

(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
2016年10月27日(27.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/170601 A1

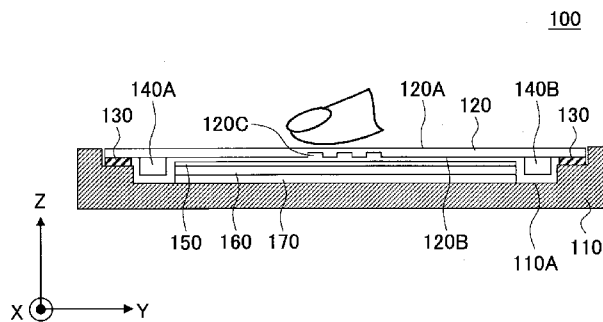
- (51) 国際特許分類:
G06F 3/043 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062119
- (22) 国際出願日: 2015年4月21日(21.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 宮本 晶規 (MIYAMOTO, 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). 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). 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 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (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, 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).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 電子機器

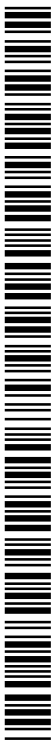
[図3]



(57) Abstract: Provided is an electronic device which is capable of efficiently emitting vibrations. This electronic device comprises: a top panel which is provided with a control screen; a coordinate detection unit which detects coordinates of a control input which is carried out upon the control screen; a first vibration element which emits a vibration upon the control screen; and a drive control unit which drives the first vibration element with a drive signal which causes the emission upon the control screen of a characteristic ultrasonic vibration, and which drives the vibration element such that the intensity of the characteristic vibration changes according to the position of the control input upon the control screen and a degree of change over time of the position thereof. The top panel comprises a periodic structure in which the thickness periodically changes in the direction in which nodes and antinodes of a standing wave, which is emitted by the characteristic vibration, are aligned, according to the period of the standing wave.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/170601 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

効率的に振動を発生させることができる電子機器を提供する。電子機器は、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座標を検出する座標検出部と、前記操作面に振動を発生させる第 1 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第 1 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及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記振動素子を駆動する駆動制御部を含み、前記トップパネルは、前記固有振動によって発生される定在波の腹と節が配列される方向において、前記定在波の周期に応じて厚さが周期的に変化する周期構造を有する。

明 細 書

発明の名称：電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器に関する。

背景技術

[0002] 従来より、入力部と、前記入力部に設けられた複数の振動部と、押圧された入力位置に応じて、複数の前記振動部のうち一部の振動部を振動させる制御部と、を備えた触覚伝達装置がある（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-090615号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、従来の触覚伝達装置は、利用者が指先で触れるパネルに全体的に振動が生じる構成であるため、効率的に振動を発生させることが困難である。

[0005] そこで、効率的に振動を発生させることができる電子機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の実施の形態の電子機器は、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座標を検出する座標検出部と、前記操作面に振動を発生させる第1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第1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及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記振動素子を駆動する駆動制御部とを含み、前記トップパネルは、前記固有振動によって発生される定在波の腹と節が配列される方向において、前記定在波の周期に応じて厚さが周期的に変化する周

期構造を有する。

発明の効果

[0007] 効率的に振動を発生させることができる電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [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第1データと第2データを示す図である。

[図8]実施の形態の電子機器の駆動制御装置が実行する処理を示すフローチャートである。

[図9]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図10]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図11]トップパネルに生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。

[図12]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図13]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図14]トップパネルに生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。

[図15]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図16]周期構造を有するトップパネルを示す図である。

[図17]トップパネルに生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。

[図18] トップパネルに振動素子を取り付けた状態を示す平面図である。

[図19] トップパネルに振動素子を取り付けた状態を示す平面図である。

[図20] 変形例の電子機器を示す図である。

[図21] 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。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の電子機器を適用した実施の形態について説明する。

[0010] <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。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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140A及び140B、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。

[0017] 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。

[0018] 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）120A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。

[0019] トップパネル120は、Z軸負方向側の面に振動素子140A及び140B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。

[0020] 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。

[0021] トップパネル120は、Z軸負方向側の面に振動素子140A及び140Bが接着された状態で、振動素子140A及び／又は140B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140A及び140Bが接着されているため、実際には、振動素子140A及び140Bの重さ等を考慮した上で、固有振動周波数を定めることが好ましい。

[0022] また、このようなトップパネル120の裏面120Bには、Y軸方向に沿って厚さが周期的に変化する周期構造120Cが配設される。周期構造120Cは、Y軸方向に等間隔で配置される3本の凹部である。周期構造120Cの凹部は、トップパネル120のX軸正方向側の端部からX軸負方向側の端部まで、X軸方向にわたって伸延している。周期構造120Cの詳細については、図9乃至図11を用いて後述する。

- [0023] なお、トップパネル120のY軸方向における中心点よりもY軸負方向側の部分をパネル部120-1と称し、トップパネル120のY軸方向における中心点よりもY軸正方向側の部分をパネル部120-2と称す。
- [0024] 振動素子140Aは、トップパネル120の裏面120Bにおいて、Y軸負方向側で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140Aは、第1振動素子の一例である。振動素子140Bは、トップパネル120の裏面120Bにおいて、Y軸正方向側で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140Bは、第2振動素子の一例である。
- [0025] すなわち、振動素子140Aは、周期構造120CよりもY軸負方向側に配設されており、振動素子140Bは、周期構造120CよりもY軸正方向側に配設されている。2つの振動素子140A及び140Bは、トップパネル120の2つの短辺に平行な中心線を通るXZ平面に平行な面に対して面対称になるように配設される。
- [0026] 振動素子140A及び140B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。振動素子140A及び140Bは、X軸方向に長手方向を有し、Y軸方向に短手方向を有する、平面視で長方形の薄型の振動素子である。
- [0027] 振動素子140A及び140B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140A及び140B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140A及び140Bのオン／オフは駆動信号によって制御される。
- [0028] 振動素子140Aは、パネル部120-1に操作入力が行われた場合に駆動され、振動素子140Bは、パネル部120-2に操作入力が行われた場合に駆動される。
- [0029] 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140A及び140B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140A及び140B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。

- [0030] 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。
- [0031] 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。
- [0032] 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。
- [0033] 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。
- [0034] また、タッチパネル150が抵抗膜型の場合は、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。

- [0035] ディ스플레이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。
- [0036] ディ스플레이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。
- [0037] 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。
- [0038] 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。
- [0039] 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140A又は140B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140A及び140B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。
- [0040] 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。
- [0041] 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。
- [0042] 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140A及び140Bを省略する。また、ここでは、トップパネル120に周期構造120Cが設けられていない場合の定在波を示す。

[0043] 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。

[0044] [数1]

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

[0045] [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。

[0046] 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。

[0047] トップパネル 120 は、平板状の部材であるが、振動素子 140A 及び 140B (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。

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。

[0048] なお、振動のオン/オフは、振動素子 140A を駆動する場合は、振動素子 140A をオン/オフすることによって行われ、振動素子 140B を駆動する場合は、振動素子 140B 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。
- [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。
- [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 140A 又は 140B 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 140A 及び 140B、アンプ 141A、141B、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 IC 161、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、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。

[0065] 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。

[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 141A、141B、ドライバ IC 151、ドライバ IC 161、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。

[0067] アンプ 141A は、駆動制御装置 300 と振動素子 140A 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 140A を駆動する。アンプ 141B は、駆動制御装置 300 と振動素子 140B 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 140B 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 の種々のアプリケーションを実行する処理を行う。

[0071] 通信プロセッサ 230 は、電子機器 100 が 3G (Generation)、4G (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、2つの所定の条件が揃った場合に、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 140A 及び 140B 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。振幅値は、位置データの時間的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 IC 151 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。

[0073] 振動素子 140A は、パネル部 120-1 に操作入力が行われた場合に駆

動され、振動素子 140B は、パネル部 120-2 に操作入力が行われた場合に駆動される。パネル部 120-1 又は 120-2 のどちらに操作入力が行われたかは、タッチパネル 150 によって検出される座標が、パネル部 120-1 又は 120-2 のどちらに含まれる座標であるかで判定することができる。

[0074] 駆動制御装置 300 は、一例として、指先の移動速度に関わらずに利用者が指先から感知する触感を一定にするために、移動速度が高いほど振幅値を小さくし、移動速度が低いほど振幅値を大きくする。

[0075] このような振幅値を表す振幅データと移動速度との関係を表す第 1 データは、メモリ 250 に格納されている。

[0076] なお、ここでは、第 1 データを用いて移動速度に応じた振幅値を設定する形態について説明するが、次式 (3) を用いて振幅値 A を算出してもよい。式 (3) で算出される振幅値 A は、移動速度が高いほど小さくなり、移動速度が低いほど大きくなる。

[0077] [数3]

$$A = A_0 / \sqrt{|V|/a} \quad (3)$$

ここで、A0 は振幅の基準値であり、V は指先の移動速度であり、a は所定の定数である。式 (3) を用いて振幅値 A を算出する場合は、式 (3) を表すデータと、振幅の基準値 A0 と所定の定数 a を表すデータとをメモリ 250 に格納しておけばよい。

[0078] 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140A又は140B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つ目の所定の条件である。

[0079] 従って、駆動制御部240が出力する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、移動速度に応じて所定の振幅値に設定される。移動速度が所定の閾値速度以上のときには、移動速度が高いほど振幅値は小さく設定され、移動速度が低いほど振幅値を大きく設定される。

[0080] 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、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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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、GU

1 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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第2データは、メモリ250に格納されている。

[0089] また、駆動制御部240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の間における指先の位置の変化分を補間するために、次の処理を行う。

[0090] 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も同様である。このため、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、制御周期に等しい。

[0091] ここで、指先の移動速度は、ドライバIC151から駆動制御装置300に入力される位置データが表す点(x_1 , y_1)を始点とし、所要時間 Δt が経過した後の指先の位置を終点(x_2 , y_2)とするベクトルの速度として求めることができる。

[0092] 実施の形態の電子機器100では、上述のようにして所要時間 Δt 経過後の座標を推定することにより、所要時間 Δt の間における指先の位置の変化分を補間する。

[0093] このような所要時間 Δt 経過後の座標を推定する演算は、駆動制御部240が行う。駆動制御部240は、推定座標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し、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動を発生させる。従って、2つ目の所定の条件は、推定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。

[0094] 以上より、駆動制御部240が振幅データを振幅変調器320に出力するために必要な2つの所定の条件は、指先の移動速度が所定の閾値速度以上であることと、推定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。

[0095] 駆動制御部240は、指先の移動速度が所定の閾値速度以上であり、推定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、移動速度に応じた振幅値を表す振幅データをメモリ250から読み出して、振幅変調器320に出力する。

[0096] メモリ250は、振幅値を表す振幅データと移動速度との関係を表す第1データ、及び、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第2データを格納する。

[0097] 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2

30が通信処理に必要なデータ及びプログラム等を格納する。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 次に、図7を用いて、メモリ250に格納される第1データ、及び、第2データについて説明する。

[0102] 図7は、メモリ250に格納される第1データと第2データを示す図である。

[0103] 図7の(A)に示すように、第1データは、振幅値を表す振幅データと、移動速度とを関連付けたデータである。図7の(A)に示す第1データによれば、移動速度 V が0以上 b_1 未満($0 \leq V < b_1$)のときは振幅値を0に設定し、移動速度 V が b_1 以上 b_2 未満($b_1 \leq V < b_2$)のときは振幅値を A_1 に設定し、移動速度 V が b_2 以上 b_3 未満($b_2 \leq V < b_3$)のときは、振幅値を A_2 に設定することになる。

[0104] また、図7の(B)に示すように、第2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、振動パターンを表すパターンデータとを関連付

けたデータである。

[0105] 図7の(B)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f1~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~P4を示す。

[0106] なお、座標値を表す式f1~f4は、パネル部120-1に含まれる座標と、パネル部120-2に含まれる座標とで分けられている。パネル部120-1に操作入力が行われた場合には振動素子140Aを駆動し、パネル部120-2に操作入力が行われた場合には振動素子140Bを駆動するためである。

[0107] なお、第2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み、電子メールの編集モードも含む。

[0108] 次に、図8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。

[0109] 図8は、実施の形態の電子機器100の駆動制御装置300が実行する処理を示すフローチャートである。

[0110] 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い、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。

[0111] 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装置300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。

[0112] 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。

- [0113] 駆動制御装置300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。
- [0114] 駆動制御装置300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）。
- [0115] 駆動制御装置300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。
- [0116] 駆動制御装置300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、現在の位置データが表す座標と、移動速度とに基づき、 Δt 時間後の推定座標を演算する（ステップS3）。
- [0117] 駆動制御装置300は、 Δt 時間後の推定座標が、ステップS1で求めた領域データが表す領域 S_t の中になるか否かを判定する（ステップS4）。
- [0118] 駆動制御装置300は、 Δt 時間後の推定座標が、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、ステップS2で求めた移動速度に対応する振幅値を表す振幅データを第1データから求める（ステップS5）。
- [0119] 駆動制御装置300は、振幅データ出力する（ステップS6）。
- [0120] 駆動制御装置300は、ステップS4で求めた推定位置に基づいて、振動素子140A又は140Bを駆動する（ステップS7）。駆動制御装置300は、ステップS4で求めた推定位置が、パネル部120-1に含まれる場合は、振動素子140Aを駆動し、パネル部120-2に含まれる場合は、振動素子140Bを駆動する。

- [0121] 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変調されることによって駆動信号が生成され、振動素子 140A 又は 140B が駆動される。
- [0122] 一方、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) と、ステップ S4 で Δt 時間後の推定座標が、ステップ S1 で求めた領域データが表す領域 S_t の中にないと判定した場合は、駆動制御装置 300 は、振幅値をゼロに設定する (ステップ S8)。
- [0123] この結果、駆動制御装置 300 は、振幅値がゼロの振幅データが出力され、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 140A 及び 140B は駆動されない。
- [0124] なお、ここでは、一例として、ステップ S3 で、 Δt 時間後の推定座標を演算する形態について説明したが、推定座標の演算を行わずに、ステップ S1 でタッチパネル 150 で検出された座標に基づいて振幅値を計算して振動素子 140A 又は 140B を駆動してもよい。例えば、制御周期の 1 周期の時間に相当する所要時間 Δt 分の遅れが問題にならない場合は、推定座標の演算を行わなくてよい。
- [0125] 図 9 及び図 10 は、周期構造 120C を有するトップパネル 120 を示す図である。図 9 は平面図であり、図 10 は、図 9 の B-B 矢視断面を示す図である。図 9 では振動素子 140A 及び 140B を透過的に示す。
- [0126] 周期構造 120C は、一例として、トップパネル 120 の裏面 120B に配設される。周期構造 120C は、Y 軸方向に等間隔で配置される 3 本の凹部 120CA1、120CA2、120CA3 と、2 本の凸部 120CB1 及び 120CB2 とを有する。
- [0127] 凹部 120CA1、120CA2、120CA3 は、Y 軸方向において等間隔で形成されており、トップパネル 120 の X 軸正方向側の端部から X 軸負方向側の端部まで、X 軸方向にわたって伸延している。
- [0128] 凸部 120CB1 及び 120CB2 は、Y 軸方向において凹部 120CA

1、120CA2、120CA3の間に位置しており、トップパネル120のX軸正方向側の端部からX軸負方向側の端部まで、X軸方向にわたって伸延している。

[0129] ここでは、一例として、凹部120CA1、120CA2、120CA3と、凸部120CB1及び120CB2とのY軸方向の幅は等しく、X軸方向の長さも等しい。ただし、凹部120CA1、120CA2、120CA3と、凸部120CB1及び120CB2とのY軸方向の幅は、異なってもよい。

[0130] また、一例として、周期構造120Cは、トップパネル120のY軸方向における中央に配設されている。

[0131] このため、凹部120CA2のY軸方向における幅の中心は、トップパネル120のY軸方向の長さの中心と一致する。また、トップパネル120の周期構造120CよりもY軸負方向側のフラット部120D1のY軸方向の長さY1と、トップパネル120の周期構造120CよりもY軸負方向側のフラット部120D2のY軸方向の長さY2とは等しい。

[0132] フラット部120D1及び120D2における定在波の波長を λ_p とした場合に、長さY1と長さY2は、約 $\lambda_p/2$ の自然数倍の長さに設定すればよい。半波長の自然数倍の長さを有することが定在波を発生させる条件だからである。

[0133] なお、超音波帯の固有振動（定在波）を発生させるための長さY1と長さY2は、例えば、トップパネル120の厚さ、ヤング率、周期構造120Cの構造等に応じて設定する必要がある。正確に $\lambda_p/2$ の自然数倍の長さに設定することが良いとは限らない。このため、ここでは、長さY1と長さY2を約 $\lambda_p/2$ の自然数倍の長さに設定すると表現する。

[0134] 波長 λ_p は、例えば、シミュレーション及び／又は実験等によって、フラット部120D1及び120D2の区間における定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。

[0135] 周期構造120CのピッチPは、周期構造120Cに発生する定在波の波

長を λ_m とすると、約 $\lambda_m/2$ が成り立つように設定すればよい。ここで、波長 λ_m は、周期構造120Cを伝搬する振動の波長として捉えることもできる。

[0136] なお、ピッチPは、隣り合う凹部120CA1と120CA2とのピッチである。隣り合う凹部120CA2と120CA3とのピッチもピッチPであり、隣り合う凸部120CB1と120CB2とのピッチもピッチPである。

[0137] このように、周期構造120CのピッチPを約 $\lambda_m/2$ に設定するのは、周期構造120Cで定在波のブラッグ反射を生じさせて反射効率を高くするためである。トップパネル120を伝搬する定在波の速度は、トップパネル120の厚さに依存するので、トップパネル120の厚さを周期的に変化させることにより、ブラッグ反射を生じさせるのに適した構造を構築することができる。

[0138] なお、トップパネル120のうち、周期構造120Cがある区間に発生する定在波の波長 λ_m を計算で求めるのは困難な場合がある。このため、波長 λ_m は、例えば、シミュレーション及び/又は実験等によって、周期構造120Cの区間における定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。

[0139] また、一例として、凹部120CA1、120CA2、120CA3におけるトップパネル120の厚さは0.5mm、凸部120CB1及び120CB2におけるトップパネル120の厚さは0.7mmである。

[0140] 図11は、トップパネル120に生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。図11に示す振動強度の分布は、トップパネル120のモデルを用いた有限要素法によるシミュレーション結果を模式的に示したものである。

[0141] 横軸は、トップパネル120のY軸方向における位置を表し、トップパネル120のY軸負方向側の端部を0とする。また、横軸には、フラット部120D1が存在する区間Y1、周期構造120Cが存在する区間(120C)、フラット部120D2が存在する区間Y2を示す。また、縦軸は、トッ

プパネル120に生じる振動の強度を示す。振動の強度は、定在波の振幅として捉えることもできる。

[0142] また、図11には、振動素子140Aを駆動した場合の振動強度の分布（140A）と、振動素子140Bを駆動した場合の振動強度の分布（140B）とを示す。

[0143] 振動素子140Aを駆動すると、トップパネル120のY軸負方向側の端部から周期構造120CのY軸正方向側の端部あたりまで振動が発生していることが分かる。振動強度は、フラット部120D1の区間では略均等であり、周期構造120Cの区間では、フラット部120D1から離れるに従って振動強度が低下している。また、振動素子140Aを駆動した場合には、フラット部120D2の区間では振動強度は、フラット部120D1の区間での振動強度の数分の1以下に低減されることが分かった。

[0144] また、振動素子140Bを駆動すると、トップパネル120のY軸正方向側の端部から周期構造120CのY軸負方向側の端部あたりまで振動が発生していることが分かる。振動強度は、フラット部120D2の区間では略均等であり、周期構造120Cの区間では、フラット部120D2から離れるに従って振動強度が低下している。また、振動素子140Bを駆動した場合には、フラット部120D1の区間では振動強度は、フラット部120D2の区間での振動強度の数分の1以下に低減されることが分かった。

[0145] このように、振動素子140Aを駆動すると、フラット部120D1と周期構造120Cとに超音波帯の固有振動を発生させることができ、振動素子140Bを駆動すると、フラット部120D2と周期構造120Cとに超音波帯の固有振動を発生させることができることが分かる。

[0146] これは、周期構造120Cによって、フラット部120D1と120D2との間で、定在波が伝搬されにくくなっているためである。

[0147] このため、振動素子140Aのみを駆動すると、パネル部120-1で定在波が往復し、パネル部120-1に効率的に定在波が生じる。また、振動素子140Bのみを駆動すると、パネル部120-2で定在波が往復し、パ

ネル部 120-2 に効率的に定在波が生じる。

[0148] すなわち、図 11 に示す振動強度は、振動素子 140A と 140B を駆動した場合の定在波の腹における Z 軸正方向側の振幅の包絡線で示したものである。

[0149] 従って、電子機器 100 は、利用者の指先がトップパネル 120 に触れる位置に応じて、振動素子 140A 及び 140B のいずれか一方を駆動する。より具体的には、タッチパネル 150 で検出する操作入力の位置が、パネル部 120-1 の内部であれば、振動素子 140A を駆動する。また、タッチパネル 150 で検出する操作入力の位置が、パネル部 120-2 の内部であれば、振動素子 140B を駆動する。

[0150] 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 に触れる位置に応じて、振動素子 140A 及び 140B のいずれか一方を駆動する。このため、トップパネル 120 に周期構造 120C が設けられていない場合に振動素子 140A のみでトップパネル 120 の全体に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させる場合に比べて、より少ない電力で振動素子 140A を駆動することにより、パネル部 120-1 に効率的に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させることができる。

[0151] 同様に、トップパネル 120 に周期構造 120C が設けられていない場合に振動素子 140B のみでトップパネル 120 の全体に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させる場合に比べて、より少ない電力で振動素子 140B を駆動することにより、パネル部 120-2 に効率的に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させることができる。

[0152] すなわち、電子機器 100 は、振動素子 140A 及び 140B のいずれか一方を駆動することにより、トップパネル 120 のパネル部 120-1 及び 120-2 のいずれか一方に効率的に定在波を発生させることができる。

[0153] 従って、電子機器 100 は、低消費電力化を図ることができる。

[0154] 電子機器 100 で生じる損失には、トップパネル 120 における振動の機械的な損失、振動素子 140A、140B での損失、駆動制御装置 300 の

内部での損失等がある。トップパネル120における振動の機械的な損失は、触感を提供するための振動が生じている部分の面積と振幅で決まる。

[0155] 従って、周期構造120Cをトップパネル120に設けることにより、トップパネル120における振動の機械的な損失を低減できる。

[0156] また、トップパネル120のパネル部120-1及び120-2のいずれか一方に効率的に定在波を発生させることにより、振動素子140A又は140Bの駆動に必要な電力を低減することができるので、振動素子140A又は140Bでの損失を低減することもできる。

[0157] 以上より、実施の形態によれば、消費電力を低減した電子機器100を提供することができる。

[0158] また、触感を提供するための振動が生じている部分の面積を低減できるので、トップパネル120の表面120Aから放射される超音波の放射量も低減することができる。

[0159] なお、以上では、周期構造120Cがトップパネル120の裏面120Bに設けられる形態について説明したが、周期構造120Cは、トップパネル120の表面120Aに配設されていてもよい。

[0160] また、周期構造120Cの凹部の数は3つに限られず、2つ以上あれば幾つであってもよい。2つ以上あれば、ピッチPの周期構造120Cを構築できるからである。

[0161] また、周期構造120Cは、トップパネル120のY軸方向における中央からY軸負方向側又はY軸正方向側にオフセットして配設されていてもよい。

[0162] また、フラット部120D1のY軸方向の長さY1と、フラット部120D2のY軸方向の長さY2とが違っていてもよい。

[0163] 長さY1と長さY2とが異なる場合には、フラット部120D1で生じる固有振動の周波数と、フラット部120D2で生じる固有振動の周波数とが異なることになる。

[0164] 従って、フラット部120D1における定在波の波長を λ_{p1} とした場合

に、長さ Y_1 と長さ Y_2 の差を λ_{p1} の $1/4$ に設定すれば、フラット部 $120D_1$ から周期構造 $120C$ を経てフラット部 $120D_2$ に伝搬された定在波の振動によってフラット部 $120D_2$ で定在波が発生しにくくすることができる。

[0165] このとき、長さ Y_2 が長さ Y_1 よりも、 $\lambda_{p1}/4$ だけ大きい場合には、上述のようにフラット部 $120D_1$ で波長 λ_{p1} の定在波が生じる周波数よりも、やや低い周波数でフラット部 $120D_2$ に波長 λ_{p2} の定在波（固有振動）が生じることになる。一例として、長さ Y_1 が λ_{p1} の4倍で、長さ Y_2 が λ_{p2} の4倍の場合には、 λ_{p1} と λ_{p2} の長さの比は、 $4:4.25$ であり $1:1$ に近い比になる。従って、 λ_{p2} を基準にして考えても、長さ Y_1 と長さ Y_2 の差は、ほぼ $\lambda_{p2}/4$ である。よって、フラット部 $120D_2$ における定在波が、周期構造 $120C$ を経てフラット部 $120D_1$ に伝搬した場合においても、フラット部 $120D_1$ で定在波が発生しにくくなっている。

[0166] なお、フラット部 $120D_1$ で生じる固有振動の周波数と、フラット部 $120D_2$ で生じる固有振動の周波数とが異なる場合には、振動素子 $140A$ と $140B$ とを駆動する駆動信号の超音波帯の周波数が異なることになる。

[0167] 振動素子 $140A$ と $140B$ とを異なる周波数の駆動信号で駆動するには、正弦波発生器 310 （図6参照）を2つ設け、2つの正弦波発生器 310 でそれぞれの周波数の正弦波を発生し、振幅変調器 320 で振幅を変調して、アンプ $141A$ 、 $141B$ に入力すればよい。また、正弦波発生器 310 （図6参照）を2つ設ける代わりに、1つの正弦波発生器 310 が2種類の周波数の正弦波を発生するようにしてもよい。

[0168] 以下、図12乃至図22を用いて実施の形態の変形例について説明する。

[0169] 図12及び図13は、周期構造 $120EC$ を有するトップパネル $120E$ を示す図である。図12は平面図であり、図13は、図12のC-C矢視断面を示す図である。

[0170] 周期構造 $120EC$ は、一例として、トップパネル $120E$ の裏面 120

E Bに配設される。トップパネル120Eの表面120EAは平坦である。

[0171] 周期構造120ECは、トップパネル120EのY軸負方向側の端部からY軸正方向側の端部までにわたって設けられている。周期構造120ECは、裏面120EBが正弦波状に凹凸を繰り返す形状になってトップパネル120Eの厚さが変化することで実現されている。周期構造120ECは、ピッチ P_e でY軸方向に凹凸が繰り返されている。

[0172] なお、周期構造120ECは、断面形状が正弦波状になっているが、トップパネル120Eを伝搬する超音波帯の定在波を反射するという点では、図10に示す周期構造120Cと同様である。

[0173] トップパネル120Eの裏面には、振動素子140-1、140-2、140-3が設けられている。振動素子140-1、140-2、140-3は、一例として、周期構造120ECの凹部に配設されている。なお、図12では振動素子140-1、140-2、140-3を透過的に示す。

[0174] 周期構造120ECは、振動素子140-1、140-2、140-3によってトップパネル120Eに発生される超音波帯の定在波を、それぞれ、振動素子140-1、140-2、140-3の周囲に局所的に閉じ込めるために、トップパネル120EのY軸負方向側の端部からY軸正方向側の端部までにわたって設けられている。

[0175] 振動素子140-1、140-2、140-3は、周期構造120ECが設けられた部分においてトップパネル120Eに取り付けられているので、振動素子140-1、140-2、140-3がそれぞれ発生する超音波帯の振動は、周期構造120ECによって反射される。このため、周期構造120ECは、振動素子140-1、140-2、140-3によってトップパネル120Eに発生される超音波帯の定在波を、それぞれ、振動素子140-1、140-2、140-3の周囲に局所的に閉じ込めることができる。

[0176] 周期構造120ECのピッチ P_e は、周期構造120ECに発生する定在波の波長を λ_{me} とすると、約 $\lambda_{me}/2$ が成り立つように設定すればよい。

ここで、波長 λ_{me} は、周期構造120ECを伝搬する振動の波長として捉えることもできる。

[0177] また、周期構造120ECは、トップパネル120EのX軸正方向側の端部からX軸負方向側の端部まで、X軸方向にわたって伸延している。

[0178] トップパネル120EのY軸方向の長さは、約 $\lambda_{pe}/2$ の自然数倍の長さに設定すればよい。トップパネル120EのY軸方向の長さは、例えば、トップパネル120Eの厚さ、ヤング率、周期構造120ECの構造等に応じて設定する必要がある、正確に $\lambda_{pe}/2$ の自然数倍の長さに設定することが良いとは限らない。このため、ここでは、長さY1と長さY2を約 $\lambda_{pe}/2$ の自然数倍の長さに設定すると表現する。

[0179] 波長 λ_{pe} は、例えば、シミュレーション及び／又は実験等によって、トップパネル120Eに生じる定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。

[0180] このように、周期構造120ECのピッチPを約 $\lambda_{me}/2$ に設定するのは、周期構造120ECで定在波のブラッグ反射を生じさせて反射効率を高くするためである。トップパネル120Eを伝搬する定在波の速度は、トップパネル120Eの厚さに依存するので、トップパネル120Eの厚さを周期的に変化させることにより、ブラッグ反射を生じさせるのに適した構造を構築することができる。

[0181] なお、定在波の波長 λ_{me} を計算で求めるのは困難な場合がある。このため、波長 λ_{me} は、例えば、シミュレーション及び／又は実験等によって、周期構造120ECの区間における定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。

[0182] 振動素子140-1、140-2、140-3は、トップパネル120Eの裏面120EBにおいて、Y軸方向に等しい間隔を隔てて、X軸方向に伸延するように配設されている。振動素子140-2のY軸方向の幅の中心は、トップパネル120EのY軸方向の長さの中心と一致している。

[0183] 振動素子140-1、140-2、140-3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、振動素子140A及び140B（図9及び図10参照）と同様に、 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。振動素子140-1、140-2、140-3のうちの1つは、第1振動素子の一例であり、残りの2つは第2振動素子の一例である。

[0184] 振動素子140-1、140-2、140-3を駆動する駆動信号の周波数は、同一であってもよいし、異なってもよい。

[0185] 換言すれば、同一周波数の駆動信号で振動素子140-1、140-2、140-3を駆動した場合に、振動素子140-1、140-2、140-3の周囲で局所的に超音波帯の固有振動（定在波）が生じるのであれば、振動素子140-1、140-2、140-3を同一周波数の駆動信号で駆動してもよい。

[0186] また、同一周波数の駆動信号で振動素子140-1、140-2、140-3を駆動した場合に、振動素子140-1、140-2、140-3の周囲で局所的に超音波帯の固有振動（定在波）が生じないのであれば、振動素子140-1、140-2、140-3を異なる周波数の駆動信号で駆動すればよい。

[0187] この場合に、振動素子140-1、140-2、140-3を互いに異なる周波数の駆動信号で駆動するには、正弦波発生器310（図6参照）を3つ設け、3つの正弦波発生器310でそれぞれの周波数の正弦波を発生し、振幅変調器320で振幅を変調して、振動素子140-1、140-2、140-3を駆動すればよい。また、振動素子140-1と140-3の位置の対称性から、振動素子140-1と140-3を同一周波数で駆動できる場合は、次のようにすればよい。正弦波発生器310（図6参照）を2つ設け、2つの正弦波発生器310でそれぞれの周波数の正弦波を発生し、振幅変調器320で振幅を変調して、振動素子140-1及び140-3と、振動素子140-2とを互いに異なる周波数の駆動信号で駆動すればよい。

[0188] 図14は、トップパネル120Eに生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。図14に示す振動強度の分布は、トップパネル120

Eのモデルを用いた有限要素法によるシミュレーション結果を模式的に示したものである。図14に示す振動強度は、振動素子140-1、140-2、140-3を駆動した場合の定在波の腹におけるZ軸正方向側の振幅の包絡線で示したものである。

[0189] 横軸は、トップパネル120EのY軸方向における位置を表し、トップパネル120EのY軸負方向側の端部を0とする。また、縦軸は、トップパネル120Eに生じる振動の強度を示す。振動の強度は、定在波の振幅として捉えることもできる。

[0190] また、図14には、振動素子140-1を駆動した場合の振動強度の分布(140-1)と、振動素子140-2を駆動した場合の振動強度の分布(140-2)と、振動素子140-3を駆動した場合の振動強度の分布(140-3)とを示す。

[0191] 振動素子140-1を駆動すると、振動素子140-1の両側で局所的に振動が発生していることが分かる。これは、振動素子140-2及び140-3についても同様である。

[0192] このように、振動素子140-1、140-2、140-3を駆動すると、トップパネル120Eに局所的に超音波帯の固有振動を発生させることができることが分かる。

[0193] これは、周期構造120ECによって、振動素子140-1、140-2、140-3の間で、定在波が伝搬されにくくなっているためである。

[0194] このように、振動素子140-1、140-2、140-3のいずれか1つを駆動すれば、トップパネル120Eに超音波帯の定在波を発生させることができるため、トップパネル120Eの全体に超音波帯の定在波を発生させる場合に比べて、効率的に定在波が発生させることができる。

[0195] 従って、利用者の指先がトップパネル120Eに触れる位置に応じて、振動素子140-1、140-2、140-3のいずれか1つを駆動すればよい。より具体的には、タッチパネル150で検出する操作入力的位置が、振動素子140-1の周囲であれば、振動素子140-1を駆動する。また、

タッチパネル150で検出する操作入力の位置が、振動素子140-2の周囲の内部であれば、振動素子140-2を駆動する。また、タッチパネル150で検出する操作入力の位置が、振動素子140-3の周囲の内部であれば、振動素子140-3を駆動する。

[0196] このように、利用者の指先がトップパネル120Eに触れる位置に応じて、振動素子140-1、140-2、140-3のいずれか1つを駆動する。このため、トップパネル120Eの全体に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させる場合に比べて、より少ない電力で振動素子140-1、140-2、140-3のいずれか1つを駆動することにより、トップパネル120Eに効率的に超音波帯の固有振動（定在波）を発生させることができる。

[0197] 従って、低消費電力化を図ることができる。

[0198] なお、振動素子140-1、140-2、140-3は、トップパネル120Eの中央部に配設されているため、ディスプレイパネル160に表示の邪魔になる場合がある。このように振動素子140-1、140-2、140-3が表示の邪魔になる場合は、ディスプレイパネル160を含まない電子機器に適用すればよい。

[0199] なお、以上では、周期構造120ECがトップパネル120Eの裏面120EBに設けられる形態について説明したが、周期構造120ECは、トップパネル120Eの表面120EAに配設されていてもよい。

[0200] 図15及び図16は、周期構造120FCを有するトップパネル120Fを示す図である。図15は平面図であり、図16は、図15のD-D矢視断面を示す図である。図15では振動素子140A及び140Bを透過的に示す。

[0201] トップパネル120Fは、2つの周期構造120FCと、フラット部120FDとを有する。また、トップパネル120Fの裏面120FBには、振動素子140A及び140Bが配設されている。ここでは、振動素子140A及び140Bは、同時に駆動されるものとする。

[0202] フラット部120FDは、トップパネル120FのY軸方向における両端

を除いた中央部に設けられている。

- [0203] 周期構造120FCは、一例として、トップパネル120Fの裏面120Bにおいて、Y軸負方向側の端部と、Y軸正方向側の端部とに配設される。このため、トップパネル120Fの表面120FAは、平坦である。
- [0204] 周期構造120FCは、Y軸方向に等間隔で配置される3本の凹部と、2本の凸部とを有する。周期構造120FCの3本の凹部と2本の凸部は、それぞれ、図10に示す凹部120CA1~120CA3と凸部120CB1及び120CB2と同様である。
- [0205] フラット部120FDにおける定在波の波長を λ_{pf} とした場合に、フラット部120FDのY軸方向の長さは、約 $\lambda_{pf}/2$ の自然数倍の長さに設定すればよい。半波長の自然数倍の長さを有することが定在波を発生させる条件だからである。
- [0206] なお、トップパネル120Fの長さは、正確に $\lambda_p/2$ の自然数倍の長さに設定することが良いとは限らない。このため、ここでは、約 $\lambda_{pf}/2$ の自然数倍の長さに設定すると表現する。
- [0207] 波長 λ_p は、例えば、シミュレーション及び/又は実験等によって、フラット部120FDの区間における定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。
- [0208] 周期構造120FCのピッチPは、周期構造120FCに発生する定在波の波長を λ_{mf} とすると、約 $\lambda_{mf}/2$ が成り立つように設定すればよい。ここで、波長 λ_{mf} は、周期構造120FCを伝搬する振動の波長として捉えることもできる。
- [0209] なお、ピッチPは、隣り合う凹部同士とのピッチであり、隣り合う凸部同士のピッチでもある。
- [0210] このように、周期構造120FCのピッチPを約 $\lambda_{mf}/2$ に設定するのは、周期構造120FCで定在波のブラッグ反射を生じさせて反射効率を高くするためである。トップパネル120Fを伝搬する定在波の速度は、トップパネル120Fの厚さに依存するので、トップパネル120Fの厚さを周

期的に変化させることにより、ブラッグ反射を生じさせるのに適した構造を構築することができる。

[0211] なお、トップパネル120Fのうち、周期構造120FCがある区間に発生する定在波の波長 λ_{mf} を計算で求めるのは困難な場合がある。このため、波長 λ_{mf} は、例えば、シミュレーション及び／又は実験等によって、周期構造120FCの区間における定在波の伝搬速度又は波長に基づいて設定すればよい。

[0212] ここで、トップパネル120FのY軸負方向側の端部とY軸正方向側の端部とを両面テープ130（図2及び図3参照）で筐体110に固定すると、トップパネル120FのY軸負方向側の端部とY軸正方向側の端部で、超音波帯の定在波の振幅が制限されて、共振のQ値が低下する場合が有り得る。

[0213] このような場合には、トップパネル120FのY軸方向の両端に設けた周期構造120FCで定在波をトップパネル120Fの中央側に反射し、定在波のエネルギーがトップパネル120Fと筐体110との固定部分で吸収されないようにすればよい。

[0214] なお、図16では、周期構造120FCと両面テープ130とは、Y軸方向において一部重複しているが、周期構造120FCと両面テープ130とがY軸方向で重複しなくてもよい。具体的には、周期構造120FCよりもY軸方向の外側において、トップパネル120Fが両面テープ130によって筐体（図3参照）に取り付けられてもよい。

[0215] 図17は、トップパネル120Fに生じる振動の強度のY軸方向における分布を示す図である。図17に示す振動強度の分布は、トップパネル120Fのモデルを用いた有限要素法によるシミュレーション結果を模式的に示したものである。図17に示す振動強度は、振動素子140Aと140Bを駆動した場合の定在波の腹におけるZ軸正方向側の振幅の包絡線で示したものである。

[0216] 横軸は、トップパネル120FのY軸方向における位置を表し、トップパネル120FのY軸負方向側の端部を0とする。また、横軸には、フラット

部120FDと両端の周期構造120FCとが存在する区間を示す。また、縦軸は、トップパネル120Fに生じる振動の強度を示す。振動の強度は、定在波の振幅として捉えることもできる。

- [0217] 振動素子140A及び140Bを駆動すると、トップパネル120Fのフラット部120FDが存在する区間では、一定の振幅の超音波帯の定在波が発生していることが分かる。
- [0218] また、トップパネル120FのY軸方向における両端では、周期構造120FCが存在する区間で、振動が反射されることで減衰していることが分かる。
- [0219] このように、振動素子140A及び140Bを駆動すると、フラット部120FDに超音波帯の固有振動を効率的に発生させることができ、トップパネル120Fを筐体110に固定する両端では、周期構造120FCによって振動が減衰されていることが分かる。
- [0220] 従って、トップパネル120Fと筐体110との固定部分で定在波のエネルギーが吸収されにくい構造を得ることができる。すなわち、トップパネル120Fと筐体110との固定部分で定在波のエネルギーの損失が生じにくい構造を得ることができる。
- [0221] 従って、トップパネル120Fを用いれば、共振のQ値を改善し、高効率でトップパネル120Fに超音波帯の定在波を発生させることができ、低消費電力化を図ることができる。
- [0222] なお、以上では、周期構造120FCがトップパネル120Fの裏面120FBに設けられる形態について説明したが、周期構造120FCは、トップパネル120Fの表面120FAに配設されていてもよい。
- [0223] また、周期構造120FCの凹部の数は3つに限られず、2つ以上あれば幾つであってもよい。
- [0224] また、図15及び図16には、2つの振動素子140A及び140Bをトップパネル120Fの裏面120FBに取り付ける形態を示した。しかしながら、振動素子140A及び140Bのうちのいずれか一方のみがトップパ

ネル120Fに取り付けられて、トップパネル120Fの全体に超音波帯の定在波を発生させてもよい。

[0225] 図18は、トップパネル120に振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を取り付けた状態を示す平面図である。図18では振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を透過的に示す。

[0226] トップパネル120は、図9及び図10に示すものと同様である。

[0227] 振動素子140A1及び140A2と、振動素子140B1及び140B2は、図9及び図10に示す振動素子140Aと振動素子140BをX軸方向において、それぞれ2分割したものである。

[0228] このように、長手方向が短い振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を別々に駆動すると、トップパネル120に超音波帯の定在波が発生する領域をX軸方向において分けることができる。

[0229] 例えば、振動素子140A1のみを駆動すると、図18に破線で示す領域に超音波帯の定在波を選択的に発生させることができる。これは、振動素子140A2、140B1、140B2についても同様である。

[0230] 振動素子140A1、140A2、140B1、140B2のいずれを駆動するかは、タッチパネル150で検出される操作入力的位置に基づいて判定すればよい。例えば、タッチパネル150で検出される操作入力的位置が、図18に破線で示す領域内である場合は、振動素子140A1を駆動すればよい。

[0231] このように、図9及び図10に示す振動素子140A及び140Bよりも小さい振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を駆動することにより、さらに低消費電力化を図ることができる。

[0232] また、触感を提供するための振動が生じている部分の面積をさらに低減できるので、トップパネル120の表面120Aから放射される超音波の放射量をさらに低減することができる。

[0233] また、振動素子140A1、140A2、140B1、140B2のうちの任意の2つを駆動すれば、2つの領域において、同時に触感を提供するこ

とができる。図19は、トップパネル120Fに振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を取り付けた状態を示す平面図である。図19では振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を透過的に示す。

[0234] トップパネル120Fは、図15及び図16に示すものと同様である。また、振動素子140A1、140A2、140B1、140B2は、図18に示すものと同様である。

[0235] トップパネル120Fに振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を取り付ければ、共振のQ値を改善と、小型の振動素子140A1、140A2、140B1、140B2を用いることによる低消費電力化との相乗効果により、さらに低消費電力化を図ることができる。

[0236] ここで、図20及び図21を用いて、実施の形態の電子機器100の変形例について説明する。

[0237] 図20は、変形例の電子機器100Aを示す図である。電子機器100A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。

[0238] PC100Aは、ディスプレイパネル160A1とタッチパッド160A2を含む。

[0239] 図21は、変形例の電子機器100Aのタッチパッド160A2の断面を示す図である。図21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21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。

[0240] タッチパッド160A2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。

[0241] 図20に示すようなPCとしての電子機器100Aにおいて、タッチパッド160A2への操作入力に応じて、振動素子140A又は140B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160

A 2 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。

[0242] また、ディスプレイパネル 1 6 0 A 1 の代わりに、図 3 に示す電子機器 1 0 0 を設けてもよい。

[0243] 以上、本発明の例示的な実施の形態の電子機器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

- [0244] 1 0 0 電子機器
1 1 0 筐体
1 2 0 トップパネル
1 2 0 C 周期構造
1 2 0 E トップパネル
1 2 0 E C 周期構造
1 2 0 F トップパネル
1 2 0 F C 周期構造
1 3 0 両面テープ
1 4 0 A、1 4 0 B 振動素子
1 5 0 タッチパネル
1 6 0 ディ스플레이パネル
1 7 0 基板
1 4 1 A、1 4 1 B アンプ
1 5 1 ドライバ I C
1 6 1 ドライバ I C
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

- 250 メモリ
- 300 駆動制御装置
- 310 正弦波発生器
- 320 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 of 座標を検出する座標検出部と、
前記操作面に振動を発生させる第1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第1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及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記第1振動素子を駆動する駆動制御部と
を含み、
前記トップパネルは、前記固有振動によって発生される定在波の腹と節が配列される方向において、前記定在波の周期に応じて厚さが周期的に変化する周期構造を有する、電子機器。
- [請求項2] 前記操作面への操作入力の位置及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記駆動制御部によって前記駆動信号で駆動され、前記操作面に振動を発生させる第2振動素子をさらに含み、
前記周期構造は、前記トップパネルの前記定在波の腹と節が配列される方向における中央部に配設されており、前記トップパネルは、前記方向における前記周期構造の第1側と、前記周期構造に対して前記第1側の反対に位置する第2側とを有しており、
前記第1振動素子は、前記トップパネルの前記第1側に配設され、
前記第2振動素子は、前記トップパネルの前記第2側に配設される、請求項1記載の電子機器。
- [請求項3] 前記第1側の前記方向における第1長さ、と、前記第2側の前記方向における第2長さとは異なる、請求項2記載の電子機器。
- [請求項4] 前記第1長さ、と前記第2長さとの差は、前記定在波の波長の $1/4$ に対応する長さである、請求項3記載の電子機器。
- [請求項5] 前記第1振動素子の駆動に用いられる前記駆動信号の第1周波数と

、前記第2振動素子の駆動に用いられる前記駆動信号の第2周波数とは異なる、請求項2乃至4のいずれか一項記載の電子機器。

[請求項6] 前記周期構造は、前記トップパネルの前記定在波の腹と節が配列される方向に沿って、前記トップパネルの前記操作面の全体にわたって、又は、前記操作面の反対側の面の全体にわたって周期的に配設される、請求項1記載の電子機器。

[請求項7] 前記操作面への操作入力の位置及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記駆動制御部によって前記駆動信号で駆動され、前記操作面に振動を発生させる第2振動素子をさらに含み、

前記第1振動素子及び前記第2振動素子は、前記トップパネルの前記操作面、又は、前記操作面の反対側の面に配設される、請求項6記載の電子機器。

[請求項8] 前記周期構造は、前記トップパネルの前記操作面、又は、前記操作面の反対側の面において、前記トップパネルの前記定在波の腹と節が配列される方向における端部に配設される、請求項1記載の電子機器。

[請求項9] 前記トップパネルを保持する筐体をさらに含み、

前記トップパネルが前記筐体に固定される部分は、前記トップパネルの前記端部において、平面視で前記周期構造と重複する、又は、前記トップパネルの前記端部において、平面視で前記周期構造よりも外側に位置する、請求項8記載の電子機器。

[請求項10] 前記第1振動素子は、平面視で前記周期構造よりも前記トップパネルの中央寄りで前記トップパネルに配設される、請求項8又は9記載の電子機器。

[請求項11] 前記操作面への操作入力の位置及び当該位置の時間的変化度合に応じて、前記固有振動の強度が変化するように前記駆動制御部によって前記駆動信号で駆動され、前記操作面に振動を発生させる第2振動素

子をさらに含み、

前記周期構造は、前記トップパネルの前記操作面、又は、前記操作面の反対側の面において、前記トップパネルの前記定在波の腹と節が配列される方向における両端に配設されており、

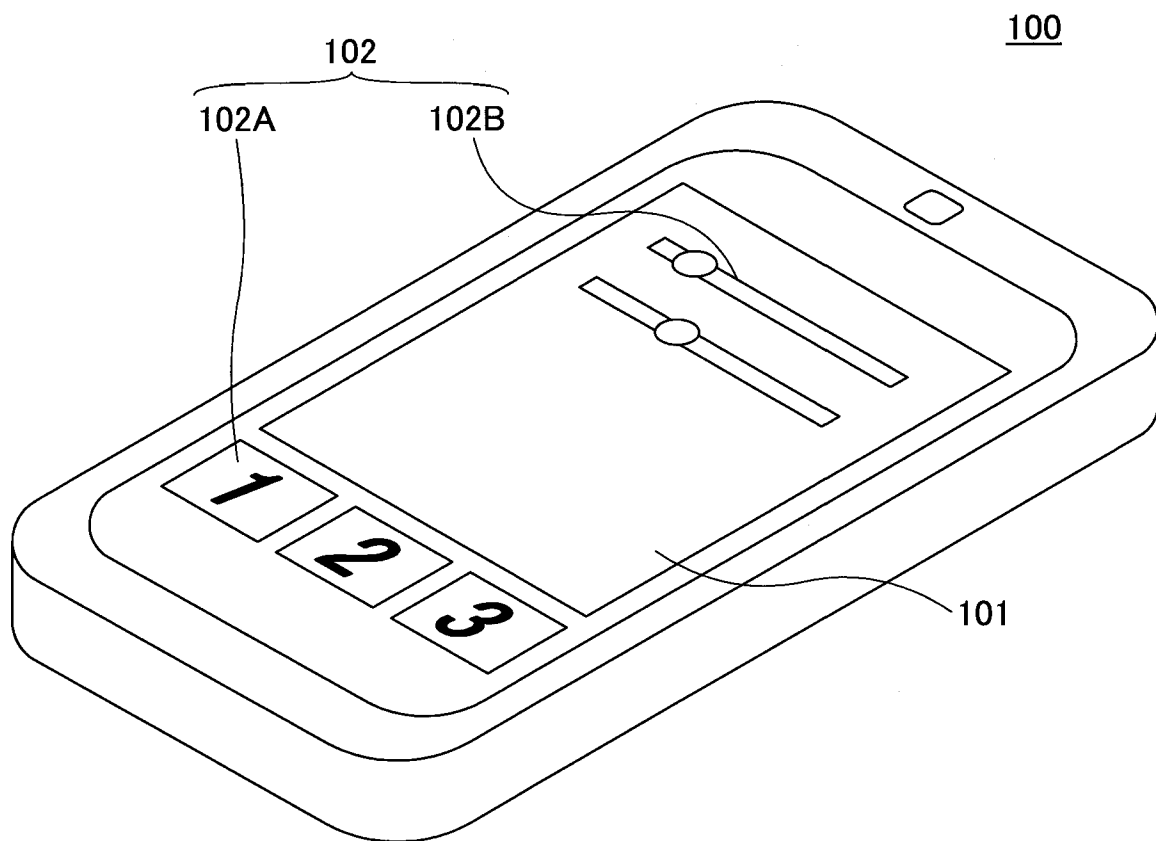
前記第1振動素子は、前記方向における一端側の前記周期構造よりも前記トップパネルの中央寄りで前記トップパネルに配設され、

前記第2振動素子は、前記方向における他端側の前記周期構造よりも前記トップパネルの中央寄りで前記トップパネルに配設される、請求項8乃至10のいずれか一項記載の電子機器。

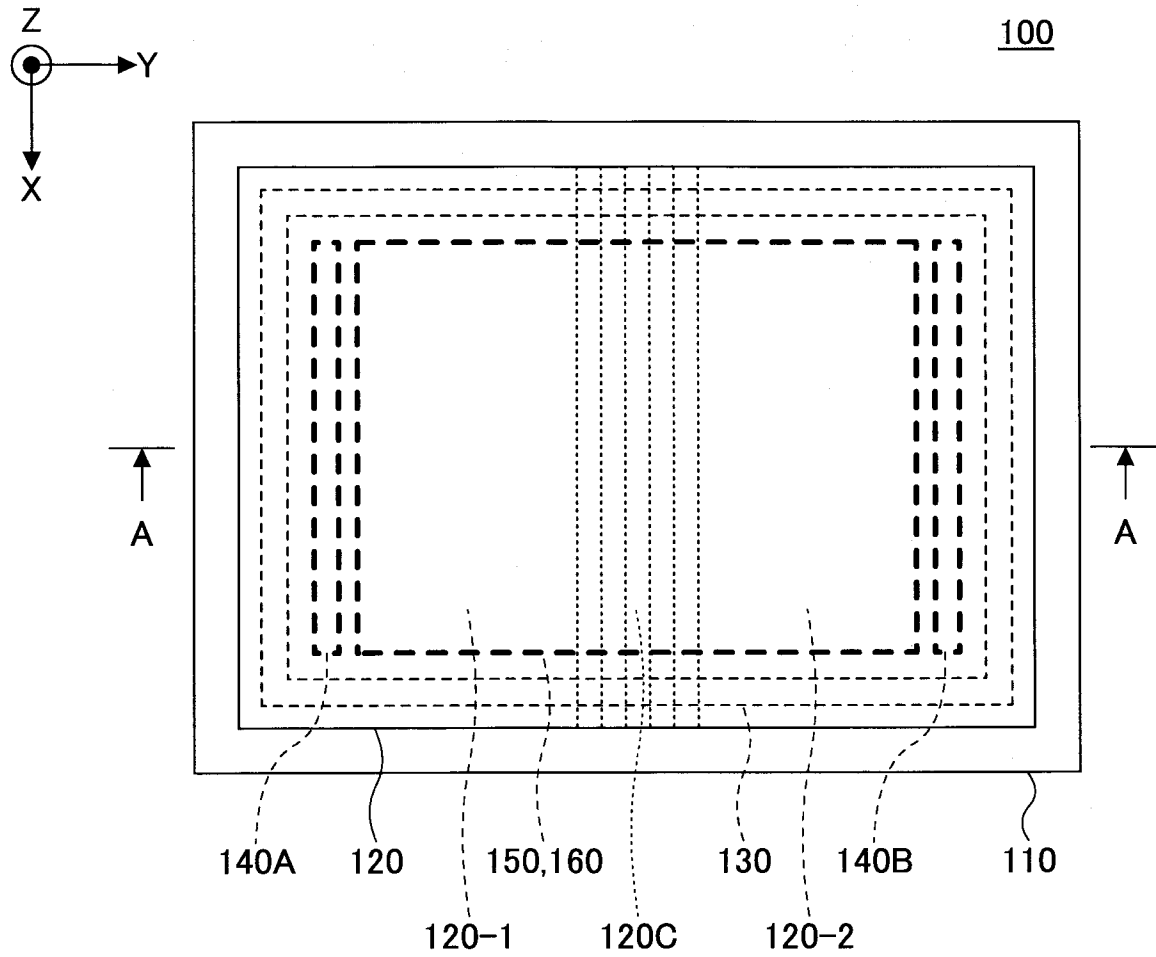
[請求項12] 前記周期構造は、前記トップパネルの前記操作面、又は、前記操作面の反対側の面に周期的に配設される、凹部又は凸部である、請求項1乃至11のいずれか一項記載の電子機器。

[請求項13] 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る表示部をさらに含む、請求項1乃至12のいずれか一項記載の電子機器。

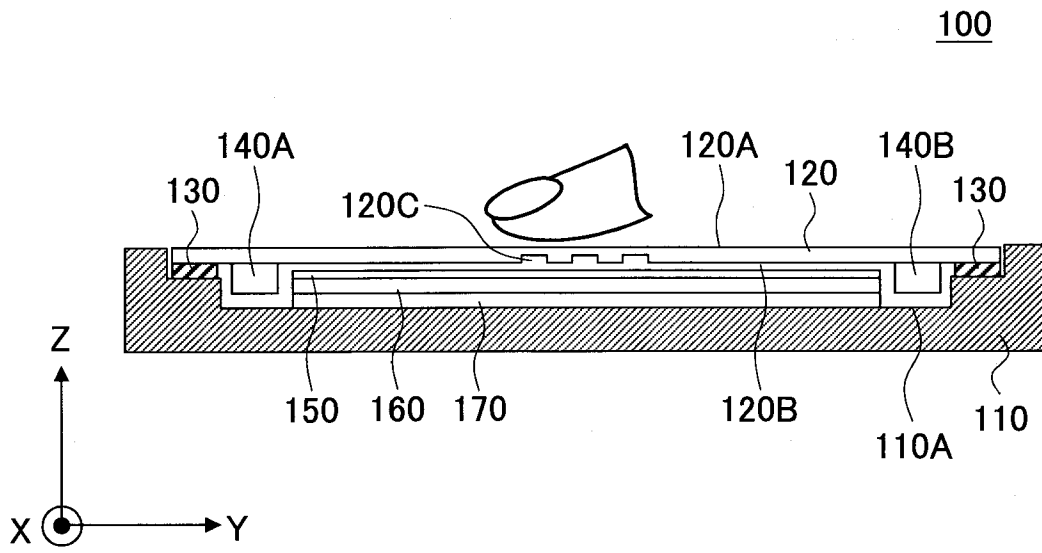
[図1]



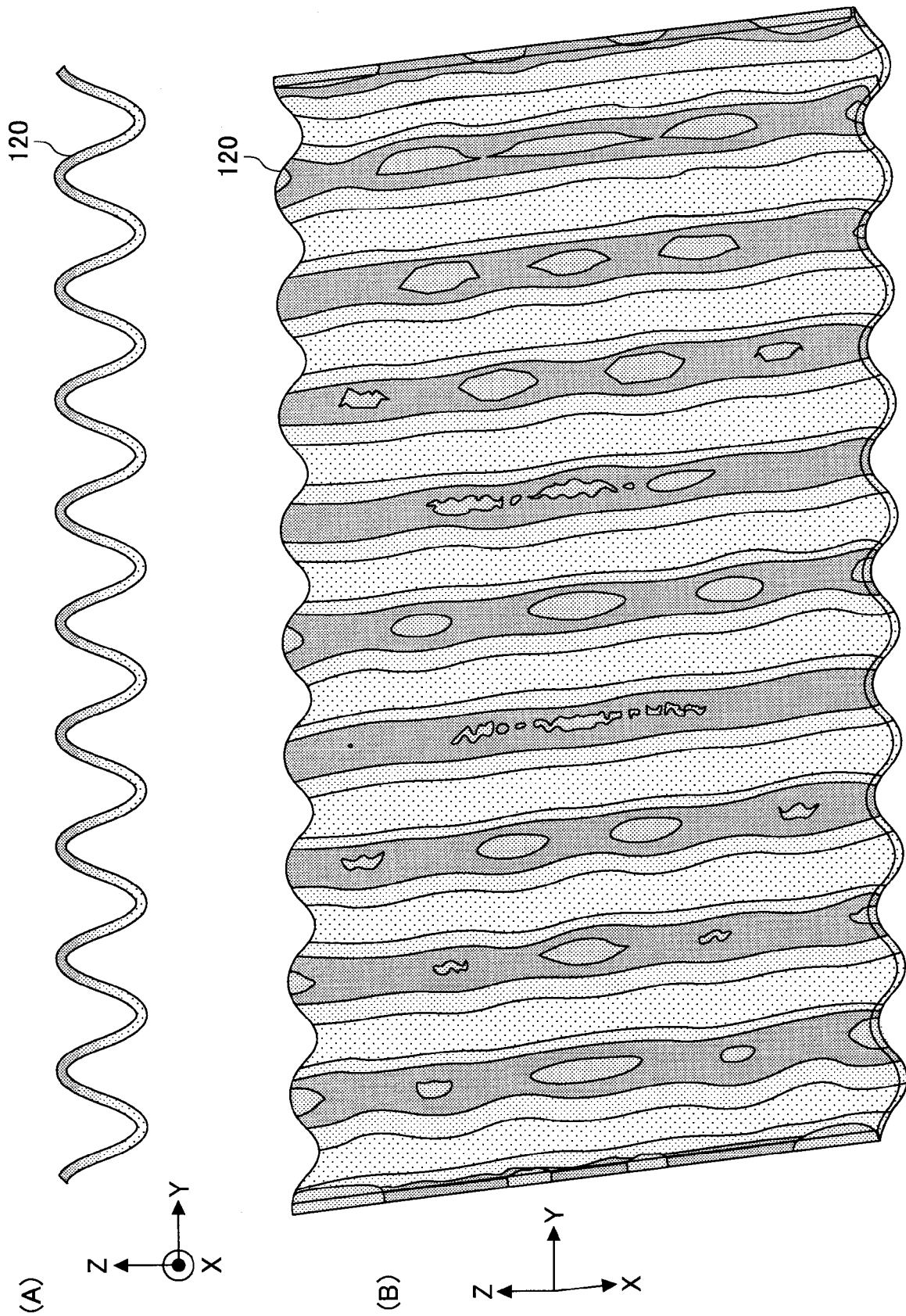
[図2]



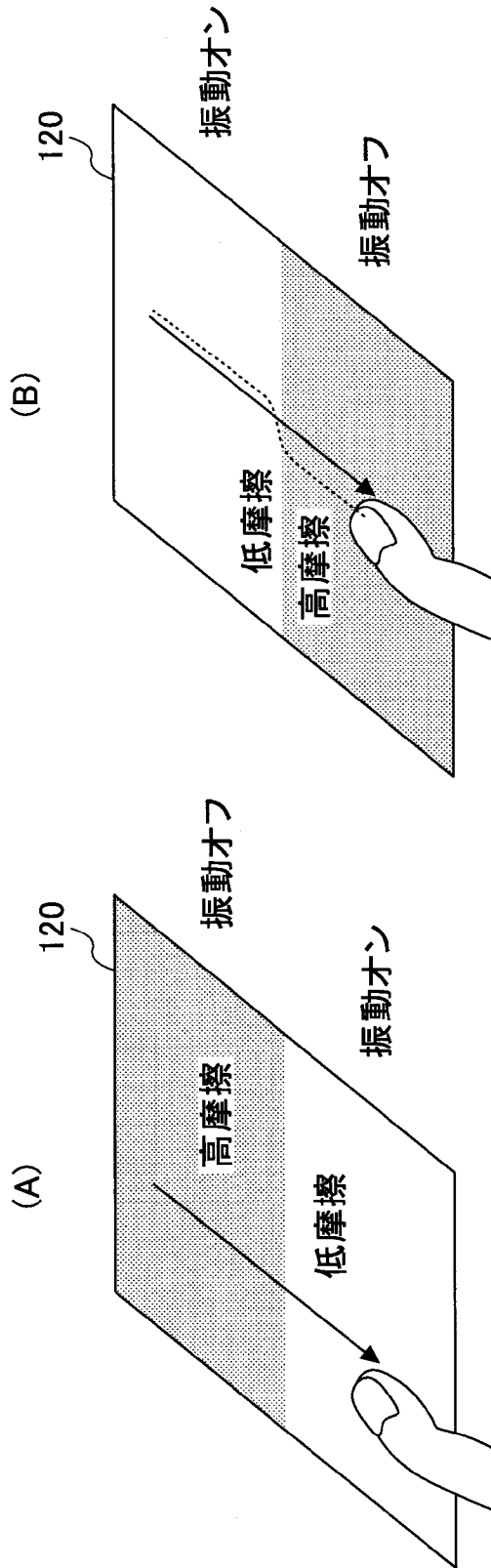
[図3]



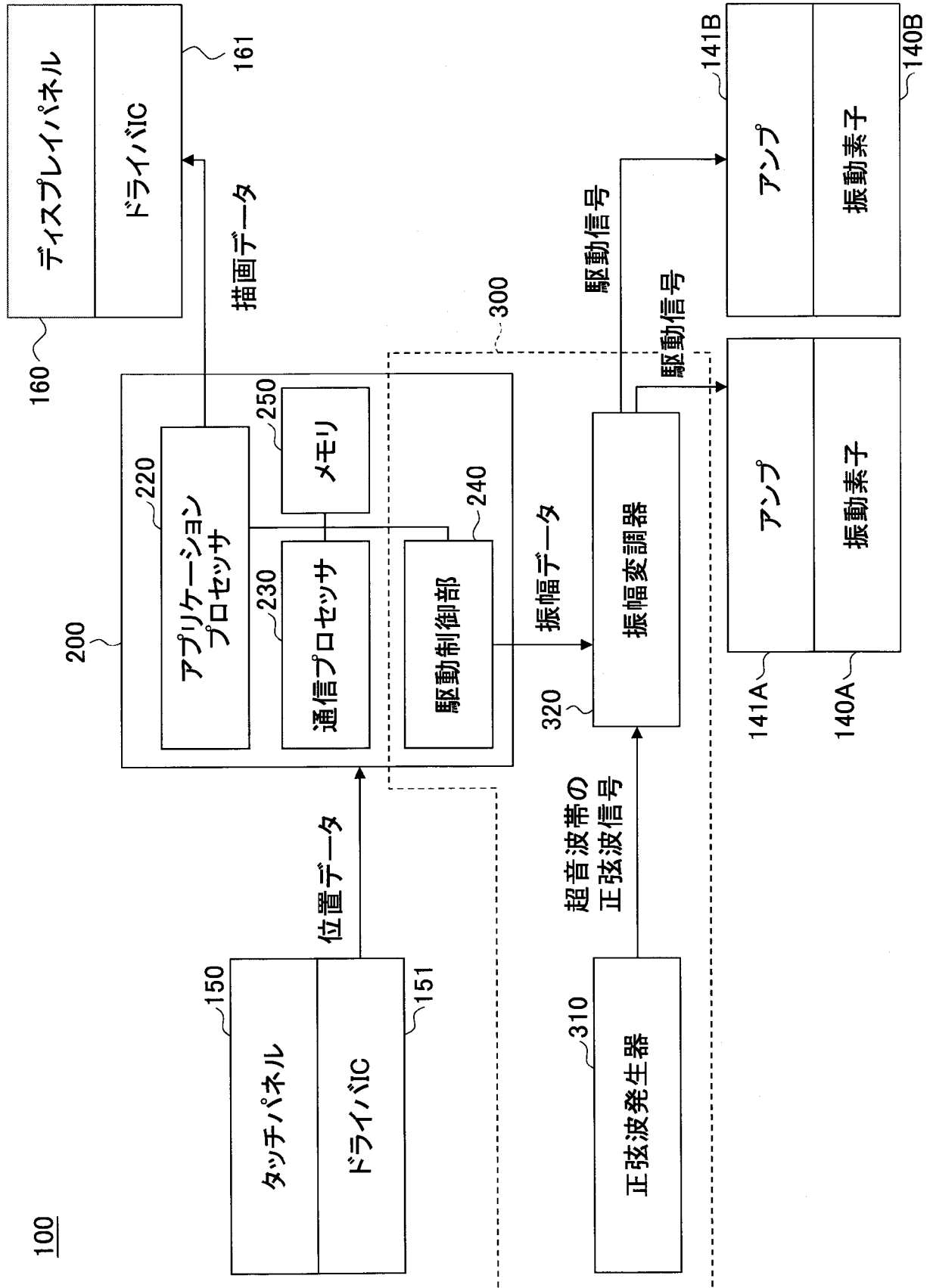
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

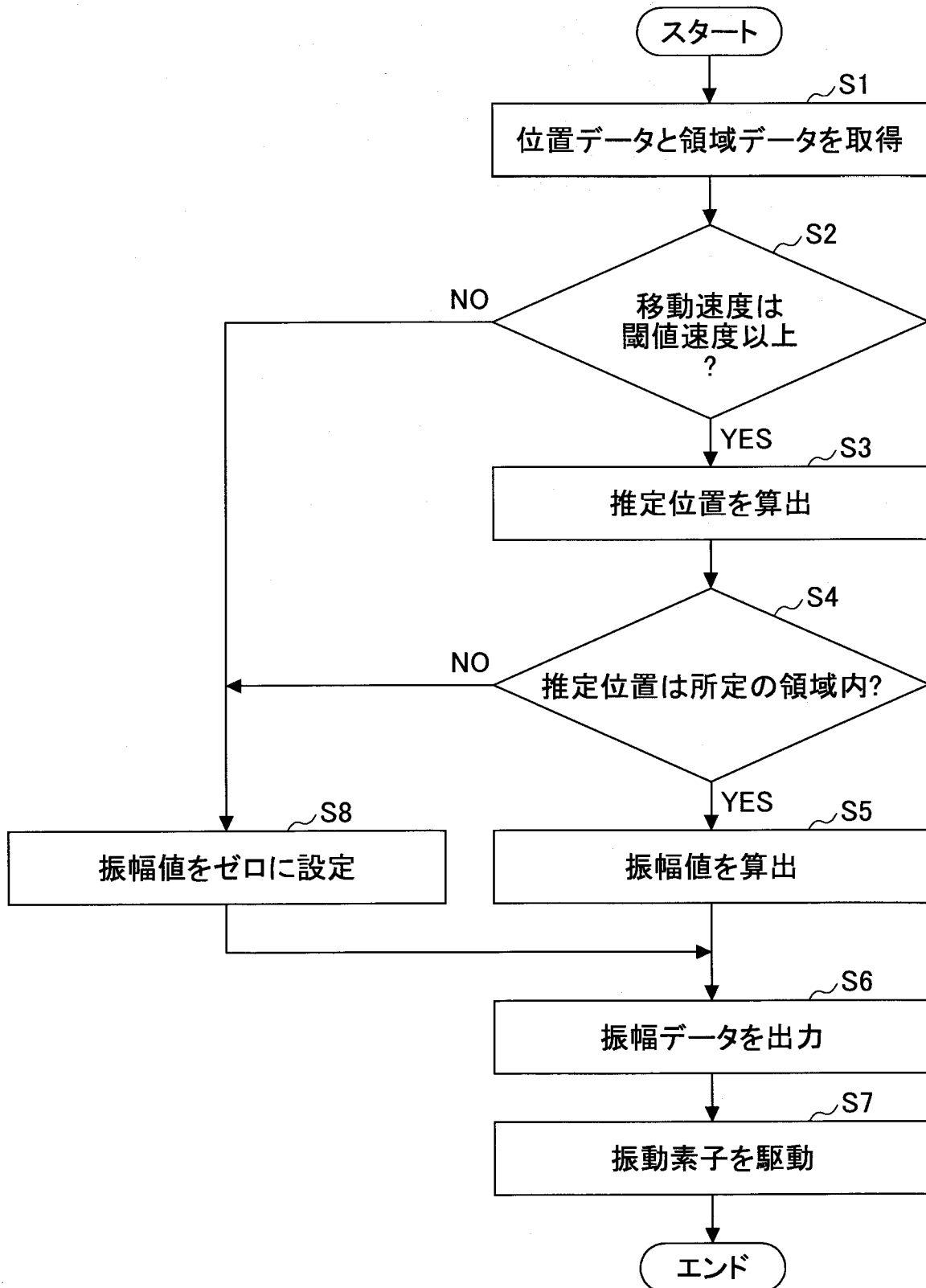
(A)

移動速度	振幅値
$0 \leq V < b1$	0
$b1 \leq V < b2$	A1
$b2 \leq V < b3$	A2

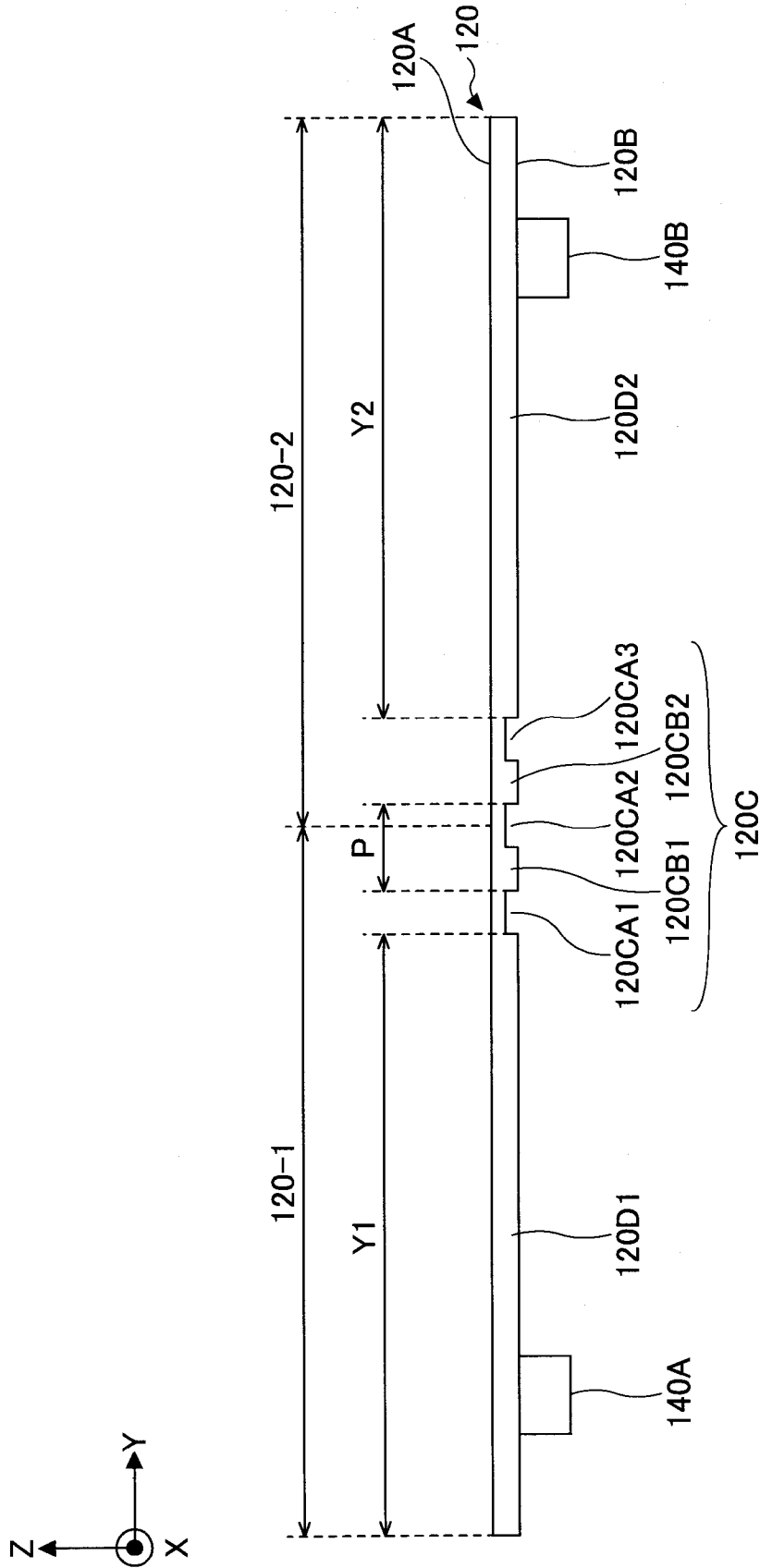
(B)

アプリケーションID	領域データ	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

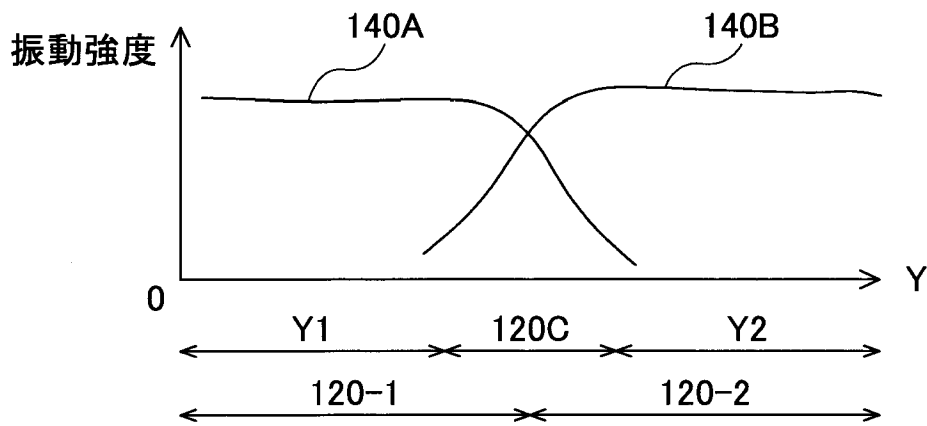
[図8]



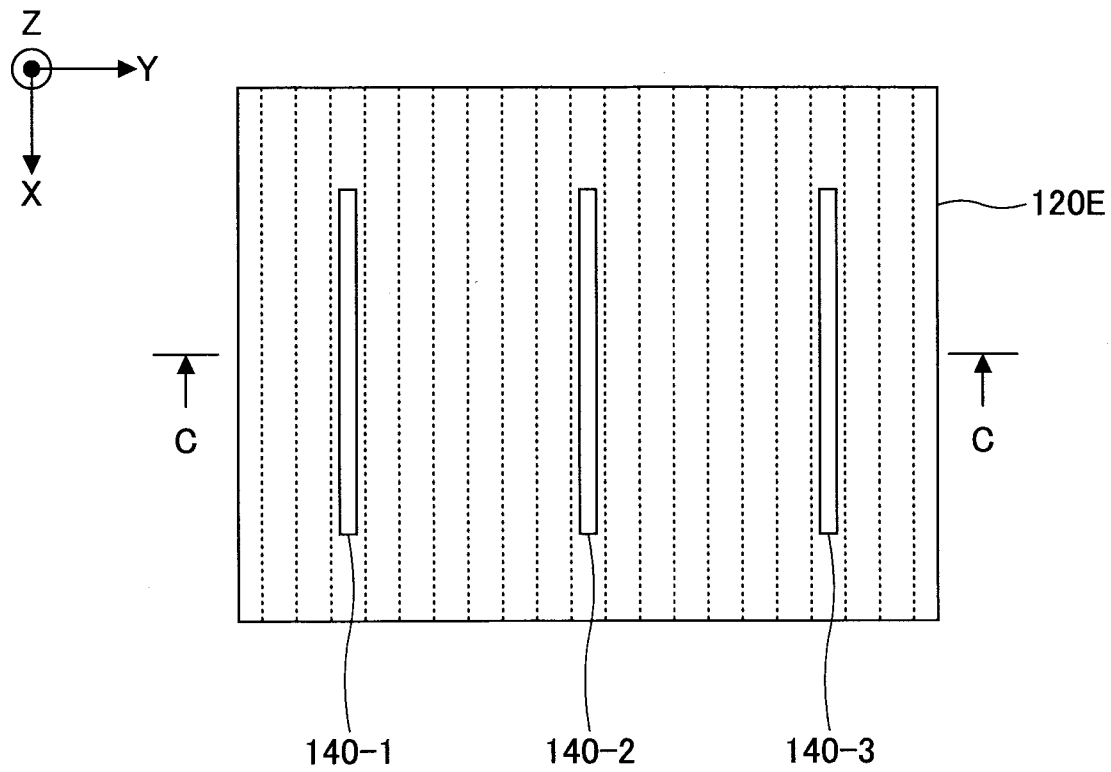
[図10]



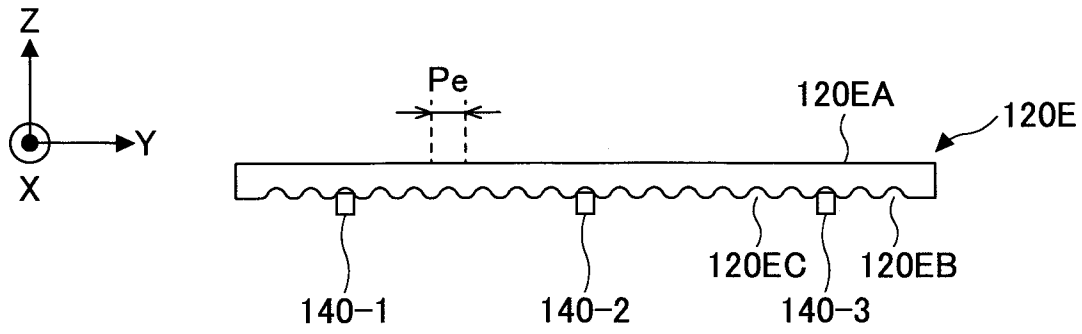
[図11]



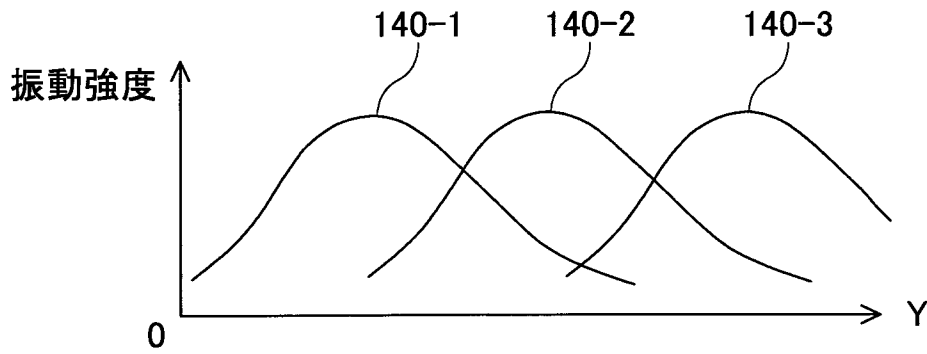
[図12]



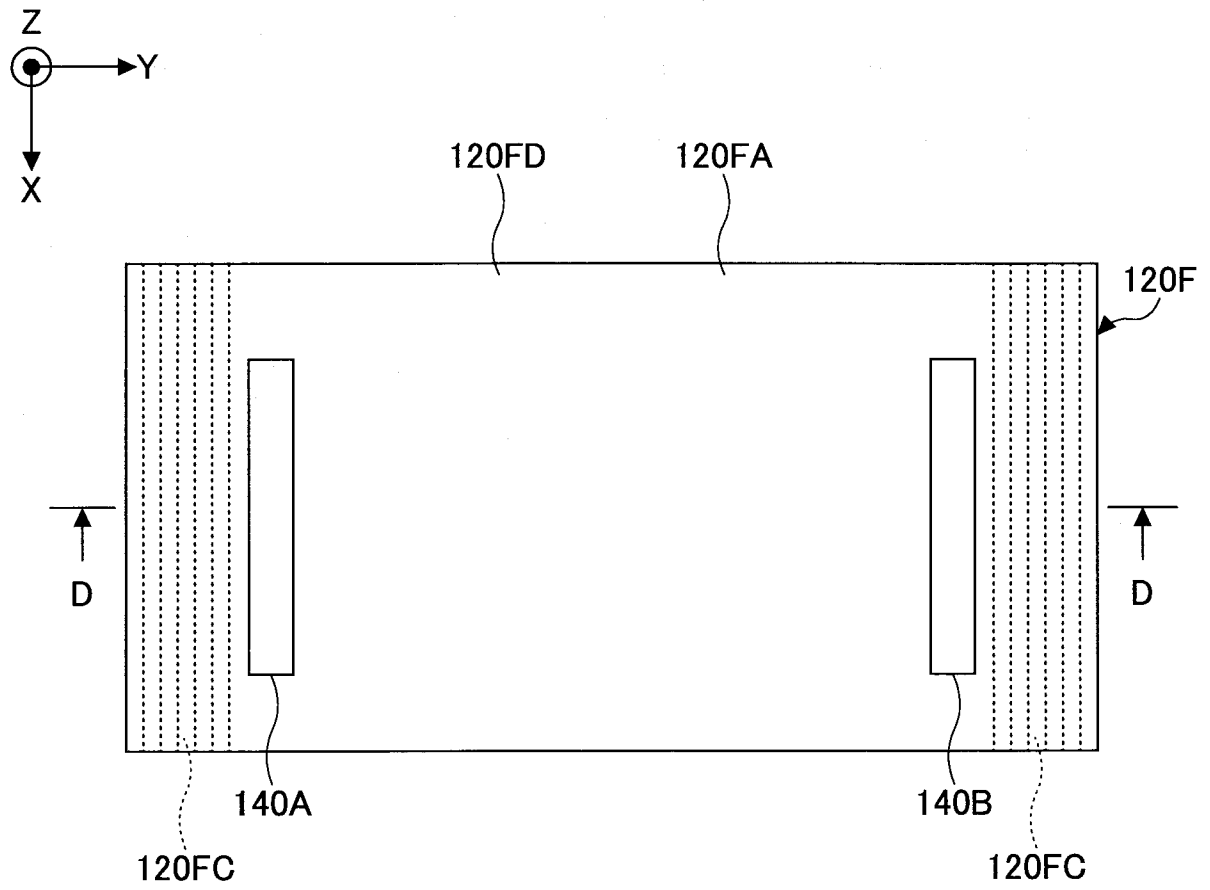
[図13]



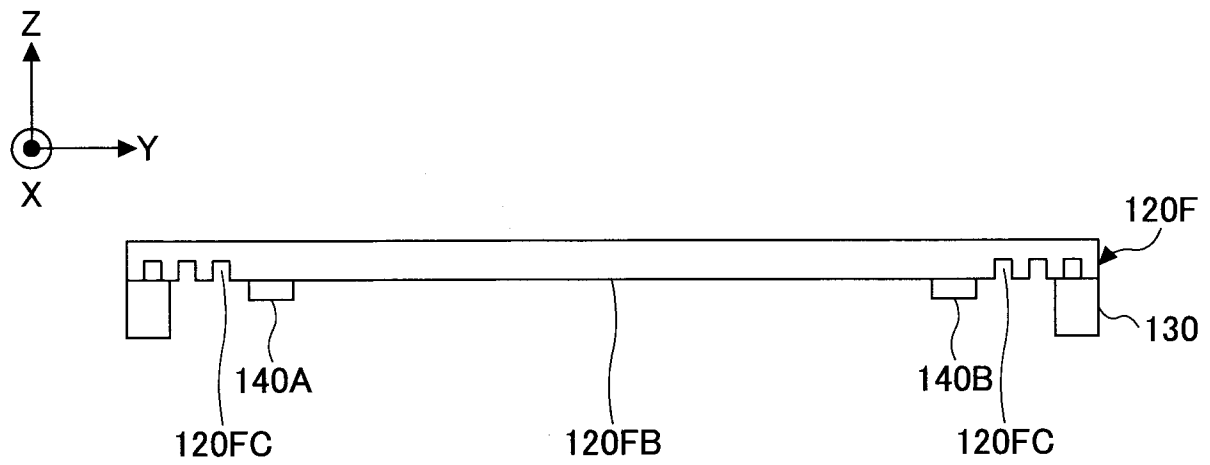
[図14]



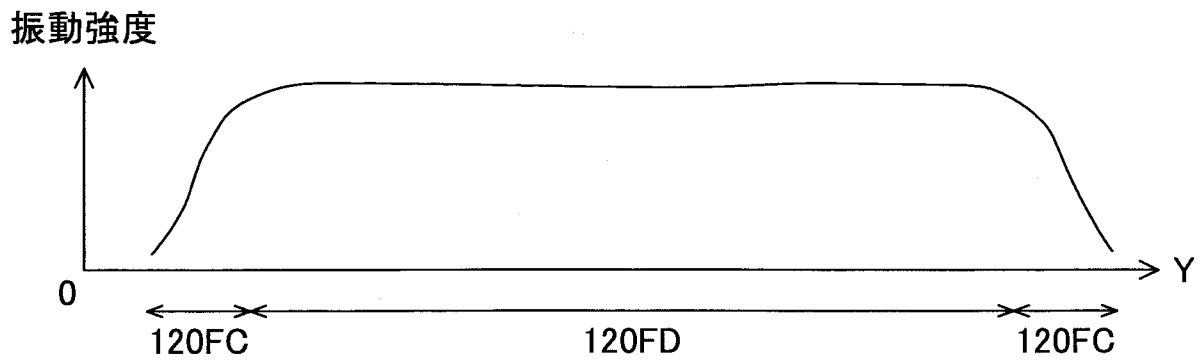
[図15]



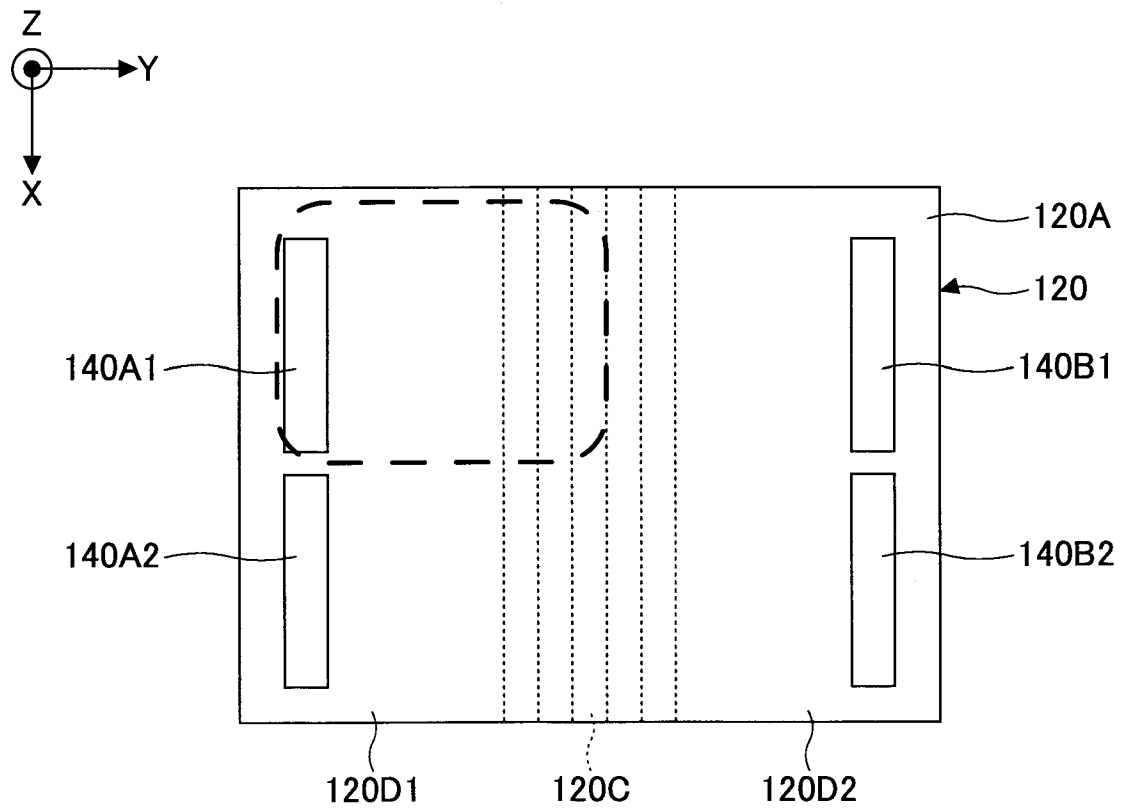
[図16]



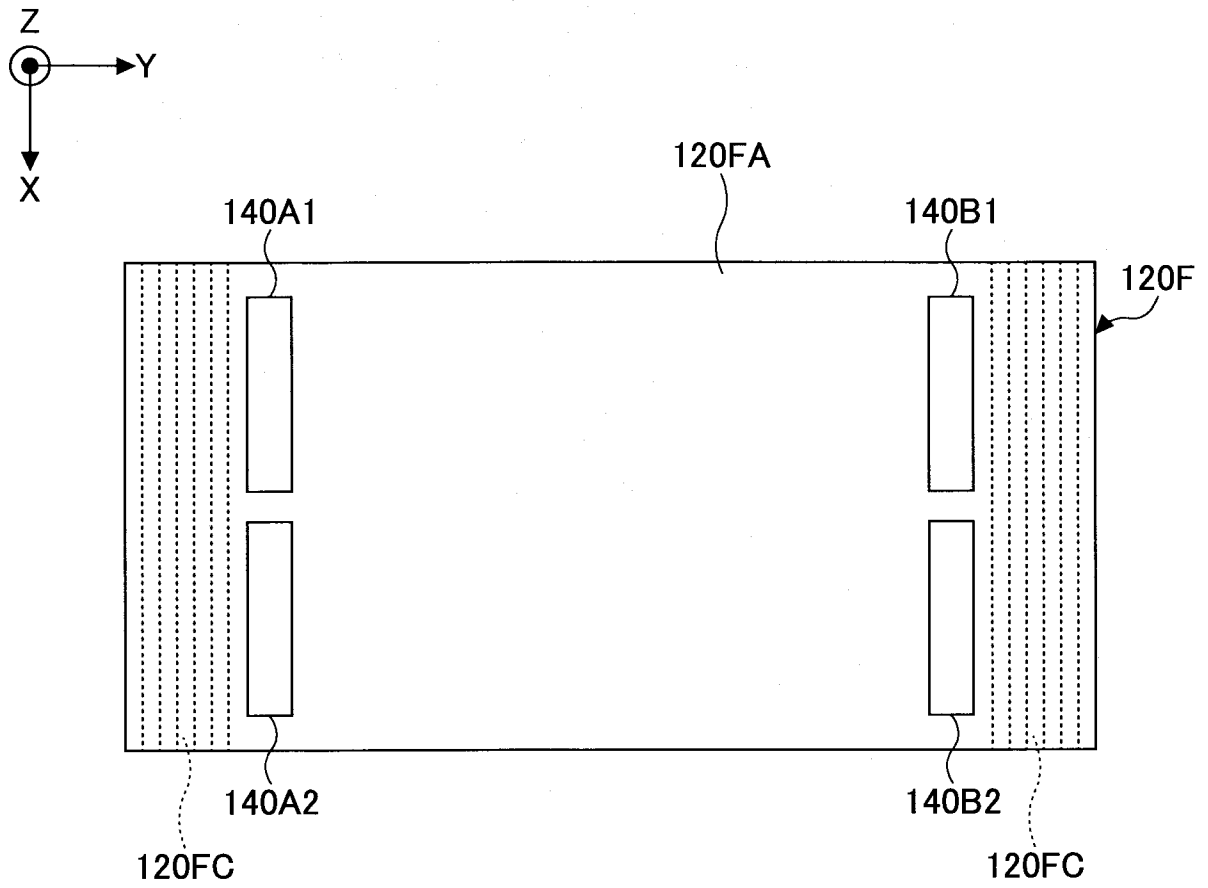
[図17]



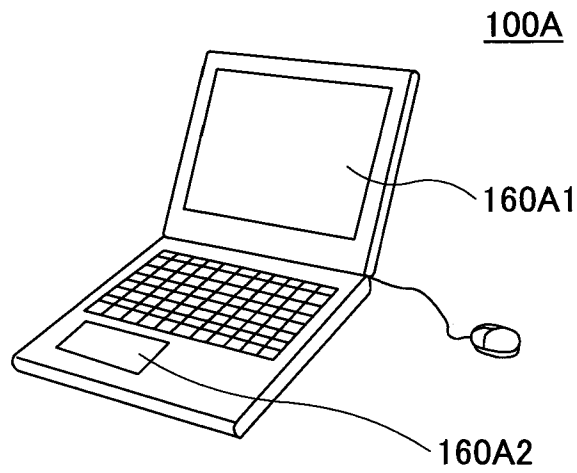
[図18]



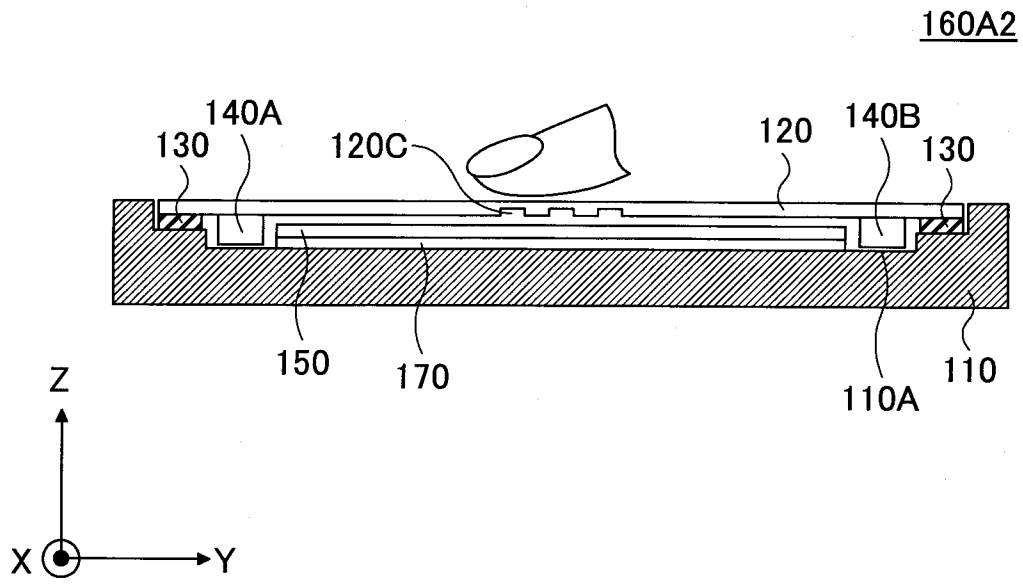
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F3/043(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)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) G06F3/043, G06F3/01, G06F3/041		
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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015		
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	WO 2015/045482 A1 (Fujitsu Ltd.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraphs [0018] to [0048]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 8-13 2-7
Y	JP 63-181021 A (Canon Inc.), 26 July 1988 (26.07.1988), page 108, upper right column, line 14 to lower right column, line 6; fig. 11 (Family: none)	1, 8-13
A	JP 2013-200863 A (Panasonic Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0016] to [0025], [0046]; fig. 1 to 6, 12A to 13B & US 2013/0222339 A1	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 21 May 2015 (21.05.15)	Date of mailing of the international search report 02 June 2015 (02.06.15)	
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062119

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-238222 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0077] to [0087]; fig. 5 to 8 & US 2011/0291976 A1 & WO 2010/104019 A1 & TW 201033871 A	1-13
A	JP 2010-528381 A (Martin Pointing Devices), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraphs [0044] to [0059]; fig. 1 to 6 & US 2010/0127975 A1 & WO 2008/145124 A2 & CA 2683566 A & CN 101681230 A & KR 10-2010-0027123 A & ZA 200908373 A & AU 2008255374 A & RU 2009144123 A & NZ 581463 A & HK 1141876 A	6,7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F3/043(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)i, G06F3/041(2006.01)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. G06F3/043, G06F3/01, G06F3/041		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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	WO 2015/045482 A1 (富士通株式会社) 2015.04.02, 段落[0018]-[0048], 第1-3図 (ファミリーなし)	1,8-13 2-7
Y	JP 63-181021 A (キヤノン株式会社) 1988.07.26, 第108頁右上欄第14行-右下欄第6行, 第11図 (ファミリーなし)	1,8-13
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 21.05.2015	国際調査報告の発送日 02.06.2015	
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) 三森 雄介 電話番号 03-3581-1101 内線 3521	5E 4061

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
A	JP 2013-200863 A (パナソニック株式会社) 2013. 10. 03, 段落[0016]-[0025], [0046], 第 1-6, 12A-13B 図 & US 2013/0222339 A1	1-13
A	JP 2010-238222 A (株式会社リコー) 2010. 10. 21, 段落[0077]-[0087], 第 5-8 図 & US 2011/0291976 A1 & WO 2010/104019 A1 & TW 201033871 A	1-13
A	JP 2010-528381 A (マーティン ポインティング デバイシズ) 2010. 08. 19, 段落[0044]-[0059], 第 1-6 図 & US 2010/0127975 A1 & WO 2008/145124 A2 & CA 2683566 A & CN 101681230 A & KR 10-2010-0027123 A & ZA 200908373 A & AU 2008255374 A & RU 2009144123 A & NZ 581463 A & HK 1141876 A	6, 7