

(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 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/173081 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/083 (2006.01) H02N 2/00 (2006.01)
H01L 41/187 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064889
- (22) 国際出願日: 2012 年 6 月 11 日(11.06.2012)
- (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 2011-133948 2011 年 6 月 16 日(16.06.2011) 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 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 西川雅永(NISHIKAWA, Masanaga) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 北川幸雄(KITAGAWA, Sachio) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 西村俊雄(NISHIMURA, Toshio) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). ▲与

▼田直(YODA, Tadashi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

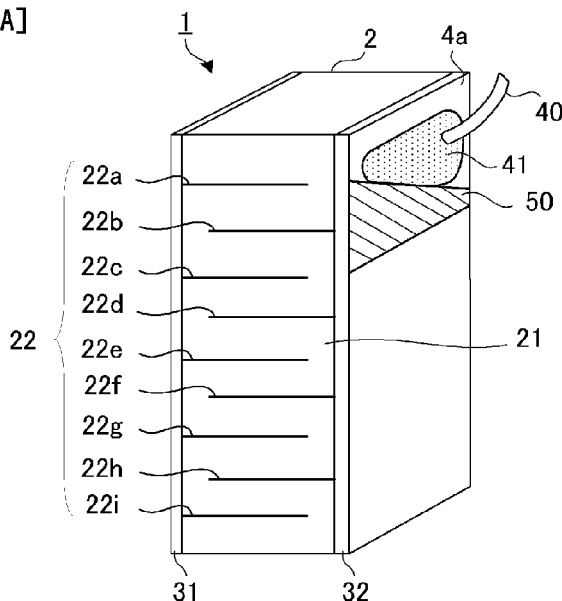
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所(Kaede Patent Attorneys' Office); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, 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), ユーロパ(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).

[続葉有]

(54) Title: LAMINATED PIEZOELECTRIC ACTUATOR

(54) 発明の名称: 積層型圧電アクチュエータ

[図2A]



(57) Abstract: A laminated piezoelectric actuator (1) is provided with: a laminated piezoelectric body (2), which has a plurality of piezoelectric layers (21) and a plurality of internal electrodes (22) alternately laminated therein, has two parallel side surfaces extending in the lamination direction of the piezoelectric layers (21) and the internal electrodes (22), and has end portions of the internal electrodes (22) exposed from the two side surfaces; external electrodes (31, 32), each of which is provided on each of the two side surfaces of the laminated piezoelectric body (2), is connected to the internal electrode (22) end portions exposed from each of the two side surfaces, and has a bonding region (4a) where an external connecting conductor (40) is bonded thereto with a solder (41); and solder stopping sections (50), each of which is provided adjacent to each bonding region (4a) on each of the two side surfaces of the laminated piezoelectric body (2), and has, on the bonding region (4a) side, an end portion that is not parallel to each of the interlayer interfaces between each of the piezoelectric layers (21) and each of the internal electrodes (22) in the laminated piezoelectric body (2). Consequently, the laminated piezoelectric actuator, which can suppress deterioration of adhesion strength between the piezoelectric layers and the internal electrodes due to contraction stress of the solder that bonds lead lines to the external electrodes, is provided.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

積層型圧電アクチュエータ (1) は、複数の圧電体層 (21) と複数の内部電極 (22) とが交互に積層されており、圧電体層 (21) と内部電極 (22) との積層方向に延びる平行な二つの側面を有し、二つの側面に内部電極 (22) の端部が露出している積層型圧電体 (2) と、積層型圧電体 (2) の二つの側面のそれぞれに設けられ、二つの側面に露出している内部電極 (22) の端部と接続されており、外部接続用導体 (40) が半田 (41) により接合される接合領域 (4a) を有する外部電極 (31, 32) と、積層型圧電体 (2) の二つの側面のそれぞれに接合領域 (4a) に隣接して設けられ、接合領域 (4a) 側において、積層型圧電体 (2) における圧電体層 (21) と内部電極 (22) との層間界面と平行とならない端部を有している半田止部 (50) とを備える。これにより、外部電極にリード線を接合する半田の収縮応力に起因した、圧電体層と内部電極との間の密着強度の低下を抑制することができる、積層型圧電アクチュエータを提供する。

明 細 書

発明の名称： 積層型圧電アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、圧電素子に電圧を印加することにより駆動する、積層型圧電アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 例えば、カメラのオートフォーカス機構において、レンズが取り付けられた軸を軸方向に移動させるために用いられるアクチュエータとして、積層方向に伸縮する積層型圧電アクチュエータがある。（例えば、特許文献１参照）。

[0003] 図１は、特許文献１に記載の積層型圧電アクチュエータ２００の模式的斜視図である。積層型圧電アクチュエータ２００は、圧電セラミック層１０５ a～１０５ j と内部電極１００ a～１００ i とが積層された積層型圧電体１００と、外部電極１０１ a，１０１ b とを備える。外部電極１０１ a，１０１ b は、積層型圧電体１００の互いに対向する側面にそれぞれ設けられている。内部電極１００ a，１００ c，１００ e，１００ g，１００ i の一方側の端部は、外部電極１０１ b に接続されている。内部電極１００ a，１００ c，１００ e，１００ g，１００ i は、外部電極１０１ b 側から外部電極１０１ a 側に向かって延びている。内部電極１００ b，１００ d，１００ f，１００ h の一方側の端部は、外部電極１０１ a に接続されている。内部電極１００ b，１００ d，１００ f，１００ h は、外部電極１０１ a 側から外部電極１０１ b 側に向かって延びている。

[0004] さらに、外部電極１０１ a，１０１ b には、棒状の半田付着防止部材１０２ a，１０２ b がそれぞれ設けられている。半田付着防止部材１０２ a，１０２ b の棒内には、外部電極１０１ a，１０１ b へ電圧を印加するためのリード線１０３ が半田１０４ により接合されている。積層型圧電体１００は、圧電セラミック層１０５ a～１０５ j と内部電極１００ a～１００ i との積

層方向に分極処理されている。このため、積層型圧電アクチュエータ 200 では、リード線 103 から電圧が印加されることにより、積層型圧電体 100 が積層方向に伸縮する。積層型圧電アクチュエータ 200 は、この伸縮を利用して、レンズを動かすように軸を軸方向に移動させる。

[0005] 一般に、積層型圧電アクチュエータでは、半田の塗布時に、外部電極における半田を塗布する領域の周辺の領域、または積層型圧電体の外部電極が形成されている側面以外の面に半田が付着すると、半田の拘束応力による伸縮量の低下や、絶縁抵抗の劣化等の問題が発生することがある。そこで、積層型圧電アクチュエータ 200 では、半田付着防止部材 102 a, 102 b により、半田 104 の塗布時に、外部電極 101 a, 101 b における半田 104 を塗布する領域の周辺の領域、または積層型圧電体 100 の外部電極 101 a, 101 b が形成されている側面以外の面に半田が付着することが防止されている。

[0006] また、特許文献 2 には、特許文献 1 における半田付着防止部材として機能するレジスト領域が設けられた積層型圧電アクチュエータが開示されている。特許文献 2 においては、半田付け領域とそれ以外の領域との間に帯状のレジスト領域を形成することで、半田の塗布時に、半田付け領域以外の領域に半田が付着することが防止されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：特開 2007-150200 号公報

特許文献 2：特開 2008-66560 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献 1, 2 に記載の積層型圧電アクチュエータでは、圧電セラミック層と内部電極との層間剥離が生じることがあるといった問題があった。このような層間剥離は、半田付け時における半田の収縮による応力によって、圧

電セラミック層と内部電極との間の密着強度が低下しておこるものと考えられる。

[0009] そこで、本発明の目的は、外部電極にリード線を接合する半田の収縮による応力に起因した、圧電体層と内部電極との間の密着強度の低下を抑制することができる、積層型圧電アクチュエータを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る積層型圧電アクチュエータは、積層型圧電体と、外部電極と、とを備える。積層型圧電体は、複数の圧電体層と複数の内部電極とが交互に積層されており、圧電体層と内部電極との積層方向に延びる平行な二つの側面を有し、二つの側面に内部電極の端部が露出している。外部電極は、積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに設けられ、二つの側面に露出している内部電極の端部と接続されており、外部接続用導体が半田により接合される接合領域を有する。半田止部は、積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに接合領域に隣接して設けられ、接合領域側において、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間界面と平行とならない端部を有している。

[0011] この構成において、半田止部は、積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに接合領域に隣接して設けられ、接合領域側において、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間界面と平行とならない端部を有している。このため、半田における半田止部と接している部分は、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間界面と平行にならない。このため、半田付け時の半田の収縮による応力が圧電体層と内部電極との層間界面において積層方向に加わりにくく、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間の密着強度の低下を抑制することができる。よって、圧電体層と内部電極との剥離の発生を防ぐことができる。なお、層間界面とは、積層方向に直交する平面である。

[0012] 本発明に係る積層型圧電アクチュエータにおいて、半田止部の端部は、二つの側面に露出している内部電極の端部と交差していることが好ましい。

[0013] この構成では、圧電体層と内部電極との剥離の発生を防ぐことができる。

- [0014] 本発明に係る積層型圧電アクチュエータにおいて、内部電極は、積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに設けられた外部電極の一方にのみ接続された第1内部電極と、外部電極の他方にのみ接続された第2内部電極とを有し、第1内部電極および第2内部電極は、圧電体層を介して交互に積層されていることが好ましい。
- [0015] この構成では、積層型圧電アクチュエータの積層方向に対する伸縮を大きくすることができる。
- [0016] 本発明に係る積層型圧電アクチュエータにおいて、半田止部の端部は、積層型圧電体の側面の互いに対向する平行な2つの辺の一方から他方に至ることが好ましい。
- [0017] この構成では、マザー基板をダイシングして個片化することで積層型圧電アクチュエータを製造する場合に、ダイシングする位置がばらついても半田止部を所望の形状にすることができる。

発明の効果

- [0018] 本発明によれば、半田止部は、積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに接合領域に隣接して設けられ、接合領域側において、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間界面と平行とならない端部を有している。このため、半田における半田止部と接している部分は、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間界面と平行にならない。このため、半田付け時の半田の収縮による応力が圧電体層と内部電極との層間界面において積層方向に加わりにくく、積層型圧電体における圧電体層と内部電極との層間の密着強度の低下を抑制することができる。よって、圧電体層と内部電極との剥離の発生を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]特許文献1に記載の積層型圧電アクチュエータの模式的斜視図。
[図2A]実施形態に係る積層型圧電アクチュエータの構成の斜視図。
[図2B]実施形態に係る積層型圧電アクチュエータの構成の側面視図。
[図3A]半田止部の第1の変形例を示す図。

[図3B]半田止部の第2の変形例を示す図。

[図3C]半田止部の第3の変形例を示す図。

[図4A]半田止部の第4の変形例を示す図。

[図4B]半田止部の第5の変形例を示す図。

[図4C]半田止部の第6の変形例を示す図。

[図5]半田止部の第7の変形例を示す図。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明に係る積層型圧電アクチュエータの好適な実施の形態について図面を参照して説明する。

[0021] 図2Aは本実施形態に係る積層型圧電アクチュエータの構成の斜視図を示し、図2Bは側面視図を示す。

[0022] 図2Aおよび図2Bに示す積層型圧電アクチュエータ1は、積層型圧電体2を備えている。積層型圧電体2は、圧電セラミック層21と内部電極22とが交互に積層されて形成されている。圧電セラミック層21は、圧電体層である。圧電セラミック層21は、圧電セラミック層21と内部電極22との積層方向に分極されている。すなわち、圧電セラミック層21の分極方向は、圧電セラミック層21と内部電極22との積層方向と平行である。積層型圧電体2は、積層方向に長く、直方体形状を有している。以下では、積層方向に沿った四つの面において、ある対向する平行な二つの面を積層型圧電体2の側面とし、他の対向する平行な二つの面を積層型圧電体2の前面および背面とする。また、積層型圧電体2の二つの側面に直交する方向を、積層型圧電体2の幅方向とする。

[0023] 図2Aおよび図2Bに示す積層型圧電アクチュエータ1は、外部電極31、32を備える。外部電極31、32は、積層型圧電体2の二つの側面にそれぞれ設けられている。外部電極31、32は、内部電極22を介して、圧電セラミック層21に電圧を印加して積層型圧電アクチュエータ1を積層方向に伸縮させるために設けられている。外部電極31、32は、Ag、Cu、Au、Cr、Niあるいはこれらの金属の合金などにより形成されている。

。また、積層型圧電体 2 の内部電極 2 2 は、積層方向の上側から順に積層された複数の内部電極 2 2 a ~ 2 2 i を有している。複数の内部電極 2 2 a ~ 2 2 i は、外部電極 3 1, 3 2 の何れか一方に接続されている。具体的には、複数の内部電極 2 2 a ~ 2 2 i は、積層型圧電体 2 の幅方向（複数の内部電極 2 2 a ~ 2 2 i が延びる方向）の長さが積層型圧電体 2 の二つの側面間の長さより短い形状を有している。複数の内部電極 2 2 a ~ 2 2 i は、第 1 の内部電極と第 2 の内部電極のいずれかであり、第 1 の内部電極と第 2 の内部電極とは積層方向において交互に配置される。

[0024] 内部電極 2 2 a, 2 2 c, 2 2 e, 2 2 g, 2 2 i は、第 1 内部電極である。内部電極 2 2 a, 2 2 c, 2 2 e, 2 2 g, 2 2 i の一方側の端部は、外部電極 3 1 に接続されている。内部電極 2 2 a, 2 2 c, 2 2 e, 2 2 g, 2 2 i は、外部電極 3 1 側から外部電極 3 2 側に向かって水平（積層方向に対して直交方向）に延びている。このとき、内部電極 2 2 a, 2 2 c, 2 2 e, 2 2 g, 2 2 i は、積層型圧電体 2 の幅方向の長さが積層型圧電体 2 の二つの側面間の長さより短いため、外部電極 3 2 とは接続されていない。

[0025] また、内部電極 2 2 b, 2 2 d, 2 2 f, 2 2 h は、第 2 内部電極である。内部電極 2 2 b, 2 2 d, 2 2 f, 2 2 h は、内部電極 2 2 a, 2 2 c, 2 2 e, 2 2 g, 2 2 i の間にそれぞれ位置する。内部電極 2 2 b, 2 2 d, 2 2 f, 2 2 h の一方側の端部は、外部電極 3 2 に接続されている。内部電極 2 2 b, 2 2 d, 2 2 f, 2 2 h は、外部電極 3 2 側から外部電極 3 1 側に向かって水平（積層方向に対して直交方向）に延びている。このとき、内部電極 2 2 b, 2 2 d, 2 2 f, 2 2 h は、積層型圧電体 2 の幅方向の長さが積層型圧電体 2 の二つの側面間の長さより短いため、外部電極 3 1 とは接続されていない。

[0026] 積層型圧電体 2 の前面および背面に内部電極 2 2 の端部が露出しており、これら前面および背面は絶縁用保護膜 3 3, 3 4 により覆われている。絶縁用保護膜 3 3, 3 4 により、内部電極 2 2 間のショートの発生が防止される。絶縁用保護膜 3 3, 3 4 は、例えば、エポキシ樹脂などの絶縁性樹脂から

なり、カーボン粒子が混在されている。なお、図2Aでは、絶縁用保護膜33、34の図示は省略している。

[0027] 絶縁用保護膜を完全な絶縁体とすると、以下のような問題が発生することがある。積層型圧電アクチュエータにおいて、圧電体層である圧電セラミック層は焦電性を有するため、温度変化が発生すると電荷が発生する。この電荷によって電界が発生するが、発生した電界の方向が圧電セラミック層の分極方向と反対側である場合、圧電セラミック層の分極度が低下してしまい、圧電性が低下することになってしまうことになる。そこで、絶縁用保護膜33、34にカーボン粒子を混在させ、発生した電荷をリーク電流として流すことで、斯かる問題の発生を防ぐことができる。

[0028] 外部電極31、32には、半田止部50が設けられている。半田止部50は、端部の少なくとも一部が積層型圧電体2における圧電セラミック層21と内部電極22との層間界面と平行とならない形状を有している。図2Bに示すように、半田止部50の端部は、直線状であって、積層型圧電体2における圧電セラミック層21と内部電極22との層間界面に対して傾斜している。

[0029] 外部電極31、32のそれぞれにおける積層方向の上側の端部近傍であって、半田止部50に隣接する領域は、接合領域4aである。接合領域4aには、それぞれ、外部接続用導体であるリード線40が半田41により接合されている。リード線40により、外部電極31、32に電圧が印加される。電圧が印加されると、圧電セラミック層21の分極方向が圧電セラミック層21と内部電極22との積層方向と平行であるため、積層型圧電体2が積層方向に伸縮する。半田止部50は、半田41の塗布時に、外部電極31、32のそれぞれにおける接合領域4aの周辺の領域、または積層型圧電体2の側面以外の面に半田が付着するのを防止する。具体的には、半田止部50は、接合領域4aから溶融した半田41が流れ出るのを防止する。

[0030] 一般に、半田付け時に半田が収縮する際、半田では端部から中央部に向かう方向の応力が発生する。この半田の収縮応力は半田の端部側ほど大きくな

る。半田の端部が圧電セラミック層と内部電極との層間界面と平行である場合には、半田の収縮応力が圧電セラミック層と内部電極との層間界面において積層方向に強く加わるため、半田の収縮応力によって圧電セラミック層と内部電極との密着強度が低下し、圧電セラミック層と内部電極とが剥離する可能性がある。特に、半田の端部が圧電セラミック層と内部電極との層間界面と同じ位置であると、半田の収縮応力が圧電セラミック層と内部電極との層間界面において積層方向により強く加わるため、圧電セラミック層と内部電極とが剥離する可能性は高くなる。また、外部電極に外部接続用導体が半田により接合された後に、積層型圧電体に再度分極を行う場合、圧電セラミック層の収縮によって半田の収縮応力とは逆方向の応力が発生するため、圧電セラミック層と内部電極とが剥離する可能性はさらに高くなる。

[0031] 本実施形態では、半田41における半田止部50と接している部分は、積層型圧電体2における圧電セラミック層21と内部電極22との層間界面と平行にならない。半田付け時の半田41の収縮による応力が圧電セラミック層21と内部電極22との層間界面において積層方向に加わりにくく、積層型圧電体2における圧電セラミック層21と内部電極22との層間の密着強度の低下を抑制することができる。よって、圧電セラミック層21と内部電極22との剥離の発生を防ぐことができる。また、リード線40が半田41により接合された後に、積層型圧電体2に再度分極を行う場合、圧電セラミック層21の収縮により、半田付け時の半田41の収縮による応力とは逆方向の応力が発生しても、本実施形態では圧電セラミック層21と内部電極22との剥離の発生を防ぐことができる。

[0032] 半田止部50は、例えば、溶剤レジストなどの半田の付着し難い有機系樹脂からなる。この場合、半田止部50は、スクリーン印刷やインクジェット印刷で形成される。また、半田止部50は、外部電極31，32より半田の濡れ性が悪い金属膜からなるものであってもよい。この場合、フォトリソグラフィ技術を用いて形成される。

[0033] なお、外部電極31，32における接合領域4aおよび半田止部50の位

置および大きさ（積層方向における長さ）は、特に限定されないが、外部電極 3 1, 3 2 における接合領域 4 a 以外の領域の方が大きいことが好ましい。積層型圧電アクチュエータ 1 は、機器などに組み込まれる際、外部電極 3 1, 3 2 における接合領域 4 a 以外の領域内で位置決めが行われる。このため、外部電極 3 1, 3 2 における接合領域 4 a 以外の領域の方が大きいと、位置決めの精度が向上する。

[0034] また、半田止部 5 0 は、接合領域 4 a 側の端部が、図 2 A および図 2 B に示すように直線状でなくてもよく、積層型圧電体 2 における圧電セラミック層 2 1 と内部電極 2 2 との層間界面と平行とならない形状であれば、適宜変更可能である。図 3 A、図 3 B および図 3 C は、半田止部 5 0 の第 1 ～第 3 の変形例を示す図である。図 4 A、図 4 B および図 4 C は、半田止部 5 0 の第 4 ～第 6 の変形例を示す図である。図 5 は、半田止部 5 0 の第 7 の変形例を示す図である。なお、図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 4 A、図 4 B、図 4 C および図 5 は、図 2 B に相当する積層型圧電アクチュエータ 1 の側面図であり、絶縁用保護膜 3 3, 3 4、リード線 4 0 および半田 4 1 の図示は省略している。

[0035] 図 3 A に示すように、第 1 の変形例の半田止部 5 0 は、接合領域 4 a 側の端部が、折れ線状であって、積層型圧電体 2 における圧電セラミック層 2 1 と内部電極 2 2 との層間界面に対して傾斜しており、側面視で半田止部 5 0 の内側に凸となる谷形状である。第 1 の変形例の半田止部 5 0 の端部は、積層型圧電体 2 の側面の互いに対向する平行な 2 つの辺の一方から他方に至っている。また、図 3 B に示すように、第 2 の変形例の半田止部 5 0 は、接合領域 4 a 側の端部が、折れ線状であって、積層型圧電体 2 における圧電セラミック層 2 1 と内部電極 2 2 との層間界面に対して傾斜しており、側面視で接合領域 4 a 側に凸となる山形状である。また、図 3 C に示すように、第 3 の変形例の半田止部 5 0 は、接合領域 4 a 側の端部が、折れ線状であって、積層型圧電体 2 における圧電セラミック層 2 1 と内部電極 2 2 との層間界面に対して傾斜しており、側面視で山形状と谷形状とに交互になった形状であ

る。第3の変形例の半田止部50の端部は、積層型圧電体2の側面の互いに対向する平行な2つの辺の一方から他方に至っている。図3Aに示す第1の変形例と図3Cに示す第3の変形例とでは、マザー基板をダイシングして個片化することで積層型圧電アクチュエータ1を製造する場合に、ダイシングする位置がばらついても半田止部50を所望の形状にすることができる。

[0036] また、図4Aに示すように、第4の変形例の半田止部50は、接合領域4a側の端部が、曲線状であって、側面視で接合領域4a側に膨らんだ円弧状である。また、図4Bに示すように、第5の変形例の半田止部50は、接合領域4a側の端部が、曲線状であって、側面視で半田止部50の内側に凹んだ円弧状である。また、図4Cに示すように、第6の変形例の半田止部50は、接合領域4a側の端部が波線状である。第6の変形例の半田止部50の端部は、積層型圧電体2の側面の互いに対向する平行な2つの辺の一方から他方に至っている。図4Cに示す第6の変形例では、マザー基板をダイシングして個片化することで積層型圧電アクチュエータ1を製造する場合に、ダイシングする位置がばらついても半田止部50を所望の形状にすることができる。

[0037] さらに、半田止部50は、接合領域4aを囲うように設けられていてもよい。例えば、図5に示すように、第7の変形例の半田止部50は、円弧状の2つの部分が接合領域4aを積層方向の上下方向から挟むように設けられているものである。

[0038] 以上、積層型圧電アクチュエータ1について説明したが、積層型圧電アクチュエータ1の具体的構成などは、適宜設計変更可能であり、上述の実施形態に記載された作用および効果は、本発明から生じる最も好適な作用および効果を列挙したに過ぎず、本発明による作用および効果は、上述の実施形態に記載されたものに限定されるものではない。

符号の説明

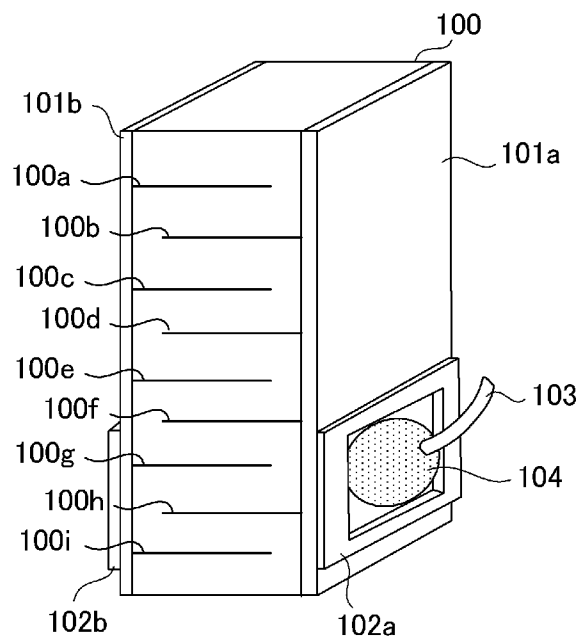
[0039] 1－積層型圧電アクチュエータ、2－積層型圧電体、4a－接合領域、21－圧電セラミック層、22、22a～22i－内部電極、31、32－外部

電極、33、34－絶縁用保護膜、40－リード線、41－半田、50－半田止部

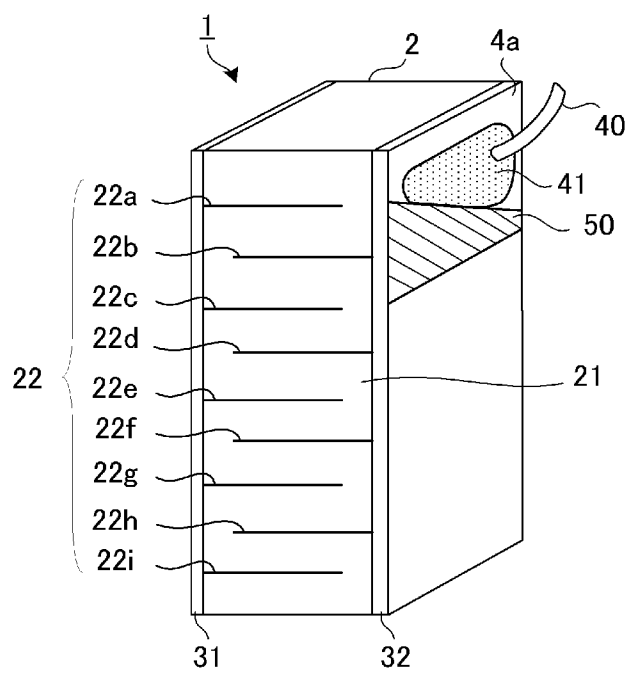
請求の範囲

- [請求項1] 複数の圧電体層と複数の内部電極とが交互に積層されており、前記圧電体層と前記内部電極との積層方向に延びる平行な二つの側面を有し、前記二つの側面に前記内部電極の端部が露出している積層型圧電体と、
- 前記積層型圧電体の前記二つの側面のそれぞれに設けられ、前記二つの側面に露出している前記内部電極の端部と接続されており、外部接続用導体が半田により接合される接合領域を有する外部電極と、
- 前記積層型圧電体の前記二つの側面のそれぞれに前記接合領域に隣接して設けられ、前記接合領域側において、前記積層型圧電体における前記圧電体層と前記内部電極との層間界面と平行とならない端部を有している半田止部と、
- を備える、積層型圧電アクチュエータ。
- [請求項2] 前記半田止部の端部は、前記二つの側面に露出している前記内部電極の端部と交差していることを特徴とする請求項1に記載の積層型圧電アクチュエータ。
- [請求項3] 前記内部電極は、前記積層型圧電体の二つの側面のそれぞれに設けられた前記外部電極の一方にのみ接続された第1内部電極と、前記外部電極の他方にのみ接続された第2内部電極とを有し、
- 前記第1内部電極および前記第2内部電極は、前記圧電体層を介して交互に積層されていることを特徴とする請求項1または2に記載の積層型圧電アクチュエータ。
- [請求項4] 前記半田止部の端部は、前記積層型圧電体の前記側面の互いに対向する平行な2つの辺の一方から他方に至ることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の積層型圧電アクチュエータ。

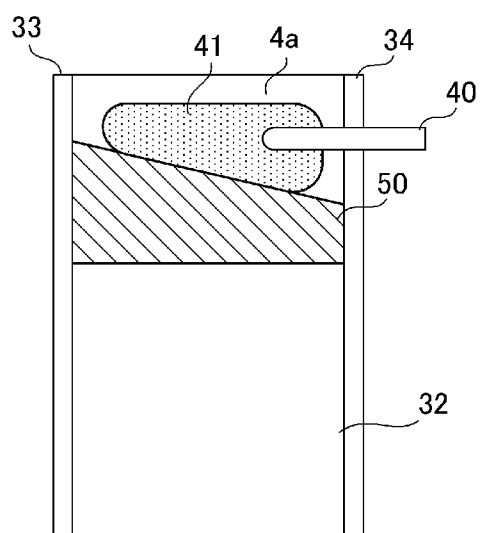
[図1]



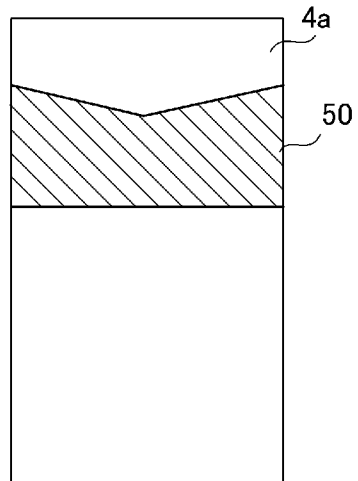
[図2A]



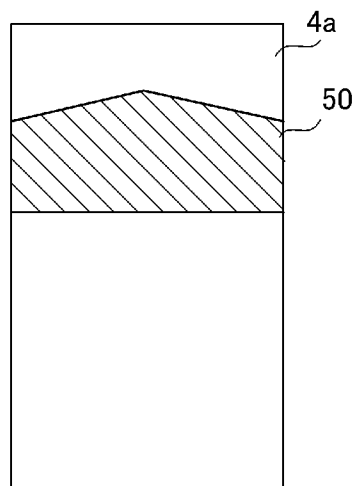
[図2B]



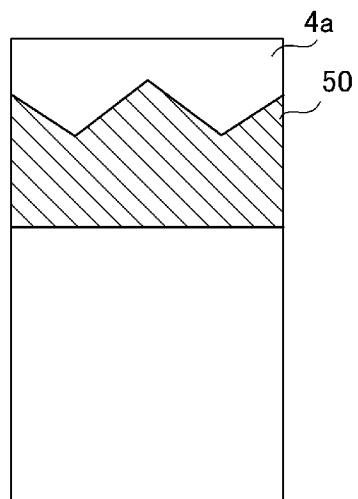
[図3A]



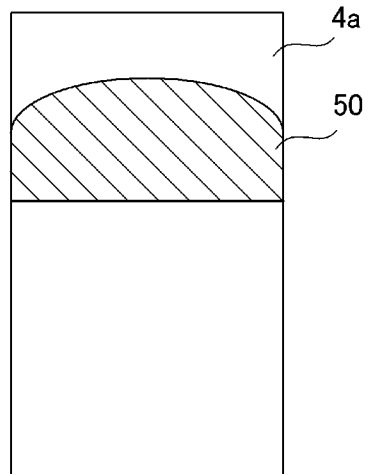
[図3B]



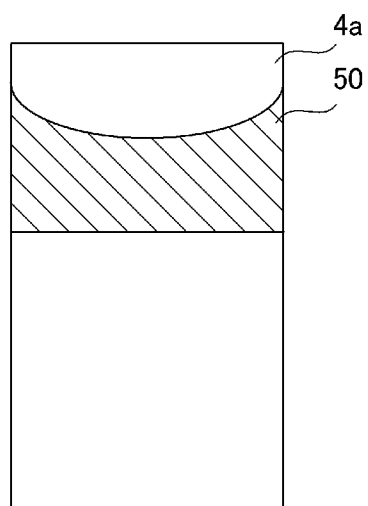
[図3C]



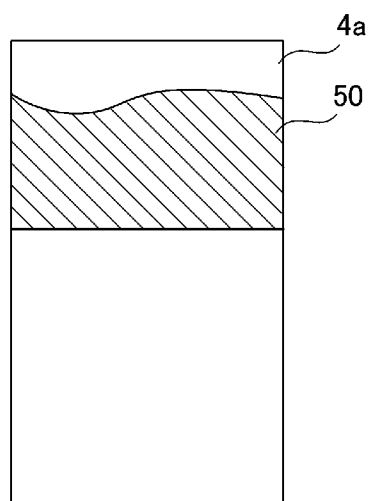
[図4A]



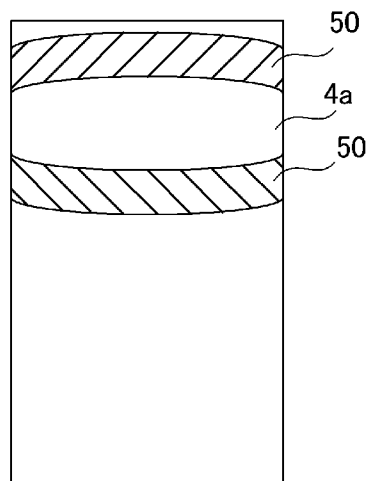
[図4B]



[図4C]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/083(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H02N2/00(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, H01L41/187, H02N2/00

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 A	JP 2007-150200 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraph [0048]; fig. 4 (Family: none)	1-3 4
A	JP 2008-66560 A (NEC Tokin Corp.), 21 March 2008 (21.03.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2-266578 A (NEC Corp.), 31 October 1990 (31.10.1990), entire text (Family: none)	1-4



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
25 June, 2012 (25.06.12)Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064889

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 2005-26583 A (Shoei Chemical Inc.) , 27 January 2005 (27.01.2005) , entire text (Family: none)	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064889

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064889

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

In order that a group of inventions set forth in claims comply with the requirement of unity, it is required that a special technical feature for so linking the group of inventions as to form a single general inventive concept is present. A group of inventions set forth in claims 1-4 are considered to be linked with one another by only the matter such that these inventions relate to a piezoelectric element set forth in claim 1.

However, the above-said matter cannot be a special technical feature, since the matter is disclosed in the prior art document: JP 2007-150200 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), paragraph [0048], fig. 4.

Consequently, there is no special technical feature among a group of inventions set forth in claims 1-4 for so linking the inventions as to form a single general inventive concept.

Therefore, it is obvious that the group of inventions set forth in claims 1-4 does not comply with the requirement of unity.

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, H01L41/187 (2006.01)i, H02N2/00 (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, H01L41/187, H02N2/00

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 A	JP 2007-150200 A (株式会社村田製作所) 2007.06.14, [0048], [図4] (ファミリーなし)	1-3 4
A	JP 2008-66560 A (NEC トーキン株式会社) 2008.03.21, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2-266578 A (日本電気株式会社) 1990.10.31, 全文 (ファミリーなし)	1-4

☒ 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

2 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 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)

河合 俊英

5 F

3 2 3 8

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

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
A	JP 2005-26583 A (昭栄化学工業株式会社) 2005.01.27, 全文 (ファ ミリーなし)	1-4

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であり、請求項 1-4 に記載されている一群の発明は、請求項 1 に係る圧電素子であるという事項でのみ連関していると認める。

しかしながら、この事項は先行技術文献 JP 2007-150200 A (株式会社村田製作所) 2007.06.14, [0048], [図 4] に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求項 1-4 に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存しないこととなる。

そのため、請求項 1-4 に記載されている一群の発明が発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。