

(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
2017年8月3日(03.08.2017)



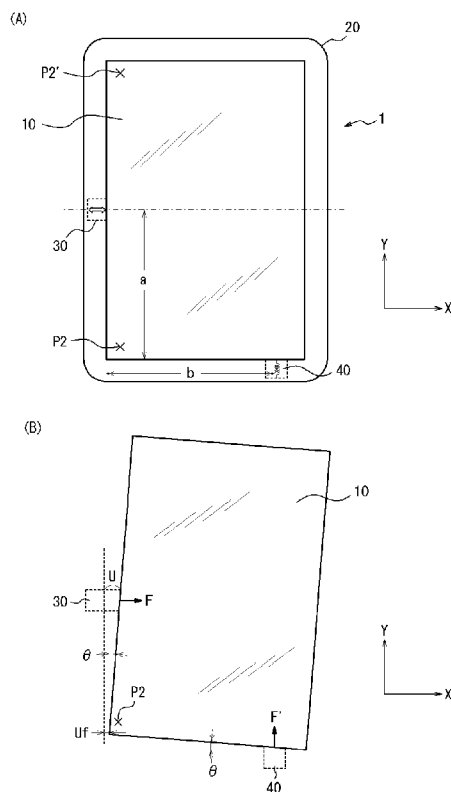
(10) 国際公開番号
WO 2017/130768 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001207
- (22) 国際出願日: 2017年1月16日(16.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-013541 2016年1月27日(27.01.2016) JP
特願 2016-013542 2016年1月27日(27.01.2016) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社(KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 中尾 文章(NAKAO Fumiaki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NL, 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,

[続葉有]

(54) Title: TACTILE SENSATION PROVIDING DEVICE

(54) 発明の名称: 触感呈示装置



(57) Abstract: This tactile sensation providing device comprises a panel, an actuator that causes the panel to vibrate, and an elastic member that is connected to the panel. This tactile sensation providing device is characterized in that when the actuator causes the panel to vibrate, the elastic member minimizes obstruction of the vibration in a location in which the panel is pressed.

(57) 要約: 触感呈示装置は、パネルと、パネルを振動させるアクチュエータと、パネルに接続される弾性部材と、を備える。弾性部材は、アクチュエータがパネルを振動させる際に、パネルが押圧される位置における振動の阻害を抑制することを特徴とする。

WO 2017/130768 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 触感呈示装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、日本国特許出願2016-13541号（2016年1月27日出願）および日本国特許出願2016-13542号（2016年1月27日出願）の優先権を主張するものであり、当該出願の開示全体を、ここに参照のために取り込む。

技術分野

[0002] 本開示は、パネル上などにおいて触感を呈示する装置に関する。

背景技術

[0003] 近年、例えばユーザの指先などに触覚のフィードバックを与えることにより触感を呈示する装置が知られている。典型的な例として、タッチパネルに対するユーザの操作に応じて、当該タッチパネルを介してユーザの指先などに触感を呈示する装置がある（例えば特許文献1参照）。このような装置では、例えばタッチパネルに対してユーザの操作が行われると、ユーザの指先などが触れているタッチパネルを振動させて触感を呈示し、当該操作による入力が装置に認識されたことをユーザに知らせることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4975789号

発明の概要

課題を解決するための手段

[0005] 本開示に係る触感呈示装置は、
パネルと、
前記パネルを振動させるアクチュエータと、
前記パネルに接続される弾性部材と、
を備える。

前記弾性部材は、前記アクチュエータが前記パネルを振動させる際に、前記パネルが押圧される位置における振動の阻害を抑制することを特徴とする。

[0006] また、本開示に係る触感呈示装置は、
パネルと、
前記パネルを振動させるアクチュエータと、
前記パネルに設けられる錘部と、
を備える。

前記錘部は、前記アクチュエータが前記パネルを振動させる際に、前記パネルが押圧される位置における振動の阻害を抑制することを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置の外観を示す斜視図である。

[図2]本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置の外観を示す正面図および断面図である。

[図3]本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置の外観を示す正面図および断面図である。

[図4]本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置の外観を示す正面図である。

[図5]本開示の第1実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図6]本開示の第2実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図7]本開示の第3～第5実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図8]本開示の第6実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図9]本開示の第7実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図10]本開示の第8～第10他の実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[図11]本開示の第11～第12実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明す

る図である。

発明を実施するための形態

- [0008] ユーザによって操作される装置において、ユーザに良好な操作感を提供するため、例えば機械式のキーまたはボタンなどを押下した際に得られるクリック感のような、良好な触感を呈示する技術が望まれている。例えば特許文献1に開示の装置においては、ユーザに良好な操作感を提供するため、ユーザの操作による押圧を検出し、押圧が所定の基準を満たした際に触感を呈示している。これにより、メタルドームスイッチを操作した場合に得られるような、良好な触感を呈示することができる。
- [0009] このような装置の構成について、特に、触感を呈示するアクチュエータの設置箇所および設置個数などについては、装置の仕様および各種の制約などに応じて、種々の要請があり得る。よって、このような装置において、多数のアクチュエータを設置しなくても良好な触感を呈示することができれば、極めて有利である。本開示の実施形態に係る触感呈示装置によれば、良好な触感を効率的に呈示することができる。
- [0010] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して説明する。
- [0011] 以下説明する実施形態においては、触感呈示装置の一例として、パネルにおいて触感を呈示することで、ユーザに操作感を提供する装置について説明する。この装置は、例えばパネルに対して行われたユーザによる操作に応じて、当該パネルに触れているユーザの指先など（またはスタイラスなどのようなデバイス）に触感を呈示することができる。ユーザは、指先などに触感による操作感が得られることで、当該操作による入力が装置に認識されたことを知ることができる。
- [0012] このような触感呈示装置を含む電子機器としては、例として、携帯電話端末、スマートフォン、ファブレット、またはタブレットPCなどを想定することができる。また、触感呈示装置を含む電子機器は、前述のものに限定されず、例えば、PDA、リモコン端末、携帯音楽プレイヤー、ゲーム機など、触感を呈示する部位であるパネルを有する任意の電子機器などに適用でき

る。また、触感呈示装置を含む電子機器は、前述のような携帯型の電子機器に限定されるものでもなく、例えばデスクトップPC、銀行のATM、駅の券売機など、パネルを有する任意の機器にも適用することができる。

[0013] また、パネルを備えた電子機器は、自動車のステアリング、カーナビゲーション、およびダッシュボードに内装された車載コントロールパネルなど、その他、自動車に限らない各種の乗り物にも採用することができる。さらに、パネルを備えた電子機器は、乗り物に限らず、家電製品など、多種多様な電子機器とすることもできる。

[0014] 本開示に係る触感呈示装置は、タッチセンサを備えた電子機器に適用することができるが、タッチセンサを有する機器に限定されるものでもない。以下、触感の呈示について重点的に説明するため、本実施形態に係る触感呈示装置は、パネルを備える装置として説明し、タッチセンサのような接触位置を検出する機能については説明を省略する。

[0015] まず、本開示の実施形態の原理について説明する。本開示の実施形態の原理を説明するため、以下、従来想定される触感呈示装置について説明する。図1～図4は、本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置を説明する図である。

[0016] 図1は、本開示の実施形態の原理を説明するための触感呈示装置の外観を示す斜視図である。図1に示すように、触感呈示装置100は、パネル10と、筐体20と、を備えている。触感呈示装置100は、パネル10を振動させることにより、パネル10に触れている（またはパネル10を押圧している）ユーザの指などに触感を呈示する。パネル10上においては、ユーザは必ずしも自らの指を接触または押圧させる必要はなく、例えばスタイラスペンのようなデバイスを使用してパネル10を接触または押圧してもよい。以下、ユーザが指でパネル10を接触または押圧することを想定して説明する。

[0017] パネル10は、タッチセンサを用いて構成すれば、パネル10上でユーザが接触した位置を検出することができる。また、パネル10を透光性のタッ

チセンサを用いて構成し、さらにパネル10の背面側にLCD等のディスプレイを配置してもよい。このように構成すれば、ディスプレイにアイコン等の画像を表示することにより、ユーザが接触すべき位置を示唆することもできる。一方、パネル10は、接触位置を検出する機能を持たない、例えば金属、ガラス、プラスチック等で構成される単なる板状部材としてもよい。以下、触感の呈示について重点的に説明するため、位置検出および画像表示の機能については、説明を省略する。

[0018] 筐体20は、触感呈示装置100の全体を保護する機能を有する。このため、筐体20は、金属またはプラスチック等のような、適度な強度を有する素材で構成するのが好適である。また、筐体20は、触感呈示装置100を他の電子機器に取り付けるための部材として構成してもよい。さらに、筐体20は、パネル10の周辺部分を覆うベゼルのような役割を持たせて、パネル10が筐体20から外れてしまうことを防止するようにしてもよい。筐体20は、図1に示す形状に限定されず、触感呈示装置100の仕様および各種の要求などに応じて、種々の構成とすることができる。

[0019] 図1に示すように、触感呈示装置100において、パネル10は矩形状である。パネル10の表面は、XY平面とほぼ平行になっている。触感呈示装置100を操作するユーザは、パネル10の表面に対し、Z軸の負方向に向かって指を接触または押圧させる動作を行う。

[0020] 図2は、図1に示した触感呈示装置100において、パネル10を振動させるアクチュエータを4つ設置した例（触感呈示装置110）を示す図である。

[0021] 図2(A)は、触感呈示装置110の上面図である。すなわち、図2(A)は、触感呈示装置110を、Z軸負方向を向いて見た図である。図2(A)に示すように、触感呈示装置110においては、パネル10の四隅に、それぞれパネル10を振動させるアクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dの4つを設置してある。アクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dは、触感呈示装置110の美観を損ねないように、パネル10の裏面（背

面すなわちパネル10のZ軸負方向側の面)に配置するのが好適である。このため、図2(A)においては、アクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dは、破線により示してある。

[0022] アクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dは、パネル10に力を作用させることにより、パネル10を振動させる任意の部材とすることができる。以下、アクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dの例として、圧電素子を用いたアクチュエータについて説明する。

[0023] 圧電素子は、電気信号(電圧)を印加することで、構成材料の電気機械結合係数に従い伸縮または屈曲する。圧電素子は、例えばセラミック製または水晶から構成されるものを用いることができる。アクチュエータとして用いる圧電素子には、例えば、ユニモルフ型またはバイモルフ型等のタイプがあるが、多数の圧電素子を重ねて棒状にした積層型を用いることもできる。積層型圧電素子には、バイモルフを積層した積層型バイモルフ素子が含まれる。積層型圧電素子は、例えばPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)からなる複数の誘電体層と、該複数の誘電体層間に配置された電極層との積層構造体から構成される。積層型圧電素子は、電気信号を印加すると厚さ方向に変位するため、印加する電気信号の極性および大きさを適宜調整することにより、厚さ方向に伸び縮みするように構成することができる。この厚さ方向の伸び縮みを利用することにより、圧電素子を用いたアクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dは、パネル10を振動させることができる。

[0024] 図2(B)は、図2(A)に示した触感呈示装置110のA-A'における断面図である。図2(B)に示すように、パネル10の裏面には、アクチュエータ30a, 30bが配置される。アクチュエータ30a, 30bをパネル10に配置する際には、例えば適当な接着剤または両面テープなどを用いて接着することにより固定するのが好適である。筐体20がパネル10の周辺部分を覆うベゼルのような役割を有する場合は、アクチュエータ30a, 30bとパネル10とを接着することは必須ではない。

[0025] アクチュエータ30a, 30bは、筐体20にも固定させるのが好適であ

る。この場合、アクチュエータ30a, 30bは、筐体20の内壁に直接取り付けられても良い。一方、アクチュエータ30a, 30bを筐体20の内壁に直接取り付けるとパネル10のZ軸方向の高さが不足する場合も想定される。このような場合には、図2(B)に示すように、筐体20の内壁に支持部22a, 22bを設け、支持部22a, 22bそれぞれの上にアクチュエータ30a, 30bを配置してもよい。アクチュエータ30a, 30bを筐体20または支持部22a, 22bに固定する際には、例えば適当な接着剤または両面テープなどを用いて接着することができる。

[0026] 図2(B)において、アクチュエータ30a, 30bに付した矢印は、アクチュエータ30a, 30bそれぞれが振動する方向を表す。すなわち、触感呈示装置110において、アクチュエータ30a, 30bは、Z軸方向に伸縮することにより、パネル10を振動させる。

[0027] 図2に示すように、触感呈示装置110においては、パネル10を振動させるアクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dの4つを、パネル10の四隅に設置してある。このため、触感呈示装置110は、ユーザがパネル10上のどの位置を接触または押圧したとしても、アクチュエータ30a, 30b, 30c, 30dはパネル10を良好に振動させることができる。したがって、触感呈示装置110は、ユーザの指などに対して良好な触感を呈示することができる。

[0028] ところで、触感呈示装置の構成によっては、図2に示した触感呈示装置110のように、パネル10の四隅にそれぞれアクチュエータを設置することが困難な状況も想定される。また、パネル10の四隅にそれぞれアクチュエータを設置することが可能な状況であっても、消費電力の低減または生産コストの低減などの観点から、より少数のアクチュエータが望まれる事情も想定される。そこで、次に、アクチュエータの個数を低減させた触感呈示装置について検討する。

[0029] 図3は、図1に示した触感呈示装置100において、パネル10を振動させるアクチュエータを2つ設置した例（触感呈示装置120）を示す図であ

る。

[0030] 図3(A)は、触感呈示装置120の上面図である。すなわち、図3(A)は、触感呈示装置120を、Z軸負方向を向いて見た図である。図3(A)に示すように、触感呈示装置120においては、パネル10の2つの短辺のそれぞれの中央付近に、パネル10を振動させるアクチュエータ30a, 30bの2つを設置してある。アクチュエータ30a, 30bは、触感呈示装置120の美観を損ねないように、パネル10の裏面(背面すなわちパネル10のZ軸負方向側の面)に配置するのが好適である。このため、図3(A)においては、アクチュエータ30a, 30bは、破線により示してある。アクチュエータ30a, 30bは、図2において説明した触感呈示装置110に使用したアクチュエータと同様のものを採用することができる。

[0031] 図3(B)は、図3(A)に示した触感呈示装置120のA-A'における断面図である。図3(B)に示すように、パネル10の裏面には、アクチュエータ30aが配置される。アクチュエータ30aをパネル10に配置する際の措置は、図2において説明した触感呈示装置110の場合と同様とすることができる。

[0032] アクチュエータ30aを筐体20に固定させる際の措置も、図2において説明した触感呈示装置110の場合と同様とすることができる。アクチュエータ30aを筐体20の内壁に直接取り付けるとパネル10のZ軸方向の高さが不足する場合、図3(B)に示すように、筐体20の内壁に支持部22aを設け、支持部22aの上にアクチュエータ30aを配置してもよい。

[0033] 図3(B)においても、アクチュエータ30aに付した矢印は、アクチュエータ30aが振動する方向を表す。すなわち、触感呈示装置120において、アクチュエータ30aは、Z軸方向に伸縮することにより、パネル10を振動させる。

[0034] 図3に示すように、触感呈示装置120においては、パネル10を振動させるアクチュエータ30a, 30bの2つを、パネル10の2つの短辺のそれぞれの中央付近に設置してある。このため、触感呈示装置120は、パネ

ル 10 上でアクチュエータ 30 a, 30 b を結んだ線上のどの位置をユーザが接触または押圧したとしても、アクチュエータ 30 a, 30 b はパネル 10 を比較的良好に振動させることができる。したがって、触感呈示装置 120 は、例えば、図 3 (B) に示す位置 P 1 においてユーザの接触または押圧が行われると、ユーザの指などに対して良好な触感を呈示することができる。

[0035] ところが、触感呈示装置 120 においては、ユーザがパネル 10 上で接触または押圧する位置によっては、アクチュエータ 30 a, 30 b は、パネル 10 を良好に振動させることができない。例えば、パネル 10 上でアクチュエータ 30 a, 30 b を結んだ線上以外の位置をユーザが接触または押圧すると、アクチュエータ 30 a, 30 b は、ユーザが接触または押圧する位置を直接振動させることができない。例えば、図 3 (C) に示す位置 P 2 においてユーザの接触または押圧が行われると、位置 P 2 においては、アクチュエータ 30 a の振動が阻害されてしまう。この場合、ユーザの指などに対して良好な触感が呈示されない。これは、パネル 10 が凹みすぎないように、筐体 20 において支持部を設けたり、パネル 10 が筐体 20 から飛び出さないようにベゼルを設けたりしても、根本的な解決にはならない。

[0036] 以上説明したように、触感呈示装置 120 のようにアクチュエータの設置数を低減させると、ユーザがパネル 10 上で接触または押圧する位置によっては、ユーザの指などに対して良好な触感を呈示することができない場合が生じ得る。次に、アクチュエータの個数をさらに低減させた触感呈示装置について検討する。

[0037] 図 4 は、図 1 に示した触感呈示装置 100 において、パネル 10 を振動させるアクチュエータを 1 つのみ設置した例（触感呈示装置 130）を示す図である。

[0038] 図 4 (A) は、触感呈示装置 130 の上面図である。すなわち、図 4 (A) は、触感呈示装置 130 を、Z 軸負方向を向いて見た図である。図 4 (A) に示すように、触感呈示装置 130 においては、パネル 10 の長辺の 1 つ

(左の長辺)の中央付近に、パネル10を振動させるアクチュエータ30を1つのみ設置してある。アクチュエータ30は、触感呈示装置130の美観を損ねないように、筐体20の内側(内壁)に配置するのが好適である。このため、図4(A)においては、アクチュエータ30は、破線により示してある。

[0039] アクチュエータ30は、図2において説明した触感呈示装置110に使用したアクチュエータと同様のものを採用することができるが、今までの例とは、配置する方向が異なる。図4(A)において、アクチュエータ30に付した矢印は、アクチュエータ30が振動する方向を表す。すなわち、触感呈示装置130において、アクチュエータ30は、X軸方向に伸縮することにより、パネル10をX軸方向に振動させる。このため、アクチュエータ30は、例えばパネル10を正面視した側方から、パネル10に固定するのが好適である。図4(A)においては、アクチュエータ30の右側(X軸正方向)の端部と、パネル10の左側(X軸負方向)の長辺の中央部とを接着した例を示している。アクチュエータ30をパネル10に配置する際には、例えば適当な接着剤または両面テープなどを用いて接着することにより固定するのが好適である。

[0040] また、アクチュエータ30は、筐体20にも固定させるのが好適である。この場合、アクチュエータ30は、筐体20の内壁に直接取り付けても良いし、筐体20の内壁に設けた支持部に配置してもよい。図4(A)においては、アクチュエータ30の左側(X軸負方向)の端部と、筐体20の内壁とを接着した例を示している。

[0041] 図2および図3において説明した触感呈示装置110および触感呈示装置120は、アクチュエータ30がZ軸方向に伸縮することに起因して、パネル10をZ軸方向に振動させた。このように、パネル10のZ軸方向の振動を、以下、適宜「縦振動」と称する。一方、図4において説明した触感呈示装置130は、アクチュエータ30がZ軸方向に直交する方向に伸縮することにより起因して、パネル10をZ軸方向に直交する方向に振動させる。このよ

うに、パネル10のZ軸方向に直交する方向の振動を、以下、適宜「横振動」と称する。

[0042] このように、図4に示す触感呈示装置130は、ユーザの指などがパネル10を接触または押圧していない状態においては、1つのアクチュエータ30によりパネル10の全体を横振動させることができる。

[0043] ここで、ユーザがパネル10の表面に指などを接触または押圧させる動作は、パネル10の表面に対して縦方向（Z軸方向）の成分を含む動きになる。一方、アクチュエータ30が伸縮することによりパネル10を振動させる動作は、パネル10を表面に対して横方向（X軸方向）に移動させる動きになる。すなわち、触感呈示装置130においては、ユーザが接触または押圧の操作を行う方向と、パネル10が振動する方向とは異なっている。

[0044] しかしながら、パネル10の表面に対して横方向（X軸方向）に振動を発生させて触感を呈示しても、ほとんどの人は操作を行う方向（Z軸方向）に呈示される触感であると錯覚することを、出願人は実験を行うことにより確かめた。すなわち、ユーザが押圧する方向（Z軸方向）と垂直な方向（X軸方向）にパネル10を振動させて触感を呈示しても、ユーザが押圧した方向（Z軸方向）にパネル10がクリック感を伴って沈むように感じさせることができる。また、ユーザが押圧を弱める際も、同様である。すなわち、ユーザが押圧する方向（Z軸方向）と垂直な方向（X軸方向）にパネル10を振動させて触感を呈示しても、ユーザが押圧を解除する方向（Z軸方向）にパネル10がリリースされる感覚を伴って復元するように感じさせることができる。

[0045] このように、触感呈示装置130は、アクチュエータ30を駆動する電圧、変位量（湾曲の振幅）、および周波数などを適宜調整することにより、パネル10の表面においてユーザが押圧する方向に感じられる操作感を提供することができる。本明細書においては、アクチュエータを駆動するための電源の供給、およびアクチュエータの駆動を制御するための制御部などの詳細な説明は省略する。アクチュエータを駆動するための電源の供給は、例えば

バッテリーを内蔵したり、外部電源を用意したりするなどして行うことができる。また、駆動を制御するための制御部は、例えばCPUなどの各種のプロセッサを用いて構成することができる。

[0046] ところが、触感呈示装置130においても、ユーザがパネル10上で接触または押圧する位置によっては、アクチュエータ30は、パネル10を良好に振動させることができない。以下、触感呈示装置130において、ユーザがパネル10上で接触または押圧している場合に、呈示される触感について説明する。

[0047] 図4に示すように、触感呈示装置130においては、パネル10を振動させるアクチュエータ30を1つのみ、パネル10の長辺の1つの中央付近に設置してある。このため、触感呈示装置130は、パネル10上でアクチュエータ30による力の作用点から当該力の作用方向の延長線上のどの位置をユーザが接触または押圧したとしても、アクチュエータ30はパネル10を比較的良好に横振動させることができる。したがって、触感呈示装置130は、例えば、図4(A)に示す位置P1においてユーザの接触または押圧が行われると、ユーザの指などに対して良好な触感を呈示することができる。図4(A)においては、アクチュエータ30による力の作用点を含む当該力の作用方向の延長線を、一点鎖線により示してある。

[0048] しかしながら、例えば、パネル10上でアクチュエータ30による力の作用点から当該力の作用方向の延長線上以外の位置をユーザが接触または押圧すると、アクチュエータ30は、ユーザが接触または押圧する位置に振動を直接伝達させることができない。すなわち、図4(A)において、パネル10上で一点鎖線を付した位置以外の位置が接触または押圧されると、アクチュエータ30は、良好な触感を呈示できない場合がある。

[0049] 例えば、図4(A)に示す位置P2においてユーザの接触または押圧が行われると、図4(B)に示すように、ユーザの接触または押圧に起因してパネル10が回転運動の成分を含んで動くようになる。このため、位置P2においては、パネル10が回転運動の成分によって、アクチュエータ30の横

振動が阻害されてしまう。この場合、ユーザの指などに対して良好な触感が呈示されない。図4（B）においては、パネル10が回転運動の成分を含んで動いたため、パネル10の一部が筐体20の内部に隠れている様子を示してある。図4（B）においては、パネル10の筐体20内部に隠れている部分を、破線により示してある。

[0050] 以上説明した検討を踏まえ、本開示の各実施形態においては、パネル10が押圧される位置における振動の阻害を抑制する弾性部材を設けることにより、良好な触感を効率的に呈示する。以下、本開示の実施形態について説明する。

[0051] （第1実施形態）

図5は、本開示の第1実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[0052] 図5（A）は、触感呈示装置1の上面図である。すなわち、図5（A）は、触感呈示装置1を、Z軸負方向を向いて見た図である。図5（A）に示すように、本開示の第1実施形態に係る触感呈示装置1は、パネル10と、パネル10を振動させるアクチュエータ30とを備えるのは、図4で説明した触感呈示装置130と同様である。また、筐体20も、図4で説明した触感呈示装置130の筐体20とほぼ同様に構成することができる。以下、図4で説明した触感呈示装置130と同様になる説明は適宜簡略化または省略し、第1実施形態に係る触感呈示装置1に顕著な部分を重点的に説明する。

[0053] 図5（A）に示すように、本開示の第1実施形態に係る触感呈示装置1は、図4に示した触感呈示装置130において、さらに弾性部材40を設けるものである。図5（A）に示すように、弾性部材40は、その一端をパネル10に接続する。弾性部材40は、例えば小型のバネなどを用いて構成することができるが、適度な弾性力を有する部材であれば、任意の素材を用いて構成することができる。例えば、弾性部材40は、シリコンゴム等のゴムまたはウレタン等の素材で構成してもよい。また、弾性部材40は、図5（A）に示すようなスプリング形状のものには限定されず、板バネなど、適度な

弾性力を有する部材であれば、任意の形状とすることができる。ここで、弾性部材40は、伸ばすと縮もうとする力を生じ、縮ませると伸びようとする力を生じるものとする。また、弾性部材40は、弾性変形する方向すなわち伸縮可能な方向に力を加えて伸縮させると復元力を生じるが、弾性変形する方向と直交する方向に力を加えると、この力に応じて容易に変位するように構成するのが好適である。

[0054] 弾性部材40とパネル10との接続は、パネル10の一部またはパネル10の延長部に孔を開けることで、その孔に弾性部材40のスプリングの一端を通して接続するなど、パネル10および弾性部材40の形状により、種々の構成とすることができる。他の構成としては、例えば弾性部材40とパネル10とを接着することで接続してもよい。また、図5(A)に示すように、弾性部材40は、その他端を筐体20に接続する。アクチュエータ30を筐体20の内側(内壁)に配置したのと同様に、弾性部材40も、筐体20の内側(内壁)に接続するのが好適である。弾性部材40と筐体20との接続も、弾性部材40とパネル10との接続と同様に、種々の構成とすることができる。

[0055] 本実施形態において、弾性部材40は、アクチュエータ30がパネル10を振動させる際に、パネル10が押圧される位置における振動の阻害を抑制する。前述したように、触感呈示装置1において、パネル10がユーザの指などで押圧されていない時は、実質的に、パネル10の振動を阻害する要素がない。このため、触感呈示装置1において、パネル10が押圧されていない時、アクチュエータ30は、パネル10を並進運動させることにより振動させることができる。ここで、パネル10の並進運動とは、パネル10の全体が、方向を変更することなく、X軸に平行に変位することを意味する。一方、パネル10がユーザによって接触または押圧されると、パネル10が回転運動の成分を含んで動こうとするため、パネル10が押圧される位置における振動が阻害されることがある。そこで、本実施形態に係る触感呈示装置1においては、弾性部材40を配置して、パネル10の回転運動の成分を低

減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制する。特に、触感呈示装置1のように、パネル10が横振動する構成においては、弾性部材40は、パネル10の法線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより、振動の阻害を抑制する。

[0056] 図5(A)に示すように、触感呈示装置1においては、図4において説明した触感呈示装置130と同様に、パネル10の長辺の1つ(左の長辺)の中央付近に、パネル10を振動させるアクチュエータ30を1つのみ設置してある。このような構成においては、ユーザが図5(A)に示す位置P2を押圧すると、図5(B)に示すように、パネル10は、X軸方向の並進運動のみならず、パネル10の法線すなわちZ軸を軸とする回転運動の成分を含んで動こうとする。図5(B)は、図5(A)においてパネル10が回転運動の成分を含んで動いた様子を示す図である。図5(B)は、説明のために、パネル10の動きをやや誇張して示すものであり、パネル10の動きの度合いは実際の動きの大きさを反映したものではない。

[0057] 図5(B)に示すように、アクチュエータ30が駆動されてX軸正方向に伸張すると、パネル10に対して力Fを与える。この力Fの作用により、パネル10はX軸正方向に並進運動する。また、パネル10が位置P2において押圧された状態でアクチュエータ30がX軸正方向に伸張すると、図5(B)に示すように、パネル10は、時計回りの回転運動の成分を含んで動こうとする。この時計回りの回転運動の成分により、弾性部材40の位置においては、パネル10が弾性部材40をY軸負方向に押圧しようとする力が作用する。そこで、本実施形態では、弾性部材40の弾性力により、パネル10をY軸正方向に押圧する力を作用させる。このように、本実施形態において、弾性部材40は、パネル10の並進運動の阻害を抑制することにより、振動の阻害を抑制する。このため、弾性部材40を設置する位置は、パネル10の回転運動の成分を低減させることが可能な位置とし、典型的には図5に示す弾性部材40のような位置とするのが好適である。

[0058] 次に、本実施形態において、アクチュエータ30および弾性部材40を配

置する好適な位置について、さらに説明する。

[0059] 図5 (A) に示すように、パネル10においてアクチュエータ30を設置する位置と、パネル10において押圧される位置P2との間の距離をaとする。また、図5 (A) に示すように、パネル10において弾性部材40が接続される位置と、パネル10において押圧される位置P2との間の距離をbとする。また、図5 (B) に示すように、アクチュエータ30がパネル10に加えるX軸正方向の力の大きさをFとし、この力Fの作用によりパネル10が弾性部材40に加えるY軸負方向の力の大きさをF' とする。すると、これらの関係は、力のモーメントとして、次の式(1)のように表すことができる。

[0060] [数1]

$$aF = bF' \quad (1)$$

[0061] また、図5 (B) に示すように、アクチュエータ30がパネル10に加える力Fによって、パネル10が回転変位とした場合の角度を θ とすると、この回転によってパネル10が弾性部材40の位置からY軸方向に変位する量は $b \cdot \sin \theta$ となる。パネル10によって弾性部材40がY軸方向に $b \cdot \sin \theta$ 変位とした場合、弾性部材40の弾性力による反作用の力F' の大きさは、弾性部材40のバネ定数をKとすると、フックの法則から、次の式(2)のように表すことができる。

[0062] [数2]

$$F' = K \cdot b \sin \theta \quad (2)$$

[0063] さらに、図5 (B) に示すように、アクチュエータ30が駆動されてX軸正方向に伸張する変位量をUとする。上述したように、アクチュエータ30が駆動されてX軸正方向に伸張すると、パネル10は、X軸正方向の並進運動と、Z軸を軸とする回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、図5 (B) に示すように、アクチュエータ30の伸張により、パネル10上の位置P2がX軸正方向に変位する変位量をUfとする。また、図5 (B) に示すように、パネル10が回転変位とした場合の角度を θ とすると、この

回転によってパネル10がアクチュエータ30の位置からX軸方向に変位する量は $a \cdot \sin \theta$ となる。したがって、 U_f と U との関係は、次の式(3)のように表すことができる。

[0064] [数3]

$$U_f = U - a \sin \theta \quad (3)$$

[0065] ここで、上記式(1)および式(2)を用いて、上記式(3)から θ および F' を消去すると、次の式(4)が得られる。

[0066] [数4]

$$U_f = U - \left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot \frac{F}{K} \quad (4)$$

[0067] 上記式において、 U はアクチュエータ30が伸張する変位量であり、 U_f はパネル10上の位置P2が変位する量である。したがって、 U_f の値が U に近くなるにつれて、X軸正方向の変位が減衰せずに、効率良く触感が呈示できることになる。

[0068] 上記式(4)から、 U_f を U に近づけるためには、 U から差し引く値が少なくなれば良い。したがって、 U_f を U に近づけるためには、 a/b がゼロに近い値になるようにすればよいことが分かる。図5(A)に示すように、 a とは、アクチュエータ30による力の作用点と、パネル10の回転運動の中心との間の距離である。また、 b とは、弾性部材40がパネル10に接続される位置と、パネル10の回転運動の中心との間の距離である。 a/b がゼロに近い値になるためには、図5(A)において、 a の長さに対して b の長さが大きくなるようにするか、または、 b の長さに対して a の長さが小さくなるようにすればよい。例えば、 b の長さが a の長さの2倍以上となるように構成すれば、パネル10が振動した際に、位置P2においてX軸方向の振動が減衰する量を $1/4$ 以下にすることができる。このように、本実施形態に係る触感呈示装置1は、距離 b に対して距離 a が小さくなるように、または、距離 a に対して距離 b が大きくなるように構成するのが好適である。このように、本実施形態に係る触感呈示装置1は、少ない個数のアクチュエ

ータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0069] (第2実施形態)

図6は、本開示の第2実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。図6は、第2実施形態に係る触感呈示装置の断面を示す図である(図3(B)および図3(C)参照)。

[0070] 上述した第1実施形態に係る触感呈示装置1は、パネル10を横振動させる形態として説明した。第2実施形態に係る触感呈示装置2は、パネル10を縦振動させるものである。第2実施形態に係る触感呈示装置2のように、パネル10を縦振動させる場合であっても、第1実施形態において説明したパネル10を横振動させる形態と同様の原理が成り立つ。

[0071] 仮に、図6に示す弾性部材40が設置されていないとした場合、図3(C)で説明したように、パネル10上でユーザの接触または押圧が行われる位置によっては、アクチュエータ30の振動が阻害されてしまう。この場合、ユーザの指などに対して良好な触感が呈示されない。例えば、図6に示す位置P3においてユーザの接触または押圧が行われれば、アクチュエータ30は、ユーザが接触または押圧する位置を直接振動させることができるため、良好な触感を呈示することができる。一方、図6に示す位置P4においてユーザの接触または押圧が行われると、アクチュエータ30は、ユーザが接触または押圧する位置を直接振動させることができず、良好な触感を呈示することができなくなる。

[0072] 図6に示すような構成においては、位置P4が押圧されている状態で、アクチュエータ30がZ軸正方向に伸張すると、パネル10は、Z軸正方向に並進運動するだけでなく、Y軸を軸とする回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、本実施形態に係る触感呈示装置2においては、図6に示すように、弾性部材40を配置して、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制する。

[0073] 触感呈示装置2においては、アクチュエータ30が駆動されてZ軸正方向に伸張すると、パネル10に対して力Fを与える。この力Fの作用により、

パネル10はZ軸正方向に並進運動する。また、パネル10が位置P4において押圧された状態でアクチュエータ30がZ軸正方向に伸張すると、パネル10は、Y軸を中心とした時計回りの回転運動の成分を含んで動こうとする。この時計回りの回転運動の成分により、弾性部材40の位置においては、パネル10が弾性部材40をX軸正方向に押圧しようとする力が作用する。そこで、本実施形態では、弾性部材40の弾性力により、パネル10をX軸負方向に押圧する力 F' を作用させる。このように、本実施形態においても、弾性部材40は、パネル10の並進運動の阻害を抑制することにより、振動の阻害を抑制する。このため、弾性部材40を設置する位置は、パネル10の回転運動の成分を低減させることが可能な位置とし、典型的には図6に示す弾性部材40のような位置とするのが好適である。このように、本実施形態において、弾性部材40は、パネル10の法線に直交する線（例えばY軸）を軸とする回転運動の成分を低減させることにより、振動の阻害を抑制する。

[0074] 上述したように、触感呈示装置2において、位置P4が押圧されている状態で、アクチュエータ30がZ軸正方向に伸張すると、パネル10は、Y軸を軸とする時計回りの回転運動の成分を含んで動こうとする。この時計回りの回転運動の成分により、弾性部材40の位置においては、パネル10が弾性部材40をX軸正方向に押圧しようとする力が作用する。したがって、弾性部材40は、パネル10をX軸負方向に押圧する力 F' を作用させて、パネル10の回転運動の成分を低減させた。一方、触感呈示装置2において、位置P4'が押圧されている状態で、アクチュエータ30がZ軸正方向に伸張すると、パネル10は、Y軸を軸とする反時計回りの回転運動の成分を含んで動こうとする。この反時計回りの回転運動の成分により、弾性部材40の位置においては、パネル10が弾性部材40をX軸負方向に引っ張ろうとする力が作用する。したがって、弾性部材40は、パネル10をX軸正方向に復元する力を作用させて、パネル10の回転運動の成分を低減させることができる。

[0075] また、触感呈示装置 2 においても、図 6 に示すように、距離 b に対して距離 a が小さくなるように、または、距離 a に対して距離 b が大きくなるように構成するのが好適である。このように、本実施形態に係る触感呈示装置 2 は、少ない個数のアクチュエータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0076] (第 3～第 5 実施形態)

図 7 は、本開示の第 3～第 5 実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。図 7 (A) は第 3 実施形態に係る触感呈示装置 3 を示し、図 7 (B) は第 4 実施形態に係る触感呈示装置 4 を示し、図 7 (C) は第 5 実施形態に係る触感呈示装置 5 を示す。

[0077] 図 7 に示す第 3～第 5 実施形態に係る触感呈示装置 3～5 においても、図 6 において説明した第 2 実施形態に係る触感呈示装置 2 と同様の原理が成り立つ。以下、図 6 で説明した触感呈示装置 2 と同様になる説明は適宜簡略化または省略する。まず、図 7 に示す触感呈示装置 3～5 において、パネル 10 が縦振動すると想定した場合について説明する。

[0078] 図 7 に示すような構成においては、位置 P 6 が押圧されている状態で、アクチュエータ 30 が伸張すると、パネル 10 は、アクチュエータ 30 の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、触感呈示装置 3～5 においては、図 7 に示すように、弾性部材 40 を配置して、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制する。

[0079] また、図 6 に示した触感呈示装置 2 と同様に、図 7 に示す触感呈示装置 3～5 において、位置 P 6' が押圧されている状態でも、弾性部材 40 は、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制する。図 7 に示す触感呈示装置 3～5 においては、パネル 10 に対して 2 つの弾性部材 40 A および 40 B を接続している。しかしながら、触感呈示装置 3～5 は、図 6 に示した触感呈示装置 2 のように、2 つの弾性部材 40 A および 40 B のいずれか一方のみを接続しても、パネル 10 の回転

運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制することができる。

[0080] 以上、触感呈示装置3～5について、パネル10が縦振動する場合を想定して説明した。しかしながら、触感呈示装置3～5は、第1実施形態に係る触感呈示装置1と同様に、パネル10が横振動する場合も、同様に動作させることができる。例えば、図7に示すような構成において、位置P5が押圧されている状態で、アクチュエータ30が伸張すると、パネル10は、アクチュエータ30の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうとする。したがって、触感呈示装置3～5においては、弾性部材40を配置して、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制することができる。また、図7に示す位置P5'が押圧されている状態でも、弾性部材40は、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制することができる。

[0081] また、触感呈示装置3～5においても、距離bに対して距離aが小さくなるように、または、距離aに対して距離bが大きくなるように構成するのが好適である。このように、本実施形態に係る触感呈示装置3～5は、少ない個数のアクチュエータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0082] また、上述の検討結果を踏まえ、本開示の各実施形態においては、パネル10が押圧される位置における振動の阻害を抑制する錘部を設けることにより、良好な触感を効率的に呈示してもよい。以下、そのような実施形態について説明する。

[0083] (第6実施形態)

図8は、本開示の第6実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。

[0084] 図8(A)は、触感呈示装置6の断面図である。すなわち、図8(A)は、触感呈示装置6を、Y軸正方向を向いて見た図である。図8(A)に示す

ように、本開示の第6実施形態に係る触感呈示装置6は、パネル10と、パネル10を振動させるアクチュエータ30とを備えるのは、図3で説明した触感呈示装置120と同様である。また、筐体20も、図3で説明した触感呈示装置120の筐体20とほぼ同様に構成することができる。以下、図3で説明した触感呈示装置120と同様になる説明は適宜簡略化または省略し、第6実施形態に係る触感呈示装置6に顕著な部分を重点的に説明する。

[0085] 図8(A)に示すように、本開示の第6実施形態に係る触感呈示装置6は、図3に示した触感呈示装置120において、さらに錘部50を設けるものである。図8(A)に示す例では、パネル10のX軸方向の両端に錘部50Aおよび錘部50Bを設けてある。錘部50Aおよび50Bは、錘として機能し得る程度の質量を有するものであれば任意の構成とすることができるが、比較的小さなサイズであって比較的大きな質量を有する物質で構成するのが好適である。例えば、錘部50Aおよび50Bは、鉛(Pb)または銀(Ag)のような比較的密度の高い金属などで構成することができる。

[0086] 図8(A)において、錘部50Aおよび50Bは、図3に示したパネル10の2つの短辺のうち一方の両端近傍に設けてもよいし、2つの短辺の両方の両端近傍すなわちパネル10の四隅近傍に設けてもよい。また、図8(A)において、錘部50Aおよび50Bは、図3に示したパネル10の2つの長辺近傍に沿うように、例えば円柱状のような細長い形状のものを設けてもよい。錘部50Aおよび50Bは、図8(A)に示すような球状もしくは円盤状または円柱状のような形状に限定されず、錘として機能し得る任意の形状とすることができる。

[0087] 錘部50Aおよび50Bをパネル10に設ける際は、例えば適当な接着剤または両面テープなどを用いて錘部50Aおよび50Bとパネル10とを接着することにより固定することができる。また、パネル10において錘部50Aおよび50Bを挿入可能な箇所を形成することで、錘部50Aおよび50Bがパネル10に埋め込まれるようにしてもよい。図8(A)において、錘部50Aおよび50Bは、触感呈示装置1の美観を損ねないように、パネ

ル10の裏面（背面すなわちパネル10のZ軸負方向側の面）に設けた状態を示してある。

[0088] 本実施形態において、錘部50は、アクチュエータ30がパネル10を振動させる際に、パネル10が押圧される位置における振動の阻害を抑制する。前述したように、触感呈示装置1において、パネル10がユーザの指などで押圧されていない時は、実質的に、パネル10の振動を阻害する要素がない。このため、触感呈示装置6において、パネル10が押圧されていない時、アクチュエータ30は、パネル10を並進運動させることにより振動させることができる。ここで、パネル10の並進運動とは、パネル10の全体が、方向を変更することなく、Z軸に平行に変位することを意味する。一方、パネル10がユーザによって接触または押圧されると、パネル10が回転運動の成分を含んで動こうとするため、パネル10が押圧される位置における振動が阻害されることがある。そこで、本実施形態に係る触感呈示装置6においては、錘部50を配置して、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制する。特に、触感呈示装置6のように、パネル10が縦振動する構成においては、錘部50は、パネル10の法線に直交する線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより、振動の阻害を抑制する。

[0089] 図8（A）に示すように、触感呈示装置6においては、図3において説明した触感呈示装置120と同様に、パネル10の2つの短辺の中央付近に、パネル10を振動させるアクチュエータ30をそれぞれ設置してある。このような構成においては、ユーザが図8（A）に示す位置P2を押圧すると、図8（B）に示すように、パネル10は、Z軸方向の並進運動のみならず、パネル10の法線と直交する直線すなわちY軸を軸とする回転運動の成分を含んで動こうとする。図8（B）は、図8（A）においてパネル10が回転運動の成分を含んで動いた様子を示す図である。図8（B）は、説明のために、パネル10の動きをやや誇張して示すものであり、パネル10の動きの度合いは実際の動きの大きさを反映したものではない。

[0090] 図8(B)に示すように、アクチュエータ30が駆動されてZ軸正方向に伸張すると、パネル10に対して力Fを与える。この力Fの作用により、パネル10はZ軸正方向に並進運動する。また、パネル10が位置P2において押圧された状態でアクチュエータ30がZ軸正方向に伸張すると、図8(B)に示すように、パネル10は、時計回りの回転運動の成分を含んで動くとする。そこで、本実施形態では、錘部50Aおよび50Bの質量により、パネル10の回転運動の成分を低減する力を作用させる。このように、本実施形態において、錘部50および50Bは、パネル10の並進運動の阻害を抑制することにより、振動の阻害を抑制する。このため、錘部50Aおよび50Bを設ける位置は、パネル10の回転運動の成分を低減させることが可能な位置とし、典型的には図8に示す錘部50Aおよび50Bのような位置とするのが好適である。

[0091] 次に、本実施形態において、パネル10上で錘部50Aおよび50Bを配置する好適な位置について、さらに説明する。

[0092] 図8(B)に示すように、アクチュエータ30が駆動されてZ軸正方向に伸張する変位量をUとする。上述したように、パネル10において位置P2が押圧された状態で、アクチュエータ30が駆動されてZ軸正方向に伸張すると、パネル10は、Z軸正方向の並進運動と、Z軸に直交する直線(Y軸)を軸とする回転運動の成分を含んで動くとする。図8(B)に示すように、アクチュエータ30の伸張により、パネル10上の位置P2がZ軸正方向に変位するとした場合の変位量をUfとすると、Ufの値がUに近くなるにつれて、Z軸正方向の変位が減衰せずに、効率良く触感が呈示できる。そこで、本実施形態においては、Ufの値がUに近づくように、押圧される位置P2においてパネル10にかかるトルクTの値が大きくなる位置に、錘部50A、50Bを設けるのが好適である。

[0093] パネル10にかかるトルクTの大きさは、パネル10および錘部50A、50Bの慣性モーメントの大きさをIとし、パネル10の回転運動の回転軸を中心とした角加速度の大きさを α とすると、次の式(5)のような関係が

成り立つ。

[0094] [数5]

$$T = I\alpha \quad (5)$$

[0095] 上記式 (5) における角加速度の大きさ α は、パネル 10 の回転軸を中心とした角速度の大きさを ω とし、パネル 10 の回転により変位する角度を θ として、次の式 (6) のように表すことができる。

[0096] [数6]

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (6)$$

[0097] また、上記式 (5) および式 (6) における角加速度の大きさ α は、次の式 (7) のように表すこともできる。式 (7) において、 a_t はパネル 10 の回転運動の線型接線加速度 (接線方向の加速度) の大きさを表し、 s はパネル 10 の回転運動の回転軸とパネル 10 において押圧される位置 P 2 との距離を表す。

[0098] [数7]

$$\alpha = \frac{a_t}{s} \quad (7)$$

[0099] 上記式 (5) および式 (7) から、パネル 10 にかかるトルク T は、次の式 (8) のように表すことができる。

[0100] [数8]

$$T = I \frac{a_t}{s} \quad (8)$$

[0101] ここで、錘部 50A、50B が設けられたパネル 10 の慣性モーメント I は、次の式 (9) のように表すことができる。式 (9) において、 m は錘部 50A、50B の 1 つあたりの質量を表し、 r はパネル 10 の回転軸から錘部 50A または 50B までの距離を表す。

[0102] [数9]

$$I = 2mr^2 \quad (9)$$

[0103] 上記式 (8) および式 (9) から、押圧される位置 P 2 においてパネル 1

0にかかるトルクTは、次の式(10)のように表すことができる。

[0104] [数10]

$$T = 2mr^2 \cdot \frac{\alpha}{s} \quad (10)$$

[0105] 上記式(5)からは、押圧される位置P2においてパネル10にかかるトルクTを大きくするには、錘部50A、50Bが設けられたパネル10の慣性モーメントIが大きくなるようにすればよいことがわかる。特に、上記式(10)からは、押圧される位置P2においてパネル10にかかるトルクTを大きくするには、質量mおよび距離rの少なくとも一方を大きくすればよいことがわかる。ここで、例えば触感呈示装置6が携帯端末などの小型の端末に採用される場合などは、錘部50Aおよび50Bの質量mを過度に大きくすることができないことも想定される。そこで、本実施形態においては、距離rが大きくなるような位置に、錘部50Aおよび50Bを設置するのが好適である。すなわち、本実施形態においては、パネル10において錘部50Aまたは50Bを設置する位置と、パネル10が回転運動するとした場合の回転軸との間の距離が大きくなるような位置に、錘部50Aおよび50Bを設置するのが好適である。図8に示す触感呈示装置6においては、距離rが最大に近くなるように、パネル10が回転運動するとした場合の回転軸を中心としてパネル10の両端部またはその近傍に、錘部50Aおよび50Bを設置してある。

[0106] このように、本実施形態において、錘部50およびパネル10は、パネル10が回転運動する際に前記パネルが押圧される位置にかかるトルクすなわち力のモーメントの低減を抑制するように構成するのが好適である。特に、錘部50およびパネル10は、パネル10が回転運動する際の慣性モーメントの低減を抑制するように構成するのが好適である。そのためには、錘部50は、パネル10においてパネル10の回転運動の軸からの距離が最大になる位置または当該位置付近に設けるのが好適である。このような構成により、本実施形態に係る触感呈示装置6は、少ない個数のアクチュエータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0107] (第7実施形態)

図9は、本開示の第7実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。図9(A)は、第7実施形態に係る触感呈示装置7の上面図である。すなわち、図9(A)は、触感呈示装置7を、Z軸負方向を向いて見た図である。

[0108] 上述した第6実施形態に係る触感呈示装置6は、パネル10を縦振動させる形態として説明した。第7実施形態に係る触感呈示装置7は、パネル10を横振動させるものである。第7実施形態に係る触感呈示装置7のように、パネル10を横振動させる場合であっても、第6実施形態において説明したパネル10を縦振動させる形態と同様の原理が成り立つ。

[0109] 図9に示す触感呈示装置7において、仮に、錘部50Aおよび50Bが設けられていないとした場合、図4(B)で説明したように、パネル10上でユーザの接触または押圧が行われる位置によっては、アクチュエータ30の振動が阻害されてしまう。この場合、ユーザの指などに対して良好な触感が呈示されない。例えば、図9(A)に示すパネル10における一点鎖線上の位置においてユーザの接触または押圧が行われれば、アクチュエータ30は、ユーザが接触または押圧する位置を直接振動させることができるため、良好な触感を呈示することができる。一方、図9に示す位置P2においてユーザの接触または押圧が行われると、アクチュエータ30は、ユーザが接触または押圧する位置を直接振動させることができず、良好な触感を呈示することができなくなる。

[0110] 図9に示すような構成においては、位置P2が押圧されている状態で、アクチュエータ30がX軸正方向に伸張すると、パネル10は、X軸正方向に並進運動するだけでなく、Z軸を軸とする回転運動の成分を含んで動こうとする。ここで、パネル10の並進運動とは、パネル10の全体が、方向を変更することなく、X軸に平行に変位することを意味する。そこで、本実施形態に係る触感呈示装置7においては、図9に示すように、錘部50Aおよび50Bを設けて、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パ

ネル 10 の振動の阻害を抑制する。

[0111] 触感呈示装置 7 においては、アクチュエータ 30 が駆動されて X 軸正方向に伸張すると、パネル 10 に対して力 F を与える。この力 F の作用により、パネル 10 は X 軸正方向に並進運動する。また、パネル 10 が位置 P 2 において押圧された状態でアクチュエータ 30 が X 軸正方向に伸張すると、パネル 10 は、Z 軸を中心とした時計回りの回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、本実施形態では、錘部 50 A および 50 B の質量により、パネル 10 の回転運動の成分を低減する力を作用させる。このように、本実施形態においても、錘部 50 A および 50 B は、パネル 10 の並進運動の阻害を抑制することにより、振動の阻害を抑制する。このため、錘部 50 A および 50 B を設ける位置は、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることが可能な位置とし、典型的には図 9 に示す錘部 50 A および 50 B のような位置とするのが好適である。このように、本実施形態において、錘部 50 A および 50 B は、パネル 10 の法線（例えば Z 軸）を軸とする回転運動の成分を低減させることにより、振動の阻害を抑制する。

[0112] また、触感呈示装置 7 において、図 9 (A) に示す位置 P 2' が押圧されている状態であっても、錘部 50 A および 50 B は、パネル 10 の反時計回りの回転運動の成分を低減させることができる。

[0113] 図 9 に示す触感呈示装置 7 においては、パネル 10 の回転軸から錘部 50 A または 50 B までの距離 r を大きくするために、パネル 10 の右側（X 軸正方向）の長辺の両端に錘部 50 A および 50 B を設ける例を示してある。しかしながら、例えば、パネル 10 の左側（X 軸負方向）の長辺の両端に錘部 50 A および 50 B を設けたとしても、ある程度、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることができる。

[0114] (第 8 ~ 第 12 実施形態)

図 10 は、本開示の第 8 ~ 第 10 実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。図 10 (A) は第 8 実施形態に係る触感呈示装置 8 を示し、図 10 (B) は第 9 実施形態に係る触感呈示装置 9 を示し、図 10 (C)

は第10実施形態に係る触感呈示装置10を示す。

[0115] 図10に示す第8～第10実施形態に係る触感呈示装置8～10においても、図8において説明した第6実施形態に係る触感呈示装置6と同様の原理が成り立つ。以下、図8で説明した触感呈示装置6と同様になる説明は適宜簡略化または省略する。まず、図10に示す触感呈示装置8～10において、パネル10が縦振動すると想定した場合について説明する。すなわち、まず、図10が、図8と同様に、触感呈示装置8～10それぞれの断面図を示す場合について説明する。

[0116] 図10に示すような構成においては、位置P4が押圧されている状態で、アクチュエータ30が伸張すると、パネル10は、アクチュエータ30の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、触感呈示装置8～10においては、図10に示すように、錘部50Aおよび50Bを設けて、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制する。触感呈示装置8～10は、それぞれ、パネル10の回転軸から錘部50Aまたは50Bまでの距離 r が大きくなるように、パネル10に錘部50Aおよび50Bを設けてある。また、図8に示した触感呈示装置6と同様に、図10に示す触感呈示装置8～10において、位置P4'が押圧されている状態でも、錘部50Aおよび50Bは、パネル10の回転運動の成分を低減させることにより、パネル10の振動の阻害を抑制する。

[0117] 以上、触感呈示装置8～10について、パネル10が縦振動する場合を想定して説明した。しかしながら、触感呈示装置8～10は、第7実施形態に係る触感呈示装置7と同様に、パネル10が横振動する場合も、同様に動作させることができる。この場合、図10は、図9と同様に、触感呈示装置8～10それぞれの上面図を示すものとして解釈する。

[0118] 例えば、図10に示すような構成において、位置P5が押圧されている状態で、アクチュエータ30が伸張すると、パネル10は、アクチュエータ30の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうと

する。したがって、触感呈示装置 8～10 においては、錘部 50A および 50B を配置して、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制することができる。また、図 10 に示す位置 P5' が押圧されている状態でも、錘部 50A および 50B は、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制することができる。このように、本実施形態に係る触感呈示装置 8～10 は、少ない個数のアクチュエータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0119] 図 11 は、本開示の第 11 および第 12 実施形態に係る触感呈示装置の動作を説明する図である。図 11 (A) は第 11 実施形態に係る触感呈示装置 11 を示し、図 11 (B) は第 12 実施形態に係る触感呈示装置 12 を示す。

[0120] 図 11 に示す第 11 および第 12 実施形態に係る触感呈示装置 11 および 12 においても、図 9 において説明した第 7 実施形態に係る触感呈示装置 7 と同様の原理が成り立つ。以下、図 9 で説明した触感呈示装置 7 と同様になる説明は適宜簡略化または省略する。まず、図 11 に示す触感呈示装置 11 および 12 において、パネル 10 が横振動すると想定した場合について説明する。すなわち、まず、図 11 が、図 9 と同様に、触感呈示装置 11 および 12 の上面図を示す場合について説明する。

[0121] 図 11 に示すような構成においては、位置 P6 が押圧されている状態で、アクチュエータ 30 が伸張すると、パネル 10 は、アクチュエータ 30 の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうとする。そこで、触感呈示装置 11 および 12 においては、図 11 に示すように、錘部 50A および 50B を設けて、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制する。触感呈示装置 11 および 12 は、それぞれ、パネル 10 の回転軸から錘部 50A または 50B までの距離 r が大きくなるように、パネル 10 に錘部 50A および 50B を設けてある。また、図 9 に示した触感呈示装置 7 と同様に、図 11 に示す触感呈示

装置 11 および 12 において、位置 P 6' が押圧されている状態でも、錘部 50A および 50B は、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制する。

[0122] 以上、触感呈示装置 11 および 12 について、パネル 10 が横振動する場合を想定して説明した。しかしながら、触感呈示装置 11 および 12 は、第 6 実施形態に係る触感呈示装置 6 と同様に、パネル 10 が縦振動する場合も、同様に動作させることができる。この場合、図 11 は、図 8 と同様に、触感呈示装置 11 および 12 の断面図を示すものとして解釈する。

[0123] 例えば、図 11 に示すような構成において、位置 P 7 が押圧されている状態で、アクチュエータ 30 が伸張すると、パネル 10 は、アクチュエータ 30 の伸張方向に並進運動するだけでなく、回転運動の成分を含んで動こうとする。したがって、触感呈示装置 11 および 12 においては、錘部 50A および 50B を配置して、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制することができる。また、図 11 に示す位置 P 7' が押圧されている状態でも、錘部 50A および 50B は、パネル 10 の回転運動の成分を低減させることにより、パネル 10 の振動の阻害を抑制することができる。このように、本実施形態に係る触感呈示装置 11 および 12 も、少ない個数のアクチュエータを用いた場合でも、良好な触感を効率的に呈示することができる。

[0124] 本開示を諸図面および実施形態に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形および修正を行うことが容易であることに注意されたい。したがって、これらの変形および修正は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各機能部、各手段、各ステップなどに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の機能部およびステップなどを 1 つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。また、上述した本開示の各実施形態は、それぞれ説明した各実施形態に忠実に実施することに限定されるものではなく、適宜、各特徴を組み合わせたり、一部を省略したりして実施することもできる。

符号の説明

- [0125] 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 触感呈示装置
- 10 パネル
- 20 筐体
- 22, 22a, 22b 支持部
- 30, 30a, 30b, 30c, 30d アクチュエータ
- 40, 40A, 40B 弾性部材
- 50, 50A, 50B 錘部

請求の範囲

- [請求項1] パネルと、
前記パネルを振動させるアクチュエータと、
前記パネルに接続される弾性部材と、
を備え、
前記弾性部材は、前記アクチュエータが前記パネルを振動させる際に、前記パネルが押圧される位置における振動の阻害を抑制することを特徴とする、触感呈示装置。
- [請求項2] 前記アクチュエータは、前記パネルが押圧されていない時、前記パネルを並進運動させることにより振動させる、請求項1に記載の触感呈示装置。
- [請求項3] 前記弾性部材は、前記パネルの回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項1または2に記載の触感呈示装置。
- [請求項4] 前記弾性部材は、前記パネルの法線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項3に記載の触感呈示装置。
- [請求項5] 前記弾性部材は、前記パネルの法線に直交する線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項3に記載の触感呈示装置。
- [請求項6] 前記弾性部材は、前記パネルの並進運動の阻害を抑制することにより振動の阻害を抑制する、請求項1～5のいずれかに記載の触感呈示装置。
- [請求項7] 前記弾性部材が前記パネルに接続される位置と前記パネルの回転運動の中心との間の距離に対して、前記アクチュエータによる力の作用点と前記パネルの回転運動の中心との間の距離を小さくした、請求項1～6のいずれかに記載の触感呈示装置。
- [請求項8] 前記アクチュエータによる力の作用点と前記パネルの回転運動の中

心との間の距離に対して、前記弾性部材が前記パネルに接続される位置と前記パネルの回転運動の中心との間の距離を大きくした、請求項 1～6 のいずれかに記載の触感呈示装置。

[請求項9]

パネルと、
前記パネルを振動させるアクチュエータと、
前記パネルに設けられる錘部と、
を備え、

前記錘部は、前記アクチュエータが前記パネルを振動させる際に、前記パネルが押圧される位置における振動の阻害を抑制することを特徴とする、触感呈示装置。

[請求項10]

前記アクチュエータは、前記パネルが押圧されていない時、前記パネルを並進運動させることにより振動させる、請求項 9 に記載の触感呈示装置。

[請求項11]

前記錘部は、前記パネルの回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項 9 または 10 に記載の触感呈示装置。

[請求項12]

前記錘部は、前記パネルの法線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項 11 に記載の触感呈示装置。

[請求項13]

前記錘部は、前記パネルの法線に直交する線を軸とする回転運動の成分を低減させることにより振動の阻害を抑制する、請求項 11 に記載の触感呈示装置。

[請求項14]

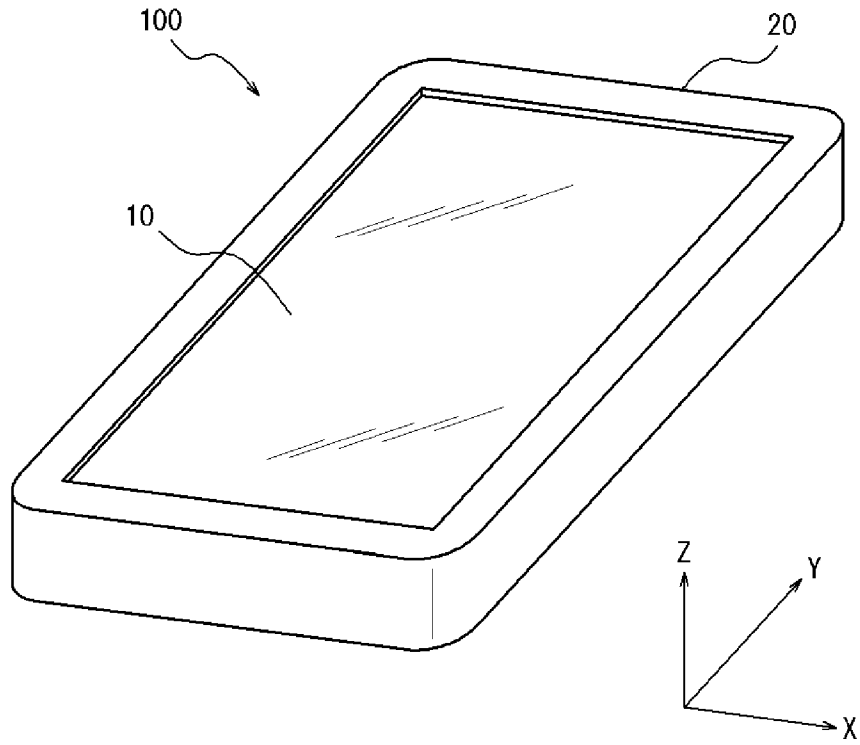
前記錘部および前記パネルは、前記パネルが回転運動する際に前記パネルが押圧される位置にかかる力のモーメントの低減を抑制するように構成される、請求項 11 から 13 のいずれかに記載の触感呈示装置。

[請求項15]

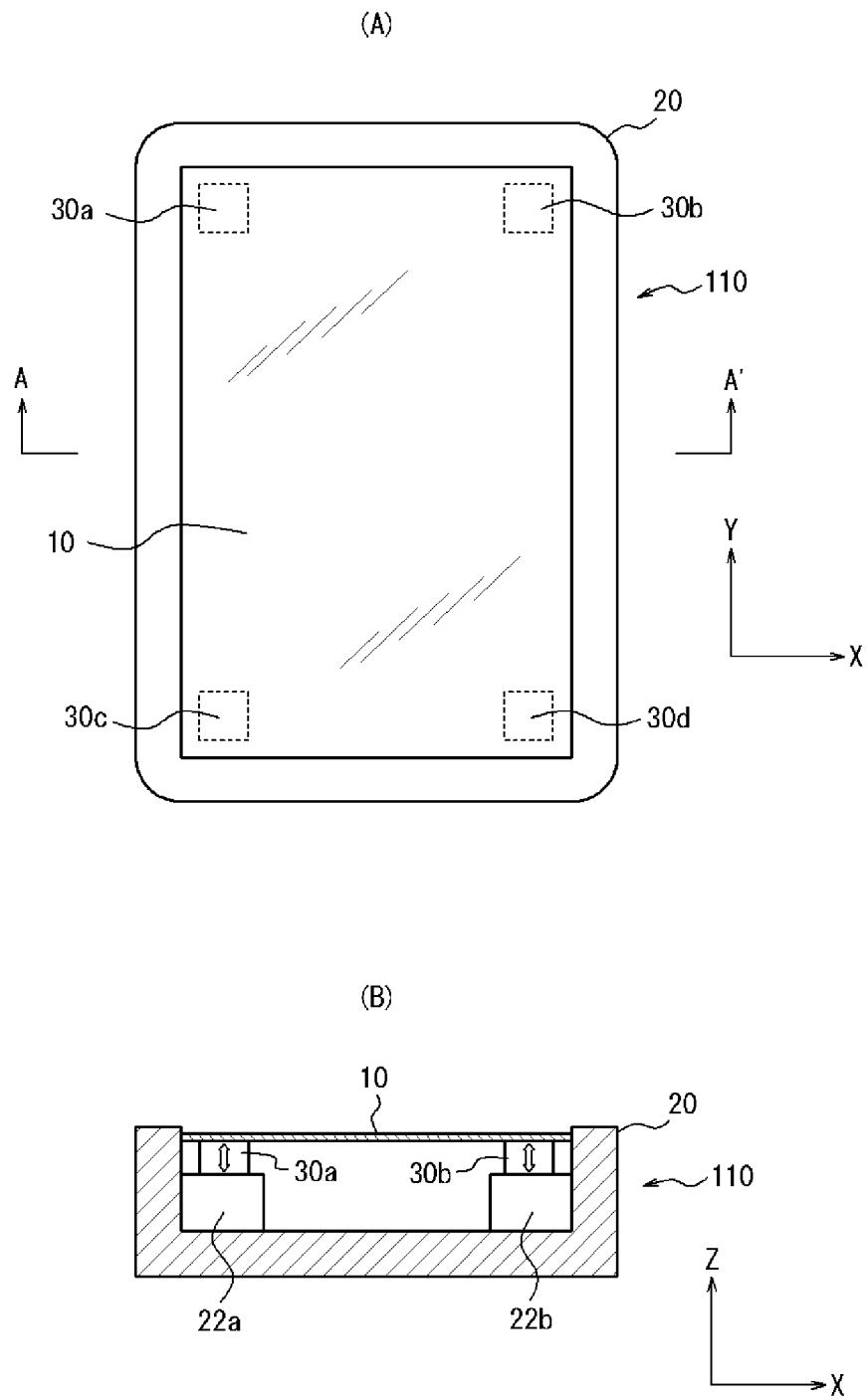
前記錘部および前記パネルは、前記パネルが回転運動する際の慣性モーメントの低減を抑制するように構成される、請求項 11 から 14 のいずれかに記載の触感呈示装置。

[請求項16] 前記錘部は、前記パネルにおいて当該パネルの回転運動の軸からの距離が最大になる位置または当該位置付近に設けられる、請求項11から15のいずれかに記載の触感呈示装置。

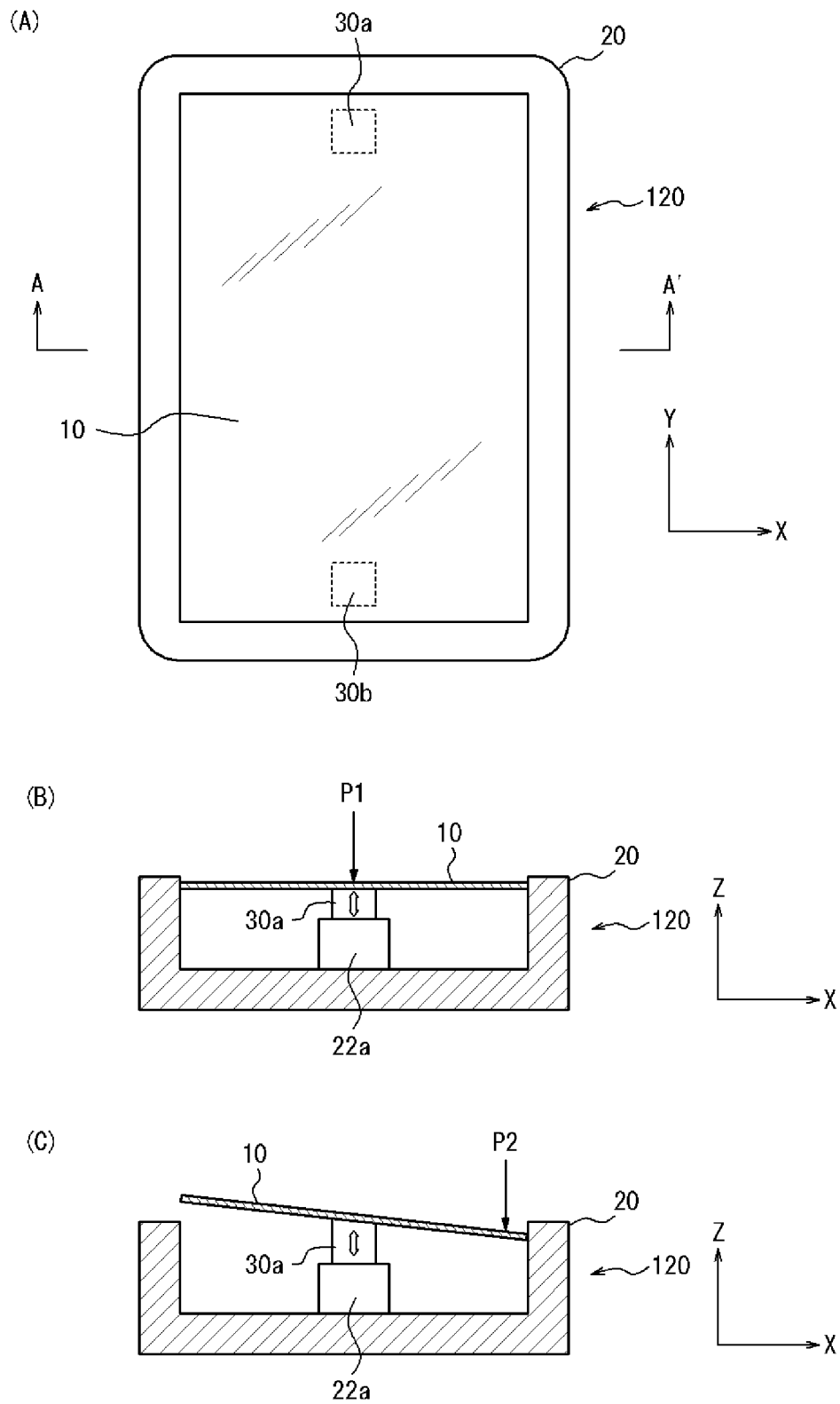
[図1]



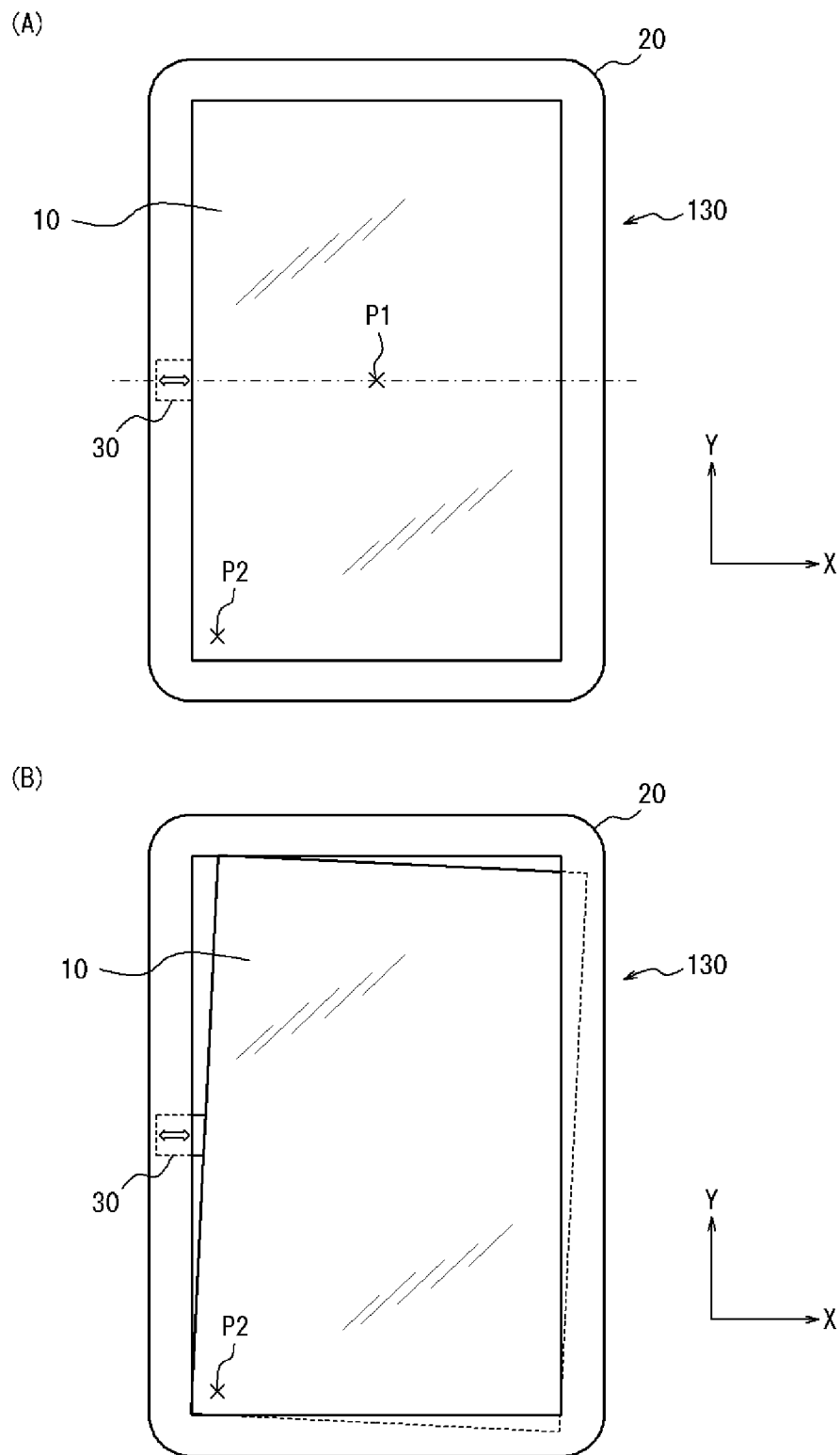
[図2]



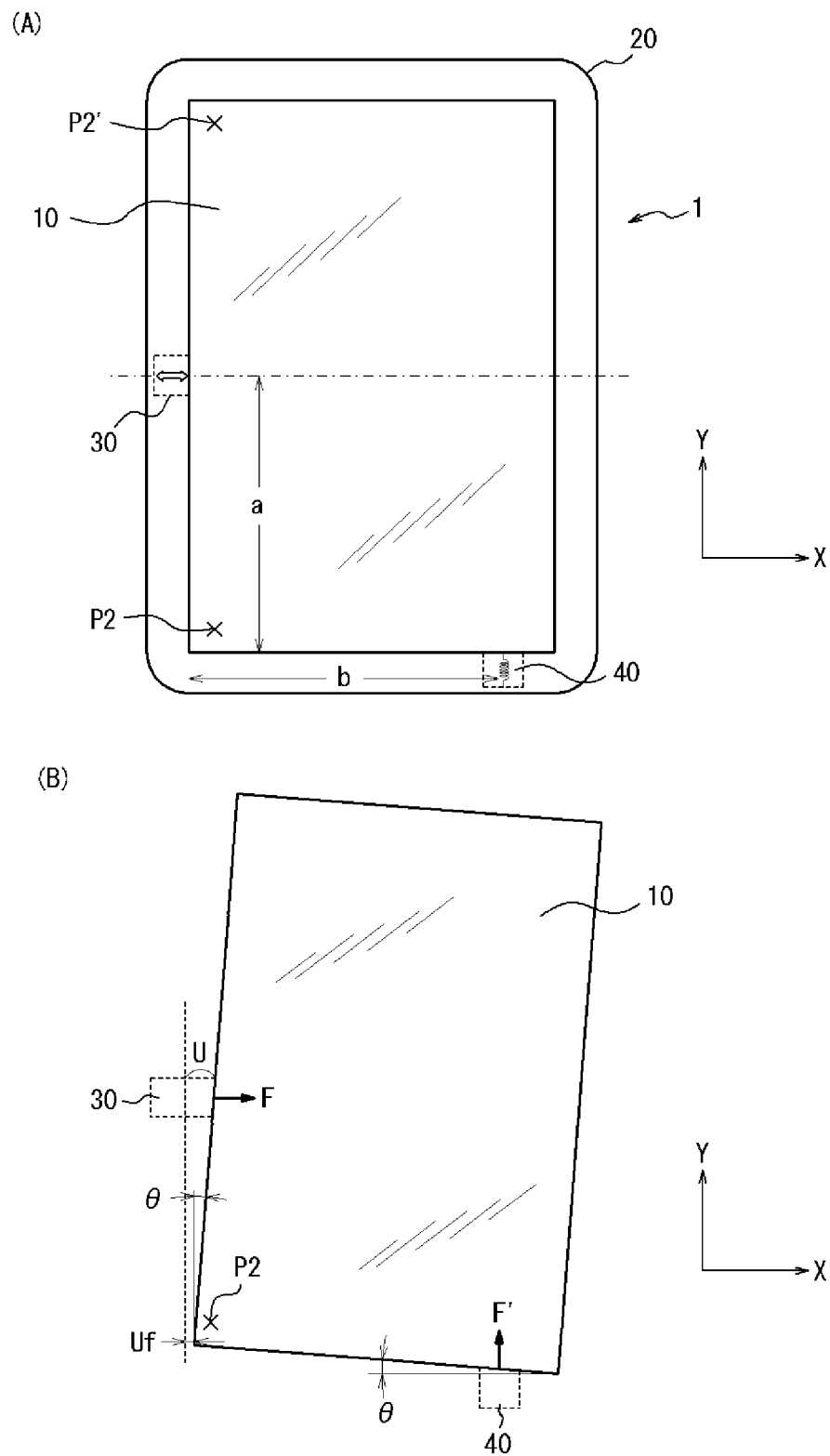
[図3]



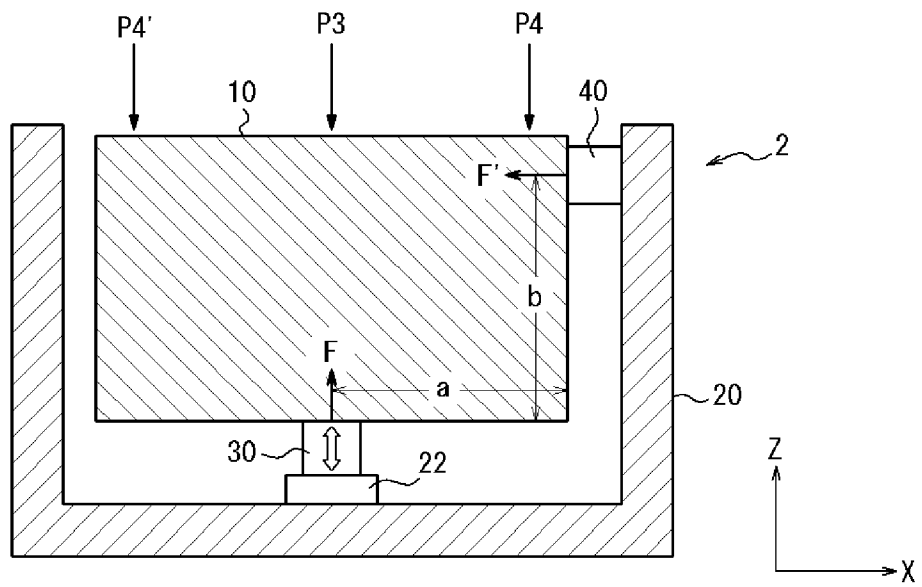
[図4]



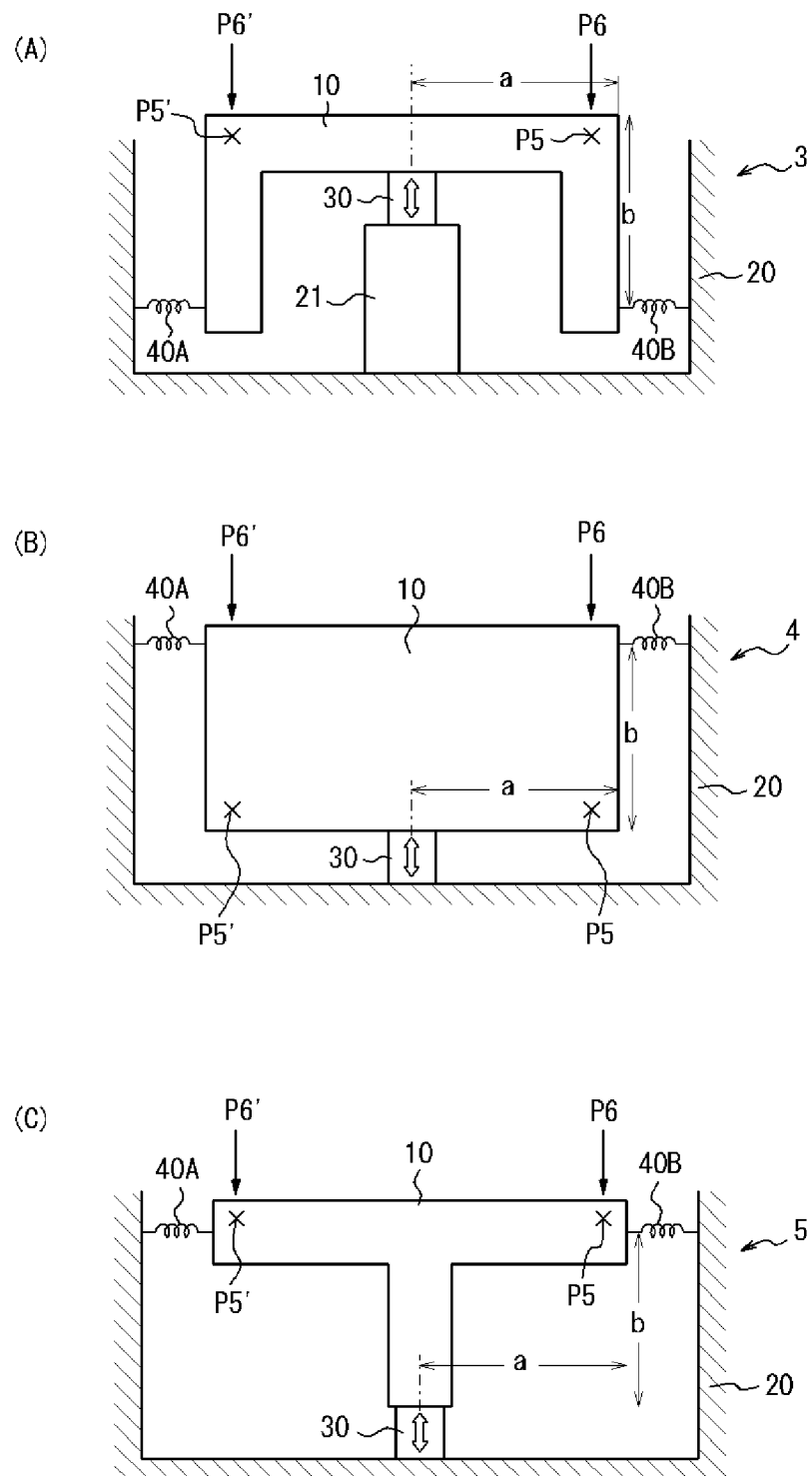
[図5]



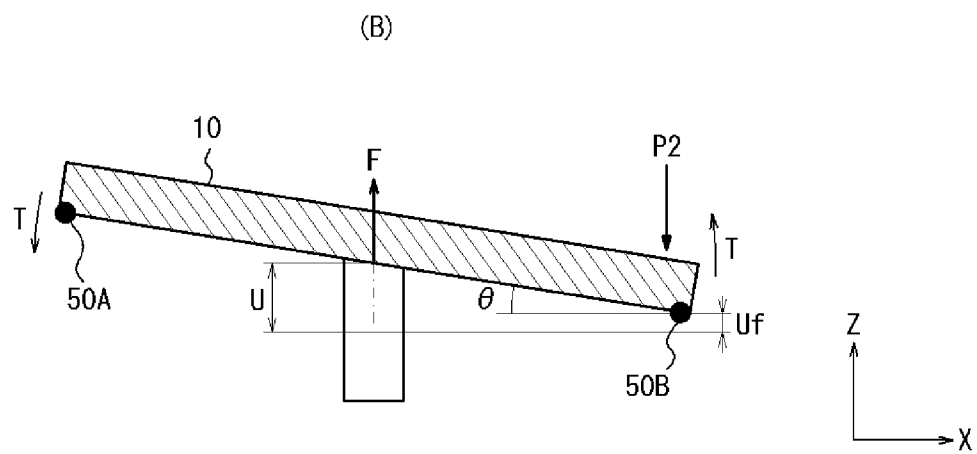
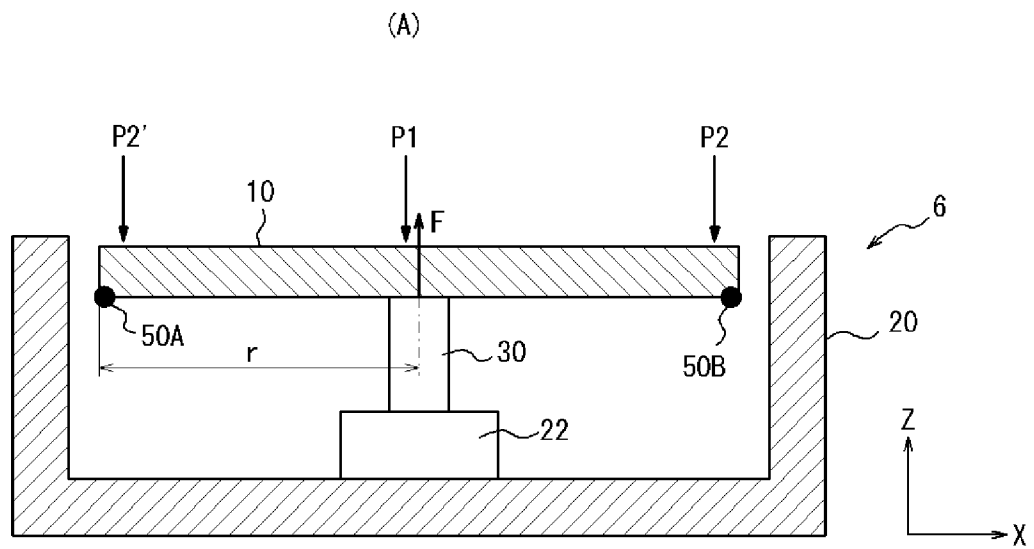
[図6]



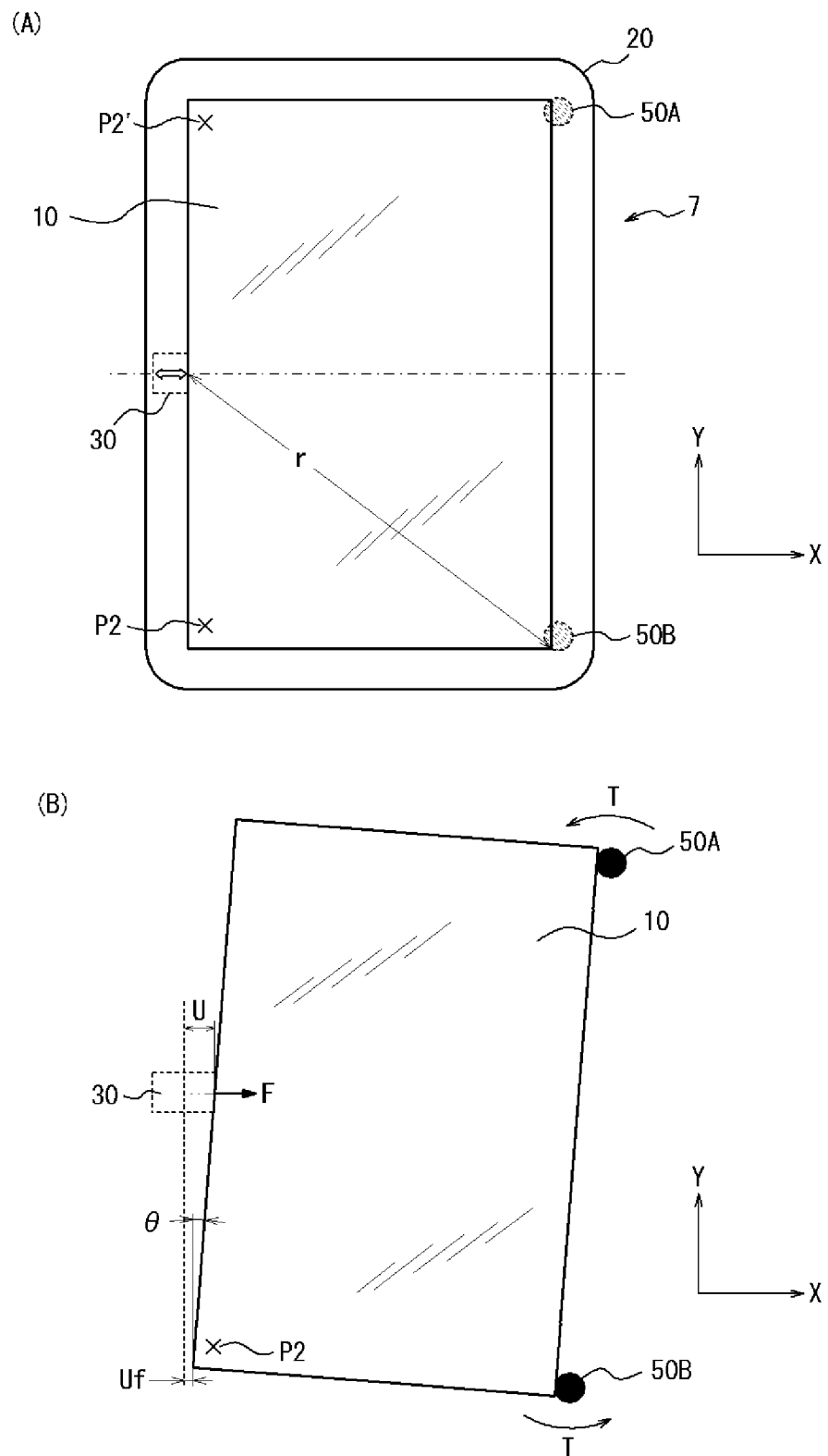
[図7]



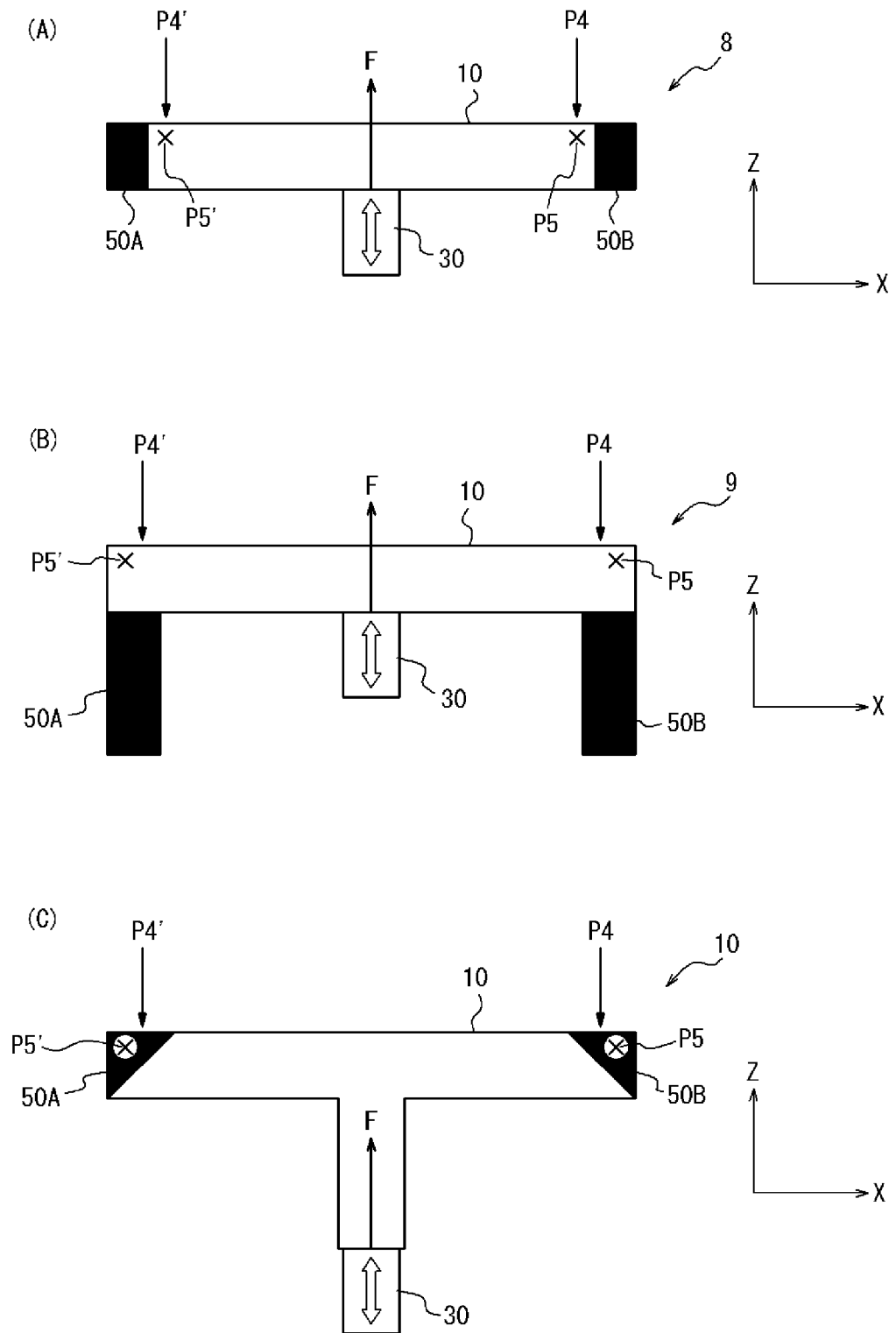
[図8]



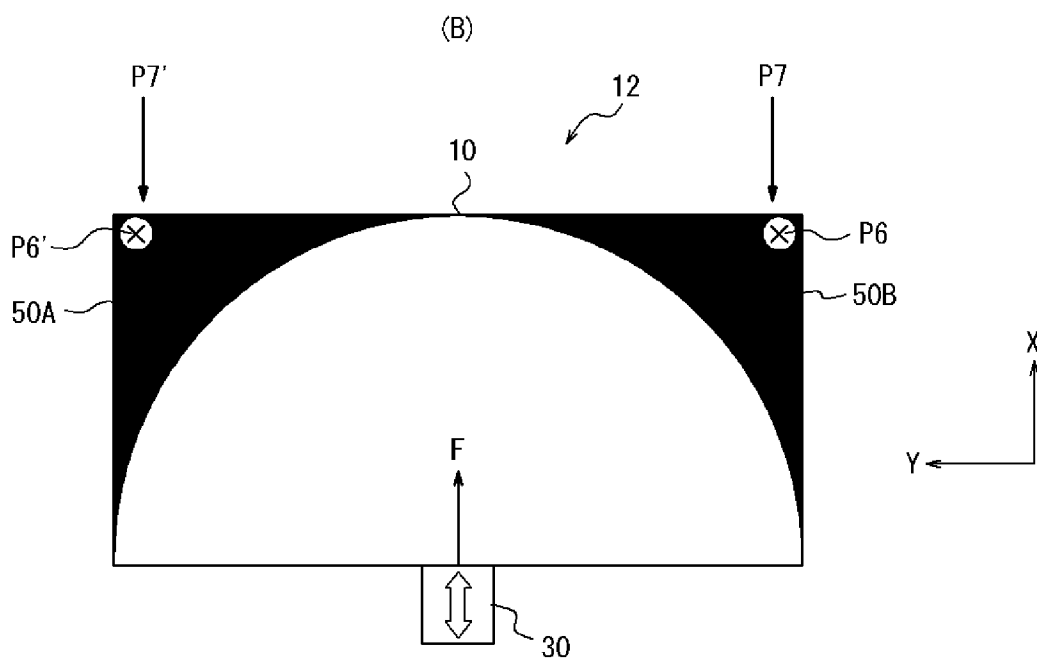
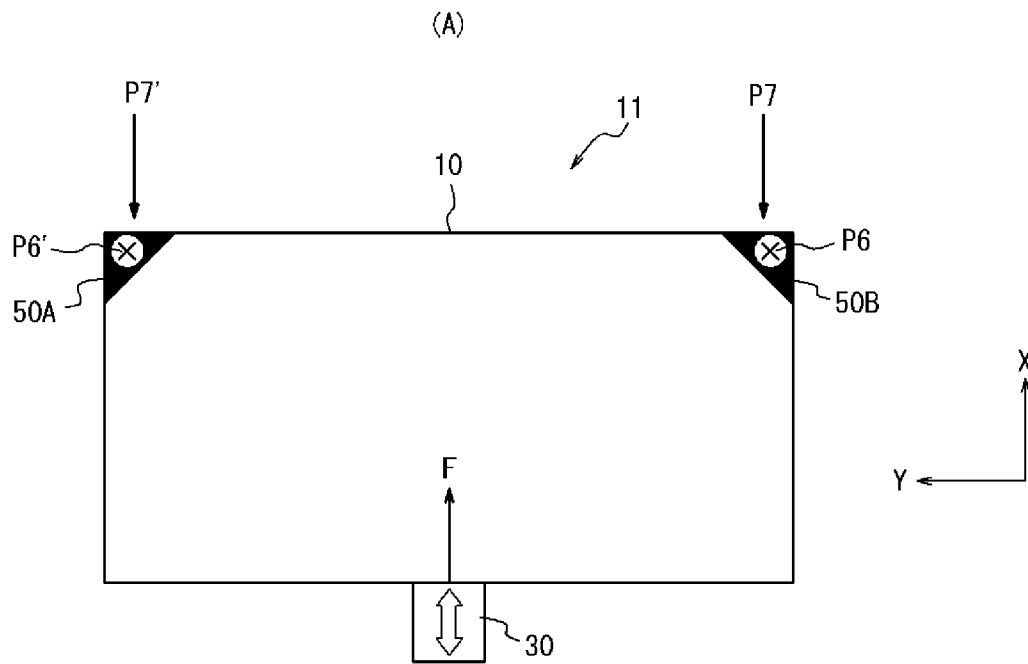
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/001207

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06F3/041(2006.01)i, G06F3/01(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, G06F3/01

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X A	JP 2007-34991 A (Sony Corp.), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraphs [0012] to [0019] (Family: none)	1, 2, 6 3-5, 7-16
A	JP 2012-243190 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 10 December 2012 (10.12.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2008-287402 A (Sony Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 March 2017 (03.03.17)	Date of mailing of the international search report 14 March 2017 (14.03.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F3/041(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06F3/041, G06F3/01

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X A	JP 2007-34991 A (ソニー株式会社) 2007.02.08, 段落[0012]-[0019] (ファミリーなし)	1, 2, 6 3-5, 7-16
A	JP 2012-243190 A (株式会社東海理化電機製作所) 2012.12.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2008-287402 A (ソニー株式会社) 2008.11.27, 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

03.03.2017

国際調査報告の発送日

14.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西田 聡子

電話番号 03-3581-1101 内線 3521

5E

4180