(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-107140
(P2006-107140A)
(43)公開日　平成18年4月20日(2006.4.20)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G06F	3/041	(2006.01)	G06F	3/03	380D	5B068
H01H	9/16	(2006.01)	G06F	3/033	360P	5B087
H01H	13/712	(2006.01)	H01H	9/16	G	5G006
			H01H	13/70	E	5G052

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 38 頁）

(21)出願番号　特願2004-293056 (P2004-293056)
(22)出願日　平成16年10月5日 (2004.10.5)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100090376
弁理士　山口　邦夫
(74)代理人　100095496
弁理士　佐々木　榮二
(72)発明者　高島　宏一郎
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　丸山　重明
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

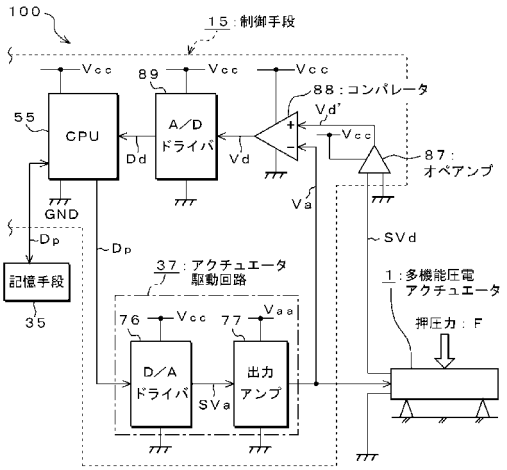
最終頁に続く

(54)【発明の名称】触覚機能付きの入出力装置及び電子機器

(57)【要約】

【課題】　操作者の指に触覚を提示している状態で、同一のアクチュエータを連続操作して新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等を入力できるようにする。
【解決手段】　操作者の指の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて操作者の指に触覚を提示する機能とを有したアクチュエータ１と、このアクチュエータ１の入出力を制御する制御手段１５とを備え、制御手段１５は、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から第１の力検出信号を入力し、この力検出信号に基づいてアクチュエータ１に振動制御電圧を出力し、アクチュエータ１が振動制御電圧に基づいて操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から得られる第２の力検出信号を入力判別するものである。
【選択図】　図１

第１の実施例としての触覚機能付きの入出力装置１００の構成例



【特許請求の範囲】
【請求項１】
操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示する機能とを有した圧電複合手段と、
前記圧電複合手段の入出力を制御する制御手段とを備え、
前記制御手段は、
前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、
前記第１の力検出信号に基づいて前記圧電複合手段に振動制御信号を出力し、
前記圧電複合手段が振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別することを特徴とする触覚機能付きの入出力装置。
【請求項２】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から出力される力検出信号と前記圧電複合手段に出力される振動制御信号とに基づいて差を演算することにより前記第２の力検出信号を判別することを特徴とする請求項１に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項３】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記第２の力検出信号に基づく力検出情報が正である場合又は当該力検出信号に基づく力検出情報が負である場合によって、前記圧電複合手段への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別することを特徴とする請求項２に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項４】
前記圧電複合手段は、
給電用の電極、共通電極及び信号検出用の電極と、
前記給電用の電極及び共通電極の間に接合された第１の圧電素子と、
前記共通電極及び信号検出用の電極の間に接合された第２の圧電素子とを備え、
前記給電用の電極と共通電極との間には所定の電圧が供給され、
前記検出用の電極からは、外力に基づく力検出信号を含む力検出信号が取り出されることを特徴とする請求項１に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項５】
入力項目選択用の表示画面上で操作体によって入力操作される触覚機能付き入出力装置であって、
前記表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する入力手段と、
前記入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する制御手段と、
前記制御手段から出力される前記振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する圧電複合手段とを備え、
前記制御手段は、
前記圧電複合手段が振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる力検出信号を判別することを特徴とする触覚機能付きの入出力装置。
【請求項６】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から出力される力検出信号と前記圧電複合手段に出力される振動制御信

号とに基づいて差を演算することにより前記第２の力検出信号を判別することを特徴とする請求項５に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項７】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記力検出情報が正である場合又は当該力検出情報が負である場合によって、前記圧電複合手段への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別することを特徴とする請求項５に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項８】
前記圧電複合手段は、
給電用の電極、共通電極及び信号検出用の電極と、
前記給電用の電極及び共通電極の間に接合された第１の圧電素子と、
前記共通電極及び信号検出用の電極の間に接合された第２の圧電素子とを備え、
前記給電用の電極と共通電極との間には所定の電圧が供給され、
前記検出用の電極からは、外力に基づく力検出信号を含む力検出信号が取り出されることを特徴とする請求項５に記載の触覚機能付きの入出力装置。
【請求項９】
操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示する機能とを有した圧電複合手段と、
前記圧電複合手段の入出力を制御する制御手段とを有する触覚機能付きの入出力装置を備えた電子機器において、
前記制御手段は、
前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、
前記第１の力検出信号に基づいて前記圧電複合手段に振動制御信号を出力し、
前記圧電複合手段が振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別することを特徴とする電子機器。
【請求項１０】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から出力される力検出信号と前記圧電複合手段に出力される振動制御信号とに基づいて差を演算することにより前記第２の力検出信号を判別することを特徴とする請求項９に記載の電子機器。
【請求項１１】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記第２の力検出信号に基づく力検出情報が正である場合又は当該力検出信号に基づく力検出情報が負である場合によって、前記圧電複合手段への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別することを特徴とする請求項１０に記載の電子機器。
【請求項１２】
前記圧電複合手段は、
給電用の電極、共通電極及び信号検出用の電極と、
前記給電用の電極及び共通電極の間に接合された第１の圧電素子と、
前記共通電極及び信号検出用の電極の間に接合された第２の圧電素子とを備え、
前記給電用の電極と共通電極との間には所定の電圧が供給され、
前記検出用の電極からは、外力に基づく力検出信号を含む力検出信号が取り出されることを特徴とする請求項９に記載の電子機器。
【請求項１３】
入力項目選択用の表示画面上で操作体によって入力操作される触覚機能付きの入出力装

置を備えた電子機器であって、
前記入出力装置は、
前記表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する入力手段と、
前記入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する制御手段と、
前記制御手段から出力される前記振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する圧電複合手段とを有し、
前記制御手段は、
前記圧電複合手段が振動制御信号に基づいて前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から得られる力検出信号を判別することを特徴とする電子機器。
【請求項１４】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記圧電複合手段から出力される力検出信号と前記圧電複合手段に出力される振動制御信号とに基づいて差を演算することにより前記第２の力検出信号を判別することを特徴とする請求項１３に記載の電子機器。
【請求項１５】
前記制御手段は、
前記操作体に触覚を提示している状態で、更に、前記圧電複合手段が押下されたとき、前記力検出情報が正である場合又は当該力検出情報が負である場合によって、前記圧電複合手段への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別することを特徴とする請求項１３に記載の電子機器。
【請求項１６】
前記圧電複合手段は、
給電用の電極、共通電極及び信号検出用の電極と、
前記給電用の電極及び共通電極の間に接合された第１の圧電素子と、
前記共通電極及び信号検出用の電極の間に接合された第２の圧電素子とを備え、
前記給電用の電極と共通電極との間には所定の電圧が供給され、
前記検出用の電極からは、外力に基づく力検出信号を含む力検出信号が取り出されることを特徴とする請求項１３に記載の電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、予め準備された入力項目選択用の表示画面の中からアイコンを選択して情報を入力する際に操作者の指に触覚を提示するようにした情報処理装置や、携帯電話機、情報携帯端末装置等に適用して好適な触覚機能付きの入出力装置及び電子機器に関する。
【０００２】
詳しくは、触覚制御シーケンスにおいて、最初の入力を受けた後、更に出力を実行し、その状態で更に新たな異なる入力を受ける場合であって、第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段を振動制御信号に基づいて触覚提示制御する制御手段を備え、更に、圧電複合手段が押下されたとき、その圧電複合手段から得られる第２の力検出信号に基づいて入力を判別するようにして、操作体に触覚を提示している状態で、第２の力検出信号をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力を操作できるようにしたものである。
【背景技術】
【０００３】
近年、ユーザ（操作者）は、ゲーム装置や、携帯電話機、ＰＤＡ（Personal Digital Assistants）等の携帯端末装置に様々なコンテンツを取り込み、それを利用する場合が多

くなってきた。これらの携帯端末装置には、キーボードや、ＪＯＧダイヤル等の入力装置、更に、表示部を組み合わせたタッチパネルなどの入力装置が使用され、各種情報を入力するようになされる。

【０００４】

また、アクチュエータを組み合わせた入出力装置も開発されている。アクチュエータは、２層以上のひずみ量の異なる圧電素子、又は、圧電素子と非圧電素子とを貼り合わせ、この貼合体の圧電素子に振動制御電圧を印加したとき、双方のひずみ量の差によって生じる貼合体の曲げ変形を力学的に利用するものである（振動体機能）。反対に、圧電素子に力を加えると電圧を発生することが知られている（力検出センサ機能）。アクチュエータには、いわゆるバイモルフアクチュエータや、ユニモルフアクチュエータ、円盤アクチュエータ（これらを総括して、以下、単にアクチュエータという）等が使用される場合が多い。

【０００５】

この種のアクチュエータを備えた電子機器に関して、特許文献１には、入力出力装置及び電子機器が開示されている。この電子機器によれば、多層圧電バイモルフ型アクチュエータ及びタッチパネルを有する入出力装置を備え、多層圧電バイモルフ型アクチュエータは、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる触覚を使用者にフィードバックするようになされる。このように電子機器を構成すると、使用者に対して、情報の種類に応じた入力操作に対する触覚フィードバックを確実に提供できるというものである。

【０００６】

これらのアクチュエータを用いた触覚フィードバック制御では、タッチパネルが外部からの入力（位置および、加圧力）を検出し、制御系がタッチパネルからの入力情報をトリガにして、当該タッチパネルまたは筐体を振動させるようになされる。

【０００７】

【特許文献１】特開２００４－９４３８９号公報（第４乃至５頁　第１１図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

ところで、従来例に係る触覚入力機能付きのゲーム装置や、情報処理装置、携帯電話機、情報携帯端末装置等の電子機器において、アクチュエータ機能と力検出センサ機能とを備えた圧電複合手段を利用して入出力装置を構成しようとした場合に、次のような問題がある。

【０００９】

ｉ．特許文献１に見られるような多層圧電バイモルフ型アクチュエータを備えた電子機器等に、圧電複合手段を適用した場合であって、その圧電複合手段のアクチュエータ機能と力検出センサ機能とを個々に切り替えて使用する場合には、力検出センサ機能への振動制御電圧の回り込みが生じないので、何ら問題が生じない。しかしながら、アクチュエータ機能と力検出センサ機能とを同時に使用する場合には、力検出センサ機能へ振動制御電圧が回り込んで、力検出処理が複雑になる。

【００１０】

ii．このアクチュエータ機能と力検出センサ機能とを同時に使用する場合として、操作者の指に触覚を提示している状態で、同一の圧電複合手段を連続操作して新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等を入力する場合が想定される。これは、電子機器のアプリケーションによって、“出力をしながら入力を受け付ける“ことが必要な場合があるからである。

【００１１】

例えば、ゲーム装置において、標的に向けて、操作者が指で操作する機銃等を連射するシーンの場合である。このシーンで、操作者の指に触覚を提示するための振動制御電圧の出力波形が、最大で１．０sec程度になる場合が想定される。従って、そのシーンが終結するのを待たずして、次の入力検出を行なう必要が生じた場合に、１．０秒毎にしか入力

を受け付けないのでは、触覚制御シーケンスの高速データ処理の妨げとなる。

【００１２】

iii. このような場合に、制御系で、振動体としてのアクチュエータへ供給される振動制御電圧と、力検出機能としてのアクチュエータから検出される力検出電圧をモニタして入力を判別する方法が考えられるが、何らの工夫無しに、データ処理すると、外力が加わっていないのにも係わらず、「入力有り」と判別してしまい、力検出における信頼性が低下するおそれがある。このように、操作者の指（操作体）に触覚を提示している状態で、同一の圧電複合手段を連続操作して新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等を入力することが困難となる。

【００１３】

そこで、この発明はこのような従来の課題を解決したものであって、操作体に触覚を提示している状態で、同一の圧電複合手段を連続操作して新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等を入力できるようにした触覚機能付きの入出力装置及び電子機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

上述した課題は、操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する機能とを有した圧電複合手段と、この圧電複合手段の入出力を制御する制御手段とを備え、制御手段は、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段に振動制御信号を出力し、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別することを特徴とする触覚機能付きの第１の入出力装置によって解決される。

【００１５】

本発明に係る触覚機能付きの第１の入出力装置によれば、圧電複合手段は、操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する機能とを有している。これを前提にして、制御手段は、圧電複合手段の入出力を制御する。制御手段は、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、この第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段に振動制御信号を出力する。圧電複合手段は振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する。この状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、制御手段は、圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別する。

【００１６】

例えば、操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、制御手段は、圧電複合手段から出力される力検出信号と圧電複合手段に出力される振動制御信号とに基づいて差を演算する。この演算により第２の力検出信号を判別する。従って、第２の力検出信号をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。

【００１７】

本発明に係る第２の入出力装置は、入力項目選択用の表示画面上で操作体によって入力操作される触覚機能付き入出力装置であって、表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する入力手段と、この入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する制御手段と、この制御手段から出力される振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する圧電複合手段とを備え、制御手段は、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる力検出信号を判別することを特徴とするものである。

【００１８】

本発明に係る第２の入出力装置によれば、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する

場合に、入力手段は、表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する。制御手段は、入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する。圧電複合手段は、制御手段から出力される振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する。これを前提にして、制御手段は、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる力検出信号を判別するようになされる。従って、力検出情報をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。

【００１９】

本発明に係る第１の電子機器は、操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する機能とを有した圧電複合手段と、この圧電複合手段の入出力を制御する制御手段とを有する触覚機能付きの入出力装置を備えた電子機器において、制御手段は、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段に振動制御信号を出力し、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別することを特徴とするものである。

【００２０】

本発明に係る第１の電子機器によれば、第１の入出力装置が応用される。これを前提にして、圧電複合手段は、操作体の押圧力を検出して力検出信号を出力する機能と、振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する機能とを有している。制御手段は、圧電複合手段の入出力を制御する。制御手段は、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる第１の力検出信号を入力し、この第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段に振動制御信号を出力する。圧電複合手段は振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示する。この状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、制御手段は、圧電複合手段から得られる第２の力検出信号を判別する。従って、第２の力検出信号をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。

【００２１】

本発明に係る第２の電子機器は、入力項目選択用の表示画面上で操作体によって入力操作される触覚機能付きの入出力装置を備えた電子機器であって、入出力装置は、表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する入力手段と、この入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する制御手段と、この制御手段から出力される振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する圧電複合手段とを有し、制御手段は、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる力検出信号を判別することを特徴とするものである。

【００２２】

本発明に係る第２の電子機器によれば、第２の入出力装置が応用される。これを前提にして、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する場合に、入力手段は、表示画面上の操作体の接触位置を検出して位置検出信号を出力する。制御手段は、入力手段から出力される位置検出信号に基づいて振動制御信号を発生する。圧電複合手段は、制御手段から出力される振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示すると共に、当該操作体の接触位置における力を検出して力検出信号を出力する。制御手段は、圧電複合手段が振動制御信号に基づいて操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、圧電複合手段から得られる力検出信号を判別するようになされる。従って、力検出情報をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。

【発明の効果】

【００２３】

本発明に係る触覚機能付きの第１の入出力装置によれば、第１の力検出信号に基づいて圧電複合手段を振動制御信号に基づいて触覚提示制御する制御手段を備え、この制御手段は、更に、圧電複合手段が押下されたとき、その圧電複合手段から得られる第２の力検出信号に基づいて入力を判別するようになされる。

【００２４】

この構成によって、操作体に触覚を提示している状態で、第２の力検出信号をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。従って、触覚機能付きの入出力装置の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【００２５】

本発明に係る触覚機能付きの第２の入出力装置によれば、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する場合に、操作体の接触位置を検出して得た位置検出信号に基づいて触覚提示制御をする制御手段を備え、この制御手段は、操作体に触覚を提示している状態で、更に、圧電複合手段が押下されたとき、その圧電複合手段から得られる力検出情報を判別するようになされる。

【００２６】

この構成によって、操作体に触覚を提示している状態で、力検出情報をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。従って、触覚機能付きの入出力装置の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【００２７】

本発明に係る第１の電子機器によれば、第１の入出力装置が応用されるので、操作体に触覚を提示している状態で、第２の力検出信号をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。従って、触覚機能付きの第１の入出力装置を応用した電子機器の機能の向上を図ることができる。

【００２８】

本発明に係る第２の電子機器によれば、第２の入出力装置が応用されるので、操作体に触覚を提示している状態で、力検出情報をトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。従って、触覚機能付きの第２の入出力装置を応用した電子機器の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２９】

続いて、この発明に係る触覚機能付きの入出力装置及び電子機器の一実施例について、図面を参照しながら説明をする。

【実施例１】

【００３０】

図１は本発明に係る第１の実施例としての触覚機能付きの入出力装置１００の構成例を示すブロック図である。

図１に示す触覚機能付きの入出力装置１００は、入力操作時、操作体としての操作者の指に触覚を提示する装置であり、各種入力情報を処理するゲーム装置や、情報処理装置、携帯電話機、情報携帯端末装置等に適用して好適である。この入出力装置１００は、多機能圧電アクチュエータ（以下単にアクチュエータという）１、記憶手段３５及び制御手段１５を備えて構成される。

【００３１】

アクチュエータ１は圧電複合手段の一例であり、圧電素子を積層したものであって、振動制御信号ＳＶａに基づいて操作者の指に触覚を提示する機能と、例えば、操作者の指の押圧力Ｆを検出して力検出信号ＳＶｄを出力する機能とを有している。振動制御信号ＳＶａは、アンプ等により増幅して振動制御電圧（アクチュエータ駆動電圧）Ｖａとしてアクチュエータ１に印加される。力検出信号ＳＶｄは、検出電圧Ｖｄを含んでアクチュエータ

１から取り出される。
【００３２】
力検出信号ＳＶｄは、操作者の指等による押圧力Ｆによって発生する。アクチュエータ１は、触覚提示時において、押圧力Ｆを検出した場合に、力検出信号ＳＶｄを出力する。力検出信号ＳＶｄには、検出電圧Ｖｄの信号成分と振動制御電圧Ｖａの信号成分とが含まれる。例えば、力検出信号ＳＶｄは、振動制御信号ＳＶａが検出電圧Ｖｄによって変調され、検出電圧Ｖｄの信号成分と振動制御電圧Ｖａの信号成分とが合成された形態となる。
【００３３】
制御手段１５は、アクチュエータ１の入出力を制御するように機能する。制御手段１５は、例えば、アクチュエータ駆動回路３７、ＣＰＵ５５、オペアンプ８７、コンパレータ８８及びＡ／Ｄドライバ８９を有しており、これらの回路やドライバ等が通常の電源Ｖｃｃに接続されて構成される。当該入出力装置１００を携帯端末装置に適用する場合に、電源Ｖｃｃには、３Ｖ程度の直流電源が使用される。
【００３４】
オペアンプ８７は、アクチュエータ１の検出端子に接続され、当該アクチュエータ１から出力される力検出信号ＳＶｄを増幅して力検出電圧Ｖｄ’をコンパレータ８８に出力する。アクチュエータ１の周辺回路は、電気回路が閉じているので、当該アクチュエータ１が操作体で押下されると、コンデンサの容量で、アクチュエータ１の検出端子に検出電圧Ｖｄが発生する。このコンデンサに蓄積された電荷は、閉回路によって放電され、時刻経過と共に回路で消費されてしまう。これでは、ずっとアクチュエータ１が押下された場合、加圧力Ｆ－検出電圧Ｖｄの線形性が保たれない。これを解決するため、抵抗１０ＫΩレベル程度のオペアンプ８７が挿入されている。つまり、オペアンプ８７を挿入することで、電荷の消費が抑えられ、加圧力Ｆ－検出電圧Ｖｄの線形性を保つようになされる。
【００３５】
オペアンプ８７には、入力手段を構成するコンパレータ８８が接続され、振動制御電圧Ｖａと検出電圧Ｖｄを含む力検出電圧Ｖｄ’とを入力して比較処理を実行する。この比較処理では、操作者の指等でアクチュエータ１が押下され、加圧力Ｆ－検出電圧Ｖｄの特性が存在する場合であって、コンパレータ８８は検出電圧Ｖｄを出力するようになされる（図４参照）。
【００３６】
コンパレータ８８には、Ａ／Ｄドライバ８９が接続され、検出電圧Ｖｄをアナログ・デジタル変換した力検出データＤｄを出力するようになされる。Ａ／Ｄドライバ８９では、コンパレータ８８の出力である検出電圧Ｖｄが正（Ｖｄ＞０）の場合、又は、負（Ｖｄ＜０）の場合を基準にして入力有無を判別するようになされる。Ａ／Ｄドライバ８９では、コンパレータ８８から出力される検出電圧Ｖｄに関して、例えば、８μsec程度の高いクロック信号によりサンプリング処理する。従って、Ｖｄ＞０の場合は、入力有りとみなしてサンプリング処理を続行する。Ｖｄ＜０の場合は、入力無しとみなして、サンプリング処理を続行する。ＣＰＵ５５は、接触位置や、加圧力等の入力情報を判別するようになされる。
【００３７】
この例では、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。アクチュエータ１が振動していない場合は、必ず、Ｖｄ＞０となって、力検出データＤｄはＣＰＵ５５に出力されるようになる。なお、連続的な押圧力Ｆの変化を読み込む間は、β＝０となされることから、「Ｖｄ’－αＶａ」を直接、入力有無の判別基準となされる。
【００３８】
Ａ／Ｄドライバ８９には、ＣＰＵ５５が接続される。ＣＰＵ５５には更に記憶手段３５が接続され、振動パターンデータＤｐを格納するようになされる。例えば、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１が押下されたとき、当該アクチュエータ１から得られる第１の力検出データＤｄを入力する。ＣＰＵ５５は、力検出データＤｄに基づいて記憶手段３５から振

動パターンデータＤｐを読み出し、この振動パターンデータＤｐをアクチュエータ駆動回路３７に出力する。ＣＰＵ５５にはアクチュエータ駆動回路３７が接続される。

【００３９】

アクチュエータ駆動回路３７は、Ｄ／Ａドライバ７６及び出力アンプ７７を有して構成される。Ｄ／Ａドライバ７６では、ＣＰＵ５５によって読み出された振動パターンデータＤｐをデジタル・アナログ変換して振動制御信号ＳＶａを発生する。これにより、第１の力検出データＤｄに基づいて振動制御信号ＳＶａを発生することができる。

【００４０】

Ｄ／Ａドライバ７６には出力アンプ７７が接続される。出力アンプ７７は、通常電圧Ｖｃｃよりも高い、２０Ｖ程度の駆動電源Ｖａａに接続され、振動制御信号ＳＶａ及び駆動電源Ｖａａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。このように、アクチュエータ駆動回路３７は、振動パターンデータＤｐに基づいて振動制御信号ＳＶａを発生し、その後、振動制御信号ＳＶａを増幅する。増幅後の振動制御信号ＳＶａは振動制御電圧Ｖａとなってアクチュエータ１に印加される。アクチュエータ１は、振動制御電圧Ｖａに基づいて振動する。この振動によって操作者の指に触覚を提示することができる。

【００４１】

この例で、上述したコンパレータ８８は、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、当該アクチュエータ１から出力される力検出信号ＳＶｄに基づく力検出電圧Ｖｄ’とアクチュエータ１に印加される振動制御信号ＳＶａに基づく振動制御電圧Ｖａとに基づいてその差を演算することにより検出電圧Ｖｄを出力する。

【００４２】

また、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１が振動制御信号ＳＶａに基づいて操作者の指に触覚を提示している状態で、アクチュエータ１が押下されたとき、当該アクチュエータ１から得られる第２の力検出データＤｄを入力する。力検出データＤｄはＡ／Ｄドライバ８９からＣＰＵ５５へ出力される。そして、ＣＰＵ５５は、第２の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄが正（Ｖｄ＞０）である場合又は当該力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄが負（Ｖｄ＜０）である場合によって、アクチュエータ１への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別するようになされる。これにより、ＣＰＵ５５は、入力を受けながら更に触覚発生出力を実行し、その状態で更なる新たな異なる入力を受付できるようになる。

【００４３】

図２Ａ及びＢは、圧電複合手段の一例となる多機能圧電アクチュエータ１の構成例を示す斜視図及び断面図である。

図２Ａに示す結線固定型の多機能圧電アクチュエータ（以下単にアクチュエータという）１は、圧電複合手段の一例であり、圧電アクチュエータ機能と力検出センサ機能とを有するものである。アクチュエータ１は、図２Ｂに示すように、少なくとも、１つの積層体が電気的に２つ単層圧電体４ａ及び４ｂに区分（分割）されて構成される。アクチュエータ１は、給電用の電極（以下給電電極という）２と、共通電極６と、信号検出用の電極（以下検出電極という）８とを有している。給電電極２と共通電極６との間には第１の圧電素子３が接合されて、一方の単層圧電体４ａを構成する。単層圧電体４ａで給電電極２と共通電極６との間には所定の電圧（振動制御電圧）Ｖａが供給され、圧電アクチュエータとして機能される。

【００４４】

また、共通電極６と検出電極８との間には第２の圧電素子７が接合されて、他方の単層圧電体４ｂが構成される。この検出電極８からは、外力に基づく力検出信号ＳＶｄ（以下で力検出電圧Ｖｄともいう）が取り出され、力検出センサとして機能される。アクチュエータ１は、３つの端子９ａ，９ｂ，９ｃを有している。第１の端子９ａは給電電極２に接続される。この端子９ａには引き出し線Ｌ１が接続される。第２の端子９ｂは共通電極６に接続される。この端子９ｂには引き出し線Ｌ２が接続される。第３の端子９ｃは検出電

極８に接続される。この端子９ｃには引き出し線Ｌ３が接続される。

【００４５】

上述のようにアクチュエータ１を構成して、引き出し線Ｌ１と引き出し線Ｌ２にアクチュエータ制御手段を接続し、第１の圧電素子３に端子９ａ，９ｂ，９ｃ及び端子９ａ，９ｂ，９ｃを介して給電すると、第１の圧電素子３が振動する。また、外力が第２の圧電素子７に加わると、引き出し線Ｌ３に検出電圧Ｖｄを出力するようになされる。これにより、給電電極２と共通電極６との間に供給した所定の電圧Ｖａにより変調を受けた外力に基づく力検出信号（検出電圧Ｖｄ）のみを取り出せるようになされる。アクチュエータ１は、両機能を同時に使用可能な低電圧駆動型の多機能アクチュエータ等を構成する。

【００４６】

図３は、アクチュエータ１の機能例を示すグラフ図である。図３において、横軸は加圧力Ｆ［ｇｆ］である。加圧力Ｆ［ｇｆ］は、操作者の指等による押圧力より変化する。縦軸は、加圧力Ｆに対する検出電圧Ｖｄ［Ｖ］である。アクチュエータ１は、押圧力Ｆ１のとき、検出電圧Ｖｄ＝Ｘ［Ｖ］を発生し、押圧力Ｆ２のとき、検出電圧Ｖｄ＝Ｙ［Ｖ］を発生する。従って、第１の閾値としてＶｄ＝Ｘを設定し、閾値Ｘを越える検出電圧（Ｖｄ＞Ｘ）が得られる加圧力Ｆを検出したとき、ＣＰＵ５５は、閾値Ｘに基づいて入力が有った旨を判別するようになされる。

【００４７】

また、第２の閾値としてＶｄ＝Ｙ（Ｙ＞Ｘ）を設定し、閾値Ｙを越える検出電圧（Ｖｄ＞Ｙ）が得られる加圧力Ｆを検出したとき、ＣＰＵ５５は、閾値Ｙに基づいて更なる入力が有った旨を判別するようになされる。

【００４８】

図４Ａ～Ｃは、コンパレータ８８の機能例を示す波形図である。図４Ａは、出力アンプ７７の出力波形であって、振動制御電圧Ｖａを模擬する波形である。振動制御電圧Ｖａは、その説明を簡単化するため正弦波で示している。図４Ｂは、アクチュエータ押下時の出力波形であって、検出電圧Ｖｄを含む力検出電圧Ｖｄ’を模擬する波形である。図４Ｃは、検出電圧Ｖｄを示す波形である。検出電圧Ｖｄは、その説明を簡単化するため矩形波で示している。

【００４９】

図４Ａに示す振動制御電圧Ｖａと、図４Ｂに示す検出電圧Ｖｄを含む力検出電圧Ｖｄ’とは、図１に示したコンパレータ８８に入力される。コンパレータ８８は、振動制御電圧Ｖａと力検出電圧Ｖｄ’とを入力して比較処理を実行する。この比較処理では、操作者の指等でアクチュエータ１が押下され、加圧力Ｆ－検出電圧Ｖｄの特性が存在する場合であって、コンパレータ８８は、（１）式、すなわち、

$$Vd = Vd' - \alpha Va - \beta \cdots\cdots (1)$$

により図４Ｃに示す検出電圧Ｖｄを演算するように動作する。

【００５０】

αは演算係数であって、０＜α＜１の間の値であり、アクチュエータ１が加圧されながら、振動制御電圧Ｖａが印加された場合に、検出端子から取り出せる検出電圧Ｖｄが振動制御電圧Ｖａに対して多少小さくなったことを考慮した値である。βは検出電圧Ｖｄを判別する閾値であって、β＝ＸやＹの値が代入され、アプリケーションが想定する加圧力Ｆの閾値に各々対応する。なお、連続的な押圧力Ｆの変化を読み込む間は、β＝０となされる。

【００５１】

図５は、触覚機能付きの入出力装置１００の動作例を示すフローチャートである。

この実施例では、携帯端末装置等の触覚制御シーケンスにおいて、最初の入力を受けた後、更に出力を実行し、その状態で更に新たな異なる入力を受ける場合であって、第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ１が振動制御電圧Ｖａにより操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、そのアクチュエータ１から第２の力検出データＤｄを得て、その操作者の指に触覚を提示し

ている状態で、第２の力検出データＤｄをトリガにして制御を実行する。

【００５２】

これらを動作条件にして、図５に示すフローチャートにおいて、まず、ステップＡ１で電源オンを待機する。例えば、ＣＰＵ５５は電源オン情報を検出してシステムを起動する。電源オン情報は通常、携帯端末装置等において、時計機能等が稼働し、スリーピング状態にある携帯端末装置等の電源スイッチをオンされたときに発生する。ＣＰＵ５５は、電源オン情報を検出してステップＡ２に移行する。

【００５３】

ステップＡ２でＣＰＵ５５は、アクチュエータ１からの触覚起動要求を待機する。触覚起動要求は、アクチュエータ１の力検出機能→オペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じてＣＰＵ５５に与えられる。例えば、アクチュエータ１の検出端子に接続されたオペアンプ８７は、当該アクチュエータ１から出力される力検出信号ＳＶｄを増幅して力検出電圧Ｖｄ’をコンパレータ８８に出力する。

【００５４】

コンパレータ８８は、振動制御電圧Ｖａと検出電圧Ｖｄを含む力検出電圧Ｖｄ’とを入力して比較処理を実行する。この比較処理では、操作者の指等でアクチュエータ１が押下され、加圧力Ｆ－検出電圧Ｖｄの特性が存在する場合であって、コンパレータ８８が、先に示した（１）式により、図４Ｃに示す検出電圧Ｖｄを演算するように動作する。コンパレータ８８は検出電圧ＶｄをＡ／Ｄドライバ８９に出力する。

【００５５】

Ａ／Ｄドライバ８９は、検出電圧Ｖｄをアナログ・デジタル変換した力検出データＤｄを出力するようになされる。Ａ／Ｄドライバ８９では、コンパレータ８８の出力である検出電圧Ｖｄが正（Ｖｄ＞０）の場合、又は、負（Ｖｄ＜０）の場合を基準にして入力有無を判別するようになされる。アクチュエータ１が振動していない場合は、必ず、Ｖｄ＞０となって、最初の力検出データＤｄは、触覚起動要求となってＣＰＵ５５に出力される。

【００５６】

ＣＰＵ５５は、触覚起動要求が有った場合は、ステップＡ３及びＡ４に移行して並列処理を実行する。ステップＡ３ではアクチュエータ駆動回路３７は、触覚提示処理を実行する。例えば、ＣＰＵ５５は、力検出データＤｄに基づいて記憶手段３５から振動パターンデータＤｐを読み出し、この振動パターンデータＤｐをアクチュエータ駆動回路３７に出力する。

【００５７】

アクチュエータ駆動回路３７では、Ｄ／Ａドライバ７６が、ＣＰＵ５５によって読み出された振動パターンデータＤｐをデジタル・アナログ変換して振動制御信号ＳＶａを発生する。振動制御信号ＳＶａは、Ｄ／Ａドライバ７６から出力アンプ７７へ出力される。出力アンプ７７は、振動制御信号ＳＶａ及び駆動電源Ｖａａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。振動制御電圧Ｖａは、出力アンプ７７からアクチュエータ１に印加される。アクチュエータ１は、振動制御電圧Ｖａに基づいて振動する。この振動によって操作者の指に触覚を提示することができる。

【００５８】

これに並行してＣＰＵ５５は、ステップＡ４で更なる入力を待機する。この際の入力も、アクチュエータ１の力検出機能→オペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じてＣＰＵ５５に与えられる。つまり、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。

【００５９】

この例では、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付けると、コンパレータ８８の出力である検出電圧Ｖｄが正（Ｖｄ＞０）となるので、第２の力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。なお、連続的な押圧力Ｆの変化を読み込む間は、β＝０となされることから、「Ｖｄ’－αＶａ」を直接、入力有無の判別基準となされる。

【００６０】
上述の例で、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、入力が有った場合は、ステップＡ５に移行してＣＰＵ５５は、入力処理を実行する。この入力処理には、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作が含まれている。その後、ステップＡ６に移行してＣＰＵ５５は、電源オフ情報を検出して入出力処理の終了判断をする。電源オフ情報が検出されない場合は、ステップＡ２に戻ってＣＰＵ５５は触覚起動要求を待機する。電源オフ情報を検出した場合は、入出力処理を終了する。
【００６１】
このように本発明に係る第１の実施例としての触覚機能付きの入出力装置１００によれば、最初の入力として、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から得られる第１の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力し、この第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ１に振動制御電圧Ｖａを出力する。アクチュエータ１は振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示する。その触覚提示状態で、更に、新たな異なる入力として、アクチュエータ１が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１から出力される第２の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力する。
【００６２】
この例では、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、コンパレータ８８は、オペアンプ８７から出力される力検出電圧Ｖｄ’と、出力アンプ７７からアクチュエータ１へ出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算する。この演算により第２の力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄドライバ８９に出力するようになる。
【００６３】
従って、Ａ／Ｄドライバ８９は、力検出電圧Ｖｄに基づいて信頼性良く入力判別することができる。この入力判別の結果から得られる第２の力検出データＤｄをトリガにして、ＣＰＵ５５は、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。これにより、触覚機能付きの入出力装置１００の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。
【実施例２】
【００６４】
図６Ａ及びＢは、第２の実施例としての入出力装置に使用可能な多機能圧電アクチュエータ（結線固定型）１０の構成例を示す斜視図及び断面図である。
図６Ａに示す多機能圧電アクチュエータ１０は、圧電複合手段の一例であり、圧電アクチュエータ機能と力検出センサ機能とを有するものである。多機能圧電アクチュエータ１０は、図６Ｂに示すように、少なくとも、１つの積層体１４が電気的に３つ積層圧電体群１４ａ，１４ｂ，１４ｃに区分（分割）されて構成される。
【００６５】
この例で積層圧電体群１４ｃの中央に位置する圧電素子から引き出された中央電極１３を力検出用とし、その積層圧電体群１４ｃの両側に位置する他の積層圧電体群１４ａ、１４ｂの圧電素子から引き出された電極を給電用となされる。この例では、電気的に分割された１つ又はそれ以上の積層圧電体群１４ａ、１４ｂ、１４ｃのうち曲げ変形する際の中立面に近い位置の積層圧電体群１４ｃを力検出用とし、中立面から離れた位置の積層圧電体群１４ａ、１４ｂをアクチュエータ用となされる。
【００６６】
この例で積層圧電体群１４ｃの中央に位置する圧電素子から引き出された中央電極１３は力検出センサに使用し、その積層圧電体群１４ｃの両側に位置する他の積層圧電体群１４ａ、１４ｂの圧電素子から引き出された電極は、アクチュエータの給電に使用するようになされる。この例では、電気的に分割された１つ又はそれ以上の積層圧電体群１４ａ、１４ｂ、１４ｃのうち曲げ変形する際の中立面に近い位置の積層圧電体群１４ｃを力検出センサに使用し、中立面から離れた位置の積層圧電体群１４ａ、１４ｂをアクチュエータ

として使用するようになされる。

【００６７】

第１の積層圧電体群１４ａは第１の積層体の一例であり、引出し電極（以下上部表面電極１１という）と圧電素子とを一以上積層したものである。各々の圧電素子は電極と圧電体から構成される。第２の積層圧電体群１４ｂは、第２の積層体の一例であり、引出し電極（以下下部表面電極１２という）と圧電素子とを一以上積層したものである。各々の圧電素子は電極と圧電体から構成される。上部表面電極１１と下部表面電極１２とは積層体内部で結線される。他の電極も積層体内部で結線されている。

【００６８】

第３の積層圧電体群１４ｃは第３の積層体の一例であり、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂとの間に積層されており、一以上の圧電素子を有している。積層圧電体群１４ｃは、他の引出し電極の一例となる中央電極１３を有している。中央電極１３は、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂに対して、及び、積層圧電体群１４ｃの曲げ変形の中立面に位置している。

【００６９】

結線固定型の多機能圧電アクチュエータ１０は、４つの端子１６ａ～１６ｄを有している。第１の端子１６ａは上部表面電極１１に接続される。この端子１６ａには引き出し線Ｌ１が接続される。第２の端子１６ｂは積層圧電体群１４ｂの引出し電極に接続される。この端子１６ｂには引き出し線Ｌ２が接続される。第３の端子１６ｃは積層圧電体群１４ｂの引出し電極に接続される。この端子１６ｃには引き出し線Ｌ３が接続される。第４の端子１６ｄは積層圧電体群１４ｃの引出し電極に接続される。この端子１６ｄには引き出し線Ｌ４が接続される。

【００７０】

結線固定型の多機能圧電アクチュエータ１０は上述のように構成する。そして、引き出し線Ｌ１と引き出し線Ｌ２にアクチュエータ駆動回路３７を接続し、積層圧電体群１４ａ及び積層圧電体群１４ｂの圧電素子に端子１６ａ及び端子１６ｂを介して給電すると、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂとが振動する。また、積層圧電体群１４ｃの圧電素子は外力が加わると、引き出し線Ｌ３及び引き出し線Ｌ３に検出電圧Ｖｄを出力する。

【００７１】

この実施例でも、検出電圧Ｖｄがオペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じて力検出データＤｄとしてＣＰＵ５５に与えられる。つまり、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。

【００７２】

このように、第２の実施例に係る多機能圧電アクチュエータ１０を応用した入出力装置によれば、最初の入力として、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１０が押下されたとき、アクチュエータ１０から得られる第１の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力し、この第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ１０に振動制御電圧Ｖａを出力する。アクチュエータ１０は振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示する。その触覚提示状態で、更に、新たな異なる入力として、アクチュエータ１０が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１０から出力される力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力する。

【００７３】

この例でも、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１０が押下されたとき、コンパレータ８８は、オペアンプ８７から出力される力検出電圧Ｖｄ’と、出力アンプ７７からアクチュエータ１０へ出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算する。この演算により第２の力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄドライバ８９に出力するようになる。

【００７４】

従って、多機能圧電アクチュエータ１０を応用した入出力装置においても、Ａ／Ｄドラ

イバ８９は、検出電圧Ｖｄに基づいて入力判別することができる。この入力判別の結果から得られる第２の力検出データＤｄをトリガにして、ＣＰＵ５５は、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。これにより、多機能圧電アクチュエータ１０を応用した触覚機能付きの入出力装置の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【実施例３】

【００７５】

図７は、第３の実施例としての入出力装置に使用可能な結線可変型の多機能圧電アクチュエータ３００の断面の構成例を示す図である。

図７に示す多機能圧電アクチュエータ３００は、電極と電極との間に圧電体を積層する形態で、合計１８層の圧電体＃１～＃１８と、上部表面電極１１と、下部表面電極１２と、中央電極１３と、１６層の電極ＩＥ１～ＩＥ１６を有した積層体を少なくとも、電気的に３つ積層圧電体群１４ａ，１４ｂ，１４ｃに区分されて構成される。この例でも結線固定型と同様にして、積層圧電体群１４ｃは、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂとの間に挟まれる形態を採る。

【００７６】

積層圧電体群１４ａは、上部表面電極１１と、電極ＩＥ１～ＩＥ５と、５層の圧電体＃１～＃５から構成され、圧電アクチュエータとして機能するようになされる。圧電体＃１は上部表面電極１１と電極ＩＥ１との間に積層され、圧電体＃２は電極ＩＥ１と電極ＩＥ２との間に積層され、圧電体＃３は電極ＩＥ２と電極ＩＥ３との間に積層され、圧電体＃４は電極ＩＥ３と電極ＩＥ４との間に積層され、圧電体＃５は電極ＩＥ４と引出し電極ＩＥ５との間に各々積層される。

【００７７】

積層圧電体群１４ｃは、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂとの間に積層されており、中央電極１３と、電極ＩＥ６～ＩＥ８と、４層の圧電体と、電極ＩＥ９～ＩＥ１１と、４層の圧電体から構成され、力検出センサとして機能するようになされる。圧電体＃６は電極ＩＥ５と電極ＩＥ６との間に積層され、圧電体＃７は電極ＩＥ６と電極ＩＥ７との間に積層され、圧電体＃８は電極ＩＥ７と電極ＩＥ８との間に積層され、圧電体＃９は電極ＩＥ８と中央電極１３との間に積層される。

【００７８】

また、圧電体＃１０は中央電極１３と電極ＩＥ９との間に積層され、圧電体＃１１は電極ＩＥ９と電極ＩＥ１０との間に積層され、圧電体＃１２は電極ＩＥ１０と電極ＩＥ１１との間に各々積層される。中央電極１３は、積層圧電体群１４ａと積層圧電体群１４ｂに対して、及び、積層圧電体群１４ｃの曲げ変形の中立面に位置している。

【００７９】

積層圧電体群１４ｂは、下部表面電極１２と、電極ＩＥ１３～ＩＥ１７と、５層の圧電体から構成され、圧電アクチュエータ３００として機能するようになされる。圧電体＃１３は電極ＩＥ１１と電極ＩＥ１２との間に積層され、圧電体＃１４は電極ＩＥ１２と電極ＩＥ１３との間に積層され、圧電体＃１５は電極ＩＥ１３と電極ＩＥ１４との間に積層され、圧電体＃１６は電極ＩＥ１４と電極ＩＥ１５との間に積層され、圧電体＃１７は電極ＩＥ１５と電極ＩＥ１６との間に積層され、圧電体＃１８は電極ＩＥ１６と下部表面電極１２との間に各々積層されている。

【００８０】

図７において、積層圧電体群１４ａで上部表面電極１１と電極ＩＥ２と電極ＩＥ４とは積層体内部で結線される。上部表面電極１１は第１端子１６ａを介して引き出し線Ｌ１に接続される。電極ＩＥ１と電極ＩＥ３とは積層体内部で引出し電極ＩＥ５に結線される。引出し電極ＩＥ５は第２端子１６ｂを介して引き出し線Ｌ２に接続される。

【００８１】

積層圧電体群１４ｃで電極ＩＥ８は積層体内部で引出し電極ＩＥ６に結線される。引出し電極ＩＥ６は端子１６ｃを介して引き出し線Ｌ３に接続される。電極ＩＥ７と電極ＩＥ

１０とは中央電極１３に結線される。中央電極１３は端子１６ｄを介して引き出し線Ｌ４に接続される。電極ＩＥ９は積層体内部で引出し電極ＩＥ１１に結線される。引出し電極ＩＥ１１は端子１６ｅを介して引き出し線Ｌ５に接続される。

【００８２】

積層圧電体群１４ｂで、電極ＩＥ１４と、電極ＩＥ１６とは積層体内部で引出し電極ＩＥ１２に結線される。引出し電極ＩＥ１２は端子１６ｆを介して引き出し線Ｌ６が接続される。電極ＩＥ１３と電極ＩＥ１５とは積層体内部で下部表面電極１２に結線される。下部表面電極１２は端子１６ｇを介して引き出し線Ｌ７に接続される。

【００８３】

なお、図７において、中央電極１３付近にある梨地に示す圧電体＃８～＃１２が力検出センサとして機能し、その上下にある白抜きの圧電体＃１～＃５及び圧電体＃１４～＃１８がアクチュエータ３００として機能する部分である。圧電体＃６及び＃１３はアクチュエータと力検出センサとの境界に位置しており、緩衝材として機能する。

【００８４】

図８Ａ及びＢは、多機能圧電アクチュエータ３００の制御系の構成例を示すブロック図である。

この例で、積層圧電体群１４ａ～１４ｃの各々の上部表面電極１１、電極ＩＥ５、電極ＩＥ６、中央電極１３、電極ＩＥ１１、電極ＩＥ１２、下部表面電極１２に接続された制御装置５０を備え、制御装置５０は、予め設定された制御信号に応じて積層圧電体群１４ａ、１４ｂの各々の上部表面電極１１、電極ＩＥ５、電極ＩＥ１２、下部表面電極１２に給電し、及び、積層圧電体群１４ｃの電極ＩＥ６、中央電極１３、電極ＩＥ１１に給電し、又は、当該電極ＩＥ６、中央電極１３、電極ＩＥ１１から力検出信号（検出電圧Ｖｄ）を検出するようになされる。

【００８５】

図８Ａに示す制御装置５０は、アクチュエータ駆動回路３７’、検出手段１７及び接続回路１８を備えており、多機能圧電アクチュエータ３００を圧電アクチュエータ＋力検出センサとして同時に機能させる場合である。アクチュエータ駆動回路３７’には、第１の実施例に示したアクチュエータ駆動回路３７にスイッチ選択機能を付加したものが使用される。検出手段１７には、第１の実施例に示したオペアンプ８７、コンパレータ８８及びＡ／Ｄドライバ８９から構成される入力手段が使用される。

【００８６】

接続回路１８は例えば、ＭＯＳＦＥＴスイッチ回路を利用したゲートアレイから構成される。アクチュエータ駆動回路３７’は上位の制御系（例えば、第１の実施例に示したＣＰＵ５５等）に接続され、その上位の制御系から、例えば、振動パターンデータＤｐと制御信号の一例となる機能選択信号ＳＥ１とを入力し、これらの振動パターンデータＤｐ及び機能選択信号ＳＥ１に基づいて多機能圧電アクチュエータ３００を駆動制御するようになされる。

【００８７】

アクチュエータ駆動回路３７’は、例えば、機能選択信号ＳＥ１が「圧電アクチュエータ＋力検出センサとして同時に機能させる」という内容のときは、スイッチ接続信号ＳＳ１を接続回路１８に出力して、引き出し線Ｌ１と引き出し線Ｌ７とを接続する。また、引き出し線Ｌ１と引き出し線Ｌ７とを接続してアクチュエータ駆動回路３７’に各々接続する。これにより、図６に示した端子１６ａ、１６ｂ、１６ｆ、１６ｇを介して積層圧電体群１４ａ及び積層圧電体群１４ｂの圧電体＃１～＃５及び圧電体＃１４～＃１８に至るアクチュエータ回路を構築することができる。

【００８８】

更に、アクチュエータ駆動回路３７’は、スイッチ接続信号ＳＳ１に基づいて引き出し線Ｌ３と引き出し線Ｌ５とを接続し、引き出し線Ｌ４を検出手段１７に各々接続する。これにより、図６に示した端子１６ｃ、１６ｄ、１６ｅを介して積層圧電体群１４ｃの中央電極１３及び圧電体＃７～＃１２に至る力検出センサ回路を構築することができる。

【００８９】
このようなアクチュエータ回路及び力検出センサ回路が構築された状態で、アクチュエータ駆動回路３７’は、振動パターンデータＤｐに基づく振動制御電圧Ｖａを発生する。振動制御電圧Ｖａは、引き出し線Ｌ１、Ｌ２、Ｌ６、Ｌ７を通じて、図６に示した端子１６ａ、１６ｂ、１６ｆ、１６ｇを介して積層圧電体群１４ａ及び積層圧電体群１４ｂの圧電体＃１～＃５及び圧電体＃１４～＃１８に給電すると、中央電極１３を基準にして、積層圧電体群１４ａが伸長し、積層圧電体群１４ｂが収縮するようにして振動する。従って、多機能圧電アクチュエータ３００をアクチュエータ機能として動作させることができる。

【００９０】
また、振動制御電圧Ｖａが供給された状態、又は、振動制御電圧Ｖａを供給しない状態で、積層圧電体群１４ｃの圧電体＃７～＃１２に対して外力が加わると、引き出し線Ｌ３及び引き出し線Ｌ３に力検出電圧Ｖｄが発生する。この力検出電圧Ｖｄは、検出手段１７に出力される。検出手段１７では、例えば、第１の実施例と同様にして、検出電圧Ｖｄがオペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じて力検出データＤｄとしてＣＰＵ５５に与えられる。つまり、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。

【００９１】
このように、第３の実施例に係る多機能圧電アクチュエータ３００を応用した入出力装置によれば、最初の入力として、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ３００が押下されたとき、アクチュエータ３００から得られる第１の力検出信号に基づく力検出データＤｄを入力し、この第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ３００に振動制御電圧Ｖａを出力する。アクチュエータ３００は振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示する。その触覚提示状態で、更に、新たな異なる入力として、アクチュエータ３００が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ３００から出力される第２の力検出信号に基づく力検出データＤｄを入力する。

【００９２】
この例でも、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ３００が押下されたとき、検出手段１７を構成するコンパレータ８８は、オペアンプ８７から出力される力検出電圧Ｖｄ’と、アクチュエータ駆動回路３７’（出力アンプ７７等）からアクチュエータ３００へ出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算する。この演算により検出電圧Ｖｄを検出手段１７内のＡ／Ｄドライバ８９に出力するようになる。

【００９３】
従って、多機能圧電アクチュエータ３００を応用した入出力装置においても、検出手段１７内のＡ／Ｄドライバ８９は、力検出電圧Ｖｄに基づいて入力判別することができる。この入力判別の結果から得られる第２の力検出データＤｄをトリガにして、ＣＰＵ５５は、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。これにより、多機能圧電アクチュエータ３００を応用した触覚機能付きの入出力装置の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【実施例４】

【００９４】
図９は、第４の実施例としての触覚機能付きの入出力装置４００の構成例を示す組立斜視図である。

この実施例では、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する場合に、操作者の指の接触位置を検出して得た位置検出情報に基づいて操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、触覚機能付きの入力手段８４が押下されたとき、制御手段１５’は、多機能圧電アクチュエータ６５ａ等から得られる力検出データを入力して、その力検出データをトリガにして、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようにした

ものである（第２の入出力装置）。

【００９５】

図９に示す触覚機能付き入出力装置４００は、入力項目選択用の表示画面に表示された複数のアイコンの１つに接触して当該表示画面上で入力操作されるものである。

【００９６】

入出力装置４００は、長さがＬｃｍ程度で、幅がＷｃｍ程度の大きさの入力手段８４と、同等の大きさの第１のフレーム４１と、同等の大きさの液晶表示ディスプレイから成る表示手段６２と、この表示手段６２を収納する大きさの第２のフレーム４７とが積層されて構成される。フレーム４７は表示手段抜け止め加工がなされており、フレーム４１及び４７は構造体（筐体）を構成する。

【００９７】

フレーム４７は、厚さ０．３ｍｍ程度のステンレスの枠体から構成され、表示手段６２を保護するようになされる。フレーム４７内には、表示手段６２が収納され、入力手段８４から得られる位置情報に基づいてアイコンを表示するように動作する。フレーム４７に収納された表示手段６２上には、フレーム４１が配置される。フレーム４１も、厚さ０．３ｍｍ程度のステンレスの枠体から構成され、その両側二辺には、振動手段取付用の橋架付きの開口部４８ａ，４８ｂが設けられている。

【００９８】

この開口部４８ａには、振動手段を構成するアクチュエータ６５ａが取付けられ、振動制御電圧Ｖａに基づいて表示画面（入力操作面）を振動するようになされる。アクチュエータ６５ａには、図示しない検出端子が設けられる。この例で、アクチュエータ６５ａの押下時に、検出端子から力検出信号ＳＶｄが出力される。アクチュエータ６５ａは、開口部４８ａの橋架部位上に固定部材４４ａ，４５ａを介して取り付けられる。同様にして、開口部４８ｂにはアクチュエータ６５ｂが取付けられ、振動制御電圧Ｖｂに基づいて表示画面（入力操作面）を振動するようになされる。アクチュエータ６５ｂにも、図示しない検出端子が設けられる。この例で、アクチュエータ６５ｂの押下時に、検出端子から力検出信号ＳＶｄが出力される。アクチュエータ６５ｂは、開口部４８ｂの橋架部位上に固定部材４４ｂ，４５ｂを介して取り付けられる。アクチュエータ６５ａ及び６５ｂには、第１～第３の実施例で説明した多機能圧電アクチュエータ１、１０又は３００が使用される。

【００９９】

振動制御電圧Ｖａ及びＶｂは、表示手段６２に表示されたアイコンの１つに操作者が接触（タッチ）すると、アクチュエータ６５ａに供給される。アクチュエータ６５ａ，６５ｂには、大きさ幅＝３ｍｍ×長さ＝３０ｍｍ程度で厚みが０．８ｍｍ程度の圧電素子が使用される。固定部材４４ａ，４５ａや４４ｂ，４５ｂ等には、弾性率の低い材料（例えば、ＮＩＴＴＯ製５７１３等）から構成される。

【０１００】

この例で、フレーム４１の開口部４８ａ，４８ｂが設けられていない他の二辺には、長方形状のサポータ４２ａ、４２ｂが設けられ、その四隅には、正方形状のサポータ４３ａ～４３ｄが各々設けられている。サポータ４２ａ、４２ｂ、４３ａ、４３ｂ、４３ｃ及び４３ｄには、発泡ゴムやＫＧゲル等が使用される。サポータ４２ａ、４２ｂ、４３ａ、４３ｂ、４３ｃ及び４３ｄ上には、入力手段８４が配置されている。入力手段８４は、アクチュエータ６５ａのほぼ中央部位上に設けられた連結部材４６ａを介して接続され、かつ、アクチュエータ６５ｂのほぼ中央部位上に設けられた連結部材４６ｂを介して接続される。

【０１０１】

この例で、アクチュエータ６５ａ及び連結部材４６ａと、アクチュエータ６５ｂ及び連結部材４６ｂとは、振動伝達機構８０を構成し、アクチュエータ６５ａ及び６５ｂで発生した振動を入力手段８４に伝播するようになされる。入力手段８４は検出手段の一例を構成し、アイコンの選択接触位置を検出して位置検出信号Ｓ１を出力するようになされる。

【０１０２】
位置検出信号Ｓ１には位置情報及び入力量（力）が含まれる。位置情報はアイコン接触時の位置検出信号Ｓ１により得られ、入力量（力）は同アイコン接触時の多機能圧電アクチュエータ６５ａ等から得られる。入力手段８４には入力操作面の大きさがＷ＝６４ｍｍ×Ｌ＝８８ｍｍで厚みが１．０ｍｍ程度のタッチパネルが使用される。タッチパネルは静電容量方式の入力デバイスであり、蓄積電極となる透明電極をマトリクス状に配置した静電容量シートを有している。
【０１０３】
図１０は、振動伝達機構８０の構成例を示す拡大斜視図である。図１０に示す振動伝達機構８０はアクチュエータ６５ａの周辺を示しており、フレーム４１、固定部材４５ａ、連結部材４６ａ及びアクチュエータ６５ａを有して構成される。フレーム４１は例えば、幅４ｍｍ程度で、断面Ｃ型（チャンネル）のステンレス部材を枠型に折り曲げ加工して形成される。このフレーム４１の所定部位には、例えば、幅３ｍｍ程度で長さ３０ｍｍ程度の開口部４８ａが設けられる。開口部４８ａの所定の位置には橋架部４９ａ、４９ｂ（図示せず）が設けられる。アクチュエータ６５ｂも同様にして構成される。
【０１０４】
アクチュエータ６５ａは、開口部４８ａの橋架部４９ａ、４９ｂ上に固定部材４４ａ，４５ａを介して取り付けられる。アクチュエータ６５ａ等には、大きさ幅＝３ｍｍ×長さ＝３０ｍｍ程度で厚みが０．８ｍｍ程度の圧電素子が使用される。アクチュエータ６５ａのほぼ中央部位上には、連結部材４６ａが取り付けられる。これはアクチュエータ６５ａと入力手段８４とを連結部材４６ａを介して接続するためである。この振動伝達機構８０では、アクチュエータ６５ａで発生した振動が連結部材４６ａを介して入力手段８４に伝播するようになされる。
【０１０５】
図１１は、振動伝達機構８０における制御系の構成例を示すブロック図である。図１１に示す振動伝達機構８０のアクチュエータ６５ａには制御手段１５’が接続される。アクチュエータ６５ａには制御手段１５’から振動制御電圧Ｖａが供給される。制御手段１５’には記憶手段３５が接続され、振動パターンデータＤｐを格納するようになされる。例えば、制御手段１５’は、入力手段８４が接触されてタッチパネル等から接触位置が検出されたとき、当該入力手段８４から得られる位置検出情報Ｄinを入力する。このとき、アクチュエータ６５ａ及び図示しないアクチュエータ６５ｂでも同様にして入力手段８４の押下時に、アクチュエータ６５ａは、アクチュエータ６５ｂと協働して、検出端子から力検出信号ＳＶｄを制御手段１５’に出力する。
【０１０６】
制御手段１５’は、力検出信号ＳＶｄを処理した力検出データＤｄと、入力手段８４から得られる位置検出情報Ｄinに基づいて記憶手段３５から振動パターンデータＤｐを読み出し、この振動パターンデータＤｐに基づいて振動制御電圧Ｖａ，Ｖｂを発生する。制御手段１５’は、アクチュエータ６５ａに振動制御電圧Ｖａを供給し、アクチュエータ６５ｂに振動制御電圧Ｖｂを供給してアクチュエータ６５ａ及び６５ｂを触覚制御するように動作する。
【０１０７】
図１２は、触覚機能付きの入出力装置４００の制御系の構成例を示すブロック図である。
図１２に示す入出力装置４００は、入力操作時、操作者の指３０に触覚を提示する装置であり、例えば、予め準備された入力項目選択用の表示画面の中からアイコンを選択して情報を入力するゲーム装置や、情報処理装置、携帯電話機、情報携帯端末装置等に適用して好適である。この入出力装置４００は、記憶手段３５、表示手段６２、アクチュエータ６５ａ，６５ｂ、入力手段８４及び制御手段１５’を備えて構成される。
【０１０８】
表示手段６２は、表示データＤ２に基づいて入力項目選択用の表示画面を表示する。表

示手段６２は、表示画面の中でアイコンを表示する。表示手段６２には、液晶表示装置等が使用される。

【０１０９】

入力手段８４は、表示画面上の操作者の指の接触位置を検出して位置検出信号Ｓ１を出力する。入力手段８４には、タッチパネルが使用される。入力手段８４には入力処理部８６が接続され、入力手段８４から位置検出信号Ｓ１を入力してアナログ・デジタル処理した後の位置検出情報Ｄinを出力する。

【０１１０】

制御手段１５’は、位置検出情報Ｄinに基づいてアクチュエータ６５ａ等の入出力を制御するように機能する。例えば、制御手段１５’は、入力処理部８６から出力される位置検出情報Ｄin又は及びＡ／Ｄドライバ８９から出力される力検出データＤｄに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。制御手段１５’は、アクチュエータ駆動回路３７、ＣＰＵ５５、入力処理部８６、オペアンプ８７、コンパレータ８８及びＡ／Ｄドライバ８９を有しており、これらの回路やドライバ等が通常の電源Ｖｃｃに接続されて構成される。

【０１１１】

アクチュエータ６５ａ，６５ｂは、第１～第３の実施例と同様にして制御手段１５’から出力される振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示すると共に、当該操作者の指３０の接触位置における力を検出して力検出信号ＳＶｄを出力する。

【０１１２】

この例でも、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ６５ａ等が振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ６５ａ等が押下されたとき、アクチュエータ６５ａ等から出力される力検出信号ＳＶｄを入力し、振動制御電圧Ｖａと力検出電圧Ｖｄ’とを入力して差を演算することにより力検出データＤｄを得る。例えば、ＣＰＵ５５は、操作者の指３０に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ６５ａ等が押下されたとき、力検出データＤｄが正である場合又は当該力検出データＤｄが負である場合によって、アクチュエータ６５ａ等への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かった旨を判別する。

【０１１３】

この触覚制御において、ＣＰＵ５５では、アクチュエータ６５ａ等により得られた力検出信号ＳＶｄがオペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じて力検出データＤｄとしてＣＰＵ５５に与えられる。コンパレータ８８は、振動制御電圧Ｖａと検出電圧Ｖｄを含む力検出電圧Ｖｄ’とを入力して比較処理を実行する（図４参照）。つまり、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。これにより、ＣＰＵ５５は、入力を受けながら更に触覚発生出力を実行し、その状態で更なる新たな異なる入力を受付できるようになる。なお、第１の実施例と同じ名称及び同じ符号のものは、同じ機能を有するためその説明を省略する。

【０１１４】

図１３は、触覚機能付きの入出力装置４００の動作例を示すフローチャートである。

この実施例では、携帯端末装置等の触覚制御シーケンスにおいて、最初の入力を受けた後、更に出力を実行し、その状態で更に新たな異なる入力を受ける場合であって、位置検出情報Ｄinに基づいてアクチュエータ６５ａ等が振動制御電圧Ｖａにより操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ６５ａ等が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、そのアクチュエータ６５ａ等から力検出データＤｄを得て、その操作者の指に触覚を提示している状態で、力検出データＤｄをトリガにして制御を実行する。

【０１１５】

これらを動作条件にして、図１３に示すフローチャートにおいて、まず、ステップＢ１で電源オンを待機する。例えば、ＣＰＵ５５は電源オン情報を検出してシステムを起動する。電源オン情報は通常、携帯端末装置等において、時計機能等が稼働し、スリーピング状態にある携帯端末装置等の電源スイッチをオンされたときに発生する。ＣＰＵ５５は、

電源オン情報を検出してステップＢ２に移行する。

【０１１６】

ステップＢ２でＣＰＵ５５は、表示手段６２に表示データＤ２を出力して表示制御を実行する。表示手段６２は、表示データＤ２に基づいて入力項目選択用の表示画面を表示する。表示手段６２は、表示画面の中でアイコンを表示する。

【０１１７】

次に、ＣＰＵ５５は、ステップＡ３に移行してアイコンが選択されたか否かを検出すると共に、入力手段８４からの触覚起動要求を待機する。この例の触覚起動要求は、入力手段８４→入力処理部８６を通じてＣＰＵ５５に与えられる。このとき、第１の実施例と同様にして、アクチュエータ１の力検出機能→オペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じて得られる触覚起動要求をＣＰＵ５５に与えてもよい。つまり、並列に要求を受付けて、どちらか一方の触覚起動要求に基づいて以後の処理に移行するようにしてもよい。このようにすると、ＣＰＵ５５で最初の位置検出情報Ｄin又は力検出データＤｄを触覚起動要求と判断することができる。

【０１１８】

ＣＰＵ５５は、触覚起動要求が有った場合は、ステップＢ４及びＢ５に移行して並列処理を実行する。ステップＢ３では第１の実施例と同様にして、アクチュエータ駆動回路３７は、触覚提示処理を実行する。例えば、ＣＰＵ５５は、力検出データＤｄに基づいて記憶手段３５から振動パターンデータＤｐを読み出し、この振動パターンデータＤｐをアクチュエータ駆動回路３７に出力する。

【０１１９】

アクチュエータ駆動回路３７では、Ｄ／Ａドライバ７６が、ＣＰＵ５５によって読み出された振動パターンデータＤｐをデジタル・アナログ変換して振動制御信号ＳＶａを発生する。振動制御信号ＳＶａは、Ｄ／Ａドライバ７６から出力アンプ７７へ出力される。出力アンプ７７は、振動制御信号ＳＶａ及び駆動電源Ｖａａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。振動制御電圧Ｖａは、出力アンプ７７からアクチュエータ６５ａ等に印加される。アクチュエータ６５ａ等は、振動制御電圧Ｖａに基づいて振動する。この振動によって操作者の指に触覚を提示することができる。

【０１２０】

これに並行してＣＰＵ５５は、ステップＢ５で更なる入力を待機する。この際の入力は、アクチュエータ６５ａ等の力検出機能→オペアンプ８７→コンパレータ８８→Ａ／Ｄドライバ８９を通じてＣＰＵ５５に与えられる。つまり、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付ける場合に、Ｖｄ＞０の場合のみ、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。

【０１２１】

この例では、触覚発生状態で更なる新たな異なる入力を受け付けると、コンパレータ８８の出力である検出電圧Ｖｄが正（Ｖｄ＞０）となるので、力検出データＤｄをＣＰＵ５５に出力するようになされる。なお、連続的な押圧力Ｆの変化を読み込む間は、β＝０となされることから、「Ｖｄ’－αＶａ」を直接、入力有無の判別基準となされる。

【０１２２】

上述の例で、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、入力が有った場合は、ステップＢ６に移行してＣＰＵ５５は、入力処理を実行する。この入力処理には、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作が含まれている。その後、ステップＢ７に移行してＣＰＵ５５は、電源オフ情報を検出して入出力処理の終了判断をする。電源オフ情報が検出されない場合は、ステップＢ２に戻ってＣＰＵ５５は入力項目選択画面の表示処理を継続し、ステップＢ３に移行して、アイコンの選択及び触覚起動要求を待機する。ステップＢ７で電源オフ情報を検出した場合は、入出力処理を終了する。

【０１２３】

このように本発明に係る第４の実施例としての触覚機能付きの入出力装置４００によれば、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する場合に、最初の入力として、ＣＰＵ５５

は、入力手段８４が接触されたとき、又は、入力手段８４が強く押下されたとき、入力手段８４から得られる位置検出信号Ｓ１に基づく位置検出情報Ｄinを入力し、又は及び、アクチュエータ６５ａ等から得られる第１の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力する。

【０１２４】

ＣＰＵ５５は、位置検出情報Ｄin又は及び第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ６５ａ等に振動制御電圧Ｖａを出力する。アクチュエータ６５ａ等は振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示する。その触覚提示状態で、更に、新たな異なる入力として、アクチュエータ６５ａ等が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ６５ａ等から出力される力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを判別する。

【０１２５】

この例では、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ６５ａ等が押下されたとき、コンパレータ８８は、オペアンプ８７から出力される力検出電圧Ｖｄ’と、出力アンプ７７からアクチュエータ６５ａ等へ出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算する。この演算により力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄドライバ８９に出力するようになる。

【０１２６】

従って、Ａ／Ｄドライバ８９は、力検出電圧Ｖｄに基づいて入力判別することができる。この入力判別の結果から得られる力検出データＤｄをトリガにして、ＣＰＵ５５は、新たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。これにより、触覚機能付きの入出力装置４００の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【実施例５】

【０１２７】

図１４Ａ及びＢは、第１の入出力装置を応用した第５の実施例としての携帯端末装置５００の構成例を示す概念図である。

図１４Ａに示す携帯端末装置（ＰＤＡ）５００は電子機器の一例であり、本発明に係る第１の入出力装置１００を有している。携帯端末装置５００は、各種電子機器のリモートコントローラ（以下単にリモコンという）や、電子辞書、携帯電話機、デジタルカメラ等に適用して好適である。携帯端末装置５００は、本体２０を有している。本体２０には複数の機能キー２１～２８を有しているが、これらの機能キー２１～２８の他に第１の実施例で説明した触覚機能付きの入出力装置１００を有している。

【０１２８】

この例で、入出力装置１００は、タッチカバー付きの多機能圧電アクチュエータ１を有して構成され、タッチカバー３８に振動的な変位を与える構造になっている。タッチカバー３８は検出電極上を覆うように設けられ、本体２０との境目はくびれ部２９となされている。この部分にダイヤフラム（スプリング）効果を持たせ、筐体を容易に変形させるためである。タッチカバー３８は、絶縁性の樹脂部材で形成される。本体２０の樹脂部材を使用して、筐体の一部を成すように、射出一体成形してもよい。アクチュエータ１は、例えば、本体２０の側面凹部に接着等により取り付けられる。この例では、アクチュエータ１のアクチュエータ機能を使用者に対する触覚提示に使用し、そのセンサ機能を使用者のスイッチＯＮ／ＯＦＦ情報の入力手段として使用する。

【０１２９】

アクチュエータ１は触覚提示情報確定手段を構成し、タッチカバー３８を押下操作する使用者の指３０に振動制御信号ＳＶａに基づいて触覚を提示すると共に、操作者の指３０の接触位置における、タッチカバー３８に加わる外力を検出して力検出信号（検出電圧Ｖｄ）を出力する機能を有している。力検出信号は、タッチカバー３８が押下されたとき、スイッチＯＮ／ＯＦＦ入力情報を確定する（第１の入出力装置）。

【０１３０】

また、本体２０には表示手段６２が備えられる。表示手段６２は入力情報を表示する。

上位の制御系では、例えば、表示手段６２に表示された入力項目を選択する操作者の指３０の押下力Ｆ’を検出し、ここで検出された操作者の指３０の押下力Ｆ’に基づいて入力項目が選択されたと判断する。

【０１３１】

アクチュエータ１は、図１４Ｂに示すように、給電電極２、共通電極６及び検出電極８と、給電電極２と共通電極６との間に接合された圧電素子３と、共通電極６と検出電極８との間に接合された圧電素子７とを備える。アクチュエータ１では、給電電極２と共通電極６との間に所定の振動制御電圧が供給され、検出電極８からは、タッチカバー３８に加わる外力に基づく力検出信号が取り出される。つまり、アクチュエータ１は入力手段を構成し、操作者の指３０の接触有無を検出してスイッチＯＮ情報又はＯＦＦ情報を出力するように動作する。例えば、操作者の指３０がタッチカバー３８に触れられ、そこを押下されると、押下力Ｆ’が検出され、スイッチＯＮ情報（又はスイッチＯＦＦ情報）を出力するようになされる。

【０１３２】

図１５は、入出力装置１００の制御系の構成例を示す回路図である。図１５に示す入出力装置１００は、アクチュエータ１、タッチカバー３８及び制御手段１５から構成される。図中、波形状で示す部分はダイヤフラムを有している。タッチカバー３８は検出電極８上の全面を覆うと共に、その周辺はダイヤフラムを介して本体２０に上下動自在に係合される。

【０１３３】

この例で、制御手段１５は、アクチュエータ１の入出力を制御する。例えば、制御手段１５は、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から第１の力検出信号ＳＶｄを入力し、この力検出信号ＳＶｄに基づいてアクチュエータ１に振動制御信号ＳＶａを出力し、アクチュエータ１が振動制御信号ＳＶａに基づいて操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から第２の力検出信号ＳＶｄを入力する。

【０１３４】

制御手段１５は、出力アンプ７７、オペアンプ８７及びコンパレータ８８を有して構成される。出力アンプ７７は給電電極２に接続され、予め上位の制御系から設定された振動制御信号ＳＶａに応じて給電電極２と共通電極６との間に振動制御電圧Ｖａを給電する。オペアンプ８７は、検出電極８に接続され、この検出電極８から力検出信号ＳＶｄを増幅して、コンパレータ８８に力検出電圧Ｖｄ’を出力する。

【０１３５】

コンパレータ８８は、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、アクチュエータ１から出力され、オペアンプ８７を介して入力される力検出電圧Ｖｄ’とアクチュエータ１に出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算することにより力検出電圧Ｖｄを上位の制御系に出力する。上位の制御系では、コンパレータ８８から得られる検出電圧Ｖｄに基づいてアクチュエータ１への給電制御を実行する。この給電制御において、上位の制御系は、出力アンプ７７へ振動制御信号ＳＶａを出力する。出力アンプ７７は、振動制御信号ＳＶａに基づいて給電電極２への給電制御を実行する。この給電制御により、操作者の指３０に触覚刺激を付与するようになされる。

【０１３６】

この例でも、上位の制御系は、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１が押下されたとき、力検出信号ＳＶｄに基づく力検出情報が正である場合又は当該力検出信号ＳＶｄに基づく力検出情報が負である場合によって、アクチュエータ１への閾値を越える押下が有った又はその押下が無かったことを判別する。

【０１３７】

このように、入出力装置１００を応用した第５の実施例としての携帯端末装置５００によれば、本発明に係るアクチュエータ１が触覚提示情報確定手段として応用される。入出力装置１００は、タッチカバー３８上から操作者の指３０の接触位置における押下力Ｆ’

を検出してスイッチＯＮ又はＯＦＦ情報を入力する。アクチュエータ１は、タッチカバー３８を押下操作する操作者の指３０に触覚を提示すると共に、当該操作者の指３０の接触位置における押下力Ｆ’を検出してスイッチＯＮ／ＯＦＦ情報を確定するようになされる。

【０１３８】

従って、確定された入力情報に基づいて新たな入力選択項目の表示や、入力項目の更なる入力操作を継続できるようになる。これにより、触覚機能付きの入出力装置１００を応用した携帯端末装置５００の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。触覚入出力機能付きの携帯端末装置５００を提供できる。

【実施例６】

【０１３９】

図１６は、第２の入出力装置を応用した第６の実施例としての携帯端末装置６００の構成例を示す斜視図である。

図１６に示す携帯端末装置（ＰＤＡ）６００は電子機器の一例であり、入力項目選択用の表示画面上で操作者の指３０によって入力操作される触覚機能付きの入出力装置４００を備えている。入出力装置４００には本発明に係る入出力装置が使用される。携帯端末装置６００は、各種電子機器のリモコンや、電子辞書、携帯電話機、デジタルカメラ等に適用して好適である。携帯端末装置６００は、本体２０を有している。本体２０には複数の機能キー２１～２８を有しているが、これらの機能キー２１～２８の他にブラインドタッチ可能な入出力装置４００を有している。

【０１４０】

入出力装置４００は、タッチパネル６１や、表示手段６２、４つの多機能圧電アクチュエータ（以下単にアクチュエータという）１００ａ～１００ｄ等を有して構成され、タッチパネル６１に振動的な変位を与える構造になっている。タッチパネル６１は入力手段の一例を構成し、操作体の一例となる操作者の指３０の接触位置を検出して入力情報を出力するように動作する。例えば、操作者の指３０が表示手段６２に表示されたアイコン等を選択してそこに触れると入力情報を出力するようになされる。

【０１４１】

表示手段６２には、メニュー画面やアイコンボタン等の入力項目が表示される。表示手段６２には液晶表示装置やＥＬ（エレクトロルミネッセンス）素子が使用される。アクチュエータ１００ａ～１００ｄは触覚提示情報確定手段を構成し、タッチパネル６１を操作する使用者の指に触覚を提示すると共に、操作者の指３０の接触位置における、タッチパネル６１に加わる外力を検出して力検出信号を出力するように動作する。

【０１４２】

力検出信号は、タッチパネル６１で選択された入力情報を確定するようになされる。入出力装置４００において、アクチュエータ１００ａ～１００ｄには、第１～第３の実施例で説明した多機能圧電アクチュエータ１、１０及び３００が応用される。この例では、多機能圧電アクチュエータ１、１０及び３００のアクチュエータ機能を使用者に対する触覚提示に使用し、そのセンサ機能を使用者の入力情報収集手段として使用する（第２の入出力装置）。

【０１４３】

図１７は、携帯端末装置６００における入出力装置４００のタッチパネル６１、表示手段６２、アクチュエータ１００ａ，１００ｂを含む構成例を示す断面図である。タッチパネル６１の下方には表示手段６２が設けられ、この表示手段６２に表示される入力項目は、タッチパネル６１を透過して使用者に提示される構造である。

【０１４４】

支持フレーム７１の内側には、表示面が露出するように表示手段６２が配置され、その支持フレーム７１上の４隅（図中では２つのみを示す）には、アクチュエータ１００ａ，１００ｂ等が配置されている。左側のアクチュエータ１００ａは、支持フレーム７１上の

２つの支持部７３ａ及び７３ｂを枕にして配置され、当該アクチュエータ１００ａの中央部には支持部７３ｃが設けられている。支持部７３ａは当該アクチュエータ１００ａの上端部７２ｂの背面側に配置され、支持部７３ｂは端子１６に隣接して配置される。端子１６は、図１５Ｂに示した端子１６ａ～１６ｇを構成する。

【０１４５】

右側のアクチュエータ１００ｂは、支持フレーム７１上の２つの支持部７４ａ及び７４ｂを枕にして配置され、当該アクチュエータ１００ｂの中央部には支持部７４ｃが設けられている。支持部７４ａは当該アクチュエータ１００ｂの上端部７２ｂの背面側に配置され、支持部７４ｂは端子１６に隣接して配置される。端子１６は、例えば、図７に示した端子１６ａ～１６ｇを構成する。

【０１４６】

支持部７３ｃ及び７４ｃ上にはタッチパネル６１が配置される。タッチパネル６１は、上部逆Ｌ型の側面支持部材７０によって支持フレーム７１に固定されている。タッチパネル６１と側面支持部材７０の上端部７０ａ、７０ｂとの間には、シール部材７０ａ及び７０ｂが挟み込まれている。支持部７３ａ～７３ｃ、支持部７４ａ～７４ｃは、振動伝達機構６４を構成する。

【０１４７】

各々のアクチュエータ１００ａ、１００ｂには、制御装置５０’が接続されている。例えば、当該アクチュエータ１００ａの端子１６には、図７に示した７本の引き出し線Ｌ１～Ｌ７が接続される。この引き出し線Ｌ１～Ｌ７は制御装置５０’に接続される。また、アクチュエータ１００ｂの端子１６には、図７に示した７本の引き出し線Ｌ１～Ｌ７が接続される。この引き出し線Ｌ１～Ｌ７も制御装置５０’に接続される。

【０１４８】

制御装置５０’は、アクチュエータ１００ａに対して引き出し線Ｌ１～Ｌ７を通じてアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに振動制御電圧（アクチュエータ駆動電圧）Ｖａを加える。このときの曲げ変形（Ｒ）をタッチパネル６１のＺ方向の変位Ｕに変換するようになされる。例えば、制御装置５０’は、振動制御電圧Ｖａを発生して、アクチュエータ１００ａに接続された引き出し線Ｌ１、Ｌ２、Ｌ６、Ｌ７を通じて、図７に示した端子１６ａ、１６ｂ、１６ｆ、１６ｇを介して積層圧電体群１４ａ及び積層圧電体群１４ｂの圧電体＃１～＃５及び圧電体＃１４～＃１８に給電すると、中央電極１３を基準にして、積層圧電体群１４ａが伸長し、積層圧電体群１４ｂが収縮するようにして振動する。従って、アクチュエータ１００ａをアクチュエータ機能として動作させることができる。

【０１４９】

また、制御装置５０’は、アクチュエータ１００ｂに対して引き出し線Ｌ１～Ｌ７を通じてアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに振動制御電圧Ｖａを加える。このときの曲げ変形（Ｒ）をタッチパネル６１のＺ方向の変位Ｕに変換するようになされる。例えば、制御装置５０’は、振動制御電圧Ｖａを発生して、アクチュエータ１００ｂに接続された引き出し線Ｌ１、Ｌ２、Ｌ６、Ｌ７を通じて、図７に示した端子１６ａ、１６ｂ、１６ｆ、１６ｇを介して積層圧電体群１４ａ及び積層圧電体群１４ｂの圧電体＃１～＃５及び圧電体＃１４～＃１８に給電すると、中央電極１３を基準にして、積層圧電体群１４ａが伸長し、積層圧電体群１４ｂが収縮するようにして振動する。従って、アクチュエータ１００ｂをアクチュエータ機能として動作させることができる。

【０１５０】

図１８Ａ及びＢは、入出力装置４００におけるタッチパネル押下時の動作例を示す断面図である。図１８Ａに示す支持部７３ｃは、使用者の指３０がタッチパネル６１を押し、図１８Ｂに示す波線円内図で、その押し下げ力Ｆによってアクチュエータ１００が曲げ変形（Ｒ）をするときの支点になっている。アクチュエータ１００ａ等では、図７に示したセンサ機能する積層圧電体群１４ｃで力検出信号ＳＶｄ（検出電圧Ｖｄ）が発生する。

【０１５１】

例えば、積層圧電体群１４ｃの圧電体＃７～＃１２に対して外力が加わると、引き出し線Ｌ３及び引き出し線Ｌ３に力検出信号ＳＶｄが発生する。この力検出信号ＳＶｄは、制御装置５０’に出力される。制御装置５０’では、例えば、力検出信号ＳＶｄが信号処理され、力検出データＤｄとして上位の制御系に出力するようになされる。従って、アクチュエータ１００ａ等のアクチュエータ機能を維持しつつ力検出センサとしても動作させることができる（図７参照）。

【０１５２】

図１９は、携帯端末装置６００の主要部の構成例を示すブロック図である。図１９に示す携帯端末装置６００は、制御装置５０’及び入出力装置４００を有している。制御装置５０’は、例えば、アナログ・デジタル（以下Ａ／Ｄという）コンバータ５１、デジタル／アナログ（以下Ｄ／Ａという）コンバータ５２、メモリ５３、プロセッサ５４、ＣＰＵ５５、電流アンプ５６、オペアンプ８７ａ～８７ｄ及びコンパレータ８８から構成される。制御装置５０’は、タッチパネル６１から出力される操作データＤ３に基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。

【０１５３】

入出力装置４００は、タッチパネル６１、表示手段６２及び振動発生手段６３から構成される。タッチパネル６１は、図１２に示したような入力手段８４及び入力処理部８６等から構成される。入力手段８４の機能としては、表示画面上の操作者の指の接触位置を検出して位置検出信号を出力する。この例では、メニュー画面やアイコンボタン等の入力項目が押下されたとき、例えば、入力処理部８６が位置検出信号を処理して座標入力位置情報を構成する操作データＤ３をＣＰＵ５５に出力する。表示手段６２は、ＣＰＵ５５から出力される表示データＤ２に基づいてメニュー画面やアイコンボタン等の入力項目を表示する。

【０１５４】

この例で、入出力装置４００には振動発生手段６３が備えられる。振動発生手段６３は、４つのアクチュエータ１００ａ～１００ｄ、図１７に示した振動伝達機構６４等を有している。アクチュエータ１００ａ～１００ｄ等は制御装置５０’に接続される。アクチュエータ１００ａ～１００ｄは、制御装置５０’から出力される振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指３０に触覚を提示すると共に、当該操作者の指３０の接触位置における力を検出して力検出信号ＳＶｄを出力する。

【０１５５】

制御装置５０’は、アクチュエータ１００ａ～１００ｄの、図７に示した積層圧電体群１４ｃの中央電極１３から得られる力検出信号ＳＶｄに基づいて積層圧電体群１４ａ、１４ｂの主電極ＩＥへの給電制御を実行する。制御装置５０’は、アクチュエータ１００ａ～１００ｄが振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指３０に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１００ａ～１００ｄが押下されたとき、アクチュエータ１００ａ～１００ｄから力検出信号ＳＶｄを入力し、振動制御電圧Ｖａと力検出電圧Ｖｄ’とを入力して差を演算することにより力検出情報を判別するようになされる。

【０１５６】

この例でも、アクチュエータ１００ａには、オペアンプ８７ａが接続される。オペアンプ８７ａは、中央電極１３に接続され、この中央電極１３から出力される力検出信号ＳＶｄ（検出電圧Ｖｄ）を増幅して、コンパレータ８８に出力する。他のアクチュエータ１００ｂ～１００ｄにも、１つずつオペアンプ８７ｂ～８７ｄが接続される。４つのオペアンプ８７ａ～８７ｄの出力は、例えば、コンパレータ８８の＋端子（ｑ点）にまとめて接続される。もちろん、これに限られることはなく、ｑ点に論理和回路等を挿入してもよい。

【０１５７】

コンパレータ８８は、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１００ａ等が押下されたとき、アクチュエータ１００ａから出力され、オペアンプ８７ａ等を介して入力される力検出電圧Ｖｄ’とアクチュエータ１００ａ～１００ｄに出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算することにより力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄコンバ

ータ５１に出力する。

【０１５８】

Ａ／Ｄコンバータ５１では、コンパレータ８８から得られた検出電圧ＶｄをＡ／Ｄ変換してデジタルの力検出データＤｄを出力する。Ａ／Ｄコンバータ５１にはプロセッサ５４が接続され、ＣＰＵ５５の演算制御を補助するように動作する。例えば、プロセッサ５４は、力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ１００ａ～１００ｄへの給電制御を実行する。この給電制御によれば、Ａ／Ｄコンバータ５１から力検出データＤｄを入力し、この力検出データＤｄに基づいて振動波形パターンを決定し、パターン決定データＤｄ’をＣＰＵ５５に通知する。プロセッサ５４にはデジタル信号処理装置（以下ＤＳＰという）が使用される。

【０１５９】

プロセッサ５４にはメモリ５３が接続され、各種振動パターンデータＤｐが格納されている。例えば、操作受付けを示すアクナレッジ波形パターンＰ１０、各種触覚波形を与える振動制御波形パターンＰ１１、Ｐ１２、Ｐ１３、Ｐ１４が格納される。振動制御波形パターンＰ１１は、クリック感、例えば、剛性感を発生するいわゆる矩形波パターンである。振動制御波形パターンＰ１２は、ハートビートのようなリズム感覚を感じるようなデジタル波形パターンである。振動制御波形パターンＰ１３は、連続的な動きを発生する動作感を感じるような波形パターンである。振動制御波形パターンＰ１４は、普通のタッチパネル面の反応、すなわち、ほぼ一定の振動変位を与えるパターンである。

【０１６０】

プロセッサ５４には、メモリ５３の他にＣＰＵ５５が接続され、操作データＤ３及びパターン決定データＤｄ’に基づいて振動波形パターン読出しを決定する。ＣＰＵ５５はプロセッサ５４にパターン読出許可命令Ｄｃを出力する。プロセッサ５４は、パターン読出許可命令Ｄｃに基づいてメモリ５３から振動パターンデータＤｐを読み出してＤ／Ａコンバータ５２にセットする。

【０１６１】

プロセッサ５４には、Ｄ／Ａコンバータ５２が接続され、プロセッサ５４によって読み出され振動パターンデータＤｐをＤ／Ａ変換した後に、アナログの振動制御信号ＳＶａを電流アンプ５６に出力する。電流アンプ５６は、出力アンプの一例であり、振動制御信号ＳＶａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。振動制御電圧Ｖａは、アクチュエータ１００ａ～１００ｄでアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに供給される。この給電制御により、操作者の指３０に触覚刺激を付与するようになされる。なお、プロセッサ５４、Ｄ／Ａコンバータ５２及び電流アンプ５６は、図１２に示したアクチュエータ駆動回路３７を構成する。

【０１６２】

このように、プロセッサ５４は、表示手段６２に表示された入力項目を選択する使用者の指３０の力Ｆを検出し、ＣＰＵ５５は、プロセッサ５４が検出した使用者の指３０の力に基づいて入力項目が選択されたと判断する。例えば、ＣＰＵ５５は、プロセッサ５４を介して、プロセッサ積層圧電体群１４ｃの中央電極１３から得られる力検出信号ＳＶｄに基づいて入力項目が選択されたと判断し、その後、プロセッサ５４を介して、積層圧電体群１４ａ及び１４ｂの主電極ＩＥへの給電制御を実行することで、使用者の指３０に触覚刺激を付与する（触覚によるアクナレッジ方法）。

【０１６３】

続いて、携帯端末装置６００の制御例について説明をする。図２０は、携帯端末装置６００における動作例を示す構成図である。この例では、入出力装置４００内のアクチュエータ１００ａ～１００ｄ等がアクチュエータとして機能する場合、これらが力検出センサとして機能する場合、及び、これらを一連に動作させる場合の３つに分けてその説明をする。

【０１６４】

［アクチュエータ機能］

図２０に示す表示手段６２には、メニュー画面が表示され、この例では、そのメニュー画面に４つのアイコン３１～３４が表示される場合である。使用者は、その４つのアイコン３１～３４のいずれかを選択する場合を前提とする。

【０１６５】

図２０において、使用者の指３０がメニュー画面に表示されたアイコン３１、３２、３３又は３４上をタッチパネル６１を介して触れると、その触れた位置の座標位置情報が操作データＤ３となってＣＰＵ５５に出力される。ＣＰＵ５５は、使用者の指３０が触れられたアイコン、例えば、アイコン３１に対応する振動制御波形パターンＰ１１を特定する。ＣＰＵ５５は、アイコン３１に対応する振動制御波形パターンＰ１１をメモリ５３から読み出すようにプロセッサ５４を制御する。

【０１６６】

プロセッサ５４は、メモリ５３から振動制御波形パターンＰ１１を与える振動パターンデータＤｐを読み出してＤ／Ａコンバータ５２にセットする。Ｄ／Ａコンバータ５２は、プロセッサ５４によって読み出され振動パターンデータＤｐをＤ／Ａ変換した後に、アナログの振動制御信号ＳＶａを電流アンプ５６に出力する。電流アンプ５６は、振動制御信号ＳＶａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。当該振動制御電圧Ｖａは、アクチュエータ１００ａ～１００ｄでアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに供給される。これにより、タッチパネル面ではアイコン３１に対応したクリック感のある振動が発生し、使用者の指３０に触覚刺激として提示される。

【０１６７】

アイコン３２に触れた場合は、タッチパネル面において、振動制御波形パターンＰ１２に基づくハートビートのようなリズム感覚を感じるような振動が発生し、使用者の指３０に触覚刺激として提示される。また、アイコン３３に触れた場合は、タッチパネル面において、振動制御波形パターンＰ１３に基づく連続的な動きを発生する動作感を感じるような振動が発生し、使用者の指３０に触覚刺激として提示される。アイコン３４に触れた場合は、振動制御波形パターンＰ１４に基づく普通のタッチパネル面の反応、すなわち、ほぼ一定の振動変位を与えるのみである。

【０１６８】

また、使用者が指先をタッチパネル面から離したり、又は、タッチパネル面上をスライドさせ、アイコン３１等が表示されているエリアから外れた場合は、随時、タッチパネル６１からＣＰＵ５５へ出力されるの座標位置情報により、ＣＰＵ５５がアイコンタッチ有無を判断して、アクチュエータ１００ａ～１００ｄに対する振動制御電圧Ｖａをリセットするようになされる。このリセット動作によって、タッチパネル面の振動は停止する。このように、使用者は、アイコン３１や、３２、３３、３４等を眼で確認しなくても、タッチパネル面に触れることにより、自分がどのアイコン３１、３２、３３又は３４を選択しようとしているかを知ることができる。このように、アクチュエータ１００ａ～１００ｄ等をアクチュエータ機能として動作させることができる。

【０１６９】

［力検出センサ機能］

図２０において、使用者がタッチパネル上に指先を接触させると、タッチパネル６１が受ける押圧力Ｆによりアクチュエータ１００ａ～１００ｄは変形し、力検出センサとして機能する積層圧電体群１４ｃに力検出信号ＳＶｄが生じる（図１８Ａ，Ｂ参照）。上述の方法で使用者が自分が選択したいアイコン上に、自分の指３０があると知ったとき、使用者が例えば、そのアイコン３１等を選択するために、更に強くタッチパネル６１を押し込むようになされる。この押し込み操作により、力検出センサとして機能する積層圧電体群１４ｃには、より大きな力検出信号ＳＶｄが生じる。

【０１７０】

この力検出信号ＳＶｄは、オペアンプ８７ａ等に出力される。オペアンプ８７ａは、力検出信号ＳＶｄ（検出電圧Ｖｄ）を増幅して、コンパレータ８８に出力する。コンパレータ８８は、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１００ａ等が

押下されたとき、アクチュエータ１００ａから出力され、オペアンプ８７ａ等を介して入力される力検出電圧Ｖｄ’とアクチュエータ１００ａ～１００ｄに出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算することにより力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄコンバータ５１に出力する。

【０１７１】

Ａ／Ｄコンバータ５１では、コンパレータ８８から得られた検出電圧ＶｄをＡ／Ｄ変換してデジタルの力検出データＤｄを出力する。力検出データＤｄは、Ａ／Ｄコンバータ５１からプロセッサ５４に出力される。プロセッサ５４は、Ａ／Ｄコンバータ５１から力検出データＤｄを入力し、この力検出データＤｄに基づく被比較レベルと、予め設定された閾値レベルとを随時比較するようになされる。

【０１７２】

力検出データＤｄに基づく被比較レベルが閾値レベルを越える場合、ＣＰＵ５５は、使用者がアイコン３１等を選択（押下）した状態（場合）であると判別する。この被比較レベルが閾値レベルを越えない場合は、使用者がアイコン３１等を探している状態であると判別する。これにより、アクチュエータ１００ａ～１００ｄ等が力検出センサとして動作する。

【０１７３】

［アクチュエータ及び力検出センサの一連の動作例］

図２１Ａ～Ｃは、入出力装置４００における一連の動作例及び波形例を示す図である。図２１Ｂ及びＣにおいて、横軸は時刻ｔ及び指３０の接触位置Ｘである。縦軸は振動制御波形パターンＰ１０～Ｐ１３に基づく振動制御電圧Ｖａ及び力検出信号ＳＶｄの合成値［Ｖ］である。

【０１７４】

第６の実施例では、使用者がアイコン３１上を左側から右側にスライドしてアイコン３３を探し、それを選択する場合を例に挙げる。この場合のアクチュエータ１００ａ～１００ｄの一連の働きを、具体的な振動制御波形パターンＰ１０～Ｐ１３に基づくアクチュエータ機能と、力検出センサ機能で検出される力検出信号ＳＶｄとを用いて説明をする。

【０１７５】

図２１Ａにおいて、使用者は、図中（イ）の位置、すなわち、開始点（イ）を起点に、アイコン３１の左端部から所望のアイコン３３を探し出すために、右矢印の方向に、使用者の指３０をタッチパネル６１上にスライドする。所望のアイコン３３上に指３０が到達した時点（位置）で選択動作を行なう。

【０１７６】

これらを操作条件にして、まず、開始点（イ）において、すなわち、時刻ｔ０では、使用者がアイコン３１、３３のいずれにも触れていない状態なので、図２１Ｂに示す振動制御電圧Ｖａのレベルは０である。これは、タッチパネル面が振動制御波形パターンＰ１１等に基づく振動制御電圧Ｖａに比例して変位するが、このときは当該振動制御電圧Ｖａが０で振動がないためである。この場合、使用者は何も感じないのである。一方で力検出信号ＳＶｄとしては、使用者がタッチパネル面に軽く指３０を触れているだけなので、それに応じた力検出信号ＳＶｄが現れる。このときの力検出信号ＳＶｄは、図２１Ｃに示すように閾値を下回る電圧である。

【０１７７】

次に、使用者が指３０をスライドさせ、時刻ｔ１で位置ｘ１のアイコン３１上に到達すると、プロセッサ５４は、メモリ５３から予め定義された振動制御波形パターンＰ１１をＤ／Ａコンバータ５２にセットする。Ｄ／Ａコンバータ５２では、プロセッサ５４によって読み出され振動パターンデータＤｐをＤ／Ａ変換した後に、アナログの振動制御信号ＳＶａを電流アンプ５６に出力する。電流アンプ５６は、振動制御信号ＳＶａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。当該振動制御電圧Ｖａは、アクチュエータ１００ａ～１００ｄでアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに供給される。

【０１７８】

これにより、タッチパネル面ではアイコン３１に対応したクリック感のある振動が発生し、使用者の指３０に触覚刺激として提示される。この際の力検出信号ＳＶｄについては、使用者がタッチパネル６１に触れていることによる検出電圧Ｖｄと、振動制御波形パターンＰ１１によるアクチュエータ１００ａ～１００ｄ等の変形による振動制御電圧Ｖａとを重畳させた力検出電圧Ｖｄ’になる。

【０１７９】

さらに、使用者が指３０を右側に移動させると、時刻ｔ２で位置ｘ２のアイコン３１から外れるので、再び、開始点（イ）と同じ状態になる。この状態は、時刻ｔ３で位置ｘ３のアイコン３３上まで行くと、そのアイコン３３に応じた振動制御波形パターンＰ１３がメモリ５３からＤ／Ａコンバータ５２にセット（出力）される。Ｄ／Ａコンバータ５２では、プロセッサ５４によって読み出され振動パターンデータＤｐをＤ／Ａ変換した後に、アナログの振動制御信号ＳＶａを電流アンプ５６に出力する。

【０１８０】

電流アンプ５６は、振動制御信号ＳＶａに基づいて振動制御電圧Ｖａを発生する。当該振動制御電圧Ｖａは、アクチュエータ１００ａ～１００ｄでアクチュエータとして機能する積層圧電体群１４ａ、１４ｂに供給される。これにより、タッチパネル面では振動制御波形パターンＰ１３に基づく連続的な動きを発生する動作感を感じるような振動が発生し、使用者の指３０に触覚刺激として提示される。

【０１８１】

ここで使用者がこのアイコン３３を選択するために、時刻ｔ４で位置ｘ４のタッチパネル面を押し込む。すると、力検出信号ＳＶｄの値は押圧力Ｆに比例して大きくなる。この力検出信号ＳＶｄの値が予め設定してある、図２１Ｃに示す閾値Ｖthを超えたとき、ＣＰＵ５５は、使用者による選択がなされたと判断する。この判断をしたＣＰＵ５５は、使用者による操作を受け付けたことを示すアクナレッジ波形パターンＰ１０をメモリ５３から読み出してＤ／Ａコンバータ５２に出力する。これによって、アクナレッジ波形パターンＰ１０に基づいて急峻に立ち上るような振動が発生し、使用者は自分の選択行為がＣＰＵ５５に受け付けられたことを知る（確認）することができる。

【０１８２】

このように本発明に係る第６の実施例としての触覚入出力機能付きの携帯端末装置６００によれば、本発明に係る入出力装置４００が応用される。この携帯端末装置６００において、入力項目選択用の表示画面上で入力操作する場合に、最初の入力として、ＣＰＵ５５は、タッチパネル６１が接触されたとき、又は、タッチパネル６１が強く押下されたとき、タッチパネル６１から得られる位置検出信号に基づく操作データＤ３を入力し、又は及び、アクチュエータ１００ａ等から得られる第１の力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力する。

【０１８３】

ＣＰＵ５５は、操作データＤ３又は及び第１の力検出データＤｄに基づいてアクチュエータ１００ａ等に振動制御電圧Ｖａを出力する。アクチュエータ１００ａ等は振動制御電圧Ｖａに基づいて操作者の指に触覚を提示する。その触覚提示状態で、更に、新たな異なる入力として、アクチュエータ１００ａ等が押下されたとき、ＣＰＵ５５は、アクチュエータ１００ａ等から出力される力検出信号ＳＶｄに基づく力検出データＤｄを入力する。

【０１８４】

この例では、操作者の指に触覚を提示している状態で、更に、アクチュエータ１００ａ等が押下されたとき、コンパレータ８８は、オペアンプ８７ａ等から出力される力検出電圧Ｖｄ’と、電流アンプ５６からアクチュエータ１００ａ等へ出力される振動制御電圧Ｖａとを入力して差を演算する。この演算により力検出電圧ＶｄをＡ／Ｄコンバータ５１に出力するようになる。

【０１８５】

従って、Ａ／Ｄコンバータ５１は、検出電圧Ｖｄに基づいて入力判別することができる。この入力判別の結果から得られる力検出データＤｄをトリガにして、ＣＰＵ５５は、新

たな入力項目の選択や、入力選択項目の確定等の入力操作をできるようになる。これにより、触覚入出力機能付きの携帯端末装置６００の機能の向上を図ること、及び、触覚制御シーケンスを高速に、かつ、信頼性良くデータ処理することができる。

【０１８６】

なお、使用者の操作は、タッチパネル６１を触っただけでアイコンボタンの種類等を判断し、適当なものを選択するというもので、表示画面を注視することが必要ない、いわゆる「ブラインド操作」である。これは特に、車載に携帯端末装置６００を応用した場合、運転操作を視覚的に妨げることがないので使用者の安全に寄与する。

【０１８７】

また車載機器に限らず、近年にみられる放送や映像配信の多チャンネル化により操作が複雑になった大型テレビ等の操作リモコンに「ブラインド操作」を応用すれば、メイン設定画面から眼をそらすことなく、手元で複雑な操作を実行することが可能となるので、入出力装置４００や携帯端末装置６００の操作性が向上する。

【０１８８】

Ａ／Ｄドライバ８９、Ａ／Ｄコンバータ５１又はＣＰＵ５５における入力判別アルゴリズムは、安定した入力検出を実行するために、複数個の検出値を平均し、その合計等の演算を行った結果を判別の変数としてもよい。つまり、サンプリング周波数が許す範囲内で、検出電圧Ｖｄとしてどのような演算結果を用いてもよいということである。

【０１８９】

また、当然のことであるが、上述した状況において、入力が検出された場合、検出された入力情報は即座に出力として、他の情報処理系等に出力される。その場合、検出時に出力されていた一つ前の出力を即座に停止させる機能（アルゴリズム）をＡ／Ｄドライバ８９、Ａ／Ｄコンバータ５１、Ｄ／Ａコンバータ５２、Ｄ／Ａドライバ７６又はＣＰＵ５５が所有するように構成してもよい。

【０１９０】

このように、第１～第６の実施例によれば、アクチュエータ出力処理を実行しながら、簡易な入力検出が可能となる。また、入力判別アルゴリズムが簡素となることから、機器の小型化を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【０１９１】

この発明は、予め準備された入力項目選択用の表示画面の中からアイコンを選択して情報を入力する際に触覚を提示するようになされたゲーム装置や、情報処理装置、携帯電話機、情報携帯端末装置等に適用して極めて好適である。

【図面の簡単な説明】

【０１９２】

【図１】本発明に係る第１の実施例としての触覚機能付きの入出力装置１００の構成例を示すブロック図である。

【図２】Ａ及びＢは、圧電複合手段の一例としての多機能圧電アクチュエータ１の構成例を示す斜視図及び断面図である。

【図３】アクチュエータ１の機能例を示すグラフ図である。

【図４】Ａ～Ｃは、コンパレータ８８の機能例を示す波形図である。

【図５】触覚機能付きの入出力装置１００の動作例を示すフローチャートである。

【図６】Ａ及びＢは、第２の実施例としての入出力装置に使用可能な多機能圧電アクチュエータ（結線固定型）１０の構成例を示す斜視図及び断面図である。

【図７】第３の実施例としての入出力装置に使用可能な結線可変型の多機能圧電アクチュエータ３００の断面の構成例を示す図である。

【図８】多機能圧電アクチュエータ３００の制御系の構成例を示すブロック図である。

【図９】第４の実施例としての触覚機能付きの入出力装置４００の構成例を示す組立斜視図である。

【図１０】振動伝達機構８０の構成例を示す拡大斜視図である。

【図１１】振動伝達機構８０における制御系の構成例を示すブロック図である。
【図１２】触覚機能付きの入出力装置４００の制御系の構成例を示すブロック図である。
【図１３】触覚機能付きの入出力装置４００の動作例を示すフローチャートである。
【図１４】Ａ及びＢは、第１の入出力装置を応用した第５の実施例としての携帯端末装置５００の構成例を示す概念図である。
【図１５】入出力装置１００の制御系の構成例を示す回路図である。
【図１６】第２の入出力装置を応用した第６の実施例としての携帯端末装置６００の構成例を示す斜視図である。
【図１７】入出力装置４００のタッチパネル６１、表示手段６２、アクチュエータ１００ａ，１００ｂを含む構成例を示す断面図である。
【図１８】Ａ及びＢは、入出力装置４００におけるタッチパネル押下時の動作例を示す断面図である。
【図１９】携帯端末装置６００の主要部の構成例を示すブロック図である。
【図２０】携帯端末装置６００における動作例を示す構成図である。
【図２１】Ａ～Ｃは、入出力装置４００における一連の動作例及び波形例を示す図である。

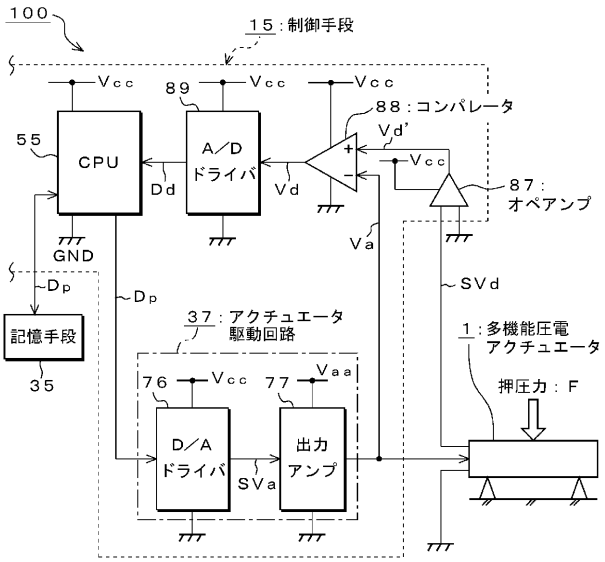
【符号の説明】

【０１９３】

１，１０，３００・・・多機能圧電アクチュエータ（圧電複合装置）、１５，１５’・・・制御手段、３５・・・記憶手段、３７，３７’・・・アクチュエータ駆動回路、５０・・・制御装置、５３・・・メモリ、５５・・・ＣＰＵ（制御手段）、６１・・・タッチパネル（入力手段）、６２・・・表示手段、６３・・・振動発生手段、６４，８０・・・振動伝達機構、８４・・・入力手段、１００，４００・・・入出力装置、５００，６００・・・携帯端末装置（電子機器）

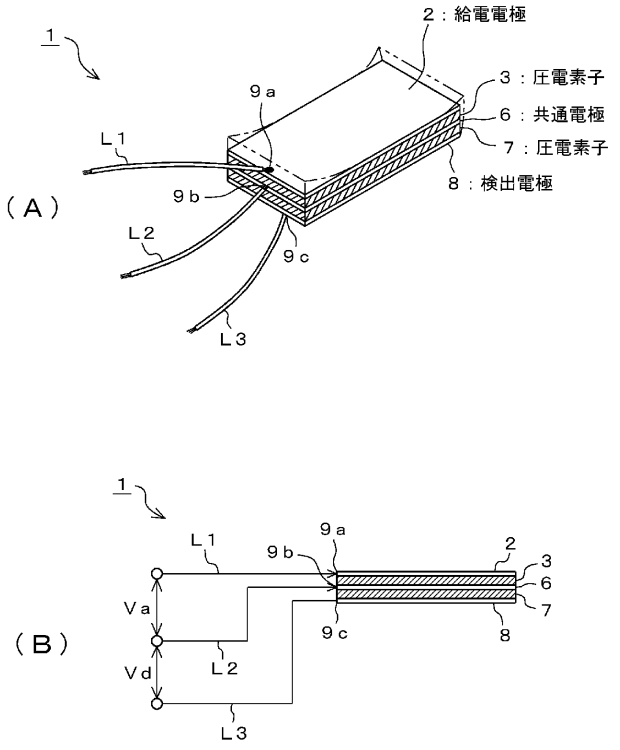
【図１】

第１の実施例としての触覚機能付きの入出力装置１００の構成例



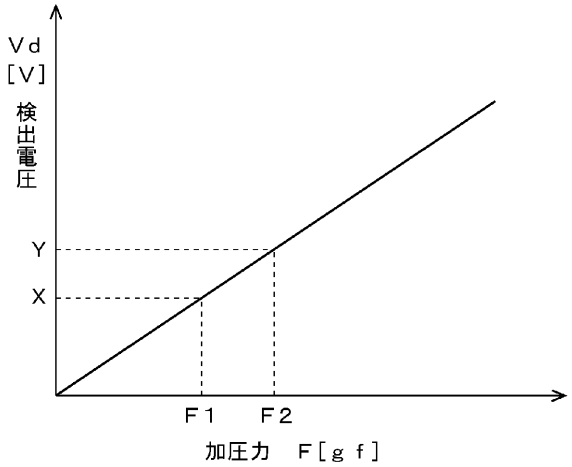
【図２】

圧電複合手段の一例としての多機能圧電アクチュエータ１の構成例



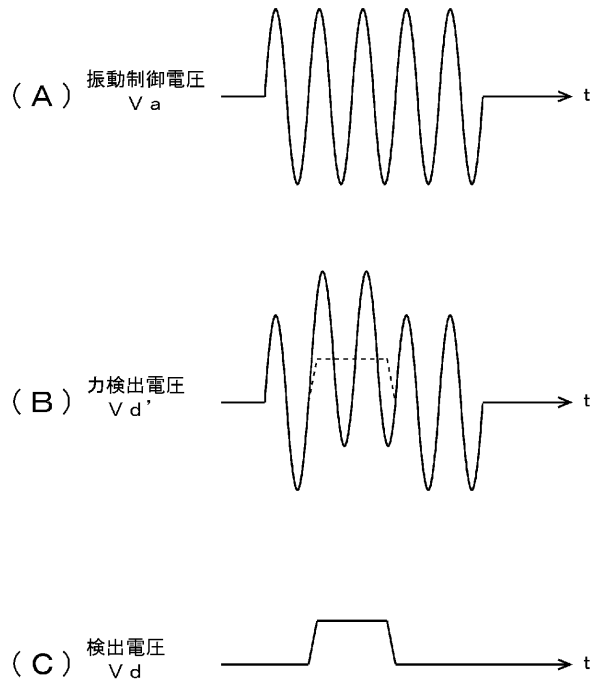
【図３】

アクチュエータ１の機能例



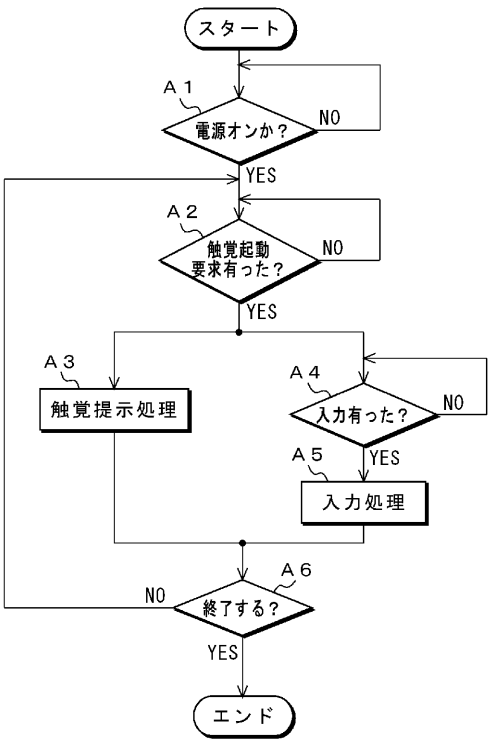
【図４】

コンパレータ８８の機能例



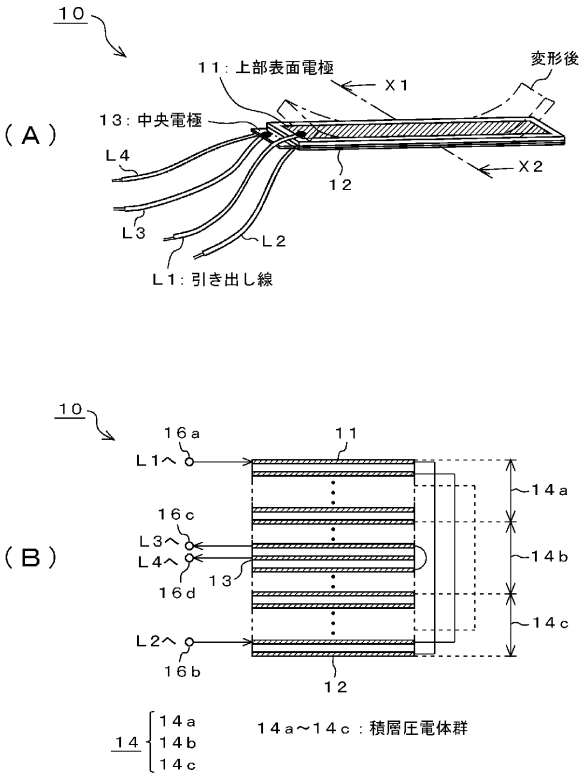
【図５】

触覚機能付きの入出力装置１００の動作例



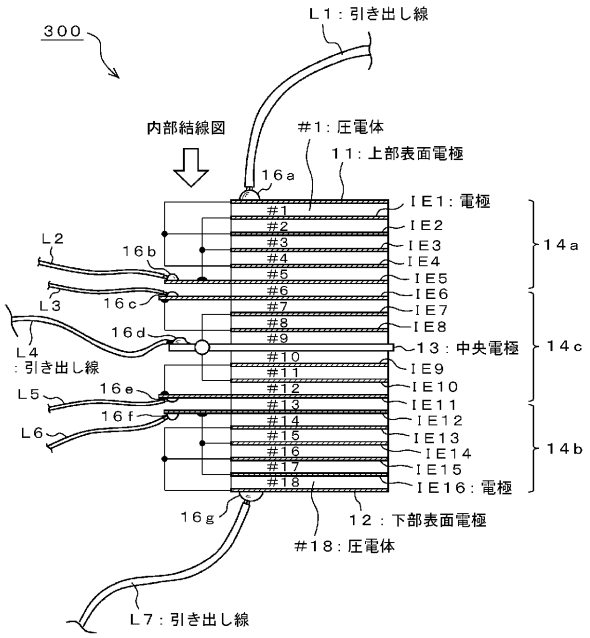
【図６】

第２の実施例としての入出力装置に使用可能な多機能圧電アクチュエータ(結線固定型)１０の構成例



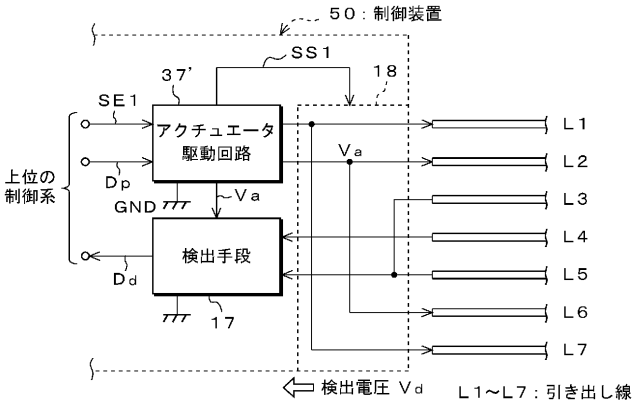
【図７】

第３の実施例としての入出力装置に使用可能な結線可変型の多機能圧電アクチュエータ３００の断面の構成例



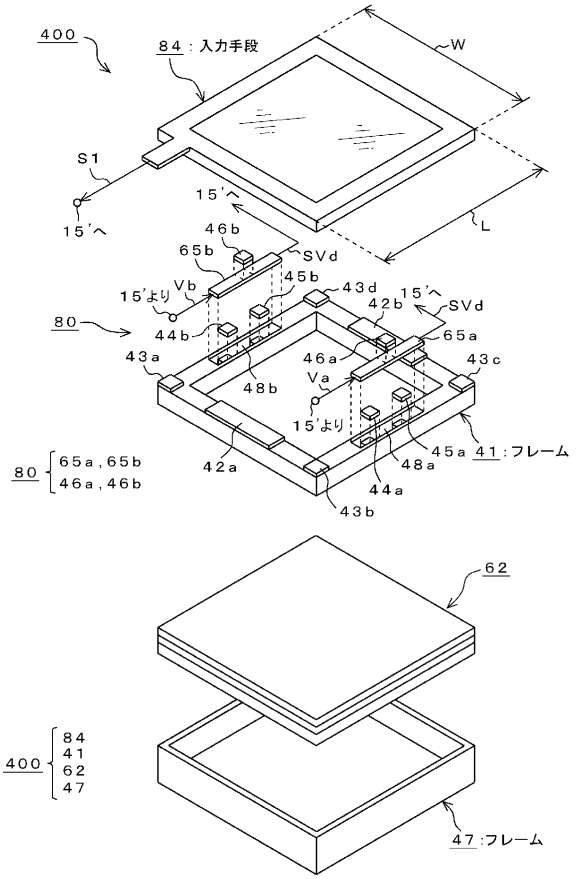
【図８】

多機能圧電アクチュエータ３００の制御系の構成例



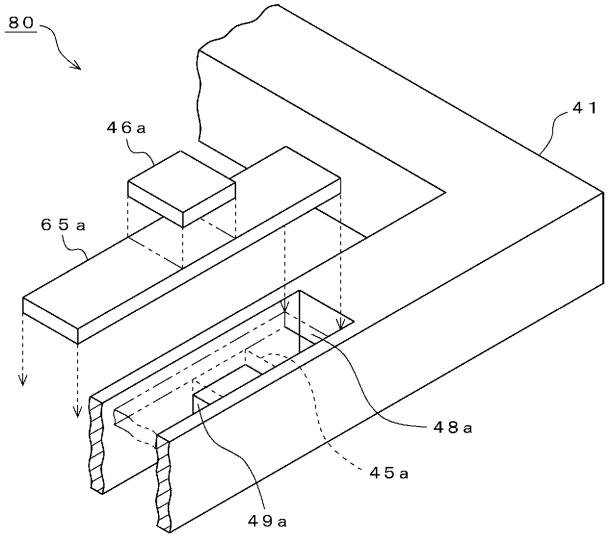
【図９】

第４の実施例としての触覚機能付き入出力装置４００の構成例



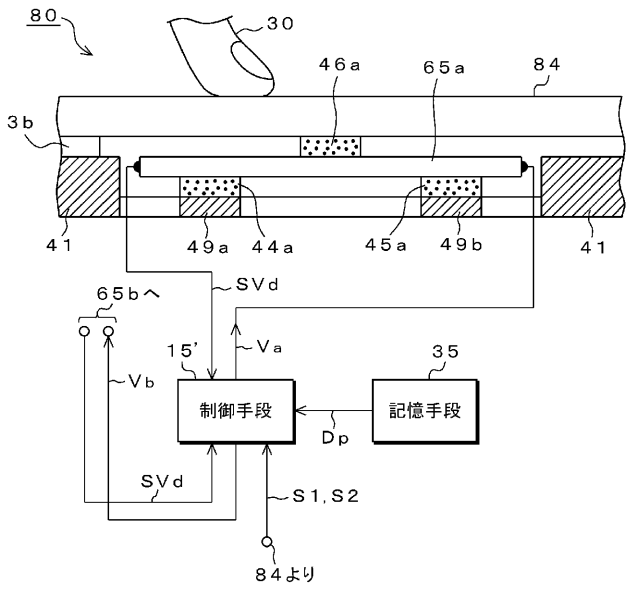
【図１０】

振動伝達機構８０の構成例



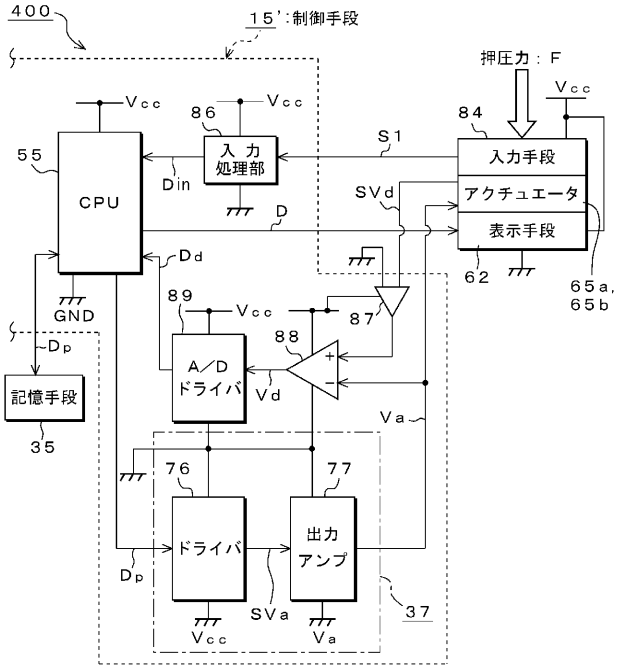
【図１１】

振動伝達機構８０における制御系の構成例



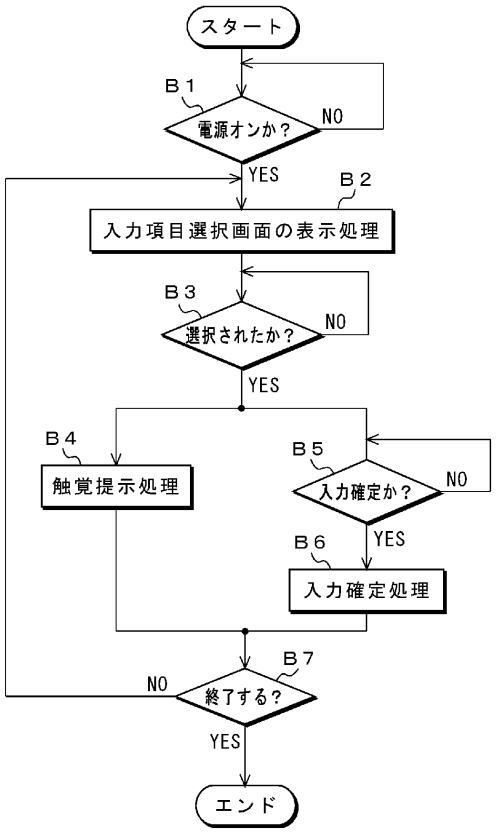
【図１２】

触覚機能付きの入出力装置４００の制御系の構成例



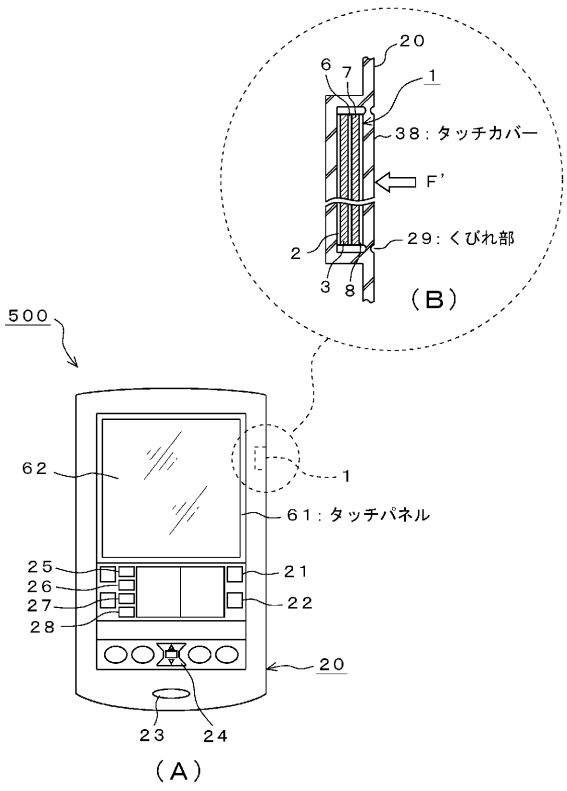
【図１３】

入出力装置４００の動作例

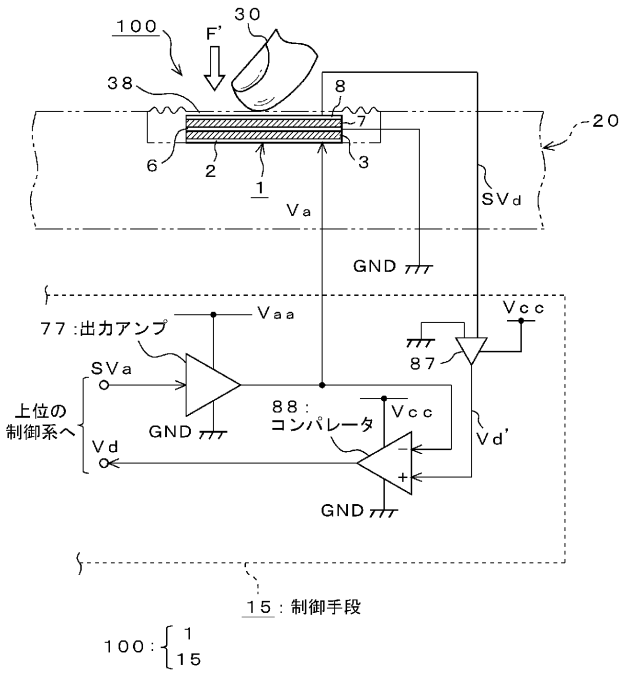


【図１４】

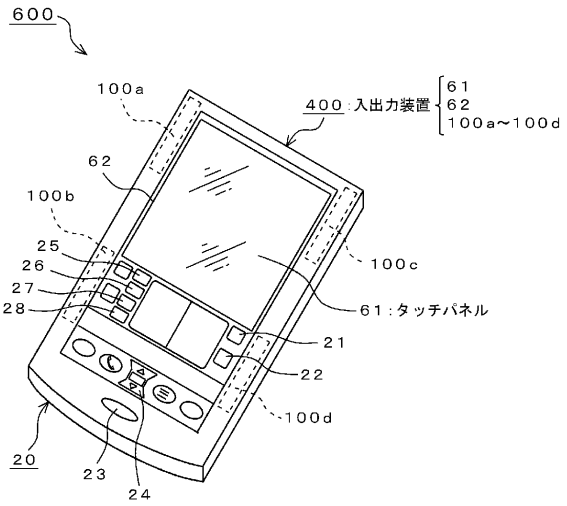
第５の実施例としての携帯端末装置５００の構成例



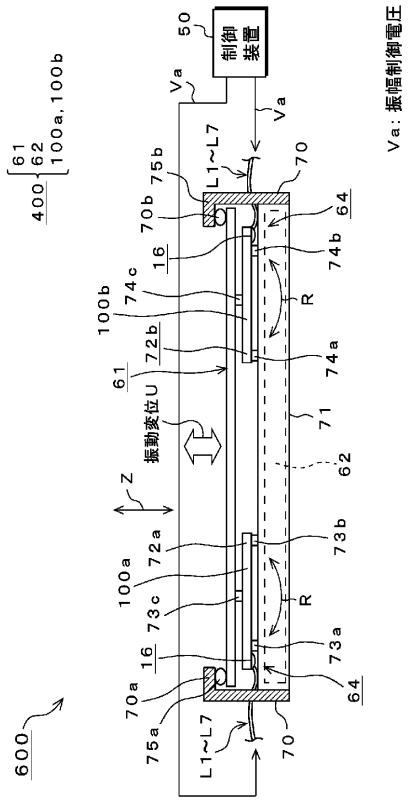
【図１５】
入出力装置１００の制御系の構成例



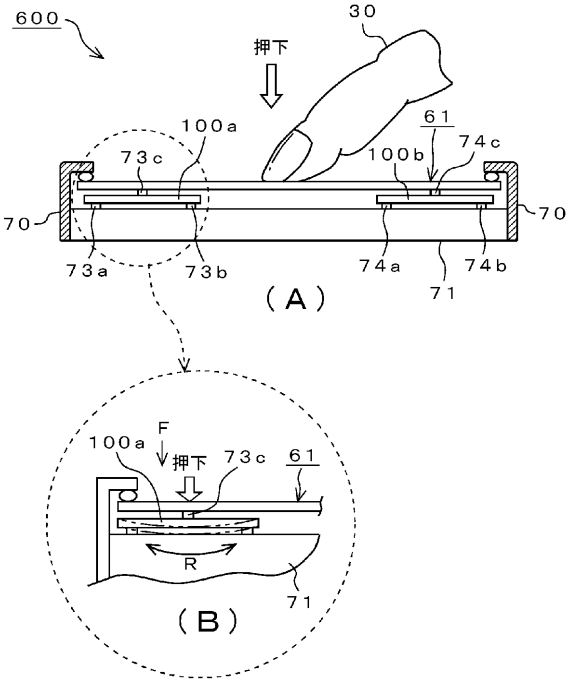
【図１６】
第６の実施例としての携帯端末装置６００の構成例



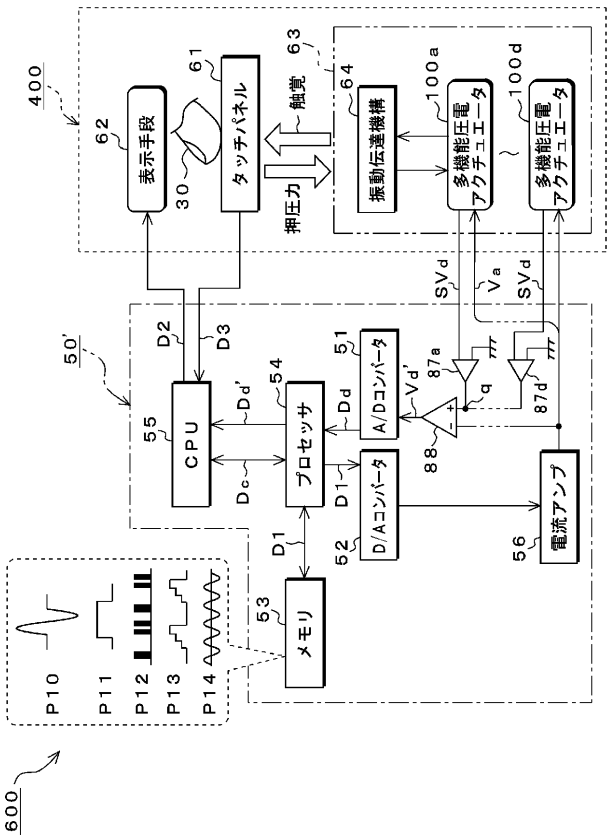
【図１７】
タッチパネル６１,表示手段６２,多機能圧電アクチュエータ１００ａ,１００ｂを含む構成例



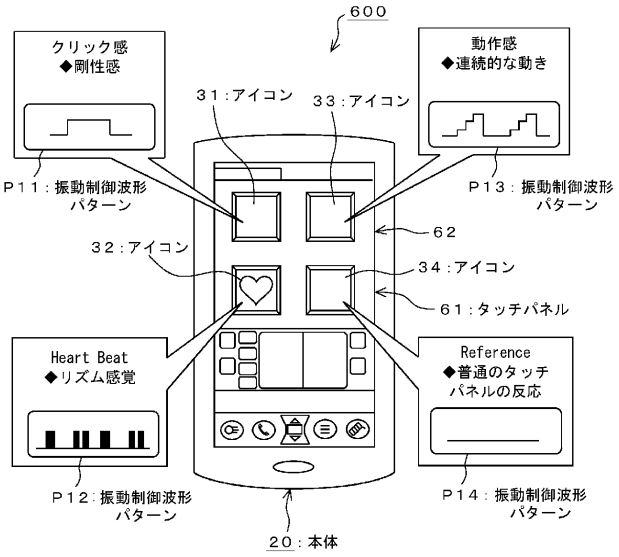
【図１８】
タッチパネル押下時の動作例



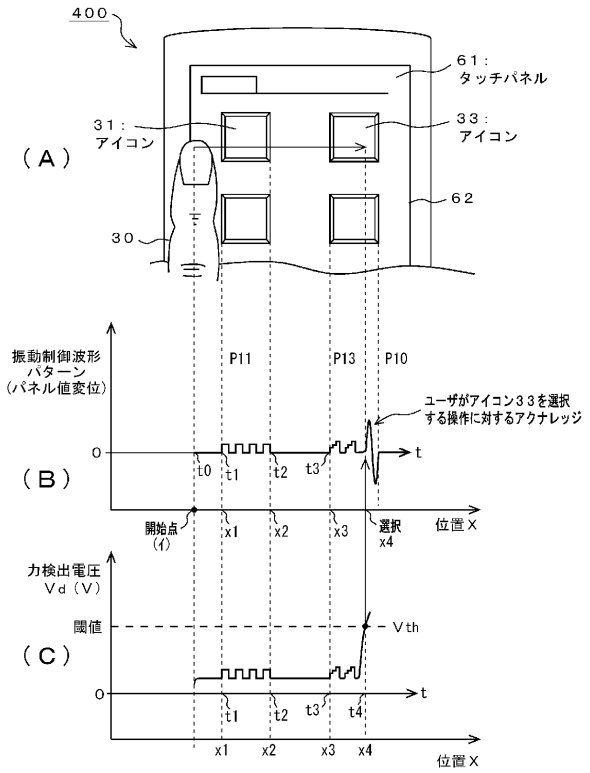
【図１９】
携帯端末装置６００の主要部の構成例



【図２０】
携帯端末装置６００における動作例



【図２１】
入出力装置４００における一連の動作例及び波形例



フロントページの続き

(72)発明者　関根　淳一
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　竹中　幹雄
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　小笠原　順一
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考) 5B068 AA05 AA22 BC07 BE11 CD01 DE11
5B087 AA09 AB12 CC02 CC12 CC25 DE03
5G006 AZ02 FB14 FB17 FB30 FD02 JA01 JB05 JB06
5G052 AA19 AA24 AA35 BB01 JA02 JA09 JB07 JB08 JB20