

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6319328号  
(P6319328)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int.Cl. F I  
**G06F 3/01 (2006.01)** G O 6 F 3/01 5 6 0  
**G06F 3/0488 (2013.01)** G O 6 F 3/0488

請求項の数 9 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2015-562641 (P2015-562641)	(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
(86) (22) 出願日	平成26年2月14日(2014.2.14)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/053463	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(87) 国際公開番号	W02015/121970	(74) 代理人	100192636 弁理士 加藤 隆夫
(87) 国際公開日	平成27年8月20日(2015.8.20)	(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
審査請求日	平成28年7月28日(2016.7.28)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 教育用触感提供装置、及び、システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象有体物の擬似触感を提供する教育用触感提供装置であって、  
 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的位置を検出する位置検出部と、  
 前記操作面に振動を発生させる第1振動素子と、  
 前記対象有体物の画像と、前記画像の中での位置と、前記位置における前記対象有体物の  
 触感に対応する振幅とを関連付けた触感データを格納するメモリと、  
 前記操作面に前記トップパネルの超音波帯の固有振動を発生させる正弦波信号を出力す  
 る正弦波発生器と、  
 前記正弦波発生器から出力される正弦波信号の振幅を変調する振幅変調器と、  
 前記位置検出部によって検出される位置に対応する前記画像の中における位置に前記触  
 感データで関連付けられた振幅のデータを前記振幅変調器に入力して前記正弦波信号の振  
 幅を変調した駆動信号を前記振幅変調器に出力させることによって、前記第1振動素子を  
 駆動する駆動制御部と  
 を含む、教育用触感提供装置。

【請求項2】

前記駆動制御部は、前記操作面への操作入力的位置及び当該位置の時間的变化度合に応  
 じて、前記固有振動の強度が変化するように前記第1振動素子を駆動する、請求項1記載

の教育用触感提供装置。

【請求項 3】

対象有体物の擬似触感を提供する教育用触感提供装置であって、  
 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、  
 前記操作面での位置と、前記位置における前記対象有体物の触感に対応する振幅とを関連付けた触感データを格納するメモリと、  
前記操作面に前記トップパネルの超音波帯の固有振動を発生させる正弦波信号を出力する正弦波発生器と、  
前記正弦波発生器から出力される正弦波信号の振幅を変調する振幅変調器と、  
前記位置検出部によって検出される位置に前記触感データで関連付けられた振幅のデータを前記振幅変調器に入力して前記正弦波信号の振幅を変調した駆動信号を前記振幅変調器に出力させることによって、前記第 1 振動素子を駆動する駆動制御部と  
 を含む、教育用触感提供装置。

10

【請求項 4】

前記操作面には、前記対象有体物の位置を表す印が記される、請求項 3 記載の教育用触感提供装置。

【請求項 5】

対象有体物の擬似触感を提供する教育用触感提供装置であって、  
 操作面を有するトップパネルと、  
 前記操作面に振動を発生させる第 1 振動素子と、  
 前記対象有体物の表面の触感に対応する振幅を表す触感データを格納するメモリと、  
前記操作面に前記トップパネルの超音波帯の固有振動を発生させる正弦波信号を出力する正弦波発生器と、  
前記正弦波発生器から出力される正弦波信号の振幅を変調する振幅変調器と、  
前記操作面に利用者が接触すると、前記触感データによって表される振幅のデータを前記振幅変調器に入力して前記正弦波信号の振幅を変調した駆動信号を前記振幅変調器に出力させることによって、前記第 1 振動素子を駆動する駆動制御部と  
 を含む、教育用触感提供装置。

20

30

【請求項 6】

前記操作面の温度を調整する温度調整素子をさらに含む、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項記載の教育用触感提供装置。

【請求項 7】

前記操作面に可聴帯域の振動を発生させる第 2 振動素子をさらに含む、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の教育用触感提供装置。

【請求項 8】

前記メモリに格納される触感データは、有線又は無線で接続される携帯端末機から入力される、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項記載の教育用触感提供装置。

【請求項 9】

携帯端末機と、  
 前記携帯端末機と通信を行うサーバと  
 を含むシステムであって、  
 前記サーバは、前記携帯端末機からの要求に応じた対象有体物の触感データを前記携帯端末機に送信し、  
 前記携帯端末機は、前記サーバから受信する前記触感データを、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項記載の教育用触感提供装置に入力する、  
 システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、教育用触感提供装置、及び、システムに関する。

## 【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

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）。

## 【 0 0 0 3 】

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。

10

## 【 0 0 0 4 】

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】

20

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2010-231609号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

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。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、良好な触感を提供できる教育用触感提供装置、及び、システムを提供することを目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

本発明の実施の形態の教育用触感提供装置は、対象有体物の擬似触感を提供する教育用触感提供装置であって、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的位置を検出する位置検出部と、前記操作面に振動を発生させる第1振動素子と、前記対象有体物の画像と、前記画像の中での位置と、前記位置における前記対象有体物の触感に対応する振幅とを関連付けた触感データを格納するメモリと、前記操作面に前記トップパネルの超音波帯の固有振動を発生させる正弦波信号を出力する正弦波発生器と、前記正弦波発生器から出力される正弦波信号の振幅を変調する振幅変調器と、前記位置検出部によって検出される位置に対応する前記画像の中における位置に前記触感データで関連付けられた振幅のデータを前記振幅変調器に入力して前記正弦波信号の振幅を変調した駆動信号を前記振幅変調器に出力させることによつて、前記第1振動素子を駆動する駆動制御部とを含む。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

良好な触感を提供できる教育用触感提供装置、及び、システムを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 0 】

50

【図 1】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 の利用態様の一例を示す図である。

【図 2】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 を示す平面図である。

【図 3】図 2 に示す教育用触感提供装置 100 の A - A 矢視断面を示す図である。

【図 4】超音波帯の固有振動によってトップパネル 120 に生じる定在波のうち、トップパネル 120 の短辺に平行に形成される波頭を示す図である。

【図 5】教育用触感提供装置 100 のトップパネル 120 に生じさせる超音波帯の固有振動により、操作入力を行う指先に掛かる動摩擦力が変化する様子を説明する図である。

【図 6】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 の構成を示す図である。

【図 7】メモリ 250 に格納されるデータを示す図である。

【図 8】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 に利用者が操作入力を行った場合における振動素子 140 の駆動パターンを示す図である。

10

【図 9】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 に利用者が操作入力を行った場合における振動素子 140 の駆動パターンを示す図である。

【図 10】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 の駆動制御部 240 が実行する処理を示すフローチャートを示す図である。

【図 11】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

【図 12】実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

【図 13】実施の形態 1 の第 1 変形例の教育用触感提供装置 100 A を示す図である。

20

【図 14】実施の形態 1 の第 2 変形例の教育用触感提供装置 100 B を示す図である。

【図 15】実施の形態 1 の第 3 変形例の教育用触感提供装置 100 C を示す図である。

【図 16】実施の形態 1 の第 4 変形例の教育用触感提供装置 100 D の動作状態を示す平面図である。

【図 17】実施の形態 2 の教育用触感提供装置 100 E の利用態様を示す図である。

【図 18】実施の形態 2 のタブレット型コンピュータ 600 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

【図 19】実施の形態 2 のタブレット型コンピュータ 600 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

【図 20】実施の形態 3 の教育用触感提供装置 100 F を示す平面図である。

30

【図 21】図 20 に示す教育用触感提供装置 100 F の A - A 矢視断面を示す図である。

【図 22】実施の形態 3 の教育用触感提供装置 100 F の利用態様を示す図である。

【図 23】実施の形態 3 の変形例の教育用触感提供装置 100 G を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の教育用触感提供装置、及び、システム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 の教育用触感提供装置 100 の利用態様の一例を示す図である。

40

【0013】

図 1 の (A) に示すように、教育用触感提供装置 100 は、トップパネル 120、タッチパネル 150、及びディスプレイパネル 160 を含み、ディスプレイパネル 160 にはゾウ、イルカ、ペンギンの画像 510 A、510 B、510 C が表示されている。

【0014】

実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 は、例えば、電子図鑑又は電子教材として利用するものである。図 1 の (A) に示す状態では、ディスプレイパネル 160 にゾウ、イルカ、ペンギンの画像 510 A、510 B、510 C が選択用の候補として表示されている。図 1 の (A) に示す状態では、いずれの画像も選択されていないため、ディスプレイパネル 160 の主領域 160 A には、何も表示されていない。

50

## 【 0 0 1 5 】

ここで、利用者がトップパネル 1 2 0 に操作入力を行うことにより、ゾウの画像 5 1 0 A を選択すると、図 1 の ( B ) に示すように、ディスプレイパネル 1 6 0 の主領域 1 6 0 A にゾウが表示される。また、教育用触感提供装置 1 0 0 は、利用者が主領域 1 6 0 A の内部でゾウの画像 5 1 0 A に触れると、ゾウの触感を表す駆動パターンでトップパネル 1 2 0 の表面に振動を発生させる。

## 【 0 0 1 6 】

実物のゾウ、イルカ、ペンギンに直接触ることは容易ではないが、教育用触感提供装置 1 0 0 のタッチパネル 1 5 0 の前面にあるトップパネル 1 2 0 に触れて、ディスプレイパネル 1 6 0 に表示されている画像 5 1 0 A をなぞると、教育用触感提供装置 1 0 0 が振動することにより、利用者の指先にゾウの表面に触れたような触感を提供する。ゾウは、対象有体物の一例である。

10

## 【 0 0 1 7 】

実施の形態 1 の教育用触感提供装置 1 0 0 は、このように、実物に触れなくても、トップパネル 1 2 0 に触れることにより、実物に触れるような擬似的な触感を提供する。このような教育用触感提供装置 1 0 0 は、例えば児童の教育や障がい者向け教育に非常に有用である。

## 【 0 0 1 8 】

図 2 は、実施の形態 1 の教育用触感提供装置 1 0 0 を示す平面図であり、図 3 は、図 2 に示す教育用触感提供装置 1 0 0 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 X Y Z 座標系を定義する。

20

## 【 0 0 1 9 】

教育用触感提供装置 1 0 0 は、筐体 1 1 0、トップパネル 1 2 0、両面テープ 1 3 0、振動素子 1 4 0、タッチパネル 1 5 0、ディスプレイパネル 1 6 0、及び基板 1 7 0 を含む。

## 【 0 0 2 0 】

教育用触感提供装置 1 0 0 は、一例として、タッチパネルを入力操作部とするタブレット型コンピュータである。教育用触感提供装置 1 0 0 は、タブレットコンピュータに、教育用触感提供装置 1 0 0 として機能させるためのアプリケーションのデータをダウンロードすることにより、電子図鑑又は電子教材として利用可能になる。

30

## 【 0 0 2 1 】

筐体 1 1 0 は、例えば、樹脂製であり、図 3 に示すように凹部 1 1 1 に基板 1 7 0、ディスプレイパネル 1 6 0、及びタッチパネル 1 5 0 が配設されるとともに、両面テープ 1 3 0 によってトップパネル 1 2 0 が接着されている。

## 【 0 0 2 2 】

トップパネル 1 2 0 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 1 2 0 の表面 ( Z 軸正方向側の面 ) は、教育用触感提供装置 1 0 0 の利用者が操作入力を行う操作面の一例である。

## 【 0 0 2 3 】

トップパネル 1 2 0 は、Z 軸負方向側の面に振動素子 1 4 0 が接着され、平面視における四辺が両面テープ 1 3 0 によって筐体 1 1 0 に接着されている。なお、両面テープ 1 3 0 は、トップパネル 1 2 0 の四辺を筐体 1 1 0 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。

40

## 【 0 0 2 4 】

トップパネル 1 2 0 の Z 軸負方向側にはタッチパネル 1 5 0 が配設される。トップパネル 1 2 0 は、タッチパネル 1 5 0 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 1 2 0 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。

## 【 0 0 2 5 】

トップパネル 1 2 0 は、Z 軸負方向側の面に振動素子 1 4 0 が接着された状態で、振動

50

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、固有振動周波数を定めることが好ましい。

#### 【0026】

振動素子 140 は、トップパネル 120 の Z 軸負方向側の面において、Y 軸正方向側において、X 軸方向に伸延する短辺に沿って接着されている。振動素子 140 は、超音波帯の振動を発生できる素子であればよく、例えば、 piezo 素子のような圧電素子を含むものを用いることができる。

10

#### 【0027】

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

#### 【0028】

なお、超音波帯とは、例えば、約 20 kHz 以上の周波数帯をいう。実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 では、振動素子 140 が振動する周波数は、トップパネル 120 の振動数と等しくなるため、振動素子 140 は、トップパネル 120 の固有振動数で振動するように駆動信号によって駆動される。

#### 【0029】

タッチパネル 150 は、ディスプレイパネル 160 の上（Z 軸正方向側）で、トップパネル 120 の下（Z 軸負方向側）に配設されている。タッチパネル 150 は、教育用触感提供装置 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。

20

#### 【0030】

タッチパネル 150 の下にあるディスプレイパネル 160 には、GUI (Graphic User Interface) 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、教育用触感提供装置 100 の利用者は、通常、GUI 操作部を操作するために、指先でトップパネル 120 に触れる。

#### 【0031】

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

30

#### 【0032】

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

40

#### 【0033】

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

#### 【0034】

50

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 (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 160 は、筐体 110 の凹部 111 の内部で、図示を省略するホルダ等によって基板 170 の上 (Z 軸正方向側) に設置される。

【0035】

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

【0036】

基板 170 は、筐体 110 の凹部 111 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。

10

【0037】

基板 170 には、後述する駆動制御装置の他に、教育用触感提供装置 100 の駆動に必要な種々の回路等が実装される。

【0038】

以上のような構成の教育用触感提供装置 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。

20

【0039】

教育用触感提供装置 100 は、超音波帯の定在波を発生させることにより、トップパネル 120 を通じて利用者に触感を提供する。

【0040】

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

【0041】

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

30

【0042】

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

【0043】

【数 1】

40

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

【0044】

50

【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。 10

【0045】

図4の(A)、(B)に示す定在波は、一例として、周期数  $k$  が10の場合の波形である。例えば、トップパネル120として、長辺の長さ  $l$  が140 mm、短辺の長さが80 mm、厚さ  $t$  が0.7 mmのGorilla(登録商標)ガラスを用いる場合には、周期数  $k$  が10の場合に、固有振動数  $f$  は33.5 kHzとなる。この場合は、周波数が33.5 kHzの駆動信号を用いればよい。

【0046】

トップパネル120は、平板状の部材であるが、振動素子140(図2及び図3参照)を駆動して超音波帯の固有振動を発生させると、図4の(A)、(B)に示すように撓むことにより、表面に定在波が生じる。 20

【0047】

なお、ここでは、1つの振動素子140がトップパネル120のZ軸負方向側の面において、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。

【0048】

また、2つの振動素子140を駆動する場合は、周期数  $k$  が整数の場合は同一位相で駆動すればよく、周期数  $k$  が奇数の場合は逆位相で駆動すればよい。 30

【0049】

次に、図5を用いて、教育用触感提供装置100のトップパネル120に生じさせる超音波帯の固有振動について説明する。

【0050】

図5は、教育用触感提供装置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。 40

【0051】

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

【0052】

超音波帯の固有振動は、図4に示すようにトップパネル120の全体に生じるが、図5の(A)、(B)には、利用者の指がトップパネル120の奥側から手前側に移動する間に振動のオン/オフを切り替える動作パターンを示す。 50



## 【 0 0 5 3 】

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。

## 【 0 0 5 4 】

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。

## 【 0 0 5 5 】

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。

10

## 【 0 0 5 6 】

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

## 【 0 0 5 7 】

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。

## 【 0 0 5 8 】

このため、図5の(A)に示すようにトップパネル120に操作入力を行う利用者は、振動がオンになると、指先に掛かる動摩擦力の低下を感知し、指先の滑り易さを知覚することになる。このとき、利用者はトップパネル120の表面がより滑らかになることにより、動摩擦力が低下するときに、トップパネル120の表面に凹部が存在するように感じる。

20

## 【 0 0 5 9 】

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。

## 【 0 0 6 0 】

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

30

## 【 0 0 6 1 】

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))

40

## 【 0 0 6 2 】

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。

## 【 0 0 6 3 】

次に、図6を用いて、実施の形態1の教育用触感提供装置100の構成について説明する。

## 【 0 0 6 4 】

図6は、実施の形態1の教育用触感提供装置100の構成を示す図である。

## 【 0 0 6 5 】

50

教育用触感提供装置 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 IC 161、制御部 200、正弦波発生器 310、及び振幅変調器 320 を含む。

【0066】

制御部 200 は、アプリケーションプロセッサ 220、駆動制御部 240、及びメモリ 250 を有する。制御部 200 は、例えば、IC チップで実現される。

【0067】

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

【0068】

図 6 では、筐体 110、トップパネル 120、両面テープ 130、及び基板 170 (図 2 参照) は省略する。また、ここでは、アンプ 141、ドライバ IC 151、ドライバ IC 161、駆動制御部 240、メモリ 250、正弦波発生器 310、及び振幅変調器 320 について説明する。

【0069】

アンプ 141 は、駆動制御装置 300 と振動素子 140 との間に配設されており、駆動制御装置 300 から出力される駆動信号を増幅して振動素子 140 を駆動する。

【0070】

ドライバ IC 151 は、タッチパネル 150 に接続されており、タッチパネル 150 への操作入力があった位置を表す位置データを検出し、位置データを制御部 200 に出力する。この結果、位置データは、アプリケーションプロセッサ 220 と駆動制御部 240 に入力される。なお、位置データが駆動制御部 240 に入力されることは、位置データが駆動制御装置 300 に入力されることと等価である。

【0071】

ドライバ IC 161 は、ディスプレイパネル 160 に接続されており、駆動制御装置 300 から出力される描画データをディスプレイパネル 160 に入力し、描画データに基づく画像をディスプレイパネル 160 に表示させる。これにより、ディスプレイパネル 160 には、描画データに基づく GUI 操作部又は画像等が表示される。

【0072】

アプリケーションプロセッサ 220 は、教育用触感提供装置 100 の利用者が操作するのに必要な GUI 操作部、画像、文字、記号、図形等を表す描画データをドライバ IC 161 に出力する。

【0073】

通信プロセッサ 230 は、教育用触感提供装置 100 が例えば WiFi、Bluetooth (登録商標)、又は非接触近距離通信等の通信を行うために必要な処理を実行する。なお、教育用触感提供装置 100 が特に通信を行わない場合は、教育用触感提供装置 100 は通信プロセッサ 230 を含まなくてよい。

【0074】

駆動制御部 240 は、振幅を表す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。振幅を表す振幅データは、メモリ 250 に格納しておけばよい。

【0075】

また、実施の形態 1 の教育用触感提供装置 100 は、利用者の指先がトップパネル 120 の表面に沿って移動したときに、指先に掛かる動摩擦力を変化させるためにトップパネル 120 を振動させる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 6 】

トップパネル 1 2 0 の表面に触れた指先を移動させる操作入力の種類としては、例えば、所謂フリック操作、スワイプ操作、及びドラッグ操作がある。

## 【 0 0 7 7 】

フリック操作は、指先をトップパネル 1 2 0 の表面に沿って、はじく（スナップする）ように比較的短い距離移動させる操作である。スワイプ操作は、指先をトップパネル 1 2 0 の表面に沿って掃くように比較的長い距離移動させる操作である。また、ドラッグ操作は、例えば、ディスプレイパネル 5 1 0 に表示されたボタン等をスライドさせる場合に、ボタン等を選択しながら指先をトップパネル 1 2 0 の表面に沿って移動させる操作である。

10

## 【 0 0 7 8 】

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 1 2 0 の表面に触れた指先を移動させる操作入力は、ディスプレイパネル 1 6 0 に表示される G U I 操作部等の種類によって使い分けられる。

## 【 0 0 7 9 】

また、駆動制御部 2 4 0 は、上述のような処理に加えて、位置データの時間的な変化度合に応じて振幅値を設定してもよい。

## 【 0 0 8 0 】

ここで、位置データの時間的な変化度合としては、利用者の指先がトップパネル 1 2 0 の表面に沿って移動する速度を用いる。利用者の指先の移動速度は、ドライバ I C 1 5 1 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 2 4 0 が算出すればよい。

20

## 【 0 0 8 1 】

実施の形態 1 の教育用触感提供装置 1 0 0 は、一例として、指先の移動速度に関わらずに利用者が指先から感知する触感を一定にするために、移動速度が高いほど振幅値を小さくし、移動速度が低いほど振幅値を大きくする。

## 【 0 0 8 2 】

このような振幅値を表す振幅データと移動速度との関係を表すデータは、メモリ 2 5 0 に格納しておけばよい。

## 【 0 0 8 3 】

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

30

## 【 0 0 8 4 】

## 【 数 3 】

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

40

ここで、A 0 は振幅の基準値であり、V は指先の移動速度であり、a は所定の定数である。式 ( 3 ) を用いて振幅値 A を算出する場合は、式 ( 3 ) を表すデータと、振幅の基準値 A 0 と所定の定数 a を表すデータとをメモリ 2 5 0 に格納しておけばよい。

## 【 0 0 8 5 】

駆動制御部 2 4 0 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 1 4 0 を振動させる。

50

## 【 0 0 8 6 】

従って、駆動制御部 2 4 0 が出力する振幅データが表す振幅値は、移動速度が所定の閾値速度未満のときはゼロであり、移動速度が所定の閾値速度以上になると、移動速度に応じて所定の振幅値に設定される。移動速度が所定の閾値速度以上のときには、移動速度が高いほど振幅値は小さく設定され、移動速度が低いほど振幅値を大きく設定される。

## 【 0 0 8 7 】

メモリ 2 5 0 は、操作入力が行われる G U I 操作部等を表す座標データと、振幅データを表すパターンデータとを関連付けたデータを格納する。

## 【 0 0 8 8 】

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 3 3 . 5 k H z の固有振動数  $f$  で振動させる場合は、正弦波の周波数は、3 3 . 5 k H z 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 8 9 】

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、基本的な動作としては、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。

## 【 0 0 9 0 】

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 1 】

また、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を、可聴帯域の正弦波の信号を用いて変調することもできる。この場合は、振幅変調器 3 2 0 が出力する駆動信号は、超音波帯の駆動信号に、可聴帯域の駆動信号を重畳したものとなり、振幅は振幅変調器 3 2 0 によって設定される。

## 【 0 0 9 2 】

次に、図 7 を用いて、メモリ 2 5 0 に格納されるデータについて説明する。

## 【 0 0 9 3 】

図 7 は、メモリ 2 5 0 に格納されるデータを示す図である。

## 【 0 0 9 4 】

図 7 の ( A ) に示すデータは、I D ( I D e n t i f i c a t i o n )、画像データ、座標データ、及び振幅データを関連付けた触感データである。

## 【 0 0 9 5 】

I D は、触感データの識別子である。図 7 の ( A ) には、I D の一例として、0 0 1、0 0 2、0 0 3、0 0 4 . . . を示す。

## 【 0 0 9 6 】

画像データは、図 1 に示すイルカの画像 5 1 0 A のような対象有体物の画像を表すデータである。図 7 の ( A ) には、I 0 0 1、I 0 0 2、I 0 0 3、I 0 0 4、. . . の画像データを示す。

## 【 0 0 9 7 】

座標データは、画像データの中における画像の座標を表すデータである。例えば、座標は、ピクセル毎に割り当てられてもよいし、一定数のピクセルを 1 つの単位領域として各単位領域に割り当てられてもよい。図 7 の ( A ) には、 $f_1 \sim f_4$  の座標データを示す。

## 【 0 0 9 8 】

振幅データは、振動素子 1 4 0 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り、各座標データで表される領域に割り当てられる。図 7 の ( A ) には、振幅データ  $A_1 ( X , Y )$ 、 $A_2 ( X , Y )$ 、 $A_3 ( X , Y )$ 、 $A_4 ( X , Y )$  を示す

10

20

30

40

50

。

## 【0099】

なお、各座標データで表される領域に割り当てられる振幅データの振幅値は、例えば、3Dスキャン等で対象有体物の実物の表面の形状及び凹凸等を計測し、計測値に応じて、トップパネル120の超音波帯の固有振動によって利用者の指先に対象有体物の形状及び凹凸等を知覚させることができるような振幅値に設定すればよい。

## 【0100】

図7の(B)に示すデータは、振幅値の増幅率を表す増幅率データと、移動速度とを関連付けたデータである。図7の(B)に示すデータによれば、移動速度Vが0以上b1未満( $0 < V < b1$ )のときは増幅率を0に設定し、移動速度Vがb1以上b2未満( $b1 < V < b2$ )のときは増幅率をG1に設定し、移動速度Vがb2以上b3未満( $b2 < V < b3$ )のときは、増幅率をG2に設定することになる。

10

## 【0101】

例えば、指先の移動速度に関わらずに利用者が指先から感知する触感を一定にするために、移動速度が高いほど図7の(B)に示す増幅率データを用いて振幅値を小さくし、移動速度が低いほど増幅率データを用いて振幅値を大きくすることができる。

## 【0102】

図8は、実施の形態1の教育用触感提供装置100に利用者が操作入力を行った場合における振動素子140の駆動パターンを示す図である。

## 【0103】

図8の(A)には、利用者の指先が教育用触感提供装置100のトップパネル120に触れて、ディスプレイパネル160に表示されている画像510Aをなぞる様子を示す。

20

## 【0104】

図8の(B)において、横軸は図8の(A)において利用者の指先が画像510Aをなぞる方向における位置を示し、縦軸は駆動信号の振幅を示す。ここでは、横軸方向に点A~Dを示す。図8の(B)は、利用者の指先が画像510Aをなぞる場合の駆動パターンの一例を示す。

## 【0105】

図8において、点Aで操作入力開始されるが、点Aはゾウを表す画像510Aの領域外であるため、この時点では駆動制御部240は振動素子140を駆動しない。このため、振幅は0である。

30

## 【0106】

利用者の指先が移動して点Bに達すると、点Bはゾウを表す画像510Aの領域内であるため、駆動制御部240は、触感データに基づいて振動素子140を駆動する。触感データは、図7の(A)に示すように、座標データと振幅データを含むため、駆動制御部240は、ドライバIC151から入力される位置データに対応する振幅データを出力する。

## 【0107】

このような駆動制御部240の処理により、操作入力の位置が点Bから点Cまで移動すると、点Bから振幅が急激に大きくなり、短い周期で振幅の増減が繰り返し行われる。その後、振幅が少し小さくなるとともに振動の周期が少し長くなった後、点Cに向けて周期が再び短くなるような駆動パターンで振動素子140が駆動される。

40

## 【0108】

このような点Bと点Cとの間の駆動パターンは、指先にかかる動摩擦力が点Bから急激に低下し、その後、周期的な振幅の増減に伴って動摩擦力が増減するような触感を指先に提供する。

## 【0109】

このような触感は、実物のゾウの表面に人間が触れたときに、ざらざらとする皮膚の触感を再現したものである。

## 【0110】

50

利用者の指先の位置が点Cを過ぎると、操作入力の位置はゾウを表す画像510Aの領域外にあるため、駆動制御部240は振動素子140を停止する。このため、点Cから点Dまでの間は、振幅が0になる。

【0111】

このような駆動パターンは、周波数が35kHzで、振幅データに基づいて振幅を変化させる駆動信号を表す。

【0112】

操作入力の位置が画像510Aの表示領域に到達すると、振動素子140がオンになり、利用者の指先にかかる動摩擦係数はスクイーズ効果によって低下し、指先はトップパネル120の表面を移動しやすい状態になる。

【0113】

また、操作入力の位置が画像510Aの表示領域に到達すると、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。振動素子140をオフにすることは、駆動制御部240が振幅データを0にすることによって行えばよい。

【0114】

振動素子140がオフにされると、トップパネル120の超音波帯の固有振動がオフにされるため、利用者の指先にかかる動摩擦力は増大し、利用者は指先の滑り難さ、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時に、トップパネル120の表面に凸部が存在するように感じる。

【0115】

図9は、実施の形態1の教育用触感提供装置100に利用者が操作入力を行った場合における振動素子140の駆動パターンを示す図である。

【0116】

図9の(A)には、利用者の指先が教育用触感提供装置100のトップパネル120に触れて、ディスプレイパネル160に表示されている画像510Bをなぞる様子を示す。

【0117】

図9の(B)において、横軸は図9の(A)において利用者の指先が画像510Bをなぞる方向における位置を示し、縦軸は駆動信号の振幅を示す。ここでは、横軸方向に点A～Dを示す。図9の(B)は、利用者の指先が画像510Bをなぞる場合の駆動パターンの一例を示す。

【0118】

図9において、点Aで操作入力が始まるが、点Aはイルカを表す画像510Bの領域外であるため、この時点では駆動制御部240は振動素子140を駆動しない。このため、振幅は0である。

【0119】

利用者の指先が移動して点Bに達すると、点Bはイルカを表す画像510Bの領域内であるため、駆動制御部240は、触感データに基づいて振動素子140を駆動する。触感データは、図7の(A)に示すように、座標データと振幅データを含むため、駆動制御部240は、ドライバIC151から入力される位置データに対応する振幅データを出力する。

【0120】

このような駆動制御部240の処理により、操作入力の位置が点Bから点Cまで移動すると、点Bから振幅が急激に大きくなり、その後振幅が小さくなった後、点Cに向けて振幅が増大し、さらに、点Cの直前から振幅が小さくなるような駆動パターンで振動素子140が駆動される。

【0121】

このような点Bと点Cとの間の駆動パターンは、指先にかかる動摩擦力が点Bから急激に低下し、その後振幅の減少に伴って動摩擦力が増大し、点Cに向けて振幅が増大するに伴って再び動摩擦力が低下し、さらに、点Cの直前から振幅が小さくなるに伴って動摩擦力が増大するような触感を指先に提供する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 2 】

このような触感は、実物のイルカの表面に人間が触れたときに、ツルツと指先が滑るような触感を再現したものである。

## 【 0 1 2 3 】

利用者の指先の位置が点Cを過ぎると、操作入力的位置はイルカを表す画像510Bの領域外にあるため、駆動制御部240は振動素子140を停止する。このため、点Cから点Dまでの間は、振幅が0になる。

## 【 0 1 2 4 】

このような駆動パターンは、周波数が35kHzで、振幅データに基づいて振幅を変化させる駆動信号を表す。

## 【 0 1 2 5 】

操作入力的位置が画像510Bの表示領域に到達すると、振動素子140がオンになり、利用者の指先にかかる動摩擦係数はスクイズ効果によって低下し、指先はトップパネル120の表面を移動しやすい状態になる。

## 【 0 1 2 6 】

また、操作入力的位置が画像510Bの表示領域に到達すると、駆動制御部240は振動素子140をオフにする。振動素子140をオフにすることは、駆動制御部240が振幅データを0にすることによって行えばよい。

## 【 0 1 2 7 】

振動素子140がオフにされると、トップパネル120の超音波帯の固有振動がオフにされるため、利用者の指先にかかる動摩擦力は増大し、利用者は指先の滑り難さ、あるいは、引っ掛かる感じを知覚することになる。そして、指先が滑りにくくなることにより、動摩擦力が高くなるときに、トップパネル120の表面に凸部が存在するように感じる。

## 【 0 1 2 8 】

図10は、実施の形態1の教育用触感提供装置100の駆動制御部240が実行する処理を示すフローチャートを示す図である。

## 【 0 1 2 9 】

駆動制御部240は、まず、操作入力があるかどうかを判定する(ステップS1)。操作入力の有無は、ドライバIC151(図6参照)から位置データが入力されるかどうかで判定すればよい。

## 【 0 1 3 0 】

駆動制御部240は、操作入力があったと判定すると(S1: YES)、操作入力的位置が画像510Aの表示領域内であるかどうかを判定する(ステップS2)。画像510Aの表示領域内であるかどうかで、振動素子140の駆動状態(オン/オフ)が異なるからである。

## 【 0 1 3 1 】

駆動制御部240は、画像510Aの表示領域内である(S2: YES)と判定すると、フローをステップS3に進行させる。

## 【 0 1 3 2 】

駆動制御部240は、触感データを用いて振動素子140を駆動する(ステップS3)。駆動制御部240は、ドライバIC151から入力される位置データに対応する振幅データを触感データから抽出し、出力する。これにより、振幅データに基づく振動素子140の駆動が行われる。

## 【 0 1 3 3 】

次いで、駆動制御部240は、操作入力があるかどうかを判定する(ステップS4)。操作入力の有無は、ドライバIC151(図6参照)から位置データが入力されるかどうかで判定すればよい。

## 【 0 1 3 4 】

駆動制御部240は、操作入力があったと判定すると(S4: YES)、フローをステップS2にリターンする。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 5 】

一方、駆動制御部 2 4 0 は、操作入力がないと判定すると ( S 4 : N O )、一連の処理を終了する ( エンド )。操作入力がない場合は、利用者が操作を行っていない場合であるため、振動素子 1 4 0 を駆動する必要がないからである。

## 【 0 1 3 6 】

なお、駆動制御部 2 4 0 は、ステップ S 2 において、操作入力の位置が画像 5 1 0 A の表示領域の内部にない ( S 2 : N O ) と判定すると、フローをステップ S 4 に進行させる。ステップ S 4 で操作入力の有無を判定し、操作入力があればフローをステップ S 2 にリターンする。

## 【 0 1 3 7 】

図 1 1 及び図 1 2 は、実施の形態 1 の教育用触感提供装置 1 0 0 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

## 【 0 1 3 8 】

教育用触感提供装置 1 0 0 は、ネットワークを介してサーバと通信する機能を有する。このような機能は、通信プロセッサ 2 3 0 ( 図 6 参照 ) によって実現される。利用者は、教育用触感提供装置 1 0 0 として機能させるためのアプリケーションのデータをネットワークを介してダウンロードし、教育用触感提供装置 1 0 0 のメモリ 2 5 0 ( 図 6 参照 ) に保存する。

## 【 0 1 3 9 】

ダウンロードを開始させるには、次のようにすればよい。触感データをダウンロードするアプリケーションを実行すると、図 1 1 の ( A ) に示すようにディスプレイパネル 1 6 0 の主領域 1 6 0 A にダウンロード ( D L ) ボタン 1 6 1 が G U I ボタンとして表示される。利用者は、ダウンロードボタン 1 6 1 を操作して、触感データのダウンロードを実行すればよい。

## 【 0 1 4 0 】

図 1 1 の ( B ) には、3 種類の触感データ 2 5 1 A、2 5 1 B、2 5 1 C を教育用触感提供装置 1 0 0 のメモリ 2 5 0 に格納した状態を示す。

## 【 0 1 4 1 】

図 1 1 の ( B ) に示すように、アプリケーションのデータは、様々な生物、植物等の触感データを含む。利用者は好みの触感データを選択して、ダウンロードし、メモリ 2 5 0 に保存してもよい。

## 【 0 1 4 2 】

また、図 1 2 には、サーバ 7 0 0 に I D が 0 0 1 1、0 0 1 2、0 0 1 3・・・の触感データがアップロードされており、利用者が必要な触感データだけを自己の教育用触感提供装置 1 0 0 にダウンロードする様子を示す。

## 【 0 1 4 3 】

このように、利用者は、そのときに触感を得たい対象有体物の触感データだけを自己の教育用触感提供装置 1 0 0 にダウンロードするようにしてもよい。

## 【 0 1 4 4 】

なお、最新データ以外は、サーバ 7 0 0 に返却することも有効である。利用者は、教育用触感提供装置 1 0 0 に保存した触感データを利用して、触感を体感することが可能となる。この方法では、ウェブ上のアプリケーション等を介してサーバ 7 0 0 の最新情報を必要に応じて利用できる他、メモリ 2 5 0 の容量を必要以上に消費することがない。

## 【 0 1 4 5 】

図 1 3 は、実施の形態 1 の第 1 変形例の教育用触感提供装置 1 0 0 A を示す図である。

## 【 0 1 4 6 】

教育用触感提供装置 1 0 0 A は、図 1 乃至図 3 に示す教育用触感提供装置 1 0 0 に対して、ヒータ 1 8 0 を追加したものである。その他の構成は、図 1 乃至図 3 に示す教育用触感提供装置 1 0 0 と同様である。

## 【 0 1 4 7 】

10

20

30

40

50



ヒータ180(図13参照)は、トップパネル120の表面の温度を制御できるように、トップパネル120の裏面側に配設されている。説明の便宜上、図13にはヒータ180として1本の電熱線を示すが、ヒータ180は、トップパネル120の一面にわたって設けられていてもよい。また、ヒータ180は、タッチパネル150の裏側、又は、ディスプレイパネル160の裏側に設けられていてもよい。また、ヒータ180は、抵抗型の透明導電膜、又は、ニッケル合金等の合金ヒータ等であってもよい。例えば、ヒータ180は、室温から60程度まで温度を上昇させることができればよい。

【0148】

また、ヒータ180の代わりに、あるいは、ヒータ180に加えて、ペルチェ素子のよう温度を室温よりも下げることができる素子を用いてもよい。

10

【0149】

例えば、対象有体物として、暖かいものを表示する場合には、振動による触感に加えて暖かさを利用者に知覚させることにより、より現実味のある触感を利用者に提供することができる。一方、冷たいものを表示する場合には、振動による触感に加えて冷たさを利用者に知覚させることにより、より現実味のある触感を利用者に提供することができる。

【0150】

なお、ヒータ180の設定温度は、対象有体物の種類によって予めある一定の温度にしてもよいし、部位によって温度分布のある対象有体物の触感を提供する場合は、複数のヒータ180を設けるとともに、各ヒータ180の設定温度を表す温度データを触感データに追加して、対象有体物の温度分布を表現してもよい。

20

【0151】

図14は、実施の形態1の第2変形例の教育用触感提供装置100Bを示す図である。

【0152】

教育用触感提供装置100Bは、図1乃至図3に示す教育用触感提供装置100に対して、アクチュエータ190を追加したものである。その他の構成は、図1乃至図3に示す教育用触感提供装置100と同様である。

【0153】

アクチュエータ190は、筐体110の裏面側(Z軸負方向側)に設けられており、例えば、平面視で四隅の一つずつ配設される。アクチュエータ190は、例えば、可聴帯域の周波数の駆動信号で駆動される。

30

【0154】

アクチュエータ190は、例えば、サーボモータやステッピングモータを用いたりニアアクチュエータなどが利用でき、教育用触感提供装置100Bの全体を振動させる。なお、可聴帯域とは、およそ20kHz未満の周波数帯域であり、ここでは、例えば、数10Hzオーダの駆動信号でアクチュエータ190を駆動させる。このようなアクチュエータ190は、例えば、100 $\mu$ m~1mm程度の変位を発生させることができるものが好ましい。なお、アクチュエータ190の駆動は、駆動制御部240又は同等の駆動制御部が行えばよい。

【0155】

このように、教育用触感提供装置100B自体を振動させると、トップパネル120の表面に触れる利用者の指先には、振動素子140の振動による超音波帯の固有振動と、アクチュエータ190による可聴帯域の振動とが合成された振動を提供できる。

40

【0156】

対象有体物の表面の感触によっては、超音波帯の固有振動による定在波の振動に、可聴帯域の振動を加えることにより、より現実味のある触感を提供できる場合がある。

【0157】

このような場合に、第2変形例の教育用触感提供装置100Bは有効的である。

【0158】

なお、アクチュエータ190は、サーボモータやステッピングモータを用いたりニアアクチュエータ以外であってもよく、電気式の駆動素子、油圧式又は空気圧式の駆動素子、

50

圧電アクチュエータ、又は人工筋肉等であってもよい。

【0159】

図15は、実施の形態1の第3変形例の教育用触感提供装置100Cを示す図である。図15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15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。

【0160】

教育用触感提供装置100Cは、筐体110C、トップパネル120、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160C、及び基板170を含む。

【0161】

教育用触感提供装置100Cは、図3に示す教育用触感提供装置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に示す教育用触感提供装置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。

【0162】

筐体110Cには、Z軸正方向側の凹部111と、Z軸負方向側の凹部111Cとが形成されている。凹部111の内部には、ディスプレイパネル160Cが配設され、トップパネル120で覆われている。また、凹部111C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120Cは両面テープ130で筐体110Cに固定され、パネル120CのZ軸正方向側の面には、振動素子140が設けられている。

【0163】

図15に示す教育用触感提供装置100Cにおいて、パネル120C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120Cに超音波帯の固有振動を発生させれば、図3に示す教育用触感提供装置100と同様に、利用者が指先の感覚でディスプレイパネル160Cに表示される絵文字（商品）の入れ替えを知覚できる教育用触感提供装置100Cを提供することができる。

【0164】

このような教育用触感提供装置100Cを図1乃至図3に示す教育用触感提供装置100の代わりに用いてもよい。なお、図15には、裏面側にタッチパネル150を設けた教育用触感提供装置100Cを示すが、図3に示す構造と図15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。

【0165】

図16は、実施の形態1の第4変形例の教育用触感提供装置100Dの動作状態を示す平面図である。

【0166】

教育用触感提供装置100Dは、筐体110D、トップパネル120D、両面テープ130D、振動素子140D、タッチパネル150D、ディスプレイパネル160D、及び基板170Dを含む。

【0167】

図16に示す教育用触感提供装置100Dは、トップパネル120D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。

【0168】

トップパネル120D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16には、トップパネル120D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。

【0169】

このように、曲面ガラスのトップパネル120Dを用いることにより、良好な触感を提供できる。特に、対象有体物の表面が湾曲している場合に有効的である。

【0170】

10

20

30

40

50

< 実施の形態 2 >

図 17 は、実施の形態 2 の教育用触感提供装置 100E の利用態様を示す図である。教育用触感提供装置 100E は、タブレット型コンピュータ 600 と無線通信によってデータ転送ができる状態になっている。無線通信は、例えば、Bluetooth（登録商標）、WiFi 等であればよい。また、タブレット型コンピュータ 600 と教育用触感提供装置 100E とは、無線通信ではなく、直接ケーブルを介した有線通信や、フラッシュメモリカードなどの可搬記憶媒体を介してデータの送信を行うことも可能である。

【0171】

タブレット型コンピュータ 600 は、トップパネル 610、タッチパネル 620、ディスプレイパネル 630 を含み、タッチパネル 620 を入力操作部とするコンピュータである。

10

【0172】

ディスプレイパネル 630 の左側にはゾウ、イルカ、ペンギンの画像 510A、510B、510C が選択用の候補として表示されている。

【0173】

利用者がトップパネル 610 に操作入力を行うことにより、ゾウの画像 510A を選択すると、図 17 に示すように、ディスプレイパネル 630 の主領域 630A にゾウが表示される。

【0174】

そして、利用者がゾウの画像 510A を教育用触感提供装置 100E に転送すると、ゾウの画像 510A がディスプレイパネル 160 に表示される。この状態で、利用者が教育用触感提供装置 100E のトップパネル 120 に触れて、ディスプレイパネル 160 に表示されている画像 510A をなぞると、教育用触感提供装置 100E が振動することにより、利用者の指先にゾウの表面に触れたような触感を提供する。ゾウは、対象有体物の一例である。

20

【0175】

実施の形態 2 の教育用触感提供装置 100E は、このように、実物に触れなくても、トップパネル 120 に触れることにより、実物を触れるような擬似的な触感を提供する。このような教育用触感提供装置 100E は、例えば児童の教育や障がい者向け教育に非常に有用である。

30

【0176】

ここで、実施の形態 2 における触感データの入手方法について説明する。

【0177】

図 18 及び図 19 は、実施の形態 2 のタブレット型コンピュータ 600 に触感データをダウンロードする手順を説明する図である。

【0178】

タブレット型コンピュータ 600 は、ネットワークを介してサーバと通信する機能を有する。利用者は、タブレット型コンピュータ 600 として機能させるためのアプリケーションのデータをネットワークを介してダウンロードし、タブレット型コンピュータ 600 のメモリに保存する。

40

【0179】

ダウンロードを開始させるには、次のようにすればよい。触感データをダウンロードするアプリケーションを実行すると、図 18 の (A) に示すようにディスプレイパネル 630 の主領域 630A にダウンロード (DL) ボタン 601 が GUI ボタンとして表示される。利用者は、ダウンロードボタン 601 を操作して、触感データのダウンロードを実行すればよい。

【0180】

図 18 の (B) には、3 種類の触感データ 641A、641B、641C をタブレット型コンピュータ 600 のメモリ 640 に格納した状態を示す。

【0181】

50

図18の(B)に示すように、アプリケーションのデータは、様々な生物の触感データを含む。利用者は好みの触感データを選択して、ダウンロードし、メモリ640に保存してもよい。

【0182】

また、図19には、サーバ700にIDが0011、0012、0013・・・の触感データがアップロードされており、利用者が必要な触感データだけを自己のタブレット型コンピュータ600にダウンロードする様子を示す。

【0183】

このように、利用者は、そのときに触感を得たい対象有体物の触感データだけを自己のタブレット型コンピュータ600にダウンロードするようにしてもよい。

10

【0184】

なお、最新データ以外は、サーバ700に返却することも有効である。利用者は、タブレット型コンピュータ600に保存した触感データを教育用触感提供装置100Eに転送して、触感を体感することが可能となる。この方法では、ウェブ上のアプリケーション等を介してサーバ700の最新情報を必要に応じて利用できる他、メモリ640の容量を必要以上に消費することがない。

【0185】

<実施の形態3>

図20は、実施の形態3の教育用触感提供装置100Fを示す平面図であり、図21は、図20に示す教育用触感提供装置100FのA-A矢視断面を示す図である。なお、図20及び図21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。

20

【0186】

教育用触感提供装置100F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、及び基板170を含む。教育用触感提供装置100Fでは、基板170の上にタッチパネル150が直接的に搭載されている。実施の形態3の教育用触感提供装置100Fは、ディスプレイパネル160を含まない点が実施の形態2の教育用触感提供装置100Eと異なる。

【0187】

教育用触感提供装置100Fは、ディスプレイパネル160を含まず、タッチパネル150の操作位置に応じた駆動を行わないため、触感データ(図7の(A)参照)は画像データと座標データを含まなくてもよい。

30

【0188】

教育用触感提供装置100Fの駆動制御部240は、トップパネル120に操作入力が行われると、教育用触感提供装置100Fに入力される触感データに基づく振幅の駆動信号を用いて振動素子140を駆動する。

【0189】

実施の形態3では、タッチパネル150は利用者の操作入力が行われていることと、操作入力の位置の移動を検出するために設けられている。従って、教育用触感提供装置100Fは、トップパネル120に操作入力が行われ、操作入力の位置が移動することをドライバIC151から出力される位置データに基づいて検出すると、触感データの振幅データを用いて、振動素子140を駆動する。

40

【0190】

例えば、教育用触感提供装置100Fにゾウの触感データが入力される場合は、振動素子140は、ゾウの皮膚の感触を再現する駆動信号で駆動される。例えば、ゾウ、イルカ、ペンギン等の皮膚の感触だけを振動で再現したいような場合には、ディスプレイパネル160を含まない簡易な構成の教育用触感提供装置100Fでも、利用者に良好な触感を提供することができる。

【0191】

以上、実施の形態3の教育用触感提供装置100F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

50

に良好な触感を提供することができる。このような教育用触感提供装置 100F は、対象有体物の表面の触感が略一定であるような場合に、有効的である。

【0192】

教育用触感提供装置 100F を例えば、レストラン又はカフェ等の人が集う場所に設置すれば、その場に実物のイルカ（図 1 参照）がなくても、利用者は教育用触感提供装置 100F を通じて、イルカの表面に触れたような触感を体感することができる。

【0193】

図 22 は、実施の形態 3 の教育用触感提供装置 100F の利用態様を示す図である。教育用触感提供装置 100F は、近距離無線通信装置 800 を介して、タブレット型コンピュータ 600 と無線通信によってデータ転送ができる状態になっている。近距離無線通信装置 800 は、教育用触感提供装置 100F にデータケーブル 810 を介して接続されている。

10

【0194】

無線通信は、例えば、Bluetooth（登録商標）、WiFi 等であればよい。また、タブレット型コンピュータ 600 と教育用触感提供装置 100F とは、無線通信ではなく、直接ケーブルを介した有線通信や、フラッシュメモリカードなどの可搬記憶媒体を介してデータの送信を行うことも可能である。

【0195】

タブレット型コンピュータ 600 は、トップパネル 610、タッチパネル 620、ディスプレイパネル 630 を含み、タッチパネル 620 を入力操作部とするコンピュータである。

20

【0196】

ディスプレイパネル 630 の左側にはゾウ、イルカ、ペンギンの画像 510A、510B、510C が選択用の候補として表示されている。

【0197】

利用者がトップパネル 610 に操作入力を行うことにより、ゾウの画像 510A を選択すると、図 22 に示すように、ディスプレイパネル 630 の主領域 630A にゾウが表示される。

【0198】

そして、利用者がゾウの触感データを近距離無線通信装置 800 を介して教育用触感提供装置 100F に転送し、この状態で、利用者が教育用触感提供装置 100F のトップパネル 120 に触れると、教育用触感提供装置 100F が振動することにより、利用者の指先にゾウの表面に触れたような触感を提供する。ゾウは、対象有体物の一例である。近距離無線通信装置 800 は、入力装置の一例である。

30

【0199】

実施の形態 3 の教育用触感提供装置 100F は、このように、実物に触れなくても、トップパネル 120 に触れることにより、実物を触れるような擬似的な触感を提供する。このような教育用触感提供装置 100F は、例えば児童の教育や障がい者向け教育に非常に有用である。

【0200】

また、このような場合に、タブレット型コンピュータ 600 と教育用触感提供装置 100F との間におけるデータ通信量、教育用触感提供装置 100F の利用回数又は利用時間等に応じて、課金するようにしてもよい。例えば、近距離無線通信装置 800 に課金装置 820 を接続して、近距離無線通信装置 800 の利用回数又は利用時間等に応じて、利用料を課金してもよい。

40

【0201】

また、教育用触感提供装置 100F は、タッチパネル 150 を含まずに、トップパネル 120 への接触を検出するセンサを含んでもよい。この場合には、利用者がトップパネル 120 に触れたことをセンサで検出し、振動素子 140 を駆動すればよい。なお、センサとしては、例えば、圧力センサ等を用いることができる。

50

## 【 0 2 0 2 】

なお、上述のようにディスプレイパネル 1 6 0 を含まない場合において、トップパネル 1 2 0 にマークを表示し、マークの位置の座標データを触感データに含ませることにより、操作入力の位置に応じた振幅を用いて振動素子 1 4 0 を駆動してもよい。

## 【 0 2 0 3 】

図 2 3 は、実施の形態 3 の変形例の教育用触感提供装置 1 0 0 G を示す平面図である。教育用触感提供装置 1 0 0 G は、図 2 0 に示す教育用触感提供装置 1 0 0 F のトップパネル 1 2 0 にイルカのマーク 1 2 0 A を設けたものである。また、イルカのマーク 1 2 0 A の位置を表す座標データは、触感データに含まれている。

## 【 0 2 0 4 】

トップパネル 1 2 0 のイルカのマーク 1 2 0 A の内部で操作入力が行われると、実施の形態 1 の教育用触感提供装置 1 0 0 と同様に、駆動制御部 2 4 0 は操作入力の位置の座標に応じた振幅の駆動信号を用いて振動素子 1 4 0 を駆動する。

## 【 0 2 0 5 】

従って、実施の形態 3 の変形例の教育用触感提供装置 1 0 0 G によれば、トップパネル 1 2 0 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。

## 【 0 2 0 6 】

なお、ここでは、イルカのマーク 1 2 0 A をトップパネル 1 2 0 の表面に印刷する形態について説明したが、マーク 1 2 0 A の代わりに、対象有体物の実物の表面の 1 又は複数の点に対応する印（例えば、図 8 における点 A ~ D を示すような印）をトップパネル 1 2 0 の表面に設けてもよい。

## 【 0 2 0 7 】

また、利用度合に応じて、様々なポイントサービスや懸賞サービス等を行ってもよい。教育用途としては、幼児向けや小中学生向けの他、老人向け、リハビリテーション教育向け、障がい者教育向けなど、様々なシーンに適用可能である。

## 【 0 2 0 8 】

以上、本発明の例示的な実施の形態の教育用触感提供装置、及び、システム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】

## 【 0 2 0 9 】

1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C、1 0 0 D、1 0 0 E、1 0 0 F、1 0 0 G  
教育用触感提供装置

1 1 0、1 1 0 C、1 1 0 D 筐体

1 2 0、1 2 0 C、1 2 0 D トップパネル

1 3 0、1 3 0 D 両面テープ

1 4 0、1 4 0 D 振動素子

1 5 0、1 5 0 D タッチパネル

1 6 0、1 6 0 C、1 6 0 D ディ스플레이パネル

1 7 0、1 7 0 D 基板

2 0 0 制御部

2 2 0 アプリケーションプロセッサ

2 3 0 通信プロセッサ

2 4 0 駆動制御部

2 5 0 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

6 0 0 スマートフォン端末機

10

20

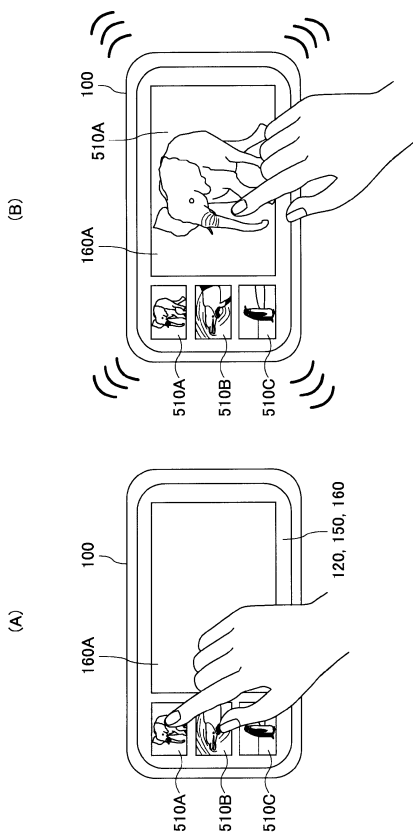
30

40

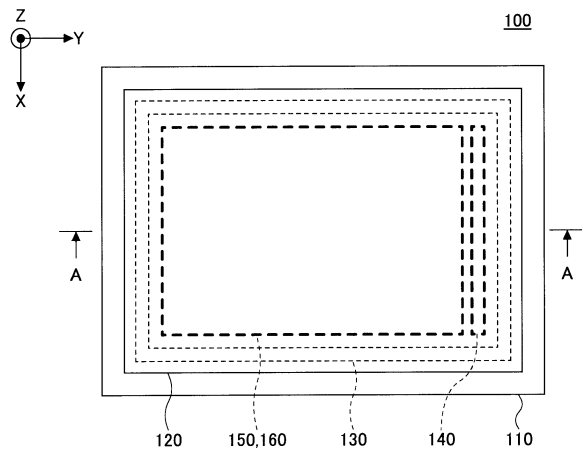
50

8 0 0 近距離無線通信裝置

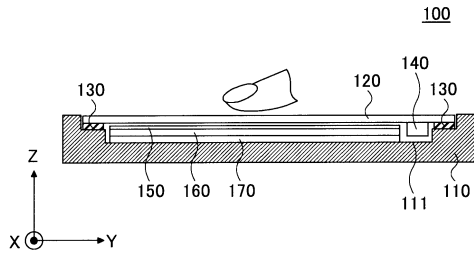
【圖 1】



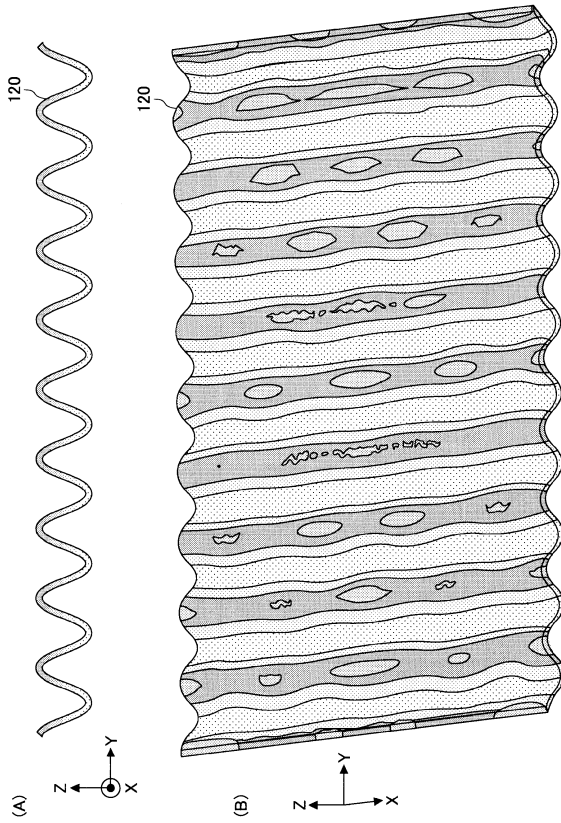
【圖 2】



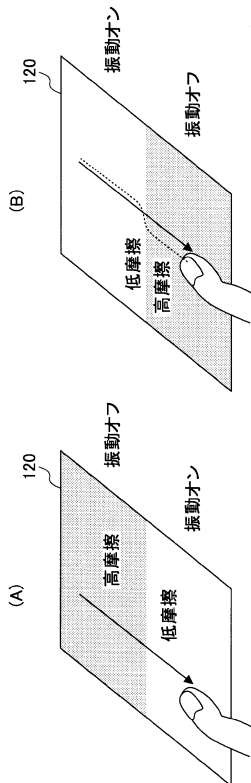
【図3】



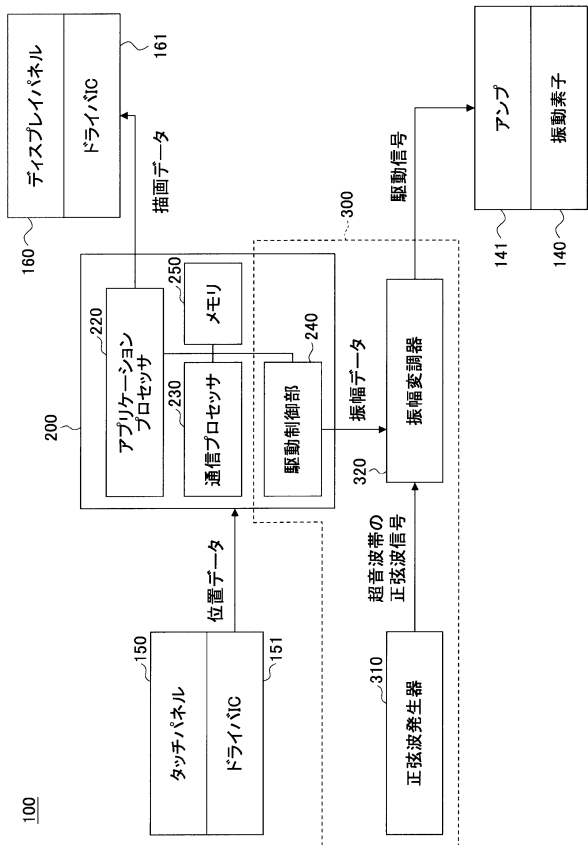
【図4】



【図5】



【図6】





【図7】

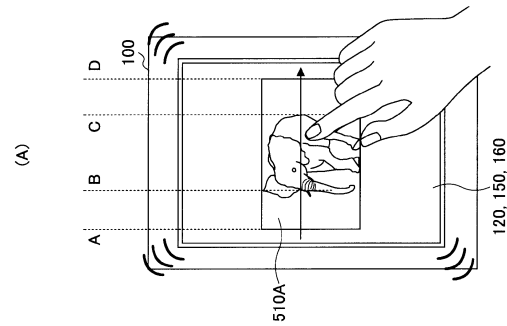
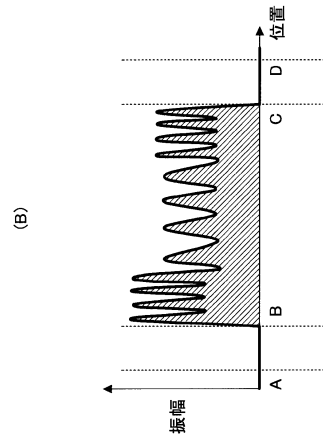
(A)

ID	画像データ	座標データ	振幅データ
001	I001	f1=(X,Y)	A1=(X,Y)
002	I002	f2=(X,Y)	A2=(X,Y)
003	I003	f3=(X,Y)	A3=(X,Y)
004	I004	f4=(X,Y)	A4=(X,Y)
⋮	⋮	⋮	⋮

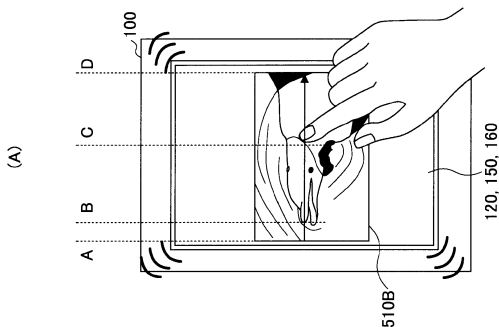
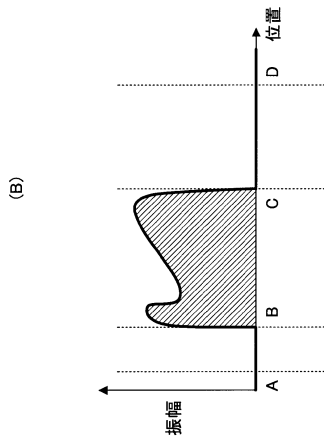
(B)

移動速度	増幅率
$0 \leq V < b1$	0
$b1 \leq V < b2$	G1
$b2 \leq V < b3$	G2

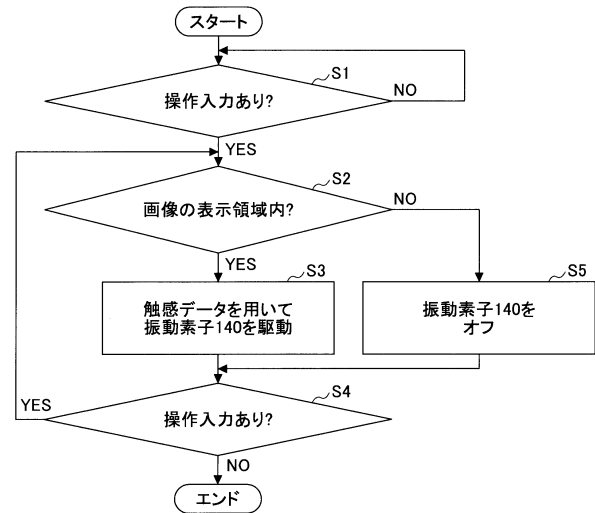
【図8】



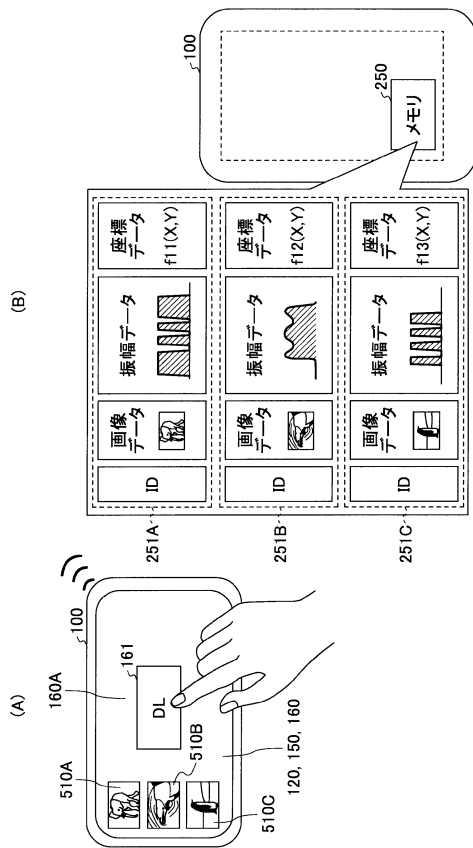
【図9】



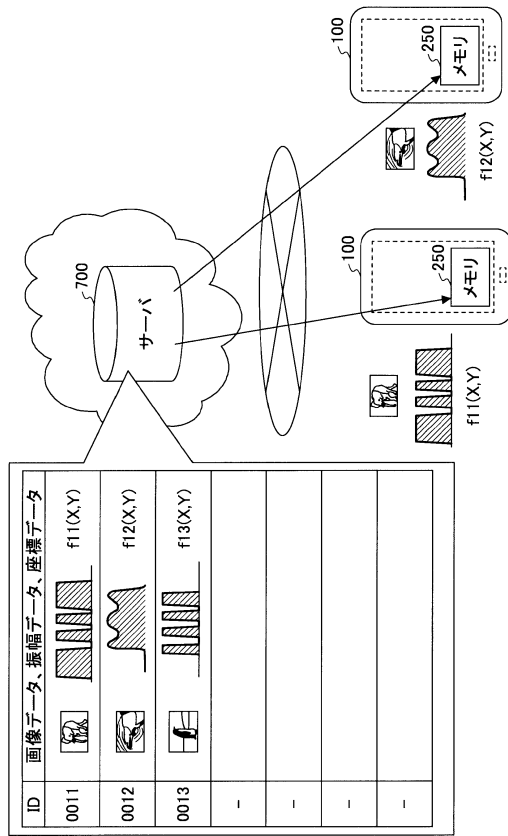
【図10】



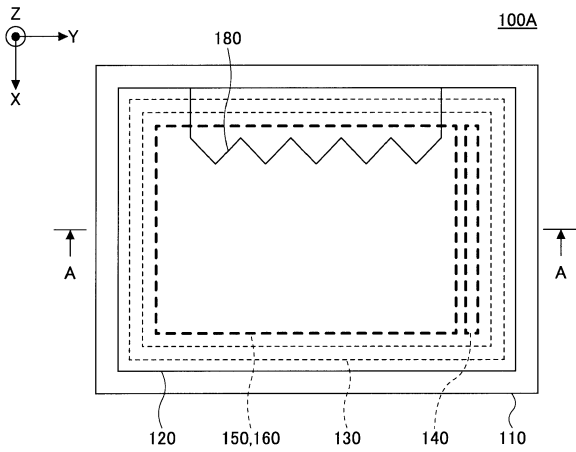
【図 1 1】



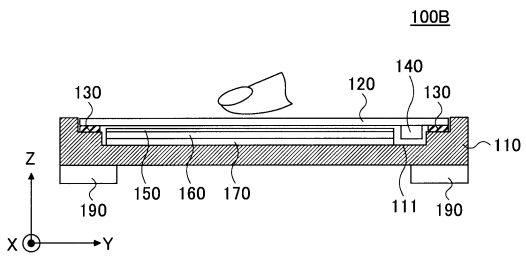
【図 1 2】



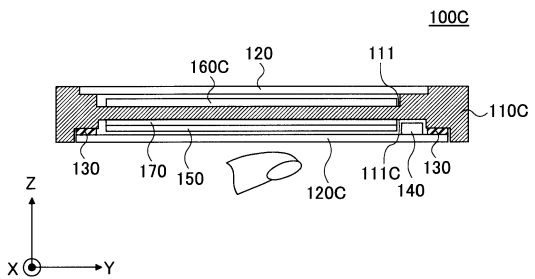
【図 1 3】



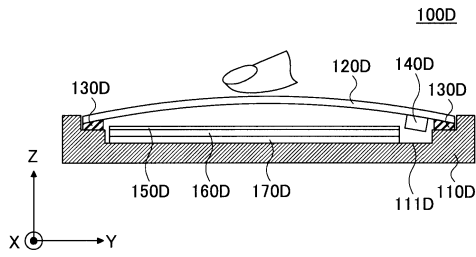
【図 1 4】



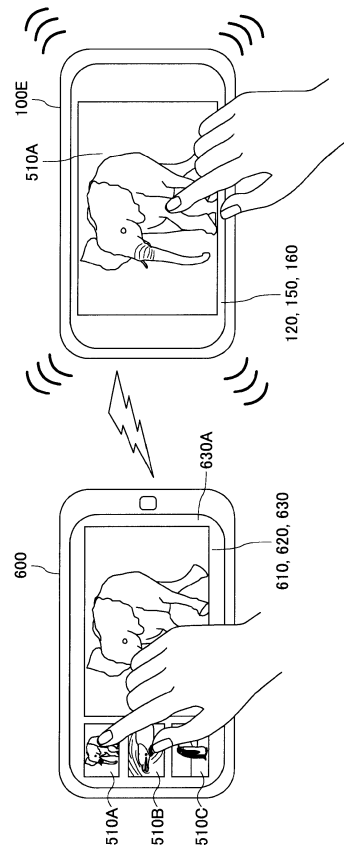
【図 1 5】



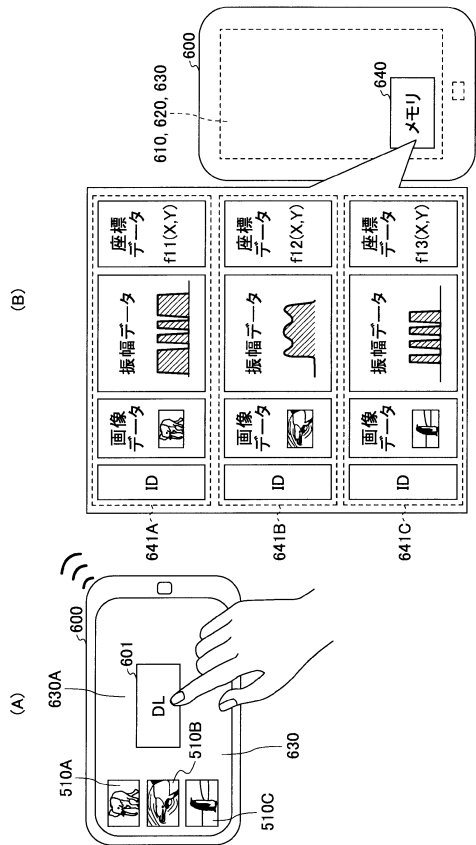
【図16】



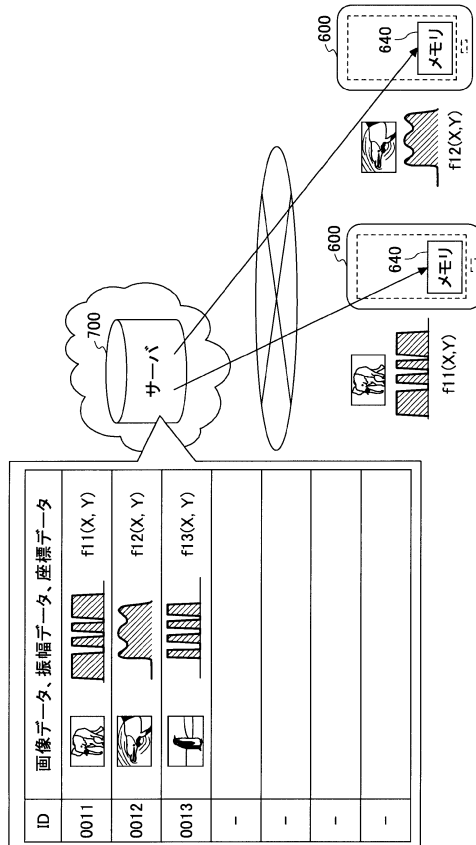
【図17】



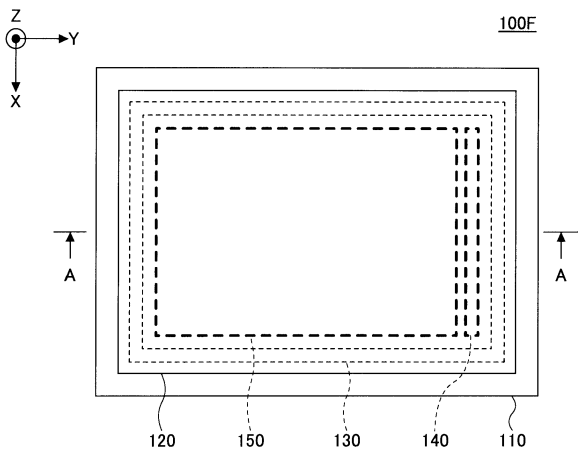
【図18】



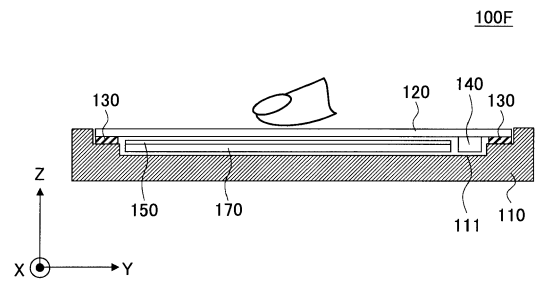
【図19】



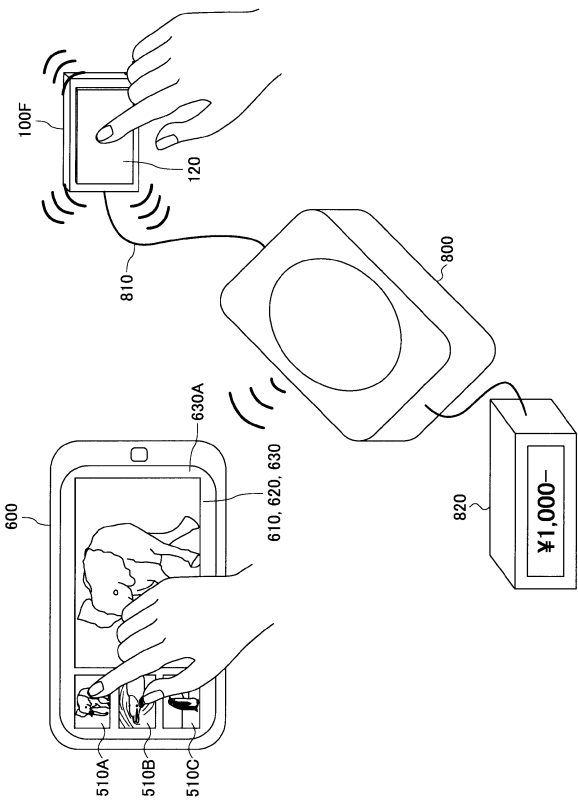
【図20】



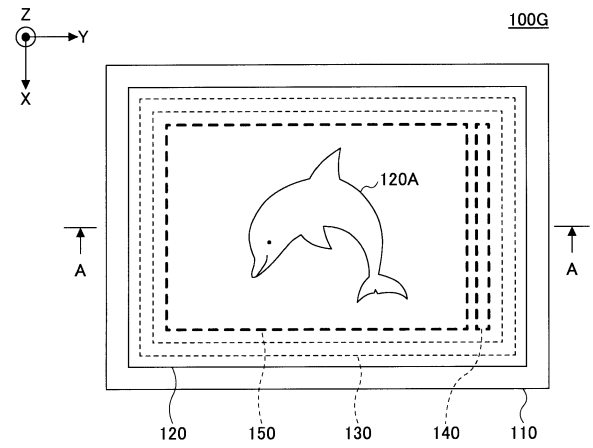
【図21】



【図22】



【図23】



## フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 谷中 聖志  
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 梅岡 信幸

- (56)参考文献 特表2012-520137(JP,A)  
特開2010-238222(JP,A)  
特開2013-122750(JP,A)  
特開2013-242803(JP,A)  
特開2003-078971(JP,A)  
特開平11-085400(JP,A)  
特開2003-248540(JP,A)  
特開2012-068992(JP,A)  
特開2009-087359(JP,A)  
特表平10-513593(JP,A)  
特表2013-500516(JP,A)  
特表2012-520523(JP,A)  
国際公開第2011/027535(WO,A1)  
米国特許出願公開第2012/0229401(US,A1)  
米国特許出願公開第2011/0285637(US,A1)  
特許第4778591(JP,B2)  
国際公開第2013/186843(WO,A1)  
特開2007-115157(JP,A)  
串山 久美子, 触覚をインタラクティブに表示できる視触覚ディスプレイの開発, [online], [2017年9月26日検索日], 2011年 7月 1日, インターネット<URL: [https://shingijst.go.jp/past\\_abst/abst/p/11/1114/tmu7.pdf](https://shingijst.go.jp/past_abst/abst/p/11/1114/tmu7.pdf)>  
Susan J. Lederman et al., Tactile and Haptic Illusion, IEEE TRANSACTIONS ON HAPTICS, 米国, IEEE, 2010年 2月10日, Vol.4, Issue:4, 00.273-294

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/01, 3/048 - 3/0489