

(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
2015年4月2日(02.04.2015)



(10) 国際公開番号

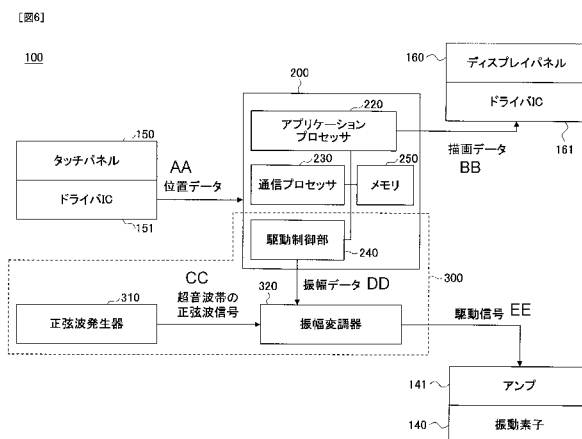
WO 2015/045482 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/0488 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/064394
- (22) 国際出願日: 2014年5月30日(30.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
PCT/JP2013/076077 2013年9月26日(26.09.2013) JP
- (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: 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). 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). 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).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内2丁目1番1号 丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

[続葉有]

(54) Title: DRIVE CONTROL APPARATUS, 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



- 140 Vibrating element
- 141 Amplifier
- 150 Touch panel
- 151, 161 Driver IC
- 160 Display panel
- 220 Application processor
- 230 Communication processor
- 240 Drive control unit
- 250 Memory
- 310 Sine-wave generator
- 320 Amplitude modulator
- AA Location data
- BB Rendering data
- CC Ultrasonic sine-wave signal
- DD Amplitude data
- EE Drive signal

(57) Abstract: This invention addresses the problem of providing a drive control apparatus, an electronic device, and a drive control method that can provide good tactile feedback. This drive control apparatus drives a vibrating element in an electronic device that also has a touch panel. Said vibrating element vibrates a touch-operation surface via which touch operations are inputted to the touch panel. The drive control apparatus has a drive control unit that drives the vibrating element using a drive signal that produces ultrasonic resonance in the touch-operation surface. Said drive control unit drives the vibrating element so as to change the intensity of the ultrasonic resonance in accordance with the amount of movement of the location of touch-operation input to the touch-operation surface.

(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、タッチパネルと、前記タッチパネルに操作入力を行う操作面に振動を発生させる振動素子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、前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号で前記振動素子を駆動する駆動制御部であって、前記操作面への操作入力の位置の移動量に応じて、前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する駆動制御部を含む。



(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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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、表示手段と、使用者の操作部位の前記表示手段への接触状態を検出する接触検出手段と、前記表示手段に接触している前記操作部位に対し、所定の触感を与える触感振動を発生させる触感振動発生手段とを備える触感呈示装置がある（例えば、特許文献1参照）。

[0003] この触感呈示装置は、さらに、前記接触検出手段による検出結果に基づいて、前記触感振動を発生させるための波形データを生成する振動波形データ生成手段を備える。また、この触感呈示装置は、さらに、前記振動波形データ生成手段により生成された前記波形データに対し超音波を搬送波として変調処理を行い、該変調処理により生成された超音波変調信号を、前記触感振動を発生させるための信号として前記触感振動発生手段に出力する超音波変調手段とを備える。

[0004] また、前記超音波変調手段は、周波数変調又は位相変調のどちらか一方を行う。また、前記超音波変調手段は、更に振幅変調を行う。

[0005] また、生体又は物体の接触位置を所定の検出範囲内で検出する接触検出センサと、上記接触検出センサで検出した接触位置又は接触位置の変化に対応して、所定の機能の入力を受け付ける入力処理を行い、上記接触位置の所定量以上の変化がある毎に、駆動信号を出力する制御手段と、を備える入力装置がある（例えば、特許文献2参照）。この入力装置は、上記制御手段が出力する駆動信号により、少なくとも上記接触検出センサの配置位置の近傍を一時的に振動させるアクチュエータをさらに備える。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-231609号公報

特許文献2：特開2003-337649号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、従来の触感呈示装置の超音波の周波数は、可聴帯域より高い周波数（およそ20kHz以上）であればよく、超音波の周波数自体に特に工夫はなされていないため、良好な触感を提供できないおそれがある。

[0008] また、従来の入力装置は、接触位置の所定量以上の変化がある毎に、接触検出センサの配置位置の近傍を一時的に振動させるアクチュエータを備えるが、振動自体に特に工夫はなされていないため、良好な触感を提供できないおそれがある。

[0009] 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

[0010] 本発明の実施の形態の駆動制御装置は、タッチパネルと、前記タッチパネルに操作入力を行う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、前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号で前記振動素子を駆動する駆動制御部であって、前記操作面への操作入力の位置の移動量に応じて、前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する駆動制御部を含む。

発明の効果

[0011] 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

[0012] [図1]実施の形態1の電子機器100を示す斜視図である。

[図2]実施の形態1の電子機器100を示す平面図である。

[図3]図2に示す電子機器100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る。

[図5]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6]実施の形態１の電子機器１００の構成を示す図である。

[図7]メモリ２５０に格納される制御データを示す図である。

[図8]実施の形態１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。

[図9]実施の形態１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。

[図10]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図11]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図12]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図13]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図14]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図15]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図16]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図17]実施の形態１の電子機器１００の動作例を示す図である。

[図18]実施の形態２の駆動制御装置３００の動作例を示す図である。

[図19]実施の形態２の駆動制御装置３００の動作例を示す図である。

[図20]実施の形態２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。

[図21]実施の形態２の変形例による駆動制御装置３００の動作例を示す図である。

[図22]実施の形態３の電子機器１００Ｄを示す平面図である。

[図23]実施の形態３の電子機器１００Ｄの動作例を示す図である。

[図24]実施の形態４の電子機器１００Ｅの構成を示す図である。

[図25]実施の形態4の電子機器100EとECU400を含む車両600の一部の構成を示す図である。

[図26]実施の形態4の電子機器100Eの動作例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 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。

[0014] <実施の形態1>

図1は、実施の形態1の電子機器100を示す斜視図である。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 図2は、実施の形態1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。

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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（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。

[0023] 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２に示すように矩形環状である必要はない。

[0024] 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。タッチパネルがトップパネルのＺ軸正方向側に配設されてもよい。

[0025] 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１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。

[0026] 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。

[0027] 振動素子１４０は、後述する駆動制御部から出力される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／オフは駆動信号

によって制御される。

[0028] 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1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駆動信号によって駆動される。

[0029] 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はトップパネル120の下面に配設されてもよく、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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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の(A)、(B)では、図2及び図3と同様のXYZ座標を定義する。なお、図4の(A)、(B)では、理解しやすさのために、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。

[0042] 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。

[0043] [数1]

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

[0044] [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。

[0045] 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140mm、短辺の長さ l_s 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33.5[kHz]となる。この場合は、周波数が33.5[kHz]の駆動信号を用いればよい。

[0046] 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、表面に定在波が生じる。

[0047] 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、X軸正方向側において、Y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、X軸負方向側において、Y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。

[0048] 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 が奇数の場合は逆位相で駆動すればよい。

[0049] 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。

[0050] 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。

- [0051] 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。
- [0052] 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。
- [0053] 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。
- [0054] 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。
- [0055] 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。
- [0056] 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の表面をなぞったときの動摩擦係数が低下する。
- [0057] 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。
- [0058] 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の表面に凹部が存在するように感じる。
- [0059] 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。

[0060] 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の表面に凸部が存在するように感じる。

[0061] 以上より、図５の（Ａ）と（Ｂ）の場合に、利用者は指先で凹凸を感じ取ることができる。このように人間が摩擦感の変化によって凹凸を知覚することは、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（S I2010, 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。

[0062] 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。

[0063] 次に、図６を用いて、実施の形態１の電子機器１００の構成について説明する。

[0064] 図６は、実施の形態１の電子機器１００の構成を示す図である。

[0065] 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。

[0066] 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、及びメモリ２５０を有する。制御部２００は、例えば、ＩＣチップで実現される。

[0067] また、駆動制御部２４０、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、及びメモリ２５０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２５０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２５０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。

[0068] 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２５０、正弦波発生器３１０、及び振幅変調器３２０について説明する。

[0069] 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から出力される駆動信号を増幅して振動素子１４０を駆動する。

[0070] ドライバＩＣ１５１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。

[0071] ドライバＩＣ１６１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。

[0072] アプリケーションプロセッサ２２０は、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、アプリケーション制御部の一例である。

- [0073] 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。
- [0074] 駆動制御部 240 は、操作入力の有無と、操作入力の位置の移動距離とに応じて、振幅データを振幅変調器 320 に出力する。振幅データは、振動素子 140 の駆動に用いる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。
- [0075] 駆動制御部 240 は、実行中のアプリケーションで表示する GUI 操作部等の表示領域内で操作入力が行われた場合に、操作入力の位置の移動量が GUI 操作部等の単位操作量（単位操作距離）に達すると、振動素子 140 のオン／オフを切り替える。これは、トップパネル 120 の振動のオン／オフを切り替えると、利用者の指先に掛かる動摩擦力が変化するため、触感を通じて利用者に操作量を感じさせるためである。
- [0076] 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。アプリケーションの種類により、ディスプレイパネル 160 の表示が異なるため、領域データは、アプリケーションの種類毎に割り当てられている。
- [0077] 駆動制御部 240 は、領域データを用いて、ドライバ IC 151 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。これは、ディスプレイパネル 160 に表示されるすべての GUI 操作部はアプリケーションによって異なるため、各アプリケーションにおいて、GUI 操作部が操作されているかどうかを判定するためである。
- [0078] メモリ 250 は、アプリケーションの種類を表すデータ、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、振動パターンを表すパターンデータ、及び所定距離Dを表すデータを関連付けた制御データを格納する。なお、所定距離Dについては後述する。

[0079] また、メモリ250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。

[0080] 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33.5[kHz]の固有振動数fで振動させる場合は、正弦波の周波数は、33.5[kHz]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。

[0081] 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、駆動信号を生成する。

[0082] このため、振幅変調器320が出力する駆動信号は、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、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。

[0083] 次に、図7を用いて、メモリ250に格納される制御データについて説明する。

[0084] 図7は、メモリ250に格納される制御データを示す図である。

[0085] 図7に示すように、メモリ250に格納される制御データは、アプリケーションの種類を表すデータ、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、振動パターンを表すパターンデータ、及び所定距離Dを表すデータを関連付けたデータである。

[0086] 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、振動パターンを表すパターンデータとして、 $P1 \sim P4$ を示す。また、所定距離 D を表す距離データとして $D1 \sim D4$ を示す。

[0087] パターンデータ $P1 \sim P4$ は、例えば、主に 2 種類に分けることができる。1 つ目のパターンデータは、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達する前に振動素子 140 をオンにしておき、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達したときに振動素子 140 をオフにする駆動パターンを表す。2 つ目のパターンデータは、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達する前に振動素子 140 をオフにしておき、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達したときに振動素子 140 をオンにする駆動パターンを表す。

[0088] 1 つ目のパターンデータは、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達したときに、トップパネル 120 の振動をオンからオフに切り替えることにより、利用者の指先に凸部に触れた触感を与える駆動パターンを表す。

[0089] 2 つ目のパターンデータは、操作入力の位置の移動量が G U I 操作部等の単位操作量に達したときに、トップパネル 120 の振動をオフからオンに切り替えることにより、利用者の指先に凹部に触れた触感を与える駆動パターンを表す。

[0090] 所定距離 D を表す距離データ $D1 \sim D4$ は、ダイヤル式又はスライド式等のような G U I 操作部の単位操作量を表すデータである。単位操作量は、ダイヤル式又はスライド式等の G U I 操作部における最小単位の操作を行うために必要な距離である。最小単位とは、相隣接する目盛り同士の間隔の 1 区間に相当する。すなわち、単位操作量は、例えば、スライダー 102 B の場合は、スライダー 102 B の各目盛り同士の間隔の距離（1 区間の距離）に相当する。

[0091] 所定距離 D を表す距離データ $D1 \sim D4$ を領域データ $f1 \sim f4$ 毎に設定するの

は、領域データf1~f4によって特定されるGUI操作部により、最小単位（1区間分）の操作量が異なるからである。

[0092] なお、メモリ250に格納される制御データに含まれるアプリケーションID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む。

[0093] 次に、図8を用いて、実施の形態1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。

[0094] 図8は、実施の形態1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。

[0095] 電子機器100のOS (Operating System) 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8に示すフローを所定の制御周期毎に繰り返し実行する。

[0096] ここで、ドライバIC151から駆動制御装置300に位置データが入力されてから、当該位置データに基づいて駆動制御部240が駆動信号を算出するまでの所要時間を Δt とすると、所要時間 Δt は、制御周期に略等しい。

[0097] 所定の制御周期の1周期の時間は、ドライバIC151から駆動制御装置300に位置データが入力されてから、当該位置データに基づいて駆動信号が算出されるまでの所要時間 Δt に相当するものとして取り扱うことができる。

[0098] 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。

[0099] 駆動制御部240は、接触があるか否かを判定する（ステップS1）。接触の有無は、ドライバIC151（図6参照）から位置データが入力されたか否かに基づいて判定すればよい。

[0100] 駆動制御部240は、ステップS1で接触があったと判定した場合（S1

: YES) 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、現在の位置データが表す座標が、いずれかのGUI操作部等の表示領域内にあるか否かを判定する(ステップS2)。現在の位置データは、現在利用者によって操作入力が行われている座標を表す。

[0101] 駆動制御部240は、ステップS2において、現在の位置データが表す座標が、いずれかのGUI操作部等の表示領域内にある(S2: YES)と判定すると、現在の位置データが表す座標を含むGUI操作部等に対応する所定距離Dを表す距離データを制御データから抽出する(ステップS3)。駆動制御部240は、抽出した距離データをステップS4における判定値として設定する。

[0102] 駆動制御部240は、位置データの移動距離が所定距離D以上であるか否かを判定する(ステップS4)。位置データの移動距離は、前回の制御周期におけるステップS1で取得した位置データと、今回の制御周期におけるステップS1で取得した位置データとの差によって求められる。

[0103] 電子機器100のOSによって図8に示すフローは制御周期毎に繰り返し実行されるため、駆動制御部240は、前回の制御周期のステップS1で取得した位置データと、今回の制御周期のステップS1で取得した位置データとの差に基づいて、位置データの移動距離を求める。そして、求めた位置データの移動距離が所定距離D以上であるか否かを判定する。

[0104] なお、位置データの移動距離は、例えば、スライダー102Bを一方向に移動させている場合の移動距離に限らず、スライダー102Bが逆方向に戻された場合の移動距離であってもよい。例えば、スライダー102Bを左から右に移動させてから、再び左に戻すような場合に、左方向に戻す移動距離も含まれることになる。

[0105] 駆動制御部240は、位置データの移動距離が所定距離D以上である(S4: YES)と判定した場合は、振動素子140のオン/オフを切り替える(ステップS5)。ステップS5の処理は、GUI操作部の操作量が単位操作量に相当する所定距離D以上になったときに、振動素子140のオン/オ

フを切り替えることにより、利用者の指先に伝わる触感を変化させるために行う処理である。

[0106] 例えば、振動素子 140 の振動をオンからオフに切り替える場合は、利用者の指先に凸部に触れた触感を与えることができる。一方、振動素子 140 の振動をオフからオンに切り替える場合は、利用者の指先に凹部に触れた触感を与えることができる。

[0107] このように、振動素子 140 のオン／オフを切り替えてトップパネル 120 に触れている利用者の指先に提供する触感を切り替えることにより、触感を通じて、操作量が単位操作量に達したことを利用者に感知させる。

[0108] 駆動制御部 240 は、アプリケーションプロセッサ 220（図 6 参照）に、アプリケーションによる処理を実行させる（ステップ S 6）。例えば、現在実行中のアプリケーションが、音量を変化させるためのボリュームスイッチとしてのスライダー 102B を表示しており、利用者がボリュームを調整するための操作入力を行った場合には、アプリケーションプロセッサ 220 がボリュームを調整する。

[0109] また、ステップ S 4 において、位置データの移動距離が所定距離 D 以上ではない（S 4：NO）と判定した場合は、駆動制御部 240 は、フローをステップ S 1 にリターンする。移動距離が所定距離 D に達していないため、駆動制御部 240 は、振動素子 140 のオン／オフを切り替えない。

[0110] また、ステップ S 2 において、現在の位置データが表す座標が、いずれかの GUI 操作部等の表示領域内にないと判定した場合（S 2：NO）は、駆動制御部 240 は、フローをステップ S 1 にリターンする。現在の位置データが表す座標が GUI 操作部等の表示領域内にないため、振動素子 140 のオン／オフを切り替える必要がなく、ステップ S 3 及び S 4 の処理に進む必要がないからである。

[0111] また、ステップ S 1 において、ステップ S 1 で接触がないと判定した場合（S 1：NO）は、駆動制御部 240 は図 8 に示すフローによる駆動制御を終了する（エンド）。駆動制御部 240 は、振動素子 140 を駆動している

場合は、振動素子 140 の駆動を停止する。振動素子 140 を停止するために、駆動制御部 240 は、駆動信号の振幅値をゼロに設定する。

[0112] 従って、図 8 に示す制御処理が制御周期毎に繰り返し実行されることにより、利用者の指先が GUI 操作部等に触れながら移動して操作量が単位操作量に達するたびに、トップパネル 120 の振動のオン／オフが切り替えられる。これにより、利用者の指先に凸部又は凹部に触れた触感を与えることができ、触感を通じて、操作量が単位操作量に達したことを利用者に感知させることができる。

[0113] また、操作量が単位操作量に達するたびに、アプリケーションによる処理が実行される。

[0114] そして、利用者の指先がトップパネル 120 から離されると、すべての処理が終了する。

[0115] なお、図 8 のフローチャートに示す制御処理では、操作量が単位操作量に達するたびに、アプリケーションによる処理が実行されるが、利用者の操作が完了した時点で、アプリケーションによる処理が実行されるようにしてもよい。このような処理のフローを図 9 に示す。

[0116] 図 9 は、実施の形態 1 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。

[0117] 図 9 に示すフローのステップ S1 から S5 は、図 8 に示すステップ S1 から S5 のフローと同様である。

[0118] 図 9 に示すフローでは、ステップ S5 の処理が終了すると、駆動制御部 240 は、フローをステップ S1 にリターンする。そして、ステップ S1 で接触がない（S1：NO）と判定された場合に、フローはステップ S6A に進行する。

[0119] 図 9 に示すフローによれば、駆動制御部 240 は、利用者の操作入力完了して指先がトップパネル 120 から離れた後に、ステップ S6A において、アプリケーションプロセッサ 220（図 6 参照）に、アプリケーションによる処理を実行させることになる。

[0120] 従って、図9に示す制御処理が制御周期毎に繰り返し実行されることにより、利用者の指先がGUI操作部等に触れながら移動して操作量が単位操作量に達するたびに、トップパネル120の振動のオン／オフが切り替えられる。これは、図8に示す処理と同様である。

[0121] しかし、図9に示す制御処理では、利用者の操作入力が完了して指先がトップパネル120から離れたときに、アプリケーションによる処理が実行されることになる。

[0122] 実施の形態1の電子機器100の駆動制御装置300の駆動制御部240は、図8又は図9のいずれかに示す制御処理により、振動素子140の駆動制御を行う。

[0123] なお、図8及び図9に示す制御処理では、制御データに含まれる所定距離Dを表す距離データを用いて操作量が単位操作量に達したかどうかを判定している。しかしながら、制御データに含まれる所定距離Dを表す距離データを用いずに、操作量が所定距離Dだけ進んだときに、オン／オフを切り替えるようにしてもよい。

[0124] 例えば、所定距離Dの値が1つで足りる場合、又は、複数のGUI操作部についての所定距離Dが画一的な値である場合には、所定距離Dの値を制御データに含まれる距離データとして用いることなく、駆動制御部240が固定値として所定距離Dを表す値を保持すればよい。

[0125] 次に、図10乃至図17を用いて、実施の形態1の電子機器100の動作例について説明する。

[0126] 図10乃至図17は、実施の形態1の電子機器100の動作例を示す図である。図10乃至図17では、図2乃至図4と同様のXYZ座標を定義する。

[0127] 図10には、所定のアプリケーションを実行している状態で、スライダー102で所定のレベルの調整を行う動作モードを示す。スライダー102は、5段階でレベルを調整することができるよう構築されており、5つの目盛りを有する。

- [0128] ここでは、スライダー 102 を動かす前に、利用者の指先がトップパネル 120 に触れている状態で、トップパネル 120 には固有振動が生じており、利用者の指先は滑り易い状態になっていることとする。
- [0129] また、ここでは、スライダー 102 が移動されて各目盛りに到達する度に、トップパネル 120 の振動がオフにされ、利用者の指先が滑り難くなることにより、利用者にトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を提供する駆動パターンによって振動素子 140 が駆動されることとする。凸部が存在する触感は、所謂クリック感として利用者に感知される。
- [0130] また、スライダー 102 の左端から 1 番目の目盛りまでの距離と、各目盛り同士の間の距離はすべて等しく、図 8 に示すフローチャートにおけるステップ S2 の判定に用いる所定距離 D は、目盛り同士の間隔（1 区間の距離）に設定されている。
- [0131] このような動作モードにおいて、利用者が指先で左端から右方向にスライダー 102 をドラッグすることにより、3 つ目の目盛りまで到達すると、スライダー 102 が各目盛りに到達する度に、駆動制御部 240 によって振動素子 140 がオフにされることにより、トップパネル 120 の固有振動がオフにされる。
- [0132] 従って、駆動制御装置 300 は、スライダー 102 の左端から 1 番目の目盛り、左端から 2 番目の目盛り、左端から 3 番目の目盛りに利用者が指先を移動させる度に、利用者の指先に、凸部が存在する触感を提供することができる。
- [0133] ここで、図 11 を用いて、この駆動パターンについて説明する。図 11 では、トップパネル 120 を 33.5 [kHz] の固有振動数で振動させることとする。
- [0134] 図 11 に示すように、時刻 t1 で利用者の指先がスライダー 102 に触れると、駆動制御部 240 によって振動素子 140 が駆動されることにより、トップパネル 120 に固有振動が生じる。このときは、トップパネル 120 に振幅 A1 の固有振動が発生する。

[0135] そして、利用者の指先は、時刻 t_1 から時刻 t_2 まで停止しており、この間はトップパネル 120 に振幅 A_1 の固有振動が発生する。時刻 t_2 において利用者の指先が移動を開始し、時刻 t_3 で左端から 1 番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部 240 は振動素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_3 の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、左端から 1 番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0136] また、利用者がスライダー 102 を右方向に移動し続けると、時刻 t_4 で駆動制御部 240 によって振動素子 140 が駆動されることにより、トップパネル 120 に固有振動が生じ、トップパネル 120 に振幅 A_1 の固有振動が発生する。なお、時刻 t_3 から時刻 t_4 まで振動素子 140 の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50ms であることとする。

[0137] そして、時刻 t_5 で左端から 2 番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部 240 は振動素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_5 の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、左端から 2 番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0138] また、利用者がスライダー 102 を右方向に移動し続けると、時刻 t_6 で駆動制御部 240 によって振動素子 140 が駆動されることにより、トップパネル 120 に固有振動が生じ、トップパネル 120 に振幅 A_1 の固有振動が発生する。なお、時刻 t_5 から時刻 t_6 まで振動素子 140 の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50ms であることとする。

[0139] そして、時刻 t_7 で左端から 3 番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部 240 は振動素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_7 の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存

在する触感を得ることができ、左端から3番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0140] また、利用者がスライダー102を右方向に移動し続けると、時刻 t_8 で駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じ、トップパネル120に振幅 A_1 の固有振動が発生する。なお、時刻 t_7 から時刻 t_8 まで振動素子140の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50msであることとする。

[0141] そして、時刻 t_9 で利用者が指先をトップパネル120から離すと、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻 t_9 の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。

[0142] 以後、利用者は120に触れないため、トップパネル120の振幅はゼロであり、トップパネル120が振動しない状態が続く。

[0143] 以上より、駆動制御装置300は、利用者がスライダー102を指先で操作して左端から1番目、2番目、3番目の目盛りに到達する度に、利用者の指先に、トップパネル120の表面に凸部が存在する触感を提供することができる。

[0144] このため、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることにより、各目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0145] また、図11では、時刻 t_1 で利用者の指先がスライダー102に触れたときに、振動素子140を駆動してトップパネル120に固有振動が生じさせ、指先の移動距離が所定距離 D に到達したときに、振動素子140をオフにして、トップパネル120の表面に凸部が存在する触感を提供している。

[0146] しかしながら、時刻 t_1 で利用者の指先がスライダー102に触れたときに、トップパネル120に固有振動を発生させずに、図11に示す駆動パターンとはオン／オフを逆にしてもよい。このような駆動パターンについて図12を用いて説明する。

[0147] 図12に示すように、時刻 t_{11} で利用者の指先がスライダー102に触

れる。このとき、駆動制御部240は振動素子140を駆動せず、トップパネル120に固有振動は生じない。

[0148] そして、利用者の指先は、時刻 t_{11} から時刻 t_{12} まで停止しており、この間はトップパネル120に固有振動は生じていない状態が続く。時刻 t_{12} において利用者の指先が移動を開始し、時刻 t_{13} で左端から1番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオンにする。これにより、時刻 t_{13} の直後にトップパネル120の振幅が立ち上がる。トップパネル120の振幅は、図12に示すように多少緩やかに立ち上がる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凹部が存在する触感を得ることができる。

[0149] また、利用者がスライダー102を右方向に移動し続けると、時刻 t_{14} で駆動制御部240によって振動素子140がオフにされることにより、トップパネル120の振動がオフになる。これにより、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができる。なお、時刻 t_{13} から時刻 t_{14} まで振動素子140の駆動信号がオンにされる時間は、一例として、100msであることとする。

[0150] 時刻 t_{13} と時刻 t_{14} の差は100msという微小な時間であるため、利用者は指先で凹凸を感じることににより、左端から1番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0151] そして、時刻 t_{15} で左端から2番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオンにする。これにより、時刻 t_{15} の直後にトップパネル120の振幅が立ち上がる。これにより、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凹部が存在する触感を得ることができる。

[0152] また、利用者がスライダー102を右方向に移動し続けると、時刻 t_{16} で駆動制御部240によって振動素子140がオフにされることにより、トップパネル120の振動がオフになる。これにより、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができる。なお、時

刻 t_{15} から時刻 t_{16} まで振動素子 140 の駆動信号がオンにされる時間は、一例として、100ms であることとする。

[0153] 時刻 t_{15} と時刻 t_{16} の差は100ms という微小な時間であるため、利用者は指先で凹凸を感じることににより、左端から2番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0154] そして、時刻 t_{17} で左端から3番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオンにする。これにより、時刻 t_{17} の直後にトップパネル120の振幅が立ち上がる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凹部が存在する触感を得ることができる。

[0155] また、利用者がスライダー102を右方向に移動し続けると、時刻 t_{18} で駆動制御部240によって振動素子140がオフにされることにより、トップパネル120の振動がオフになる。これにより、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができる。なお、時刻 t_{17} から時刻 t_{18} まで振動素子140の駆動信号がオンにされる時間は、一例として、100ms であることとする。

[0156] 時刻 t_{17} と時刻 t_{18} の差は100ms という微小な時間であるため、利用者は指先で凹凸を感じることににより、左端から1番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0157] そして、時刻 t_{19} で利用者が指先をトップパネル120から離すことにより、駆動制御部240による制御処理が終了する。

[0158] 以後、利用者は120に触れないため、トップパネル120の振幅はゼロであり、トップパネル120が振動しない状態が続く。

[0159] 以上より、駆動制御装置300は、利用者がスライダー102を指先で操作して左端から1番目、2番目、3番目の目盛りに到達する度に、利用者の指先に、トップパネル120の表面に凹凸が存在する触感を提供することができる。

[0160] このため、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凹凸が存在する

触感を得ることにより、各目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0161] なお、図 1 2 に示す駆動パターンでは、時刻 t_{13} 、 t_{15} 、 t_{17} において緩やかに振幅が立ち上がるような駆動信号を用いる。これは、図 1 1 に示す駆動パターンの時刻 t_1 、 t_4 、 t_6 、 t_8 において、矩形状に振動が立ち上がるような駆動パターンとは異なる。振動の立ち上がり方は、図 1 1 に示すような矩形状の立ち上がりであっても、図 1 2 に示すような緩やかな立ち上がりであってもどちらでもよい。図 1 2 に示すような緩やかな立ち上がりは、例えば、立ち上がりが正弦波状になるような駆動信号を用いればよい。

[0162] 図 1 3 には、所定のアプリケーションを実行している状態で、ダイヤル 1 0 3 で所定のレベルの調整を行う動作モードを示す。ダイヤル 1 0 3 は、X 軸に平行な回転軸に沿って回転させることによって調整することができるように構築されている GUI 操作部である。

[0163] ここでは、ダイヤル 1 0 3 を動かす前に、利用者の指先がトップパネル 1 2 0 に触れている状態で、トップパネル 1 2 0 には固有振動が生じており、利用者の指先は滑り易い状態になっていることとする。

[0164] また、ここでは、ダイヤル 1 0 3 が移動されて各目盛りに到達する度に、トップパネル 1 2 0 の振動がオフにされ、利用者の指先が滑り難くなることにより、利用者にトップパネル 1 2 0 の表面に凸部が存在する触感を提供する駆動パターンによって振動素子 1 4 0 が駆動されることとする。凸部が存在する触感は、所謂クリック感として利用者に感知される。

[0165] また、ダイヤル 1 0 3 の各目盛り同士の間の距離（1 区間の距離）はすべて等しく、図 8 に示すフローチャートにおけるステップ S 2 の判定に用いる所定距離 D は、目盛りの間隔（1 区間の距離）に設定されている。

[0166] このような動作モードにおいて、利用者が指先で Y 軸正方向から Y 軸負方向にダイヤル 1 0 3 をドラッグして回転させることにより、3 つ目の目盛りまで到達すると、ダイヤル 1 0 3 が各目盛りに到達する度に、駆動制御部 2

40によって振動素子140がオフにされることにより、トップパネル120の固有振動がオフにされる。

[0167] 従って、駆動制御装置300は、ダイヤル103の1番目の目盛り、2番目の目盛り、3番目の目盛りに利用者が指先を移動させる度に、利用者の指先に、凸部が存在する触感を提供することができる。

[0168] ここで、図14を用いて、この駆動パターンについて説明する。図14では、トップパネル120を33.5[kHz]の固有振動数で振動させることとする。

[0169] 図14に示すように、時刻 t_{21} で利用者の指先がダイヤル103に触れると、駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じる。このときは、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。

[0170] そして、利用者の指先は、時刻 t_{21} から時刻 t_{22} まで停止しており、この間はトップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。時刻 t_{22} において利用者の指先が移動を開始し、時刻 t_{23} でダイヤル103の1番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻 t_{23} の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。これにより、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができる。ダイヤル103の1番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0171] また、利用者がダイヤル103をY軸負方向に移動し続けると、時刻 t_{24} で駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じ、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。なお、時刻 t_{23} から時刻 t_{24} まで振動素子140の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50msであることとする。

[0172] そして、時刻 t_{25} でダイヤル103の2番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動

素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_{25} の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、ダイヤル 103 の 2 番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0173] また、利用者がダイヤル 103 を Y 軸負方向に移動し続けると、時刻 t_{26} で駆動制御部 240 によって振動素子 140 が駆動されることにより、トップパネル 120 に固有振動が生じ、トップパネル 120 に振幅 A1 の固有振動が発生する。なお、時刻 t_{25} から時刻 t_{26} まで振動素子 140 の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50ms であることとする。

[0174] そして、時刻 t_{27} でダイヤル 103 の 3 番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離 D に到達することにより、駆動制御部 240 は振動素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_{27} の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、ダイヤル 103 の 3 番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0175] また、利用者がダイヤル 103 を Y 軸負方向に移動し続けると、時刻 t_{28} で駆動制御部 240 によって振動素子 140 が駆動されることにより、トップパネル 120 に固有振動が生じ、トップパネル 120 に振幅 A1 の固有振動が発生する。なお、時刻 t_{27} から時刻 t_{28} まで振動素子 140 の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50ms であることとする。

[0176] そして、時刻 t_{29} で利用者が指先をトップパネル 120 から離すと、駆動制御部 240 は振動素子 140 をオフにする。これにより、時刻 t_{29} の直後にトップパネル 120 の振幅がゼロになる。

[0177] 以後、利用者は 120 に触れないため、トップパネル 120 の振幅はゼロであり、トップパネル 120 が振動しない状態が続く。

[0178] 以上より、駆動制御装置 300 は、利用者がダイヤル 103 を指先で回転させて 1 番目、2 番目、3 番目の目盛りに到達する度に、利用者の指先に、トップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を提供することができる。

- [0179] このため、利用者は、指先でトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を得ることにより、各目盛りに指先が到達したことを認識することができる。
- [0180] 図 15 には、所定のアプリケーションを実行している状態で、ダイヤル 104 で所定のレベルの調整を行う動作モードを示す。ダイヤル 104 は、Z 軸に平行な回転軸に沿って回転させることによって調整することができるように構築されている GUI 操作部である。
- [0181] ここでは、ダイヤル 104 を動かす前に、利用者の指先がトップパネル 120 に触れている状態で、トップパネル 120 には固有振動が生じており、利用者の指先は滑り易い状態になっていることとする。
- [0182] また、ここでは、ダイヤル 104 が移動されて各目盛りに到達する度に、トップパネル 120 の振動がオフにされ、利用者の指先が滑り難くなることにより、利用者にトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を提供する駆動パターンによって振動素子 140 が駆動されることとする。凸部が存在する触感は、所謂クリック感として利用者に感知される。
- [0183] また、ダイヤル 104 の各目盛り同士の間の距離（1 区間の距離）はすべて等しく、図 8 に示すフローチャートにおけるステップ S2 の判定に用いる所定距離 D は、目盛りの間隔（1 区間の距離）に設定されている。
- [0184] このような動作モードにおいて、利用者が指先で時計回りの方向にダイヤル 104 をドラッグして回転させることにより、3 つ目の目盛りまで到達すると、ダイヤル 104 が各目盛りに到達する度に、駆動制御部 240 によって振動素子 140 がオフにされることにより、トップパネル 120 の固有振動がオフにされる。
- [0185] 従って、駆動制御装置 300 は、ダイヤル 104 の 1 番目の目盛り、2 番目の目盛り、3 番目の目盛りに利用者が指先を移動させる度に、利用者の指先に、凸部が存在する触感を提供することができる。
- [0186] ここで、図 16 を用いて、この駆動パターンについて説明する。図 16 では、トップパネル 120 を 33.5 [kHz] の固有振動数で振動させるこ

とする。

[0187] 図16に示すように、時刻 t_{31} で利用者の指先がダイヤル104に触れると、駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じる。このときは、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。

[0188] そして、利用者の指先は、時刻 t_{31} から時刻 t_{32} まで停止しており、この間はトップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。時刻 t_{32} において利用者の指先が移動を開始し、時刻 t_{33} でダイヤル104の1番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻 t_{33} の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、ダイヤル104の1番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。なお、所定距離Dは、ダイヤル104の回転方向に沿った円弧状の距離である。

[0189] また、利用者がダイヤル104を時計回りの方向に移動し続けると、時刻 t_{34} で駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じ、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。なお、時刻 t_{33} から時刻 t_{34} まで振動素子140の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50msであることとする。

[0190] そして、時刻 t_{35} でダイヤル104の2番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻 t_{35} の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、ダイヤル104の2番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0191] また、利用者がダイヤル104を時計回りの方向に移動し続けると、時刻

t 3 6で駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じ、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。なお、時刻t 3 5から時刻t 3 6まで振動素子140の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50msであることとする。

[0192] そして、時刻t 3 7でダイヤル104の3番目の目盛りに到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻t 3 7の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることができ、ダイヤル104の3番目の目盛りに指先が到達したことを認識することができる。

[0193] また、利用者がダイヤル104を時計回りの方向に移動し続けると、時刻t 3 8で駆動制御部240によって振動素子140が駆動されることにより、トップパネル120に固有振動が生じ、トップパネル120に振幅A1の固有振動が発生する。なお、時刻t 3 7から時刻t 3 8まで振動素子140の駆動信号がオフにされる時間は、一例として、50msであることとする。

[0194] そして、時刻t 3 9で利用者が指先をトップパネル120から離すと、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻t 3 9の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。

[0195] 以後、利用者は120に触れないため、トップパネル120の振幅はゼロであり、トップパネル120が振動しない状態が続く。

[0196] 以上より、駆動制御装置300は、利用者がダイヤル104を指先で時計回りの方向に回転させて1番目、2番目、3番目の目盛りに到達する度に、利用者の指先に、トップパネル120の表面に凸部が存在する触感を提供することができる。

[0197] このため、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得ることにより、各目盛りに指先が到達したことを認識することがで

きる。

[0198] 図17には、所定のアプリケーションを実行している状態で、スライダー105で所定のレベルの調整を行う動作モードを示す。スライダー105は、Y軸方向に沿って移動させることによって調整することができるように構築されているGUI操作部である。

[0199] スライダー105の各目盛り同士の間の距離（1区間の距離）はすべて等しく、図8に示すフローチャートにおけるステップS2の判定に用いる所定距離Dは、目盛りの間隔（1区間の距離）に設定されている。

[0200] 利用者が指先でY軸方向にスライダー105をドラッグして移動させて、スライダー105が各目盛りに到達する度に、駆動制御部240によって振動素子140のオン／オフが切り替えられることにより、トップパネル120の振動のオン／オフを切り替えることができる。

[0201] 従って、駆動制御装置300は、スライダー105の各目盛りに利用者が指先を移動させる度に、利用者の指先に、凸部又は凹部が存在する触感を提供することができる。

[0202] また、図示はしないが、スライド式のON／OFFスイッチは、調整メモリが1つのみのスライダーとして同様の動作が可能であり、凹凸が存在する触感を得ることができる。

[0203] 以上、実施の形態1の電子機器100によれば、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、利用者に良好な触感を提供することができる。

[0204] また、実施の形態1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。

[0205] 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

よって駆動信号を生成している。

[0206] 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、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。

[0207] 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 を駆動する駆動信号が表す振幅値をゼロにすることである。

[0208] 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。

[0209] この場合は、振動素子 140 の振動の強度を切り替えるような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度が切り替えられ、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。

[0210] 振動素子 140 の振動の強度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

このような固有振動の強度の切り替えは、例えば、振動素子 140 を駆動する駆動信号の振幅を変化させることによって実現できる。駆動信号の振幅を大きくすれば固有振動の強度が大きくなり、駆動信号の振幅を小さくすれ

ば固有振動の強度が小さくなる。また、駆動信号の振幅を調整する代わりに、又は、振幅の調整に加えて、駆動信号のデューティ比を調整してもよい。

[0211] <実施の形態 2>

実施の形態 2 は、実施の形態 1 の駆動制御装置 300 の駆動方法を変更したものである。このため、実施の形態 2 では図 6 を援用する。

[0212] 図 18 及び図 19 は、実施の形態 2 の駆動制御装置 300 の動作例を示す図である。

[0213] 図 18 には、所定のアプリケーションを実行している状態で、スライダー 102 で所定のレベルの調整を行う動作モードを示す。スライダー 102 は、5 段階でレベルを調整することができるよう構築されており、5 つの目盛り 102-1、102-2、102-3、102-4、102-5 を有する。

[0214] 図 18 では、目盛り 102-1 は、操作を開始する位置を示す。目盛り 102-4 は、操作が完了する位置を示す。なお、目盛り 102-5 は、ここでは特に用いない。このような目盛り 102-1～102-5 の用い方は、図 10 に示す 5 つの目盛りとは異なる。

[0215] ここでは、一例として、スライダー 102 は、左側から右側に操作するスイッチであり、操作量が 4 つ目の目盛り 102-4 に達すると、スライダー 102 の操作が完了することとする。目盛り 102-1 から目盛り 102-4 に達するまでには、3 区間分の操作が必要になる。

[0216] 実施の形態 1 で図 10 を用いて説明した場合と同様に、スライダー 102 を動かす前に、利用者の指先がトップパネル 120 に触れている状態で、トップパネル 120 には固有振動が生じており、利用者の指先は滑り易い状態になっていることとする。

[0217] また、スライダー 102 が移動されて目盛り 102-2、102-3、102-4 に到達する度に、トップパネル 120 の振動がオフにされ、利用者の指先が滑り難くなることにより、利用者にトップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を提供する駆動パターンによって振動素子 140 が駆動さ

れることとする。凸部が存在する触感は、所謂クリック感として利用者に感知される。

[0218] このため、利用者の指先が目盛り102-2、102-3、102-4に到達すると、利用者はトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得る。

[0219] 図18には、操作量が操作の完了に必要な操作量に達する前は、利用者の指先にクリック感が提供され、操作量が操作の完了に必要な操作量に達すると、ググググッと指先にかかる動摩擦力が増大する様子を示す。

[0220] 実施の形態2では、スライダー102の操作が完了する目盛り102-4に利用者の指先が到達すると、指先が目盛り102-4よりも右側に移動しても、振動素子140をオフの状態に保持し、トップパネル120の振動がオフにされる状態を保持する。

[0221] すなわち、利用者がスライダー102を操作して、指先が目盛り102-4に達すると、利用者はトップパネル120の表面に凸部が存在する触感を得る。そして、利用者が引き続き指先を目盛り102-4よりも右側に移動させると、トップパネル120の振動はオフにされているため、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、操作が完了を知覚することになる。

[0222] これにより、利用者は、スライダー102の操作が完了したことを触感のみで判断することができる。

[0223] ここで、図19を用いて、この駆動パターンについて説明する。図19では、トップパネル120を33.5[kHz]の固有振動数で振動させることとする。

[0224] 時刻t1から時刻t7までの動作は、図11に示す動作と同様であるため、ここでは、時刻t7以降の動作について説明する。

[0225] 時刻t7で左端から目盛り102-4に到達すると、指先の移動距離が所定距離Dに到達することにより、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。これにより、時刻t7の直後にトップパネル120の振幅がゼロになる。また、利用者は、指先でトップパネル120の表面に凸部が存在する

触感を得ることができ、目盛り 102-4 に指先が到達したことを認識することができる。

[0226] また、利用者が引き続き指先を目盛り 102-4 よりも右側に移動させると、トップパネル 120 の振動はオフにされているため、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、操作が完了を知覚することになる。

[0227] すなわち、利用者の指先には、大きな動摩擦力が与えられることになる。これは、トップパネル 120 の固有振動による動摩擦力の低下が生じていない状態である。

[0228] 従って、利用者は、触感のみで操作の完了を知覚することができる。

[0229] 以上より、実施の形態 2 の駆動制御装置 300 は、利用者がスライダー 102 を指先で操作して目盛り 102-2、102-3、102-4 に到達する度に、利用者の指先に、トップパネル 120 の表面に凸部が存在する触感を提供することができる。

[0230] また、実施の形態 2 の駆動制御装置 300 は、スライダー 102 を操作する利用者の指先が目盛り 102-4 に達した後は、トップパネル 120 の振動をオフの状態に保持するので、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、触感のみで操作の完了を知覚することができる。

[0231] 従って、実施の形態 2 によれば、利用者に良好な触感を提供できるとともに、良好な触感で操作の完了を知覚させることができる。

[0232] 実施の形態 2 では、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、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。

[0233] また、さらに、操作量が操作の完了する点に到達した後は、トップパネル 120 の振動をオフに続けることにより、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、触感のみで操作の完了を知覚することができる。

- [0234] なお、以上では、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が、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。
- [0235] 次に、図 20 を用いて、実施の形態 2 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。
- [0236] 図 20 は、実施の形態 2 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。
- [0237] 図 20 に示すフローチャートのステップ S1～S6 は、図 8 に示すステップ S1～S6 と同様であるため、ここではステップ S6 よりも後の処理について説明する。
- [0238] 駆動制御部 240 は、ステップ S6 の処理が終了すると、移動距離が DE 以上であるかを判定する（ステップ S7）。距離 DE は、図 18 に示す目盛り 102-1 から目盛り 102-4 までの間隔に等しい。操作が完了したかどうかを判定するためである。
- [0239] 駆動制御部 240 は、移動距離が DE 以上である（S7：YES）と判定すると、フローをステップ S9 に進行させ、振動素子 140 をオフに切り替える（ステップ S9）。これにより、トップパネル 120 の振動がオフの状態に保持されるので、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、触感のみで操作が完了を知覚することができる。
- [0240] ステップ S9 の処理が終了すると、駆動制御部 240 は、一連の処理を終了する（エンド）。
- [0241] また、ステップ S7 において、駆動制御部 240 が移動距離は DE 未満である（S7：NO）と判定すると、駆動制御部 240 は、接触があるか否かを判定する（ステップ S8）。接触の有無は、ドライバ IC151（図 6 参照）から位置データが入力されたか否かに基づいて判定すればよい。
- [0242] 駆動制御部 240 は、ステップ S8 で接触があったと判定した場合（S8：YES）は、フローをステップ S8 にリターンする。
- [0243] また、駆動制御部 240 は、ステップ S8 で接触がないと判定した場合（

S 8 : N O) は、フローをステップ S 9 に進行させ、振動素子 1 4 0 をオフに切り替える。操作入力が行われていないからである。

[0244] 以上、図 2 0 に示す制御処理が制御周期毎に繰り返し実行されることにより、利用者の指先が G U I 操作部等に触れながら移動して操作量が単位操作量に達するたびに、トップパネル 1 2 0 の振動のオン／オフが切り替えられる。これにより、利用者の指先に凸部又は凹部に触れた触感を与えることができ、触感を通じて、操作量が単位操作量に達したことを利用者に感知させることができる。

[0245] また、操作量が単位操作量に達するたびに、アプリケーションによる処理が実行される。

[0246] さらに、操作量が距離 D E に達した場合は、トップパネル 1 2 0 の振動をオフの状態に保持するので、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、触感のみで操作が完了を知覚することができる。

[0247] そして、利用者の指先がトップパネル 1 2 0 から離されると、すべての処理が終了する。

[0248] なお、以上では、操作量が距離 D E 未満である場合は、目盛り 1 0 2 - 2 又は 1 0 2 - 3 に到達する度にトップパネル 1 2 0 の振動をオフにし、操作量が距離 D E 以上になると、トップパネル 1 2 0 の振動をオフの状態に保持する形態について説明した。

[0249] これは、操作量が距離 D E 未満である場合には、振動素子 1 4 0 を第 1 駆動パターンで駆動し、操作量が距離 D E 以上になると、振動素子 1 4 0 を第 2 駆動パターンで駆動することの一例である。

[0250] 第 1 駆動パターンでは、トップパネル 1 2 0 に振幅 A 1 の固有振動を発生させる駆動信号で振動素子 1 4 0 のオン／オフを切り替えている。すなわち、トップパネル 1 2 0 に生じさせる固有振動の強度は、振幅 A 1 が得られる強度と、振幅がゼロになる強度とで切り替えられることになる。

[0251] また、第 2 駆動パターンは、トップパネル 1 2 0 の固有振動の強度の切り替え度合をゼロに設定し、かつ、固有振動の強度をゼロに設定する駆動パタ

ーンである。

[0252] ここで、第1駆動パターンと第2駆動パターンは異なっていればよい。操作量が距離D E 以上になった場合に、駆動パターンを切り替えれば、利用者が触感だけで操作の完了を知覚できるからである。

[0253] 上述のように、第2駆動パターンでは、トップパネル120の固有振動の強度の切り替え度合をゼロに設定し、かつ、固有振動の強度をゼロに設定してもよいが、第2駆動パターンによる固有振動の強度をゼロにせず、第1駆動パターンによる固有振動の強度よりも小さい所定の強度にしてもよい。固有振動の強度が小さくなれば、利用者が触感だけで操作の完了を知覚できるからである。

[0254] また、第2駆動パターンによるトップパネル120の固有振動の強度が、第1駆動パターンによるトップパネル120の固有振動の強度よりも大きくてもよい。例えば、固有振動の振幅を大きくしてもよい。

[0255] また、以上では、スライダー102の操作が完了する目盛り102-4に操作入力の位置が到達し、さらにスライダー102が操作された場合に、トップパネル120の固有振動をオフにする形態について説明した。

[0256] しかしながら、スライダー102の操作が完了する前に、トップパネル120の固有振動をオフにしてもよい。すなわち、スライダー102の操作が完了する前に、第1駆動パターンから第2駆動パターンに切り替えてもよい。

[0257] 例えば、操作入力の位置が目盛り102-3に到達し、さらにスライダー102が操作された場合に、トップパネル120の固有振動をオフにしてもよい。このような場合には、操作の完了に近いことを触感のみで利用者に知覚させることができる。

[0258] このように、操作量が操作の完了に必要な操作量の所定割合に達したところで、第1駆動パターンから第2駆動パターンに切り替えてもよい。

[0259] また、操作の完了に必要な操作量に達する前において、操作量が増えるに連れて、駆動パターンを変化させてもよい。例えば、第1駆動パターンで振

動素子 140 を駆動しているときに、操作量が操作の完了に必要な操作量に近づくにつれて、固有振動の強度を切り替える周期を変化させてもよい。

[0260] また、第 1 駆動パターンで振動素子 140 を駆動しているときに、操作量が操作の完了に必要な操作量に近づくにつれて、固有振動の振幅を増大又は減少させてもよい。この場合には、利用者が触感のみで第 1 駆動パターンから第 2 駆動パターンへの変化を区別できるように第 1 駆動パターンを設定すればよい。

[0261] 図 21 は、実施の形態 2 の変形例による駆動制御装置 300 の動作例を示す図である。図 21 に示す動作例は、図 19 に示す動作例を変形したものである。

[0262] 例えば、図 21 に示すように、時刻 t_3 で利用者の指先（操作入力的位置）が目盛り 102-2 に到達した後に、図 19 に示す時刻 t_4 よりも遅い時刻 t_{4A} まで、振動素子 140 をオフにしておき、時刻 t_{4A} で振動素子 140 をオンにしてもよい。

[0263] 図 21 に示す動作例は、操作入力的位置が目盛り 102-2 に到達した後に再びトップパネル 120 の振動をオンにするタイミングを図 19 に示す動作例よりも遅らせたものである。換言すれば、図 21 に示す動作例は、操作入力的位置が目盛り 102-2 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間を、操作入力的位置が目盛り 102-3 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間よりも長くしている。操作入力的位置が目盛り 102-3 に到達するのは、時刻 t_5 である。

[0264] 例えば、操作入力的位置が目盛り 102-3 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間が 50 ms である場合に、操作入力的位置が目盛り 102-2 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間を 100 ms に設定してもよい。

[0265] このように、操作の完了に必要な操作量に達する前において、操作量が増えるに連れて、駆動パターンを変化させれば、利用者が触感のみで操作の完了に近づいていることを知覚することができる。

[0266] このような駆動パターンは、特に、目盛りの数が多いような場合に、各目盛り同士の間隔の区間において振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間を変化させると、利用者がより知覚しやすくなる。

[0267] なお、上述の説明とは逆に、操作入力の位置が目盛り 102-2 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間が 50 ms である場合に、操作入力の位置が目盛り 102-2 に到達した後に振動素子 140 の駆動信号をオフにする時間を 100 ms に設定してもよい。

[0268] <実施の形態 3>

図 22 は、実施の形態 3 の電子機器 100D を示す平面図である。図 22 には、内部構成を透過的に示す。実施の形態 3 の電子機器 100D は、一例として、車両のウィンドウコントローラとして用いられ、車両の室内のドアの内張等に配設される。電子機器 100D は、より具体的には、入力装置である。

[0269] 電子機器 100D は、筐体 110D、トップパネル 120D、振動素子 140D、及びタッチパネル 150D を含む。筐体 110D、トップパネル 120D、振動素子 140D、及びタッチパネル 150D は、それぞれ、図 2 及び図 3 に示す筐体 110、トップパネル 120、振動素子 140、及びタッチパネル 150 と同様である。図 22 では、両面テープ 130 及び基板 170 を省略する。電子機器 100D は、ディスプレイパネル 160（図 2 参照）を含まない。

[0270] 図 22 に示す電子機器 100D の筐体 110D には、凹部 111D が形成されている。凹部 111D は、平面視で矩形状であり、図 2 及び図 3 に示す実施の形態の筐体 110 の凹部 111 と同様に、平面視で筐体 110D の外枠部を除く全体に形成されている。

[0271] 凹部 111D の内部には、振動素子 140D 及びタッチパネル 150D が配設される。振動素子 140D は、Y 軸負方向側の短辺に沿って、X 軸方向の略全体にわたる部分で、トップパネル 120D の裏面に貼り付けられている。タッチパネル 150D は、図 22 に示すように、振動素子 140 の Y 軸

正方向側において、凹部 1 1 1 D の底面に配設されている。

[0272] 実施の形態 3 の電子機器 1 0 0 D の振動素子 1 4 0 D の X 軸方向の幅は、タッチパネル 1 5 0 の X 軸方向の幅と略同じである。

[0273] タッチパネル 1 5 0 D が配設される領域の全体において、トップパネル 1 2 0 D に定在波を生じさせるためには、振動素子 1 4 0 D の X 軸方向の幅をタッチパネル 1 5 0 の X 軸方向の幅と略同じにすることが望ましいからである。

[0274] また、図 2 及び図 3 に示す両面テープ 1 3 0 に相当する両面テープは、平面視でトップパネル 1 2 0 D の外周に沿って、凹部 1 1 1 D を囲む領域に設けられており、筐体 1 1 0 D とトップパネル 1 2 0 D を接着している。

[0275] タッチパネル 1 5 0 D が配設される領域には、操作部 1 2 1 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 が配設されている。操作部 1 2 1 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 を表す輪郭と文字は、トップパネル 1 2 0 D の裏面に印刷されている。

[0276] 操作部 1 2 1 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 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 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 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 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 D が駆動される。

[0277] 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 とを関連付けるように、操作部 1 2 1 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 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 2 5 0 に格納しておけばよい。なお、振動パターン P 1 ~ P 4 はすべて同一であってもよい。

[0278] なお、実施の形態 3 の電子機器 1 0 0 D において、平面視でタッチパネル 1 5 0 D が位置する領域内において、操作部 1 2 1 D 1、1 2 1 D 2、1 2 1 D 3、1 2 1 D 4 以外の部分に操作入力が行われる場合にも、駆動制御部

240によって振動素子140Dを駆動してもよい。

[0279] この場合は、平面視でタッチパネル150Dが位置する領域のうち、操作部121D1、121D2、121D3、121D4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に示す振動制御データの振動パターンP1～P4と領域データf1～f4のように関連付けておけばよい。

[0280] 操作部121D1、121D2、121D3、121D4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。

[0281] また、操作部121D1、121D2、121D3、121D4の印刷が行われている4つの領域内でトップパネル120Dの表面に操作入力を行うと、タッチパネル150Dから出力される位置データがECU400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。

[0282] 図22に示す電子機器100Dにおいても、利用者が操作部121D1を操作して、操作量が操作の完了に必要な操作量に達したところで、第1駆動パターンから第2駆動パターンに切り替えてもよい。

[0283] 図23は、実施の形態3の電子機器100Dの動作例を示す図である。利用者が操作部121D1を操作して、操作量が操作の完了に必要な操作量に達する前は、図18に示す動作例と同様に、利用者の指先にクリック感が提供される。また、操作量が操作の完了に必要な操作量に達すると、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、操作の完了を知覚することになる。図23では、ググググッと指先にかかる動摩擦力が増大する様子を示す。

[0284] 例えば、操作部121D1を操作して、前席右側のウィンドウの開閉動作が完了したときに、第1駆動パターンから第2駆動パターンに切り替えれば、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、操作の完了を知覚することになる。

[0285] これにより、利用者は、前席右側のウィンドウの開閉動作が完了したことを触感のみで判断することができる。なお、これは、操作部 121D2、121D3、121D4 によって、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場合も同様である。

[0286] 以上、実施の形態 3 の電子機器 100D によれば、トップパネル 120D 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 121D1、121D2、121D3、121D4 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。

[0287] また、実施の形態 3 の電子機器 100D は、操作部 121D1、121D2、121D3、121D4 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 121D1、121D2、121D3、121D4 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。

[0288] さらに、操作量が操作の完了に必要な操作量に達すると、トップパネル 120 の振動はオフにされるため、利用者は指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、操作の完了を知覚することになる。

[0289] すなわち、利用者の指先には、大きな動摩擦力が与えられることになる。これは、トップパネル 120 の固有振動による動摩擦力の低下が生じていない状態である。

[0290] 従って、利用者は、触感のみで操作の完了を知覚することができる。

[0291] <実施の形態 4>

図 24 は、実施の形態 4 の電子機器 100E の構成を示す図である。

[0292] 電子機器 100E は、振動素子 140、アンプ 141、タッチパネル 150、ドライバ IC 151、ディスプレイパネル 160、ドライバ IC 161、制御部 200、正弦波発生器 310、及び振幅変調器 320 を含む。電子機器 100E は、通信プロセッサ 230 を含まない点が図 6 に示す電子機器 100 と異なるが、それ以外は同様である。以下、相違点を中心に説明する。

- [0293] 電子機器１００Ｅには、車両のＥＣＵ(Electronic Control Unit：電子制御装置)４００が接続されている。
- [0294] アプリケーションプロセッサ２２０は、ＥＣＵ４００の駆動制御に必要なＧＵＩ操作部、画像、文字、記号、図形等を表す描画データを出力する。例えば、ＥＣＵ４００が、ナビゲーション装置、オーディオコントローラ、空調コントローラ、パワーウィンドウコントローラ、ミラーコントローラ等の駆動制御を行う場合には、これらの駆動制御に必要なＧＵＩ操作部等を表す描画データをドライバＩＣ１６１に出力する。
- [0295] また、アプリケーションプロセッサ２２０には、ドライバＩＣ１５１から位置データが入力され、アプリケーションプロセッサ２２０は位置データをＥＣＵ４００に出力する。これにより、タッチパネル１５０への入力操作によって得られる位置データがＥＣＵ４００に入力される。
- [0296] なお、位置データは、アプリケーションプロセッサ２２０を経ずに、ドライバＩＣ１５１からＥＣＵ４００に直接的に入力されてもよい。
- [0297] 実施の形態４の電子機器１００Ｅは、利用者の指先がトップパネル１２０の表面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。
- [0298] トップパネル１２０の表面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、所謂フリック操作、スワイプ操作、及びドラッグ操作がある。
- [0299] フリック操作は、指先をトップパネル１２０の表面に沿って、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。スワイプ操作は、指先をトップパネル１２０の表面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。また、ドラッグ操作は、例えば、ディスプレイパネル１６０に表示されたボタン等をスライドさせる場合に、ボタン等を選択しながら指先をトップパネル１２０の表面に沿って移動させる操作である。
- [0300] 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の表面に触れた指先を移動させる操作入力

、ディスプレイパネル１６０に表示されるＧＵＩ操作部等の種類によって使い分けられる。

[0301] ＥＣＵ４００は、車両に搭載されており、例えば、ナビゲーション装置、オーディオコントローラ、空調コントローラ、パワーウィンドウコントローラ、ミラーコントローラ等の制御を行う制御部である。電子機器１００Ｅのタッチパネル１５０への操作入力に基づいて検出される位置データは、アプリケーションプロセッサ２２０を介してＥＣＵ４００に入力される。

[0302] ＥＣＵ４００は、アプリケーションプロセッサ２２０を介して入力される位置データに基づき、操作内容を判定し、例えば、ナビゲーション装置、オーディオコントローラ、空調コントローラ、パワーウィンドウコントローラ、ミラーコントローラ等の制御を行う。

[0303] なお、ここでは、一例として、ＥＣＵ４００がパワーウィンドウコントローラを内蔵する形態について説明する。

[0304] 図２５は、実施の形態４の電子機器１００ＥとＥＣＵ４００を含む車両６００の一部の構成を示す図である。

[0305] 図２５に示すように、車両６００は、電子機器１００Ｅ、ＥＣＵ４００、ドアフレーム５００、ウィンドウ５０１、モータ５１０、及び電流センサ５２０を含む。

[0306] 実施の形態４の駆動制御装置は、図２４に示す駆動制御装置３００と、図２５に示す電流センサ５２０とを含むものとして取り扱う。

[0307] ドアフレーム５００は、車両６００の複数のドアのうちの１つのフレームであり、ウィンドウ５０１を保持している。ウィンドウ５０１は、モータ５１０によって上下移動され、これにより、パワーウィンドウの開閉動作が行われる。なお、ウィンドウ５０１を上下移動させるウィンドウレギュレータ等の機構は省略する。

[0308] モータ５１０の駆動制御は、ＥＣＵ４００によって行われる。ウィンドウ５０１の上下移動の制御は、電子機器１００Ｅへの操作入力に基づいてＥＣＵ４００が行う。電子機器１００Ｅは、ここでは、図２２及び図２３に示す

電子機器 100Dと同様に、操作部 121D1、121D2、121D3、121D4を有するものとして説明する。

[0309] 電子機器 100Eのメモリ 250には、ウィンドウ 501に手等の挟み込みが生じた際におけるモータ 510の駆動電流の下限值を表すデータが格納されている。ウィンドウ 501に手等の挟み込みが生じると、モータ 510の負荷が増えることによってモータ 510の駆動電流が増大する。なお、モータ 510の駆動電流は、電流センサ 520で検出される。

[0310] 実施の形態 4の電子機器 100Eは、ウィンドウ 501に手等の挟み込みが生じた場合に、モータ 510を停止させるために、電子機器 100Eがウィンドウ 501に手等の挟み込みが生じていることを判定するための判定閾値として、駆動電流の下限值を表すデータをメモリ 250に格納している。電子機器 100Eは、駆動電流が判定閾値以上になると、ウィンドウ 501に手等の挟み込みが生じたと判定し、ECU 400にモータ 510を停止させる。

[0311] 図 26は、実施の形態 4の電子機器 100Eの動作例を示す図である。図 26において、横軸は時間、縦軸は電流センサ 520で検出されるモータ 510の駆動電流を示す。図 26では、判定閾値としての駆動電流の下限値を電流 I_c で示す。

[0312] 時刻 t_1 において、ウィンドウ 501を閉じるための操作入力が入力されると、ECU 400は、モータ 510を駆動する。これにより、ウィンドウ 501は上方向に移動する。この状態は、時刻 t_2 まで続く。

[0313] 時刻 t_2 から駆動電流が少しずつ増大する。これは、ウィンドウ 501への手等の挟み込みが発生し、モータ 510の負荷が増大していることを表している。

[0314] 時刻 t_3 において、駆動電流が電流 I_c 以上になると、電子機器 100Eの振動素子 140の駆動を停止する。

[0315] これにより、トップパネル 120の振動はオフにされるため、利用者は指

先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、手等の挟み込みが発生したことを知覚することになる。

[0316] すなわち、利用者の指先には、大きな動摩擦力が与えられることになる。これは、トップパネル 120 の固有振動による動摩擦力の低下が生じていない状態である。

[0317] 従って、利用者は、触感のみで挟み込みが発生したことを知覚することができる。

[0318] 挟み込みが発生したことを知覚した利用者は、パワーウィンドウの操作を止めるため、時刻 t_4 で駆動電流がゼロになる。

[0319] 以上のように、実施の形態 4 の電子機器 100E によれば、触感のみで挟み込みが発生したことを知覚することができる。

[0320] 従って、実施の形態 4 によれば、利用者に良好な触感を提供できるとともに、良好な触感で挟み込みの発生を知覚させることができる。

[0321] また、以上では、パワーウィンドウの挟み込みで電流センサ 520 が検出する駆動電流の値が電流 I_c 以上に増大した場合に、トップパネル 120 の振動をオフにする形態について説明した。

[0322] しかしながら、パワーウィンドウの挟み込みによるモータ 510 の電圧又は温度の上昇をセンサで検出し、トップパネル 120 の振動をオフにしてもよい。これらの場合は、電流センサ 520 の代わりに、電圧センサ又は温度センサを用いればよい。

[0323] また、電流センサ 520 の代わりに、位置、加速度、荷重、又は圧力等を検出するセンサを用いて、電子機器 100E を入力装置として操作入力によって駆動される駆動源の位置、加速度、荷重、又は圧力等の検出値が所定値以上に増大した場合に、トップパネル 120 の振動をオフしてもよい。

[0324] また、上述のようなセンサの代わりに、光センサで位置検出を行ってもよいし、カメラで得られる画像で位置検出を行ってもよい。すなわち、電子機器 100E を入力装置として操作入力によって駆動される駆動源の状態を監視するセンサを用いて、入力装置によって駆動される装置の安全状態、危険

状態、又は快適状態等を監視し、検出値が所定値以上に増大した場合に、トップパネル１２０の振動をオフしてもよい。

[0325] このようにすれば、利用者に良好な触感を提供できるとともに、良好な触感で監視対象の状態の変化が発生したことを知覚させることができる。

[0326] また、実施の形態４を実施の形態２、３と組み合わせてもよい。すなわち、操作が完了するとトップパネル１２０の振動をオフするとともに、上述のように状態を監視して、検出値が所定値以上に増大した場合に、トップパネル１２０の振動をオフしてもよい。

[0327] 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、電子機器、及び駆動制御方法を提供することができる。

[0328] 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。

[0329] 本国際特許出願は２０１３年９月２６日に提出した国際特許出願PCT/JP2013/076077に基づく優先権を主張するものであり、国際特許出願PCT/JP2013/076077の全内容を本国際特許出願に援用する。

符号の説明

- [0330] １００、１００Ｄ、１００Ｅ 電子機器
- １１０ 筐体
- １２０ トップパネル
- １３０ 両面テープ
- １４０ 振動素子
- １５０ タッチパネル
- １６０ ディスプレイパネル
- １７０ 基板
- ２００ 制御部
- ２２０ 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 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

5 1 0 モータ

5 2 0 電流センサ

請求の範囲

- [請求項1] タッチパネルと、前記タッチパネルに操作入力を行う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、
- 前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号で前記振動素子を駆動する駆動制御部であって、前記操作面への操作入力の位置の移動量に応じて、前記固有振動の強度が切り替わるように前記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] 前記駆動信号は、一定の周波数と一定の位相で前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号である、請求項1記載の駆動制御装置。
- [請求項3] 前記電子機器はディスプレイパネルをさらに含み、前記タッチパネルは前記ディスプレイパネルの表示面側に配設されており、
- 前記操作入力の位置の移動量は、前記ディスプレイパネルに表示されるGUI操作部の操作量である、請求項1又は2記載の駆動制御装置。
- [請求項4] 前記駆動制御部は、前記操作入力の位置の移動量が前記GUI操作部の単位操作量に達すると、前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する、請求項3記載の駆動制御装置。
- [請求項5] 前記GUI操作部は、ダイヤル式又はスライド式のGUI操作部であり、前記操作入力は、ダイヤルボタン又はスライドボタンを操作する操作入力である、請求項3又は4記載の駆動制御装置。
- [請求項6] 前記電子機器は前記操作面を有するトップパネルをさらに含み、前記タッチパネルは前記トップパネルの前記操作面とは反対の面側に配設されており、
- 前記操作入力の位置の移動量は、前記トップパネルに規定される操作部の操作量である、請求項1又は2記載の駆動制御装置。
- [請求項7] 前記操作面は平面視で長辺と短辺を有する矩形状であり、前記駆動

制御部が前記振動素子を振動させることにより、前記操作面の前記長辺の方向に振幅が変化する定在波が生じる、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項8] 前記駆動制御部は、前記振動素子を断続的に駆動することにより、前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項9] 前記駆動制御部は、前記操作入力的位置の移動量が所定の操作量に達すると、前記移動量が前記所定の操作量に達する前において前記固有振動の強度を切り替える第 1 駆動パターンとは異なる第 2 駆動パターンで前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項10] 前記第 2 駆動パターンにおける前記固有振動の強度の切り替え度合は、前記第 1 駆動パターンにおける前記固有振動の強度の切り替え度合よりも小さい、請求項 9 記載の駆動制御装置。

[請求項11] 前記第 2 駆動パターンにおける前記固有振動の強度の切り替え度合はゼロであり、かつ、前記第 2 駆動パターンにおける前記固有振動の強度はゼロであり、前記振動素子はオフにされる、請求項 10 記載の駆動制御装置。

[請求項12] 前記所定の操作量は、前記操作入力の開始から完了までの第 1 操作量、又は、前記操作入力の開始から前記第 1 操作量の所定割合の操作が終了するまでの第 2 操作量である、請求項 9 乃至 11 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項13] 前記第 1 駆動パターンは、前記操作入力的位置の移動量が所定の操作量に近づくにつれて、前記固有振動の強度を切り替える周期を変化させる駆動パターン、又は、前記固有振動の振幅を変化させる駆動パターンである、請求項 9 乃至 12 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項14] 前記電子機器を入力装置として前記操作入力によって駆動される駆

動源の駆動電流、駆動電圧、温度、駆動位置、加速度、荷重、又は圧力を検出するセンサをさらに含み、

前記駆動制御部は、前記センサの検出値が所定値以上になると、前記検出値が前記所定値以下の場合において前記固有振動の強度を切り替える第1パターンとは異なる第2パターンで前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動する、請求項1乃至13のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項15]

タッチパネルと、

前記タッチパネルに操作入力を行う操作面に振動を発生させる振動素子と、

前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号で前記振動素子を駆動する駆動制御部であって、前記操作面への操作入力の位置の移動量に応じて、前記固有振動の強度が切り替わるように前記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16]

前記駆動制御部による前記振動素子の断続的な駆動に伴って、前記操作入力に応じた所定の処理を実行するアプリケーション制御部をさらに含む、請求項15記載の電子機器。

[請求項17]

前記操作入力の位置の移動が完了したときに、前記操作入力に応じた所定の処理を実行するアプリケーション制御部をさらに含む、請求項15記載の電子機器。

[請求項18]

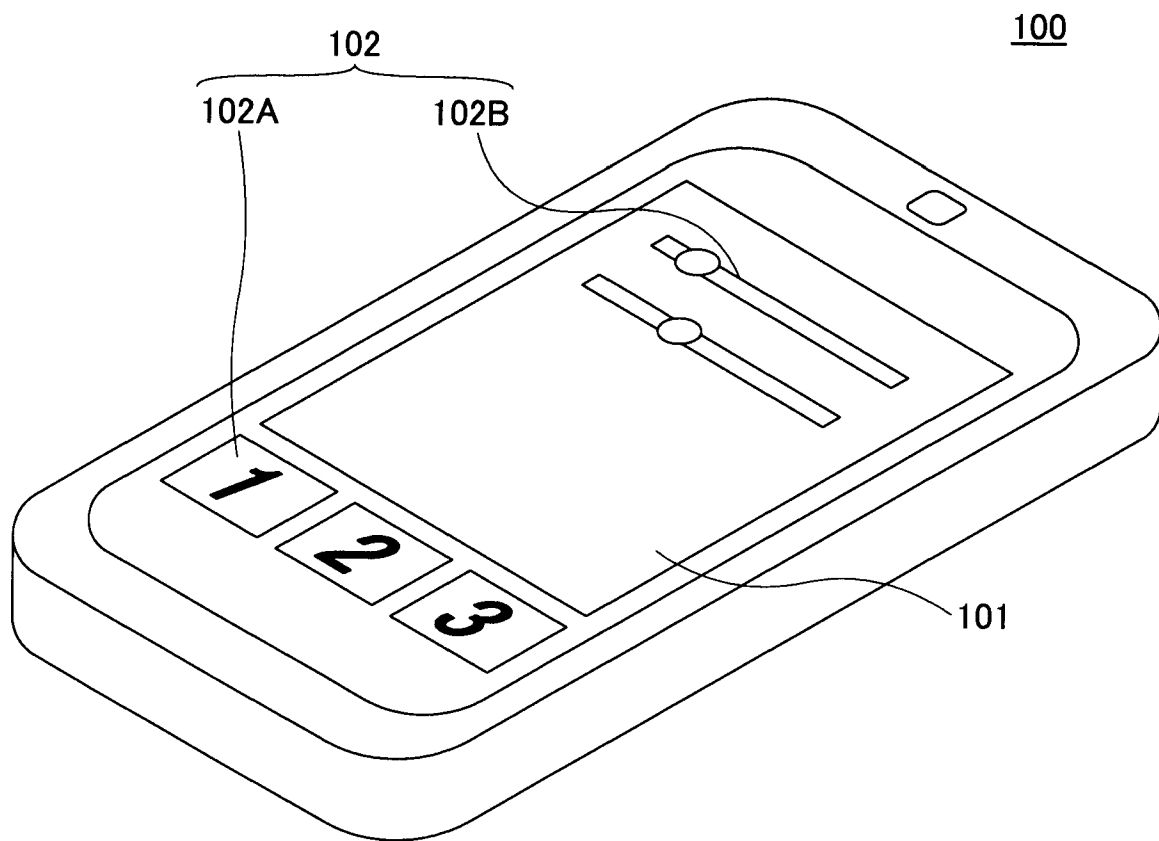
タッチパネルと、前記タッチパネルに操作入力を行う操作面に振動を発生させる振動素子とを含む電子機器の前記振動素子を駆動する駆動制御方法であって、

コンピュータが、

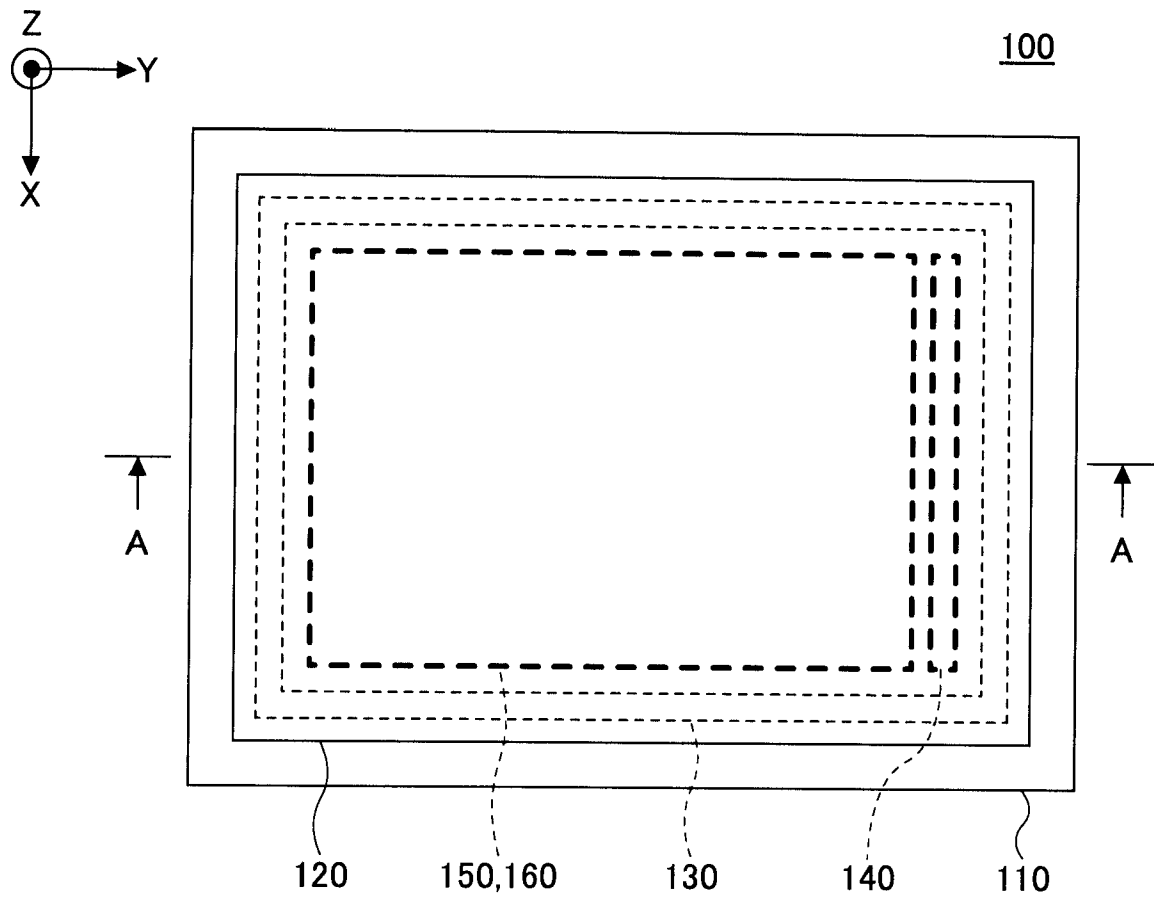
前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号で前記振動素子を駆動させる際に、前記操作面への操作入力の位置の移動量に応じて、前記固有振動の強度が切り替わるように前記振動素子を駆動す

る、駆動制御方法。

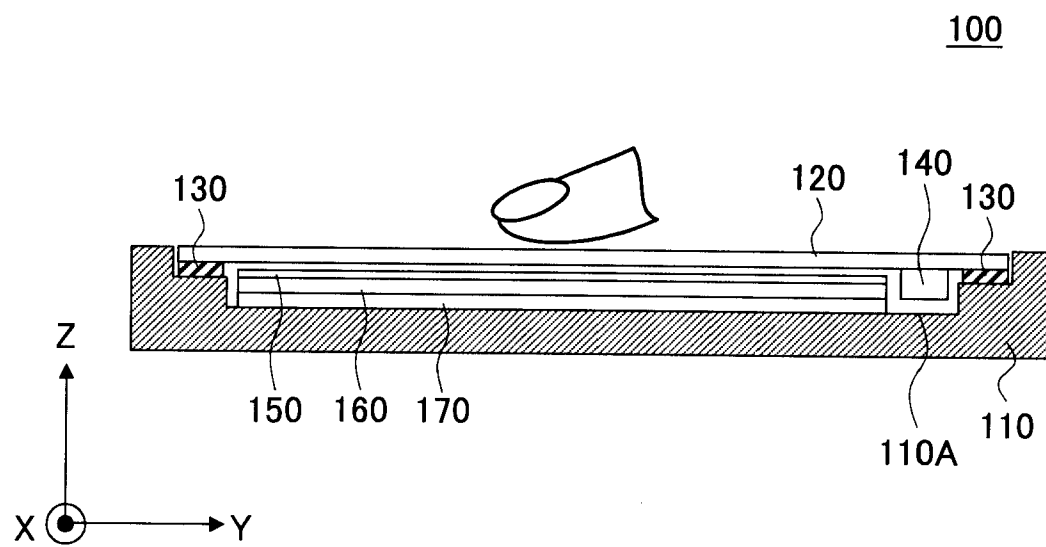
[図1]



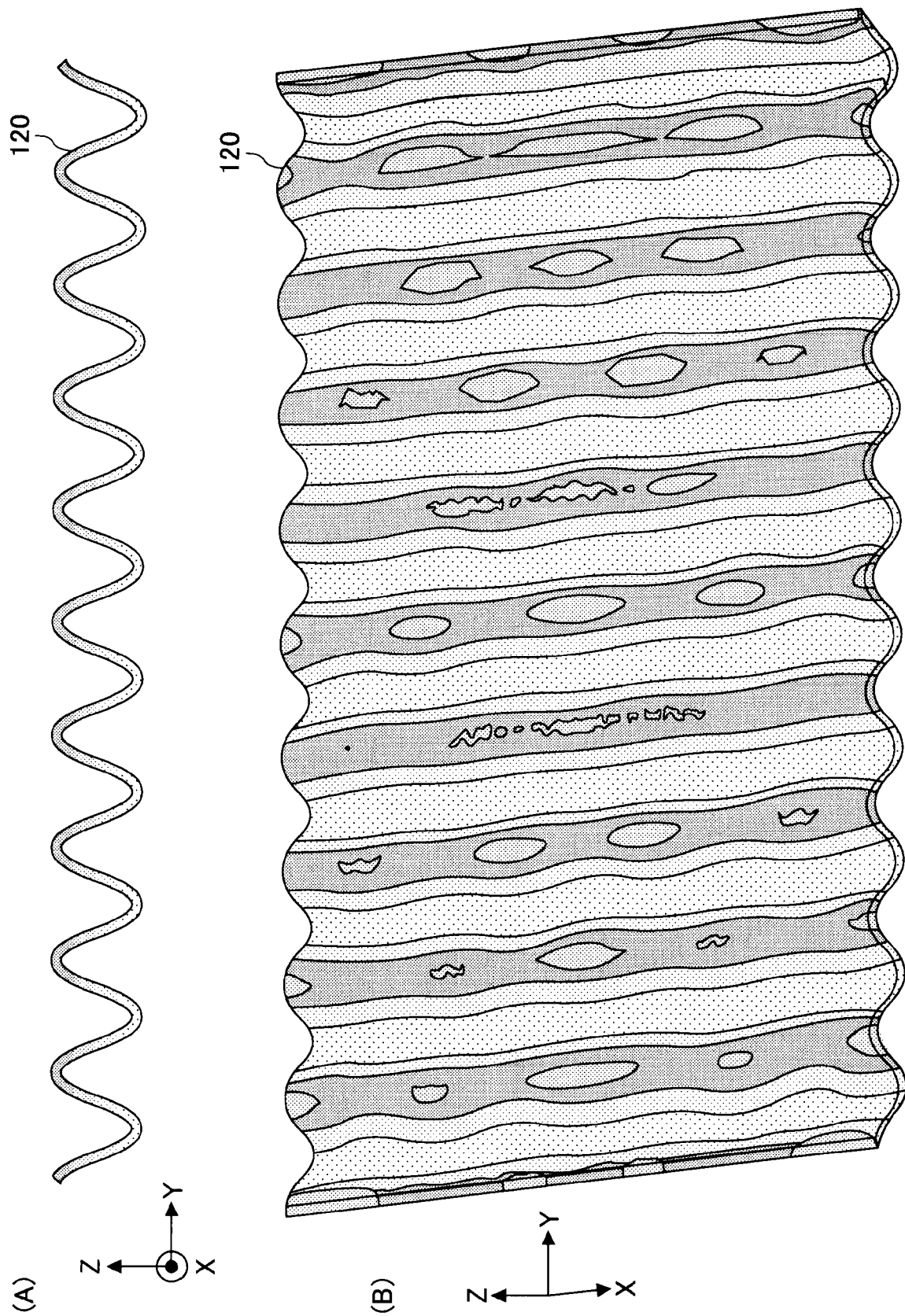
[図2]



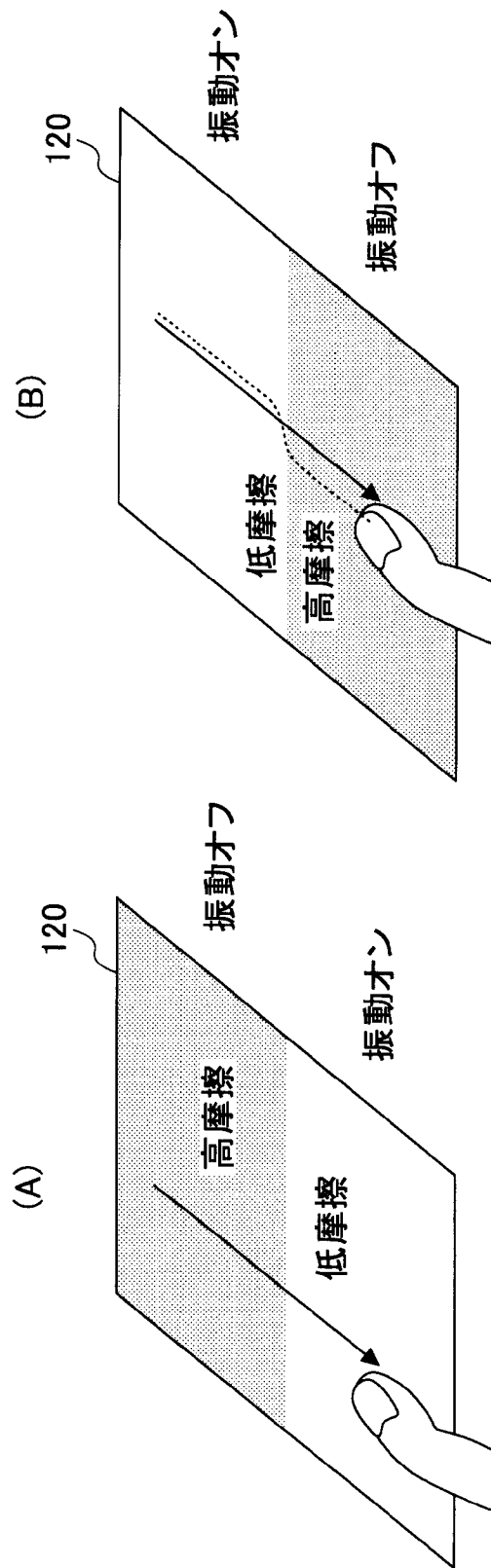
[図3]



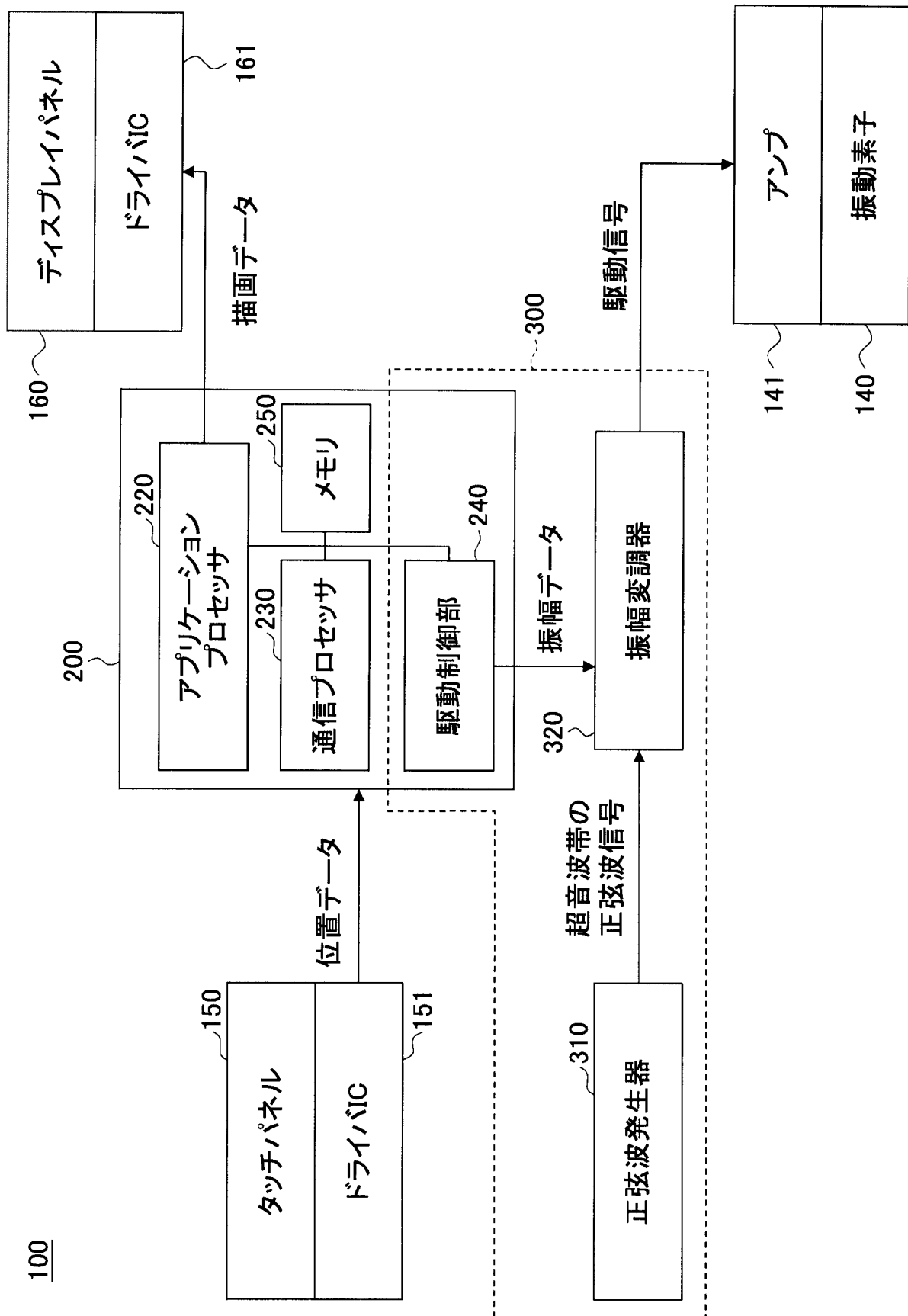
[図4]



[図5]



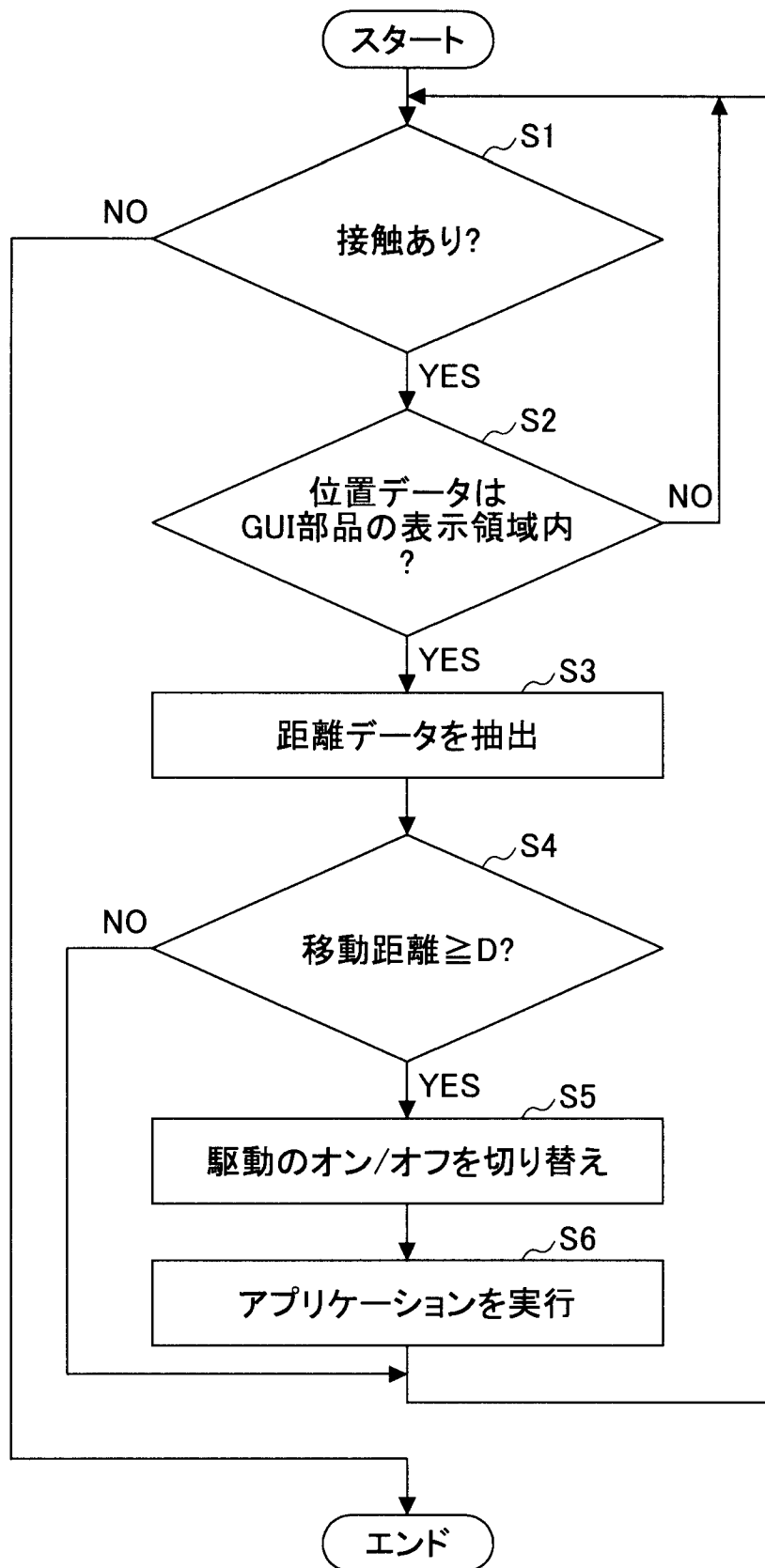
[図6]



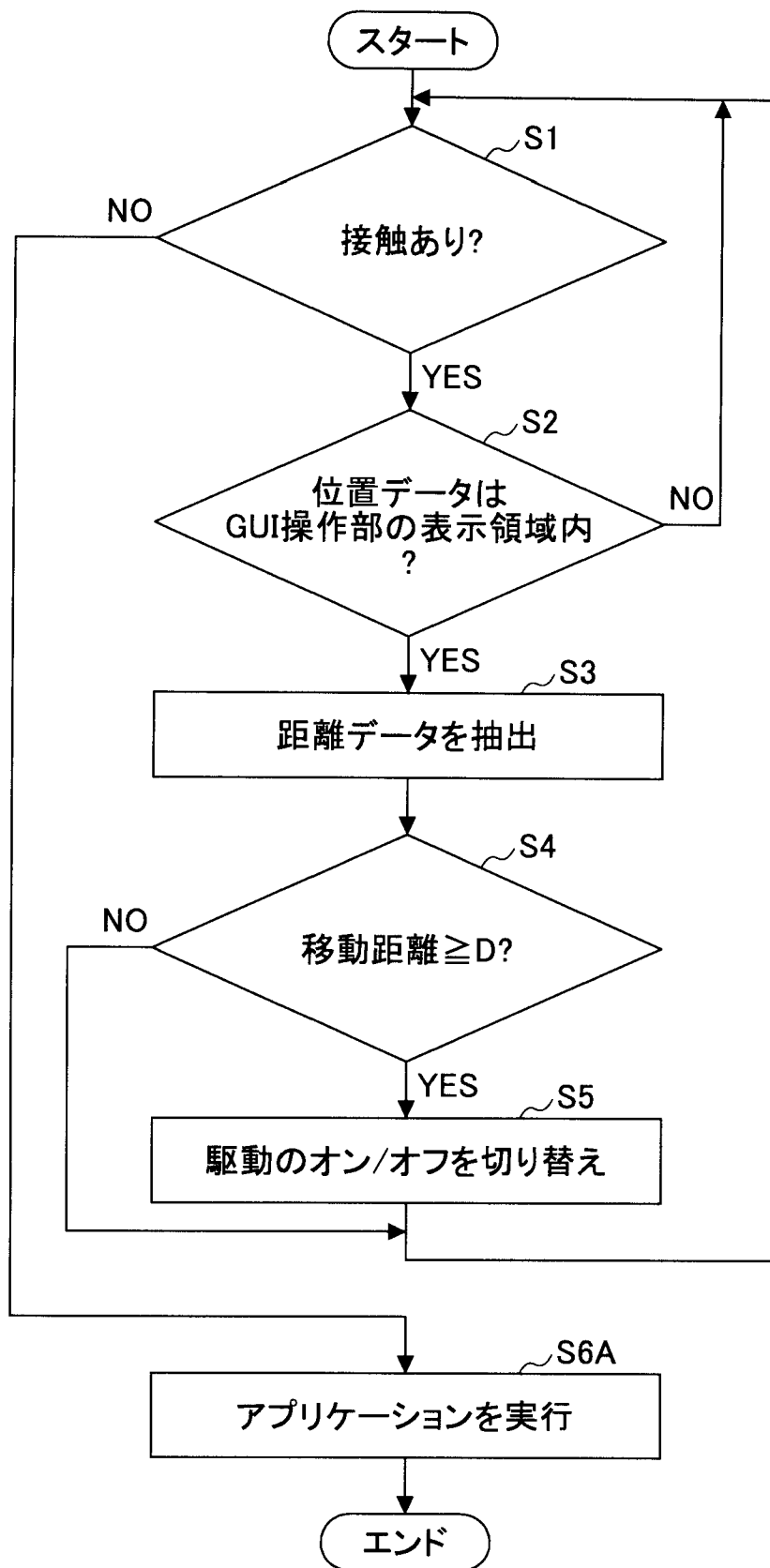
[図7]

アプリケーションID	領域データ	振動パターン	所定距離D
1	f1=(X,Y)	P1	D1
1	f2=(X,Y)	P2	D2
1	f3=(X,Y)	P3	D3
1	f4=(X,Y)	P4	D4

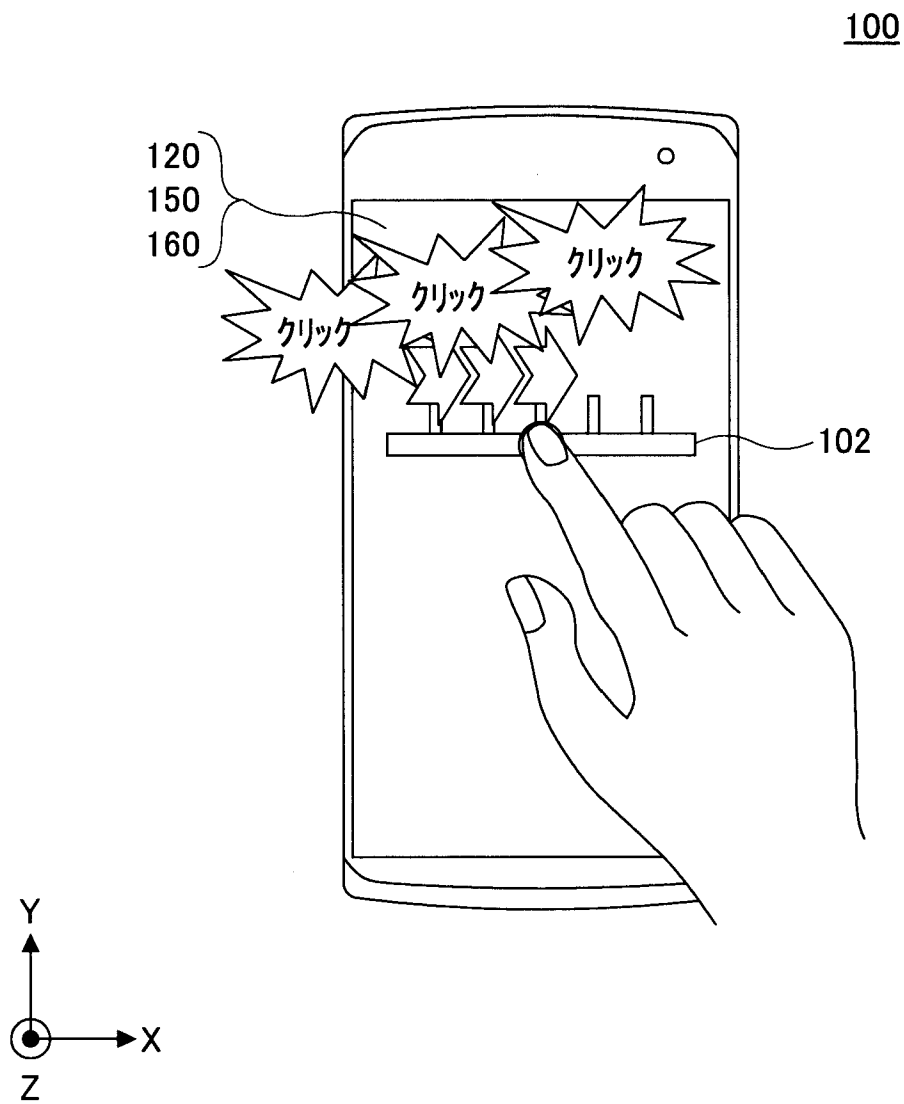
[図8]



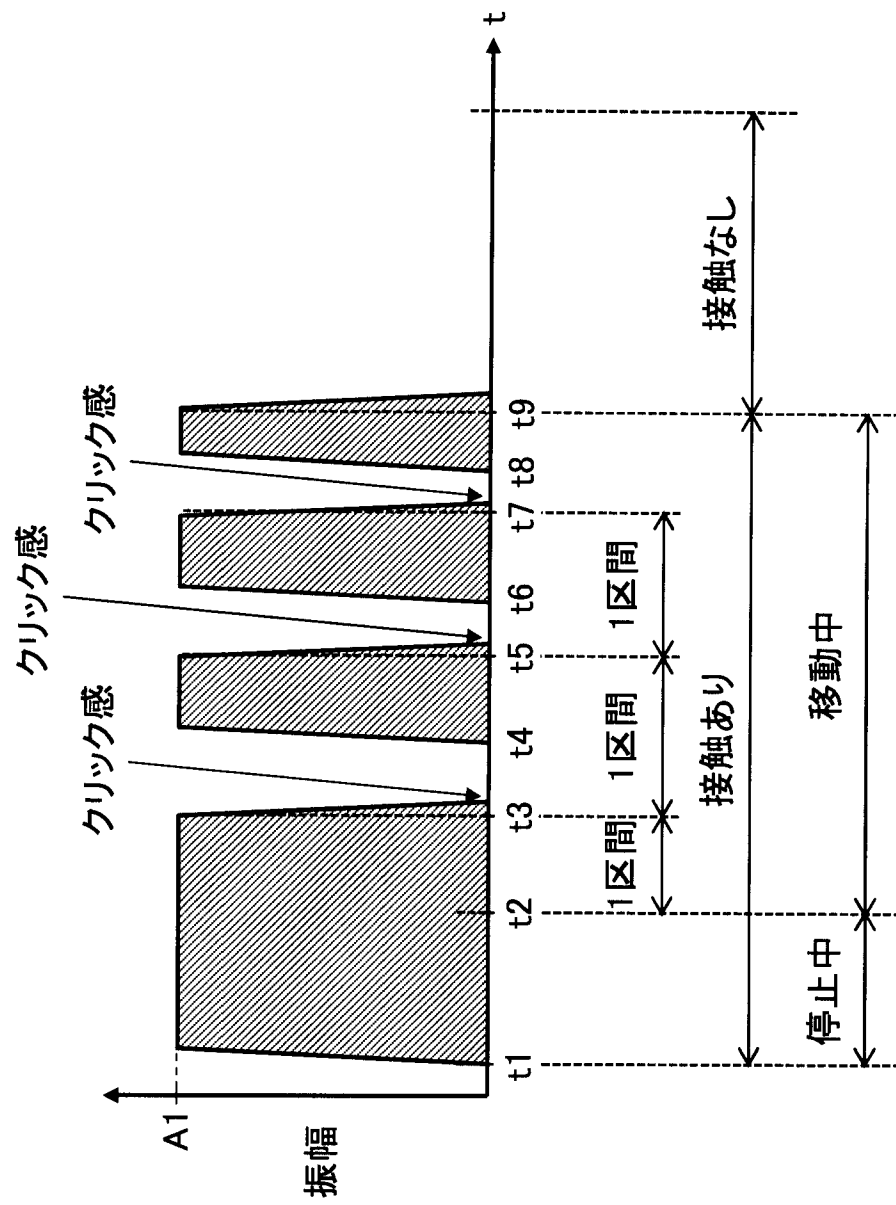
[図9]



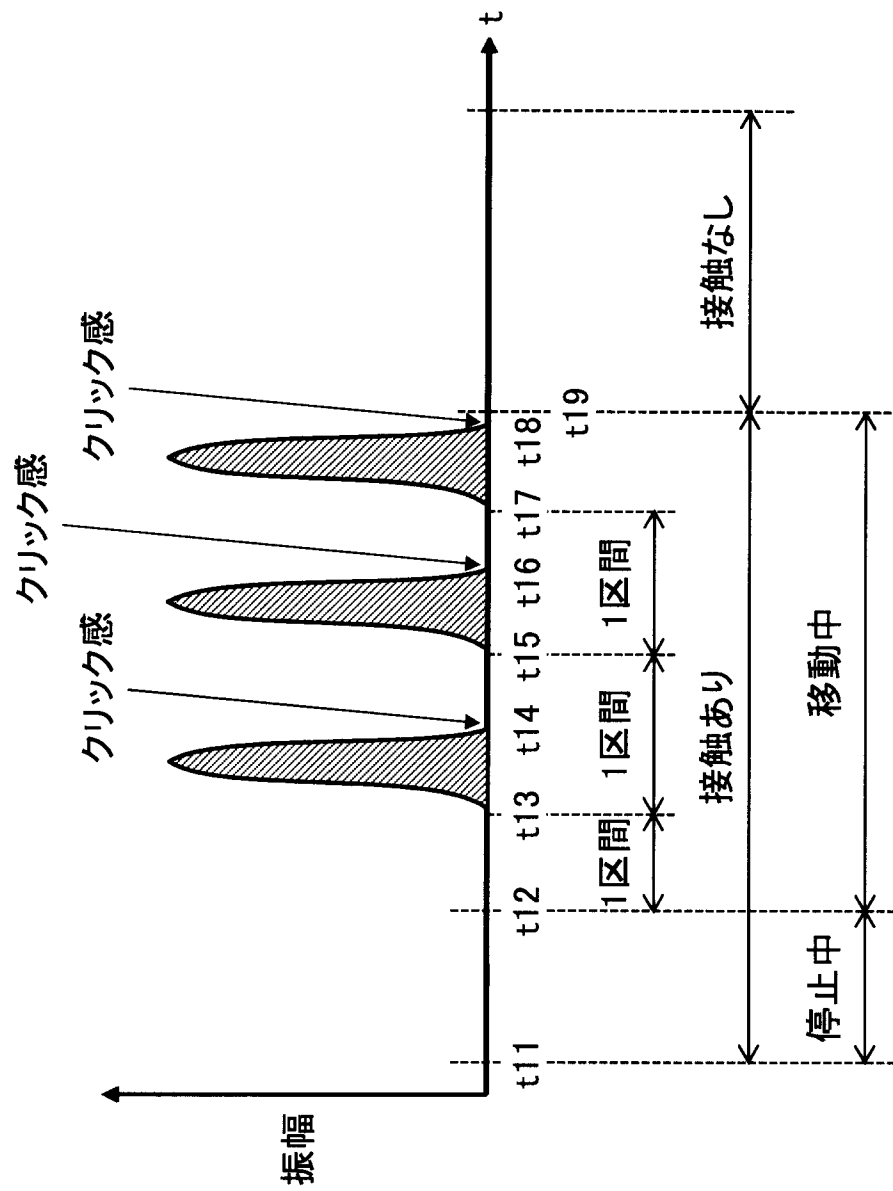
[図10]



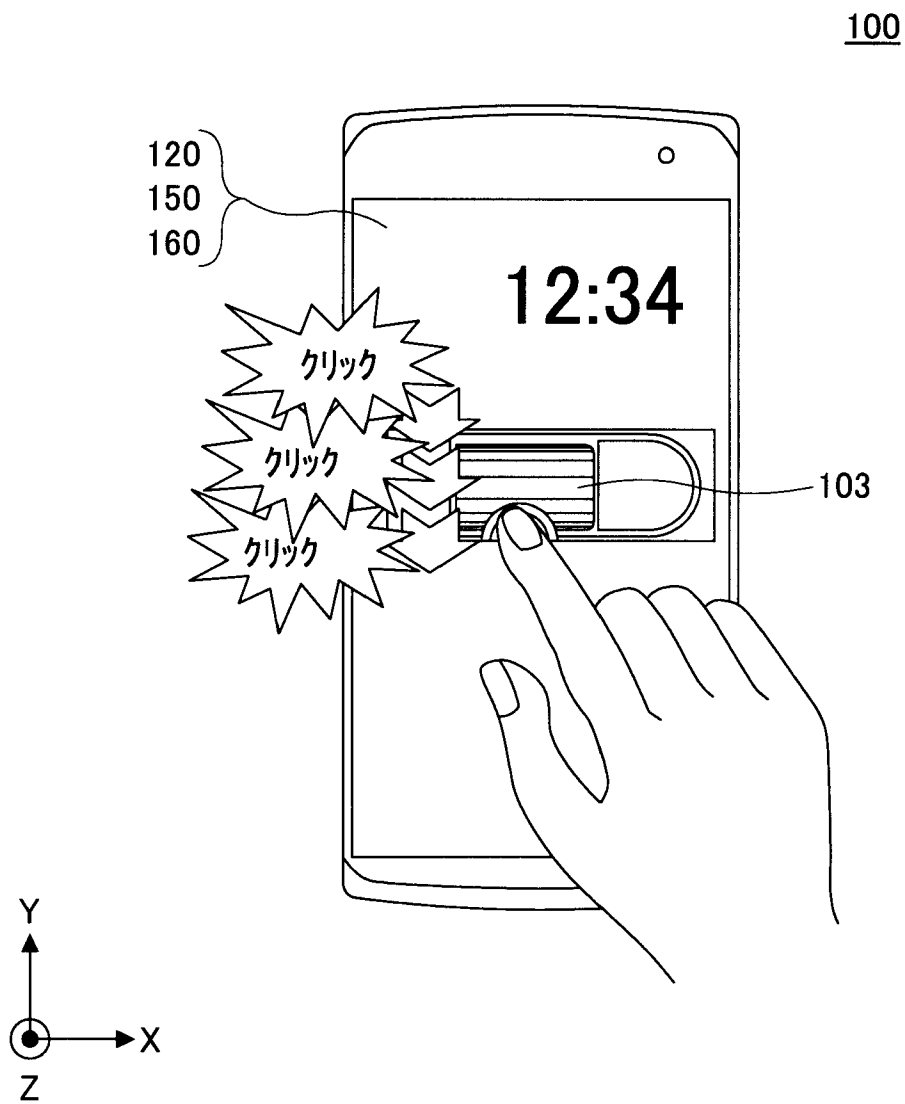
[図11]



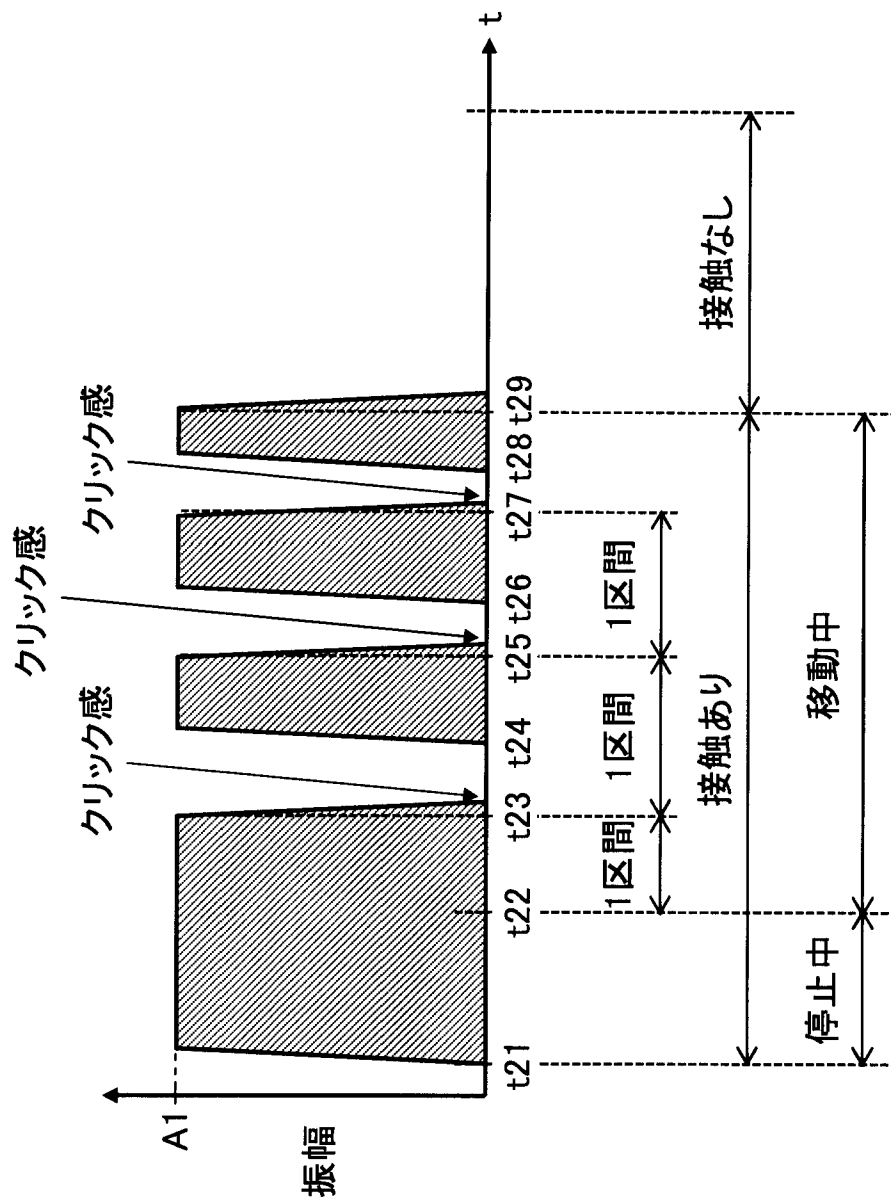
[図12]



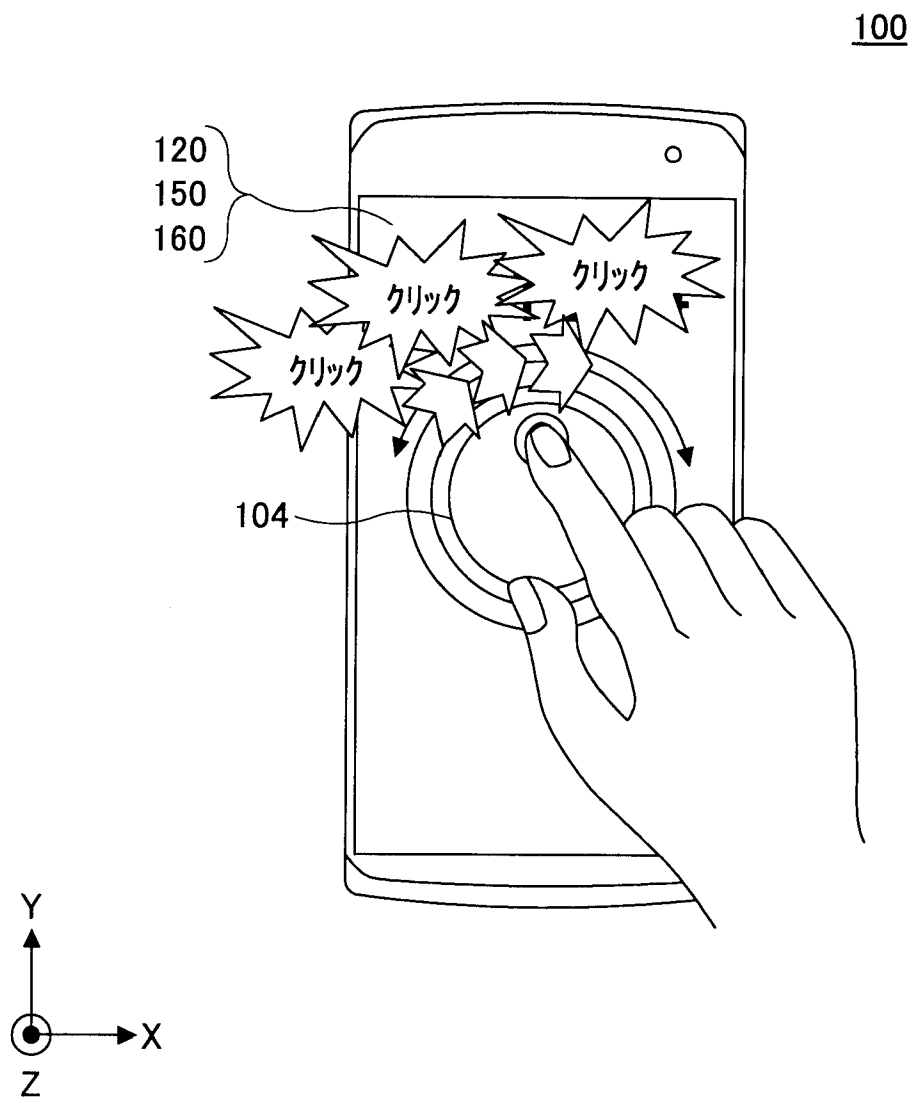
[図13]



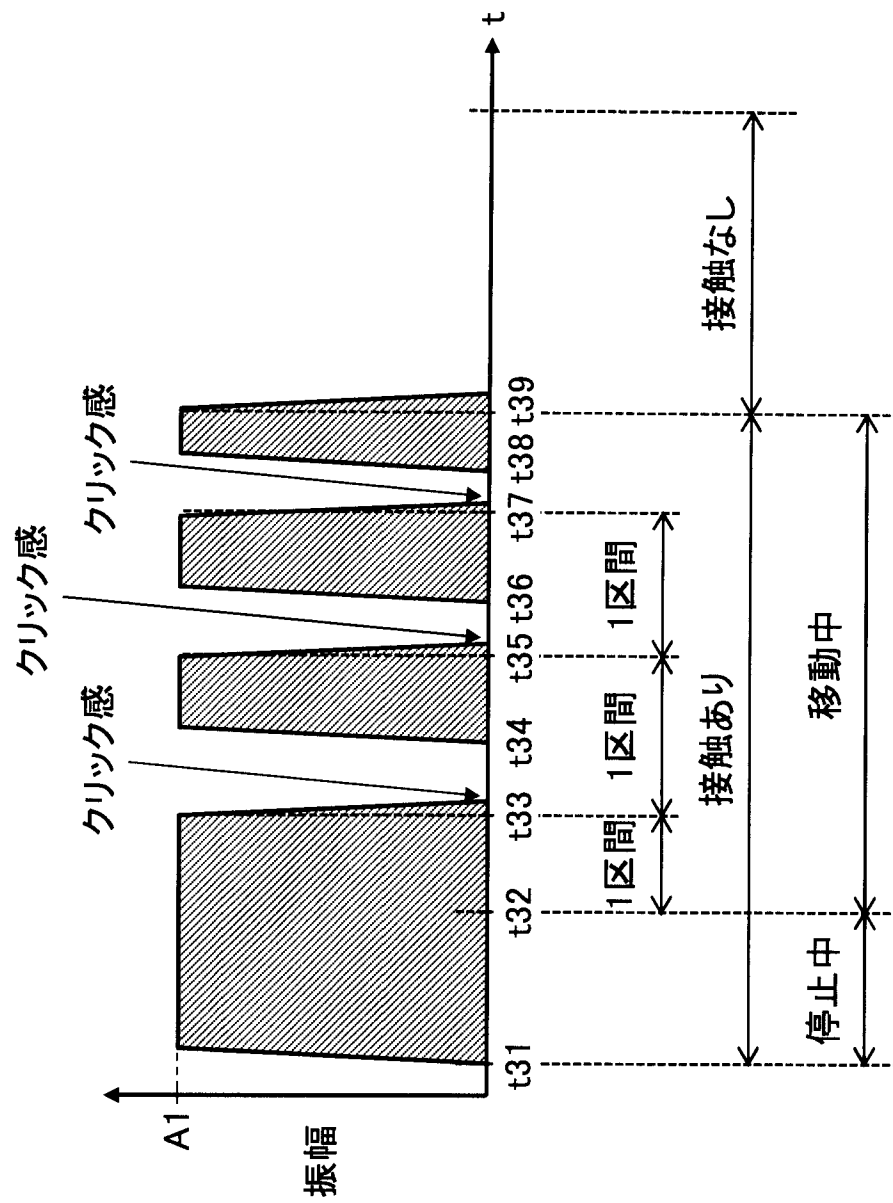
[図14]



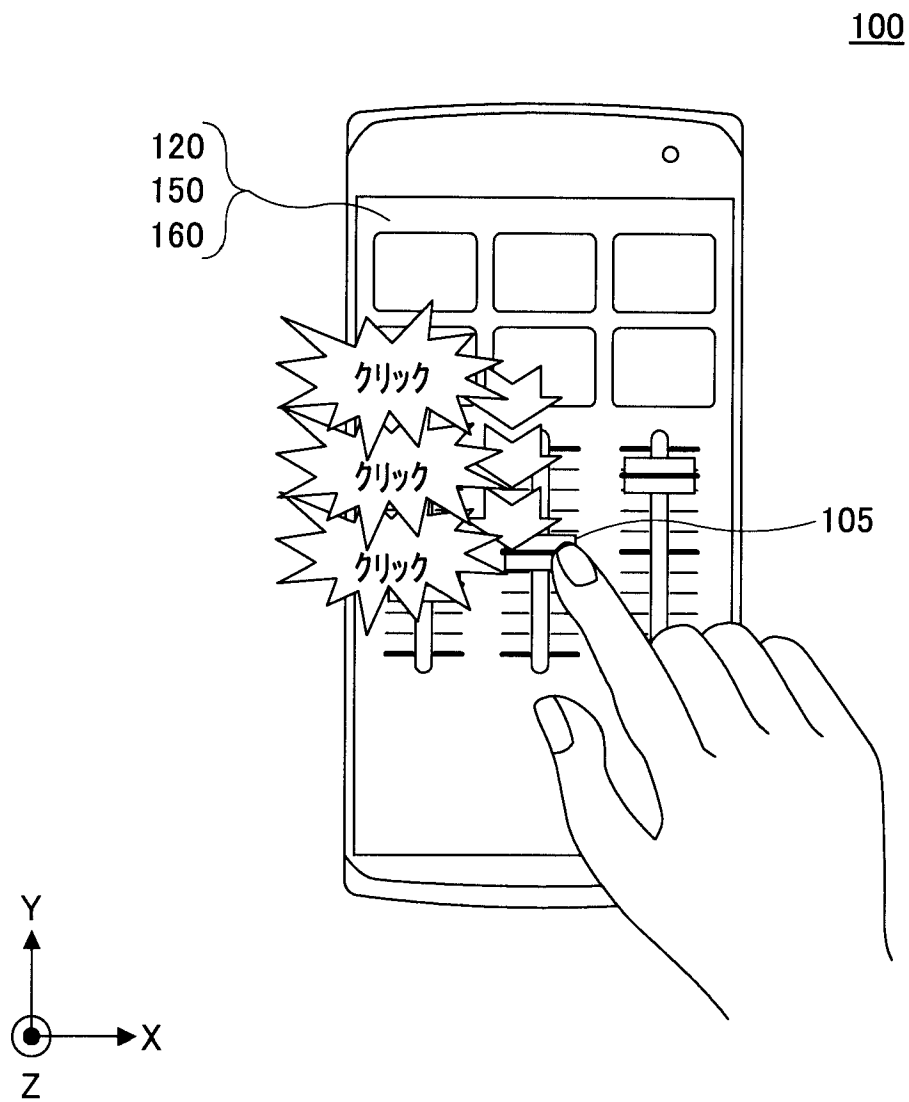
[図15]



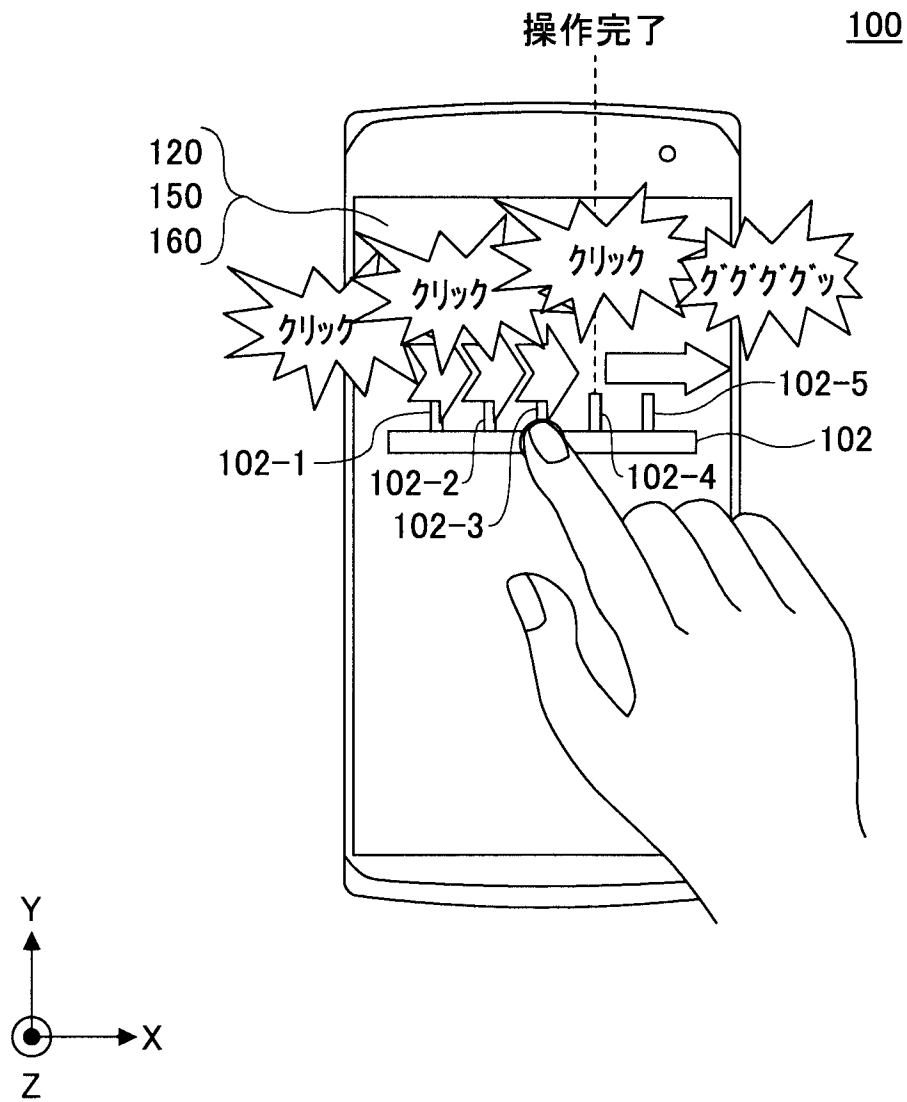
[図16]



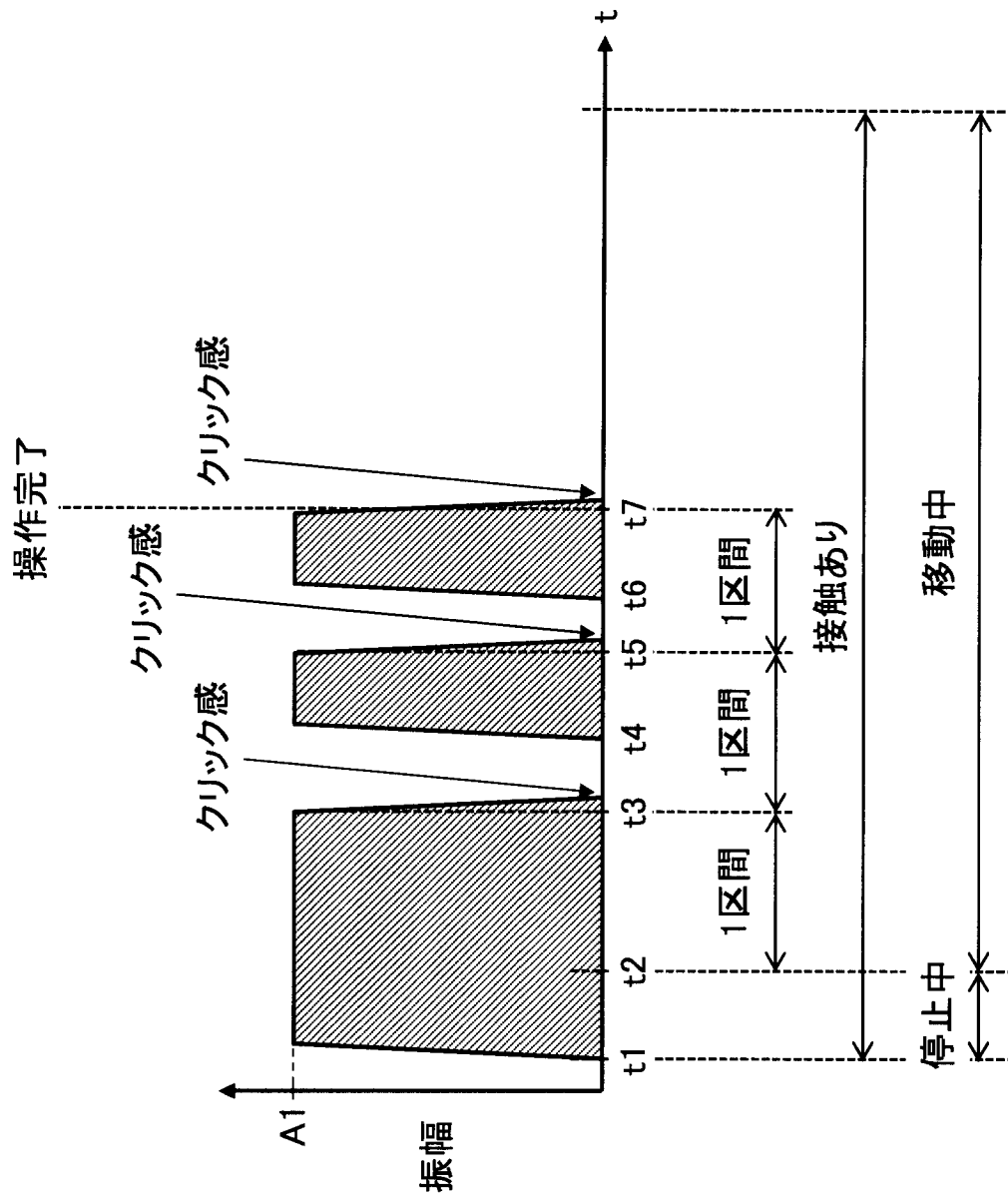
[図17]



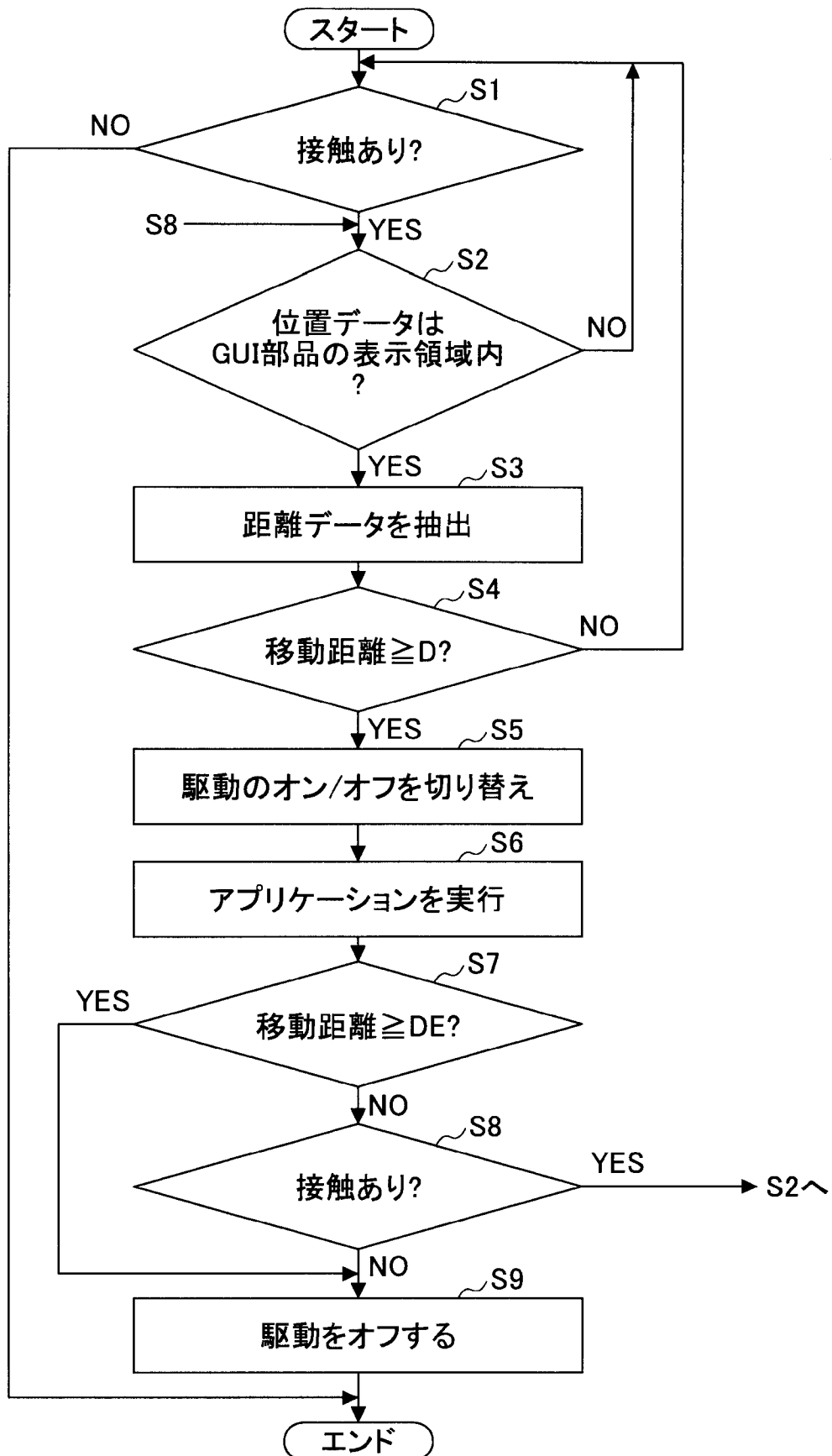
[図18]

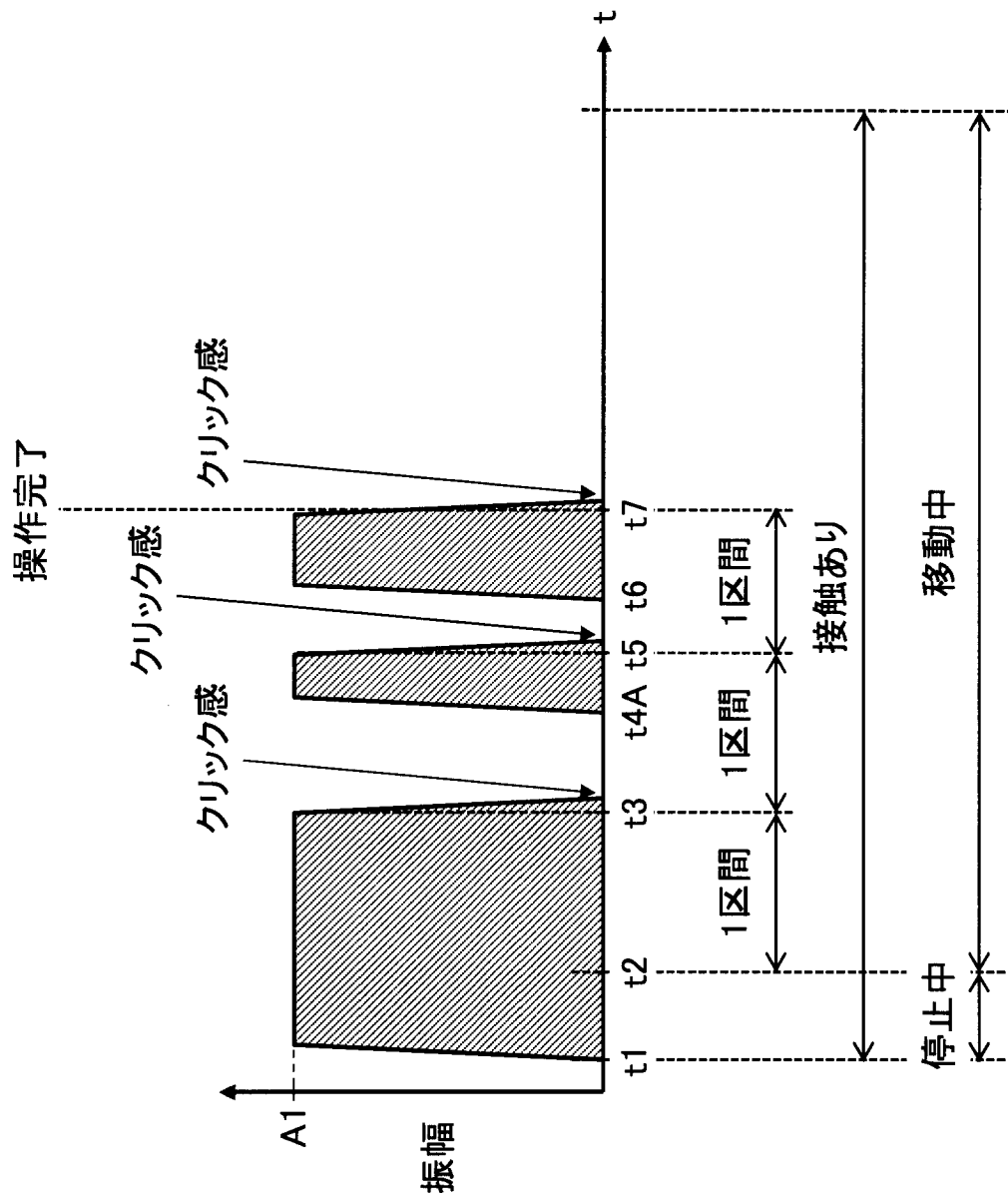


[図19]

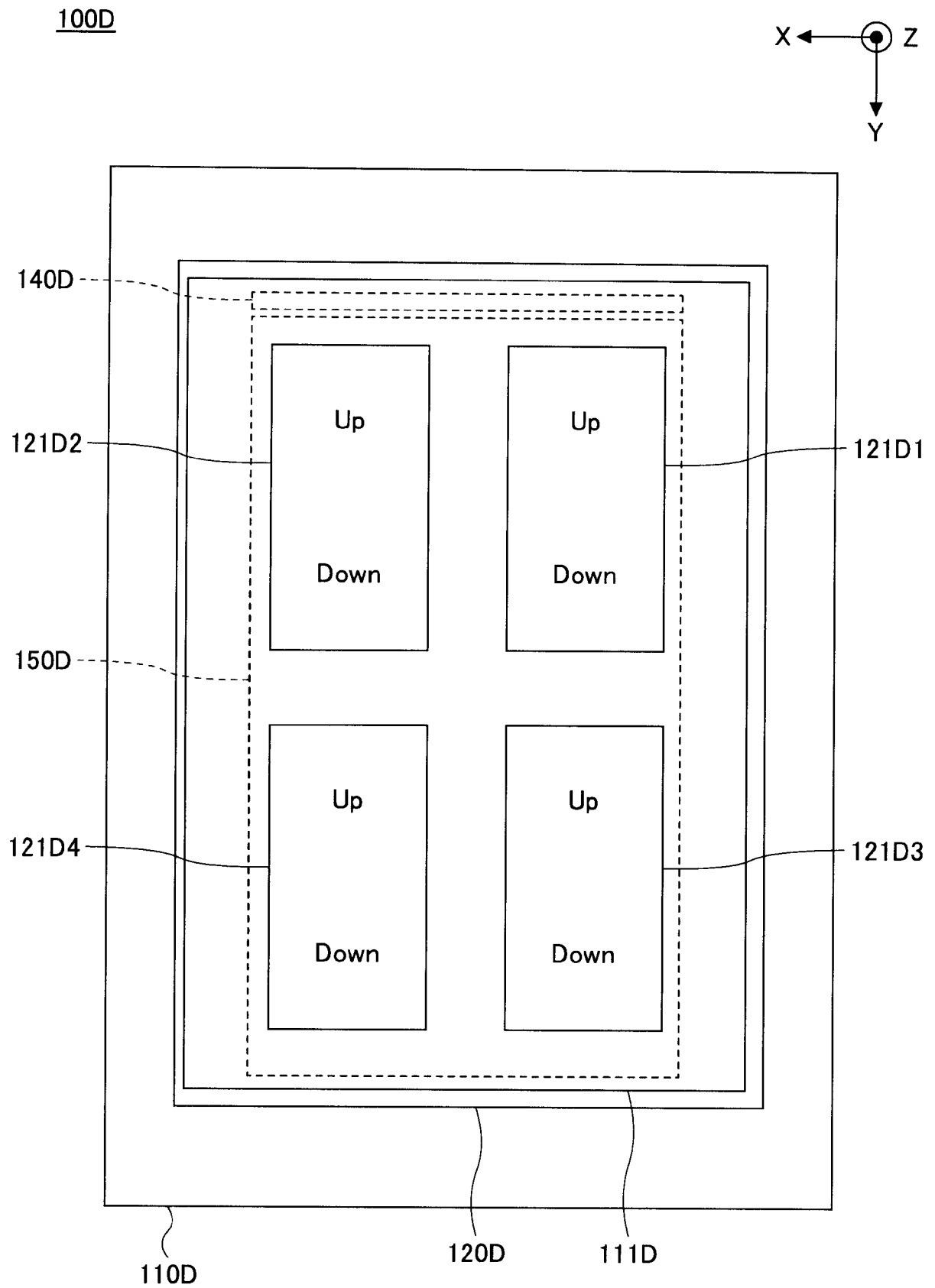


[図20]

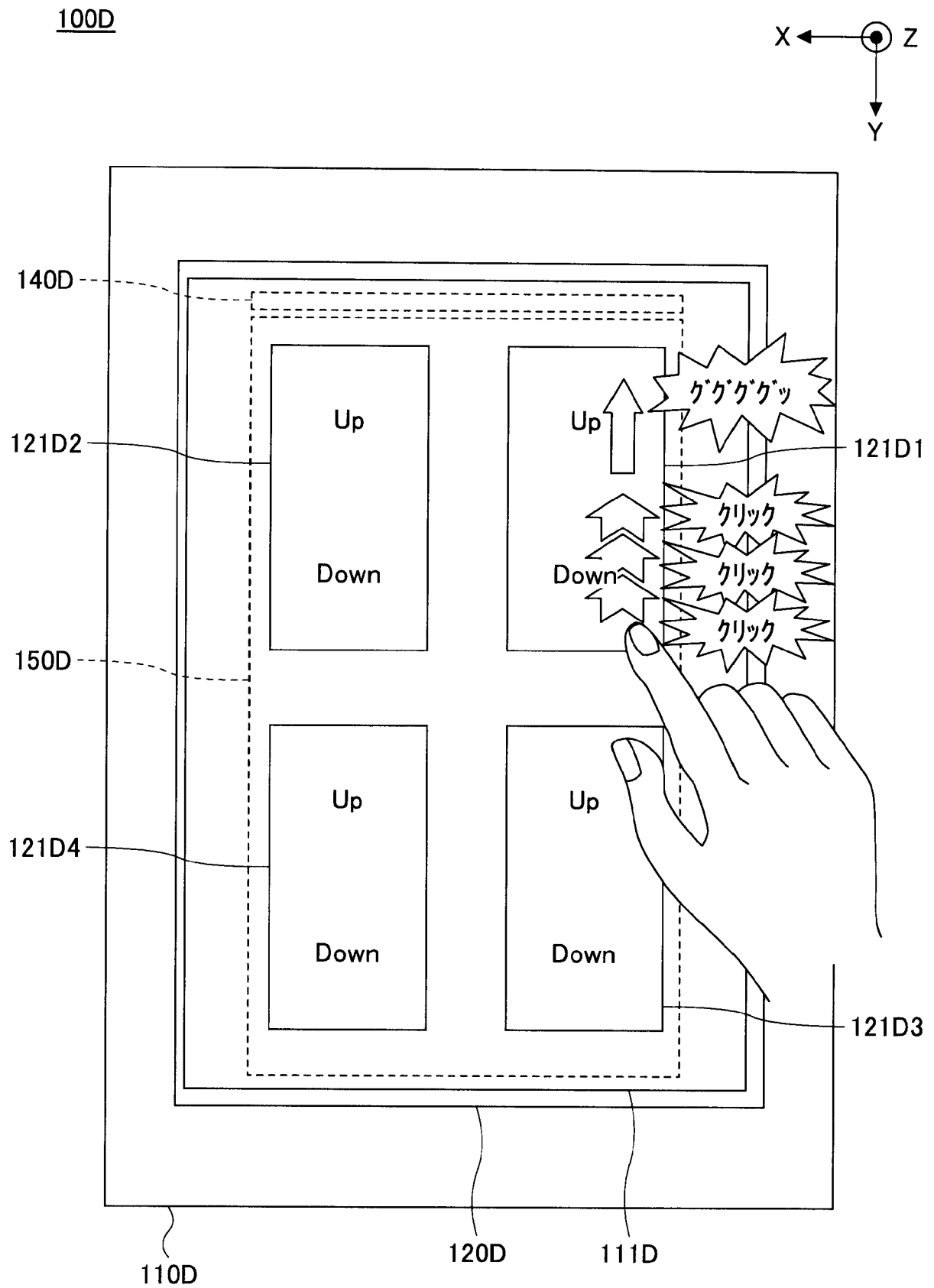




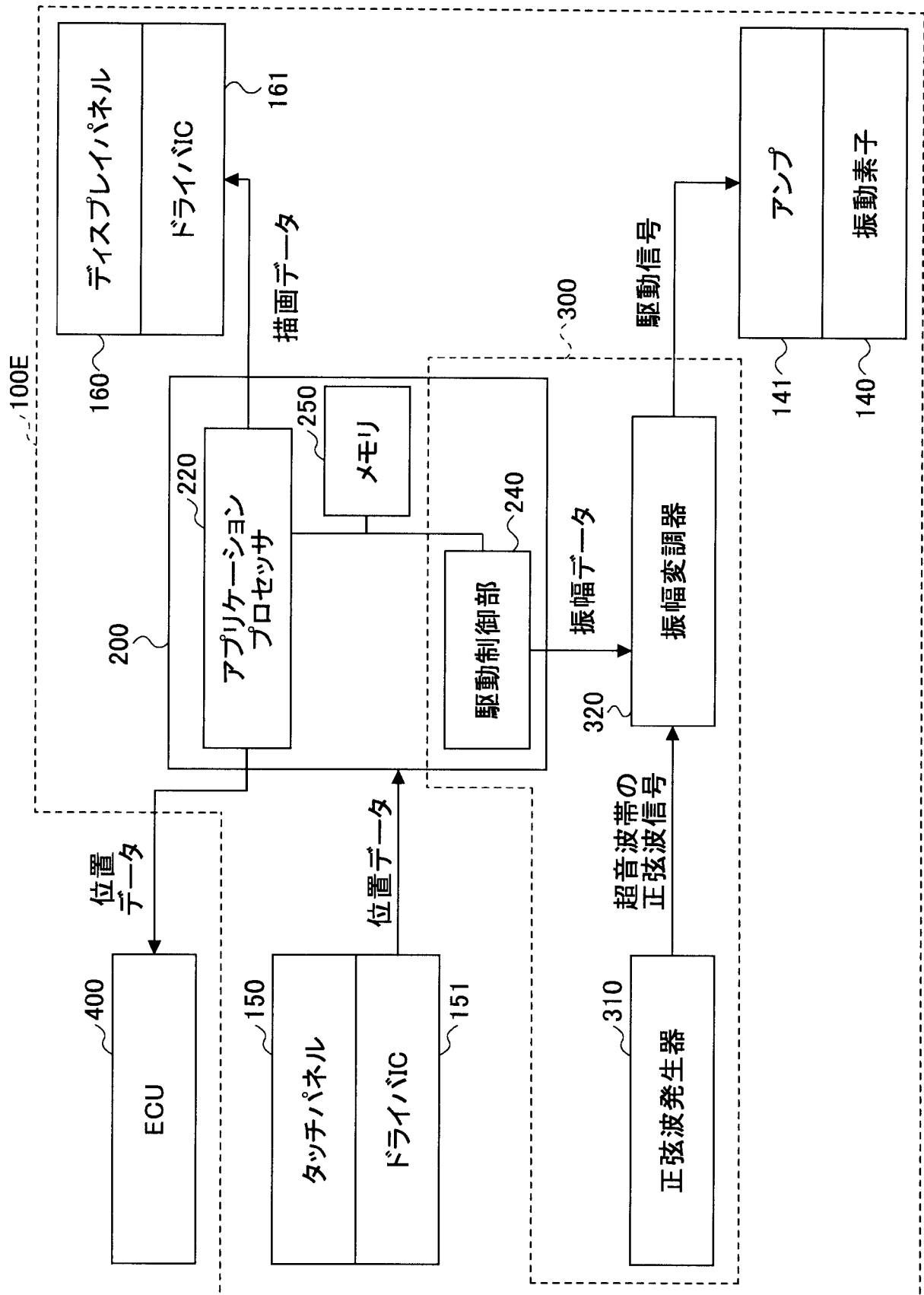
[図22]



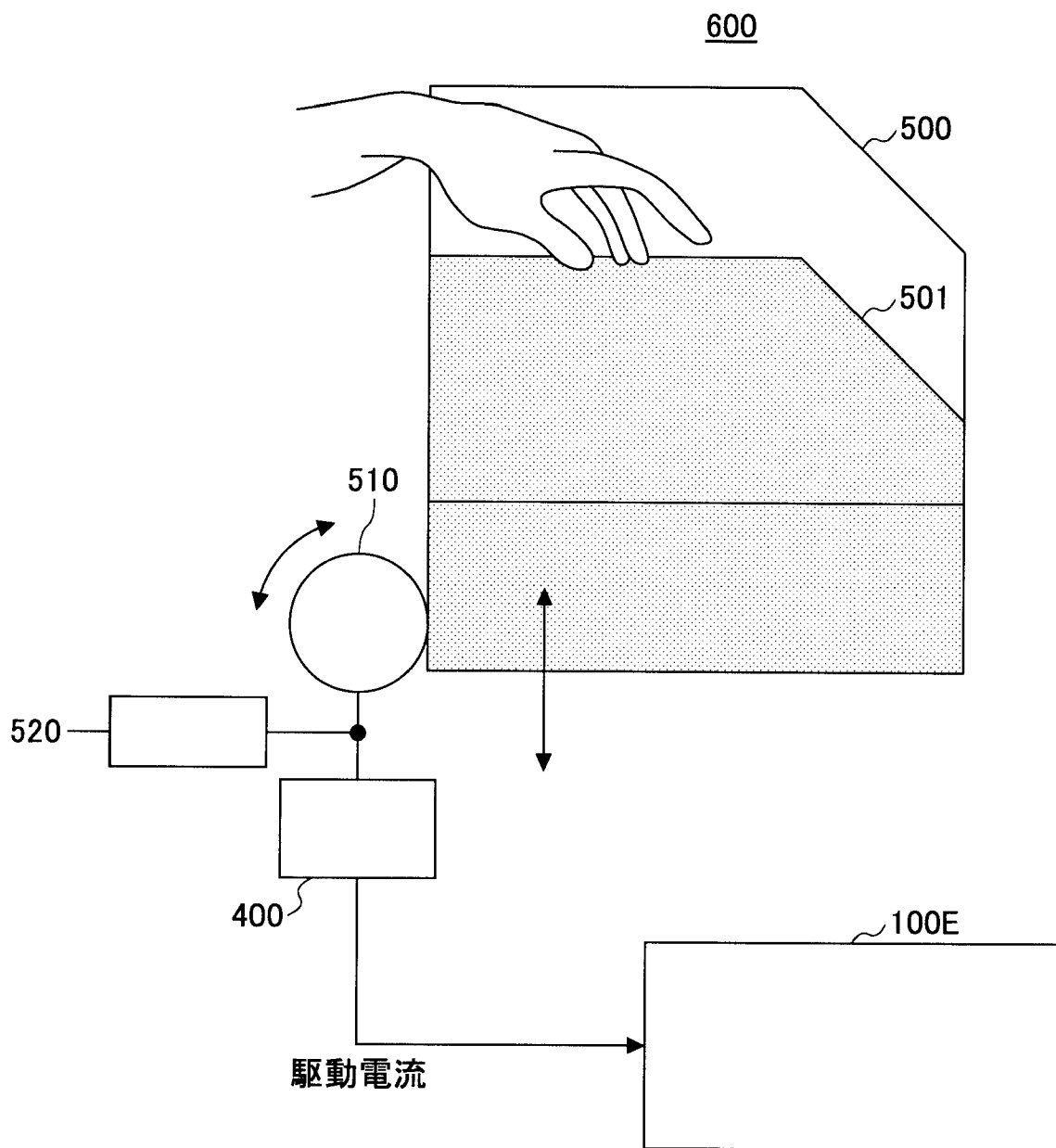
[図23]



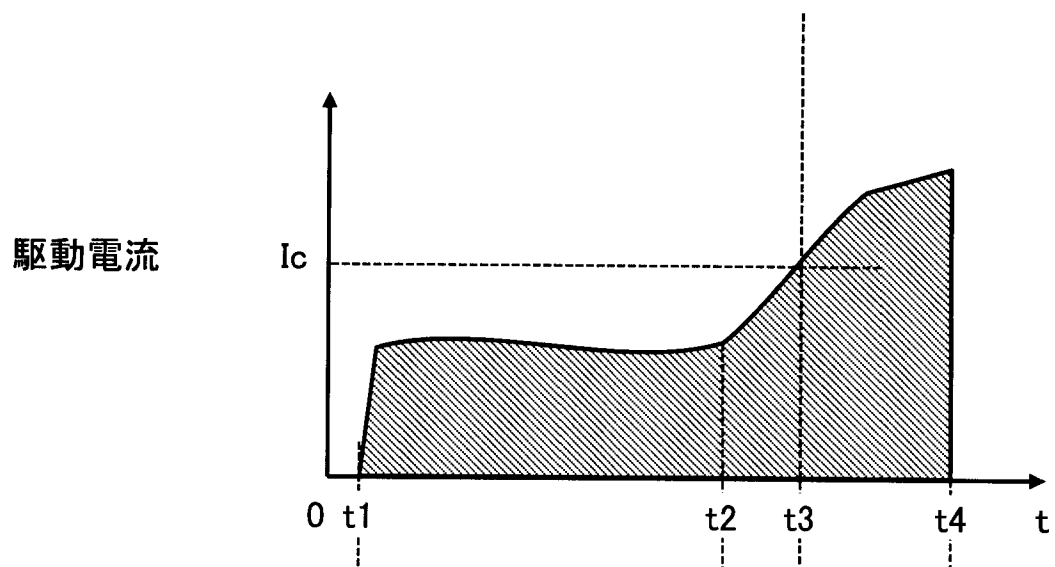
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/01(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, G06F3/0488

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2011-48832 A (Kyocera Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0036] to [0041], [0059] to [0071]; fig. 1 to 2, 4 to 5 (Family: none)	1-8, 15-18 9-14
Y	JP 2012-243189 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraph [0038] (Family: none)	1-8, 15-18
Y	JP 2010-140102 A (Kyocera Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraph [0045] & US 2010/0141410 A1 & EP 2357546 A1 & WO 2010/067577 A1 & CN 102246127 A & KR 10-2011-0088558 A	1-8, 15-18

☒ 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
07 August, 2014 (07.08.14)

Date of mailing of the international search report
19 August, 2014 (19.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/064394

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-238222 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0077] to [0087]; fig. 5 to 8, 23 & US 2011/0291976 A1 & EP 2406706 A1 & WO 2010/104019 A1 & TW 201033871 A	2, 7
P, A	US 2014/0118127 A1 (IMMERSSION CORP.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraphs [0025], [0039] to [0041]; fig. 1A, 3A to 3C & JP 2014-112357 A & EP 2728445 A2 & KR 2014-056042 A & CN 103793051 A	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/01(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（I P C））

Int.Cl. G06F3/01, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y A	JP 2011-48832 A（京セラ株式会社）2011.03.10, 段落【0036】 - 【0041】, 【0059】 - 【0071】, 第1-2, 4-5 図（ファミリーなし）	1-8, 15-18 9-14
Y	JP 2012-243189 A（株式会社東海理化電機製作所）2012.12.10, 段落【0038】（ファミリーなし）	1-8, 15-18
Y	JP 2010-140102 A（京セラ株式会社）2010.06.24, 段落【0045】 & US 2010/0141410 A1 & EP 2357546 A1 & WO 2010/067577 A1 & CN 102246127 A & KR 10-2011-0088558 A	1-8, 15-18

☒ 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

0 7 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

松田 岳士

5 E

3 1 3 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1

C (続き) . 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
Y	JP 2010-238222 A (株式会社リコー) 2010.10.21, 段落【0077】 - 【0087】, 第 5-8, 23 図 & US 2011/0291976 A1 & EP 2406706 A1 & WO 2010/104019 A1 & TW 201033871 A	2, 7
P, A	US 2014/0118127 A1 (IMMERSION CORPORATION) 2014.05.01, 段落 [0025], [0039]-[0041], 第 1A, 3A-3C 図 & JP 2014-112357 A & EP 2728445 A2 & KR 2014-056042 A & CN 103793051 A	1-18