

(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  
2020年5月22日(22.05.2020)



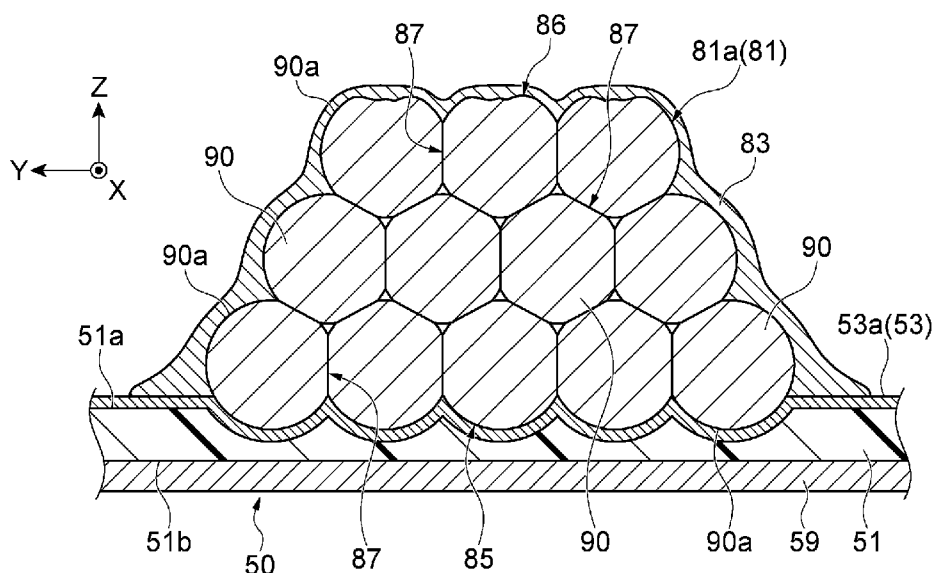
(10) 国際公開番号

**WO 2020/100827 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 41/047* (2006.01) *H01L 41/187* (2006.01)  
*H01L 41/083* (2006.01) *H01L 41/29* (2013.01)  
*H01L 41/09* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044186
- (22) 国際出願日: 2019年11月11日(11.11.2019)
- (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 2018-215675 2018年11月16日(16.11.2018) JP
- (71) 出願人: T D K株式会社(TDK CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 滝 辰哉(TAKI Tatsuya); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 太田 佳生(OHTA Yoshiki); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 寺田 壮志(TERADA Takeshi); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 隆平(SASAKI Ryuhei); 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(54) **Title:** VIBRATION DEVICE, CONNECTING STRUCTURE, AND METHOD OF MANUFACTURING VIBRATION DEVICE

(54) 発明の名称: 振動デバイス、接続構造体、及び振動デバイスの製造方法



(57) **Abstract:** This vibration device comprises a vibration part and a connecting structure. The vibration part includes a piezoelectric element. The connecting structure includes a band-shaped wiring member and a lead wire. The wiring member is connected to the vibration part. The lead wire is connected to the wiring member. The lead wire includes a bundle of a plurality of core wires, and a covering member covering the bundle. The wiring member includes a resin layer and a conductor layer disposed on the resin layer. The bundle has a first end exposed from the covering member. The conductor layer includes a second end connected to the first end. The first end has a first surface opposing the second end. The second end is curved along the outer peripheral surfaces of the core wires on the first surface.

(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, JO, 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, NI, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

---

(57) 要約: 振動デバイスは、振動部と、接続構造体と、を備える。振動部は、圧電素子を有する。接続構造体は、帯状の配線部材と、リード線と、を有する。配線部材は、振動部に接続されている。リード線は、配線部材に接続されている。リード線は、複数の心線の束と、束を被覆する被覆部材と、を有する。配線部材は、樹脂層と、樹脂層上に配置された導体層と、を有する。束は、被覆部材から露出している第一端部を含む。導体層は、第一端部に接続された第二端部を含む。第一端部は、第二端部と対向している第一面を有する。第二端部は、第一面における心線の外周面に沿って湾曲している。

## 明 細 書

発明の名称：

振動デバイス、接続構造体、及び振動デバイスの製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明の一つの態様は、振動デバイス、接続構造体、及び振動デバイスの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、圧電素子と、圧電素子の一方主面に接合されたフレキシブル基板と、を備える圧電アクチュエータが記載されている。圧電素子の一方主面において、フレキシブル基板が接合されている領域の平坦度は、圧電素子の他方主面の平坦度よりも低い。したがって、圧電素子の平坦度が高い領域にフレキシブル基板が接合されている場合に比べて、フレキシブル基板の剥離が抑制できる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5474261号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の圧電アクチュエータでは、圧電素子にフレキシブル基板が接合されているので、圧電素子にリード線が接合されている場合に比べて、圧電素子の振動が阻害され難いものの、電気抵抗が増加し易い。

[0005] 本発明の一つの態様は、振動が阻害され難く、電気抵抗を抑制可能な振動デバイス、接続構造体、及び振動デバイスの製造方法を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一つの態様に係る振動デバイスは、振動部と、接続構造体と、を備える。振動部は、圧電素子を有する。接続構造体は、帯状の配線部材と、

リード線と、を有する。配線部材は、振動部に接続されている。リード線は、配線部材に接続されている。リード線は、複数の心線の束と、束を被覆する被覆部材と、を有する。配線部材は、樹脂層と、樹脂層上に配置された導体層と、を有する。束は、被覆部材から露出している第一端部を含む。導体層は、第一端部に接続された第二端部を含む。第一端部は、第二端部と対向している第一面を有する。第二端部は、第一面における心線の外周面に沿って湾曲している。

[0007] 上記一つの態様では、接続構造体は、振動部に接続された帯状の配線部材を有している。したがって、接続構造体によって振動部の振動が阻害され難い。接続構造体は、配線部材に接続されたリード線を有している。リード線は複数の心線の束を有し、電流が複数の心線を通れる。このため、リード線は、電流が導体層を通れる配線部材に比べて、電気抵抗を抑制することができる。したがって、接続構造体がリード線を有していることにより、接続構造体の全体が配線部材で構成されている場合に比べて、接続構造体の電気抵抗を抑制することができる。更に、接続構造体がリード線を有していることにより、接続構造体の引き回しが容易となる。複数の心線の束の第一端部は、導体層の第二端部に接続されている。第一端部は、第二端部と対向する第一面を有し、第二端部は、第一面における心線の外周面に沿って湾曲している。これにより、第二端部が第一端部に密着するので、電気抵抗を更に抑制することができる。

[0008] 上記一つの態様では、第一端部は、第一面と対向する第二面を更に有してもよい。第二面における心線の外周面は、第一面における心線の外周面よりも平坦であってもよい。この場合、第一端部が配線部材から突出する高さを低く抑えることができる。よって、振動部の振動が更に阻害され難い。

[0009] 上記一つの態様では、第一端部は、隣り合う一対の心線同士が面接触した領域を有してもよい。この場合、第一端部では、複数の心線の間形成される隙間の体積を低減することができる。よって、電気抵抗を更に抑制することができる。

- [0010] 上記一つの態様では、領域における心線の外周面は、第一面における心線の外周面よりも平坦であってもよい。この場合、第一端部では、複数の心線の間形成される隙間の体積を更に低減することができる。よって、電気抵抗を更に抑制することができる。
- [0011] 上記一つの態様では、第一端部及び第二端部は、導電性接着剤によって互いに接続されていてもよい。この場合、電気抵抗を更に抑制することができる。
- [0012] 上記一つの態様では、束では、複数の心線が撚られていてもよい。束の第一端部における撚りは、束の他の部分における撚りに比べて小さくてもよい。この場合、第一端部では、複数の心線の配置の自由度が高まるので、第一端部が配線部材から突出する高さを低く抑えることができる。よって、振動部の振動が更に阻害され難い。
- [0013] 上記一つの態様では、振動部は、圧電素子が接合された振動部材を更に有していてもよい。この場合、振動部の振動を増大させることができる。
- [0014] 上記一つの態様では、被覆部材は、配線部材上に配置された部分を含んでいてもよい。この場合、第一端部と第二端部との間で断線が発生することを抑制可能となる。
- [0015] 本発明の一つの態様に係る接続構造体は、帯状の配線部材と、配線部材に接続された複数の心線の束と、を備える。配線部材は、樹脂層と、樹脂層上に配置された導体層と、を有する。束は、第一端部を含む。導体層は、第一端部に接続された第二端部を含む。第一端部は、第二端部と対向している第一面を有する。第二端部は、第一面における心線の外周面に沿って湾曲している。
- [0016] 上記一つの態様では、接続構造体は、振動部に接続された帯状の配線部材を有している。したがって、例えば、接続構造体が振動部に接続された場合でも、接続構造体によって振動部の振動が阻害され難い。接続構造体は、配線部材に接続された複数の心線の束を有している。複数の心線のそれぞれを電流が流れるので、電流が導体層を流れる配線部材に比べて、電気抵抗を抑

制することができる。したがって、接続構造体が複数の心線の束を有していることにより、接続構造体の全体が配線部材で構成されている場合に比べて、接続構造体の電気抵抗を抑制することができる。更に、接続構造体が複数の心線の束を有していることにより、接続構造体の引き回しが容易となる。複数の心線の束の第一端部は、導体層の第二端部に接続されている。第一端部は、第二端部と対向する第一面を有し、第二端部は、第一面における心線の外周面に沿って湾曲している。これにより、第二端部が第一端部に密着するので、電気抵抗を更に抑制することができる。

[0017] 本発明の一つの態様に係る振動デバイスの製造方法は、上記振動デバイスの製造方法であって、導電性接着剤が付与された第一端部を第二端部上に配置した状態で、加圧及び加熱することにより、第一端部を第二端部に接続する工程を含む。

[0018] 上記一つの態様では、加圧及び加熱することにより、第一端部が第二端部に接続されるので、第一面における心線の外周面に沿って第二端部を湾曲させることができる。

### 発明の効果

[0019] 本発明の一つの態様によれば、振動が阻害され難く、電気抵抗を抑制可能な振動デバイス、接続構造体、及び振動デバイスの製造方法を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施形態に係る振動デバイスの斜視図である。

[図2]図1の振動デバイスの分解斜視図である。

[図3]図1のIII-III線に沿っての断面図である。

[図4]図3の一部を拡大して示す断面図である。

[図5]圧電素子の構成を示す分解斜視図である。

[図6]接続構造体及び圧電素子の上面図である。

[図7]接続構造体の下面図である。

[図8]図7のVII-VII線に沿っての断面図である。

[図9]変形例に係る接続構造体の下面図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] 以下、添付図面を参照して、実施形態について詳細に説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用い、重複する説明を省略する。

[0022] 図1は、実施形態に係る振動デバイスの斜視図である。図2は、図1の振動デバイスの分解斜視図である。図3は、図1のIII-III線に沿っての断面図である。図4は、図3の一部を拡大して示す断面図である。図1～図4に示されるように、振動デバイス100は、振動部1と、振動部1に接続された接続構造体2と、振動部1が配置されるケース3と、を備えている。振動デバイス100は、例えば、スピーカー、又はブザーとして用いられる。振動デバイス100は、テレビ、スマートフォン等の電子機器に設けられる。

[0023] ケース3は、たとえば、アクリル系樹脂、塩化ビニル系樹脂、成型樹脂等の樹脂材料からなる。ケース3は、たとえば、上面が開放された直方体形状の箱部材である。ケース3は、矩形板状の底部3aと、互いに対向している一対の側部3bと、互いに対向している一対の側部3cと、を有している。

[0024] 底部3aは、厚さ方向から見て、一対の長辺と一対の短辺とを有する長方形形状を呈している。長方形形状には、たとえば、各角が面取りされている形状、及び、各角が丸められている形状が含まれる。以下では、底部3aの長辺方向をX方向、底部3aの短辺方向をY方向、底部3aの厚さ方向をZ方向とする。

[0025] 底部3aのX方向での長さは、たとえば、33mmである。底部3aのY方向での長さは、たとえば、18mmである。底部3aのZ方向での長さは、たとえば、1.5mmである。底部3aの上面の中央部には、Z方向から見て、長方形形状の凹部3dが形成されている。凹部3dのX方向での長さは、たとえば、15mmである。凹部3dのY方向での長さは、たとえば、10mmである。凹部3dのZ方向での長さ（深さ）は、たとえば、1.0mmである。

- [0026] 一対の側部 3 b は、矩形板状を呈し、底部 3 a の長辺部分から Z 方向に沿って延在している。一対の側部 3 b の対向方向は、Y 方向と一致している。一方の側部 3 b には、側部 3 b を厚さ方向（Y 方向）に貫通する矩形状の貫通孔 3 e が形成されている。図 3 では、貫通孔 3 e の図示が省略されている。振動デバイス 100 で発生した音は、主に貫通孔 3 e を通じてケース 3 の外部に伝わる。一対の側部 3 c は、矩形板状を呈し、底部 3 a の短辺部分から Z 方向に沿って延在している。一対の側部 3 c の対向方向は、X 方向と一致している。側部 3 b, 3 c の Z 方向での長さは同等であり、たとえば、7.6 mm である。
- [0027] ケース 3 は、接続構造体 2 を支持している支持部 3 f を更に有している。支持部 3 f は、一方の側部 3 c における底部 3 a と反対側の端部から、ケース 3 の外側に X 方向に沿って張り出している。ケース 3 は、少なくとも底部 3 a を有していればよく、各側部 3 c, 3 b 及び支持部 3 f を有していなくてもよい。
- [0028] 振動部 1 は、底部 3 a に配置されている。本実施形態では、振動部 1 は、底部 3 a 上において、一対の側部 3 b 及び一対の側部 3 c に囲まれている。振動部 1 は、ケース 3 に収容されている。振動部 1 は、圧電素子 10 と、振動部材 12 と、を有している。
- [0029] 振動部材 12 は、たとえば、Ni-Fe 合金、Ni、黄銅、又はステンレス鋼等金属からなる。本実施形態では、振動部材 12 は、板状部材である。振動部材 12 は、Z 方向において互いに対向している一対の主面 12 a, 12 b を有している。振動部材 12 は、Z 方向から見て、振動部材 12 の外縁が凹部 3 d の外縁の外側に位置するように配置されている。振動部材 12 は、凹部 3 d を完全に覆っている。なお、底部 3 a に凹部 3 d が設けられておらず、振動部材 12 の主面 12 b の全面が接着剤により底部 3 a に接合（接着）されていてもよい。
- [0030] 主面 12 b は、底部 3 a と Z 方向で対向している。主面 12 b は、たとえば、エポキシ樹脂又はアクリル系樹脂からなる接着層（不図示）によって底

部 3 a に接合（接着）されている。接着層は、導電性のフィラーを含んでおらず、電気絶縁性を有している。主面 1 2 b は、底部 3 a のうち、凹部 3 d の周縁部に接合され、凹部 3 d の周縁部によって支持されている。

[0031] 各主面 1 2 a, 1 2 b は、一对の長辺と一对の短辺とを有する長方形状を呈している。すなわち、振動部材 1 2 は、平面視で（Z 方向から見て）、一对の長辺と一对の短辺とを有する長方形状を呈している。本実施形態では、各主面 1 2 a, 1 2 b の長辺方向は、X 方向と一致している。各主面 1 2 a, 1 2 b の短辺方向は、Y 方向と一致している。

[0032] 振動部材 1 2 の X 方向での長さは、たとえば、30 mm である。振動部材 1 2 の Y 方向での長さは、たとえば、15 mm である。振動部材 1 2 の Z 方向での長さは、たとえば、100  $\mu$ m である。

[0033] 圧電素子 1 0 は、圧電素体 1 1 と、複数の外部電極 1 3, 1 5 と、を有している。本実施形態では、圧電素子 1 0 は、二つの外部電極 1 3, 1 5 を有している。外部電極 1 3 及び外部電極 1 5 は、互いに極性が異なっている。

[0034] 圧電素体 1 1 は、直方体形状を呈している。直方体形状には、たとえば、角部及び稜線部が面取りされている直方体の形状、及び、角部及び稜線部が丸められている直方体の形状が含まれる。圧電素体 1 1 は、Z 方向において互いに対向している一对の主面 1 1 a, 1 1 b を有している。主面 1 1 b は、主面 1 2 a と Z 方向で対向している。主面 1 1 b は、接着層（不図示）によって主面 1 2 a の中央部に接合（接着）されている。

[0035] 各主面 1 1 a, 1 1 b は、一对の長辺と一对の短辺とを有する長方形状を呈している。すなわち、圧電素子 1 0（圧電素体 1 1）は、平面視で（Z 方向から見て）、一对の長辺と一对の短辺とを有する長方形状を呈している。本実施形態では、各主面 1 1 a, 1 1 b の長辺方向は、X 方向と一致している。各主面 1 1 a, 1 1 b の短辺方向は、Y 方向と一致している。

[0036] 圧電素体 1 1 の X 方向での長さは、たとえば、20 mm である。圧電素体 1 1 の Y 方向での長さは、たとえば、10 mm である。圧電素体 1 1 の Z 方向での長さは、たとえば、200  $\mu$ m である。

[0037] 図5は、圧電素子の構成を示す分解斜視図である。図5に示されるように、圧電素体11は、複数の圧電体層17a, 17b, 17c, 17dが積層されて構成されている。すなわち、圧電素体11は、積層されている複数の圧電体層17a, 17b, 17c, 17dを有している。本実施形態では、圧電素体11は、四つの圧電体層17a, 17b, 17c, 17dを有している。圧電素体11では、複数の圧電体層17a, 17b, 17c, 17dが積層されている方向がZ方向と一致している。圧電体層17aは、主面11aを有している。圧電体層17dは、主面11bを有している。圧電体層17b, 17cは、圧電体層17aと圧電体層17dとの間に位置している。

[0038] 各圧電体層17a, 17b, 17c, 17dは、圧電材料からなる。本実施形態では、各圧電体層17a, 17b, 17c, 17dは、圧電セラミック材料からなる。圧電セラミック材料には、たとえば、PZT [Pb(Zr、Ti)O<sub>3</sub>]、PT (PbTiO<sub>3</sub>)、PLZT [(Pb, La)(Zr、Ti)O<sub>3</sub>]、又はチタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>) が用いられる。各圧電体層17a, 17b, 17c, 17dは、たとえば、上述した圧電セラミック材料を含むセラミックグリーンシートの焼結体から構成される。実際の圧電素体11では、各圧電体層17a, 17b, 17c, 17dは、各圧電体層17a, 17b, 17c, 17dの間の境界が認識できない程度に一体化されている。

[0039] 圧電素子10は、圧電素体11内に配置されている複数の内部電極19, 21, 23を備えている。本実施形態では、圧電素子10は、三つの内部電極19, 21, 23を備えている。各内部電極19, 21, 23は、導電性材料からなる。導電性材料には、たとえば、Ag、Pd、又はAg-Pd合金が用いられる。各内部電極19, 21, 23は、たとえば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。本実施形態では、各内部電極19, 21, 23の外形形状は、長方形形状である。

[0040] 各内部電極19, 21, 23は、Z方向において異なる位置（層）に配置

されている。内部電極 19 と内部電極 21 とは、Z 方向に間隔を有して対向している。内部電極 21 と内部電極 23 とは、Z 方向に間隔を有して対向している。内部電極 19 は、圧電体層 17a と圧電体層 17b との間に位置している。内部電極 21 は、圧電体層 17b と圧電体層 17c との間に位置している。内部電極 23 は、圧電体層 17c と圧電体層 17d との間に位置している。各内部電極 19, 21, 23 は、圧電素体 11 の表面には露出していない。すなわち、各内部電極 19, 21, 23 は、各側面には露出していない。各内部電極 19, 21, 23 は、Z 方向から見て、主面 11a, 11b の全ての縁（四辺）から離間している。

[0041] 各外部電極 13, 15 は、主面 11a 上に配置されている。外部電極 13 と外部電極 15 とは、X 方向に並んでいる。外部電極 13 と外部電極 15 とは、X 方向で隣り合っている。各外部電極 13, 15 は、Z 方向から見て、主面 11a の全ての縁（四辺）から離間している。各外部電極 13, 15 は、Z 方向から見て、矩形状を呈している。矩形状には、たとえば、各角が面取りされている形状、及び、各角が丸められている形状が含まれる。各外部電極 13, 15 は、導電性材料からなる。導電性材料には、たとえば、Ag、Pd、又は Ag-Pd 合金が用いられる。各外部電極 13, 15 は、たとえば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。

[0042] 外部電極 13 は、ビア導体 31 を通して接続導体 25 と電氣的に接続されている。接続導体 25 は、内部電極 19 と同じ層に位置している。接続導体 25 は、内部電極 19 の内側に位置している。内部電極 19 には、Z 方向から見て、外部電極 13 に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体 25 は、内部電極 19 に形成されている開口内に位置している。Z 方向から見て、接続導体 25 の全縁が、内部電極 19 で囲まれている。

[0043] 接続導体 25 は、圧電体層 17a と圧電体層 17b との間に位置している。内部電極 19 と接続導体 25 とは、離間している。接続導体 25 は、Z 方向で、外部電極 13 と対向している。ビア導体 31 は、外部電極 13 と接続

されていると共に、接続導体 2 5 と接続されている。接続導体 2 5 は、ビア導体 3 3 を通して内部電極 2 1 と電氣的に接続されている。接続導体 2 5 は、Z 方向で、内部電極 2 1 と対向している。ビア導体 3 3 は、接続導体 2 5 と接続されていると共に、内部電極 2 1 と接続されている。

[0044] 内部電極 2 1 は、ビア導体 3 5 を通して接続導体 2 7 と電氣的に接続されている。接続導体 2 7 は、内部電極 2 3 と同じ層に位置している。接続導体 2 7 は、内部電極 2 3 の内側に位置している。内部電極 2 3 には、Z 方向から見て、外部電極 1 3（接続導体 2 5）に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体 2 7 は、内部電極 2 3 に形成されている開口内に位置している。Z 方向から見て、接続導体 2 7 の全縁が、内部電極 2 3 で囲まれている。

[0045] 外部電極 1 5 は、ビア導体 3 7 を通して内部電極 1 9 と電氣的に接続されている。内部電極 1 9 は、Z 方向で、外部電極 1 5 と対向している。ビア導体 3 7 は、外部電極 1 5 と接続されていると共に、内部電極 1 9 と接続されている。

[0046] 内部電極 1 9 は、ビア導体 3 9 を通して接続導体 2 9 と電氣的に接続されている。接続導体 2 9 は、内部電極 2 1 と同じ層に位置している。接続導体 2 9 は、内部電極 2 1 の内側に位置している。内部電極 2 1 には、Z 方向から見て、外部電極 1 5 に対応する位置に、開口が形成されている。接続導体 2 9 は、内部電極 2 1 に形成されている開口内に位置している。Z 方向から見て、接続導体 2 9 の全縁が、内部電極 2 1 で囲まれている。

[0047] 接続導体 2 9 は、圧電体層 1 7 b と圧電体層 1 7 c との間に位置している。内部電極 2 1 と接続導体 2 9 とは、離間している。接続導体 2 9 は、Z 方向で、内部電極 1 9 と対向している。ビア導体 3 9 は、内部電極 1 9 と接続されていると共に、接続導体 2 9 と接続されている。接続導体 2 9 は、ビア導体 4 1 を通して内部電極 2 3 と電氣的に接続されている。接続導体 2 9 は、Z 方向で、内部電極 2 3 と対向している。ビア導体 4 1 は、接続導体 2 9 と接続されていると共に、内部電極 2 3 と接続されている。

- [0048] 外部電極 1 3 は、ビア導体 3 1、接続導体 2 5、及び、ビア導体 3 3 を通して、内部電極 2 1 と電氣的に接続されている。外部電極 1 5 は、ビア導体 3 7 を通して、内部電極 1 9 と電氣的に接続されている。外部電極 1 5 は、ビア導体 3 7、内部電極 1 9、ビア導体 3 9、接続導体 2 9、及び、ビア導体 4 1 を通して、内部電極 2 3 と電氣的に接続されている。
- [0049] 接続導体 2 5、2 7、2 9 及びビア導体 3 1、3 3、3 5、3 7、3 9、4 1 は、導電性材料からなる。導電性材料には、たとえば、A g、P d、又は A g－P d 合金が用いられる。接続導体 2 5、2 7、2 9 及びビア導体 3 1、3 3、3 5、3 7、3 9、4 1 は、たとえば、上記導電性材料を含む導電性ペーストの焼結体として構成されている。接続導体 2 5、2 7、2 9 は、矩形状を呈している。ビア導体 3 1、3 3、3 5、3 7、3 9、4 1 は、対応する圧電体層 1 7 a、1 7 b、1 7 c を形成するためのセラミックグリーンシートに形成された貫通孔に充填された導電性ペーストが焼結することにより形成される。
- [0050] 圧電素体 1 1 の主面 1 1 b には、内部電極 1 9、2 3 と電氣的に接続されている導体と、内部電極 2 1 と電氣的に接続されている導体とは配置されていない。本実施形態では、主面 1 1 b を Z 方向から見たとき、主面 1 1 b の全体が露出している。主面 1 1 a、1 1 b は、自然面である。自然面とは、焼成により成長した結晶粒の表面により構成される面である。
- [0051] 圧電素体 1 1 の各側面にも、内部電極 1 9、2 3 と電氣的に接続されている導体と、内部電極 2 1 と電氣的に接続されている導体とは配置されていない。本実施形態では、圧電素体 1 1 の各側面を X 方向及び Y 方向から見たとき、各側面の全体が露出している。本実施形態では、これらの各側面も、自然面である。
- [0052] 圧電体層 1 7 b における内部電極 1 9 と内部電極 2 1 とで挟まれた領域と、圧電体層 1 7 c における内部電極 2 1 と内部電極 2 3 とで挟まれた領域とは、圧電的に活性な領域を構成する。本実施形態では、圧電的に活性な領域は、Z 方向から見て、複数の外部電極 1 3、1 5 を囲むように位置している

。Z方向から見て、圧電素体11は、外部電極13と外部電極15との間に位置している領域に、圧電的に活性な領域を含んでいる。Z方向から見て、圧電素体11は、外部電極13と外部電極15とが位置している領域の外側にも、圧電的に活性な領域を含んでいる。

[0053] 図1～図4に示されるように、接続構造体2は、振動部1に接続された帯状の配線部材50と、配線部材50に接続された複数のリード線80と、を有している。本実施形態では、接続構造体2は、二つのリード線80を有している。

[0054] 配線部材50は、複数の外部電極13, 15上に位置している。配線部材50は、接合部材70によって複数の外部電極13, 15と電氣的に接続されている。接合部材70は、Z方向から見て複数の外部電極13, 15を一体的に覆うように、配線部材50の一端部と圧電素子10との間に設けられている。接合部材70は、複数の導電性粒子（不図示）を含む樹脂層である。導電性粒子は、例えば、金属粒子、金めっき粒子である。接合部材70は、例えば熱硬化性エラストマーを含んでいる。接合部材70は、例えば、異方性導電ペースト又は異方性導電性膜が硬化することにより形成される。

[0055] 配線部材50は、接合部材70によっても主面11aに接合されている。配線部材50は、接合部材70によって主面11aに接合されている。接合部材70は絶縁性を有している。接合部材70は、主面11aの一方の短辺に沿って配置されている。接合部材70は、配線部材50の幅方向（Y方向）の全体を主面11aに接合している。接合部材70は、接合部材70から離間している。接合部材70は、たとえば、ニトリルゴムを含んでいる。接合部材70は、接合部材70に含まれる樹脂材料と同じ樹脂材料を含んでもよい。

[0056] 図6は、接続構造体及び圧電素子の上面図である。図7は、接続構造体の下面図である。図8は、図7のVII－VII線に沿っての断面図である。図7では、後述する被覆部材82の一部が破断して示されている。図1～図8に示されるように、配線部材50は、ベース51、複数の導体層53, 55、力

バー 57、及び補強部材 59 を有している。本実施形態では、配線部材 50 は、二つの導体層 53、55 を備えている。配線部材 50 は、たとえば、フレキシブルプリント基板（FPC）又はフレキシブルフラットケーブル（FFC）である。

[0057] 配線部材 50 は、各主面 11a、11b の短辺と交差し、各主面 11a、11b の長辺に沿うように配置されている。本実施形態では、配線部材 50 は、各主面 11a、11b の短辺と直交するように配置されている。配線部材 50 が延在している方向は、Y 方向と直交している。配線部材 50 は、X 方向に延在している。配線部材 50 は、圧電素子 10 と電気的かつ物理的に接続されている一端部と、リード線 80 と電気的かつ物理的に接続される他端部とを有している。

[0058] ベース 51 は、帯状を呈し、互いに対向している一对の主面 51a、51b を有している。ベース 51 は、電気絶縁性を有している。ベース 51 は、たとえば、ポリイミド樹脂等の樹脂からなる樹脂層である。ベース 51 の厚さは、たとえば  $100\mu\text{m}$  である。

[0059] 各導体層 53、55 は、ベース 51 の主面 51a 上に配置されている。各導体層 53、55 は、接着層（不図示）によって、主面 51a に接合（接着）されている。各導体層 53、55 は、たとえば、Cu からなる。各導体層 53、55 は、たとえば、Cu 層上に Ni メッキ層及び Au メッキ層がこの順に設けられた構成であってもよい。導体層 53 と導体層 55 とは、互いに離間して配置されている。各導体層 53、55 の厚さは、たとえば  $20\mu\text{m}$  である。

[0060] 導体層 53 は、リード線 80 に接続された端部 53a（第二端部）と、外部電極 13 に接続された端部 53b と、端部 53a と端部 53b とを接続している接続部 53c と、を含んでいる。接続部 53c は、配線部材 50 が延在している方向（X 方向）に延在している。端部 53a は、接続部 53c の一端部と、配線部材 50 が延在している方向において隣り合っている。端部 53b は、接続部 53c の他端部と、配線部材 50 の幅方向（Y 方向）にお

いて隣り合っている。

[0061] 導体層 55 は、リード線 80 に接続された端部 55a（第二端部）と、外部電極 15 に接続された端部 55b と、端部 55a と端部 55b とを接続している接続部 55c と、を含んでいる。接続部 55c は、配線部材 50 が延在している方向（X 方向）に延在している。端部 55a は、接続部 55c の一端部と、配線部材 50 が延在している方向において隣り合っている。端部 55b は、接続部 55c の他端部と、配線部材 50 の幅方向（Y 方向）において隣り合っている。

[0062] 端部 53a と端部 55a とは、配線部材 50 の幅方向において互いに離間して配置されている。端部 53b と端部 55b とは、配線部材 50 の延在している方向において互いに離間して配置されている。接続部 53c と接続部 55c とは、互いに平行、かつ、配線部材 50 の幅方向において互いに離間して配置されている。

[0063] 端部 53a と外部電極 13 との間には、接合部材 70 が存在している。端部 53a と外部電極 13 とは、接合部材 70 に含まれる導電性粒子を通じて電氣的に接続されている。端部 55a と外部電極 15 との間には、接合部材 70 が存在している。端部 55a と外部電極 15 とは、接合部材 70 に含まれる導電性粒子を通じて電氣的に接続されている。

[0064] カバー 57 は、特に図 7 に示されるように、主面 51a 上に配置されている。カバー 57 は、各導体層 53、55 と、主面 51a とを覆っている。カバー 57 は、各導体層 53、55 と、主面 51a のうち、各導体層 53、55 から露出している領域とに接着層（不図示）によって接合（接着）されている。カバー 57 は、たとえば、ポリイミド樹脂等の樹脂からなる樹脂層である。カバー 57 の厚さは、たとえば  $25\mu\text{m}$  である。

[0065] 導体層 53 の端部 53a、53b と、導体層 55 の端部 55a、55b と、主面 51a の一部領域は、カバー 57 から露出している。主面 51a の一部領域は、Z 方向から見て、端部 53a と端部 55a との間に配置された領域、及び、端部 53b と端部 55b との間に配置された領域である。各端部

53a, 53b, 55a, 55bには、たとえば、ニッケルめっき及び金フラッシュめっきが施されている。

[0066] 補強部材59は、配線部材50の他端部に配置されている。補強部材59は、ベース51の主面51b上に配置されている。補強部材59は、接着層（不図示）によって、主面51bに接合（接着）されている。補強部材59は、電気絶縁性を有する矩形板状の部材である。補強部材59は、たとえば、ポリイミド樹脂からなる。

[0067] リード線80は、複数の心線90の束81と、束81を被覆する被覆部材82と、を有している。本実施形態では、リード線80は、12本の心線90を有している。心線90の断面は、略円形を呈している。心線90の直径は、たとえば0.5mmである。心線90の直径は、心線90の断面の最大長さである。束81では、特に図7における被覆部材82の破断箇所に示されるように、複数の心線90が撚られている。すなわち、束81は、複数の心線90が撚られてなる撚線である。複数の心線90は、リード線80の軸線周りに撚られている。被覆部材82は、束81の外周を覆っている。被覆部材82は、複数の心線90の全体をまとめて覆っている。

[0068] 束81は、被覆部材82から露出している端部81a（第一端部）を有している。端部81aは、複数の心線90の端部を含んでいる。複数の心線90の端部は、図8に示されるように、複数段に積層されていてもよいし、一段で並んで配列されていてもよい。端部81aは、各導体層53, 55の端部53a, 55aに接続されている。端部81aは、導電性接着剤83により各端部53a, 55aに接続されている。導電性接着剤83は、たとえば、はんだなどの熱溶融性金属である。導電性接着剤83は、導電性材料としてAu、Cu等を含む導電性ペーストを用いて形成されていてもよい。

[0069] 束81の端部81aにおける撚り（すなわち、撚り量、撚り角度）は、束81の他の部分（被覆部材82により被覆された部分）における撚りに比べて小さい。図8では、端部53a及び端部81aの接続構造のみが示されているが、端部55a及び端部81aの接続構造もこれと同様である。

- [0070] 端部81aは、端部81aの外周面として、第一面85及び第二面86を有している。端部81aの外周面は、複数の心線90の外周面90aを含んでいる。第一面85及び第二面86は、それぞれ複数の心線90の外周面90aを一部分ずつ含んでいる。すなわち、外周面90aの一部分をなす円弧状の部分が連続して、端部81aの外周面、第一面85及び第二面86を構成している。図8の例では、第一面85は、5本の心線90の外周面90aを一部分ずつ含んでいる。第二面86は、3本の心線90の外周面90aを一部分ずつ含んでいる。
- [0071] 第一面85は、各導体層53、55の端部53a、55aと対向している。第二面86は、第一面85と対向している。第二面86における心線90の外周面90aは、第一面85における心線90の外周面90aよりも平坦である。第二面86における心線90の外周面90aは、第一面85における心線90の外周面90aよりも、円弧状の部分が潰れたような形状を呈している。
- [0072] 端部81aの第一面85側の部分は、配線部材50の内部に入り込むように、配線部材50に埋め込まれている。端部53a、55aは、第一面85と対向している部分において、第一面85における心線90の外周面90aに沿って湾曲している。ベース51の主面51aは、端部53a、55aが第一面85と対向している部分において、端部53a、55aとともに、第一面85に沿って湾曲している。
- [0073] 端部81aは、隣り合う一対の心線90同士が面接触した領域87を有している。換言すると、端部81aには、隣り合う心線90と面接触している心線90が1本以上存在している。領域87における心線90の外周面90aは、第一面85における心線90の外周面90aよりも平坦である。すなわち、領域87における心線90の外周面90aは、第一面85を構成している複数の心線90の外周面90aよりも平坦である。リード線80の軸方向に直交する断面において、領域87の長さは、例えば心線90の外周の長さの15%以上である。つまり、本実施形態における面接触とは、リード線

80の軸方向に直交する断面において、心線90の外周の長さの15%以上で接触する場合をいう。

[0074] 次に、振動デバイス100の製造方法の一例について説明する。振動デバイス100の製造方法は、端部81aを各端部53a, 55aに接続する接続工程を含んでいる。接続工程では、まず、リード線80の端部の被覆部材82を除去し、束81の端部81aを露出させる。続いて、端部81aの撚りをほぐし（解撚し）、端部81aの撚りを他の部分の撚りよりも小さくする。端部81aの撚りは、例えば、手でほぐすことができる。続いて、撚りをほぐした端部81aに導電性接着剤83を付与する。具体的には、例えば、端部81aを熔融状態の導電性接着剤83にディップする。この場合、導電性接着剤83は、端部81aの外周面だけでなく、端部81aの内部（すなわち、複数の心線90の間）にも入り込む。

[0075] 続いて、導電性接着剤83が付与された端部81aを各端部53a, 55a上に配置する。続いて、端部81aを各端部53a, 55a上に配置した状態で、端部81aを加圧及び加熱することにより、端部81aを各端部53a, 55aに接続する。端部81aの加圧及び加熱には、例えば、金属からなるヒータチップ（熱板）を有するパルスヒートが用いられる。これにより、端部81aの第一面85側の部分が各端部53a, 55aに押し付けられる。配線部材50のベース51は樹脂層であるため、心線90よりも変形し易い。このため、端部81aが配線部材50に入り込み、ベース51の主面51a、及び主面51a上に配置された各端部53a, 55aが心線90の外周面90aの形状に沿って変形する。

[0076] 加圧及び加熱は、加圧、加熱の順に開始される。加熱の開始後に加圧を開始すると、溶けた導電性接着剤83によって、ヒータチップが端部81aの表面において滑り易くなる。加圧の開始後に加熱を開始することにより、ヒータチップの滑りが抑制される。これにより、各端部53a, 55aに対する端部81aの位置ずれが抑制される。心線90は、ヒータチップよりも変形し易い。したがって、端部81aの第二面86は、ヒータチップの形状に

応じて変形する。ここでは、端部 8 1 a の第二面 8 6 は、ヒータチップにより平坦化される。第二面 8 6 は、ヒータチップの形状が転写された圧痕を有してもよい。

[0077] 加圧により、端部 8 1 a において隣り合う一对の心線 9 0 には、互いに押し付け合う応力（圧縮応力）が作用する。これにより、一对の心線 9 0 同士が面接触して変形した領域 8 7 が形成される。接続工程は、加圧及び加熱の終了後、導電性接着剤 8 3 が冷え固まることにより完了する。加圧及び加熱は、加熱、加圧の順に終了される。加熱の終了後に加圧を終了することにより、端部 8 1 a を各端部 5 3 a, 5 5 a に確実に接続することができる。

[0078] 以上説明したように、振動デバイス 1 0 0 では、接続構造体 2 は、振動部 1 に接続された帯状の配線部材 5 0 を有している。したがって、接続構造体 2 によって振動部 1 の振動が阻害され難い。接続構造体 2 は、配線部材 5 0 に接続されたリード線 8 0 を有している。リード線 8 0 は複数の心線 9 0 の束 8 1 を有し、電流が複数の心線 9 0 を流れる。このため、リード線 8 0 は、薄い導体層 5 3, 5 5 を電流が流れる配線部材 5 0 に比べて、電気抵抗を抑制することができる。したがって、接続構造体 2 がリード線 8 0 を有していることにより、接続構造体 2 の全体が配線部材 5 0 で構成されている場合に比べて、接続構造体 2 の電気抵抗を抑制することができる。

[0079] 配線部材 5 0 は、帯状であるため、厚さ方向（Z 方向）には動かし易いが、幅方向（Y 方向）には動かし難い。これに対して、リード線 8 0 は、全方向に動かすことができる。したがって、接続構造体 2 がリード線 8 0 を有していることにより、接続構造体 2 の引き回しが容易となる。また、振動部 1 に配線部材 5 0 が接続されているので、振動部 1 にリード線 8 0 が直接接続されている場合に比べて、振動部 1 の振動が阻害され難い。一方、外部からの振動は、柔軟に変形するリード線 8 0 によって阻害され易い。

[0080] 複数の心線 9 0 の束 8 1 の端部 8 1 a は、導体層 5 3, 5 5 の端部 5 3 a, 5 5 a に接続されている。端部 8 1 a は、端部 5 3 a, 5 5 a と対向する第一面 8 5 を有し、端部 5 3 a, 5 5 a は、第一面 8 5 における心線 9 0 の

外周面 90 a に沿って湾曲している。これにより、端部 53 a, 55 a が平坦である場合に比べて、端部 53 a, 55 a が端部 81 a に密着し、端部 53 a, 55 a と端部 81 a との接触面積が増大する。したがって、接続構造体 2 の電気抵抗を更に抑制することができる。

[0081] 第二面 86 における心線 90 の外周面 90 a は、第一面 85 における心線 90 の外周面 90 a よりも平坦である。これにより、端部 81 a が配線部材 50 から突出する高さを低く抑えることができる。よって、振動部 1 の振動が更に阻害され難い。

[0082] 端部 81 a は、隣り合う一対の心線 90 同士が面接触した領域 87 を有している。このため、端部 81 a では、複数の心線 90 の間に形成される隙間の体積を低減することができる。よって、接続構造体 2 の電気抵抗を更に抑制することができる。

[0083] 領域 87 における心線 90 の外周面 90 a は、第一面 85 における心線 90 の外周面 90 a よりも平坦である。このため、端部 81 a では、複数の心線 90 の間に形成される隙間の体積を一層低減することができる。よって、接続構造体 2 の電気抵抗を一層抑制することができる。

[0084] 端部 81 a 及び端部 53 a, 55 a は、導電性接着剤によって互いに接続されているので、接続構造体 2 の電気抵抗を更に抑制することができる。

[0085] 束 81 では、複数の心線 90 が撚られており、束 81 の端部 81 a における撚りは、束 81 の他の部分における撚りに比べて小さい。このため、端部 81 a では、複数の心線 90 の配置の自由度が高まる。したがって、端部 81 a が配線部材 50 から突出する高さを一層低く抑えることができる。この結果、振動部 1 の振動が更に阻害され難い。

[0086] 振動部 1 は、圧電素子 10 が接合された振動部材 12 を更に有している。この場合、振動部 1 の振動を増大させることができる。

[0087] 本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

[0088] 図 9 は、変形例に係る接続構造体の下面図である。図 9 に示されるように

、変形例に係る接続構造体 2 A では、リード線 8 0 の被覆部材 8 2 が配線部材 5 0 上に配置された部分 8 2 a を含んでいる。部分 8 2 a は、束 8 1 の端部 8 1 a と配線部材 5 0 との対向方向（Z 方向）から見て、配線部材 5 0 と重なっている。束 8 1 の端部 8 1 a の全体が配線部材 5 0 上に配置され、Z 方向から見て、配線部材 5 0 と重なっている。

[0089] 束 8 1 は、被覆部材 8 2 から露出している部分において、被覆部材 8 2 に被覆されている部分よりも、可撓性が高い（曲げ易い）。端部 8 1 a は、被覆部材 8 2 から露出しているものの、端部 8 1 a の全体が配線部材 5 0 上に配置されている。したがって、端部 8 1 a の可撓範囲は、配線部材 5 0 によって狭められている。このため、例えば、外部振動によりリード線 8 0 が撓んだ場合でも、端部 8 1 a と端部 5 3 a、5 5 a との接続部分への影響が低減される。この結果、端部 8 1 a と端部 5 3 a、5 5 a との間で断線が発生することを抑制可能となる。

### 符号の説明

[0090] 1…振動部、2, 2 A…接続構造体、1 0…圧電素子、1 2…振動部材、5 0…配線部材、5 1…ベース（樹脂層）、5 3…導体層、5 3 a…端部（第二端部）、5 5…導体層、5 5 a…端部（第二端部）、8 0…リード線、8 1…束、8 1 a…端部（第一端部）、8 2…被覆部材、8 2 a…部分、8 3…導電性接着剤、8 5…第一面、8 6…第二面、8 7…領域、9 0…心線、9 0 a…外周面、1 0 0…振動デバイス。

## 請求の範囲

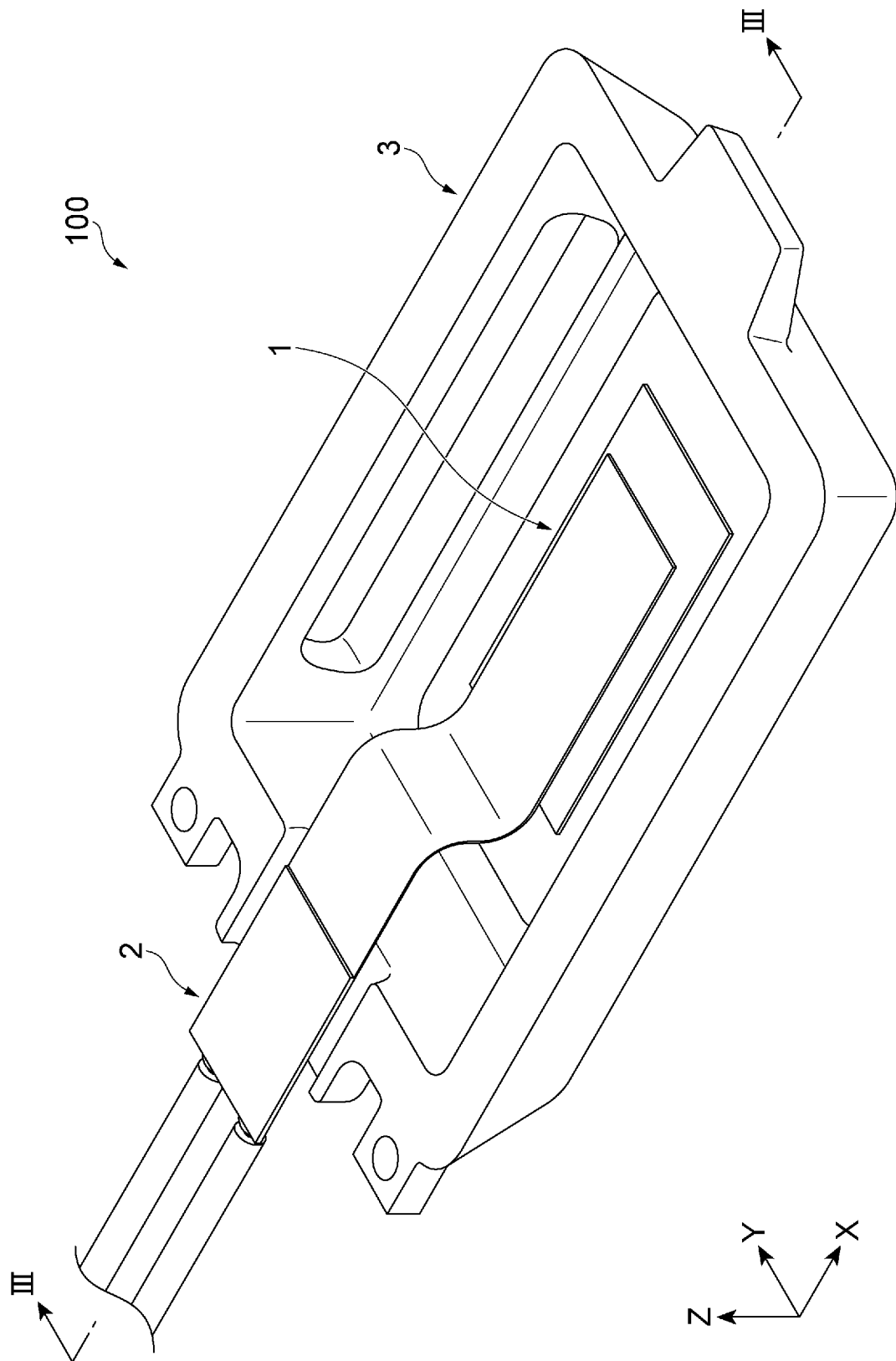
- [請求項1]            圧電素子を有する振動部と、  
                      前記振動部に接続された帯状の配線部材と、前記配線部材に接続されたリード線と、を有する接続構造体と、を備え、  
                      前記リード線は、複数の心線の束と、前記束を被覆する被覆部材と、を有し、  
                      前記配線部材は、樹脂層と、前記樹脂層上に配置された導体層と、を有し、  
                      前記束は、前記被覆部材から露出している第一端部を含み、  
                      前記導体層は、前記第一端部に接続された第二端部を含み、  
                      前記第一端部は、前記第二端部と対向している第一面を有し、  
                      前記第二端部は、前記第一面における前記心線の外周面に沿って湾曲している、振動デバイス。
- [請求項2]            前記第一端部は、前記第一面と対向する第二面を更に有し、  
                      前記第二面における前記心線の外周面は、前記第一面における前記心線の外周面よりも平坦である、請求項1に記載の振動デバイス。
- [請求項3]            前記第一端部は、隣り合う一対の前記心線同士が面接触した領域を有している、請求項1又は2に記載の振動デバイス。
- [請求項4]            前記領域における前記心線の外周面は、前記第一面における前記心線の外周面よりも平坦である、請求項3に記載の振動デバイス。
- [請求項5]            前記第一端部及び前記第二端部は、導電性接着剤によって互いに接続されている、請求項1～4のいずれか一項に記載の振動デバイス。
- [請求項6]            前記束では、前記複数の心線が撚られており、  
                      前記束の前記第一端部における撚りは、前記束の他の部分における撚りに比べて小さい、請求項1～5のいずれか一項に記載の振動デバイス。
- [請求項7]            前記振動部は、前記圧電素子が接合された振動部材を更に有している、請求項1～6のいずれか一項に記載の振動デバイス。

[請求項8] 前記被覆部材は、前記配線部材上に配置された部分を含んでいる、請求項1～7のいずれか一項に記載の振動デバイス。

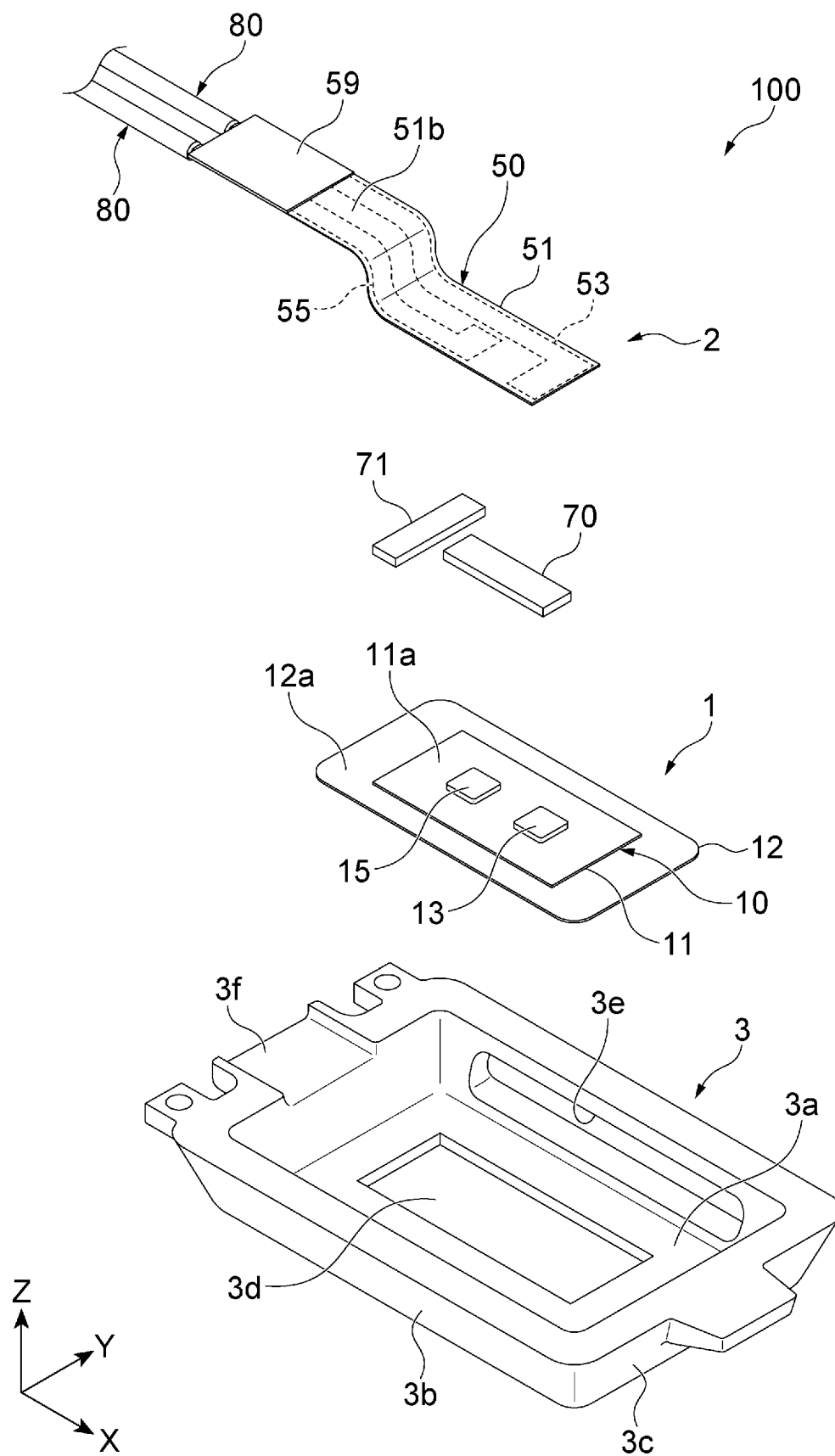
[請求項9] 帯状の配線部材と、  
前記配線部材に接続された複数の心線の束と、を備え、  
前記配線部材は、樹脂層と、前記樹脂層上に配置された導体層と、  
を有し、  
前記束は、第一端部を含み、  
前記導体層は、前記第一端部に接続された第二端部を含み、  
前記第一端部は、前記第二端部と対向している第一面を有し、  
前記第二端部は、前記第一面における前記心線の外周面に沿って湾曲している、接続構造体。

[請求項10] 請求項1～8のいずれか一項に記載の振動デバイスの製造方法であって、  
導電性接着剤が付与された前記第一端部を前記第二端部上に配置した状態で、加圧及び加熱することにより、前記第一端部を前記第二端部に接続する工程を含む、振動デバイスの製造方法。

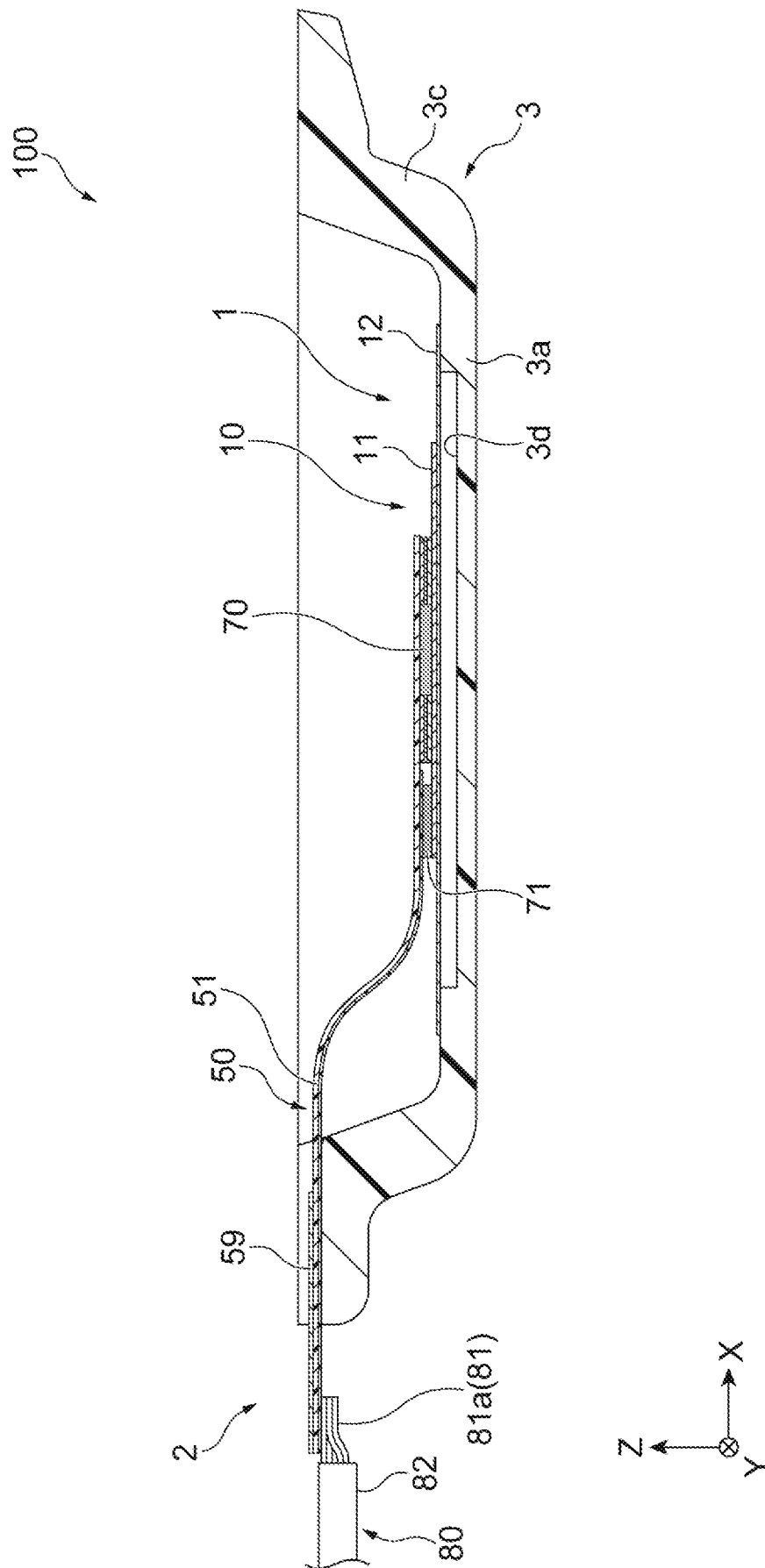
[図1]



[図2]

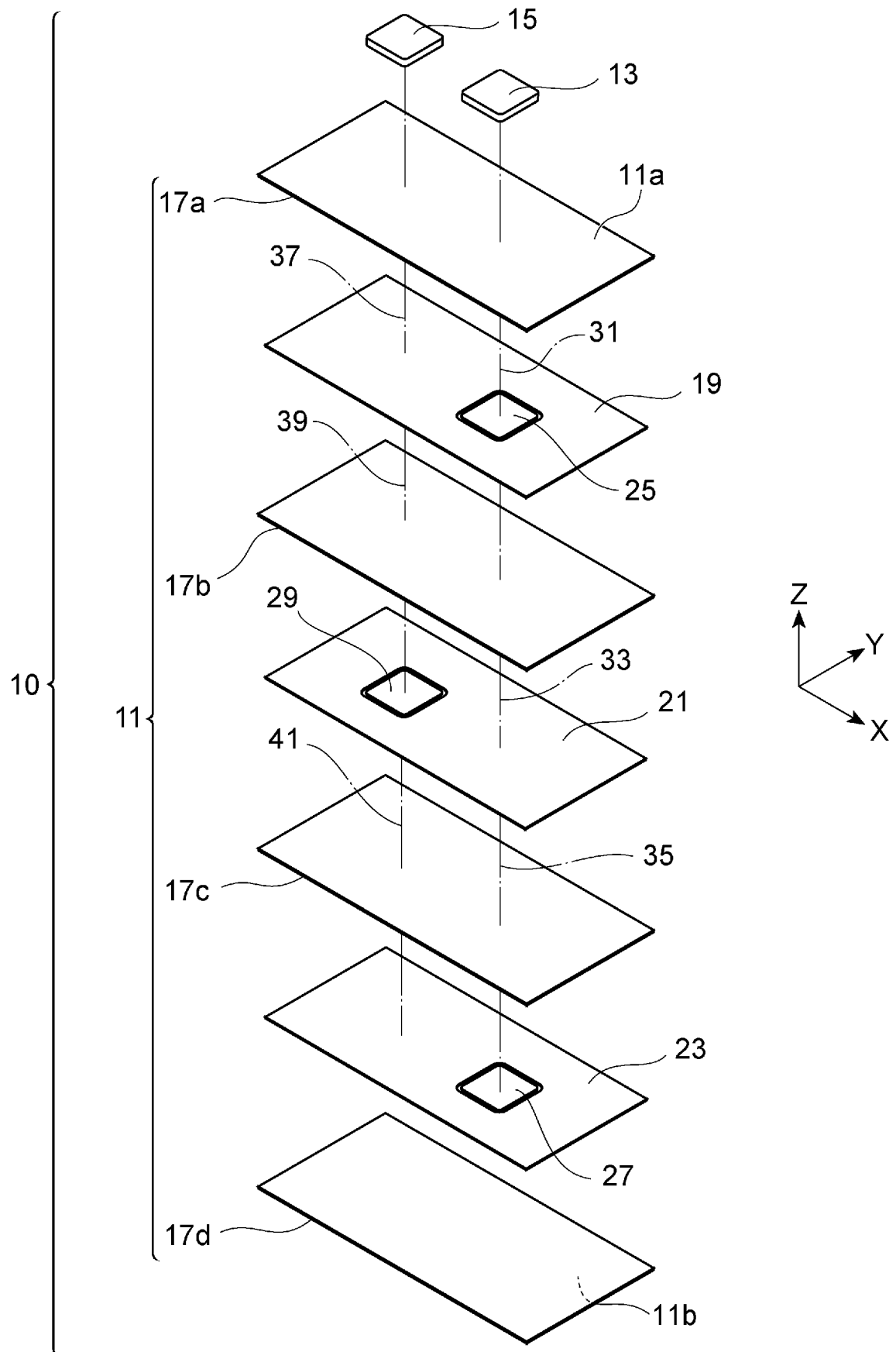


[図3]

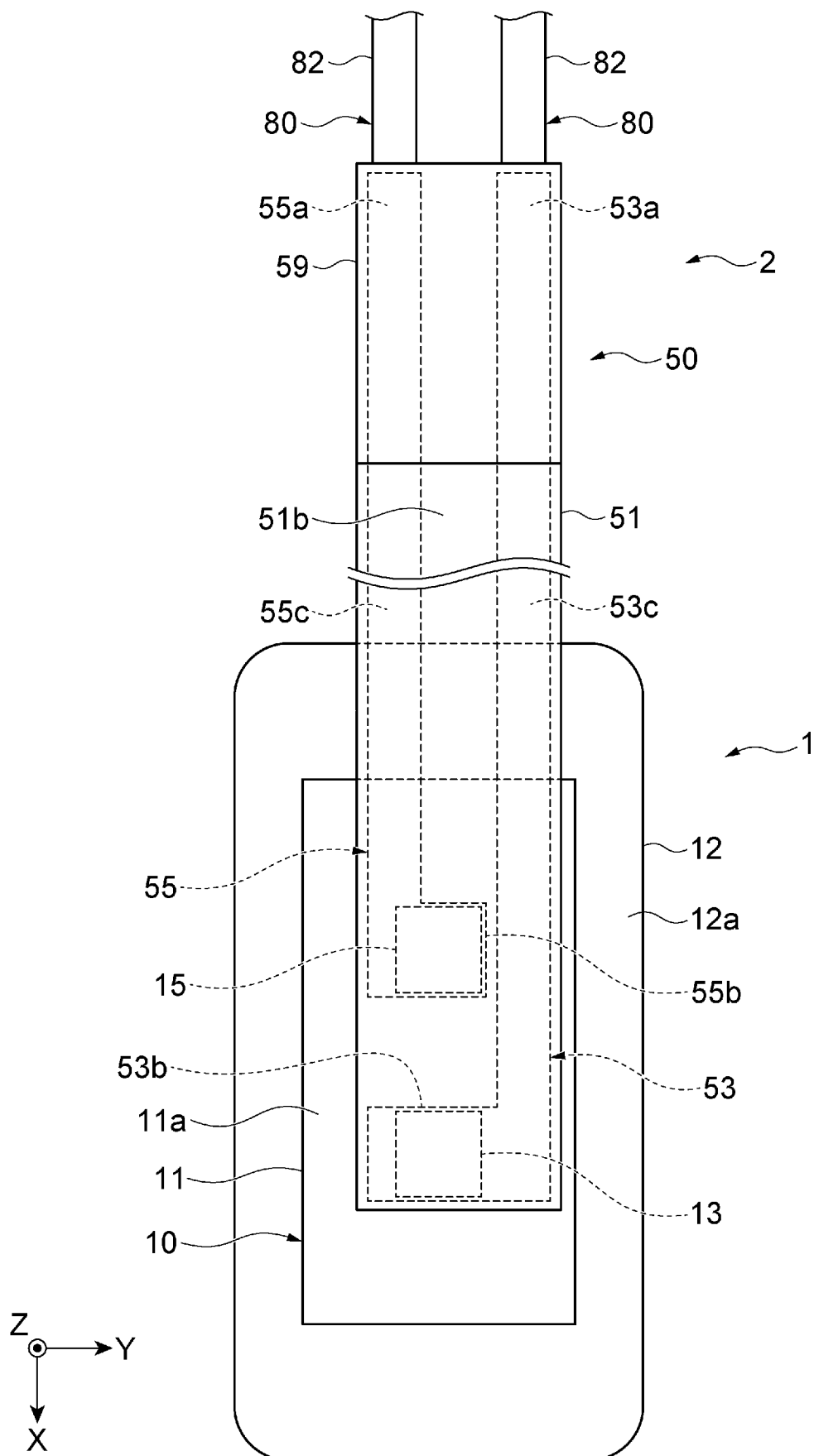




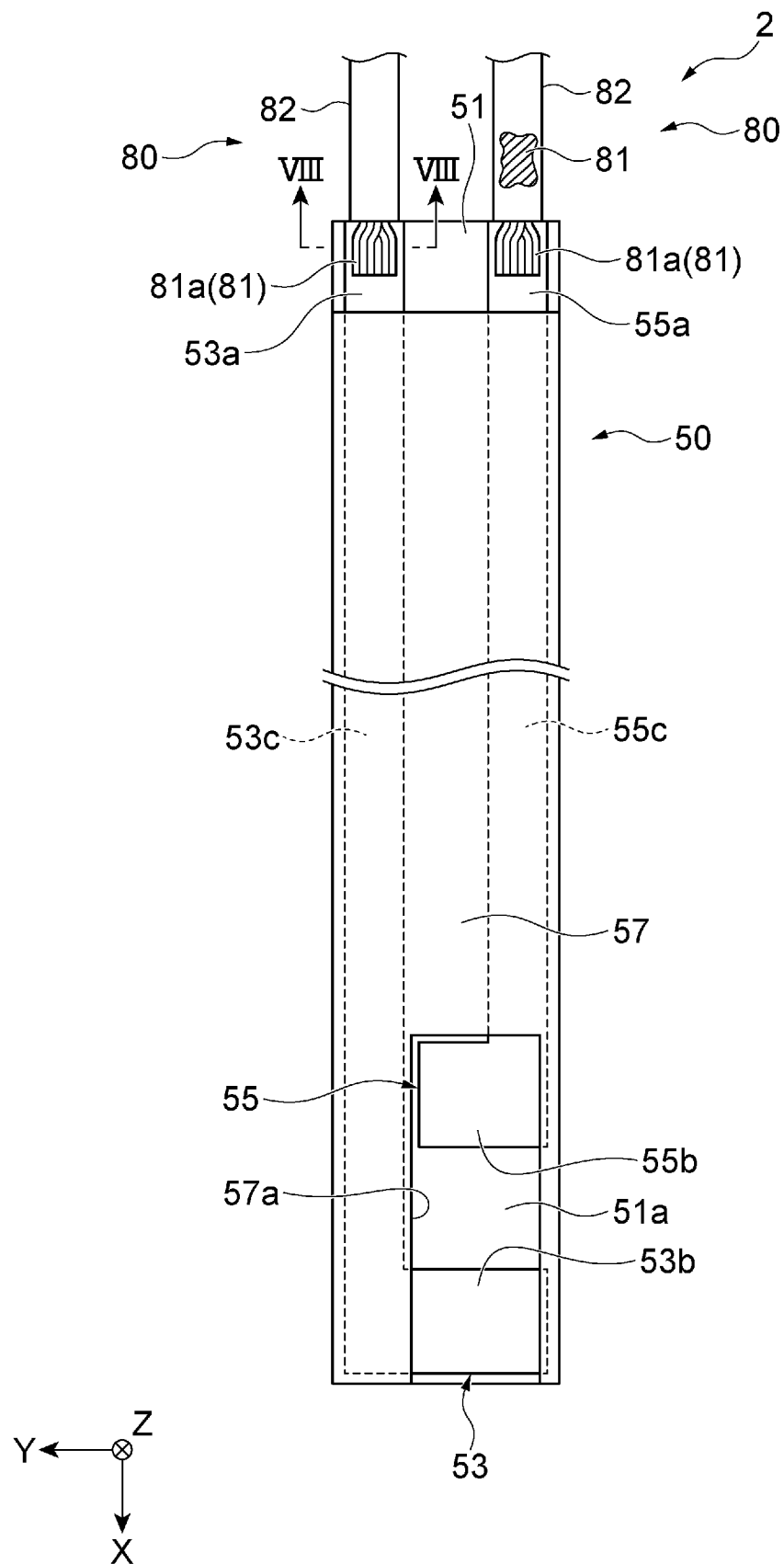
[図5]



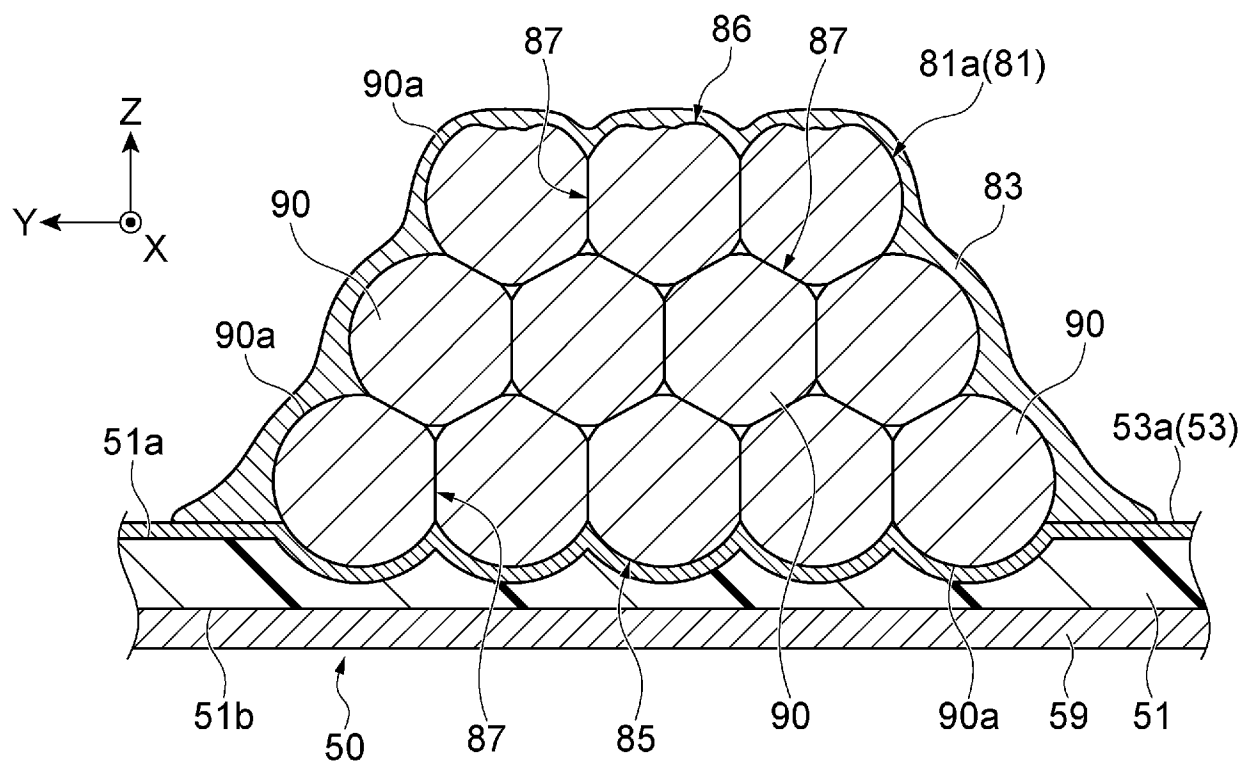
[図6]



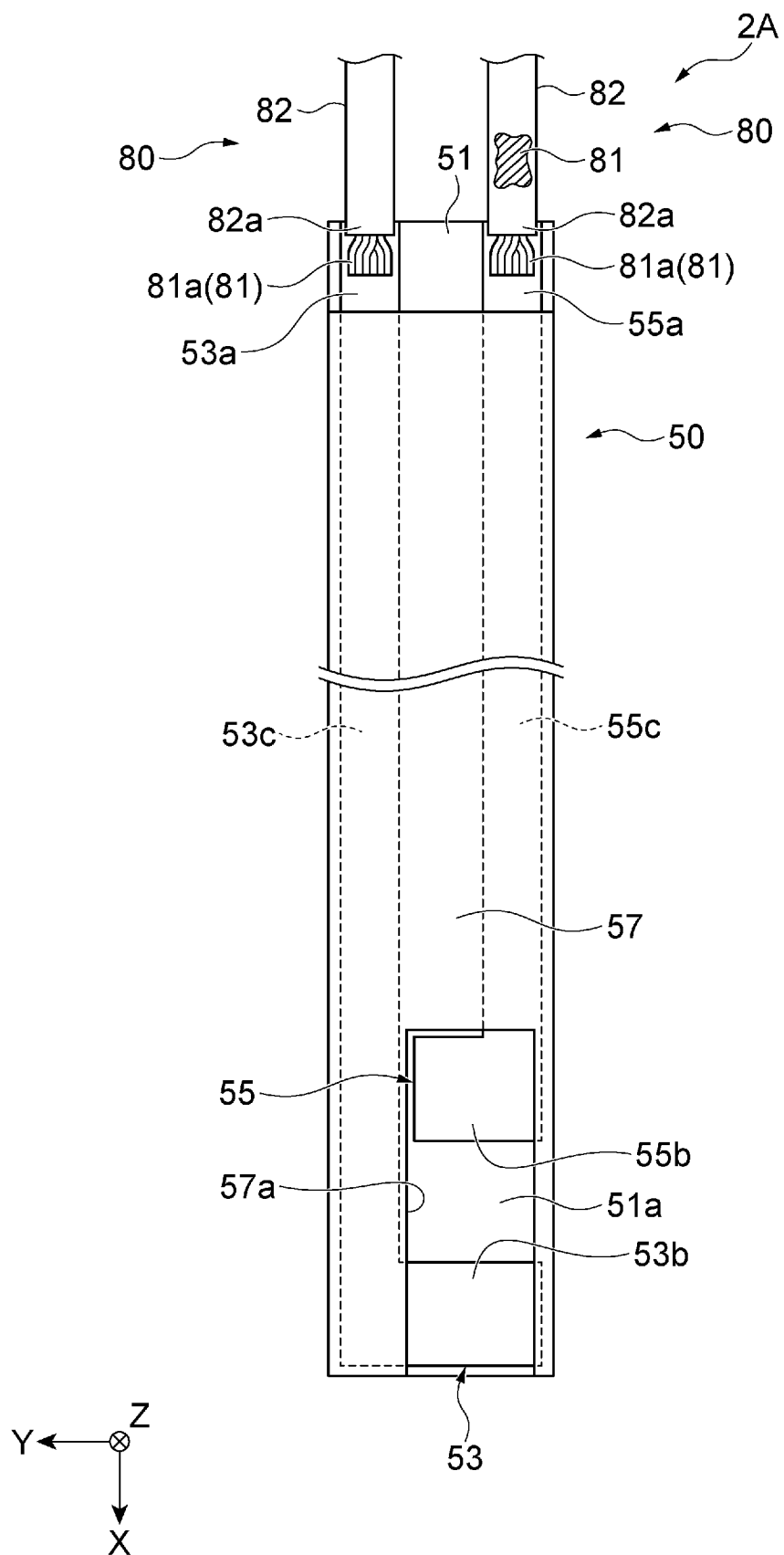
[図7]



[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044186

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 41/047(2006.01)i; H01L 41/083(2006.01)i; H01L 41/09(2006.01)i;  
H01L 41/187(2006.01)i; H01L 41/29(2013.01)i  
FI: H01L41/09; H01L41/29; H01L41/083; H01L41/187; H01L41/047  
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)

H01L41/047; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/187; H01L41/29

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

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2020 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2020 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2020 |

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.   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Y<br>A    | JP 2017-104203 A (NIHON DEMPA KOGYO CO., LTD.)<br>15.06.2017 (2017-06-15) paragraphs [0019]-[0030],<br>fig. 1, 2                                    | 1, 5, 7-9<br>2-4, 6, 10 |
| Y         | JP 2017-92326 A (SEIKO EPSON CORP.) 25.05.2017<br>(2017-05-25) paragraphs [0018]-[0021], [0028]-<br>[0030], [0035], [0045], [0051], fig. 1, 4, 5, 9 | 1, 5, 7-9               |
| A         | JP 2011-164003 A (SEIKO EPSON CORP.) 25.08.2011<br>(2011-08-25) entire text, all drawings                                                           | 1-10                    |
| A         | JP 2010-105316 A (BROTHER INDUSTRIES, LTD.)<br>13.05.2010 (2010-05-13) entire text, all drawings                                                    | 1-10                    |

☐ 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  
09 January 2020 (09.01.2020)

Date of mailing of the international search report  
21 January 2020 (21.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/044186

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family                                                                                                                     | Publication Date |
|-----------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| JP 2017-104203 A                        | 15 Jun. 2017     | (Family: none)                                                                                                                    |                  |
| JP 2017-92326 A                         | 25 May 2017      | US 2017/0141702 A1<br>paragraphs [0038]-[0041],<br>[0048]-[0050],<br>[0055], [0065],<br>[0071], fig. 1, 4, 5, 9<br>CN 106887970 A |                  |
| JP 2011-164003 A                        | 25 Aug. 2011     | (Family: none)                                                                                                                    |                  |
| JP 2010-105316 A                        | 13 May 2010      | (Family: none)                                                                                                                    |                  |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H01L 41/047(2006.01)i; H01L 41/083(2006.01)i; H01L 41/09(2006.01)i; H01L 41/187(2006.01)i;<br>H01L 41/29(2013.01)i<br>FI: H01L41/09; H01L41/29; H01L41/083; H01L41/187; H01L41/047                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H01L41/047; H01L41/083; H01L41/09; H01L41/187; H01L41/29<br>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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2020年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2020年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2020年<br>国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に利用した用語）                                                                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                                               |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                          |                                                               |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                                |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2017-104203 A（日本電波工業株式会社）15.06.2017（2017-06-15）<br>[0019]-[0030], 図1, 2                                               | 1, 5, 7-9                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                          | 2-4, 6, 10                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2017-92326 A（セイコーエプソン株式会社）25.05.2017（2017-05-25）<br>[0018]-[0021], [0028]-[0030], [0035], [0045], [0051], 図1, 4, 5, 9 | 1, 5, 7-9                                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2011-164003 A（セイコーエプソン株式会社）25.08.2011（2011-08-25）<br>全文, 全図                                                           | 1-10                                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2010-105316 A（ブラザー工業株式会社）13.05.2010（2010-05-13）<br>全文, 全図                                                             | 1-10                                                          |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“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<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                                                          |                                                               |
| 国際調査を完了した日<br>09.01.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                          | 国際調査報告の発送日<br>21.01.2020                                      |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          | 権限のある職員（特許庁審査官）<br>宮本 博司 5F 6313<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3516 |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/044186

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                                                      | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2017-104203 | A | 15.06.2017 | (ファミリーなし)                                                                                                        |     |
| JP   | 2017-92326  | A | 25.05.2017 | US 2017/0141702 A1<br>[0038]-[0041], [0048]-<br>[0050], [0055], [0065],<br>[0071], 図1, 4, 5, 9<br>CN 106887970 A |     |
| JP   | 2011-164003 | A | 25.08.2011 | (ファミリーなし)                                                                                                        |     |
| JP   | 2010-105316 | A | 13.05.2010 | (ファミリーなし)                                                                                                        |     |