

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4514509号  
(P4514509)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 L 1/14 (2006.01)

G O 1 L 1/14 A

G O 1 L 5/16 (2006.01)

G O 1 L 5/16

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2004-145050 (P2004-145050)  
 (22) 出願日 平成16年5月14日(2004.5.14)  
 (65) 公開番号 特開2005-326293 (P2005-326293A)  
 (43) 公開日 平成17年11月24日(2005.11.24)  
 審査請求日 平成19年3月6日(2007.3.6)

(73) 特許権者 504188796  
 アップサイド株式会社  
 東京都荒川区西日暮里五丁目37番5号  
 (74) 代理人 100102912  
 弁理士 野上 敦  
 (74) 代理人 100083725  
 弁理士 畝本 正一  
 (72) 発明者 谷口 伸光  
 東京都荒川区西日暮里五丁目37番5号  
 アップサイド株式会社内

審査官 田邊 英治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 力センサー、力検出システム及び力検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

力を受けて変位する変位部と、

この変位部の変位により静電容量の変化として第1の出力を発生する単一又は複数の第1の静電容量式センサー部と、

この第1のセンサー部に併設され、前記第1の静電容量式センサー部と異なる出力特性を有し、前記変位部の変位により静電容量の変化として第2の出力を発生する単一又は複数の第2の静電容量式センサー部と、

を備え、

前記第2の静電容量式センサー部は、前記第1の静電容量式センサー部より急峻に立ち上がる出力特性を有することを特徴とする力センサー。

10

【請求項 2】

前記第2の静電容量式センサー部は、前記第1の静電容量式センサー部より先に飽和状態に移行する出力特性を有することを特徴とする請求項1記載の力センサー。

【請求項 3】

前記変位部の変位は、力による前記変位部の変形又は前記変位部の移動の何れか一方又は双方を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の力センサー。

【請求項 4】

前記変位部の中央部に前記第2のセンサー部を備え、前記第2のセンサー部を包囲して前記第1のセンサー部を設置したことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の

20

力センサー。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載の力センサーを用いた力検出システムであって、

前記力センサーの前記第 2 の出力を前記第 1 の出力の参照情報に用いて前記第 1 の出力を取り出す処理手段を備えたことを特徴とする力検出システム。

【請求項 6】

前記参照情報は、前記第 2 の出力が所定レベル以上か否かを表す情報であり、前記参照情報が所定レベル以上を表す場合に前記第 1 の出力を取り出す構成としたことを特徴とする請求項 5 記載の力検出システム。

【請求項 7】

前記参照情報は、前記第 1 の出力のゼロ点を決定する情報であることを特徴とする請求項 5 記載の力検出システム。

【請求項 8】

請求項 1 又は 2 に記載の力センサーを用いた力検出システムに、

前記力センサーの前記第 2 の出力を前記第 1 の出力の参照情報に用いて前記第 1 の出力を取り出すステップを実行させることを特徴とする力検出プログラム。

【請求項 9】

前記参照情報は、前記第 2 の出力が所定レベル以上か否かを表す情報であり、前記参照情報が所定レベル以上を表す場合に前記第 1 の出力を取り出す構成としたことを特徴とする請求項 8 記載の力検出プログラム。

【請求項 10】

前記参照情報は、前記第 1 の出力のゼロ点を決定する情報であることを特徴とする請求項 8 記載の力検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、力を静電容量等の電気情報に変換して取り出す力センサーに関し、人的な操作入力等の電気信号への変換に用いられる力センサー、力検出システム及び力検出プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

力を静電容量に変換して検出するセンサーは体重計等に使用されている。この種の力センサーは、操作入力部をボタンタイプ又はスティックタイプに構成してヒューマンインターフェイスとして使用され、例えば、ノート型パーソナルコンピュータのスティックタイプの入力装置として公知である。

【0003】

図 1 及び図 2 は従来一般的な力センサーの概要を示しており、図 1 の (A) はその平面図、図 1 の (B) はその I B - I B 線断面図、図 1 の (C) は検出電極、図 2 の (A) はその平面図、図 2 の (B) はその I I B - I I B 線断面図、図 2 の (C) は検出電極を示している。この力センサー 2 では、基板 4 に設置されたシリコンラバー等の絶縁体や導体からなる構造体 6 を備え、この構造体 6 の天井面部に電極 8、この電極 8 に対向して基板 4 側に検出電極 10 を備えている。構造体 6 を導体で形成して電極を構成すれば、電極 8 を別個に設置する必要はない。異なる点は、図 1 に示すものが、構造体 6 を両持ち梁とし、検出電極 10 を円形としており、図 2 に示すものが、構造体 6 を片持ち梁とし、検出電極 10 を長方形としている。

【0004】

このような力センサー 2 について、図 1 に示す力センサー 2 を取って説明すると、図 3 の (A) に示すように、構造体 6 に力  $f$  を作用させれば、その力  $f$  によって構造体 6 が屈曲変形し、それに伴って電極間距離  $d$  が減少し、図 3 の (B) に示すように、電極 8 と検出電極 10 とが接触することになり、電極間の静電容量  $C$  が増加することになる。このよ

10

20

30

40

50

うに構造体 6 に対する入力（力  $f$ ）と、出力（静電容量  $C$ ）との関係は、図 4 に示すように、なだらかな曲線を描いて増減することになる。ここで、 $C_{offset}$  は、図 1 の（B）に示す状態での電極間の静電容量であって、電極間距離  $d$  が変化していない場合のオフセット出力であり、このオフセット出力は、力  $f$  が加わっても、その力  $f$  が構造体 6 の持つ弾性を越えて変形させない限り、容量変化が生じないこと、即ち、ゼロ点出力を表している。そして、このオフセット出力は、構造体 6 が持つ弾性、復元性、へたり等に依存する。このような入出力関係は図 2 に示す力センサー 2 についても同様である。

#### 【0005】

このように加えられた力  $f$  を静電容量  $C$  の変化として取り出す力センサーに関し、先行特許文献には次のようなものがある。

【特許文献 1】特開平 6 - 314163 号公報 この特許文献 1 には、入力部の変位量を大きく設定した静電容量式センサーについて開示され、その構成は、平行移動可能な基板を平行に対向配設させることにより、その対向面側にそれぞれ電極部を備え、各電極部が  $90^\circ$  角度の変位で設けられたものである。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

ところで、このような力センサーでは、入出力関係の信頼性が重要であり、特に、上記ゼロ点出力（オフセット出力）の安定度が非常に重要である。即ち、操作していない場合に出力がゼロであるか、又は特定のオフセット値を呈し、その値が一定であることが必要である。換言すれば、操作していない場合の出力が変化したり、又はオフセット値が変化すると、ゼロ点を特定することができず、検出装置としての信頼性が損なわれる。

#### 【0007】

例えば、力センサーを用いたポインティングデバイスでは、ゼロ点やオフセット値が変化すると、操作していないにも拘わらず、微小な出力信号の発生により、ポインターが動き出す等の不具合を生じる。例えば、エアコンの送風を受けるだけで、ユーザーの意思と無関係にポインターが動き出す等の例がある。

#### 【0008】

また、力センサーの入出力関係は、入力と出力との間に一定の関係があることが要求されるが、微小な力を出力する際に、温度等の環境変化による出力にドリフトが存在する場合、環境変化による出力ドリフトと、微小入力による出力変化とを区別することは非常に困難である。温度等、環境変化に対して安定した出力を得るように構成することは高価になる傾向がある。

#### 【0009】

また、力センサーのゼロ点出力（オフセット出力）にはばらつきがあり、力センサー毎に異なる値となるので、画一的に出力値の設定をする意味はない。そこで、力センサー毎に電源 ON 時の値を強制的にゼロ点としてメモリに記憶するか、工場出荷調整時に不揮発性メモリ等にゼロ点（オフセット電圧値等）の値を記憶する方法が採られている。電源 ON 時の値を強制的にゼロ点とすることは、操作者の指等がかかった状態で電源が投入された場合に、ゼロ点が真値とは異なる値を呈し、これを記憶させてしまうおそれがある。工場出荷時にゼロ点の値の記憶に不揮発性メモリ等を用いると、コストがかかることになる。いずれも、ゼロ点の記憶時点の値が温度や湿度等の環境変化や経年変化による影響を受け、このようなゼロ点の変動に追従することができない。

#### 【0010】

力センサーを用いたシステムにおいて、力センサーの無入力時には検出部分に通電しない構成とすることは、省電力化を図る上で有効であるが、検出部に通電しなければ、入力加わっているか否かを峻別することができない。このような不都合を回避するため、間欠的に通電することが行われている。

#### 【0011】

そこで、力センサー（図 1 又は図 2）のゼロ点設定について、図 5 を参照して説明する

。図5の(A)において、比較的短い時間で5回の入力 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ が加えられた場合、各入力 $f_1 \sim f_5$ の大小関係は、 $f_2 > f_1 > f_3 > f_4 > f_5$ であって、 $f_2$ は最もレベルが高く、 $f_1$ 及び $f_2$ は時間幅が長く、これに対し、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ は微小時間の微小入力である。しかも、巨大入力の後に微小入力に加えられたことを想定している。

#### 【0012】

このような入力 $f_1 \sim f_5$ について、力センサー2は、図5の(B)に示すように、入力に追従した出力 $C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{13}$ 、 $C_{14}$ 、 $C_{15}$ が得られ、入力に応じた静電容量変化を呈するが、最初の入力 $f_1$ に対する出力 $C_{11}$ の後、 $b_1$ 部分では入力がないにも拘らず微小な出力が生じている。即ち、これが残留出力である。また、入力 $f_2$ による出力 $C_{12}$ の後の $b_2$ 部分にはより大きな残留出力が生じている。この残留出力に出力 $C_{13} \sim C_{15}$ が重畳しており、 $b_3$ 部分以降は入力が小さいため、残留出力が時間の経過とともに減少していることが理解できるであろう。

10

#### 【0013】

このような残留出力は、圧力を受ける構造体6の復元性に依存する。構造体6に用いられるゴム等のエラストマは、変形後、原型に完全に復帰しない特性を持っている。復元性は材質等の選択により改善することができ、残留出力を小さくできるが、完全に無くすることはできない。入力変化が激しくなり、時間間隔が短くなると、残留出力を皆無にすることは難しい。

#### 【0014】

20

このような残留出力を解消する方法として、図5の(C)に示すように、残留出力に 응답させないための不感帯領域をゼロ点近くに設定し、不感帯領域の出力範囲を強制的にゼロ点とする方法がある。図5の(D)は、不感帯領域の設定により修正されてレベルを低下させた出力 $C_{110}$ 、 $C_{120}$ 、 $C_{130}$ 、 $C_{140}$ ( $C_{150}$ )を示している。このような不感帯領域を設定すると、残留出力は解消される反面、入出力関係が損なわれることになる。不感帯領域を設定しない場合の出力(B)と、不感帯領域を設定した場合の出力(D)とを比較すると、入力と出力との間に遅延時間 $t_d$ が生じ、時間的な応答性の悪化が生じる。また、不感帯のレベル内に、微小出力 $C_{15}$ が埋没し、出力として生じない場合が生じ(d部分)、レベル的な応答性の悪化が生じる。このような不感帯領域の設定による強制的なゼロ点設定は、検出感度や入出力関係を悪化させ、力センサーの信頼性を損なう。

30

#### 【0015】

このような課題に関し、特許文献1にはその開示はなく、その解決手段についても開示や示唆をするものではない。

#### 【0016】

そこで、本発明は、力を静電容量に変換して取り出す力センサーに関し、出力特性の異なる複数の出力の取出しを可能にした力センサーを提供することを目的とする。

#### 【0017】

また、本発明は、力を静電容量に変換して取り出す力センサーの出力処理に関し、単一の入力に対して複数の出力の取出しを可能にし、出力の取出しに他の出力を参照情報とすることにより、出力精度を高めることを目的とする。

40

#### 【0018】

即ち、本発明は、共通の変位部に複数のセンサー部を備え、各センサー部から個別に出力を取り出し、出力の取出しに他の出力を参照すると、変位部が持つオフセットの解消やゼロ点設定が可能となり、出力精度を向上させることができるという知見に基づくものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0019】

(1) 本発明は、力を受けて変位する変位部と、この変位部の変位により静電容量の変化として第1の出力を発生する単一又は複数の第1の静電容量式センサー部と、この第1

50

のセンサー部に併設され、前記第１の静電容量式センサー部と異なる出力特性を有し、前記変位部の変位により静電容量の変化として第２の出力を発生する単一又は複数の第２の静電容量式センサー部と、を備え、前記第２の静電容量式センサー部は、前記第１の静電容量式センサー部より急峻に立ち上がる出力特性を有することを特徴とする力センサーである。

【００２０】

斯かる構成とすれば、変位部を共通にして第１及び第２のセンサー部が備えられ、加えられた力によって生じる変位部の変位は第１及び第２のセンサー部から独立した出力として第１の出力、第２の出力として取り出される。これら２つの出力は、互いを補完又は修正する参照情報として用いることができる。第１及び第２のセンサー部は、それぞれ単一でもよく、複数でもよい。

10

【００２１】

（２）本発明はまた、前記第２の静電容量式センサー部は、前記第１の静電容量式センサー部より先に飽和状態に移行する出力特性を有することを特徴とする（１）記載の力センサーである。

【００２２】

斯かる構成とすれば、第２の出力は、変位部に力が加わったことを表す例えば、入力情報として利用することができる。その出力を第１の出力のゼロ点情報として利用できる。

【００２３】

（３）本発明はまた、前記変位部の変位は、力による前記変位部の変形又は前記変位部の移動の何れか一方又は双方を含むことを特徴とする（１）又は（２）に記載の力センサーである。

20

【００２４】

（４）本発明はまた、前記変位部の中央部に前記第２のセンサー部を備え、前記第２のセンサー部を包囲して前記第１のセンサー部を設置したことを特徴とする（１）～（３）のいずれか１つに記載の力センサーである。

【００２５】

（５）本発明はまた、（１）又は（２）に記載の力センサーを用いた力検出システムであって、前記力センサーの前記第２の出力を前記第１の出力の参照情報に用いて前記第１の出力を取り出す処理手段を備えたことを特徴とする力検出システムである。

30

【００２６】

斯かる構成とすれば、変位部に第１及び第２のセンサー部を備えているので、作用させた力によって変位部が変位することにより、第１のセンサー部から第１の出力、第２のセンサー部から第２の出力を個別に取り出すことができる。各出力は、個別に利用することが可能であるが、変位部が共通していることから、機械的且つ同時に発生する関係を有する。そこで、第１の出力の取出しに第２の出力を参照情報に用いることができる。例えば、時間情報又はレベル情報に利用すれば、即ち、第２の出力が発生する時間を参照し、その時間内には第１の出力が存在し、又は、第２の出力のレベルが所定値以上であれば、第１の出力が存在する処理を行うことができる。このような構成とすれば、第１及び第２の出力の相関により、第１の出力の信頼性が高められる。

40

【００２７】

（６）本発明はまた、前記参照情報は、前記第２の出力が所定レベル以上か否かを表す情報であり、前記参照情報が所定レベル以上を表す場合に前記第１の出力を取り出す構成としたことを特徴とする（５）記載の力検出システムである。

【００２８】

斯かる構成とすれば、第２の出力を参照して第１の出力を取出すので、変位部の特性によるオフセットや出力誤差等を解消でき、力検出の精度を高めることができ、人的な操作入力に応じた精度の高い出力の取出しが可能である。

【００２９】

（７）本発明はまた、前記参照情報は、前記第１の出力のゼロ点を決定する情報である

50

ことを特徴とする(5)記載の力検出システムである。

【0030】

斯かる構成とすれば、第1の出力のゼロ点情報に第2の出力を用いれば、変位部の特性によるオフセットや出力誤差等を解消でき、力検出の精度を高めることができ、人的な操作入力に応じた出力を取り出すことができる。

【0031】

(8)本発明はまた、(1)又は(2)に記載の力センサーを用いた力検出システムに、前記力センサーの前記第2の出力を前記第1の出力の参照情報に用いて前記第1の出力を取り出すステップを実行させることを特徴とする力検出プログラムである。

【0032】

(9)本発明はまた、前記参照情報は、前記第2の出力が所定レベル以上か否かを表す情報であり、前記参照情報が所定レベル以上を表す場合に前記第1の出力を取り出す構成としたことを特徴とする(8)記載の力検出プログラムである。

【0033】

(10)本発明はまた、前記参照情報は、前記第1の出力のゼロ点を決定する情報であることを特徴とする(8)記載の力検出プログラムである。

【発明の効果】

【0034】

以上説明したように、本発明によれば、次のような効果が得られる。

【0035】

本発明の力センサーによれば、共通の変位部から複数の出力を個別に取り出すことができるとともに、一の出力の取出しに他の出力を参照することができ、各出力間のオフセット出力等を修正する参照情報に利用することができ、センサー出力の精度を高め、信頼性の高い力センサーを提供することができる。

【0036】

本発明の力検出システム又は力検出プログラムによれば、第2の出力を第1の出力の参照情報に用いて第1の出力の修正等の処理が可能であり、力センサーのばらつきや変位部の材質が持つ特性値による出力誤差を補正できる等、信頼性の高い力検出を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

第1の実施形態

【0038】

本発明の第1の実施形態について、図6を参照して説明する。図6は、力センサーを示し、(A)はその平面図、(B)は(A)のVIB-VIB線断面図、(C)は変位部を除いて示した力センサーを示す平面図である。

【0039】

この力センサー20には、基板22の上面に外力を受けて変位させる変位部24が備えられ、この変位部24は、この実施形態の場合、図中上下方向に屈曲可能な円筒状の支持部26と、この支持部26と一体に形成された平板状の入力部28とを備えており、入力部28の内面中央部には柱状の突部30が形成されている。この変位部24は、外力を受けて変形し、原形に復帰させるため、ゴム等の弾性材料や金属等で形成される。

【0040】

そして、基板22には、第1の検出電極として円環状の検出電極32が設置され、この検出電極32に対向して入力部28の内面部に検出電極32と同形の電極34が設置されている。これら検出電極32及び電極34の部分で第1のセンサー部36が構成されている。このセンサー部36は、検出電極32及び電極34の対向面積 $S_1$ を一定とすれば、電極間距離 $d_1$ が力 $f$ を受けて変化することにより、力 $f$ に応じた静電容量 $C_1$ を出力する構成である。なお、検出電極32及び電極34を円環状にしているが、矩形状としてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 1 】

また、検出電極 3 2 の内側部分には絶縁間隔 3 8 を設けて第 2 の検出電極として円形の検出電極 4 0 が設置されている。この検出電極 4 0 に対向する電極 4 2 が突部 3 0 の先端部に設置されている。これら検出電極 4 0 及び電極 4 2 の部分で第 2 のセンサー部 4 4 が構成されている。このセンサー部 4 4 は、検出電極 4 0 及び電極 4 2 の対向面積  $S_2$  を一定とすれば、電極間距離  $d_2$  が力  $f$  を受けて変化することにより、力  $f$  に応じた静電容量  $C_2$  を出力する構成である。なお、センサー部 4 4 はセンサー部 3 6 の電極間距離  $d_1$  に比較し、電極間距離  $d_2$  が突部 3 0 の分だけ小さくなっている ( $d_1 > d_2$ )。なお、検出電極 4 0 及び電極 4 2 は円形としているが、矩形状としてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

10

斯かる構成とすれば、力センサー 2 0 の変位部 2 4 の入力部 2 8 に指等で力  $f$  を加えると、変位部 2 4 はその力  $f$  に応じて変形し、例えば、図 7 に示すように、入力部 2 8 は湾曲するとともに支持部 2 6 も湾曲し、検出電極 3 2 には電極 3 4 が近接し、突部 3 0 側の電極 4 2 は検出電極 4 0 に近接するとともに密着する。この場合、検出電極 4 0 と電極 4 2 との間隔が小さいため、入力部 2 8 の変位開始の直後に電極 4 2 は検出電極 4 0 に接触することになる。このような変位量に対してセンサー部 3 6 には第 1 のセンサー出力として、対向面積  $S_1$  及び電極間距離  $d_1$  に応じた静電容量  $C_1$ 、センサー部 4 4 には第 2 のセンサー出力として、対向面積  $S_2$  及び電極間距離  $d_2$  に応じた静電容量  $C_2$  を取り出すことができる。

## 【 0 0 4 3 】

20

ここで、センサー部 3 6 の入出力関係は図 8 に示すように、入力  $f$  に対してなだらかな静電容量  $C_1$  の変化として現れる。この場合、オフセット出力  $C_{offset}$  は、入力部 2 8 が変形する前のセンサー部 3 6 の出力である。

## 【 0 0 4 4 】

これに対し、センサー部 4 4 側の入出力関係は、検出電極 4 0 に電極 4 2 が接触することから、図 9 の (A) に示すように、小さな入力範囲で出力変化を生じており、入力部 2 8 の変位開始直後に飽和する。図 9 の (A) に示す入出力関係を拡大して示すと、図 9 の (B) に示すように、センサー部 4 4 は、センサー部 3 6 より小さい入力で出力に飽和を生じており、センサー部 4 4 では力  $f$  の微小部分のみの検出を行うことができる。即ち、センサー部 4 4 の出力は、力センサー 2 0 のゼロ点付近の出力を取り出すことができる。

30

## 【 0 0 4 5 】

第 2 の実施形態

## 【 0 0 4 6 】

本発明の第 2 の実施形態について、図 1 0 を参照して説明する。図 1 0 は、力センサーを用いた力検出システムを示すブロック図である。

## 【 0 0 4 7 】

この力検出システム 4 6 は、既述の力センサー 2 0 を備えて構成されており、力センサー 2 0 のセンサー部 3 6 のセンサー出力  $C_1$ 、センサー部 4 4 のセンサー出力  $C_2$  はそれぞれ出力処理部 4 8 に加えられ、センサー出力  $C_2$  をゼロ点補正情報等の参照情報に用いてセンサー出力  $C_1$  を補正することにより、力  $f$  に対応した検出出力  $C_o$  を取り出すように構成されている。この場合、出力処理部 4 8 には、各出力  $C_1$ 、 $C_2$  毎に容量・電圧変換部 ( $C/V$ ) 5 0、5 2 が備えられ、センサー出力  $C_1$  側にはアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換部 ( $A/D$ ) 5 4 が設置され、センサー出力  $C_2$  側にはコンパレータ 5 6 が設置されている。これら  $A/D$  5 4 の出力、コンパレータ 5 6 の出力はそれぞれプロセッサ 5 8 に加えられている。プロセッサ 5 8 は、ワンチップマイコン等で構成することができる。

40

## 【 0 0 4 8 】

斯かる構成とすれば、センサー部 3 6 の出力  $C_1$  (図 8) は、 $C/V$  5 0 に加えられて電圧に変換され、この電圧はアナログ量であることから、 $A/D$  5 4 でデジタル信号に変換された後、プロセッサ 5 8 に加えられている。

50

## 【 0 0 4 9 】

また、センサー部 4 4 の出力  $C_2$  ( 図 9 ) は、 $C/V$  5 2 に加えられて電圧に変換され、この電圧値はコンパレータ 5 6 に加えられ、コンパレータ 5 6 は、予め設定した基準レベル  $V_{ref}$  をその電圧値が超えたとき、スイッチング出力を発生する。この出力がプロセッサ 5 8 に加えられる。

## 【 0 0 5 0 】

プロセッサ 5 8 は、演算処理を行う演算処理手段として CPU ( Central Processing Unit ) や、プログラム等を記憶する記憶手段として ROM ( Read Only Memory ) 等を備えており、センサー出力  $C_1$  に対し、センサー出力  $C_2$  に基づくコンパレータ 5 6 の出力がゼロ点補正情報等の参照情報として用いられ、センサー出力  $C_1$  からオフセット出力を除去し、入力に対応した精度の高い検出出力  $C_o$  が得られる。

10

## 【 0 0 5 1 】

第 3 の実施形態

## 【 0 0 5 2 】

本発明の第 3 の実施形態について、図 1 1 を参照して説明する。図 1 1 は、プロセッサ 5 8 の出力処理に用いられる力検出プログラムの一例を示すフローチャートである。

## 【 0 0 5 3 】

この力検出プログラムでは、センサー部 3 6 の第 1 の出力  $C_1$ 、センサー部 4 4 の第 2 の出力  $C_2$  の取込み及び記憶を行う ( ステップ S 1 )。出力  $C_2$  は入力  $f$  に応じたレベル変化を生じているので、このレベル変化と時間関係から所定レベル以上のレベル区間を表す時間情報を出力  $C_2$  から抽出する ( ステップ S 2 )。この時間情報を参照して出力  $C_1$  の修正処理を行い ( ステップ S 3 )、修正した出力  $C_1$  の取出しを行う ( ステップ S 4 )。

20

## 【 0 0 5 4 】

力センサー 2 0 ( 図 6 ) では、単一の変位部 2 4 に 2 つのセンサー部 3 6、4 4 が設置され、各センサー部 3 6、4 4 には単一の入力加えられているので、各出力  $C_1$ 、 $C_2$  は同時に発生することになる。そこで、出力  $C_2$  から抽出された時間情報を参照し、この時間情報に対応した出力を出力  $C_1$  から取り出せば、オフセット出力が除かれて一定のゼロ点レベルを持つ出力が得られる。

30

## 【 0 0 5 5 】

次に、この力検出システム及び力検出プログラムによる出力処理について、図 1 2 を参照して説明する。図 1 2 は、図 5 に対応して記載したものであり、( A ) は比較的短い時間間隔で加えられたレベルの異なる複数の入力、( B ) は第 1 のセンサー部の出力、( C ) は第 2 のセンサー部の出力、( D ) は第 1 の出力の修正処理を示す図、( E ) は修正出力を示している。

## 【 0 0 5 6 】

図 1 2 の ( A ) において、連続した 5 回の入力  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$  が加えられた場合を示しており、各入力  $f_1 \sim f_5$  の大小関係は、 $f_2 > f_1 > f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$  であって、 $f_2$  は最もレベルが高く、 $f_1$  及び  $f_2$  は時間幅も長く、これに対し、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$  は微小時間の微小入力である。

40

## 【 0 0 5 7 】

このような入力  $f_1 \sim f_5$  に対し、センサー部 3 6 には、図 8 に示した入出力関係により、図 1 2 の ( B ) に示すように、入力に追従した出力  $C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{13}$ 、 $C_{14}$ 、 $C_{15}$  が得られ、入力に応じた静電容量変化を呈するが、最初の入力  $f_1$  に対する出力  $C_{11}$  の後、 $b_1$  部分では入力が無いにもかかわらず微小な出力が生じている。即ち、残留出力である。また、入力  $f_2$  には大きく、その入力  $f_2$  による出力  $C_{12}$  の後の  $b_2$  部分にはより大きな残留出力が生じている。この残留出力に出力  $C_{13} \sim C_{15}$  が重畳しており、 $b_3$  部分以降は入力がいいため、残留出力が時間の経過とともに減少している。これらは、図 5 及びその説明で記載した通りである。

50

## 【 0 0 5 8 】

また、センサー部 4 4 には、入力  $f_1 \sim f_5$  に対し、図 9 に示した入出力関係により、図 1 2 の ( C ) に示すように、出力  $C_{21}$ 、 $C_{22}$ 、 $C_{23}$ 、 $C_{24}$ 、 $C_{25}$  が得られる。出力  $C_{21}$ 、 $C_{22}$  のレベルが出力  $C_{11}$ 、 $C_{12}$  より低くなっているのは、検出電極 3 2 に比較し、検出電極 4 0 側の対向面積が小さく、しかも、電極間の接触によって飽和状態に移行するためである。また、入力  $f_1 \sim f_5$  の解除側で出力  $C_{13} \sim C_{15}$  が緩やかに減少するのに対し、出力  $C_{23} \sim C_{25}$  が急峻に変化し、それぞれの時間間隔がほぼ一致するのは、変位部 2 4 の持つ機械的な形状復帰性に依存し、支持部 2 6 が初期状態に先に復帰し、その復帰に追従して中央部の突部 3 0 が初期状態に復帰することによる。

## 【 0 0 5 9 】

そこで、この実施形態では、図 1 2 の ( C ) に示すように、出力  $C_{21} \sim C_{25}$  に不感帯領域に対応する出力  $C_{ns}$  を設定することにより、この出力  $C_{ns}$  のレベル以上の区間を出力時間  $t_h (= 1)$  とし、その他の区間を出力ゼロ時間  $t_o (= 0)$  に設定する。即ち、時間  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ 、 $t_5$  の各区間で「1」となり、その他の区間で「0」となる。各出力時間  $t_h$  において、出力  $C_{11} \sim C_{15}$  を取り出すものとすれば、これらの出力  $C_{21} \sim C_{25}$  の時間情報を表す「1」はその他の時間情報を表す「0」と、出力  $C_{11} \sim C_{15}$  とを乗算すれば、図 1 2 の ( E ) に示すように、出力  $C_{11} \sim C_{15}$  は、修正された出力  $C_{110} \sim C_{150}$  として取り出される。出力  $C_{110} \sim C_{150}$  は、出力  $C_{11} \sim C_{15}$  と異なり、残留出力を全く伴うことなく、図 1 2 の ( A ) に示す入力  $f_1 \sim f_5$  に同期し、かつその入力レベルに対応したレベルで取り出されている。しかも、ゼロ点が一致し、従前の不感帯領域の設定による検出感度や入出力関係の悪化がなく、信頼性の高い入出力関係が維持されている。

## 【 0 0 6 0 】

この実施形態では、出力  $C_{21} \sim C_{25}$  から抽出された時間情報と出力  $C_{11} \sim C_{15}$  とを乗算して出力  $C_{110} \sim C_{150}$  を取り出しているが、他の方法として、出力  $C_{21} \sim C_{25}$  の所定レベル以上の区間で信号を通過させるゲート手段に出力  $C_{11} \sim C_{15}$  を通すことにより、出力  $C_{110} \sim C_{150}$  を取り出す構成としてもよい。また、出力  $C_{11} \sim C_{15}$  と出力  $C_{21} \sim C_{25}$  とを加算又は乗算し、その値の所定値以上を出力とする構成としてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

## 第 4 の実施形態

## 【 0 0 6 2 】

本発明の第 4 の実施形態について、図 1 3 を参照して説明する。図 1 3 は、第 4 の実施形態に係る力センサーを示し、( A ) はその平面図、( B ) は ( A ) の X I I I B - X I I I B 線断面図、( C ) は変位筐体部を除いて示した力センサーを示す平面図である。

## 【 0 0 6 3 】

この実施形態に係る力センサー 2 0 は、片持ち梁からなる変位部 2 4 を備えたものであり、この変位部 2 4 は、例えば、弾性材料で形成され、偏平な角柱状の支持部 2 6 に矩形状の入力部 2 8 を一体に形成したものである。入力部 2 8 は支持部 2 6 によって一端部が支持され、自由端に設定された他端部に柱状の突部 3 0 が形成されている。基板 2 2 には矩形状の検出電極 3 2 が設置され、これに対向して入力部 2 8 の内面には電極 3 4 が設置され、検出電極 3 2 及び電極 3 4 により第 1 のセンサー部 3 6 が構成されている。また、突部 3 0 に対応する基板 2 2 の上面には検出電極 4 0 が形成され、これに対向して突部 3 0 の先端部には電極 4 2 が形成され、検出電極 4 0 及び電極 4 2 により第 2 のセンサー部 4 4 が構成されている。

## 【 0 0 6 4 】

斯かる構成によれば、既述した第 1 の実施形態に係る力センサー 2 0 ( 図 6 ) と同様に、入力  $f$  による変位部 2 4 の変位に応じてセンサー部 3 6 から出力  $C_1$  ( 図 8 ) が得られるとともに、センサー部 4 4 から出力  $C_2$  ( 図 9 ) が得られる。また、この力センサー 2 0 を用いて力検出システム ( 図 1 0 ) を構成することができ、同様の力検出プログラム (

10

20

30

40

50

図 1 1 ) を用いて、出力  $C_2$  から既述の時間情報を抽出し、これを参照して出力  $C_1$  の修正処理を実行すれば ( 図 1 2 ) 、既述した通り、残留出力の無い出力  $C_0$  を取り出すことができる。

【 0 0 6 5 】

第 5 の実施形態

【 0 0 6 6 】

本発明の第 5 の実施形態について、図 1 4 を参照して説明する。図 1 4 は、第 5 の実施形態に係る力センサーを示す縦断面図である。

【 0 0 6 7 】

この実施形態に係る力センサー 2 0 では、断面 T 字形の変位部 2 4 を備えており、この変位部 2 4 は支持部 2 6 と入力部 2 8 とで構成されている。この入力部 2 8 の他端部は自由端に設定され、変位部 2 4 はゴム等の弾性素材で構成され、適当な弾性を有する。従って、入力部 2 8 は図中上下方向に力  $f$  を受けることにより上下方向に屈曲可能であり、変位部 2 4 の自由端側には図中上下方向に突部 3 0 A、3 0 B が形成されている。変位部 2 4 に対向して基板 2 2 A には検出電極 3 2 A、基板 2 2 B には検出電極 3 2 B がそれぞれ設置され、検出電極 3 2 A に対向して電極 3 4 A、検出電極 3 2 B に対向して電極 3 4 B がそれぞれ入力部 2 8 に形成され、検出電極 3 2 A と電極 3 4 A、検出電極 3 2 B と電極 3 4 B により、2 つの第 1 のセンサー部 3 6 A、3 6 B が構成されている。また、突部 3 0 A に対向して基板 2 2 A には検出電極 4 0 A、突部 3 0 B に対向して基板 2 2 B には検出電極 4 0 B がそれぞれ設置され、突部 3 0 A には検出電極 4 0 A に対向して電極 4 2 A、突部 3 0 B には検出電極 4 0 B に対向して電極 4 2 B がそれぞれ形成され、検出電極 4 0 A と電極 4 2 A、検出電極 4 0 B と電極 4 2 B により、2 つの第 2 のセンサー部 4 4 A、4 4 B が構成されている。

【 0 0 6 8 】

斯かる構成とすれば、入力  $f$  により、入力部 2 8 は上側又は下側に変位し、センサー部 3 6 A にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{1A}$ 、センサー部 3 6 B にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{1B}$  が得られるとともに、センサー部 4 4 A にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{2A}$ 、センサー部 4 4 B にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{2B}$  が得られる。図 1 5 の ( A ) は出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  の推移を示し、図 1 5 の ( B ) は出力  $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$  の推移を示している。各センサー部 4 4 A、4 4 B の出力  $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$  は、変位部 2 4 の変位開始直後に飽和状態に移行する点は既述した通りである。

【 0 0 6 9 】

そして、第 5 の実施形態に係る力センサー 2 0 ( 図 1 4 ) を用いた力検出システム 4 6 では、1 つの力センサー 2 0 が 2 組の第 1 及び第 2 のセンサー部 3 6 A、3 6 B、4 4 A、4 4 B を備えていることから、図 1 0 に示した力検出システム 4 6 を 2 組で構成し、又は、プロセッサ 5 8 の共通化により、同様の力検出プログラム ( 図 1 1 ) を用いて、出力  $C_{2A}$ 、 $C_{2B}$  から既述の時間情報を抽出し、これを出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  の修正処理を実行すれば ( 図 1 2 ) 、既述した通り、各センサー部 3 6 A、3 6 B 側の出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  から残留出力の無い修正出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$  を取り出すことができる。

【 0 0 7 0 】

第 6 の実施形態

【 0 0 7 1 】

本発明の第 6 の実施形態について、図 1 6 を参照して説明する。図 1 6 は、第 6 の実施形態に係る力センサーを示し、( A ) はその縦断面図、( B ) は基板上の検出電極の形状及び配置を示す平面図である。

【 0 0 7 2 】

この実施形態に係る力センサー 2 0 には、基板 2 2 の上面に外力を受けて変位させる角筒状の変位部 2 4 が備えられ、この変位部 2 4 は、屈曲可能な角筒状の支持部 2 6 と、この支持部 2 6 と一体に形成された矩形平板状の入力部 2 8 とを備えており、入力部 2 8 の内面中央部には立壁状の突部 3 0 が形成されている。この変位部 2 4 は、外力を受けて変

10

20

30

40

50

形し、原形に復帰させるため、ゴム等の弾性材料や金属等で形成されている。この変位部 24 の入力部 28 の上面には入力パッド 60 が設置され、この入力パッド 60 の上面部に形成された湾曲凹部 62 が指等による入力を受け易くしている。

#### 【0073】

そして、基板 22 には、突部 30 を中心にその左右に第 1 の検出電極として長方形形状の検出電極 32 A、32 B が設置され、この検出電極 32 A、32 B に対向して入力部 28 の内面部に検出電極 32 A、32 B と同形の電極 34 A、34 B が設置されている。これら検出電極 32 A 及び電極 34 A の部分でセンサー部 36 A、検出電極 32 B 及び電極 34 B の部分でセンサー部 36 B が構成されている。また、突部 30 に対向して基板 22 には検出電極 40 が設置され、突部 30 には検出電極 40 に対向して電極 42 が形成され、検出電極 40 と電極 42 とにより、センサー部 44 が構成されている。

10

#### 【0074】

斯かる構成とすれば、入力  $f$  により、入力部 28 は上側又は下側に変位し、センサー部 36 A にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{1A}$ 、センサー部 36 B にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{1B}$  が得られるとともに、センサー部 44 にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_2$  が得られる。図 17 の (A) は出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  推移を示し、図 17 の (B) は出力  $C_2$  の推移を示している。センサー部 44 の出力  $C_2$  は、変位部 24 の変位開始直後に飽和状態に移行する点は既述した通りである。

#### 【0075】

第 7 の実施形態

20

#### 【0076】

本発明の第 7 の実施形態について、図 18 を参照して説明する。図 18 は、第 6 の実施形態に係る力センサーを用いた力検出システムを示すブロック図である。第 2 の実施形態と同一部分には同一符号を付してある。

#### 【0077】

この力検出システム 46 は、既述の力センサー 20 (図 16) を用いているため、各センサー部 36 A、36 B の出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、センサー部 44 の出力  $C_2$  はそれぞれ出力処理部 48 に加えられ、出力  $C_2$  をゼロ点補正情報等の参照情報に用いて出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  を補正することにより、力  $f$  に対応した出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$  を取り出すように構成されている。この場合、出力処理部 48 には、各出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_2$  毎に容量・電圧変換部 ( $C/V$ ) 50 A、50 B、52 が備えられ、出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  側にはアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換部 ( $A/D$ ) 54 A、54 B が設置され、出力  $C_2$  側にはアナログ・デジタル変換部 ( $A/D$ ) 57 が設置されている。これら  $A/D$  54 A、54 B、57 の各出力はそれぞれプロセッサ 58 に加えられている。 $A/D$  57 は、第 2 の実施形態 (図 10) と同様に、コンパレータで構成してもよい。

30

#### 【0078】

このような力検出システム 46 によれば、出力  $C_2$  から既述の時間情報を抽出し、これを出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  の修正処理を実行すれば (図 12)、既述した通り、各センサー部 36 A、36 B 側の出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  から残留出力の無い修正出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$  を取り出すことができる。

40

#### 【0079】

第 8 の実施形態

#### 【0080】

本発明の第 8 の実施形態について、図 19 を参照して説明する。図 19 は、第 8 の実施形態に係る力センサーを示し、(A) はその平面図、(B) は (A) の  $XI \times B - XI \times B$  線断面図、(C) は基板上の検出電極の形状及び配置を示す平面図である。

#### 【0081】

この実施形態に係る力センサー 20 において、基板 22 の上面に設置された変位部 24 は円筒状であり、この変位部 24 は、屈曲可能な円筒状の支持部 26 と、この支持部 26

50

と一体に形成された円形平板状の入力部 28 とを備えており、入力部 28 の内面中央部には円柱状の突部 30 が形成されている。この変位部 24 は、外力を受けて変形し、原形に復帰させるため、ゴム等の弾性材料や金属等で形成されている。この変位部 24 の入力部 28 の上面には円形の入力パッド 60 が設置され、この入力パッド 60 の上面部に形成された湾曲凹部 62 が指等による入力を受け易くしている。この入力パッド 60 の表面に表示された三角マーク 63 A、63 B、63 C、63 D は、後述の検出電極 32 A、32 B、32 C、32 D の位置に対応している。

#### 【0082】

そして、基板 22 には、突部 30 を中心にその直交方向に第 1 の検出電極として正方形状の検出電極 32 A、32 B、32 C、32 D が設置され、この検出電極 32 A ~ 32 D 10 に対向して入力部 28 の内面部に検出電極 32 A ~ 32 D と同形の電極 34 A、34 B、34 C、34 D が設置されている。これら各検出電極 32 A ~ 32 D 及び電極 34 A ~ 34 D の部分でセンサー部 36 A、36 B、36 C、36 D が構成されている。また、突部 30 に対向して基板 22 には検出電極 40 が設置され、突部 30 には検出電極 40 に対向して電極 42 が形成され、検出電極 40 と電極 42 とにより、センサー部 44 が構成されている。

#### 【0083】

斯かる構成とすれば、入力  $f$  により、入力部 28 は上側又は下側に変位し、センサー部 36 A ~ 36 D にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{1C}$ 、 $C_{1D}$  が得られるとともに、センサー部 44 にはその入力  $f$  に応じた出力  $C_2$  が得られる。センサー部 44 20 の出力  $C_2$  は、変位部 24 の変位開始直後に飽和状態に移行する点は既述した通りである。

#### 【0084】

##### 第 9 の実施形態

#### 【0085】

本発明の第 9 の実施形態について、図 20 を参照して説明する。図 20 は、第 8 の実施形態に係る力センサーを用いた力検出システムを示すブロック図である。第 2 の実施形態と同一部分には同一符号を付してある。

#### 【0086】

この力検出システム 46 は、既述の力センサー 20 (図 19) を用いているため、各センサー部 36 A、36 B、36 C、36 D の出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、 $C_{1C}$ 、 $C_{1D}$  センサー部 44 の出力  $C_2$  はそれぞれ出力処理部 48 に加えられ、出力  $C_2$  をゼロ点補正情報等の参照情報に用いて出力  $C_{1A} \sim C_{1D}$  を補正することにより、力  $f$  に対応した出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$ 、 $C_{0C}$ 、 $C_{0D}$  を取り出すように構成されている。この場合、出力処理部 48 には、各出力  $C_{1A} \sim C_{1D}$ 、 $C_2$  毎に容量・電圧変換部 ( $C/V$ ) 50 A、50 B、50 C、50 D、52 が備えられ、出力  $C_{1A} \sim C_{1D}$  側にはアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換部 ( $A/D$ ) 54 A、54 B、54 C、54 D が設置され、出力  $C_2$  側にはアナログ・デジタル変換部 ( $A/D$ ) 57 が設置されている。これら  $A/D$  54 A ~ 54 D、57 の各出力はそれぞれプロセッサ 58 に加えられている。 $A/D$  57 は、第 2 の実施形態 (図 10) と同様に、コンパレータで構成してもよい。 30 40

#### 【0087】

このような力検出システム 46 によれば、出力  $C_2$  から既述の時間情報を抽出し、これを出力  $C_{1A} \sim C_{1D}$  の修正処理を実行すれば (図 12)、既述した通り、各センサー部 36 A、36 B 側の出力  $C_{1A} \sim C_{1D}$  から残留出力の無い修正出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$ 、 $C_{0C}$ 、 $C_{0D}$  を取り出すことができる。

#### 【0088】

##### 第 10 の実施形態

#### 【0089】

本発明の第 10 の実施形態について、図 21 を参照して説明する。図 21 は、第 10 の 50

実施形態に係る力センサーを示し、(A)はその平面図、(B)は(A)のX X 1 B - X X 1 B 線断面図、(C)は基板上の検出電極の形状及び配置を示す平面図である。第8の実施形態と同一部分には同一符号を付してある。

#### 【0090】

この実施形態に係る力センサー20において、基板22の上面に設置された変位部24は円筒状であり、この変位部24は、屈曲可能な円筒状の支持部26と、この支持部26と一体に形成された円形平板状の入力部28とを備えており、入力部28の内面中央部には円柱状の第1の突部30が形成され、この突部30を中心に同心円上に円筒状の突部31が形成されている。この変位部24は、外力を受けて変形し、原形に復帰させるため、ゴム等の弾性材料や金属等で形成されている。この変位部24の入力部28の上面には円形の入力パッド60が設置され、この入力パッド60の上面部に形成された湾曲凹部62が指等による入力を受け易くしている。

10

#### 【0091】

そして、既述した実施形態と同様に、基板22上に形成された検出電極32A~32Dと、電極34A~34Dが設置されてセンサー部36A~36Dが構成されている。また、突部30に対向して基板22にはドームスイッチ64が設置されているとともに、このドームスイッチ64の周囲には、突部31に対向して検出電極40が設置され、この検出電極40に対向して電極42が突部31に形成され、検出電極40と電極42とによりセンサー部44が構成されている。

#### 【0092】

20

斯かる構成とすれば、入力fにより、入力部28は上側又は下側に変位し、センサー部36A~36Dにはその入力fに応じた出力 $C_{1A} \sim C_{1D}$ 、センサー部44にはその入力fに応じた出力 $C_2$ が得られるとともに、突部30による押圧によりドームスイッチ64から出力Cdが得られる。センサー部44の出力 $C_2$ は、変位部24の変位開始直後に飽和状態に移行する点は既述した通りである。

#### 【0093】

そして、既述した第8の実施形態に係る力センサー20(図19)と同様に、入力fによる変位部24の変位に応じてセンサー部36A~36Dから出力 $C_{1A} \sim C_{1D}$ が得られるとともに、センサー部44から出力 $C_2$ が得られる。また、この力センサー20を用いて力検出システム(例えば、図20)を構成することができ、同様の力検出プログラム(図11)を用いて、出力 $C_2$ から既述の時間情報を抽出し、これを出力 $C_{1A} \sim C_{1D}$ の修正処理を実行すれば(図12)、既述した通り、残留出力の無い出力 $C_{0A} \sim C_{0D}$ を取り出すことができる。

30

#### 【0094】

第11の実施形態

#### 【0095】

本発明の第11の実施形態について、図22を参照して説明する。図22は、第11の実施形態に係る力センサーを示し、(A)はその縦断面図、(B)は基板上の検出電極の形状及び配置を示す平面図である。第6の実施形態と同一部分には同一符号を付してある。

40

#### 【0096】

この実施形態は、スライド方向の入力fを変位部24に加え、その入力fを静電容量に変換する力センサーに関するものである。この力センサー20において、基板22の上面に設置された変位部24は、屈曲可能な支持部26と、この支持部26と一体に形成された入力部28とを備えている。入力部28には入力fによるスライド変形を容易にするため、屈曲部66が形成されており、この屈曲部66で囲い込まれた中央部には入力パッド部68が形成されている。この変位部24は、外力を受けて変形し、原形に復帰させるため、ゴム等の弾性材料や金属等で形成されている。

#### 【0097】

そして、既述した実施形態と同様に、基板22上に形成された検出電極32A、32B

50

と、単一の電極 3 4 が設置されてセンサー部 3 6 A、3 6 B が構成されている。また、検出電極 3 2 A、3 2 B の間隔内には検出電極 4 0 が形成され、この検出電極 4 0 と電極 3 4 (4 2) とにより、センサー部 4 4 が構成されている。

#### 【0098】

このような力センサー 2 0 において、図 2 3 の (A) に示すように、例えば、指 7 0 で矢印 f d で示す方向に押圧すると、センサー部 3 6 A、3 6 B 側の電極間距離 d が狭くなり、これに対応した出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  が得られ、一方、センサー部 4 4 にも電極間距離 d が狭くなることによる出力  $C_2$  が得られるとともに、電極間接触により出力  $C_2$  が飽和状態となる。そして、図 2 3 の (B) に示すように、この状態で入力パッド部 6 8 を左方向 (L) にスライドさせると、出力  $C_2$  は飽和した状態で、センサー部 3 6 A 側の出力  $C_{1A}$  が増加した後、飽和状態に移行し、センサー部 3 6 B 側の出力  $C_{1B}$  は電極間距離 d の増加で低下することになる。また、入力パッド部 6 8 を右方向 (R) にスライドさせると、出力  $C_2$  は飽和した状態で、センサー部 3 6 B 側の出力  $C_{1B}$  が増加した後、飽和状態に移行し、センサー部 3 6 A 側の出力  $C_{1A}$  は電極間距離 d の増加で低下することになる。このような入出力関係について、図 2 4 の (A) はセンサー部 3 6 A、3 6 B 側の出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$ 、図 2 4 の (B) はセンサー部 4 4 側の出力  $C_2$  を示している。

#### 【0099】

このような力センサー 2 0 を用いて力検出システム 4 6 (図 1 8) を構成すれば、出力  $C_2$  から抽出した既述の時間情報やレベル情報を出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  の参照情報に用いることにより、出力  $C_{1A}$ 、 $C_{1B}$  を修正し、そのゼロ点を安定化させ、残留出力の無い出力  $C_{0A}$ 、 $C_{0B}$  を取り出すことができる。

#### 【0100】

次に、各実施形態の変形例、その他の特徴事項等を列挙すれば、次の通りである。

#### 【0101】

(1) 第 1 1 の実施形態では左右方向のスライド構造について記載したが、例えば、図 2 5 に示すように、円形の検出電極 4 0 を備え、その周囲部に同心円上で円弧状の検出電極 3 2 A、3 2 B、3 2 C、3 2 D を設置して電極 4 2 をスライドさせれば、二次元 (X、Y 方向) のスライド変位を検出することが可能である。

#### 【0102】

(2) また、例えば、図 2 6 に示すように、環状の検出電極 4 0 を備えるとともに、その中心部にドームスイッチ 6 4 (図 2 1) を設置し、検出電極 4 0 側から得られる出力を参照情報として取り出すとともに、変位部 2 4 の上下方向の変形に対応するドームスイッチ 6 4 の出力を得るように構成してもよい。このような単一の変位部 2 4 で多様な出力を取り出せば、力センサー 2 0 の多機能化を実現することができる。

#### 【0103】

(3) 図 1 2 に示す処理において、センサー部 4 4 からの出力  $C_2$  にしきい値を設けてゼロ点情報とし、センサー部 3 6 側の出力  $C_1$  をゼロにする処理を行っているが、この場合、ゼロ点情報を記憶手段に記憶した処理を行うので、残留応力の緩和等による値の変化が発生しても、ゼロ点出力を安定化させることができ、微少入力部分に対しても、非常に高い再現性を有し、しかも、入出力関係の時間的な遅れ  $t_d$  (図 1 2) も殆ど発生していない力検出システム 4 6 を実現することができる。即ち、ゼロ点の安定化と、微少入力時の出力の再現性、時間遅れの無い優れた特性を持つセンサーシステムを構成できる。

#### 【0104】

(4) 上記実施形態 (図 6、図 1 4、図 1 6、図 1 9) において、突部 3 0 は、例えば、図 2 7 の (A) に示すように、突部 3 0 の先端部に小突起 7 2 を形成し、その先端部に電極 4 2 を設置する構成としてもよく、また、例えば、図 2 7 の (B) に示すように、突部 3 0 の先端部に脚部又はスカート部 7 4 を形成し、その内側に電極 4 2 を形成した構成としてもよく、また、例えば、図 2 7 の (C) に示すように、突部 3 0 の先端部に無数の小突起 7 6 を設け、これらを電極 4 2 として構成してもよい。このような構成とすれば、センサー部 4 4 の入出力の応答性をより高め、精度の高いゼロ点情報等の参照情報を得る

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 1 0 5 】

( 5 ) 本発明に係る力センサーでは、省電力化のため、電極間の通電を解除しても、ゼロ点出力の安定化により、入出力関係の信頼性を悪化させることがない。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 0 6 】

本発明は、機械的な入力を静電容量に変換して取り出す力センサー、力検出システム及び力検出プログラムに関し、共通の入力に対して複数の出力を取り出し、例えば、一の出力に対し、他の出力から抽出した時間情報等の情報を参照情報に用いることにより、残留出力の解消等、出力精度を高めることができ、各種の機械的な入力を電気量に変換する変換手段として利用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 7 】

【図 1】従来の力センサーを示す図である。

【図 2】従来の他の力センサーを示す図である。

【図 3】入力に対する力センサーの変形状態を示す図である。

【図 4】入出力関係を示す図である。

【図 5】入出力関係を示す図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態を示す図である。

【図 7】第 1 の実施形態に係る力センサーの変形を示す図である。

20

【図 8】第 1 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

【図 9】第 2 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態を示すブロック図である。

【図 11】本発明の第 3 の実施形態を示すフローチャートである。

【図 12】第 1 及び第 2 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

【図 13】本発明の第 4 の実施形態を示す図である。

【図 14】本発明の第 5 の実施形態を示す断面図である。

【図 15】第 1 及び第 2 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

【図 16】本発明の第 6 の実施形態を示す図である。

【図 17】第 1 及び第 2 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

30

【図 18】本発明の第 7 の実施形態を示すブロック図である。

【図 19】本発明の第 8 の実施形態を示す図である。

【図 20】本発明の第 9 の実施形態を示すブロック図である。

【図 21】本発明の第 10 の実施形態を示す図である。

【図 22】本発明の第 11 の実施形態を示す図である。

【図 23】第 11 の実施形態に係る力センサーの検出動作を示す図である。

【図 24】第 1 及び第 2 のセンサー部の入出力関係を示す図である。

【図 25】検出電極の変形例を示す平面図である。

【図 26】検出電極の変形例を示す平面図である。

【図 27】第 2 のセンサー部の変形例を示す断面図である。

40

【符号の説明】

【 0 1 0 8 】

2 0 力センサー

2 2 基板

2 4 変位部

2 8 入力部

3 0 突部

3 2、3 2 A、3 2 B、3 2 C、3 2 D 第 1 の検出電極

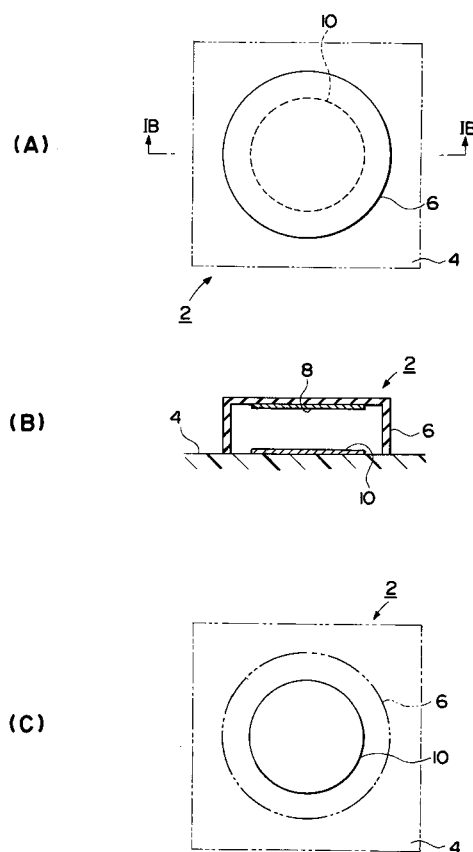
3 4、3 4 A、3 4 B、3 4 C、3 4 D 電極

3 6、3 6 A、3 6 B、3 6 C、3 6 D 第 1 のセンサー部

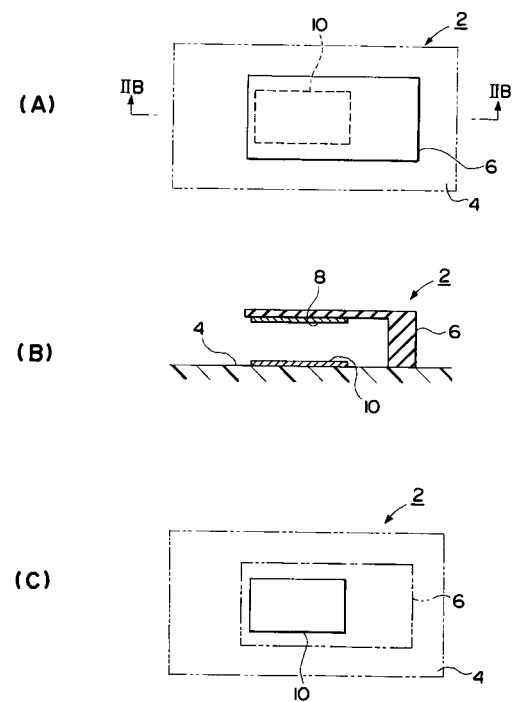
50

- 4 0 第 2 の検出電極
- 4 2 電極
- 4 4 第 2 のセンサー部
- 4 6 力検出システム

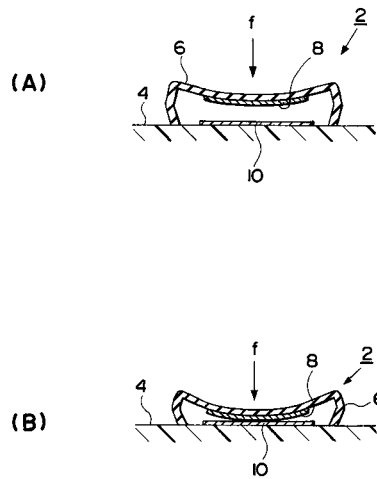
【図 1】



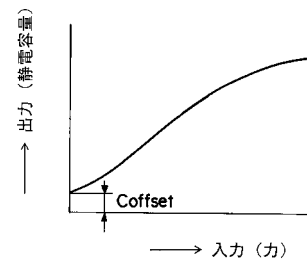
【図 2】



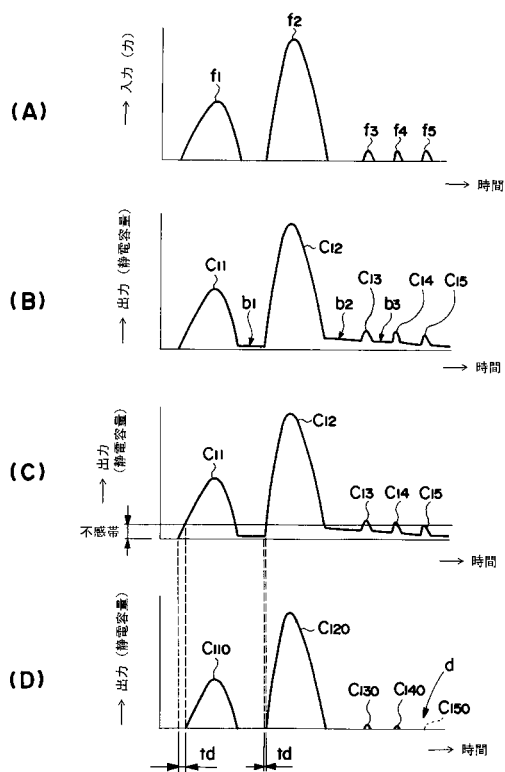
【図 3】



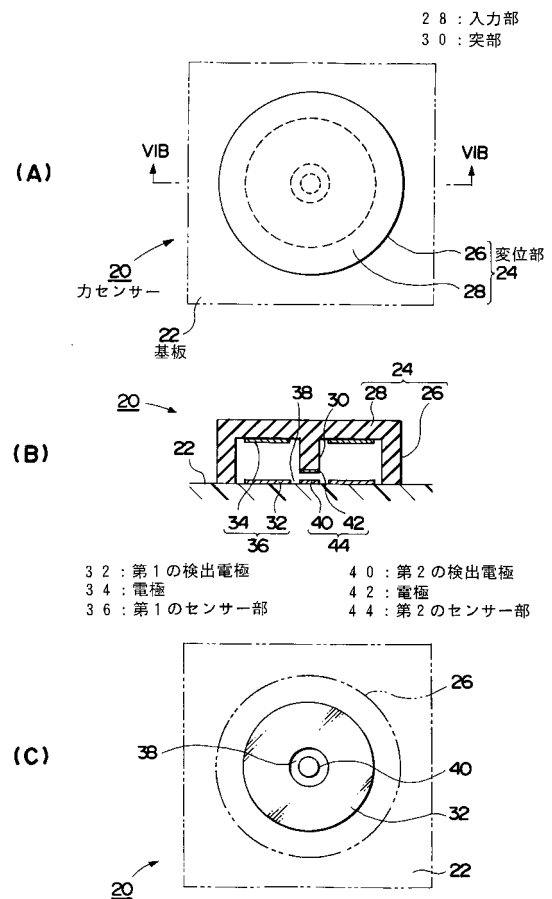
【図 4】



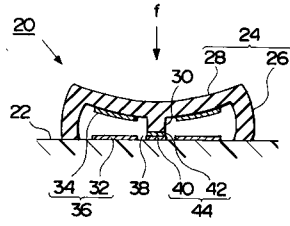
【図 5】



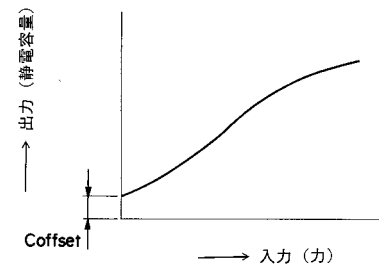
【図 6】



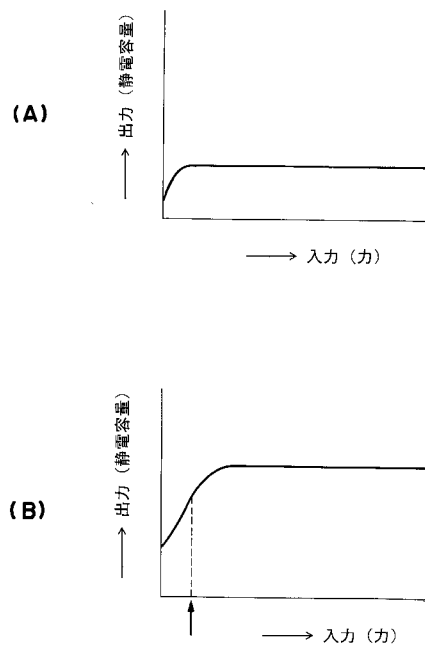
【図 7】



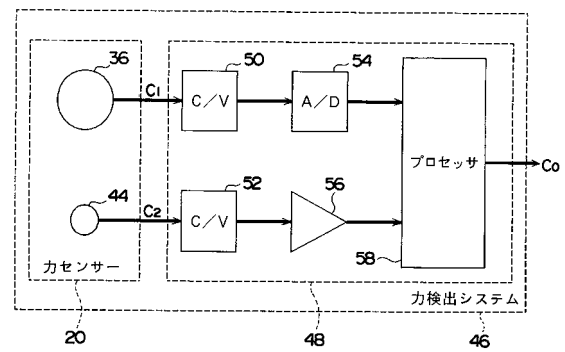
【図 8】



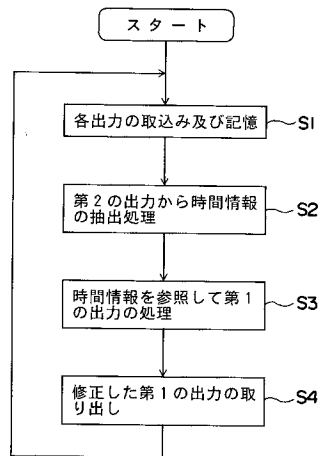
【図 9】



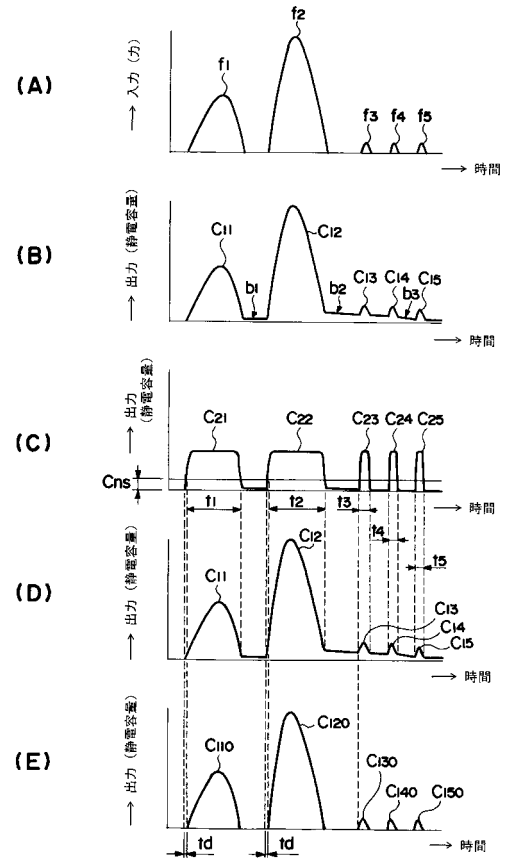
【図 10】



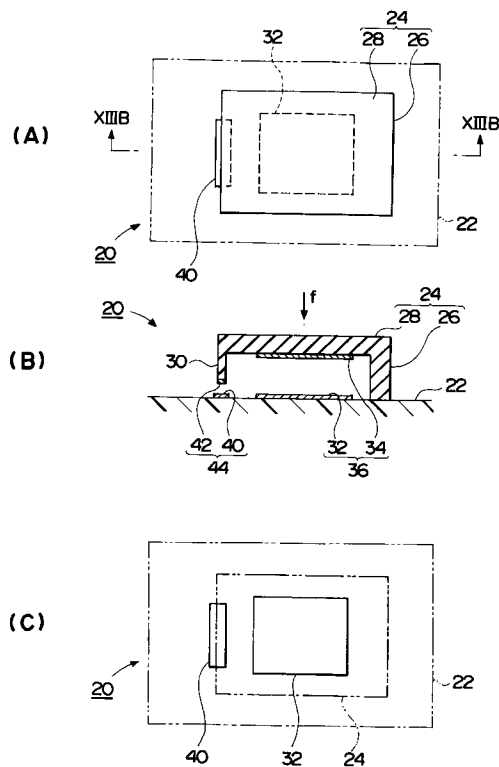
【図 1 1】



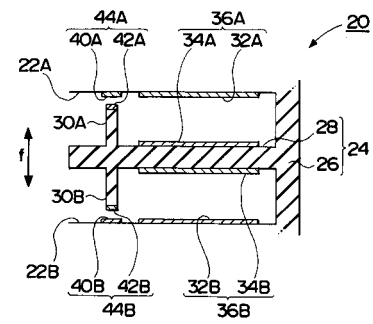
【図 1 2】



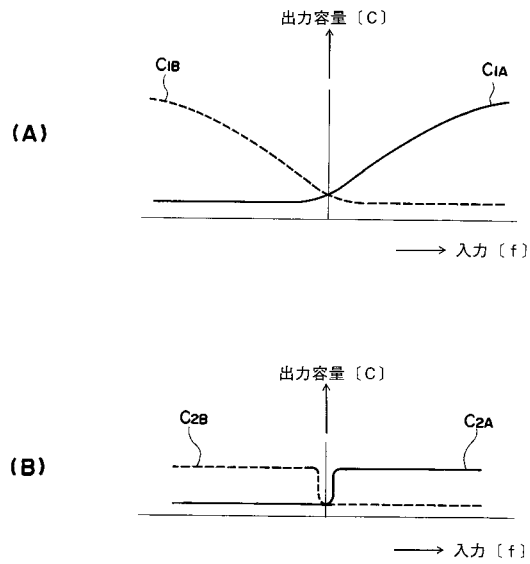
【図 1 3】



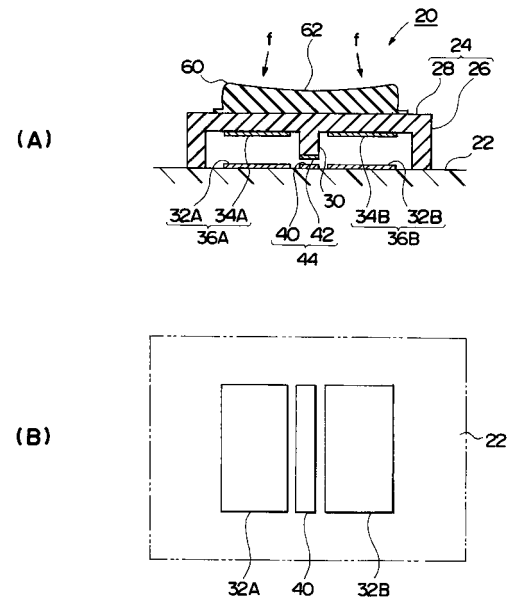
【図 1 4】



【図 15】

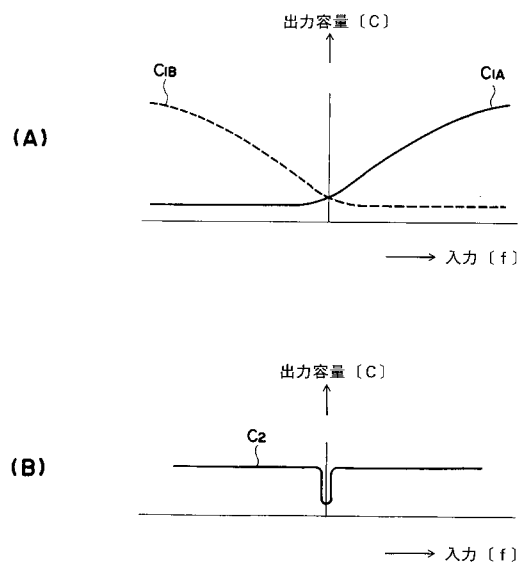


【図 16】

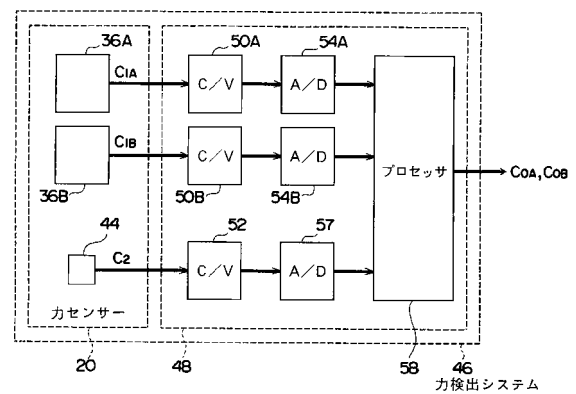


32A、32B：第1の検出電極  
 34A、34B、42：電極  
 36A、36B：第1のセンサー部  
 40：第2の検出電極  
 44：第2のセンサー部

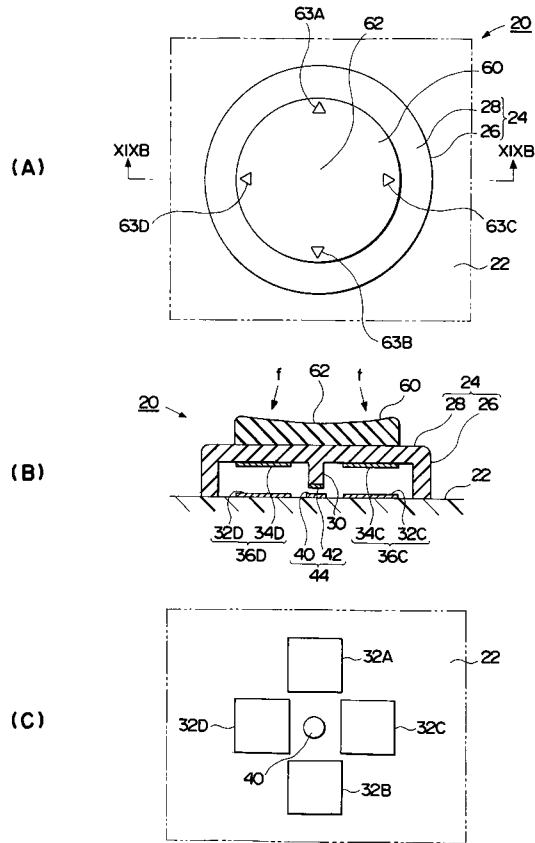
【図 17】



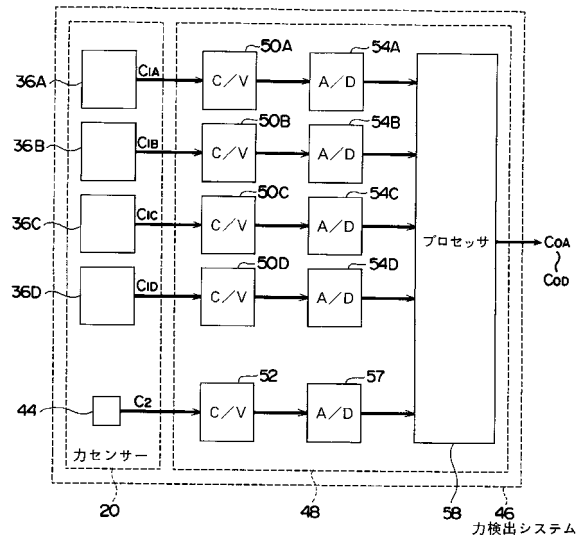
【図 18】



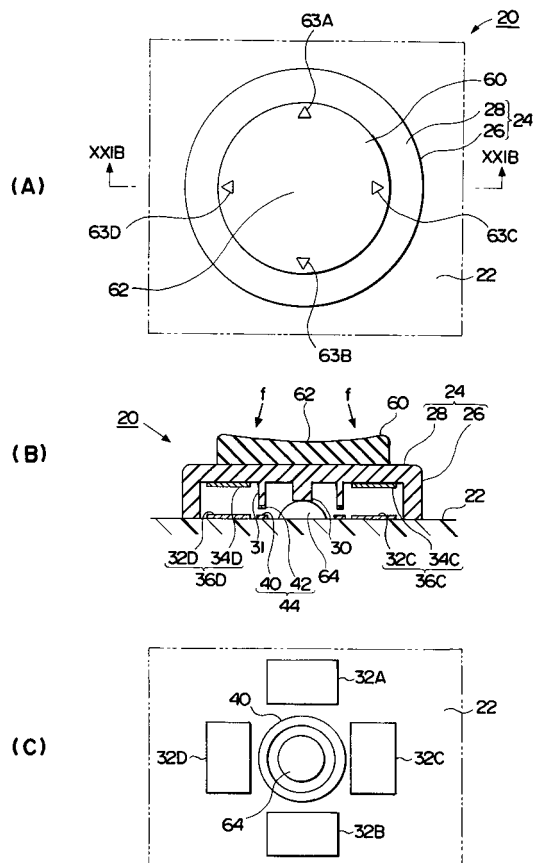
【図 19】



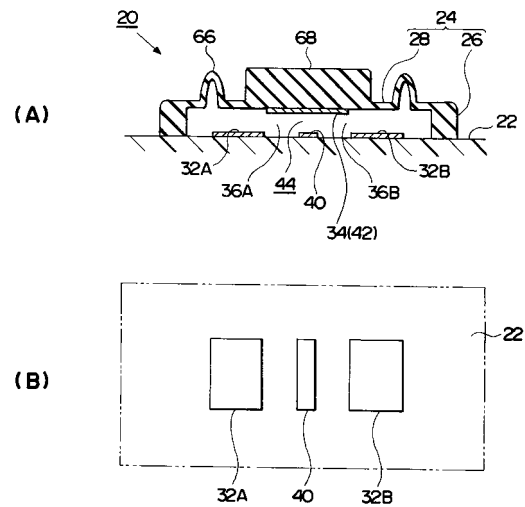
【図 20】



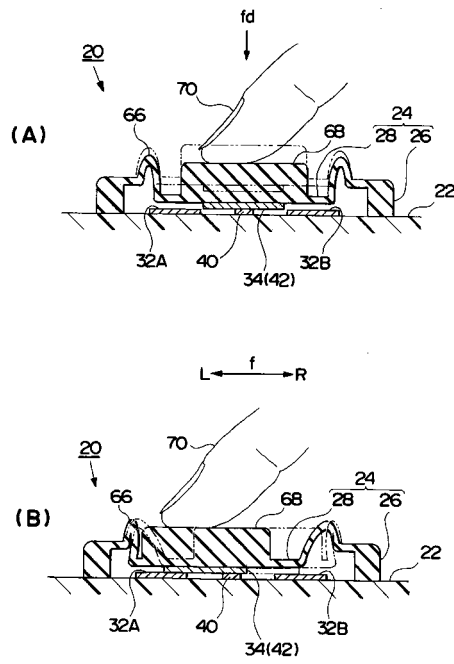
【図 21】



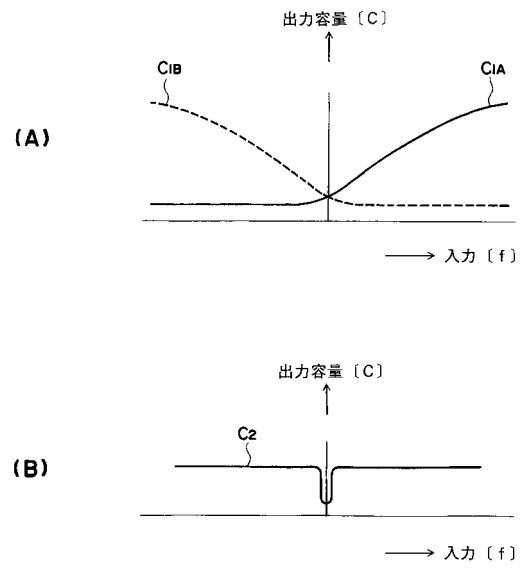
【図 22】



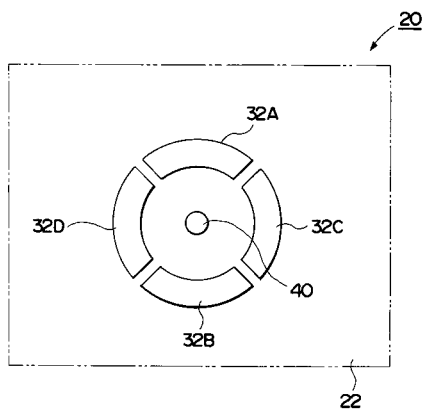
【図 2 3】



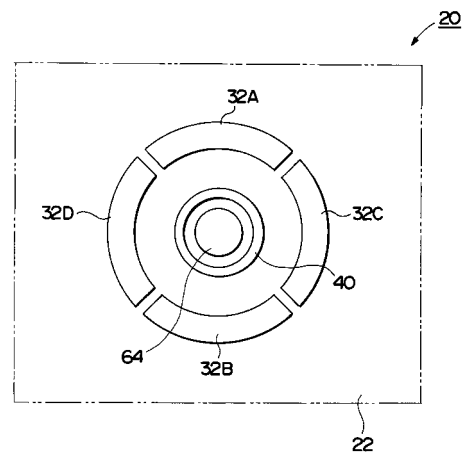
【図 2 4】



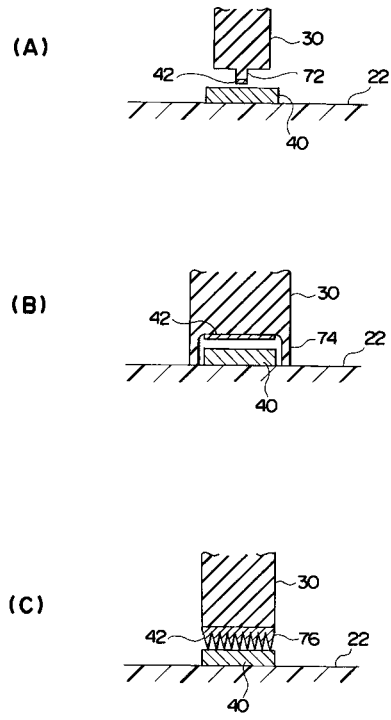
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-165790(JP,A)  
特開平09-049856(JP,A)  
特開2004-117042(JP,A)  
特開2000-249609(JP,A)  
特開2000-214002(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01L 1/14  
G01P 15/125