

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6172284号  
(P6172284)

(45) 発行日 平成29年8月2日 (2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日 (2017.7.14)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 F 3/01 (2006.01)  
 G O 6 F 3/0488 (2013.01)  
 G O 6 F 3/041 (2006.01)  
 G O 6 F 3/0484 (2013.01)

G O 6 F 3/01 5 6 0  
 G O 6 F 3/0488  
 G O 6 F 3/041 6 0 0  
 G O 6 F 3/0484

請求項の数 11 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-538705 (P2015-538705)  
 (86) (22) 出願日 平成25年9月26日 (2013.9.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/076079  
 (87) 国際公開番号 W02015/045064  
 (87) 国際公開日 平成27年4月2日 (2015.4.2)  
 審査請求日 平成28年3月23日 (2016.3.23)

(73) 特許権者 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100192636  
 弁理士 加藤 隆夫  
 (72) 発明者 鎌田 裕一  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【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の位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる第1振動素子とを含む電子機器の前記第1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生成する超音波帯の波信号の振幅を、前記第1振動素子の駆動に用いる駆動信号の振幅を表す振幅データに応じて変調し、変調された波信号を前記駆動信号として前記第1振動素子に出力する振幅変調器と、

前記波信号の振幅の変調に用いられる前記振幅データを前記振幅変調器に出力し、前記振幅データに応じて前記第1振動素子を駆動する第1駆動制御部であって、前記表示部に表示する所定のGUI操作部の位置と、前記操作面への操作入力の位置との関係に応じて、前記固有振動の強弱が切り替わるように前記振幅データを制御する、第1駆動制御部を含む駆動制御装置。

【請求項 2】

前記第1駆動制御部は、前記固有振動の強弱の切り替えによって前記所定のGUI操作部に利用者の指先を案内するように前記第1振動素子を駆動する、請求項1記載の駆動制御装置。

【請求項 3】

前記駆動信号は、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又は2記載の駆動制御装置。

10

20

## 【請求項 4】

前記第 1 駆動制御部は、前記操作面への操作入力の位置が、前記表示部における所定の G U I 操作部の表示領域内に入ると、前記操作入力の位置が前記表示領域内に入る前とは異なる駆動パターンで前記第 1 振動素子を駆動する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

## 【請求項 5】

前記操作面に可聴域の周波数の振動を発生させる第 2 振動素子を駆動する第 2 駆動制御部であって、前記操作面への操作入力の位置が、前記表示部における所定の G U I 操作部の表示領域内に入ると、前記第 2 振動素子を駆動する第 2 駆動制御部をさらに含む、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

10

## 【請求項 6】

前記操作面は長辺と短辺を有する矩形状であり、前記第 1 駆動制御部が前記第 1 振動素子を振動させることにより、前記操作面の前記長辺の方向に振幅が変化する定在波が生じる、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の駆動制御装置。

## 【請求項 7】

前記第 1 駆動制御部は、前記第 1 振動素子を断続的に駆動することにより、前記固有振動の強弱が切り替わるように前記第 1 振動素子を駆動する、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】

表示部と、

20

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位置を検出する位置検出部と、

前記操作面に振動を発生させる振動素子と、

前記操作面に超音波帯の固有振動を生成する超音波帯の波信号の振幅を、前記振動素子の駆動に用いる駆動信号の振幅を表す振幅データに応じて変調し、変調された波信号を前記駆動信号として前記振動素子に出力する振幅変調器と、

前記波信号の振幅の変調に用いられる前記振幅データを前記振幅変調器に出力し、前記振幅データに応じて前記振動素子を駆動する駆動制御部であって、前記表示部に表示する所定の G U I 操作部の位置と、前記操作面への操作入力の位置との関係に応じて、前記固有振動の強弱が切り替わるように前記振幅データを制御する、駆動制御部と

30

を含む電子機器。

## 【請求項 9】

前記所定の G U I 操作部を識別する第 1 識別データと、前記所定の G U I 操作部を前記表示部に表示する所定の動作モードを表す第 2 識別データとを関連付けた制御データを格納するメモリをさらに含む、

前記所定の G U I 操作部は、所定の動作モードにおいて利用者が操作を行う G U I 操作部として前記制御データに含まれており、

前記駆動制御部は、前記固有振動の強弱の切り替えによって前記所定の G U I 操作部に利用者の指先を案内するように前記振動素子を駆動する、請求項 8 記載の電子機器。

## 【請求項 10】

40

前記操作面への操作入力による押圧を検出する圧力センサをさらに含む、請求項 8 又は 9 記載の電子機器。

## 【請求項 11】

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位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる振動素子と、振幅変調器と、コンピュータ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、

前記振幅変調器が、前記操作面に超音波帯の固有振動を生成する超音波帯の波信号の振幅を、前記振動素子の駆動に用いる駆動信号の振幅を表す振幅データに応じて変調し、変調された波信号を前記駆動信号として前記振動素子に出力し、

50

前記コンピュータが、前記波信号の振幅の変調に用いられる前記振幅データを前記振幅変調器に出力し、前記振幅データに応じて前記振動素子を駆動する際に、前記表示部に表示する所定のGUI操作部の位置と、前記操作面への操作入力の位置との関係に応じて、前記固有振動の強弱が切り替わるように前記振幅データを制御する、駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

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

【0004】

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

【0005】

また、従来より、画像情報を表示する表示パネルと、前記表示パネル面上に設けられ、物体が接触した位置座標を検出するタッチパネルと、前記タッチパネルを接触面に水平な第1の方向に励振する第1振動アクチュエータとを備える触覚提示装置がある（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

この触覚提示装置は、さらに、前記タッチパネルを接触面に水平かつ前記第1の方向と直交する第2の方向に励振する第2振動アクチュエータを備える。また、この触覚提示装置は、さらに、前記表示パネルの所定画像情報が表示された領域内において、物体が前記タッチパネルに接触して移動している場合には前記第1振動アクチュエータ及び/又は前記第2振動アクチュエータを駆動し、物体が停止している場合又は物体が接触していない場合には前記第1、2振動アクチュエータを停止する制御部を備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-231609号公報

【特許文献2】特開2003-337649号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

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

【0009】

また、従来の触覚提示装置は、タッチパネルを接触面に水平な第1の方向に励振するため、良好な触感を提供できないおそれがある。

## 【 0 0 1 0 】

そこで、良好な触感を提供することにより利用者が操作入力を行うべき位置がある方向を容易に認識できる駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 1 】

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位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる第 1 振動素子とを含む電子機器の前記第 1 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生成する超音波帯の波信号の振幅を、前記第 1 振動素子の駆動に用いる駆動信号の振幅を表す振幅データに応じて変調し、変調された波信号を前記駆動信号として前記第 1 振動素子に出力する振幅変調器と、前記波信号の振幅の変調に用いられる前記振幅データを前記振幅変調器に出力し、前記振幅データに応じて前記第 1 振動素子を駆動する第 1 駆動制御部であって、前記表示部に表示する所定の G U I 操作部の位置と、前記操作面への操作入力の位置との関係に応じて、前記固有振動の強弱が切り替わるように前記振幅データを制御する、第 1 駆動制御部を含む。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 2 】

良好な触感を提供することにより利用者が操作入力を行うべき位置がある方向を容易に認識できる駆動制御装置、電子機器、及び駆動制御方法を提供することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 3 】

【図 1】実施の形態の電子機器 1 0 0 を示す斜視図である。

【図 2】実施の形態の電子機器 1 0 0 を示す平面図である。

【図 3】図 2 に示す電子機器 1 0 0 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 1 2 0 に生じる定在波のうち、トップパネル 1 2 0 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 1 0 0 のトップパネル 1 2 0 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。

30

【図 6】実施の形態の電子機器 1 0 0 の構成を示す図である。

【図 7】動作モードの種類を表すデータ、着信の種類を表すデータ、及びターゲットとなる G U I 操作部を表すデータを関連付けた制御データを示す図である。

【図 8】実施の形態の駆動制御装置 3 0 0 の駆動制御部 2 4 0 及び L R A 駆動部 2 6 0 の制御処理を示すフローチャートである。

【図 9】実施の形態の電子機器 1 0 0 の動作例を示す図である。

【図 1 0】実施の形態の電子機器 1 0 0 の動作例を示す図である。

【図 1 1】実施の形態の電子機器 1 0 0 の動作例を示す図である。

【図 1 2】実施の形態の電子機器 1 0 0 の動作例を示す図である。

【図 1 3】実施の形態の電子機器 1 0 0 における振動のパターンを示す図である。

40

【図 1 4】実施の形態の電子機器 1 0 0 における振動のパターンを示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 4 】

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

## 【 0 0 1 5 】

## &lt; 実施の形態 &gt;

図 1 は、実施の形態の電子機器 1 0 0 を示す斜視図である。

## 【 0 0 1 6 】

電子機器 1 0 0 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

50

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。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。

【0017】

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。

【0018】

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。

10

【0019】

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。

【0020】

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。

【0021】

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、基板 170、LRA (Linear Resonant Actuator) 180、及び圧力センサ 190 を含む。

20

【0022】

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。

【0023】

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

30

【0024】

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。

【0025】

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。

40

【0026】

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

【0027】

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、ピエゾ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 は、第 1 振動素子又は振動素子の一例である。

50

## 【 0 0 2 8 】

振動素子 1 4 0 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 1 4 0 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 1 4 0 のオン／オフは駆動信号によって制御される。

## 【 0 0 2 9 】

なお、超音波帯とは、例えば、約 2 0 k H z 以上の周波数帯をいう。実施の形態の電子機器 1 0 0 では、振動素子 1 4 0 が振動する周波数は、トップパネル 1 2 0 の振動数と等しくなるため、振動素子 1 4 0 は、トップパネル 1 2 0 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。

## 【 0 0 3 0 】

10

タッチパネル 1 5 0 は、ディスプレイパネル 1 6 0 の上（Z 軸正方向側）で、トップパネル 1 2 0 の下（Z 軸負方向側）に配設されている。タッチパネル 1 5 0 は、電子機器 1 0 0 の利用者がトップパネル 1 2 0 に触れる位置（以下、操作入力的位置と称す）を検出する座標検出部の一例である。

## 【 0 0 3 1 】

タッチパネル 1 5 0 の下にあるディスプレイパネル 1 6 0 には、G U I による様々なボタン等（以下、G U I 操作部と称す）が表示される。このため、電子機器 1 0 0 の利用者は、通常、G U I 操作部を操作するために、指先でトップパネル 1 2 0 に触れる。

## 【 0 0 3 2 】

タッチパネル 1 5 0 は、利用者のトップパネル 1 2 0 への操作入力的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 1 5 0 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 1 5 0 とトップパネル 1 2 0 との間に隙間があっても、静電容量型のタッチパネル 1 5 0 は、トップパネル 1 2 0 への操作入力を検出できる。

20

## 【 0 0 3 3 】

また、ここでは、タッチパネル 1 5 0 の入力面側にトップパネル 1 2 0 が配設される形態について説明するが、トップパネル 1 2 0 はタッチパネル 1 5 0 と一体的であってもよい。この場合、タッチパネル 1 5 0 の表面が図 2 及び図 3 に示すトップパネル 1 2 0 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 1 2 0 を省いた構成であってもよい。この場合も、タッチパネル 1 5 0 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。

30

## 【 0 0 3 4 】

また、タッチパネル 1 5 0 が静電容量型の場合は、トップパネル 1 2 0 の上にタッチパネル 1 5 0 が配設されていてもよい。この場合も、タッチパネル 1 5 0 の表面が操作面を構築する。また、タッチパネル 1 5 0 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 1 2 0 を省いた構成であってもよい。この場合も、タッチパネル 1 5 0 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。

## 【 0 0 3 5 】

ディスプレイパネル 1 6 0 は、例えば、液晶ディスプレイパネル又は有機 E L (Electro luminescence) 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 1 6 0 は、筐体 1 1 0 の凹部 1 1 0 A の内部で、図示を省略するホルダ等によって基板 1 7 0 の上（Z 軸正方向側）に設置される。

40

## 【 0 0 3 6 】

ディスプレイパネル 1 6 0 は、後述するドライバ I C (Integrated Circuit) によって駆動制御が行われ、電子機器 1 0 0 の動作状況に応じて、G U I 操作部、画像、文字、記号、図形等を表示する。

## 【 0 0 3 7 】

基板 1 7 0 は、筐体 1 1 0 の凹部 1 1 0 A の内部に配設される。基板 1 7 0 の上には、ディスプレイパネル 1 6 0 及びタッチパネル 1 5 0 が配設される。ディスプレイパネル 1

50

60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】

LRA180は、筐体110の凹部110Aに取り付けられている。本実施の形態では、LRA180は、可聴域の周波数の駆動信号によって駆動される。LRA180は、例えば、ボイスコイルを用いたLRAであっても良いし、圧電素子を用いたLRAであってもよい。LRA180は、第2振動素子の一例である。

10

【0040】

LRA180は、可聴域の周波数の駆動信号で駆動され、可聴域の振動を発生させる振動デバイスであり、駆動信号の振幅により振動量が変化する。

【0041】

圧力センサ190は、筐体110の凹部110Aに取り付けられ、利用者の操作入力によってトップパネル120にかかる圧力を検出する。圧力センサ190は、利用者の操作入力によってトップパネル120にかかる圧力を検出できるセンサであれば、どのようなセンサであってもよく、例えば、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)を用いたダイアフラムゲージ等を用いることができる。

【0042】

20

圧力センサ190は、電子機器100の利用者が所定のGUIボタン等を押圧して入力を確定する操作を行うときに、GUIボタン等の押圧を検出するために設けられている。

【0043】

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。

【0044】

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。

30

【0045】

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。

【0046】

図4は、超音波帯の固有振動によってトップパネル120に生じる定在波のうち、トップパネル120の短辺に平行に形成される波頭を示す図であり、図4の(A)は側面図、(B)は斜視図である。図4の(A)、(B)では、図2及び図3と同様のXYZ座標を定義する。なお、図4の(A)、(B)では、理解しやすさのために、定在波の振幅を誇張して示す。また、図4の(A)、(B)では振動素子140を省略する。

【0047】

40

トップパネル120のヤング率E、密度 $\rho$ 、ポアソン比 $\nu$ 、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。

【0048】

【数 1】

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

10

【0049】

【数 2】

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

なお、式(2)の係数  $\alpha$  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。 20

【0050】

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。

【0051】

トップパネル120は、平板状の部材であるが、振動素子140(図2及び図3参照)を駆動して超音波帯の固有振動を発生させると、図4の(A)、(B)に示すように撓むことにより、表面に定在波が生じる。 30

【0052】

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。

【0053】

40

また、2つの振動素子140を駆動する場合は、周期数  $k$  が整数の場合は同一位相で駆動すればよく、周期数  $k$  が奇数の場合は逆位相で駆動すればよい。

【0054】

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。

【0055】

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 50

／オフは、振動素子 1 4 0 ( 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。

【 0 0 5 6 】

また、図 5 の ( A )、( B ) では、トップパネル 1 2 0 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。

【 0 0 5 7 】

超音波帯の固有振動は、図 4 に示すようにトップパネル 1 2 0 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 1 2 0 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。

10

【 0 0 5 8 】

このため、図 5 の ( A )、( B ) では、トップパネル 1 2 0 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。

【 0 0 5 9 】

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 1 2 0 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。

【 0 0 6 0 】

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 1 2 0 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。

20

【 0 0 6 1 】

ここで、トップパネル 1 2 0 に超音波帯の固有振動を生じさせると、トップパネル 1 2 0 の表面と指との間にスクイズ効果による空気層が介在し、指でトップパネル 1 2 0 の表面をなぞったときの動摩擦係数が低下する。

【 0 0 6 2 】

従って、図 5 の ( A ) では、トップパネル 1 2 0 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 1 2 0 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。

【 0 0 6 3 】

30

このため、図 5 の ( A ) に示すようにトップパネル 1 2 0 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 2 0 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 1 2 0 の表面に凹部が存在するように感じる。

【 0 0 6 4 】

一方、図 5 の ( B ) では、トップパネル 1 2 0 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 1 2 0 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。

【 0 0 6 5 】

40

このため、図 5 の ( B ) に示すようにトップパネル 1 2 0 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 1 2 0 の表面に凸部が存在するように感じる。

【 0 0 6 6 】

以上より、図 5 の ( A ) と ( B ) の場合に、利用者は指先で凹凸を感じ取ることができる。このように人間が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))

50

にも記載されている。

【 0 0 6 7 】

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 1 4 0 の振幅 ( 強度 ) を変化させた場合も同様である。

【 0 0 6 8 】

次に、図 6 を用いて、実施の形態の電子機器 1 0 0 の構成について説明する。また、ここでは、図 6 に加えて、図 7 を用いて、電子機器 1 0 0 の振動素子 1 4 0 を駆動する駆動波形について説明する。

【 0 0 6 9 】

図 6 は、実施の形態の電子機器 1 0 0 の構成を示す図である。

10

【 0 0 7 0 】

電子機器 1 0 0 は、振動素子 1 4 0、アンプ 1 4 1、タッチパネル 1 5 0、ドライバ IC (Integrated Circuit) 1 5 1、ディスプレイパネル 1 6 0、ドライバ IC 1 6 1、L R A 1 8 0、ドライバ IC 1 8 1、圧力センサ 1 9 0、制御部 2 0 0、正弦波発生器 3 1 0、及び振幅変調器 3 2 0 を含む。

【 0 0 7 1 】

制御部 2 0 0 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 0、通信プロセッサ 2 3 0、駆動制御部 2 4 0、メモリ 2 5 0、及び L R A 駆動部 2 6 0 を有する。制御部 2 0 0 は、例えば、IC チップで実現される。

【 0 0 7 2 】

20

また、駆動制御部 2 4 0、正弦波発生器 3 1 0、及び振幅変調器 3 2 0 は、駆動制御装置 3 0 0 を構築する。なお、ここでは、アプリケーションプロセッサ 2 2 0、通信プロセッサ 2 3 0、駆動制御部 2 4 0、メモリ 2 5 0、及び L R A 駆動部 2 6 0 が 1 つの制御部 2 0 0 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 2 4 0 は、制御部 2 0 0 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 2 5 0 に格納されているデータのうち、駆動制御部 2 4 0 の駆動制御に必要なデータは、メモリ 2 5 0 とは別のメモリに格納して、駆動制御装置 3 0 0 の内部に設ければよい。

【 0 0 7 3 】

また、同様に、L R A 駆動部 2 6 0 は、制御部 2 0 0 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 2 5 0 に格納されているデータのうち、L R A 駆動部 2 6 0 の駆動制御に必要なデータは、メモリ 2 5 0 とは別のメモリに格納して、駆動制御装置 3 0 0 の内部に設ければよい。

30

【 0 0 7 4 】

図 6 では、筐体 1 1 0、トップパネル 1 2 0、両面テープ 1 3 0、及び基板 1 7 0 ( 図 2 参照 ) は省略する。また、ここでは、アンプ 1 4 1、ドライバ IC 1 5 1、ドライバ IC 1 6 1、駆動制御部 2 4 0、メモリ 2 5 0、L R A 駆動部 2 6 0、正弦波発生器 3 1 0、及び振幅変調器 3 2 0 について説明する。

【 0 0 7 5 】

アンプ 1 4 1 は、駆動制御装置 3 0 0 と振動素子 1 4 0 との間に配設されており、駆動制御装置 3 0 0 から出力される駆動信号を増幅して振動素子 1 4 0 を駆動する。

40

【 0 0 7 6 】

ドライバ IC 1 5 1 は、タッチパネル 1 5 0 に接続されており、タッチパネル 1 5 0 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 2 0 0 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 2 2 0 と駆動制御部 2 4 0 に入力される。なお、位置データが駆動制御部 2 4 0 に入力されることは、位置データが駆動制御装置 3 0 0 に入力されることと等価である。

【 0 0 7 7 】

ドライバ IC 1 6 1 は、ディスプレイパネル 1 6 0 に接続されており、駆動制御装置 3 0 0 から出力される描画データをディスプレイパネル 1 6 0 に入力し、描画データに基づ

50

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。

【００７８】

ＬＲＡ１８０は、ＬＲＡ駆動部２６０によって可聴域の周波数の駆動信号によって駆動される。ＬＲＡ１８０は、可聴域の周波数の駆動信号で駆動され、可聴域の振動を発生させる振動デバイスであり、駆動信号の振幅により振動量が変化する。

【００７９】

ドライバＩＣ１８１は、ＬＲＡ駆動部２６０から入力される駆動信号をＤ／Ａ（Digital to Analog）変換し、振幅等を増幅した信号をＬＲＡ１８０に出力する。

【００８０】

圧力センサ１９０は、電子機器１００の利用者が所定のＧＵＩボタン等を押圧して入力を確認する操作を行うときに、ＧＵＩボタン等の押圧を検出するために設けられている。入力を確認は、アプリケーションプロセッサ２２０が判定すればよい。

【００８１】

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。

【００８２】

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。

【００８３】

駆動制御部２４０は、操作入力の有無と、操作入力の位置の移動距離とに応じて、振幅データを振幅変調器３２０に出力する。振幅データは、振動素子１４０の駆動に用いる駆動信号の強度を調整するための振幅値を表すデータである。

【００８４】

駆動制御部２４０は、所定の動作モードにおいて利用者がトップパネル１２０に触れると、ディスプレイパネル１６０に表示する所定のＧＵＩ操作部の位置と、トップパネル１２０への操作入力の位置との関係に応じて、トップパネル１２０に生じる固有振動の強弱が切り替わるように、振動素子１４０のオン／オフを切り替える。これは、トップパネル１２０の振動のオン／オフを切り替えると、利用者の指先に掛かる動摩擦力が変化するため、触感を通じて利用者に操作量を感知させるためである。

【００８５】

駆動制御部２４０が振動素子１４０のオン／オフを切り替えると、利用者は指先で凹凸の触感を得る。振動素子１４０のオン／オフを切り替えることにより、利用者の指先に凹凸の触感を提供することができる。

【００８６】

メモリ２５０は、動作モードの種類を表すデータ、着信の種類を表すデータ、及びターゲットとなるＧＵＩ操作部を表すデータを関連付けた制御データを格納する。

【００８７】

動作モードの種類を表すデータは、例えば、通常モード、及び、マナーモード等の動作モードの種類を表すデータである。マナーモードとは、電子機器１００の着信音、及び、メールの受信音等を鳴らさずに、ディスプレイパネル１６０の表示、又は、ＬＲＡ１８０の振動によって、着信又はメールの受信等を利用者に通知するモードである。通常モードは、電子機器１００の着信音、及び、メールの受信音等を鳴らして利用者に着信又はメールの受信等を通知するモードである。

【００８８】

着信の種類を表すデータは、例えば、電話番号の非通知設定の相手からの着信、電話番号の通知設定の相手からの着信、特定のグループに含まれる相手からの着信、及び、特定のグループに含まれない相手からの着信等の種別を表すデータである。

【００８９】

ターゲットとなるＧＵＩ操作部を表すデータは、ＧＵＩ操作部の種類とＧＵＩ操作部の

10

20

30

40

50

位置を表すデータを含む。ここで、ターゲットとなる G U I 操作部とは、操作入力の位置に応じて駆動制御装置 3 0 0 がトップパネル 1 2 0 に超音波帯の固有振動を発生させることにより、利用者の指先を案内する案内目標となる G U I 操作部をいう。駆動制御装置 3 0 0 は、利用者の指先をターゲットの G U I 操作部の表示領域内に案内するために、操作入力の位置に応じてトップパネル 1 2 0 に固有振動を発生させる。

#### 【 0 0 9 0 】

G U I 操作部の種類を表すデータは、例えば、オンフックボタン、オフフックボタン、及び、その他の種々のアプリケーションで操作するボタン又はスライダー等の種類を表すデータである。G U I 操作部の位置を表すデータは、ディスプレイパネル 1 6 0 に G U I 操作部が表示される領域を座標で表すデータである。G U I 操作部の位置を表すデータは、例えば、 $f1=\{(x,y)|f1(x,y)\}$  というような式で G U I 操作部が表示される領域を座標で表すデータである。

10

#### 【 0 0 9 1 】

また、メモリ 2 5 0 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 0 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 3 0 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。

#### 【 0 0 9 2 】

L R A 駆動部 2 6 0 は、利用者による操作入力の位置が、所定の G U I 操作部の表示領域内にあるときに、L R A 1 8 0 を可聴域の周波数の駆動信号で駆動する。L R A 駆動部 2 6 0 は、第 2 駆動制御部の一例である。L R A 1 8 0 は、L R A 駆動部 2 6 0 によって可聴域の周波数の駆動信号で駆動され、可聴域の振動を発生させる。L R A 1 8 0 は、L R A 駆動部 2 6 0 が出力する駆動信号の振幅により振動量が変化する。

20

#### 【 0 0 9 3 】

正弦波発生器 3 1 0 は、トップパネル 1 2 0 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 1 2 0 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 3 1 0 は、超音波帯の正弦波信号を振幅変調器 3 2 0 に入力する。

#### 【 0 0 9 4 】

振幅変調器 3 2 0 は、駆動制御部 2 4 0 から入力される振幅データを用いて、正弦波発生器 3 1 0 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 3 2 0 は、正弦波発生器 3 1 0 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。

30

#### 【 0 0 9 5 】

このため、振幅変調器 3 2 0 が出力する駆動信号は、正弦波発生器 3 1 0 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 3 2 0 が駆動信号を出力しないことと等しい。

#### 【 0 0 9 6 】

図 7 は、動作モードの種類を表すデータ、着信の種類を表すデータ、及びターゲットとなる G U I 操作部を表すデータを関連付けた制御データを示す図である。

40

#### 【 0 0 9 7 】

動作モードの種類を表すデータは、例えば、通常モード、及び、マナーモード等の動作モードの種類を表すデータである。図 7 では、制御データの内容を分かり易くするために、動作モードの種類を表すデータを「通常モード」と「マナーモード」と記すが、実際のデータでは、「通常モード」と「マナーモード」を示すコードを用いればよい。

#### 【 0 0 9 8 】

ここで、マナーモードとは、例えば、電子機器 1 0 0 の着信音、及び、メールの受信音等を鳴らさずに、ディスプレイパネル 1 6 0 の表示、又は、L R A 1 8 0 の振動によって、着信又はメールの受信等を利用者に通知するモードである。また、通常モードは、例えば、マナーモードを解除した動作モードであり、電子機器 1 0 0 の着信音、及び、メール

50

の受信音等を鳴らして利用者に着信又はメールの受信等を通知するモードである。

【0099】

着信の種類を表すデータは、例えば、電話番号の非通知設定の相手からの着信、電話番号の通知設定の相手からの着信、特定のグループに含まれる相手からの着信、及び、特定のグループに含まれない相手からの着信等の種別を表すデータである。

【0100】

図7では、制御データの内容を分かり易くするために、着信の種類を表すデータを「非通知」、「通知」、「特定グループ外」、「特定グループ」と記すが、実際のデータでは、「非通知」、「通知」、「特定グループ外」、「特定グループ」を示すコードを用いればよい。

10

【0101】

ターゲットとなるGUI操作部を表すデータは、GUI操作部の種類とGUI操作部の位置を表すデータを含む。GUI操作部の種類を表すデータは、例えば、オンフックボタン、オフフックボタン、及び、その他の種々のアプリケーションで操作するボタン又はスライダー等の種類を表すデータである。

【0102】

図7では、制御データの内容を分かり易くするために、ターゲットとなるGUI操作部を表すデータを「オフフックボタン」と「オンフックボタン」と記すが、実際のデータでは、「オフフックボタン」と「オンフックボタン」を示すコードを用いればよい。

【0103】

また、GUI操作部の位置を表すデータは、ディスプレイパネル160にGUI操作部が表示される領域を座標で表すデータである。GUI操作部の位置を表すデータは、例えば、 $f1=\{(x,y)|f1(x,y)\}$ というような式でGUI操作部が表示される領域を座標で表すデータを用いればよい。GUI操作部の位置を表すデータは、対応するGUI操作部の種類を表すデータに関連付けておけばよい。

20

【0104】

なお、図7に示す制御データは、一例であり、動作モードの種類を表すデータ、着信の種類を表すデータ、及びターゲットとなるGUI操作部を表すデータとして、図7に示すデータ以外のデータを含ませることができる。

【0105】

次に、図8のフローチャートを用いて、実施の形態の駆動制御装置300の駆動制御部240及びLRA駆動部260の制御処理について説明する。

30

【0106】

図8は、実施の形態の駆動制御装置300の駆動制御部240及びLRA駆動部260の制御処理を示すフローチャートである。図8に示す制御処理は、動作モードの種類に応じて、駆動制御部240とLRA駆動部260が連携して行う処理である。駆動制御部240とLRA駆動部260は、図7に示す制御データに基づいて、動作モードの種類に応じて、以下で説明するフローによる制御処理を実行する。

【0107】

また、図8に示す制御処理は、所定の制御周期毎に繰り返し実行される。ここで、所定の制御周期とは、例えば、電子機器100のOS(Operating System)が電子機器100を駆動するための制御を実行する周期である。

40

【0108】

駆動制御部240は、操作入力の位置が移動中であるかどうかを判定する(ステップS1)。駆動制御部240は、ドライバIC151から出力される位置データの変化に基づいて、操作入力の位置が移動中であるかどうかを判定すればよい。より具体的には、例えば、前回の制御周期におけるステップS1で取得した位置データと、今回の制御周期におけるステップS1で取得した位置データとが異なるかどうかによって、操作入力の位置が移動中であるかどうかを判定すればよい。

【0109】

50

駆動制御部 240 は、操作入力的位置が移動中である (S1: YES) と判定すると、操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部に接近中であるかどうかを判定する (ステップ S2)。駆動制御部 240 は、動作モードの種類に応じて制御データから得られるターゲットの GUI 操作部の位置を表すデータと、移動中の操作入力的位置との位置関係に基づいて、操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部に接近中であるかどうかを判定すればよい。

【0110】

駆動制御部 240 は、ステップ S2 で操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部に接近中である (S2: YES) と判定した場合は、駆動信号をオンにして超音波帯での固有振動をトップパネル 120 に生じさせる (ステップ S3)。超音波帯での固有振動をト

10

【0111】

駆動制御部 240 は、ステップ S3 で駆動信号をオンにして超音波帯での固有振動をトップパネル 120 に生じさせると、処理を終了する (エンド)。

【0112】

また、ステップ S1 で操作入力的位置が移動中ではない (S1: NO) と判定された場合であって、駆動信号をオンにしている場合は、駆動信号をオフにしてトップパネル 120 の超音波帯での固有振動をオフにする (ステップ S4)。

20

【0113】

ステップ S1 で操作入力的位置が移動中ではないと判定されるのは、例えば、操作入力的位置が停止している場合である。また、操作入力が行われていない場合も含めてもよい。操作入力的位置が停止している場合には、ターゲットの GUI 操作部の表示領域内、又は、表示領域内の 2 つの場合があり得る。

【0114】

なお、駆動制御部 240 は、ステップ S4 において、前回の制御周期において駆動信号がオフにされている場合は、駆動信号をオフに維持する。

【0115】

また、駆動制御部 240 は、ステップ S2 で操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部に接近中ではない (S2: NO) と判定した場合であって、駆動信号をオンにしている場合においても、駆動信号をオフにしてトップパネル 120 の超音波帯での固有振動をオフにする (ステップ S4)。

30

【0116】

ステップ S2 で操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部に接近中ではないと判定されるのは、例えば、操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部から離れる方向に移動している場合である。このようなケースには、ターゲットの GUI 操作部に一度到達した指先がさらに移動して、ターゲットの GUI 操作部を通り過ぎる場合も含まれる。

【0117】

駆動制御部 240 は、操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部の表示領域内にあるかどうかを判定する (ステップ S5)。操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部の表示領域内にあるかどうかは、動作モードの種類に応じて制御データから得られるターゲットの GUI 操作部の位置を表すデータが表す領域内に、現在の制御周期で得られる位置データが表す位置 (現在の操作入力的位置) が含まれるかどうかによって判定すればよい。

40

【0118】

駆動制御部 240 は、操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部の表示領域内にあると判定した場合 (S5: YES) は、LRA 駆動部 260 に LRA 180 を駆動させることにより、可聴域の振動をトップパネル 120 に発生させる (ステップ S6)。

【0119】

操作入力的位置がターゲットの GUI 操作部の表示領域内にあるときは、利用者が指先

50

でターゲットのGUI操作部に触れているときであるため、指先がターゲットのGUI操作部に到達したことを利用者に知らせるために、可聴域の振動をトップパネル120に発生させることとしたものである。

【0120】

可聴域の振動がトップパネル120に生じている状態では、超音波帯の振動が生じている状態とは異なり、スクイーズ効果による空気層は生じないため、超音波帯での固有振動がトップパネル120に生じている状態よりも利用者の指先にかかる動摩擦力は大きくなる。

【0121】

このため、操作入力的位置がターゲットのGUI操作部の表示領域内に到達した場合に可聴域の振動をトップパネル120に発生させることにより、指先がターゲットのGUI操作部に到達したことを利用者に触感を通じて知覚させることができる。

【0122】

以上により、駆動制御部240は駆動制御を終了する(エンド)。

【0123】

また、駆動制御部240は、操作入力的位置がターゲットのGUI操作部の表示領域内にないと判定した場合(S5:NO)は、駆動制御を終了する。ターゲットのGUI操作部の表示領域内に操作入力的位置がなければ、ステップS1にリターンして処理をやり直すためである。

【0124】

次に、図9乃至図14を用いて、実施の形態の電子機器100の動作例について説明する。

【0125】

図9乃至図12は、実施の形態の電子機器100の動作例を示す図である。図9乃至図12では、図2乃至図4と同様のXYZ座標を定義する。また、図13及び図14は、実施の形態の電子機器100における振動のパターンを示す図である。

【0126】

図9乃至図12では、一例として、電子機器100がスマートフォン端末機であって、マナーモードに設定されており、特定グループ外の人間から着信が生じる場合の動作について説明する。また、図9乃至図12には、GUI操作部として、オンフックボタン161とオフフックボタン162を示す。マナーモードでは、図7に示すように、ターゲットのGUI操作部は、オフフックボタン162となる。

【0127】

図9に示すように、マナーモードに設定されており、特定グループ外の人間から着信が生じたときに、利用者の指先がターゲットのGUI操作部ではないオンフックボタン161に向かって矢印で示すように移動すると、トップパネル120に生じていた超音波帯の振動がオフにされる。これにより、利用者の指先にかかる動摩擦力は増大し、ターゲットのGUI操作部ではないオンフックボタン161に向かう指先の移動を行いにくい状態になる。図9には、指先にかかる動摩擦力は増大する様子を「ズズズ」という擬音で表現する。

【0128】

なお、これは、図8に示すフローチャートでは、スタート、S1:YES、S2:NO、S4、S5:NO、エンドの順で処理が行われるケースである。

【0129】

そして、図10に示すように、ターゲットのGUI操作部であるオフフックボタン162がある方向に利用者が指先を移動させると、トップパネル120に超音波帯の振動が発生し、利用者の指先は、オフフックボタン162に向かって移動し易い状態になる。このようにして、利用者の指先は、ターゲットのGUI操作部であるオフフックボタン162のある方向にツルツルと滑り、オフフックボタン162に案内される。

【0130】

なお、これは、図 8 に示すフローチャートでは、スタート、S 1 : Y E S、S 2 : Y E S、S 3、エンドの順で処理が行われるケースである。

【 0 1 3 1 】

また、図 1 1 に示すように、利用者の指先がターゲットの G U I 操作部であるオフフックボタン 1 6 2 に達して停止すると、トップパネル 1 2 0 に可聴域の振動を生じさせて、利用者に指先がオフフックボタン 1 6 2 に到達したことを触感で認識させる。図 1 1 には、可聴域の振動でブルブルとトップパネル 1 2 0 が振動する状態を示す。

【 0 1 3 2 】

なお、図 8 に示すフローチャートでは、スタート、S 1 : N O、S 4、S 5 : Y E S、S 6、エンドの順で処理が行われるケースである。

10

【 0 1 3 3 】

また、利用者の指先がターゲットの G U I 操作部であるオフフックボタン 1 6 2 の表示領域内で止まらずに移動し続けている場合も、トップパネル 1 2 0 に可聴域の振動を生じさせて、利用者に指先がオフフックボタン 1 6 2 に到達したことを触感で認識させる。

【 0 1 3 4 】

これは、図 8 に示すフローチャートでは、スタート、S 1 : Y E S、S 2 : N O、S 4、S 5 : Y E S、S 6、エンドの順で処理が行われるケースである。

【 0 1 3 5 】

以上のように、実施の形態の駆動制御装置 3 0 0 によれば、操作入力的位置に応じてトップパネル 1 2 0 に生じさせる超音波帯の振動を制御することにより、利用者の指先をターゲットの G U I 操作部に案内することができる。

20

【 0 1 3 6 】

また、図 1 1 に示すように、操作入力的位置が移動しながらオフフックボタン 1 6 2 に到達した場合に、オフフックボタン 1 6 2 で着信を拒否する際に、O S の種類によっては、一度指先をトップパネル 1 2 0 から離して、オフフックボタン 1 6 2 を押し直す必要が生じる場合がある。

【 0 1 3 7 】

このような場合には、圧力センサ 1 9 0 ( 図 3 参照 ) を利用して、利用者がトップパネル 1 2 0 を押圧することによって操作の確定を行うようにしてもよい。

【 0 1 3 8 】

30

また、図 9 に示す状態から、利用者が指先をさらにオンフックボタン 1 6 1 に向けて移動させて、図 1 2 に示すように、指先がオンフックボタン 1 6 1 に到達した場合には、超音波帯の振動を生じさせてもよい。

【 0 1 3 9 】

このようにすれば、利用者の指先にかかる動摩擦力を低減することができるので、利用者の指先をツルっと滑らせて、オンフックボタン 1 6 1 を操作させることなく、通過させることができる。

【 0 1 4 0 】

このような制御処理は、例えば、ターゲットの G U I 操作部ではない G U I 操作部であるオンフックボタン 1 6 1 の表示領域を制御データに組み込み、操作入力的位置がオンフックボタン 1 6 1 の内部にあるときに、超音波帯の振動をトップパネル 1 2 0 に生じさせるように駆動制御装置 3 0 0 が駆動制御を行えばよい。

40

【 0 1 4 1 】

次に、図 1 3 及び図 1 4 を用いて、電子機器 1 0 0 の振動素子 1 4 0 と L R A 1 8 0 の駆動パターンについて説明する。

【 0 1 4 2 】

図 1 3 は、電子機器 1 0 0 の振動素子 1 4 0 と L R A 1 8 0 を駆動する駆動波形を示す図である。図 1 4 は、電子機器 1 0 0 の振動素子 1 4 0 を駆動する駆動波形を示す図である。図 1 3 において、横軸は時間を表し、縦軸は振動素子 1 4 0 又は L R A 1 8 0 を振動させる駆動信号が表す振幅を示す。また、図 1 4 において、横軸は時間を表し、縦軸は振

50

動素子 140 を振動させる駆動信号が表す振幅を示す。なお、ターゲットの GUI 操作部は、オフフックボタン 162 に設定されているものとする。

【0143】

図 13 に示すように、時刻  $t_1$  で操作入力が行われ、時刻  $t_1$  から  $t_2$  にかけて、操作入力の位置がターゲットの GUI 操作部であるオフフックボタン 162 に接近しない方向に移動したとする。この場合、時刻  $t_1$  から  $t_2$  までは、駆動制御部 240 が出力する駆動信号の振幅がゼロに設定され、振動素子 140 は駆動されず、トップパネル 120 に振動は生じない。

【0144】

また、時刻  $t_2$  で操作入力の位置がオフフックボタン 162 に接近する方向に切り替わり、時刻  $t_2$  から  $t_3$  まで操作入力の位置が移動したとする。この場合、時刻  $t_2$  から  $t_3$  までは、駆動制御部 240 が出力する駆動信号の振幅が所定値に設定され、振動素子 140 が超音波帯の振動信号で駆動され、トップパネル 120 に超音波帯の振動が生じる。

【0145】

そして、時刻  $t_3$  で操作入力の位置がオフフックボタン 162 に達すると、駆動制御部 240 が出力する駆動信号の振幅がゼロになり、LRA 駆動部 260 が出力する駆動信号による可聴域の周波数の駆動信号によって LRA 180 が駆動され、トップパネル 120 に可聴域の周波数の振動が生じる。

【0146】

このため、時刻  $t_4$  で利用者の指先がトップパネル 120 から離れるまで、可聴域の周波数による駆動信号によって LRA 180 が駆動される。

【0147】

以上のような動作により、利用者の指先は、ターゲットの GUI 操作部であるオフフックボタン 162 に案内され、オフフックボタン 162 に到達したときに振動の種類が切り替わることにより、利用者は触感だけで、オフフックボタン 162 を操作することができる。

【0148】

また、図 13 では、操作入力の位置がオフフックボタン 162 に達したときに、可聴域の周波数の駆動信号によって LRA 180 が駆動され、トップパネル 120 に可聴域の周波数の振動が生じる駆動パターンを示すが、可聴域の周波数の振動を発生させる代わりに、図 14 に示すように、超音波帯の振動のパターンを変えるようにしてもよい。

【0149】

図 14 では、超音波帯の駆動信号で振動素子 140 を一定間隔で断続的に駆動する駆動パターンを示す。このような駆動パターンの振動を図 13 の時刻  $t_3$  から  $t_4$  の間の可聴域の周波数の振動の代わりに用いることにより、超音波帯の振動によって指先がオフフックボタン 162 に到達したことを利用者に認識させることができる。

【0150】

なお、このような場合には、電子機器 100 が LRA 180 と LRA 駆動部 260 を含まない構成にすることができる。

【0151】

以上、実施の形態の電子機器 100 によれば、利用者による操作入力の位置に応じて、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、利用者が操作入力を行うべき位置がある方向を容易に認識可能な良好な触感を提供することができる。

【0152】

すなわち、良好な触感を提供することにより利用者が操作入力を行うべき位置がある方向を容易に認識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。

【0153】

また、実施の形態の電子機器 100 は、正弦波発生器 310 で発生される超音波帯の正

10

20

30

40

50

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。

【0154】

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。

【0155】

従って、トップパネル 120 の超音波帯の固有振動をトップパネル 120 に発生させることができ、スクイーズ効果による空気層の介在を利用して、指でトップパネル 120 の表面をなぞったときの動摩擦係数を確実に低下させることができる。また、Sticky-band Illusion効果、又は、Fishbone Tactile Illusion効果により、トップパネル 120 の表面に凹凸が存在するような良好な触感を利用者に提供することができる。

【0156】

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。

【0157】

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。

【0158】

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。

【0159】

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。

【0160】

以上、実施の形態によれば、良好な触感を提供できる電子機器 100、及び駆動制御方法を提供することができる。

【0161】

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

【符号の説明】

【0162】

- 100 電子機器
- 110 筐体
- 120 トップパネル
- 130 両面テープ
- 140 振動素子
- 150 タッチパネル
- 160 ディスプレイパネル
- 170 基板
- 180 L R A

10

20

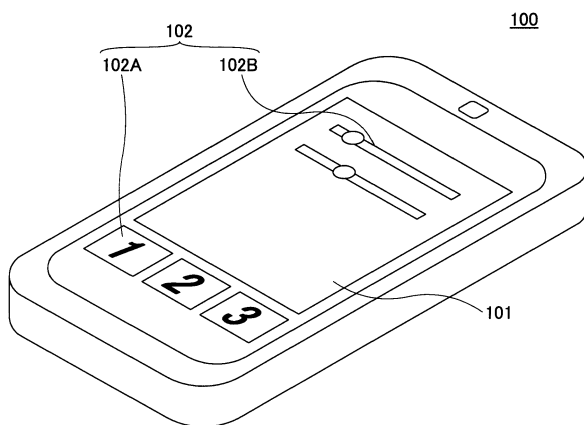
30

40

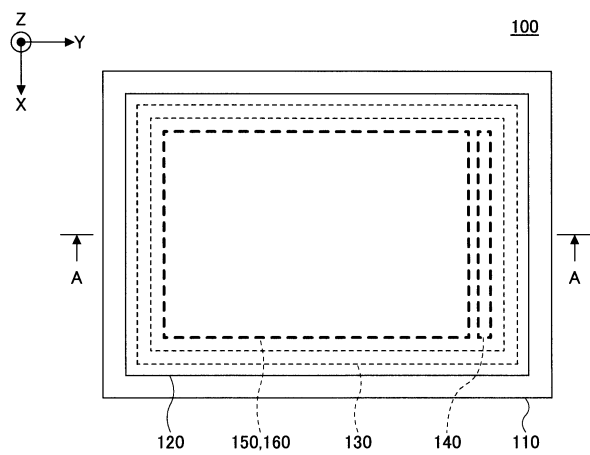
50

- 1 9 0 圧力センサ
- 2 0 0 制御部
- 2 2 0 アプリケーションプロセッサ
- 2 3 0 通信プロセッサ
- 2 4 0 駆動制御部
- 2 5 0 メモリ
- 2 6 0 駆動制御部
- 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

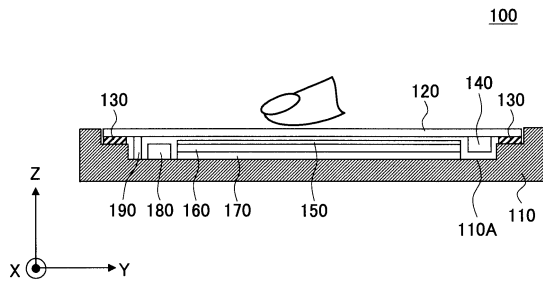
【図 1】



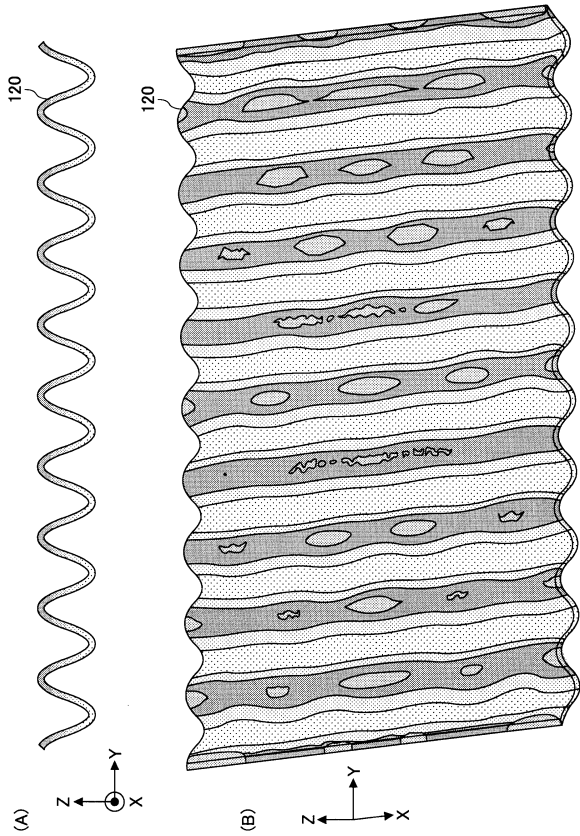
【図 2】



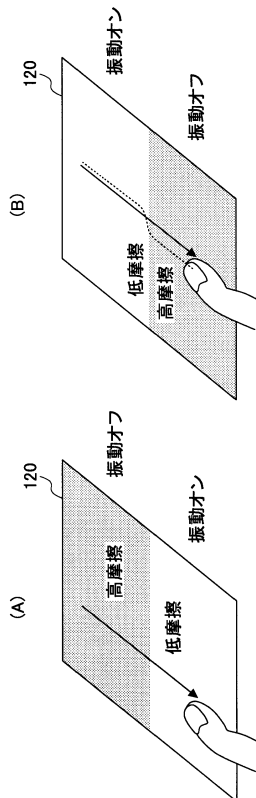
【図 3】



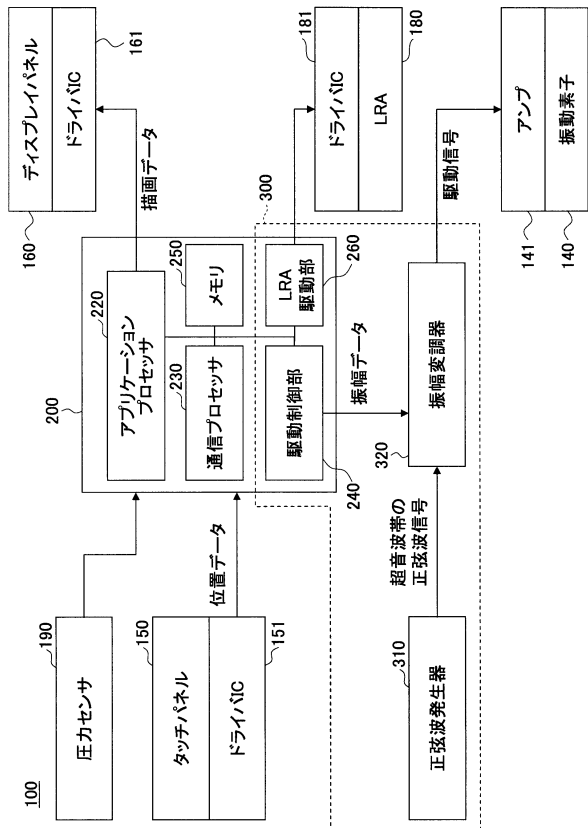
【図 4】



【図 5】



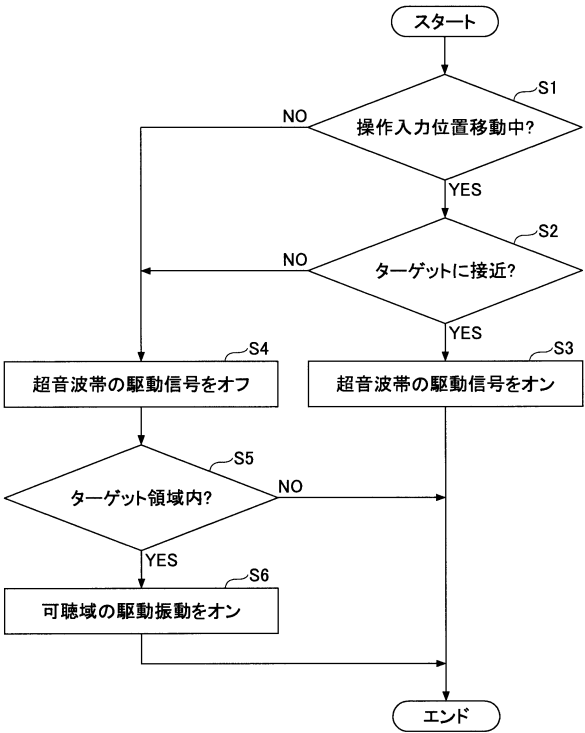
【図 6】



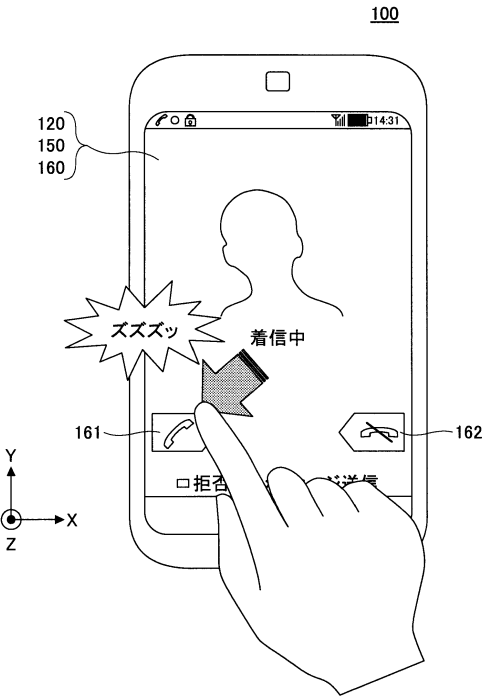
【図 7】

動作モード	着信	ターゲット
通常モード	非通知	オフフックボタン
	通知	オンフックボタン
マナーモード	特定グループ外	オフフックボタン
	特定グループ	オンフックボタン

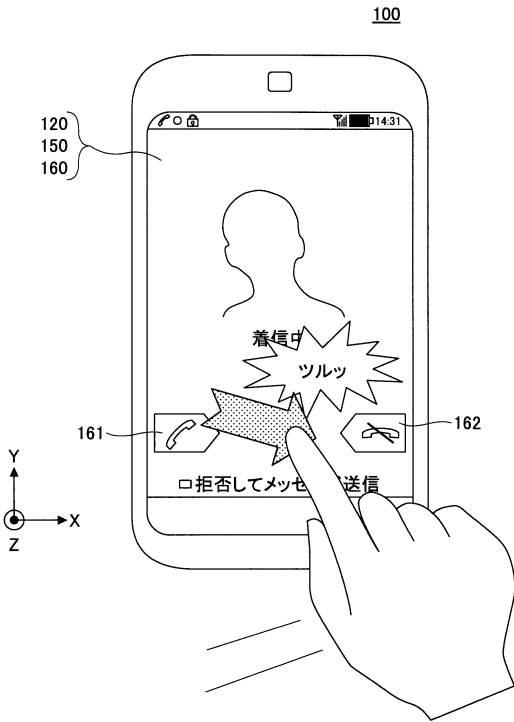
【図 8】



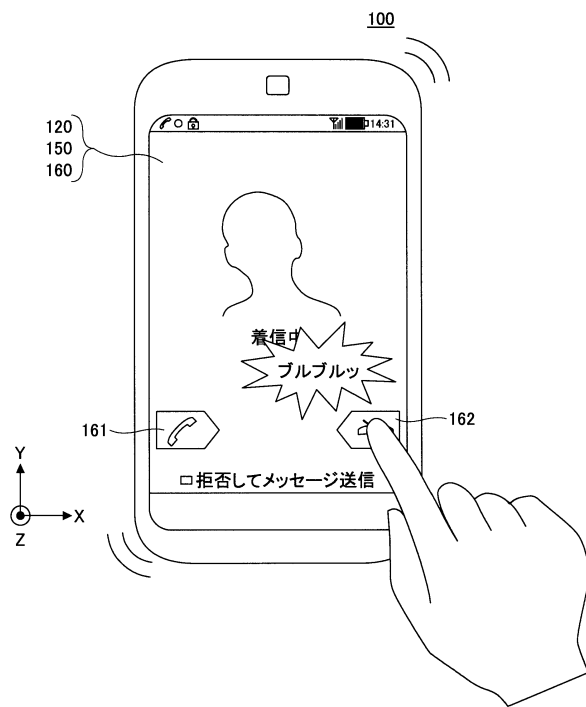
【図 9】



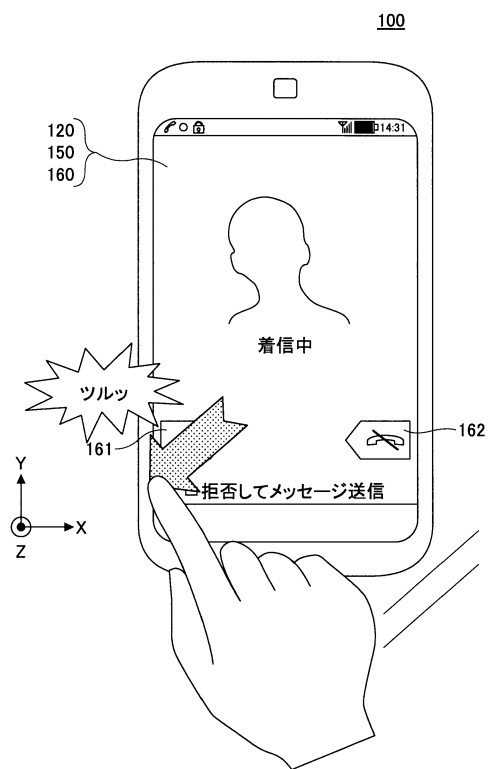
【図 10】



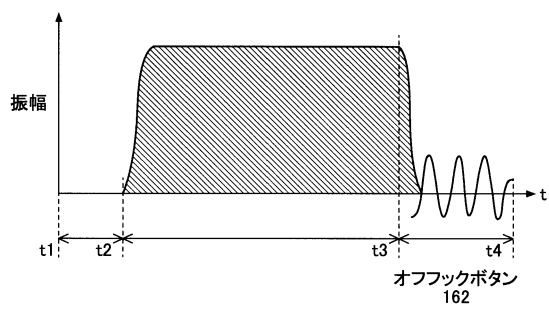
【図 1 1】



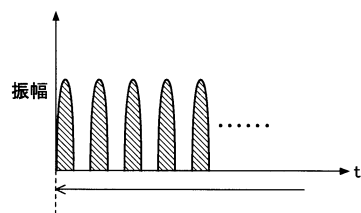
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 康浩  
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
- (72)発明者 宮本 晶規  
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

審査官 松田 岳士

- (56)参考文献 特開2010-211509(JP,A)  
特表2013-511108(JP,A)  
特開2012-243189(JP,A)  
特開2010-238222(JP,A)  
特開2003-058321(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06F 3/01  
G06F 3/03-3/0489