

(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 8 月 4 日(04.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/120956 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051964
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 26 日(26.01.2015)
- (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: 鎌田 裕一(KAMATA, Yuichi); 〒2118588
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 遠藤 康浩
(ENDO, Yasuhiro); 〒2118588 神奈川県川崎市中原
区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒
1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 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).

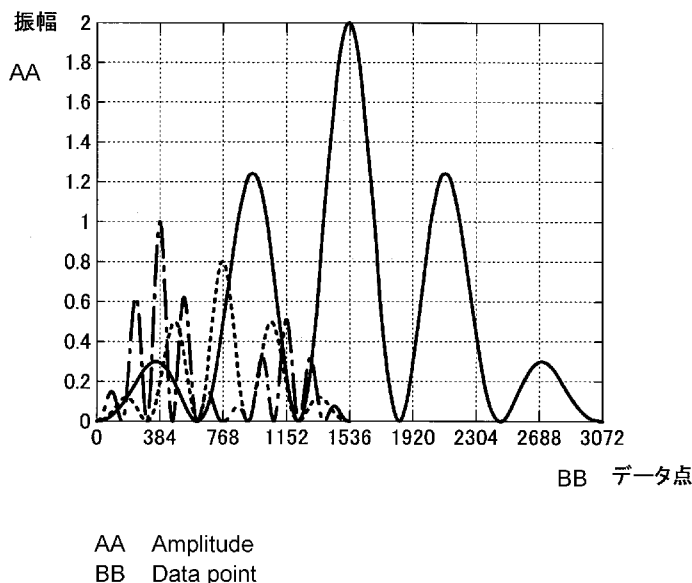
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、及び駆動制御方法

[図12]



AA Amplitude
BB Data point

(57) Abstract: Provided are a drive control device, an electronic device, a drive control program, and a drive control method which are capable of providing good tactile sensation. The drive control device drives a vibration element of an electronic device that comprises: a display unit, a top panel which is disposed on the display surface side of the display unit and which has an operating surface, a coordinate detection unit which detects the coordinates of the location on the operating surface where an operation has been performed, and the vibration element, which causes vibration of the operating surface. The drive control device comprises: a data storage unit which stores fundamental waveform data representing a fundamental waveform that is formed by a predetermined number of time-series amplitude values and that represents time variations in the amplitude of a drive signal for causing natural vibrations of the operating surface at ultrasonic frequencies; a waveform generation unit which generates first waveform data representing a first waveform obtained by changing the frequency or amplitude of the fundamental waveform data; a waveform synthesis unit which generates first synthesized waveform data representing a synthesized waveform obtained by combining the first wave-

form with the fundamental waveform; and a drive control unit which drives the vibration element by varying the amplitude of the drive signal on the basis of the first synthesized waveform data.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/120956 A1



良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、及び駆動制御方法を提供する。駆動制御装置は、表示部と、表示部の表示面側に配設され、操作面を有するトップパネルと、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、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振動素子を駆動する駆動制御装置であって、操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号の振幅の時間変化を表す基本波形であって、時系列的に配列される所定の数の振幅値で構築される基本波形を表す基本波形データを格納するデータ格納部と、基本波形データの周波数又は振幅を変化させた第1波形を表す第1波形データを生成する波形生成部と、基本波形と、第1波形とを合成した合成波形を表す第1合成波形データを生成する波形合成部と、第1合成波形データに基づいて駆動信号の振幅を変化させることにより、振動素子を駆動する駆動制御部とを含む。

明 細 書

発明の名称：

駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、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、駆動制御プログラム、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。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 0 - 2 3 1 6 0 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 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 2 0 k H z 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。

[0007] そこで、良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、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

[0008] 本発明の実施の形態の駆動制御装置は、表示部と、前記表示部の表示面側に配設され、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の振幅の時間変化を表す基本波形であって、時系列的に配列される所定の数の振幅値で構築される基本波形を表す基本波形データを格納するデータ格納部と、前記基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1波形を表す第1波形データを生成する波形生成部と、前記基本波形と、前記第1波形とを合成した第1合成波形、又は、複数の前記第1波形を合成した第1合成波形を表す第1合成波形データを生成する波形合成部と、前記第1合成波形データに基づいて前記駆動信号の振幅を変化させることにより、前記振動素子を駆動する駆動制御部とを含む。

発明の効果

[0009] 良好な触感を提供できる駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、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

[0010] [図1]実施の形態1の電子機器を示す斜視図である。

[図2]実施の形態1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1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データを示す図である。

[図8]メモリに格納される第2データを示す図である。

[図9]メモリに格納される第3データを示す図である。

[図10]基本波形を示す図である。

[図11]係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数とを表形式で示す図である。

[図12]図10に示す基本波形と、図11に示す第1周波数倍率及び振幅増倍係数とによって生成される3つの第1波形を重ねて示す図である。

[図13]図12に示す3つの第1波形を合成して得る第1合成波形を示す図である。

[図14]実施の形態1の電子機器の駆動制御装置の駆動制御部が実行する処理を示すフローチャートである。

[図15]図14の処理の詳細な処理内容を示すフローチャートである。

[図16]図15に示すフローチャートの変形例による処理を示すフローチャートである。

[図17]シフト係数行列を生成する処理を説明する図である。

[図18]実施の形態1の変形例の電子機器の断面を示す図である。

[図19]実施の形態1の変形例の電子機器を示す図である。

[図20]実施の形態1の変形例の電子機器のタッチパッドの断面を示す図である。

[図21]実施の形態1の変形例の電子機器の動作状態を示す平面図である。

[図22]実施の形態2で追加的に用いる第2基本波形を示す図である。

[図23]実施の形態2のメモリに格納される第2データを示す図である。

[図24]実施の形態2のメモリに格納される第3データを示す図である。

[図25]第1周波数倍率と振幅増倍係数を設定する際に用いられるダイアログボックスがディスプレイパネルに表示された状態を示す図である。

[図26]利用者が振幅データの設定対象として選択した画像を表す図である。

[図27]図26に示す画像に振幅データを設定する際のディスプレイパネルの

様子を示す図である。

[図28] トップパネルに生じる振動パターンを示す図である。

[図29] 利用者が超音波振動設定アプリケーションを利用して画像に超音波の振動を設定する際に、駆動制御装置のデータ生成部が実行する処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の駆動制御装置、電子機器、駆動制御プログラム、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。

[0012] <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。

[0013] 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、タブレット型コンピュータ、又はゲーム機等である。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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

- [0019] 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。
- [0020] 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）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。
- [0021] トップパネル 120 は、Z 軸負方向側の面に振動素子 140 が接着され、平面視における四辺が両面テープ 130 によって筐体 110 に接着されている。なお、両面テープ 130 は、トップパネル 120 の四辺を筐体 110 に接着できればよく、図 3 に示すように矩形環状である必要はない。
- [0022] トップパネル 120 の Z 軸負方向側にはタッチパネル 150 が配設される。トップパネル 120 は、タッチパネル 150 の表面を保護するために設けられている。なお、トップパネル 120 の表面 120A に、さらに別なパネル又は保護膜等が設けられていてもよい。
- [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。
- [0024] 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。
- [0025] 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。

[0026] なお、超音波帯とは、例えば、約 20 kHz 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。

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

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

[0029] タッチパネル 150 は、利用者のトップパネル 120 への操作入力の位置を検出できる座標検出部であればよく、例えば、静電容量型又は抵抗膜型の座標検出部であればよい。ここでは、タッチパネル 150 が静電容量型の座標検出部である形態について説明する。タッチパネル 150 とトップパネル 120 との間に隙間があっても、静電容量型のタッチパネル 150 は、トップパネル 120 への操作入力を検出できる。

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

- [0031] また、タッチパネル１５０が静電容量型の場合は、トップパネル１２０の上にタッチパネル１５０が配設されていてもよい。この場合も、タッチパネル１５０の表面が操作面を構築する。また、タッチパネル１５０が静電容量型の場合は、図２及び図３に示すトップパネル１２０を省いた構成であってもよい。この場合も、タッチパネル１５０の表面が操作面を構築する。また、この場合には、操作面を有する部材を、当該部材の固有振動で振動させればよい。
- [0032] ディスプレイパネル１６０は、例えば、液晶ディスプレイパネル又は有機ＥＬ(Electroluminescence)パネル等の画像を表示できる表示部であればよい。ディスプレイパネル１６０は、筐体１１０の凹部１１０Ａの内部で、図示を省略するホルダ等によって基板１７０の上（Ｚ軸正方向側）に設置される。
- [0033] ディスプレイパネル１６０は、後述するドライバＩＣ(Integrated Circuit)によって駆動制御が行われ、電子機器１００の動作状況に応じて、ＧＵＩ操作部、画像、文字、記号、図形等を表示する。
- [0034] 基板１７０は、筐体１１０の凹部１１０Ａの内部に配設される。基板１７０の上には、ディスプレイパネル１６０及びタッチパネル１５０が配設される。ディスプレイパネル１６０及びタッチパネル１５０は、図示を省略するホルダ等によって基板１７０及び筐体１１０に固定されている。
- [0035] 基板１７０には、後述する駆動制御装置の他に、電子機器１００の駆動に必要な種々の回路等が実装される。
- [0036] 以上のような構成の電子機器１００は、トップパネル１２０に利用者の指が接触し、指先の移動を検出すると、基板１７０に実装される駆動制御部が振動素子１４０を駆動し、トップパネル１２０を超音波帯の周波数で振動させる。この超音波帯の周波数は、トップパネル１２０と振動素子１４０とを含む共振系の共振周波数であり、トップパネル１２０に定在波を発生させる。
- [0037] 電子機器１００は、超音波帯の定在波を発生させることにより、トップパ

ネル 120 を通じて利用者に触感を提供する。

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

[0039] 図 4 は、超音波帯の固有振動によってトップパネル 120 に生じる定在波のうち、トップパネル 120 の短辺に平行に形成される波頭を示す図であり、図 4 の (A) は側面図、(B) は斜視図である。図 4 の (A)、(B) では、図 2 及び図 3 と同様の X Y Z 座標を定義する。なお、図 4 の (A)、(B) では、理解しやすさのために、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。

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

[0041] [数1]

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

[0042] [数2]

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

なお、式 (2) の係数 α は、式 (1) における k^2 以外の係数をまとめて表

したものである。

[0043] 図4の(A)、(B)に示す定在波は、一例として、周期数 k が10の場合の波形である。例えば、トップパネル120として、長辺の長さ l が140mm、短辺の長さ l 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。

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

[0045] なお、ここでは、1つの振動素子140がトップパネル120のZ軸負方向側の面において、Y軸正方向側において、X軸方向に伸延する短辺に沿って接着される形態について説明するが、振動素子140を2つ用いてもよい。2つの振動素子140を用いる場合は、もう1つの振動素子140をトップパネル120のZ軸負方向側の面において、Y軸負方向側において、X軸方向に伸延する短辺に沿って接着すればよい。この場合に、2つの振動素子140は、トップパネル120の2つの短辺に平行な中心線を対称軸として、軸対称になるように配設すればよい。

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

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

[0048] 図5は、電子機器100のトップパネル120に生じさせる超音波帯の固有振動により、操作入力を行う指先に掛かる動摩擦力が変化する様子を説明する図である。図5の(A)、(B)では、利用者が指先でトップパネル120に触れながら、指をトップパネル120の奥側から手前側に矢印に沿っ

て移動する操作入力を行っている。なお、振動のオン／オフは、振動素子 140（図 2 及び図 3 参照）をオン／オフすることによって行われる。

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

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

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

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

[0053] 一方、図 5 の（B）に示す動作パターンでは、利用者の指がトップパネル 120 の奥側にあるときに振動がオンであり、指を手前側に移動させる途中で振動がオフになっている。

[0054] ここで、トップパネル 120 に超音波帯の固有振動を生じさせると、トップパネル 120 の表面 120A と指との間にスクイーズ効果による空気層が介在し、指でトップパネル 120 の表面 120A をなぞったときの動摩擦係数が低下する。

[0055] 従って、図 5 の（A）では、トップパネル 120 の奥側にグレーで示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は大きく、トップパネル 120 の手前側に白く示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は小さくなる。

[0056] このため、図 5 の（A）に示すようにトップパネル 120 に操作入力を行う利用者は、振動がオンになると、指先に掛かる動摩擦力の低下を感知し、指先の滑り易さを知覚することになる。このとき、利用者はトップパネル 1

20の表面120Aがより滑らかになることにより、動摩擦力が低下するときに、トップパネル120の表面120Aに凹部が存在するように感じる。

[0057] 一方、図5の(B)では、トップパネル120の奥前側に白く示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は小さく、トップパネル120の手前側にグレーで示す範囲では、指先に掛かる動摩擦力は大きくなる。

[0058] このため、図5の(B)に示すようにトップパネル120に操作入力を行う利用者は、振動がオフになると、指先に掛かる動摩擦力の増大を感知し、指先の滑り難さ、あるいは、引っ掛かる感じを知覚することになる。そして、指先が滑りにくくなることにより、動摩擦力が高くなるときに、トップパネル120の表面120Aに凸部が存在するように感じる。

[0059] 以上より、図5の(A)と(B)の場合は、利用者は指先で凹凸を感じ取ることができる。このように人間が凹凸の知覚することは、例えば、“触感デザインのための印刷物転写法とSticky-band Illusion”(第11回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集(SI2010, 仙台)____174-177, 2010-12)に記載されている。また、“Fishbone Tactile Illusion”(日本バーチャルリアリティ学会第10回大会論文集(2005年9月))にも記載されている。

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

[0061] 次に、図6を用いて、実施の形態1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1の電子機器100の構成を示す図である。

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

[0064] 制御部200は、アプリケーションプロセッサ220、通信プロセッサ2

30、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、データ生成部240D、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、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、データ生成部240D、メモリ250、正弦波発生器310、及び振幅変調器320は、駆動制御装置300を構築する。なお、ここでは、アプリケーションプロセッサ220、通信プロセッサ230、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、データ生成部240D、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、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、及びデータ生成部240D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。

[0066] 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240C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。また、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、及びデータ生成部240Dが別々のICチップ又はプロセッサによって実現されてもよい。また、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、及びデータ生成部240Dのうちのいずれか2つ又は3つが同一のICチップ又はプロセッサによって実現されてもよい。

[0067] 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、アプリケーションプロセッサ220、通信プロセッサ230、波形生成部240A、波形合成部240B、駆動制御部240C、データ生成部240D、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。

[0068] 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1

40を駆動する。

[0069] 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、駆動制御部240C、及びデータ生成部240Dに入力される。なお、位置データが駆動制御部240C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。

[0070] また、ドライバIC151は、位置データを検出する際に、操作入力によってトップパネル120の表面120Aに触れている指先の面積（接触面積）を表す面積データを駆動制御部240Cに出力する。接触面積は、操作入力の接触荷重に応じて変化する。

[0071] 操作入力の接触荷重とは、指先が表面120Aを押圧する際に、トップパネル120にかかる荷重である。指先がトップパネル120を押圧する力が強ければ、接触荷重は大きくなり、指先の変形量が増えるため、接触面積は大きくなる。一方、指先がトップパネル120を押圧する力が弱ければ、接触荷重は小さくなり、指先の変形量が減るため、接触面積は小さくなる。

[0072] なお、タッチパネル150が静電容量型である場合は、ドライバIC151が検出する静電容量によって接触面積を検出すればよい。接触面積が大きくなれば、静電容量は増大し、接触面積が小さくなれば、静電容量は低下する。また、タッチパネル150が抵抗膜型である場合は、ドライバIC151が検出する抵抗値によって接触面積を検出すればよい。接触面積が大きくなれば、抵抗値は低下し、接触面積が小さくなれば、抵抗値は増大する。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 波形生成部240Aは、2つの所定の条件が揃った場合に、メモリ250に格納される基本波形データが表す基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1波形を表す第1波形データを生成する。なお、2つの所定の条件については後述する。

[0077] 基本波形データは、基本波形を表すデータである。基本波形は、トップパネル120の表面120A（操作面）に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号の振幅を時間的に変化させるために用いられる基本的な波形である。基本波形は、時系列的に配列される所定の数の振幅値によって構築される包絡線によって表される。基本波形データは、時系列的に配列される基本振幅値であって、基本波形の包絡線を構築する所定の数の振幅値を表す基本振幅値で構築される。

[0078] 波形生成部240Aは、基本波形データの周波数（基本周波数）よりも高い第1周波数の第1波形データを生成する場合は、基本周波数に対する第1周波数の比（第1周波数倍率）に応じて基本波形データを間引いてデータ点数を減らすことによって、第1波形データを生成する。

[0079] 基本波形データに含まれる複数の基本振幅値同士の時間軸方向における間隔と、データ点数が間引かれて生成される第1波形データに含まれる複数の第1振幅値同士の時間軸方向における間隔とは等しくされる。

[0080] このため、上述のようにデータ点数を減らすことは、第1周波数倍率に応じて基本波形データの周波数を増大させた第1波形データを生成することである。

[0081] すなわち、基本波形データを間引いてデータ点数を減らして生成される第1波形データが表す第1波形は、第1周波数倍率に応じて、基本波形を時間軸方向に短縮した波形になる。

- [0082] 第1波形は、時系列的に配列される所定の数の振幅値によって構築される包絡線によって表される。第1波形データは、時系列的に配列され、第1波形の包絡線を構築する所定の数の第1振幅値で構築される。第1振幅値のデータ点数は、基本振幅値のデータ点数に比べて、第1周波数倍率に応じて少なくなっている。
- [0083] また、波形生成部240Aは、基本波形データの振幅を変化させる場合は、基本振幅値に所定の係数（振幅増倍係数）を乗算する。波形生成部240Aは、基本波形データの振幅を変化させるとともに、基本周波数よりも高い第1周波数に周波数を変化させた第1波形データを生成する場合は、第1周波数倍率に応じて基本波形データを間引いてデータ点数を減らすとともに、振幅を振幅増倍係数倍することによって、第1波形データを生成する。
- [0084] この場合に、第1波形は、第1周波数倍率に応じて基本波形を時間軸方向に短縮するとともに、振幅が振幅増倍係数倍にされた波形になる。
- [0085] なお、基本波形と第1波形については、図7乃至図9を用いて後述する。
- [0086] 波形合成部240Bは、基本波形と、第1波形とを合成した第1合成波形、又は、複数の前記第1波形を合成した第1合成波形を表す第1合成波形データを生成する。波形の合成は、基本波形に含まれる振幅を表す複数の基本振幅値と、第1波形に含まれる振幅を表す複数の第1振幅値とを時間的な位置を合わせて合成することによって行われる。
- [0087] すなわち、時間的な位置が互いに等しい基本振幅値と第1振幅値とが合成されることにより、第1合成振幅値によって構築される第1合成波形データが生成される。基本振幅値と第1振幅値との合成は、振幅値同士を加算することによって行われる。このため、第1合成振幅値は、基本振幅値と、第1振幅値との和で与えられる。
- [0088] 第1合成波形データは、上述のようにして求められるため、第1合成波形は、基本波形を表す包絡線と、第1波形を表す包絡線とを合成した包絡線によって表される。
- [0089] また、複数の第1波形を合成する場合は、複数の第1振幅値のデータを時

間的な位置を合わせて合成すればよい。

[0090] なお、第1周波数倍率と振幅増倍係数がともに'1'である場合に生成される第1波形は、基本波形と同一の波形を有する。このような第1波形を、基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1波形と合成することは、2つの第1波形を合成することとして捉えることができるとともに、基本波形と第1波形とを合成することとして捉えることができる。

[0091] 第1合成波形データは、後述する第2合成波形データ及び第3合成波形データを生成するために用いられる。第2合成波形データ及び第3合成波形データは、振動素子140の駆動に用いる駆動信号の強度（振幅）を変調するための振幅値の時間的な変化を表す波形データである。このため、第1合成波形データは、駆動信号の振幅を時間的に変化させるために用いられるデータである。なお、第1合成波形については、図10を用いて後述する。

[0092] 駆動制御部240Cは、2つの所定の条件が揃った場合に、第1合成波形データに基づいて第3合成波形データを生成し、振幅データとして第3合成波形データを振幅変調器320に出力する。第3合成波形データは、振動素子140の駆動に用いる駆動信号の強度（振幅）を変調するための振幅値の時間的な変化を表す波形データである。

[0093] また、駆動制御部240Cは、2つの所定の条件が揃った場合に、位置データを波形生成部240Aに出力する。

[0094] 第3合成波形データは、操作入力の位置の時間的変化度合に応じて第1合成波形データを間引いてデータ点数を減らして第2合成波形データを生成するとともに、第2合成波形データの振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させることによって生成される。

[0095] ここで、第1合成波形データに含まれる複数の第1合成振幅値同士の時間軸方向における間隔と、データ点数が間引かれて生成される第2合成波形データに含まれる複数の第2合成振幅値同士の時間軸方向における間隔とは等しくされる。

[0096] このため、上述のようにデータ点数を減らすことは、時間的変化度合に応

じて第1合成波形データの周波数を増大させた第2合成波形データを生成することである。

[0097] 従って、第3合成波形データは、操作入力的位置の時間的変化度合に応じて第1合成波形データの周波数を増大させて第2合成波形データを生成するとともに、第2合成波形データの振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させることによって生成される。

[0098] なお、上述したように、駆動制御部240Cは、2つの所定の条件が揃った場合に、位置データを波形生成部240Aに出力する。

[0099] 上述のように、波形生成部240A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240Cが駆動信号を算出するまでの所要時間は Δt である。すなわち、所要時間 Δt の間に、波形生成部240Aは、駆動制御部240Cから入手する位置データを用いて第1波形データを生成し、波形合成部240Bは複数の第1波形を合成して第1合成波形データを生成し、駆動制御部240Cは、第1合成波形データに基づいて、最終的な振幅データを生成する。

[0100] なお、ドライバIC151から波形生成部240Aに位置データが直接的に入力され、入力された位置データを用いて波形生成部240Aが第1波形データを生成するようにしてもよい。

[0101] データ生成部240Dは、利用者の操作入力の内容に応じて、第1データと第3データを生成する。また、第1データ及び第3データに加えて、第2データも生成するようにしてもよい。第1データ、第2データ、及び第3データは、メモリ250に格納される。第1データ、第2データ、及び第3データについては、図7乃至図9を用いて後述する。

[0102] ここで、第3合成波形データの生成処理について説明する前に、第3合成波形データの生成処理以外に駆動制御部240Cが実行する処理について説明する。

[0103] 2つの所定の条件のうちの1つ目の所定の条件に用いる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120Aに

沿って移動する速度を用いる。利用者の指先の移動速度は、ドライバ１Ｃ１５１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２４０Ｃが算出する。

[0104] また、実施の形態１の駆動制御装置３００は、利用者の指先がトップパネル１２０の表面１２０Ａに沿って移動したときに、指先に掛かる動摩擦力を変化させるためにトップパネル１２０を振動させる。動摩擦力は、指先が移動しているときに発生するため、駆動制御部２４０Ｃは、移動速度が所定の閾値速度以上になったときに、振動素子１４０を振動させる。移動速度が所定の閾値速度以上になることは、１つ目の所定の条件である。

[0105] 従って、駆動制御部２４０Ｃ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。

[0106] なお、閾値速度は、利用者がトップパネル１２０の表面１２０Ａに触れた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。

[0107] また、実施の形態１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。

[0108] 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。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] また、アプリケーションの種類により、トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力の種類が異なるからである。トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力の種類としては、例えば、GUI操作部を操作する際には、所謂フリック操作がある。フリック操作は、指先をトップパネル120の表面120Aに沿って、はじく（スナップする）ように比較的短い距離移動させる操作である。

[0112] また、ページを捲る場合には、例えば、スワイプ操作を行う。スワイプ操作は、指先をトップパネル120の表面120Aに沿って掃くように比較的長い距離移動させる操作である。スワイプ操作は、ページを捲る場合の他に、例えば、写真を捲る場合に行われる。また、GUI操作部によるスライダー（図1のスライダー102B参照）をスライドさせる場合には、スライダーをドラッグするドラッグ操作が行われる。

[0113] ここで一例として挙げるフリック操作、スワイプ操作、及びドラッグ操作のように、トップパネル120の表面120Aに触れた指先を移動させる操作入力は、アプリケーションによる表示の種類によって使い分けられる。このため、操作入力を行う指先の位置が、振動を発生させるべき所定の領域内にあるかどうかを判定する際には、電子機器100が起動しているアプリケーションの種類が関係することになる。

[0114] 駆動制御部240C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。

[0115] 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1データは、メモリ250に格納されている。

[0116] ここで、振動パターンとは、正弦波発生器310から出力される超音波帯の正弦波信号の振幅が、駆動制御部240Cが出力する振幅データによって変調されることにより、トップパネル120に生じる超音波振動の時間変化の包絡線のパターンである。この振動パターンは、利用者が指先で実際に感じ取ることのできる振動のパターンである。振動パターンによる振動の周波数は、人間の指先で感知される周波数帯域にあるようにするために、例えば、1kHz以下に設定することが好ましい。

[0117] また、駆動制御部240C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。

[0118] 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240C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240C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。

[0119] 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。

[0120] 駆動制御部240C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_2 , y_2)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_3 , y_3)とするベクトルを求めることにより、所要時間 Δt 経過後の座標(x_3 , y_3)を推定する。

[0121] 実施の形態1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。

[0122] 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240Cが行う。駆動制御部240C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。

[0123] 以上より、駆動制御部240C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。

[0124] 駆動制御部240C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、第3合成波形データを生成して、振幅データとして振幅変調器320に出力する。

[0125] 次に、駆動制御部240Cが実行する第3合成波形データの生成処理について説明する。

[0126] 実施の形態1では、時間的変化度合に応じて第1合成波形データを間引いてデータ点数を減らす際に、駆動制御部240Cは、次のような処理を行う。

[0127] ここで、 v は操作入力の移動速度、 v_0 は基準速度である。基準速度 v_0 は、操作入力の移動速度 v の基準として用いることができる既知の速度であればよく、例えば、上述した閾値速度を用いてもよい。

[0128] また、 $\text{Int}(\gamma)$ は、 γ の値を整数に変換する関数を表しており、例えば、小数点以下切り捨て、又は、小数点第一位を四捨五入等を行うことによって整数値を導出する。

[0129] 駆動制御部240Cは、次式(3)、(4)、(5)を用いて、移動速度 v から、速度比 γ 、周波数シフト量 s_f 、第2周波数倍率 a_f を求める。

[0130]

[数3]

$$\gamma = \log_2 \frac{v}{v_0} \quad (3)$$

$$s_f = \text{Int} \left(\log_2 \frac{v}{v_0} \right) \quad (4)$$

$$a_f = 2^{s_f} \quad (5)$$

式（３）は、基準速度 v_0 に対する操作入力の移動速度 v の比を対数で求める式である。式（４）は、式（３）で求まる比を整数化して周波数シフト量 s_f を求める式である。このため、式（４）によって求まる整数は、基準速度 v_0 に対する操作入力の移動速度 v の比を整数で表す。式（５）は、２の s_f 乗の値として第２周波数倍率 a_f を求める式である。

[0131] 駆動制御部２４０Ｃは、第１合成波形データに含まれる第１合成振幅値のデータ点数を $1/a_f$ にした第２合成波形データを生成する。すなわち、駆動制御部２４０Ｃは、第１時間軸方向において第１合成振幅値のデータを $(a_f - 1)$ 個おきに抽出することにより、データ点数を $1/a_f$ にした第２合成波形データを生成する。

[0132] 第１合成振幅値を $(a_f - 1)$ 個おきに抽出してデータ点数を $1/a_f$ にすることは、第２周波数倍率 a_f の値に応じて第１合成振幅値を間引いてデータ点数を減らすことであり、第１合成振幅値の周波数に第２周波数倍率 a_f を乗じた周波数の第２合成波形データを生成することである。

[0133] このようにして、第１合成振幅値から第２合成振幅値が生成される。

[0134] 以上のようにして、駆動制御部２４０Ｃは、第１合成波形データから第２合成波形データを生成する。

[0135] なお、第２合成波形データは、振幅データとして駆動制御部２４０Ｃから振幅変調器３２０に出力され、正弦波発生器３１０から出力される超音波帯

の正弦波信号の振幅を変調するために用いられる。

[0136] 第2合成波形の振動は、人間の指先で感知される周波数帯域であるようにするために、例えば、第2合成波形の周波数帯域を1 kHz以下に設定することが好ましい。このため、基本波形の周波数は、第1周波数倍率及び第2周波数倍率 a_f を考慮して、例えば、1 kHzよりも低い周波数に設定されることが好ましい。

[0137] なお、式(3)、(4)、(5)では、2の s_f 乗の値として第2周波数倍率 a_f を求めているが、2よりも大きい自然数又は1よりも大きい小数（整数部と小数部とを含む数）を用いてもよい。すなわち、式(5)は一般式として $a_f = m^n$ であってもよい。ここで、 m は2以上の自然数又は1よりも大きい小数であり、 n は0以上の自然数であり、基準速度 v_0 に対する操作入力の移動速度 v の比を表す。 m の値が小数である場合には、第1合成波形のデータ点数が m^n で割り切れるような整数の値に設定すればよい。また、 m の値が小数である場合に、第1合成波形データの最後のデータ点の第1合成振幅値がゼロにならない場合は、ゼロに設定するような処理を行うようにすればよい。

[0138] また、実施の形態1では、第2合成波形データによって与えられる駆動信号の振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させて第3合成波形データを生成する際に、駆動制御部240Cは次のような処理を行う。ここで、駆動制御部240Cは、ドライバIC151から駆動制御部240Cに入力される面積データが表す接触面積に基づいて操作入力の接触荷重を求める。

[0139] 駆動制御部240Cは、次式(6)により、接触荷重から振幅倍率 a_a を求め、第2合成波形データに含まれる第2合成振幅値を振幅倍率 a_a 倍した第3合成波形データを振幅データとして振幅変調器320に出力する。

[0140] ここで、 w は接触荷重、 w_{max} は最大振幅を出力する接触荷重の値を表す。

[0141]

[数4]

$$a_a = \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{w}{w_{max}}} & (w \leq w_{max}) \\ 1 & (w > w_{max}) \end{cases} \quad (6)$$

以上のようにして、駆動制御部240Cは、第2合成波形データの振幅を振幅倍率 a_a 倍して第3合成波形データを生成する。

[0142] メモリ250は、第1データ、第2データ、及び第3データを格納する。第1データ、第2データ、及び第3データについては、図7乃至図9を用いて後述する。

[0143] 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。メモリ250は、データ格納部の一例である。

[0144] 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。正弦波発生器310が出力する正弦波は、振幅が変調される前の駆動信号であり、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正弦波である。

[0145] 振幅変調器320は、駆動制御部240C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。この駆動信号は、所定の振動パターンを有する。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、所定の振動パターンの駆動

信号を生成する。

[0146] 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。振幅が変調されるパターンは、所定の振動パターンを表す。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。

[0147] 次に、図 7 乃至図 9 を用いて、メモリ 250 に格納される、第 1 データ、第 2 データ、及び第 3 データについて説明する。

[0148] 図 7 は、メモリ 250 に格納される第 1 データを示す図である。

[0149] 第 1 データは、アプリケーションの種類を表すアプリケーション ID (Identification) 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。

[0150] 図 7 では、アプリケーション ID として、app_id1 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。

[0151] なお、第 1 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、タブレット型コンピュータ、又は、ゲーム機等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。

[0152] 図 8 は、メモリ 250 に格納される第 2 データを示す図である。

[0153] 第 2 データは、基本波形の種類を表す基本波形 ID (Identification) と、波形データ列とを関連付けたデータである。波形データ列は、基本波形データである。

[0154] 図 8 には、基本波形 ID として fw_id1~fw_id3 を示す。また、波形データ列として、[a1, a2, a3, . . . , a3072]、[b1, b2, b3, . . . , b3072]、[c1, c2, c3, . . . , c1024] を示す。

- [0155] 波形データ列[a1, a2, a3, . . . , a3072]は、3072個の基本振幅値a1~a3072を含む。波形データ列[b1, b2, b3, . . . , b3072]と[c1, c2, c3, . . . , c1024]は、それぞれ、3072個の基本振幅値b1~b3072と、1024個の基本振幅値c1~c1024とを含む。
- [0156] 波形データ列[a1, a2, a3, . . . , a3072]、[b1, b2, b3, . . . , b3072]、[c1, c2, c3, . . . , c1024]は、それぞれ、基本振幅値a1~a3072、b1~b3072、c1~c1024によって構築される包絡線を表す。3つの包絡線は、基本波形IDがfw_id1~fw_id3の基本波形を表す。
- [0157] 図9は、メモリ250に格納される第3データを示す図である。
- [0158] 第3データは、振動パターンと、基本波形IDと、係数行列とを関連付けたデータである。図9には、振動パターンを表すパターンデータとして、P1~P4を示す。基本波形IDとしてfw_id1~fw_id3を示す。また、係数行列として、図9に示すような4つの行列を示す。なお、振動パターンは図7に示す振動パターンと同一であり、基本波形IDは、図8に示す基本波形IDと同一である。
- [0159] 係数行列は、図9では一例として、3行8列、又は、3行6列の行列の形式のデータである。係数行列は、基本周波数に対する第1周波数の比（第1周波数倍率）と、第1波形の周期数と、基本波形の振幅に対する第1波形の振幅の倍率（振幅増倍係数）とを表す情報を含む。
- [0160] 基本周波数に対する第1周波数の倍率は、係数行列の行数によって表される。係数行列の最も上の行の倍率は1倍であり、上から2行目の行の倍率は2倍であり、上から4行目の行の倍率は4倍である。
- [0161] 第1波形の周期数は、係数行列の列数によって表される。図9に示す3行8列の係数行列は、最大で8周期の第1波形を規定することができ、3行6列の係数行列は、最大で6周期の第1波形を規定することができる。
- [0162] 基本波形の振幅に対する第1波形の振幅の倍率（振幅増倍係数）は、基本波形データの振幅を変化させて第1波形データを生成する際に、基本振幅値に乗算する係数である。振幅増倍係数は、係数行列に含まれる成分によって

表される。

- [0163] 図9において、振動パターンP1で基本波形IDが fw_id1 の係数行列は、第1周波数倍率が1倍の振幅増倍係数として a_{11} 、 a_{12} 、0、0、0、0、0、0を含む。また、第1周波数倍率が2倍の振幅増倍係数として a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、0、0、0、0を含む。さらに、第1周波数倍率が4倍の振幅増倍係数として a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 、 a_{38} を含む。
- [0164] これは、第1周波数倍率が1倍の場合には、基本周波数の1倍の第1周波数を有する第1波形であって、1周期目～2周期目に、それぞれ、基本波形の振幅を a_{11} 、 a_{12} 倍した第1振幅を有する第1波形を生成することを意味する。また、3周期目～8周期目の係数はすべて0であるため、第1振幅は0に設定される。すなわち、3周期目～8周期目には、第1波形を生成しないことを意味する。
- [0165] また、第1周波数倍率が2倍の場合には、基本周波数の2倍の第1周波数を有する第1波形であって、1周期目～4周期目に、それぞれ、基本波形の振幅を a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 倍した第1振幅を有する第1波形を生成することを意味する。また、5周期目～8周期目の係数はすべて0であるため、第1振幅は0に設定される。すなわち、5周期目～8周期目には、第1波形を生成しないことを意味する。
- [0166] また、第1周波数倍率が4倍の場合には、基本周波数の4倍の第1周波数を有する第1波形であって、1周期目～8周期目に、それぞれ、基本波形の振幅を a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 、 a_{38} 倍した第1振幅を有する第1波形を生成することを意味する。
- [0167] なお、ここでは、3行8列、又は、3行6列の係数行列について説明したが、係数行列の行数は1行以上であれば何行であってもよく、列数は1列以上であれば何列であってもよい。係数行列の行数によって表される第1周波数の倍率は、最も上の行で1倍であり、2行目以下は、行数を β とすると、 2^β で表される。

[0168] 次に、図10乃至図13を用いて、基本波形、第1波形、及び第1合成波形の波形と、係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数とについて説明する。

[0169] 図10は、基本波形を示す図である。図10に一例として示す基本波形は、3072個の基本振幅値によって構築される包絡線として与えられる。振幅は、5つのピークを有し、1536番目の振幅が最大になっている。このような振幅を表す基本振幅値は、図8に示す波形データ列によって設定される。

[0170] 図11は、係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数とを表形式で示す図である。図11に示す第1周波数倍率及び振幅増倍係数は、図10に示す基本波形に適用できるように構築されている。

[0171] 図11に示す表では、下側の行から上側の行に向かって第1周波数倍率が1倍、2倍、4倍と増大するように表されている。また、表の横方向にはデータ点の範囲を示す。

[0172] 図11に示す表の各行は、3072個のデータ点に含まれる基本波形又は第1波形の周期数に等しい数の列に分けられている。このため、第1周波数倍率が1倍の行は1列、第1周波数倍率が2倍の行は2列、第1周波数倍率が4倍の行は4列に分けられている。

[0173] また、図11に示す表に記載されている数値は、振幅増倍係数を示す。例えば、第1周波数倍率が1倍の行の振幅増倍係数は'2'であるため、3072個の第1振幅値は、それぞれ、3072個の基本振幅値を2倍したものになる。

[0174] 第1周波数倍率が2倍の行の振幅増倍係数は、データ点が1から1536までは'0.8'であり、データ点が1537から3072までは'0'である。このため、データ点が1から1536までは基本周波数の2倍の第1周波数で、基本波形の0.8倍の振幅を有する第1波形が得られる。なお、この第1波形の第1振幅値は、3072個の基本振幅値を1つおきに（2つに1つを）抽出し、振幅を0.8倍にしたものである。なお、データ点が153

7 から 3 0 7 2 までは ' 0 ' であるため、第 1 波形の第 1 振幅値は、0 であり、第 1 波形は生成されない。

[0175] 第 1 周波数倍率が 4 倍の行の振幅増倍係数は、データ点が 1 から 7 6 8 までは ' 1 ' であり、データ点が 7 6 9 から 1 5 3 6 までは ' 0 . 5 ' であり、データ点が 1 5 3 7 から 3 0 7 2 までは ' 0 ' である。

[0176] このため、データ点が 1 から 7 6 8 までは基本周波数の 4 倍の第 1 周波数で、基本波形の 1 倍の振幅を有する第 1 波形が得られる。また、データ点が 7 6 9 から 1 5 3 6 までは基本周波数の 4 倍の第 1 周波数で、基本波形の 0 . 5 倍の振幅を有する第 1 波形が得られる。

[0177] なお、この第 1 波形の第 1 振幅値は、3 0 7 2 個の基本振幅値を 3 つおきに (4 つに 1 つを) 抽出し、振幅を 1 倍と 0 . 5 倍にしたものである。なお、データ点が 1 5 3 7 から 3 0 7 2 までは ' 0 ' であるため、第 1 波形の第 1 振幅値は、0 であり、第 1 波形は生成されない。

[0178] 図 1 2 は、図 1 0 に示す基本波形と、図 1 1 に示す第 1 周波数倍率及び振幅増倍係数とによって生成される 3 つの第 1 波形を重ねて示す図である。第 1 波形の生成は、波形生成部 2 4 0 A (図 6 参照) によって行われる。図 1 2 には、波形生成部 2 4 0 A によって生成される 3 つの第 1 波形を重ねて示す。

[0179] 実線で示す波形は、第 1 周波数倍率が 1 倍の第 1 波形であり、破線で示す波形は、第 1 周波数倍率が 2 倍の第 1 波形であり、一点鎖線で示す波形は、第 1 周波数倍率が 4 倍の第 1 波形である。

[0180] このように、図 1 0 に示す基本波形から、図 1 1 に示す第 1 周波数倍率及び振幅増倍係数とによって生成される 3 つの第 1 波形を生成することができる。

[0181] 図 1 3 は、図 1 2 に示す 3 つの第 1 波形を合成して得る第 1 合成波形を示す図である。第 1 合成波形は、波形合成部 2 4 0 B (図 6 参照) によって行われる。

[0182] 図 1 1 に示す第 1 周波数倍率及び振幅増倍係数を用いて、図 1 0 に示す基

本波形の周波数及び振幅を変化させて生成される3つの第1波形（図12参照）を合成することにより、図13に示すようにランダムな振幅が変化する第1合成波形を生成することができる。これは、1つの基本波形から、様々な第1合成波形を生成できることを示している。

[0183] また、ここでは第2合成波形を示さないが、上述したように、駆動制御部240Cは、第1合成波形データに含まれる第1合成振幅値を、第2周波数倍率 a_f の値に応じて間引いてデータ点数を減らすことにより、第1合成振幅値の周波数に第2周波数倍率 a_f を乗じた周波数の第2合成波形データを生成する。

[0184] 例えば、操作入力的位置の移動速度に応じて求まる第2周波数倍率 a_f が'4'である場合は、図13に示す第1合成波形の周波数を4倍にした第2合成波形が生成される。

[0185] また、上述したように、駆動制御部240Cは、操作入力の接触荷重に応じて、第2合成波形データの振幅値を変化させて第3合成波形データを生成する。

[0186] 従って、例えば、操作入力的位置の移動速度に応じて求まる第2周波数倍率 a_f が'4'であり、かつ、接触荷重が操作入力的位置の変化に応じて増大する場合は、図13に示す第1合成波形の周波数を4倍にした第2合成波形の振幅を接触荷重の増大に伴って増幅した第3合成波形データが振幅データとして生成される。

[0187] 次に、図14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240Cが実行する処理について説明する。

[0188] 図14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240Cが実行する処理を示すフローチャートである。

[0189] 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240Cも同様であり、駆動制御部240Cは、図14に示すフローを所定の制御周期毎に繰

り返し実行する。

[0190] 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振幅変調器320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。

[0191] 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。

[0192] 駆動制御部240C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。

[0193] 駆動制御部240C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）。

[0194] 駆動制御部240C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。

[0195] 駆動制御部240C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）。

[0196] 駆動制御部240C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Stの中になるか否かを判定する（ステップS4）。

[0197] 駆動制御部240C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Stの中にあると判定する場合は、振幅値を算出する

(ステップS5)。ステップS5において駆動制御部240Cが振幅値を求める処理は、上述したように、駆動制御部240Cが、第1合成波形データを用いて、操作入力的位置の移動速度と接触荷重に応じて、最終的に出力する振幅データの振幅値を求める処理である。このため、ステップS5は、波形生成部240A、波形合成部240B、及び駆動制御部240Cによって行われる処理である。

[0198] 駆動制御部240Cは、振幅データを出力する(ステップS6)。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140が駆動される。

[0199] 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 の中にあると判定した場合は、駆動制御部240Cは、振幅値をゼロに設定する(ステップS7)。

[0200] この結果、駆動制御部240C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140は駆動されない。

[0201] 図15は、図14に示すステップS5の処理の詳細な処理内容を示すフローチャートである。図15に示す処理は、波形生成部240A、波形合成部240B、及び駆動制御部240Cによって実行される処理である。なお、図15に示す処理は、電子機器100(図6参照)がアプリケーションを実行しているときに行われるため、図7に示すアプリケーションIDは、特定されているものとして説明する。

[0202] 波形生成部240Aは、第1データ(図7参照)の領域データを参照し、位置データが含まれる領域データに対応する振動パターンを決定する(ステップS51)。

[0203] 次に、波形生成部240Aは、第3データ(図9参照)を参照し、振動パ

ターンに対応する基本波形 I D と係数行列を決定する（ステップ S 5 2）。これにより、第 1 周波数倍率、第 1 波形の周期数、振幅増倍係数が決定する。

[0204] 次に、波形生成部 240A は、第 2 データ（図 8 参照）を参照し、ステップ S 5 2 で取得した基本波形 I D に対応する波形データ列を決定する（ステップ S 5 3）。これにより、基本振幅値が決定し、基本振幅値によって構築される包絡線が定まる。包絡線は、基本波形を表す。ステップ S 5 3 では、例えば、図 10 のような基本波形が決定する。

[0205] 次に、波形生成部 240A は、波形データ列と係数行列を用いて、第 1 波形データを生成する（ステップ S 5 4）。例えば、図 10 のような基本波形に対して、図 11 に示すような第 1 周波数倍率と振幅増倍係数を用いると、図 12 に示すような 3 つの第 1 波形を表す 3 つの第 1 波形データが生成される。

[0206] 次に、波形合成部 240B は、複数の第 1 波形データを合成し、第 1 合成波形データを生成する（ステップ S 5 5）。例えば、図 12 に示すような 3 つの第 1 波形が合成されると、図 13 に示すような第 1 合成波形を表す第 1 合成波形データを生成される。なお、複数の第 1 波形データのうちの 1 つは、基本波形データと同一であってもよい。

[0207] 次に、駆動制御部 240C は、操作入力の移動速度 v から、第 2 周波数倍率 a_f を計算する（ステップ S 5 6）。第 2 周波数倍率 a_f は、式（3）、（4）、（5）を用いて求められる。

[0208] 次に、駆動制御部 240C は、第 1 合成波形データに含まれる第 1 合成振幅値のデータ点数を $1/a_f$ にした第 2 合成波形データを生成する（ステップ S 5 7）。すなわち、駆動制御部 240C は、第 1 時間軸方向において第 1 合成振幅値を $(a_f - 1)$ 個おきに抽出することにより、データ点数を $1/a_f$ にした第 2 合成波形データを生成する。

[0209] 例えば、第 2 周波数倍率 a_f が '2' であり、第 1 合成波形データのデータ点数が 1536 である場合は、駆動制御部 240C は、1 つおきに（2 つにつ

き1つの)第1合成振幅値を抽出して、データ点数が768の第2合成波形データを生成する。この場合、第2合成波形データの周波数は、第1合成波形データの周波数の2倍である。

[0210] 駆動制御部240Cは、接触荷重から振幅倍率 a_a を計算する(ステップS58)。接触荷重は、上述のように操作入力の接触面積に基づいて求められる。

[0211] 駆動制御部240Cは、ステップS57で生成した第2合成波形データに含まれる第2合成振幅値に振幅倍率 a_a を乗算して第3合成波形データを生成する(ステップS59)。第3合成波形データの振幅値は、最終的に振幅データとして駆動制御部240Cから振幅変調器320に出力される。

[0212] 以上により、振幅データの振幅値が設定される。

[0213] 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。

[0214] 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。

[0215] 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。

[0216] 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120Aをなぞったときの動摩擦係数を確実に低下させることができる。また、Sticky-band Illusion効果、又は、Fishbone Tactile Illusion効果により、トップパネル120の表面120Aに凹凸が存在するような良好な触感を利用者に提供することができる。

- [0217] また、制御周期の1周期の時間に相当する所要時間 Δt が経過した後の座標を推定して得る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振動を発生させるので、実際に指先が所定のGUI操作部等に触れている間に振動を発生させることができる。
- [0218] なお、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もよい。
- [0219] 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。
- [0220] 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。
- [0221] この場合は、振動素子140の振動の強弱を切り替えるような駆動信号で振動素子140を駆動することになる。この結果、トップパネル120に発生する固有振動の強弱が切り替えられ、利用者の指先に凹凸が存在するような触感を提供することができる。
- [0222] 振動素子140の振動の強弱を切り替えるために、振動を弱くする際に振動素子140をオフにすると、振動素子140のオン／オフを切り替えることになる。振動素子140のオン／オフを切り替えることは、振動素子140を断続的に駆動することである。
- [0223] 以上、実施の形態1によれば、良好な触感を提供できる駆動制御装置300、電子機器100、及び駆動制御方法を提供することができる。
- [0224] また、以上では、基本波形データをメモリ250に格納しておき、基本波形データと、係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数とに基づ

いて第1波形を求め、複数の第1波形に基づいて第1合成波形を求める。また、第1合成波形に基づいて、第2合成波形を求め、さらに、第2合成波形に基づいて、振幅データとして用いる第3合成波形を求めることができる。

[0225] このため、メモリ250に格納しておく波形を表すデータは、基本波形データだけでよい。基本波形データは1種類であってもよい。1種類の基本波形データのみがメモリ250に格納されている場合であっても、係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数を様々な値に設定することにより、様々な第1波形を表す第1波形データを生成することができ、様々な振幅データを生成することができる。

[0226] 従って、実施の形態1によれば、メモリ250に格納するデータ量を大幅に削減することができる。これは、例えば、複数種類の振幅データを出力するために、各振幅データに応じた波形データを保持する必要がある場合に比べて、データ量を大幅に削減することを意味する。

[0227] また、第2周波数倍率 a_f を用いて第2合成波形データのデータ点数を第1合成波形データよりも減らせば、操作入力速度の増加に応じて第2合成波形データの周波数を第1合成波形データよりも高くすることができるので、操作性をより向上させることができる。

[0228] また、第2合成波形データに振幅倍率 a_a を用いて振幅を増大した第3合成波形データを用いれば、接触荷重の増加に応じて第3合成波形データの振幅値を第2合成波形データよりも大きくすることができるので、操作性をより向上させることができる。

[0229] なお、第2合成波形データに振幅倍率 a_a を用いて振幅を増大した第3合成波形データを生成しない場合は、第2合成波形データを振幅データとして用いて振動素子140を駆動することになる。

[0230] さらに、第2周波数倍率 a_f を用いて第1合成波形データよりもデータ点数を減らした第2合成波形データをも生成しない場合は、第1合成波形データを振幅データとして用いて振動素子140を駆動することになる。

[0231] また、第1合成波形データに振幅倍率 a_a を用いて振幅を増大した合成波形

データを生成する場合は、振幅倍率 a_a を用いて振幅を増大した合成波形データを振幅データとして用いて振動素子 140 を駆動することになる。

[0232] なお、以上では、基本波形の周波数及び振幅を変化させた第 1 波形を表す第 1 波形データを生成する形態について説明したが、基本波形の周波数又は振幅のいずれか一方を変化させた第 1 波形を表す第 1 波形データを生成してもよい。

[0233] また、以上では、波形合成部 240B が生成する第 1 合成波形データに基づいて駆動制御部 240C が第 2 合成波形データを生成し、さらに振幅データとして生成する第 3 合成波形データを用いて振動素子 140 の駆動に用いる駆動信号の強度を調整する形態について説明した。

[0234] 第 3 合成波形データは、操作入力的位置の時間的変化度合に応じて第 1 合成波形データのデータ点数を間引いて減らして第 2 合成波形データを生成するとともに、第 2 合成波形データの第 2 合成振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させることによって生成される。

[0235] しかしながら、駆動制御部 240C は、操作入力的位置の時間的変化度合に応じて第 1 合成波形データのデータ点数を減らなくてもよい。また、駆動制御部 240C は、第 2 合成波形データの第 2 合成振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させなくてもよい。

[0236] また、駆動制御部 240C は、操作入力的位置の時間的変化度合に応じて第 1 合成波形データのデータ点数を減らさずに、第 1 合成波形データの第 1 合成振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させてもよい。

[0237] さらに、駆動制御部 240C は、操作入力的位置の時間的変化度合に応じて第 1 合成波形データのデータ点数を減らさずに、かつ、第 2 合成波形データの第 2 合成振幅値を操作入力の接触荷重に応じて変化させなくてもよい。この場合は、駆動制御部 240C が振幅データとして出力する振幅データは、波形合成部 240B によって生成される第 1 合成波形データと等しくなる。

[0238] また、以上では、第 1 データ、第 2 データ、及び第 3 データのうち、第 2

データは予めメモリ 250 に格納されており、利用者の操作入力の内容に応じて、第 1 データと第 3 データがデータ生成部 240D によって生成される形態について説明した。

[0239] しかしながら、第 2 データも利用者の操作入力の内容に応じてデータ生成部 240D によって生成されてもよい。

[0240] また、第 2 データに加えて第 1 データと第 3 データのうちのいずれか一方がメモリ 250 に予め格納されており、利用者が第 1 データと第 3 データのうちのいずれか他方を生成するようにしてもよい。

[0241] また、以上では、駆動制御装置 300 がデータ生成部 240D を含む形態について説明した。データ生成部 240D は、利用者の操作入力の内容に応じて、第 1 データと第 3 データ、又は、第 1 データ、第 2 データ、及び第 3 データを生成する。

[0242] しかしながら、駆動制御装置 300 は、データ生成部 240D を含まなくてもよい。この場合には、駆動制御装置 300 は、メモリ 250 に予め格納されている第 1 データ、第 2 データ、及び第 3 データに基づいて生成される超音波振動を利用者の操作入力に応じて発生させる。

[0243] また、以上では、波形生成部 240A が第 1 波形データを生成し、波形合成部 240B が基本波形データと第 1 波形データを合成して第 1 合成波形データを生成し、第 1 合成波形データに基づいて駆動制御部 240C が第 2 合成波形データ及び第 3 合成波形データを生成する形態について説明した。しかしながら、波形生成部 240A、波形合成部 240B、及び駆動制御部 240C の処理は、次のように変形してもよい。

[0244] 図 16 は、図 15 に示すフローチャートの変形例による処理を示すフローチャートである。図 16 に示す処理は、波形生成部 240A、波形合成部 240B、及び駆動制御部 240C によって実行される処理である。なお、図 16 に示す処理は、電子機器 100（図 6 参照）がアプリケーションを実行しているときに行われるため、図 7 に示すアプリケーション ID は、特定されているものとして説明する。

[0245] また、ステップS 5 1～S 5 3の処理は、図1 5に示すステップS 5 1～S 5 3と同一であるため、説明を省略する。

[0246] 波形生成部2 4 0 Aは、ステップS 5 3で波形データ列を決定すると、操作入力の移動速度 v から、周波数シフト量 s_f を計算する（ステップS 1 5 4）。周波数シフト量 s_f は、式（4）によって求まる。

[0247] 次に、波形生成部2 4 0 Aは、係数行列の成分を周波数シフト量 s_f だけ高周波数側の行にシフトしたシフト係数行列を生成する（ステップS 1 5 5）。

[0248] 例えば、係数行列が図9に示す振動パターンP 1に対応する3行8列の係数行列であり、周波数シフト量 s_f が' 2'である場合には、3行8列の係数行列の成分を2行下側（高周波数側）にシフトし、周波数倍率が1倍である最も上の行と、上から2行目との成分（2行8列の成分）がすべて' 0'である、5行8列のシフト係数行列を生成する。なお、この処理については、図1 7を用いて後述する。

[0249] 波形生成部2 4 0 Aは、接触荷重から振幅倍率 a_a を計算する（ステップS 1 5 6）。接触荷重は、上述のように操作入力の接触面積に基づいて求められる。波形生成部2 4 0 Aは、駆動制御部2 4 0 Cから入力される面積データが表す接触面積に基づいて操作入力の接触荷重を求める。なお、ドライバI C 1 5 1から波形生成部2 4 0 Aに直接的に位置データと接触面積を表すデータとが入力されるようにしてもよい。

[0250] 次に、波形生成部2 4 0 Aは、ステップS 1 5 5で生成したシフト係数行列のすべての成分に、ステップS 1 5 6で計算した振幅倍率 a_a を乗算した乗算係数行列を生成する（ステップS 1 5 7）。

[0251] 次に、波形合成部2 4 0 Bは、ステップS 5 3で決定した波形データ列と、乗算係数行列とによって求まる複数の第1波形データを合成し、第1合成波形データを生成する（ステップS 1 5 8）。

[0252] 以上により、振幅データの振幅値が設定される。

[0253] ステップS 1 5 8で生成された第1合成波形データは、駆動制御部2 4 0

Cによって振幅データとして振幅変調器320（図6参照）に出力される。

[0254] 図17は、ステップS155でシフト係数行列を生成する処理を説明する図である。

[0255] 図17の上側に示すように、3行8列の係数行列があるとする。また、周波数シフト量 s_f が'2'であるとする。周波数シフト量 s_f が'2'であることは、第2周波数倍率 a_f が4倍であることに対応する。

[0256] 図17の上側に示す3行8列の係数行列では、最も上の行（第1周波数倍率は1倍）で、振幅増倍係数は、 a_{11} 、 a_{12} 、0、0、0、0、0、0に設定されている。また、上から2行目（第1周波数倍率は2倍）で、振幅増倍係数は、 a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、0、0、0、0に設定されている。また、上から3行目（第1周波数倍率は4倍）で、振幅増倍係数は、 a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 、 a_{38} に設定されている。

[0257] このような場合に、波形生成部240Aは、3行8列の係数行列の成分を周波数シフト量 s_f の分だけ下側（高周波数側）にシフトし、行のシフトによってブランクになる行の成分をすべて'0'に設定する。

[0258] ここでは、周波数シフト量 s_f は'2'であるため、図17の上側に示す3行8列の係数行列の成分を2行下側（高周波数側）にシフトし、周波数倍率が1倍である最も上の行と、上から2行目との成分（2行8列の成分）がすべて'0'に設定する。

[0259] このような処理により、波形生成部240Aは、図17の下側に示す5行8列のシフト係数行列を生成する。

[0260] そして、波形生成部240Aは、シフト係数行列のすべての成分に振幅倍率 a_a を乗算した乗算係数行列を生成し、波形合成部240Bは、波形データ列と、乗算係数行列とによって求まる複数の第1波形データを合成して、第1合成波形データを生成する。

[0261] 図16に示す処理によって生成される第1合成波形データは、駆動制御部240Cによって振幅データとして振幅変調器320（図6参照）に出力さ

れる。

[0262] 以上、図 16 の処理によれば、図 15 に示す処理のように第 1 合成波形データに含まれる第 1 合成振幅値のデータ点数を $1/a_f$ にした第 2 合成波形データを生成する工程を含まない。

[0263] このため、図 16 のフローチャートに示す処理を用いて振幅データを生成すれば、図 15 に示す処理よりも計算量を減らすことができる。

[0264] ここで、図 18 乃至図 22 を用いて、実施の形態 1 の電子機器 100 の変形例について説明する。

[0265] 図 18 は、実施の形態 1 の変形例の電子機器 100A の断面を示す図である。図 18 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 18 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。

[0266] 電子機器 100A は、筐体 110B、トップパネル 120、パネル 121、両面テープ 130、振動素子 140、タッチパネル 150、ディスプレイパネル 160A、及び基板 170 を含む。

[0267] 電子機器 100A は、図 3 に示す電子機器 100 のタッチパネル 150 を裏面側（Z 軸負方向側）に設けた構成を有する。このため、図 3 に示す電子機器 100 と比べると、両面テープ 130、振動素子 140、タッチパネル 150、及び基板 170 が裏面側に配設されている。

[0268] 筐体 110B には、Z 軸正方向側の凹部 110A と、Z 軸負方向側の凹部 110C とが形成されている。凹部 110A の内部には、ディスプレイパネル 160A が配設され、トップパネル 120 で覆われている。また、凹部 110C の内部には、基板 170 とタッチパネル 150 が重ねて設けられ、パネル 121 は両面テープ 130 で筐体 110B に固定され、パネル 121 の Z 軸正方向側の面には、振動素子 140 が設けられている。

[0269] 図 18 に示す電子機器 100A において、パネル 120A への操作入力に応じて、振動素子 140 のオン／オフを切り替えることによってパネル 120A に超音波帯の固有振動を発生させれば、図 3 に示す電子機器 100 と同様に、利用者が指先の感覚でディスプレイパネル 160 に表示される画像に

対応した触感を知覚できる電子機器 100A を提供することができる。

[0270] なお、図 18 には、裏面側にタッチパネル 150 を設けた電子機器 100A を示すが、図 3 に示す構造と図 18 に示す構造とを合わせて、表面側と裏面側とにそれぞれタッチパネル 150 を設けてもよい。

[0271] 図 19 は、実施の形態 1 の変形例の電子機器 100B を示す図である。電子機器 100B 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。

[0272] PC 100B は、ディスプレイパネル 160B1 とタッチパッド 160B2 を含む。

[0273] 図 20 は、実施の形態 1 の変形例の電子機器 100B のタッチパッド 160B2 の断面を示す図である。図 20 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 20 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。

[0274] タッチパッド 160B2 は、図 3 に示す電子機器 100 から、ディスプレイパネル 160 を取り除いた構成を有する。

[0275] 図 19 に示すような PC としての電子機器 100B において、タッチパッド 160B2 への操作入力に応じて、振動素子 140 のオン／オフを切り替えることによってトップパネル 120 に超音波帯の固有振動を発生させれば、図 3 に示す電子機器 100 と同様に、タッチパッド 160B2 への操作入力の移動量に応じて、利用者の指先に触感を通じて操作感を提供することができる。

[0276] また、ディスプレイパネル 160B1 の裏面に振動素子 140 を設けておけば、図 3 に示す電子機器 100 と同様に、ディスプレイパネル 160B1 への操作入力の移動量に応じて、利用者の指先に触感を通じて操作感を提供することができる。この場合は、ディスプレイパネル 160B1 の代わりに、図 3 に示す電子機器 100 を設ければよい。

[0277] 図 21 は、実施の形態 1 の変形例の電子機器 100C の動作状態を示す平面図である。

[0278] 電子機器 100C は、筐体 110、トップパネル 120C、両面テープ 130、振動素子 140、タッチパネル 150、ディスプレイパネル 160、及び基板 170 を含む。

[0279] 図 21 に示す電子機器 100C は、トップパネル 120C が曲面ガラスであること以外は、図 3 に示す実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 の構成と同様である。

[0280] トップパネル 120C は、平面視における中央部が Z 軸正方向側に突出するように湾曲している。図 21 には、トップパネル 120C の YZ 平面における断面形状を示すが、XZ 平面における断面形状も同様である。

[0281] このように、曲面ガラスのトップパネル 120C を用いることにより、良好な触感を提供できる。特に、画像として表示する物体の実物の形状が湾曲している場合に有効的である。

[0282] <実施の形態 2>

実施の形態 2 の駆動制御装置及び電子機器は、それぞれ、実施の形態 1 の駆動制御装置 300 及び電子機器 100 と同様の構成を有する。実施の形態 2 の駆動制御装置及び電子機器は、メモリ 250 に格納される第 2 データ及び第 3 データの構造が実施の形態 1 の構造と異なる。

[0283] 図 22 は、実施の形態 2 で追加的に用いる第 2 基本波形を示す図である。図 22 に一例として示す第 2 基本波形は、2048 個の基本振幅値によって構築される包絡線として与えられる。振幅は、5 つのピークを有し、1024 番目の振幅が最大になっている。このような振幅を表す基本振幅値は、図 23 に示す波形データ列によって設定される。

[0284] 実施の形態 2 では、図 10 に示す基本波形を第 1 基本波形として用いるとともに、図 22 に示す第 2 基本波形を用いて、振幅データを生成する。第 2 基本波形は、サブ基本波形の一例である。

[0285] 図 22 に示す第 2 基本波形は、図 10 に示す基本波形の基本周波数の 1.5 倍の第 2 基本周波数を有する。第 2 基本周波数は、基本周波数の 1.5 倍に限られるものではないが、基本周波数の整数倍ではなく、小数（整数部と

小数部とを含む数) 倍であれば任意の数値であってよい。

[0286] 図23は、実施の形態2のメモリ250に格納される第2データを示す図である。

[0287] 実施の形態2の第2データは、図8に示す基本波形IDがfw_id1の波形データ列に、 $[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{2048}]$ を加えたデータ形式を有する。波形データ列 $[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{2048}]$ は、2048個の基本振幅値 $\alpha_1 \sim \alpha_{2048}$ を含む。

[0288] 波形データ列 $[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{2048}]$ は、基本振幅値 $\alpha_1 \sim \alpha_{2048}$ によって構築される包絡線を表す。この包絡線は、図22に示す基本波形IDがfw_id1の第2基本波形を表す。

[0289] 図24は、実施の形態2のメモリ250に格納される第3データを示す図である。

[0290] 実施の形態2の第3データは、図9に示す第3データに対して、第2基本波形に対応する係数行列を追加した構造を有する。

[0291] 図24には、一例として、振動パターンP1で基本波形IDがfw_id21の係数行列を示す。この係数行列は、図9に示す振動パターンP1で基本波形IDがfw_id1の係数行列を第1係数行列として含み、次のような第2係数行列を追加したものである。

[0292] 第2係数行列は、第1周波数倍率が1倍の振幅増倍係数として $\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ を含む。また、第1周波数倍率が2倍の振幅増倍係数として $\alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23}, \alpha_{24}, \alpha_{25}, \alpha_{26}, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ を含む。さらに、第1周波数倍率が4倍の振幅増倍係数として $\alpha_{31}, \alpha_{32}, \alpha_{33}, \alpha_{34}, \alpha_{35}, \alpha_{36}, \alpha_{37}, \alpha_{38}, \alpha_{39}, \alpha_{310}, \alpha_{311}, \alpha_{312}$ を含む。

[0293] 図24に示す係数行列の第1係数行列は、図23に示す第1基本波形から第1波形を生成するために用いられ、第2係数行列は、図23に示す第2基本波形から第1波形を生成するために用いられる。第2基本波形から生成される第1波形は、第1サブ波形の一例である。

- [0294] 第1基本波形から生成される第1波形と、第2基本波形から生成される第1波形とは、波形合成部240Bによって合成され、第1合成波形が生成される。その後は、実施の形態1と同様に、第1合成波形に基づいて、第2合成波形が生成される。
- [0295] 実施の形態2では、上述のようにして、図10に示す基本波形を第1基本波形として用いるとともに、図22に示す第2基本波形を用いて、振幅データを生成する。
- [0296] 図22に示す第2基本波形は、図10に示す基本波形の基本周波数の1.5倍の第2基本周波数を有する。実施の形態2では、第1基本波形の小数倍の周波数を有する第2基本波形を追加的に用いることにより、実施の形態1よりもさらに様々な振幅データを生成することができる。
- [0297] 次に、図25乃至図29を用いて、利用者が振幅データを設定する方法について説明する。利用者は、電子機器100（図1及び図6参照）にインストールされた超音波振動設定アプリケーションを起動して、以下の処理を行うことにより、好みの画像等に好みの超音波振動を設定することができる。なお、超音波振動設定アプリケーションは、データ生成部240D（図6参照）が実行する。
- [0298] 図25は、第1周波数倍率と振幅増倍係数を設定する際に用いられるダイアログボックス161がディスプレイパネル160に表示された状態を示す図である。ダイアログボックス161は、超音波振動設定アプリケーションが起動され、第1周波数倍率と振幅増倍係数を設定するモードが選択されるとディスプレイパネル160に表示される。
- [0299] ダイアログボックス161は、第1波形を設定するために用いる第1周波数倍率と振幅増倍係数を設定することができる。なお、ここでは、基本周波数A及びBを有する2個の基本波形を用いて第1周波数倍率と振幅増倍係数を設定する形態について説明する。
- [0300] ダイアログボックス161の表示は、図11に表形式で示す係数行列に含まれる第1周波数倍率及び振幅増倍係数の表示と同様である。ダイアログボ

ックス161には、テキストボックス161A、161A2、161A4、161A8、161B、161B2、161B4、161B8、終了ボタン161C、データ初期化ボタン161D、及び振動パターンを選択するドロップダウンリスト161Eが表示される。

[0301] テキストボックス161A、161A2、161A4、161A8、161B、161B2、161B4、161B8は、振幅増倍係数を入力する入力領域又は入力部である。ここではすべてのテキストボックスの振幅増倍係数が'0'である状態を示すが、利用者が任意の値を各テキストボックスに入力することができる。

[0302] テキストボックス161Aは、基本周波数Aの第1基本波形に対して、第1周波数倍率が1倍の第1波形について、振幅増倍係数を入力する入力部である。ここでは、一例として、基本周波数Aの第1基本波形は、データ点数が3072個の基本振幅値を有する基本波形であり、図25では、2個のテキストボックス161Aを用いて、第1周波数倍率が1倍の第1波形について、2周期分の振幅増倍係数を入力することができる。

[0303] テキストボックス161A2、161A4、161A8は、それぞれ、基本周波数Aに対して、第1周波数倍率が2倍、4倍、8倍の周波数の第1波形の振幅増倍係数を入力する入力部である。このため、図25には、4個のテキストボックス161A2、8個のテキストボックス161A4、16個のテキストボックス161A8を示す。

[0304] テキストボックス161Bは、基本周波数Bの第2基本波形に対して、第1周波数倍率が1倍の第1波形について、振幅増倍係数を入力する入力部である。ここでは、一例として、基本周波数Bは、基本周波数Aの1.5倍である。基本周波数Bの第2基本波形は、データ点数が2048個の基本振幅値を有する基本波形であり、図25では、3個のテキストボックス161Bを用いて、第1周波数倍率が1倍の第1波形について、3周期分の振幅増倍係数を入力することができる。

[0305] テキストボックス161B2、161B4、161B8は、それぞれ、基

本周波数Bに対して、第1周波数倍率が2倍、4倍、8倍の周波数の第1波形の振幅増倍係数を入力する入力部である。このため、図25には、6個のテキストボックス161B2、12個のテキストボックス161B4、24個のテキストボックス161B8を示す。

[0306] 利用者は、図25に示すダイアログボックス161を用いて、振幅増倍係数及び第1周波数倍率を任意の値に設定することができる。

[0307] 以上のようなダイアログボックス161に利用者が振幅増倍係数を入力することにより、基本周波数Aの第1基本波形と基本周波数Bの第2基本波形に基づく、振動パターンP1と振動パターンP2とが生成されたこととする。振動パターンP1とP2は、互いに異なる。振動パターンP1、P2によってトップパネル120に生じる振動については、図28を用いて後述する。

[0308] なお、ここでは、共通の基本波形に基づいて、2つの振動パターンP1及びP2を生成する形態について説明するが、2つの振動パターンP1及びP2は、互いに異なる基本波形から生成することも可能である。

[0309] 以上のような処理を利用者が行うことにより、振動パターン、基本波形ID、及び係数行列を含む第3データがデータ生成部240Dによって作成される。データ生成部240Dは、第3データをメモリ250に格納する。

[0310] 上述のように利用者が振幅増倍係数を入力した場合には、振動パターンは、振動パターンP1及びP2であり、基本波形IDは、基本周波数A及びBの基本波形の基本波形IDである。なお、基本周波数A及びBの基本波形の基本波形IDは、基本波形データ（波形データ列）と関連付けられて第2データとして予めメモリ250に格納されている。

[0311] また、係数行列は、テキストボックス161A、161A2、161A4、161A8、161B、161B2、161B4、161B8に設定される振幅増倍係数を含む係数行列である。

[0312] 図26は、利用者が振幅データの設定対象として選択した画像を表す図である。図27は、図26に示す画像に振幅データを設定する際のディスプレ

イパネル 160の様子を示す図である。

[0313] 利用者は、電子機器 100（図 1 及び図 6 参照）で起動している超音波振動設定アプリケーションで図 25 に示すように振幅増倍係数又は第 1 周波数倍率を設定して振動パターン P1 及び P2 を作成した後に、図 26 に示すようにディスプレイパネル 160 に画像 400 を表示させることができる。画像 400 には、桃の実 401 と葉 402 の画像が含まれている。

[0314] ここでは、図 26 を用いて、画像 400 に超音波振動を設定する処理について説明する。

[0315] 超音波振動設定アプリケーションは、利用者が画像 400 に超音波振動を設定できるようにするために、グラフィック用の設計ツールを起動する。グラフィック用の設計ツールとしては、例えば、画像 400 に含まれる実 401 と葉 402 の輪郭を認識してキャンバス 400A に表示し、利用者が自由にペイントすることができ、さらにペイントした領域に利用者が自由に振動パターンを設定できるものであればよい。

[0316] 例えば、図 27 では、キャンバス 400A の下側にパレット 403 が表示され、濃いグレーのペイントと、薄いグレーのペイントを用いて、キャンバス 400A の内部を自由に塗り分けられるようになっている。濃いグレーで表示されるボタン 403A を押して、ペイントする領域を指定すれば、指定した領域が濃いグレーにペイントされる。また、薄いグレーで表示されるボタン 403B を押して、ペイントする領域を指定すれば、指定した領域が薄いグレーにペイントされる。

[0317] 濃いグレーのペイントで塗られる領域には、振動パターン P1 が設定され、薄いグレーのペイントで塗られる領域には、振動パターン P2 が設定されるようになっている。

[0318] なお、ここでは、濃いグレーのペイントと薄いグレーのペイントを示すが、実際には、例えば、濃いグレーのペイントは赤色のペイントであり、薄いグレーのペイントは緑色のペイントであることとする。また、ここには、一例として 2 色のペイントを示すが、3 色以上のペイントが用意されていても

よい。

[0319] 利用者は、図 27 に示すように、キャンバス 400A に表示される実 401A と葉 402A の輪郭に沿って、実 401A を濃いグレーでペイントし、葉 402A を薄いグレーでペイントする。

[0320] このような処理を利用者が行うことにより、超音波振動設定アプリケーションは、濃いグレーでペイントされた領域の領域データと、振動パターン P1 とを関連付けるとともに、薄いグレーでペイントされた領域の領域データと、振動パターン P2 とを関連付けることにより、第 1 データを作成する。このようにしてデータ生成部 240D によって作成される第 1 データは、図 7 に示す第 1 データと同様である。データ生成部 240D は、第 1 データをメモリ 250 に格納する。

[0321] なお、図 27 に示すキャンバス 400A は、図 26 に示す画像 400 とレイヤーを分けて、同時に表示してもよい。このようにすれば、利用者は、画像 400 を見ながら、キャンバス 400A でペイントを行うことができる。

[0322] また、最初に画像 400 のデータを読み込んだ際に、画像処理によって自動的に領域分割を行い、各領域を暫定的に塗り分けたデフォルトの状態を生成するようにし、デフォルトの状態からペイントを開始するようにしてもよい。

[0323] 図 28 は、トップパネル 120 に生じる振動パターン P1、P2 を示す図である。図 28 において、横軸は時間軸を表し、縦軸は駆動制御部 240 から出力される振幅データの振幅値を表す。

[0324] 図 28 に示す振動パターン P1 及び P2 は、図 26 に示す桃の実 401 及び葉 402 の模擬的な触感を実現するために、利用者が図 25 に示すダイアログボックス 161 に好みの第 1 周波数倍率及び振幅増倍係数を設定した場合に得られるものとして説明する。

[0325] 前提条件として、図 26 に示す桃の実 401 及び葉 402 の模擬的な触感を実現するための振動パターン P1、P2 を含む第 3 データ（図 9 参照）、及び、図 27 に示すように桃の実 401 と葉 402 との領域を表す領域デー

タと振動パターンP 1、P 2とを関連付けた第1データ（図7参照）が生成されていることとする。

[0326] ここで、利用者が図26に示す点Aから点B、C、Dを経て点Eまで、桃の画像400に合わせてトップパネル120の表面120Aをなぞる操作入力を行ったとする。点Aは桃の実401及び葉402以外の点であり、点Bは葉402の端であり、点Cは葉402と実401の境界であり、点Dは実401の端であり、点Eは、桃の実401及び葉402以外の点である。

[0327] このような操作入力が行われると、駆動制御装置300は図28に示すように振動素子140を駆動する。

[0328] 時刻 t_1 において利用者の指先が点Aに触れると、点Aは桃の実401及び葉402以外の点であり、振動パターンP 1及びP 2は設定されていないため、駆動制御装置300は振動素子140を駆動しない。このため、振幅はゼロである。

[0329] 時刻 t_2 において利用者の指先が点Bに到達すると、葉402に対応する振動パターンP 2による振動がトップパネル120に発生する。これにより利用者は指先を通じて桃の葉402に触れ始めたことを感知することができる。

[0330] その後、点Cに至るまで、振動パターンP 2による振動がトップパネル120に生じるため、利用者は指先を通じて桃の葉402の表面の滑らかさを触感で感知することができる。振動パターンP 2による振幅A 100は、桃の葉402の滑らかな触感を表現するために、比較的大きな値に設定されている。振幅が大きければ、スクイーズ効果によって指先にかかる動摩擦力が小さくなり、滑りやすくなるからである。

[0331] 時刻 t_3 において利用者の指先が点Cに到達すると、実401に対応する振動パターンP 1による振動がトップパネル120に発生する。すなわち、時刻 t_3 において、振動パターンP 2から振動パターンP 1に切り替わる。これにより利用者は指先を通じて桃の実401に触れ始めたことを感知することができる。

- [0332] 振動パターンP 1は、実4 0 1の表面の少しざらざらした感じと、滑らかな感じとを合わせたような触感を表現するために、振動パターンP 2による振幅A 1 0 0よりも小さな振幅値を有するように設定されている。また、振動パターンP 1は、実4 0 1の表面の少しざらざら感を出すために、振幅が変動するように設定されている。
- [0333] このような理由から、振動パターンP 1は、振幅 $A 5 0 \pm 3$ に設定されている。振幅 $A 5 0 \pm 3$ は、変動の中心が振幅A 1 0 0の半分のA 5 0で、変動幅が正方向及び負方向にA 5 0の $3 / 5 0$ であることを意味する。
- [0334] このため、時刻 t_3 において利用者の指先が点Cに到達すると、振幅が小さくなることから、利用者の指先にかかる動摩擦力は大きくなり、利用者は指先で、凸な部分に接触したような触感を得る。
- [0335] 桃の実4 0 1よりも葉4 0 2の方が触り心地が滑らかであることから、利用者は、実4 0 1に割り当てる振動パターンP 1の振幅 $A 5 0 \pm 3$ を、葉4 0 2に割り当てられる振動パターンP 2の振幅A 1 0 0よりも小さく設定したものである。
- [0336] その後、点Dに至るまで、振動パターンP 1による振動がトップパネル1 2 0に生じるため、利用者は指先を通じて桃の実4 0 1の表面の滑らかさとざらざら感を触感で感知することができる。
- [0337] 時刻 t_4 において利用者の指先が点Dに達すると、点Dは、桃の実4 0 1と、桃の実4 0 1及び葉4 0 2以外の点との境界であるため、点Dを過ぎた時点で振動パターンP 1による駆動は終了し、振幅はゼロになる。
- [0338] その後、時刻 t_5 で利用者の指先が点Eに達した時点で、利用者は指先をトップパネル1 2 0から離す。
- [0339] 以上のように、利用者は、好みの画像4 0 0に好みの振動パターンP 1、P 2による触感を設定することができる。
- [0340] そして、設定後に利用者が画像4 0 0に触れると、画像4 0 0に触れる位置に応じて、利用者が設定した好みの振動パターンP 1、P 2による振動がトップパネル1 2 0に発生する。

- [0341] すなわち、実施の形態 2 の駆動制御装置 300 によれば、利用者の好みの振動パターン P 1、P 2 を好みの画像 400 に自由に設定することができる。
- [0342] 図 29 は、利用者が超音波振動設定アプリケーションを利用して画像に超音波の振動を設定する際に、駆動制御装置 300 のデータ生成部 240D が実行する処理を示すフローチャートである。
- [0343] データ生成部 240D は、利用者の操作入力によって超音波振動設定アプリケーションが選択されると、処理をスタートさせる。
- [0344] まず、データ生成部 240D は、超音波振動設定アプリケーションを起動する（ステップ S 101）。これにより、利用者は、ディスプレイパネル 160 に好みの画像 400（図 26 参照）を表示させることができるようになる。
- [0345] 次に、データ生成部 240D は、利用者によって選択された画像 400 を認識してキャンバスに表示し、キャンバス 400A の下側にパレット 403 を表示する（ステップ S 102）。
- [0346] 次に、データ生成部 240D は、パレット 403 の内部のボタン 403A 又はボタン 403B がダブルクリックされたかどうかを判定する（ステップ S 103）。ここで、ボタン 403A 又は 403B のダブルクリックは、第 1 周波数倍率と振幅増倍係数を設定するダイアログボックス 161 を表示するコマンドである。
- [0347] データ生成部 240D は、ボタン 403A 又はボタン 403B がダブルクリックされた（S 103：YES）と判定すると、ディスプレイパネル 160 にダイアログボックス 161 を表示する（ステップ S 104）。これにより、利用者は、ダイアログボックス 161 の中のテキストボックスに、振幅増倍係数を設定することができるようになる。
- [0348] 次に、データ生成部 240D は、各テキストボックスに入力された数値をメモリ 250 に保持する（ステップ S 105）。
- [0349] 次に、データ生成部 240D は、終了ボタン 161C が押されたかどうか

を判定する（ステップS 1 0 6）。

[0350] データ生成部2 4 0 Dは、終了ボタン1 6 1 Cが押された（S 1 0 6 : Y E S）と判定すると、ステップS 1 0 5でテキストボックスに入力された振幅増倍係数に基づいて第3データを生成する（ステップS 1 0 7）。なお、データ生成部2 4 0 Dは、終了ボタン1 6 1 Cが押されていない（S 1 0 6 : N O）と判定すると、フローをステップS 1 0 5にリターンする。

[0351] ステップS 1 0 7の処理が終了すると、データ生成部2 4 0 Dは、ダイアログボックス1 6 1を非表示にする（ステップS 1 0 8）。ステップS 1 0 8の処理が終了すると、データ生成部2 4 0 Dは、フローをステップS 1 0 3にリターンする。

[0352] データ生成部2 4 0 Dは、ステップS 1 0 3において、パレット4 0 3の内部のボタン4 0 3 A又はボタン4 0 3 Bがダブルクリックされていない（S 1 0 3 : N O）と判定すると、フローをステップS 1 0 9に進める。

[0353] データ生成部2 4 0 Dは、グラフィック用の設計ツールを起動する（ステップS 1 0 9）。これにより、利用者はキャンバス4 0 0 Aに自由にペイントすることができるようになる。

[0354] 例えば、図2 7では、ボタン4 0 3 Aをシングルクリックした後、キャンバス4 0 0 A上でペイントする領域を指定すれば、指定した領域が濃いグレーにペイントされる。また、薄いグレーで表示されるボタン4 0 3 Bをシングルクリックした後、キャンバス4 0 0 A上でペイントする領域を指定すれば、指定した領域が薄いグレーにペイントされる。

[0355] データ生成部2 4 0 Dは、濃いグレーのペイントで塗られた領域に振動パターンP 1を設定し、薄いグレーのペイントで塗られた領域に振動パターンP 2を設定する。

[0356] データ生成部2 4 0 Dは、終了コマンドが入力されたかどうかを判定する（ステップS 1 1 0）。終了コマンドは、予め設定されていれば、どのようなコマンドでもよく、例えば、キャンバス4 0 0 A及びパレット4 0 3以外の領域をダブルクリックする動作をグラフィック用の設計ツールの終了コマ

ンドとして設定しておけばよい。

[0357] データ生成部240Dは、終了コマンドが入力された（S110：YES）と判定すると、キャンバス400Aにペイントされた色のデータに基づいて、濃いグレーと薄いグレーに塗られた領域の座標を表す領域データを生成し、さらに、領域データと振動パターンに基づいて第1データを生成する（ステップS111）。

[0358] データ生成部240Dは、ステップS111で第1データを生成すると、超音波振動設定アプリケーションを終了する（ステップS112）。

[0359] 以上で、データ生成部240Dによる音波振動設定アプリケーションの実行処理が終了する（エンド）。

[0360] なお、データ生成部240Dは、ステップS110において、終了コマンドが入力されていない（S110：NO）と判定すると、フローをステップS103にリターンする。

[0361] 以上のように設定した第1データ及び第3データと、メモリ250に予め格納されている第2データとを用いれば、図26に示す実401と葉402の画像に指先が触れるときに、利用者の好みの触感を表す超音波の振動を発生させることができる。

[0362] また、実施の形態2の駆動制御装置300は、図25乃至図29を用いて説明したように、利用者の好みの振動パターンP1、P2を好みの画像400に自由に設定することができる。

[0363] 従って、利用者にとって非常に利用価値の高い駆動制御装置300及び電子機器100を提供することができる。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、駆動制御プログラム、及び駆動制御方法について説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

符号の説明

[0364] 100、100A、100B、100C 電子機器

- 1 1 0 筐体
- 1 2 0 トップパネル
- 1 3 0 両面テープ
- 1 4 0 振動素子
- 1 5 0 タッチパネル
- 1 6 0 ディスプレイパネル
- 1 7 0 基板
- 2 0 0 制御部
- 2 2 0 アプリケーションプロセッサ
- 2 3 0 通信プロセッサ
- 2 4 0 A 波形生成部
- 2 4 0 B 波形合成部
- 2 4 0 C 駆動制御部
- 2 4 0 データ生成部
- 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

請求の範囲

[請求項1] 表示部と、前記表示部の表示面側に配設され、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の振幅の時間変化を表す基本波形であって、時系列的に配列される所定の数の振幅値で構築される基本波形を表す基本波形データを格納するデータ格納部と、

前記基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1波形を表す第1波形データを生成する波形生成部と、

前記基本波形と、前記第1波形とを合成した第1合成波形、又は、複数の前記第1波形を合成した第1合成波形を表す第1合成波形データを生成する波形合成部と、

前記第1合成波形データに基づいて前記駆動信号の振幅を変化させることにより、前記振動素子を駆動する駆動制御部と

を含む、駆動制御装置。

[請求項2] 前記波形生成部は、前記基本波形データのデータ点数を前記基本周波数に対する前記第1波形の第1周波数の比に応じて減らすことによって、前記基本波形の基本周波数よりも高くされる第1周波数を有する前記第1波形を表す前記第1波形データを生成する、請求項1記載の駆動制御装置。

[請求項3] 前記駆動制御部は、前記第1合成波形データのデータ点数を、前記操作面への操作入力の位置の時間的変化度合に応じて減らすことによって、前記第1合成波形の第2周波数よりも高くされる第3周波数を有する第2合成波形を表す第2合成波形データを生成し、前記第2合成波形データを用いて前記駆動信号の振幅を変化させることにより、前記振動素子を駆動する、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、前記操作入力的位置の時間的変化度合の基本値に対する、前記操作入力的位置の時間的変化度合の比 n を用いて、前記第1合成波形データのデータ点数を $1/m^n$ (m は2以上の自然数又は1より大きい小数、 n は0以上の自然数) にすることにより、前記第2合成波形データを生成する、請求項3記載の駆動制御装置。
- [請求項5] 前記波形生成部は、前記基本波形データのデータ点数を、前記操作面への操作入力的位置の時間的変化度合に応じて減らすことによって、前記基本波形の基本周波数よりも高くされる第1周波数を有する前記第1波形を表す前記第1波形データを生成する、請求項1又は2記載の駆動制御装置。
- [請求項6] 前記波形生成部は、前記操作入力的位置の時間的変化度合の基本値に対する、前記操作入力的位置の時間的変化度合の比 n を用いて、前記基本波形データのデータ点数を $1/m^n$ (m は2以上の自然数又は1より大きい小数、 n は0以上の自然数) にすることにより、前記第1波形データを生成する、請求項5記載の駆動制御装置。
- [請求項7] 前記駆動制御部は、さらに、前記操作入力の接触荷重に応じて、前記駆動信号の振幅を変化させる、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] 前記データ格納部は、前記基本波形データのデータ点数の $1/X$ (X は任意の小数) のデータ点数と、前記基本波形の周波数の X 倍の周波数とを有するサブ基本波形を表すサブ基本波形データをさらに格納しており、
- 前記波形生成部は、さらに、前記サブ基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1サブ波形を表す第1サブ波形データを生成し、
- 前記波形合成部は、前記第1合成波形データが表す前記第1合成波形を、前記基本波形、前記第1波形、前記サブ基本波形、及び前記第1サブ波形を合成することによって、又は、複数の前記第1波形と複数の第1サブ波形とを合成することによって生成する、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 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又は前記短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 9 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項11] 前記駆動制御部は、所定時間経過後の前記操作入力の位置を当該位置の時間的変化度合に応じて推定し、推定した操作入力の位置に応じて、前記固有振動の強度が変化するよう前記振動素子を駆動する、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項12] 前記基本波形の周波数又は振幅を変化させる変化量が前記操作面への操作入力によって入力されると、前記変化量を表すデータを生成して前記データ格納部に格納するデータ生成部をさらに含み、

前記波形生成部は、前記データ格納部に格納された前記データに基づいて前記基本波形の周波数又は振幅を変化させた第 1 波形を表す第 1 波形データを生成する、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

[請求項13] 前記表示部と、

前記表示部の表示面側に配設され、操作面を有する前記トップパネルと、

前記操作面に行われる操作入力の座標を検出する前記座標検出部と、

前記操作面に振動を発生させる前記振動素子と、

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項記載の駆動制御装置とを含む電子機器。

[請求項14] 表示部と、前記表示部の表示面側に配設され、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プログラムであって、

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の振幅の時間変化を表す基本波形であって、時系列的に配列される所定の数の振幅値で構築される基本波形を表す基本波形データを格納するデータ格納部を有するコンピュータに、

前記基本波形の周波数又は振幅を変化させる変化量が前記操作面への操作入力によって入力されると、前記変化量を表すデータを前記データ格納部に格納することと、

前記データ格納部に格納された前記データに基づいて前記基本波形の周波数又は振幅を変化させた第1波形を表す第1波形データを生成することと、

前記基本波形と、前記第1波形とを合成した第1合成波形、又は、複数の前記第1波形を合成した第1合成波形を表す第1合成波形データを生成することと、

前記第1合成波形データに基づいて前記駆動信号の振幅を変化させる振動パターンで前記振動素子を駆動することと

を実行させる駆動制御プログラム。

[請求項15]

前記表示部に画像を表示させた状態で、前記操作面への操作入力によって前記画像の一部に対応する領域が指定されると、前記座標検出部によって検出される前記操作入力の座標に基づき、前記領域を表すデータを作成することと、

前記領域に関連付ける前記振動パターンが前記操作面への操作入力によって指定されると、前記領域を表すデータと前記振動パターンを表すデータとを関連付けることと、

前記表示部に画像を表示させた状態で、前記領域の内部で前記操作面への操作入力が行われると、前記領域を表すデータに関連付けられ

た前記振動パターンで前記駆動信号の振幅を変化させることと
をさらに含む、請求項 1 4 記載の駆動制御プログラム。

[請求項16] 表示部と、前記表示部の表示面側に配設され、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、

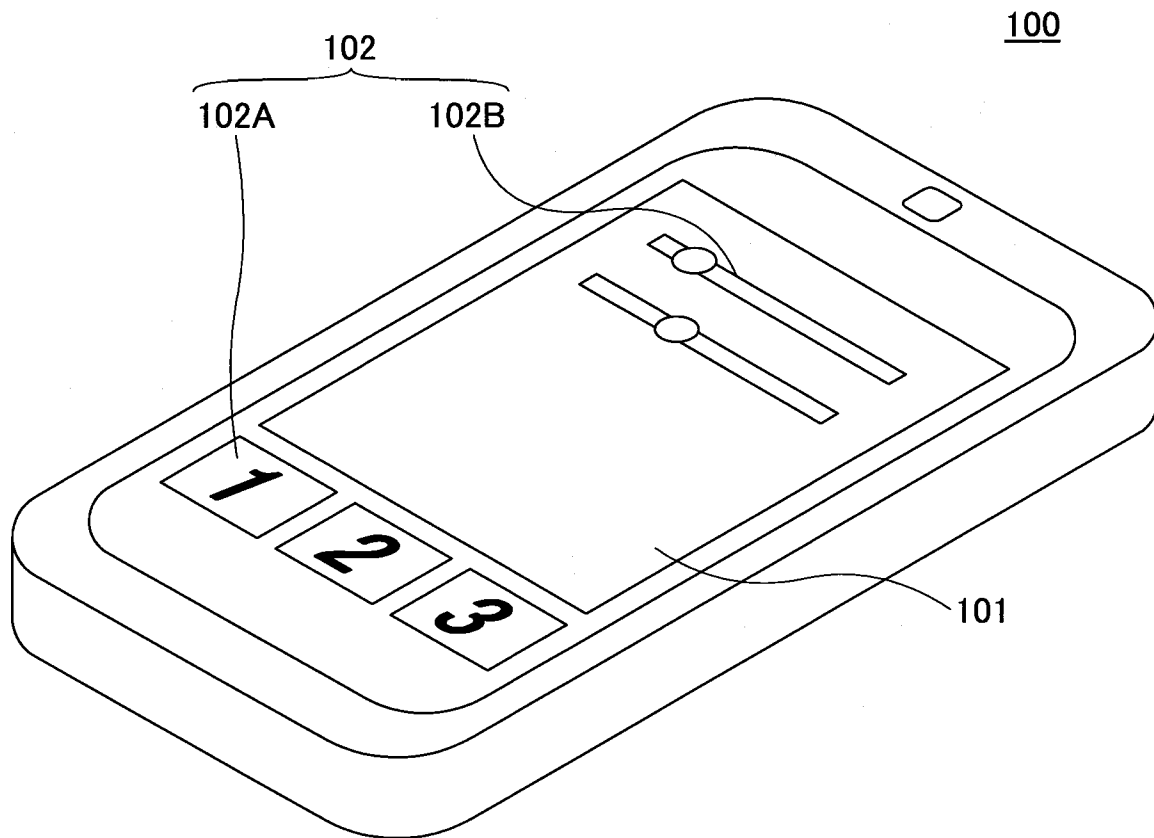
前記操作面に超音波帯の固有振動を発生させる駆動信号の振幅の時間変化を表す基本波形であって、時系列的に配列される所定の数の振幅値で構築される基本波形を表す基本波形データを格納するデータ格納部を有するコンピュータが、

前記基本波形の周波数又は振幅を変化させた第 1 波形を表す第 1 波形データを生成し、

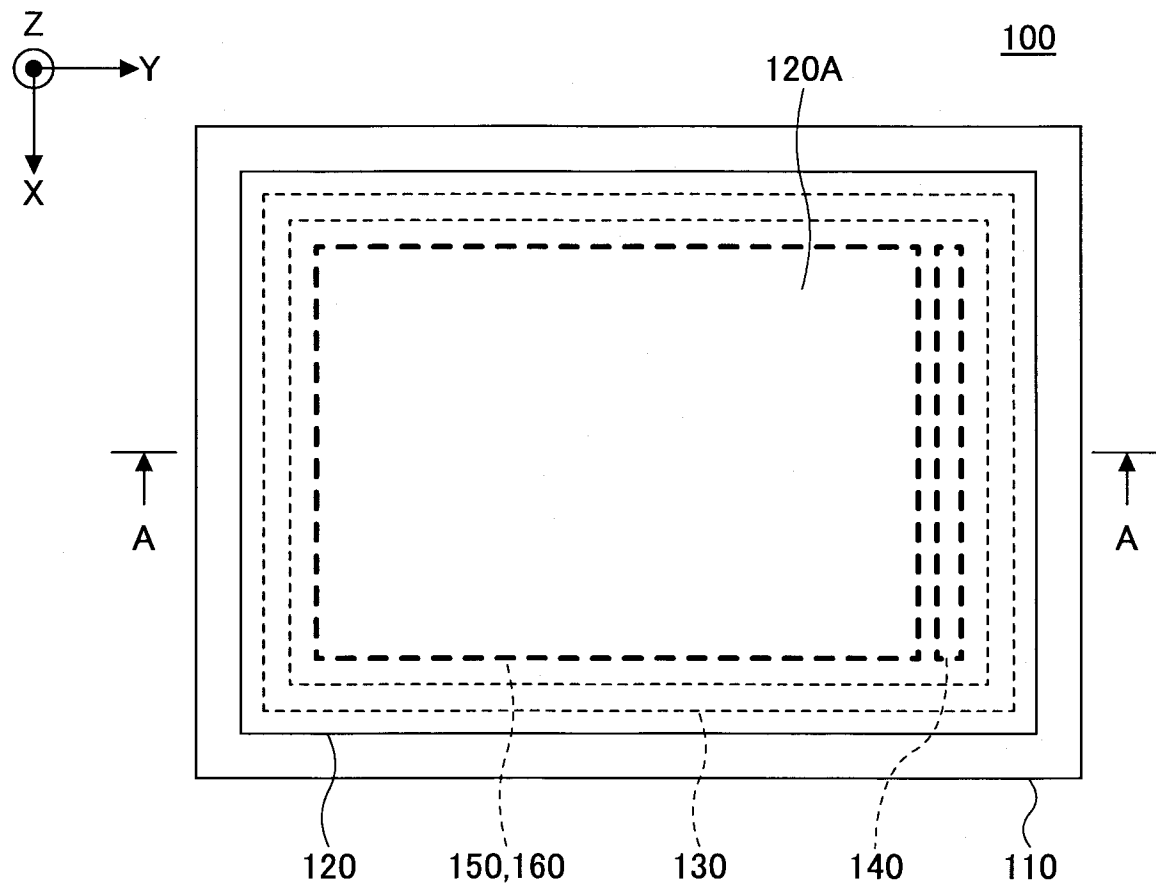
前記基本波形と、前記第 1 波形とを合成した第 1 合成波形、又は、複数の前記第 1 波形を合成した第 1 合成波形を表す第 1 合成波形データを生成し、

前記第 1 合成波形データに基づいて前記駆動信号の振幅を変化させることにより、前記振動素子を駆動する、駆動制御方法。

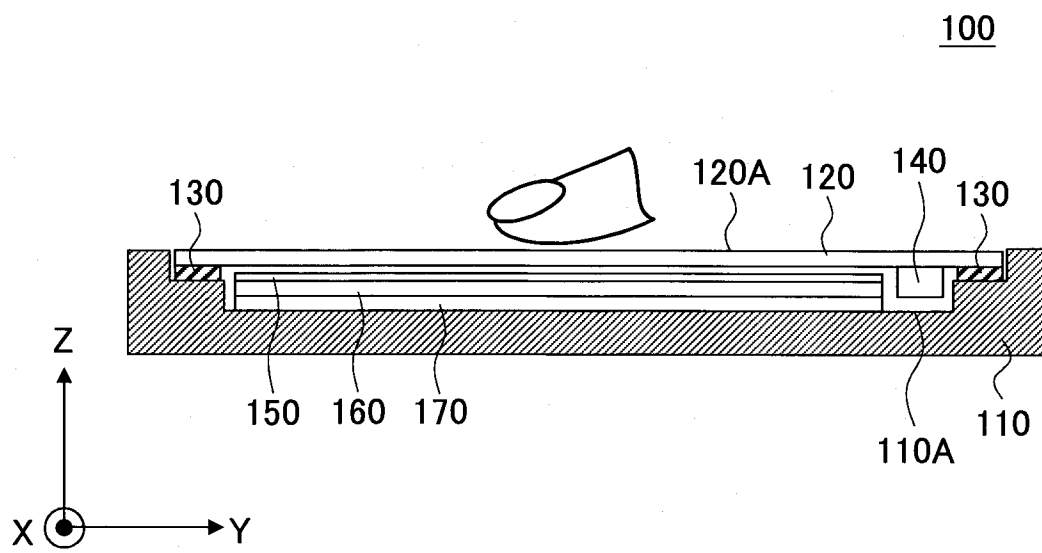
[図1]



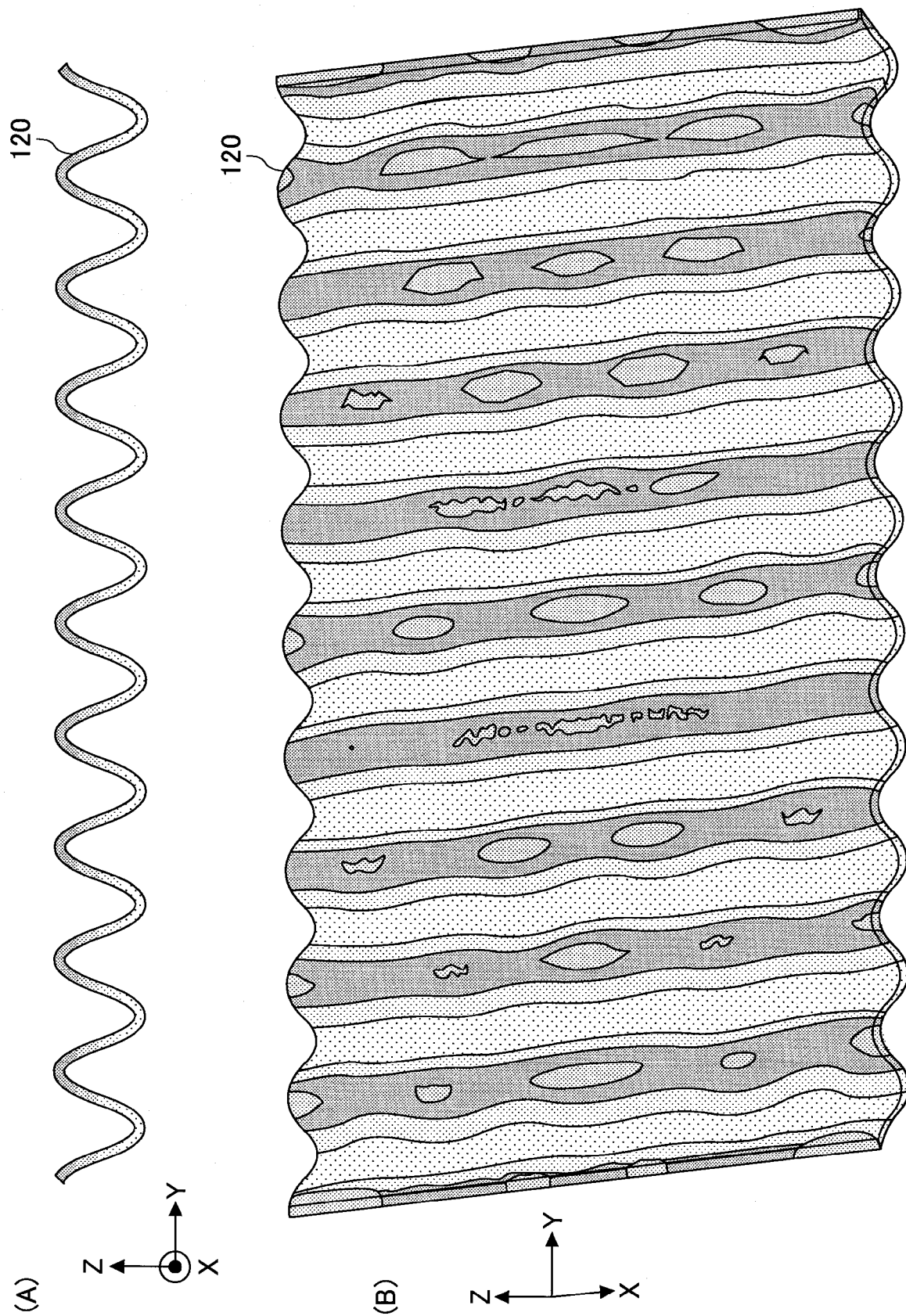
[図2]



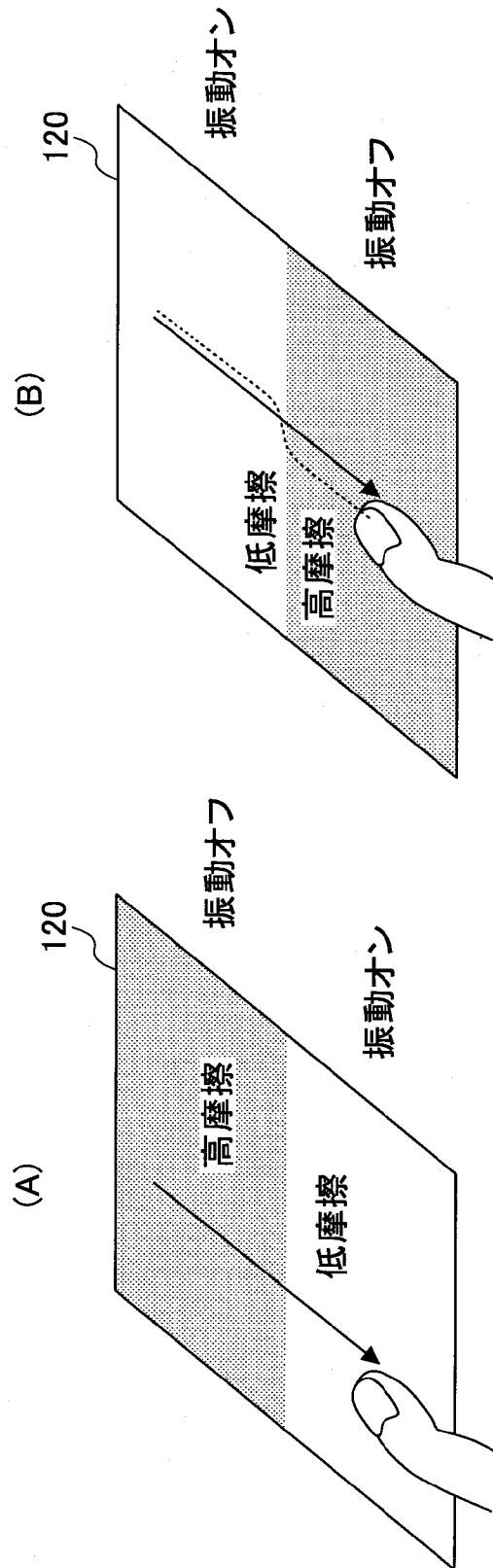
[図3]



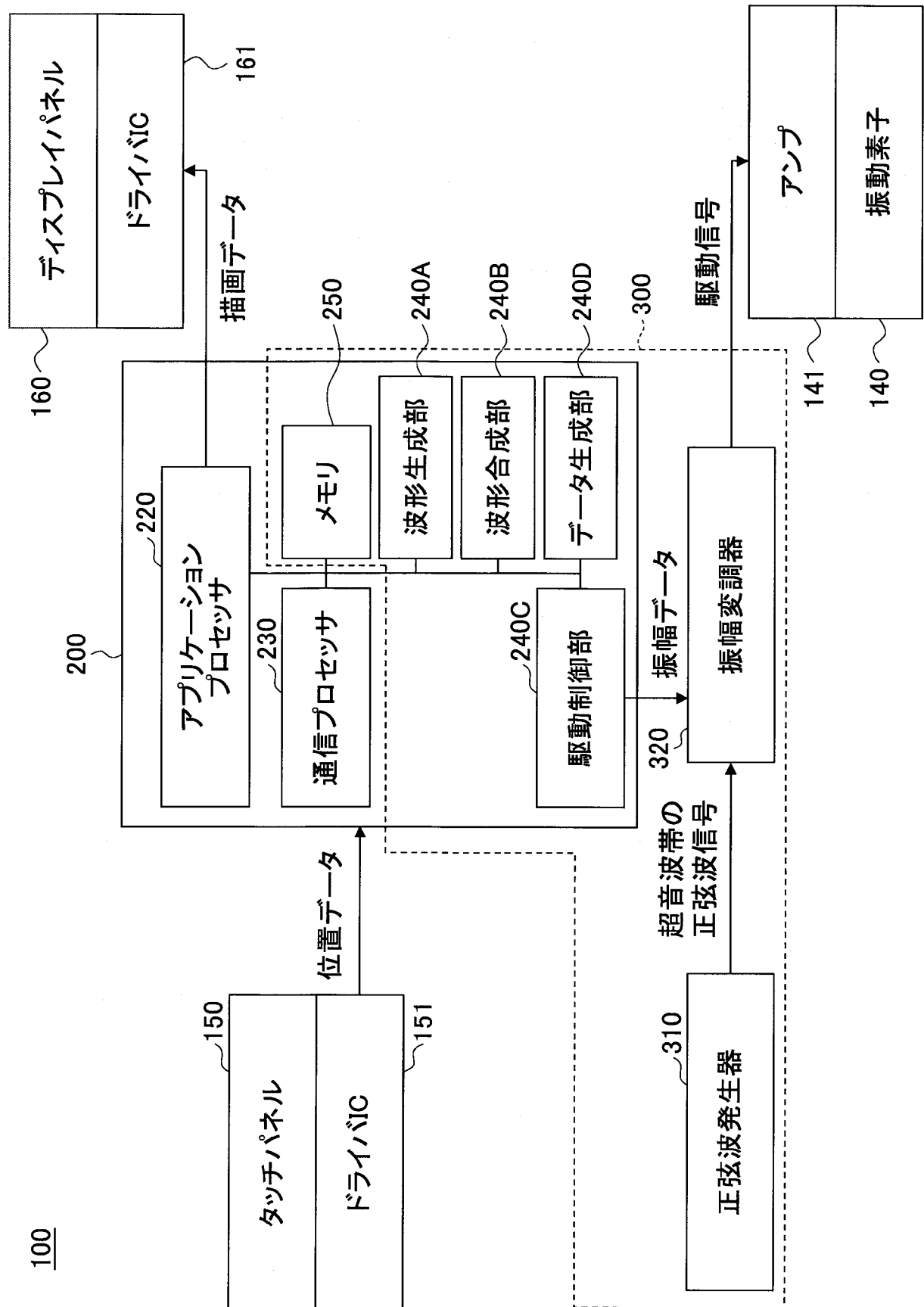
[図4]



[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
app_id1	f1=(X,Y)	P1
app_id1	f2=(X,Y)	P2
app_id1	f3=(X,Y)	P3
app_id1	f4=(X,Y)	P4

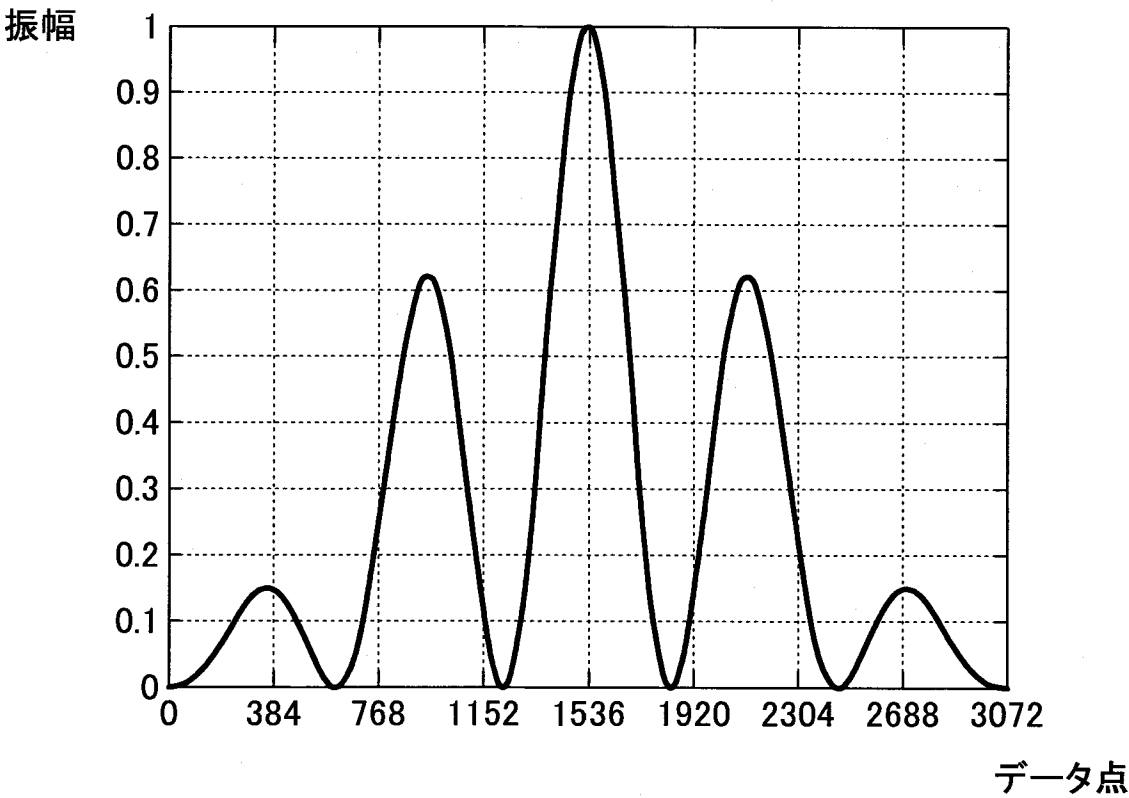
[図8]

基本波形ID	波形データ列
fw_id1	[a1, a2, a3, ..., a3072]
fw_id2	[b1, b2, b3, ..., b3072]
fw_id3	[c1, c2, c3, ..., c1024]

[図9]

振動パターン	基本波形ID	係数行列
P1	fw_id1	$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} \end{bmatrix}$
P2	fw_id2	$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} & b_{36} & b_{37} & b_{38} \end{bmatrix}$
P3	fw_id1	$\begin{bmatrix} c_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & 0 & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} \end{bmatrix}$
P4	fw_id3	$\begin{bmatrix} d_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} & d_{35} & d_{36} & 0 & 0 \end{bmatrix}$

[図10]

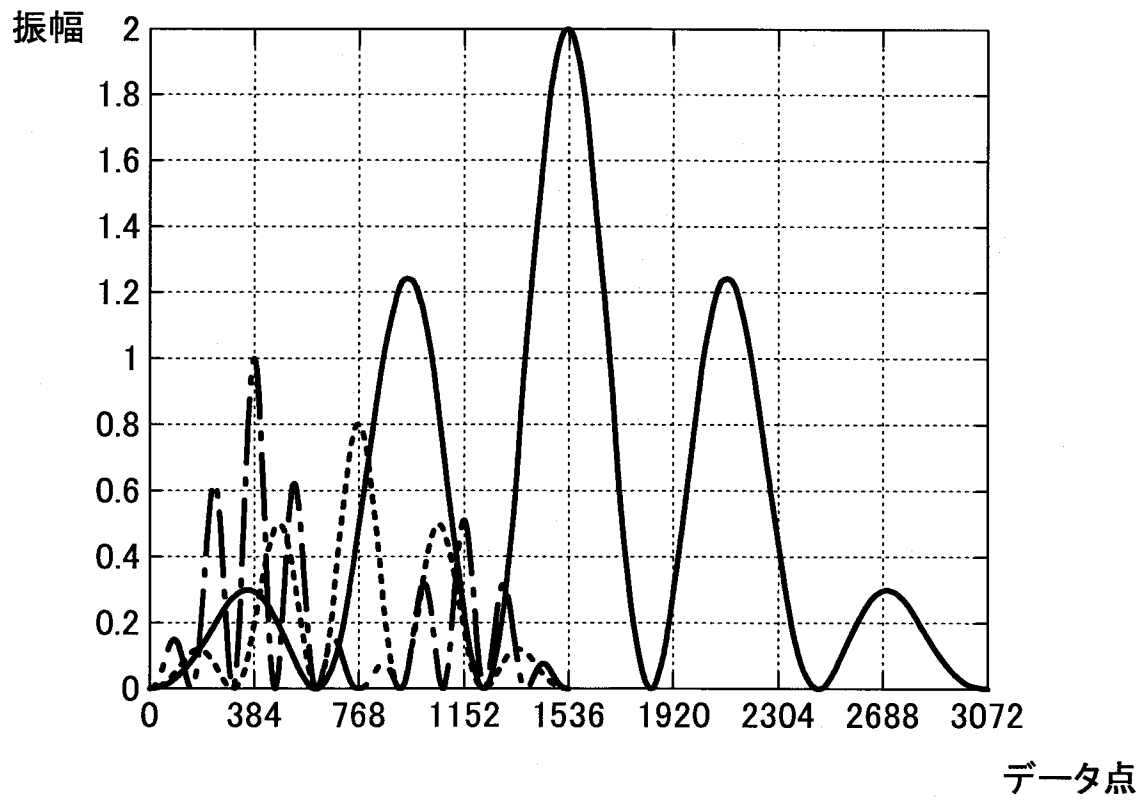


[図11]

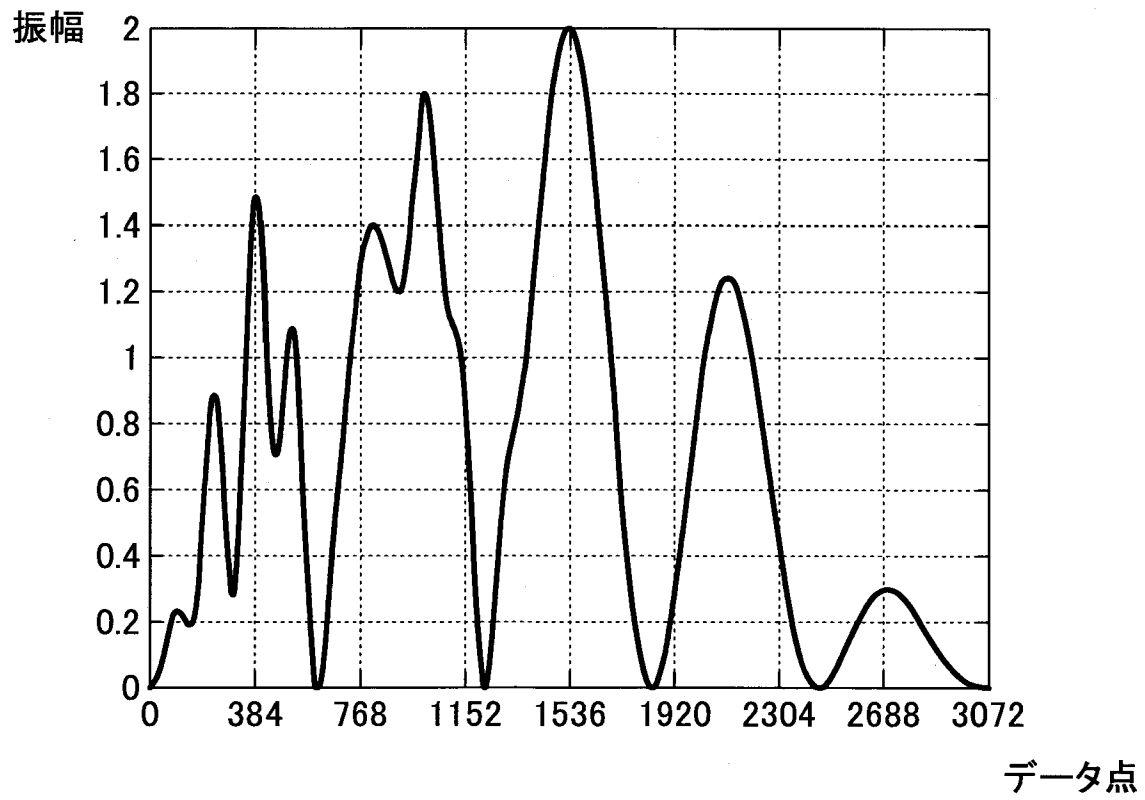
	0	768	1536	2304	3072	データ点
4倍	1	0.5	0	0		
2倍	0.8		0			
1倍	2					

周波数

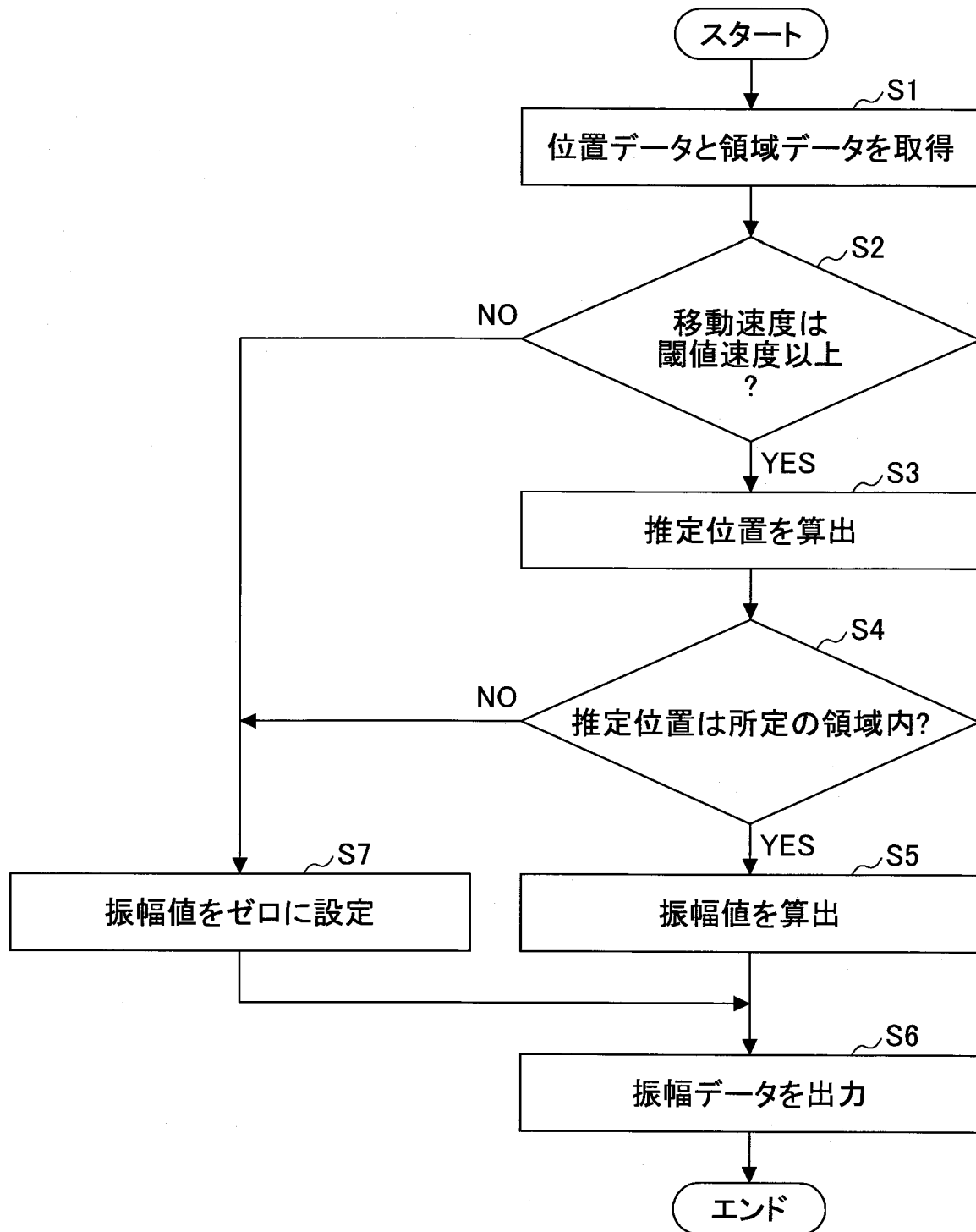
[図12]



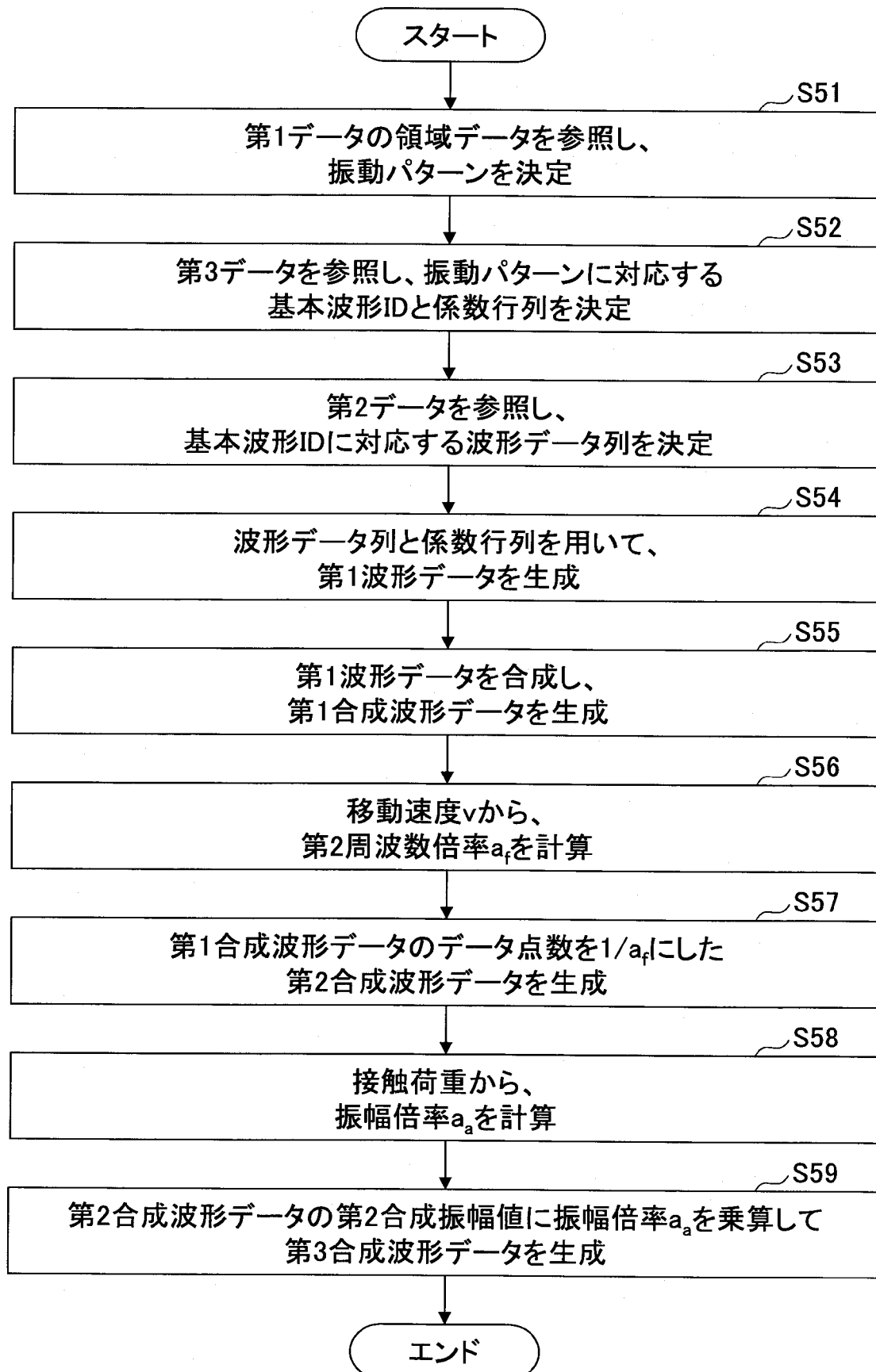
[図13]



[図14]



[図15]

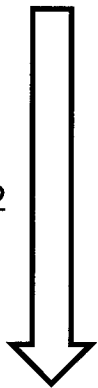


[図16]



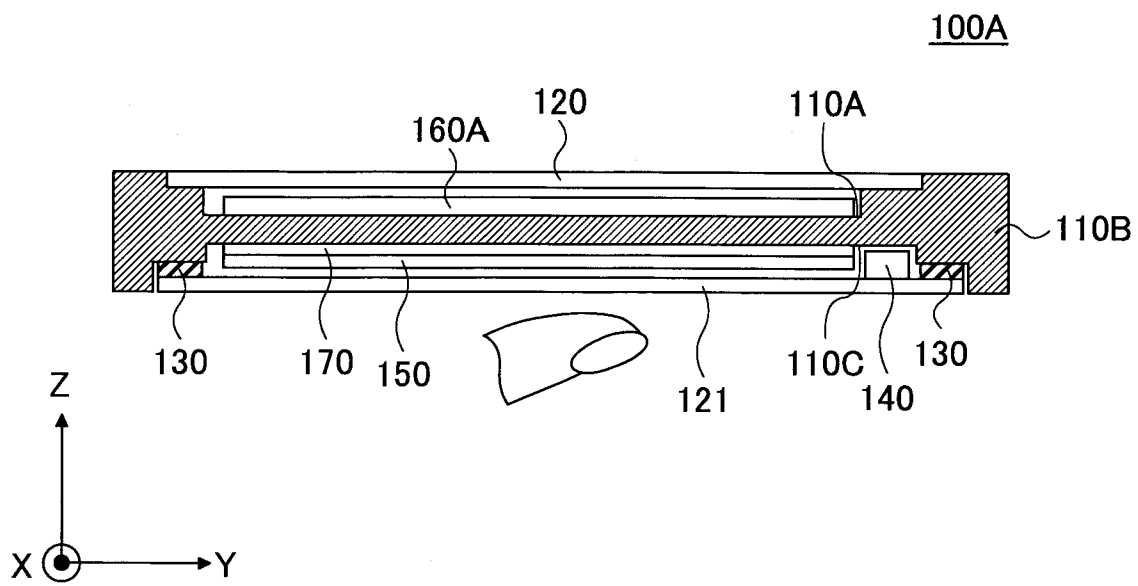
[図17]

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} \end{bmatrix}$$

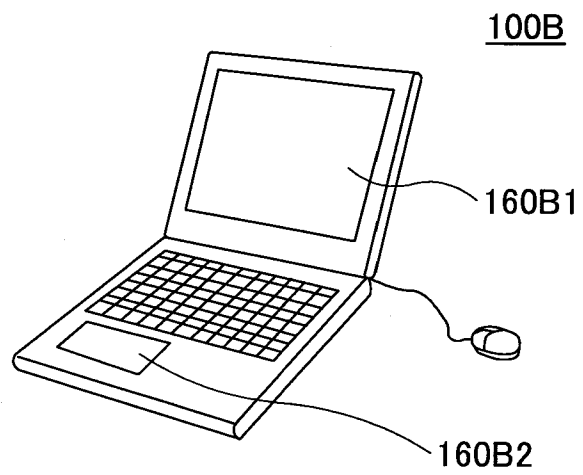
周波数シフト量 $S_f: 2$ 

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{11} & a_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} \end{bmatrix}$$

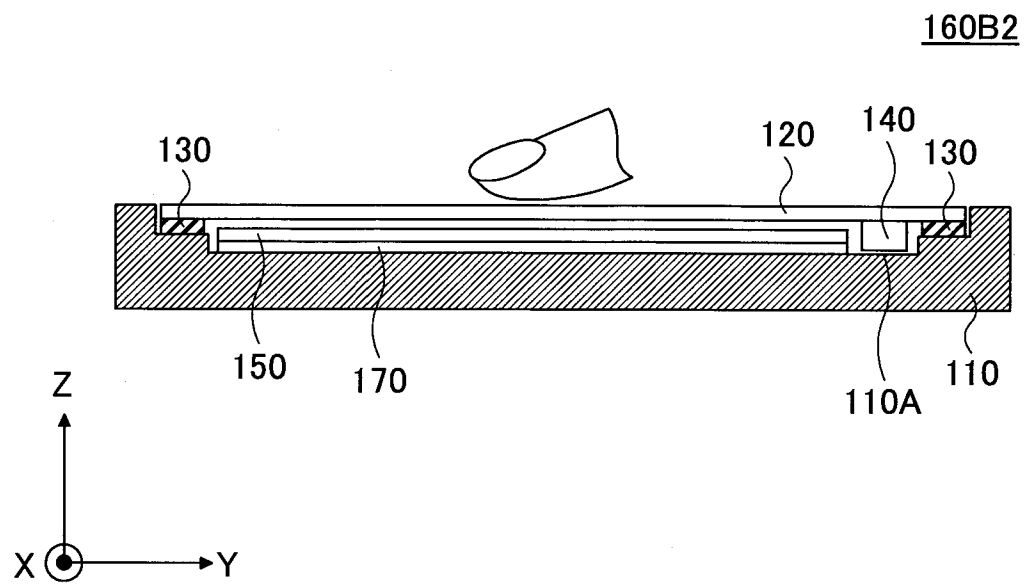
[図18]



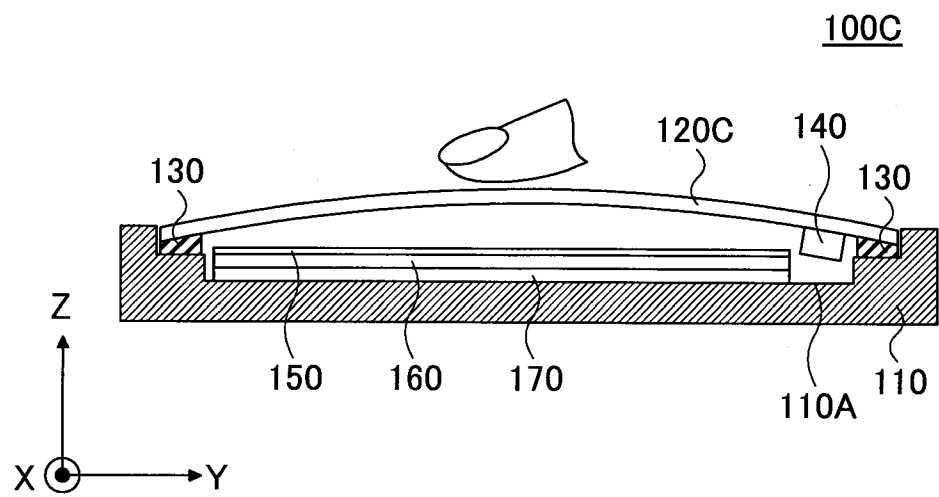
[図19]



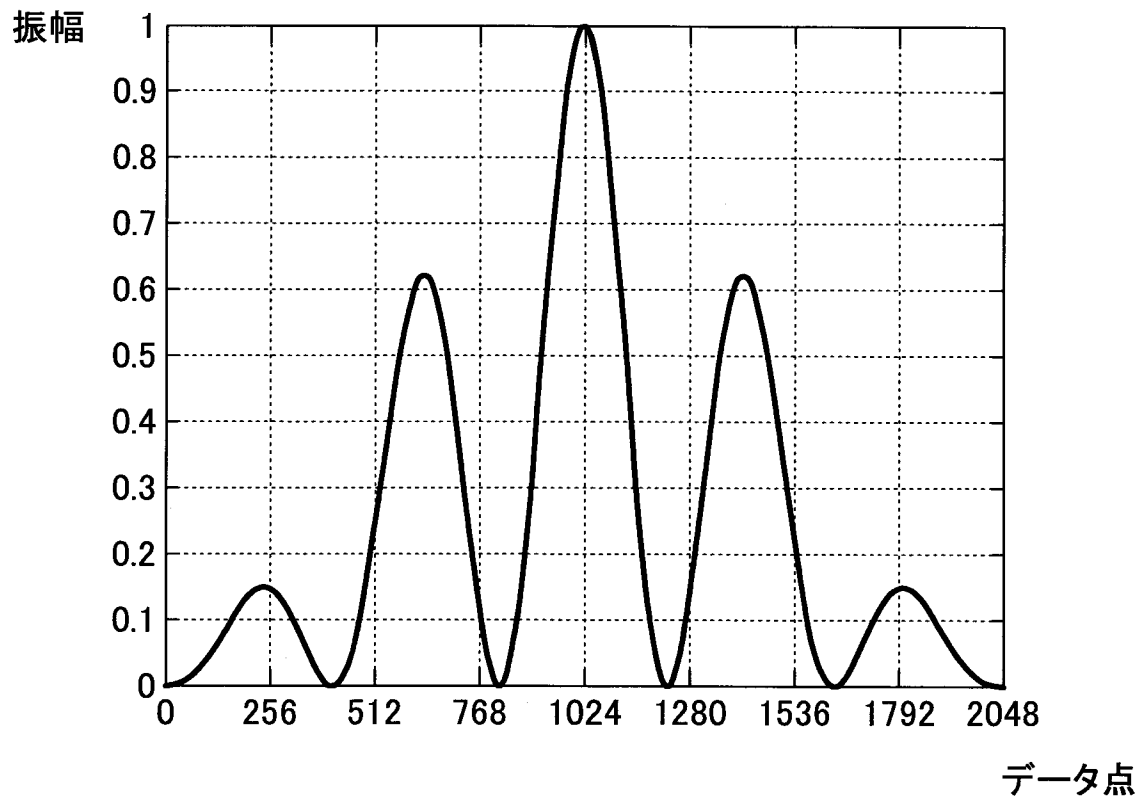
[図20]



[図21]



[図22]



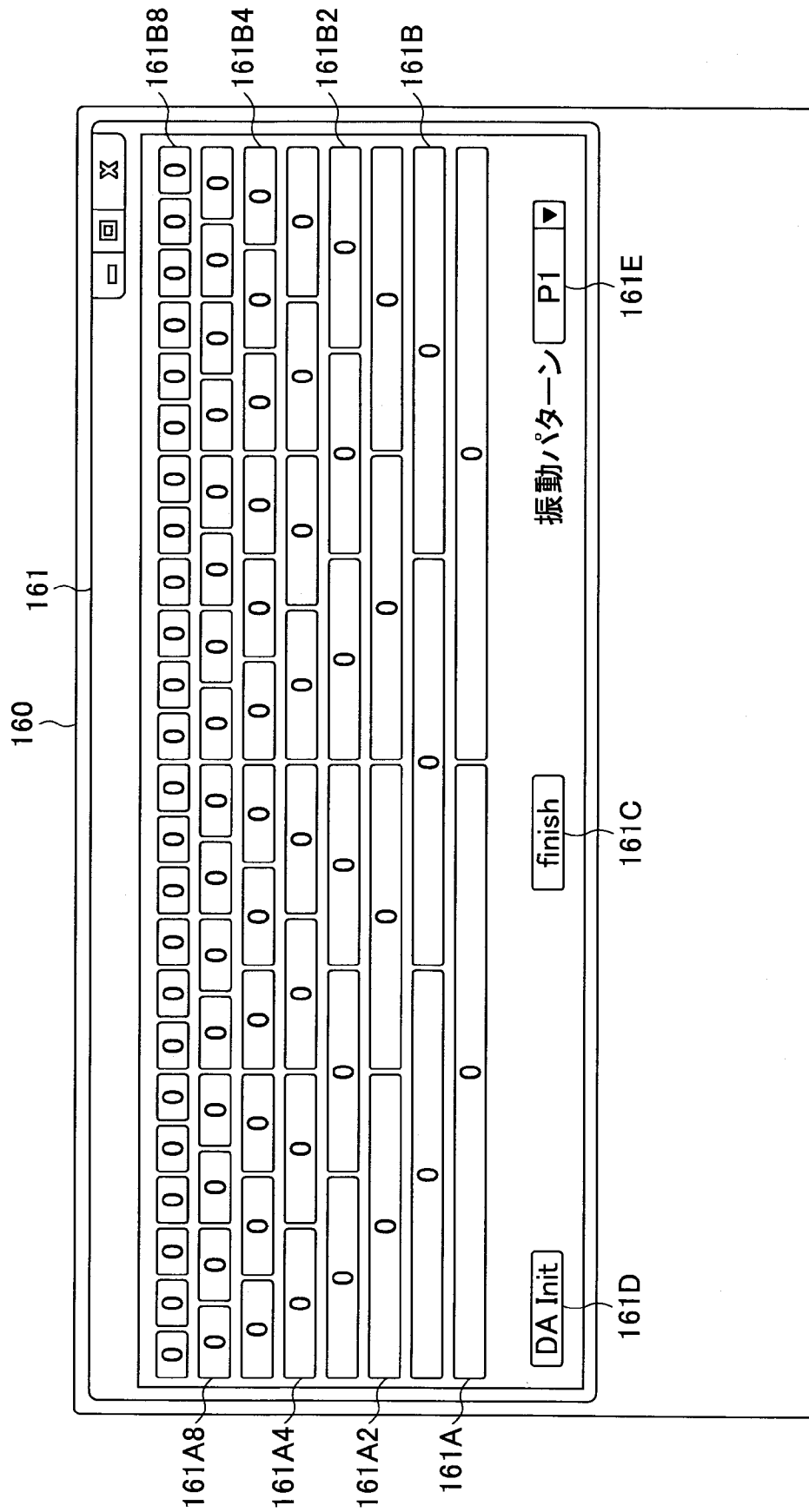
[図23]

基本波形ID	波形データ列
fw_id21	$[a_1, a_2, a_3, \dots, a_{3072}]$ $[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{2048}]$

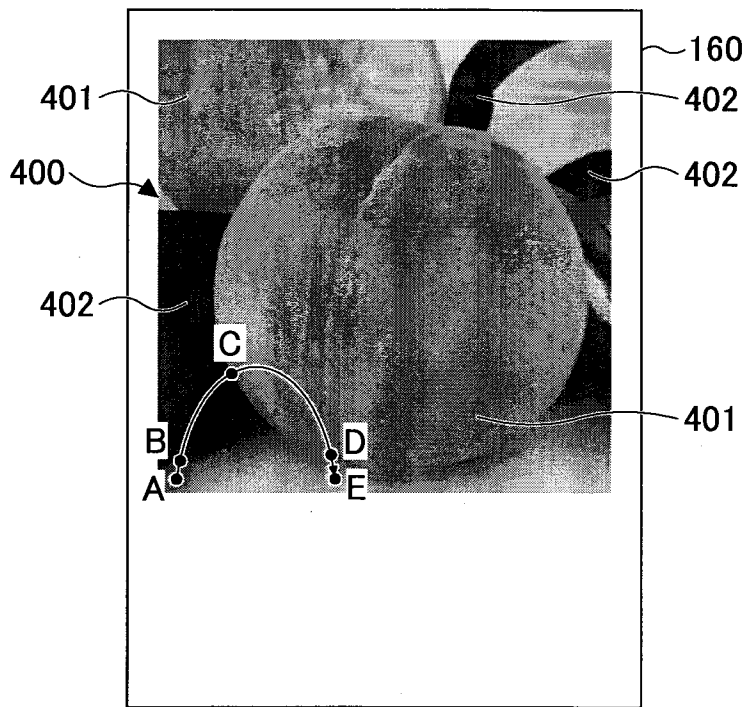
[図24]

振動 パターン	基本波形 ID	係数行列
P1	fw_id21	$ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} \end{bmatrix} $ $ \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \alpha_{24} & \alpha_{25} & \alpha_{26} & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \alpha_{34} & \alpha_{35} & \alpha_{36} & \alpha_{37} & \alpha_{38} \end{bmatrix} $ $ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} $ $ \begin{bmatrix} \alpha_{310} & \alpha_{311} & \alpha_{312} \end{bmatrix} $

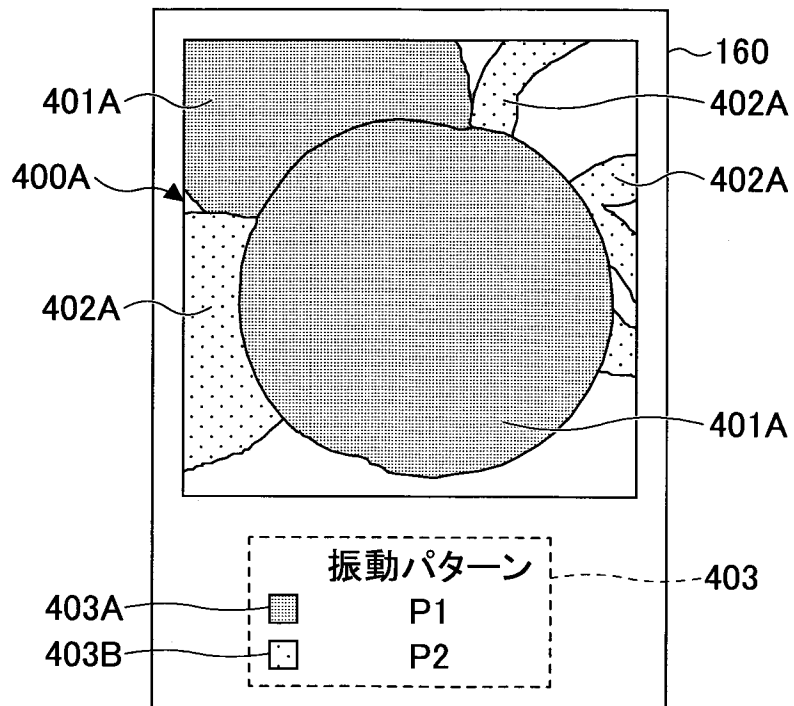
[図25]



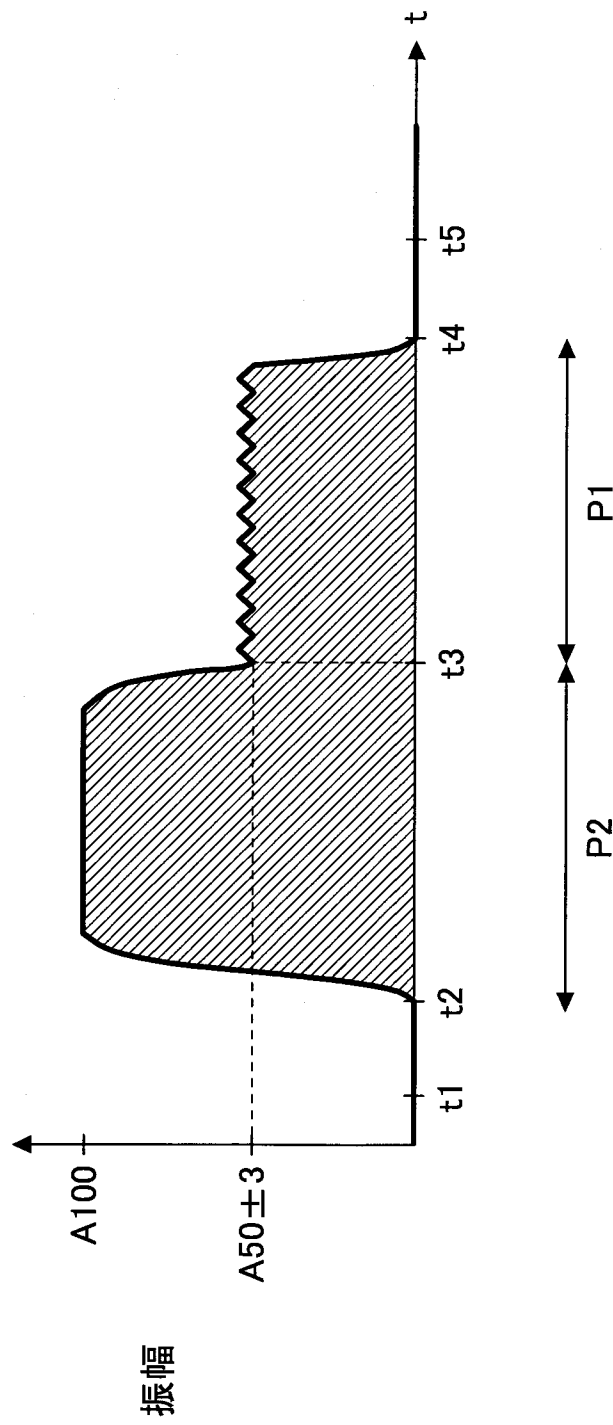
[図26]



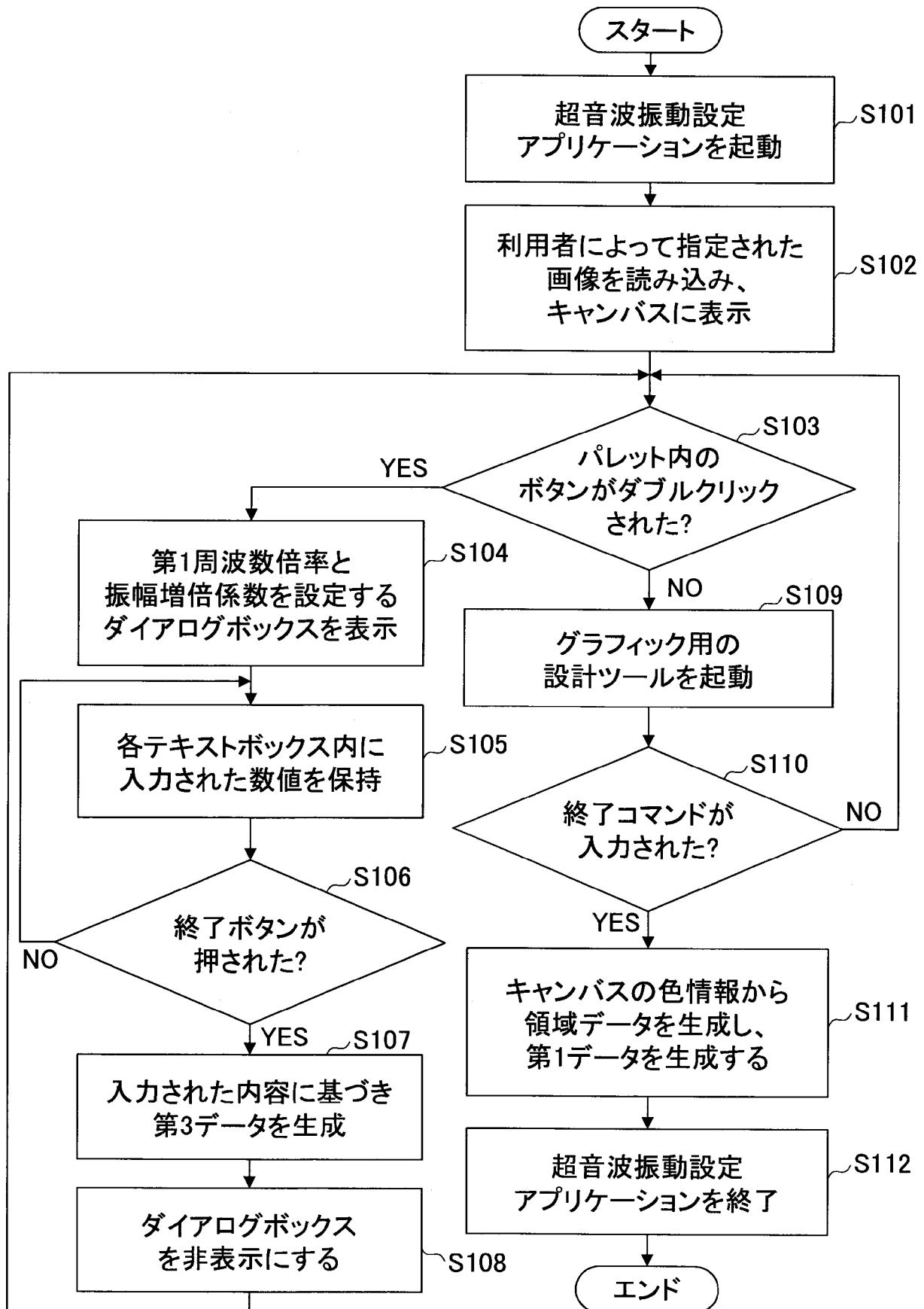
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051964

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G06F3/041

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.
A	JP 2010-238222 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), entire text; all drawings & WO 2010/104019 A1 & US 2011/0291976 A1 & TW 201033871 A & EP 2406706 A1	1-16
A	JP 2014-102648 A (Aisin AW Co., Ltd.), 05 June 2014 (05.06.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2014-130443 A (Kyocera Document Solutions Inc.), 10 July 2014 (10.07.2014), entire text; all drawings & US 2014/0184545 A1 & CN 103916554 A	1-16

☒ 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
26 March 2015 (26.03.15)

Date of mailing of the international search report
07 April 2015 (07.04.15)

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/JP2015/051964

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 2013-200863 A (Panasonic Corp.), 03 October 2013 (03.10.2013), entire text; all drawings & US 2013/0222339 A1	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. 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
A	JP 2010-238222 A (株式会社リコー) 2010.10.21, 全文, 全図 & WO 2010/104019 A1 & US 2011/0291976 A1 & TW 201033871 A & EP 2406706 A1	1-16
A	JP 2014-102648 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 2014.06.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16

☒ 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

26.03.2015

国際調査報告の発送日

07.04.2015

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）

円子 英紀

5 E

3979

電話番号 03-3581-1101 内線 3521

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 2014-130443 A (京セラドキュメントソリューションズ株式会社) 2014.07.10, 全文, 全図 & US 2014/0184545 A1 & CN 103916554 A	1-16
A	JP 2013-200863 A (パナソニック株式会社) 2013.10.03, 全文, 全図 & US 2013/0222339 A1	1-16