

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/142256 A1

PCT

(43) 国際公開日

2011 年 11 月 17 日(17.11.2011)

(51) 国際特許分類:

H02N 2/00 (2006.01) B41J 2/055 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01) B81B 3/00 (2006.01)
B41J 2/045 (2006.01) H01L 41/09 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/060220

(22) 国際出願日: 2011 年 4 月 27 日(27.04.2011)

(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 2010-111866 2010 年 5 月 14 日(14.05.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社(Konica Minolta Holdings, Inc.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-6-1 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 東野 楠(HIGASHINO Kusunoki) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジセンター株式会社内 Tokyo (JP), 松田伸也(MATSUDA Shinya) [JP/JP]; 〒1918511 東京都

日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジセンター株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2-6 天満橋八千代ビル別館 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, RO, RS, RU, 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.

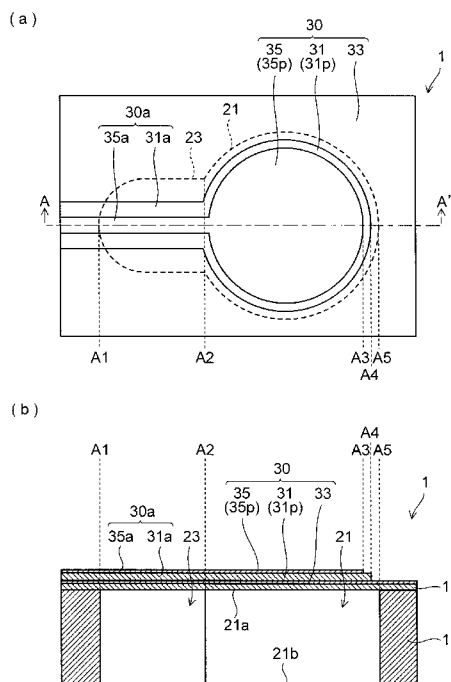
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: ELECTROMECHANICAL CONVERSION ELEMENT

(54) 発明の名称: 電気機械変換素子

[図1]



(57) Abstract: The pressure chamber (21) and auxiliary chamber (23) of an electromechanical conversion element (1) are formed in a substrate (11) and are communicatively connected to each other. A lower electrode (33), a driving body, and an upper electrode (35) are formed in this order on a driven membrane (13) forming the upper wall surface (21a) of the pressure chamber (21) and auxiliary chamber (23). The driving body is positioned above the pressure chamber (21), is smaller than the cross-sectional shape of the pressure chamber (21), and has: a planar-shaped action portion (31p) having a substantially identical horizontal-to-vertical ratio in a direction parallel to the surface of the substrate (11); and a lead-out portion (31a) extended from the action portion (31p) to above the auxiliary chamber (23). The auxiliary chamber (23) has a width in a second direction smaller than the width of the pressure chamber (21), the second direction being orthogonal to a first direction toward which the auxiliary chamber (23) and the pressure chamber (21) are arranged side by side and being parallel to the surface of the substrate (11). The lead-out portion (31a) of the driving body has a width in the second direction smaller than the width of the auxiliary chamber (23).

(57) 要約: 電気機械変換素子 (1) の圧力室 (21) および副室 (23) は、基板 (11) に形成されており、副室 (23) は圧力室 (21) と連通している。圧力室 (21) 及び副室 (23) の上部の壁面 (21a) をなす駆動膜 (13) の上には、下部電極 (33)、駆動体、上部電極 (35) がこの順で形成されている。上記駆動体は、圧力室 (21) の上に位置し、圧力室 (21) の断面形状よりも小さく、基板 (11) の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状の作用部 (31p) と、この作用部 (31p) から副室 (23) の上に延長された引出部 (31a) とを有している。副室 (23) は、圧力室 (21) と並ぶ第1の方向と直交し且つ基板 (11) の面に平行な第2の方向の幅が圧力室 (21) よりも小さい。また、上記駆動体の引出部 (31a) は、上記第2の方向の幅が副室 (23) よりも小さい。

WO 2011/142256 A1

WO 2011/142256 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：電気機械変換素子

技術分野

[0001] 本発明は、電気機械変換素子に関し、特にダイアフラム構造の電気機械変換素子に関する。

背景技術

[0002] 圧電体を基板の上に薄膜状に形成したカンチレバー（片持ち梁）構造の電気機械変換素子が知られている。薄膜の面に沿う伸縮変形を、面に垂直な方向の変位に効率よく変換することができるため、感度の高いセンサやアクチュエータを構成することができる。一方、梁の先端が拘束されていないため、剛性が低く、外力による変形や振れ等が生じやすいという課題がある。

[0003] この課題を解決するために、変位膜の両端を固定した両持ち梁構造や、変位膜の周縁を固定したダイアフラム（横隔膜）構造にすることにより、膜の剛性を高める工夫が提案されている。変位膜の剛性が高くなるため、発生圧力を大きくできる、外力に対してより安定して変形できる、変位膜の中心部を基板に平行に移動できる、密閉構造により気体や液体を輸送するポンプに活用できる、等の利点がある。

[0004] 他方、液体インクを吐出する複数のチャネルを備え、紙や布等の記録メディアに対して相対的に移動しながら、インクの吐出を制御することにより、二次元の画像を出力するインクジェットプリンタが知られている。このようなプリンタで画像を高速に描画するには、チャネルを記録メディアの幅一杯に並べて、一方向に走査するラインヘッド方式が望ましい。

[0005] ラインヘッド方式で、ヘッドの低コスト化、高解像度化を図るには、チャネルをできるだけ小さくして、ヘッドに、小型のチャネルを二次元に高密度に配置することが望ましい。このように、チャネルを小型化して密度を高める方法として、特許文献1には、正方形のチャネルを千鳥配置する方法が提案されている。

- [0006] また、特許文献 2 及び 3 には、細長い圧力室の上に、下部電極と上部電極に挟まれた圧電体を設けたインクジェット式記録ヘッドが開示されている。このインクジェット式記録ヘッドでは、圧力室の長手方向に圧電体と上部電極とを延長して、電気接続のための配線を引き出している。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特許第 3 1 6 8 4 7 4 号公報
特許文献2：特開平 9 - 1 1 8 0 1 1 号公報
特許文献3：特開 2 0 0 2 - 1 2 0 3 6 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、特許文献 2 および 3 に示された方法では、圧電体を駆動した場合に、圧力室の周縁部の位置で、圧電体および上部電極の引出部に応力が集中し、引出部が破壊する可能性がある。
- [0009] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、圧電体等の駆動体および上部電極の引出部の破壊を防止することのできる電気機械変換素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の電気機械変換素子は、板状の基板と、前記基板に形成され、前記基板の面に平行な方向の断面の縦横比が略同一の断面形状を有する圧力室と、前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第 1 の方向に前記圧力室と並ぶように設けられた副室と、前記基板の一面に、前記基板よりも薄肉に形成され、前記圧力室及び前記副室の上部の壁面をなす従動膜と、前記従動膜の上に形成された下部電極と、前記下部電極の上に形成され、前記圧力室の上に位置し、前記圧力室の断面形状よりも小さく、前記基板の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状の作用部と、この作用部から前記副室の上に延長された引出部とを有する駆動体と、前記駆動体の上に

形成された上部電極とを備え、前記副室は、前記第 1 の方向と直交し且つ前記基板の面に平行な第 2 の方向の幅が前記圧力室よりも小さく、前記駆動体の引出部は、前記第 2 の方向の幅が前記副室よりも小さいことを特徴としている。

[0011] また、本発明の電気機械変換素子は、板状の基板と、前記基板に形成され、前記基板の面に平行な方向の断面の縦横比が略同一の断面形状を有する圧力室と、前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第 1 の方向に前記圧力室と並ぶように設けられた第 1 の副室と、前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第 1 の方向に前記圧力室と並ぶように設けられ、前記圧力室を介して前記第 1 の副室に対向する位置に配置された第 2 の副室と、前記基板の一面に、前記基板より薄肉に形成され、前記圧力室、前記第 1 の副室及び前記第 2 の副室の上部の壁面をなす従動膜と、前記従動膜の上に形成された下部電極と、前記下部電極の上に形成された駆動体と、前記圧力室の上の前記駆動体の上に形成され、前記圧力室の断面形状よりも小さく、前記基板の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状を有する第 1 の電極作用部と、この第 1 の電極作用部から前記第 1 の副室の上の前記駆動体の上に延長された第 1 の電極引出部とを有する第 1 の上部電極と、前記圧力室の周縁に跨る前記駆動体の上に形成され、かつ前記第 1 の上部電極の周囲を取り囲むように形成された第 2 の電極作用部と、この第 2 の電極作用部から前記第 2 の副室の上の前記駆動体の上に延長された第 2 の電極引出部とを有する第 2 の上部電極と、前記第 1 の上部電極と前記第 2 の上部電極とに逆極性の駆動信号を与える駆動回路とを備え、前記第 1 の副室及び第 2 の副室は、前記第 1 の方向と直交し且つ前記基板の面に平行な第 2 の方向の幅が前記圧力室よりも小さく、前記第 1 の上部電極の第 1 の電極引出部及び前記第 2 の上部電極の第 2 の電極引出部は、前記第 2 の方向の幅がそれぞれ前記第 1 の副室及び前記第 2 の副室よりも小さいことを特徴としている。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、圧電体等の駆動体および上部電極の引出部の破壊を防止しつつ、上部電極の配線を引き出すことのできる電気機械変換素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1] (a) は、本発明の第1の実施の形態に係る電気機械変換素子の構成を示す平面図であり、(b) は、図1 (a) のA-A' 線矢視断面図である。

[図2] (a) は、上記電気機械変換素子の平面図であり、(b) は、上記電気機械変換素子における位置と応力との関係を示すグラフであり、(c) は、上記電気機械変換素子における位置と変位との関係を示すグラフである。

[図3] (a) ~ (d) は、上記電気機械変換素子の製造工程の流れを示す断面図である。

[図4] (a) ~ (c) は、上記電気機械変換素子の製造工程の流れを示す断面図である。

[図5] (a) ~ (c) は、上記電気機械変換素子の製造工程の流れを示す断面図である。

[図6] (a) ~ (c) は、上記電気機械変換素子の製造工程の流れを示す断面図である。

[図7] (a) は、上記電気機械変換素子の応用例であるインクジェットプリンタ用ヘッドの構成を示す平面図であり、(b) は、図7 (a) のA-A' 線矢視断面図である。

[図8] (a) は、本発明の第2の実施の形態に係る電気機械変換素子の構成を示す平面図であり、(b) は、図8 (a) のA-A' 線矢視断面図であり、(c) は、図8 (a) のB-B' 線矢視断面図である。

[図9] (a) は、上記電気機械変換素子の平面図であり、(b) は、上記電気機械変換素子における位置と応力との関係を示すグラフであり、(c) は、上記電気機械変換素子における位置と変位との関係を示すグラフである。

[図10] (a) は、上記電気機械変換素子の応用例であるインクジェットプリンタ用ヘッドの構成を示す平面図であり、(b) は、図10 (a) のA-A

’線矢視断面図である。

[図11] (a) は、参考例のダイヤフラム型の電気機械変換素子の構成を模式的に示す平面図であり、(b) は、図 1 1 (a) の A-A’ 線矢視断面図である。

[図12] (a) は、上記参考例の電気機械変換素子の平面図であり、(b) は、上記電気機械変換素子における位置と応力との関係を示すグラフであり、(c) は、上記電気機械変換素子における位置と変位との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の形態を説明する前に、課題を明確にするための参考例を図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明する。なお、図中、同一あるいは同等の部分には同一の番号を付与し、重複する説明は省略することがある。

[0015] 図 1 1 は、参考例のダイヤフラム型の電気機械変換素子の構成を示す模式図で、図 1 1 (a) は平面図、図 1 1 (b) は図 1 1 (a) の A-A’ 線矢視断面図である。また、図 1 2 は、参考例のダイヤフラム型の電気機械変換素子の特性を示す模式図で、図 1 2 (a) は図 1 1 (a) と同じ平面図、図 1 2 (b) は駆動時に働く応力のグラフ、図 1 2 (c) は駆動時の変位のグラフである。なお、平面図における位置 A 1 1 ~ A 1 4 と、断面図における位置 A 1 1 ~ A 1 4 とは、対応した位置関係にある。

[0016] 図 1 1 において、電気機械変換素子 1 は、板状の基板 1 1 に形成された円筒形の圧力室 2 1 と、基板 1 1 の一方の面上に形成され、圧力室 2 1 上部の壁面 2 1 a となる従動膜 1 3 と、従動膜 1 3 上に形成された駆動膜 3 0 とで構成されている。駆動膜 3 0 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) 等の圧電体 3 1 と、圧電体 3 1 の上に設けられた上部電極 3 5 と、従動膜 1 3 と圧電体 3 1 との間の全面にベタ状に設けられた下部電極 3 3 とで構成される。圧力室 2 1 の壁面 2 1 a に対向する側には、開口 2 1 b が設けられている。

[0017] 下部電極 3 3 と上部電極 3 5 との間に外部から電圧が印加され、圧電体 3

１が面方向に伸縮すると、従動膜１３との長さの違いにより曲率が生じ、駆動膜３０の面方向に垂直な方向（矢印 z 方向）に変位が生じる。この変位を利用することで、電気機械変換素子１をアクチュエータとして機能させることができる。

[0018] 逆に、従動膜１３と駆動膜３０とに外部から圧力が加わると、曲率が生じて駆動膜３０に圧力が働き、圧電効果により圧電体３１に電界が生じる。下部電極３３と上部電極３５とを介して、圧電体３１に生じた電界の振幅、周期、位相を検出することにより、電気機械変換素子１を圧力センサとして機能させることができる。

[0019] ダイアフラム型の電気機械変換素子１の変換効率を向上させるためには、圧電体３１を圧力室２１上部の壁面２１ａより小さくすることが望ましい。圧電体３１が壁面２１ａよりも大きく、周縁の基板１１の上まで延びていると、駆動膜３０の伸縮が阻害されるからである。

[0020] ところが、圧電体３１を壁面２１ａより小さくすると、上部電極３５の取り出しが課題となる。駆動膜３０は数 μm 程度と薄くて脆いため、ワイヤーボンディング等の配線時の加工圧力には耐えられないし、接続後の引張力に耐えられない。また、駆動膜３０は面に垂直な方向に変位するため、配線が変位の妨げとなる。つまり、駆動膜３０の上部に直接ワイヤを配線したり、電極端子を接合することは困難である。

[0021] この課題を解決するため、図１１においては、圧電体３１と上部電極３５との一部を細く延ばして、圧力室２１上部の壁面２１ａの上から外部へ引き出している。駆動膜３０の引出部３０ａとして、圧電体引出部３１ａと上部電極引出部３５ａとが壁面２１ａの上から図の左側へと引き出されている。

[0022] しかしながら、この構成を採用した場合、図１２（ｂ）に示すように、圧電体３１を駆動した場合に、圧力室２１上部の壁面２１ａの周縁部１１ａの位置で、引出部３０ａに応力が集中し、引出部３０ａが破壊する可能性がある。また、圧電体引出部３１ａが圧電体３１の変位を阻害するために、図１２（ｃ）に実線で示すように、圧力室２１の上の駆動膜３０の変位が、一点

鎖線で示した引出部 30a がない場合の理想的な変位に比べて、圧力室 21 の中心に対して左右非対称となるとともに、変位量が減少してしまう。

[0023] 本発明の実施の形態では、参考例で説明した駆動膜 30 の引出部 30a の破損や変位量の減少を解決している。

[0024] 以下、本発明を図示の実施の形態に基づいて説明するが、本発明は該実施の形態に限らない。

[0025] 本発明の第 1 の実施の形態の電気機械変換素子について、図 1 および図 2 を用いて説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態の電気機械変換素子の構成を示す模式図で、図 1 (a) は平面図、図 1 (b) は図 1 (a) の A-A' 線矢視断面図である。また、図 2 は、第 1 の実施の形態の電気機械変換素子の特性を示す模式図で、図 2 (a) は図 1 (a) と同じ平面図、図 2 (b) は駆動時に働く応力のグラフ、図 2 (c) は駆動時の変位のグラフである。なお、平面図における位置 A1 ~ A6 と、断面図における位置 A1 ~ A6 とは、対応した位置関係にある。

[0026] なお、図 1 および図 2 では、1 つのチャネルのみの電気機械変換素子を図示しているが、複数のチャネルを有する電気機械変換素子アレイを構成する際には、必要に応じて、複数の電気機械変換素子を 1 次元あるいは 2 次元に配列してもよい。

[0027] 図 1 において、電気機械変換素子 1 は、基板 11、圧力室 21、副室 23、従動膜 13、駆動膜 30、駆動膜 30 の引出部 30a 等で構成されている。

[0028] 圧力室 21 は、図 1 に示した参考例の圧力室 21 と同様に、基板 11 に設けられた円筒形の空間である。本実施の形態において、圧力室 21 の基板 11 の面に平行な面方向の断面形状は円形である。この断面形状を円形にすることで、駆動膜 30 を最も効率よく変位させることができる。但し、圧力室 21 の基板 11 の面に平行な面方向の断面形状は、円形に限られず、面内の縦横比 (図 1 (a) で上下方向と左右方向の比) が略同一であれば矩形であっても多角形であってもよい。

[0029] 副室 23 は、圧力室 21 に連通して基板 11 に形成された空間で、基板 11 の面に平行な第 1 の方向（図中左右方向）に圧力室 21 と並ぶように設けられている。副室 23 の幅と長さとは、圧力室 21 の断面径の半分程度である。すなわち、図 1（a）に破線で示すように、副室 23 の図中上下方向の幅は圧力室 21 の直径の半分程度である。また、副室 23 の図中左右方向（引出部 30a が延びる方向）の長さも圧力室 21 の直径の半分程度である。なお、副室 23 の図中上下方向（第 2 の方向）の幅は、圧力室 21 の直径よりも小さく、圧力室 21 の直径の 25%～75% の範囲であることが好ましい。また、副室 23 の図中左右方向（第 1 の方向）の長さは、必ずしも本実施形態のように圧力室 21 の直径よりも小さくしなくてもよい。なお、本実施形態において、数値を範囲で示したときは、その範囲の上限および下限を含むものとする。

[0030] 駆動膜 30 は、図 11 に示した参考例の駆動膜 30 と同様に、例えば PZT 等の圧電体 31 と、圧電体 31 の上下に設けられた下部電極 33 および上部電極 35 とを含む。下部電極 33 は、従動膜 13 の全面にベタ状に設けられている。圧電体 31 は、圧力室 21 上部の壁面 21a の断面形状よりも小さく、基板 11 の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状で作られた作用部 31p を有する。図 1（a）に示すように、圧電体 31 の作用部 31p の形状は、圧力室 21 の断面である円と同心円であり、その径が圧力室 21 の断面よりも小さいものとなっている。圧電体 31 の作用部 31p の大きさ（直径）は、圧力室 21 の断面の大きさに対して 70%～99% であることが好ましく、より望ましい範囲としては 90%～99% である。

[0031] 上部電極 35 は、圧電体 31 の作用部 31p の形状よりも小さく作られた作用部 35p を有する。上部電極 35 の作用部 35p の形状は、圧電体 31 の作用部 31p の形状である円と同心円であり、その径が圧電体 31 の作用部 31p よりも小さいものとなっている。上部電極 35 が圧電体 31 よりも小さくされているのは、上部電極 31 が下部電極 33 と接触することを確実に防止するためであり、必ずしも上部電極 35 を圧電体 31 よりも小さくす

る必要はなく、同じ大きさであっても構わない。

[0032] 引出部 30a は、圧電体 31 および上部電極 35 が、圧力室 21 上部の壁面 21a の上から副室 23 の上を通して図の左側へと延長されたものである。引出部 30a は、圧電体引出部 31a と、この圧電体引出部 31a の上に形成された上部電極引出部 35a とを含む。図 1 (a) に示すように、図中上下方向について、圧電体引出部 31a の幅は、副室 23 の幅の半分程度であり、上部電極引出部 35a の幅は、圧電体引出部 31a の幅の $1/3$ 程度である。圧電体引出部 31a の幅は、副室 23 の幅に対して、50%~80% であることが好ましいが、これに限らず副室 23 の幅よりも狭ければよい。上部電極引出部 35a の幅は、圧電体引出部 31a の幅に対して 20%~50% (すなわち副室 23 の幅に対して 10%~40%) であることが好ましいが、これに限らず圧電体引出部 31a と同じ大きさであっても構わない。

[0033] 駆動膜 30 の下部電極 33 と上部電極 35 との間に電圧が印加されると、圧力室 21 の壁面 21a の上にある圧電体 31 が伸縮し、従動膜 13 との長さの違いにより曲率が生じ、駆動膜 30 が面方向に垂直な方向に変位する。この時、引出部 30a の下部には副室 23 が存在するため、引出部 30a にかかる応力を分散でき、引出部 30a の破壊を防ぐことができる。図 2 (b) に、本実施の形態における駆動膜 30 および引出部 30a にかかる応力の様子を実線で示す。一方、図 12 (b) の参考例における応力の様子を破線で示す。両者の比較から、壁面 21a の周縁部 11a (図 12 参照) での応力集中が、圧力室 21 および副室 23 全体に分散され、大きく緩和されていることが分かる。

[0034] 引出部 30a にも上部電極引出部 35a が存在するため、圧電体引出部 31a は伸縮する。引出部 30a の上部電極引出部 35a の幅が広すぎると、圧電体引出部 31a の伸縮が大きくなり、圧力室 21 の上にある圧電体 31 の伸縮を阻害する可能性がある。

[0035] このため、第 1 の実施の形態では、圧電体引出部 31a に対して上部電極

引出部 35 a の幅が $1/3$ 程度と狭くしている。これにより、圧電体引出部 31 a には上部電極 35 への電圧印加によっても伸縮しない部分が生じており、また、駆動膜 30 に比べて引出部 30 a の占める面積が小さいことにより、圧電体引出部 31 a の変位は無視できる程度のものとなる。

[0036] 逆に、引出部 30 a は全体として、圧電体 31 の作用部 31 p の伸縮に引っ張られて伸縮する。これによって、圧力室 21 の上にある圧電体 31 の作用部 31 p の伸縮が阻害されることはなく、圧電体 31 本来の変位を確保することができる。

[0037] 図 2 (c) に、駆動膜 30 および引出部 30 a の変位のグラフを実線で示す。圧力室 21 の中心を軸としてほぼ回転対称に分布しており、破線で示した図 1 2 (c) の参考例の変位に比べて、非対称性が改善されるとともに、変位量が増加していることが分かる。

[0038] なお、上部電極引出部 35 a の幅をあまりに小さくすると、電気抵抗が大きくなり、耐電圧や駆動周波数に問題が生じる可能性があるため、ある程度の幅を確保することが望ましい。

[0039] また、副室 23 の幅が大きいと、電気機械変換素子 1 の駆動時に、圧力室 21 内で圧力を受けた気体や液体が副室 23 内に逃げる容積が大きくなり、アクチュエータとしての感度が低下する傾向がある。一方、副室 23 の幅が小さいと、駆動膜 30 の伸縮の阻害や引出部 30 a への応力の集中を緩和する効果が低下する傾向がある。よって、上部電極引出部 35 a の幅や副室 23 の幅の大きさ等は、電気機械変換素子 1 に要求される仕様のバランスにより決定される。

[0040] 次に、第 1 の実施の形態の電気機械変換素子の製造方法について、図 3 から図 6 を用いて説明する。図 3 から図 6 は、第 1 の実施の形態の電気機械変換素子の製造方法における製造工程を模式的に示す断面図である。図では、各層を分かりやすくするために、厚さ方向（図の上下方向）を誇張して示している部分がある。

[0041] 図 3 (a) において、基板 11 および従動膜 13 の材料としては、微細加

工技術（MEMS；Micro Electro Mechanical Systems）でよく利用される、酸化膜を介して2枚のSiが接合されたSOI（Silicon On Insulator）基板である。Siの基板部111の厚さは150 μ m程度、酸化膜（SiO₂）113の厚さは0.1 μ m程度、後に従動膜13となるSi膜131の厚さは2 μ m程度である。

[0042] 基板11および従動膜13の材料としてSOI基板を用いるのは、後述する従動膜13の形成において、エッチングされにくい酸化膜（SiO₂）113をエッチングのストップ層として用いることで、従動膜13の厚さを安定させるためである。

[0043] 図3（b）において、SOI基板を加熱炉に入れ、1500℃程度に所定時間保持して、上下のSi層の表面に、酸化膜（SiO₂）133および115を形成する。酸化膜（SiO₂）133および115の厚さは0.1 μ m程度である。従動膜13は、Si膜131と酸化膜（SiO₂）133とで構成される。

[0044] 図3（c）において、酸化膜（SiO₂）133および115が形成されたSOI基板を常温まで冷却し、SOI基板の全面に、下部電極33として、厚さ0.02 μ m程度のチタンTiの薄い層と、厚さ0.1 μ m程度の白金Ptの層とをスパッタ法で成膜する。チタンTiの層は、酸化膜（SiO₂）133と下部電極33との密着性をよくするための密着層として機能する。

[0045] 図3（d）において、下部電極33が形成されたSOI基板を600℃程度に再加熱し、スパッタ法等により、SOI基板の全面に、後に圧電体31となるチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等の圧電材料の膜311を成膜する。圧電材料の膜311の厚さは、5 μ m程度である。

[0046] スパッタ法により成膜された圧電材料の膜311は、成膜時に分極の整列が起こるので、特段の分極工程は不要であるが、他の方法で圧電材料の膜311を成膜する場合、あるいは以降の工程で分極が消失するような高温あるいは高電界を用いる場合には、分極工程を別途設ける必要がある。

[0047] 図4（a）において、圧電材料の膜311が形成されたSOI基板を常温

まで冷却し、感光性樹脂材料をスピンコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法により、マスクを介して露光し、エッチングで不要な部分を除去することにより、上部電極 35 および上部電極引出部 35 a の形状を転写した上部電極マスク 91 を形成する。

[0048] 図 4 (b) において、SOI 基板の全面に、後に上部電極 35 となる電極層 351 をスパッタ法で成膜する。この電極層 351 は、厚さ $0.02\ \mu\text{m}$ 程度のチタン Ti の薄い層と、厚さ $0.2\ \mu\text{m}$ 程度の白金 Pt の層とからなる。チタン Ti の層は、圧電材料の膜 311 と上部電極 35 および上部電極引出部 35 a との密着性をよくするための密着層として機能する。

[0049] 図 4 (c) において、上部電極マスク 91 をエッチングで除去するとともに、不要な部分の電極層 351 を共に除去して、上部電極 35 の作用部 35 p および上部電極引出部 35 a を形成する。

[0050] 図 5 (a) において、感光性樹脂材料をスピンコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法により、マスクを介して露光し、エッチングで不要な部分を除去することにより、圧電体 31 の作用部 31 p および圧電体引出部 31 a の形状を転写した圧電素子マスク 93 を形成する。

[0051] 図 5 (b) において、圧電素子マスク 93 をレジストとして、反応性イオンエッチング法を用いて圧電材料の膜 311 の形状を加工して、圧電体 31 の作用部 31 p および圧電体引出部 31 a を形成する。図 5 (c) において、圧電素子マスク 93 を除去する。

[0052] 図 6 (a) において、SOI 基板の裏面に感光性樹脂材料をスピンコート法で塗布し、フォトリソグラフィ法により、マスクを介して露光し、エッチングで不要な部分を除去することにより、圧力室 21 および副室 23 の形状を転写した圧力室マスク 95 を形成する。

[0053] 図 6 (b) において、圧力室マスク 95 をレジストとして、反応性イオンエッチング法を用いて、酸化膜 (SiO_2) 115、Si の基板部 111 および酸化膜 (SiO_2) 113 を除去する。この際に、エッチングされにくい酸化膜 (SiO_2) 113 がエッチングのストップ層として機能することで、従

動膜 13 の厚さを安定させることができる。

[0054] 図 6 (c) において、圧力室マスク 95 を除去することで、電気機械変換素子 1 が完成する。

[0055] 上述したように、第 1 の実施の形態によれば、圧電体および上部電極の引出部の破壊を防止し、圧力室の上の駆動膜の変位を保ちながら、上部電極の配線を引き出すことのできる電気機械変換素子を提供することができる。

[0056] ここで、上述した第 1 の実施の形態の電気機械変換素子の第 1 の応用例について説明する。第 1 の応用例は、医療診断用の超音波プローブの送受信素子である。

[0057] 従来の超音波プローブの送受信素子は、バルクで焼成した PZT 等の無機の圧電材料を、縦横に切断加工して用いている。しかし、バルク材のため、剛性、発生力は大きい、変位即ちセンサ感度が低いという課題がある。また、センサ部を高密度化するために、圧電材料に積層する形態で配線を行っているが、配線の剛性によって超音波振動が減衰、変調される課題がある。

[0058] そこで、図 1 に示した電気機械変換素子 1 を基板上に複数個 2 次元に配列したものを、超音波プローブの送受信素子として用いる。

[0059] 超音波の送信時は、上部電極 35 と下部電極 33 との間に送信する超音波の周波数に相当する周波数の交流電圧を印加することで行える。

[0060] 受信時は、被検体で反射された超音波は、電気機械変換素子 1 の圧力室 21 に入射し、圧力室 21 上部の壁面 21a の上の従動膜 13 と駆動膜 30 とを振動させ、振動による圧電効果によって、圧電体 31 の作用部 31p に電界が生じる。

[0061] 2 次元に配列された全ての圧電体 31 の作用部 31p に生じた電界の振幅、周期、位相を、下部電極 33 と上部電極 35 とを介して検出することにより、2 次元の超音波画像を得ることができ、電気機械変換素子 1 を超音波プローブの受信素子として機能させることができる。

[0062] 本実施の形態の電気機械変換素子 1 によれば、超音波の送受信時に、駆動膜 30 の振動が阻害されず、高い送受信性能が得られる。

- [0063] 以上に述べたように、第１の実施の形態の電気機械変換素子１を基板上に２次元に配列したものを、超音波プローブの送受信素子として用いることで、高い送受信性能を達成することができる。
- [0064] また、超音波プローブの送受信素子として用いる場合、圧電体３１の代わりに柔軟な高分子ポリマー層を設け、下部電極３３と上部電極３５との間の静電力を駆動膜３０の駆動力として用いることも可能である。この場合には高分子ポリマー層が駆動体となる。
- [0065] 次に、上述した第１の実施の形態の電気機械変換素子の第２の応用例について、図７を用いて説明する。図７は、第１の実施の形態の電気機械変換素子の第２の応用例を示す模式図で、図７（ａ）は平面図、図７（ｂ）は図７（ａ）のＡ－Ａ’断面図である。第２の応用例は、インクジェットプリンタ用ヘッドである。また、同様の方法で、インクジェットプリンタ以外のマイクロポンプとしても応用できる。
- [0066] 図７において、インクジェットプリンタ用ヘッド１００は、図１に示した電気機械変換素子１の従動膜１３に対向する面に連通プレート４１とノズルプレート５１とを設けた構成である。
- [0067] 連通プレート４１およびノズルプレート５１としては、例えばＳｉや感光性樹脂、ステンレス板等を用いることができる。その厚さは、一般的には、 $50\mu\text{m}$ から $500\mu\text{m}$ 程度である。
- [0068] 連通プレート４１の副室２３の端部に対向する位置にはインク流入口４３が設けられ、圧力室２１の端部に対向する位置にはノズル連通口４５が設けられている。インク流入口４３には、ノズルプレート５１に設けられたインク流路５３を介して、図示しないインクタンクからインクが供給され、供給されたインクは、図の矢印Ｃのように流れて、ノズル連通口４５を介して、ノズルプレート５１に設けられたインク吐出ノズル５５から吐出する。インク流入口４３およびインク吐出ノズル５５の穴径は、一般的には、 $10\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ 程度である。
- [0069] このような構造にすることで、駆動膜３０によって圧力室２１に加えられ

た圧力が効率よく圧力室 2 1 内のインクに加えられて、インク吐出ノズル 5 5 からインクが吐出する。一方、インク流入口 4 3 を副室 2 3 側に設けることで、圧力室 2 1 の圧力を集中して受けることがないため、インクの供給がスムーズになる。

[0070] また、インク流入口 4 3 およびインク吐出ノズル 5 5 を、それぞれ副室 2 3 の端部および圧力室 2 1 の端部に対向する位置に配置することで、インクの初期充填時に、副室 2 3 および圧力室 2 1 の角の部分に気泡溜まりができてしまうことを防止して、インクをスムーズに充填することができる。

[0071] 次に、本発明の第 2 の実施の形態の電気機械変換素子について、図 8 および図 9 を用いて説明する。図 8 は、第 2 の実施の形態の電気機械変換素子の構成を示す模式図で、図 8 (a) は平面図、図 8 (b) は図 8 (a) の A-A' 断面図、図 8 (c) は図 8 (a) の B-B' 断面図である。また、図 9 は、第 2 の実施の形態の電気機械変換素子の特性を示す模式図で、図 9 (a) は図 8 (a) と同じ平面図、図 9 (b) は駆動時に働く応力のグラフ、図 9 (c) は駆動時の変位のグラフである。なお、平面図における位置 A 7 ~ A 8 と、断面図における位置 A 7 ~ A 8 とは、対応した位置関係にある。

[0072] 図 8 において、第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態とは異なり、圧電体 3 1 が、従動膜 1 3 および下部電極 3 3 と同様に、基板 1 1 の上の全面に設けられている。また、圧力室 2 1 を挟んで副室 2 3 (第 1 の副室) に対向する位置に、副室 2 3 と同一形状 (圧力室 2 1 を間に挟んで対称な形状) の第 2 副室 2 5 (第 2 の副室) が設けられている。この第 2 副室 2 5 の幅や長さの好適な範囲は、上述した副室 2 3 の場合と同様である。

[0073] また、上部電極 3 5 は、第 1 の実施の形態と同様であり、圧力室 2 1 の上の作用部 3 5 p と、上部電極引出部 3 5 a とを有している。この上部電極 3 5 の作用部 3 5 p 及び上部電極引出部 3 5 a の形状や大きさの好適な範囲もまた、上述した第 1 の実施の形態の場合と同様である。したがって、上部電極引出部 3 5 a の幅は、副室 2 3 の幅に対して、10%~40%であることが好ましい。但し、上部電極 3 5 の作用部 3 5 p の形状に関しては、第 1 の

実施の形態において説明した圧電体 3 1 の作用部 3 1 p の形状を適用することができる。

[0074] さらに、上部電極 3 5 の作用部 3 5 p を取り囲み、圧力室 2 1 の周縁にかかるように圧電体 3 1 の上に形成された C 字型の作用部 3 7 p を有する第 2 上部電極 3 7 が形成されている。第 2 上部電極 3 7 は、C 字型の作用部 3 7 p 部から第 2 副室 2 5 の上の圧電体 3 1 上に延長された第 2 上部電極引出部 3 7 a を有し、この第 2 上部電極引出部 3 7 a によって基板 1 1 上に引き出されている。第 2 上部電極引出部 3 7 a の幅は、第 2 副室 2 5 の幅よりも小さく、その好適な範囲は上部電極引出部 3 5 a の場合と同様である。すなわち、第 2 上部電極引出部 3 7 a の幅は、第 2 副室 2 5 の幅に対して、10% ~ 40% であることが好ましい。その他の部分および製造方法については、第 1 の実施の形態と同じであるので、説明は省略する。

[0075] 第 2 の実施の形態のように圧電体 3 1 が基板 1 1 上の全面に設けられている場合には、圧力室 2 1 の上部の圧電体 3 1 だけを伸縮させるように、上部電極 3 5 と下部電極 3 3 との間に電圧を印加しても、周囲の圧電体 3 1 に引っ張られて、圧力室 2 1 の上部の圧電体 3 1 の伸縮が阻害される可能性がある。

[0076] そこで、第 2 の実施の形態では、上部電極 3 5 及び第 2 上部電極 3 7 が接続された駆動回路 3 9 から、第 2 上部電極 3 7 に、上部電極 3 5 とは逆極性の駆動信号が与えられる。つまり、上部電極 3 5 の下の圧電体 3 1 が伸びる時には、第 2 上部電極 3 7 の下の圧電体 3 1 が縮み、上部電極 3 5 の下の圧電体 3 1 が縮む時には第 2 上部電極 3 7 の下の圧電体 3 1 が伸びるように駆動される。これによって、圧力室 2 1 の上の圧電体 3 1 の作用部 3 1 p だけを伸縮させることができるため、圧力室 2 1 の上の圧電体 3 1 の作用部 3 1 p の変位を大きくすることができる。

[0077] 図 9 (b) に、副室 2 3 の上から圧力室 2 1 の上および第 2 副室 2 5 の上の圧電体 3 1 にかかる応力の様子を実線で示す。一方、図 12 (b) の参考例における応力の様子を破線で示す。第 1 の実施の形態と同様に、参考例で

の応力集中が、副室 2 3 から圧力室 2 1 および第 2 副室 2 5 全体に分散され、大きく緩和されていることが分かる。

[0078] さらに、図 9 (c) に、圧力室 2 1 の上の圧電体 3 1 の変位のグラフを実線で示す。破線で示した図 1 2 (c) の参考例の電気機械変換素子 1 の変位に比べて、変位量が増加していることが分かる。

[0079] この第 2 の実施の形態によれば、圧電体および上部電極の引出部の破壊を防止し、圧力室の上の駆動膜の変位を保ちながら、上部電極の配線を引き出すことのできる電気機械変換素子を提供することができる。

[0080] ここで、上述した第 2 の実施の形態の電気機械変換素子の第 1 の応用例について説明する。第 1 の応用例は、第 1 の実施の形態と同じく、医療診断用の超音波プローブの送受信素子である。

[0081] ここでは、第 1 の実施の形態と同様に、図 8 に示した電気機械変換素子 1 を基板上に複数個 2 次元に配列したものを、超音波プローブの送受信素子として用いる。

[0082] 超音波の送信時は、上部電極 3 5 と下部電極 3 3 との間に送信する超音波の周波数に相当する周波数の交流電圧を印加し、第 2 上部電極 3 7 と下部電極 3 3 との間には、これとは逆極性の交流電圧を印加することで行える。

[0083] 受信時は、被検体で反射された超音波は、電気機械変換素子 1 の圧力室 2 1 に入射し、圧力室 2 1 上部の壁面 2 1 a の上の従動膜 1 3 と駆動膜 3 0 とを振動させる。この時、従動膜 1 3 と駆動膜 3 0 とは、S 字状に湾曲するので、圧力室 2 1 の上の圧電体 3 1 の中心部と周辺部とでは湾曲方向が逆になる、つまり一方が伸びて一方が縮むので、圧電効果によって、逆極性の電圧が生じる。この逆極性の電圧を上部電極 3 5 と第 2 上部電極 3 7 とで検出して、その差分をとることで、上部電極 3 5 だけで検出するよりも出力電圧を大きくすることができ、結果として S/N 比が改善され、高性能化が達成できる。

[0084] 続いて、第 2 の実施の形態の電気機械変換素子の第 2 の応用例について、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、第 2 の実施の形態の電気機械変換素子

の第２の応用例を示す模式図である。第２の応用例も、第１の実施の形態と同じく、インクジェットプリンタ用ヘッドである。

[0085] 図１０の例が図７の例と異なる点は、ノズル連通口４５とインク吐出ノズル５５とを、圧力室２１の下部ではなく、第２副室２５の端部の下部に設けた点である。これによって、インク流入口４３と同様に、インク吐出ノズル５５も、圧力室２１から離れたところに配置できるために、圧力室２１の圧力を集中して受けることがなく、インクの流れがスムーズになる。その他の点は、図７に示した第１の実施の形態の第２の応用例と同じであるので、説明は省略する。

[0086] なお、本実施形態で説明した電気機械変換素子の細部の構成および動作に関しては、本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明の電気機械変換素子は、例えば超音波プローブの送受信素子やインクジェットプリンタ用ヘッドに利用可能である。

符号の説明

[0088]

１	電気機械変換素子
１１	基板
１３	従動膜
２１	圧力室
２１ a	壁面
２３	副室（第１の副室）
２５	第２副室（第２の副室）
３０	駆動膜
３０ a	引出部
３１	圧電体（駆動体）
３１ a	圧電体引出部
３１ p	作用部
３３	下部電極

- 3 5 上部電極（第 1 の上部電極）
- 3 5 a 上部電極引出部（第 1 の電極引出部）
- 3 5 p 作用部（第 1 の電極作用部）
- 3 7 第 2 の上部電極
- 3 7 a 第 2 上部電極引出部（第 2 の電極引出部）
- 3 7 p 作用部（第 2 の電極作用部）
- 3 9 駆動回路
- 4 1 連通プレート
- 4 3 インク流入口
- 4 5 ノズル連通口
- 5 1 ノズルプレート
- 5 3 インク流路
- 5 5 インク吐出ノズル
- 1 0 0 インクジェットプリンタ用ヘッド

請求の範囲

- [請求項1] 板状の基板と、
前記基板に形成され、前記基板の面に平行な方向の断面の縦横比が略同一の断面形状を有する圧力室と、
前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第1の方向に前記圧力室と並ぶように設けられた副室と、
前記基板の一面に、前記基板よりも薄肉に形成され、前記圧力室及び前記副室の上部の壁面をなす従動膜と、
前記従動膜の上に形成された下部電極と、
前記下部電極の上に形成され、前記圧力室の上に位置し、前記圧力室の断面形状よりも小さく、前記基板の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状の作用部と、この作用部から前記副室の上に延長された引出部とを有する駆動体と、
前記駆動体の上に形成された上部電極とを備え、
前記副室は、前記第1の方向と直交し且つ前記基板の面に平行な第2の方向の幅が前記圧力室よりも小さく、
前記駆動体の引出部は、前記第2の方向の幅が前記副室よりも小さいことを特徴とする電気機械変換素子。
- [請求項2] 前記駆動体の引出部の上に形成された前記上部電極の前記第2の方向の幅は、前記駆動体の引出部の幅よりも狭いことを特徴とする請求項1に記載の電気機械変換素子。
- [請求項3] 前記副室の前記第2の方向の幅が、前記圧力室の前記第2の方向の幅の25%～75%の範囲にあることを特徴とする請求項1または2に記載の電気機械変換素子。
- [請求項4] 前記駆動体の引出部の前記第2の方向の幅が、前記副室の前記第2の方向の幅の50%～80%の範囲にあることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の電気機械変換素子。
- [請求項5] 前記駆動体の作用部の形状が円であることを特徴とする請求項1～

4のいずれか一項に記載の電気機械変換素子。

[請求項6] 前記駆動体は、圧電体であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の電気機械変換素子。

[請求項7] 板状の基板と、

前記基板に形成され、前記基板の面に平行な方向の断面の縦横比が略同一の断面形状を有する圧力室と、

前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第1の方向に前記圧力室と並ぶように設けられた第1の副室と、

前記基板に形成され、前記圧力室に連通し、前記基板の面に平行な第1の方向に前記圧力室と並ぶように設けられ、前記圧力室を介して前記第1の副室に対向する位置に配置された第2の副室と、

前記基板の一面に、前記基板より薄肉に形成され、前記圧力室、前記第1の副室及び前記第2の副室の上部の壁面をなす従動膜と、

前記従動膜の上に形成された下部電極と、

前記下部電極の上に形成された駆動体と、

前記圧力室の上の前記駆動体の上に形成され、前記圧力室の断面形状よりも小さく、前記基板の面に平行な方向の縦横比が略同一の面形状を有する第1の電極作用部と、この第1の電極作用部から前記第1の副室の上の前記駆動体の上に延長された第1の電極引出部とを有する第1の上部電極と、

前記圧力室の周縁に跨る前記駆動体の上に形成され、かつ前記第1の上部電極の周囲を取り囲むように形成された第2の電極作用部と、この第2の電極作用部から前記第2の副室の上の前記駆動体の上に延長された第2の電極引出部とを有する第2の上部電極と、

前記第1の上部電極と前記第2の上部電極とに逆極性の駆動信号を与える駆動回路とを備え、

前記第1の副室及び第2の副室は、前記第1の方向と直交し且つ前記基板の面に平行な第2の方向の幅が前記圧力室よりも小さく、

前記第 1 の上部電極の第 1 の電極引出部及び前記第 2 の上部電極の第 2 の電極引出部は、前記第 2 の方向の幅がそれぞれ前記第 1 の副室及び前記第 2 の副室よりも小さいことを特徴とする電気機械変換素子。

[請求項 8] 前記第 1 の副室及び前記第 2 の副室の前記第 2 の方向の幅が、前記圧力室の前記第 2 の方向の幅の 25%～75%の範囲にあることを特徴とする請求項 7 に記載の電気機械変換素子。

[請求項 9] 前記第 1 の上部電極の第 1 の電極引出部の前記第 2 の方向の幅が、前記第 1 の副室の前記第 2 の方向の幅の 10%～40%の範囲にあり、

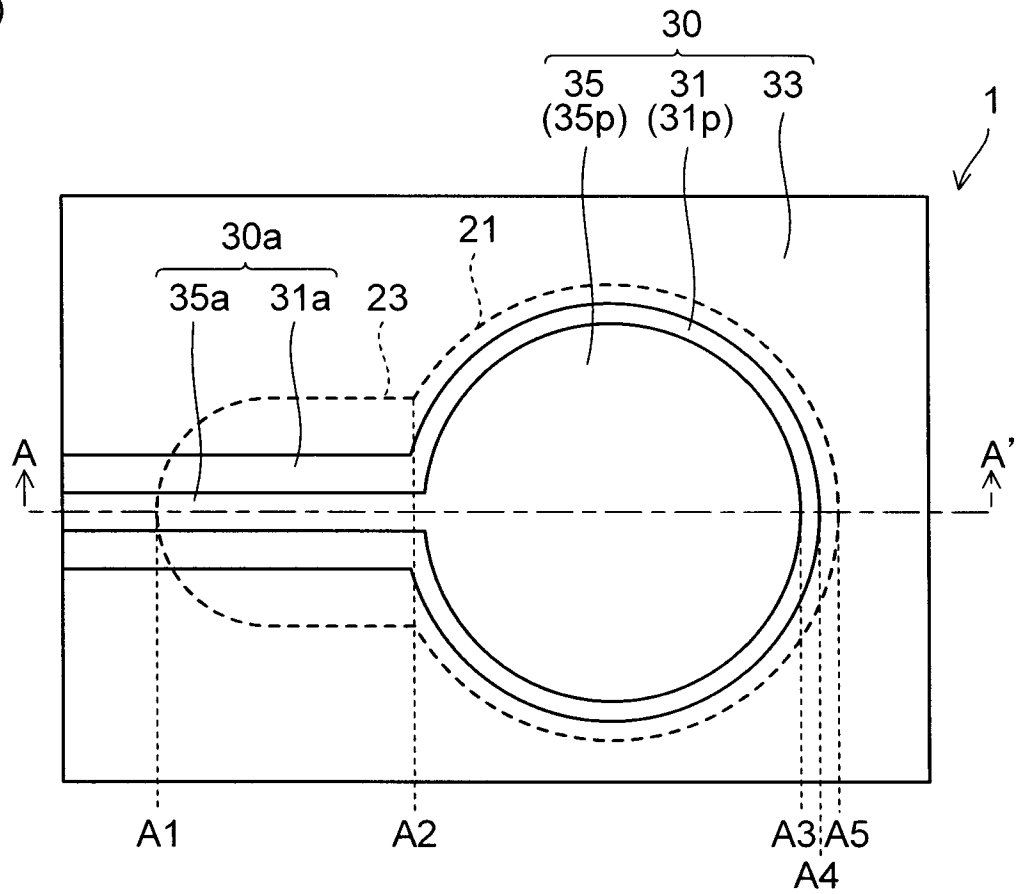
前記第 2 の上部電極の第 2 の電極引出部の前記第 2 の方向の幅が、前記第 2 の副室の前記第 2 の方向の幅の 10%～40%の範囲にあることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の電気機械変換素子。

[請求項 10] 前記駆動体の作用部の形状が円であることを特徴とする請求項 7～9 のいずれか一項に記載の電気機械変換素子。

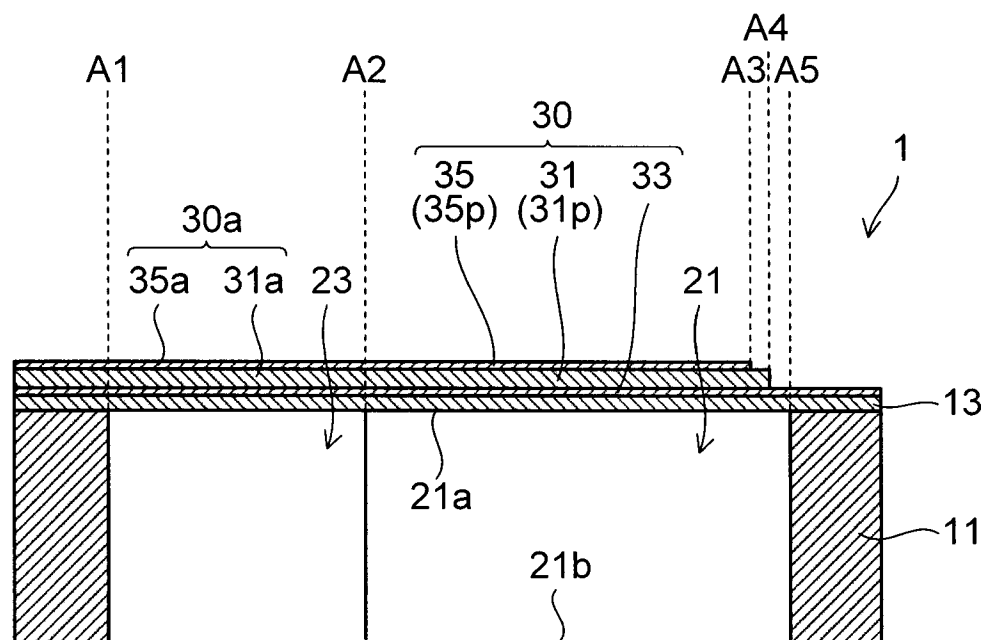
[請求項 11] 前記駆動体は、圧電体であることを特徴とする請求項 7～10 のいずれか一項に記載の電気機械変換素子。

[図1]

(a)

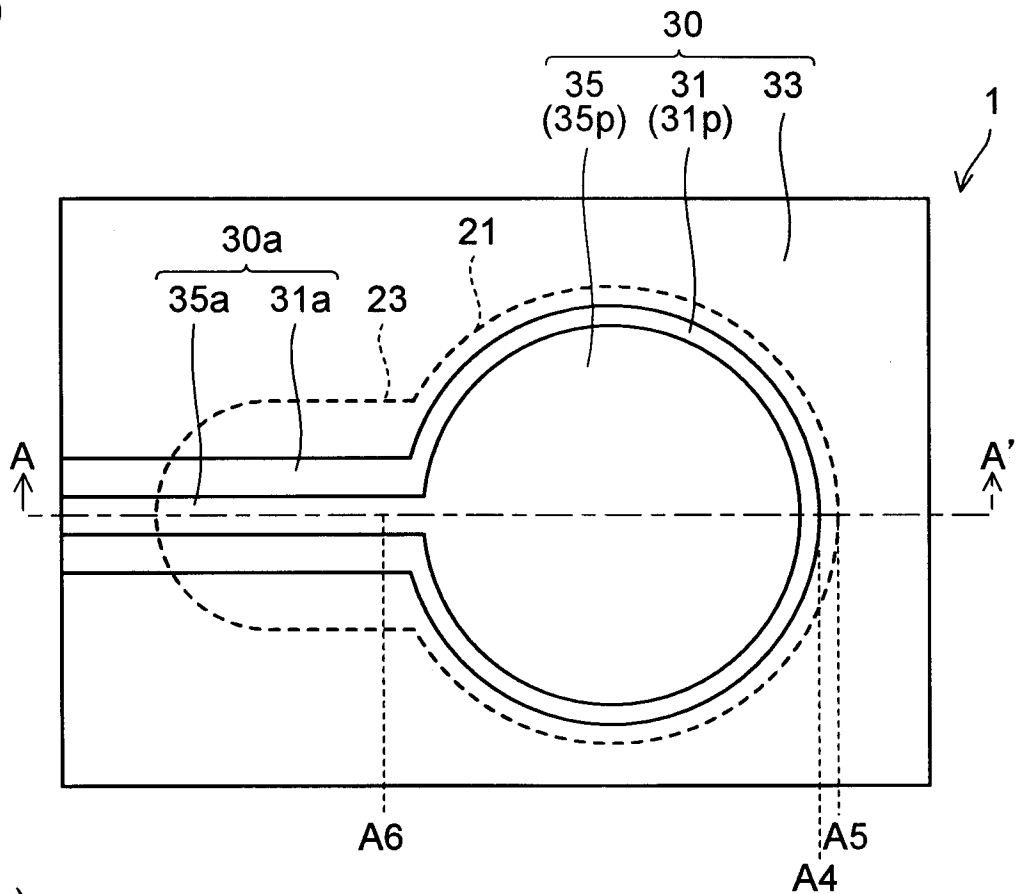


(b)

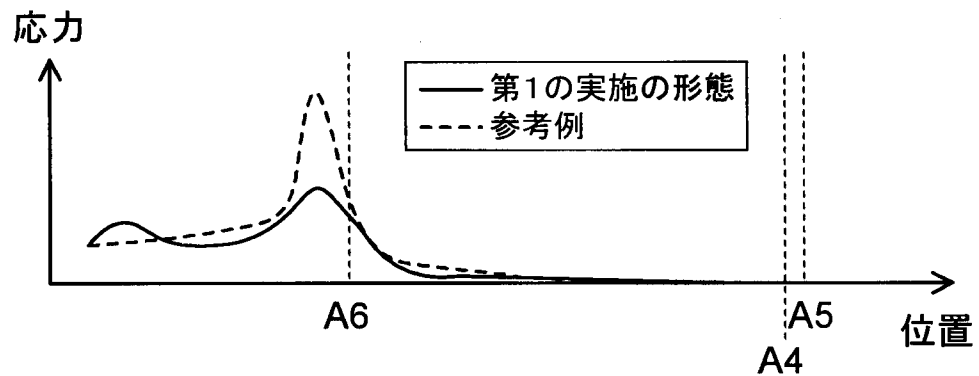


[図2]

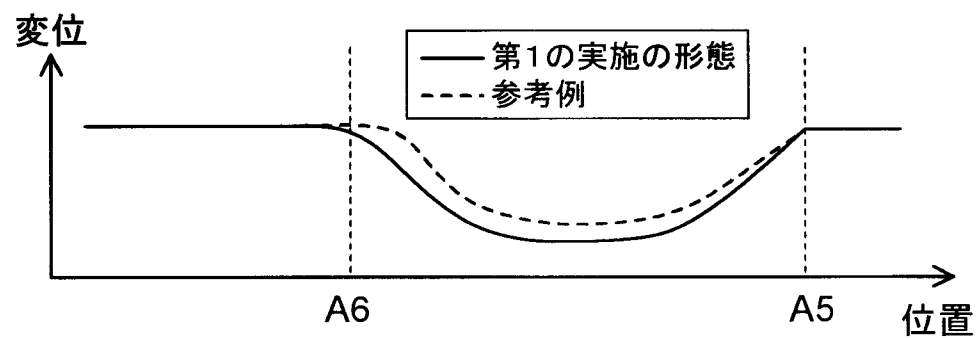
(a)



(b)

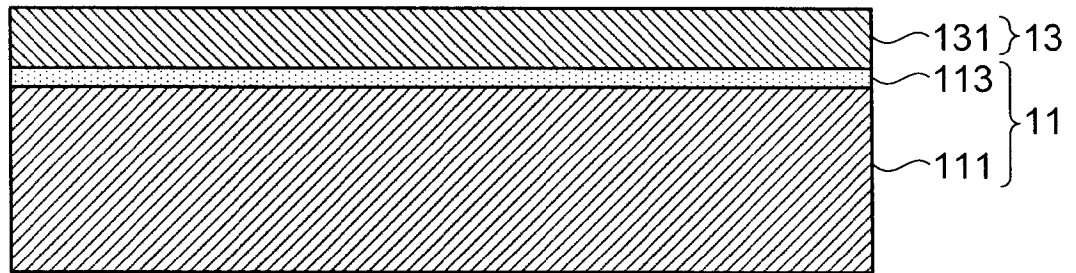


(c)

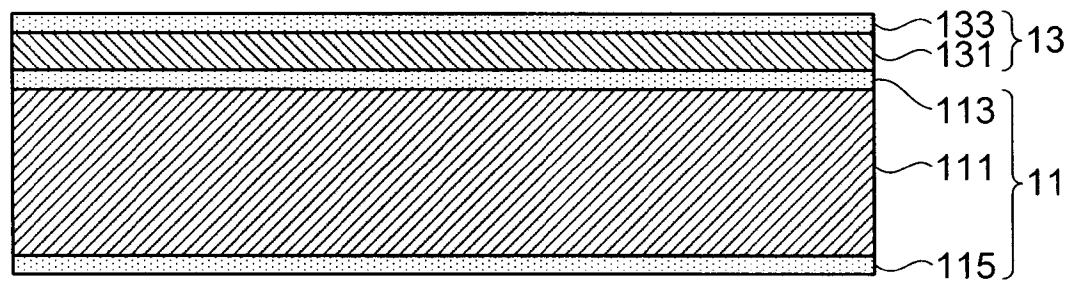


[図3]

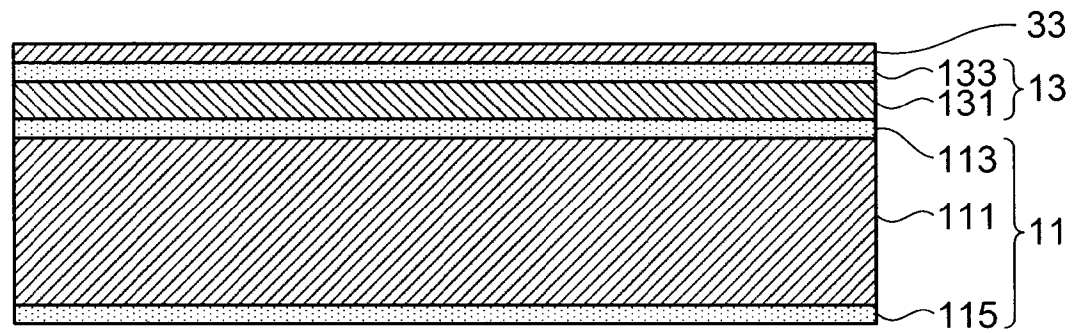
(a)



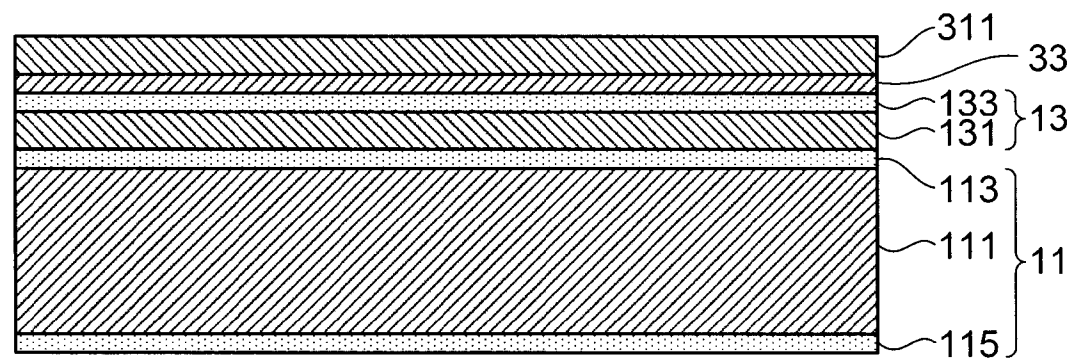
(b)



(c)

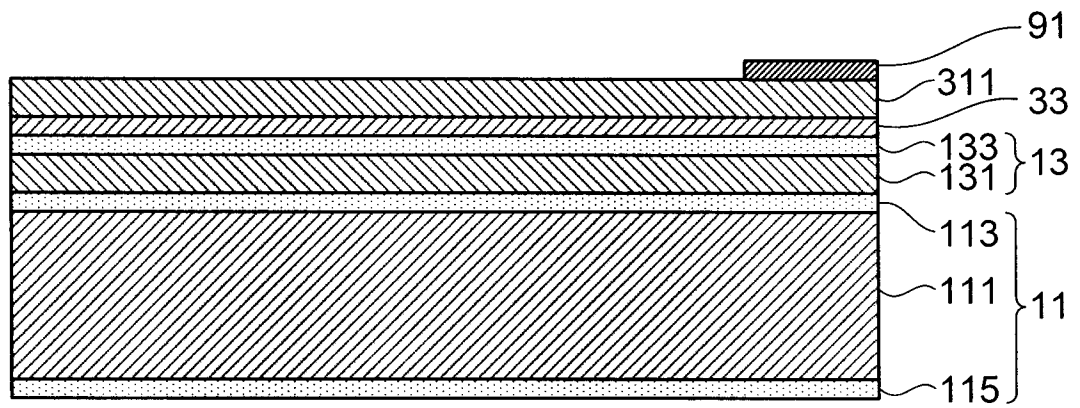


(d)

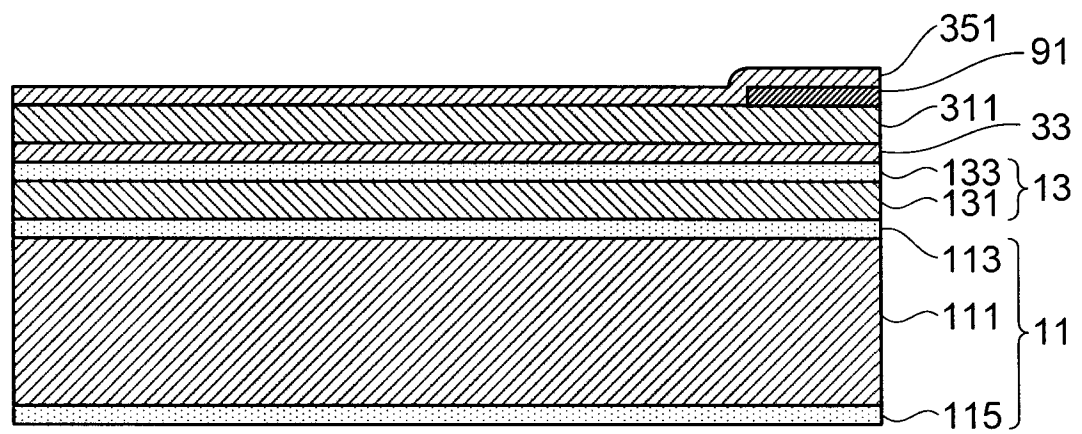


[図4]

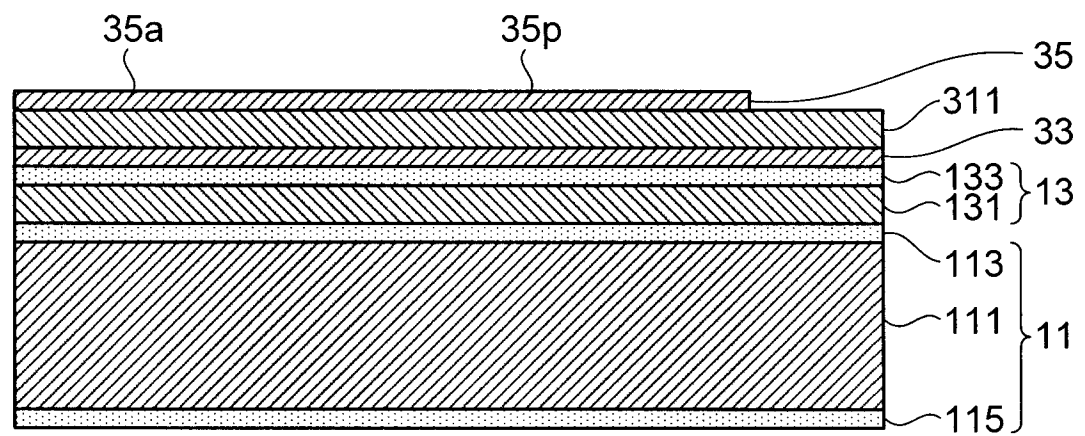
(a)



(b)

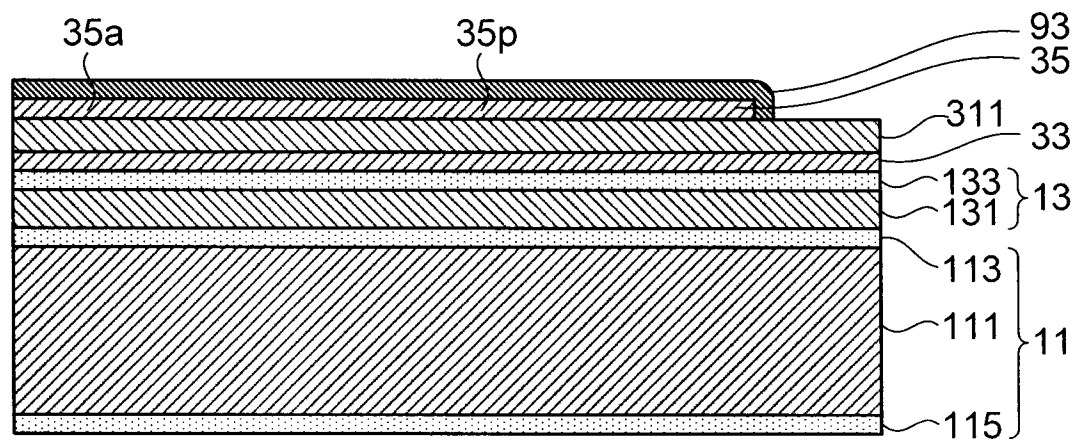


(c)

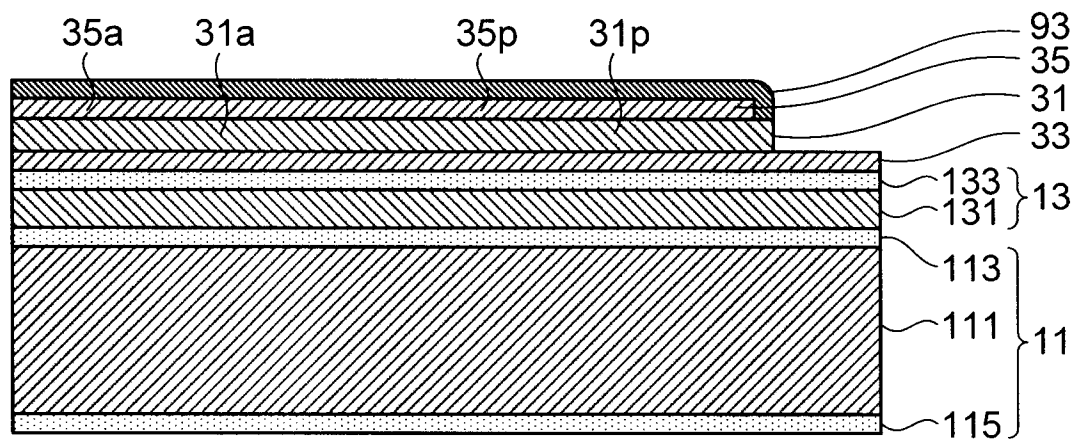


[図5]

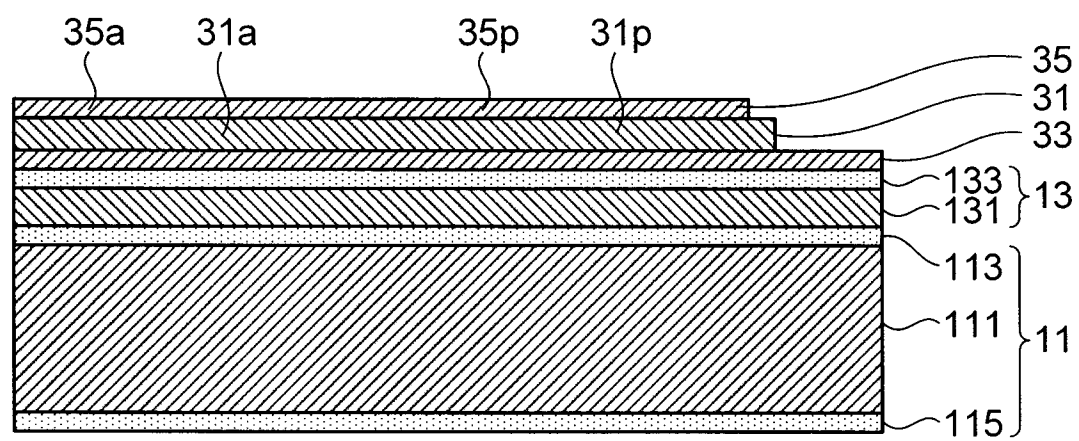
(a)



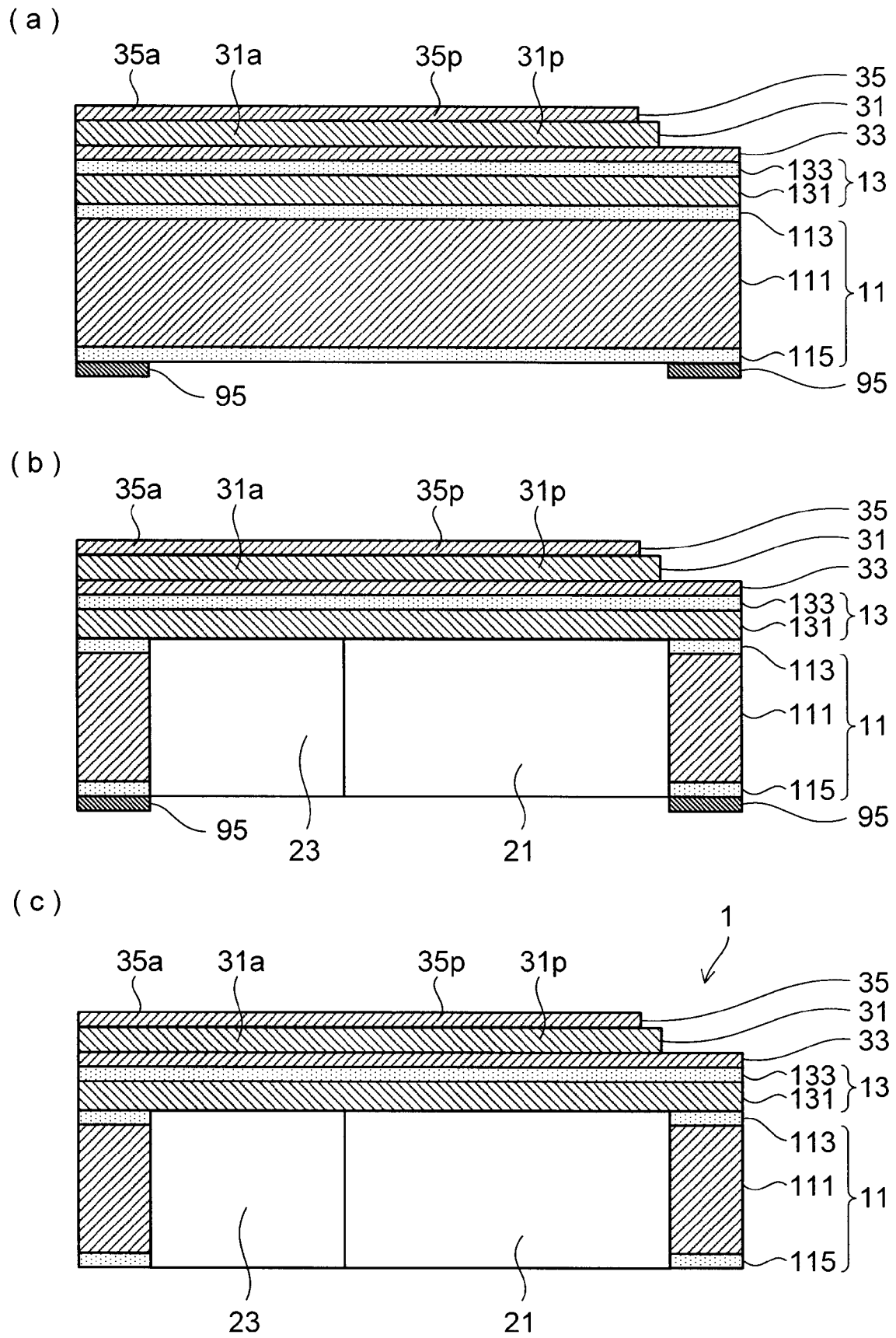
(b)



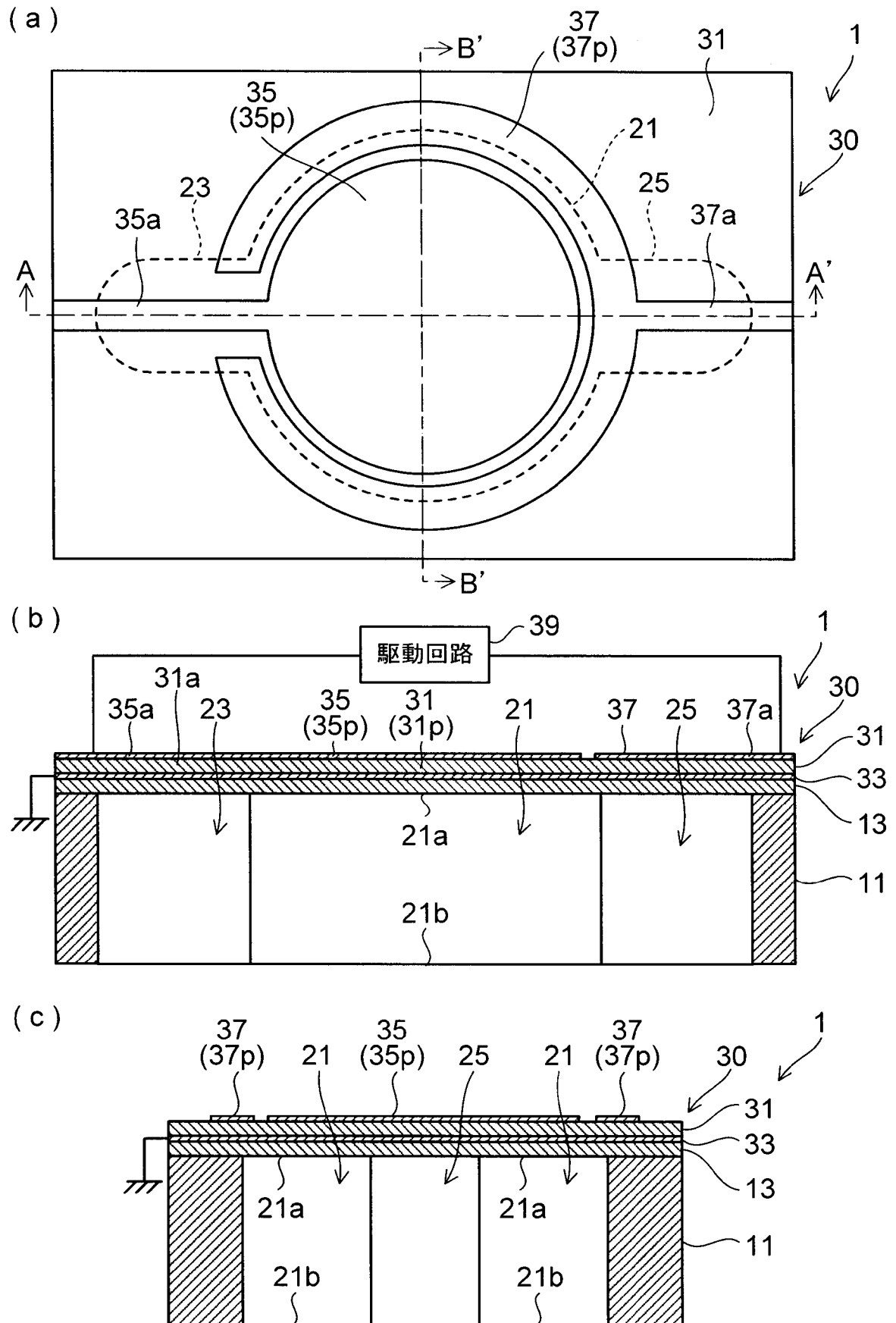
(c)



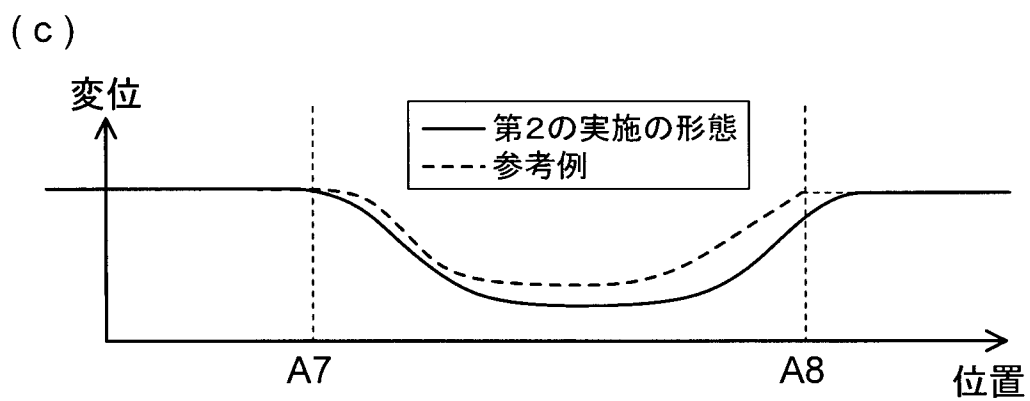
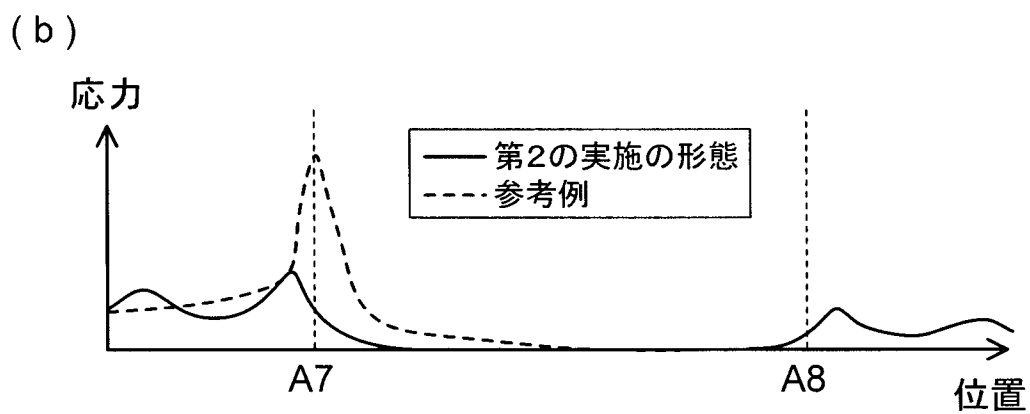
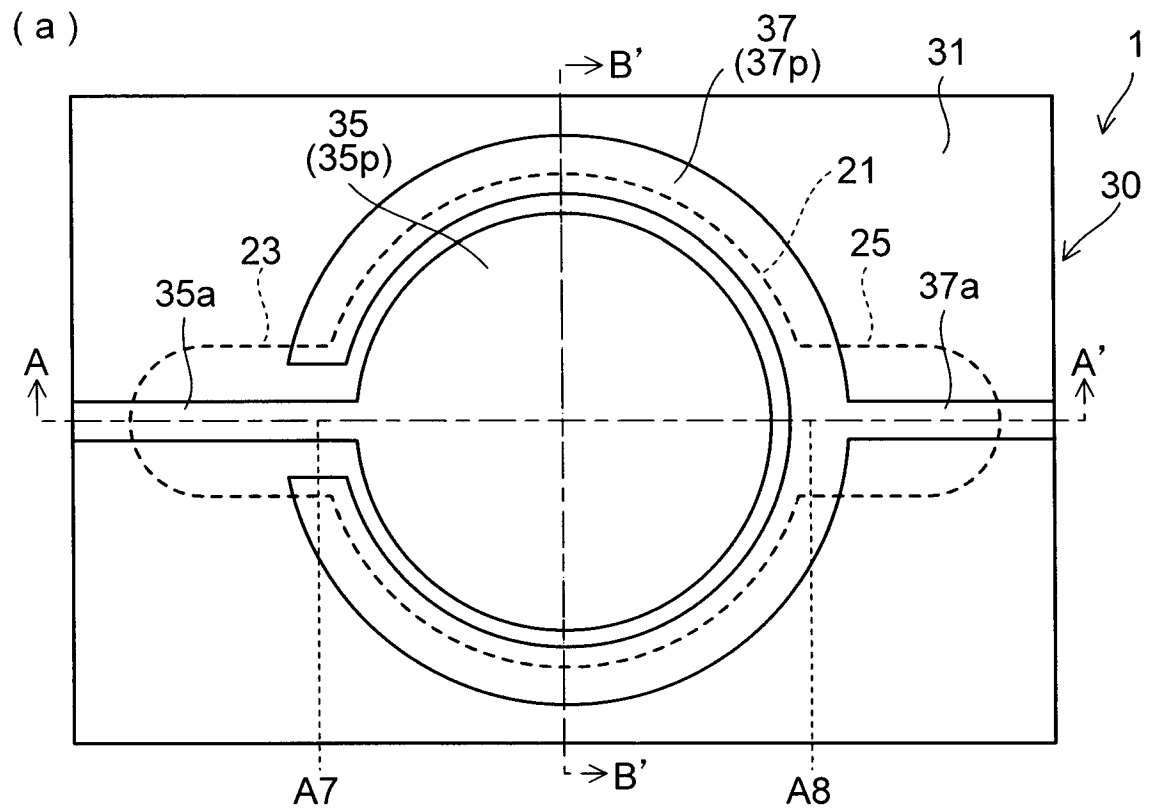
[図6]



[図8]

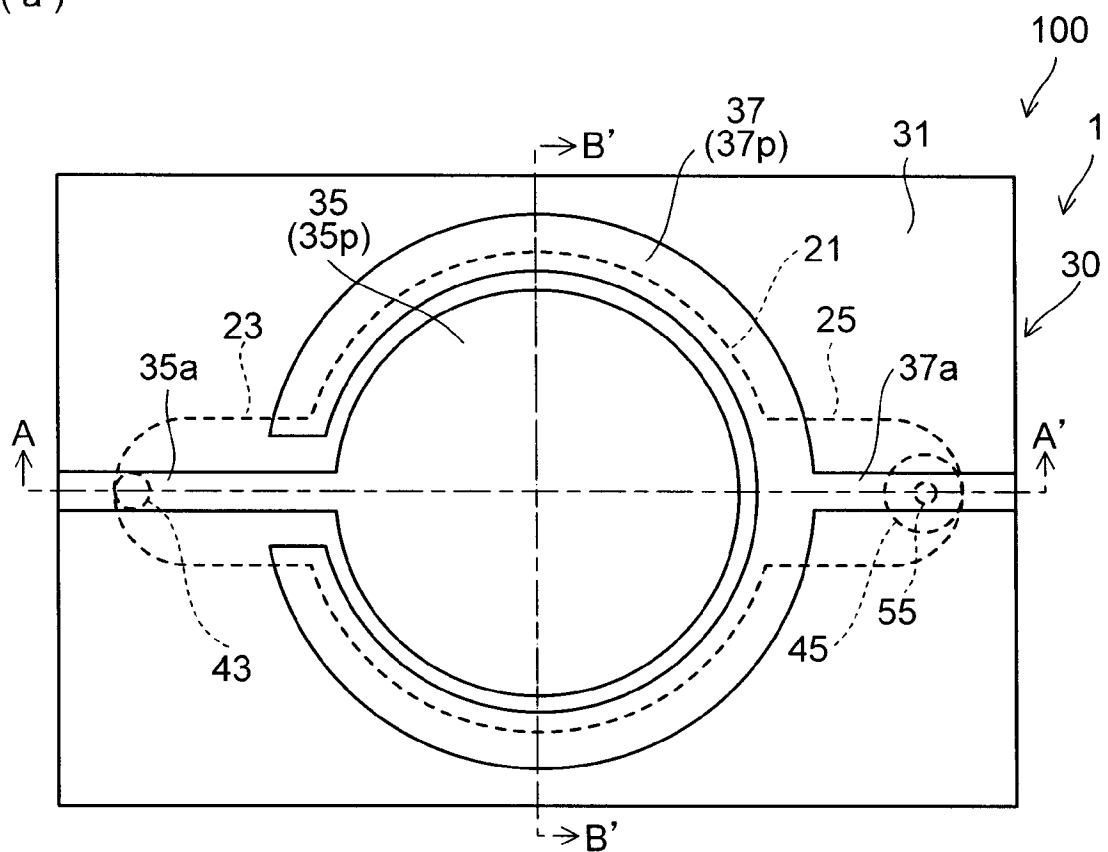


[図9]

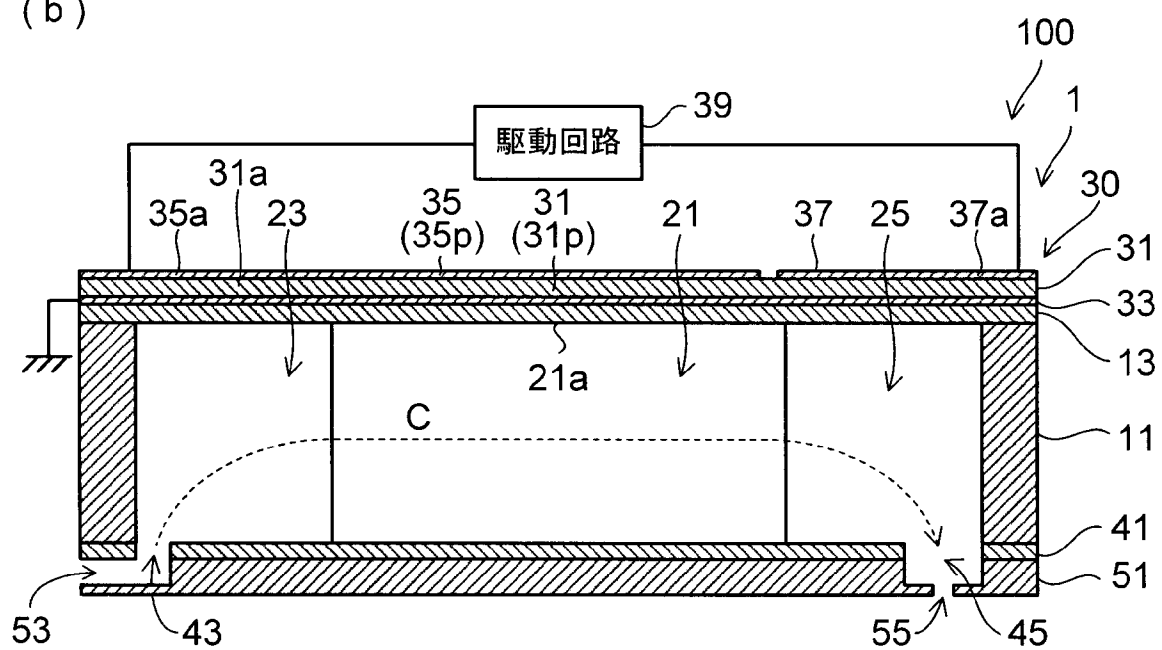


[図10]

(a)

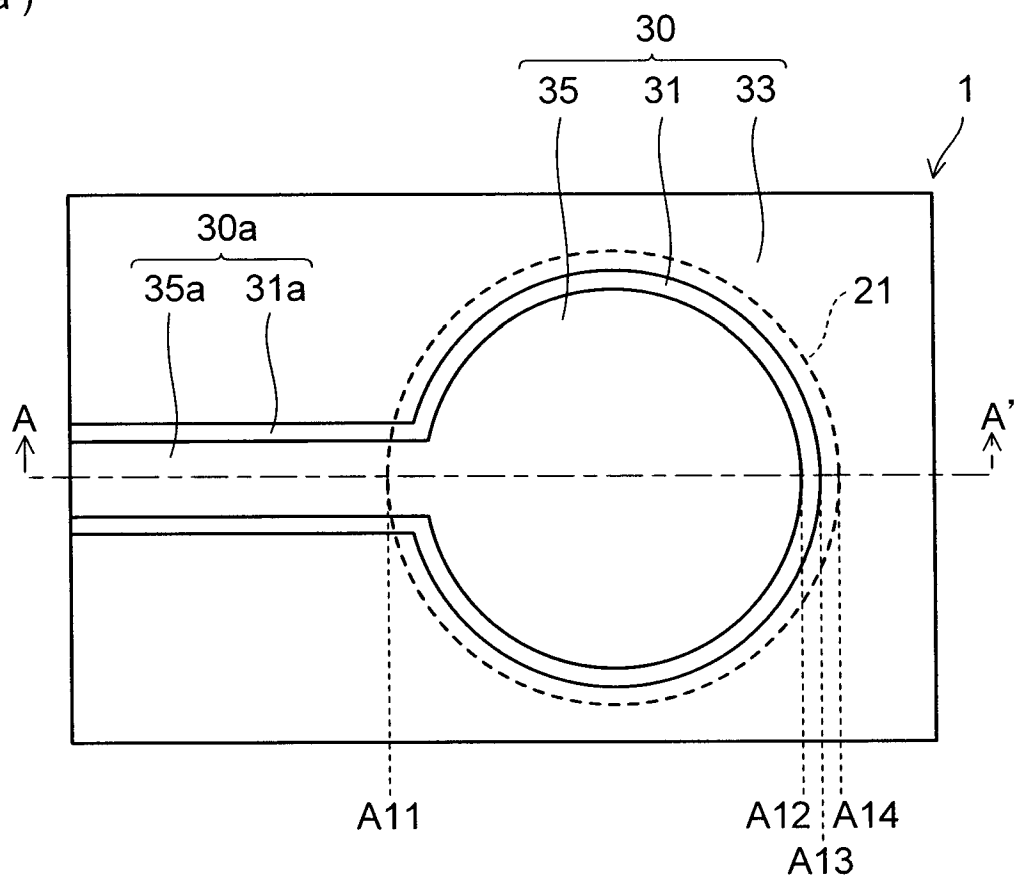


(b)

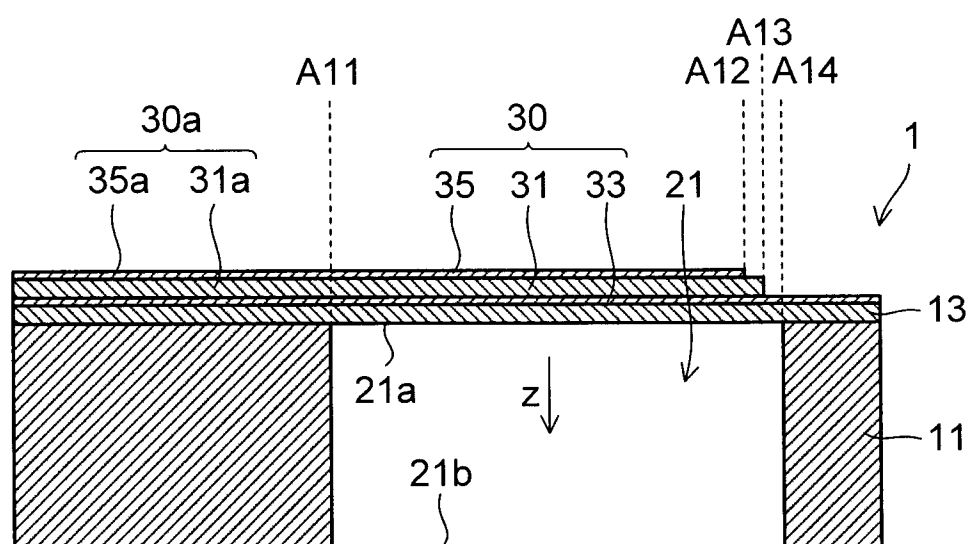


[図11]

(a)

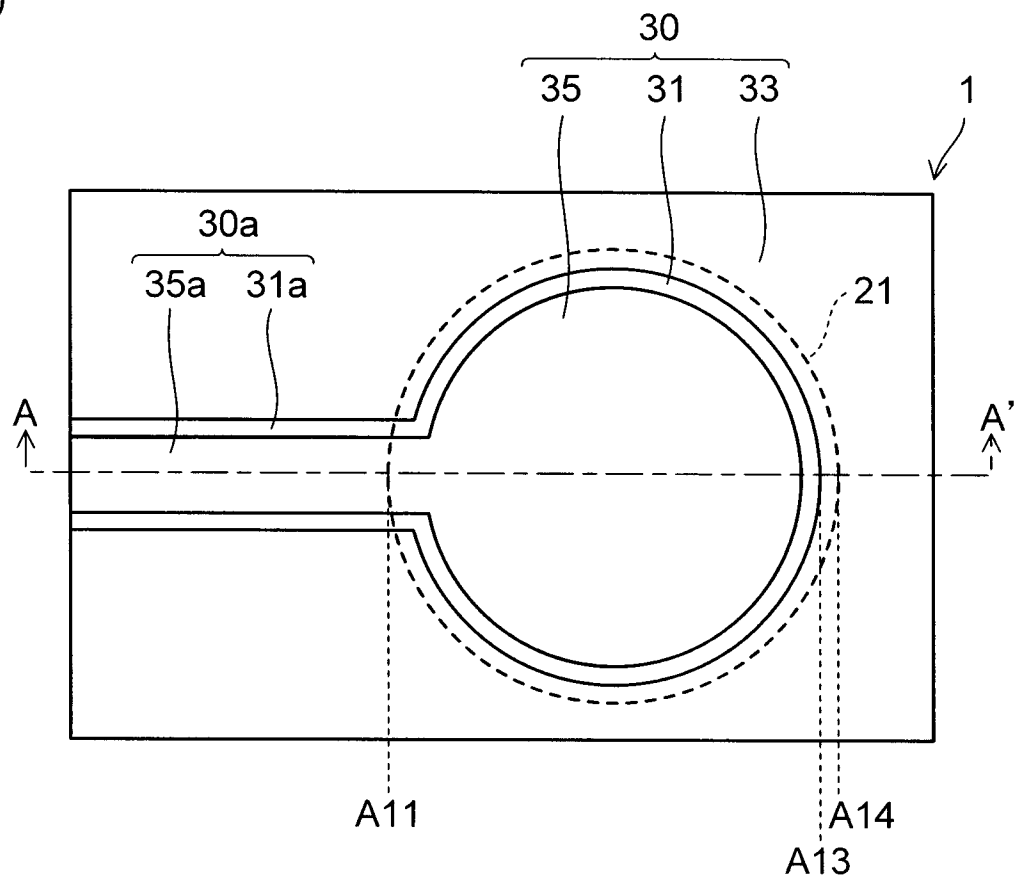


(b)

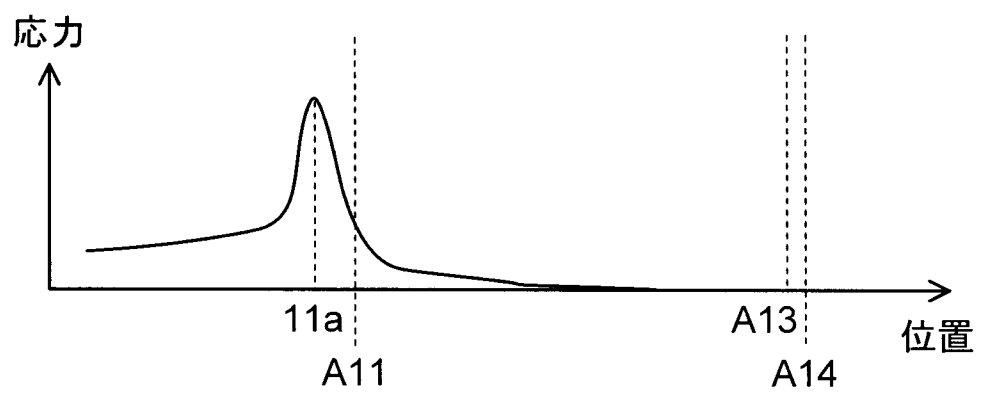


[図12]

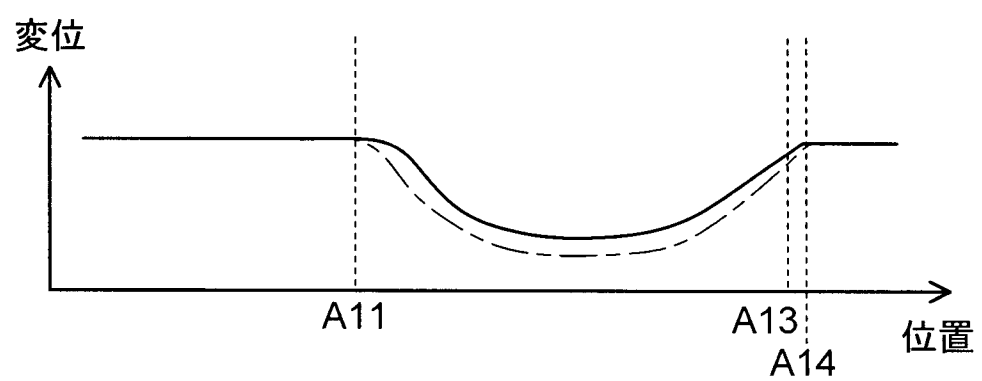
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/00(2006.01)i, A61B5/00(2006.01)i, B41J2/045(2006.01)i, B41J2/055(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, H01L41/09(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)

H02N2/00, A61B5/00, B41J2/045, B41J2/055, B81B3/00, H01L41/09

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-183495 A (Minolta Co., Ltd.), 02 July 2004 (02.07.2004), entire text; fig. 1 & US 2003/0215342 A1 & US 2006/0204381 A1 & US 2010/0135826 A1	1-11
A	JP 2007-90868 A (Brother Industries, Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), entire text; fig. 8 & US 2007/0046737 A1 & EP 1759852 A2	1-11
A	JP 2006-347123 A (Brother Industries, Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; fig. 14 & US 2006/0284940 A1 & EP 1736315 A1	1-11



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
13 July, 2011 (13.07.11)

Date of mailing of the international search report
26 July, 2011 (26.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060220

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 9-118011 A (Seiko Epson Corp.), 06 May 1997 (06.05.1997), entire text (Family: none)	1-11
A	JP 2007-143125 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), entire text & US 2007/0090725 A1	1-11
A	JP 2007-225438 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text (Family: none)	1-11
A	JP 2008-273192 A (Brother Industries, Ltd.), 13 November 2008 (13.11.2008), entire text & US 2008/0239024 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02N2/00(2006.01)i, A61B5/00(2006.01)i, B41J2/045(2006.01)i, B41J2/055(2006.01)i,
B81B3/00(2006.01)i, H01L41/09(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. H02N2/00, A61B5/00, B41J2/045, B41J2/055, B81B3/00, H01L41/09

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-183495 A (ミノルタ株式会社) 2004.07.02, 全文, 図 1 & US 2003/0215342 A1 & US 2006/0204381 A1 & US 2010/0135826 A1	1-11
A	JP 2007-90868 A (ブラザー工業株式会社) 2007.04.12, 全文, 図 8 & US 2007/0046737 A1 & EP 1759852 A2	1-11
A	JP 2006-347123 A (ブラザー工業株式会社) 2006.12.28, 全文, 図 14 & US 2006/0284940 A1 & EP 1736315 A1	1-11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 1

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)

松本 泰典

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

3 V

3 3 2 8

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 9-118011 A (セイコーエプソン株式会社) 1997. 05. 06, 全文 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2007-143125 A (松下電器産業株式会社) 2007. 06. 07, 全文 & US 2007/0090725 A1	1-11
A	JP 2007-225438 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2007. 09. 06, 全文 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2008-273192 A (ブラザー工業株式会社) 2008. 11. 13, 全文 & US 2008/0239024 A1	1-11