

(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
2013 年 11 月 21 日(21.11.2013)



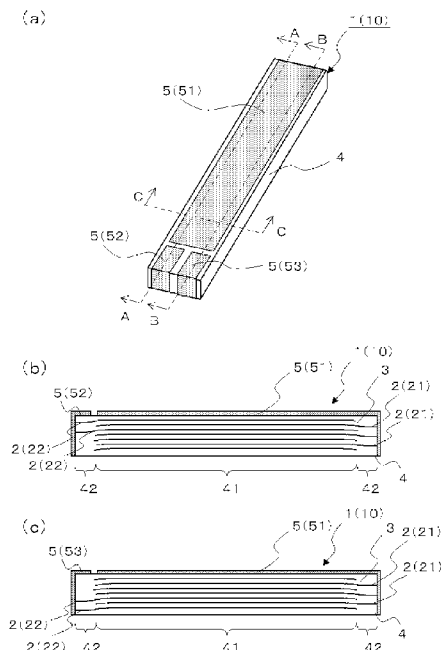
(10) 国際公開番号
WO 2013/171916 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/083 (2006.01) *H04M 1/02* (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) *H04M 1/03* (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/072262
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 31 日(31.08.2012)
- (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 2012-111026 2012 年 5 月 14 日(14.05.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡村 健(OKAMURA, Takeshi) [JP/JP]; 〒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). 中村 成信(NAKAMURA, Shigenobu) [JP/JP]; 〒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).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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: PIEZOELECTRIC ACTUATOR, PIEZOELECTRIC VIBRATION DEVICE, AND MOBILE TERMINAL

(54) 発明の名称: 圧電アクチュエータ、圧電振動装置および携帯端末

【図1】



(57) Abstract: [Problem] To provide a piezoelectric actuator, a piezoelectric vibration device, and a mobile terminal, with which even greater flexural vibration can be achieved. [Solution] This piezoelectric actuator (1) is characterized by being provided with: a stacked body (4) having, stacked therein, internal electrodes (2) and piezoelectric layers (3); and surface electrodes (5) on at least one main surface of the stacked body (4), said surface electrodes (5) being electrically connected with the internal electrodes (2). The piezoelectric actuator (1) is further characterized in that: the internal electrodes (2) include first poles (21) and second poles (22); the stacked body (4) includes an active section (41) in which the first poles (21) and the second poles (22) of the internal electrodes (2) overlap each other in the stack direction, and inactive sections (42) in addition to the active section (41); and ends of the internal electrodes (2) disposed at the one main surface side, said ends being located in the vicinity of boundaries between the active section (41) and the inactive sections (42), bend towards another main-surface side.

(57) 要約: 【課題】 より大きな屈曲振動が得られる圧電アクチュエータ、圧電振動装置および携帯端末を提供する。

【解決手段】 本発明の圧電アクチュエータ 1 は、内部電極 2 および圧電体層 3 が積層された積層体 4 と、積層体 4 の少なくとも一方主面に内部電極 2 と電気的に接続された表面電極 5 とを備え、内部電極 2 は第 1 の極 21 と第 2 の極 22 とを含むとともに、積層体 4 は内部電極 2 の第 1 の極 21 および第 2 の極 22 が積層方向に重なる活性部 41 と活性部 41 以外の不活性部 42 とを含み、一方主面側に配置された内部電極 2 は活性部 41 と不活性部 42 との境界近傍に位置する端部が他方主面側に向けて湾曲していることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：圧電アクチュエータ、圧電振動装置および携帯端末 技術分野

[0001] 本発明は、圧電振動装置、携帯端末に好適な圧電アクチュエータ、圧電振動装置および携帯端末に関するものである。

背景技術

[0002] 圧電アクチュエータとして、図12に示すように、内部電極101と圧電体層102とが複数積層された積層体103の表面に表面電極104を形成してなるバイモルフ型の圧電素子10を用いたものが知られている（特許文献1を参照）。

[0003] また、圧電素子の主面にフレキシブル基板を導電性接合部材で接合して、圧電素子の表面電極とフレキシブル基板の配線導体とを電氣的に接続させることが知られている（特許文献2を参照）。

[0004] 更には、バイモルフ型の圧電素子の長さ方向における中央部や一端を振動板に固定した圧電振動装置が知られている（特許文献3、4を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002－10393号公報

特許文献2：特開平6－14396号公報

特許文献3：国際公開第2005／004535号

特許文献4：特開2006－238072号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図12に示すような圧電アクチュエータは、主面が屈曲するような屈曲振動を生じさせることができる。また、圧電振動装置、携帯端末等に適用することで、これらの装置の振動源とすることができる。

[0007] ところで、近年、省エネの要求がさらに高まっており、より一層小さな電力で大きな屈曲振動が得られるものが望まれている。

[0008] 本発明は、上記の事情に鑑みて案出されたものであり、その目的は、より大きな屈曲振動が得られる圧電アクチュエータ、圧電振動装置および携帯端末を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の圧電アクチュエータは、内部電極および圧電体層が積層された積層体と、該積層体の少なくとも一方主面に前記内部電極と電氣的に接続された表面電極とを備え、前記内部電極は第1の極と第2の極とを含むとともに、前記積層体は前記内部電極の前記第1の極および前記第2の極が積層方向に重なる活性部と該活性部以外の不活性部とを含み、一方主面側に配置された内部電極は前記活性部と前記不活性部との境界近傍に位置する端部が他方主面側に向けて湾曲していることを特徴とする。

[0010] 本発明の圧電振動装置は、前記圧電アクチュエータと、該圧電アクチュエータの前記他方主面に接合された振動板とを有することを特徴とする。

[0011] 本発明の携帯端末は、前記圧電アクチュエータと、電子回路と、ディスプレイと、筐体とを有しており、前記圧電アクチュエータの前記他方主面が前記ディスプレイまたは前記筐体に接合されていることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、内部電極の端部が湾曲していることにより、曲げの方向の力を引き出しやすくなることから、より大きな屈曲振動をすることができる圧電アクチュエータを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1] (a) は本発明の圧電アクチュエータの実施の形態の一例を示す概略斜視図であり、(b) は (a) に示す A-A 線で切断した概略断面図であり、(c) は (a) に示す B-B 線で切断した概略断面図である。

[図2] 図1 (a) に示す C-C 線で切断した概略断面図である。

[図3] 図2 の他の例を示す概略断面図である。

[図4] 図2 の他の例を示す概略断面図である。

[図5] 図2 の他の例を示す概略断面図である。

[図6]図2の他の例を示す概略断面図である。

[図7](a)は本発明の圧電アクチュエータの実施の形態の他の例を示す概略斜視図であり、(b)は(a)に示すB-B線で切断した概略断面図である。

[図8]本発明の実施の形態の圧電振動装置を模式的に示す概略斜視図である。

[図9]本発明の実施の形態の携帯端末を模式的に示す概略斜視図である。

[図10]図9に示すA-A線で切断した概略断面図である。

[図11]図9に示すB-B線で切断した概略断面図である。

[図12]従来の圧電アクチュエータの実施の形態の一例を示す概略斜視図であり、(b)は(a)に示すA-A線で切断した概略断面図であり、(c)は(a)に示すB-B線で切断した概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の圧電アクチュエータの実施の形態の一例について、図面を参照して詳細に説明する。

[0015] 図1(a)は本発明の圧電アクチュエータの実施の形態の一例を示す概略斜視図であり、図1(b)は図1(a)に示すA-A線で切断した概略断面図であり、図1(c)は図1(a)に示すB-B線で切断した概略断面図である。また、図2は図1(a)に示すC-C線で切断した概略断面図である。

[0016] 図1に示す本実施形態の圧電アクチュエータ1は、内部電極2および圧電体層3が積層された積層体4と、積層体4の少なくとも一方主面に内部電極2と電氣的に接続された表面電極5とを備え、内部電極2は第1の極21と第2の極22とを含むとともに、積層体4は内部電極2の第1の極21および第2の極22が積層方向に重なる活性部41と活性部41以外の不活性部42とを含み、一方主面側に配置された内部電極2は活性部41と不活性部42との境界近傍に位置する端部が他方主面側に向けて湾曲している。

[0017] 圧電アクチュエータ1は圧電素子10を含み、この圧電素子10を構成する積層体4は、内部電極2および圧電体層3が積層されてなるもので、複数の内部電極2が積層方向に重なる活性部41とそれ以外の不活性部42とを有し、例えば長尺状に形成されている。携帯端末のディスプレイまたは筐体に取り付

ける圧電アクチュエータの場合には、積層体4の長さとしては、例えば18mm～28mmが好ましく、22mm～25mmが更に好ましい。積層体4の幅は、例えば1mm～6mmが好ましく、3mm～4mmが更に好ましい。積層体4の厚みは、例えば0.2mm～1.0mmが好ましく、0.4mm～0.8mmが更に好ましい。

[0018] 積層体4を構成する内部電極2は、圧電体層3を形成するセラミックスと同時焼成により形成されたもので、第1の極21および第2の極22からなる。例えば、第1の極21がグランド極となり、第2の極22が正極または負極となる。圧電体層3と交互に積層されて圧電体層3を上下から挟んでおり、積層順に第1の極21および第2の極22が配置されることにより、それらの間に挟まれた圧電体層3に駆動電圧を印加するものである。この形成材料として、例えば圧電セラミックスとの反応性が低い銀や銀-パラジウム合金を主成分とする導体、あるいは銅、白金などを含む導体を用いることができるが、これらにセラミック成分やガラス成分を含有させてもよい。

[0019] 図1に示す例では、第1の極21および第2の極22の端部がそれぞれ積層体4の対向する一对の側面に互い違いに導出されている。携帯端末のディスプレイまたは筐体に取り付ける圧電アクチュエータの場合には、内部電極2の長さは、例えば17mm～25mmが好ましく、21mm～24mmが更に好ましい。内部電極2の幅は、例えば1mm～5mmが好ましく、2mm～4mmが更に好ましい。内部電極2の厚みは、例えば0.1～5μmが好ましい。

[0020] 積層体4を構成する圧電体層3は、圧電特性を有するセラミックスで形成されたもので、このようなセラミックスとして、例えばチタン酸ジルコン酸鉛($\text{PbZrO}_3\text{-PbTiO}_3$)からなるペロブスカイト型酸化物、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)、タンタル酸リチウム(LiTaO_3)などを用いることができる。圧電体層3の1層の厚みは、低電圧で駆動させるために、例えば0.01～0.1mm程度に設定することが好ましい。また、大きな屈曲振動を得るために、200pm/V以上の圧電 d_{31} 定数を有することが好ましい。

[0021] 積層体4の少なくとも一方主面には、内部電極2と電氣的に接続された表

面電極 5 が設けられている。図 1 に示す形態における表面電極 5 は、大きな面積の第 1 の表面電極 51、小さな面積の第 2 の表面電極 52 および第 3 の表面電極 53 で構成されている。図 1 に示すように、例えば、第 1 の表面電極 51 は第 1 の極 21 となる内部電極 2 と電氣的に接続され、第 2 の表面電極 52 は一方主面側に配置された第 2 の極 22 となる内部電極 2、第 3 の表面電極 53 は他方主面側に配置された第 2 の極 22 となる内部電極 2 と電氣的に接続されている。携帯端末のディスプレイまたは筐体に取り付ける圧電アクチュエータの場合には、第 1 の表面電極 51 の長さは、例えば 17 mm ~ 23 mm が好ましく、19 mm ~ 21 mm が更に好ましい。第 1 の表面電極 51 の幅は、例えば 1 mm ~ 5 mm が好ましく、2 mm ~ 4 mm が更に好ましい。第 2 の表面電極 52 および第 3 の表面電極 53 の長さは、例えば 1 mm ~ 3 mm とするのが好ましい。第 2 の表面電極 52 および第 3 の表面電極 53 の幅は、例えば 0.5 mm ~ 1.5 mm とするのが好ましい。

[0022] 図 1 に示す圧電アクチュエータ 1 は、いわゆるバイモルフ型の圧電アクチュエータであって、表面電極 5 から電気信号が入力されて一方主面および他方主面が屈曲面となるように屈曲振動するものである。

[0023] そして、図 2 に示すように、一方主面側に配置された内部電極 2 は、活性部 41 と不活性部 42 との境界近傍に位置する端部が他方主面側に向けて湾曲している。

[0024] この構成によれば、内部電極 2 の端部が湾曲していることにより、屈曲するときの曲げの方向の力を引き出しやすくしている。これにより、圧電アクチュエータ 1 が、小さな電力でより大きな屈曲振動をすることができる。また、屈曲により効果的にエネルギーが用いられる結果として、一方主面に近い内部電極の活性部 41 と不活性部 42 との境界部（内部電極 2 と圧電体層 3 との境界部）に発生する不要な応力を低減してマイクロクラックの発生が低減され、圧電アクチュエータ 1 が劣化して変位量が小さくなるのを抑制することができる。

[0025] なお、湾曲の程度については、内部電極 2 の平面部に沿って引いた接線に

対して、内部電極 2 の端部における端の接線が 5° 以上、特に 10° 以上傾くように湾曲するのが、曲げの方向の力を引き出しやすくする点で、効果的である。ここで、湾曲している領域は、断面で見て内部電極 2 の端から内部電極 2 の全長の 10% 以下の距離となる範囲であり、内部電極 2 に接する圧電体層 3 の結晶粒子が内部電極 2 の端から 10 個以上連続して接している領域である。特に、内部電極 2 の一辺の全てが湾曲することで、最も応力緩和効果が大きくなり、一辺の両端部分を最も湾曲させることで、さらに応力緩和効果が大きくなる。

[0026] また、図 2 では一方主面側に配置された内部電極 2 のみが他方主面側に向けて湾曲しているが、他方主面側に配置された内部電極 2 も一方主面側に向けて湾曲していてもよい。例えば、図 3 に示すように、両方の主面側（一方主面側および他方主面側）に配置された内部電極 2 における活性部 41 と不活性部 42 との境界近傍に位置する端部をともに湾曲させることにより、バイモルフ型の場合に両方の主面側にそれぞれ屈曲するときの曲げの方向の力を引き出しやすくなる。また、屈曲により効果的にエネルギーが用いられる結果として両方の主面に近い内部電極の活性部 41 と不活性部 42 との境界部（内部電極 2 と圧電体層 3 との境界部）に発生する不要な応力を低減してマイクロクラックの発生が低減され、圧電アクチュエータ 1 が劣化して変位量が小さくなるのを抑制することができる。

[0027] また、図 4 に示すように、内部電極 2 における活性部 41 と不活性部 42 との境界近傍に位置する端部を全て他方主面側に向けて湾曲させてもよく、これにより、特に他方主面に振動板を接合する場合に屈曲するときの曲げの方向の力をより引き出しやすくなることができる。この結果、内部電極の活性部 41 と不活性部 42 との境界部に発生する不要な応力を低減してマイクロクラックが生じることを低減し、圧電アクチュエータ 1 が劣化して変位量が小さくなるのを抑制することができる。

[0028] さらに、図 4 に示すように、内部電極 2 は一方主面に近づくにしたがって端部の湾曲の度合いが大きくなっているのが好ましい。この構成によって、

更に屈曲するときの曲げの方向の力をより引き出しやすくすることができ、最も応力の加わる内部電極 2 の端部近傍（一方主面に最も近い内部電極 2 の端部近傍）の応力を結果的に緩和できるから、一方主面に最も近い内部電極 2 の活性部 41 と不活性部 42 との境界部（内部電極 2 と圧電体層 3 との境界部）にマイクロクラックが生じることがより低減できる。

[0029] 一方、図 5 に示すように、積層体 4 の他方主面に最も近い内部電極 2 は平坦であってもよく、振動を加える対象物（後述する振動板など）に他方主面を貼り合わせたときに、振動を加える対象物と一体となって屈曲振動を起こしやすくなり、全体として屈曲振動の効率を上げることができる。

[0030] また、図 6 に示すように、表面電極 5（第 1 の表面電極 51）が活性部 41 から不活性部 42 にかけて幅方向にも広げて設けられていることで、屈曲するときの曲げの方向の力をさらに引き出しやすくすることができる。表面電極 5 とこれに最も近接する内部電極 2 との間に位置する圧電体層 3 に電圧をかけるような表面電極 5 と内部電極 2 の接続構造にすることによって、電圧の印加される領域が他の内部電極 2 同士で挟まれた圧電体層 3 の領域より長手方向に加えて幅方向にも広くすることができるため、不活性部 42 の領域にまで電圧が印加されて効果的に曲げの変位を誘起できるようになるからである。結果的に、内部電極 2 の活性部 41 と不活性部 42 との境界部（内部電極 2 と圧電体層 3 との境界部）に発生する応力を低減するとともに、マイクロクラックの発生を抑えることができる。

[0031] なお、図 6 に示すように、内部電極 2 の湾曲に沿って表面電極 5 を湾曲させるのがより効果的である。

[0032] また、図 7 に示すように、本発明の圧電アクチュエータ 1 は、配線導体 61 を有するフレキシブル基板 6 を備え、導電性接合部材 7 を介して表面電極 5 と配線導体 61 とが電氣的に接続されるようにフレキシブル基板 6 の一部が積層体 4 の一方主面に接合されていてもよい。

[0033] フレキシブル基板 6 は、例えば樹脂フィルム中に 2 本の配線導体 61 が埋設されたフレキシブル・プリント配線基板であり、一方端には外部回路と接続

するためのコネクタ（図示せず）が接続されている。

[0034] 導電性接合部材 7 は、導電性接着剤やはんだ等が用いられるが、好ましくは導電性接着剤であるのがよい。例えばアクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリウレタン樹脂、あるいは合成ゴムなどの樹脂 71 中に金、銅、ニッケル、または金メッキした樹脂ボールなどからなる導体粒子 72 を分散させてなる導電性接着剤を用いることで、半田に比べて振動によって生じる応力を低減することができるためである。より好ましくは、導電性接着剤の中でも異方性導電材であるのがよい。異方性導電材は、電氣的接合を担う導電粒子と接着を担う樹脂接着剤からなる。この異方性導電材は、厚み方向には導通が取れ、面内方向には絶縁が取れるため、狭ピッチの配線においても異極の表面電極間で電氣的にショートすることがなく、フレキシブル基板 6 との接続部をコンパクトにすることができる。

[0035] なお、図 1 に示す圧電アクチュエータ 1 は、いわゆるバイモルフ型の圧電アクチュエータであって、表面電極 5 から電気信号が入力されて一方主面および他方主面が屈曲面となるように屈曲振動するものであるが、本発明の圧電アクチュエータとしては、バイモルフ型に限られず、ユニモルフ型であってもよく、例えば後述する振動板に圧電アクチュエータの他方主面を接合する（貼り合わせる）ことで、ユニモルフ型でも屈曲振動させることができる。

[0036] 次に、本実施の形態の圧電アクチュエータ 1 の製造方法について説明する。

[0037] まず、圧電体層 3 となるセラミックグリーンシートを作製する。具体的には、圧電セラミックスの仮焼粉末と、アクリル系、ブチラール系等の有機高分子からなるバインダーと、可塑剤とを混合してセラミックスラリーを作製する。そして、ドクターブレード法、カレンダーロール法等のテープ成型法を用いることにより、このセラミックスラリーを用いてセラミックグリーンシートを作製する。圧電セラミックスとしては圧電特性を有するものであればよく、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3$ ）から

なるペロブスカイト型酸化物等を用いることができる。また、可塑剤としては、フタル酸ジブチル（DBP）、フタル酸ジオクチル（DOP）等を用いることができる。

[0038] 次に、内部電極 2 となる導電性ペーストを作製する。具体的には、銀－パラジウム合金の金属粉末にバインダーおよび可塑剤を添加混合することによって導電性ペーストを作製する。この導電性ペーストを上記のセラミックグリーンシート上に、スクリーン印刷法を用いて内部電極 2 のパターンで塗布する。さらに、この導電性ペーストが印刷されたセラミックグリーンシートを複数枚積層し、所定の温度で脱バインダー処理を行なった後、900～1200℃の温度で焼成し、平面研削盤等を用いて所定の形状になるよう研削処理を施すことによって、交互に積層された内部電極 2 および圧電体層 3 を備えた積層体 4 を作製する。

[0039] このような製造工程において、導電性ペーストが印刷されたセラミックグリーンシートを複数枚積層した後、例えば、プレス装置の上側（一方主面側）の型として凹みを有する金型や樹脂型を使用し、プレス装置の下側（他方主面側）の型として平坦な金型や樹脂型を使用することにより、図 6 に示す形状の圧電アクチュエータ 1 を作製することができる。

[0040] なお、積層体 4 は、上記の製造方法によって作製されるものに限定されるものではなく、内部電極 2 と圧電体層 3 とを複数積層してなる積層体 4 を作製できれば、どのような製造方法によって作製されてもよい。

[0041] その後、銀を主成分とする導電性粒子とガラスとを混合したものに、バインダー、可塑剤および溶剤を加えて作製した銀ガラス含有導電性ペーストを、表面電極 5 のパターンで積層体 4 の主面および側面にスクリーン印刷法等によって印刷して乾燥させた後、650～750℃の温度で焼き付け処理を行ない、表面電極 5 を形成する。

[0042] なお、表面電極 5 と内部電極 2 とを電氣的に接続する場合、圧電体層 3 を貫通するビアを形成して接続しても、積層体 4 の側面に側面電極を形成しても良く、どのような製造方法によって作製されてもよい。

- [0043] 次に、導電性接合部材 7 を用いて、フレキシブル基板 6 を圧電素子 10 に接続固定（接合）する。
- [0044] まず、圧電素子 10 の所定の位置に導電性接合部材用ペーストをスクリーン印刷等の手法を用いて塗布形成する。その後、フレキシブル基板 6 を当接させた状態で導電性接合部材用ペーストを硬化させることにより、フレキシブル基板 6 を圧電素子 10 に接続固定する。なお、導電性接合部材用ペーストは、フレキシブル基板 6 側に塗布形成しておいてもよい。
- [0045] 導電性接合部材 7 が導電性接着剤の場合であって、導電性接着剤を構成する樹脂が熱可塑性樹脂からなる場合は、導電性接着剤を圧電素子 10 またはフレキシブル基板 6 の所定の位置に塗布形成した後、圧電素子 10 とフレキシブル基板 6 とを導電性接着剤を介して当接させた状態で加熱加圧することで、熱可塑性樹脂が軟化流動し、その後常温に戻すことで、再び熱可塑性樹脂が硬化し、フレキシブル基板 6 が圧電素子 10 に接続固定される。
- [0046] 特に、導電性接合部材 7 として異方性導電部材を用いる場合は、近接する導電粒子が接触しないように加圧量を制御する必要がある。
- [0047] また、上述では、導電性接着剤を圧電素子 10 またはフレキシブル基板 6 に塗布形成する手法を示したが、予めシート状に形成された導電性接着剤のシートを圧電素子 10 とフレキシブル基板 6 との間に挟んだ状態で加熱加圧して接合してもよい。
- [0048] 本発明の圧電振動装置は、図 8 に示すように、圧電アクチュエータ 1 と、圧電アクチュエータ 1 の他方主面に取り付けられた振動板 81 とを有するものである。
- [0049] 振動板 81 は、矩形の薄板状の形状を有している。振動板 81 は、アクリル樹脂やガラス等の剛性および弾性が大きい材料を好適に用いて形成することができる。また、振動板 81 の厚みは、例えば 0.4 mm ～ 1.5 mm に設定される。
- [0050] 振動板 81 は、圧電アクチュエータ 1 の他方主面に、接合部材 82 を介して取り付けられている。接合部材 82 を介して、振動板 81 に他方主面の全面が接合されていてもよく、略全面が接合されていてもよい。

[0051] 接合部材82は、フィルム状の形状を有している。また、接合部材82は、振動板81よりも柔らかく変形しやすいもので形成されており、振動板81よりもヤング率、剛性率、体積弾性率等の弾性率や剛性が小さい。すなわち、接合部材82は、変形可能であり、同じ力が加わったときに、振動板81よりも大きく変形する。そして、接合部材82の一方主面（図の $+z$ 方向側の主面）には圧電アクチュエータ1の他方主面（図の $-z$ 方向側の主面）が全体的に固着され、接合部材82の他方主面（図の $-z$ 方向側の主面）には振動板81の一方主面（図の $+z$ 方向側の主面）の一部が固着されている。

[0052] 接合部材82は、単一のものであっても、いくつかの部材からなる複合体であっても構わない。このような接合部材82としては、例えば、不織布等からなる基材の両面に粘着剤が付着された両面テープや、弾性を有する接着剤である各種弾性接着剤等を好適に用いることができる。また、接合部材82の厚みは、圧電アクチュエータ1の屈曲振動の振幅よりも大きいことが望ましいが、厚すぎると振動が減衰されるので、例えば、 $0.1\text{mm} \sim 0.6\text{mm}$ に設定される。ただし、本発明の圧電振動装置においては、接合部材82の材質に限定はなく、接合部材82が振動板81よりも固く変形し難いもので形成されていても構わない。また、場合によっては、接合部材82を有さない構成であっても構わない。

[0053] このような構成を備える本例の圧電振動装置は、電気信号を加えることによって圧電アクチュエータ1を屈曲振動させ、それによって、振動板81を振動させる圧電振動装置として機能する。なお、例えば、振動板81の長さ方向における他方端部（図の $-y$ 方向端部や、振動板81の周縁部等を、図示せぬ支持部材によって支持しても構わない。

[0054] また、本例の圧電振動装置は、圧電アクチュエータ1の平坦な他方主面に振動板81が接合されている。これにより、圧電アクチュエータ1と振動板81とが強固に接合された圧電振動装置を得ることができる。

[0055] 本発明の携帯端末は、図9～図11に示すように、圧電アクチュエータ1と、電子回路（図示せず）と、ディスプレイ91と、筐体92とを有しており、圧

電アクチュエータ 1 の他方主面が筐体92に接合されたものである。なお、図 9 は本発明の携帯端末を模式的に示す概略斜視図であり、図10は、図 9 に示す A－A線で切断した概略断面図、図11は図 9 に示す B－B線で切断した概略断面図である。

[0056] ここで、圧電アクチュエータ 1 と筐体92とが変形可能な接合部材を用いて接合されているのが好ましい。すなわち、図10および図11においては接合部材82が変形可能な接合部材である。

[0057] 変形可能な接合部材82で圧電アクチュエータ 1 と筐体92とを接合することで、圧電アクチュエータ 1 から振動が伝達されたとき、変形可能な接合部材82が筐体92よりも大きく変形する。

[0058] このとき、筐体92から反射される逆位相の振動を変形可能な接合部材82で緩和することができるので、圧電アクチュエータ 1 が周囲の振動の影響を受けずに筐体92へ強い振動を伝達させることができる。

[0059] 中でも、接合部材82の少なくとも一部が粘弾性体で構成されていることで、圧電アクチュエータ 1 からの強い振動を筐体92へ伝える一方、筐体92から反射される弱い振動を接合部材82が吸収することができる点で好ましい。例えば、不織布等からなる基材の両面に粘着剤が付着された両面テープや、弾性を有する接着剤を含む構成の接合部材を用いることができ、これらの厚みとしては例えば $10\mu\text{m}$ ～ $2000\mu\text{m}$ のものをを用いることができる。

[0060] そして、本例では、圧電アクチュエータ 1 はディスプレイ91のカバーとなる筐体92の一部に取り付けられ、この筐体92の一部が振動板922として機能するようになっている。

[0061] なお、本例では圧電アクチュエータ 1 が筐体92に接合されたものを示したが、圧電アクチュエータ 1 がディスプレイ91に接合されていてもよい。

[0062] 筐体92は、1つの面が開口した箱状の筐体本体921と、筐体本体921の開口を塞ぐ振動板922とを有している。この筐体92（筐体本体921および振動板922）は、剛性および弾性率が大きい合成樹脂等の材料を好適に用いて形成することができる。

- [0063] 振動板922の周縁部は、筐体本体921に接合材93を介して振動可能に取り付けられている。接合材93は、振動板922よりも柔らかく変形しやすいもので形成されており、振動板922よりもヤング率、剛性率、体積弾性率等の弾性率や剛性が小さい。すなわち、接合材93は変形可能であり、同じ力が加わったときに振動板922よりも大きく変形する。
- [0064] 接合材93は、単一のものであっても、いくつかの部材からなる複合体であっても構わない。このような接合材93としては、例えば不織布等からなる基材の両面に粘着剤が付着された両面テープ等を好適に用いることができる。接合材93の厚みは、厚くなりすぎて振動が減衰されないように設定されており、例えば0.1mm～0.6mmに設定される。ただし、本発明の携帯端末においては、接合材93の材質に限定はなく、接合材93が振動板922よりも固く変形し難いもので形成されていても構わない。また、場合によっては、接合材93を有さない構成であっても構わない。
- [0065] 電子回路（図示せず）としては、例えば、ディスプレイ91に表示させる画像情報や携帯端末によって伝達する音声情報を処理する回路や、通信回路等が例示できる。これらの回路の少なくとも1つであってもよいし、全ての回路が含まれていても構わない。また、他の機能を有する回路であってもよい。さらに、複数の電子回路を有していても構わない。なお、電子回路と圧電アクチュエータ1とは図示しない接続用配線で接続されている。
- [0066] ディスプレイ91は、画像情報を表示する機能を有する表示装置であり、例えば、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、および有機ELディスプレイ等の既知のディスプレイを好適に用いることができる。なお、ディスプレイ91は、タッチパネルのような入力装置を有するものであっても良い。また、ディスプレイ91のカバー（振動板922）が、タッチパネルのような入力装置を有するものであっても構わない。さらに、ディスプレイ91全体や、ディスプレイ91の一部が振動板として機能するようにしても構わない。
- [0067] また、本発明の携帯端末は、ディスプレイ91または筐体92が、耳の軟骨または気導を通して音情報を伝える振動を生じさせることを特徴とする。本例

の携帯端末は、振動板（ディスプレイ91または筐体92）を直接または他の物を介して耳に接触させて、耳の軟骨に振動を伝えることによって音情報を伝達することができる。すなわち、振動板（ディスプレイ91または筐体92）を直接または間接的に耳に接触させて、耳の軟骨に振動を伝えることによって音情報を伝達することができる。これにより、例えば、周囲が騒がしいときにおいても音情報を伝達することが可能な携帯端末を得ることができる。なお、振動板（ディスプレイ91または筐体92）と耳との間に介在する物は、例えば、携帯端末のカバーであっても良いし、ヘッドホンやイヤホンでも良く、振動を伝達可能な物であればどんなものでも構わない。また、振動板（ディスプレイ91または筐体92）から発生する音を空気中に伝播させることにより、音情報を伝達するような携帯端末であっても構わない。さらに、複数のルートを介して音情報を伝達するような携帯端末であっても構わない。

[0068] 本例の携帯端末は、効果的に振動を発生させることのできる圧電アクチュエータ1を用いて音情報を伝達することから、高品質な音情報を伝達することができる。

実施例

[0069] 次に、本発明の圧電振動装置の具体例について説明する。図6に示した圧電アクチュエータを用いた圧電振動装置を作製し、その特性を測定した。

[0070] 圧電アクチュエータは、長さが23.5mm、幅が3.3mm、厚みが0.5mmの長尺状とした。また、圧電アクチュエータは、厚みが30 μ mの圧電体層と内部電極とが交互に積層された構造とし、圧電体層の総数は16層とした。圧電体層は、Zrの一部をSbで置換したチタン酸ジルコン酸鉛で形成した。

[0071] そして、内部電極を湾曲させるために、導電性ペーストが印刷されたセラミックグリーンシートを積層した後、プレス装置の上側（一方主面と接触する側）の型として凹みを有する樹脂の型を使用し、プレス装置の下側（他方主面と接触する側）の型として平坦な金型を使用して図6に示す形状の圧電アクチュエータを作製した。

[0072] なお、表面電極は内部電極よりも両端で幅方向に1mmずつ長くなるよう

に印刷した。

[0073] 圧電アクチュエータの一方主面における中央部の両端部に対する図の+z方向への突出量は、圧電アクチュエータの厚みの10% (0.05mm) であった。また、圧電アクチュエータの他方主面は殆ど平坦であった。

[0074] そして、金属製の枠にガラス板を両面テープで張り付けるとともに、ガラス板の一方の表面の中央に、圧電アクチュエータの他方主面を両面テープで貼り付け、ガラス板の他方の表面から1mm離れた位置にマイクを設置した。

[0075] そして、周波数を0.3~3.4kHzの範囲で変化させた実効値3.0Vの正弦波信号を圧電アクチュエータに入力し、マイクで検出される音圧を測定した。さらに、10万サイクルの正弦波信号を連続で加えて、連続測定の前後の音圧レベルを比較した。

[0076] その結果、ともに低入力でも高い音圧特性が得られていた。これにより本発明の有効性が確認できた。

符号の説明

[0077] 1 : 圧電アクチュエータ

10 : 圧電素子

2 : 内部電極

21 : 第1の極

22 : 第2の極

3 : 圧電体層

4 : 積層体

41 : 活性部

42 : 不活性部

5 : 表面電極

51 : 第1の表面電極

52 : 第2の表面電極

53 : 第3の表面電極

6 : フレキシブル基板

61 : 配線導体

7 : 導電性接合部材

71 : 樹脂

72 : 導体粒子

81 : 振動板

82 : 接合部材

91 : ディスプレイ

92 : 筐体

921 : 筐体本体

922 : 振動板

93 : 接合材

請求の範囲

- [請求項1] 内部電極および圧電体層が積層された積層体と、該積層体の少なくとも一方主面に前記内部電極と電氣的に接続された表面電極とを備え、
- 前記内部電極は第1の極と第2の極とを含むとともに、前記積層体は前記内部電極の前記第1の極および前記第2の極が積層方向に重なる活性部と該活性部以外の不活性部とを含み、一方主面側に配置された内部電極は前記活性部と前記不活性部との境界近傍に位置する端部が他方主面側に向けて湾曲していることを特徴とする圧電アクチュエータ。
- [請求項2] 前記一方主面側に配置された内部電極は前記一方主面に近づくにしたがって前記端部の湾曲の度合いが大きくなっていることを特徴とする請求項1に記載の圧電アクチュエータ。
- [請求項3] 前記積層体の他方主面に最も近い内部電極は平坦であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の圧電アクチュエータ。
- [請求項4] 前記表面電極が前記活性部から前記不活性部にかけて設けられていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のうちのいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
- [請求項5] 配線導体を有するフレキシブル基板を備え、導電性接合部材を介して前記表面電極と前記配線導体とが電氣的に接続されるように前記フレキシブル基板の一部が前記積層体の前記一方主面に接合されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のうちのいずれかに記載の圧電アクチュエータ。
- [請求項6] 請求項1乃至請求項5のうちのいずれかに記載の圧電アクチュエータと、前記圧電素子の前記他方主面に接合された振動板とを有することを特徴とする圧電振動装置。
- [請求項7] 前記圧電アクチュエータと前記振動板とが変形可能な接合部材を用いて接合されていることを特徴とする請求項6に記載の圧電振動装置

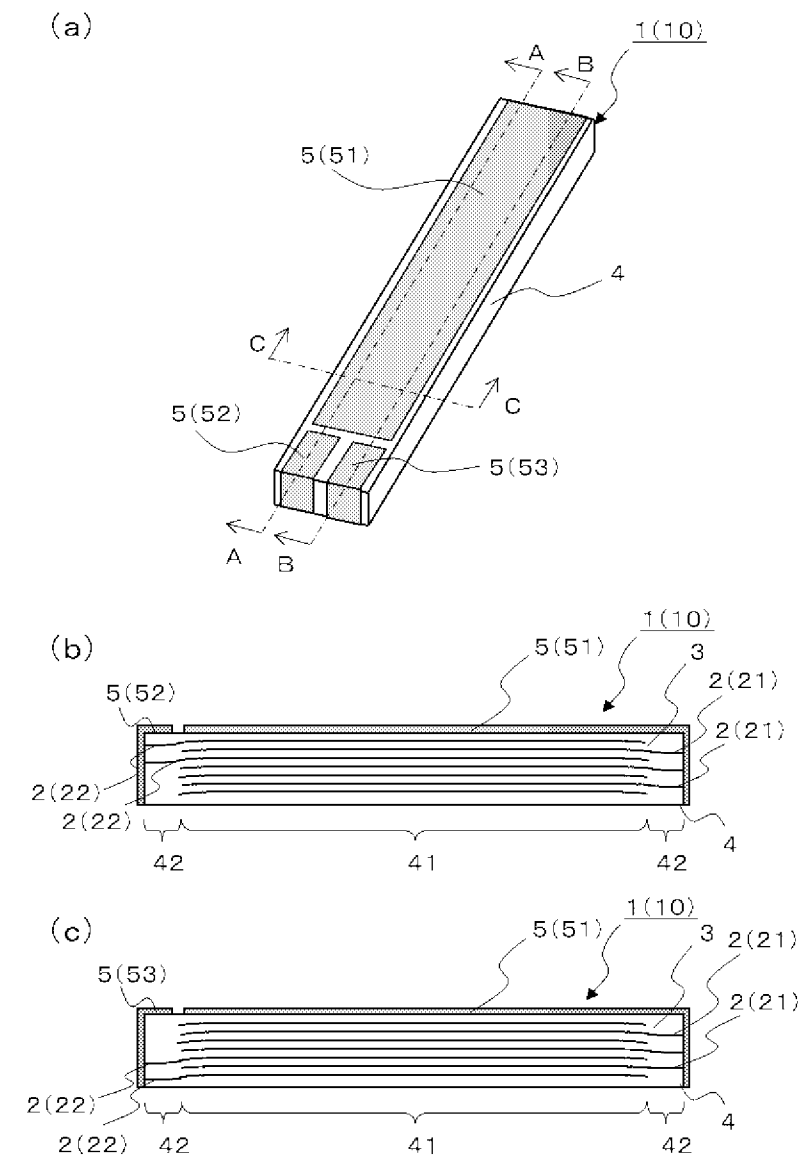
。

[請求項8] 請求項1乃至請求項5のうちのいずれかに記載の圧電アクチュエータと、電子回路と、ディスプレイと、筐体とを有しており、
前記圧電アクチュエータの前記他方主面が前記ディスプレイまたは前記筐体に接合されていることを特徴とする携帯端末。

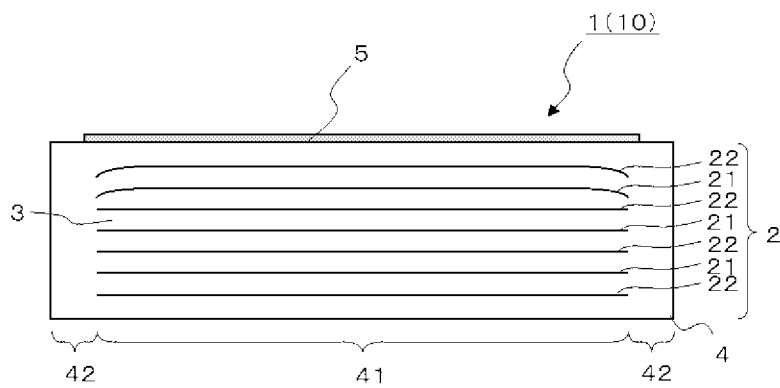
[請求項9] 前記圧電アクチュエータと前記ディスプレイまたは前記筐体とが変形可能な接合部材を用いて接合されていることを特徴とする請求項8に記載の携帯端末。

[請求項10] 前記ディスプレイまたは前記筐体は、耳の軟骨または気導を通して音情報を伝える振動を生じさせることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の携帯端末。

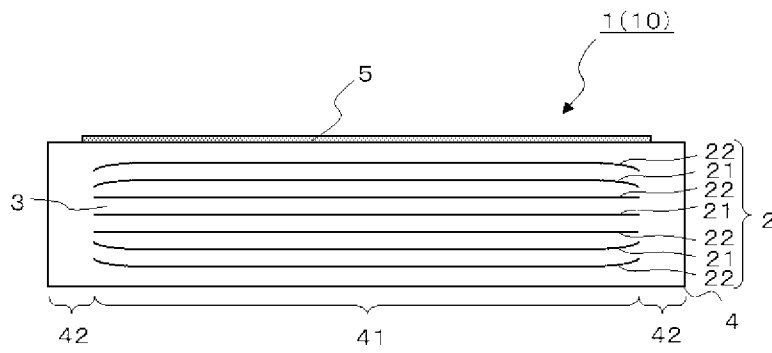
[図1]



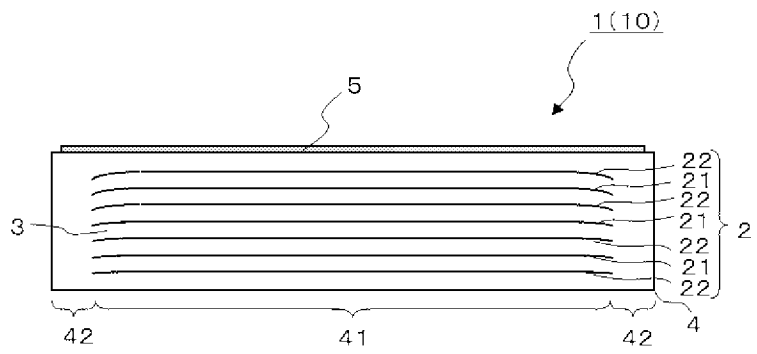
[図2]



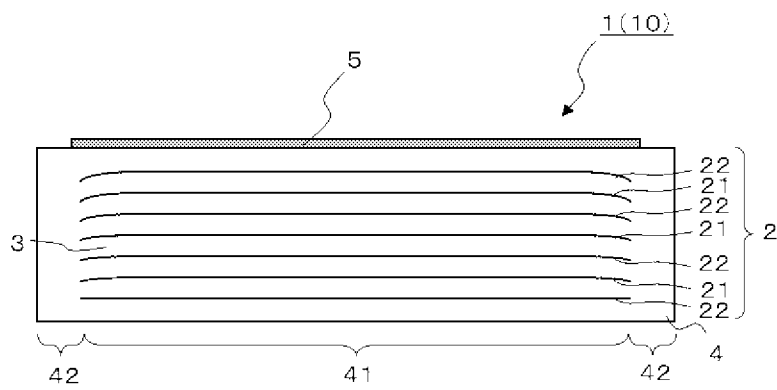
[図3]



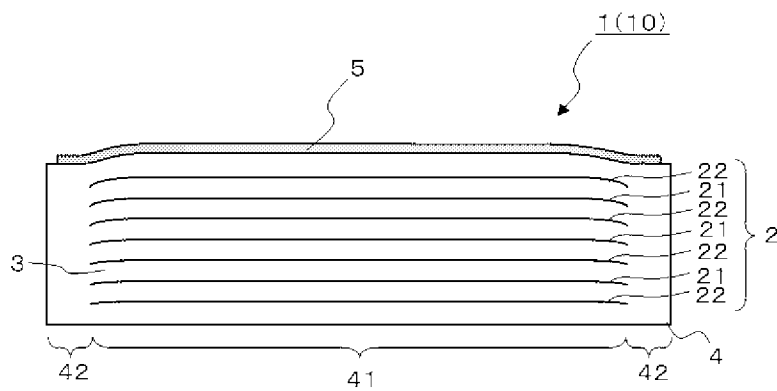
[図4]



[図5]

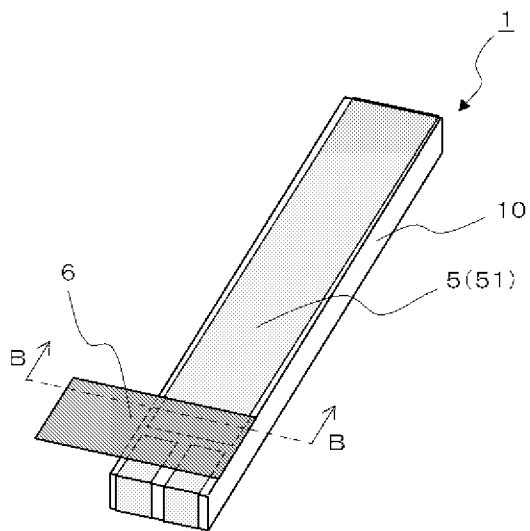


[図6]

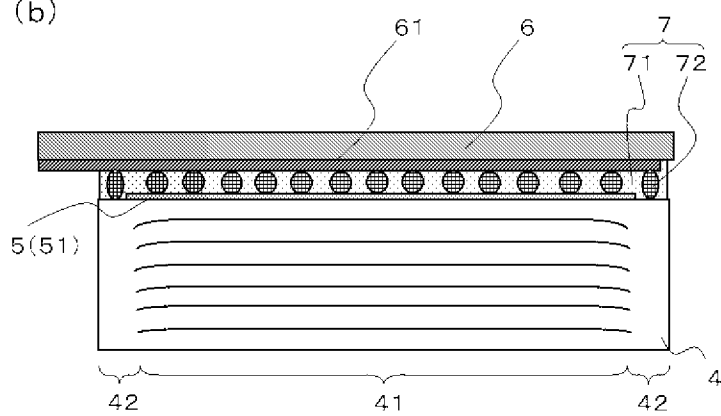


[図7]

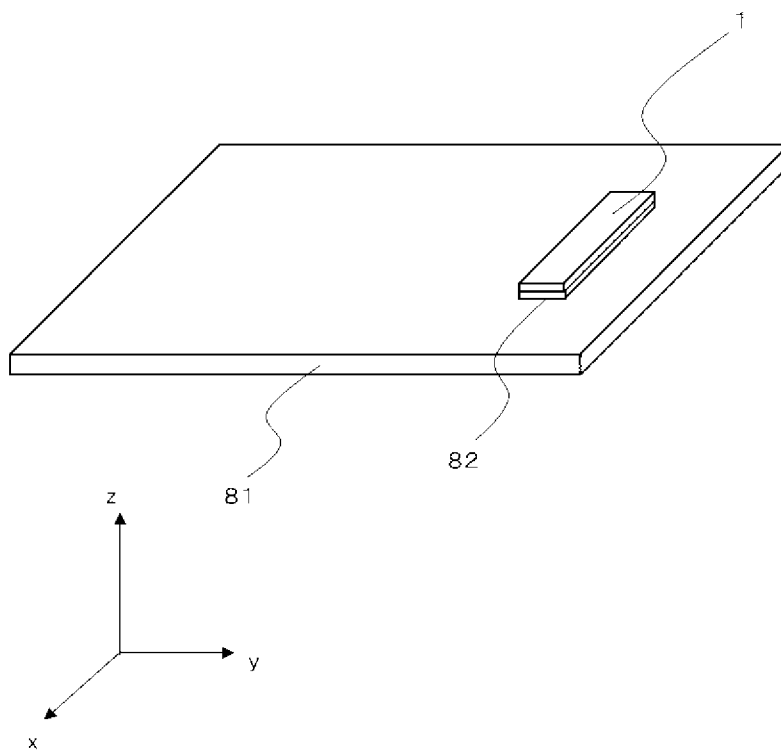
(a)



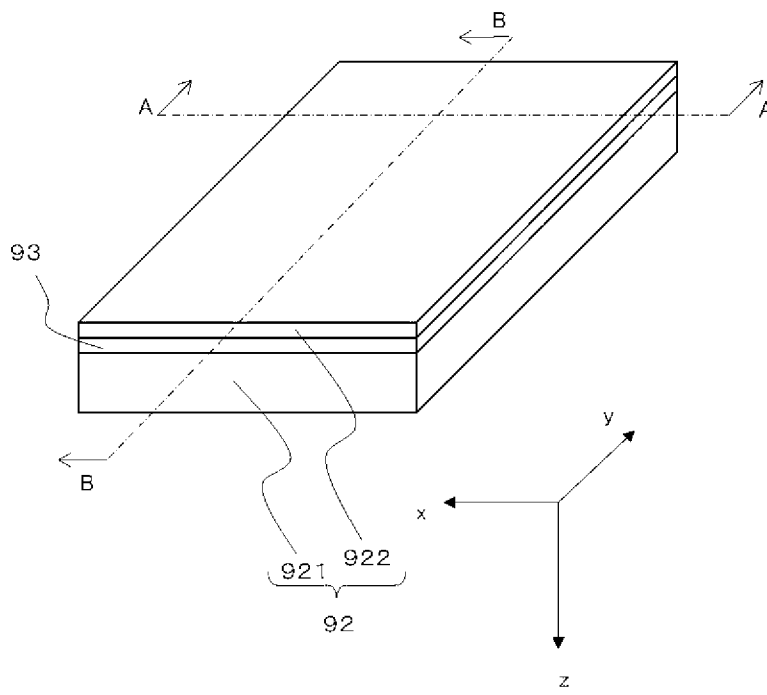
(b)



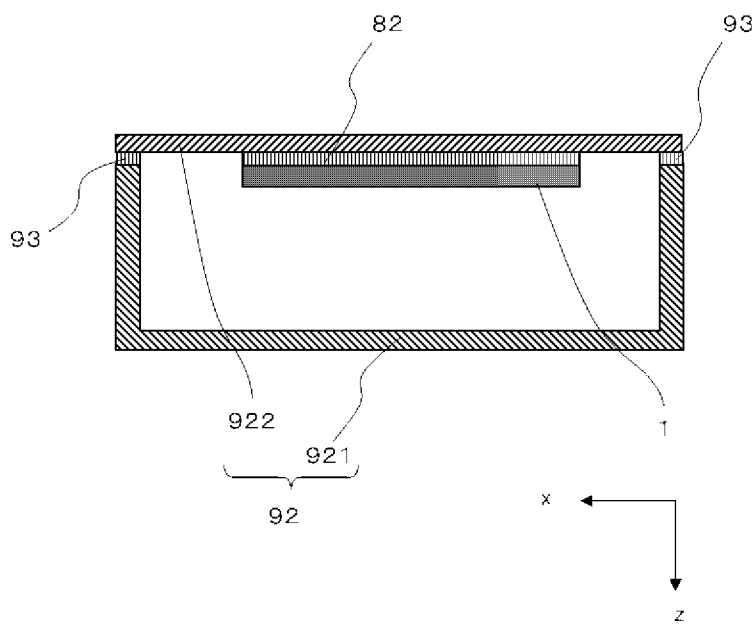
[図8]



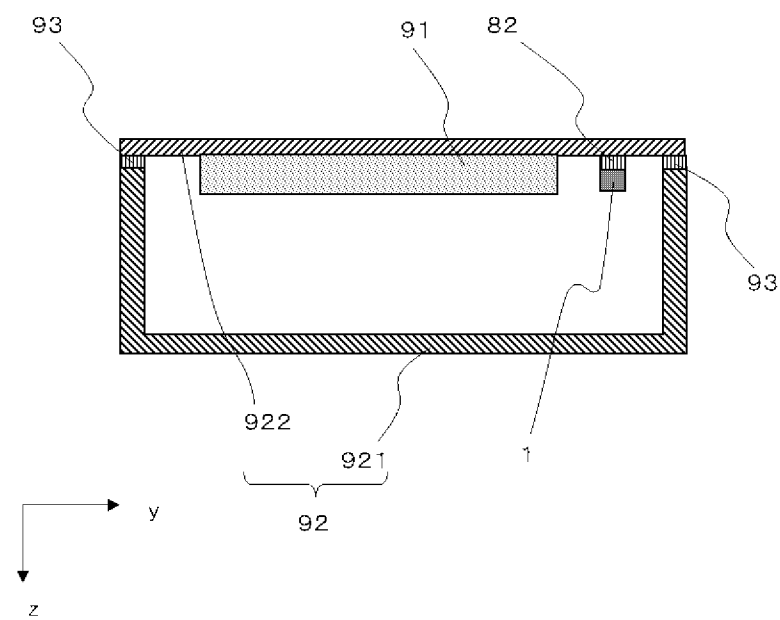
[図9]



[図10]

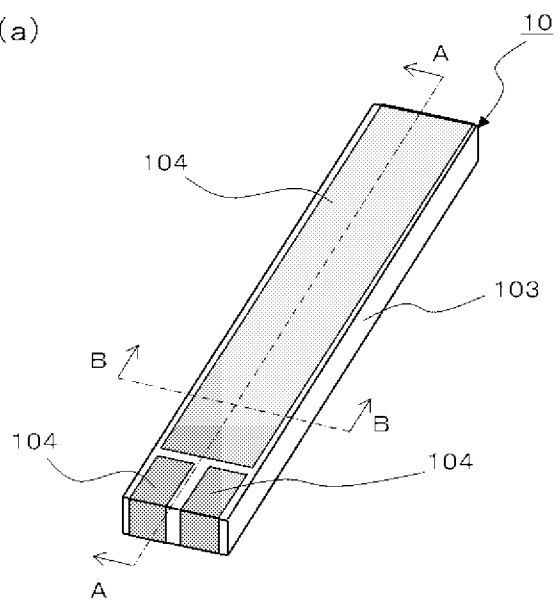


[図11]

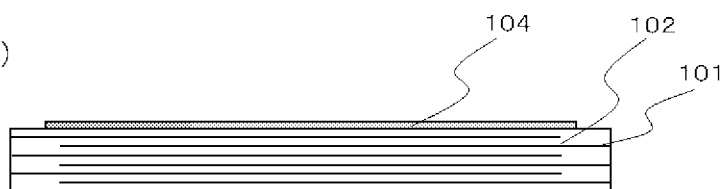


[図12]

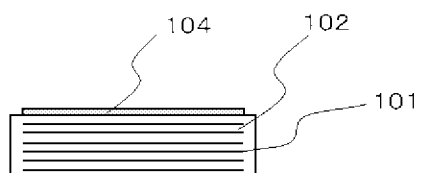
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/072262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/083(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H04M1/02(2006.01)i, H04M1/03(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)

H01L41/083, H01L41/09, H01L41/187, H04M1/02, H04M1/03

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.
X Y A	JP 06-291380 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 October 1994 (18.10.1994), paragraphs [0016] to [0020]; fig. 1 to 2, 4 (Family: none)	1, 4 5-10 2-3
X Y A	JP 2003-046154 A (NGK Insulators, Ltd.), 14 February 2003 (14.02.2003), paragraphs [0003] to [0005]; fig. 34 to 37 & EP 1283553 A2 & DE 60226549 D	1-2, 4, 6-7 5, 8-10 3
X Y A	JP 2009-177751 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0002], [0014] to [0021]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-2, 4, 6-7 5, 8-10 3

☒ 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
17 October, 2012 (17.10.12)

Date of mailing of the international search report
30 October, 2012 (30.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/072262

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 07-045473 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 February 1995 (14.02.1995), paragraphs [0002] to [0007]; fig. 8 to 9 (Family: none)	1-2
Y	JP 06-014396 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 21 January 1994 (21.01.1994), claims; fig. 1 to 3 (Family: none)	5
Y	WO 2012/057214 A1 (Kyocera Corp.), 03 May 2012 (03.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	8-10
A	JP 2002-171002 A (Kyocera Corp.), 14 June 2002 (14.06.2002), paragraph [0016]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L41/083(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H04M1/02(2006.01)i, H04M1/03(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. H01L41/083, H01L41/09, H01L41/187, H04M1/02, H04M1/03

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
X Y A	JP 06-291380 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994. 10. 18, 段落【0016】 - 【0020】, 第 1-2, 4 図 (ファミリーなし)	1, 4 5-10 2-3
X Y A	JP 2003-046154 A (日本碍子株式会社) 2003. 02. 14, 段落【0003】 - 【0005】, 第 34-37 図 & EP 1283553 A2 & DE 60226549 D	1-2, 4, 6-7 5, 8-10 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

1 7 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 0 . 1 0 . 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)

桑原 清

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 1 6

5 F

9 3 7 5

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
X Y A	JP 2009-177751 A (太陽誘電株式会社) 2009.08.06, 段落【0002】, 【0014】 - 【0021】, 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1-2, 4, 6-7 5, 8-10 3
A	JP 07-045473 A (松下電器産業株式会社) 1995.02.14, 段落【0002】 - 【0007】, 第 8-9 図 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 06-014396 A (日本電波工業株式会社) 1994.01.21, 特許請求の 範囲, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	5
Y	WO 2012/057214 A1 (京セラ株式会社) 2012.05.03, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	8-10
A	JP 2002-171002 A (京セラ株式会社) 2002.06.14, 段落【0016】, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1-10