

# Certification of Translation

## COUNTY OF SUFFOLK COMMONWEALTH OF MASSACHUSETTS

I, Richard Evans, hereby declare:

That I possess advanced knowledge of the Japanese and English languages. The attached Japanese into English translation has been translated by me and to the best of my knowledge and belief, it is a true and accurate translation of the Japanese Unexamined Patent Application Publication No. H11-212725.

I declare that all statements made above of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true. I have been warned and understand that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both, under § 1001 of Title 18 of the United States Code.

I declare under penalty of perjury that the foregoing is true and correct.

*Richard Evans*

\_\_\_\_\_  
Signature

December 13, 2023

\_\_\_\_\_  
Date



260 Franklin Street, Suite 230, Boston MA 02110 • Phone 617-528-7400 • Fax 617-528-7490 • [www.linguist.com](http://www.linguist.com)

Certifications: ISO 9001 • ISO 17100 • ISO 18587 • ISO 27001

Form OPS-QF-008 (rev.1)

|                                          |
|------------------------------------------|
| Valve Exhibit 1007<br>Valve v. Immersion |
|------------------------------------------|

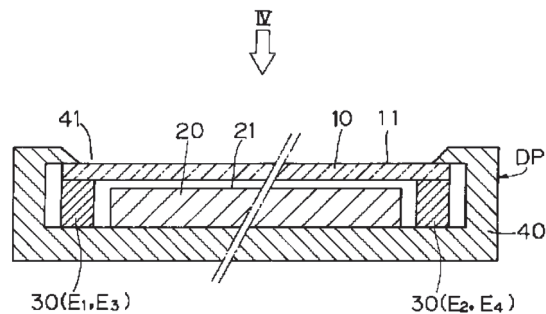
|                                                                                      |  |                                     |  |                 |  |                                                                                           |  |              |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|--|-----------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------|--|
| (51) Int. Cl. <sup>6</sup><br>G06F                                                   |  | Identification code<br>360          |  | FI<br>G06F      |  | 3/033                                                                                     |  | 360A<br>360P |  |
| Examination Request Status: Not Yet Requested No. of Claims: 16, OL (21 pages total) |  |                                     |  |                 |  |                                                                                           |  |              |  |
| (21) Filing Number:                                                                  |  | Patent Application No.<br>H10-12767 |  | (71) Applicant: |  | 000000309<br>IDEC Izumi Co., Ltd.<br>1-7-31 Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka             |  |              |  |
| (22) Date of Application:                                                            |  | January 26, 1998 (Heisei 10)        |  | (72) Inventor:  |  | Yoshitaka TSUJI<br>c/o IDEC Izumi Co., Ltd. 1-7-31<br>Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka   |  |              |  |
|                                                                                      |  |                                     |  | (72) Inventor:  |  | Masahiko KAWAKAMI<br>c/o IDEC Izumi Co., Ltd. 1-7-31<br>Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka |  |              |  |
|                                                                                      |  |                                     |  | (72) Inventor:  |  | Koji INADA<br>c/o IDEC Izumi Co., Ltd. 1-7-31<br>Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka        |  |              |  |
|                                                                                      |  |                                     |  | (74) Agent:     |  | Shigeki YOSHIDA, attorney (and 2 others)                                                  |  |              |  |
| Continues on final page                                                              |  |                                     |  |                 |  |                                                                                           |  |              |  |

(54) Title of Invention INFORMATION DISPLAY  
DEVICE AND OPERATION INPUT DEVICE

## (57) Abstract

[Problem] To provide an information display device with a small number of operating surface and display surface peripheral parts providing a reliable sense of operation and enabling a tracing operation without a push stroke.

[Resolution Means] An operating panel 10 is arranged on a liquid crystal display panel 20, and the operating panel 10 is supported by piezoelectric elements E1 through E4. Pressing an operating surface 11 of the operating panel 10 with a finger generates voltage at both ends of the piezoelectric elements E1 through E4, and an operating force and an operating position are sensed by detecting and calculating said voltage. High frequency is applied to the piezoelectric elements E1 through E4 when an operating force larger than a predetermined threshold is sensed, which thus causes the operating surface 11 to vibrate. This vibration allows an operator to obtain a reliable sense of operation. The number of parts is small because the sensing of the operating force applied to the operating surface and the application of the vibration to the operating surface 11 are performed using the common piezoelectric elements E1 through E4. Furthermore, a tracing operation is made possible because an operating force smaller than the predetermined threshold causes no reaction.



## [Scope of Claims]

[Claim 1] An information display device, comprising:

- (a) an information display surface;
- (b) a transparent or semi-transparent operating unit having a predetermined operating surface arranged on the information display surface;
- (c) bi-directional function means coupled with the operating unit able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions;
- (d) operating signal extracting means for extracting the electrical signal generated by the bi-directional function means through an operating force applied to the operating surface as an operating signal; and
- (e) drive control means for sending an electric drive signal to the bi-directional function means in response to the operating signal, wherein a mechanical reaction generated by the bi-directional function means through the drive signal is transmitted to the operating surface and is captured as a sense of touch of an operator.

[Claim 2] The information display device according to claim 1, wherein the drive control means has (e-1) operating signal determining means for comparing the operating signal to a predetermined threshold and sending the drive signal to the bi-directional function means when the operating signal exceeds said threshold.

[Claim 3] The information display device according to claim 2, wherein the operating signal determining means changes the mode of the drive signal in accordance with the size of the operating signal.

[Claim 4] The information display device according to claims 1 through 3, wherein the bi-directional function means has (c-1) a plurality of unit function means arranged mutually separated from one another each able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions, and the information display device is a device, further comprising:

- (f) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on a plurality of electrical signals generated by the plurality of unit function means through an operating force applied to the operating unit.

[Claim 5] The information display device according to claim 4, further comprising: three or more unit function means arranged and dispersed two-dimensionally as the plurality of unit function means.

[Claim 6] The information display device according to claim 5, wherein the operating surface is a rectangular surface has four unit function means arranged more or less at the four corners of the rectangular surface as the plurality of unit function means.

[Claim 7] The information display device according to any one of claims 1 through 3, wherein the operating means has (b-1) a touch panel for generating a position signal corresponding to an operating position on the operating surface.

[Claim 8] The information display device according to any one of claims 4 through 7, wherein the drive control means changes the threshold for the operating signal based on the position signal.

[Claim 9] The information display device according to any one of claims 4 through 7, wherein the drive control means changes the mode of the drive signal based on the position signal.

[Claim 10] The information display device according to any one of claims 2 through 9, further comprising:

- (g) logic gate means for transmitting the generation of the position signal to predetermined information processing means when the operating signal exceeds the threshold.

[Claim 11] The information display device according to any one of claims 1 through 10, wherein the bi-directional function means includes a piezoelectric element.

[Claim 12] The information display device according to any one of claims 1 through 10 housed in a portable housing having a predetermined main surface, wherein the operating surface is exposed on the main surface and is made portable.

[Claim 13] The information display device according to claim 12, further comprising one or a plurality of operating switches arranged securely on a surface other than the main surface of the housing for receiving an operation based on content displayed on the display surface.

[Claim 14] An information display device, comprising:

- (a) an information display surface;
- (b) a transparent or semi-transparent operating unit having a predetermined operating surface arranged on the information display surface;
- (c) a plurality of unit function means arranged spatially dispersed in a range so as to be coupled with the operating unit, each capable of converting a mechanical action into an electrical signal;
- (d) operating signal extracting means for extracting electrical signals generated by the plurality of unit function means through an operating force applied to the operating surface as a plurality of operating signals; and
- (e) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on the plurality of operating signals.

[Claim 15] An operation input device, comprising:

- (a) an operating unit having a predetermined operating surface;
- (b) bi-directional function means coupled with the operating unit able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions;
- (c) operating signal extracting means for extracting an electrical signal generated by the bi-directional function means through a pressing force applied to the operating surface; and
- (d) drive control means for sending a drive signal to the bi-directional function means in response to the operating signal, wherein a mechanical reaction of the bi-directional function means caused by the drive signal is transmitted to the operating surface as a sense of touch of an operator.

[Claim 16] The operation input device according to claim 15, wherein the bi-directional function means has (b-1) a plurality of unit function means arranged spatially dispersed in a range so as to be coupled with the operating unit, each capable of converting a mechanical action into an electrical signal; the operating signal is obtained as a plurality of unit operating signals generated by the plurality of unit function means, respectively, and

the operation input device is a device further comprising:

- (e) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on the plurality of operating signals.

## [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION] The present invention relates to an information display device and an operation input device used in, for example, factory automation (FA) devices, automatic vending machines, automatic ticket vending machines, automatic teller machines, home appliances, medical operating equipment, information equipment, handheld terminals, game devices, and the like.

[0002]

## [CONVENTIONAL TECHNOLOGY]

Devices where a touch panel is arranged on a display are in wide use as one type of information display device having an operation input function. Touch panels are extremely thin, and have the advantage of providing a high degree of freedom for selecting an area that can be used as a switch.

[0003]

Conversely, however, because the push stroke of touch panels is nearly zero, said panels lack a sense of touch (sense of operation) for indicating that operation inputs have been performed, such that operators are often left with a sense of doubt over whether operation inputs have actually been received on a device side.

[0004] To counter such circumstances, schemes have been

devised whereby a visual reaction, such as changing or flashing a display color of an operation location, or an auditory reaction, such as generating an electronic sound, is generated when an operation input is actually received.

[0005]

#### [PROBLEM TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, there is a problem with devices using visual reactions in that the display color change cannot be seen due to being hidden by a finger of an operator. Furthermore, visually impaired individuals, like as those suffering from amblyopia, and the like, will find it difficult to confirm changes if the display color change is subtle.

[0006] Moreover, with devices using auditory reactions, electronic sounds can be drowned out by ambient noise and go unheard. The electronic sound can be made louder to remedy this; however, if this is done, for example, in a location where a plurality of automatic ticket vending machines is lined up together, it can be impossible to tell which automatic ticket vending machine the sound is coming from. Additionally, making the electronic sound excessively loud in the case of a mobile phone can be an imposition on individuals in the vicinity of said phone. Furthermore, deaf people cannot hear reactions created using electronic noises.

[0007] While cases of devices using touch panels were described above, these problems are common to all information display devices having operating units that lack substantive push strokes, and are thus not limited to information display devices using touch panels.

[0008]

#### [OBJECT OF THE INVENTION]

The present invention was created to solve conventional technical problems like those described above, and thus a first object thereof is to provide an information display device able to give a reliable sense of operation even though an operating unit lacks a substantive push stroke.

[0009] A second object of the present invention is to realize a simple information display device where the number of parts in the vicinity of a display surface or an operating surface have been reduced.

[0010] Furthermore, a third object of the present invention is to permit an operating method (tracing operation) for reaching a target operating region by sliding a finger on the display surface, and to make it so that a device side does not erroneously display a reaction before an actual pressing operation can be performed in the target operating region during such a tracing operation.

[0011] Additionally, a fourth object of the present invention is to differentiate between a reaction from a location where a pressing operation was performed and a reaction from a device side caused by an operating force, to thus provide a varied sense of operation.

[0012] Moreover, a fifth object of the present invention is to provide a device having a large area for a display surface and an operating surface.

[0013] Finally, one object of the present invention is to provide an operation input device that uses the principle of realizing an information display device like that described above.

[0014]

#### [FUNDAMENTAL PRINCIPLE OF THE INVENTION]

In response to the first object described above, the present invention uses a mechanical reaction such as a vibration or a small displacement, and the like, of an operating surface as a response to an operation input from a device side. For example, the operating surface can be vibrated using a piezoelectric element (that is, a piezoelectric vibrator or a piezo element) to give an operator a reliable sense of operation.

[0015] By the way, sensing an operation input to an operating surface is a fundamental requirement for an information display device having an operation input function. Therefore, a device configured to generate a mechanical reaction like a vibration, and the like, in an operating surface must have a function for sensing an operation input and a function for generating the mechanical

reaction.

[0016] Thus, the inventors of the present invention focused on the fact that a piezoelectric element is a function means (hereinafter referred to as a bi-directional function means) able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions. That is, a mechanical reaction such as a vibration, and the like, is generated when an electrical signal is applied to such a bi-directional function means while, on the other hand, an electrical reaction such as voltage, and the like, is generated when a pressing force is applied to said bi-directional function means.

[0017] Thus, realizing both an operation sensing function and a mechanical reaction generating function through one (or one set of) bi-directional function means through an aggressive use of the characteristics of such bi-directional function means is a fundamental principle of the present invention.

[0018] That is, with the present invention, of the various functions of the bi-directional function means, an operation input is sensed through a "function for converting mechanical pressure into voltage (or current)," and a mechanical reaction is generated in an operating surface through a "function for converting voltage (or current) into a mechanical reaction."

[0019] By this, a reliable sense of operation can be given without increasing the number of parts.

[0020]

#### [SPECIFIC CONFIGURATION FOR SOLVING THE PROBLEM]

The information display device of the invention according to claim 1 configured in accordance with the principle described above provides; (a) an information display surface, (b) a transparent or semi-transparent operating unit having a predetermined operating surface arranged on the information display surface, (c) bi-directional function means coupled with the operating unit able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions, (d) operating signal extracting means for extracting an electrical signal generated by the bi-directional function means through an operating force applied to the operating surface as an operating signal; and (e) drive control means for sending an electric drive signal to the bi-directional function means in response to the operating signal.

[0021] Furthermore, a mechanical reaction generated by the bi-directional function means through the drive signal is transmitted to the operating surface and is captured as a sense of touch of an operator.

[0022] In the invention according to claim 2, the drive control means in the information display device according to claim 1 has (e-1) operating signal determining means for comparing the operating signal to a predetermined threshold and sending the drive signal to the bi-directional function means when the operating signal exceeds the threshold.

[0023] In the invention according to claim 3, the operating signal determining means in the information display device according to claim 2 changes the mode of the drive signal in accordance with the size of the operating signal.

[0024] In the invention according to claim 2, the bi-directional function means in the information display device according to claims 1 through 3 has, (c-1) a plurality of unit function means spatially arranged mutually separated from one another each able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions, and the information display device also has, (f) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on a plurality of electrical signals generated by the plurality of unit function means through an operating force applied to the operating unit.

[0025] In the invention according to claim 5, the information display device according to claim 4 has three or more unit function means arranged and dispersed two-dimensionally as the plurality of unit function means.

[0026] In the invention according to claim 6, the operating surface in the information display device according to claim 5 is a

rectangular surface, and the information display device has four unit function means arranged more or less at the four corners of the rectangular surface as the plurality of unit function means.

[0027] The invention according to claim 7 is the information display device according to any one of claims 1 through 3, where the operating means has, (b-1) a touch panel for generating a position signal corresponding to an operating position on the operating surface.

[0028] The invention according to claim 8 is the information display device according to any one of claims 4 through 7 where the drive control means changes the threshold for the operating signal based on the position signal.

[0029] The invention according to claim 9 is the information display device according to any one of claims 4 through 7 where the drive control means changes the mode of the drive signal based on the position signal.

[0030] The invention according to claim 10 is the information display device according to any one of claims 2 through 9 also having, (g) logic gate means for transmitting the generation of the position signal to predetermined information processing means when the operating signal exceeds the threshold.

[0031] The invention according to claim 11 is the information display device according to any one of claims 1 through 10 where the bi-directional function means includes a piezoelectric element.

[0032] In the invention according to claim 12, the information display device according to any one of claims 1 through 10 is housed in a portable housing having a predetermined main surface, and the operating surface is exposed on the main surface and is made portable.

[0033] The invention according to claim 13 is the information display device according to claim 12 also having one or a plurality of operating switches arranged securely on a surface other than the main surface of the housing for receiving an operation based on content displayed on the display surface.

[0034] The invention according to claim 14 was configured with a focus on the characteristics of an operating position caused by the detection of a pressing force in the inventions according to claims 1 through 13.

[0035] That is, the information display device of the invention according to claim 14 has, (a) an information display surface, (b) a transparent or semi-transparent operating unit having a predetermined operating surface arranged on the information display surface, (c) a plurality of unit function means arranged spatially dispersed in a range so as to be coupled with the operating unit, each capable of converting a mechanical action into an electrical signal, (d) operating signal extracting means for extracting an electrical signal generated by the plurality of unit function means through an operating force applied to the operating surface as a plurality of operating signals, and (e) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on the plurality of operating signals.

[0036] Furthermore, the invention according to claim 15 was configured with a focus on the detection of a pressing force and a portion of a mechanical reaction caused thereby without regard to the presence or absence of a display surface in the inventions according to claims 1 through 13.

[0037] That is, the operation input device has, (a) an operating unit having a predetermined operating surface, (b) bi-directional function means coupled with the operating unit able to convert a mechanical action and an electrical signal in two directions, (c) operating signal extracting means for extracting an electrical signal generated by the bi-directional function means through a pressing force applied to the operating surface, and (d) drive control means for sending a drive signal to the bi-directional function means in response to the operating signal.

[0038] Furthermore, a mechanical reaction of the bi-directional function means caused by the drive signal is transmitted to the operating surface as a sense of touch of an operator.

[0039] Moreover, the invention according to claim 16 is an invention where the configuration of the invention according to claim 14 has been added to the invention according to claim 15. Specifically, the bi-directional function means has, (b-1) a plurality of unit function means arranged spatially dispersed in a range so as to be coupled with the operating unit, each capable of converting a mechanical action into an electrical signal. Furthermore, the operating signal is obtained as a plurality of unit operating signals generated by the plurality of unit function means, respectively, and the operation input device has, (e) position signal generating means for generating a position signal expressing an operating position on the operating surface based on the plurality of operating signals.

[0040]

#### [FORM OF EMBODIMENTS OF THE INVENTION]

##### <1. First Embodiment>

<1-1. Device Overview> FIG. 1 is a perspective view of an automatic teller machine (ATM) 1 as an example of a system incorporating an information display device 100 of a first embodiment of the present invention. The automatic teller machine 1 is provided with a cashier section 3 and a card and bank passbook insertion section 4 on a front surface of a chassis 2. The machine is also provided with an information input and output section 5, and the information display device 100 is used in the information input and output section 5.

[0041] FIG. 2 is a view of the exterior of the information display device 100. In the use example illustrated in FIG. 1, the information display device 100 is arranged with a main surface thereof facing substantially upward, however, FIG. 2 illustrates a view of the information display device 100 in a standing state.

[0042] In FIG. 2, the information display device 100 is provided with a substantially box-like housing 101, and the portion housed in this housing 101 is divided mainly into a display operating unit DP facing an operator side, and a control circuit unit CT on the back side thereof.

[0043] A substantially rectangular operating surface 11 is exposed on a main surface MS of the housing 101. The operating surface 11 is either transparent or semi-transparent, and thus contents displayed on an information display surface 21 (see FIG. 3) can be viewed through the operating surface 11. Furthermore, a fixed push button switch 102 is also arranged on the main surface MS.

[0044] FIG. 3 is a partially omitted cross sectional view illustrating a portion corresponding to the display operating unit DP in cross section III - III in FIG. 2. Furthermore, FIG. 4 is a see-through plan view seen from direction IV in FIG. 3. In FIG. 3, the display operating unit DP houses a liquid crystal display panel 20 in a case 40 having a window 41, and the main surface of the liquid crystal display panel 20 serves as the information display surface 21.

[0045] As illustrated in FIG. 4, four piezoelectric elements E1 through E4 are arranged, one adjacent to each of the four corners of the liquid crystal display panel 20. The piezoelectric elements E1 through E4 are unit function means serving as elements of bi-directional function means able to convert mechanical actions and electrical signals in two directions. These piezoelectric elements E1 through E4 are fixed to a bottom surface of the case 40 in FIG. 3, and the apex portions thereof provide support at areas near the four corners of a transparent or semi-transparent operating panel 10. The operating panel 10 is, for example, a glass plate, an acrylic plate, or the like, having a substantially rectangular planar shape.

[0046] While a variety of information can be displayed on the liquid crystal display panel 20, the example in FIG. 4 illustrates menus of a bank automatic cashier. Regions R1 through R7 displayed by these menus serve as operating regions for bank users. For example, when a bank user presses on region R1 displaying "Deposit" with his or her finger using at least a predetermined amount of force, the information display device 100, through an operation described below, senses that "Deposit" has been selected, notifies the bank host computer of this, and then assumes a state in which cash can be accepted. Furthermore, at

the same time, the information display surface 21 changes to a screen displaying guidance and a new operating menu for accepting the cash. Note that the size and placement of these operating regions R1 through R7 can be set randomly. Furthermore, region R0 in FIG. 4 illustrates a region in the information display surface 21 that is outside the operating regions R1 through R7.

[0047] Moreover, the piezoelectric elements E1 through E4 in FIG. 3 are used in the device of the first embodiment as elements combining both sensing means for sensing whether a bank user has pressed any of the operating regions R1 through R7, and driving means for gently vibrating the operating panel 10 based on said pressing.

[0048] <1-2. Principles for Sensing the Operating Position>

Before describing the rest of the configuration of this device, the principles by which the piezoelectric elements E1 through E4 are used to sense which of the operating regions R1 through R7 have been pressed will be described.

[0049] FIG. 5 is the diagram of a model for describing this principle, where FIG. 5(a) illustrates an operating panel 10M having any two-dimensional shape, and n number of piezoelectric elements E1 through En arrayed near the periphery of said operating panel. Furthermore, FIG. 5(b) is an elevation of the operating panel. Here, the number n is an integer of at least 3.

[0050] Furthermore, a rectangular coordinate system XYZ is defined with any point being a point of origin 0 such that a plane parallel to the plate surface of the operating panel 10M becomes surface XY. Moreover, a case is imagined where the operating panel 10M is pressed downward at a position at point P (x and y) with a pressing force F. At this time, the principle for sensing (x and y), which are the XY coordinates of point P, using the function of the piezoelectric elements E1 through En, is as described below. Note that it is self evident that the Z coordinate for point P is above the plate surface of the operating panel 10M, and that it is not necessary to specifically derive the Z coordinate for point P because it is enough to know the XY direction operating position in the operating panel 10M.

[0051] First, when the XY coordinates of a piezoelectric element Ek (k = 1 to n) are assumed to be (xk and yk), these are known values based on the design. Furthermore, because voltage is generated at both ends of each piezoelectric element E1 through En when pressure is applied through the bi-directional conversion function thereof, a force k (k = 1 to n) applied to these piezoelectric elements E1 through En can be known. When seen from the operating panel 10M, this force f1 to fn is a reaction that works upward.

[0052] At this time, from a Z direction force equilibrium taking into account a pressing force F with respect to the operating panel 10M having a weight W and a force f1 to fn applied to the piezoelectric elements E1 through En,

[0053]

[Number 1]  $F + W - \sum f_k = 0$

is established. However, the summation symbol  $\sum$  in this equation and in each of the following equations indicates the sum of 1 through n for subscript k.

[0054] Next, from an equilibrium of a force momentum around the X axis and around the Y axis,

[0055]

[Number 2]  $\sum f_k \cdot x_k + F \cdot x + W \cdot x_0 = 0$ , and

[0056]

[Number 3]  $\sum f_k \cdot y_k + F \cdot y + W \cdot y_0 = 0$

are established. However, it is also known that (x0 and y0) are the XY coordinates at the center of gravity of the operating panel 10M.

[0057] When Number 1 and Number 2 are transformed, they become

[0058]

[Number 4]  $x = -(\sum f_k \cdot x_k + W \cdot x_0) / F$ , and

[0059]

[Number 5]  $y = -(\sum f_k \cdot y_k + W \cdot y_0) / F$

respectively, however, based on Number 1,

[0060]

[Number 6] is  $F = \sum f_k - W$

are obtained in place of Number 4 and Number 5.

[0061]

[Number 7]

$x = -(\sum f_k \cdot x_k + W \cdot x_0) / (\sum f_k - W)$ , and

[0062]

[Number 8]

$y = -(\sum f_k \cdot y_k + W \cdot y_0) / (\sum f_k - W)$

and thus,

[0063] Furthermore, because  $x_0 = 0$  and  $y_0 = 0$  when the center of gravity of the operating panel 10M is set at the point of origin of a coordinate system XYZ,

[0064]

[Number 9] is  $x = -(\sum f_k \cdot x_k) / (\sum f_k - W)$ , and

[0065]

[Number 10] is  $y = -(\sum f_k \cdot y_k) / (\sum f_k - W)$

[0066] Furthermore, when the operating panel 10M is inclined at an angle of just  $\theta$  (not illustrated in the figure) from a horizontal plane, Number 1 becomes

[0067]

[Number 11]  $F + W \cdot \cos \theta - \sum f_k = 0$ ,

and, based on this, Number 9 and Number 10 become

[0068]

[Number 12]

$x = -(\sum f_k \cdot x_k) / (\sum f_k - W \cdot \cos \theta)$ , and

[0069]

[Number 13]

$y = -(\sum f_k \cdot y_k) / (\sum f_k - W \cdot \cos \theta)$

[0070] Number 12 and Number 13 (or Number 7, Number 8, Number 9 and Number 10) are general equations for deriving XY coordinates (x and y) for an operating point (pressing point) P based on the force of a detected value k (k = 1 to n) of the forces at the piezoelectric elements E1 through En.

[0071] These general equations are as given below when realized with respect to the operating panel 10 of the present embodiment.

That is, because n = 4 in the case of the present embodiment, when a coordinate point of origin 0 is set in a central (center of gravity) position of a rectangle, with the side lengths of said rectangle, which defines the arrangement of the piezoelectric elements E1 through E4 as illustrated in FIG. 6, set as 2a and 2b, respectively,

[0072]

[Number 14] is  $x = a \cdot \{(f_1 + f_3) - (f_2 + f_4)\} / (f_1 + f_3 + f_2 + f_4 - W \cdot \cos \theta)$ , and

[0073]

[Number 15] is  $y = b \cdot \{(f_1 + f_2) - (f_3 + f_4)\} / (f_1 + f_3 + f_2 + f_4 - W \cdot \cos \theta)$  based on Number 12 and Number 13.

[0074] Thus, while a dead weight component  $W \cdot \cos \theta$  of the operating panel 10 can be measured and calculated in advance when said panel is used in the information display device 100 spatially fixed as in the present embodiment, an incline angle  $\theta$  can be changed in various ways when said panel is used in a portable information display device like that in another example described below. While the dead weight component  $W \cdot \cos \theta$  cannot be fixed in such a case, such a case does allow an operator to define a pressing operation position. The reasons for this are as given below.

[0075] (1) First, a control unit is configured so that the sum of sensed amounts f1 through f4 of the force from the piezoelectric elements E1 through E4 described above is only assumed to be effective when more than a predetermined threshold. If, at this time, a value considerably larger than the dead weight W of the operating panel 10 is set as such a threshold fh, a portion of a sum (f1 + f3 + f2 + f4) of the right-hand denominators of Number 14 and Number 15 becomes considerably larger than a ( $-W \cdot \cos \theta$ ) portion, and thus, the portion of the sum (f1 + f3 + f2 + f4) of the right-hand denominators of Number 14 and Number 15 actually becomes the major portion. Therefore, with Number 14 and Number 15 as approximation equations, an error is small even

when

[0076]

[Number 16] is  $x = a \cdot \{(f1 + f3) - (f2 + f4)\} / (f1 + f3 + f2 + f4)$ , and

[0077]

[Number 17] is  $y = b \cdot \{(f1 + f2) - (f3 + f4)\} / (f1 + f3 + f2 + f4)$ , and thus Number 16 and Number 17 can be used.

[0078] (2) With an information display device where a screen is operated using a finger, the accuracy required to define a pressing operation position is typically not very precise. That is, since it is sufficient in the example in FIG. 4 to define which of the operating regions R1 through R7 is being operated or which of these regions is not being operated, this example is sufficient for practical use even if small errors occur in the definition of an operation pressing position due to a dead weight component or other factors. Preferably, the operating regions R1 through R7 are not arranged densely but rather with a certain amount of space between them. This can prevent detection errors from occurring near the contour lines of the operating regions.

[0079] For the reasons given above, the calculation principles can be applied even in a portable information display device. Note that there is no problem with using Number 9 and Number 10 or Number 16 and Number 17 as approximation equations, even in devices that are not portable, when a value that is larger than the dead weight W of the operating panel 10 is set as the pressing force threshold fh.

[0080] <1-3. Configuration and Operation of the Control Circuit Unit CT>

Next, the configuration and operation of the control circuit unit CT (FIG. 7) of the information display device 100 will be described based on the principles described above. Note that while an example where the control circuit unit CT is configured using a hardware circuit is illustrated here, this circuit can also be realized with software using a microcomputer. In this case, the following circuit portions are functionally realized using the MPU and memory of said microcomputer.

[0081] <1-4. Pressing Force Sensing by the Piezoelectric Elements E1 through E4>

In FIG. 7, the element voltages  $e_k$  ( $k = 1$  to 4) of each of the piezoelectric elements E1 through E4 coupled with the operating panel 10 are applied in parallel to an operation unit 51.

[0082] FIG. 8 illustrates the internal configuration of the operation unit 51. A numerical relationship between the force applied to the piezoelectric elements E1 through E4 and the terminal voltage is preset in a signal converter 51a inside the operation unit 51. The terminal voltages  $e_k$  of the piezoelectric elements E1 through E4 are each converted by the signal converter 51a into signals  $Sfk$  for expressing forces  $f_k$  ( $k = 1$  to 4) applied to the piezoelectric elements E1 through E4, and these signals  $Sfk$  are applied in parallel to a position computing unit 51b and an operating force detecting unit 51c.

[0083] Distance constants a and b (see FIG. 6) saved in advance in a constant storage unit 51c are also applied to the position computing unit 51b, and the position computing unit 51b calculates the position coordinates (x and y) for an operating point using Number 16 and Number 17 described above. Note that when Number 14 and Number 15 are used instead of Number 15 and Number 16, a value relating to the dead weight component ( $W \cdot \cos \theta$ ) is also stored in the constant storage unit 51c, and used.

[0084] On the other hand, the summation  $\Sigma f_k$  of the forces  $f_k$  ( $k = 1$  to 4) is derived by the operating force detecting unit 51d. When the dead weight of the operating panel 10 is also taken into consideration, the value ( $W \cdot \cos \theta$ ) from the constant storage unit 51c is taken into consideration as well, and the operating force F is derived from Number 11. Note that if the value of the operating force F derived by the operating force calculating unit 51d is used as the value of the denominator of the calculation (for example, Numbers 16 and 17), it is not necessary for both the position calculating unit 51b and the operating force calculating unit to

calculate the sum  $\Sigma f_k$ .

[0085] As a result, an operating position signal SP showing the operating position P (x and y) and an operating force signal SF showing the operating force F are both output from the operation unit 51. The operating position signal SP has two components (x and y).

[0086] <1-5. Operating Position (Operating Region) Determination>

The operating position signal SP obtained by the operation unit 51 is applied to a region determining unit 52 in accordance with FIG. 7. Information ( $x_i$ ,  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $y_i$ : where  $i = 1$  to 7) expressing the apex coordinates (see FIG. 9) of each of the operating regions R1 through R7 in FIG. 4 is input from a region classification storage unit 53 into the region determining unit 52. The information of these apex coordinates is loaded from an information processing unit 60 (FIG. 7) described below in accordance with the content displayed at the time the information is loaded. [0087] The region determining unit 52 uses a comparing and determining unit 52a (FIG. 10) to compare the coordinates (x and y) of the operating point P to the apex coordinates of the operating regions R1 through R7 obtained as described above, and then determines whether the operating point P is in the region R0 or one of the operating regions R1 through R7. For example, if, in the comparing and determining unit 52a, a comparison and calculation is performed at a portion relating to the region R2 with regard to whether,

[0088]

[Number 18] is  $x2 - \leq x \leq x2 +$  and  $y2 - \leq y \leq y2 +$

or not, and the Number 18 is established, it is determined that the current operating point P is inside the operating region R2.

[0089] It is also determined whether or not the coordinates (x and y) of the operating point P are in the region (non-operating region) R0, which is the region outside the operating regions R1 through R7 on the liquid crystal display screen.

[0090] Accordingly, a signal SR that classifies operating regions R1 through R6 to express whether to denote an operating region R1 through R7 or the non-operating region R0, is output from the comparing and determining unit 52a in FIG. 10. Note that when the operator is not touching any part of the operating surface 11, the operating position signal SP is at a non-active level and, based on this, a region determining signal SR is also considered to be at a non-active level. To distinguish the plurality of regions R1 through R0 and non-active levels, the region determining signal SR is assumed to be a multi-level signal carrying a plurality of bits.

[0091] <1-6. Determination of the Operating Force>

On the other hand, in FIG. 7, an operating force signal SF indicating the operating force F is applied to an operating force determining unit 54. A plurality of thresholds Fh1 through Fh4 for defining the operating force classifications F0 through F4 in FIG. 11 are input from an operating force classification storage unit 55 into the operating force determining unit 54. The information of these thresholds Fh1 through Fh4 is also loaded at a given time from an information processing unit 60 described below, based on displayed content. Furthermore, while operating force classifications F0 through F4 have been defined for this example, the number of force classifications can be changed based on the displayed content at a given time. [0092] The region determining signal SR from the region determining unit 52 is also input into the region classification storage unit 55. Finally, the thresholds Fh1 through Fh4 can be changed based on which region the operating position P belongs to at a given time (hereinafter referred to as "in-operation region R"). Accordingly, for example, the values of the thresholds Fh1 through Fh4 can be made small for the operating regions R1 through R6, and the values of the thresholds Fh1 through Fh4 can be made large for the operating region R7. These corresponding relationships are stored in advance in the information processing unit 60 in FIG. 7, and the specific method for changing the thresholds is described below.

[0093] In all cases, however, the minimum threshold Fh1 of the

thresholds Fh1 through Fh4 is a threshold that makes the tracing operation possible by ensuring that pressing at an operating force F that is smaller than this minimum threshold is not interpreted as a menu selection operation. That is, because next to no operating force is applied by the simple act of moving a finger on the operating surface 11, as in the case of the tracing operation, operating errors can be prevented during tracing by discerning the operating force using the minimum threshold Fh1. Given that this is what the minimum threshold Fh1 means, it is preferable that the minimum threshold Fh1 be given a fixed value regardless of the operating region or displayed content.

[0094] With the four operating force classifications F1 through F4, in ranges at or above the minimum threshold Fh1, referred to as “effective operating force classifications,” the operating force determining unit 54 uses the comparing and determining unit 54a housed therein (FIG. 12) to compare the operating force F, denoted at a given time by the operating force signal SF, to the operating force thresholds Fh1 through Fh4 to determine which of the effective operating force classifications F1 through F4 the operating force F is in at a given time. For example, if

[0095]

[Number 19] is  $Fh1 \leq F < Fh2$ ,

the operating force is determined to be pressing at effective operating force classification F1, and if

[0096]

[Number 20] is  $Fh4 \leq F$ ,

the operating force is determined to be pressing at effective operating force classification F4.

[0097] So, in other words, when the operating force F is not in either of the operating force classifications F1 through F4, and

[0098]

[Number 21] is  $F < Fh1$ ,

the operation force is determined to be pressing at operating force classification F0 (“no actual pressing operation”).

[0099] Furthermore, an activation signal is generated when the operating force F at a given time belongs to effective operating force classifications F1 through F4. When none of the signals from the effective operating force classifications F1 through F4 are active, it means that the operating force is smaller than the minimum threshold Fh1.

[0100] All of the signals from the determining unit 54a for these effective operating force classifications F1 through F4 are applied to a logical sum circuit 54b, and then an operation enabling signal FC is generated as a logical sum signal for said classifications. Accordingly, the operation enabling signal FC is activated when it has been determined, at a given time, that the operating force F is at or above the smallest determining threshold Fh1, and that the operator has actually performed a pressing operation in the operating surface 11. Conversely, if the operator is not pressing the operating surface 11 at all, or if the operator is touching the operating screen 11 but has not yet performed a final selection operation (such as during a tracing operation, and the like), the operation enabling signal FC stays at a non-active level.

[0101] Furthermore, a signal is output from each determining unit for the effective operating force classifications F1 through F4 to a drive mode selecting unit 72 in FIG. 7, as an operating force determining signal FB. This signal is used as information for selecting the operating surface 11 drive mode using the piezoelectric elements E1 through E4, based on what classification the operating force F is in.

[0102] By the way, as is illustrated in FIG. 7, the region determining signal SR from the region determining unit 52 is also input to the operating force classification storage unit 55. As has already been mentioned, this is to enable changes to the values of the thresholds Fh1 through Fh4 based on the in-operation region R. Specifically, a plurality of combinations of the thresholds Fh1 through Fh4 are input to and stored in the operating force classification storage unit 55 from the information processing unit 60 based on the screen being displayed at a given time, and the threshold of one of these combinations is selected based on a

region classifying signal R. Therefore, if the threshold for the operating force F is changed for every in-operation region R (or for the operating position at a given time) in this way, the operating force determination in the operating force determining unit 54 can be performed after the region determining signal SR is generated from the region determining unit 52. This can be achieved by, for example, delaying the timing of the operation of the comparing and determining unit 54a in FIG. 12 a very short period of time with respect to the operation timing of the region determining unit 52, or by inserting a delay circuit in front of the comparing and determining unit 54a.

[0103] <1-7. Gate of the Region Determining Signal R>

In FIG. 7, the region determining signal SR output from the region determining unit 52 is output to the information processing unit 60, a gate circuit 56, and an AND circuit 57. Furthermore, the operation enabling signal FC is also input to the AND circuit 57.

[0104] The AND circuit 57 derives the logical product of the region determining signal SR and the operation enabling signal FC, and then applies the value of said logical product to the gate circuit 56 as a gate control signal G. The region determining signal SR is only allowed to pass through the gate circuit 56 when the gate control signal G is activated, that is, only when any portion of the operating surface 11 is operated with a force larger than the minimum threshold Fh1.

[0105] A region determining signal SR allowed to pass through the gate circuit 56 is input to a first processing unit 61 inside the information processing unit 60. The first processing unit 61 performs information processing and generates control signals for each device unit based on the menu item selected by the operator, and conveys the facts of this action to an external device (for example, a host computer) as necessary. For example, when “Withdrawal,” which corresponds to region R2 in FIG. 3, is selected, the screen is switched to an input operation screen for withdrawing money by driving the liquid crystal display panel 20 through a display driver 71.

[0106] On the other hand, a region determining signal SR that circumvents the gate circuit 56 and is input into the information processing unit 60, is input into a second processing unit 62 inside the information processing unit 60. The second processing unit 62 performs a predetermined process when a finger of the operator touches any region of the operating surface 11, even when the operator has not yet performed an actual pressing operation with a force at or above the minimum threshold Fh1. For example, by changing the display color of the region being touched by a finger at a given time, the operator can be informed of “which region an operation will take place in if he/she presses down in a given position.” Furthermore, an audio assist that says “make a ‘Withdrawal’” may be provided.

[0107] <1-8. Drive Mode Selection>

On the other hand, the drive mode selecting unit 72 in FIG. 7, which inputs the region determining signal SR and an operating force determining signal FB, selects a drive mode based on the classifications of the in-operation region and the operating force. The drive mode defines how the operating surface 11 will be vibrated.

[0108] Specifically, as is illustrated in FIG. 13, with which region, R1 through R0, the region determining signal SR belongs to as a first index, and which of the operating force classifications, F1 through F4, a classification expressed by the operating force determining signal FB belongs to as a second index, the drive modes that should be selected for combinations of the first and second indices are stored in Table 72a in advance. Signals S11, S12, ... in FIG. 13 are codes for selecting and defining any of a variety of drive modes like, for example, that illustrated in FIG. 14.

[0109] FIG. 14 schematically illustrates a variety of drive modes stored in a drive mode storage unit 73. For example, FIG. 14 (a) illustrates a mode for performing a continuous vibration having a small amplitude, while FIG. 14 (b) is a vibration mode having a large amplitude. FIG. 14 (c) illustrates a vibration mode having a

different frequency than FIG. 14 (a) and (b), while FIG. 14 (d) and (e) illustrate examples where vibration is performed for a short period of time once or twice. Furthermore, FIG. 14 (f) is a vibration mode for applying only a single vibration (one shot pulse). Note that examples of other modes are described below.

[0110] These drive modes can be identified using predetermined parameter codes, and in the example in FIG. 14 (d), these parameters are a vibration frequency VF, a vibration amplitude VD, and a vibration time VT.

[0111] Returning to FIG. 13, variations can be introduced with respect to how the operating surface 11 is driven by changing the content stored in table 72a. For example, when weak vibration is to be applied to operating regions R1 through R6, codes in the range of S11 through S64 can be determined to specify the vibration mode in FIG. 14 (a). Furthermore, when a stronger vibration is to be applied as the operating force F gets larger, the vibration mode in FIG. 14 (a) may be specified in the operating force classifications F1 and F2 in FIG. 13, and the vibration mode in FIG. 14 (b) may be specified in the operating force classifications F3 and F4, respectively. While it is preferred that codes S01 through S04 for the non-operating region R0 specify “no driving,” it is acceptable to apply weak vibrations to this region.

[0112] When one drive mode is selected using the region determining signal SR and the operating force determining signal FB in this way, the parameter values that specify drive modes in FIG. 14 are read from the drive mode storage unit 73, and then applied to a piezoelectric element drive unit 75 in FIG. 7. In response to this, a vibration voltage is applied to the piezoelectric elements E1 through E4 such that the piezoelectric elements E1 through E4 vibrate or are displaced slightly, and this vibration or slight displacement is propagated to the operating surface 11. When the operator presses down on one of the operating regions R1 through R7 with at least a predetermined force, a tactile action intended to notify the operator that the operation was received is generated by a vibration or slight sliding of the operating surface 11.

[0113] By the way, there is no example in table 72a in FIG. 13 that specifies a drive mode for a case where the operating force F is equal to or below the minimum threshold Fh1. This is because operating surface 11 is not driven in such a case, and thus there is no need to select a drive mode.

[0114] Through this kind of configuration, while a parameter signal V for a drive mode specified using a corresponding location in the table 72a is output to the piezoelectric element drive unit 75 when the operating force determining signal FB is active, no drive mode information of any kind is output to the piezoelectric element drive unit 75 when the operating force determining signal FB is not active. Therefore, the operating surface 11 is only made to vibrate or displace slightly when an operating force F equal to or greater than the minimum threshold Fh1 is applied to the operating surface 11.

[0115] Note that when a setting is made with respect to the non-operating region R0 indicating there is to be “no vibration” therein regardless of the size of the operating force F, no vibration, or the like, will occur therein even if an operating force F equal to or greater than the minimum threshold is applied, as long as said operating force is applied in the non-operating region R0.

[0116] Furthermore, while subsequent selection rules have been prepared in a table format for each type of vibration mode in the examples in FIG. 13 and FIG. 14, these selection rules may be kept as a function that uses the operating region determining signal SR and the operating force determining signal FB as two input variables.

[0117] By the way, another configuration can be used in these drive mode selection operations that drives the piezoelectric elements E1 through E4 only when an operating force F equal to or greater than the minimum threshold Fh1 is applied to the operating surface 11. That is, as is illustrated by the broken line 74 in FIG. 7 and FIG. 13, a logical product signal G, which is the

output of the AND circuit 57, is input to a gate circuit 72b, added and provided inside the drive mode selecting unit 72 in FIG. 13, as a gate control signal. The gate circuit 72b controls either the transmission of selected output from the table 72a to the drive mode storage unit 73, or the transmission of the drive mode parameter V signal to the drive mode storage unit 73. That is, because the logical product signal G is always inactive when the operating force F is smaller than the minimum threshold Fh1, this signal can be used to prohibit the transmission of drive modes. Table 72a only specifies this type of variation for the region determining signal SR, which is particularly useful in the case of configurations where devices do not change drive modes based on the size of the operating force F.

[0118] That is, because the only issue in such cases is whether the operating force F is larger than the minimum threshold Fh1, there is no need to determine which operating force interval F1 through F4 the force belongs to in a range equal to or larger than the minimum threshold. Therefore, there is no need to generate the operating force determining signal FB using the operating force determining unit 54 in FIG. 7, and the transmission of the operating force determining signal FB from the operating force determining unit 54 to the drive mode selecting unit 72 can also be omitted. Thus, in such cases, there are increased practical benefits in using the additional gate circuit 72b and the logical product signal G, which is the output of the AND circuit 57, to permit the generation of vibrations in the operating surface 11 only when the operating force F is larger than the minimum threshold Fh1.

[0119] Furthermore, it is preferable that table 72a in FIG. 13 be re-written for each screen displayed on liquid crystal display panel 20. That is, when the content displayed on the liquid crystal display panel 20 changes, each type of drive mode for the operating surface 11 can be used in a variety of ways by changing the drive mode to be selected for each operating region in the new display content or for each operating force interval to which the operating force belongs. For example, when the “Withdrawal” menu item is selected and the display changes to the withdrawal amount input screen, the operating region simulates a numeric keypad, and, for example, a one-shot displacement like that in FIG. 14 (f) may be applied each time the keypad is pressed. So called click sensations can be given to the operator in the case of such one-shot displacements.

[0120] Thus, to re-write the content of the table 72a each time the screen changes, table re-write information is input to the drive mode selecting unit 72 from the information processing unit 60. That is, when the screen displayed on the liquid crystal display panel 20 changes, the information processing unit 60 in FIG. 7 simultaneously loads, (1) coordinates for specifying a new operating region in the operating region classification storage unit 53, (2) a threshold group specifying new operating force classifications in the operating force classification storage unit 55, and (3) new content for the drive mode selecting table 72b in the drive mode selecting unit 72.

[0121] <1-9. Drive Control> In FIG. 7, the drive mode parameter signal V output from the drive mode selecting unit 72 is applied to the piezoelectric element drive unit 75. The piezoelectric element drive unit 75 has a high frequency oscillation circuit 76, which transmits a high frequency wave specified by the parameter signal V to the piezoelectric elements E1 through E4. Thus, the piezoelectric elements E1 through E4 are vibrated or slightly displaced at a specified amplitude and timing.

[0122] This mechanical reaction is propagated to operating panel 10 in FIG. 3, which thus vibrates or slightly displaces the operating surface 11. This vibration is felt by an operator touching the operating surface, which thus allows said operator to know that his/her operational input has been accepted successfully.

[0123] By the way, in FIG. 7, the piezoelectric elements E1 through E4 are connected to both the operation unit 51 and the piezoelectric element drive unit 75 by predetermined wires. Accordingly, when a high frequency wave is output from the

piezoelectric element drive unit 75, said high frequency wave is also transmitted to the operation unit 51. In order to separate the voltage generated by the operating force of the piezoelectric elements E1 through E4 from this high frequency wave, a low-pass filter may be provided in, for example, the signal converter 51a in FIG. 8. Thus, a vibration high frequency wave is cut by the low-pass filter, allowing just the direct current caused by the operating force to be extracted and used in the calculation of the operating position P and the operating force F. Furthermore, by making the minimum threshold for the operating force F larger than the amplitude of the drive signal for the piezoelectric elements E1 through E4, the interference of such a signal can be prevented.

[0124] In the case of information display where screens change in conjunction with the operational input of an operator, vibration is stopped after, for example, the operating panel 10 has been vibrated for exactly a predetermined amount of time. This can be accomplished by using a signal transmitting path from the information processing unit 60 to the drive mode selecting unit 74 to forcefully put the drive mode parameter signal V into an inactive level. Furthermore, the operation unit 51 and the piezoelectric element drive unit 75 may be integrated, and the importation of the signals from the piezoelectric elements E1 through E4 and the sending of the high frequency wave to the piezoelectric elements E1 through E4 may be switched temporally using a switching circuit. Moreover, short period vibration modes like those in FIG. 14 (d) and (e) may be selected.

[0125] In the case of vibration modes like those in FIG. 14 (a) through (c), vibration continues if the operator applies an operating force F that is larger than the minimum threshold Fh1. When the operator weakens the operating force F or removes his/her finger from the operating surface 11, this is sensed by the operating force determining unit 54, and thus the operating force determining signal FB to the drive mode selecting unit 72 becomes inactive. As a result, the drive mode parameter signal V goes to an inactive level, and the operating surface 11 stops vibrating.

[0126] <1-10. Main Advantages of the Information Display Device 100>

Because, as is described above, the piezoelectric elements E1 through E4 for giving a sense of touch to an operator through an operation are also used to sense regions selected by the operator in the information display device 100 according to this embodiment, there is no need to provide many other elements.

[0127] Accordingly, without increasing the number of parts in the vicinity of operating surface 11 and the information display surface 21, an effective sense of operation can be provided while the device identifies which operating area has been operated.

[0128] Because this sense of operation uses the sense of touch, a clear sense of operation can be obtained even in cases where there is a lot of ambient noise or in cases where the surroundings are dark. Furthermore, this sense of operation can also be perceived not only by deaf people but also by people with visual disorders such as amblyopia, and the like.

[0129] Furthermore, a tracing operation, and the like, is made possible because pressing with an operating force F smaller than the minimum threshold Fh1 is not perceived as an effective operation.

[0130] Moreover, because the drive mode applied to the operating surface 11 can be changed based on differences in operating force and operating region, the operator can be given a varied sense of operation.

[0131] Furthermore, because the minimum threshold Fh1 for the operating force F can be changed, confusion caused by erroneous selections can be prevented by setting the minimum threshold Fh1 for operating regions that should be selected with care (for example, operating regions such as Call Attendant, Report Emergency, and the like) higher than for other operating regions.

[0132] <2. Second Embodiment> FIG. 15 is a partially omitted cross sectional view illustrating a portion equivalent to a display

operating unit DP of an information display device that is a second embodiment of the present invention used in place of the structure in FIG. 3. The information use aspects and appearance of the second embodiment are the same as in FIG. 1 and FIG. 2.

[0133] In FIG. 15, the display operating unit DP allows an operator to specify an operating position using a touch panel 10T. The touch panel 10T is, for example, a resistive type panel having transparent electrodes arranged in an orthogonal matrix of M rows and N columns in an XY plane on a transparent substrate. With this panel, the intersections of these rows and columns form switches, each cell of the matrix is a unit, and XY direction operating position signals are output.

[0134] The touch panel 10T is not limited to a resistive type panel and thus may also be a, (1) photoelectric touch panel for detecting an operating position where data light from a light emitting element incident on a light receiving element is blocked or attenuated by a finger, or the like, (2) an ultrasonic touch panel for detecting an operating position where ultrasonic waves emitted from an ultrasonic wave oscillating element that enter a geophone element are blocked or attenuated by a finger, or the like, or (3) a capacitive touch panel for detecting a position touched by a finger, or the like, based on a change in capacitance, or the like.

[0135] A touch panel support plate 42 is provided to reinforce the touch panel 10T, and said support plate may be an opaque member in cases where a part corresponding to the touch panel 10T has the shape of a hollowed out frame member like that illustrated by the example in the figure. When in the shape of a flat plate and not a frame member, it is preferable that the plate be formed using a transparent or semi-transparent material. Furthermore, the touch panel support plate 42 does not need to be provided when the touch panel 10T itself is strong enough not to deform due to a pushing operation.

[0136] While the remaining configuration of the display operating unit DP in FIG. 15 is the same as that in FIG. 3, with the display operating unit DP in FIG. 15, the touch panel performs the detection of an operating position, and the piezoelectric elements E1 through E4 are used for the purpose of detecting an operating force on the operating surface 11 and for applying mechanical drive to the operating surface 11.

[0137] FIG. 16 is a configuration diagram of a control circuit CT using the display operating unit DP in FIG. 15, and while this circuit is described as a hardware circuit, as was the circuit in FIG. 7, the functions of these circuits can be expressed using software. While most of the elements of the control circuit CT in FIG. 16 have the same configuration and function as in FIG. 7, differences with FIG. 7 will be described below by comparing FIG. 16 and FIG. 7.

[0138] In FIG. 16, the operating position of touch panel 10T is specified using an operating position specification unit 51T. However, because the touch panel 10T is a matrix array of M rows and N columns, the operating position signal SP becomes a value where a unit is the size of the cells of the touch panel 10T.

[0139] The region determining unit 52 determines which of the operating regions R1 through R7 the operating position signal SP corresponds to, while the configuration and operation of the region determining unit 52 are fundamentally the same as in FIG. 7.

[0140] On the other hand, while the terminal voltages  $e_k$  ( $k = 1$  to 4) of the piezoelectric elements E1 through E4 are each applied in parallel to an operation unit 51F, the operation unit 51F is equivalent to a unit where the position calculating unit 51b has been omitted from the configuration in FIG. 8. That is, because the touch panel 10T specifies the operating position in the second embodiment, all that has to be calculated from the output voltage of the piezoelectric elements E1 through E4 is the total operating force F.

[0141] The operating force signal SF, which is the output of the operation unit 51F, is output to the operating force determining unit 54, where it is determined which operating force classification F0 through F4 (FIG. 11) the operating force F

belongs to.

[0142] All other configurations and operations are the same as in the first embodiment. The second embodiment not only has the advantages of the device according to the first embodiment, but also the advantage that operating position detection errors are very rare. That is, as has already been mentioned, when the operating position is specified using the terminal voltages  $e_k$  ( $k = 1$  to  $4$ ) of the piezoelectric elements E1 through E4, the dead weight, and the like, of the operating panel 10 has an impact on said specification. While these errors pose little problem when the operating regions R1 through R7 are relatively big, more accurate operating position detection is required when the areas of these operating regions are particularly small. In such cases, it is preferable to use the touch panel 10T used in the second embodiment.

[0143] Furthermore, because position calculation based on the terminal voltages  $e_k$  ( $k = 1$  to  $4$ ) is not necessary to use the touch panel 10T, the second embodiment also has the additional advantage that operating regions can be specified very quickly.

[0144] <3. Third Embodiment> FIG. 17 is an external perspective view of an information display device 200 according to a third embodiment of the present invention. The information display device 200 is a liquid crystal display type game device given as one example of a mobile information display device. With the information display device 200, the operating surface 11 is exposed on a main surface MS of a box shaped housing 201. This operating surface is equivalent to the operating panel 10 in FIG. 3, or the touch panel 10T in FIG. 15. The display operating unit and control circuit behind the operating surface 11 are configured in the same way as the display operating unit DP in the first embodiment and the second embodiment.

[0145] The operating regions R1 through R4 displayed by the liquid crystal display panel are visible through the operating surface 11 in FIG. 17. Typically, these operating regions R1 through R4 are displayed along both sides of the operating surface. The operator grips housing 201 by both sides, as illustrated by the broken lines in FIG. 17, and performs operations by pressing these operating regions R1 through R4 with his/her thumbs. When the position of this pressing operation is sensed, if the pressing force thereof is larger than a predetermined threshold, the operation input is accepted, a displayed object 210 (FIG. 18) on a screen changes, and the operating surface 11 is vibrated or slightly displaced based on a predetermined mode. The operation at this point is the same as in the first and second embodiments.

[0146] However, with the information display device 200, a fixed operating button 203 is provided on a side surface of the housing 201. Furthermore, as illustrated in the back surface view in FIG. 9, fixed operating buttons 221 and 222 and a cross shaped operating button 223 are provided on a back surface 220 of the housing 201 out of the way of a battery case cover 224. These fixed buttons 203, and 221 through 223 can be assigned, for example, to start and end games, to switch between screen display content, to move or operate objects on screen, and the like. Typically, these fixed buttons 203, and 221 through 223 are operated using the fingers gripping the housing 201 other than the thumbs.

[0147] In conventional devices of this type, a liquid crystal display screen had only a display function, and fixed buttons were arranged on the main surface MS, which thus reduced the area of a liquid crystal display surface. However, with the information display device 200 according to the present embodiment, because operation input is also possible using the operating surface 11 on the liquid crystal display screen, most of the area of the main surface MS can be used as a display operating surface by moving the fixed buttons to surfaces other than the main surface of the housing 201.

[0148] Additionally, while conventional devices were provided with fixed buttons only, a variety of operating input in conjunction with a variety of circumstances is made possible by the device according to the present embodiment because the display content

and positions of the operating regions R1 through R4 are enabled therein.

[0149] Note that, as is illustrated in FIG. 17, the housing 201 has a power switch 202 on top, and that such power switches 202 and volume adjusting dials were arranged on surfaces other than the main surface MS in conventional devices as well. However, given that the fixed buttons 203, and 221 through 223 in the device according to the present embodiment are operating switches for receiving operations based on the content displayed on an information display surface, said fixed buttons are thus substantively different from a power switch or a volume adjusting dial. Stated in terms of the game device, these fixed buttons 203, and 221 through 223 are buttons that relate to game content.

[0150] If the present invention is used in this type of game device or mobile information display terminal (so-called mobile device), said invention is not only able to provide a sense of operation through the vibration of the operating surface 11, but is also able to increase the realism of a game, and the like. That is, the invention can vibrate the operating surface 11 to coincide with the movement of a displayed object (for example, a character) on the screen, and to synchronize the vibration of the operating surface 11 with a sound.

[0151] Furthermore, if the invention varies the phase of high frequency waves applied to the piezoelectric elements E1 through E4, it is possible to provide a vibration like a traveling wave that travels from one end of the operating surface 11 to the other, which would serve to make games, and the like, more interesting.

[0152] <4. Other Embodiments>

FIG. 20 is a drawing of another example of an available information display device according to the present invention illustrating the information display surface 21 and a portion of an overlapping operating surface 11. In this example, volume control knobs of an audio device are displayed on a liquid crystal display panel, which knobs are configured so as to be operated by the finger of an operator. Specifically, the panel displays a sliding volume knob 301 for each register, and, when a finger 303 is placed on a knob to apply a pressing force thereupon, and the finger 303 is then moved in either an "H" direction or an "L" along a volume adjusting line 302, the display of the volume knob 301 moves in conjunction the movement of the finger, to thus actually change a volume. In addition to this, operating surface 11 vibrates to convey to the operator that the device is operating.

[0153] Furthermore, a vibration amplitude changes to coincide with the position of the volume knob 301 being operated at a given time. For example, operating surface 11 is vibrated with a low amplitude when the volume knob 301 is in section Y<sub>L</sub>, a medium amplitude when the knob is in section Y<sub>M</sub>, and a high amplitude when the knob is in section Y<sub>H</sub>. This gives the operator a sense of touch that coincides with the current volume. Furthermore, the amplitude can be increased continuously in conjunction with the Y coordinates of the volume knob 301.

[0154] FIG. 22 illustrates an example of a specific configuration for realizing such a function. FIG. 22 illustrates a deformed portion of part of the first embodiment in FIG. 7 or the second embodiment in FIG. 16, where information  $y_D$  indicating which section, Y<sub>L</sub>, Y<sub>M</sub>, or Y<sub>H</sub>, the displayed Y coordinate for the operated volume knob 301 belongs to at a given time is transmitted to the drive mode selecting unit 72 from the information processing unit 60. The table 72a in the drive mode selecting unit 72 stores relationships for selecting a drive mode to coincide with this Y coordinate identifying value  $y_D$  in a table format and is set such that the drive mode is selected from the drive mode storage unit 73, where a vibration mode with a high amplitude is selected when the Y coordinate identifying value  $y_D$  is large, and a vibration mode with low amplitude is selected when the identifier is small. Vibration modes with high amplitudes, medium amplitudes, or low amplitudes, respectively, are stored in the drive mode storage unit 73.

[0155] Furthermore, when amplitude is to be changed continuously, the value of the displayed Y coordinate for the

volume knob 301 may be applied to the drive mode selecting unit 72 as the Y coordinate identifying information  $y_D$ , and to the vibration amplitude determined using an increasing function for the Y coordinate identifying information  $y_D$ .

[0156] In all cases, this provides for very realistic knob operation. [0157] FIG. 21 is a drawing illustrating a use example similar to that in FIG. 20. In the example in FIG. 21, a finger 303 can press and operate a low volume side push button display 304L and a high-volume side push button display 304H. For example, when the high-volume side push button display 304H is pressed, a slide display 305 moves along the volume adjusting line 302, and the volume increases as does the vibration amplitude of the operating surface 11. In this case, information indicating either the Y coordinate itself of the slide display 301 for the volume knob 303 being operated at a given time, or which of the sections  $Y_L$ ,  $Y_M$ , or  $Y_H$  the Y coordinate thereof belongs to, is used as the information  $y_D$  in FIG. 22.

[0158] All other configurations and operations are the same as those in the first embodiment and the second embodiment.

[0159] <5. Modifications>

<5-1. Bi-directional function means> A variety of elements such as (1) a piezoelectric element, (2) a combination of an electromagnetic solenoid and a plunger, or (3) a combination of an electromagnet and a permanent magnet can be used as the unit function means used as the bi-directional function means or components thereof used in the present invention. In elements using electromagnetic effects, like (2) and (3) described above, a pressing force applied to an operating surface causes changes to a magnetic flux distribution, thus evoking voltage between the terminals of a coil. Furthermore, the size of the pressing force can be determined by amplifying said voltage. That is, this takes advantage of the fact that the functions of both a displacement sensor and electromagnetic driving means are being provided.

[0160] Ceramic piezoelectric elements and piezoelectric films, and the like, may also be used in cases where piezoelectric elements are used. FIG. 23 is a partial view illustrating an example using piezoelectric film 310. In this example, a piezoelectric film 310 is arranged under the operating panel 10 or the touch panel 10T near each of the four corners thereof, and these piezoelectric films 310 are each supported by an elastic body 311 such as a spring, a piece of rubber, or the like. Screen display is performed using a liquid crystal display panel (not illustrated) arranged under the operating panel 10 or the touch panel 10T, just as in the embodiments described above. When an operator presses a desired location on the operating panel 10 or the touch panel 10T, the elastic bodies 311 contract and voltage is generated on both sides of the piezoelectric film corresponding to a related pressing force and pressing location, and then a pressing force and a pressing location are detected through the detection of this voltage.

[0161] <5-2. Extension to an Operation Input Device> FIG. 24 is a cross sectional view illustrating a switch as an example of an operation input device that realizes the fundamental principle of the present invention in the simplest form. In this switch, a piezoelectric element ES is arranged in the bottom of a case 321, and then a recording faceplate 322 and a transparent or semi-transparent operating plate 323 are arranged thereupon. The upper surface of operating plate 323 serves as operating surface 324.

[0162] A wire 327 stretches out from the piezoelectric element ES, and then said wire 327 is connected to a press sensing unit 325 and a drive unit 326. The press sensing unit 325 senses a pressing force on the operating surface 234, caused by an operator, by sensing a terminal voltage of the piezoelectric element ES through a low-pass filter, and the like. When the terminal voltage of the piezoelectric element ES is larger than a predetermined threshold, the press sensing unit 325 sends a switching signal to an external device and a sensing command signal to a piezoelectric element drive unit 326, based on this, the piezoelectric element drive unit 326 generates a high frequency wave having a predetermined vibration pattern and sends said

wave to the piezoelectric element, thus causing the piezoelectric element ES to vibrate. By this, the operating surface 324 is vibrated through the recording faceplate 322 to thus give an operator a sense of touch to the effect that the operation input has been accepted.

[0163] By following the principle of the present invention in this way, it is possible to use just one piezoelectric element ES, or just one set of piezoelectric elements, to sense a pressing operation and apply vibration to an operating surface without providing separate means for doing so, even in a switch that does not have a variable display surface.

[0164] The switch in FIG. 24 does not require the recording faceplate 322. In this case, a fixed display may be used on the front surface of the operating plate 324 itself, and display may also be provided outside the switch. That is, the present invention can be extended to an operation input device that does not have a display surface of its own.

[0165] <6. Other Modifications> Modifications like those described below are also possible in addition to each of the configurations described as embodiments and modifications according to the present invention.

[0166] In the case where detection of an operating position on an operating panel is through a plurality of unit function means (piezoelectric elements, and the like), as in the first embodiment, it is preferable that at least three unit function means be distributed and arranged two dimensionally. This is because an operating position in a two-dimensional plane can be specified accurately by detecting a pressing force in at least three locations.

[0167] On the other hand, in the case of a device having a use method where locations of operating regions are aligned one dimensionally, operating positions can be specified one dimensionally by arranging piezoelectric elements on each of two opposing sides. Accordingly, while at least three, and preferably four or more, unit function means are typically arranged in a rectangular operating panel, the number of unit function means can be increased or reduced based on the shape and use state of the operating panel, and the like.

[0168] Modes for applying a mechanical reaction to an operating surface include, (1) sliding the operating panel sideways in one shot, (2) suddenly sliding the operating panel sideways and then holding the panel there as long as the operating surface 11 is being pressed, (3) sliding the operating panel down in one shot, (4) suddenly sliding the operating panel down and then holding the panel there as long as the operating surface 11 is being pressed, (5) sliding the operating panel up in one shot (equivalent to FIG. 14 (f)), (6) suddenly sliding the operating panel up and then holding the panel there as long as the operating surface 11 is being pressed, and the like, and these modes can be stored in the drive mode storage unit 73 in FIG. 14.

[0169] While, of these modes, (1), (3), and (5) are acceptable if pulse-like drive signals are generated, because modes (2), (4), and (6) generate DC like drive signals, it is necessary to avoid picking up drive signals when detecting terminal voltage  $e_k$  (direct current) generated in piezoelectric elements E1 through E4. In the case of modes (2) and (6) described above, because the displacement directions of the piezoelectric elements are different than the displacement direction (facing down from the operating surface) caused by the operating force, putting the terminal position for applying the drive signal and the terminal position for extracting the signal  $e_k$  in different locations, as well as also using a different wire, allows the drive signals of the piezoelectric elements and the terminal voltage caused by the operating force to be separated from one another.

[0170] By contrast, in the case of mode (6), the voltage caused by the drive signal and the terminal voltage caused by the operating force appear in the same location, and thus must be differentiated from one another. This can be solved by setting the minimum threshold for the operating force larger than, for example, the value of the DC drive voltage.

[0171] In the present invention, a member other than the operating

panel 10 or the touch panel 10T may be interposed between the piezoelectric elements E1 through E4. That is, the coupling between the operating unit and the bi-directional function means may be either direct or indirect.

[0172] The variable information display means is not limited to a liquid crystal display panel, and thus an electroluminescent (EL) display, a plasma display, a thin CRT, an LED array, a combination of a liquid crystal shutter, a light emitter to illuminate the shutter, and a reflecting plate, and the like, may be used as said display means.

[0173] In a case using fixed display means, paper or a sheet may be affixed thereto instead of the recording faceplate.

[0174]

In a case where the present invention is implemented as an operation input device that has no information display surface, a plurality of unit function means may be distributed and arranged two dimensionally as in the first embodiment, and then a function can be provided whereby an operating position is detected based on the output thereof. Such an operation input device can be used as a sliding pad, which is one type of pointing device used in, for example, portable personal computers (so-called notebook computers). Because the movement of a finger on the operating surface in such a case can be visually verified as the movement of a cursor on a screen such as a liquid crystal display of a personal computer, the operation input device itself does not need to have a display function.

[0175] Furthermore, in such a case, a plurality of operating force thresholds are set, where an operating force within a range between a minimum threshold and a maximum threshold is imported as a cursor movement command, and an operation equal to or exceeding the maximum threshold is imported as an operation equivalent to the click of a mouse. Doing this eliminates the need to provide a separate button for clicking on the main body of a notebook computer, and a clicking operation can be easily achieved by means of a sliding pad alone in cases where a button for clicking has already been provided separately.

[0176] Conductive rubber or a load cell can be used as function means in cases where the present invention is used only to detect the presence or absence of an operation, or as unit function means in cases where the present invention is applied only to the detection of operating positions.

[0177]

#### [EFFECT OF THE INVENTION]

As has been described above, with the invention according to claim 1 through claim 12, an operating force applied to an operating screen can be sensed by using bi-directional function means able to convert a mechanical reaction and an electrical signal in two directions, and an operating surface can be moved mechanically and a sense of operation given to an operator by applying an electrical drive signal to the bi-directional function means based on an operating signal.

[0178] Therefore, a reliable sense of operation can be provided even if an operating means does not have a substantial push stroke. This sense of operation is tactile and does not use vision or hearing such that perception thereof is possible even in noisy and dark surroundings. Thus, even visually impaired and deaf people can clearly perceive the mechanical reaction of the operating surface.

[0179] Furthermore, because the sensing of the operating force and the mechanical reaction of the operating surface can be realized with a single means, a simple information display device that reduces the number of parts in the vicinity of an information display surface and the operating surface can be achieved.

[0180] With the invention according to claim 2, because a drive signal is applied to the bidirectional function means when an operating signal exceeds a predetermined threshold, a drive signal is not generated by a small operating force alone, and thus a tracing operation is possible, and no reaction is erroneously displayed by a device side before a pressing operation is performed in a target operating region.

[0181] With the invention according to claim 3, because a drive signal mode changes based on the size of the operating signal, the sense of operation can be varied.

[0182] With the invention according to claim 4, it is possible to generate a position signal that expresses the operating position on the operating surface using a plurality of unit function means that configure the bi-directional function means, without requiring the addition of other means for specifying the operating position on the operating surface.

[0183] With the invention according to claim 5, it is possible to detect the operating position on a planar operating surface using three or more unit function means.

[0184] With the invention according to claim 6, the operating position on the operating surface can be detected using a rectangular operating surface having a wide range of use.

[0185] With the invention according to claim 7, because the operating position is specified using a touch panel, operating position specification accuracy is high, and only a short period of time is required to specify a position.

[0186] With the invention according to claim 8, because a threshold of the operating force is changed by the operating position, sensitivity can be changed based on a position that has been pressed and operated, thus allowing the sense of operation to be varied.

[0187] With the invention according to claim 9, because the drive mode is changed, the sense of operation can also be varied.

[0188] With the invention according to claim 10, because the position signal becomes substantially effective when the operating force exceeds a predetermined threshold, the tracing operation will not cause erroneous input.

[0189] With the invention according to claim 11, because the function means for detecting the operating force and applying the mechanical reaction to the operating surface is configured using a piezoelectric element, the device can easily be made smaller and the operating force can be detected with high accuracy.

[0190] With the invention according to claim 12, because the information display device is housed in a housing and thus made portable, the information display surface can be used effectively, and an adequate sense of operation can be applied.

[0191] With the invention according to claim 13, because one or a plurality of operating switches for accepting an operation based on the displayed content on the information display surface of a portable information display device are provided on a surface other than a housing main surface, most of the housing main surface can be used as the information display surface and an overlapping operating surface.

[0192] Furthermore, because an input operation is also possible using the operating surface, the housing main surface can be used effectively thus enabling a variety of inputs in conjunction with the operating switches not on the main surface.

[0193] With the invention according to claim 14, because the operating position is specified using the output signals of the plurality of unit function means, the operating position can be specified without using the touch panel. While dirt, and the like, on the touch panel can cause erroneous operation, the risk of such erroneous operation is reduced in the present invention because the operating force is converted into an electrical signal.

[0194] With the invention according to claim 15, the fundamental principle of the present invention is extended to configure an operation input device where a reliable sense of operation can be obtained without a stroke, thus becoming an operation input device with a small number of parts.

[0195] Finally, the invention according to claim 16 combines the advantages of the invention according to claim 14 and the advantages of the invention according to claim 15.

#### [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

FIG. 1 is a drawing illustrating an example of a system incorporating an information display device 100 of a first embodiment according to the present invention.

FIG. 2 is a view of the exterior of the information display device

100.

FIG. 3 is a partially omitted cross sectional view illustrating a portion corresponding to the display operating unit DP in cross section III - III in FIG. 2.

FIG. 4 is a see-through plan view seen from direction IV in

FIG. 5 is a view of a basic model for describing the principle of sensing a pressed operating region using piezoelectric elements.

FIG. 6 is a view of a model for describing the principle of sensing a pressed operating region in a first embodiment using piezoelectric elements.

FIG. 7 is a block diagram of a control circuit CT in the first embodiment.

FIG. 8 is an internal block diagram of an operation unit 51.

FIG. 9 is a descriptive drawing of the apex coordinates of an operating region.

FIG. 10 is an internal block diagram of a comparing and determining unit 52a.

FIG. 11 is a descriptive diagram of operating force classifications F0 through F4.

FIG. 12 is an internal block diagram of an operating force determining unit 54.

FIG. 13 is an internal block diagram of a drive mode selecting unit 72.

FIG. 14 is a diagram schematically illustrating a variety of modes stored in a drive mode storage unit 73.

FIG. 15 is a partially omitted cross sectional view illustrating a portion equivalent to a display operating unit DP of an information display device that is a second embodiment of the present invention.

FIG. 16 is a configuration diagram of a control circuit CT using the display operating unit DP in FIG. 15.

FIG. 17 is a perspective drawing of the exterior of an information display device 200 according to a third embodiment of the present invention.

FIG. 18 is a plan view of the information display device 200.

FIG. 19 is a rear view of the information display device 200.

FIG. 20 is a diagram illustrating another example that can be used as the information display device according to the present invention.

FIG. 21 is a diagram illustrating a use example like FIG. 20.

FIG. 22 is a partial block diagram for realizing a function in the device in FIG. 20.

FIG. 23 is a partial drawing illustrating an example using a piezoelectric film 310.

FIG. 24 is a cross sectional view illustrating a switch as an example of an operation input device of the present invention.

[Explanation of the symbols]

|             |                                                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| E1 - E4     | Piezoelectric elements (unit function means)                          |
| $e_k$       | Terminal voltage of the kth piezoelectric element                     |
| R1 - R7     | Operating regions                                                     |
| P (x and y) | Operating position                                                    |
| R           | In-operation region                                                   |
| F           | Operating force                                                       |
| SF          | Operating force signal                                                |
| SP          | Operating position signal                                             |
| FC          | Operation enabling signal                                             |
| FD          | Operating force determining signal                                    |
| G           | Gate signal                                                           |
| V           | Drive mode parameter signal                                           |
| F1 - F4     | Operating force intervals                                             |
| Fh1 - Fh4   | Operating force thresholds                                            |
| Fh1         | Minimum operating force threshold                                     |
| DP          | Display operating unit                                                |
| CT          | Control circuit                                                       |
| MS          | Housing main surface                                                  |
| 10          | Operating panel                                                       |
| 10T         | Touch panel                                                           |
| 11          | Operating surface                                                     |
| 20          | Liquid crystal display panel                                          |
| 21          | Display surface (information display surface)                         |
| 30          | Bi-directional conversion function means                              |
| 51          | Operation unit                                                        |
| 52          | Region determining unit                                               |
| 54          | Operating force determining unit (operating signal determining means) |
| 56          | Gate circuit                                                          |
| 57          | AND circuit                                                           |
| 60          | Information processing unit                                           |
| 72          | Drive mode selecting unit                                             |
| 73          | Drive mode storage unit                                               |
| 75          | Piezoelectric element drive unit                                      |
| 100, 200    | Information display devices                                           |
| 101, 201    | Housings                                                              |

Fig. 1

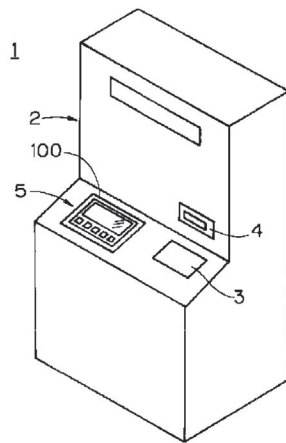


Fig. 2

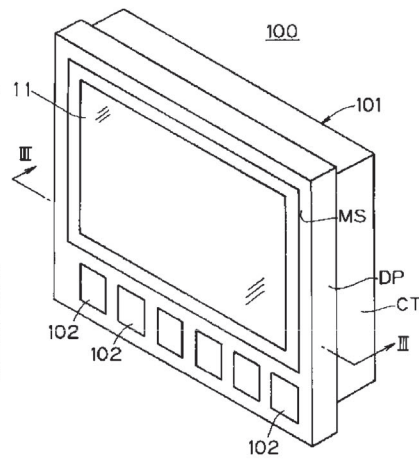


Fig. 9

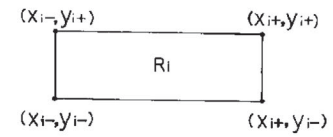


Fig. 3

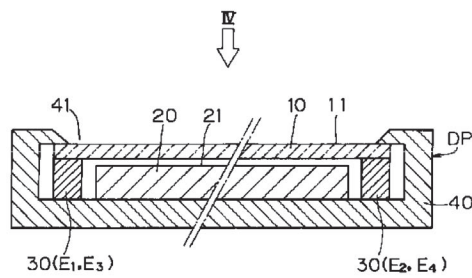


Fig. 4

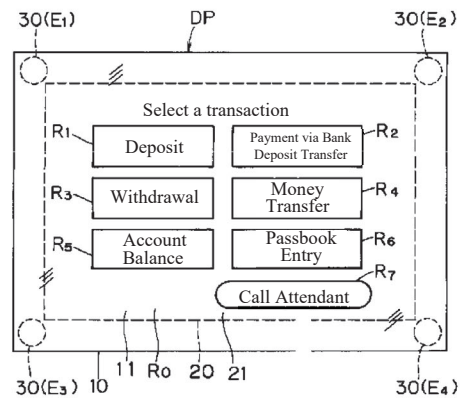


Fig. 5

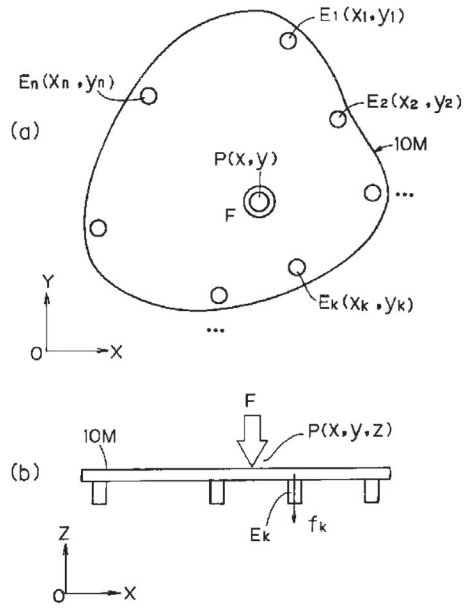


Fig. 6

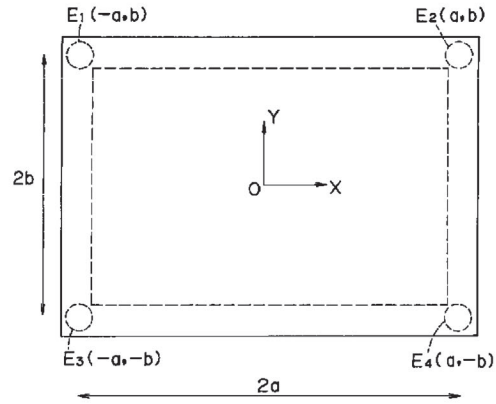


Fig. 11

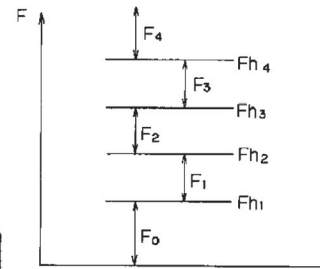


Fig. 7

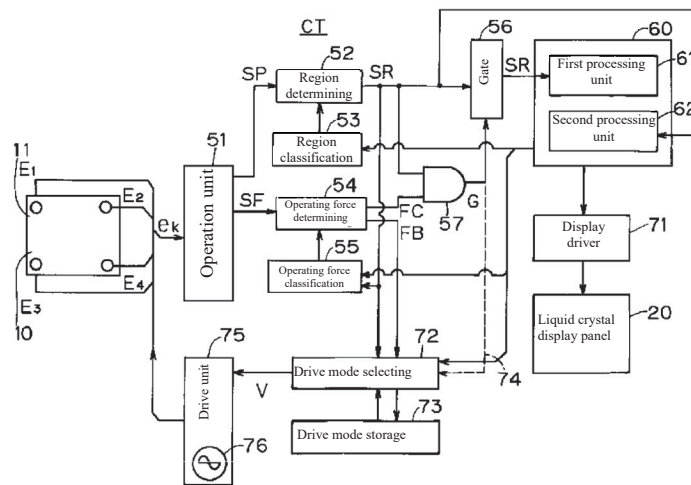


Fig. 24

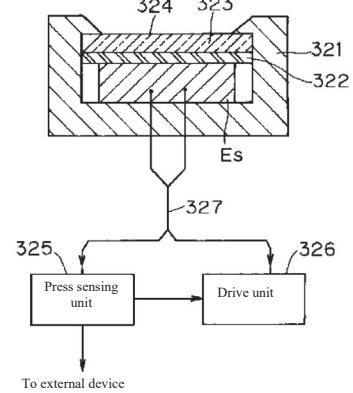


Fig. 8

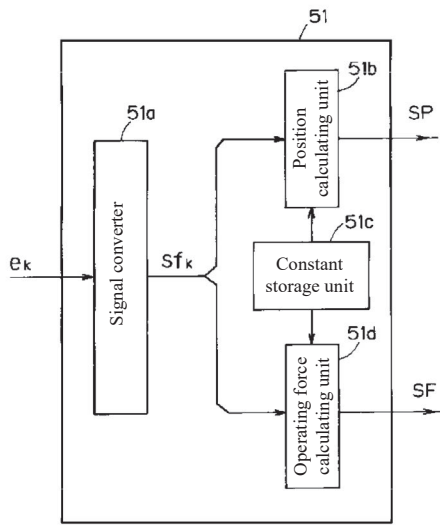


Fig. 10

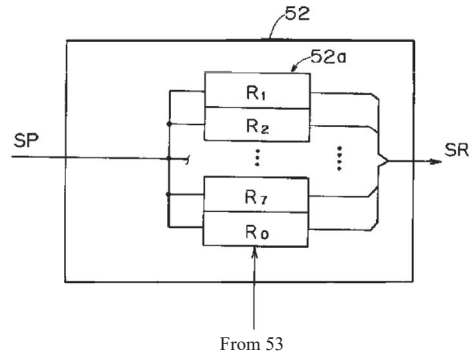


Fig. 13

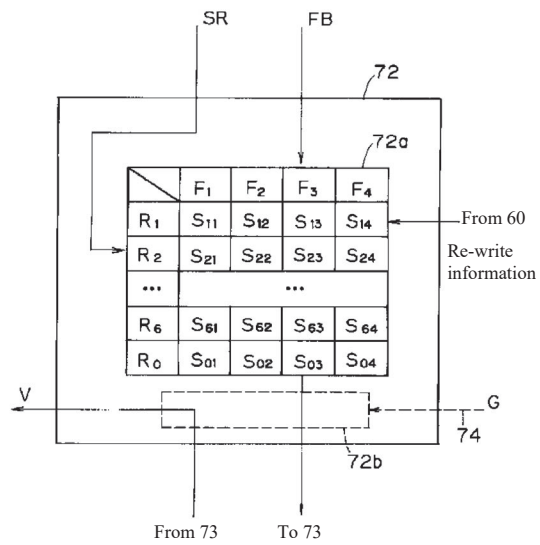


Fig. 12

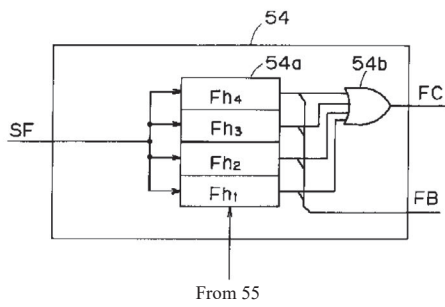


Fig. 15

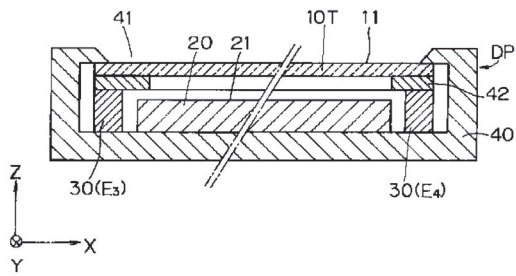


Fig. 20

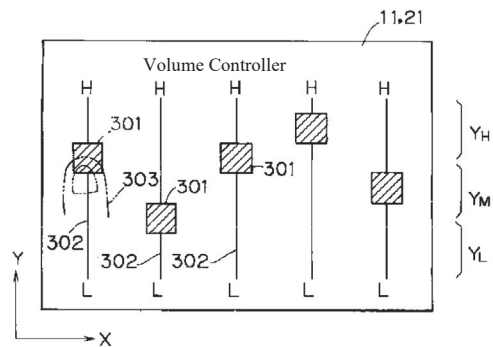


Fig. 14

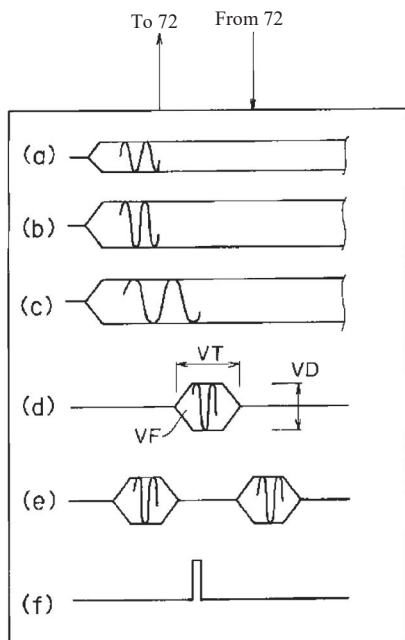


Fig. 17

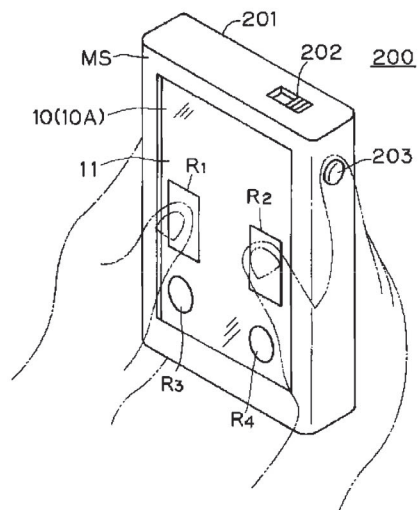


Fig. 16

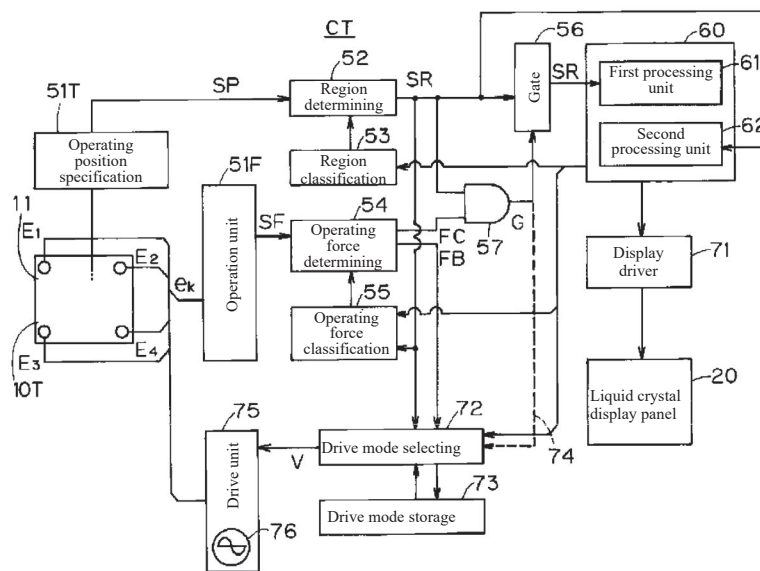


Fig. 18

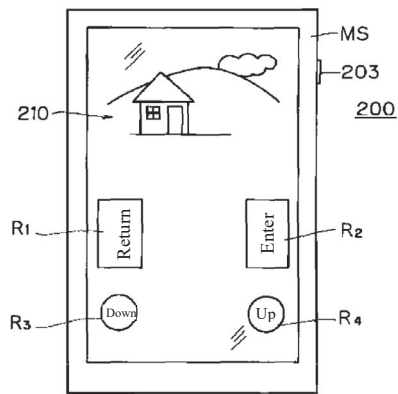


Fig. 19

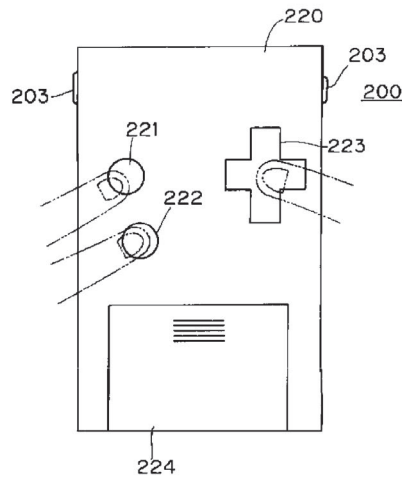


Fig. 21

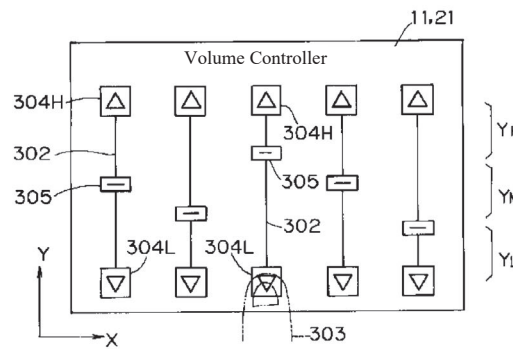


Fig. 22

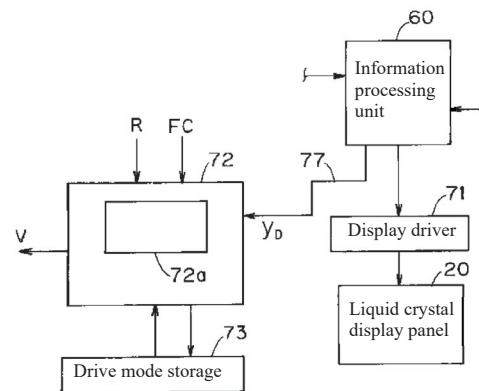
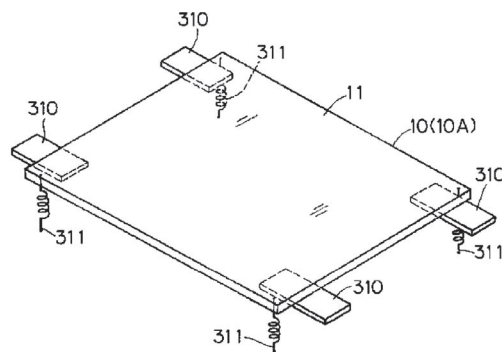


Fig. 23



Continued from the front page

(72) Inventor: Takahito MIWA

c/o IDEC Izumi Co., Ltd. 1-7-31 Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka

(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

特開平11-212725

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 3/033

識別記号

3 6 0

F I

G 0 6 F 3/033

3 6 0 A

3 6 0 P

審査請求 未請求 請求項の数16 ○L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平10-12767

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月26日

(71) 出願人 000000309

和泉電気株式会社

大阪府大阪市淀川区西宮原 1 丁目 7 番31号

(72) 発明者 辻 義孝

大阪市淀川区西宮原 1 丁目 7 番31号 和泉  
電気株式会社内

(72) 発明者 川上 昌彦

大阪市淀川区西宮原 1 丁目 7 番31号 和泉  
電気株式会社内

(72) 発明者 稲田 宏治

大阪市淀川区西宮原 1 丁目 7 番31号 和泉  
電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外 2 名)

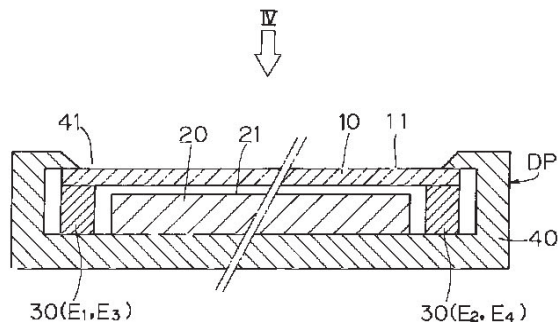
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報表示装置および操作入力装置

(57) 【要約】

【課題】 押し込みストロークなしで確実な操作感を与えるとともに、なぞり操作が可能であり、操作面および表示面の周辺の部品点数が少ない情報表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示パネル 20 の上に操作パネル 10 が配置されており、この操作パネル 10 は圧電素子 E1～E4 によって支持されている。操作パネル 10 の操作面 11 を指で押圧すると、それによって圧電素子 E1～E4 の両端に電圧が生じ、それを検出して演算することにより操作力と操作位置とが検知される。所定の閾値より大きい操作力が検知されたとき、圧電素子 E1～E4 に高周波が与えられ、それによって操作面 11 が振動する。操作者はその振動により、確実な操作感を得ることができる。操作面への操作力の検知と操作面 11 への振動の付与とを共通の圧電素子 E1～E4 で行っているため、部品点数が少ない。また、所定の閾値より小さな操作力には反応しないため、なぞり操作が可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報表示装置であって、

- (a) 情報表示面と、
  - (b) 所定の操作面を有し、前記情報表示面上に配置された透明または半透明の操作部と、
  - (c) 前記操作部と結合し、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段と、
  - (d) 前記操作面に与えられた操作力によって前記双方向機能手段から発生する電気信号を操作信号として取出す操作信号取出し手段と、
  - (e) 前記操作信号に応答して前記双方向機能手段に電気的な駆動信号を送出する駆動制御手段と、
- を備え、  
前記駆動信号によって前記双方向機能手段で生ずる力学的反応が前記操作面に伝達されて操作者の触感として感得されることを特徴とする情報表示装置。

【請求項2】 請求項1の情報表示装置であって、前記駆動制御手段は、  
(e-1) 前記操作信号と所定の閾値とを比較し、前記操作信号が前記閾値を越えるときに前記駆動信号を前記双方向機能手段に送出する操作信号判定手段、を有することを特徴とする情報表示装置。

【請求項3】 請求項2の情報表示装置であって、前記操作信号判定手段は、前記操作信号の大きさに応じて前記駆動信号のモードを変更することを特徴とする情報表示装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかの情報表示装置であって、前記双方向機能手段は、  
(c-1) 空間的に相互に離れて配置され、それぞれが力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な複数の単位機能手段、を有するとともに、  
前記情報表示装置が、さらに、  
(f) 前記操作部に与えられた操作力によって前記複数の単位機能手段から発生する複数の電気信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段、を備えることを特徴とする情報表示装置。

【請求項5】 請求項4の情報表示装置であって、前記複数の単位機能手段として、2次元的に分散配置された3以上の単位機能手段を有することを特徴とする情報表示装置。

【請求項6】 請求項5の情報表示装置であって、前記操作面は略矩形面であり、前記複数の単位機能手段として、前記略矩形面のほぼ4隅に配置された4個の単位機能手段を有することを特徴とする情報表示装置。

【請求項7】 請求項1ないし請求項3のいずれかの情報表示装置であって、前記操作手段は、

(b-1) 前記操作面上の操作位置に応じた位置信号を生成するタッチパネル、を有することを特徴とする情報表示装置。

【請求項8】 請求項4ないし請求項7のいずれかの情報表示装置であって、前記駆動制御手段は、前記位置信号に応じて前記操作信号についての前記閾値を変更することを特徴とする情報表示装置。

【請求項9】 請求項4ないし請求項7のいずれかの情報表示装置であって、前記駆動制御手段は、前記位置信号に応じて前記駆動信号のモードを変更することを特徴とする情報表示装置。

【請求項10】 請求項2ないし請求項9のいずれかの情報表示装置であって、

(g) 前記操作信号が前記閾値を越えるときに前記位置信号の発生を所定の情報処理手段に伝達する論理ゲート手段、をさらに備えることを特徴とする情報表示装置。

【請求項11】 請求項1ないし請求項10のいずれかの情報表示装置であって、

前記双方向機能手段は、圧電素子を含むことを特徴とする情報表示装置。

【請求項12】 所定の主面を有する携帯可能なハウジングに収容され、操作面が前記主面に露出して可搬型とされた請求項1ないし請求項10のいずれかの情報表示装置。

【請求項13】 請求項12の情報表示装置であって、前記ハウジングの前記主面以外の面に固定的に配置され、前記表示面の表示内容に応じた操作を受け付ける1または複数の操作スイッチ、をさらに備えることを特徴とする情報表示装置。

【請求項14】 情報表示装置であって、

- (a) 情報表示面と、
- (b) 所定の操作面を有し、前記情報表示面上に配置された透明または半透明の操作部と、
- (c) 前記操作部と結合する範囲内で空間的に分布配置され、それぞれが力学的作用を電気信号に変換可能な複数の単位機能手段と、
- (d) 前記操作面に与えられた操作力によって前記複数の単位機能手段から発生する電気信号を複数の操作信号として取出す操作信号取出し手段と、
- (e) 前記複数の操作信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段と、を備えることを特徴とする情報表示装置。

【請求項15】 操作入力装置であって、

- (a) 所定の操作面を有する操作部と、
- (b) 前記操作部に結合し、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段と、
- (c) 前記操作面に与えられた押圧力によって前記双方向機能手段から発生する電気信号を操作信号として取出す操作信号取出し手段と、

(d) 前記操作信号にตอบสนองして前記双方向機能手段に駆動信号を送出する駆動制御手段と、  
を備え、

前記駆動信号による前記双方向機能手段の力学的反応が前記操作面に伝達されて操作者の触感として感得されることを特徴とする操作入力装置。

【請求項16】 請求項15の操作入力装置であって、前記双方向機能手段が、

(b-1) 前記操作部と結合する範囲内で空間的に分布配置され、それぞれが力学的作用を電気信号に変換可能な複数の単位機能手段、を備え、

前記操作信号が、前記複数の単位機能手段のそれぞれから生成される複数の単位操作信号として得られるとともに、

前記操作入力装置が、

(e) 前記複数の単位操作信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段、をさらに備えることを特徴とする操作入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、たとえばFA（ファクトリーオートメーション）機器、自動販売機、自動券売機、現金自動出納機、家庭電化製品、医療用の操作機器、情報機器、携帯情報端末、ゲーム機などに用いられる情報表示装置および操作入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】操作入力機能を有する情報表示装置のひとつとして、ディスプレイ上にタッチパネルを配置したものが広く使用されている。タッチパネルは極めて薄型であり、また、スイッチとして使用できる領域の選択の自由度が高いという利点を有する。

【0003】ところが、その反面で、タッチパネルはその押し込みストロークがほぼゼロであるために操作入力を行ったという感触（操作感）に欠けており、操作者としても実際に操作入力装置側で受け付けられたかどうかについて不安感を持つ場合が多い。

【0004】このような事情に対応して、操作入力装置が実際に受け付けられた際には操作箇所を表示色を変化させたりフラッシュさせるなどの視覚的反応や、電子音を発生するなどの聴覚的反応を生じさせるような工夫もなされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しなしながら、視覚的反応を利用した装置では、操作者の指に隠れて表示色の変化が見にくくなるという問題がある。また、表示色の変化が微妙である場合には、弱視などの視覚障害者には認識が困難である。

【0006】また、聴覚的反応を利用した装置では、周囲の騒音に紛れて電子音を聞き逃す場合もある。これを

防止するには電子音を大きくすることもできるが、そのようにすると、たとえば複数の自動券売機を配列してあるような場所では、どの自動券売機からの電子音であるかがわからなくなる。さらに、携帯電話のような場合には電子音を過大にすると周囲の迷惑になる。また、聴覚障害者には電子音による反応を聞き取ることができない。

【0007】以上はタッチパネルを使用した装置の場合について説明したが、これらの課題は、タッチパネルを使用した情報表示装置に限らず、操作部が実質的な押し込みストロークを持たないような情報表示装置に共通の課題となっている。

【0008】

【発明の目的】この発明は上記のような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、操作部が実質的な押し込みストロークを持たなくても確実な操作感を与えることができる情報表示装置を提供することを第1の目的とする。

【0009】この発明の第2の目的は、表示面や操作面の付近の部品点数を減少させたシンプルな情報表示装置を実現することである。

【0010】また、この発明の第3の目的は、指を表示画面上ですばらせつつ目的の操作領域に到達させる操作方法（なぞり操作）を許容し、そのようななぞり操作においては目的の操作領域で実際に押圧操作を行うまでは装置側が誤った反応を示さないようにすることである。

【0011】さらに、この発明の第4の目的は、押圧操作を行った場所や操作力によって装置側からの反応を異なったものとし、それによって操作感を多彩なものとするすることである。

【0012】さらに、この発明の第5の目的は、表示面や操作面の面積を広げた装置を提供することである。

【0013】また、上記のような情報表示装置を実現する原理を利用した操作入力装置を提供することをも、この発明の目的のひとつとしている。

【0014】

【発明の基本的原理】上記の第1の目的に対応して、この発明では、操作入力に対する装置側からの応答として、操作面の振動や微小変位などの力学的反応を利用する。たとえば、圧電素子（すなわち圧電振動子ないしはピエゾ素子）などを利用することによって操作面を振動させ、それによって操作者に確実な操作感を与えることができる。

【0015】ところで、操作入力機能を有する情報表示装置の基本的要請として、操作面への操作入力を検知することが必要である。したがって、操作面に振動などの力学的反応を生じさせるように構成した装置においては、操作入力を検知する機能と、力学的反応を生成する機能との双方を持たせなければならない。

【0016】ここにおいて、この発明の発明者は、圧電

素子などが、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な機能手段（以下、「双方向機能手段」）であることに着目する。すなわち、このような双方向機能手段においては、電気信号を印加すれば振動などの力学的反応を生じる一方、この双方向機能手段に押圧力を加えると電圧などの電気的反応を生じる。

【0017】そこで、このような双方向機能手段の特性を積極的に利用して、操作検知機能と力学的反応発生機能とをひとつ（ないしは1組）の双方向機能手段によって兼用的に実現させることが、この発明の基本原理である。

【0018】すなわち、この発明では双方向機能手段の諸機能のうち、「力学的圧力から電圧（または電流）への変換機能」によって操作入力の検知が行われ、「電圧（または電流）から力学的反応への変換機能」によって、操作面への力学的反応を生じさせる。

【0019】これによって、部品点数を増やすことなく、確実な操作感を与えることができる。

【0020】

【課題を解決するための具体的構成】上記の原理に従って構成された請求項1の発明の情報表示装置は、(a)情報表示面と、(b)所定の操作面を有し、前記情報表示面上に配置された透明または半透明の操作部と、(c)前記操作部と結合し、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段と、(d)前記操作面に与えられた操作力によって前記双方向機能手段から発生する電気信号を操作信号として取出す操作信号取出し手段と、(e)前記操作信号に応答して前記双方向機能手段に電気的な駆動信号を送出する駆動制御手段とを備える。

【0021】そして、前記駆動信号によって前記双方向機能手段で生ずる力学的反応が前記操作面に伝達されて操作者の触感として感得される。

【0022】請求項2の発明では、請求項1の情報表示装置において、前記駆動制御手段が、(e-1)前記操作信号と所定の閾値とを比較し、前記操作信号が前記閾値を越えるときに前記駆動信号を前記双方向機能手段に送出する操作信号判定手段を有する。

【0023】請求項3の発明では、請求項2の情報表示装置において、前記操作信号判定手段は、前記操作信号の大きさに応じて前記駆動信号のモードを変更することを特徴とする。

【0024】請求項4の発明では、請求項1ないし請求項3のいずれかの情報表示装置において、前記双方向機能手段が、(c-1)空間的に相互に離れて配置され、それぞれが力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な複数の単位機能手段を有するとともに、前記情報表示装置が、さらに、(f)前記操作部に与えられた操作力によって前記複数の単位機能手段から発生する複数の電気信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段を備える。

【0025】請求項5の発明では、請求項4の情報表示装置において、前記複数の単位機能手段として、2次元的に分散配置された3以上の単位機能手段を有する。

【0026】請求項6の発明では、請求項5の情報表示装置において、前記操作面は略矩形面であり、前記複数の単位機能手段として、前記略矩形面のほぼ4隅に配置された4個の単位機能手段を有する。

【0027】請求項7の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかの情報表示装置であって、前記操作手段は、(b-1)前記操作面上の操作位置に応じた位置信号を生成するタッチパネル、を有する。

【0028】請求項8の発明は、請求項4ないし請求項7のいずれかの情報表示装置であって、前記駆動制御手段は、前記位置信号に応じて前記操作信号についての前記閾値を変更する。

【0029】請求項9の発明は、請求項4ないし請求項7のいずれかの情報表示装置であって、前記駆動制御手段は、前記位置信号に応じて前記駆動信号のモードを変更する。

【0030】請求項10の発明は、請求項2ないし請求項9のいずれかの情報表示装置であって、(g)前記操作信号が前記閾値を越えるときに前記位置信号の発生を所定の情報処理手段に伝達する論理ゲート手段をさらに備える。

【0031】請求項11の発明は、請求項1ないし請求項10のいずれかの情報表示装置であって、前記双方向機能手段は、圧電素子を含む。

【0032】請求項12の発明では、所定の主面を有する携帯可能なハウジングに収容され、操作面が前記主面に露出して可搬型とされた請求項1ないし請求項10のいずれかの情報表示装置を提供する。

【0033】請求項13の発明は、請求項12の情報表示装置であって、前記ハウジングの前記主面以外の面に固定的に配置され、前記表示面の表示内容に応じた操作を受け付ける1または複数の操作スイッチをさらに備える。

【0034】請求項14の発明は、請求項1～請求項13の発明のうち、押圧力の検出による操作位置の特定に着目して構成されている。

【0035】すなわち、この請求項14の発明の情報表示装置は、(a)情報表示面と、(b)所定の操作面を有し、前記情報表示面上に配置された透明または半透明の操作部と、(c)前記操作部と結合する範囲内で空間的に分布配置され、それぞれが力学的作用を電気信号に変換可能な複数の単位機能手段と、(d)前記操作面に与えられた操作力によって前記複数の単位機能手段から発生する電気信号を複数の操作信号として取出す操作信号取出し手段と、(e)前記複数の操作信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段とを備える。

【0036】また、請求項15の発明は、請求項1～請求項13の発明のうち、表示面の有無を問わずに、押圧力の検出とそれによる力学的反応の部分に着目して構成されている。

【0037】すなわち、請求項15の発明の操作入力装置は、(a)所定の操作面を有する操作部と、(b)前記操作部に結合し、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段と、(c)前記操作面に与えられた押圧力によって前記双方向機能手段から発生する電気信号を操作信号として取出す操作信号取出し手段と、(d)前記操作信号にตอบสนองして前記双方向機能手段に駆動信号を送出する駆動制御手段とを備えている。

【0038】そして、前記駆動信号による前記双方向機能手段の力学的反応が前記操作面に伝達されて操作者の触感として感得される。

【0039】また、請求項16の発明は、請求項15の発明に請求項14の発明の構成を付加したものである。具体的には、前記双方向機能手段が、(b-1)前記操作部と結合する範囲内で空間的に分布配置され、それぞれが力学的作用を電気信号に変換可能な複数の単位機能手段を備えている。そして、前記操作信号が前記複数の単位機能手段のそれぞれから生成される複数の単位操作信号として得られるとともに、(e)前記複数の単位操作信号に基づいて、前記操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成する位置信号発生手段をさらに備える操作入力装置である。

【0040】

【発明の実施の形態】<1. 第1実施形態>

<1-1. 装置の概要>図1は、この発明の第1実施形態の情報表示装置100を組み込んだシステム例としての、現金自動出納機(ATM)1の斜視図である。この現金自動出納機1は筐体2の前面に、現金出納部3と、カードおよび通帳挿入部4とを備えている。また、情報入出力部5が配置されており、情報表示装置100はこの情報入出力部5に使用されている。

【0041】図2は、情報表示装置100の外観図である。図1で示した利用例では情報表示装置100は主面を略上方に向けて配置してあるが、図2においてはこの情報表示装置100を立てて図示している。

【0042】図2において、この情報表示装置100は略箱状のハウジング101を備えており、このハウジング101に収容された部分は、操作者側に面した表示操作部DPと、その裏側の制御回路部CTとに大別されている。

【0043】ハウジング101の主面MSには略矩形の操作面11が露出している。この操作面11は透明または半透明であり、操作面11を介して情報表示面21(図3参照)の表示内容を目視することができる。また、固定の押しボタンスイッチ102も主面MS上に配置しておくことができる。

【0044】図3は、図2のIII-III断面のうち表示操作部DPに相当する部分を示す一部省略断面図である。また、図4は図3のIV方向から見た透視平面図である。図3において、この表示操作部DPは窓41を有するケース40内に液晶表示パネル20を収容しており、この液晶表示パネル20の主面が情報表示面21となっている。

【0045】図4に示すように、液晶表示パネル20の四隅にそれぞれ隣接して、4個の圧電素子E1～E4が配置されている。圧電素子E1～E4は、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段30の要素としての単位機能手段である。これらの圧電素子E1～E4は図3のケース40の底面に固定されており、それらの頂部によって透明または半透明の操作パネル10の四隅付近が支持されている。この操作パネル10はたとえばガラス板、アクリル板などであり、略矩形の平面形状を有している。

【0046】液晶表示パネル20には種々の情報を可変に表示可能であるが、図4の例では銀行の自動現金出納のメニューが表示されている。これらのメニューが表示された領域R1～R7は銀行利用者による操作領域ともなっている。たとえば、「お預入れ」が表示された領域R1の上を銀行利用者が指で所定以上の力で押圧すると、後述する動作によってこの情報表示装置100は「お預入れ」が選択されたことを検知し、銀行のホストコンピュータにその旨を通知するとともに、現金を受け入れることができるような状態になる。また、それに同期して、この情報表示面21における表示は、現金の受け入れのためのガイダンスおよび新たな操作メニューが表示された画面へと変化する。なお、この操作領域R1～R7の大きさと位置は任意に設定可能である。また、図4中の領域R0は、情報表示面21のうち操作領域R1～R7となっていない領域を示している。

【0047】そして、この第1実施形態の装置では、銀行利用者が操作領域R1～R7のいずれを押圧したかを検知するための検知手段と、その押圧に応じて操作パネル10を細かく振動させるための駆動手段との双方を兼ねた要素として、図3の圧電素子E1～E4が利用されている。

【0048】<1-2. 操作位置の検知原理>この装置における残余の構成を説明する前に、操作領域R1～R7のいずれが押圧されたかを圧電素子E1～E4を用いて検知する原理について説明しておく。

【0049】図5はこの原理を説明するためのモデル図であり、図5(a)は任意の2次元形状を有する操作パネル10Mと、その外周付近に沿って配列させたn個の圧電素子E1～Enを示している。また、図5(b)はその立面図である。ここで、数nは3以上の整数である。

【0050】また、任意の点を原点Oとし、この操作パネル10Mの板面に平行な面内をXY面とするような直

角座標系XYZが定義されている。そして、点P (x, y) の位置を下向きに押圧力Fで操作パネル10Mを押圧した場合を想定する。このとき、点PのXY座標値である(x, y)を、圧電素子E1~Enの機能によって検知する原理は以下の通りである。なお、点PのZ座標についてはそれが操作パネル10Mの板面上にあることは自明であり、また、操作パネル10MでのXY方向の操作位置を知れば十分であるから、点PのZ座標は具体的に求める必要はない。

【0051】まず、圧電素子E<sub>k</sub> (k=1~n) のXY座標を(x<sub>k</sub>, y<sub>k</sub>)とすると、これらは設計上からの既知の値である。また、各圧電素子E1~Enは、その双方向変換機能により圧力を加えるとその両端に電圧が生じるため、それによってそれらの圧電素子E1~Enに加わった力f<sub>k</sub> (k=1~n)を知ることができる。この力f<sub>1</sub>~f<sub>n</sub>は操作パネル10Mから見ると上向きに働く反作用になる。

【0052】このとき、自重Wを有する操作パネル10Mについて押圧力Fと圧電素子E1~Enに加わった力f<sub>1</sub>~f<sub>n</sub>とを考慮したZ方向の力の平衡から、

【0053】

$$\text{【数1】 } F + W - \sum f_k = 0$$

が成立する。ただし、この式および以下の各式において総和記号Σは、添字kについての1~nまでの和を示す。

【0054】次に、X軸まわりおよびY軸まわりの力のモーメントの平衡から、

【0055】

$$\text{【数2】 } \sum f_k \cdot x_k + F \cdot x + W \cdot x_0 = 0$$

【0056】

$$\text{【数3】 } \sum f_k \cdot y_k + F \cdot y + W \cdot y_0 = 0$$

が成立する。ただし、(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>)は操作パネル10Mの重心のXY座標であり、これも既知である。

【0057】数1および数2を変形すると、それぞれ

【0058】

$$\text{【数4】 } x = -(\sum f_k \cdot x_k + W \cdot x_0) / (F)$$

【0059】

$$\text{【数5】 } y = -(\sum f_k \cdot y_k + W \cdot y_0) / (F)$$

となるが、数1より、

【0060】

$$\text{【数6】 } F = \sum f_k - W$$

であるから、これを数4、数5に代入して、

【0061】

【数7】

$$x = -(\sum f_k \cdot x_k + W \cdot x_0) / (\sum f_k - W)$$

【0062】

【数8】

$$y = -(\sum f_k \cdot y_k + W \cdot y_0) / (\sum f_k - W)$$

が得られる。

【0063】また、操作パネル10Mの重心をXYZ座

標系の原点にとれば、x<sub>0</sub>=0, y<sub>0</sub>=0となるから、

【0064】

$$\text{【数9】 } x = -(\sum f_k \cdot x_k) / (\sum f_k - W)$$

【0065】

$$\text{【数10】 } y = -(\sum f_k \cdot y_k) / (\sum f_k - W)$$

となる。

【0066】また、操作パネル10Mが水平面から角度θ(図示せず)だけ傾いている場合は、数1は、

【0067】

$$\text{【数11】 } F + W \cdot \cos \theta - \sum f_k = 0$$

となり、それに応じて、数9、数10は、

【0068】

【数12】

$$x = -(\sum f_k \cdot x_k) / (\sum f_k - W \cdot \cos \theta)$$

【0069】

【数13】

$$y = -(\sum f_k \cdot y_k) / (\sum f_k - W \cdot \cos \theta)$$

となる。

【0070】この数12、数13(または数7、数8; 数9、数10)が、圧電素子E1~Enでの力の力の検出値f<sub>k</sub> (k=1~n)から、操作点(押圧点)PのXY座標(x, y)を求める一般式である。

【0071】これらの一般式を、本実施形態の操作パネル10について具体化すると以下のようになる。すなわち、本実施形態の場合はn=4であるため、図6に示すように圧電素子E1~E4の配置を規定する矩形の辺長をそれぞれ2a, 2bとし、この矩形の中心(重心)位置に座標原点Oをとると、数12、数13から、

【0072】

$$\text{【数14】 } x = a \cdot \{(f_1 + f_3) - (f_2 + f_4)\} / (f_1 + f_3 + f_2 + f_4 - W \cdot \cos \theta)$$

【0073】

$$\text{【数15】 } y = b \cdot \{(f_1 + f_2) - (f_3 + f_4)\} / (f_1 + f_3 + f_2 + f_4 - W \cdot \cos \theta)$$

となる。

【0074】ここで、この実施形態のように情報表示装置100を空間的に固定して利用する場合には操作パネル10の自重成分W・cosθをあらかじめ計測または計算しておくことができるが、後述する他の例のように可搬型の情報表示装置に利用する場合には傾き角度θが種々変化する。このような場合には自重成分W・cosθは一定ではなくなるが、このような場合にも操作者による押圧操作位置を特定することができる。その理由は以下の通りある。

【0075】<sup>①</sup>まず、上記の圧電素子E1~E4による力の検出量f<sub>1</sub>~f<sub>4</sub>の和が所定の閾値以上の場合のみ有効とするように制御部を構成する。このとき、そのような閾値f<sub>h</sub>として操作パネル10の自重Wよりもかなり大きな値を設定しておけば、数14、数15の右辺の分母のうち、和(f<sub>1</sub>+f<sub>3</sub>+f<sub>2</sub>+f<sub>4</sub>)の部分が(-W・CO

$S\theta$ )の部分よりもかなり大きくなるため、実質的に数14、数15の右辺の分母のうち、和 $(f1+f3+f2+f4)$ の部分が主要部となる。このため、数14、数15の近似式として、

【0076】

【数16】 $x = a \cdot \{(f1+f3)-(f2+f4)\} / (f1+f3+f2+f4)$

【0077】

【数17】 $y = b \cdot \{(f1+f2)-(f3+f4)\} / (f1+f3+f2+f4)$ としても誤差は少なく、これらの数16、数17を利用可能である。

【0078】 $\odot$ 画面を指で操作するような情報表示装置では、押圧操作位置の特定にそれほど細かな精度は必要とされないことが多い。すなわち、図4の例では、操作領域R1~R7のいずれを操作しているか、あるいはこれらのいずれも操作していないか、を特定すれば足りるのであるから、自重成分やその他の因子によって操作押圧位置の検出に若干の誤差が出てても十分に実用に耐える。好ましくは、操作領域R1~R7は密に配置せず、相互間にある程度の間隔を隔てて配置する。これにより、操作領域の輪郭線付近での誤検出を防止できる。

【0079】以上のような理由によって、可搬型の情報表示装置でも上記の演算原理を適用可能である。なお、可搬型でなくても、押圧力の閾値 $f_h$ として操作パネル10の自重 $W$ よりも大きな値を設定しておく場合には、数9、数10または数16、数17を近似式として使用することに問題はない。

【0080】<1-3. 制御回路部CTの構成と動作>次に、以上の原理を踏まえつつ、情報表示装置100の制御回路部CT(図7)の構成と動作とを説明する。なお、ここでは制御回路部CTをハード回路で構成した場合の例を示すが、マイクロコンピュータを使用してソフトウェアで実現してもよい。その場合には以下の各回路部分はマイクロコンピュータのMPUおよびメモリによって機能的に実現される。

【0081】<1-4. 圧電素子E1~E4による押圧力検知>図7において、操作パネル10に結合されている圧電素子E1~E4のそれぞれの端子電圧 $e_k$ ( $k=1\sim 4$ )は演算部51に並列的に与えられる。

【0082】図8はこの演算部51の内部構成を示している。演算部51内の信号変換部51aには、圧電素子E1~E4に加わる力と端子電圧との数値関係があらかじめ設定されている。圧電素子E1~E4のそれぞれの端子電圧 $e_k$ は、この信号変換部51aによって圧電素子E1~E4に加わっている力 $f_k$ ( $k=1\sim 4$ )を表現する信号 $Sf_k$ に変換され、これらの信号 $Sf_k$ は位置演算部51bと操作力検出部51cとに並列的に与えられる。

【0083】位置演算部51bにはまた、定数記憶部51cにあらかじめ記憶させておいた距離定数 $a$ 、 $b$ (図6参照)も与えられており、位置演算部51bは既述し

た数16、数17によって操作点の位置座標 $(x, y)$ を算出する。なお、数15、数16のかわりに数14、数15を使用するときには、自重成分 $(W \cdot \cos \theta)$ に関する値も定数記憶部51cに記憶させておき、それとも利用する。

【0084】一方、操作力検出部51dでは、力 $f_k$ ( $k=1\sim 4$ )の総和 $\Sigma f_k$ を求める。操作パネル10の自重をも考慮するときにはさらに、定数記憶部51cからの $(W \cdot \cos \theta)$ の値も考慮して、数11から操作力 $F$ を求める。なお、この操作力演算部51dで求めた操作力 $F$ の値を位置演算部51bにおける演算(たとえば数16、17)の分母の値として使用させれば、位置演算部と操作力演算部との双方で $\Sigma f_k$ の計算を行わなくても済む。

【0085】これらの結果、演算部51からは、操作位置 $P(x, y)$ を示す操作位置信号 $SP$ と、操作力 $F$ を示す操作力信号 $SF$ とが出力される。操作位置信号 $SP$ は $(x, y)$ の2成分を有する。

【0086】<1-5. 操作位置(操作領域)の判定>図7に戻って、演算部51で得られた操作位置信号 $SP$ は領域判定部52へ与えられる。この領域判定部52には、領域区分記憶部53から、図4の操作領域R1~R7のそれぞれの頂点座標(図9参照)を表現した情報 $(x_{i-}, x_{i+}, y_{i-}, y_{i+}; i=1\sim 7)$ が入力される。これらの頂点座標の情報は、後述する情報処理部60(図7)から、その時点での表示内容に応じてロードされている。

【0087】領域判定部52は、比較判定部52a(図10)において、操作点 $P$ の座標値 $(x, y)$ を、上記のようにして得られている操作領域R1~R7の各頂点座標と比較し、操作点 $P$ がこれらの操作領域R1~R7および領域R0のいずれにあるかを判定する。たとえば、比較判定部52aのうち領域R2に関する部分では、

【0088】

【数18】 $x_{2-} \leq x \leq x_{2+}$  かつ  $y_{2-} \leq y \leq y_{2+}$

であるかどうかを比較演算し、この数18が成立すれば、現在の操作点 $P$ は操作領域R2内にあると判定される。

【0089】また、操作点 $P$ の座標値 $(x, y)$ が、液晶表示画面中の操作領域R1~R7以外の領域(非操作領域)R0にあるかどうかとも判定される。

【0090】したがって、図10の比較判定部52aからは、操作領域R1~R7または非操作領域R0のいずれかを指示するかを表現する操作領域R1~R6区分信号 $SR$ が出力される。なお、操作者が操作面11のいずれにも触れていないときには操作位置信号 $SP$ は非活性レベルとされ、それに応じて領域判定信号 $SR$ も非活性レベルとされる。複数の領域R1~R0および非活性レベルを区別するために、領域判定信号 $SR$ は複数ビットを持つ

多値信号とされる。

【0091】<1-6. 操作力の判定>一方、図7において、操作力Fを示す操作力信号SFは操作力判定部54へ与えられる。この操作力判定部54には、操作力区分記憶部55から、図11の操作力区分F0～F4を規定する複数の閾値Fh1～Fh4が入力される。これらの閾値Fh1～Fh4の情報も、後述する情報処理部60から、その時点での表示内容に応じてロードされている。また、ここでの例では4つの操作力区分F0～F4が規定されているが、その時点での表示内容に応じて力の区分数を変化させることもできる。

【0092】さらに、領域判定部52からの領域判定信号SRもまた領域区分記憶部55に入力されている。そして、その時点での操作位置Pが属する領域（以下、「操作中領域R」）がいずれであるかに応じて閾値Fh1～Fh4の値を変更可能になっている。したがって、たとえば、操作領域R1～R6については閾値Fh1～Fh4の値を小さくし、操作領域R7については閾値Fh1～Fh4の値を大きくすることができる。これらの対応関係は図7の情報処理部60中にあらかじめテーブル形式で記憶しておくが、これらの閾値の具体的変更方法については後述する。

【0093】ただし、いずれの場合でも、閾値Fh1～Fh4のうちの最小閾値Fh1は、それより小さい操作力Fでの押圧はメニューの選択操作とはみなさないための閾値であり、なぞり操作を可能とするためのものである。すなわち、なぞり操作のばあいには単に指をそれぞれ操作面11上で移動させているときにはほとんど操作力は加わっていないため、最小閾値Fh1によって操作力を弁別することによりなぞり中の誤動作を防止可能である。最小閾値Fh1はこのような意味を有しているため、この最小閾値Fh1については操作領域や表示内容にかかわらずに一定値としておくことが好ましい。

【0094】最小閾値Fh1以上の範囲の4つの操作力区分F1～F4を「有効操作力区分」と呼ぶとき、操作力判定部54は、その中の比較判定部54a（図12）において、操作力信号SFで指示されているその時点での操作力Fを操作力閾値Fh1～Fh4をそれぞれ比較し、その時点での操作力Fが有効操作力区分F1～F4のいずれにあるかを判定する。たとえば、

【0095】

【数19】  $Fh1 \leq F < Fh2$

であれば、有効操作力区分F1での押圧と判定し、

【0096】

【数20】  $Fh4 \leq F$

であれば、有効操作力区分F4での押圧と判定する。

【0097】また、操作力Fが操作力区分F1～F4のいずれにもないとき、換言すれば、

【0098】

【数21】  $F < Fh1$

であるときには、操作力区分F0での押圧（「実質的な押圧操作はない」）と判定する。

【0099】そして、有効操作力区分F1～F4については、その時点での操作力Fがそれらの区分に属するときに活性化するような信号を生成する。有効操作力区分F1～F4のいずれからの信号も非活性であるときには、操作力Fが最小閾値Fh1より小さいことを意味する。

【0100】これらの有効操作力区分F1～F4の判定部54aからの各信号は論理和回路54bに与えられ、それらの論理和信号としての操作有効信号FCが生成される。したがって、その時点での操作力Fが最小判定閾値Fh1以上であって、それによって操作者が実質的に操作面11を押圧操作していると判定されるときには、この操作有効信号FCが活性化することになる。逆に言えば、操作者が全く操作面11を押圧していない場合や、操作面11に触れてはいるがまだ最終的な選択操作を行っていない場合（なぞり操作中の場合など）には、この操作有効信号FCは非活性レベルのままである。

【0101】また、有効操作力区分F1～F4の各判定部からの信号は操作力判定信号FBとして図7の駆動モード選択部72に出力される。これは、操作力Fがどの区分にあるかによって、圧電素子E1～E4による操作面11の駆動モードを選択させるための情報として使用される。

【0102】ところで、図7に示すように、領域判定部52からの領域判定信号SRもまた操作力区分記憶部55に入力されている。これは、既述したように操作中領域Rに応じて閾値Fh1～Fh4の値を変更可能とするためである。具体的には、その時点に表示されている画面に応じて閾値Fh1～Fh4の複数の組が情報処理部60から操作力区分記憶部55に入力されて記憶されており、その中から1組の閾値を領域区分信号Rに応じて選択する。このため、このように操作中領域R（ないしはその時点での操作位置）ごとに操作力Fの閾値を変更する場合には、操作力判定部54での操作力判定を領域判定部52から領域判定信号SRが生成されてから行うようにする。これは、たとえば図12の比較判定部54aの動作タイミングを領域判定部52の動作時間より微少時間だけ遅延させるか、あるいはこの比較判定部54aの前に遅延回路を挿入することによって達成可能である。

【0103】<1-7. 領域判定信号Rのゲート>図7において、領域判定部52から出力された領域判定信号SRは、情報処理部60と、ゲート回路56と、論理積回路57とに出力される。またこの論理積回路57には操作有効信号FCも入力されている。

【0104】論理積回路57は領域判定信号SRと操作有効信号FCとの論理積を求め、その論理積の値をゲート制御信号Gとしてゲート回路56に与える。ゲート回路56では、ゲート制御信号Gが活性のとき、すなわち、最小閾値Fh1より大きな力で操作面11のいずれか

の部分で操作されているときのみ、領域判定信号SRを通過させる。

【0105】このゲート回路56を通過した領域判定信号SRは、情報処理部60内の第1処理部61に入力される。この第1処理部61は、この領域判定信号SRによって操作者が選択操作したメニュー項目に応じた情報処理および装置各部への制御信号を発生するとともに、必要に応じて外部機器（たとえばホストコンピュータ）にその旨を伝える。たとえば、図3の領域R2に相当する「お引き出し」が選択されたときには、ディスプレイドライバ71を介して液晶表示パネル20を駆動することにより、引き出し金額の入力操作画面に切り換える。

【0106】一方、ゲート回路56を迂回して情報処理部60へ入力した領域判定信号SRは、情報処理部60内の第2処理部62に入力される。この第2処理部62では操作者による最小閾値Fh1以上の力での実質的な押圧操作がまだ行われなくても、操作面11のいずれかの領域に操作者の指がある程度の力で接触してときには所定の処理を行う。たとえば、その時点で指が触れている領域の表示色を変化させことにより、「その位置で押下すればどの領域での操作とみなされるか」を操作者に教えることができる。また、「そこは『お引き出し』です」というような音声案内を行わせてもよい。

【0107】<1-8. 駆動モード選択>一方、領域判定信号SRと操作力判定信号FBとを入力した図7の振動モード選択部72は、操作中領域および操作力Fの区分に応じた駆動モードを選択する。この駆動モードは、操作面11をどのような態様で振動させるかを規定するものである。

【0108】具体的には、図13に示すように、領域判定信号SRが領域R1～R0のいずれに属するかを第1の指標とし、操作力判定信号FBが表現している区分が操作力区分F1～F4のいずれに属するかを第2の指標として、それら第1と第2の指標の組合せに対してどの駆動モードを選択すべきかが、テーブル72aにあらかじめ格納されている。図13中の記号S11、S12、…は、たとえば図14のような各種の駆動モードのいずれかを選択して指定するためのコードである。

【0109】図14は駆動モード記憶部73に記憶されている種々の駆動モードを模式的に示したものである。たとえば、図14(a)は小振幅で継続的振動を行うモードを示し、図14(b)は大振幅の振動モードである。図14(c)は図14(a)、(b)とは周波数が異なる振動モードを示し、また、図14(d)、(e)はそれぞれ、単時間の振動を1回または2回行う例を示している。さらに図14(f)は1回の振動（ワンショットパルス）のみを与えるような振動モードである。なお、これ以外のモードの例は後に説明する。

【0110】これらの駆動モードは所定のパラメータコードで識別可能となっており、図14(d)の例では、振

動周波数VF、振動振幅VDおよび振動持続時間VTなどがそれらのパラメータである。

【0111】図13に戻って、テーブル72aの記憶内容を変更することにより、操作面11の駆動にバリエーションを与えることができる。たとえば、操作領域R1～R6については弱い振動を与えたいときには図14(a)の振動モードを指定するようにS11～S64の範囲のコードを決めればよい。また、操作力Fが大きいほど振動の強さを大きくしたいときには、図13の操作力区分F1、F2では図14(a)の振動モードを、操作力区分F3、F4では図14(b)の振動モードをそれぞれ指定しておけばよい。非操作領域R0についてのコードS01～S04は、「駆動なし」を指定することが好ましいが、弱い振動を与えてもかまわない。

【0112】このようにして領域判定信号SRと操作力判定信号FBとによってひとつの駆動モードが選択されると、その駆動モードを規定するパラメータ値が図14の駆動モード記憶部73から読出され、図7の圧電素子駆動部75に与えられる。それに応じて圧電素子E1～E4に振動電圧が与えられて圧電素子E1～E4が振動または微少変形するとともに、その振動または微少変位が操作面11に伝播する。これは、操作者が操作領域R1～R7のいずれかを所定以上の力で押下したときに、操作面11を振動ないしは微少にスライドさせることにより、その操作が受け付けられたことを操作者に触覚的に知らせるという作用を生じさせる。

【0113】ところで、図13のテーブル72aには、操作力Fが最小閾値Fh1以下である場合について駆動モードを指定している列がない。これは、そのような場合には操作面11を駆動させず、それゆえに駆動モードを選択を行う必要がないことに起因する。

【0114】このような構成により、操作力判定信号FBが活性であるときには、テーブル72aの対応箇所指定されている駆動モードのパラメータ信号Vが図7の圧電素子駆動部75に出力されるが、操作力判定信号FBが非活性であるときには、何らの駆動モードの情報も圧電素子駆動部75に出力されない。このため、最小閾値Fh1以上の操作力Fが操作面11に加わったときのみ、操作面11が振動または微少変位するようになる。

【0115】なお、非操作領域R0について操作力Fの大きさにかかわらず「振動なし」と設定しているときには、最小閾値Fh1以上の操作力Fが操作面11に加わってもそれが非操作領域R0であれば振動などは起こらない。

【0116】また、図13および図14の例では各種の振動モードも、それからの選択規則もテーブル形式で準備されているが、操作領域判定信号SRと操作力判定信号FBとを2つの入力変数とした関数としてこの選択規則を保持しておいてもよい。

【0117】ところで、これらの駆動モード選択動作に

において、最小閾値Fh1以上の操作力Fが操作面11に加わったときのみ圧電素子E1～E4を駆動させるには、他の構成をとることもできる。すなわち、図7および図13に破線74で示したように、論理積回路57の出力である論理積信号Gを、図13の駆動モード選択部72内に追加して設けたゲート回路72bにゲート制御信号として入力させる。このゲート回路72bは、テーブル72aからの選択出力の駆動モード記憶部73への伝達または、駆動モード記憶部73への駆動モードのパラメータ信号Vの伝達を制御するものである。すなわち、操作力Fが最小閾値Fh1より小さければ論理積信号Gは必ず非活性であるから、これを用いて駆動モードの伝達を禁止することができる。このような変形は、テーブル72aが領域判定信号SRに関してのみ規定されており、操作力Fの大きさによっては駆動モードを変化させないような装置として構成した場合に特に有効である。

【0118】すなわち、このような場合には、操作力Fはそれが最小閾値Fh1より大きいかどうかだけが問題であり、それ以上の範囲でどの操作力区間F1～F4に属しているかは判定する必要はない。このため、図7の操作力判定部54では操作力判定信号FBを生成する必要がなく、この操作力判定部54から駆動モード選択部72への操作力判定信号FBの伝達も省略できる。このため、このような場合に、操作力Fが最小閾値Fh1より大きいときだけ操作面11の振動の発生を許容させるには、追加のゲート回路72bを使用して、論理積回路57の出力である論理積信号Gを利用する実益が高くなるのである。

【0119】さらに、図13のテーブル72aは、液晶表示パネル20に表示する画面ごとに書き換える方が好ましい。すなわち、液晶表示パネル20に表示している内容が切り替わったときには、その新たな表示内容中の操作領域ごとに、また操作力Fが属する操作力区間ごとに、選択する駆動モードを変更することにより、操作面11の各種の駆動モードを多彩に利用することができる。たとえば、「お引き出し」のメニュー項目を選択して引き出し金額の入力画面に変更したときには、操作領域はテンキーを模した領域になるが、それらででは押下するごとに、たとえば、図14(f)のようなワンショット変位を与えるようにしてもよい。このようなワンショット変位の場合はいわゆるクリック感を操作者に与えることができる。

【0120】このように、画面が切り換わるとテーブル72aの内容を書き換えるために、情報処理部60から駆動モード選択部72にテーブル書き換え情報が入力されるようになっている。すなわち、液晶表示パネル20に表示されている画面が変化することと同期して、図7の情報処理部60は、①操作領域区分記憶部53へ新たな操作領域を規定する座標値を、②操作力区分記憶部55へ新たな操作力区分を規定する閾値群を、そして、

③駆動モード選択部72へ駆動モード選択テーブル72bの新たな内容を、それぞれロードすることになる。

【0121】<1-9. 駆動制御>図7において、駆動モード選択部72から出力された駆動モードのパラメータ信号Vは圧電素子駆動部75に与えられる。圧電素子駆動部75は高周波発振回路76を有しており、パラメータ信号Vで指定されたモードの高周波を圧電素子E1～E4へと送出する。これによって、圧電素子E1～E4は、指定された振幅およびタイミングで振動または微小変位する。

【0122】この力学的反応は図3の操作パネル10に伝播され、それによって操作面11が振動または微小変位する。そして操作面11に接触している操作者によってこの振動が知覚され、自己の操作入力が正常に受け付けられたことを認識する。

【0123】ところで、図7において圧電素子E1～E4は演算部51と圧電素子駆動部75との双方に所定の配線で接続されている。したがって、圧電素子駆動部75から高周波が出力されるとその高周波は演算部51へも伝達される。圧電素子E1～E4への操作力によって発生した電圧とこの高周波とを分離するために、たとえば図8の信号変換部51aの中に低域フィルタを設けておくことができる。そのようにすれば、振動の高周波はこの低域フィルタでカットされ、操作力による直流成分のみを取り出して操作位置Pや操作力Fの演算に使用することができる。また、操作力Fについての最小閾値Fh1を圧電素子E1～E4の駆動信号の振幅よりも大きくしておくことによって、そのような信号の干渉を防止することもできる。

【0124】操作者の操作入力に応答して画面が切り替わるような情報表示の場合には、たとえば所定の時間だけ操作パネル10を振動させた後に振動を停止させる。これは、図7の情報処理部60から駆動モード選択部74への信号伝達経路を利用して、駆動モードのパラメータ信号Vを強制的に非活性レベルにすることによって達成可能である。また、演算部51と圧電素子駆動部75とを一体化し、圧電素子E1～E4からの信号の取り込みと、圧電素子E1～E4への高周波の送出とを、スイッチング回路を用いて時間的に切り換えても良い。さらに、図14(d)、(e)のような短時間の振動モードを選択してもよい。

【0125】図14(a)～(c)のような振動モードの場合には、操作者が最小閾値Fh1より大きい操作力Fを加えている限り振動が持続する。操作者が操作力Fを弱めるか、あるいは操作面11から指を離すと、それが操作力判定部54によって検知され、駆動モード選択部72への操作力判定信号FBが非活性になる。その結果、駆動モードのパラメータ信号Vが非活性レベルになり、操作面11の振動が停止する。

【0126】<1-10. 情報表示装置100の主な利点>

以上のように、この実施形態の情報表示装置100では操作者に操作による触感を与えるための圧電素子E1～E4を、操作者によって選択された領域を検知するためにも使用しているため、これらにつき別個に多数の素子を準備する必要がない。

【0127】したがって、操作面11および情報表示面21付近の部品点数を増やすことなく、どの操作領域を操作したかを特定しつつ有効な操作感を与えることができる。

【0128】この操作感は触覚を利用したものであるため、周囲の騒音が大きい場合や周囲が暗い場合でも明確な操作感を得ることができる。また、聴覚障害者だけでなく弱視などの視覚障害を持つ人にも知覚可能である。

【0129】さらに、最小閾値Fh1より小さな操作力Fでの押圧は有効な操作とみなさないようにされているため、なぞり操作などが可能である。

【0130】さらに、操作力や操作領域の違いによって操作面11に与える駆動モードを変更可能になっているため、操作者に対して多彩な操作感を与えることができる。

【0131】また、操作力Fの最小閾値Fh1を変更することができるため、慎重に選択して欲しい操作領域（たとえば、係員呼び出し、非常通報などの操作領域）については他の操作領域よりも最小閾値Fh1を大きめに設定することにより、誤選択による混乱を防止可能である。

【0132】<2. 第2実施形態>図15はこの発明の第2実施形態である情報表示装置の表示操作部DPに相当する部分を示す一部省略断面図であり、図3の構造と置換して使用される。この第2実施形態の情報の利用態様例および外観は、図1および図2と同様である。

【0133】図15において、この第2実施形態の表示操作部DPは操作者による操作位置の特定をタッチパネル10Tによって行う。このタッチパネル10Tは、たとえば抵抗膜式のものであり、透明基板上にXY面内でM行N列の直行マトリクス状に配置された透明電極を有している。それらの各交点がスイッチ部となっており、マトリクスの各セルを単位としてXY方向の操作位置信号を出力する。

【0134】このタッチパネル10Tは、抵抗膜式のものに限らず、(1) 発光素子からデータ光が受光素子に入射するのを指などで遮断または減衰させてその操作位置を検出する光電式のタッチパネル、(2) 超音波発振素子から出た超音波が受振素子に入るのを指などで遮断または減衰させてその操作位置を検出する超音波式のタッチパネル、(3) 静電容量の変化によって指などが触れた位置を検出する静電容量式のタッチパネル、などであってもよい。

【0135】タッチパネル支持板42はタッチパネル10Tの補強のためのものであり、図示例のようにタッチパネル10Tに対応する部分をくり抜いて棒体形状にす

る場合には不透明部材であってもよい。棒体形状にせず平板状にする場合には透明または半透明部材で形成することが好ましい。また、タッチパネル10T自身が押し込み操作によっても変形しない程度の強度を有している場合には、このタッチパネル支持板42を設けなくてもよい。

【0136】図15の表示操作部DPの残余の構成は図3のものと同様であるが、この図15の表示操作部DPでは操作位置の検出はタッチパネル10Tが行い、圧電素子E1～E4は操作面11への操作力の検出と、操作面11への力学的駆動との目的で使用される。

【0137】図16は、図15の表示操作部DPを利用する場合の制御回路部CTの構成図であり、図7と同様にハード回路として記載されているが、それらの機能はソフト的に実現することもできる。この図16の制御回路部CTの多くの要素は図7の場合と同じ構成と機能を有しており、以下では図16と図7とを比較しつつ図7と異なる部分について説明する。

【0138】図16において、タッチパネル10Tの操作位置が操作位置特定部51Tで特定される。ただし、タッチパネル10TがM行N列のマトリクス配列であることから、この操作位置を示す操作位置信号SPはタッチパネル10Tの各セルのサイズを単位とした値となる。

【0139】この操作位置信号SPが操作領域R1～R7のいずれに相当するかは領域判定部52によって判定されるが、この領域判定部52の構成と動作は図7のものと基本的に同一である。

【0140】一方、圧電素子E1～E4のそれぞれの端子電圧 $e_k$  ( $k=1\sim4$ )は演算部51Fに並列的に与えられるが、この演算部51Fは図8の構成から位置演算部51bを省略したものに相当する。すなわち、この第2実施形態における操作位置の特定はタッチパネル10Tを使用して行うため、圧電素子E1～E4の出力電圧からはトータルな操作力Fだけを演算すればよい。

【0141】演算部51Fの出力である操作力信号SFは操作力判定部54に出力されて、その操作力Fがいずれの操作力区分F0～F4 (図11)のうちのいずれに属するかが判定される。

【0142】以後の構成および動作は第1実施形態と同様である。この第2実施形態では第1実施形態の装置における利点のほか、操作位置の検出における誤差が特に少ないという利点がある。すなわち、圧電素子E1～E4の端子電圧 $e_k$  ( $k=1\sim4$ )によって操作位置を特定する場合は、既述したように操作パネル10の自重などの影響がある。操作領域R1～R7のそれぞれを比較的大きくとしている場合には、この誤差はほとんど問題にならないが、操作領域のそれぞれの面積を特に小さくしたい場合にはより正確な操作位置検出が求められる。このような場合は第2実施形態のようにタッチパネル10T

を使用することが好ましい。

【0143】また、タッチパネル10Tを利用すると、端子電圧 $e_k$  ( $k=1\sim4$ )からの位置演算が不要になるため、操作領域の特定を高速で行うことができるという利点もある。

【0144】<3. 第3実施形態>図17はこの発明の第3実施形態にかかる情報表示装置200の外観斜視図であり、図18はその正面図である。この情報表示装置200は可搬型の情報表示装置の1例としての液晶表示型のゲーム機となっている。この情報表示装置200は箱形のハウジング201の主面MSに操作面11が露出している。この操作面は図3の操作パネル10または図15のタッチパネル10Tの表面に相当する。この操作面11から奥の表示操作部や制御回路部は、第1実施形態または第2実施形態の表示操作部DPと同様に構成されている。

【0145】図17の操作面11には、液晶表示パネルで表示した操作領域R1~R4が透過して見えている。これらの操作領域R1~R4は、典型的には両側部に沿って表示される。操作者はハウジング201の両側を図17に破線で示すように両手で握り、親指によってこれらの操作領域R1~R4を押圧して操作する。この押圧操作の位置が検知されるとともに、所定の閾値より大きな押圧力であればその操作入力が受け付けられて画面中の表示対象物210 (図18)が変化するとともに、操作面11が所定のモードで振動または微小変位する。このあたりの動作は第1および第2実施形態と同様である。

【0146】一方、この情報表示装置200では、ハウジング201の側面に固定操作ボタン203を設けている。また、図19に背面図として示すように、ハウジング201の裏面220にも電池ケースカバー224を避けて固定操作ボタン221、222および十字操作ボタン223が配置されている。これらの固定ボタン203、221~223はたとえば、ゲームの開始/終了、画面の表示内容の切り替え、画面中のオブジェクトの移動や操作などに割り当てることができる。典型的には、これらの固定ボタン203、221~223はハウジング201を握った指のうち親指以外の指で操作する。

【0147】従来のこの種の装置では液晶表示画面は表示のみの機能を有するとともに、固定ボタンが主面MSに配置されているために液晶表示面の面積が狭くなっていた。しかしながら、この実施形態の情報表示装置200では液晶表示画面上の操作面11でも操作入力が可能であるから、固定ボタンをハウジング201の主面以外の面に移すことにより、主面MSの多くの面積を表示操作面として利用できる。

【0148】さらに、従来の装置では固定ボタンだけが設けられていたが、この実施形態の装置においては操作領域R1~R4の表示内容および位置が可変であるため、種々の状況に応じて多彩な操作入力が可能になる。

【0149】なお、図17に示すようにハウジング201の天井面には電源スイッチ202があり、このような電源スイッチ202や音声ボリューム調整ダイヤルは従来の装置でも主面MS以外の面に配置されていた。しかしながら、この実施形態の装置における固定ボタン203、221~223は、情報表示面の表示内容に応じた操作を受け付けるための操作スイッチであるという点で、電源スイッチや音声ボリューム調整ダイヤルとは性質が異なるものである。ゲーム機の例で言えば、これらの固定ボタン203、221~223はゲーム内容に関連するボタンである。

【0150】このようなゲーム機や携帯型の情報表示端末（いわゆるモバイル機器）にこの発明を応用した場合、操作面11の振動によって単に操作感を与えるだけでなく、ゲームなどの臨場感を高めることもできる。すなわち、画面上の表示対象物（たとえばキャラクター）の動きに合わせて操作面11に振動を与えることもできるし、音声に同期して操作面11を振動させることもできる。

【0151】また、圧電素子E1~E4に与える高周波の位相を異なるものとすれば、操作面11の一端から他端に向けて進む進行波のような振動を与えることも可能であり、それによってゲームなどの興味がさらに増加することになる。

【0152】<4. 他の実施形態>図20はこの発明の情報表示装置として利用可能な他の例を示す図であり、情報表示面21およびその上に重なった操作面11の一部を示している。この例ではオーディオ機器のボリュームコントロールつまみ部分を液晶表示パネルに表示し、それを操作者の指で操作させるように構成されている。具体的には、音域ごとのスライド型ボリュームつまみ301を表示し、その上に指303を置いて押圧力を加えつつ、ボリューム調整ライン302に沿って「H」または「L」の方向に指303を移動させると、このボリュームつまみ301の表示がそれにつれて移動しつつ実際の音量が変化する。それとともに、操作面11が振動することにより操作中であることを操作者に伝える。

【0153】また、その振動振幅は、その時点において操作しているボリュームつまみ301の位置によって変化している。たとえば、そのボリュームつまみ301が区間 $Y_L$ 内にあるときには小振幅で、区間 $Y_H$ 内にあるときには中振幅で、区間 $Y_H$ 内にあるときには大振幅で操作面11を振動させる。これによって、操作者は現在の音量に応じた触感を得ることができる。また、ボリュームつまみ301のY座標に応じて連続的に振幅を増大させるようにすることもできる。

【0154】図22はこのような機能を実現するための具体的構成例を示している。この図22は、第1実施形態の図7あるいは第2実施形態の図16の一部の変形部分を示しており、情報処理部60からは、その時点での

操作中のボリュームつまみ301について表示中のY座標が区間 $Y_L$ 、 $Y_M$ 、および $Y_H$ のいずれに属するかを示す情報 $y_D$ が駆動モード選択部72に伝達されてくる。この駆動モード選択部72内のテーブル72aは、このY座標識別値 $y_D$ に応じて駆動モードを選択するような関係がテーブル形式で記憶されており、Y座標識別値 $y_D$ が大きければ大振幅の振動モードが、小さければ小振幅の振動モードが駆動モード記憶部73から選択されるようになっている。駆動モード記憶部73には大振幅、中振幅、小振幅のそれぞれの振動モードが記憶されている。

【0155】また、連続的に振幅を変化させたいときには、ボリュームつまみ301について表示中のY座標の値そのものをY座標識別情報 $y_D$ として駆動モード選択部72に与え、このY座標識別情報 $y_D$ の増加関数を使用して振幅振動を決めるようにしてもよい。

【0156】いずれの場合も、臨場感あふれるつまみ操作を実現できる。

【0157】図21は図20と類似の使用例を示す図である。この図21の例では指303は低音量側の押しボタン表示304Lと、高音量側の押しボタン表示304Hとを押圧操作できるようになっている。たとえば、高音量側の押しボタン表示304Hを押圧操作するとスライド表示305がボリューム調整ライン302に沿って移動して音量が大きくなるとともに、操作面11の振動振幅も増大する。この場合には、図22の情報 $y_D$ として、その時点での操作中のボリュームつまみ303につき、スライド表示301のY座標そのものか、あるいは、そのY座標が区間 $Y_L$ 、 $Y_M$ 、および $Y_H$ のいずれに属するかを示す情報を使用する。

【0158】その他の構成と動作とは第1実施形態や第2実施形態の装置と同様である。

【0159】<5. 変形例>

<5-1. 双方向機能手段>この発明で利用する双方向機能手段ないしはその構成要素としての単位機能手段としては、①圧電素子、②電磁ソレノイドとプランジャーとの組合せ、③電磁石と永久磁石の組合せ、など種々のものが使用可能である。これらのうち、②や③のように電磁的作用を利用するものでは、操作面への押圧力が磁束分布の変化を生じさせてコイルの端子間に電圧を誘起する。そして、その電圧を増幅することにより、押圧力の大きさを判定することができる。すなわち、これらが変位センサと電磁駆動手段との双方の機能を備えていることを利用したものである。

【0160】圧電素子を利用する場合においてもセラミック系の圧電素子のほか、圧電フィルムなどを使用してもよい。図23は圧電フィルム310を利用した例を示す部分図である。この例では操作パネル10またはタッチパネル10Tの四隅付近の下に圧電フィルム310を配置し、これらの圧電フィルム310をバネやゴムなど

の弾性体311で支持する。画面の表示は、既述した各実施形態のように操作パネル10またはタッチパネル10Tの下に配置した液晶表示パネル（図示せず）によって行われる。操作者が操作パネル10またはタッチパネル10Tの所望の箇所を押圧すると、その押圧力および押圧位置に応じて弾性体311が収縮するとともに圧電フィルム310のそれぞれの表裏に電圧が生じ、それを検出することにより押圧力や押圧位置を検出することができる。

【0161】<5-2. 操作入力装置への拡張>図24はこの発明の基本原理を最もシンプルに実現した操作入力装置の例としてのスイッチを示す断面図である。このスイッチはケース321の底部に圧電素子ESを配置し、その上に記銘板322と透明または半透明の操作板323を配置している。操作板323の上面が操作面324となる。

【0162】圧電素子ESからは配線327が伸びており、この配線327は押圧検出部325と駆動部326とに接続されている。押圧検出部325は圧電素子ESの端子電圧を低域フィルタなどを介して検知することにより、操作者による操作面324の押圧を検知する。この押圧検知部325は、圧電素子ESの端子電圧が所定の閾値より大きいときに外部機器にスイッチング信号を送出するとともに圧電素子駆動部326へ検知指令信号を送出し、それによって圧電素子駆動部326は所定の振動パターンの高周波を発生して圧電素子ESに送出して圧電素子ESを振動させる。それにより記銘板322を介して操作面324が振動し、操作者に操作入力を受け付けられた旨を指示する触感を与える。

【0163】このように、この発明の原理に従えば、可変の表示面を持たないスイッチについても、押圧操作の検知と操作面への振動の付与とのために別の手段を準備することなく、1つの圧電素子ESまたは1セットの圧電素子だけで実現可能である。

【0164】図24のスイッチにおける記銘板322はなくてもよい。この場合は操作板324自身の表面に固定表示を行ってもよく、このスイッチ外に表示を行っても良い。すなわち、この発明は、それ自身が表示面を持たない操作入力装置にも拡張することができる。

【0165】<6. 他の変形例>この発明の実施形態および変形例として説明した各構成以外に以下のような変形も可能である。

【0166】第1実施形態のように操作パネルの操作位置を複数の単位機能手段（圧電素子など）によって検出する場合、3以上の単位機能手段を2次元的に分散配置することが好ましい。それは、3点以上で押圧力を検出することにより、2次元的な面内での操作位置を正確に特定することができるからである。

【0167】その一方で、操作領域の場所が1次元的に並んでいるような使い方だけをすれば、対向

する2辺のそれぞれに圧電素子を配置すれば、操作位置を1次元的に特定可能である。したがって、典型的には3点以上、好ましくは矩形の操作パネルにおいて4点またはそれ以上の位置に単位機能手段を配置するが、操作パネルなどの形状や使用の態様に応じて単位機能手段の数は増減可能である。

【0168】操作面に力学的反応を与えるモードとしては、① 操作パネルを1ショットだけ横スライドさせる、② 操作パネルを急に横スライドさせて操作面11を押している間はこれを保持する、③ 操作パネルを1ショットだけ下げる、④ 操作パネルを急に下げて操作面11を押している間はこれを保持する、⑤ 操作パネルを1ショットだけ上げる(図14(f)と等価)、⑥ 操作パネルを急に上げて操作面11を押している間はこれを保持する、などもあり、これらを図14の駆動モード記憶部73に記憶させておくことができる。

【0169】これらのうち、①, ③, ⑤ はパルス的な駆動信号を生成すればいいが、②, ④, ⑥ は直流的な駆動信号であるため、操作面11を押圧することによって圧電素子E1~E4に生じる端子電圧 $e_k$ (直流)を検出するにあたって、駆動信号を拾ってしまうことを防止する必要がある。このうち上記②, ④ の場合は圧電素子の変位方向が操作力による変位方向(操作面から下向き)と異なるから、駆動信号を与える端子位置と信号 $e_k$ を取り出す端子位置とを異なる場所にするとともに配線も別のものにすれば、圧電素子の駆動信号と、操作力による端子電圧とを相互に分離できる。

【0170】これに対して⑥ の場合は駆動信号による電圧と操作力による端子電圧とが圧電素子の同じ部位に現れるため、それらを相互に区別する必要がある。これは、たとえば直流的な駆動電圧の値よりも、操作力に対する最小閾値 $F_{h1}$ を大きく設定することによって解決することができる。

【0171】この発明では操作パネル10またはタッチパネル10Tと圧電素子E1~E4との間に他の部材が介挿されていてもよい。すなわち、操作部と双方向変換機能手段との結合は直接であるか間接であるかを問わない。

【0172】可変情報表示手段としては、液晶表示パネルに限らず、EL(エレクトロルミネッセント)ディスプレイ、プラズマディスプレイ、薄型CRT、LEDアレイ、液晶シャッターとそれを照らす発光体や反射板との組合せ、などを使用することもできる。

【0173】固定表示手段を用いる場合も、記録板ではなく、紙やシートを貼り付けてもよい。

【0174】情報表示面を持たない操作入力装置としてこの発明を実施する場合において、第1実施形態のように複数の単位機能手段を2次元的に分散配置し、それらからの各出力に基づいて操作位置を検出するような機能を持たせてもよい。このような操作入力装置は、たとえ

ば携帯型パーソナルコンピュータ(いわゆるノート型パソコン)のポインティングデバイスの1種であるスライディングパッドとして利用することができる。このような場合の操作面上の指の動きは、パソコンの液晶ディスプレイなどの画面上のカーソルの動きとして視認できるため、操作入力装置自身が表示機能を持たなくてもよいわけである。

【0175】また、このような場合に操作力の閾値を複数設定しておき、最小閾値~最大閾値の範囲内の操作力の場合はカーソルの移動指令として取り込み、また最大閾値以上の操作力の場合はマウスのクリックと同じ操作として取り込むようにすることもできる。このようにすれば、ノート型パソコンの本体上にクリック用のボタンを別途に設ける必要がなく、またクリック用ボタンを別途に設けた場合にも、スライディングパッドだけで容易にクリック操作もできることになる。

【0176】さらに、この発明を操作の有無の検出だけに使用する場合の機能手段や、操作位置の検出だけに適用する場合の単位機能手段としては、導電ゴムやロードセルなどを利用することも可能である。

【0177】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1~請求項12の発明によれば、力学的作用と電気信号とを双方向で変換可能な双方向機能手段を利用することにより、操作面に加えられた操作力を検知できるとともに、操作信号に応答して双方向機能手段に電氣的駆動信号を与えることにより操作面が力学的に作動し、操作者に操作感を与えることができる。

【0178】このため、操作手段が実質的な押し込みストロークを持たなくても確実な操作感を与えることができる。この操作感は触覚的なものであり、視覚や聴覚を利用しないため、周囲に騒音がある場合や周囲が暗い場合でも知覚可能である。視覚障害者や聴覚障害者においても明確に操作面の力学的反応を知覚可能である。

【0179】また、操作力の検知と操作面の力学作用とをひとつの手段で実現できるため、情報表示面や操作面の付近の部品点数を減少させたシンプルな情報表示装置となる。

【0180】請求項2の発明によれば、操作信号が所定の閾値を越えるときに双方向機能手段に駆動信号を与えるようにしているため、微少な押圧力だけでは駆動信号は発生せず、なぞり操作が可能になり、目的的操作領域で実際に押圧操作を行うまでは装置側が誤った反応を示さない。

【0181】請求項3の発明によれば、操作信号の大きさに応じて駆動信号のモードを変更するため、操作感を多彩なものとすることができる。

【0182】請求項4の発明によれば、双方向機能手段を構成する複数の単位機能手段によって操作面上の操作位置を表現した位置信号を生成することが可能であり、

操作面上の操作位置を特定するために他の手段を追加する必要がない。

【0183】請求項5の発明によれば、3以上の単位機能手段によって平面的な操作面上の操作位置を検出可能である。

【0184】特に、請求項6の発明によれば、利用範囲が広い矩形の操作面を使用して、その操作面上の操作位置を検出可能である。

【0185】請求項7の発明によれば、タッチパネルによって操作位置を特定するため、操作位置の特定精度が高く、位置特定に要する時間も短い。

【0186】請求項8の発明によれば、操作位置によって操作力の閾値が変更されるため、押圧操作した位置に応じて感度を変化させることができ、操作感を多彩なものとする事ができる。

【0187】請求項9の発明によれば、操作位置によって駆動信号のモードが変更されるため、やはり操作感を多彩なものとする事ができる。

【0188】請求項10の発明によれば、操作力が所定の閾値を越えるときに位置信号を実質的に有効にするため、なぞり操作によって誤入力がなされることはない。

【0189】請求項11の発明によれば、操作力の検出や操作面への力学的作用を与えるための機能手段を圧電素子で構成するため、装置を小型化しやすいとともに高精度で操作力の検出が可能になる。

【0190】請求項12の発明によれば、上記の情報表示装置をハウジングに収容して可搬型としているため、情報表示面を有効に利用しつつ十分な操作感を与えることができる。

【0191】請求項13の発明によれば、可搬型の情報表示装置において情報表示面の表示内容に応じた操作を受け付ける1または複数の操作スイッチをハウジングの主面以外の面に設けているため、ハウジングの主面の多くの部分を情報表示面およびそれと重なった操作面に利用することができる。

【0192】そして、その操作面においても操作入力が可能であるため、ハウジングの主面を有効に利用しつつ、主面以外の操作スイッチとあわせて種々の操作入力が可能となる。

【0193】請求項14の発明によれば、複数の単位機能手段のそれぞれの出力信号によって操作位置を特定するため、タッチパネルを用いることなく操作位置を特定可能である。タッチパネルは表面の汚れなどによって誤動作する場合もあるが、この発明では押圧力を電気信号に変換するためにそのような誤動作のおそれも少ない。

【0194】請求項15の発明によれば、上記の発明の基本原理解を拡張して操作入力装置が構成されており、ストロークなしで確実な操作感が得られるとともに、部品点数も少ない操作入力装置となっている。

【0195】さらに、請求項16の発明は、請求項14

の発明の利点と請求項15の発明の利点とをあわせ持つものとなっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施形態の情報表示装置100を組み込んだシステム例を示す図である。

【図2】図1の情報表示装置100の外観図である。

【図3】図2のIII-III断面のうち表示操作部DPに相当する部分を示す一部省略断面図である。

【図4】図4は図3のIV方向から見た透視平面図である。

【図5】押圧した操作領域を圧電素子を用いて検知する原理を説明するための一般的モデル図である。

【図6】第1実施形態において押圧した操作領域を圧電素子を用いて検知する原理を説明するためのモデル図である。

【図7】第1実施形態における制御回路部CTのブロック図である。

【図8】演算部51の内部ブロック図である。

【図9】操作領域の頂点座標の説明図である。

【図10】比較判定部52aの内部ブロック図である。

【図11】操作力区分F0～F4の説明図である。

【図12】操作力判定部54の内部ブロック図である。

【図13】駆動モード選択部72の内部ブロック図である。

【図14】駆動モード記憶部73に記憶されている種々の振動モードを模式的に示す図である。

【図15】この発明の第2実施形態である情報表示装置の表示操作部DPに相当する部分を示す一部省略断面図である。

【図16】図15の表示操作部DPを利用する場合の制御回路部CTの構成図である。

【図17】この発明の第3実施形態にかかる情報表示装置200の外観斜視図である。

【図18】情報表示装置200の正面図である。

【図19】情報表示装置200の背面図である。

【図20】この発明の情報表示装置として利用可能な他の例を示す図である。

【図21】図20と類似の使用例を示す図である。

【図22】図20の装置における機能を実現するための部分ブロック図である。

【図23】圧電フィルム310を利用した例を示す部分図である。

【図24】この発明の操作入力装置の例としてのスイッチを示す断面図である。

【符号の説明】

E1～E4 圧電素子（単位機能手段）

$e_k$  k番目の圧電素子の端子電圧

R1～R7 操作領域

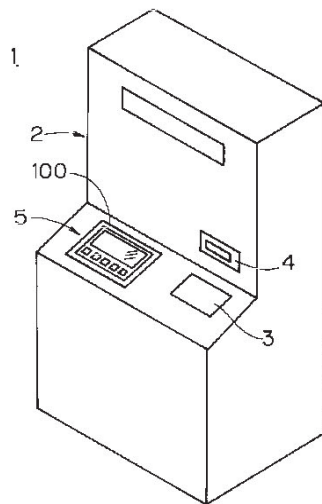
P(x, y) 操作位置

R 操作中の領域

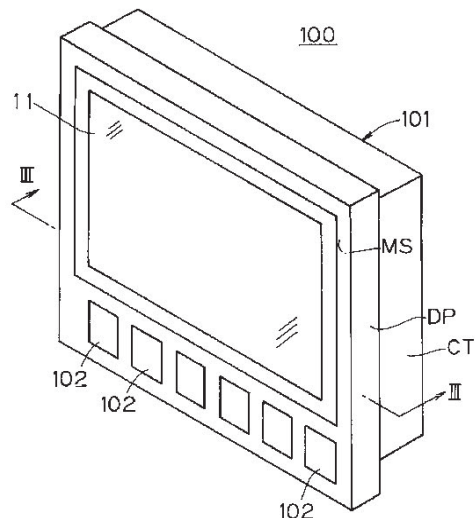
F 操作力  
 SF 操作力信号  
 SP 操作位置信号  
 FC 操作有効信号  
 FD 操作力判定信号  
 G ゲート信号  
 V 駆動モードのパラメータ信号  
 F1~F4 操作力区間  
 Fh1~Fh4 操作力閾値  
 Fh1 操作力の最小閾値  
 DP 表示操作部  
 CT 制御回路部  
 MS ハウジングの主体  
 10 操作パネル  
 10T タッチパネル

11 操作面  
 20 液晶表示パネル  
 21 表示面(情報表示面)  
 30 双方向変換機能手段  
 51 演算部  
 52 領域判定部  
 54 操作力判定部(操作信号判定手段)  
 56 ゲート回路  
 57 論理積回路  
 60 情報処理部  
 72 振動モード選択部  
 73 振動モード記憶部  
 75 圧電素子駆動部  
 100, 200 情報表示装置  
 101, 201 ハウジング

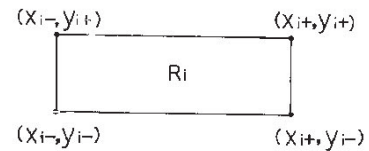
【図1】



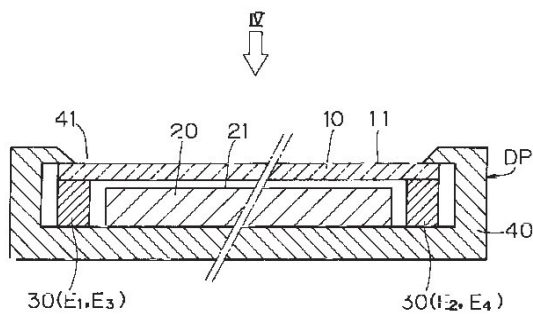
【図2】



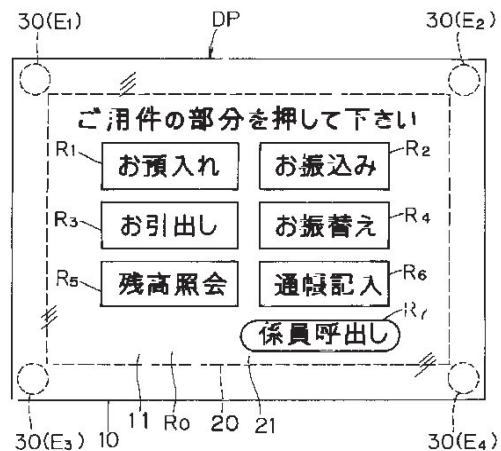
【図9】



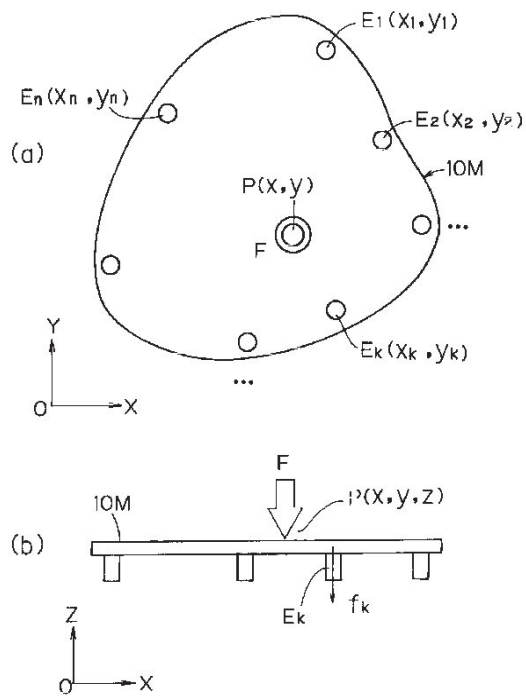
【図3】



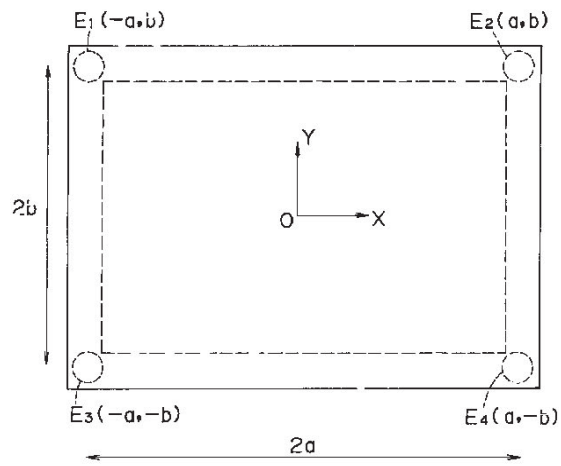
【図4】



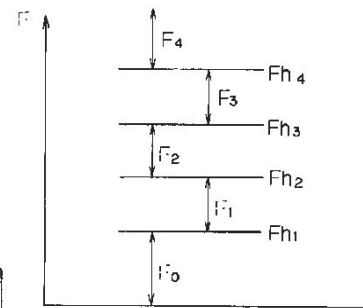
【図5】



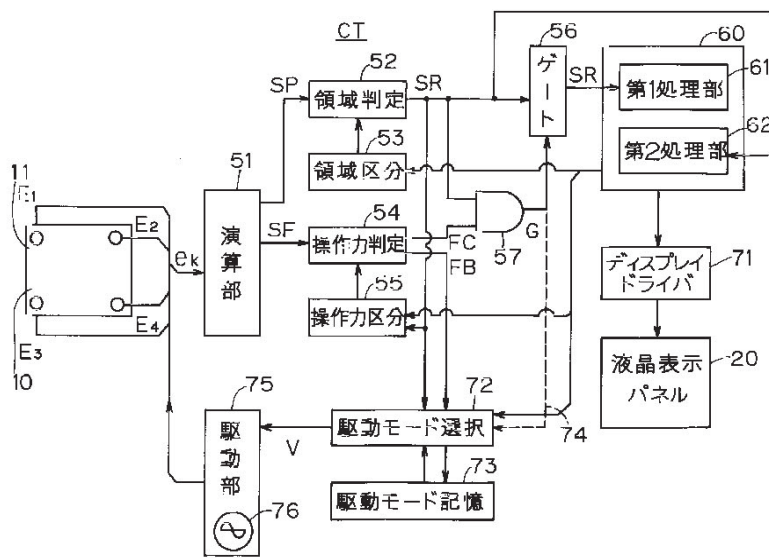
【図6】



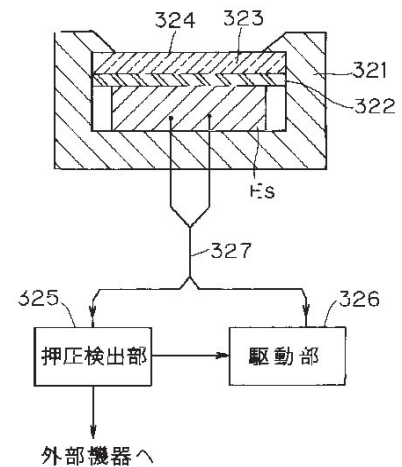
【図11】



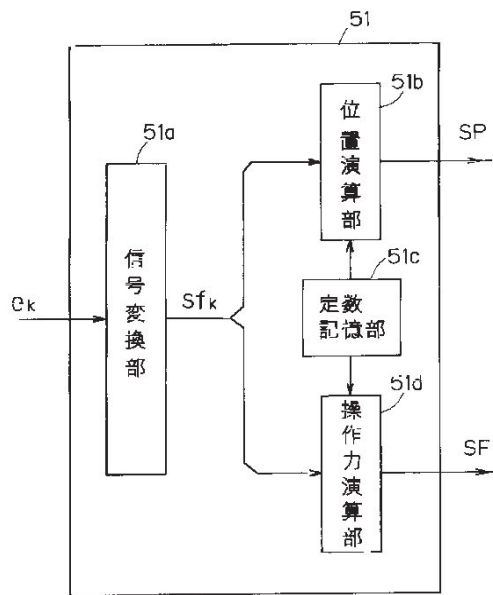
【図7】



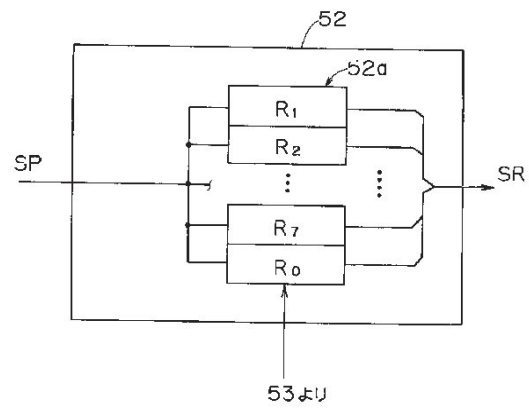
【図24】



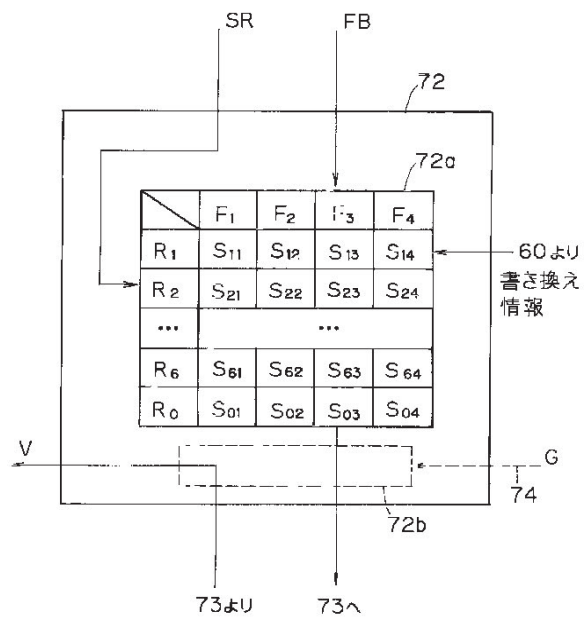
【図8】



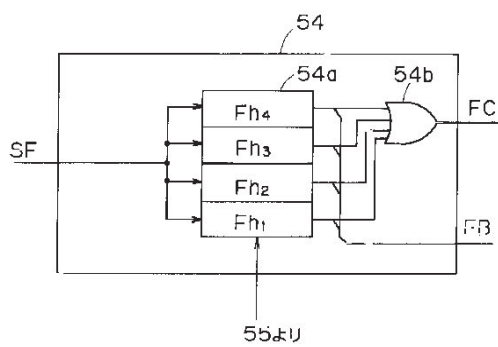
【図10】



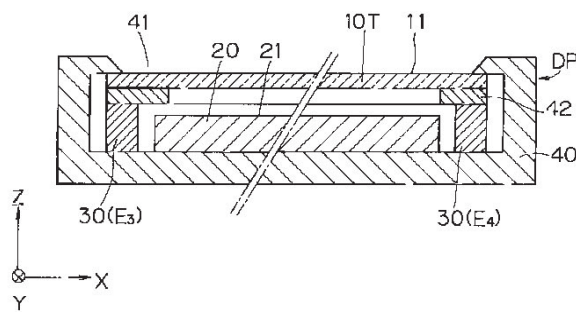
【図13】



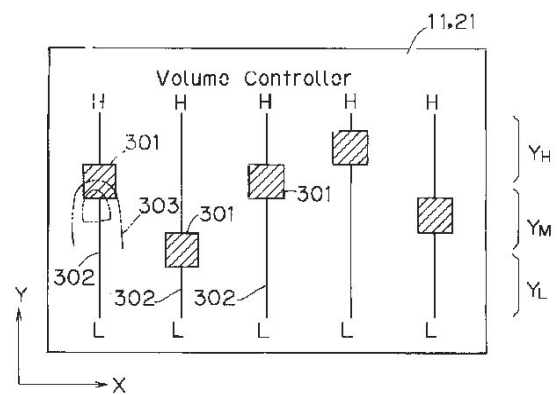
【図12】



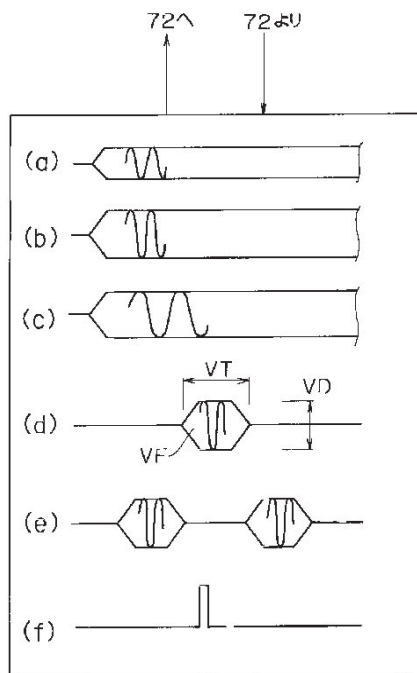
【図15】



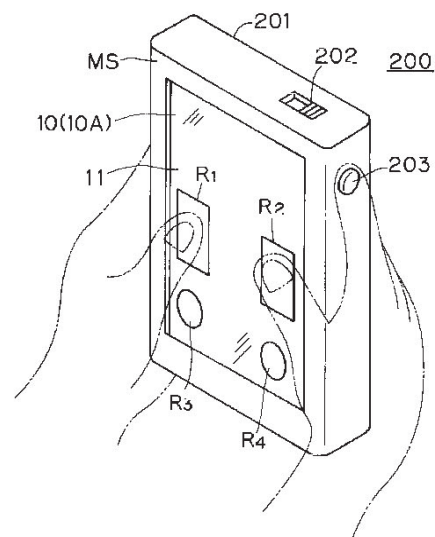
【図20】



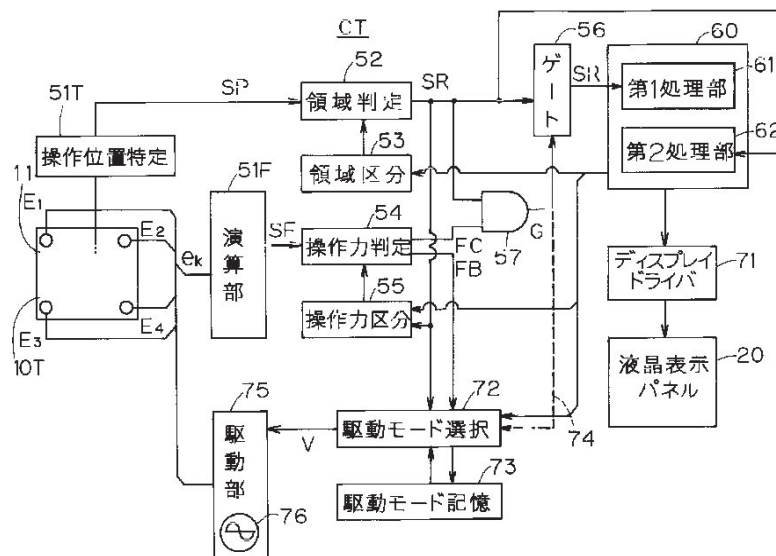
【図14】



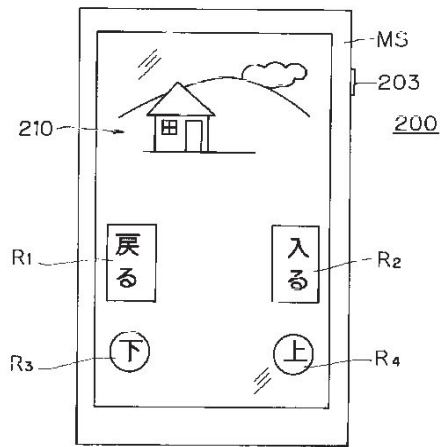
【図17】



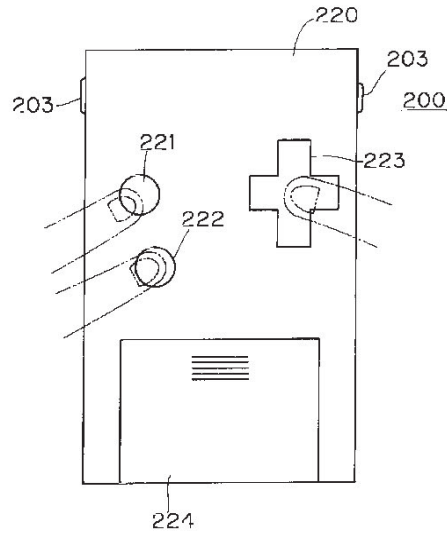
【図16】



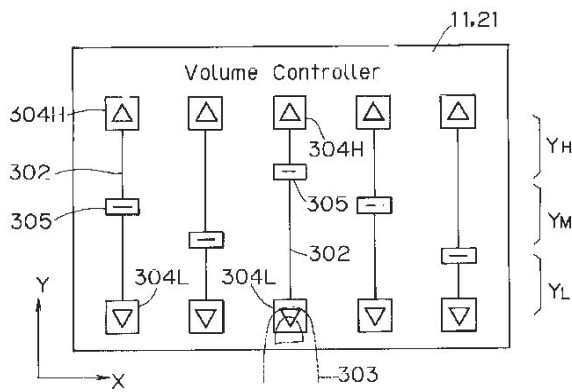
【図18】



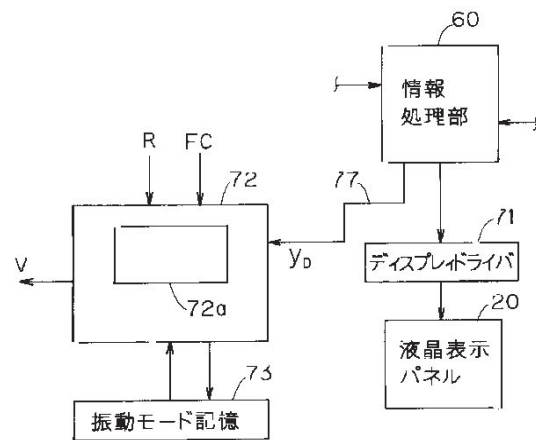
【図19】



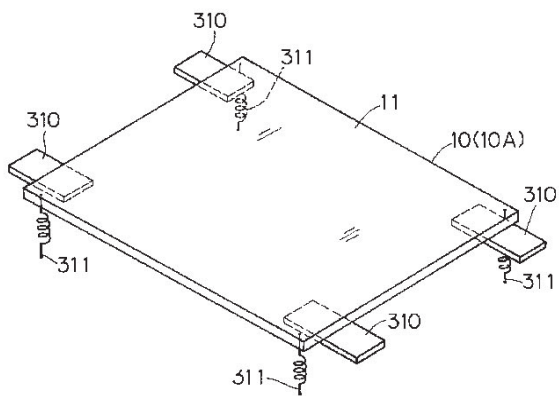
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 三輪 高仁  
大阪市淀川区西宮原 1 丁目 7 番 31 号 和泉  
電気株式会社内