2の電極構成を説明した図。

【図9】 実施の形態2の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在しない場合）。

【図10】 実施の形態2の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在する場合）。

【図11】 実施の形態2の凹凸センサの感知容量の特性を示した図。

【図12】 本発明に係る凹凸センサの考え方を説明するための図。

【図13】 本発明に係る凹凸センサの実施の形態3の構成を説明した図。

【図14】 本発明に係る凹凸センサの実施の形態4の構成を説明した図。

【図15】 本発明に係る凹凸センサの実施の形態5の構成を説明した図。

【図16】 (a)従来の凹凸センサの全体構成図、及び、(b)凹凸センサにおけるセルの構成例を説明した図。

【図17】 従来の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在しない場合）。

【図18】 従来の凹凸センサの感知容量の特性を示した図。

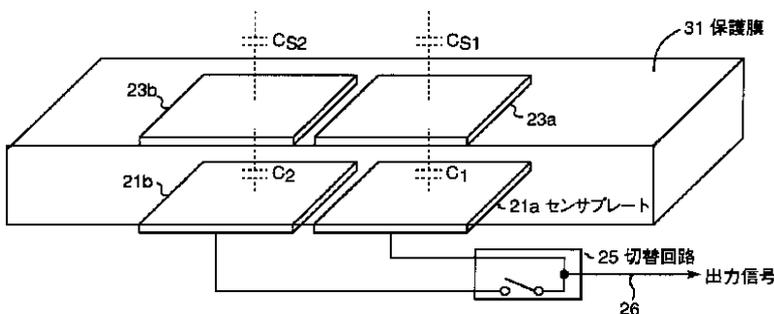
【図19】 従来の凹凸センサの感知容量の検出のための構成を説明した図。

【図20】 従来の凹凸センサの動作を説明するための図（異物が存在する場合）。

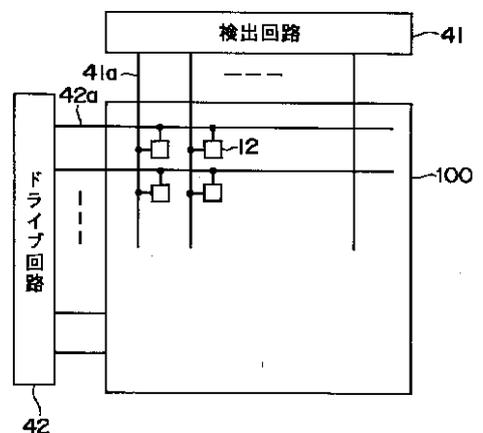
【符号の説明】

21a, 21b, 23a, 23b, 23c センサプレート、25 切替回路、26 信号線、31 誘電体保護膜、41 検出回路、42 ドライブ回路、43a~43c 判定回路、45 可変電源、47 C-V変換回路 48, 49 MOSTランジスタ。

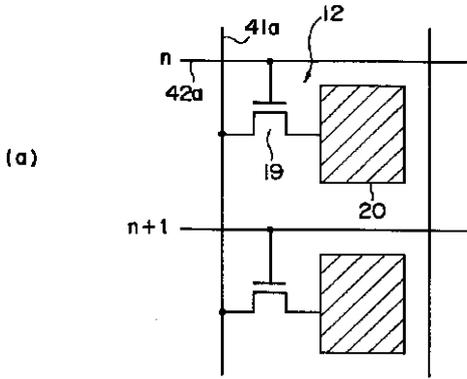
【図1】



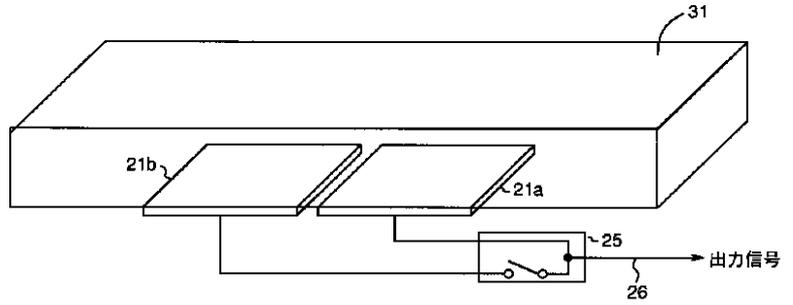
【図2】



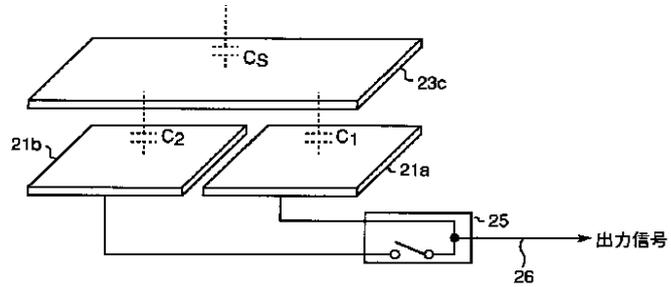
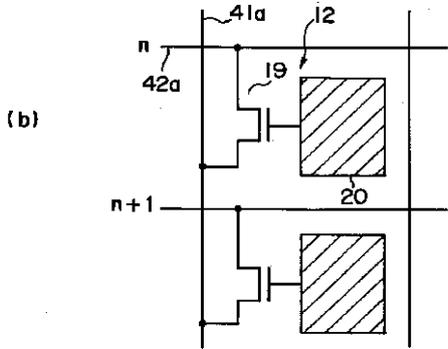
【図3】



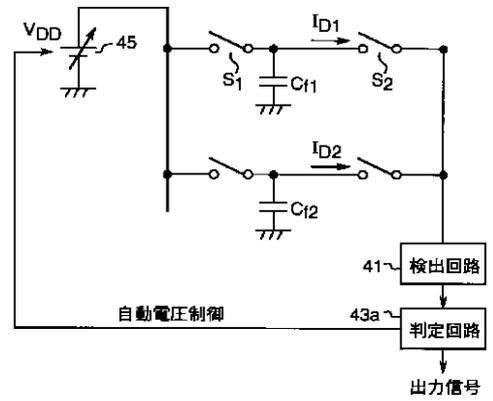
【図4】



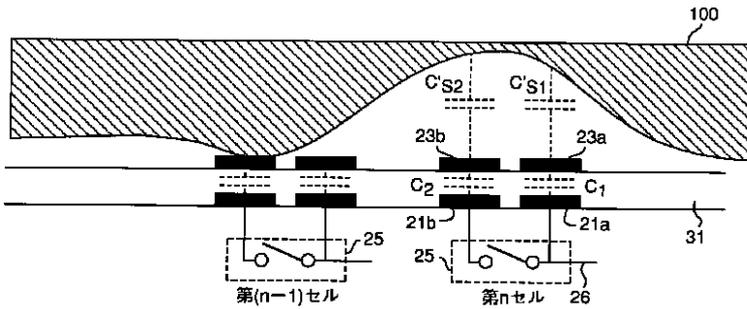
【図8】



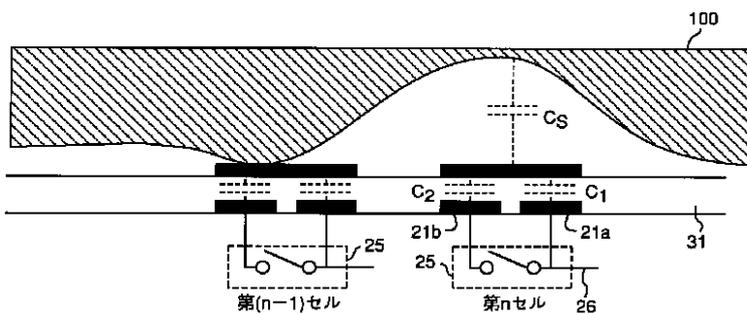
【図13】



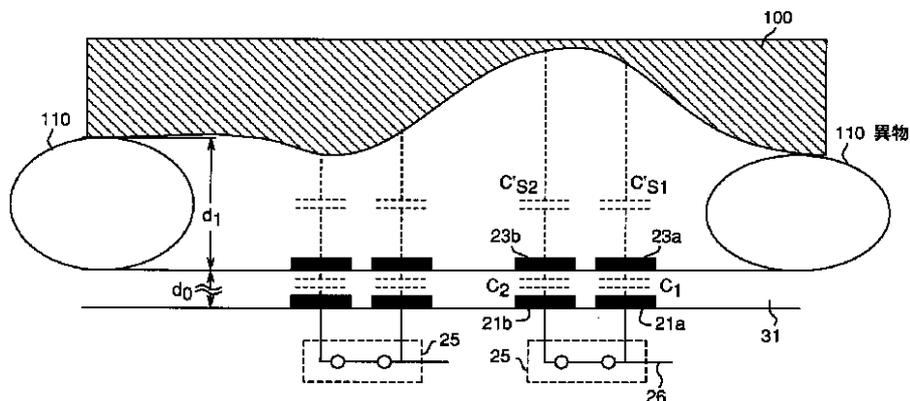
【図5】



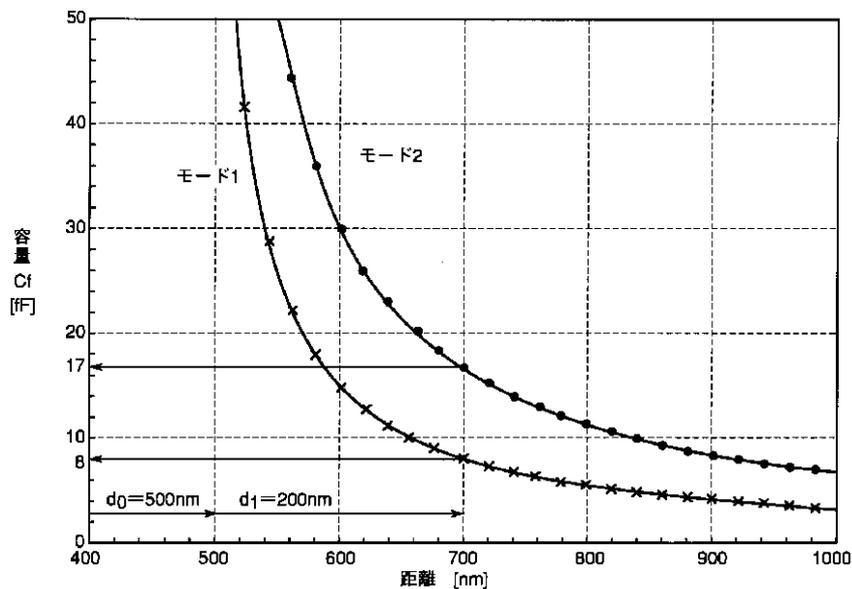
【図9】



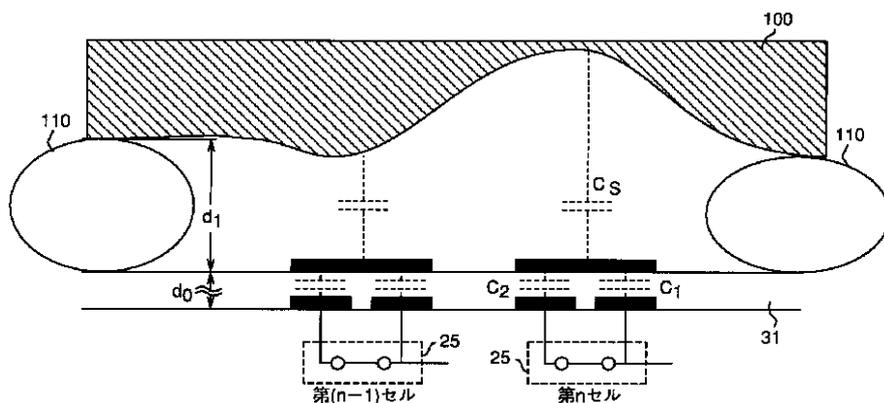
【図6】



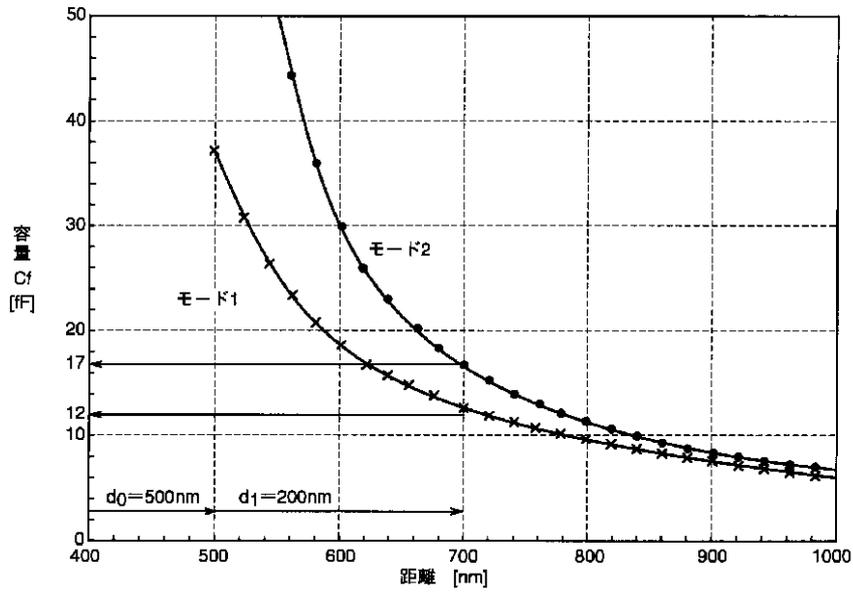
【図7】



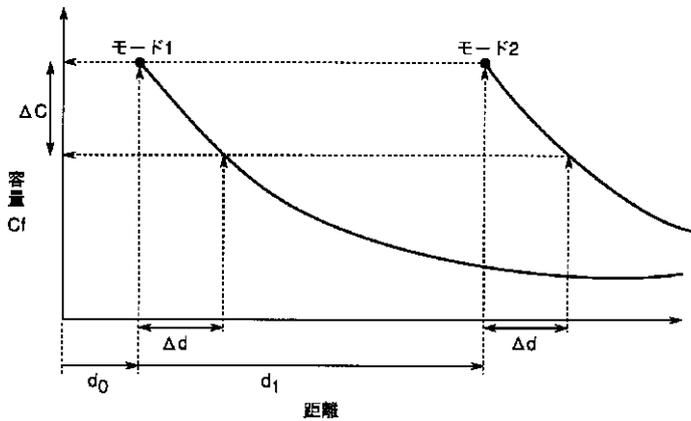
【図10】



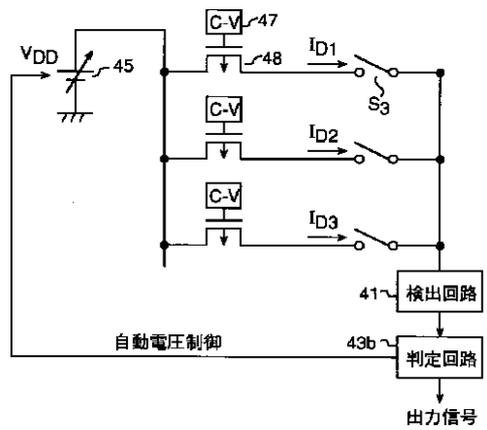
【図11】



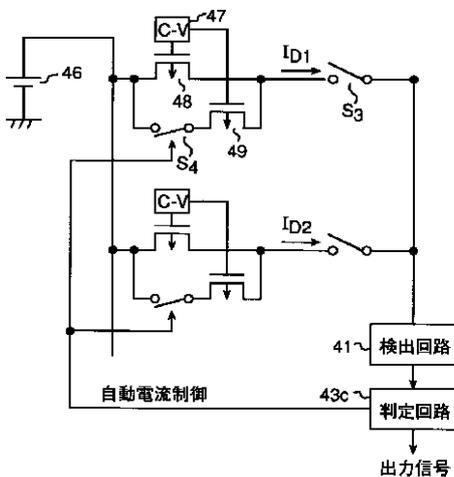
【図12】



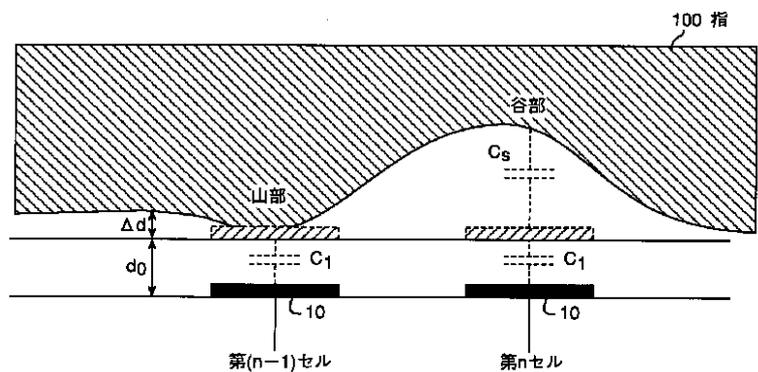
【図14】



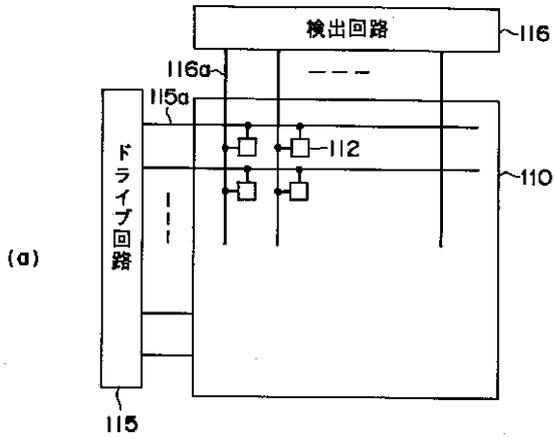
【図15】



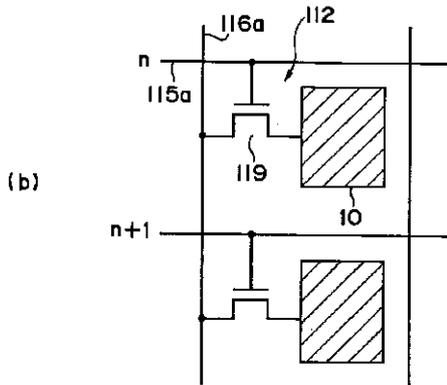
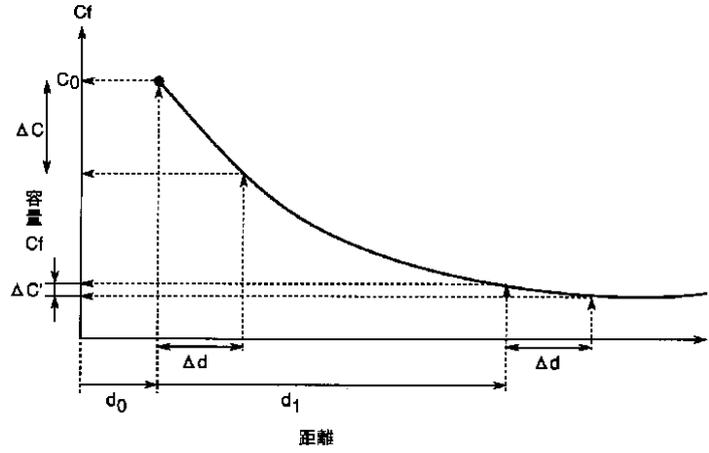
【図17】



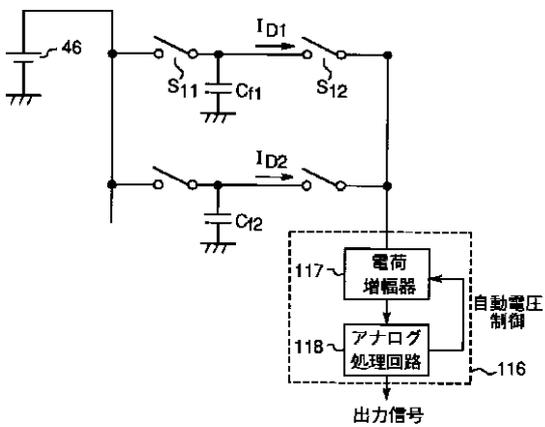
【図16】



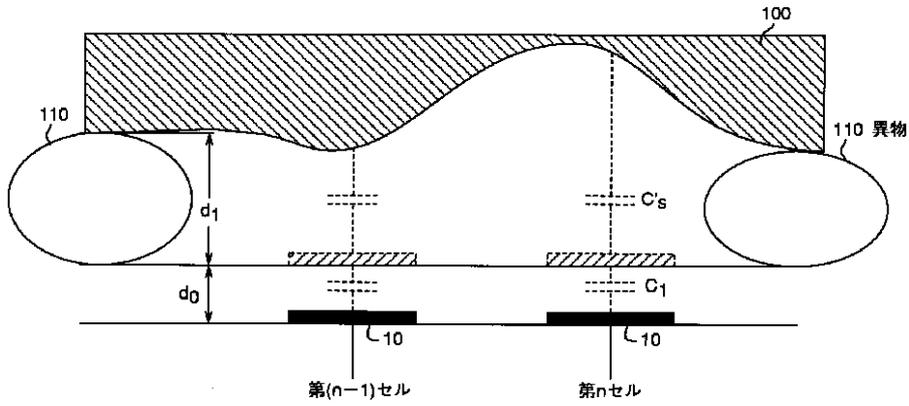
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 行雄  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 2F063 AA43 BA29 DA02 DA05 DD07  
HA04  
2G060 AA08 AD06 AE40 AF10 AG05  
5J050 AA01 AA49 BB23 DD06 EE08  
FF21