

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月17日(17.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/012605 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/0488 (2013.01)
G06F 3/041 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025295

(22) 国際出願日: 2017年7月11日(11.07.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)
[JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).

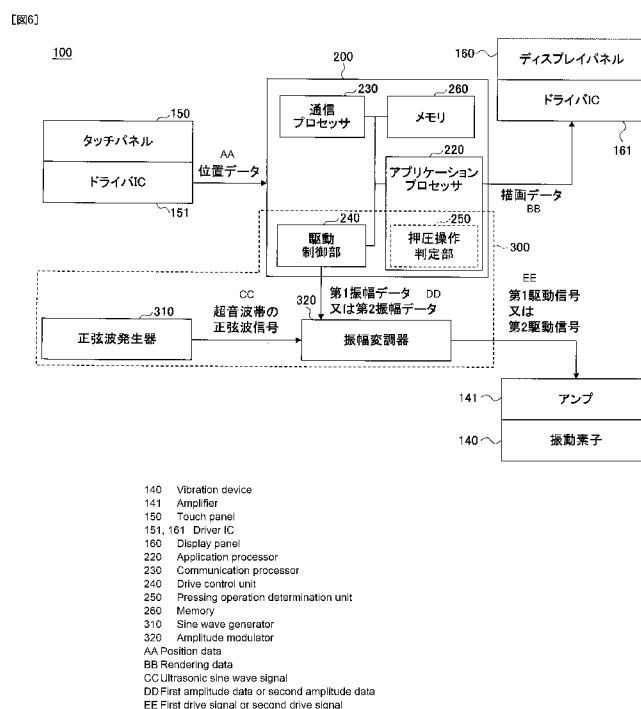
(72) 発明者: 谷 中 聖 志 (TANINAKA, Kiyoshi);
〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

宮本 晶規(MIYAMOTO, Akinori); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 陽奥 幸宏(YOUOKU, Sachihito); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 鎌田 裕一(KAMATA, Yuichi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 遠藤 康浩(ENDO, Yasuhiro); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

(54) Title: DRIVE CONTROL DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND DRIVE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a drive control device, an electronic device, and a drive control method capable of providing good tactile sensation. This drive control device drives a vibration device of an electronic device that comprises: a top panel having an operating surface; a position detection unit which detects the position on the operating surface where an operation has been applied; and the vibration device, which causes vibration of the operating surface. This drive control device comprises a drive control unit which drives the vibration device using



番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 1 6 階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

a drive signal that causes natural vibrations of the operating surface, and that is obtained by modulating a waveform signal having an ultrasonic first frequency with a modulation signal having a second frequency that differs from the first frequency by an amount that can be sensed by a human's tactile senses.

(57) 要約: 良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を提供することを課題とする。駆動制御装置は、操作面を有するトップパネルと、前記操作面に行われる操作入力の位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる振動素子とを含む電子機器の前記振動素子を駆動する駆動制御装置であって、前記操作面に固有振動を発生させる駆動信号であって、超音波帯の第1周波数の波形信号を、前記第1周波数との差が人間の触感受容器で感じ取れる周波数である第2周波数の変調信号で変調した駆動信号で振動素子を駆動する駆動制御部を含む。

明 細 書

発明の名称：駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、支持基板と、前記支持基板上の第1の方向に延在している互いに平行な複数のX電極と、前記支持基板上の第2の方向に延在しかつ前記X電極と互いに絶縁されている互いに平行な複数のY電極とを備える触覚提示装置がある。

[0003] 前記各X電極のうち外部から入力された対象領域に該当するX電極に対して第1の周波数の電圧信号を印加し、前記各Y電極のうち前記対象領域に該当するY電極に対して第2の周波数の電圧信号を印加し、前記第1および第2の周波数の差の絶対値によって前記対象領域に電氣的なうなり振動を発生させる駆動回路を備えることを特徴とする

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-097076号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、従来の触覚提示装置は、X電極又はY電極と指との間に働く静電気力を引力として用いて、利用者の指に振動を与えているが、静電気力では十分な強さの振動を発生させることが容易ではないため、良好な触感を提供できないおそれがある。

[0006] そこで、良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の実施の形態の駆動制御装置は、操作面を有するトップパネルと、

前記操作面に行われる操作入力的位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる振動素子とを含む電子機器の前記振動素子を駆動する駆動制御装置であって、前記操作面に固有振動を発生させる駆動信号であって、超音波帯の第1周波数の波形信号を、前記第1周波数との差が人間の触感受容器で感じ取れる周波数である第2周波数の変調信号で変調した駆動信号で振動素子を駆動する駆動制御部を含む。

発明の効果

[0008] 良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態の電子機器を示す斜視図である。

[図2]実施の形態の電子機器を示す平面図である。

[図3]図2に示す電子機器のA-A矢視断面を示す図である。

[図4]超音波帯の固有振動によってトップパネルに生じる定在波のうち、トップパネルの短辺に平行に形成される波頭を示す図である。

[図5]電子機器のトップパネルに生じさせる超音波帯の固有振動により、操作入力を行う指先に掛かる動摩擦力が変化する様子を説明する図である。

[図6]実施の形態の電子機器の構成を示す図である。

[図7]メモリに格納されるデータを示す図である。

[図8]メモリに格納されるデータを示す図である。

[図9]第1駆動信号の振幅とゲインの周波数特性を示す図である。

[図10]第2駆動信号の振幅とゲインの周波数特性を示す図である。

[図11]トップパネルに接着した振動素子のコンダクタンス及びトップパネルの機械的振動の振幅を示す図である。

[図12]トップパネルに接着した振動素子のコンダクタンス及びトップパネルの機械的振動の振幅を示す図である。

[図13]トップパネルに発生する振動を示す図である。

[図14]実施の形態の電子機器の駆動制御装置の駆動制御部が実行する処理を

示すフローチャートである。

[図15]実施の形態の電子機器の動作例を示す図である。

[図16]実施の形態の電子機器の動作例を示す図である。

[図17]実施の形態の第1変形例の電子機器の断面を示す図である。

[図18]実施の形態の第2変形例の電子機器を示す図である。

[図19]実施の形態の第3変形例の電子機器のタッチパッドの断面を示す図である。

[図20]実施の形態の第4変形例の電子機器の動作状態を示す平面図である。

[図21]実施の形態の第5変形例の電子機器を示す図である。

[図22]実施の形態の第6変形例の電子機器を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を適用した実施の形態について説明する。

[0011] <実施の形態>

図1は、実施の形態の電子機器100を示す斜視図である。

[0012] 電子機器100は、一例として、タッチパネルを入力操作部とする、スマートフォン端末機、又は、タブレット型コンピュータである。電子機器100は、タッチパネルを入力操作部とする機器であればよいため、例えば、携帯情報端末機、又は、ATM (Automatic Teller Machine) のように特定の場所に設置されて利用される機器であってもよい。

[0013] 電子機器100の入力操作部101は、タッチパネルの下にディスプレイパネルが配設されており、ディスプレイパネルにGUI (Graphic User Interface) による様々なボタン102A、又は、スライダー102B等（以下、GUI操作部102と称す）が表示される。

[0014] 電子機器100の利用者は、通常、GUI操作部102を操作するために、指先で入力操作部101に触れる。

[0015] 次に、図2を用いて、電子機器100の具体的な構成について説明する。

[0016] 図2は、実施の形態の電子機器100を示す平面図であり、図3は、図2

に示す電子機器１００のＡ－Ａ矢視断面を示す図である。なお、図２及び図３では、図示するように直交座標系であるＸＹＺ座標系を定義する。

[0017] 電子機器１００は、筐体１１０、トップパネル１２０、両面テープ１３０、振動素子１４０、タッチパネル１５０、ディスプレイパネル１６０、及び基板１７０を含む。

[0018] 筐体１１０は、例えば、樹脂製であり、図３に示すように凹部１１０Ａに基板１７０、ディスプレイパネル１６０、及びタッチパネル１５０が配設されるとともに、両面テープ１３０によってトップパネル１２０が接着されている。

[0019] トップパネル１２０は、平面視で長方形の薄い平板状の部材であり、透明なガラス、又は、ポリカーボネートのような強化プラスチックで作製される。トップパネル１２０の表面１２０Ａ（Ｚ軸正方向側の面）は、電子機器１００の利用者が操作入力を行う操作面の一例である。

[0020] トップパネル１２０は、Ｚ軸負方向側の面に振動素子１４０が接着され、平面視における四辺が両面テープ１３０によって筐体１１０に接着されている。なお、両面テープ１３０は、トップパネル１２０の四辺を筐体１１０に接着できればよく、図３に示すように矩形環状である必要はない。

[0021] トップパネル１２０のＺ軸負方向側にはタッチパネル１５０が配設される。トップパネル１２０は、タッチパネル１５０の表面を保護するために設けられている。なお、トップパネル１２０の表面１２０Ａに、さらに別なパネル又は保護膜等が設けられていてもよい。

[0022] トップパネル１２０は、Ｚ軸負方向側の面に振動素子１４０が接着された状態で、振動素子１４０が駆動されることによって振動する。実施の形態では、トップパネル１２０の固有振動周波数でトップパネル１２０を振動させて、トップパネル１２０に定在波を生じさせる。ただし、トップパネル１２０には振動素子１４０が接着されているため、実際には、振動素子１４０の重さ等を考慮した上で、固有振動周波数を決めることが好ましい。

[0023] 振動素子１４０は、トップパネル１２０のＺ軸負方向側の面において、Ｙ

軸正方向側において、X軸方向に伸延する短辺に沿って接着されている。振動素子140は、超音波帯の振動を発生できる素子であればよく、例えば、 piezo素子のような圧電素子を含むものを用いることができる。

[0024] 振動素子140は、後述する駆動制御部から出力される第1駆動信号によって駆動される。振動素子140が発生する振動の振幅（強度）及び周波数は第1駆動信号によって設定される。また、振動素子140のオン／オフは第1駆動信号によって制御される。

[0025] なお、超音波帯とは、例えば、約20kHz以上の周波数帯をいう。実施の形態の電子機器100では、振動素子140が振動する周波数は、トップパネル120の振動数と等しくなるため、振動素子140は、トップパネル120の固有振動数で振動するように第1駆動信号によって駆動される。

[0026] また、振動素子140は、第2駆動信号によって駆動される場合もある。この場合には、振動素子140が発生する振動の振幅（強度）及び周波数は第2駆動信号によって設定され、振動素子140のオン／オフは第2駆動信号によって制御される。第2駆動信号によって振動素子140が駆動される場合には、第1駆動信号によって振動素子140が駆動される場合とは異なる振動モードの固有振動がトップパネル120に発生する。

[0027] タッチパネル150は、ディスプレイパネル160の上（Z軸正方向側）で、トップパネル120の下（Z軸負方向側）に配設されている。タッチパネル150は、電子機器100の利用者がトップパネル120に触れる位置（以下、操作入力の位置と称す）を検出する座標検出部の一例である。

[0028] タッチパネル150の下にあるディスプレイパネル160には、GUIによる様々なボタン等（以下、GUI操作部と称す）が表示される。このため、電子機器100の利用者は、通常、GUI操作部を操作するために、指先でトップパネル120に触れる。

[0029] タッチパネル150は、利用者のトップパネル120への操作入力の位置を検出できる座標検出部であればよく、例えば、静電容量型又は抵抗膜型の座標検出部であればよい。ここでは、タッチパネル150が静電容量型の座

標検出部である形態について説明する。タッチパネル１５０とトップパネル１２０との間に隙間があっても、静電容量型のタッチパネル１５０は、トップパネル１２０への操作入力を検出できる。

[0030] また、ここでは、タッチパネル１５０の入力面側にトップパネル１２０が配設される形態について説明するが、トップパネル１２０はタッチパネル１５０と一体的であってもよい。この場合、タッチパネル１５０の表面が図２及び図３に示すトップパネル１２０の表面になり、操作面を構築する。また、図２及び図３に示すトップパネル１２０を省いた構成であってもよい。この場合も、タッチパネル１５０の表面が操作面を構築する。また、この場合には、操作面を有する部材を、当該部材の固有振動で振動させればよい。

[0031] また、タッチパネル１５０が静電容量型の場合は、トップパネル１２０の上にタッチパネル１５０が配設されていてもよい。この場合も、タッチパネル１５０の表面が操作面を構築する。また、タッチパネル１５０が静電容量型の場合は、図２及び図３に示すトップパネル１２０を省いた構成であってもよい。この場合も、タッチパネル１５０の表面が操作面を構築する。また、この場合には、操作面を有する部材を、当該部材の固有振動で振動させればよい。

[0032] ディスプレイパネル１６０は、例えば、液晶ディスプレイパネル又は有機ＥＬ(Electroluminescence)パネル等の画像を表示できる表示部であればよい。ディスプレイパネル１６０は、筐体１１０の凹部１１０Ａの内部で、図示を省略するホルダ等によって基板１７０の上（Ｚ軸正方向側）に設置される。

[0033] ディスプレイパネル１６０は、後述するドライバＩＣ(Integrated Circuit)によって駆動制御が行われ、電子機器１００の動作状況に応じて、ＧＵＩ操作部、画像、文字、記号、図形等を表示する。

[0034] 基板１７０は、筐体１１０の凹部１１０Ａの内部に配設される。基板１７０の上には、ディスプレイパネル１６０及びタッチパネル１５０が配設される。ディスプレイパネル１６０及びタッチパネル１５０は、図示を省略する

ホルダ等によって基板 170 及び筐体 110 に固定されている。

[0035] 基板 170 には、後述する駆動制御装置の他に、電子機器 100 の駆動に必要な種々の回路等が実装される。

[0036] 以上のような構成の電子機器 100 は、トップパネル 120 に利用者の指が接触し、指先の移動を検出すると、基板 170 に実装される駆動制御部が振動素子 140 を駆動し、トップパネル 120 を超音波帯の周波数で振動させる。この超音波帯の周波数は、トップパネル 120 と振動素子 140 とを含む共振系の共振周波数であり、トップパネル 120 に定在波を発生させる。

[0037] 電子機器 100 は、超音波帯の定在波を発生させることにより、トップパネル 120 を通じて利用者に触感を提供する。

[0038] 次に、図 4 を用いて、トップパネル 120 に発生させる定在波について説明する。

[0039] 図 4 は、超音波帯の固有振動によってトップパネル 120 に生じる定在波のうち、トップパネル 120 の短辺に平行に形成される波頭を示す図であり、図 4 の (A) は側面図、(B) は斜視図である。図 4 (A)、(B) には、第 1 駆動信号で振動素子 140 を駆動する場合にトップパネル 120 に生じる超音波帯の定在波を示す。図 4 の (A)、(B) では、図 2 及び図 3 と同様の X Y Z 座標を定義する。なお、図 4 の (A)、(B) では、理解しやすいのために、定在波の振幅を誇張して示す。また、図 4 の (A)、(B) では振動素子 140 を省略する。

[0040] トップパネル 120 のヤング率 E 、密度 ρ 、ポアソン比 δ 、長辺寸法 l 、厚さ t と、長辺方向に存在する定在波の周期数 k とを用いると、トップパネル 120 の固有振動数（共振周波数） f は次式 (1)、(2) で表される。定在波は $1/2$ 周期単位で同じ波形を有するため、周期数 k は、0.5 刻みの値を取り、0.5、1、1.5、2・・・となる。

[0041]

[数1]

$$f = \frac{\pi k^2 t}{l^2} \sqrt{\frac{E}{3\rho(1-\delta^2)}} \quad (1)$$

[0042] [数2]

$$f = \alpha k^2 \quad (2)$$

なお、式（２）の係数 α は、式（１）における k^2 以外の係数をまとめて表したものである。

[0043] 図４の（Ａ）、（Ｂ）に示す定在波は、一例として、周期数 k が１０の場合の波形である。例えば、トップパネル１２０として、長辺の長さ l が１４２ｍｍ、短辺の長さが８０ｍｍ、厚さ t が０．７ｍｍのGorilla（登録商標）ガラスを用いる場合には、周期数 k が１０の場合に、固有振動数 f は３０ｋＨｚとなる。この場合は、周波数が３０ｋＨｚの第１駆動信号を用いればよい。

[0044] トップパネル１２０は、平板状の部材であるが、振動素子１４０（図２及び図３参照）を駆動して超音波帯の固有振動を発生させると、図４の（Ａ）、（Ｂ）に示すように撓むことにより、表面１２０Ａに定在波が生じる。

[0045] なお、ここでは、１つの振動素子１４０がトップパネル１２０のＺ軸負方向側の面において、Ｙ軸正方向側において、Ｘ軸方向に伸延する短辺に沿って接着される形態について説明するが、振動素子１４０を２つ用いてもよい。２つの振動素子１４０を用いる場合は、もう１つの振動素子１４０をトッ

プパネル 120 の Z 軸負方向側の面において、Y 軸負方向側において、X 軸方向に伸延する短辺に沿って接着すればよい。この場合に、2 つの振動素子 140 は、トップパネル 120 の 2 つの短辺に平行な中心線を対称軸として、軸対称になるように配設すればよい。

[0046] また、2 つの振動素子 140 を駆動する場合は、周期数 k が整数の場合は同一位相で駆動すればよく、周期数 k が小数（整数部と小数部を含む数）の場合は逆位相で駆動すればよい。

[0047] 次に、図 5 を用いて、電子機器 100 のトップパネル 120 に生じさせる超音波帯の固有振動について説明する。

[0048] 図 5 は、電子機器 100 のトップパネル 120 に生じさせる超音波帯の固有振動により、操作入力を行う指先に掛かる動摩擦力が変化する様子を説明する図である。図 5 の（A）、（B）では、利用者が指先でトップパネル 120 に触れながら、指をトップパネル 120 の奥側から手前側に矢印に沿って移動する操作入力を行っている。なお、振動のオン／オフは、振動素子 140（図 2 及び図 3 参照）をオン／オフすることによって行われる。

[0049] また、図 5 の（A）、（B）では、トップパネル 120 の奥行き方向において、振動がオフの間に指が触れる範囲をグレーで示し、振動がオンの間に指が触れる範囲を白く示す。

[0050] 超音波帯の固有振動は、図 4 に示すようにトップパネル 120 の全体に生じるが、図 5 の（A）、（B）には、利用者の指がトップパネル 120 の奥側から手前側に移動する間に振動のオン／オフを切り替える動作パターンを示す。

[0051] このため、図 5 の（A）、（B）では、トップパネル 120 の奥行き方向において、振動がオフの間に指が触れる範囲をグレーで示し、振動がオンの間に指が触れる範囲を白く示す。

[0052] 図 5 の（A）に示す動作パターンでは、利用者の指がトップパネル 120 の奥側にあるときに振動がオフであり、指を手前側に移動させる途中で振動がオンになっている。

- [0053] 一方、図5の(B)に示す動作パターンでは、利用者の指がトップパネル120の奥側にあるときに振動がオンであり、指を手前側に移動させる途中で振動がオフになっている。
- [0054] ここで、トップパネル120に超音波帯の固有振動を生じさせると、トップパネル120の表面120Aと指との間にスクイーズ効果による空気層が介在し、指でトップパネル120の表面120Aをなぞったときの動摩擦係数が低下する。
- [0055] 従って、図5の(A)では、トップパネル120の奥側にグレーで示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は大きく、トップパネル120の手前側に白く示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は小さくなる。
- [0056] このため、図5の(A)に示すようにトップパネル120に操作入力を行う利用者は、振動がオンになると、指先に掛かる動摩擦力の低下を感知し、指先の滑り易さを知覚することになる。このとき、利用者はトップパネル120の表面120Aがより滑らかになることにより、動摩擦力が低下するときに、トップパネル120の表面120Aに凹部が存在するように感じる。
- [0057] 一方、図5の(B)では、トップパネル120の奥前側に白く示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は小さく、トップパネル120の手前側にグレーで示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は大きくなる。
- [0058] このため、図5の(B)に示すようにトップパネル120に操作入力を行う利用者は、振動がオフになると、指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、指先の滑り難さ、あるいは、引っ掛かる感じを知覚することになる。そして、指先が滑りにくくなることにより、動摩擦力が高くなるときに、トップパネル120の表面120Aに凸部が存在するように感じる。
- [0059] 以上より、図5の(A)と(B)の場合は、利用者は指先で凹凸を感じ取ることができる。このように人間が凹凸の知覚することは、例えば、“触感デザインのための印刷物転写法とSticky-band Illusion”(第11回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集(SI2010, 仙台)____174-177, 2010-12)に記載されている。また、“Fishbone Tactile Illusion”(日本

バーチャルリアリティ学会第10 回大会論文集(2005 年9 月))にも記載されている。

[0060] なお、ここでは、振動のオン／オフを切り替える場合の動摩擦力の変化について説明したが、これは、振動素子140の振幅（強度）を変化させた場合も同様である。

[0061] 次に、図6を用いて、実施の形態の電子機器100の構成について説明する。

[0062] 図6は、実施の形態の電子機器100の構成を示す図である。

[0063] 電子機器100は、振動素子140、アンプ141、タッチパネル150、ドライバIC(Integrated Circuit)151、ディスプレイパネル160、ドライバIC161、制御部200、正弦波発生器310、及び振幅変調器320を含む。

[0064] 制御部200は、アプリケーションプロセッサ220、通信プロセッサ230、駆動制御部240、押圧操作判定部250、及びメモリ260を有する。制御部200は、例えば、ICチップで実現される。押圧操作判定部250は、アプリケーションプロセッサ220に含まれる。

[0065] また、駆動制御部240、押圧操作判定部250、正弦波発生器310、及び振幅変調器320は、駆動制御装置300を構築する。なお、ここでは、アプリケーションプロセッサ220、通信プロセッサ230、駆動制御部240、押圧操作判定部250、及びメモリ260が1つの制御部200によって実現される形態について説明するが、駆動制御部240は、制御部200の外部に別のICチップ又はプロセッサとして設けられていてもよい。この場合には、メモリ260に格納されているデータのうち、駆動制御部240の駆動制御に必要なデータは、メモリ260とは別のメモリに格納して、駆動制御装置300の内部に設ければよい。

[0066] 図6では、筐体110、トップパネル120、両面テープ130、及び基板170（図2参照）は省略する。また、ここでは、アンプ141、ドライバIC151、ドライバIC161、駆動制御部240、メモリ260、正

弦波発生器 310、及び振幅変調器 320 について説明する。

- [0067] アンプ 141 は、駆動制御装置 300 と振動素子 140 との間に配設されており、駆動制御装置 300 から出力される第 1 駆動信号又は第 2 駆動信号を増幅して振動素子 140 を駆動する。
- [0068] ドライバ IC 151 は、タッチパネル 150 に接続されており、タッチパネル 150 への操作入力があった位置を表す位置データを検出し、位置データを制御部 200 に出力する。この結果、位置データは、アプリケーションプロセッサ 220 と駆動制御部 240 に入力される。なお、位置データが駆動制御部 240 に入力されることは、位置データが駆動制御装置 300 に入力されることと等価である。
- [0069] ドライバ IC 161 は、ディスプレイパネル 160 に接続されており、駆動制御装置 300 から出力される描画データをディスプレイパネル 160 に入力し、描画データに基づく画像をディスプレイパネル 160 に表示させる。これにより、ディスプレイパネル 160 には、描画データに基づく GUI 操作部又は画像等が表示される。
- [0070] アプリケーションプロセッサ 220 は、電子機器 100 の OS (Operating System) がインストールされており、電子機器 100 の種々のアプリケーションを実行する処理を行う。アプリケーションプロセッサ 220 は、押圧操作判定部 250 を含む。
- [0071] 通信プロセッサ 230 は、電子機器 100 が 3 G (Generation)、4 G (Generation)、LTE (Long Term Evolution)、WiFi 等の通信を行うために必要な処理を実行する。
- [0072] 駆動制御部 240 は、スクイーズ効果を利用した触感を提供する際には、2 つの所定条件が揃った場合に、第 1 振幅データを振幅変調器 320 に出力する。第 1 振幅データは、スクイーズ効果を利用した触感を提供する際に、振動素子 140 の駆動に用いる第 1 駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデータである。第 1 振幅データは、一例として、350 Hz の周波数で第 1 駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデジタルデータである

。

[0073] 振幅値は、位置データの時間的な変化度合に応じて設定される。ここで、位置データの時間的な変化度合としては、利用者の指先がトップパネル120の表面120Aに沿って移動する速度を用いる。利用者の指先の移動速度は、ドライバIC151から入力される位置データの時間的な変化度合に基づいて、駆動制御部240が算出する。

[0074] また、実施の形態の駆動制御装置300は、利用者の指先がトップパネル120の表面120Aに沿って移動したときに、指先に掛かる動摩擦力を変化させるためにトップパネル120を振動させる。動摩擦力は、指先が移動しているときに発生するため、駆動制御部240は、移動速度が所定の閾値速度以上になったときに、振動素子140を振動させる。移動速度が所定の閾値速度以上になることは、1つ目の所定条件である。

[0075] 従って、駆動制御部240が出力する第1振幅データが表す振幅値は、移動速度が所定の閾値速度未満のときはゼロであり、移動速度が所定の閾値速度以上になると、触感を表す所定の振幅値に設定される。

[0076] また、実施の形態の駆動制御装置300は、操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域内にある場合に、第1振幅データを振幅変調器320に出力する。操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域内にあることは、2つ目の所定条件である。

[0077] 操作入力を行う指先の位置が振動を発生させるべき所定の領域内にあるかどうかは、操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域の内部にあるか否かに基づいて判定される。

[0078] ここで、ディスプレイパネル160に表示するGUI操作部、画像を表示する領域、又は、ページ全体を表す領域等のディスプレイパネル160上における位置は、当該領域を表す領域データによって特定される。領域データは、すべてのアプリケーションにおいて、ディスプレイパネル160に表示されるすべてのGUI操作部、画像を表示する領域、又は、ページ全体を表す領域について存在する。

- [0079] このため、2つ目の所定条件として、操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域内にあるかどうかを判定する際には、電子機器100が起動しているアプリケーションの種類が関係することになる。アプリケーションの種類により、ディスプレイパネル160の表示が異なるからである。
- [0080] また、アプリケーションの種類により、トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力の種類が異なるからである。トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力の種類としては、例えば、GUI操作部を操作する際には、所謂フリック操作がある。フリック操作は、指先をトップパネル120の表面120Aに沿って、はじく（スナップする）ように比較的短い距離移動させる操作である。
- [0081] また、ページを捲る場合には、例えば、スワイプ操作を行う。スワイプ操作は、指先をトップパネル120の表面120Aに沿って掃くように比較的長い距離移動させる操作である。スワイプ操作は、ページを捲る場合の他に、例えば、写真を捲る場合に行われる。また、GUI操作部によるスライダー（図1のスライダー102B参照）をスライドさせる場合には、スライダーをドラッグするドラッグ操作が行われる。
- [0082] ここで一例として挙げるフリック操作、スワイプ操作、及びドラッグ操作のように、トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力は、アプリケーションによる表示の種類によって使い分けられる。このため、操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域内にあるかどうかを判定する際には、電子機器100が起動しているアプリケーションの種類が関係することになる。
- [0083] 駆動制御部240は、領域データを用いて、ドライバIC151から入力される位置データが表す位置が、振動を発生させるべき所定の領域の内部にあるか否かを判定する。
- [0084] アプリケーションの種類を表すデータと、操作入力が行われるGUI操作部等を表す領域データと、振動パターンを表すパターンデータとを関連付け

たメモリ 260 に格納されるデータは、メモリ 260 に格納されている。

[0085] 駆動制御部 240 がスクイーズ効果を利用した触感を提供する際に、第 1 振幅データを振幅変調器 320 に出力するために必要な 2 つの所定条件は、指先の移動速度が所定の閾値速度以上であることと、操作入力の位置を表す座標が振動を発生させるべき所定の領域の内部にあることである。

[0086] 駆動制御部 240 は、スクイーズ効果を利用した触感を提供する際に、指先の移動速度が所定の閾値速度以上であり、操作入力の座標が振動を発生させるべき所定の領域の内部にある場合に、振幅値を表す第 1 振幅データをメモリ 260 から読み出して、振幅変調器 320 に出力する。

[0087] また、駆動制御部 240 は、押圧操作判定部 250 によって、所定の GUI 操作部の表示領域内においてトップパネル 120 の表面 120A を押圧する操作が行われたと判定されると、クリック感のある触感を提供するための第 2 振幅データを振幅変調器 320 に出力する。

[0088] 第 2 振幅データは、クリック感のある触感を提供する際に、振動素子 140 の駆動に用いる第 2 駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデータである。第 2 振幅データの振幅値は、所定値に設定される。第 2 振幅データは、一例として、29.65 kHz の周波数で第 2 駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデジタルデータである。なお、29.65 kHz は、第 2 周波数の一例である。

[0089] 押圧操作判定部 250 は、アプリケーションプロセッサ 220 に含まれる。押圧操作判定部 250 は、アプリケーションプロセッサ 220 の OS によって実現される機能の一部を表したものである。

[0090] 押圧操作判定部 250 は、所定の GUI 操作部が表示される領域内でトップパネル 120 を押圧する操作が行われると、押圧イベントを出力する。押圧イベントは、所定の GUI 操作部が表示される領域内でトップパネル 120 を押圧する操作が行われたことを表す信号である。

[0091] また、所定の GUI 操作部とは、例えば、ボタンの画像を表す GUI 操作部のように、押圧操作を受け付ける GUI 操作部である。所定の GUI 操作

部が表示される領域とは、ボタンの画像を表すGUI操作部のように、押圧操作を受け付けるGUI操作部が表示される領域である。

[0092] 押圧イベントは、アプリケーションプロセッサ220が電子機器100の種々のアプリケーションを実行する際に利用される他に、駆動制御部240に入力され、駆動制御部240が第2振動パターンで振動素子140を駆動する際に利用される。

[0093] メモリ260は、アプリケーションの種類を表すデータと、操作入力が行われるGUI操作部等を表す領域データと、第1振動パターンを表すパターンデータとを関連付けたデータを格納する。また、メモリ260は、アプリケーションの種類を表すデータと、操作入力が行われるGUI操作部等を表す領域データと、第2振動パターンを表すパターンデータとを関連付けたデータを格納する。第1振動パターン及び第2振動パターンについては後述する。

[0094] また、メモリ260は、アプリケーションプロセッサ220がアプリケーションの実行に必要とするデータ及びプログラム、及び、通信プロセッサ230が通信処理に必要とするデータ及びプログラム等を格納する。

[0095] 正弦波発生器310は、トップパネル120を固有振動数で振動させるための第1駆動信号及び第2駆動信号を生成するのに必要な正弦波を発生させる。例えば、トップパネル120を30kHzの固有振動数 f で振動させる場合は、正弦波の周波数は、30kHzとなる。正弦波発生器310は、超音波帯の正弦波信号を振幅変調器320に入力する。30kHzは、第1周波数の一例である。

[0096] 正弦波発生器310が発生する正弦波信号は、超音波帯の固有振動を発生させる第1駆動信号及び第2駆動信号の元になる交流の基準信号であり、一定の周波数と一定の位相を有する。正弦波発生器310は、超音波帯の正弦波信号を振幅変調器320に入力する。

[0097] なお、ここでは、正弦波信号を発生する正弦波発生器310を用いる形態について説明するが、正弦波信号ではなくてもよい。例えば、クロックの立

ち上がりと立ち下りの波形を鈍らせたような波形の信号を用いてもよい。
このため、超音波帯の交流信号を発生する信号発生器を正弦波発生器 310
の代わりに用いてもよい。

[0098] 振幅変調器 320 は、駆動制御部 240 から入力される振幅データを用いて、正弦波発生器 310 から入力される正弦波信号の振幅を変調して第 1 駆動信号及び第 2 駆動信号を生成する。振幅変調器 320 は、正弦波発生器 310 から入力される超音波帯の正弦波信号の振幅のみを変調し、周波数及び位相は変調せずに、第 1 駆動信号及び第 2 駆動信号を生成する。

[0099] このため、振幅変調器 320 が出力する第 1 駆動信号及び第 2 駆動信号は、正弦波発生器 310 から入力される超音波帯の正弦波信号の振幅のみを変調した超音波帯の正弦波信号である。なお、振幅データがゼロの場合は、第 1 駆動信号及び第 2 駆動信号の振幅はゼロになる。これは、振幅変調器 320 が駆動信号を出力しないことと等しい。また、第 1 駆動信号及び第 2 駆動信号が同時に生成されることはなく、操作入力の状態に応じて、いずれか一方が生成される。

[0100] 次に、図 7 及び図 8 を用いて、メモリ 260 に格納されるデータについて説明する。図 7 及び図 8 は、メモリ 260 に格納されるデータを示す図である。

[0101] 図 7 に示すデータは、アプリケーションの種類を表すデータと、操作入力が行われる GUI 操作部等が表示される領域の座標値を表す領域データと、第 1 振動パターンを表すパターンデータとを関連付けた第 1 データである。

[0102] 第 1 振動パターンは、利用者が指先をトップパネル 120 に触れた状態で移動させているときに振動素子 140 を振動させるために用いる振動パターンであり、第 1 駆動信号を生成するために用いられる。第 1 振動パターンは、第 1 駆動信号を生成するために用いられる第 1 振幅データを時系列的に配列したパターンデータである。第 1 振幅データは、一例として、時間軸方向に 350 kHz で配列される。

[0103] 第 1 振動パターンは、スクイーズ効果を利用してトップパネル 120 の表

面 1 2 0 A をなぞる指先に掛かる動摩擦係数を低下させ、振動の強弱を変えることによって触感を提供するために用いる振動パターンである。

[0104] 図 7 では、アプリケーションの種類を表すデータとして、アプリケーション I D (Identification) を示す。また、領域データとして、操作入力が行われる G U I 操作部等が表示される領域の座標値を表す式 $f1 \sim f4$ を示す。また、第 1 振動パターンを表すパターンデータとして、P 1 ~ P 4 を示す。

[0105] なお、メモリ 2 6 0 に格納されるデータに含まれるアプリケーション I D で表されるアプリケーションは、スマートフォン端末機、又は、タブレット型コンピュータで利用可能なあらゆるアプリケーションを含み、電子メールの編集モードも含む。

[0106] また、図 8 には、アプリケーションの種類を表すデータと、操作入力が行われる G U I 操作部等が表示される領域の座標値を表す領域データと、第 2 振動パターンを表すパターンデータとを関連付けた第 2 データを示す。

[0107] 第 2 振動パターンは、利用者が指先をトップパネル 1 2 0 に触れていない状態から、所定の G U I 操作部の表示領域内において指先でトップパネル 1 2 0 を押圧するときに、振動素子 1 4 0 を振動させるために用いる振動パターンであり、第 2 駆動信号を生成するために用いられる。第 2 振動パターンは、第 2 駆動信号を生成するために用いられる第 2 振幅データを時系列的に配列したパターンデータである。第 2 振幅データは、一例として、時間軸方向に 2 9 . 6 5 k H z で配列される。

[0108] 正弦波発生器 3 1 0 によって発生させる正弦波信号を変調器 3 2 0 において第 2 振動パターンで変調することにより、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感を模擬的に表現する。

[0109] このようなクリック感は、例えば、L R A (Linear Resonant Actuator) を可聴域の周波数の駆動信号で駆動することによって実現することもできる。しかしながら、電子機器 1 0 0 は、超音波帯の周波数で駆動される振動素子 1 4 0 を含んでいるため、振動素子 1 4 0 を振動させてクリック感のある触感を提供するために、第 2 振動パターンを含む図 8 に示すデータをメモリ 2

60に格納している。

- [0110] 振動素子140を振動させることでクリック感のある触感を提供できれば、LRAのようなアクチュエータを追加することが不要になる。特に、電子機器100が携帯型の端末機である場合には、部品点数を増やすことはスペースの制約等の観点から現実的ではないため、電子機器100は、振動素子140を超音波帯の第2駆動信号で駆動することで、クリック感のある触感を提供する。
- [0111] 図8では、アプリケーションの種類を表すデータとして、アプリケーションID(Identification)を示す。また、領域データとして、操作入力が行われるGUI操作部等が表示される領域の座標値を表す式f11~f14を示す。また、第2振動パターンを表すパターンデータとして、P11~P14を示す。アプリケーションIDは、図7に示すアプリケーションIDと同様である。
- [0112] 次に、図9及び図10を用いて、第1駆動信号及び第2駆動信号の振幅とゲインについて説明する。図9及び図10は、それぞれ、第1駆動信号及び第2駆動信号の振幅とゲインの周波数特性を示す図である。ゲインは、振幅をフーリエ変換することによって得たものである。
- [0113] 第1駆動信号は、正弦波発生器310で発生される30kHzの正弦波信号を変調器320で350Hzの第1振幅データで変調して得られる駆動信号である。350Hzの第1振幅データは、350Hzで振幅が正弦波状に変化する振幅データであり、変調周波数は350Hzである。このため、図9の上側に示すように、第1駆動信号の振幅は、包絡線で示すように350Hzの周期で変化する。
- [0114] 図9の下側に示すように、第1駆動信号のゲインは、30kHz成分と、29.65kHz成分と、30.35kHz成分とが得られる。これは、搬送波となる30kHzの正弦波信号を中心として、350Hz低い29.65kHz成分と、350Hz高い30.35kHz成分とが得られたことを意味する。
- [0115] スクイーズ効果を利用した触感は、利用者の指先がトップパネル120を

なぞりながら移動するときに、超音波帯である 30 kHz の正弦波信号に対して、 350 Hz 低い 29.65 kHz 成分と、 350 Hz 高い 30.35 kHz 成分とを利用して、指先の触感受容体を刺激することによって提供される。スクイーズ効果を利用した触感は、利用者の指先が移動している状態で提供される能動的な触感である。

[0116] 指先の触感受容体とは、マイスナー小体、パチニ小体、メルケル触盤等であり、約 150 Hz ～約 400 Hz の帯域に感度を有する。このため、超音波帯である 30 kHz の正弦波信号に対して、 350 Hz 低い 29.65 kHz 成分と、 350 Hz 高い 30.35 kHz 成分とを利用して、スクイーズ効果を利用した触感を提供することができる。

[0117] また、第2駆動信号は、正弦波発生器 310 で発生される 30 kHz の正弦波信号を変調器 320 で 29.65 kHz の第2振幅データで変調して得られる駆動信号である。 29.65 kHz の第2振幅データは、 29.65 kHz で振幅が正弦波状に変化する振幅データであり、変調周波数は 29.65 kHz である。このため、図10の上側に示すように、第2駆動信号は、 30 kHz の正弦波信号と 29.65 kHz の正弦波状の振幅データとを合成した波形になる。このような合成波（第2駆動信号）の振幅は、 350 Hz の周期で変化する。

[0118] このため、図10の下側に示すように、第2駆動信号のゲインは、 30 kHz 成分と、 350 Hz 成分と、 59.65 kHz 成分とが得られる。したがって、第2駆動信号で振動素子 140 を駆動すると、トップパネル 120 には、 350 Hz の固有振動と、 30 kHz の固有振動とが発生する。

[0119] このように、第2駆動信号では、 350 Hz 成分が得られるため、第2駆動信号で振動素子 140 を駆動すれば、トップパネル 120 に 350 Hz の振動を発生させることができ、利用者がトップパネル 120 に触れた指先を移動させずに止めた状態で、指先に振動を与えることができる。振動の周波数が 350 Hz であり、指先の触感受容体を感じ取れる周波数であるため、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感を模擬的に

表現できるようになるからである。このようなクリック感を表す触感は、利用者の指先が静止した状態で提供される受動的な触感である。

[0120] なお、一例として、 350 Hz の固有振動は、トップパネル120に生じ得る複数の固有振動のうちの3次モードであり、 30 kHz の固有振動は28次モードである。

[0121] 次に、トップパネル120の厚さによる振動特性の違いについて説明する。図11は、トップパネル120の厚さが 0.3 mm の場合の振動素子140のコンダクタンス及び振幅を示す図である。図12は、トップパネル120の厚さが 0.55 mm の場合の振動素子140のコンダクタンス及び振幅を示す図である。振動素子140のコンダクタンスは機械共振の強度を表す。

[0122] なお、ここでは、トップパネル120のY軸方向の寸法は、 142 mm である。また、図11及び図12では、指先の触感受容体が感度を有する $150\text{ Hz} \sim 400\text{ Hz}$ の帯域を破線と矢印で示す。

[0123] 図11に示すように、トップパネル120の厚さが 0.3 mm の場合には、 $150\text{ Hz} \sim 400\text{ Hz}$ の帯域において、コンダクタンスは、 250 Hz 、 300 Hz 、 350 Hz にピークが得られ、振幅は、 250 Hz と 350 Hz にピークが得られ、特に 350 Hz のピークが高いことから、 350 Hz の固有振動が発生していることが確認できる。

[0124] 図12に示すように、トップパネル120の厚さが 0.55 mm の場合には、 $150\text{ Hz} \sim 400\text{ Hz}$ の帯域にはコンダクタンスのピークは得られず、コンダクタンスのピークは、約 500 Hz 、約 600 Hz 、約 840 Hz であった。また、振幅はピークが得られなかった。

[0125] このように、トップパネル120の厚さが 0.55 mm の場合よりも、トップパネル120の厚さが 0.3 mm の場合において固有振動が励起されることが分かった。すなわち、トップパネル120の厚さが薄い方が、固有振動が励起され易いことが分かった。

[0126] 図13は、トップパネル120に発生する振動を示す図である。図13に

は、破線で１次モードの振動を示し、実線で３次モードの振動を示す。

[0127] １次モードでは、１つの腹がトップパネル１２０の長手方向（Ｙ軸方向）の中央に位置し、両端は節になる。また、３次モードでは、３つの腹がトップパネル１２０の長手方向に沿って配列され、両端は３つの腹の両外側の節よりも外側の腹に近い位置になる。

[0128] ここで、トップパネル１２０のＺ軸負方向側には、タッチパネル１５０とディスプレイパネル１６０（図３参照）が位置するため、平面視で振動素子１４０をトップパネル１２０の中央に配置することは困難であり、トップパネル１２０のＹ軸方向の端部に配置することになる。このため、電子機器１００では、振動素子１４０は、トップパネル１２０のＹ軸正方向の端部に配置されている。

[0129] トップパネル１２０に超音波帯の固有振動を発生させるには、振動素子１４０の位置が固有振動の腹又は腹に近い位置であることが好ましく、節又は節に近い位置であることは好ましくない。

[0130] このような観点から、１次モードの固有振動を用いることは好ましくなく、２次以上の振動モードの固有振動を用いることが好ましい。２次以上のモードであれば、振動素子１４０が配置されるトップパネル１２０の端部に固有振動の節が位置せず、腹又は腹に近い位置で加振できるからである。換言すれば、トップパネル１２０のＹ軸方向の長さは、人間の触感受容器で感じ取れる周波数における１波長以上の長さであればよい。

[0131] このため、電子機器１００では、一例として、第２駆動信号で駆動したときにトップパネル１２０に生じる３５０Ｈｚの振動が、３次モードになるように設定している。

[0132] 次に、図１４を用いて、実施の形態の電子機器１００の駆動制御装置３００の駆動制御部２４０が実行する処理について説明する。

[0133] 図１４は、実施の形態の電子機器１００の駆動制御装置３００の駆動制御部２４０が実行する処理を示すフローチャートである。

[0134] 電子機器１００のＯＳは、所定の制御周期毎に電子機器１００を駆動する

ための制御を実行する。このため、駆動制御装置 300 は、所定の制御周期毎に演算を行う。これは駆動制御部 240 も同様であり、駆動制御部 240 は、図 14 に示すフローを所定の制御周期毎に繰り返し実行する。

- [0135] 駆動制御部 240 は、電子機器 100 の電源がオンにされることにより、処理をスタートさせる。
- [0136] 駆動制御部 240 は、現在の位置データが表す座標と、現在のアプリケーションの種類とに応じて、現在操作入力が行われている GUI 操作部について、振動パターンと関連付けられた領域データを取得する（ステップ S1）。
- [0137] 駆動制御部 240 は、移動速度が所定の閾値速度以上であるか否かを判定する（ステップ S2）。移動速度は、ベクトル演算によって算出すればよい。なお、閾値速度は、所謂フリック操作、スワイプ操作、又はドラッグ操作等のように指先を移動させながら操作入力を行う際における指先の移動速度の最低速度として設定すればよい。このような最低速度は、実験結果に基づいて設定してもよく、タッチパネル 150 の分解能等に応じて設定してもよい。
- [0138] 駆動制御部 240 は、ステップ S2 で移動速度が所定の閾値速度以上であると判定した場合は、操作入力の位置が、ステップ S1 で求めた領域データが表す領域 S_t の中にあるか否かを判定する（ステップ S3）。
- [0139] 駆動制御部 240 は、操作入力の位置がステップ S1 で求めた領域データが表す領域 S_t の中にあると判定する場合は、領域データに対応する第 1 振幅データを第 1 データから求める（ステップ S4）。
- [0140] 駆動制御部 240 は、第 1 振幅データを出力する（ステップ S5）。これにより、振幅変調器 320 において、正弦波発生器 310 から出力される正弦波の振幅が第 1 振幅データの振幅値に応じて変調されることによって第 1 駆動信号が生成され、振動素子 140 が駆動される。
- [0141] また、ステップ S2 で移動速度が所定の閾値速度以上ではないと判定した場合（S2：NO）は、押圧イベントが入力されたかどうかを判定する（ス

トップS 6)。押圧イベントが入力されたかどうかを判定することは、所定のGUI操作部が表示される領域内でトップパネル120を押圧する操作が行われたかどうかを判定することである。

[0142] 駆動制御部240は、押圧イベントが入力された(S6: YES)と判定すると、第2振幅データを出力する(ステップS7)。これにより、振幅変調器320において、正弦波発生器310から出力される正弦波の振幅が第2振幅データの振幅値に応じて変調されることによって第2駆動信号が生成される。

[0143] 駆動制御部240は、第2振幅データを出力する(ステップS5)。これにより、振幅変調器320において、正弦波発生器310から出力される正弦波の振幅が第2振幅データの振幅値に応じて変調されることによって第2駆動信号が生成され、振動素子140が駆動される。

[0144] 第2駆動信号は、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感を模擬的に表現する駆動信号であるため、振動素子140が駆動されることによって、トップパネル120には、クリック感を模擬的に表現した振動が発生する。この結果、利用者は、指先にクリック感を感じる。

[0145] また、ステップS3において、操作入力の位置がステップS1で求めた領域データが表す領域Stの中にない(S3: NO)と判定した場合と、ステップS6において、押圧イベントが入力されていない(S6: NO)と判定した場合には、駆動制御部240は、振幅値をゼロに設定する(ステップS8)。

[0146] 駆動制御部240は、振幅値がゼロの振幅データを出力する(ステップS5)。これにより、駆動制御部240は、振幅値がゼロの振幅データを出力し、振幅変調器320において、正弦波発生器310から出力される正弦波の振幅がゼロに変調された駆動信号が生成される。このため、この場合は、振動素子140は駆動されない。

[0147] 次に、図15及び図16を用いて、実施の形態の電子機器100の動作例について説明する。図15及び図16は、実施の形態の電子機器100の動

作例を示す図である。図 1 5 及び図 1 6 では、図 2 乃至図 4 と同様の X Y Z 座標を定義する。

[0148] ここでは、図 1 5 に示すように、計算機のアプリケーションを実行している動作モードにおいて、操作入力が行われる場合の駆動制御部 2 4 0 の動作について説明する。

[0149] 図 1 5 に示すように、計算機のアプリケーションを実行している動作モードにおいて、利用者の指先が数字の ' 6 '、に触れた状態から、指先を左方向に移動させることにより、数字の ' 5 ' にむけてトップパネル 1 2 0 の表面 1 2 0 A をなぞる操作入力が行われた場合には、次のようにトップパネル 1 2 0 の振動が行われる。このような操作入力は、フリック操作、スワイプ操作、又はドラッグ操作とは異なり、複数の G U I 操作部が並べられて表示されている状態で、指先が複数の G U I 操作部を跨いで移動しながら行う操作入力である。

[0150] この場合に、図 1 6 に示すように、利用者が数字の ' 6 ' の上の位置 C 1 (図 1 5 参照) に触れた指先を、時刻 t_1 において移動し始めたとする。そして、位置 C 1 から少し指先を移動させて、指先の位置が数字の ' 6 ' の領域から外に出て数字の ' 5 ' に入る時刻 t_2 に短時間で振幅の大きな振動 B 1 1 が生じる。振動 B 1 1 は、第 1 駆動信号によって生成されるスクイーズ効果用の振動である。

[0151] この振動 B 1 1 は、指先の位置が数字の ' 6 ' の領域から外に出ることによって生成されるものであり、利用者の指先を知覚されないほど短時間の低摩擦状態から、瞬時的に高摩擦状態にすることにより、利用者に指先が突起に触れた触感を提供する。

[0152] 利用者は、時刻 t_3 において、数字の ' 5 ' の表示領域の内部において指先をトップパネル 1 2 0 から離す。

[0153] そして、時刻 t_4 において、数字の ' 5 ' の表示領域の内部でトップパネル 1 2 0 を押圧すると、短時間で振幅の大きな振動 B 2 を発生させる。振動 B 2 は、クリック感用の振動である。

- [0154] このように、電子機器 100 は、利用者の指先がトップパネル 120 に触れながら移動すると、第 1 駆動信号でスクイーズ効果用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、動摩擦係数の変化に基づく触感が提供される。
- [0155] また、電子機器 100 は、利用者の指先がトップパネル 120 から離れている状態から、所定の GUI 操作部の表示領域内において指先がトップパネル 120 に触れてトップパネル 120 が押圧されると、第 2 駆動信号でクリック感用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供される。
- [0156] 以上、実施の形態の電子機器 100 によれば、押圧操作を受け付ける GUI 操作部の表示領域内においてトップパネル 120 の表面 120A を押圧する操作が行われると、第 2 振幅データを用いて振幅変調器 320 で正弦波信号が変調される。第 2 振幅データは、クリック感のある触感を提供する際に、第 2 駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデータである。
- [0157] このため、押圧操作を行った利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供される。第 2 駆動信号は、トップパネル 120 の超音波帯の固有振動を利用して、トップパネル 120 に人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させる駆動信号である。このように、固有振動で人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させるので、振動の振幅が大きく、指先ではっきりと感じ取ることができる良好な触感を利用者に提供することができる。
- [0158] また、電子機器 100 は、スクイーズ効果を利用した触感を提供する電子機器をベースに構築されており、スクイーズ効果を利用した触感を提供するために、トップパネル 120 の超音波帯の固有振動に等しい周波数で振動素子 140 を駆動させている。
- [0159] しかしながら、スクイーズ効果を利用した触感に加えてクリック感用の触感を提供するために、LRA のようなアクチュエータを追加することは、特

に、電子機器１００が携帯型の端末機である場合には、スペースの制約等の観点から現実的ではない。

[0160] このような観点から、電子機器１００は、スクイーズ効果を利用した触感を提供するために用いている振動素子１４０、駆動制御部２４０、正弦波発生器３１０、及び変調器３２０を利用して、クリック感のある触感を提供できるようにしている。

[0161] すなわち、メモリ２６０に第２振動パターンを含む第２データを追加的に格納し、押圧操作判定部２５０で所定のＧＵＩ操作部の表示領域内において押圧操作が行われることを検出する機能を追加するだけで、押圧操作に伴うクリック感のある触感を実現している。

[0162] 換言すれば、最小限の構成要素の追加で、スクイーズ効果を利用した触感を提供する電子機器をベースにして、スクイーズ効果を利用した触感に加えてクリック感用の触感を提供できる電子機器１００を実現している。

[0163] また、利用者がトップパネル１２０に触れた指先を移動させる場合には、トップパネル１２０の超音波帯の固有振動を発生させて利用者の指先に掛かる動摩擦力を変化させるので、スクイーズ効果を利用することによって、利用者に良好な触感を提供することができる。

[0164] また、実施の形態の電子機器１００は、正弦波発生器３１０で発生される超音波帯の正弦波の振幅のみを振幅変調器３２０で変調することによって駆動信号（第１駆動信号及び第２駆動信号）を生成している。正弦波発生器３１０で発生される超音波帯の正弦波の周波数は、トップパネル１２０の固有振動数に等しく、また、この固有振動数は振動素子１４０を加味して設定している。

[0165] すなわち、正弦波発生器３１０で発生される超音波帯の正弦波の周波数又は位相を変調することなく、振幅のみを振幅変調器３２０で変調することによって駆動信号（第１駆動信号及び第２駆動信号）を生成している。

[0166] 従って、トップパネル１２０の超音波帯の固有振動をトップパネル１２０に発生させることができ、利用者の指先がトップパネル１２０をなぞりなが

ら移動する場合には、スクイーズ効果による空気層の介在を利用して、指でトップパネル120の表面120Aをなぞったときの動摩擦係数を確実に低下させることができる。また、Sticky-band Illusion効果、又は、Fishbone Tactile Illusion効果により、トップパネル120の表面120Aに凹凸が存在するような良好な触感を利用者に提供することができる。

[0167] また、以上では、トップパネル120に凹凸が存在するような触感を利用者に提供するために、振動素子140のオン／オフを切り替える形態について説明した。振動素子140をオフにするとは、振動素子140を駆動する第1駆動信号が表す振幅値をゼロにすることである。

[0168] しかしながら、このような触感を提供するために、必ずしも振動素子140をオンからオフにする必要はない。例えば、振動素子140のオフの状態の代わりに、振幅を小さくして振動素子140を駆動する状態を用いてもよい。例えば、振幅を1／5程度に小さくすることにより、振動素子140をオンからオフにする場合と同様に、トップパネル120に凹凸が存在するような触感を利用者に提供してもよい。

[0169] この場合は、振動素子140の振動の強弱を切り替えるような第1駆動信号で振動素子140を駆動することになる。この結果、トップパネル120に発生する固有振動の強弱が切り替えられ、利用者の指先に凹凸が存在するような触感を提供することができる。

[0170] 振動素子140の振動の強弱を切り替えるために、振動を弱くする際に振動素子140をオフにすると、振動素子140のオン／オフを切り替えることになる。振動素子140のオン／オフを切り替えることは、振動素子140を断続的に駆動することである。

[0171] 以上、実施の形態によれば、良好な触感を提供できる駆動制御装置300、電子機器100、及び駆動制御方法を提供することができる。ここで、図17乃至図22を用いて、実施の形態の電子機器100（図3参照）の変形例について説明する。

[0172] 図17は、実施の形態の第1変形例の電子機器100Cの断面を示す図で

ある。図 17 に示す断面は、図 3 に示す A-A 矢視断面に対応する断面である。図 17 では図 3 と同様に直交座標系である X Y Z 座標系を定義する。

[0173] 電子機器 100C は、筐体 110B、トップパネル 120、パネル 121、両面テープ 130、振動素子 140、タッチパネル 150、ディスプレイパネル 160A、及び基板 170 を含む。

[0174] 電子機器 100C は、図 3 に示す電子機器 100 のタッチパネル 150 を裏面側（Z 軸負方向側）に設けた構成を有する。このため、図 3 に示す電子機器 100 と比べると、両面テープ 130、振動素子 140、タッチパネル 150、及び基板 170 が裏面側に配設されている。

[0175] 筐体 110B には、Z 軸正方向側の凹部 110A と、Z 軸負方向側の凹部 110C とが形成されている。凹部 110A の内部には、ディスプレイパネル 160A が配設され、トップパネル 120 で覆われている。また、凹部 110C の内部には、基板 170 とタッチパネル 150 が重ねて設けられ、パネル 121 は両面テープ 130 で筐体 110B に固定され、パネル 121 の Z 軸正方向側の面には、振動素子 140 が設けられている。

[0176] 図 17 に示す電子機器 100C において、パネル 121 への操作入力に応じて、振動素子 140 のオン／オフを切り替えることによってパネル 121 に超音波帯の固有振動を発生させれば、図 3 に示す電子機器 100 と同様に、利用者が指先の感覚でディスプレイパネル 160 に表示される画像に対応した触感を知覚できる電子機器 100C を提供することができる。

[0177] なお、図 17 には、裏面側にタッチパネル 150 を設けた電子機器 100C を示すが、図 3 に示す構造と図 17 に示す構造とを合わせて、表面側と裏面側とにそれぞれタッチパネル 150 を設けてもよい。

[0178] 図 18 は、実施の形態の第 2 変形例の電子機器 100D を示す図である。電子機器 100D は、ノートブック型の PC（Personal Computer: パーソナルコンピュータ）である。

[0179] PC 100D は、ディスプレイパネル 160B1 とタッチパッド 160B2 を含む。

- [0180] 図19は、実施の形態の第3変形例の電子機器100Dのタッチパッド160B2の断面を示す図である。図19に示す断面は、図3に示すA-A矢視断面に対応する断面である。図19では図3と同様に直交座標系であるXYZ座標系を定義する。
- [0181] タッチパッド160B2は、図3に示す電子機器100から、ディスプレイパネル160を取り除いた構成を有する。
- [0182] 図18に示すようなPCとしての電子機器100Dにおいて、タッチパッド160B2への操作入力に応じて、振動素子140のオン／オフを切り替えることによってトップパネル120に超音波帯の固有振動を発生させれば、図3に示す電子機器100と同様に、タッチパッド160B2への操作入力の移動量に応じて、利用者の指先に触感を通じて操作感を提供することができる。
- [0183] また、ディスプレイパネル160B1の裏面に振動素子140を設けておけば、図3に示す電子機器100と同様に、ディスプレイパネル160B1への操作入力の移動量に応じて、利用者の指先に触感を通じて操作感を提供することができる。この場合は、ディスプレイパネル160B1の代わりに、図3に示す電子機器100を設ければよい。
- [0184] 図20は、実施の形態の第4変形例の電子機器100Eの動作状態を示す平面図である。
- [0185] 電子機器100Eは、筐体110、トップパネル120C、両面テープ130、振動素子140、タッチパネル150、ディスプレイパネル160、及び基板170を含む。
- [0186] 図20に示す電子機器100Eは、トップパネル120Cが曲面ガラスであること以外は、図3に示す実施の形態の電子機器100の構成と同様である。
- [0187] トップパネル120Cは、平面視における中央部がZ軸正方向側に突出するように湾曲している。図20には、トップパネル120CのYZ平面における断面形状を示すが、XZ平面における断面形状も同様である。

[0188] このように、曲面ガラスのトップパネル１２０Ｃを用いることにより、良好な触感を提供できる。特に、画像として表示する物体の実物の形状が湾曲している場合に有効的である。

[0189] なお、以上では、電子機器１００がディスプレイパネル１６０を含む形態について説明したが、電子機器１００は、ディスプレイパネル１６０を含まずに、トップパネル１２０の表面１２０Ａに操作が行われた場合に、振動素子１４０を駆動して表面１２０Ａに振動を発生させるものであってもよい。このような電子機器１００Ｆ及び１００Ｇについて図２１及び図２２を用いて説明する。

[0190] 図２１は、第５変形例の電子機器１００Ｆを示す平面図である。図２１に示すように、タッチパネル１５０Ｆが配設される領域には、操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４が配設されている。

[0191] 操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４は、トップパネル１２０Ｆの裏面に印刷されている。操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４の印刷が行われている４つの領域は、それぞれ、図７に示す領域データf1~f4及び図８に示す領域データf11~f14のように、XY座標における位置が決められデータ化されている。また、操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４に操作入力が行われると、それぞれ、所定の振動パターンで駆動制御部２４０によって振動素子１４０Ｆが駆動される。

[0192] このような所定の振動パターンは、図７に示す振動パターンP１～P４と領域データf1~f4とを関連付けるとともに、図８に示す振動パターンP１１～P１４と領域データf11~f14とを関連付けるように、操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４の印刷が行われている４つの領域の領域データと関連付けてメモリ２５０に格納しておけばよい。

[0193] なお、第５変形例の電子機器１００Ｆにおいて、平面視でタッチパネル１５０Ｆが位置する領域内において、操作部１２１Ｆ１、１２１Ｆ２、１２１Ｆ３、１２１Ｆ４以外の部分に操作入力が行われる場合にも、駆動制御部２

40によって振動素子140Fを駆動してもよい。

[0194] この場合は、平面視でタッチパネル150Fが位置する領域のうち、操作部121F1、121F2、121F3、121F4以外の領域を表す領域データと、振動パターンを表すデータについても、図7に示す振動パターンP1～P4及び領域データf1～f4と同様のデータを関連付けるとともに、図8に示す振動パターンP11～P14及び領域データf11～f14と同様のデータを関連付けておけばよい。

[0195] 操作部121F1、121F2、121F3、121F4は、それぞれ、前席右側のウィンドウ、前席左側のウィンドウ、後席右側のウィンドウ、後席左側のウィンドウの開閉操作を行う操作部である。

[0196] また、操作部121F1、121F2、121F3、121F4の印刷が行われている4つの領域内でトップパネル120Fの表面に触れながら移動すると、第1駆動信号でスクイーズ効果用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、動摩擦係数の変化に基づく触感が提供される。これにより、利用者は、指先に提供される触感で、指先が操作部121F1、121F2、121F3、121F4のいずれかの内部にあることを判別することができる。

[0197] そして、電子機器100Fは、利用者の指先がトップパネル120Fから離れている状態から、操作部121F1、121F2、121F3、121F4のいずれかの内部において指先がトップパネル120Fに触れてトップパネル120Fが押圧されると、タッチパネル150Fから出力される位置データが各ウィンドウを駆動するモータの制御部に入力される。これにより、それぞれ、前席右側のウィンドウ、前席左側のウィンドウ、後席右側のウィンドウ、後席左側のウィンドウの開閉操作を行うことができる。

[0198] また、押圧操作を行ったことにより、電子機器100Fは、第2駆動信号でクリック感用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供され、操作部121F1、121F2、121F3、121F4のうち

のいずれかを操作していることを触感で判別することができる。なお、利用者が押圧動作を止めると、ウィンドウの動作は停止する。

[0199] 以上、第5変形例の電子機器100Fによれば、トップパネル120Fの超音波帯の固有振動を発生させて利用者の指先に掛かる動摩擦力を変化させるので、操作部121F1、121F2、121F3、121F4を操作する利用者に良好な操作感を提供することができる。

[0200] また、第5変形例の電子機器100Fは、操作部121F1、121F2、121F3、121F4の境界部で振動素子140の振動を一定期間だけ停止させることにより、利用者は、操作部121F1、121F2、121F3、121F4の場所を凸部が存在する触感で知覚できるため、非常に利便性が高い。

[0201] また、押圧操作を行った利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供される。第2駆動信号は、トップパネル120Fの超音波帯の固有振動を利用して、トップパネル120Fに人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させる駆動信号である。このように、固有振動で人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させるので、振動の振幅が大きく、指先ではっきりと感じ取ることができる良好な触感を利用者に提供することができる。なお、振動パターンP1～P4はすべて同一であってもよく、振動パターンP11～P14はすべて同一であってもよい。

[0202] 図22は、第6変形例の電子機器100Gを示す平面図である。電子機器100Gには、第5変形例の電子機器100Fの振動素子140F及びタッチパネル150Fと同様の振動素子140G及びタッチパネル150Gが筐体110Gの凹部111Gの内部に配設されている。

[0203] 図22に示すように、タッチパネル150Gが配設される領域には、操作部121G1、121G2、121G3、121G4、121G5、121G6が配設されている。

[0204] 操作部121G1、121G2、121G3、121G4、121G5、

1 2 1 G 6 は、トップパネル 1 2 0 G の裏面に印刷されている。

[0205] 操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 の印刷が行われている 6 つの領域は、それぞれ、図 7 に示す領域データ f1~f4 及び図 8 に示す領域データ f11~f14 のように、X Y 座標における位置が決められデータ化されている。また、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 に操作入力が行われると、それぞれ、所定の振動パターンで駆動制御部 2 4 0 によって振動素子 1 4 0 G が駆動される。

[0206] このような所定の振動パターンは、図 7 に示す振動パターン P 1 ~ P 4 と領域データ f1~f4 とを関連付けるとともに、図 8 に示す振動パターン P 1 1 ~ P 1 4 と領域データ f11~f14 とを関連付けるように、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 の印刷が行われている 6 つの領域の領域データと関連付けてメモリ 2 5 0 に格納しておけばよい。

[0207] 操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2 は、それぞれ、左右のアウトミラーの選択、アウトミラーの格納を行う操作部である。操作部 1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 は、それぞれ、アウトミラーの鏡面を上、下、左、右に移動させるための操作部である。

[0208] 電子機器 1 0 0 G は、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 の印刷が行われている 6 つの領域内でトップパネル 1 2 0 G の表面に触れながら移動すると、第 1 駆動信号でスクイーズ効果用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、動摩擦係数の変化に基づく触感が提供される。これにより、利用者は、指先に提供される触感で、指先が操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6 のいずれかの内部にあることを判別することができる。

[0209] また、電子機器 1 0 0 G は、利用者の指先がトップパネル 1 2 0 G から離れている状態から、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G

4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6のいずれかの内部において指先がトップパネル 1 2 0 Gに触れてトップパネル 1 2 0 Gが押圧されると、タッチパネル 1 5 0 Gから出力される位置データがアウターミラーの各動作を実現するモータの制御部に入力される。これにより、アウターミラーの各操作を行うことができる。

[0210] また、押圧操作を行ったことにより、電子機器 1 0 0 Gは、第2駆動信号でクリック感用の振動を発生させる。これにより、利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供され、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6のうちのいずれかを操作していることを触感で判別することができる。なお、利用者が押圧動作を止めると、アウターミラーの動作は停止する。以上、第6変形例の電子機器 1 0 0 Gによれば、トップパネル 1 2 0 Gの超音波帯の固有振動を発生させて利用者の指先に掛かる動摩擦力を変化させることにより、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6を操作する利用者に良好な操作感を提供することができる。

[0211] また、第6変形例の電子機器 1 0 0 Gは、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6の境界部で振動素子 1 4 0の振動を一定期間だけ停止させることにより、利用者は、操作部 1 2 1 G 1、1 2 1 G 2、1 2 1 G 3、1 2 1 G 4、1 2 1 G 5、1 2 1 G 6の場所を凸部が存在する触感で知覚できるため、非常に利便性が高い。

[0212] また、押圧操作を行った利用者の指先には、メタルドーム式のボタンを押圧する際に指先で受けるクリック感のような触感が提供される。第2駆動信号は、トップパネル 1 2 0 Gの超音波帯の固有振動を利用して、トップパネル 1 2 0 Gに人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させる駆動信号である。このように、固有振動で人間の触感受容器で感じ取れる周波数の振動を発生させるので、振動の振幅が大きく、指先ではっきりと感じ取ることができる良好な触感を利用者に提供することができる。なお、振動パタ

ーンP 1～P 4はすべて同一であってもよく、振動パターンP 1 1～P 1 4はすべて同一であってもよい。

[0213] なお、電子機器1 0 0 F及び1 0 0 Gは、入力装置として取り扱うことができる。

[0214] 以上、本発明の例示的な実施の形態の駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法について説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

符号の説明

- [0215] 1 0 0 電子機器
1 1 0 筐体
1 2 0 トップパネル
1 3 0 両面テープ
1 4 0 振動素子
1 5 0 タッチパネル
1 6 0 ディスプレイパネル
1 7 0 基板
2 0 0 制御部
2 2 0 アプリケーションプロセッサ
2 3 0 通信プロセッサ
2 4 0 駆動制御部
2 5 0 押圧操作判定部
2 6 0 メモリ
3 0 0 駆動制御装置
3 1 0 正弦波発生器
3 2 0 振幅変調器

請求の範囲

- [請求項1] 操作面を有するトップパネルと、前記操作面に行われる操作入力的位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる振動素子とを含む電子機器の前記振動素子を駆動する駆動制御装置であって、
- 前記操作面に固有振動を発生させる駆動信号であって、超音波帯の第1周波数の波形信号を、前記第1周波数との差が人間の触感受容器で感じ取れる周波数である第2周波数の変調信号で変調した駆動信号で振動素子を駆動する駆動制御部を含む駆動制御装置。
- [請求項2] 前記トップパネルの前記操作面とは反対側に設けられる表示部と、
- 前記位置検出部によって検出される操作入力的位置に基づいて、前記表示部に表示されるGUI操作部を押圧する操作入力が行われたかどうかを判定する押圧操作判定部と
- をさらに含み、
- 前記駆動制御部は、前記押圧操作判定部によって前記GUI操作部を押圧する操作入力が行われたと判定されると、前記駆動信号で振動素子を駆動する、請求項1記載の駆動制御装置。
- [請求項3] 前記押圧操作判定部は、前記位置検出部によって前記操作入力的位置が検出されていない状態から、前記位置検出部によって前記GUI操作部の表示領域内で前記操作入力的位置が検出される状態に変化すると、前記GUI操作部を押圧する操作入力が行われたと判定する、請求項2記載の駆動制御装置。
- [請求項4] 前記トップパネルに前記固有振動の腹と節が配列される方向の長さは、前記触感受容器で感じ取れる周波数における1波長以上の長さであり、前記振動素子は、前記配列される方向において、前記トップパネルの端部に配置される、請求項1乃至3のいずれか一項記載の駆動制御装置。
- [請求項5] 前記固有振動の周波数は、前記第1周波数と前記第2周波数との差

である、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項6]

操作面を有するトップパネルと、

前記操作面に行われる操作入力的位置を検出する位置検出部と、

前記操作面に振動を発生させる振動素子と、

前記操作面に固有振動を発生させる駆動信号であって、超音波帯の第 1 周波数の波形信号を、前記第 1 周波数との差が人間の触感受容器で感じ取れる周波数である第 2 周波数の変調信号で変調した駆動信号で振動素子を駆動する駆動制御部と

を含む電子機器。

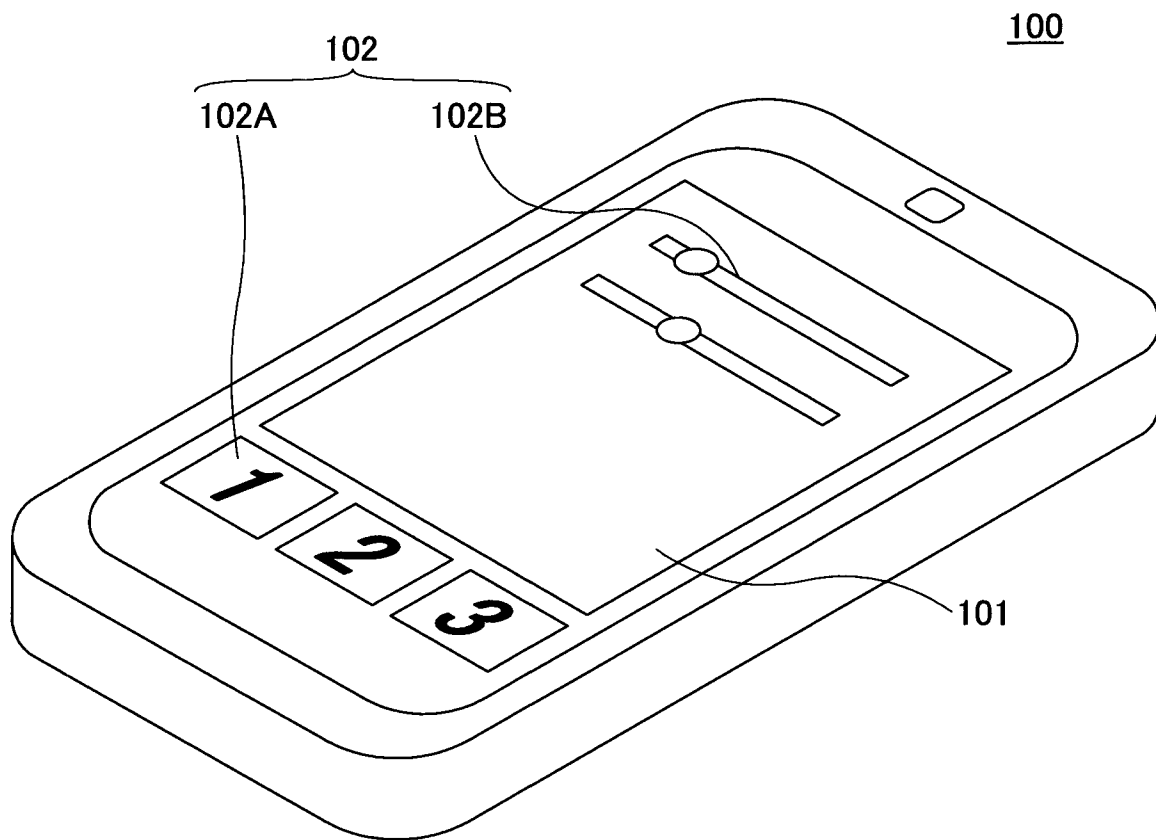
[請求項7]

操作面を有するトップパネルと、前記操作面に行われる操作入力的位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる振動素子とを含む電子機器の前記振動素子を駆動する駆動制御方法であって、

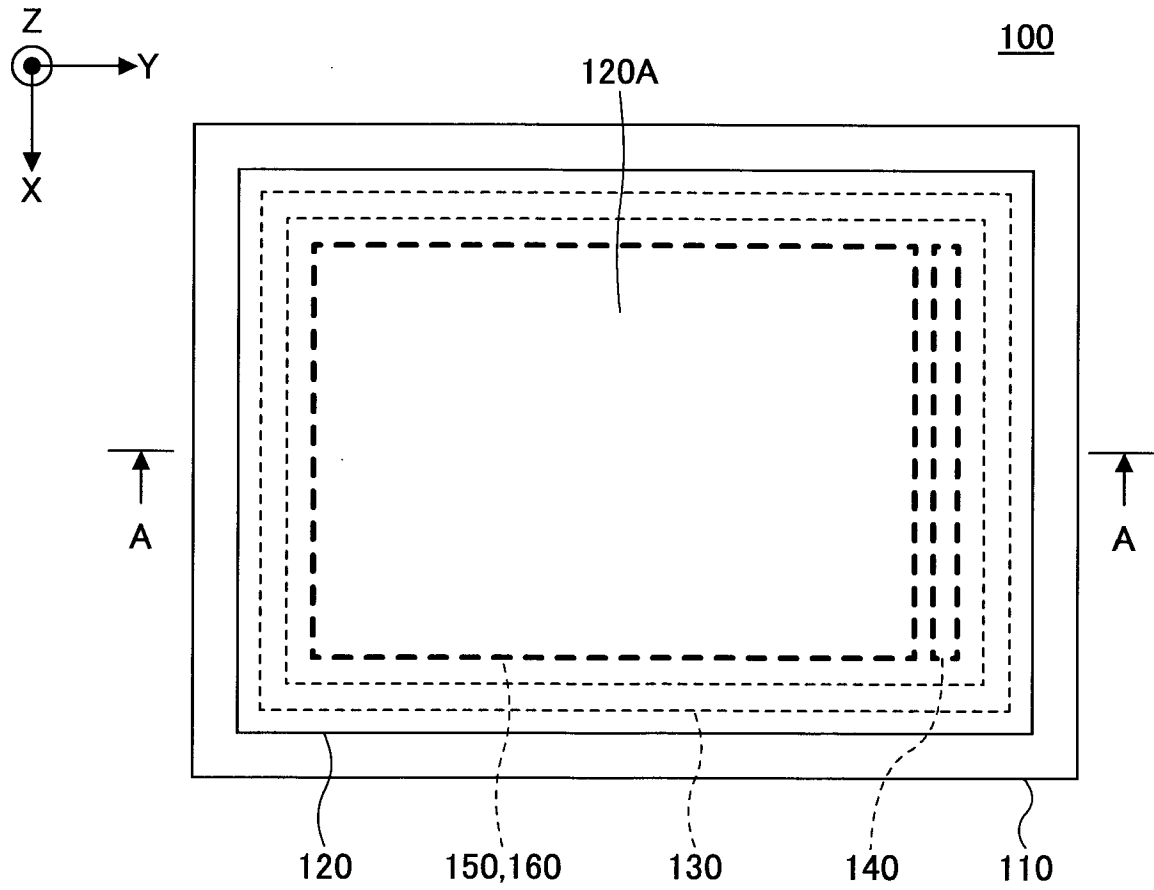
コンピュータが、

前記操作面に固有振動を発生させる駆動信号であって、超音波帯の第 1 周波数の波形信号を、前記第 1 周波数との差が人間の触感受容器で感じ取れる周波数である第 2 周波数の変調信号で変調した駆動信号で振動素子を駆動する、駆動制御方法。

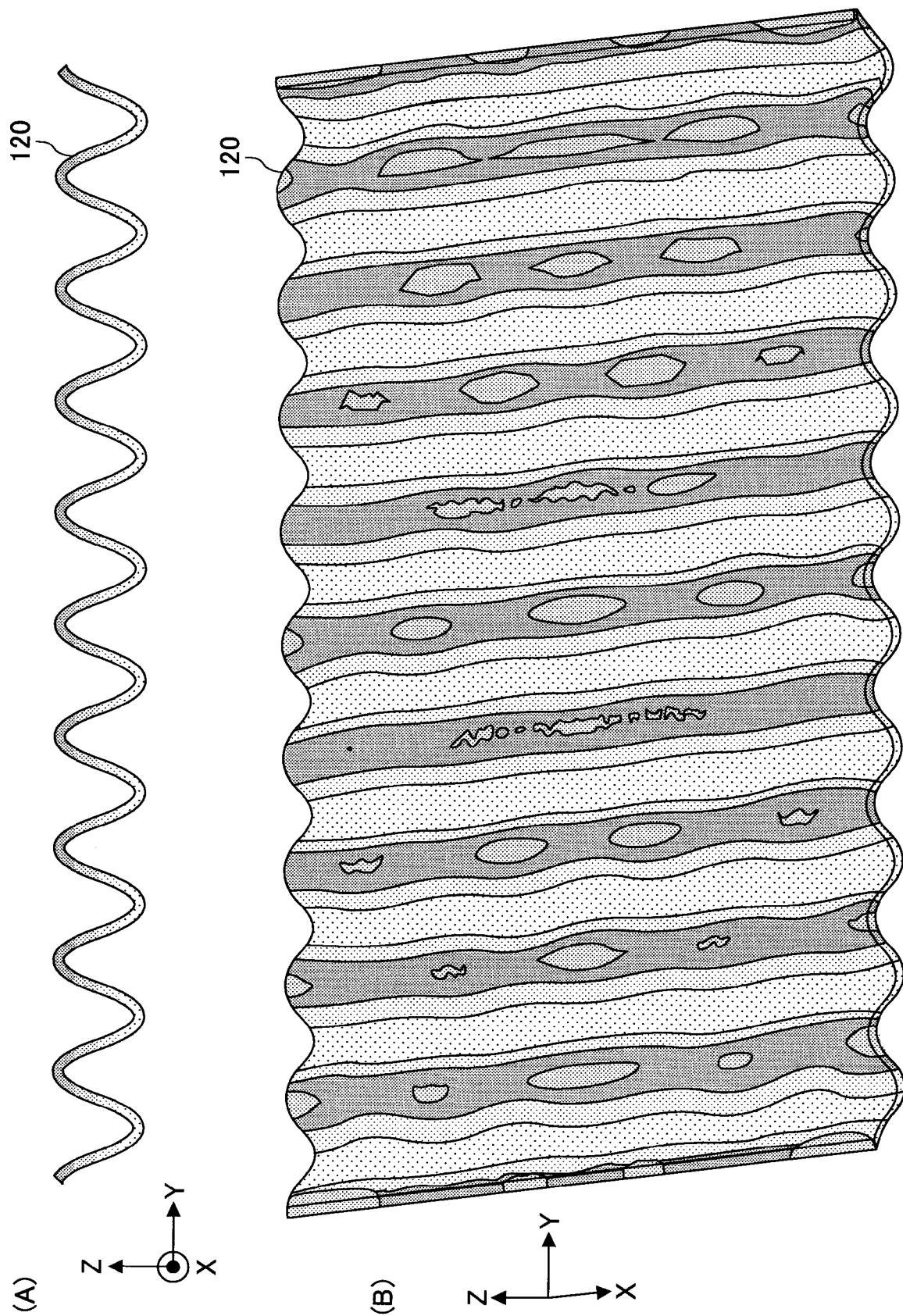
[図1]



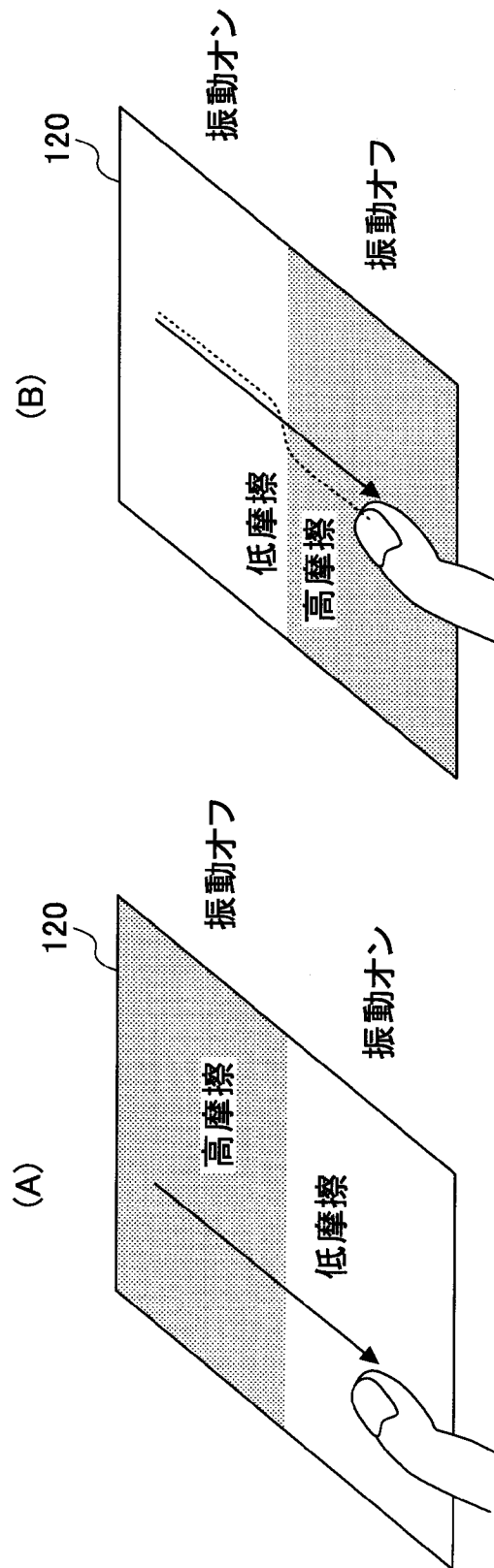
[図2]



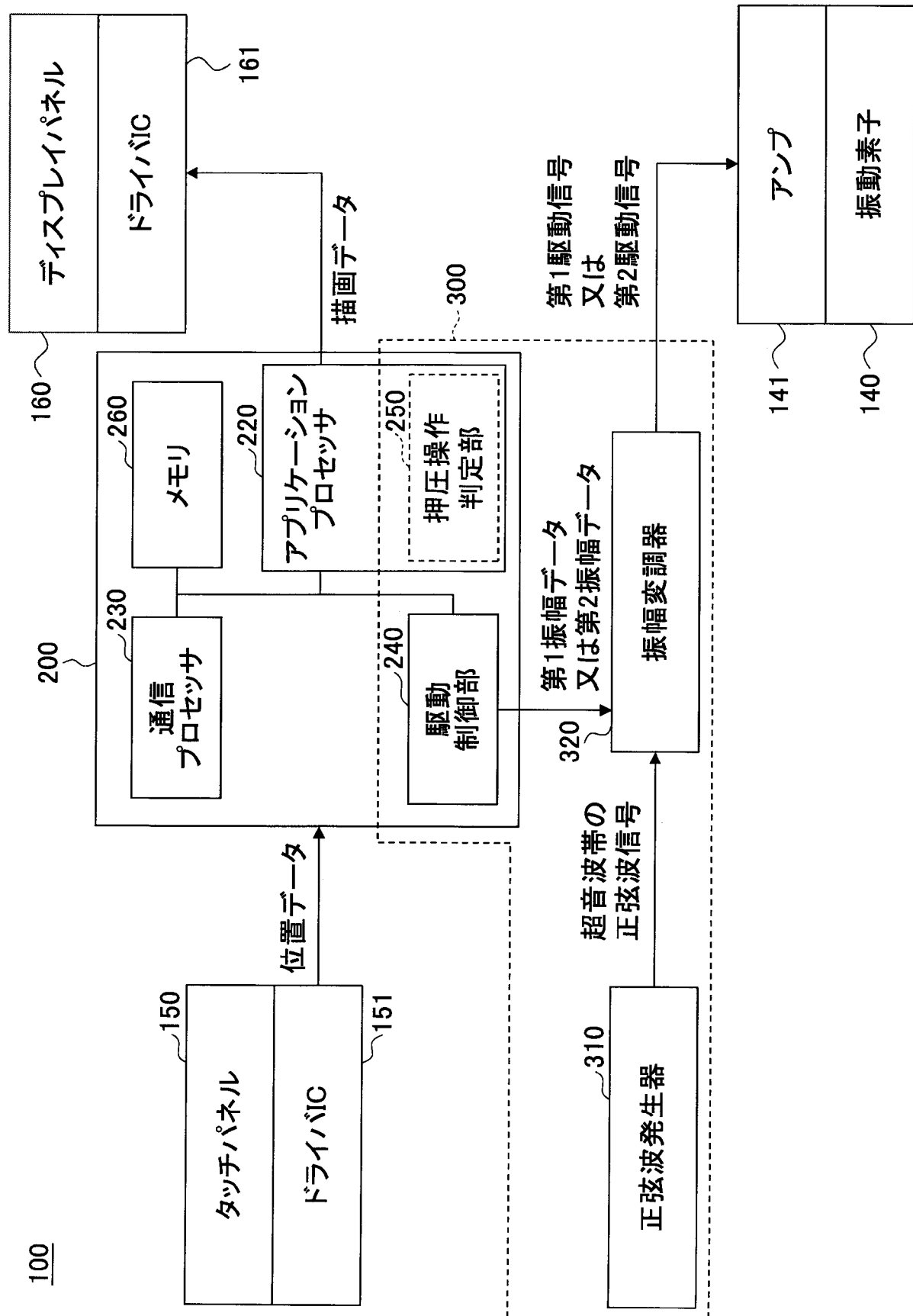
[図4]



[図5]



[図6]



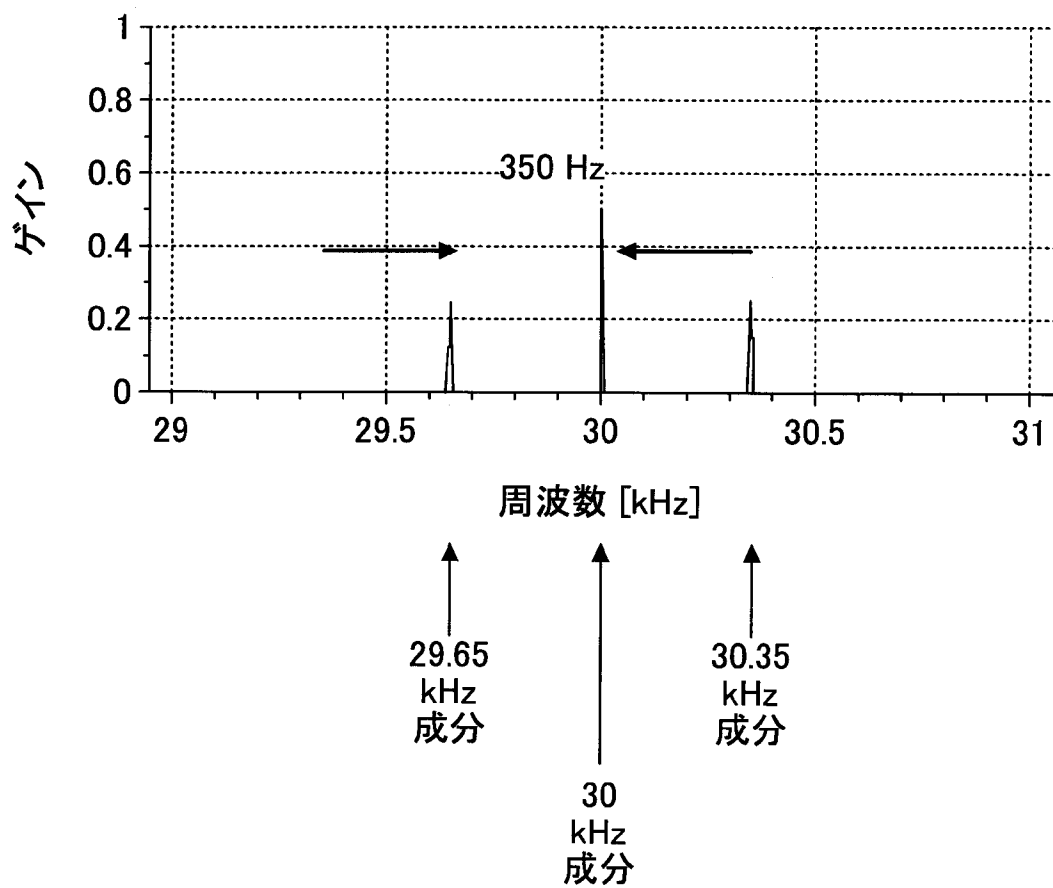
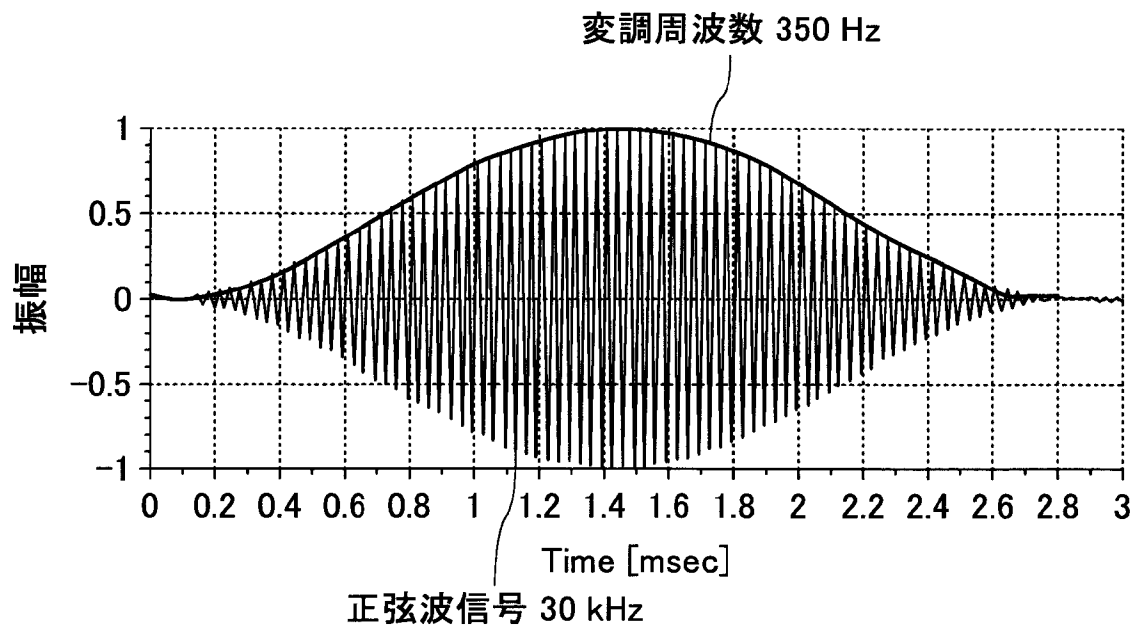
[図7]

アプリケーション ID	領域データ	第1 振動パターン
1	f1=(X,Y)	P1
1	f2=(X,Y)	P2
1	f3=(X,Y)	P3
1	f4=(X,Y)	P4

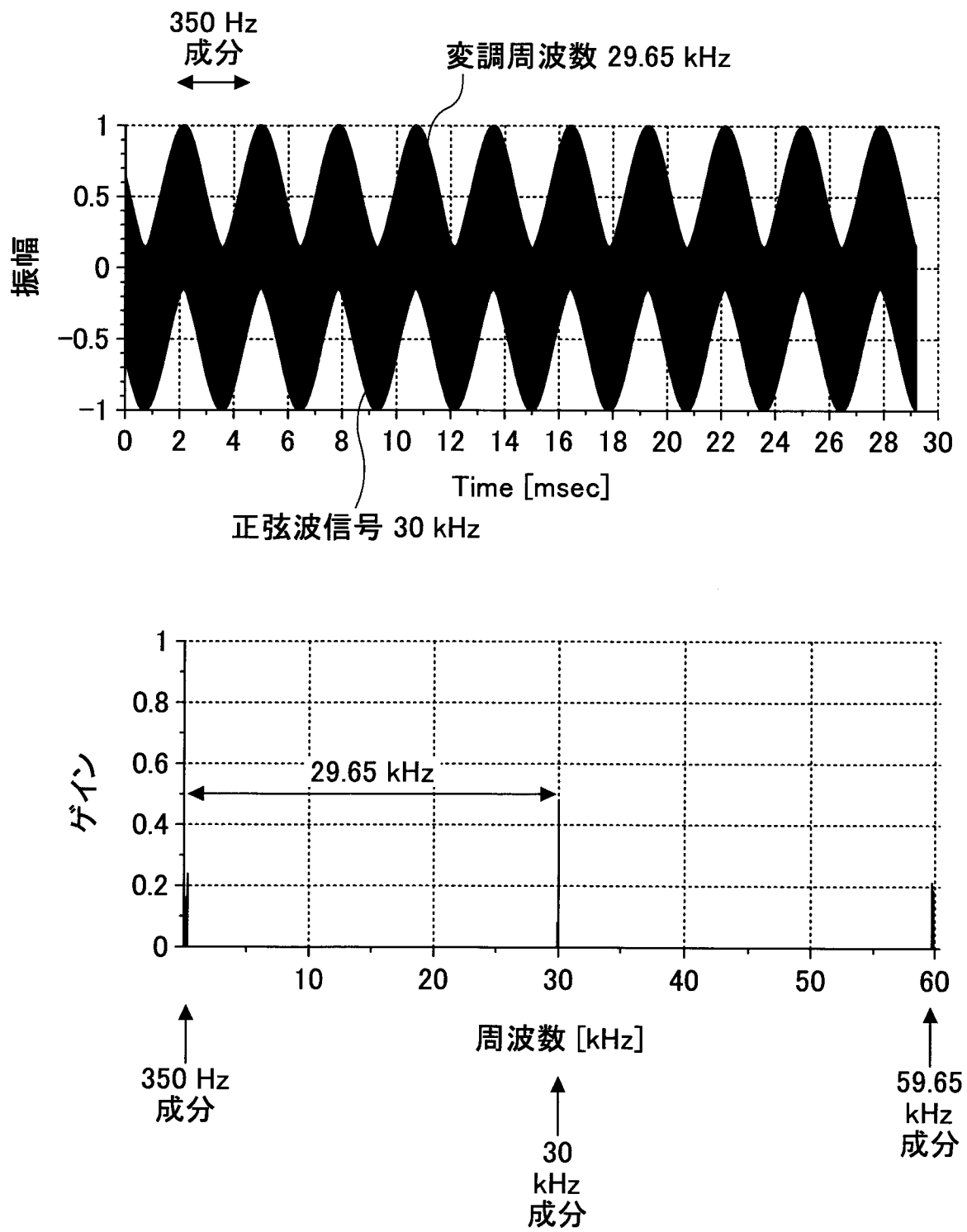
[図8]

アプリケーション ID	領域データ	第2 振動パターン
1	f11=(X,Y)	P11
1	f12=(X,Y)	P12
1	f13=(X,Y)	P13
1	f14=(X,Y)	P14

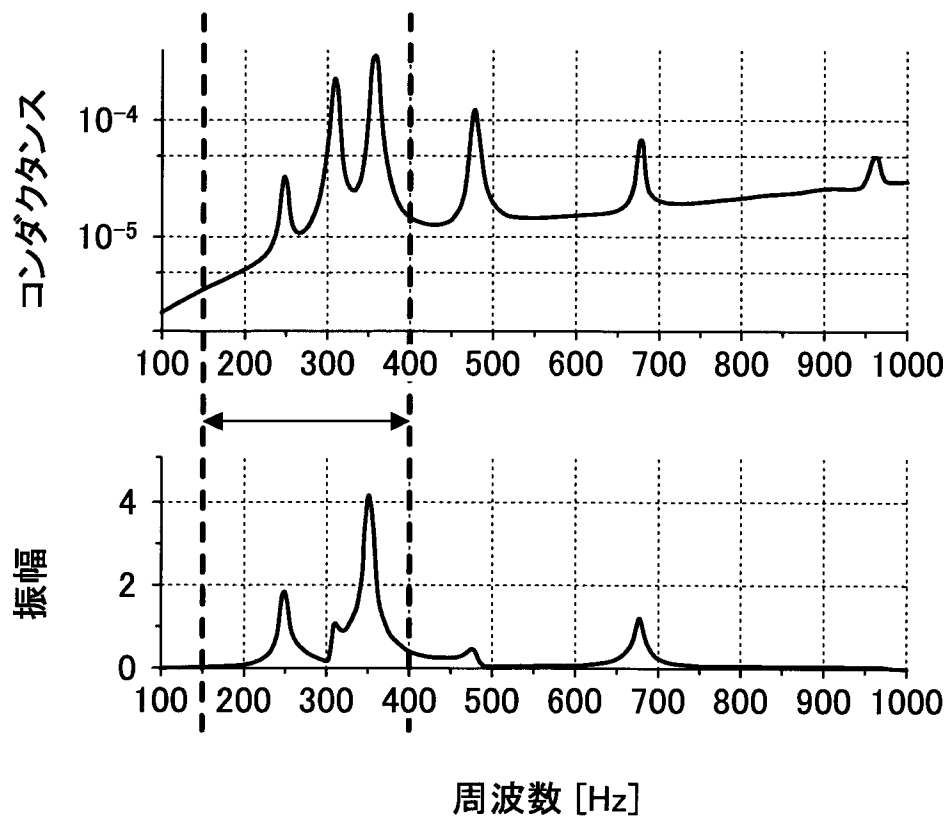
[図9]



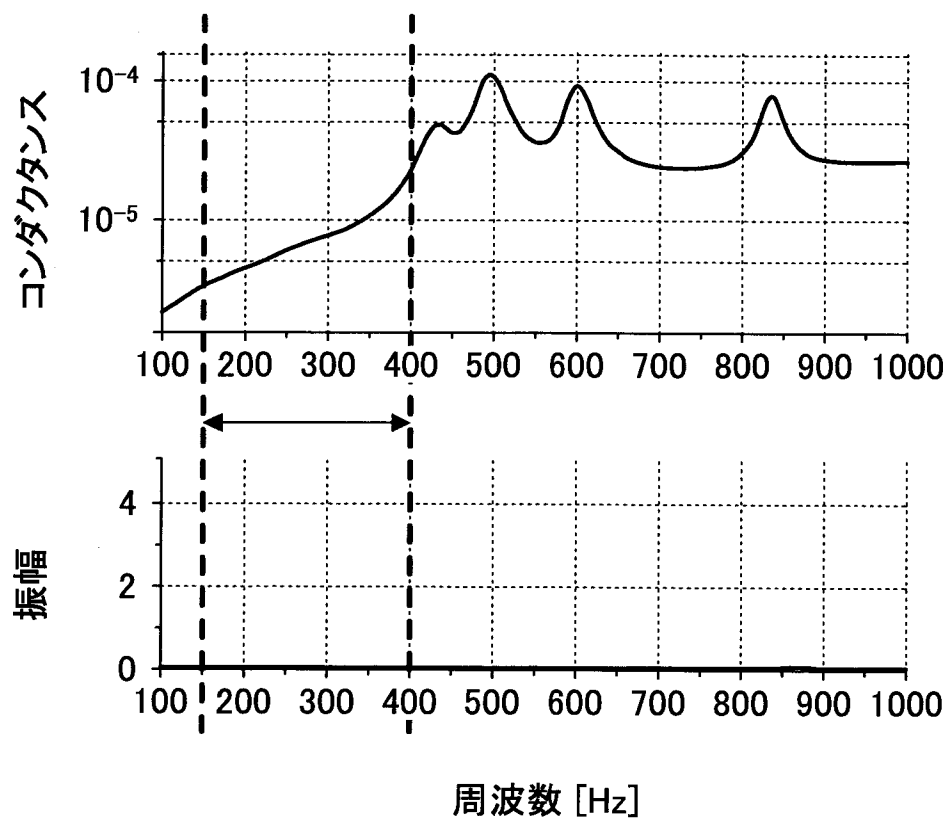
[図10]



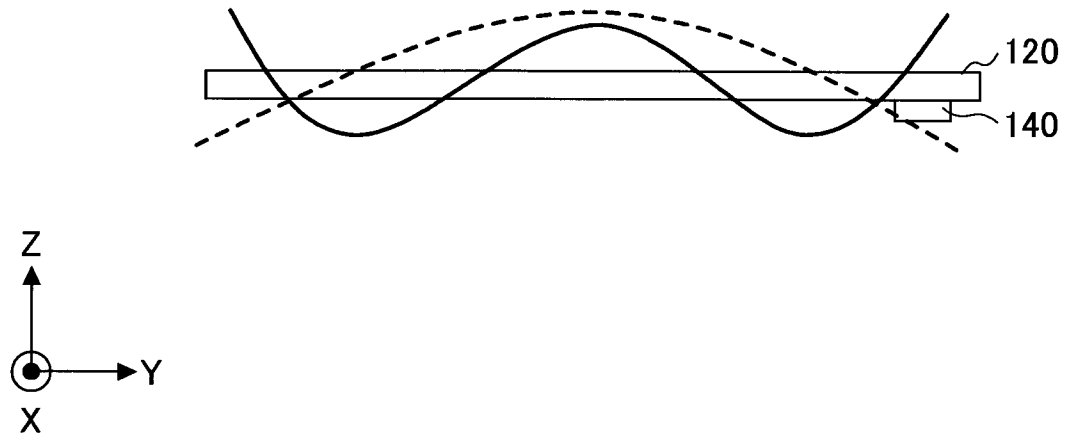
[図11]



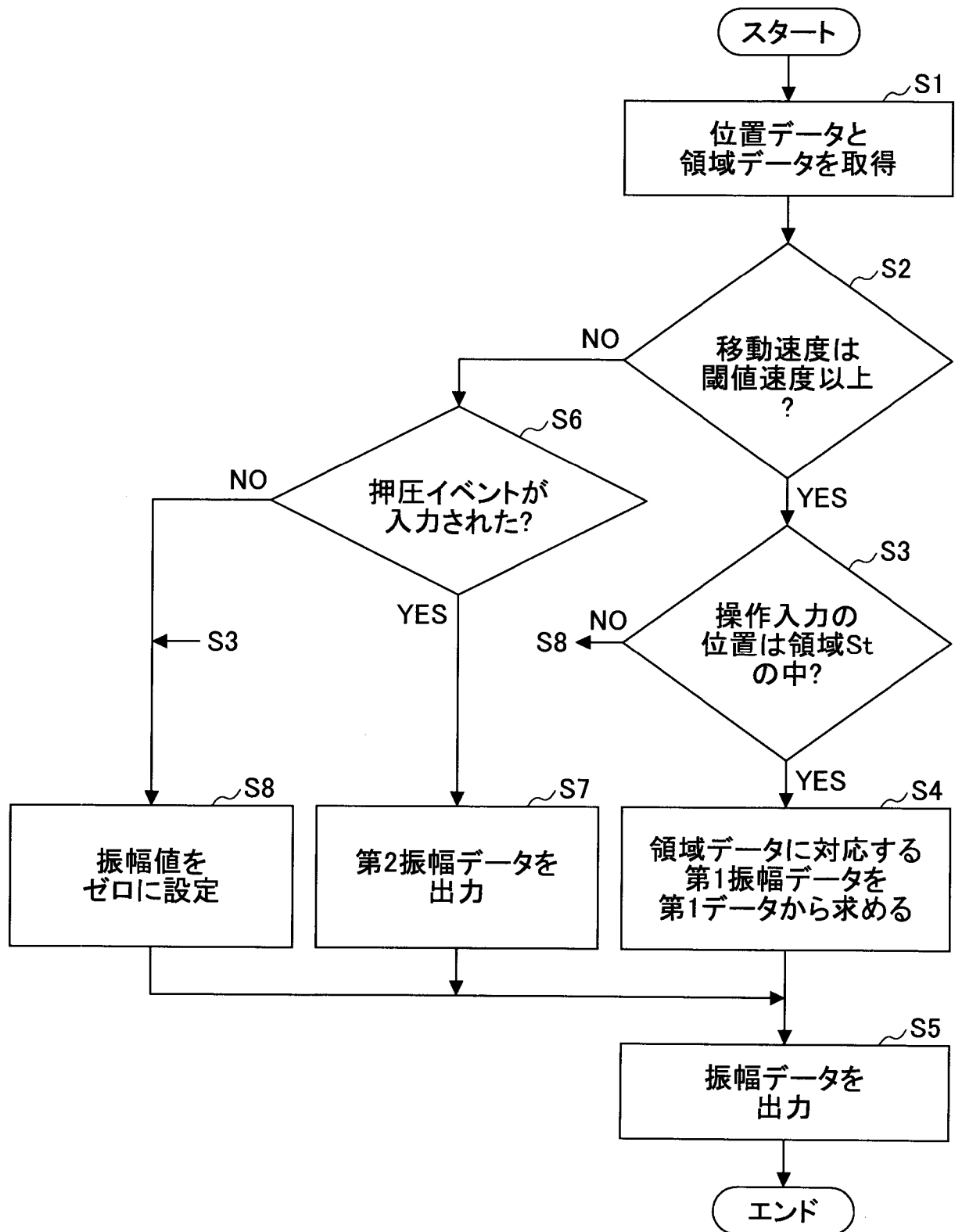
[図12]



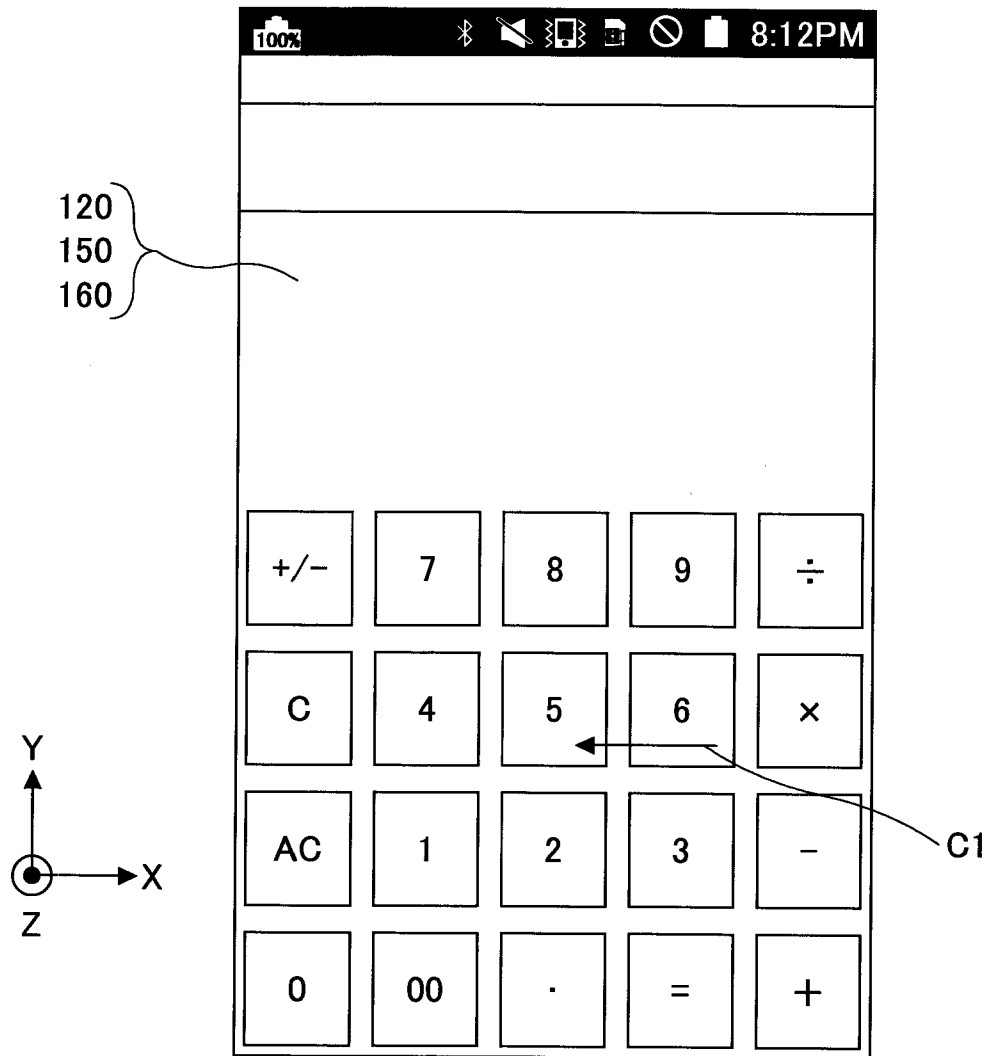
[図13]



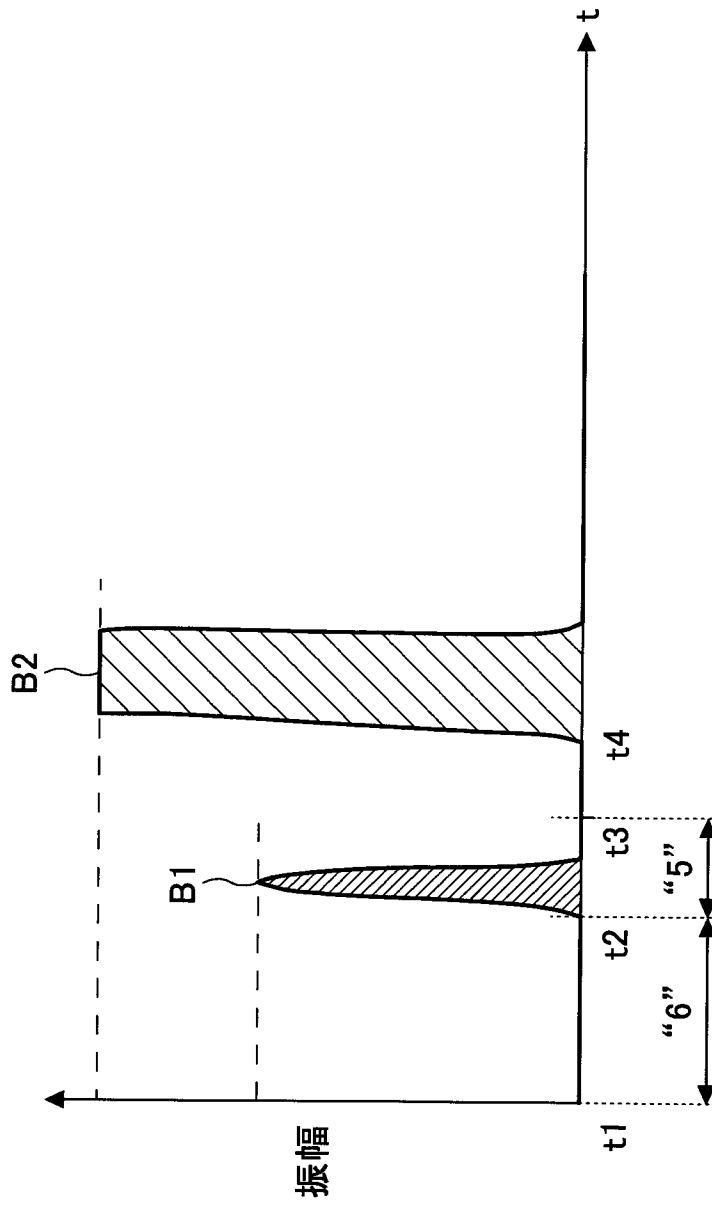
[図14]



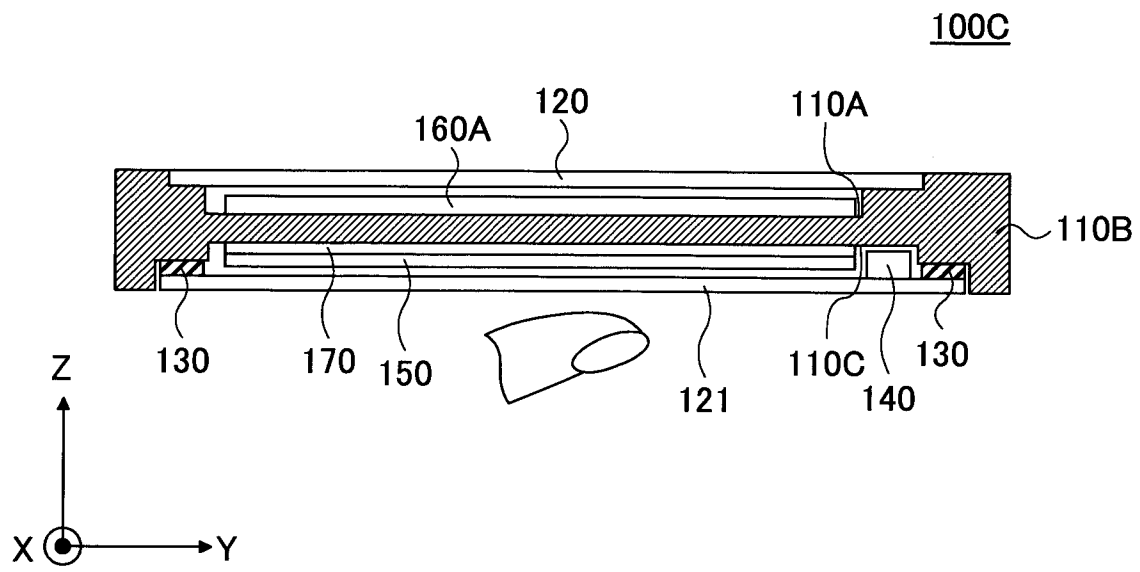
[図15]



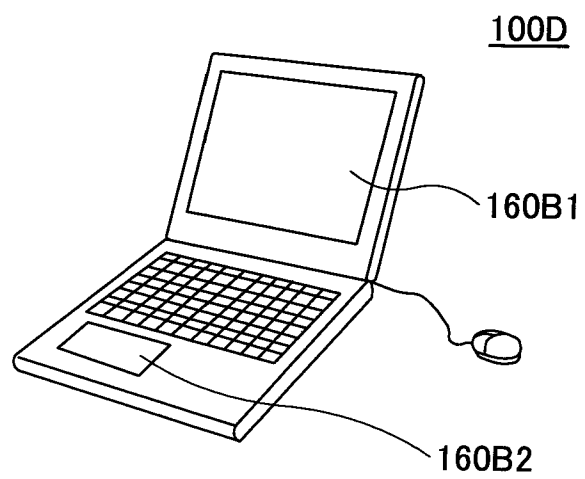
[図16]



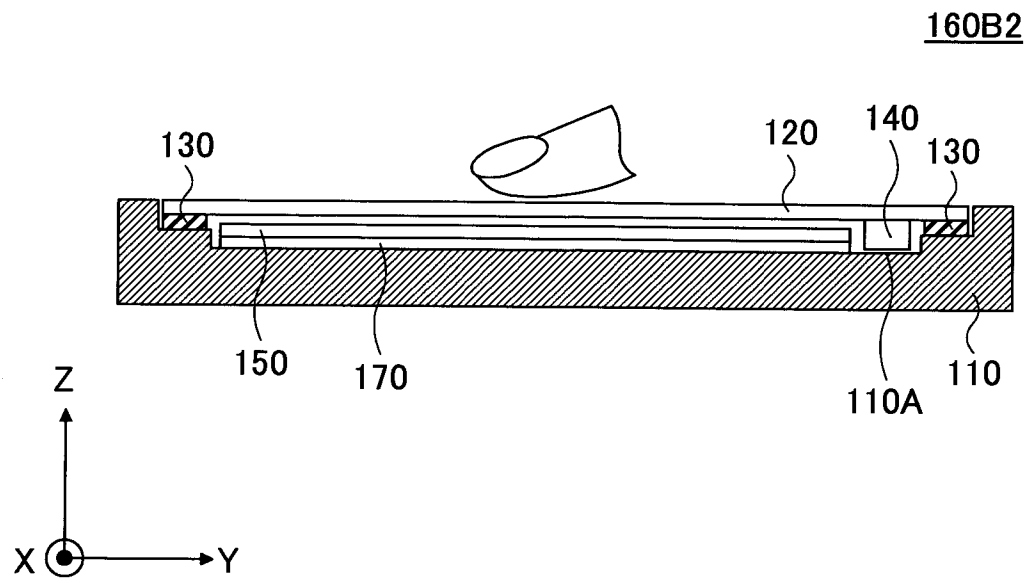
[図17]



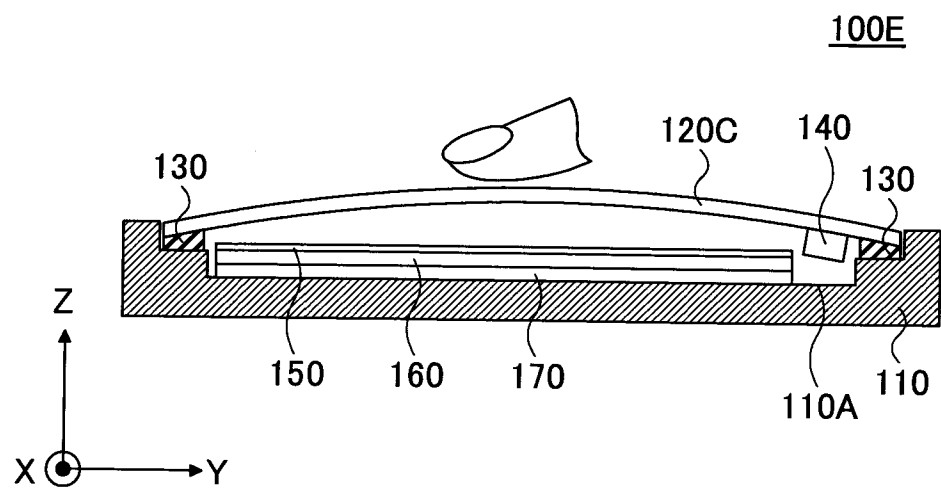
[図18]



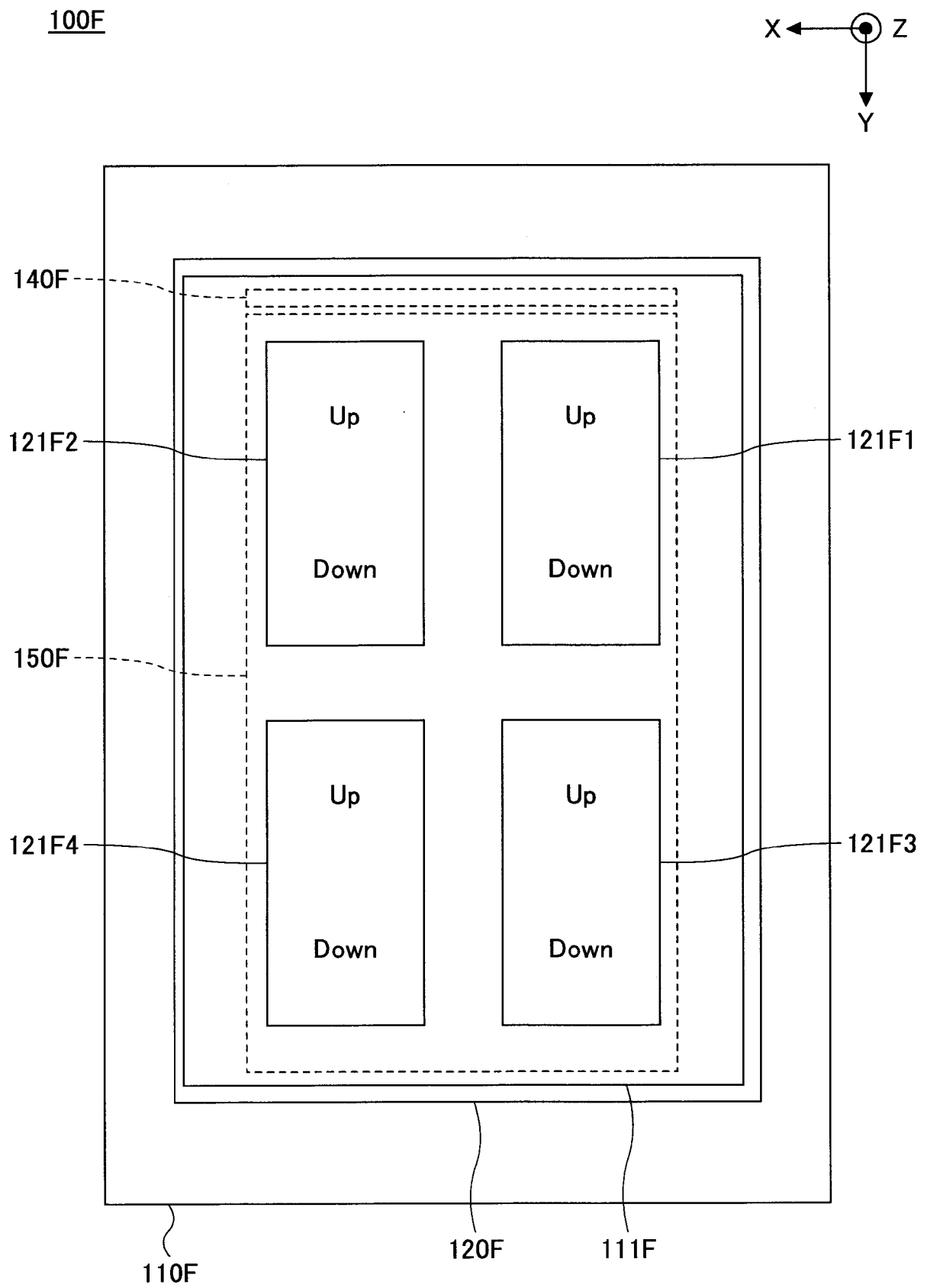
[図19]



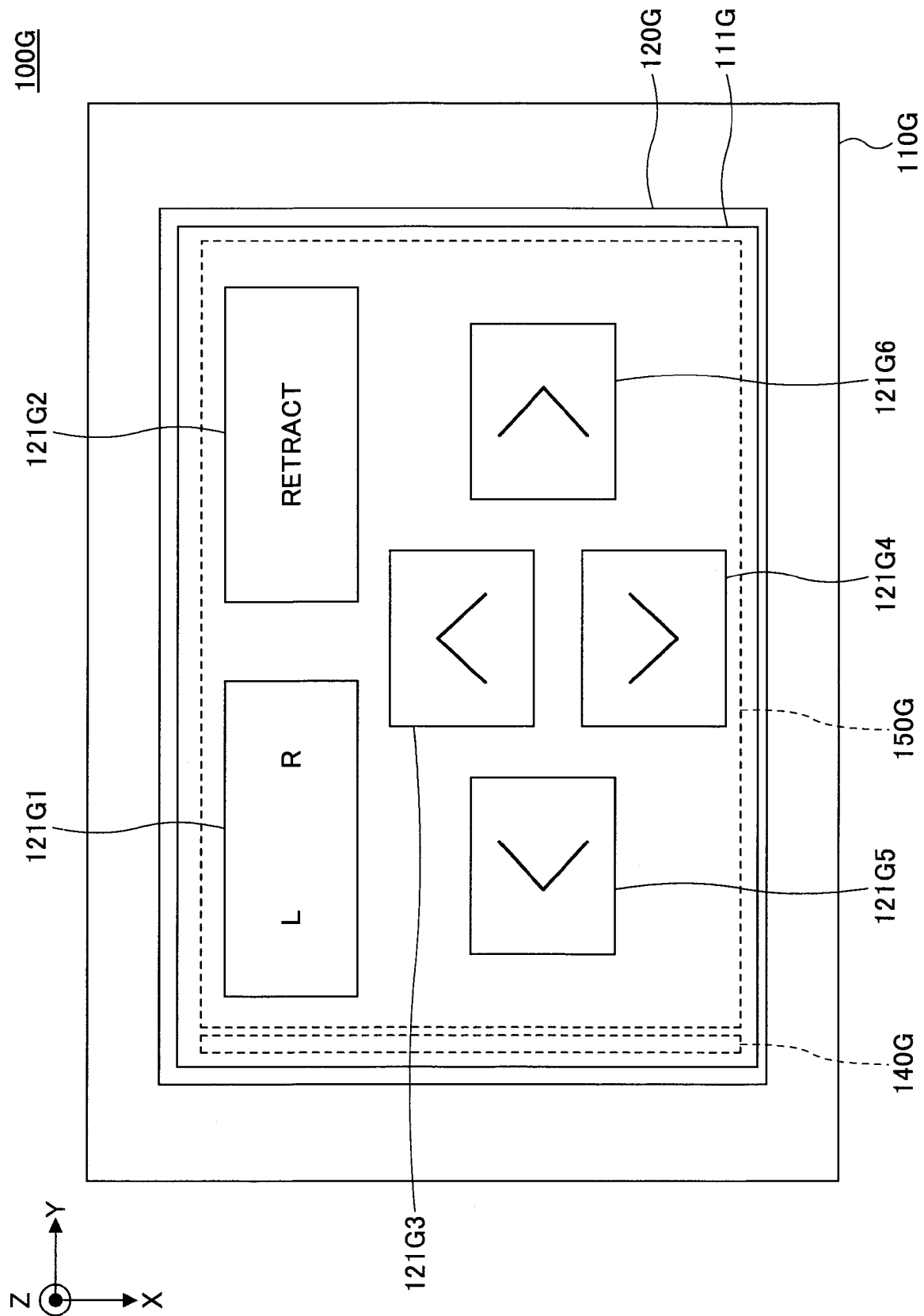
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025295

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/01(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)i, G06F3/0488(2013.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F3/01, G06F3/041, G06F3/0488

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/121964 A1 (Fujitsu Ltd.), 20 August 2015 (20.08.2015), entire text; all drawings & US 2016/0342215 A1	1-7
A	JP 2015-114816 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 22 June 2015 (22.06.2015), entire text; all drawings & US 2015/0160771 A1	1-7
A	JP 2010-231609 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 September 2017 (06.09.17)

Date of mailing of the international search report
19 September 2017 (19.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06F3/01(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)i, G06F3/0488(2013.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06F3/01, G06F3/041, G06F3/0488

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	W0 2015/121964 A1（富士通株式会社）2015.08.20, 全文、全図 & US 2016/0342215 A1	1-7
A	JP 2015-114816 A（株式会社東海理化電機製作所）2015.06.22, 全文、全図 & US 2015/0160771 A1	1-7
A	JP 2010-231609 A（日立マクセル株式会社）2010.10.14, 全文、全図（ファミリーなし）	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.09.2017

国際調査報告の発送日

19.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

加内 慎也

5E

9745

電話番号 03-3581-1101 内線 3521