

(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
2012 年 8 月 9 日(09.08.2012)



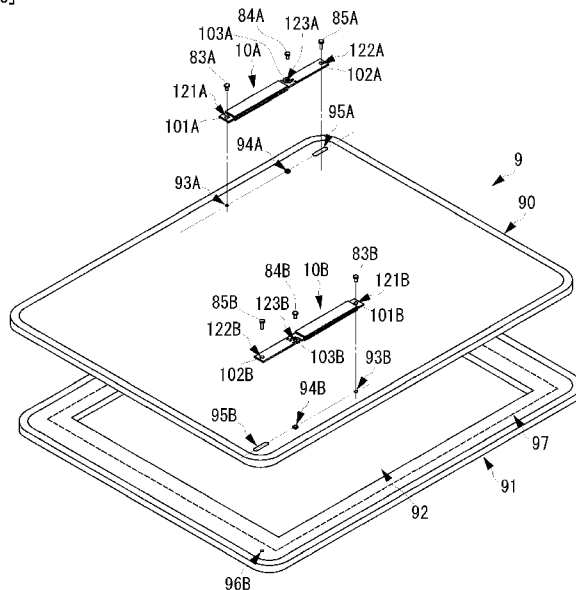
(10) 国際公開番号
WO 2012/105592 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/01 (2006.01) **G06F 3/041** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052219
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 1 日(01.02.2012)
- (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 2011-022865 2011 年 2 月 4 日(04.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (Murata Manufacturing Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加賀山健司 (KAGAYAMA Kenji) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (Kaede Patent Attorneys' Office); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: TACTILE SENSE PRESENTATION DEVICE

(54) 発明の名称: 触覚提示装置

[図5]



(57) Abstract: The present invention achieves a tactile sense presentation device that is able to be more compact and thinner, and is able to reduce the incidence of noise. The tactile sense presentation device (9) is provided with: a casing (90) having a flat-plate-shaped first primary surface; a vibration transmission means (97) that has a flat plate surface that is parallel to the first primary surface; and a vibration means (10A, 10B) that is connected to the casing (90) and the vibration transmission means (97) and that applies vibrations to the vibration transmission means (97). The vibration means (10A, 10B) is provided with: an elastic body (100) that is roughly flat plate shaped and that is connected to the casing (90) and the vibration transmission means (97); and a drive element (200) that applies vibrations that are parallel to the flat plate surface of the elastic body (100). The flat plate surface of the elastic body (100) is parallel to the flat plate surface of the vibration transmission means (97) and the first primary surface of the casing (90), and the vibration means (10A, 10B) is disposed in a manner so as to overlap the casing (90) and the vibration transmission means (97) in a plan view.

(57) 要約:

[続葉有]



小型化、薄型化が可能であり、雑音の発生を低減できる触覚提示装置を実現する。平板状の第1主面を有する筐体（90）と、第1主面に平行な平板面を有する振動伝達手段（97）と、筐体（90）と振動伝達手段（97）とに接続され、振動伝達手段（97）へ振動を与える振動手段（10A, 10B）とを備えた触覚提示装置（9）であって、振動手段（10A, 10B）は、略平板状で筐体（90）および振動伝達手段（97）に接続されている弾性体（100）と、弾性体（100）に対して平板面に平行な振動を与える駆動素子（200）とを備え、弾性体（100）の平板面が筐体（90）の第1主面および振動伝達手段（97）の平板面と平行で、且つ振動手段（10A, 10B）は平面視して筐体（90）および振動伝達手段（97）と重なり合うように配置されている。

明 細 書

発明の名称： 触覚提示装置

技術分野

[0001] 本発明は、操作者に対して操作に応じた触覚を与えるための触覚提示装置に関する。

背景技術

[0002] 現在、タッチパネルに触れて操作指示を行う電子機器が、携帯電話やPDA等で各種実用化されている。このようなタッチパネル入力式の電子機器の中には、特許文献1、特許文献2に示すように、触覚提示装置を備えるものがある。

[0003] 触覚提示装置とは、操作者がタッチパネルに指を接触させて操作した際に、操作者に何らかの触覚、例えばタッチパネルを振動させることで力学的な感覚（触覚）等を提供する装置である。

[0004] このような触覚提示装置を実現するため、特許文献1に記載の触覚提示装置では、タッチパネルを囲む筐体の側壁に、アクチュエータが配置されている。アクチュエータは、側壁の壁面の法線方向に屈曲振動する構造からなる。アクチュエータはタッチパネルの側面に当接している。アクチュエータを駆動することにより、タッチパネルは主面に平行な方向へ振動する。

[0005] 特許文献2に記載の触覚提示装置では、矩形のタッチパネルの裏面にアクチュエータが配置されている。アクチュエータは、タッチパネルの主面に直交する方向に振動する構造からなる。アクチュエータを駆動することにより、タッチパネルは主面の法線方向へ振動する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-165318号公報

特許文献2：特開2004-94389号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献１に記載の触覚提示装置では、タッチパネルの側面に当接するようにアクチュエータを配置するため、タッチパネルに対してアクチュエータを備える筐体の形状が必然的に大きくなる。また、アクチュエータの幅（長尺方向に直交する方向の長さ）方向が筐体の厚み方向となるので、触覚提示装置の厚みを薄くすると、アクチュエータの幅も薄くなり、十分な振動性能が得られなくなってしまうことがある。
- [0008] また、特許文献２に記載の触覚提示装置では、タッチパネルは主面の法線方向に振動するため、タッチパネルから雑音が発生してしまうことがある。
- [0009] したがって、本発明の目的は、小型化、薄型化が可能であり、雑音の発生を低減できる触覚提示装置を実現することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] この発明は、平板状の第１主面を有する筐体と、第１主面に平行な平板面を有する振動伝達手段と、筐体と振動伝達手段とに接続され、振動伝達手段へ振動を与える振動手段と、を備えた触覚提示装置に関する。
- [0011] 振動手段は、略平板状で筐体および振動伝達手段に接続されている弾性体と、該弾性体に対して平板面に平行な振動を与える駆動素子とを備える。弾性体の平板面が筐体の第１主面および振動伝達手段の平板面と平行で、且つ振動手段は平面視して筐体および振動伝達手段と重なり合うように配置されている。
- [0012] この構成では、筐体と振動手段と振動伝達手段とが、互いの平板面が平行になるように配置され、且つ平面視して重なり合うように配置されているので、触覚提示装置において、平面視した外形形状を振動伝達手段の形状まで小さくでき、各平板の厚みの合計程度に薄くできる。また、振動伝達手段の振動方向が平板面に平行であるので、平板面の法線方向への振動が無く、これに伴う雑音が発生しない。
- [0013] また、この発明の触覚提示装置では、次の構成であることが好ましい。弾性体は、駆動素子が配設された第１平板部と、駆動素子が配設されていない

第2平板部と、第1平板部および第2平板部の幅よりも狭い形状からなり、第1平板部と第2平板部とを接続する第1狭幅部と、第1狭幅部に近接し、該第1狭幅部と略同じ形状からなる第2狭幅部によって第2平板部に接続されている第3平板部と、を備える。第1平板部の第2平板部と反対側の端部と第3平板部とが筐体に固定されている。第2平板部の第1平板部と反対側の端部が振動伝達手段に固定されている。

[0014] この構成では、第3平板部が支点となり、第1狭幅部による第1平板部と第2平板部との接続部が力点となり、第2平板部の第1平板部と反対側の端部すなわち振動伝達手段への接続部が作用点となる。この構成により、力点と支点との距離が短く、支点と作用点と距離が長くなる。これにより、力点に加わる第1平板部の振動に対して、第2平板部の作用点での振動が大きくなり、効果的な振動伝達が可能になる。さらに、第1狭幅部の幅が狭いことにより、第2平板部の振動に対する規制力を抑制でき、より高効率な振動伝達が可能になる。

[0015] また、この発明の触覚提示装置では、駆動素子は圧電素子であり、当該圧電素子は、第1平板部の両主面に配設されていることが好ましい。

[0016] この構成では、第1平板部の主面である平板面に垂直な方向に対する圧電素子の振動が小さく、平板面に平行な振動が振動の主体になるので、平板面に垂直な方向の振動による雑音を小さくすることができる。

[0017] また、この発明の触覚提示装置では、第1平板部の両主面に配設されたそれぞれの圧電素子は、駆動時の変形方向と変形量が互いに一致する形状で形成されていることが好ましい。

[0018] この構成では、平板面に沿った振動による第1平板部の伸縮運動をより効果的に行え、且つ、平板面に垂直な方向の振動がより小さくなる。

[0019] また、この発明の触覚提示装置では、駆動素子は圧電素子であり、該圧電素子は第1平板部の両主面に、第1平板部側の電位が一致するように配設されていることが好ましい。

[0020] この構成では、駆動素子を圧電素子で構成し、バイモルフ構造にしている

。この圧電素子を d 3 1 モードで駆動することで、圧電素子が平板面に沿って伸縮し、当該圧電素子の伸縮と弾性体の弾性によって、弾性体が平板面に沿って振動する。また、弾性体により圧電素子へ加わる外力に対する強度を補強できる。

[0021] また、この発明の触覚提示装置では、第 1 平板部は平板面が平行な二枚の弾性体からなる固定部と接続部とからなり、接続部は第 2 平板部と接続されており、駆動素子は固定部と接続部とに当接するように固定部と接続部との間へ配設されている、ようにしてもよい。

[0022] この構成では、駆動素子を二枚の弾性体で挟持する構造を用いている。これにより、弾性体が駆動素子を保護し、駆動素子へ加わる外力に対する強度を補強できる。

[0023] また、この発明の触覚提示装置では、第 1 平板部は、駆動素子の配設領域に、少なくとも部分的に厚みを薄くした領域もしくは開口領域を備える、ことが好ましい。

[0024] この構成では、弾性体の変位量が増加し、より効率的に振動を発生できる。

[0025] また、この発明の触覚提示装置では、第 1 平板部は、固定部と接続部とからなり、接続部は第 2 平板部と接続されており、駆動素子の長手方向の両端にそれぞれ固定部と第 2 平板部が対向して配設されている、構成にしてもよい。

[0026] この構成では、駆動素子の振動がほぼそのまま力点に加わる。

[0027] また、この発明の触覚提示装置では、第 1 平板部と第 2 平板部とは長手方向が一致する、構成にすることができる。

[0028] この構成では、第 1 平板部の振動方向に対して同じ平面内の直交する方向への振動を振動伝達手段へ与えることができる。

[0029] また、この発明の触覚提示装置では、第 1 平板部と第 2 平板部とは長手方向が直交する、構成にすることができる。

[0030] この構成では、第 1 平板部の振動方向と同じ方向の振動を振動伝達手段へ

与えることができる。

[0031] また、この発明の触覚提示装置では、振動伝達手段はタッチパネルである、構成にすることができる。

[0032] この構成では、タッチパネルを操作した操作者に対して、上記振動による触覚を与える触覚提示装置を実現できる。

[0033] また、この発明の触覚提示装置のタッチパネルの少なくとも一部は透光性を有することが好ましい。この構成では、タッチパネルの具体的な光学特性を示している。

[0034] また、この発明の触覚提示装置では、タッチパネルの主面の形状は矩形平板状である。

発明の効果

[0035] この発明によれば、小型且つ薄型であって、雑音の発生が無い高性能な触覚提示装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9に用いられる圧電アクチュエータ10の平面図、第1側面図および第2側面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9に用いられる圧電アクチュエータ10を部分拡大した平面図である。

[図3] (A)は本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9に用いられる圧電アクチュエータ10に駆動電圧を印加する電極パターンを示す分解斜視図であり、図3 (B)は図3 (A)で示すラインでの断面図である。

[図4] (A)は圧電アクチュエータ10の挙動を説明するための外観斜視図であり、(B)は第1平板部101と第2平板部102の接続部を部分拡大した平面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9の構造を説明するための分解斜視図である。

[図6]圧電アクチュエータ10の設置構造を説明するための部分拡大分解斜視図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9における筐体90に対するタッチパネル97の挙動例を示す平面図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る触覚提示装置9Aに用いられる圧電アクチュエータ10Cの平面図、および第1、第2、第3、第4側面図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る触覚提示装置9Aに用いられる圧電アクチュエータ10Cを部分拡大した平面図である。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る触覚提示装置9Aの構造を説明するための分解斜視図である。

[図11]本発明の第2の実施形態に係る触覚提示装置9Aにおける筐体90Aに対するタッチパネル97の挙動例を示す平面図である。

[図12]圧電アクチュエータの他の構成例を示す図である。

[図13]圧電アクチュエータの他の構成例を示す図である。

[図14]第1平板部101の圧電素子200設置領域での開口面積と非開口面積との比（面積比）と、第1平板部101の振動変化量の増加率との関係を示したグラフである。

[図15]（A）は圧電素子200Jを用いた圧電アクチュエータ10Jの構成を示す外観斜視図であり、図15（B）はその分解斜視図である。

[図16]（A）は二枚の平板弾性体と一枚の圧電素子を用いた圧電アクチュエータ10Kの構成を示す分解斜視図であり、図16（B）は図16（A）に示すラインでの断面図である。

[図17]第1平板部と第2平板部との長尺方向が直交する圧電アクチュエータの他の構造を示す図である。

発明を実施するための形態

[0037] 本発明の第1の実施形態に係る触覚提示装置9について、図を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る触覚提示装置9に用いられる圧電アクチュエータ10の平面図、第1側面図および第2側面図である。図2は、圧電アクチュエータ10を部分拡大した平面図である。

[0038] 圧電アクチュエータ10は、本発明の「振動手段」に相当し、長尺状で平

板状の弾性体 100 を備える。弾性体 100 は、絶縁性材料からなり、例えば長さ（長尺方向の長さ）を 24 mm、幅（平板面の長尺方向に直交する方向の長さ）を 3 mm とし、厚みを 0.2 mm としている。なお、弾性体 100 の寸法は、これに限るものではなく、所望とする振動特性や外形形状の最大寸などに応じて適宜設定すればよい。また、弾性体 100 は、導電材料からなるものであってもよく、例えばステンレス鋼、銅などの金属材料からなるものであってもよい。

[0039] 弾性体 100 は、第 1 平板部 101 と第 2 平板部 102 とを備える。第 1 平板部 101 と第 2 平板部 102 は、互いの対向する長手方向の端部同士が第 1 狭幅部 104 によって接続されている。第 1 狭幅部 104 は、第 1 平板部 101 および第 2 平板部 102 に対して、狭い幅に形成されている。例えば、第 1 狭幅部 104 は、第 1 平板部 101 および第 2 平板部 102 の幅に対して $1/5$ 程度の幅に形成されている。

[0040] 第 1 平板部 101 の第 2 平板部 102 側の端部付近には、第 3 平板部 103 が形成されている。第 3 平板部 103 は、平面視した形状が略円形であり、第 1 平板部 101 からは離間している。第 3 平板部 103 は、第 2 狭幅部 105 によって第 2 平板部 102 へ接続されている。第 2 狭幅部 105 も、第 1 狭幅部 104 と同様に、第 1 平板部 101 および第 2 平板部 102 に対して、さらには第 3 平板部 103 に対して狭い幅に形成されている。例えば、第 2 狭幅部 105 は、第 1 狭幅部 104 と同程度の幅に形成されている。

[0041] この際、第 1 狭幅部 104 と第 2 狭幅部 105 とは、近接して形成されている。具体的には、図 2 に示すように、第 1 狭幅部 104 の幅を W_4 とし、第 2 狭幅部 105 の幅を W_5 とし、第 1 狭幅部 104 と第 2 狭幅部 105 とを離間する開口部 106 の幅を W_6 とした場合、 $W_4 = (\div) W_5 > W_6$ の関係となるようにする。

[0042] 第 1 平板部 101 は、第 2 平板部 102 との接続端と反対側の端部に、厚み方向へ貫通した貫通孔 121 が形成されている。第 2 平板部 102 は、第 1 平板部 101 との接続端と反対側の端部に、厚み方向へ貫通した貫通孔 1

22が形成されている。第3平板部103は、平面視した略中央に、厚み方向へ貫通した貫通孔123が形成されている。各貫通孔121, 122, 123の開口形状は適宜設定すればよいが、特に、貫通孔123は、後述する支点として機能するため、外力が加わっても固定されている第3平板部103が動きにくい形状であるとよりよい。例えば、図1、図2に示すように、貫通孔123は方形状の開口であるとよい。

[0043] 第1平板部101の両主面（両平板面）には、それぞれ長尺状の圧電素子200が配設されている。この際、圧電素子200は、圧電素子200の長尺方向と第1平板部101の長さ方向とが一致し、幅方向の両端の側面が第1平板部101と平面視して一致するように、第1平板部101へ配設されている。具体的な形状としては、例えば弾性体100が上述の寸法である場合に、圧電素子200は、長さ（長尺方向の長さ）を16mm、幅（平板面の長尺方向に直交する方向の長さ）を3mmとし、厚みを0.2mmとしている。なお、この際、圧電素子200は、貫通孔121を平面視して塞がないように、第1平板部101へ配設されている。圧電素子200は、本発明の「駆動素子」に相当する。

[0044] 第1平板部101の両主面に配設される各圧電素子200は、当該圧電素子200および第1平板部101の主面である平板面に垂直な方向から見て一致するように、第1平板部101に配設されている。

[0045] 圧電素子200は、圧電セラミックスからなる長尺状の圧電体部と、圧電体部の厚み方向の両端すなわち対向する平板面に形成されている駆動電圧印加用の電極とにより構成されており、当該駆動電圧の印加によりd31モードで駆動するものである。この際、各圧電素子200に同じ駆動電圧を印加した場合に、圧電素子200は長尺方向の同一方向に同一変位量で伸縮するような構造とされており、このような駆動に対応した電極パターンが各圧電素子200に形成されている。図3（A）は本実施形態の圧電アクチュエータ10に駆動電圧を印加する電極パターンを示す分解斜視図であり、図3（B）は図3（A）で示すラインでの断面図である。

[0046] 弾性体 100 の第 1 平板部 101 の上面側に配設されている圧電素子 200 には、第 1 平板部 101 と反対側の面に第 1 対向電極 211 が形成されている。第 1 対向電極 211 は、圧電素子 200 の上面側の全面に形成されている。さらに、第 1 平板部 101 の上面側に配設されている圧電素子 200 には、第 1 平板部 101 側の面に第 2 対向電極 212 が形成されている。第 2 対向電極 212 は、圧電素子 200 の全幅に亘り形成されているが、長尺方向については、第 1 平板部 101 の貫通孔 121 側の端部から所定領域が非形成領域となるように、形成されている。この非形成領域には、第 1 対向電極 211 に側面電極を介して接続されている第 1 接続電極 211A が形成されている。

[0047] 第 1 平板部 101 の上面には、第 2 対向電極 212 に接続される上面側配線電極 111 が形成されており、第 1 接続電極 211A に接続される上面側配線電極 113 が形成されている。これら上面側配線電極 111, 113 は、一方端が第 1 平板部 101 の貫通孔 121 側の端部に達し、他方端がそれぞれ第 2 対向電極 212, 第 1 接続電極 211A と平面視して重なる位置まで延びるように形成されている。この際、上面側配線電極 113 の他方端が圧電素子 200 の貫通孔 121 側の端部付近まで延びる形状で形成され、上面側配線電極 111 の他方端が圧電素子 200 の第 2 平板部 102 側の端部付近まで延びる形状で形成されている。この構成により、上面側配線電極 111, 113 が離間され、第 1 平板部 101 に駆動電圧印加用の電極パターンを引き回しても、所望の駆動電圧を、効果的に圧電素子 200 へ印加することができる。

[0048] 第 1 平板部 101 の下面（上面に対向する面）には、上面側配線電極 111, 113 に対して、第 1 平板部 101 を基準として面对称に、下面側配線電極 112, 114 が形成されている。上面側配線電極 111 と下面側配線電極 112 は、導電性スルーホール 115A により、接続されている。上面側配線電極 113 と下面側配線電極 114 は、導電性スルーホール 115B により、接続されている。これら導電性スルーホール 115A, 115B は

、第1平板部101の貫通孔121側の端部付近に形成されている。

[0049] 弾性体100の第1平板部101の下面側に配設されている圧電素子200には、第1平板部101と反対側の面に第3対向電極213が形成されている。第3対向電極213は、圧電素子200の下面側の全面に形成されている。さらに、第1平板部101の下面側に配設されている圧電素子200には、第1平板部101側の面に第4対向電極214が形成されている。第4対向電極214は、圧電素子200の全幅に亘り形成されているが、長尺方向については、第1平板部101の貫通孔121側の端部から所定領域が非形成領域となるように、形成されている。この非形成領域には、第3対向電極213に側面電極を介して接続されている第3接続電極213Aが形成されている。すなわち、弾性体100の第1平板部101の上面側に配設されている圧電素子200に形成された第1対向電極211、第2対向電極212、および第1接続電極211Aに対して第1平板部101を基準として面对称に、第3対向電極213、第4対向電極214、および第3接続電極213Aが形成されている。

[0050] このような構成に対して、上面側配線電極111および下面側配線電極112の組を第1の電位とし、上面側配線電極113および下面側配線電極114の組を第1の電位とは正負逆符号の第2の電位とする駆動電圧を印加することで、第1平板部101の両面に配設されている圧電素子200は、長尺方向へ伸縮する。この圧電素子200の伸縮運動による応力は第1平板部101に伝わり、第1平板部101が振動する。この振動は第1狭幅部104を介して第2平板部102に作用する。これにより、第2平板部102が振動する。これにより、圧電アクチュエータ10は、バイモルフ型の圧電アクチュエータとして機能する。

[0051] そして、この構成とすることで、二枚の圧電素子200の平板面に垂直な方向の振動は殆ど生じず、平板面に沿った振動方向の最大変位量のみを大きくすることができるので、平板面に垂直な方向への雑音を発生させることなく、第1平板部101に対して、平板面に平行な方向へ大きな伸縮運動を発

生させることができる。

[0052] なお、圧電素子 200 は、弾性体 100 よりも線膨張係数が小さな材料により形成される。このような線膨張係数の圧電素子 200 を用いることで、圧電素子 200 と弾性体 100 との線膨張係数の差により、圧電素子 200 に圧縮方向の応力が加わるので、機械的強度を向上させることができる。

[0053] また、本実施形態のように、弾性体 100 に圧電素子 200 を配設する構成とすることで、圧電素子 200 への外力に対する強度を向上することができる。

[0054] このような構成からなる圧電アクチュエータ 10 は、次に示すような挙動を生じる。図 4 (A) は圧電アクチュエータ 10 の挙動を説明するための外観斜視図であり、図 4 (B) は第 1 平板部 101 と第 2 平板部 102 の接続部を部分拡大した平面図である。

[0055] 図 4 に示すように、圧電アクチュエータ 10 は、貫通孔 121, 123 を挿嵌するネジ等により、図示しない筐体に固定されている。したがって、第 1 平板部 101 の貫通孔 121 側の端部、言い換えれば第 1 平板部 101 の第 2 平板部 102 と反対側の端部と、第 3 平板部 103 は、筐体に対して固定され動かない。

[0056] このような固定状態において、上述のように圧電素子 200 に駆動電圧を印加すると、圧電素子 200 から加わる長尺方向に沿った応力と弾性体 100 の弾性により、第 1 平板部 101 は長尺方向に沿って振動する。

[0057] この際、第 1 平板部 101 の貫通孔 121 側の端部が固定されていることにより、図 4 (B) に示すように、第 1 平板部 101 の第 2 平板部 102 側の端部と第 2 平板部 102 との距離が変化する。この第 1 平板部 101 の振動により、第 2 平板部 102 へ押す力と引く力とが交互に加わる。この力は、第 1 狭幅部 104 を介して第 2 平板部 102 へ伝達される。

[0058] ここで、上述のように、第 3 平板部 103 が固定され、第 2 平板部 102 が第 2 狭幅部 105 を介して第 3 平板部 103 に接続されていることにより、第 2 平板部 102 は、第 1 平板部 101 から加わる力により、長尺方向に

振動することはできず、第3平板部103の第3狭幅部105の接続端を基準として平板面に平行な円弧状に振動する。

[0059] すなわち、圧電素子200の伸縮する力に基づいて、第1平板部101の第1狭幅部104の接続端を力点とし、第3平板部103の第2狭幅部105の接続端を支点として、この原理によって、第2平板部102が円弧状に振動する。そして、このようないこの原理を用い、第2平板部102の第1平板部101と反対側の端部を作用点とすれば、力点・支点間（第1狭幅部104と第2狭幅部105との間隔に略相当）の距離よりも、支点・作用点間の距離が大幅に長くなることで、第1平板部101の振動量よりも大きな振動量の円弧状振動を、作用点で実現することができる。したがって、当該作用点となる第2平板部102の貫通孔122を介して振動を伝達すべき振動伝達手段（例えば、後述のタッチパネル）を固定すれば、比較的小さな圧電素子200の伸縮運動によって、より大きな振幅の振動を振動伝達手段に与えることができる。

[0060] なお、第1狭幅部104と第2狭幅部105との間隔、すなわち力点・支点間の間隔は特に具体例を示していないが、できる限り近接させることが望ましい。具体的には、図2に示すように、第1狭幅部104の幅を $W4$ とし、第2狭幅部105の幅を $W5$ とし、これら第1狭幅部104と第2狭幅部105との間の開口部106の幅を $W6$ とした場合、 $W4 > W6$ 、且つ $W5 > W6$ であるとよい。

[0061] また、第1狭幅部104の幅 $W4$ と第2狭幅部105の幅 $W5$ は、当該幅方向への機械的強度と、当該幅による円弧状振動への抵抗力とを、鑑みて適宜設定すればよい。例えば、第1平板部101および第2平板部102の幅の $1/5$ 程度であるとよい。

[0062] このような圧電アクチュエータ10を用いることで、次に示すような触覚提示装置9を実現できる。図5は、本実施形態の触覚提示装置9の構造を説明するための分解斜視図である。図6は、圧電アクチュエータ10の設置構造を説明するための部分拡大分解斜視図である。

[0063] 触覚提示装置 9 は、上述の圧電アクチュエータ 10 に相当する圧電アクチュエータ 10 A、10 B と、筐体 90 と、上述の振動伝達手段となるタッチパネル 97 が固定された正面部材 91 と、を備える。

[0064] 筐体 90 は、所定厚みで、平面視した形状が長方形の外形からなり、平板状の第 1 主面を有する。筐体 90 は、一对の対角位置に、それぞれ圧電アクチュエータ 10 A、10 B を設置するためのタップ（ねじ穴）93 A、93 B、94 A、94 B が形成されている。また、当該対角位置には、それぞれ貫通溝 95 A、95 B が形成されている。貫通溝 95 A、95 B は、後述する圧電アクチュエータ 10 A の振動により、後述するネジ 85 A、85 B が筐体 90 に接触しない形状で形成されている。タップ 93 A、94 A、貫通溝 95 A は、筐体 90 の短手方向の一方の端部付近に、長手方向に沿って形成されている。同様に、タップ 93 B、94 B、貫通溝 95 B は、筐体 90 の短手方向の他方の端部付近に、長手方向に沿って形成されている。

[0065] なお、タップ 94 A、94 B には、圧電アクチュエータ 10 A、10 B の貫通孔 123 A、123 B の開口形状に応じた外形（図では平面視して正方形）を有する側壁が立設されている。このような側壁を備えることで、第 3 平板部 103 A、103 B における貫通孔 123 A、123 B の周辺に位置する部分を固定し、上述の圧電アクチュエータ 10 A、10 B による力が第 3 平板部 103 A、103 B に加わっても、第 3 平板部 103 A、103 B が滑って回転することを防止できる。これにより、第 3 平板部 103 A、103 B をより確実に筐体 90 に固定でき、支点の移動を抑制できる。この結果、より効果的な円弧状振動を実現できる。

[0066] 正面部材 91 は、カバー部材であり、筐体 90 側にタッチパネル 97 が固定されている。正面部材 91 は、平面視した外形形状が筐体 90 と略同じであり、中央に開口領域 92 を備える。開口領域 92 は、固定されるタッチパネル 97 の表示領域に応じて面積が設定されている。

[0067] 正面部材 91 は、一对の対角位置に、それぞれ圧電アクチュエータ 10 A、10 B に接続するためのタップ 96 A（図示せず）、96 B が形成されて

いる。

- [0068] 圧電アクチュエータ 10 A, 10 B は、筐体 90 の正面部材 91 と反対側の面に設置されている。圧電アクチュエータ 10 A、10 B は、長尺方向が筐体 90 の長手方向に沿うように配置されている。
- [0069] 圧電アクチュエータ 10 A の貫通孔 121 A にはネジ 83 A が挿嵌され、当該ネジ 83 A は筐体 90 のタップ 93 A に螺合している。圧電アクチュエータ 10 A の貫通孔 123 A にはネジ 84 A が挿嵌され、当該ネジ 84 A は筐体 90 のタップ 94 A に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10 A の第 1 平板部 101 A 側の端部および第 3 平板部 103 A は筐体 90 に固定される。
- [0070] 圧電アクチュエータ 10 A の貫通孔 122 A にはネジ 85 A が挿嵌され、当該ネジ 85 A は、筐体 90 の貫通溝 95 A を挿嵌し、正面部材 91 のタップ 96 A に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10 A の第 2 平板部 102 A 側の端部は正面部材 91 に固定される。
- [0071] 圧電アクチュエータ 10 B の貫通孔 121 B にはネジ 83 B が挿嵌され、当該ネジ 83 B は筐体 90 のタップ 93 B に螺合している。圧電アクチュエータ 10 B の貫通孔 123 B にはネジ 84 B が挿嵌され、当該ネジ 84 B は筐体 90 のタップ 94 B に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10 B の第 1 平板部 101 B 側の端部および第 3 平板部 103 B は筐体 90 に固定される。
- [0072] 圧電アクチュエータ 10 B の貫通孔 122 B にはネジ 85 B が挿嵌され、当該ネジ 85 B は、筐体 90 の貫通溝 95 B を挿嵌し、正面部材 91 のタップ 96 B に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10 B の第 2 平板部 102 B 側の端部は正面部材 91 に固定される。
- [0073] このような構造において、圧電アクチュエータ 10 A, 10 B を駆動すると、上述の振動が正面部材 91 に伝達し、正面部材 91 が筐体 90 に対して振動する。図 7 は、本実施形態に係る触覚提示装置 9 における筐体 90 に対するタッチパネル 97 の挙動例を示す平面図である。

[0074] 図7に示すように、本実施形態の構成を用いれば、圧電アクチュエータ10A, 10Bの圧電素子200の伸縮運動（筐体90の長手方向に沿った振動運動（太矢印901A, 901B））によって、筐体90の短手方向（平板面内の長手方向に直交する方向）に略沿ってタッチパネル97（正面部材91）が振動運動（細矢印911A, 911B）する。

[0075] このように、本実施形態の構成を用いれば、筐体90および正面部材91の平板面と平行な平板面を有する圧電アクチュエータ10A, 10Bにより、振動伝達手段であるタッチパネル97付きの正面部材91を、平板面内で振動させることができる。

[0076] そして、圧電アクチュエータ10A, 10Bは、上述のように、平面視して筐体90および正面部材91と重なるように配置すればよいので、従来技術に示したように、正面部材91に平面内振動を生じさせる場合でも、平面視して、正面部材91の外形形状を筐体90の外形形状よりも大きくしなくてもよい。これにより、同じ振動仕様において、より小型の触覚提示装置を実現できる。

[0077] 特に、上述の構成の場合、この原理により、比較的小さな圧電素子200の振動であっても、正面部材91を大きく振動できるので、同じ大きさであれば、より振動量が大きく、効果的な触覚提示装置を実現できる。

[0078] さらに、上述のように、圧電アクチュエータ10A, 10Bは約1mm以下の厚みで形成できるので、薄型の触覚提示装置を実現できる。また、振動特性を向上させる場合、圧電アクチュエータ10A, 10Bの幅を広くすればよいが、本実施形態の構成では、幅を広くしても触覚提示装置の厚みは変化しないので、この点においても薄型の触覚提示装置を容易に実現できる。

[0079] また、上述のように、正面部材91及びタッチパネル97の振動が平板面に平行であるので、平板面に垂直な振動による雑音が発生せず、雑音を小さくすることができる。さらにまた、上述のように、圧電アクチュエータ10A, 10Bが平面内で振動することにより、圧電アクチュエータ10A, 10Bから、平板面に垂直な方向を振動方向とする雑音が発生せず、雑音を小

さくできる。

[0080] また、本実施形態の構成では、各圧電アクチュエータ 10 A, 10 B は、第 2 平板部 102 A, 102 B が筐体 90 の外方側となるように、離間して配置されている。すなわち、各圧電アクチュエータ 10 A, 10 B による作用点の距離を長く取るように配置されている。これにより、筐体 90 の中心に作用点が近づく場合よりも、正面部材 91 に対してより大きな振動を与えやすい。すなわち、より効果的に振動を与えられる触覚提示装置を実現できる。

[0081] なお、本実施形態では、圧電アクチュエータ 10 A, 10 B を筐体 90 の対角位置にそれぞれ一個ずつ配置する例を示したが、少なくとも一個の圧電アクチュエータ 10 を筐体 90 に配置すればよい。この場合、圧電アクチュエータ 10 が配置される位置が筐体 90 の角部に近いほど、効果的な振動が得られる。また、筐体 90 に配置される圧電アクチュエータ 10 は三個以上であってもよく、例えば、四個の圧電アクチュエータ 10 を配置する場合であれば、筐体 90 の四隅にそれぞれ配置すればよい。

[0082] また、上述の説明では、詳細に示していないが、複数の圧電アクチュエータ 10 が筐体 90 に配置される場合、各圧電アクチュエータ 10 に与える駆動用の電圧のレベルや位相を、同じにしても異ならせてもよい。例えば、図 7 に示すように、二個の圧電アクチュエータ 10 A, 10 B を用いて、異なる電圧レベルの駆動電圧を圧電アクチュエータ 10 A, 10 B にそれぞれ印加すれば、細矢印 912 に示すような所定の径からなる円弧状の振動を発生させることができる。そして、この電圧レベル差を調整することで、円弧状振動の径を変化させることもできる。これにより、より複雑な振動を発生させ、その触覚を操作者へ与えることができる。

[0083] またさらに、圧電アクチュエータ 10 A, 10 B の振幅の強弱および位相を調整するここによって、円弧状振動の回転中心の位置を移動させることができる。これにより、円弧状振動の回転中心の位置および直動振動との切り替えが可能になり、タッチパネル 97 上の異なる位置で操作者に、同一の触

覚および異なる触覚を与えることができるので、より多様な形態の触覚を操作者に提示することができる。

[0084] 次に、本発明の第2の実施形態に係る触覚提示装置9Aについて、図を参照して説明する。図8は、本実施形態に係る触覚提示装置9Aに用いられる圧電アクチュエータ10Cの平面図、および第1、第2、第3、第4側面図である。図9は、本実施形態に係る触覚提示装置9Aに用いられる圧電アクチュエータ10Cを部分拡大した平面図である。

[0085] 本実施形態の圧電アクチュエータ10Cは、第2平板部102Cが第1平板部101Cに対して直交するように形成されたものであり、他の構成は第1の実施形態に示した圧電アクチュエータ10と同じである。したがって、第1の実施形態に示した圧電アクチュエータ10と同じ箇所については、説明を省略する。

[0086] 第2平板部102Cの長尺方向と第1平板部101Cの長尺方向とは、直交している。この際、第1平板部101Cの平板面と第2平板部102Cの平板面は、同じ平面内となるように、第1平板部101Cおよび第2平板部102Cが形成されている。

[0087] 第2平板部102Cは、第1平板部101Cの幅方向における第3平板部103Cの形成側と反対側に延びるように形成されている。

[0088] このような構造とすることで、圧電アクチュエータ10Cの作用点は、圧電素子200の伸縮方向に略平行な方向に沿って振動する。

[0089] このような構成の圧電アクチュエータ10Cを用いることで、次に示すような触覚提示装置9Aを実現できる。図10は、本実施形態の触覚提示装置9Aの構造を説明するための分解斜視図である。

[0090] 本実施形態の触覚提示装置9Aは、圧電アクチュエータ10C、10Dの設置構造が第1の実施形態に示した触覚提示装置9と異なるものであり、他の構成要素の基本的構成は同じである。したがって、同じ箇所については説明を省略する。

[0091] 圧電アクチュエータ10Cと圧電アクチュエータ10Dは、基本的構造が

同じものであり、筐体 90A に対する設置面が逆転したものである。

[0092] 筐体 90A は、短手方向の一方端付近であって長手方向の一方端に、タップ 93C、94C および貫通溝 95C が形成されている。この際、タップ 94C は筐体 90A の角部に近接した位置に形成されており、当該タップ 94C から筐体 90A の短手方向に所定距離の位置にタップ 93C が形成されている。また、タップ 94C から筐体 90A の長手方向に所定距離の位置に貫通溝 95C が形成されている。貫通溝 95C は、後述する圧電アクチュエータ 10C の振動により、ネジ 85C が筐体 90A に接触しない形状で形成されている。

[0093] 筐体 90A は、短手方向の一方端付近であって長手方向の他方端に、タップ 93D、94D および貫通溝 95D が形成されている。この際、タップ 94D が筐体 90A の角部に近接した位置に形成されており、当該タップ 94D から筐体 90A の短手方向に所定距離の位置にタップ 93D が形成されている。また、タップ 94D から筐体 90A の長手方向に所定距離の位置に貫通溝 95D が形成されている。貫通溝 95D は、後述する圧電アクチュエータ 10D の振動により、ネジ 85D が筐体 90A に接触しない形状で形成されている。

[0094] 正面部材 91A はタッチパネル 97（図示せず）を備え、短手方向の一方端付近にタップ 96C（図示せず）、96D が形成されている。

[0095] 圧電アクチュエータ 10C の貫通孔 121C にはネジ 83C が挿嵌され、当該ネジ 83C は筐体 90A のタップ 93C に螺合している。圧電アクチュエータ 10C の貫通孔 123C にはネジ 84C が挿嵌され、当該ネジ 84C は筐体 90A のタップ 94C に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10C の第 1 平板部 101C 側の端部および第 3 平板部 103C は筐体 90A に固定される。

[0096] 圧電アクチュエータ 10C の貫通孔 122C にはネジ 85C が挿嵌され、当該ネジ 85C は、筐体 90A の貫通溝 95C を挿嵌し、正面部材 91A のタップ 96C（図示せず）に螺合している。これにより、圧電アクチュエー

タ 10C の第 2 平板部 102C 側の端部は正面部材 91A に固定される。

[0097] 圧電アクチュエータ 10D の貫通孔 121D にはネジ 83D が挿嵌され、当該ネジ 83D は筐体 90A のタップ 93D に螺合している。圧電アクチュエータ 10D の貫通孔 123D にはネジ 84D が挿嵌され、当該ネジ 84D は筐体 90A のタップ 94D に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10D の第 1 平板部 101D 側の端部および第 3 平板部 103D は筐体 90A に固定される。

[0098] 圧電アクチュエータ 10D の貫通孔 122D にはネジ 85D が挿嵌され、当該ネジ 85D は、筐体 90A の貫通溝 95D を挿嵌し、正面部材 91A のタップ 96D に螺合している。これにより、圧電アクチュエータ 10D の第 2 平板部 102D 側の端部は正面部材 91A に固定される。

[0099] このような構造において、圧電アクチュエータ 10C, 10D を駆動すると、上述の振動が正面部材 91A に伝達し、正面部材 91A が筐体 90A に対して振動する。図 11 は、本実施形態に係る触覚提示装置 9A における筐体 90A に対するタッチパネル 97 の挙動例を示す平面図である。

[0100] 図 11 に示すように、本実施形態の構成を用いれば、圧電アクチュエータ 10C, 10D の圧電素子 200 の伸縮運動（筐体 90A の短手方向に沿った振動運動（太矢印 901C, 901D））によって、タッチパネル 97（正面部材 91A）は、これに略平行な振動運動（細矢印 911C, 911D）となる。

[0101] このように、本実施形態の構成を用いれば、第 1 の実施形態と同様に、筐体 90A および正面部材 91A の平板面と平行な平板面を有する圧電アクチュエータ 10C, 10D により、振動伝達手段であるタッチパネル 97 付きの正面部材 91A を、平板面内で振動させることができる。

[0102] また、第 1 の実施形態と同様に、小型化、薄型化、雑音抑制効果を実現でき、複雑な触覚を与えることもできる。

[0103] なお、上述の各実施形態では、圧電アクチュエータの第 1 平板部を、全体が均一な厚みからなる弾性体で形成する例を示したが、次に示すような構成

であってもよい。図 1 2, 図 1 3 は、圧電アクチュエータの他の構成例を示す図である。

[0104] 図 1 2 (A) に示す圧電アクチュエータ 1 0 E では、第 1 平板部 1 0 1 に、厚み方向に貫通する開口部 1 3 0 が形成されている。開口部 1 3 0 は、平面視して矩形状からなり、圧電素子 2 0 0 の設置領域の面積よりも小さい形状で形成されている。

[0105] 図 1 2 (B) に示す圧電アクチュエータ 1 0 F では、第 1 平板部 1 0 1 に、厚み方向に貫通する複数の貫通穴 1 4 0 が形成されている。貫通穴 1 4 0 は、圧電素子 2 0 0 の設置領域内に、それぞれ形成されている。貫通穴 1 4 0 の形状は、図 1 2 (B) では、平面視して円形であるが、これに限らず多角形等、他の形状であってもよい。また、開口径、開口面積も特に一種類である必要はない。

[0106] 図 1 3 (A) に示す圧電アクチュエータ 1 0 G では、第 1 平板部 1 0 1 は、圧電素子 2 0 0 の設置領域内において、接続部 1 0 1 1 と固定部 1 0 1 2 とに分離されている。接続部 1 0 1 1 は、第 1 狭幅部 1 0 4 を介して第 2 平板部 1 0 2 へ接続されている。固定部 1 0 1 2 には、貫通孔 1 2 1 が形成されている。接続部 1 0 1 1 と固定部 1 0 1 2 とを離間する開口 1 5 0 は、図 1 3 (A) の例では、長尺方向に延びる形状複数の開口溝と、これら開口溝を幅方向に繋ぐ溝とによって構成されている。すなわち、接続部 1 0 1 1 の固定部 1 0 1 2 側、および固定部 1 0 1 2 の接続部 1 0 1 1 側を櫛歯状に形成し、これらを組み合わせた構造となっている。

[0107] 図 1 2 (A), (B)、図 1 3 (A) に示すように、第 1 平板部 1 0 1 に対して、厚み方向に貫通する穴、開口を形成した場合、圧電素子 2 0 0 の伸縮量に対する第 1 平板部 1 0 1 の振動の大きさを大きくすることができる。図 1 4 は、第 1 平板部 1 0 1 の圧電素子 2 0 0 設置領域での開口面積と非開口面積との比（面積比）と、第 1 平板部 1 0 1 の振動変化量の増加率との関係を示したグラフである。

[0108] 図 1 4 から分かるように、第 1 平板部 1 0 1 の圧電素子 2 0 0 設置領域で

の開口面積の比率が高くなるにしたがって、第1平板部101の振動変化量が大きくなることが分かる。これは、圧電素子200に対する第1平板部101の接触面積が低下し、圧電素子200の伸縮を規制する力が緩和されるからである。これにより、開口面積を大きくして、より効果的な振動発生が可能な圧電アクチュエータを実現できる。

[0109] ただし、開口面積の比率が大きくなるほど、外力に対する機械的強度は低下してしまう。したがって、第1平板部101に形成する開口面積を適宜設定することで、所望とする振動量を得ながら必要とする機械的強度を保持した圧電アクチュエータを実現することができる。

[0110] なお、図12(A)、(B)、図13(A)に示す変形例では第1平板部101を貫通する穴、開口を形成する例を示したが、単に厚みを薄くするだけでも、同様の効果を得ることができる。

[0111] 図13(B)に示す圧電アクチュエータ10Hでは、第1平板部101における圧電素子200の設置領域を、蛇腹構造160で形成している。具体的には、蛇腹構造160領域の厚みを薄くし、側面視した状態で連続して湾曲するような形状で形成する。この際、側面視した最大幅は、第1平板部101の他の厚みを同じになるようにしている。

[0112] このような構造であっても、上述の開口を形成する構造と同様に、圧電素子200の伸縮量を拡大した効果的な振動を発生することができる。

[0113] また、上述の説明では、圧電素子200で、第1平板部101を部分的に挟持する構成を示したが、図15、もしくは図16に示すような構造を用いてもよい。

[0114] 図15(A)は圧電素子200Jを用いた圧電アクチュエータ10Jの構成を示す外観斜視図であり、図15(B)はその分解斜視図である。なお、図15では、第1平板部に相当する部分のみを記載している。

[0115] 圧電アクチュエータ10Jは、長尺状で幅および厚みが略同じ形状からなる圧電素子200Jを備える。圧電素子200Jはチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電セラミックスにより形成されており、積層構造からなる

。圧電素子 200 J の長尺方向の一方端には固定部 121 J A が固着されている。圧電素子 200 J の長尺方向の他方端には接続部 121 J B が固着されている。固定部 121 J A と接続部 121 J B とは所定厚みの弾性体で形成され、平板面が圧電素子 200 J の長尺方向と平行になるように、配設されている。固定部 121 J A には貫通孔 121 が形成されている。接続部 121 J B には、上述の実施形態と同様に、第 1 狭幅部 104 を介して第 2 平板部 102 が接続されている。このような構造であっても、上述の説明と同様の作用効果を得ることができる。さらに、PZT を用いることで、上述の各種圧電素子よりも低い駆動電圧で駆動でき、圧電アクチュエータを駆動するための電源回路を簡略化もしくは省略することができる。また、高電圧を用いないので、当該高電圧によるノイズの発生を防止できる。

[0116] また、図 16 (A) は二枚の平板弾性体と一枚の圧電素子を用いた圧電アクチュエータ 10 K の構成を示す分解斜視図であり、図 16 (B) は図 16 (A) に示すラインでの断面図である。圧電アクチュエータ 10 K は、接続側第 1 平板部 101 K A と、固定側第 1 平板部材 101 K B と、圧電素子 200 とを備える。圧電素子 200 は、接続側第 1 平板部 101 K A と固定側第 1 平板部材 101 K B とにより、厚み方向に沿って挟持されている。

[0117] 接続側第 1 平板部 101 K A は、上述の実施形態と同様に、第 1 狭幅部 104 を介して第 2 平板部 102 に接続されている。固定側第 1 平板部座 101 K B には、上述の実施形態と同様に、貫通孔 121 が形成されている。

[0118] 接続側第 1 平板部 101 K A と固定側第 1 平板部材 101 K B とにより挟持されている圧電素子 200 には、接続側第 1 平板部 101 K A 側の面に第 1 対向電極 211 が形成されている。第 1 対向電極 211 は、圧電素子 200 の接続側第 1 平板部 101 K A 側の全面に形成されている。さらに、圧電素子 200 には、固定側第 1 平板部 101 K B 側の面に第 2 対向電極 212 が形成されている。第 2 対向電極 212 は、圧電素子 200 の全幅に亘り形成されているが、長尺方向については、固定側第 1 平板部 101 K B の貫通孔 121 側の端部から所定領域が非形成領域となるように、形成されている。

。この非形成領域には、第1対向電極211に側面電極を介して接続されている第1接続電極211Aが形成されている。

[0119] 固定側第1平板部101KBの上面には、第2対向電極212に接続されるように上面側配線電極111が形成されており、第1接続電極211Aに接続される上面側配線電極113が形成されている。これら上面側配線電極111、113は、一方端が固定側第1平板部101KBの貫通孔121側の端部に達し、他方端がそれぞれ第2対向電極212、第1接続電極211Aと平面視して重なる位置まで延びるように形成されている。

[0120] このような構造であっても、上述の実施形態に示した作用効果を得ることができる。さらに、図16の構造を用いることで、圧電素子200が弾性体に挟持されるので、外力に対する機械的強度を向上させることができる。

[0121] また、上述の第2実施形態に示した圧電アクチュエータ10C、10Dに対して、次に示すような構造であっても、同様の作用効果を得ることができる。図17は、第1平板部と第2平板部との長尺方向が直交する圧電アクチュエータの他の構造を示す図である。なお、図17(A)、(B)に示す圧電アクチュエータ10L、10Mは、基本構造は第2実施形態に示した圧電アクチュエータ10C、10Dと同じであり、ここでは異なる部分のみを説明する。

[0122] 図17(A)に示す圧電アクチュエータ10Lでは、第2平板部102Lの延びる方向が、第1平板部101Lの第2狭幅部105L側、すなわち圧電アクチュエータ10Lの屈曲位置の内側に、支点となる第3平板部103Lおよび第2狭幅部105Lが配置される構造からなる。

[0123] 図17(B)に示す圧電アクチュエータ10Mでは、第1平板部101Mの幅領域内に第3平板部103Mを設けず、屈曲位置の内側の領域に第3平板部103Mを形成した構造からなる。この構造では、第3平板部103Mを、第1平板部101Mの幅領域内に形成しないので、第3平板部103Mの形状の自由度が向上する。これにより、例えば、図17(B)に示すように、複数の貫通孔123M1、123M2を形成することができる。すなわ

ち、第1平板部101Mの形状を変えることなく、所定数および所定位置に支点形成用の貫通孔を形成できる。これにより、固定に利用する貫通孔を替えて、振動特性を変化させることができる。

[0124] なお、上述の説明では、作用点となる第2平板部の貫通孔を一個にした例を示したが、当該貫通孔を複数形成してもよい。これによっても、振動特性を変化させることができる。

符号の説明

[0125] 10, 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H, 10J, 10K, 10L, 10M: 圧電アクチュエータ、9, 9A: 触覚提示装置、83A, 83B, 83C, 83D, 84A, 84B, 84C, 84D, 85A, 85B, 85C, 85D: ネジ、90, 90A: 筐体、91, 91A: 正面部材、92: 開口領域、93A, 93B, 93C, 93D, 94A, 94B, 94C, 94D: タップ、95A, 95B, 95C, 95D: 貫通溝、97: タッチパネル、100: 弾性体、101, 101C, 101L, 101M: 第1平板部、102, 102C, 102L, 102M: 第2平板部、103, 103A, 103B, 103C, 103L, 103M: 第3平板部、104: 第1狭幅部、105, 105L: 第2狭幅部、106: 開口部、111, 113: 上面側配線電極、112, 114: 下面側配線電極、115A, 115B: 導電性スルーホール、121, 121A, 121B, 121C, 121D, 122, 122A, 122B, 122C, 122D, 123, 123A, 123B, 123C, 123D, 123M1, 123M2: 貫通孔、130: 開口部、140: 貫通穴、160: 蛇腹構造、200: 圧電素子、200J: 圧電素子、211: 第1対向電極、211A: 第1接続電極、212: 第2対向電極、1011, 121JB: 接続部、1012, 121JA: 固定部、101KA: 固定側第1平板部、101KB: 接続側第1平板部材

請求の範囲

[請求項1]

平板状の第1主面を有する筐体と、
前記第1主面に平行な平板面を有する振動伝達手段と、
前記筐体と前記振動伝達手段とに接続され、前記振動伝達手段へ振動を与える振動手段と、を備えた触覚提示装置であって、
前記振動手段は、略平板状で前記筐体および前記振動伝達手段に接続されている弾性体と、該弾性体に対して平板面に平行な振動を与える駆動素子とを備え、
前記弾性体の平板面が前記筐体の第1主面および前記振動伝達手段の平板面と平行で、且つ前記振動手段は平面視して前記筐体および前記振動伝達手段と重なり合うように配置されている、触覚提示装置。

[請求項2]

請求項1に記載の触覚提示装置であって、
前記弾性体は、
前記駆動素子が配設された第1平板部と、
前記駆動素子が配設されていない第2平板部と、
前記第1平板部および前記第2平板部の幅よりも狭い形状からなり、前記第1平板部と前記第2平板部とを接続する第1狭幅部と、
該第1狭幅部に近接し、該第1狭幅部と略同じ形状からなる第2狭幅部によって前記第2平板部に接続されている第3平板部と、を備え、
前記第1平板部の前記第2平板部と反対側の端部と前記第3平板部とが、前記筐体に固定され、
前記第2平板部の前記第1平板部と反対側の端部が、前記振動伝達手段に固定されている、触覚提示装置。

[請求項3]

請求項2に記載の触覚提示装置であって、
前記駆動素子は圧電素子であり、
該圧電素子は、前記第1平板部の両主面に配設されている、触覚提示装置。

- [請求項4] 請求項3に記載の触覚提示装置であって、
前記第1平板部の両主面に配設されたそれぞれの圧電素子は、駆動時の変形方向と変形量が互いに一致する形状で形成されている、触覚提示装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の触覚提示装置であって、
前記駆動素子は圧電素子であって、
該圧電素子は、前記第1平板部の両主面に、前記第1平板部側の電位が一致するように、配設されている、触覚提示装置。
- [請求項6] 請求項2に記載の触覚提示装置であって、
前記第1平板部は、平板面が平行な二枚の弾性体からなる固定部と接続部とからなり、
前記接続部は前記第2平板部と接続されており、
前記駆動素子は、前記固定部と前記接続部とに当接するように、前記固定部と前記接続部との間に配設されている、触覚提示装置。
- [請求項7] 請求項2乃至請求項6のいずれか一項に記載の触覚提示装置であって、
前記第1平板部は、前記駆動素子の配設領域に、少なくとも部分的に厚みを薄くした領域もしくは開口領域を備える、触覚提示装置。
- [請求項8] 請求項2に記載の触覚提示装置であって、
前記第1平板部は、固定部と接続部とからなり、前記接続部は前記第2平板部と接続されており、前記駆動素子の長手方向の両端にそれぞれ前記固定部と前記第2平板部が対向して配設されている、触覚提示装置。
- [請求項9] 請求項2乃至請求項8のいずれか一項に記載の触覚提示装置であって、
前記第1平板部と前記第2平板部とは長手方向が一致する、触覚提示装置。
- [請求項10] 請求項2乃至請求項8のいずれか一項に記載の触覚提示装置であって、

て、

前記第 1 平板部と前記第 2 平板部とは長手方向が直交する、触覚提示装置。

[請求項11] 請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の触覚提示装置であって、

前記振動伝達手段はタッチパネルである、触覚提示装置。

[請求項12] 請求項 11 に記載の触覚提示装置であって、

前記タッチパネルの少なくとも一部は透光性を有する、触覚提示装置。

[請求項13] 請求項 11 または請求項 12 に記載の触覚提示装置であって、

前記タッチパネルの主面の形状は矩形平板状である、触覚提示装置

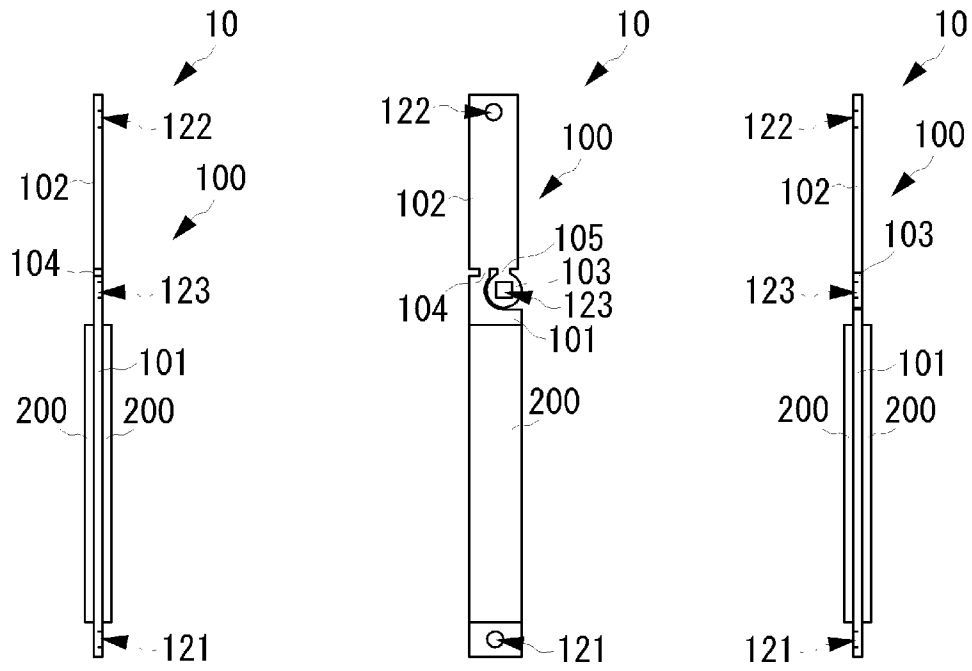
。

[図1]

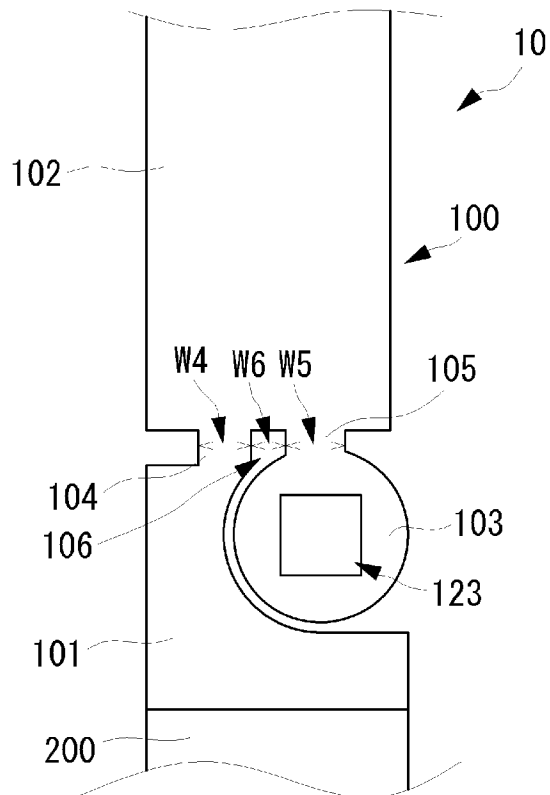
(第1側面図)

(平面図)

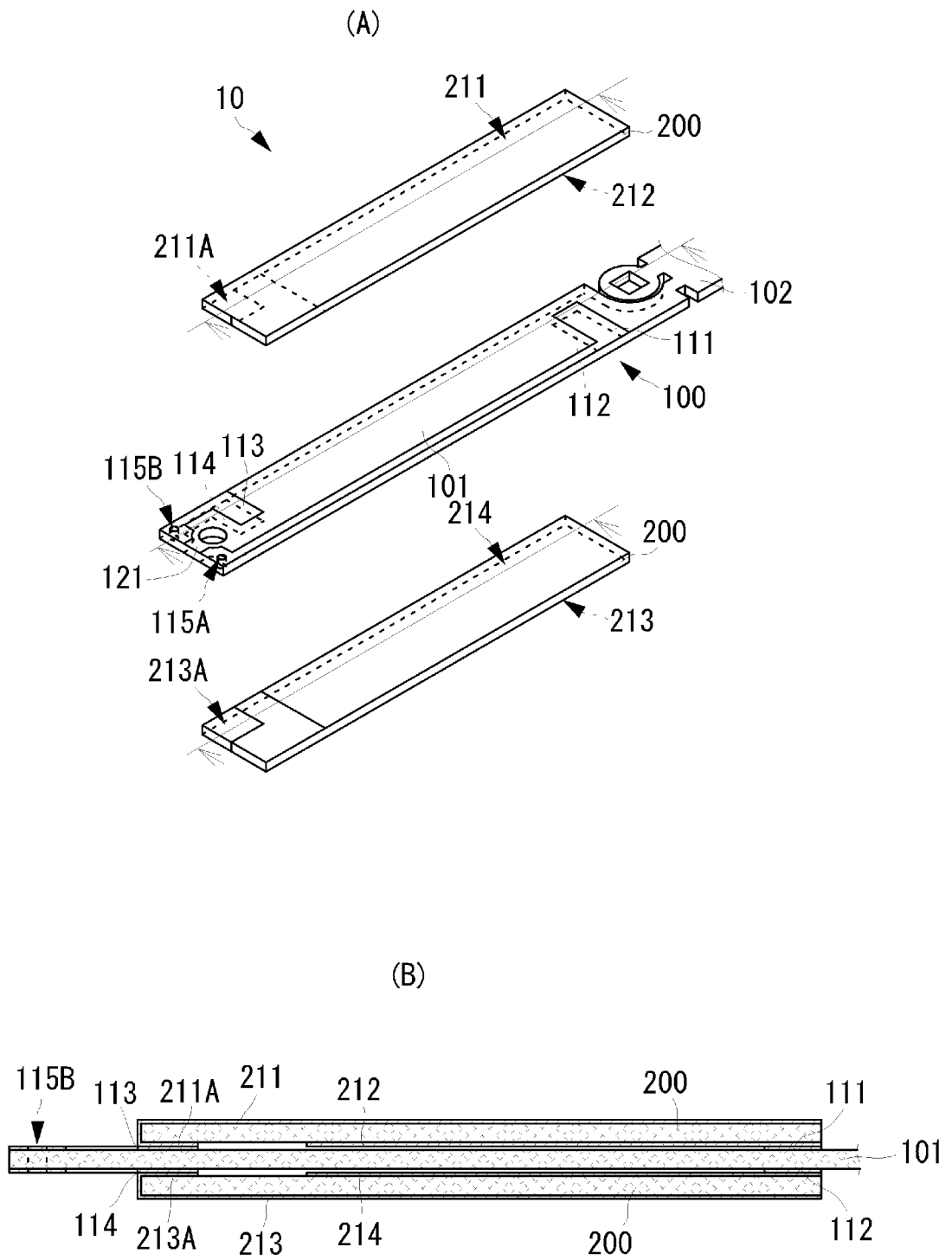
(第2側面図)



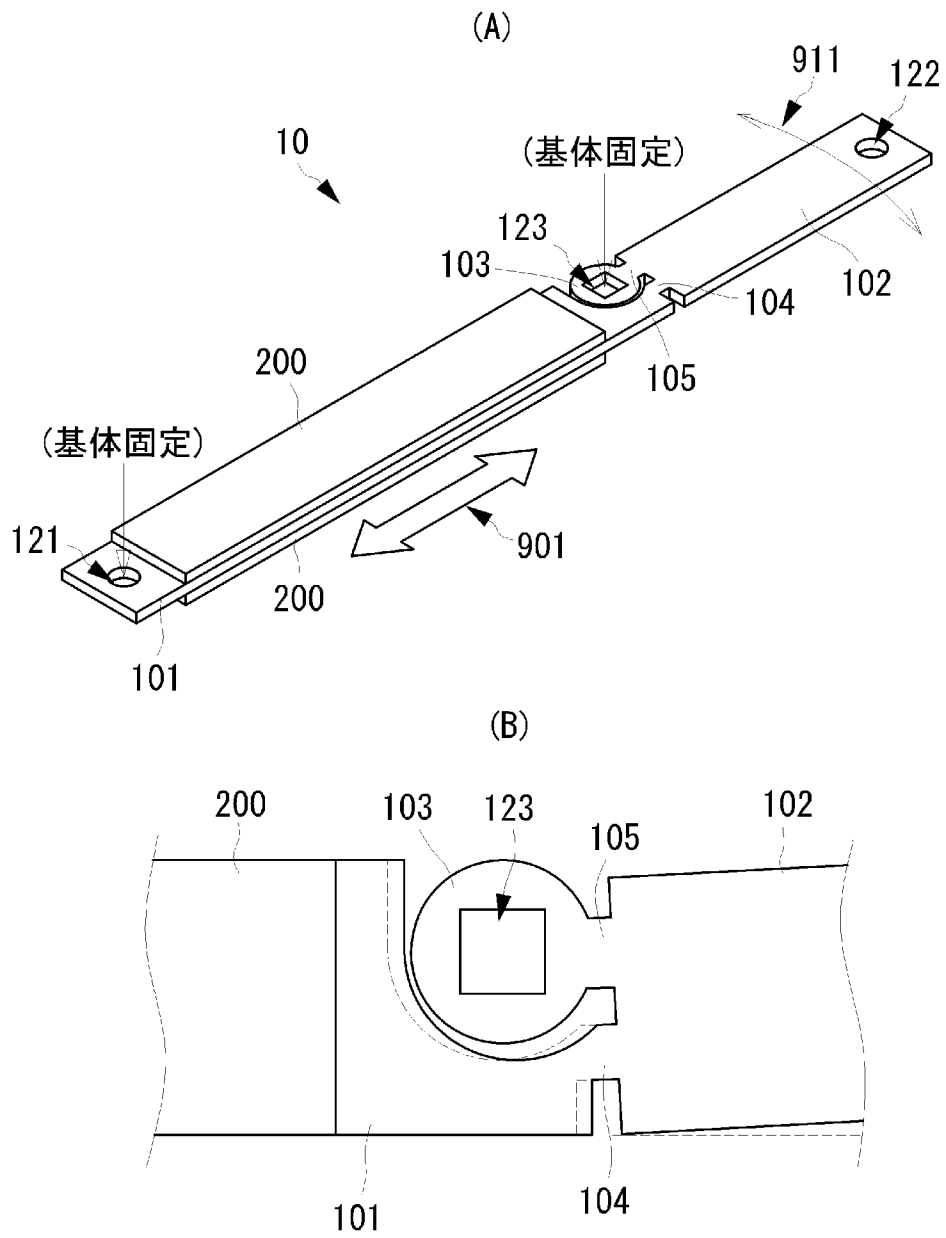
[図2]



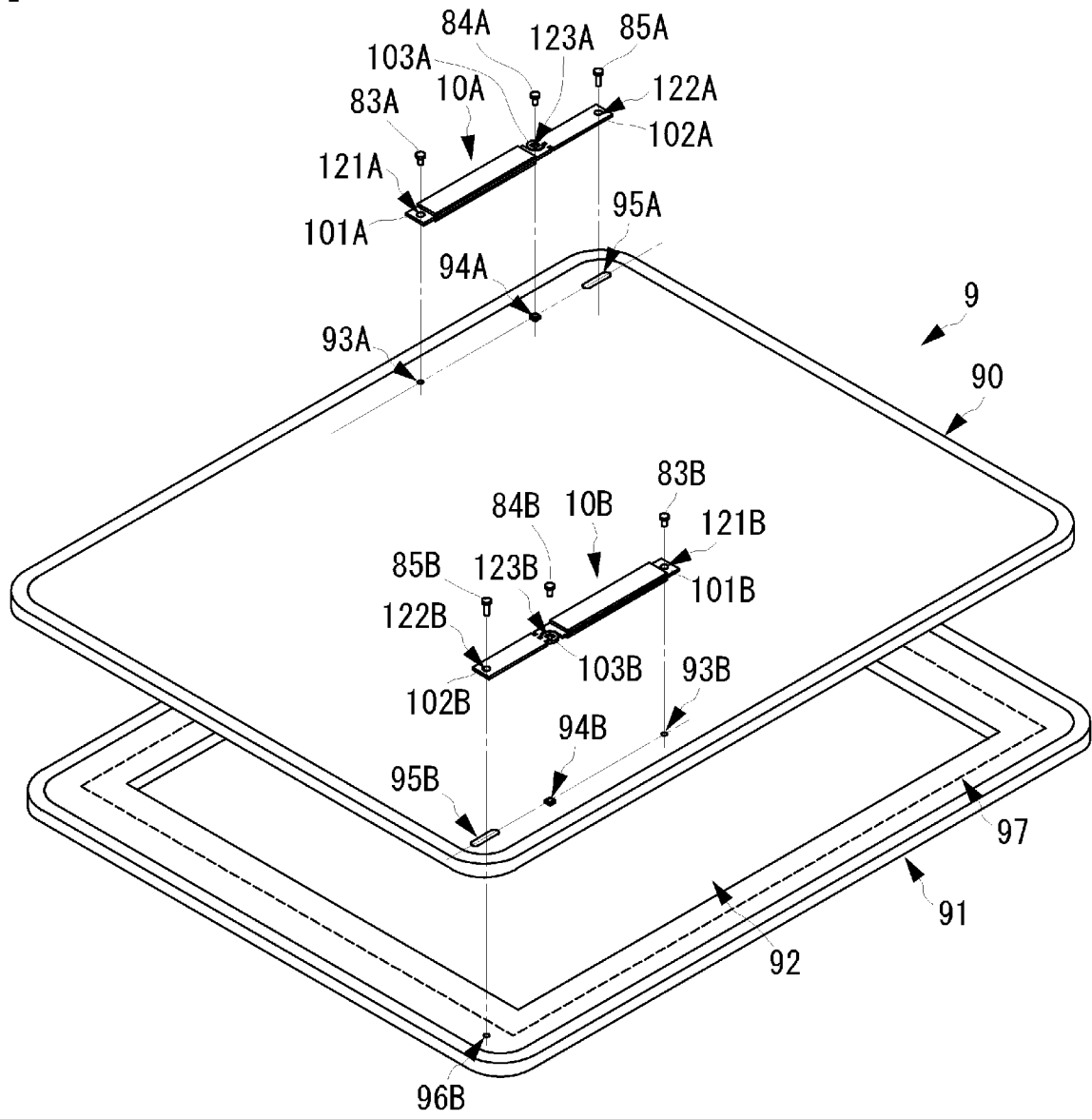
[図3]



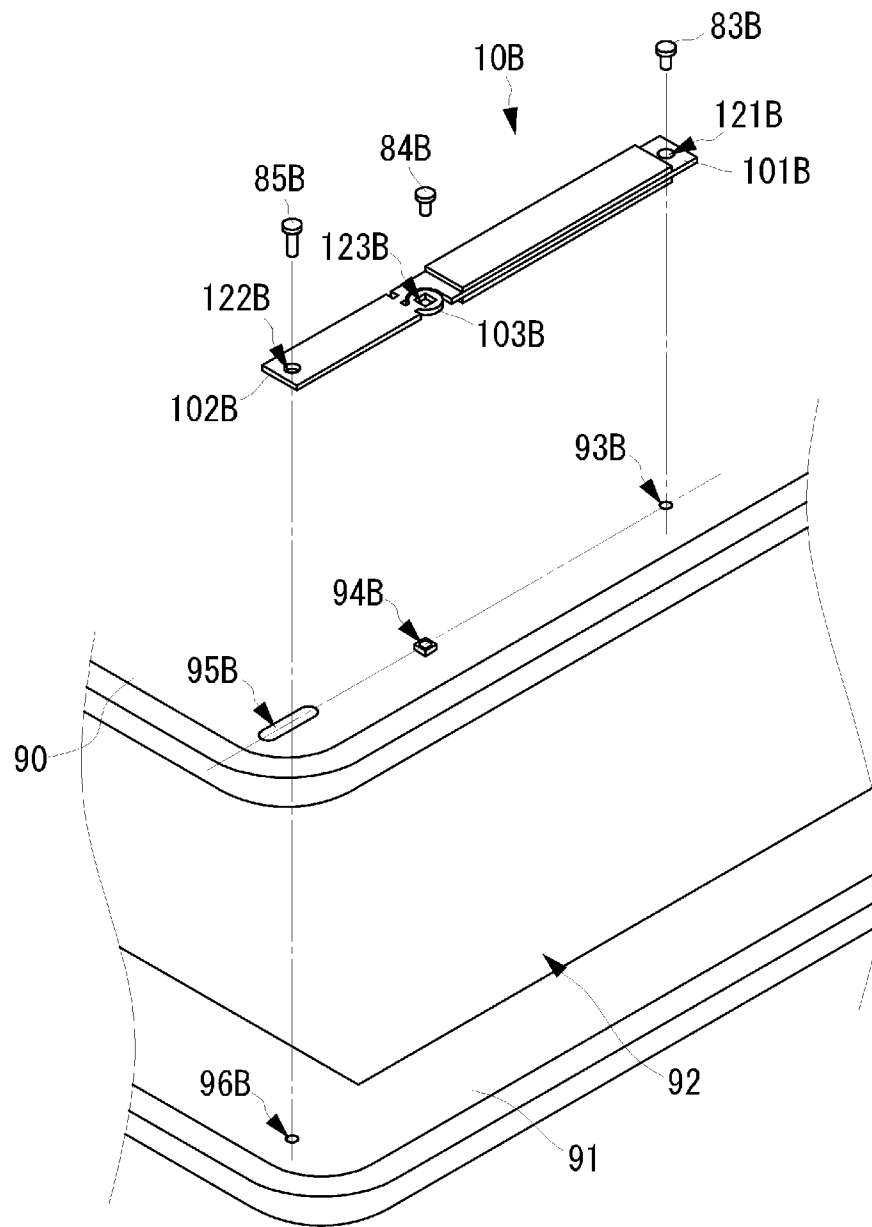
[図4]



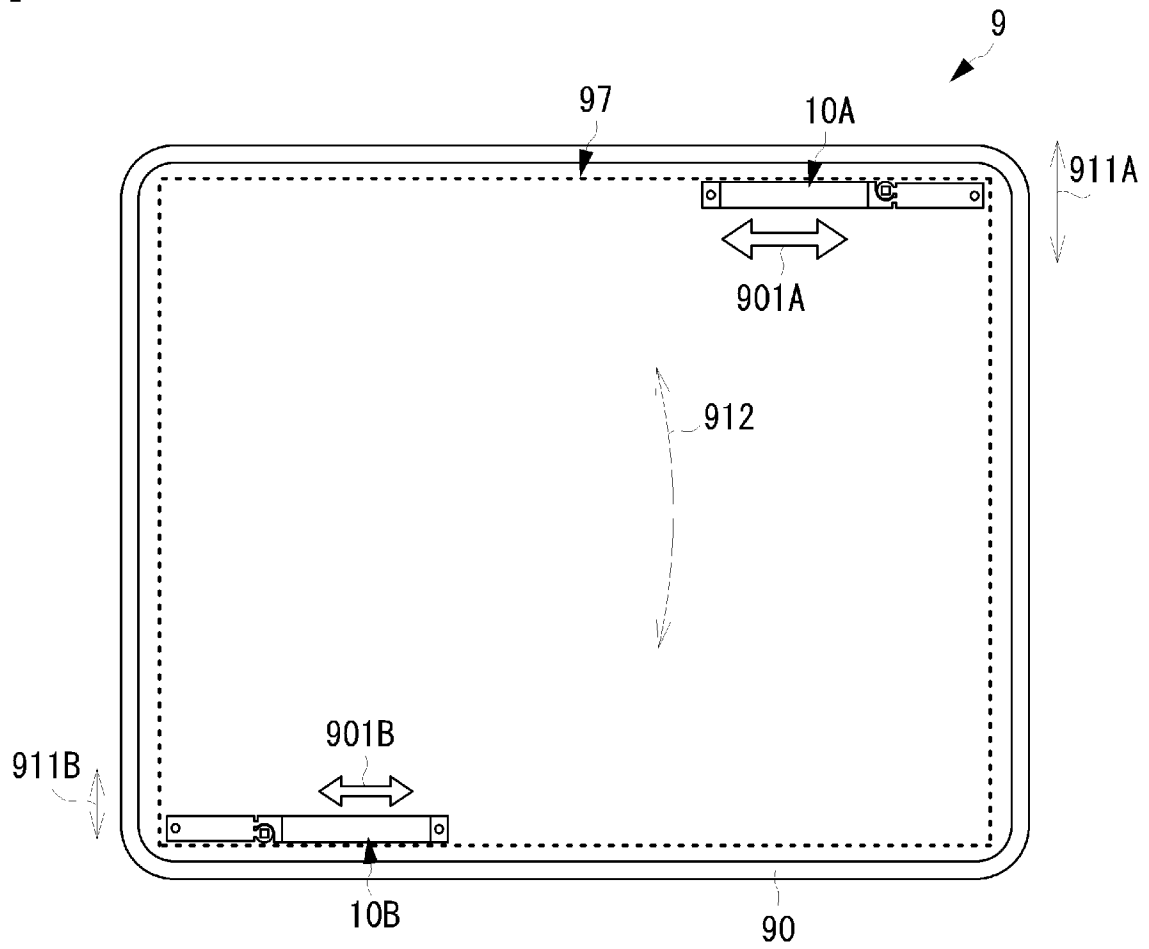
[図5]



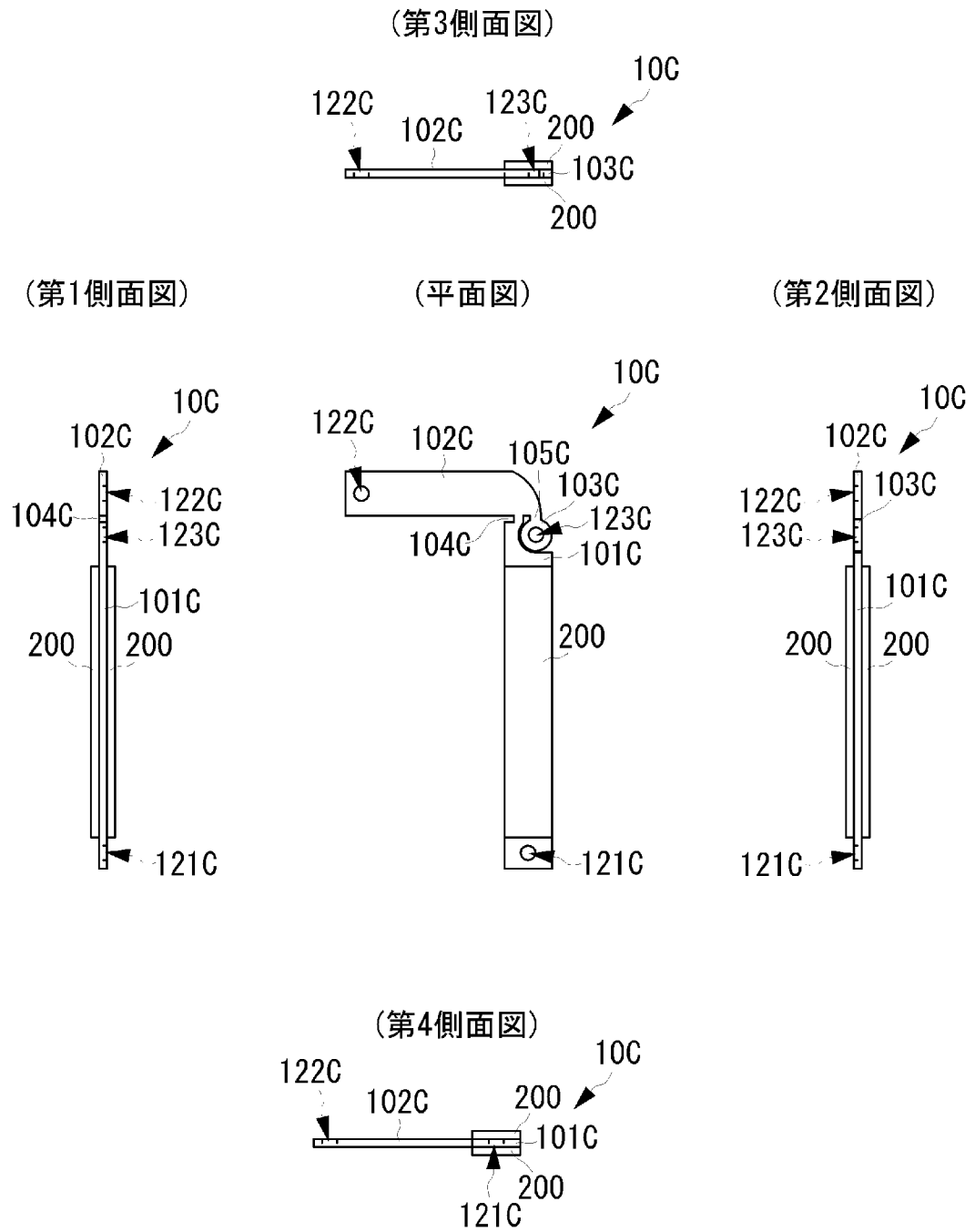
[図6]



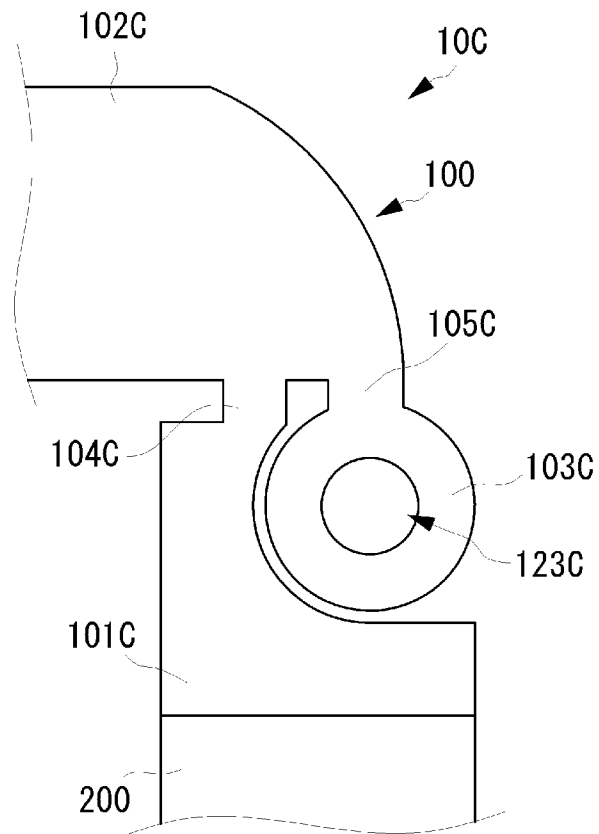
[図7]



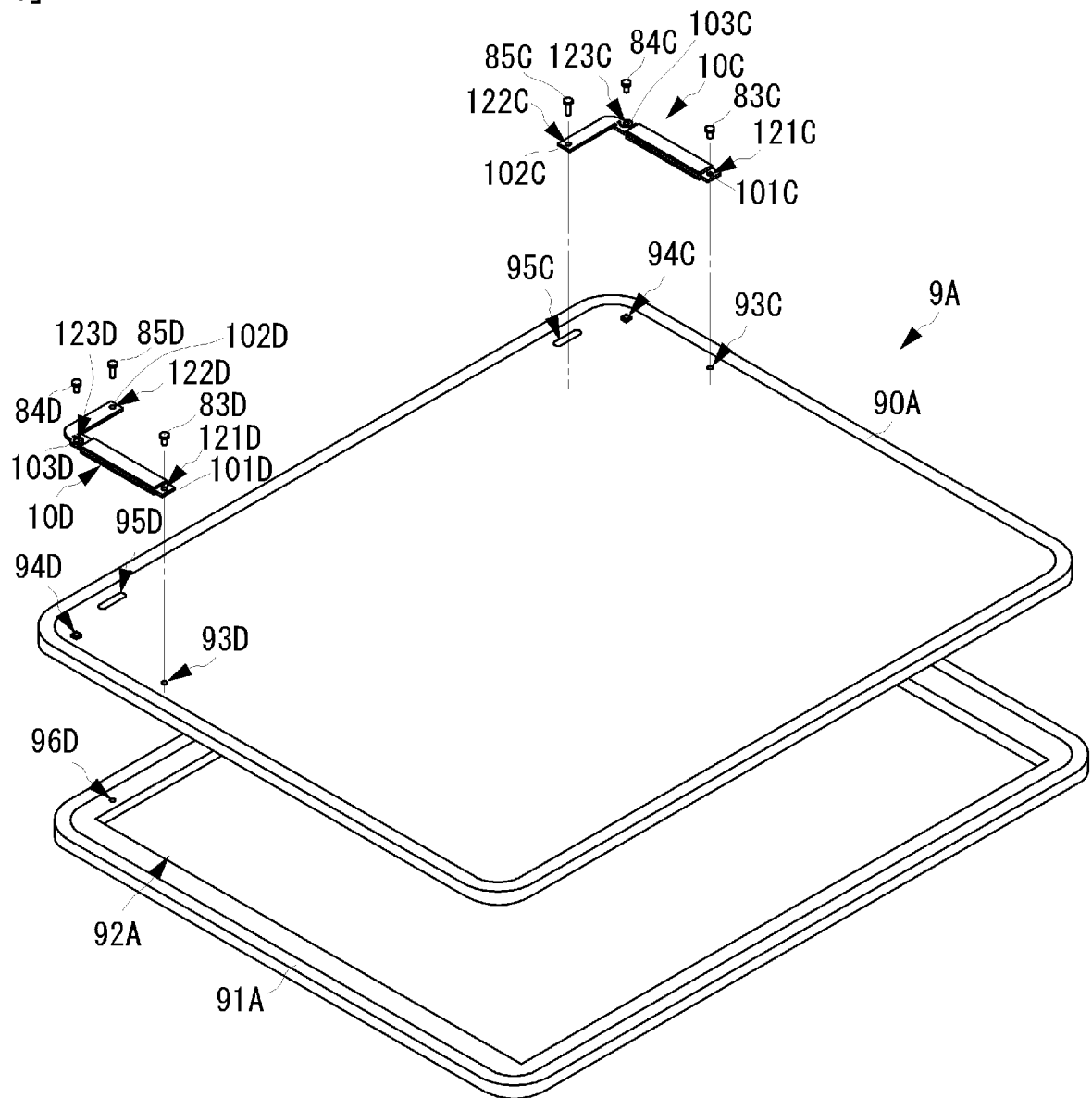
[図8]



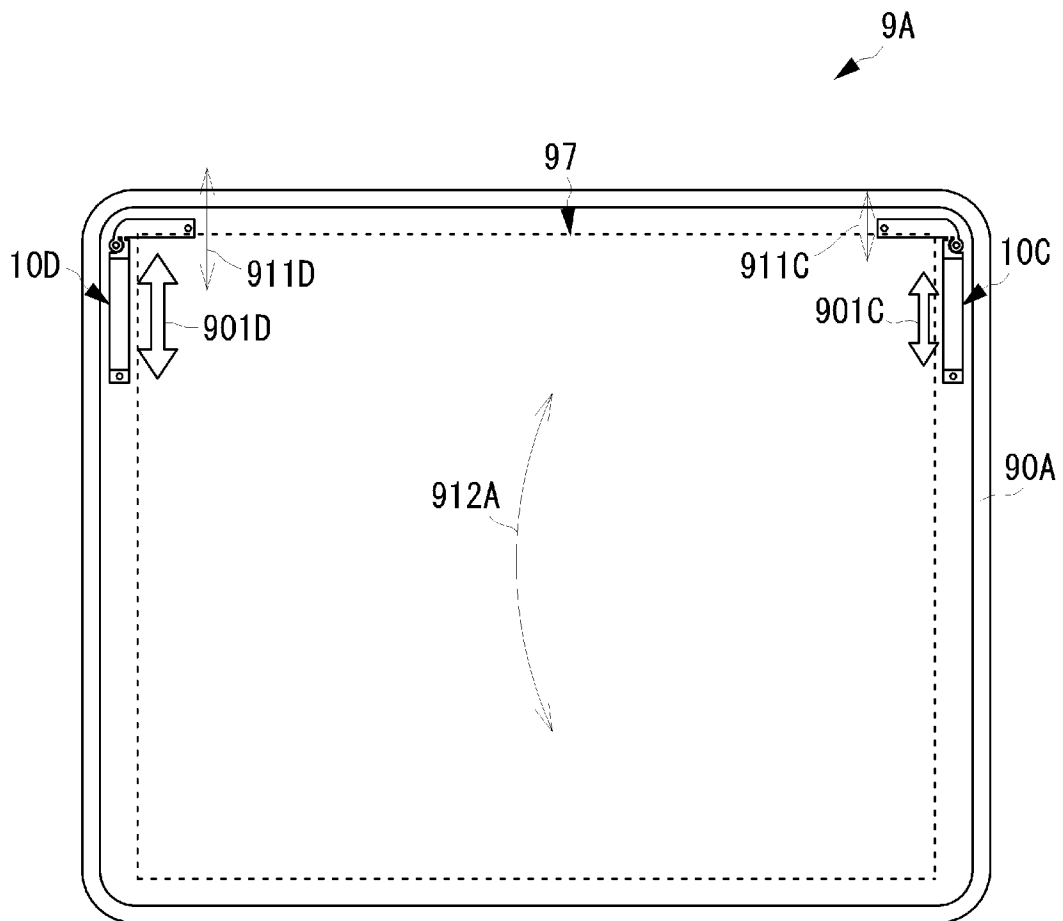
[図9]



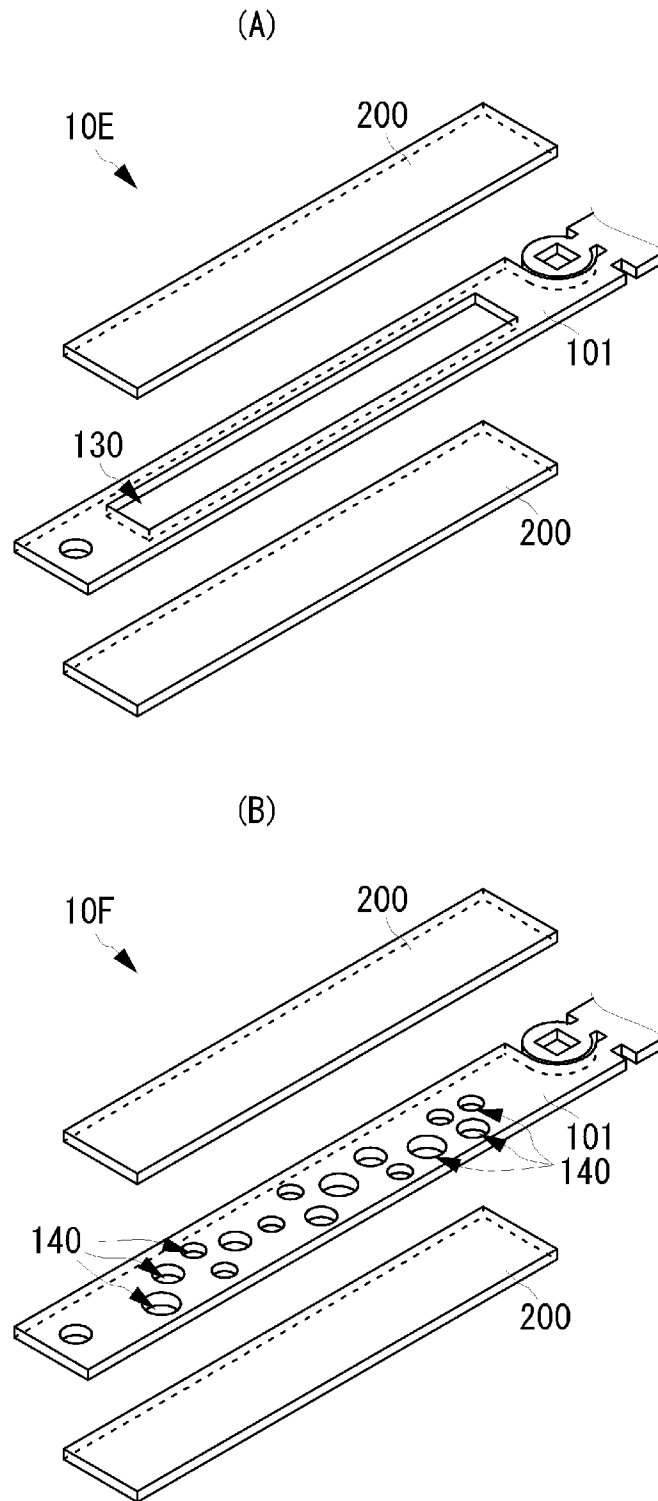
[図10]



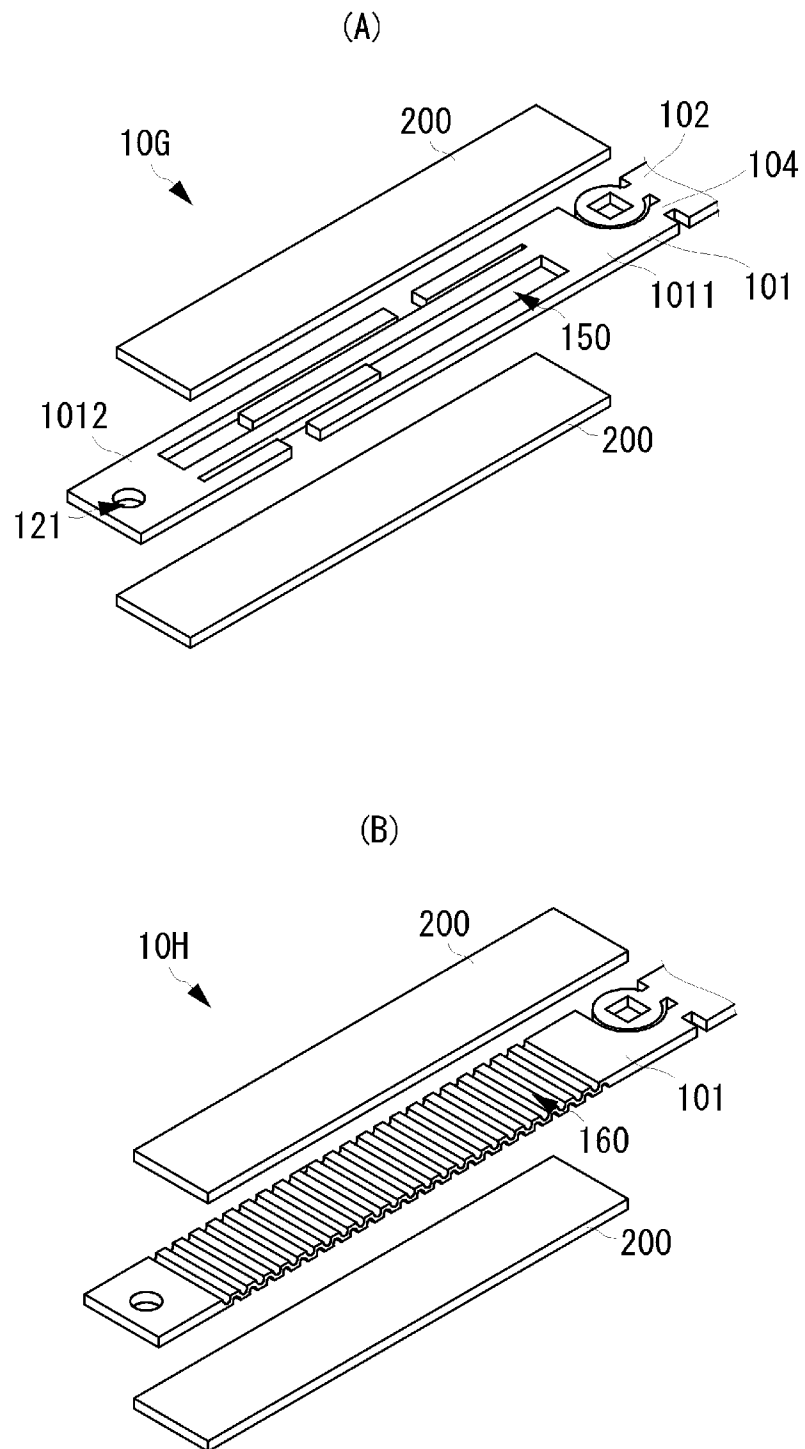
[図11]



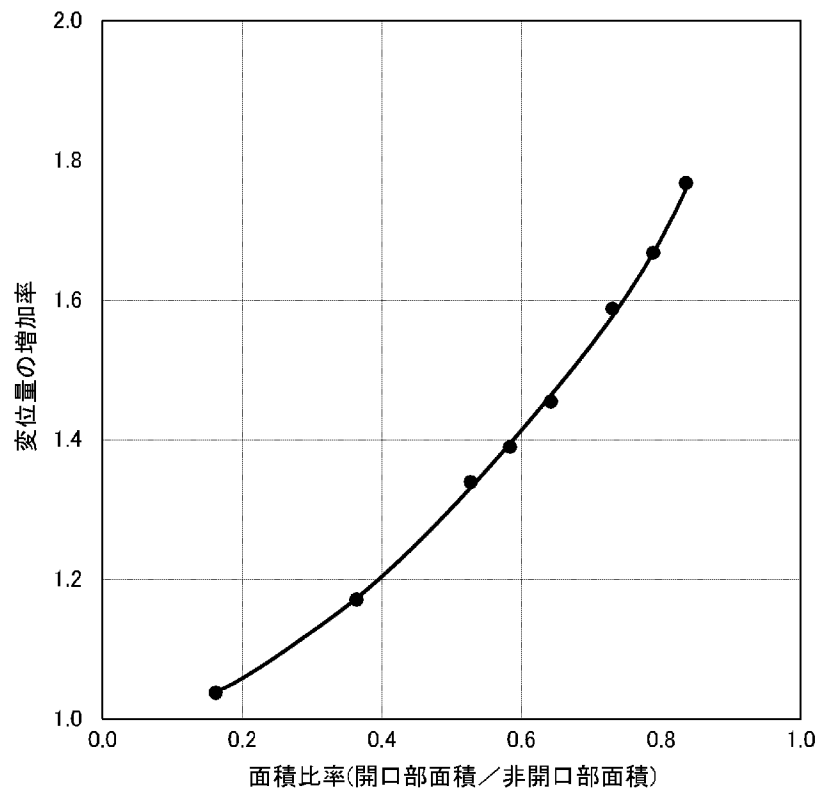
[図12]



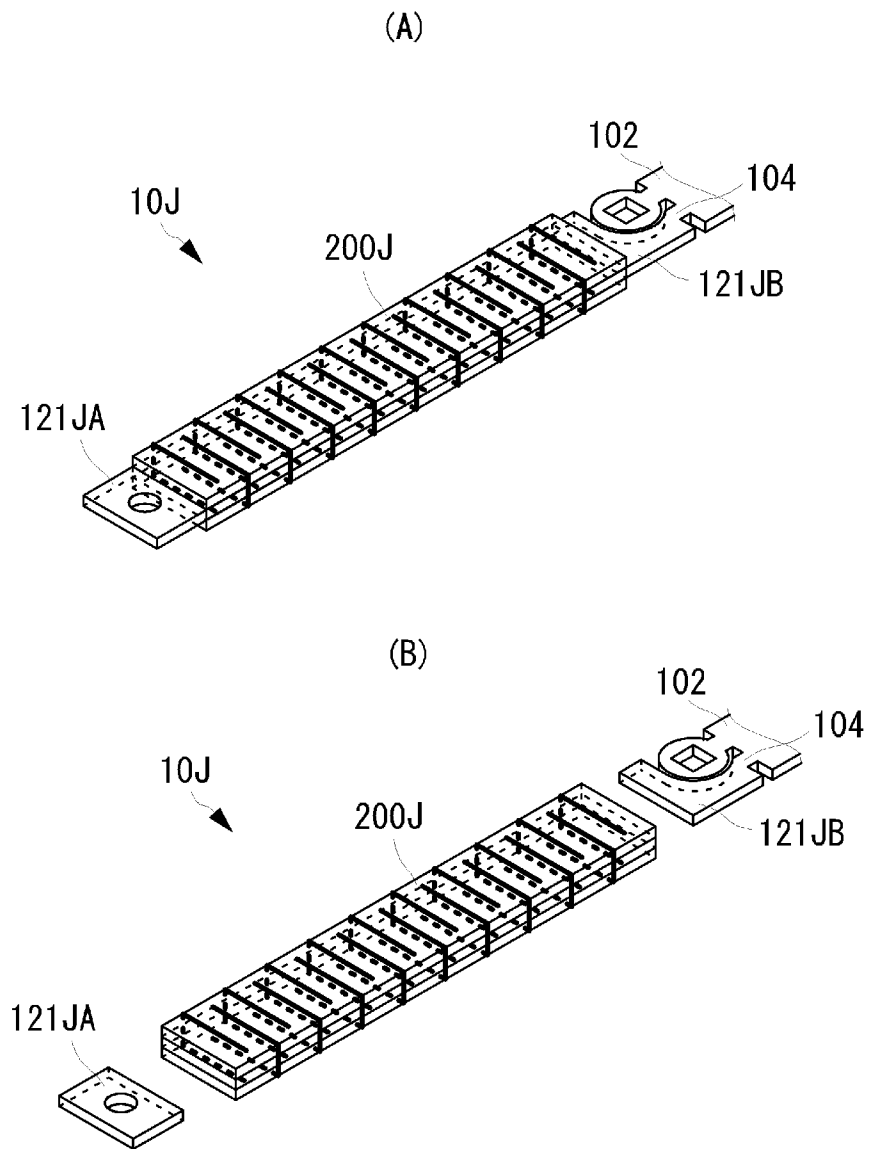
[図13]



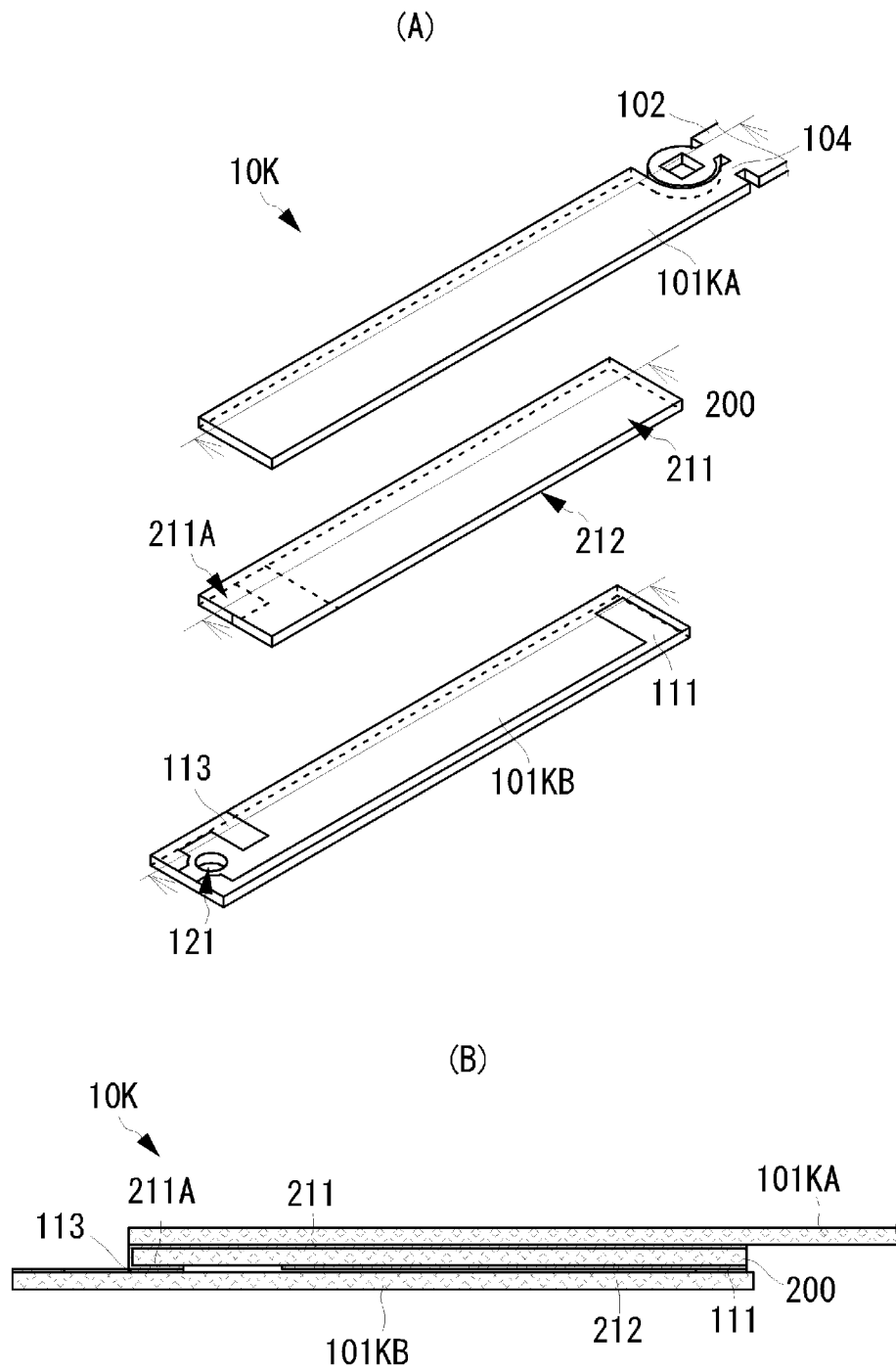
[図14]



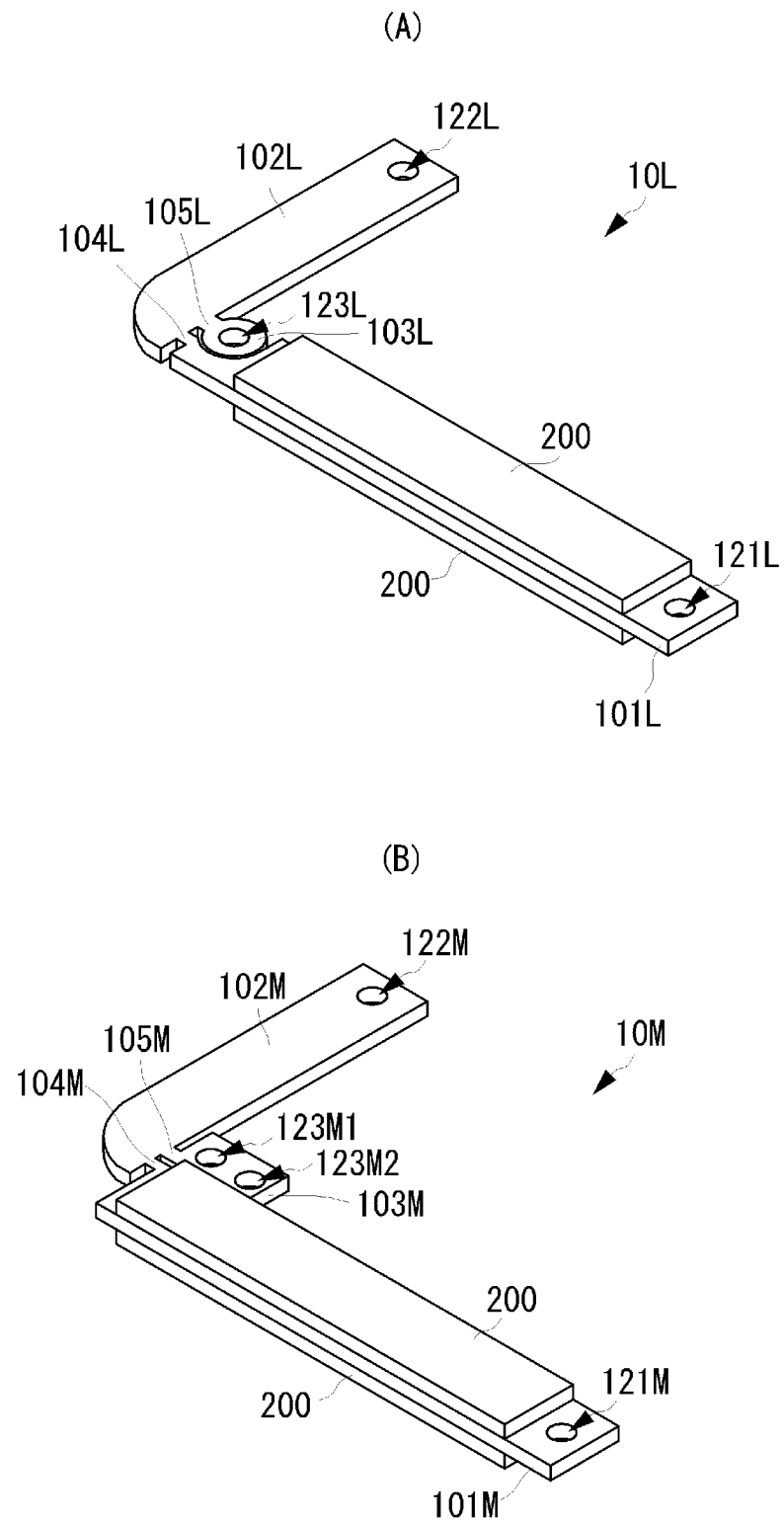
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/01 (2006.01) i, G06F3/041 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F3/01, G06F3/041

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-252878 A (Authentic Ltd.), 16 October 2008 (16.10.2008), abstract; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2009-131740 A (Sony Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), abstract; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2004-258851 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), abstract; all drawings (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April, 2012 (06.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052219

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-215738 A (Sony Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), abstract; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2008-287402 A (Sony Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), abstract; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F3/01, G06F3/041

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-252878 A (株式会社オーセンティック) 2008.10.16, 要約、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2009-131740 A (ソニー株式会社) 2009.06.18, 要約、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2004-258851 A (シチズン株式会社) 2004.09.16, 要約、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2006-215738 A (ソニー株式会社) 2006.08.17, 要約、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2008-287402 A (ソニー株式会社) 2008.11.27, 要約、全図 (フ	1 - 1 3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山崎 慎一

5 E

9 1 7 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	アミリーなし)	