

(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
2023年9月21日(21.09.2023)



(10) 国際公開番号

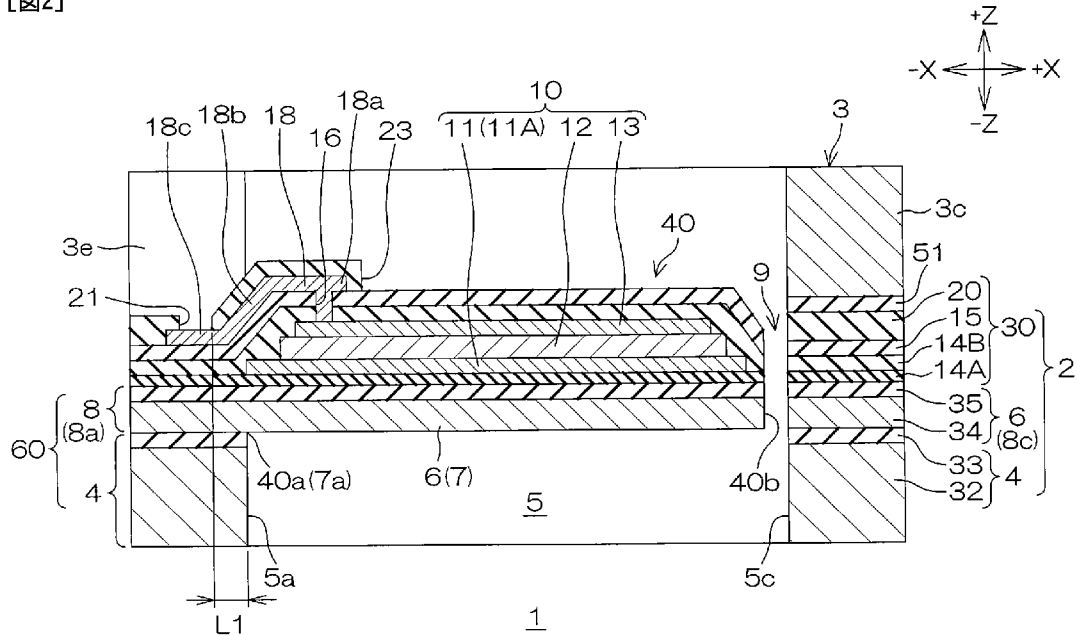
WO 2023/176271 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 17/00 (2006.01) H10N 30/063 (2023.01)
B81B 3/00 (2006.01) H10N 30/20 (2023.01)
B81C 1/00 (2006.01) H10N 30/50 (2023.01)
H04R 17/02 (2006.01) H10N 30/85 (2023.01)
H10N 30/057 (2023.01) H10N 30/853 (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/005322
- (22) 国際出願日: 2023年2月15日(15.02.2023)
- (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 2022-039299 2022年3月14日(14.03.2022) JP
- (71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院
溝崎町 2 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 達也 (SUZUKI, Tatsuya);
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2
1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 あい 特 許 事
務 所 (AI ASSOCIATION OF PATENT AND
TRADEMARK ATTORNEYS); 〒5410059 大阪
府大阪市中央区博労町三丁目 2 番 8 号 岩
田東急ビル 8 階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: TRANSDUCER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: トランスデューサおよびその製造方法

【図2】



(57) Abstract: A cantilever is formed that includes: a vibrating membrane, a connection part connected to a support body being present in part of the outer circumferential edge of the vibrating membrane; and a portion of a piezoelectric element that is located on the vibrating membrane, the cantilever having a fixed end and a free end. Further included are: internal wiring that is electrically connected at one end to the piezoelectric element and has a pad part for external wiring connection at the other end; and a protective substrate that has a wall part formed so as to enclose the cantilever and is

CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

fixed to the support body, the wall part having a cut at a position corresponding to an intermediate point in the length of the connection part, the pad part being located to the connection part on the cut side.

(57) 要約: 振動膜は、振動膜の外周縁の一部に、支持体に接続された接続部を有しており、振動膜と、圧電素子における振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成されており、圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、振動膜外の支持体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線と、カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有し、支持体に固定された保護基板とをさらに含み、壁部は、接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、パッド部は、接続部に対して切除部側に配置されている。

明 細 書

発明の名称： トランスデューサおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、トランスデューサおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造プロセスを用いて製造される種々のMEMS (Micro Electro Mechanical Systems)のうちの1つとして、トランスデューサが知られている。MEMSのトランスデューサは、圧電素子と圧電素子によって駆動される膜体（振動膜）とを備え、スピーカまたはマイクロフォンとして例えば携帯型電子機器ケース等に収容されている（特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-31385号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示の目的は、小型化が図れるトランスデューサおよびその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一実施形態は、キャビティを有する支持体と、前記キャビティに対向して設けられ、その対向方向に振動可能な振動膜と、少なくとも一部が、前記振動膜における前記キャビティとは反対側の表面上に形成された圧電素子とを含み、前記振動膜は、前記振動膜の外周縁の一部に、前記支持体に接続された接続部を有しており、前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成されており、前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線と、前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有し、

前記支持体に固定された保護基板とをさらに含み、前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されている、トランスデューサを提供する。

[0006] この構成では、小型化が図れるトランスデューサが得られる。

[0007] 本開示の一実施形態は、支持基板上に形成された振動膜形成層上に圧電素子を形成する工程と、前記振動膜形成層を厚さ方向に貫通するスリットを形成することにより、振動膜と、前記振動膜を取り囲みかつ一部が前記振動膜の外周縁の一部と接続された枠体とを、前記振動膜形成層に形成する工程と、前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記枠体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線を形成する工程と、前記支持基板における前記振動膜形成層とは反対側の表面におけるキャビティ形成予定領域から前記支持基板をエッチングすることにより、前記振動膜に対向する領域に、前記スリットに連通するキャビティを形成する工程とを含み、前記キャビティを形成する工程により、前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成され、前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有する保護基板を前記支持体に固定する工程をさらに含み、前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されている、トランスデューサの製造方法を提供する。

[0008] この製造方法では、小型化が図れるトランスデューサを製造できる。

[0009] 本開示における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本開示の第1実施形態に係るトランスデューサの図解的な平面図である。

[図2]図2は、図1のII-II線に沿う図解的な断面図である。

[図3]図 3 は、図 1 のIII-III線に沿う図解的な断面図である。

[図4]図 4 は、比較例に係るトランスデューサの図解的な平面図である。

[図5]図 5 は、図 4 のV-V線に沿う図解的な断面図である。

[図6A]図 6 A は、図 1 のトランスデューサの製造工程の一部を示す図解的な断面図である。

[図6B]図 6 B は、図 6 A の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6C]図 6 C は、図 6 B の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6D]図 6 D は、図 6 C の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6E]図 6 E は、図 6 D の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6F]図 6 F は、図 6 E の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6G]図 6 G は、図 6 F の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図6H]図 6 H は、図 6 G の次の工程を示す図解的な断面図である。

[図7A]図 7 A は、図 1 のトランスデューサの製造工程を示す図解的な平面図である。

[図7B]図 7 B は、図 7 A の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図7C]図 7 C は、図 7 B の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図7D]図 7 D は、図 7 C の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図7E]図 7 E は、図 7 D の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図7F]図 7 F は、図 7 E の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図7G]図 7 G は、図 7 F の次の工程を示す図解的な平面図である。

[図8]図 8 は、変形例を示す図解的な断面図であり、図 2 の切断面に対応する断面図である。

[図9]図 9 は、本開示の第 2 実施形態に係るトランスデューサの図解的な平面図である。

[図10]図 1 0 は、図 9 のX-X線に沿う図解的な断面図である。

[図11]図 1 1 は、図 9 のXI-XI線に沿う図解的な断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] [本開示の実施形態の説明]

本開示の一実施形態は、キャビティを有する支持体と、前記キャビティに対向して設けられ、その対向方向に振動可能な振動膜と、少なくとも一部が、前記振動膜における前記キャビティとは反対側の表面上に形成された圧電素子とを含み、前記振動膜は、前記振動膜の外周縁の一部に、前記支持体に接続された接続部を有しており、前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成されており、前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線と、前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有し、前記支持体に固定された保護基板とをさらに含み、前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所当該壁部が存在しない切除部を有しており、前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されている、トランスデューサを提供する。

[0012] この構成では、小型化が図れるトランスデューサが得られる。

[0013] 本開示の一実施形態では、前記圧電素子が、少なくとも一部が前記振動膜上に配置された下部電極と、前記下部電極上に形成された圧電体膜と、前記圧電体膜上に形成された上部電極とを含み、前記内部配線が、前記接続部の長さ中間部を跨ぐように配置され、前記振動膜上において前記上部電極に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用の第1パッド部を有する上部配線と、前記接続部の長さ中間部を跨ぐように配置され、前記振動膜上において前記下部電極に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用の第2パッド部を有する下部配線とを含む。

[0014] 本開示の一実施形態では、前記支持体は、前記キャビティを有する支持基板と、前記支持基板上に形成されかつ前記キャビティを取り囲むように形成された枠体とを含み、前記振動膜の前記接続部は、前記枠体に接続されており、前記枠体と、前記振動膜における前記接続部を除いた外周縁との間には、前記キャビティに連通するスリットが形成されている。

- [0015] 本開示の一実施形態では、前記枠体の表面、前記振動膜の表面および前記圧電素子の表面を覆う水素バリア膜と、前記水素バリア膜上に選択的に形成された絶縁層間膜とを含み、前記上部配線が、前記絶縁層間膜上に形成されており、前記上部配線の一端部側が、前記水素バリア膜と前記絶縁層間膜との積層膜を貫通して、前記上部電極に電氣的に接続されており、前記下部配線が、前記絶縁層間膜上に形成されており、前記下部配線の一端部側が、前記水素バリア膜と前記絶縁層間膜との積層膜を貫通して、前記下部電極に電氣的に接続されている。
- [0016] 本開示の一実施形態では、前記絶縁層間膜上に形成され、前記上部配線および前記下部配線を覆うパッシベーション膜を含む。
- [0017] 本開示の一実施形態では、前記切除部に埋め込まれた樹脂を含む。
- [0018] 本開示の一実施形態では、前記保護基板は、前記切除部よりも前記振動膜側において、前記切除部に沿って配置された庇状部を有する。
- [0019] 本開示の一実施形態は、支持基板上に形成された振動膜形成層上に圧電素子を形成する工程と、前記振動膜形成層を厚さ方向に貫通するスリットを形成することにより、振動膜と、前記振動膜を取り囲みかつ一部が前記振動膜の外周縁の一部と接続された枠体とを、前記振動膜形成層に形成する工程と、前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記枠体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線を形成する工程と、前記支持基板における前記振動膜形成層とは反対側の表面におけるキャビティ形成予定領域から前記支持基板をエッチングすることにより、前記振動膜に対向する領域に、前記スリットに連通するキャビティを形成する工程とを含み、前記キャビティを形成する工程により、前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成され、前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有する保護基板を前記支持体に固定する工程をさらに含み、前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されてい

る、トランスデューサの製造方法を提供する。

[0020] この製造方法では、小型化が図れるトランスデューサを製造できる。

[0021] [本開示の実施形態の詳細な説明]

以下では、本開示の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

[0022] 図 1 は、本開示の第 1 実施形態に係るトランスデューサの図解的な平面図である。図 2 は、図 1 のII-II線に沿う図解的な断面図である。図 3 は、図 1 のIII-III線に沿う図解的な断面図である。

[0023] 説明の便宜上、以下では、図 1 ～図 3 に示した + X 方向、− X 方向、+ Y 方向、− Y 方向、+ Z 方向および − Z 方向を用いることがある。+ X 方向は、平面視において、支持基板 4 の表面に沿う所定方向であり、+ Y 方向は、平面視において、支持基板 4 の表面に沿う方向であって、+ X 方向に直交する方向である。+ Z 方向は、支持基板 4 の厚さに沿う方向であって、+ X 方向および + Y 方向に直交する方向である。

[0024] − X 方向は、+ X 方向と反対方向である。− Y 方向は、+ Y 方向と反対方向である。− Z 方向は、+ Z 方向と反対方向である。+ X 方向および − X 方向を総称するときには単に「X 方向」という。+ Y 方向および − Y 方向を総称するときには単に「Y 方向」という。+ Z 方向および − Z 方向を総称するときには単に「Z 方向」という。

[0025] トランスデューサ 1 は、基板アセンブリ 2 と、保護基板 3 とを含む。基板アセンブリ 2 は、支持基板 4 と、振動膜形成層 6 と、圧電素子 10 とを含む。

[0026] 支持基板 4 は、平面視において、四角形状であり、X 方向に間隔をおいて対向しかつ Y 方向に平行な 2 辺と、Y 方向に間隔をおいて対向しかつ X 方向に平行な 2 辺とを有する。支持基板 4 は、例えば、SOI (Silicon on Insulator) 基板の一部から作製されている。具体的には、SOI 基板は、支持層としてのシリコン基板 (S i 基板) 32 と、その表面に形成された BOX 層としての酸化膜層 33 と、その表面に形成された活性層としてのシリコン層 (S i 層) 34 とを含む。この実施形態では、シリコン層 34 の表面にシリコ

ン酸化膜（ SiO_2 膜）35が形成されている。そして、支持基板4は、それらのうち、シリコン基板32と、その表面に形成された酸化膜層33とを含む。支持基板4の厚さは、 $380\mu\text{m}$ 程度である。

[0027] 支持基板4は、厚さ方向（Z方向）に貫通する貫通孔によって形成されたキャビティ（空洞）5を有する。キャビティ5は、平面視において、四角形状であり、X方向に間隔をおいて対向しかつY方向に平行な2つの辺5a, 5cと、Y方向に間隔をおいて対向しかつX方向に平行な2つの辺5b, 5dとを有している。辺5a, 5cのうち、 $-X$ 側の辺を第1辺5aといい、 $+X$ 側の辺を第3辺5cということにする。また、辺5b, 5dのうち、 $-Y$ 側の辺を第2辺5bといい、 $+Y$ 側の辺を第4辺5dということにする。

[0028] 振動膜形成層6は、支持基板4上に形成されている。振動膜形成層6は、支持基板4側から順にシリコン層34およびシリコン酸化膜35を積層した積層膜からなる。シリコン層34の膜厚は、 $20\mu\text{m}$ 程度であり、シリコン酸化膜35の膜厚は、 $0.5\mu\text{m}$ 程度である。

[0029] 振動膜形成層6は、平面視において、キャビティ5に対向する振動膜7と、キャビティ5を取り囲むように形成された枠体8とを含む。振動膜7は、振動膜7の外周縁の一部に、枠体8に接続された接続部（後述する第1辺）7aを有している。枠体8と、振動膜7における接続部7aを除いた外縁との間には、キャビティ5に連通するスリット9が形成されている。

[0030] この実施形態では、振動膜7は、平面視において、キャビティ5とほぼ相似の長方形形状である。振動膜7は、キャビティ5の第1辺5aに沿う第1辺（接続部）7aと、キャビティ5の第2辺5bに沿う第2辺7bと、キャビティ5の第3辺5cに沿う第3辺7cと、キャビティ5の第4辺5dに沿う第4辺7dとを有している。枠体8は、平面視において矩形環状を有している。枠体8は、 $-X$ 側の第1枠部分8aと、 $-Y$ 側の第2枠部分8bと、 $+X$ 側の第3枠部分8cと、 $+Y$ 側の第4枠部分8dとからなる。この実施形態では、振動膜7は、枠体8における第1枠部分8aに接続されている。したがって、この実施形態では、振動膜7は、枠体8における第1枠部分8a

に接続された接続部 7 a を有している。接続部 7 a は、平面視において、キャビティ 5 の第 1 辺 5 a の中間部と一致（整合）している。

[0031] 製造過程においては、スリット 9 は、支持基板 4 にキャビティ 5 が形成される前に形成される。スリット 9 が形成される工程においては、スリット 9 は、振動膜形成層 6 上に形成される後述するパッシベーション膜 20 の表面および層間絶縁膜 15 の露出面から、第 2 水素バリア膜 14 B、第 1 水素バリア膜 14 A および振動膜形成層 6 を連続して貫通し、酸化膜層 33 に達するように形成される。

[0032] スリット 9 は、平面視において、キャビティ 5 の第 2 辺 5 b に沿う第 1 部分 9 a と、キャビティ 5 の第 3 辺 5 c に沿う第 2 部分 9 b と、キャビティ 5 の第 4 辺 5 d に沿う第 3 部分 9 c とから構成されている。第 2 部分 9 b は、第 1 部分 9 a の +X 方向側端と、第 3 部分 9 c の +X 方向側端とを連結している。

[0033] 第 1 部分 9 a の外縁は、平面視において、キャビティ 5 の第 2 辺 5 b とほぼ一致している。第 2 部分 9 b の外縁は、平面視において、キャビティ 5 の第 3 辺 5 c とほぼ一致している。第 3 部分 9 c の外縁は、平面視において、キャビティ 5 の第 4 辺 5 d とほぼ一致している。

[0034] 振動膜 7 の接続部 7 a は、次のように定義することができる。すなわち、振動膜 7 の外周縁のうち、キャビティ 5 の外周縁におけるスリット 9 の両端の間部分、に対応する部分が接続部 7 a である。振動膜 7 は、主として支持基板 4 の厚さ方向（Z 方向）に変形可能である。この実施形態では、支持基板 4 と枠体 8 によって支持体 60 が構成され、この支持体 60 に振動膜 7 が片持ち支持されている。支持体 60 は、本開示の「支持体」の一例である。

[0035] 振動膜形成層 6 上には、第 1 水素バリア膜 14 A が形成されている。第 1 水素バリア膜 14 A 例えば、 Al_2O_3 （アルミナ）からなる。第 1 水素バリア膜 14 A の厚さは、20 nm～100 nm 程度である。

[0036] 圧電素子 10 は、第 1 水素バリア膜 14 A 上に、少なくともその一部が振動膜 7 の上方に配置されるように形成されている。圧電素子 10 は、振動膜

形成層 6 上に形成された下部電極 11 と、下部電極 11 上に形成された圧電体膜 12 と、圧電体膜 12 上に形成された上部電極 13 とを含む。この実施形態では、圧電素子 10 のほぼ全体が振動膜 7 上に配置されている。圧電素子 10 は、振動膜 7 上に配置された素子主要部と、素子主要部から接続部 7a を横切って枠体 8 上に延びた素子延長部とから構成されてもよい。

[0037] 下部電極 11 および上部電極 13 は、例えば、プラチナ、モリブデン、イリジウム、チタンなどの導電性を有する金属薄膜からなる。下部電極 11 の膜厚は、200 nm 程度あり、上部電極 13 の膜厚は、80 nm 程度ある。

[0038] 下部電極 11 は、平面視で四角形状の主電極部 11A と、延長部 11B とを有している。主電極部 11A は、平面視で、X 向に平行な 2 辺と Y 方向に平行な 2 辺とを有する四角形状である（図 7B も参照）。延長部 11B は、主電極部 11A における Y 方向に平行な 2 辺のうちの -X 側の辺の +Y 側寄りから、-X 方向に突出している。延長部 11B は、平面視で X 向に平行な 2 辺と Y 方向に平行な 2 辺とを有する四角形状である。主電極部 11A は、振動膜 7 上に配置されている。延長部 11B は、枠体 8（より詳しくは、第 1 枠部分 8a）上に配置されている。

[0039] 圧電体膜 12 は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）によって構成される。PZT には微量の Ba, Sr, La, Nd, Nb, Ta, Sb, Bi, W, Mo, Ca 等が添加されてもよい。圧電体膜 12 は、窒化アルミニウム（AlN）、酸化亜鉛（ZnO）、チタン酸鉛（PbTiO₃）等によって構成されてもよい。圧電体膜 12 の膜厚は、2 μm 程度である。圧電体膜 12 は、平面視において、下部電極 11 の主電極部 11A とほぼ相似で、主電極部 11A よりも小さい四角形状を有している。上部電極 13 は、平面視において、圧電体膜 12 とほぼ相似で、圧電体膜 12 よりも小さい四角形状を有している。

[0040] 振動膜形成層 6 上には、圧電素子 10 を覆うように、第 2 水素バリア膜 14B が形成されている。第 2 水素バリア膜 14B は、例えば、Al₂O₃（アルミナ）からなる。第 2 水素バリア膜 14B の厚さは、20 nm ~ 100 nm

m程度である。第1水素バリア膜14Aおよび第2水素バリア膜14Bは、圧電体膜12の水素還元による特性劣化を防止するために設けられている。第2水素バリア膜14Bは、本開示の「水素バリア膜」の一例である。

[0041] 第2水素バリア膜14B上に層間絶縁膜15が積層されている。層間絶縁膜15は、例えばテトラエトキシシラン（TEOS）を含む膜（TEOS膜）からなる。層間絶縁膜15の厚さは、 $0.2\mu\text{m}$ ～ $1.5\mu\text{m}$ 程度である。層間絶縁膜15上には、上部配線18および下部配線19が形成されている。

[0042] 上部配線18は、上部電極13の-X側端部の上方に配置された接続部18aと、接続部18aから-X方向に延びた中間部18bと、中間部18bの-X側端に形成された上部パッド部18cとからなる。接続部18aは、平面視でY方向に細長い矩形状である。接続部18aと上部電極13との間において、層間絶縁膜15および第2水素バリア膜14Bを連続して貫通する複数のコンタクト孔16がY方向に間隔を空けて形成されている。接続部18aの一部は、各コンタクト孔16に入り込み、コンタクト孔16内で上部電極13に接続されている。

[0043] 中間部18bは、平面視において、振動膜7の接続部7aの長さ中間部を跨ぐように配置されている。中間部18bの+X側端は、接続部18aに連結されており、中間部18bの-X側端は、上部パッド部18cに連結されている。上部パッド部18cは、平面視で接続部18aよりも幅広の正方形形状である。上部パッド部18cは、キャビティ5の外方（キャビティ5に対して-X方向側）において、枠体8（より詳しくは、第1枠部分8a）上に配置されている。

[0044] 下部配線19は、下部電極11の延長部11B上に配置された接続部19aと、接続部19aから-Y方向に延びた中間部19bと、中間部19bの-Y側端に形成された下部パッド部19cとからなる。下部配線19の下部パッド部19cは、上部配線18の上部パッド部18cに対して、+Y側に配置されている。

- [0045] 接続部 19 a は、平面視で Y 方向に長い矩形状である。接続部 19 a と延長部 11 B との間において、層間絶縁膜 15 および第 2 水素バリア膜 14 B を連続して貫通する複数のコンタクト孔 17 が X 方向および Y 方向に間隔を空けて形成されている。接続部 19 a の一部は、各コンタクト孔 17 に入り込み、コンタクト孔 17 内で下部電極 11 に接続されている。
- [0046] 中間部 19 b の +Y 側端は、接続部 19 a に連結されており、中間部 19 b の -Y 側端は、下部パッド部 19 c に連結されている。下部パッド部 19 c は、平面視で接続部 19 a よりも幅広の正形状である。下部パッド部 19 c は、キャビティ 5 の外方（キャビティ 5 に対して -X 方向側）において、枠体 8（より詳しくは、第 1 枠部分 8 a）上に配置されている。上部配線 18 および下部配線 19 は、Al（アルミニウム）を含む金属材料から構成されてもよい。これらの配線 18, 19 の厚さは、1 μ m 程度である。
- [0047] 層間絶縁膜 15 上には、上部配線 18 および下部配線 19 を覆うように、パッシベーション膜 20 が形成されている。パッシベーション膜 20 は、例えばテトラエトキシシラン（TEOS）を含む膜（TEOS 膜）からなる。パッシベーション膜 20 の厚さは、0.1 μ m ~ 1.0 μ m 程度である。
- [0048] パッシベーション膜 20 は、枠体 8 の真上領域のほぼ全域に形成されている。ただし、この領域において、パッシベーション膜 20 には、上部パッド部 18 c の一部を露出させる上部パッド開口 21 と、下部パッド部 19 c の一部を露出させる下部パッド開口 22 とが形成されている。
- [0049] 振動膜 7 の真上領域においては、パッシベーション膜 20 は、上部配線 18 および下部配線 19 が存在する、振動膜 7 の -X 側の端部（以下、「配線領域」という。）の真上領域にのみ形成されている。言い換えれば、振動膜 7 の真上領域においては、パッシベーション膜 20 には、配線領域を除いた領域に開口 23（図 7 F も参照）が形成されている。配線領域において、層間絶縁膜 15 と第 2 水素バリア膜 14 B との積層膜には、コンタクト孔 16, 17 が形成されている。なお、パッシベーション膜 20 に、開口 23 が形成されていなくてもよい。

- [0050] なお、層間絶縁膜 15 もパッシベーション膜 20 と同様に、振動膜 7 の真上領域においては、配線領域のみに形成されてもよい。
- [0051] 以下において、第 1 水素バリア膜 14 A、第 2 水素バリア膜 14 B、層間絶縁膜 15 およびパッシベーション膜 20 を総称して絶縁膜 30 という場合がある。絶縁膜 30 は、基板アセンブリ 2 に含まれる。
- [0052] 振動膜 7 と、振動膜 7 上に形成された部材とによって、平面視四角形状のカンチレバー 40 が構成されている。カンチレバー 40 は、振動膜 7 と、圧電素子 10 における振動膜 7 上に配置された部分（この実施形態では圧電素子 10 全体のうち下部電極 11 の延長部 11 B を除いた部分）と、振動膜 7 上の絶縁膜 30 とを含む。この実施形態では、カンチレバー 40 は、振動膜 7 上に配置された配線も含む。カンチレバー 40 は、キャビティ 5 の第 1 辺 5 a の縁部（接続部 7 a）に固定端 40 a を有し、この固定端 40 a が支持基板 4 に支持されている。
- [0053] カンチレバー 40 は、平面視において、キャビティ 5 の第 3 辺 5 c の近傍において、第 3 辺 5 c からキャビティ 5 の内方に所定距離だけ離隔した位置に自由端 40 b を有している。平面視において、カンチレバー 40 におけるキャビティ 5 の第 2 辺 5 b 側の辺は、第 2 辺 5 b からキャビティ 5 の内方に離隔している。平面視において、カンチレバー 40 におけるキャビティ 5 の第 4 辺 5 d 側の辺は、第 4 辺 5 d からキャビティ 5 の内方に離隔している。
- [0054] 保護基板 3 は、シリコン基板からなる。保護基板 3 は、基板アセンブリ 2 上に配置されている。保護基板 3 は、平面視で四角環状であり、枠体 8 の第 1 枠部分 8 a の上方に配置される第 1 壁部 3 a と、枠体 8 の第 2 枠部分 8 b の上方に配置される第 2 壁部 3 b と、枠体 8 の第 3 枠部分 8 c の上方に配置される第 3 壁部 3 c と、枠体 8 の第 4 枠部分 8 d の上方に配置される第 4 壁部 3 d とを含んでいる。ただし、第 1 壁部 3 a の長さ中間部には、当該第 1 壁部 3 a が存在しない切除部 3 e が形成されている。言い換えれば、第 1 壁部 3 a は、接続部 7 a の長さ中間部に対応する箇所に、当該第 1 壁部 3 a が存在しない切除部 3 e を有している。保護基板 3 は、枠体 8 に絶縁膜 30 お

よび接着剤 51 を介して接合されている。

[0055] この実施形態では、切除部 3e は、第 1 壁部 3a の長さ中央部に形成されている。切除部 3e において、パッシベーション膜 20、上部パッド部 18c の一部および下部パッド部 19c の一部が露出している。この実施形態では、上部パッド部 18c および下部パッド部 19c の +X 方向側に第 1 壁部 3a が存在しないため、上部パッド部 18c および下部パッド部 19c を、接続部 7a に比較的近い位置に配置することができる。この理由の詳細については、後述する。

[0056] トランスデューサ 1 が例えばスピーカとして用いられる場合、下部電極 11 と上部電極 13 との間に電圧が印加されると、逆圧電効果によって、圧電体膜 12 が変形する。これにより、カンチレバー 40 が固定端 40a を支点として変形する。下部電極 11 と上部電極 13 との間に音声信号に応じた電圧が連続的に印加されると、カンチレバー 40 の自由端 40b が Z 方向に往復移動するように、カンチレバー 40 が振動する。このようなカンチレバー 40 の振動により、カンチレバー 40 の周囲の空気が振動され、音波が発生する。この音波は、保護基板 3 に囲まれた空間を介して外部空間に伝播する。

[0057] カンチレバー 40 の各部の変位量は、自由端 40b に近い部分ほど大きくなり、固定端 40a に近い部分ほど小さくなる。このため、空気漏れは、カンチレバー 40 の自由端 40b に近い位置ほど大きくなり、固定端 40a に近い部分ほど小さくなる。空気漏れの影響が最も少ないのは、カンチレバー 40 の固定端 40a の中央部分である。したがって、本実施形態のように、カンチレバー 40 の固定端 40a に近い第 1 壁部 3a の長さ中間部に切除部 3e を形成したとしても、トランスデューサ 1 の特性にほとんど影響を与えない。

[0058] 図 4 は、比較例に係るトランスデューサの図解的な平面図である。図 5 は、図 4 の V-V 線に沿う図解的な断面図である。図 4 において、前述の図 1 の各部に対応する箇所には、図 1 と同じ符号を付して示す。図 5 において、前述

の図2の各部に対応する箇所には、図2と同じ符号を付して示す。

[0059] 比較例に係るトランスデューサ101は、本実施形態のトランスデューサ1と比較して、保護基板3の第1壁部3aの厚さ（X方向の長さ）が薄く形成されている点、第1壁部3aの長さ中間部に切除部が形成されていない点ならびに接続部7aから上部パッド部18cおよび下部パッド部19cまでの距離が大きい点が異なっている。これらの相違により、トランスデューサ101のX方向の長さが、本実施形態のトランスデューサ1よりも長くなっている。

[0060] 比較例に係るトランスデューサ101では、第1壁部3aの-X方向側に、上部パッド部18cおよび下部パッド部19c（以下、これらを総称して「パッド部18c，19c」という。）が配置されている。トランスデューサは、信号処理チップとともに電子機器ケース内に収納される。パッド部18c，19cには、信号処理チップとトランスデューサ101とを接続するためのワイヤの一端がワイヤボンディングによって接続される。

[0061] パッド部18c，19cに対してワイヤボンディングを行うためには、パッド部18c，19cよりも大きな領域（例えば、各パッド部18c，19cの中心を中心とした半径が所定長さ（例えば250 μ m）以内の領域）には、保護基板3が存在しないようにする必要がある。そのため、比較例に係るトランスデューサ101では、保護基板3の第1壁部3aからパッド部18c，19cまでのX方向距離が所定距離以上となるように設定する必要がある。このため、接続部7aからパッド部18c，19cまでのX方向距離L0が比較的大きくなる。

[0062] これに対して、本実施形態に係るトランスデューサ1では、第1壁部3aは、接続部7aの長さ中間部に対応する箇所に、当該壁部が存在しない切除部3eを有している。このため、接続部7aからパッド部18c，19cまでのX方向距離L1（図2参照）を、比較例のL0（図5参照）に比べて短くできる。これにより、本実施形態では、トランスデューサ1のX方向の長さを比較例のトランスデューサ101のX方向の長さより短くできるので、

比較例のトランスデューサ 101 に比べて小型化が図れる。

[0063] 図 6 A～図 6 H は、図 1 のトランスデューサ 1 の製造工程を順に示す図解的な断面図である。図 7 A～図 7 G は、トランスデューサ 1 の製造工程を順に示す図解的な平面図である。

[0064] 図 6 A および図 7 A に示すように、S i O 基板に対して熱酸化処理が行われる。S i O 基板は、シリコン基板 32 と、その表面に形成された酸化膜層 33 とその表面に形成されたシリコン層 34 とを含む。熱酸化処理により、シリコン層 34 における酸化膜層 33 とは反対側の表面（+ Z 側表面）にシリコン酸化膜 35 が形成され、シリコン基板 32 における酸化膜層 33 とは反対側の表面（- Z 側表面）にシリコン酸化膜 31 が形成される。シリコン基板 32 と酸化膜層 33 とによって支持基板 4 が構成され、シリコン層 34 とシリコン酸化膜 35 によって振動膜形成層 6 が構成される。

[0065] 次に、図 6 B および図 7 B に示されるように、シリコン酸化膜 35 上に、第 1 水素バリア膜 14 A が形成される。第 1 水素バリア膜 14 A は、例えばアルミナ（ Al_2O_3 ）膜からなる。この後、第 1 水素バリア膜 14 A に、下部電極 11 の材料膜である下部電極膜、圧電体膜 12 の材料膜である圧電体材料膜および上部電極 13 の材料膜である上部電極膜が、その順に形成される。そして、上部電極膜、圧電体材料膜および下部電極膜が、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、例えばその順にパターニングされることにより、上部電極 13、圧電体膜 12 および下部電極 11 が形成される。これにより、第 1 水素バリア膜 14 A 上に圧電素子 10 が形成される。

[0066] 次に、図 6 C および図 7 C に示されるように、第 1 水素バリア膜 14 A 上に、第 1 水素バリア膜 14 A の露出面および圧電素子 10 の露出面を覆う第 2 水素バリア膜 14 B が形成される。第 2 水素バリア膜 14 B は、例えばアルミナ（ Al_2O_3 ）膜からなる。第 2 水素バリア膜 14 B 上の全面に、層間絶縁膜 15 が形成される。そして、層間絶縁膜 15 および第 2 水素バリア膜 14 B が連続してエッチングされることにより、コンタクト孔 16、17 が形成される。

- [0067] 次に、コンタクト孔 16, 17 内を含む層間絶縁膜 15 上に、上部配線 18 および下部配線 19 の材料膜である配線膜が形成される。この後、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、配線膜がパターニングされることにより、上部配線 18 (18a, 18b, 18c) および下部配線 19 (19a, 19b, 19c) が形成される。そして、層間絶縁膜 15 上に、上部配線 18 および下部配線 19 を覆うようにパッシベーション膜 20 が形成される。層間絶縁膜 15 およびパッシベーション膜 20 は、例えばテトラエトキシシラン (TEOS) を含む膜 (TEOS 膜) からなる。
- [0068] 次に、図 6D および図 7D に示されるように、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、パッシベーション膜 20 に、上部パッド部 18c の一部を露出させる上部パッド開口 21 が形成されるとともに、下部パッド部 19c の一部を露出させる下部パッド開口 22 が形成される。
- [0069] 次に、図 6E および図 7E に示されるように、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、パッシベーション膜 20 に開口 23 が形成される。なお、この工程は、省略されてもよい。
- [0070] 次に、図 6F および図 7F に示されるように、フォトリソグラフィおよびエッチングによって、パッシベーション膜 20 および層間絶縁膜 15 または層間絶縁膜 15 と、第 2 水素バリア膜 14B と、第 1 水素バリア膜 14A と、振動膜形成層 6 (シリコン酸化膜 35 およびシリコン層 34) と、酸化膜層 33 とを連続して貫通し、酸化膜層 33 に達するスリット 9 が形成される。
- [0071] スリット 9 が形成されることにより、振動膜形成層 6 の周縁部からなる枠体 8 (8a, 8b, 8c, 8d) と、振動膜形成層 6 の中央部からなりかつ外周縁の一部が枠体 8 に接続された振動膜 7 とが得られる。また、キャビティ 5 が形成されていない基板アセンブリ仕掛品 2A が得られる。
- [0072] 次に、図 6G および図 7G に示されるように、保護基板 3 における基板アセンブリ仕掛品 2A の対向面に接着剤 51 が塗布され、基板アセンブリ仕掛品 2A に保護基板 3 が固定される。

[0073] 次に、図 6 H に示されるように、シリコン基板 3 2 を薄くするための裏面研削が行われる。つまり、シリコン酸化膜 3 1 におけるシリコン基板 3 2 とは反対側の表面から、シリコン酸化膜 3 1 およびシリコン基板 3 2 が研磨されることにより、シリコン基板 3 2 が薄膜化される。

[0074] 最後に、シリコン基板 3 2 の裏面（－Z 側表面）側に、キャビティ 5 の形成予定領域に対応する開口を有するレジストマスク（図示略）が形成される。このレジストマスクをマスクとして、シリコン基板 3 2 が裏面からエッチングされる。これにより、図 1 ～図 3 に示されるトランスデューサ 1 が得られる。

[0075] 図 8 に示すように、パッド部 1 8 c, 1 9 c にワイヤ 9 1 の一端が接続された後に、切除部 3 e に樹脂 9 2 を埋め込むようにしてもよい。このようにすると、カンチレバー 4 0 が振動する際に、切除部 3 e による空気漏れを抑制することができる。

[0076] 図 9 は、本開示の第 2 実施形態に係るトランスデューサの図解的な平面図である。図 1 0 は、図 9 の X-X 線に沿う図解的な断面図である。図 1 1 は、図 9 の XI-XI 線に沿う図解的な断面図である。

[0077] 図 9 において、前述の図 1 の各部に対応する部分には、図 1 と同じ符号を付して示す。また、図 1 0 において、前述の図 2 の各部に対応する部分には、図 2 と同じ符号を付して示す。また、図 1 1 において、前述の図 3 の各部に対応する部分には、図 3 と同じ符号を付して示す。

[0078] 説明の便宜上、以下では、図 9 ～図 1 1 に示した +X 方向、－X 方向、+Y 方向、－Y 方向、+Z 方向および－Z 方向を用いることがある。

[0079] 第 2 実施形態に係るトランスデューサ 1 A においても、保護基板 3 の第 1 壁部 3 a には、第 1 実施形態と同様に長さ中間部（この実施形態では長さ中央部）に当該第 1 壁部 3 a が存在しない切除部 3 e が形成されている。

[0080] 第 2 実施形態に係るトランスデューサ 1 A は、保護基板 3 に、第 1 壁部 3 a の上部から +X 方向に突出する庇状部 8 0 が形成されている点が、第 1 実施形態に係るトランスデューサ 1 と異なっている。

- [0081] 以下において、切除部 3 e に対して－Y 側にある第 1 壁部 3 a を－Y 側の第 1 壁部 3 a といい、切除部 3 e に対して＋Y 側にある第 1 壁部 3 a を＋Y 側の第 1 壁部 3 a ということにする。
- [0082] 庇状部 8 0 は、第 1 部分 8 1 と、第 2 部分 8 2 と、第 1 部分 8 1 と第 2 部分 8 2 とを連結する第 3 部分 8 3 とを備えている。第 1 部分 8 1 は、－Y 側の第 1 壁部 3 a の X 側縁から＋X 方向側に突出している部分である。第 1 部分 8 1 の－Y 側の端面は、第 2 壁部 3 b の内側面に一体的に接合されている。
- [0083] 第 2 部分 8 2 は、＋Y 側の第 1 壁部 3 a の X 側縁から＋X 方向側に突出している部分である。第 2 部分 8 2 の＋Y 側の端面は、第 4 壁部 3 d の内側面に一体的に接合されている。
- [0084] 第 3 部分 8 3 は、第 1 部分 8 1 の＋Y 側端面における－X 側端部を除いた部分と、第 2 部分 8 2 の－Y 側端面における－X 側端部を除いた部分とを連結している。平面視において、第 3 部分 8 3 の－X 側縁は、切除部 3 e の＋X 側縁よりも、＋X 側にある。
- [0085] 第 2 実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。また、第 2 実施形態では、保護基板 3 が庇状部 8 0 を有しているので、カンチレバー 4 0 が振動する際に、切除部 3 e による空気漏れを抑制することができる。
- [0086] なお、第 2 実施形態に係るトランスデューサ 1 A においても、パッド部 1 8 c, 1 9 c にワイヤの一端が接続された後に、切除部 3 e に樹脂を埋め込むようにしてもよい。
- [0087] 前述の実施形態では、トランスデューサ 1 をスピーカとして用いる場合について説明したが、トランスデューサ 1 は音波を検出するマイクロフォンとして用いることもできる。
- [0088] 本開示の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本開示の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本開示はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本開示の範囲は添付の請求の範

囲によってのみ限定される。

[0089] この出願は、2022年3月14日に日本国特許庁に提出された特願2022-39299号に対応しており、それらの出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

符号の説明

- [0090]
- 1, 1A トランスデューサ
 - 2 基板アセンブリ
 - 2A 基板アセンブリ仕掛品
 - 3 保護基板
 - 3a 第1壁部
 - 3b 第2壁部
 - 3c 第3壁部
 - 3d 第4壁部
 - 3e 切除部
 - 4 支持基板
 - 5 キャビティ
 - 5a 第1辺
 - 5b 第2辺
 - 5c 第3辺
 - 5d 第4辺
 - 6 振動膜形成層
 - 7 振動膜
 - 7a 接続部（第1辺）
 - 7b 第2辺
 - 7c 第3辺
 - 7d 第4辺
 - 8 枠体
 - 8a 第1枠部分

- 8 b 第2 枠部分
- 8 b 第3 枠部分
- 8 b 第4 枠部分
- 9 スリット
- 9 a 第1 部分
- 9 b 第2 部分
- 9 c 第3 部分
- 10 圧電素子
- 11 下部電極
- 11 A 主電極部
- 11 B 延長部
- 12 圧電体膜
- 13 上部電極
- 14 A, 14 B 水素バリア膜
- 15 層間絶縁膜
- 16 コンタクト孔
- 17 コンタクト孔
- 18 上部配線
- 18 a 接続部
- 18 b 中間部
- 18 c 上部パッド部
- 19 下部配線
- 19 a 接続部
- 19 b 中間部
- 19 c 下部パッド部
- 20 パッシベーション膜
- 21 上部パッド開口
- 22 下部パッド開口

- 2 3 開口
- 3 0 絶縁膜
- 3 1 シリコン酸化膜
- 3 2 シリコン基板
- 3 3 酸化膜層
- 3 4 シリコン層
- 3 5 シリコン酸化膜
- 4 0 カンチレバー
- 4 0 a 固定端
- 4 0 b 自由端
- 5 1 接着剤
- 6 0 支持体
- 8 0 庇状部
- 8 1 第 1 部分
- 8 2 第 2 部分
- 8 3 第 3 部分
- 1 0 1 比較例に係るトランスデューサ

請求の範囲

[請求項1]

キャビティを有する支持体と、
前記キャビティに対向して設けられ、その対向方向に振動可能な振動膜と、
少なくとも一部が、前記振動膜における前記キャビティとは反対側の表面上に形成された圧電素子とを含み、
前記振動膜は、前記振動膜の外周縁の一部に、前記支持体に接続された接続部を有しており、
前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成されており、
前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線と、
前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有し、前記支持体に固定された保護基板とをさらに含み、
前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、
前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されている、トランスデューサ。

[請求項2]

前記圧電素子が、少なくとも一部が前記振動膜上に配置された下部電極と、前記下部電極上に形成された圧電体膜と、前記圧電体膜上に形成された上部電極とを含み、
前記内部配線が、
前記接続部の長さ中間部を跨ぐように配置され、前記振動膜上において前記上部電極に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用の第1パッド部を有する上部配線と、

前記下部電極に一端部側が電氣的に接続され、前記振動膜外の前記支持体上において外部配線接続用の第2パッド部を有する下部配線とを含む、請求項1に記載のトランスデューサ。

[請求項3]

前記支持体は、
前記キャビティを有する支持基板と、
前記支持基板上に形成されかつ前記キャビティを取り囲むように形成された枠体とを含み、
前記振動膜の前記接続部は、前記枠体に接続されており、
前記枠体と、前記振動膜における前記接続部を除いた外周縁との間には、前記キャビティに連通するスリットが形成されている、請求項2に記載のトランスデューサ。

[請求項4]

前記枠体の表面、前記振動膜の表面および前記圧電素子の表面を覆う水素バリア膜と、
前記水素バリア膜上に選択的に形成された絶縁層間膜とを含み、
前記上部配線が、前記絶縁層間膜上に形成されており、前記上部配線の一端部側が、前記水素バリア膜と前記絶縁層間膜との積層膜を貫通して、前記上部電極に電氣的に接続されており、
前記下部配線が、前記絶縁層間膜上に形成されており、前記下部配線の一端部側が、前記水素バリア膜と前記絶縁層間膜との積層膜を貫通して、前記下部電極に電氣的に接続されている、請求項3に記載のトランスデューサ。

[請求項5]

前記絶縁層間膜上に形成され、前記上部配線および前記下部配線を覆うパッシベーション膜を含む、請求項4に記載のトランスデューサ。

[請求項6]

前記切除部に埋め込まれた樹脂を含む、請求項2～5に記載のトランスデューサ。

[請求項7]

前記保護基板は、前記切除部よりも前記振動膜側において、前記切除部に沿って配置された庇状部を有する、請求項2～5に記載のトラ

ンスデューサ。

[請求項8]

支持基板上に形成された振動膜形成層上に圧電素子を形成する工程と、

前記振動膜形成層を厚さ方向に貫通するスリットを形成することにより、振動膜と、前記振動膜を取り囲みかつ一部が前記振動膜の外周縁の一部と接続された枠体とを、前記振動膜形成層に形成する工程と、

前記圧電素子に一端部側が電氣的に接続され、前記枠体上において外部配線接続用のパッド部を他端部側に有する内部配線を形成する工程と、

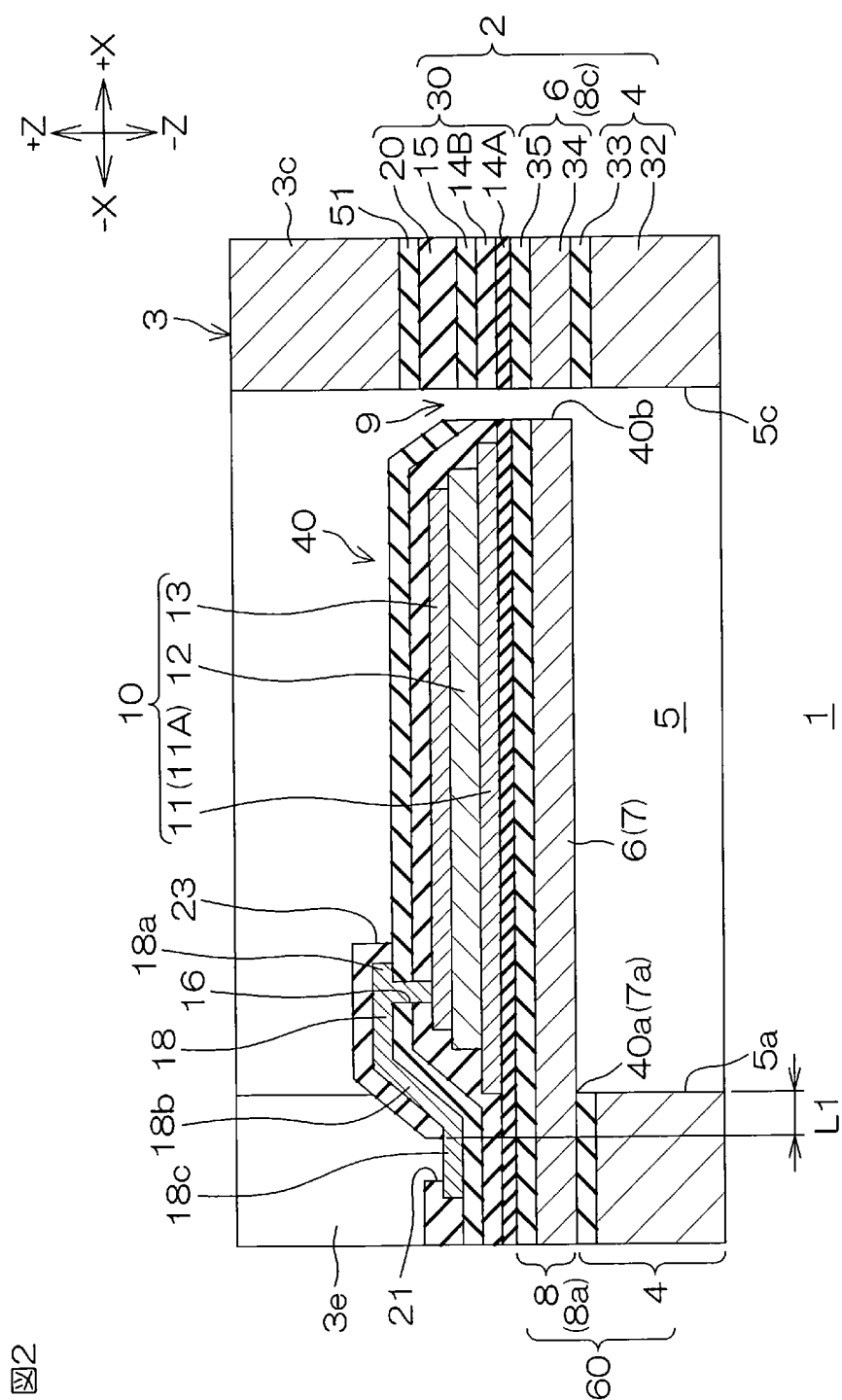
前記支持基板における前記振動膜形成層とは反対側の表面におけるキャビティ形成予定領域から前記支持基板をエッチングすることにより、前記振動膜に対向する領域に、前記スリットに連通するキャビティを形成する工程とを含み、

前記キャビティを形成する工程により、前記振動膜と、前記圧電素子における前記振動膜上に配置された部分とを含み、固定端と自由端とを有するカンチレバーが形成され、

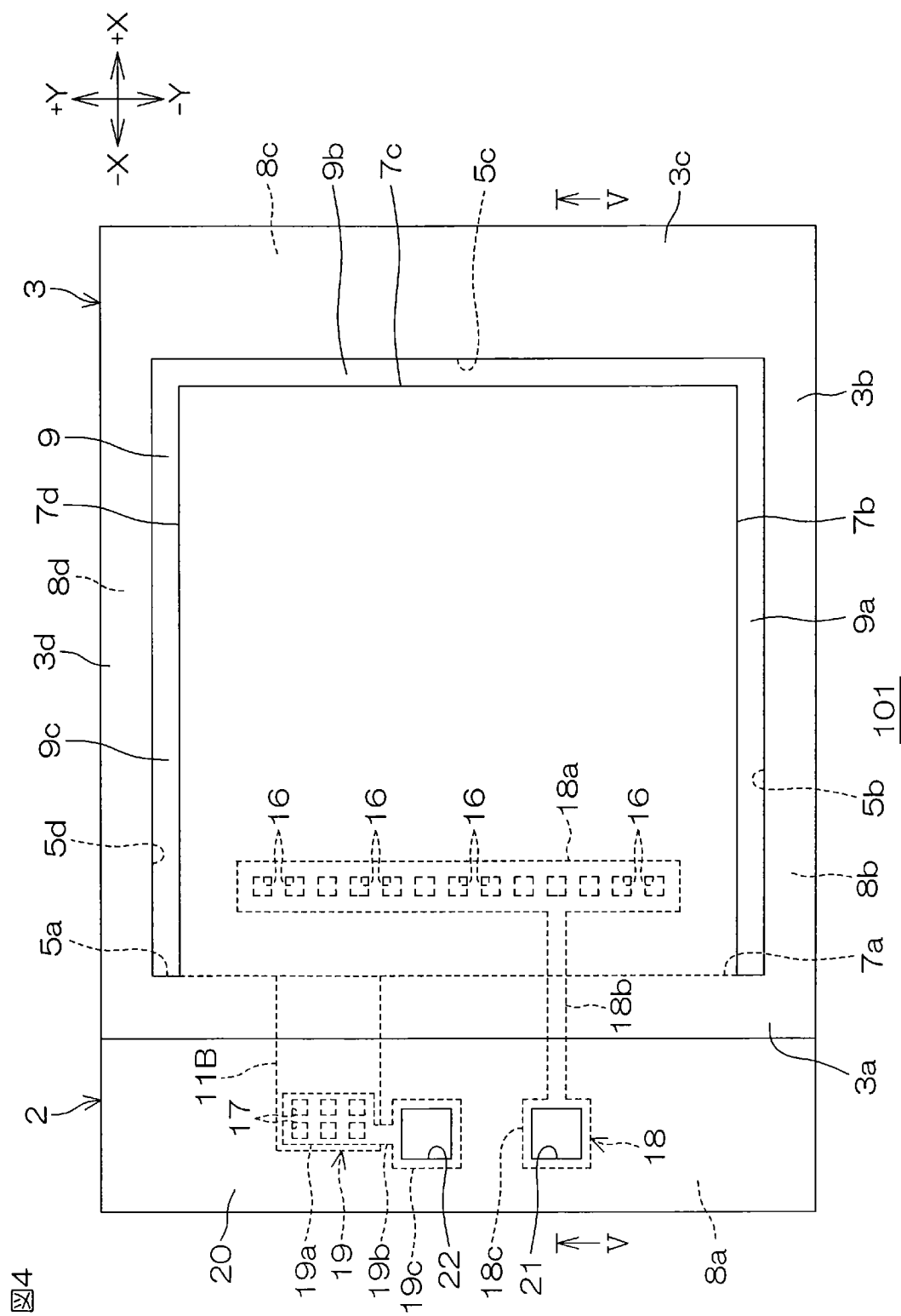
前記カンチレバーを取り囲むように形成された壁部を有する保護基板を前記支持体に固定する工程をさらに含み、

前記壁部は、前記接続部の長さ中間部に対応する箇所に当該壁部が存在しない切除部を有しており、前記パッド部は、前記接続部に対して前記切除部側に配置されている、トランスデューサの製造方法。

[図2]

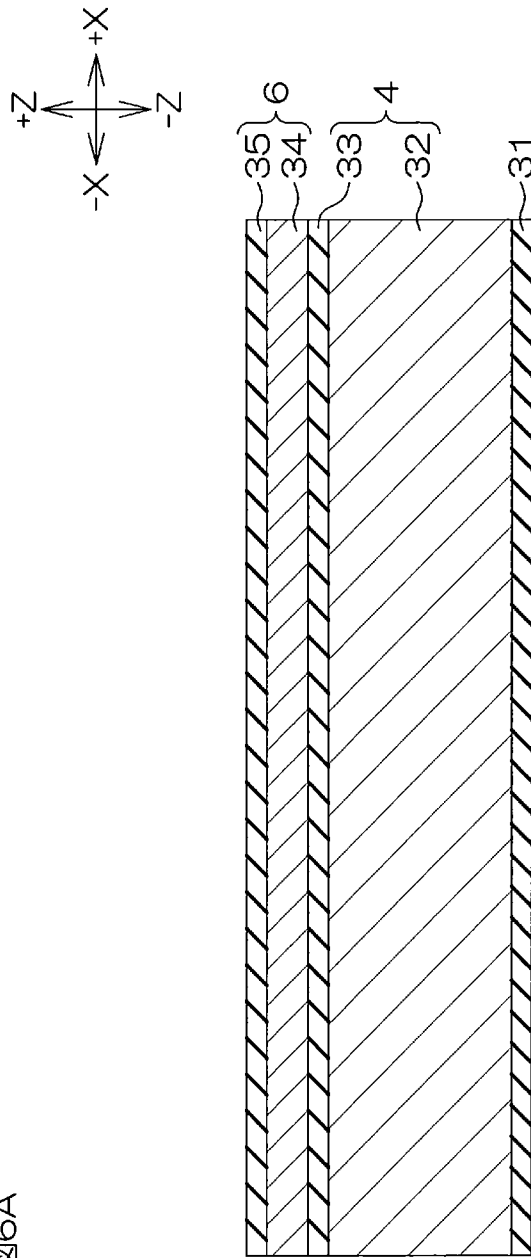


[図4]

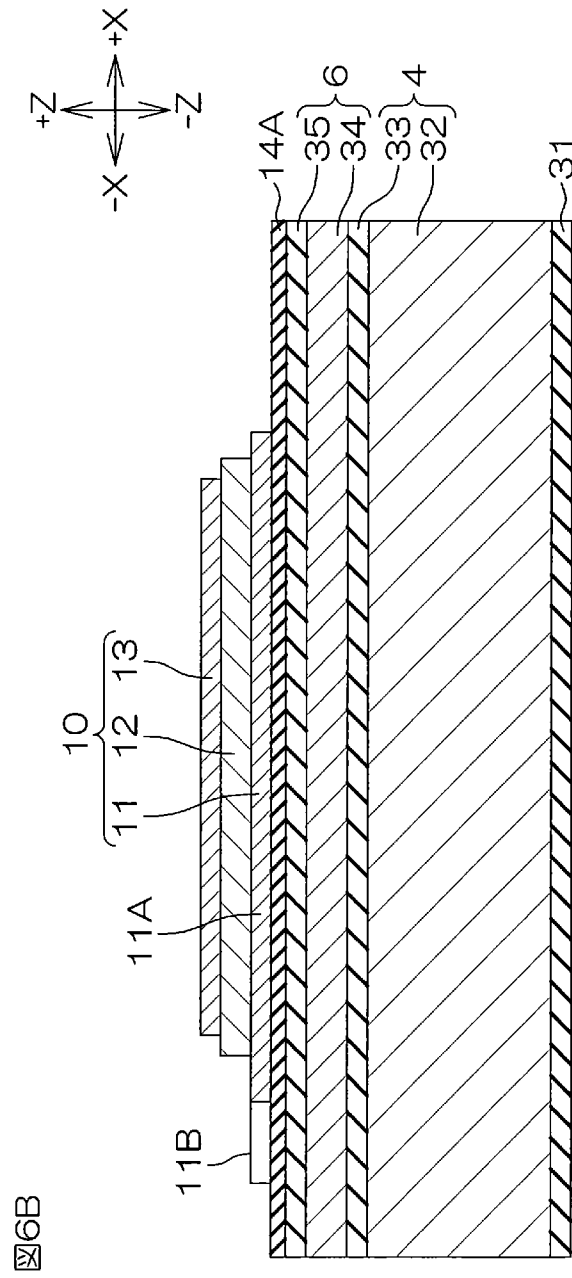


[図6A]

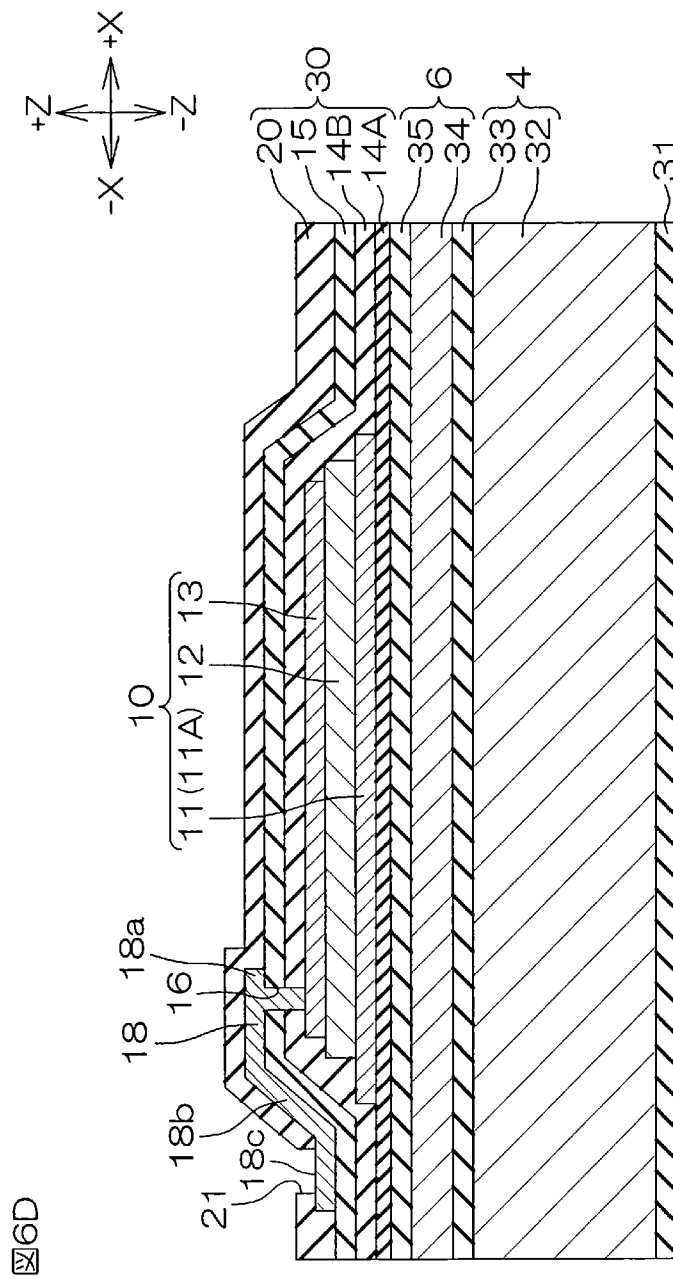
図6A



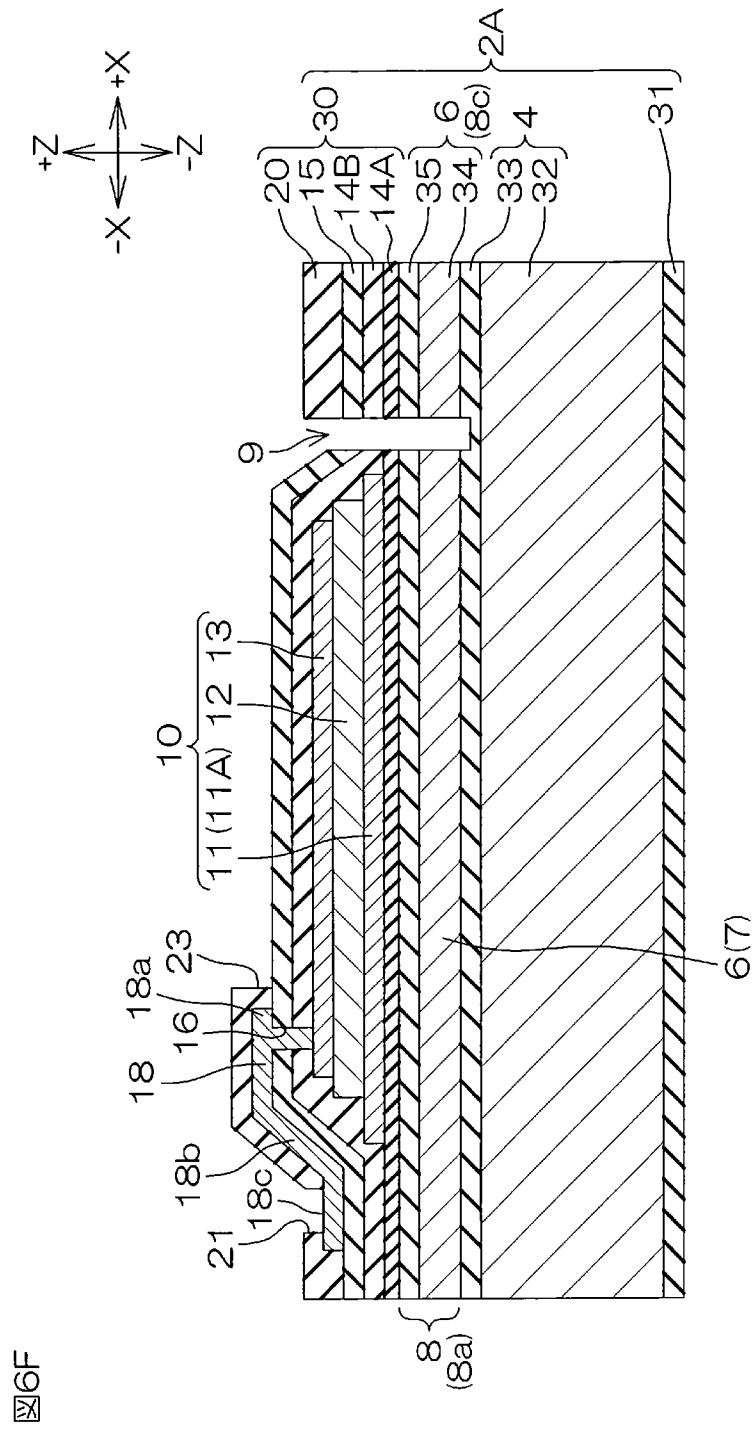
[図6B]



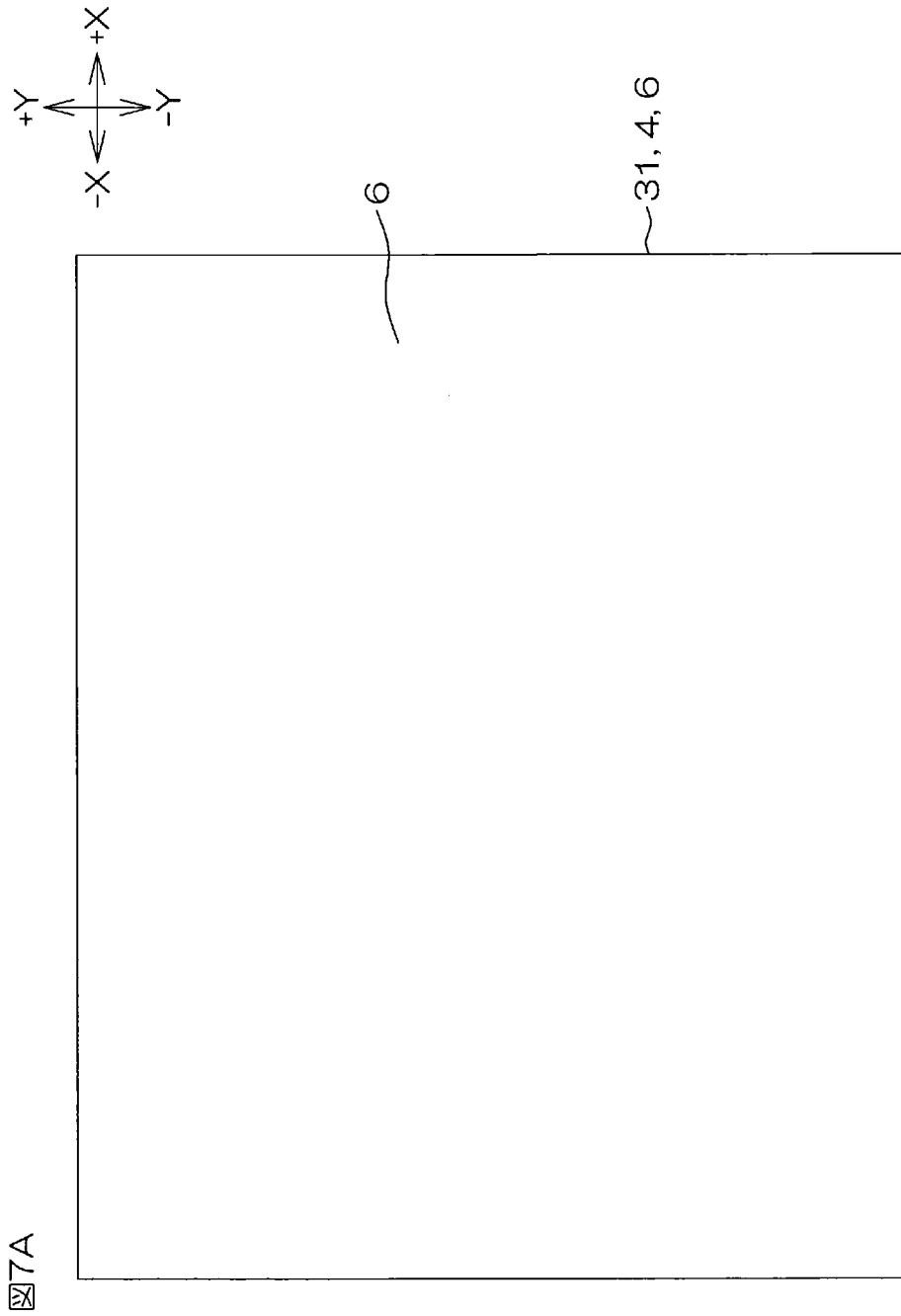
[図6D]



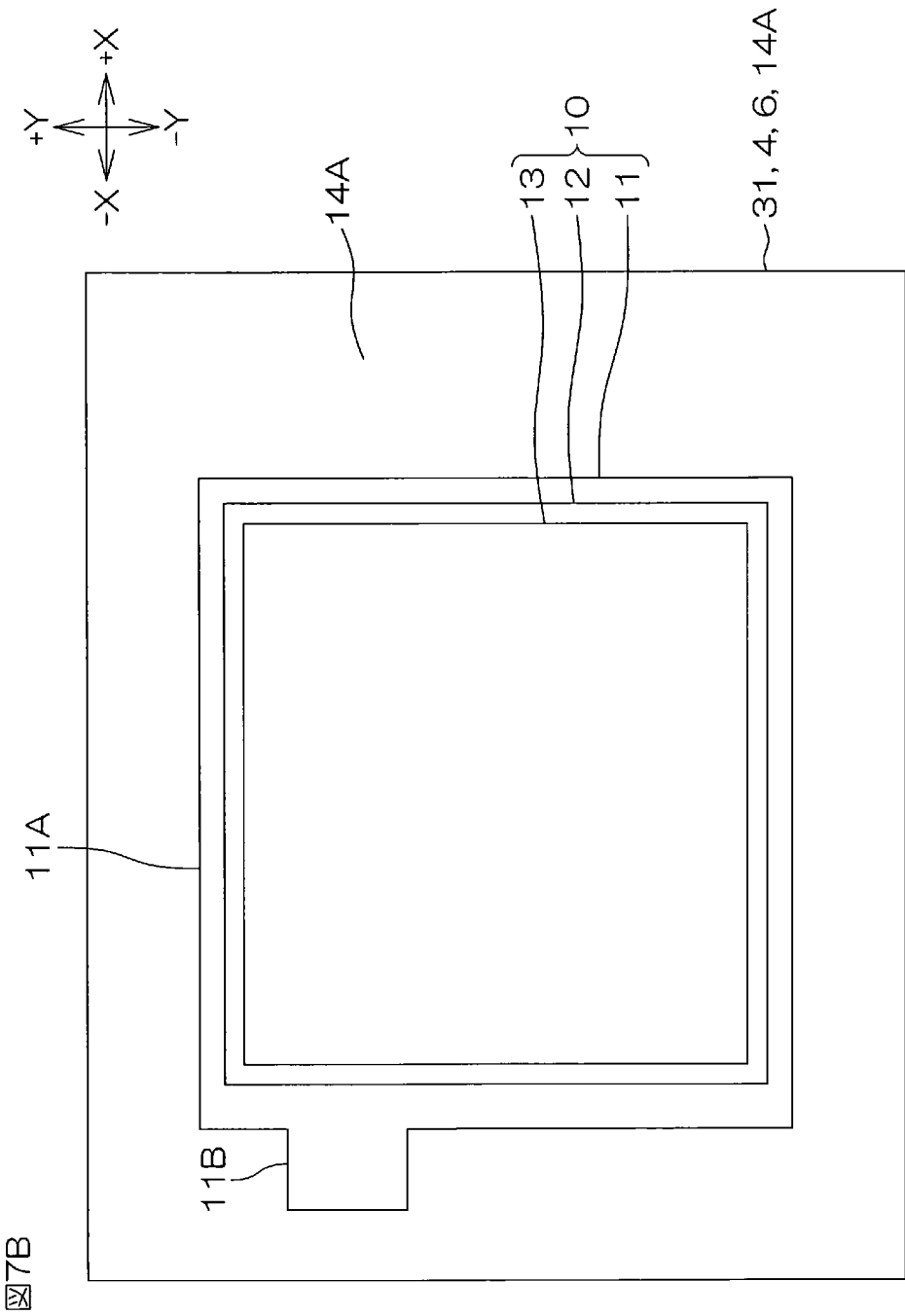
[図6F]



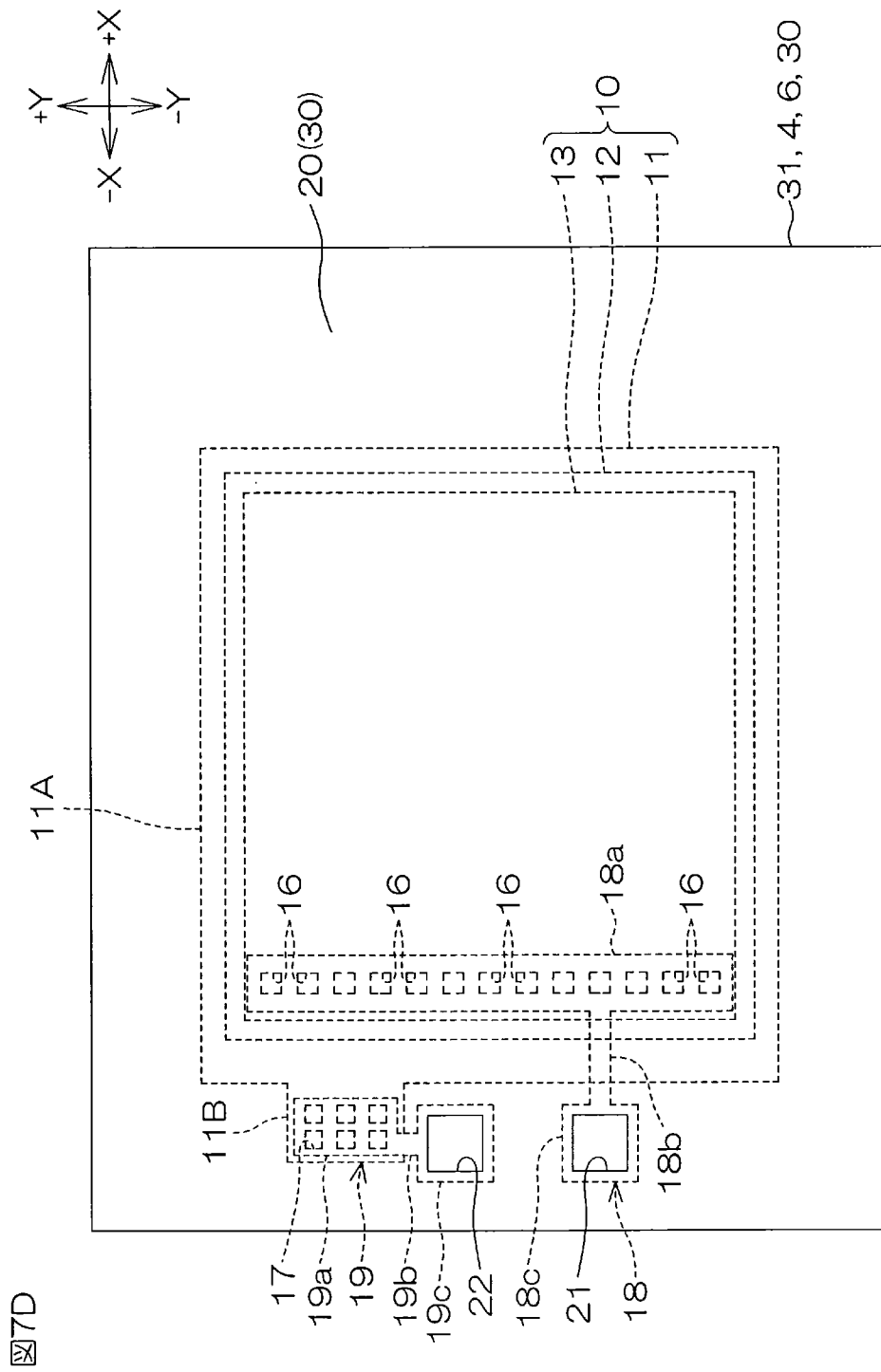
[図7A]



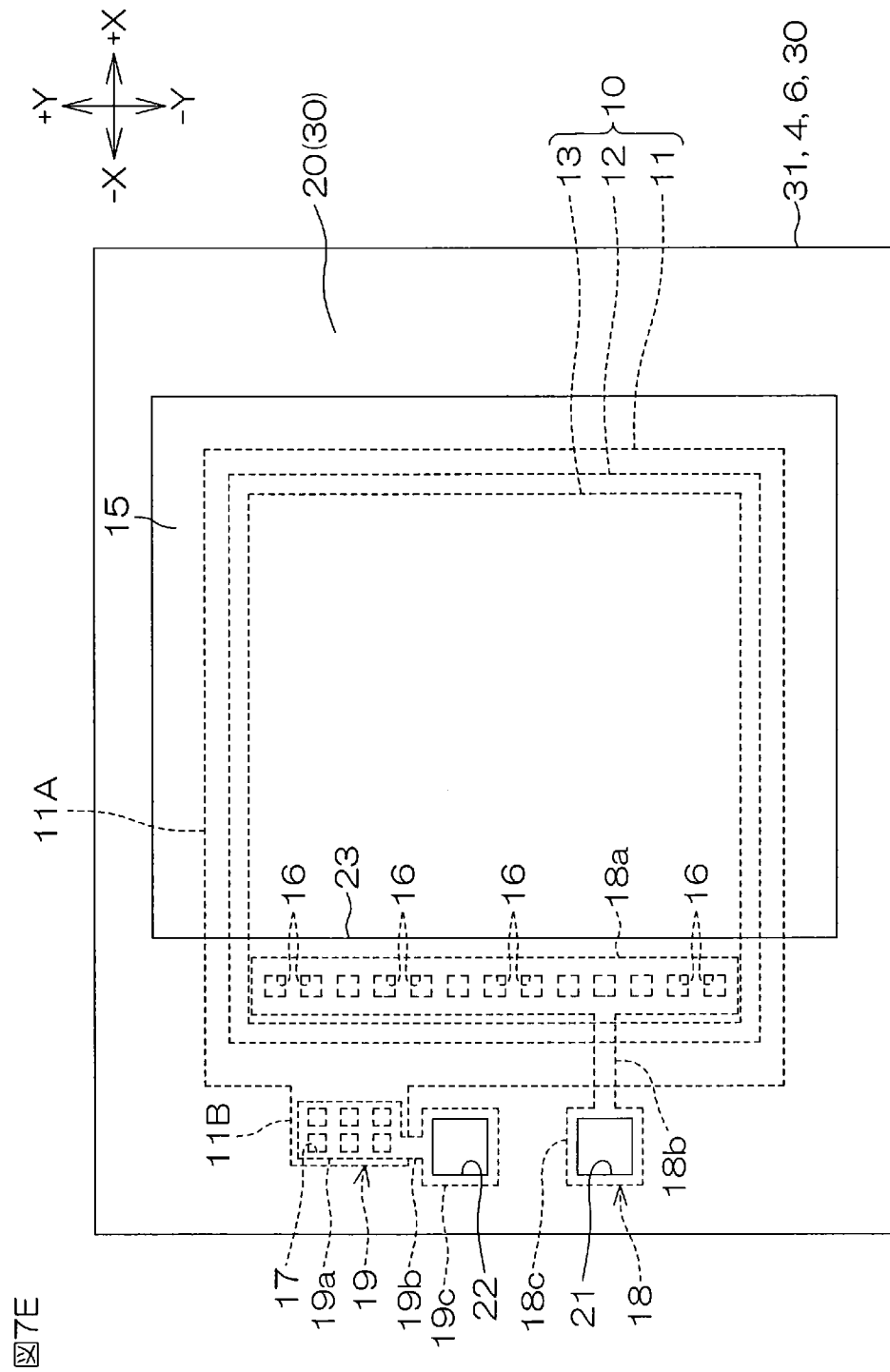
[図7B]



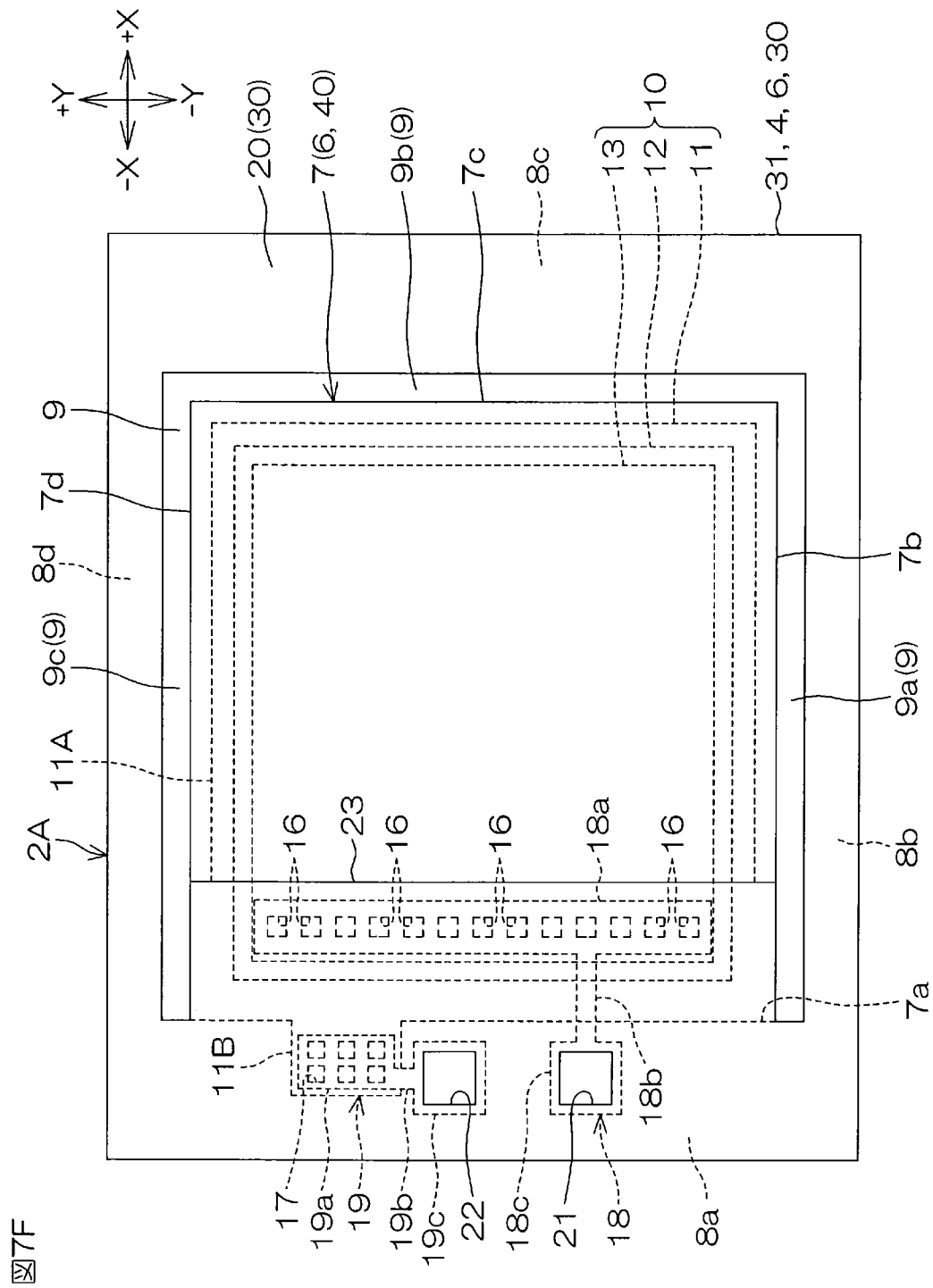
【図7D】



[図7E]



[図7F]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/005322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04R 17/00 (2006.01)i; B81B 3/00 (2006.01)i; B81C 1/00 (2006.01)i; H04R 17/02 (2006.01)i; H10N 30/057 (2023.01)i; H10N 30/063 (2023.01)i; H10N 30/20 (2023.01)i; H10N 30/50 (2023.01)i; H10N 30/85 (2023.01)i; H10N 30/853 (2023.01)i FI: H04R17/00; B81B3/00; B81C1/00; H04R17/02; H10N30/057; H10N30/063; H10N30/20; H10N30/50; H10N30/85; H10N30/853 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) H04R17/00; B81B3/00; B81C1/00; H04R17/02; H10N30/057; H10N30/063; H10N30/20; H10N30/50; H10N30/85; H10N30/853 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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-86599 A (PANASONIC IP MAN CORP) 19 May 2016 (2016-05-19) entire text, all drawings</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2022/014418 A1 (ROHM CO LTD) 20 January 2022 (2022-01-20) entire text, all drawings</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-54270 A (ROHM CO LTD) 14 April 2016 (2016-04-14) entire text, all drawings</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2016-86599 A (PANASONIC IP MAN CORP) 19 May 2016 (2016-05-19) entire text, all drawings	1-8	A	WO 2022/014418 A1 (ROHM CO LTD) 20 January 2022 (2022-01-20) entire text, all drawings	1-8	A	JP 2016-54270 A (ROHM CO LTD) 14 April 2016 (2016-04-14) entire text, all drawings	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	JP 2016-86599 A (PANASONIC IP MAN CORP) 19 May 2016 (2016-05-19) entire text, all drawings	1-8												
A	WO 2022/014418 A1 (ROHM CO LTD) 20 January 2022 (2022-01-20) entire text, all drawings	1-8												
A	JP 2016-54270 A (ROHM CO LTD) 14 April 2016 (2016-04-14) entire text, all drawings	1-8												
☐ 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 April 2023		Date of mailing of the international search report 16 May 2023												
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2023/005322

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-86599	A	19 May 2016	(Family: none)	
WO	2022/014418	A1	20 January 2022	(Family: none)	
JP	2016-54270	A	14 April 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04R 17/00(2006.01)i; B81B 3/00(2006.01)i; B81C 1/00(2006.01)i; H04R 17/02(2006.01)i; H10N 30/057(2023.01)i; H10N 30/063(2023.01)i; H10N 30/20(2023.01)i; H10N 30/50(2023.01)i; H10N 30/85(2023.01)i; H10N 30/853(2023.01)i FI: H04R17/00; B81B3/00; B81C1/00; H04R17/02; H10N30/057; H10N30/063; H10N30/20; H10N30/50; H10N30/85; H10N30/853														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04R17/00; B81B3/00; B81C1/00; H04R17/02; H10N30/057; H10N30/063; H10N30/20; H10N30/50; H10N30/85; H10N30/853 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-86599 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）19.05.2016（2016 - 05 - 19） 全文全文図</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2022/014418 A1（ローム株式会社）20.01.2022（2022 - 01 - 20） 全文全文図</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-54270 A（ローム株式会社）14.04.2016（2016 - 04 - 14） 全文全文図</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			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 2016-86599 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）19.05.2016（2016 - 05 - 19） 全文全文図	1-8	A	WO 2022/014418 A1（ローム株式会社）20.01.2022（2022 - 01 - 20） 全文全文図	1-8	A	JP 2016-54270 A（ローム株式会社）14.04.2016（2016 - 04 - 14） 全文全文図	1-8
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 2016-86599 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）19.05.2016（2016 - 05 - 19） 全文全文図	1-8												
A	WO 2022/014418 A1（ローム株式会社）20.01.2022（2022 - 01 - 20） 全文全文図	1-8												
A	JP 2016-54270 A（ローム株式会社）14.04.2016（2016 - 04 - 14） 全文全文図	1-8												
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 “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 25.04.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 大石 剛 5Z 4882 電話番号 03-3581-1101 内線 3591												

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/JP2023/005322

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-86599	A	19.05.2016	(ファミリーなし)	
WO	2022/014418	A1	20.01.2022	(ファミリーなし)	
JP	2016-54270	A	14.04.2016	(ファミリーなし)	