

(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
2017年12月14日(14.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/212677 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 3/007 (2006.01) H03H 9/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002299
- (22) 国際出願日: 2017年1月24日(24.01.2017)
- (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 2016-114662 2016年6月8日(08.06.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 盛永 俊吾 (MORINAGA, Shungo); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, 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,

(54) Title: RESONANCE DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 共振装置製造方法

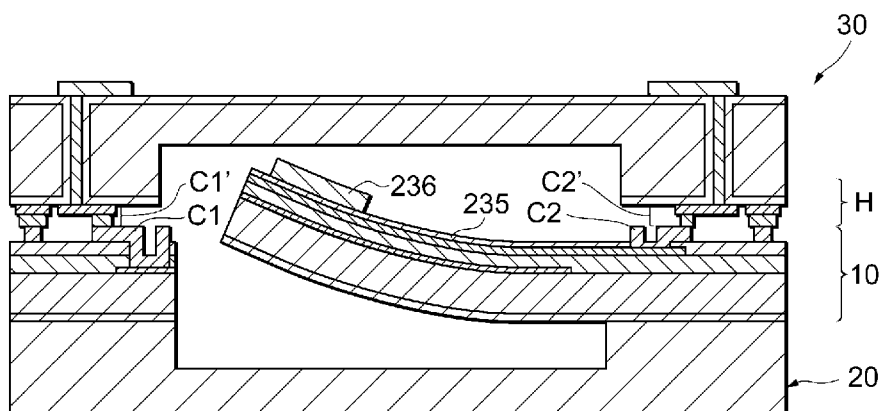


図 6 H

(57) **Abstract:** The present invention adjusts resonance frequency without impairing the piezoelectric property of a resonator. The present invention comprises: a step for preparing a lower cover; a step for disposing a substrate such that the lower surface of the substrate faces the lower cover, and forming a first electrode layer, a piezoelectric film, and a second electrode layer in order on the upper surface of the substrate; a step for forming a vibration arm that performs bending vibration from the first electrode layer, the second electrode layer, and the piezoelectric film, and forming a resonator having the vibration arm; and a step for disposing an upper cover such that the upper cover faces the lower cover with the resonator interposed therebetween. The present invention further comprises, before or after the step for disposing the upper cover, a step for adjusting the frequency of the resonator by applying voltage between the first electrode layer and the second electrode layer, exciting the vibration arm, and causing part of the vibration arm to collide with the lower cover

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

and/or the upper cover.

(57) 要約: 共振子の圧電性を損なわずに共振周波数の調整を行う。下蓋を用意する工程と、基板を、当該基板の下面が前記下蓋と対向するように配置し、基板の上面に、第1電極層、圧電膜、第2電極層を順に形成する工程と第1電極層、第2電極層、及び圧電膜から、屈曲振動する振動腕を形成し、当該振動腕を有する共振子を形成する工程と、共振子を挟んで、下蓋と対向するように、上蓋を配置する工程と、を含み、上蓋を配置する工程の前又は後において、第1電極層と第2電極層の間に電圧を印加して、振動腕を励振させ、当該振動腕の一部を下蓋及び前記上蓋の少なくとも一方に衝突させることによって、共振子の周波数を調整する工程をさらに含む。

明 細 書

発明の名称：共振装置製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、共振装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた共振装置が例えばタイミングデバイスとして用いられている。この共振装置は、スマートフォンなどの電子機器内に組み込まれるプリント基板上に実装される。共振装置は、下側基板と、下側基板との間でキャビティを形成する上側基板と、下側基板及び上側基板の間でキャビティ内に配置された共振子と、を備えている。

[0003] 例えば特許文献1には、シリコン材料やその周辺の構成要素に対するダメージを最小限に抑えつつ、シリコン材料にレーザーを透過させてその先の対象物に照射することが可能なレーザーの照射方法、及びそれを用いた圧電振動子の周波数調整方法について開示されている。特許文献1に記載の方法では、パルス幅が50～1000 fsのパルスレーザーを電子部品のパッケージのシリコン材料領域に照射して透過させることと、透過したレーザーを圧電振動子に照射することにより圧電振動子の共振周波数を調整する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2011／043357号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載されているような従来の周波数調整方法では、レーザーを照射した際に共振子が高熱にさらされ圧電性が損なわれてしまう。

[0006] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、共振子の圧電性を損なわずに共振周波数の調整を行うことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る共振装置製造方法は、下蓋を用意する工程と、基板を、当該基板の下面が前記下蓋と対向するように配置し、基板の上面に、第1電極層、圧電膜、第2電極層を順に形成する工程と、第1電極層、第2電極層、及び圧電膜から、屈曲振動する振動腕を形成し、当該振動腕を有する共振子を形成する工程と、共振子を挟んで、下蓋と対向するように、上蓋を配置する工程と、を含み、上蓋を配置する工程の前又は後において、第1電極層と第2電極層の間に電圧を印加して、振動腕を励振させ、当該振動腕の一部を下蓋及び前記上蓋の少なくとも一方に衝突させることによって、共振子の周波数を調整する工程をさらに含む。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、共振子の圧電性を損なわずに共振周波数の調整を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態に係る共振装置の外観を概略的に示す斜視図である。
[図2]本発明の実施形態に係る共振装置の構造を概略的に示す分解斜視図である。
[図3]上側基板を取り外した本発明の第1実施形態に係る共振子の平面図である。
[図4]本発明の実施形態に係る振動腕の先端の様子を示す写真である。
[図5]図1のA-A'線に沿った断面図である。
[図6A]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。
[図6B]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。
[図6C]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。
[図6D]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図で

ある。

[図6E]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。

[図6F]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。

[図6G]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。

[図6H]本発明の実施形態に係る共振装置のプロセスフローの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] [実施形態]

以下、添付の図面を参照して本発明の一つの実施形態について説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係る共振装置1の外観を概略的に示す斜視図である。また、図2は、本発明の第1実施形態に係る共振装置1の構造を概略的に示す分解斜視図である。

[0011] この共振装置1は、共振子10と、共振子10を挟んで互いに対向するように設けられた蓋体（上蓋30及び下蓋20）と、を備えている。すなわち、共振装置1は、下蓋20と、共振子10と、上蓋30とがこの順で積層されて構成されている。

[0012] また、共振子10と下蓋20及び上蓋30とが接合され、これにより、共振子10が封止され、共振子10の振動空間が形成される。共振子10、下蓋20及び上蓋30は、それぞれSi基板を用いて形成されている。そして、共振子10、下蓋20及び上蓋30は、Si基板同士が互いに接合されて、互いに接合される。共振子10及び下蓋20は、SOI基板を用いて形成されてもよい。

[0013] 共振子10は、MEMS技術を用いて製造されるMEMS共振子である。なお、本実施形態においては、共振子10はシリコン基板を用いて形成されるものを例として説明する。以下、共振装置1の各構成について詳細に説明

する。

[0014] (1. 上蓋 30)

上蓋 30 は X Y 平面に沿って設けられる矩形平板状の底板 32 と、底板 32 の周縁部から Z 軸方向（すなわち、上蓋 30 と共振子 10 との積層方向）に延びる側壁 33 とを有する。上蓋 30 には、共振子 10 と対向する面において、底板 32 の表面と側壁 33 の内面とによって形成される凹部 31 が設けられる。凹部 31 は、共振子 10 が振動する空間である振動空間の一部を形成する。

[0015] (2. 下蓋 20)

下蓋 20 は、X Y 平面に沿って設けられる矩形平板状の底板 22 と、底板 22 の周縁部から Z 軸方向（すなわち、下蓋 20 と共振子 10 との積層方向）に延びる側壁 23 とを有する。下蓋 20 には、共振子 10 と対向する面において、底板 22 の表面と側壁 23 の内面とによって形成される凹部 21 が設けられる。凹部 21 は、共振子 10 の振動空間の一部を形成する。上述した上蓋 30 と下蓋 20 とによって、この振動空間は気密に封止され、真空状態が維持される。この振動空間には、例えば不活性ガス等の気体が充填されてもよい。

[0016] (3. 共振子 10)

図 3 は、本実施形態に係る、共振子 10 の構造を概略的に示す平面図である。図 3 を用いて本実施形態に係る共振子 10 の、各構成について説明する。共振子 10 は、振動部 120 と、保持部 140 と、保持腕 110 とを備えている。

[0017] (a) 振動部 120

振動部 120 は、図 3 の直交座標系における X Y 平面に沿って広がる矩形の輪郭を有している。振動部 120 は、保持部 140 の内側に設けられており、振動部 120 と保持部 140 との間には、所定の間隔で空間が形成されている。図 3 の例では、振動部 120 は、基部 130 と 4 本の振動腕 135 A ~ 135 D（まとめて「振動腕 135」とも呼ぶ。）とを有している。な

お、振動腕の数は、4本に限定されず、例えば1本以上の任意の数に設定される。本実施形態において、各振動腕135と、基部130とは、一体に形成されている。

[0018] 基部130は、平面視において、X軸方向に長辺131a、131b、Y軸方向に短辺131c、131dを有している。長辺131aは、基部130の前端の面131A（以下、「前端131A」とも呼ぶ。）の一つの辺であり、長辺131bは基部130の後端の面131B（以下、「後端131B」とも呼ぶ。）の一つの辺である。基部130において、前端131Aと後端131Bとは、互いに対向するように設けられている。

[0019] 基部130は、前端131Aにおいて、後述する振動腕135に接続され、後端131Bにおいて、後述する保持腕110に接続されている。なお、基部130は、図3の例では平面視において、略長方形の形状を有しているがこれに限定されず、長辺131aの垂直二等分線に沿って規定される仮想平面Pに対して略面对称に形成されていけばよい。基部130は、例えば、長辺131bが131aより短い台形や、長辺131aを直径とする半円の形状であってもよい。また、長辺131a、131b、短辺131c、131dは直線に限定されず、曲線であってもよい。

[0020] 基部130において、前端131Aから後端131Bに向かう方向における、前端131Aと後端131Bとの最長距離である基部長（図3においては短辺131c、131dの長さ）は40 μ m程度である。また、基部長方向に直交する幅方向であって、基部131の側端同士の最長距離である基部幅（図3においては長辺131a、131bの長さ）は300 μ m程度である。

[0021] 振動腕135は、Y軸方向に延び、それぞれ同一のサイズを有している。振動腕135は、それぞれが基部130と保持部140との間にY軸方向に平行に設けられ、一端は、基部130の前端131Aと接続されて固定端となっており、他端は開放端となっている。また、振動腕135は、それぞれ、X軸方向に所定の間隔で、並列して設けられている。なお、振動腕135

は、例えばX軸方向の幅が $50\mu\text{m}$ 程度、Y軸方向の長さが $450\mu\text{m}$ 程度である。

[0022] 本実施形態の振動部120では、X軸方向において、外側に2本の振動腕135A、135Dが配置されており、内側に2本の振動腕135B、135Cが配置されている。X軸方向における、振動腕135Bと135Cとの間隔W1は、X軸方向における、外側の振動腕135A（135D）と当該外側の振動腕135A（135D）に隣接する内側の振動腕135B（135C）との間の間隔W2よりも大きく設定される。間隔W1は例えば $25\mu\text{m}$ 程度、間隔W2は例えば $10\mu\text{m}$ 程度である。間隔W2は間隔W1より小さく設定することにより、振動特性が改善される。また、共振装置1を小型化できるように、間隔W1を間隔W2よりも小さく設定してもよいし、等間隔にしても良い。

[0023] 振動部120の表面（上蓋30に対向する面）は、全面を覆うように保護膜235（第1調整膜の一例である。）が形成されている。さらに、振動腕135A～135Dの開放端側の先端における保護膜235の表面には、それぞれ、調整膜236A～236D（第2調整膜の一例である。以下、調整膜236A～236Dをまとめて「調整膜236」とも呼ぶ。）が形成されている。保護膜235及び調整膜236によって、振動部120の共振周波数を調整することができる。

[0024] 調整膜236は、振動部120における、振動による変位の比較的大きい領域において、その表面が露出するように形成されている。具体的には、調整膜236は、振動腕135の先端（第2領域の一例である。）に形成される。他方、保護膜235は、振動腕135におけるその他の領域（第1領域の一例である。）において、その表面が露出している。

[0025] 図4は、本実施形態に係る振動腕135の先端の裏側（下蓋20に対向する）の様子を示す写真である。図3に示すように、振動腕135の裏面には、直径が $1\mu\text{m}$ 程度の粒子9が付着している。粒子9は、後述する周波数調整工程によって、振動腕135や上蓋30、下蓋20の一部が削り取られた

ものである。また、調整膜 2 3 6 の角部は、周波数調整工程によって角が削られ R 形状となっている。

[0026] (b) 保持部 1 4 0

図 3 に戻り、共振子 1 0 の構成の続きを説明する。

保持部 1 4 0 は、X Y 平面に沿って矩形の枠状に形成される。保持部 1 4 0 は、平面視において、X Y 平面に沿って振動部 1 2 0 の外側を囲むように設けられる。なお、保持部 1 4 0 は、振動部 1 2 0 の周囲の少なくとも一部に設けられていればよく、枠状の形状に限定されない。例えば、保持部 1 4 0 は、振動部 1 2 0 を保持し、また、上蓋 3 0 及び下蓋 2 0 と接合できる程度に、振動部 1 2 0 の周囲に設けられていればよい。

[0027] 本実施形態においては、保持部 1 4 0 は一体形成される角柱形状の枠体 1 4 0 a ~ 1 4 0 d からなる。枠体 1 4 0 a は、図 3 に示すように、振動腕 1 3 5 の開放端に対向して、長手方向が X 軸に平行に設けられる。枠体 1 4 0 b は、基部 1 3 0 の後端 1 3 1 B に対向して、長手方向が X 軸に平行に設けられる。枠体 1 4 0 c は、基部 1 3 0 の側端（短辺 1 3 1 c）及び振動腕 1 3 5 A に対向して、長手方向が Y 軸に平行に設けられ、その両端で枠体 1 4 0 a、1 4 0 b の一端にそれぞれ接続される。枠体 1 4 0 d は、基部 1 3 0 の側端（短辺 1 3 1 d）及び振動腕 1 3 5 D に対向して、長手方向が Y 軸に平行に設けられ、その両端で枠体 1 4 0 a、1 4 0 b の他端にそれぞれ接続される。

[0028] 本実施形態においては、保持部 1 4 0 は、保護膜 2 3 5 で覆われているとして説明するが、これに限定されず、保護膜 2 3 5 は、保持部 1 4 0 の表面には形成されていなくてもよい。

[0029] (c) 保持腕 1 1 0

保持腕 1 1 0 は、保持部 1 4 0 の内側に設けられ、基部 1 3 0 の長辺 1 3 1 b と枠体 1 4 0 b とを接続する。なお、この構成に限定されず、例えば、保持腕 1 1 0 は、屈曲部を有する複数（例えば 2 本）の腕から形成され、基部 1 3 0 の後端 1 3 1 B と、保持部 1 4 0 の枠体 1 4 0 c、1 4 0 d とを接

続する構成でもよい。

[0030] (4. 積層構造)

図5を用いて共振装置1の積層構造について説明する。図5は、図1のA-A'断面図である。図5に示すように、本実施形態に係る共振装置1では、下蓋20の側壁23上に共振子10の保持部140が接合され、さらに共振子10の保持部140と上蓋30の側壁33とが接合される。このように下蓋20と上蓋30との間に共振子10が保持され、下蓋20と上蓋30と共振子10の保持部140とによって、振動腕135が振動する振動空間が形成される。

[0031] 下蓋20の底板22及び側壁23は、Si（シリコン）ウエハS1により、一体的に形成されている。また、下蓋20は、側壁23の上面によって、共振子10の保持部140と接合されている。SiウエハS1は、縮退されていないシリコンから形成されており、その抵抗率は例えば $1\text{ k}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である。

[0032] 下蓋20は、その底板22が、振動腕135の振動による変位が最大となる位置に設けられる。本実施形態では、Z軸方向に規定される下蓋20の厚さは例えば $150\mu\text{m}$ 、凹部21の深さは例えば $50\mu\text{m}$ である。

[0033] 上蓋30は、所定の厚みのSi（シリコン）ウエハS2により形成されている。図5に示すように、上蓋30はその周辺部（側壁33）で共振子10の保持部140と接合されている。上蓋30における、共振子10に対向する表面、及び裏面は、酸化ケイ素層S2'に覆われていることが好ましい。また、凹部31の内部であって、上蓋30における共振子10に対向する表面には、Ti（チタン）から成るゲッター層（不図示）が形成される構成でもよい。ゲッター層は、チタンのゲッター作用により、上蓋30と下蓋20とによって形成される振動空間内のガスを吸収し、当該振動空間を真空状態にするための層である。

[0034] 上蓋30は、その底板32が、振動腕135の振動による変位が最大となる位置に設けられる。本実施形態では、Z軸方向に規定される上蓋30の厚

さは例えば $150\mu\text{m}$ 、凹部31の深さは例えば $50\mu\text{m}$ である。

[0035] 上蓋30の側壁33と保持部140との間には、上蓋30と保持部140とを接合するために、接合部Hが形成されている。接合部Hは、例えばAl（アルミニウム）膜やGe（ゲルマニウム）膜などの金属膜によって形成されている。なお、接合部Hは、Au（金）膜及びSn（錫）膜によって形成されてもよい。

[0036] 共振子10では、保持部140、基部130、振動腕135、保持腕110は、同一プロセスで一体的に形成される。共振子10では、まず、Si（シリコン）基板F2（基板の一例である。）の上に、金属層E1（第1電極層の一例である。）が積層されている。そして、金属層E1の上には、金属層E1を覆うように、圧電薄膜F3（圧電膜の一例である。）が積層されており、さらに、圧電薄膜F3の上には、金属層E2（第2電極層の一例である。）が積層されている。金属層E2の上には、金属層E2を覆うように、保護膜235が積層されている。振動部120上においては、さらに、保護膜235上に、調整膜236が積層されている。

[0037] Si基板F2は、例えば、厚さ $6\mu\text{m}$ 程度の縮退したn型Si半導体から形成されており、n型ドーパントとしてP（リン）やAs（ヒ素）、Sb（アンチモン）などを含むことができる。Si基板F2に用いられる縮退Siの抵抗値は、例えば $16\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 未満であり、より好ましくは $1.2\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 以下である。さらにSi基板F2の下面には酸化ケイ素（例えばSiO₂）層F21（温度特性補正層の一例である。）が形成されている。これにより、温度特性を向上させることが可能になる。また、Si基板F2、又は酸化ケイ素層F21の少なくともいずれか一方は、下蓋20の底板22より硬度の低い材料から形成されている。本明細書において、Si基板F2、酸化ケイ素層F21、下蓋20の底板22の硬度は、ビッカース硬度により規定され、Si基板F2、酸化ケイ素層F21のビッカース硬度は、 10GPa 以下であることが好ましい。他方で、下蓋20の底板22のビッカース硬度は、 10GPa 以上であることが好ましい。

- [0038] 本実施形態において、温度特性補正層とは、当該温度特性補正層をS i 基板F 2 に形成しない場合と比べて、S i 基板F 2 に温度補正層を形成した時の振動部における周波数の温度係数（すなわち、温度当たりの変化率）を、少なくとも常温近傍において低減する機能を持つ層をいう。振動部1 2 0 が温度特性補正層を有することにより、例えば、S i 基板F 2 と金属層E 1、E 2 と圧電薄膜F 3 及び酸化ケイ素層（温度補正層）F 2 1 による積層構造体の共振周波数の、温度に伴う変化を低減することができる。
- [0039] 共振子1 0 においては、酸化ケイ素層F 2 1 は、均一の厚みで形成されることが望ましい。なお、均一の厚みとは、酸化ケイ素層F 2 1 の厚みのばらつきが、厚みの平均値から± 2 0 %以内であることをいう。
- [0040] なお、酸化ケイ素層F 2 1 は、S i 基板F 2 の上面に形成されてもよいし、S i 基板F 2 の上面と下面の双方に形成されてもよい。また、保持部1 4 0 においては、S i 基板F 2 の下面に酸化ケイ素層F 2 1 が形成されなくてもよい。
- [0041] 金属層E 2、E 1 は、例えば厚さ0. 1 ~ 0. 2 μ m程度のMo（モリブデン）やアルミニウム（Al）等を用いて形成される。金属層E 2、E 1 は、エッチング等により、所望の形状に形成される。金属層E 1 は、例えば振動部1 2 0 上においては、下部電極（第1 電極層の一例である。）として機能するように形成される。また、金属層E 1 は、保持腕1 1 0 や保持部1 4 0 上においては、共振子1 0 の外部に設けられた交流電源に下部電極を接続するための配線として機能するように形成される。
- [0042] 他方で、金属層E 2 は、振動部1 2 0 上においては、上部電極（第2 電極層の一例である。）として機能するように形成される。また、金属層E 2 は、保持腕1 1 0 や保持部1 4 0 上においては、共振子1 0 の外部に設けられた回路に上部電極を接続するための配線として機能するように形成される。
- [0043] なお、交流電源から下部配線または上部配線への接続にあたっては、上蓋3 0 の外面に電極を形成して、当該電極が回路と下部配線または上部配線とを接続する構成や、上蓋3 0 内にビアを形成し、当該ビアの内部に導電性材

料を充填して配線を設け、当該配線が交流電源と下部配線または上部配線とを接続する構成が用いられてもよい。

[0044] 圧電薄膜 F 3 は、印加された電圧を振動に変換する圧電体の薄膜であり、例えば、AlN（窒化アルミニウム）等の窒化物や酸化物を主成分とすることができる。具体的には、圧電薄膜 F 3 は、ScAlN（窒化スカンジウムアルミニウム）により形成することができる。ScAlN は、窒化アルミニウムにおけるアルミニウムの一部をスカンジウムに置換したものである。また、圧電薄膜 F 3 は、例えば、1 μ m の厚さを有するが、0.2 μ m から 2 μ m 程度を用いることも可能である。

[0045] 圧電薄膜 F 3 は、金属層 E 2、E 1 によって圧電薄膜 F 3 に印加される電界に応じて、XY 平面の面内方向すなわち Y 軸方向に伸縮する。この圧電薄膜 F 3 の伸縮によって、振動腕 135 は、下蓋 20 及び上蓋 30 の内面に向かってその自由端を変位させ、面外の屈曲振動モードで振動する。

[0046] 本実施形態では、外側の振動腕 135 A、135 D に印加される電界の位相と、内側の振動腕 135 B、135 C に印加される電界の位相とが互いに逆位相になるように設定される。これにより、外側の振動腕 135 A、135 D と内側の振動腕 135 B、135 C とが互いに逆方向に変位する。例えば、外側の振動腕 135 A、135 D が上蓋 30 の内面に向かって自由端を変位すると、内側の振動腕 135 B、135 C は下蓋 20 の内面に向かって自由端を変位する。

[0047] 保護膜 235 は、エッチングによる質量低減の速度が調整膜 236 より遅い材料により形成される。例えば、保護膜 235 は、AlN や SiN 等の窒化膜や Ta₂O₅（5 酸化タンタル）や SiO₂ 等の酸化膜により形成される。なお、質量低減速度は、エッチング速度（単位時間あたりに除去される厚み）と密度との積により表される。

[0048] 調整膜 236 は、エッチングによる質量低減の速度が保護膜 235 より速い材料により形成される。また、調整膜 236 は、少なくとも上蓋 30 の底板 32 の硬度以下の材料から形成されている。調整膜 236 のビッカース硬

度は、 2 GPa 以下であることが好ましい。他方で、底板32のビッカース硬度は、 10 GPa 以上であることが好ましい。なお、上蓋30がゲッター層を備える場合には、調整膜236は、ゲッター層以下の硬度であり、例えば 0.9 GPa 以下である。

[0049] 例えば、調整膜236は、モリブデン(Mo)やタングステン(W)や金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)等の金属により形成される。

[0050] なお、保護膜235と調整膜236とは、質量低減速度の関係が上述のとおりであれば、エッチング速度の大小関係は任意である。

[0051] 調整膜236は、振動部120の略全面に形成された後、エッチング等の加工により所定の領域のみに形成される。

[0052] 保護膜235及び調整膜236に対するエッチングは、例えば、保護膜235及び調整膜236に同時にイオンビーム(例えば、アルゴン(Ar)イオンビーム)を照射することによって行われる。イオンビームは共振子10よりも広い範囲に照射することが可能である。なお、本実施形態では、イオンビームによりエッチングを行う例を示すが、エッチング方法は、イオンビームによるものに限られない。

[0053] 以上のような共振装置1では、逆位相の振動時、すなわち、図5に示す振動腕135Aと振動腕135Bとの間でY軸に平行に延びる中心軸r1回りに振動腕135Aと振動腕135Bとが上下逆方向に振動する。また、振動腕135Cと振動腕135Dとの間でY軸に平行に延びる中心軸r2回りに振動腕135Cと振動腕135Dとが上下逆方向に振動する。これによって、中心軸r1とr2とで互いに逆方向の捩れモーメントが生じ、基部130で屈曲振動が発生する。

[0054] (5. プロセスフロー)

図6A～図6Hを用いて本実施形態に係る共振装置1の製造方法について説明する。

本実施形態に係る共振子10の製造方法においては、後述する周波数調整工程において、振動腕135を過励振させて、上蓋30または下蓋20に衝

突させることにより、振動腕 135 の一部（例えば圧電薄膜 F 3、調整膜 236、又は Si 基板 F 2 等）が削られ、振動腕 135 の重量が変化する。これによって、共振子 10 の共振周波数を上昇させることで、共振周波数を所望の値に調整して、共振装置 1 を製造する。

[0055] 図 6 A～図 6 H は、本実施形態に係る共振装置 1 のプロセスフローの一例を示す図である。なお、図 6 A～図 6 H では、便宜上、ウエハに形成される複数の共振装置 1 のうち、1 つの共振装置 1 を示して説明するが、共振装置 1 は、通常の MEMS プロセスと同様に、1 つのウエハに複数形成された後に、当該ウエハが分割されることによって得られる。

[0056] 図 6 A に示す最初の工程では、用意した Si 基板 F 2 に、熱酸化によって、酸化ケイ素層 F 21 を形成する。次に、凹部 21 を有する下蓋 20 を用意し、当該下蓋 20 と、酸化ケイ素層 F 21 が形成された Si 基板 F 2 とを、Si 基板 F 2 の下面が下蓋 20 と対向するように配置し、側壁 23 で接合する。なお、図 6 A においては図示を省略するが、接合後に化学的機械研磨や、エッチバック等の処理によって、Si 基板 F 2 の表面を平坦化することが望ましい。

[0057] 次に図 6 B に示す工程において、さらに Si 基板 F 2 の表面には、下部電極や配線の材料となる金属層 E 1 の成膜、パターニング及びエッチング等によって下部電極等が形成される。次に、金属層 E 1 の表面に、圧電薄膜 F 3 が積層され、さらに圧電薄膜 F 3 上に上部電極や配線の材料となる金属層 E 2 の成膜、パターニング及びエッチング等によって上部電極等が形成される。

[0058] 次に図 6 C に示す工程において、金属層 E 2 の表面に、保護膜 235 が積層される。

[0059] 次に図 6 D に示す工程において、保護膜 235 の表面に、モリブデン等の金属層が積層され、この金属層がエッチング等によって加工されることにより、振動腕 135（図 6 F 参照）の自由端となる部分の近傍に調整膜 236 が形成される。

[0060] 次に、図6Eに示す工程において、共振子10に、下部電極及び上部電極をそれぞれ外部電源と接続させるためのビアE1V、E2Vが形成される。ビアE1V、E2Vが形成されると、ビアE1V、E2Vにアルミニウム等の金属が充填され、下部電極、及び上部電極を保持部140に引き出す引出線C1、C2が形成される。さらに、保持部140に接合部Hが形成される。

[0061] 次に、図6Fに示す工程において、エッチング等の加工によって、保護膜235、金属層E2、圧電薄膜F3、金属層E1、Si基板F2、及び酸化ケイ素層F21が順に除去されることによって、振動部120、保持腕110、が形成され、共振子10が形成される。

[0062] 図6Fに示す工程において共振子10が形成された後、調整膜236の膜厚を調整するトリミング工程が行われる。トリミング工程によって、同一ウエハにおいて製造される複数の共振装置1の間で、周波数のばらつきを抑えることができる。

[0063] トリミング工程では、まず各共振子10の共振周波数を測定し、周波数分布を算出する。次に、算出した周波数分布に基づき、調整膜236の膜厚を調整する。調整膜236の膜厚の調整は、例えばアルゴン(Ar)イオンビームを共振装置1の全面に対して照射して、調整膜236をエッチングすることによって行うことができる。さらに、調整膜236の膜厚が調整されると、共振子10の洗浄を行い、飛び散った膜を除去することが望ましい。

[0064] 次に、図6Gに示す工程において、共振子10をパッケージする工程が行われる。具体的には、この工程では、共振子10を挟んで上蓋30と下蓋20とを対向させる。上蓋30における凹部31と、下蓋20における凹部21とが一致するように、位置合わせされた上蓋30が、接合部Hを介して下蓋20に接合される。また、上蓋30には引出線C1、C2と接続する電極C1'、C2'が形成されている。電極C1'、C2'は例えばアルミニウムやゲルマニウム等の金属層から成る。電極C1'、C2'を介して、金属層E1、E2は外部に設けられた回路へ接続される。下蓋20と上蓋30と

が接合されると、ダイシングによって、複数の共振装置 1 が形成される。

[0065] 次に、図 6 H に示す工程において、共振周波数をさらに微調整する周波数調整工程が行われる。周波数調整工程においては、まず共振子 10 に所定値の駆動電圧を印加した状態で共振周波数を測定し、共振周波数が所望の値に満たない場合には、共振子 10 に所定値の駆動電圧よりも大きい電圧を印加させ、振動腕 135 を過励振させる。周波数調整工程において、共振子 10 に与える電力は、例えば $0.2 \mu\text{W}$ 以上である。なお、過励振とは、共振子 10 の通常の振幅の 10 倍以上の振幅で振動させることをいい、具体的には過励振時の振幅は $50 \mu\text{m}$ 以上である。また、共振周波数の所望の値は、例えば $32.767 \sim 32.769 \text{ kHz}$ 程度である。

[0066] 振動腕 135 を過励振させることで、振動腕 135 における調整膜 236 が上蓋 30 の底板 32（またはゲッター層）、及び下蓋 20 の底板 22 の少なくとも一方に衝突させる。上蓋 30 の底板 32（またはゲッター層）は調整膜 236 以上の硬度を有する材料で形成されているため、調整膜 236 が底板 32（またはゲッター層）に衝突することで調整膜 236 が削られ、振動腕 135 の重量が減少する。同様に、振動腕 135 の下蓋 20 側の面（裏面）に形成される Si 基板 F2 及び酸化ケイ素層 F21 の少なくともいずれか一方は、底板 22 と同程度以下の硬度を有している。従って、振動腕 135 の裏面においても、Si 基板 F2 又は酸化ケイ素層 F21 が削り取られることによって、振動腕 135 の質量が減少する。これによって、共振子 10 の共振周波数が上昇する。

[0067] 共振子 10 を過励振させて上蓋 30 及び下蓋 20 の少なくとも一方に衝突させた後に、再度、所定の値の駆動電圧を共振子 10 に印加して、共振周波数の測定を行う。所定の値の駆動電圧を共振子 10 に印加して行う共振周波数の測定と、当該駆動電圧よりも大きい電圧を共振子 10 に印加して共振子 10 を過励振させることとを、共振周波数が所望の値に到達するまで繰り返し行うことで、共振周波数の値を適切な値に調整をすることができる。

[0068] このように本実施形態に係る共振装置製造方法では、振動腕 135 を過励

振らせて下蓋 20、及び上蓋 30 に衝突させることで、振動腕 135 の一部を削り取ることができる。これによって、パッケージした後であっても共振周波数を調整することができる。これにより、周波数調整工程以降に熱負荷や応力負荷がかかる加工工程がないため、周波数変動が起こることを防ぐことができる。また、共振周波数を測定しながら調整を行えるため、所望の周波数を得やすくなる。

[0069] [その他の実施形態]

以上、本発明の実施形態について述べたが、本発明は既述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づいて各種の変形及び変更が可能である。

[0070] 例えば、既述の実施形態において、振動腕 135 は保護膜 235 及び調整膜 236 を備える構成について説明したが、これに限定されない。例えば、振動腕 135 は、調整膜 236、又は保護膜 235 と調整膜 236 との両方を備えない構成でもよい。この場合、振動腕 135 の表面に露出する層（金属層 E2、又は保護膜 235）は、底板 32 の硬度以下の硬度の小さい材料で形成される。具体的には、この場合の金属層 E2 の材料として、アルミニウム等を用いることができる。また、この場合の保護膜 235 の材料として、樹脂を用いることができる。これによって、上述の周波数調整工程において、振動腕 135 の表面に露出する層（金属層 E2、保護膜 235 等）が削り取ることができる。

[0071] さらに、既述の実施形態において、下蓋 20 の底板 22 は、平板である構成について説明したがこれに限定されない。例えば、下蓋 20 の底板 22 において、振動腕 135 の振動による変位が最大となる位置に、突起を備える構成でもよい。

[0072] また、既述の実施形態において、周波数調整工程は、図 6 G に示した共振子 10 をパッケージする工程の後に行う構成について説明したが、これに限定されない。例えば、周波数調整工程は、パッケージする工程の前に実施されてもよい。この場合、周波数調整工程は、トリミング工程あと、かつ、共

振子 10 をパッケージする工程の前に行われることが好ましい。

[0073] さらに既述の実施形態において、振動腕 135 の表面及び裏面の両方が、周波数調整工程で削り取られる構成について説明したが、これに限定されない。例えば、振動腕 135 は、過励振時において、下蓋 20 又は上蓋 30 のいずれか一方としか衝突しない構成でもよい。この場合、少なくとも衝突する側の面に形成された膜（表面側の場合は、調整膜 236、保護膜 235、金属層 E2、裏面側の場合は、Si 基板 F2、酸化ケイ素層 F21 の両方）は、衝突する側の蓋における振動腕 135 の衝突箇所（ゲッター層 32、底板 31、底板 22）以下の硬度であることが好ましい。また、振動腕 135 が過励振時において、下蓋 20 及び上蓋 30 の両方と衝突する場合であっても、振動腕 135 の表面又は裏面のいずれか一方に形成された膜が、衝突する側の蓋よりも硬度が大きい構成であり、いずれか一方の面しか周波数調整工程において削り取られない構成でもよい。

[0074] 以上、本発明の例示的な実施形態について説明した。本発明の一実施形態に係る共振装置製造方法は、下蓋 20 を用意する工程と、Si 基板 F2 を、当該 Si 基板 F2 の下面が下蓋 20 と対向するように配置し、Si 基板 F2 の上面に、金属層 E1、圧電薄膜 F3、金属 E2 を順に形成する工程と、金属層 E1、金属層 E2、及び圧電薄膜 F3 から、屈曲振動する振動腕 135 を形成し、当該振動腕 135 を有する共振子 10 を形成する工程と、共振子 10 を挟んで、下蓋 20 と対向するように、上蓋 30 を配置する工程と、を含み、上蓋 30 を配置する工程の前又は後において、金属層 E1 と金属層 E2 の間に電圧を印加して、振動腕 135 を励振させ、当該振動腕 135 の一部を少なくとも下蓋 20 及び上蓋 30 の少なくとも一方に衝突させることによって、共振子 10 の周波数を調整する工程をさらに含む。本実施形態に係る共振装置製造方法では、振動腕 135 を過励振させて下蓋 20、及び上蓋 30 に衝突させることで、振動腕 135 の一部を削り取ることができる。これによって、パッケージした後であっても共振周波数を調整することができる。これにより、周波数調整工程以降に熱負荷や応力負荷がかかる加工工程

がないため、周波数変動が起こることを防ぐことができる。また、共振周波数を測定しながら調整を行えるため、所望の周波数を得やすくなる。

[0075] また、調整する工程は、上蓋 30 を配置する工程の後に行い、振動腕 135 の一部を下蓋 20 及び上蓋 30 の少なくとも一方に衝突させることを含むことも好ましい。この場合、振動腕 135 の表面又は裏面を用いて、共振周波数の調整を行うことができる。

[0076] また上蓋 30 又は下蓋 20 の共振子 10 に対向する面のうち、振動腕 135 の振動による変位が最大となる位置に対応する領域は、振動腕 135 の硬度以上の材料からなることが好ましい。

[0077] また、共振子 10 を形成する工程は、金属層 E2 の表面に、さらに、保護膜 235、及び当該保護膜 235 よりエッチングによる質量低減速度の大きい調整膜 236 を順に形成する工程と、振動腕 135 における第 1 領域において、調整膜 236 を除去して保護膜 235 を露出させ、振動腕 135 における第 1 領域以外の領域であって、当該第 1 領域よりも振動による変位が大きい第 2 領域において、調整膜 236 を残存させる工程と、を含み、調整する工程は、振動腕 135 において、第 2 領域に残された調整膜 236 を、上蓋 30 に衝突させて削る工程を含むことも好ましい。これによって、同一ウエハにおいて製造される複数の共振装置 1 の間で、周波数のばらつきを抑えることができる。

[0078] また、調整する工程は、共振子 10 の共振周波数を測定し、共振周波数が所定の値に到達した場合に、金属層 E1 と金属層 E2 の間に所定の値以上の電圧を印加することを停止する工程を含むことも好ましい。これによって、所望の周波数を得やすくなる。

[0079] 以上説明した各実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。即ち、各実施形態に当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、各実施形

態が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもなく、これらも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

符号の説明

[0080]	1	共振装置
	1 0	共振子
	3 0	上蓋
	2 0	下蓋
	1 4 0	保持部
	1 4 0 a ~ d	枠体
	1 1 0	保持腕
	1 2 0	振動部
	1 3 0	基部
	1 3 5 A ~ D	振動腕
	F 2	S i 基板
	F 2 1	酸化ケイ素層（温度特性補正層）
	2 3 5	保護膜
	2 3 6	調整膜

請求の範囲

[請求項1]

下蓋を用意する工程と、

基板を、当該基板の下面が前記下蓋と対向するように配置し、前記基板の上面に、第1電極層、圧電膜、第2電極層を順に形成する工程と、

前記第1電極層、前記第2電極層、及び前記圧電膜から、屈曲振動する振動腕を形成し、当該振動腕を有する共振子を形成する工程と、

前記共振子を挟んで、前記下蓋と対向するように、上蓋を配置する工程と、

を含み、

前記上蓋を配置する工程の前又は後において、前記第1電極層と前記第2電極層の間に電圧を印加して、前記振動腕を励振させ、当該振動腕の一部を前記下蓋及び前記上蓋の少なくとも一方に衝突させることによって、前記共振子の周波数を調整する工程をさらに含む、共振装置製造方法。

[請求項2]

前記調整する工程は、前記上蓋を配置する工程の後に行い、前記振動腕の一部を前記下蓋及び前記上蓋の少なくとも一方に衝突させることを含む、

請求項1に記載の共振装置製造方法。

[請求項3]

前記上蓋又は前記下蓋の前記共振子に対向する面のうち、前記振動腕の振動による変位が最大となる位置に対応する領域は、前記振動腕の硬度以上の材料からなる、

請求項2に記載の共振装置製造方法。

[請求項4]

前記共振子を形成する工程は、

前記第2電極層の表面に、さらに、第1調整膜、及び当該第1調整膜よりエッチングによる質量低減速度の大きい第2調整膜を順に形成する工程と、

前記振動腕における第1領域において、前記第2調整膜を除去して

第1調整膜を露出させ、前記振動腕における第1領域以外の領域であって、当該第1領域よりも振動による変位が大きい第2領域において、前記第2調整膜を残存させる工程と、

を含み、

前記調整する工程は、

前記振動腕において、前記第2領域に残された前記第2調整膜を、前記上蓋に衝突させて削る工程を含む、

請求項2又は3に記載の共振装置製造方法。

[請求項5]

前記調整する工程は、

前記共振子の周波数を測定し、当該周波数が所定の値に到達した場合に、前記第1電極層と前記第2電極層の間に所定の値以上の電圧を印加することを停止する工程を含む、

請求項1乃至4の何れか一項に記載の共振装置製造方法。

[図1]

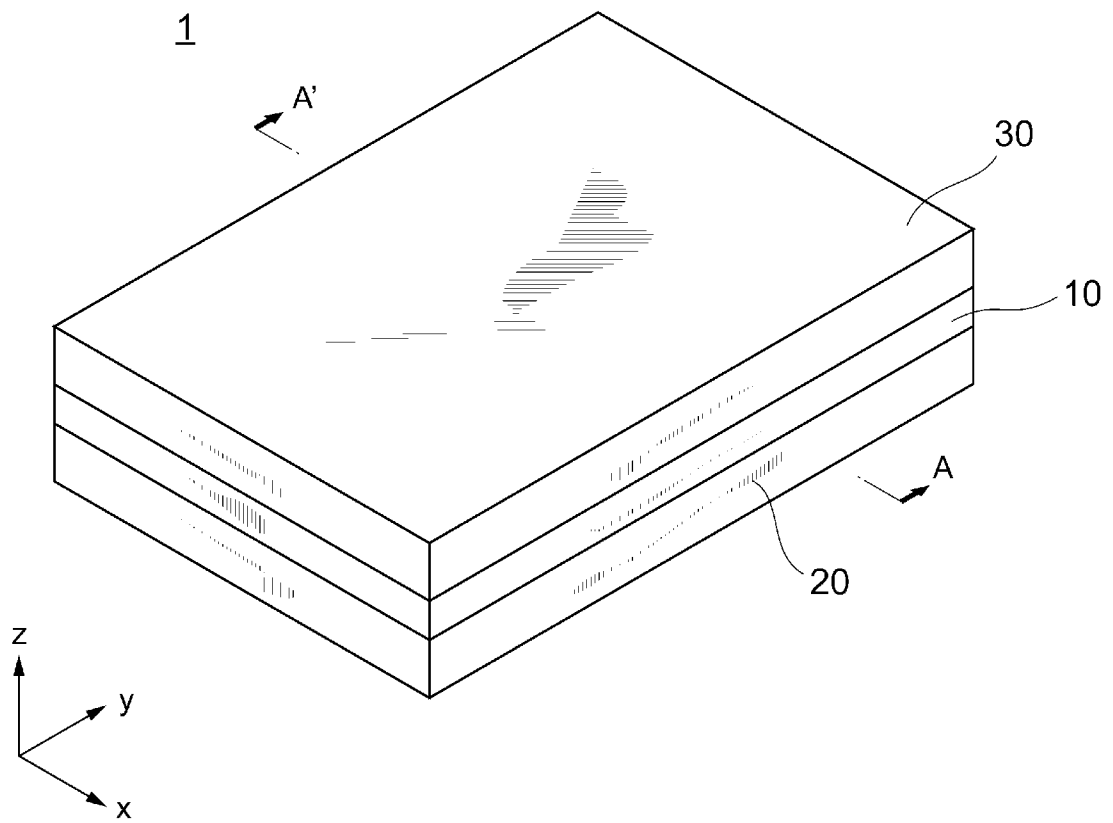


図 1

[図2]

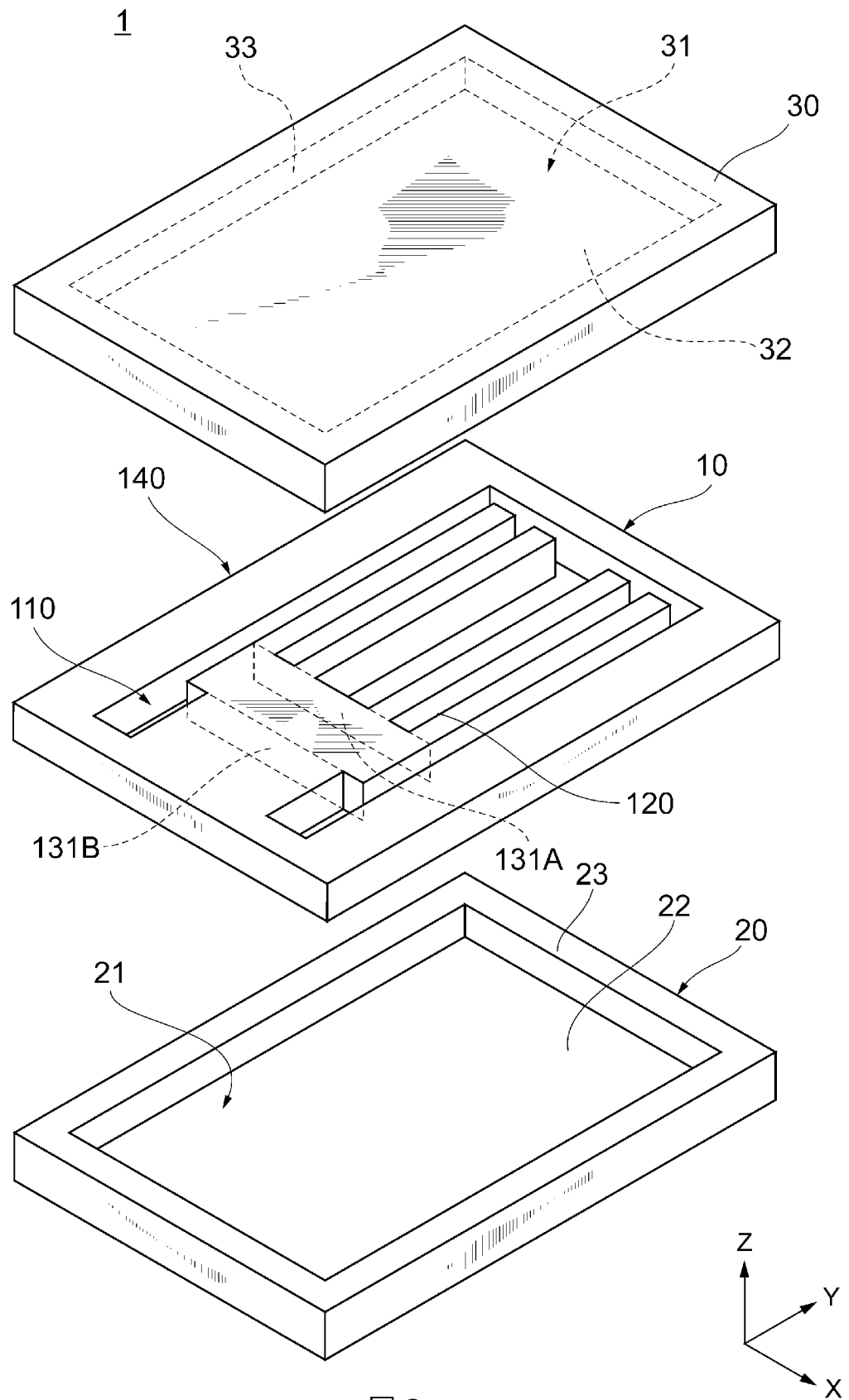
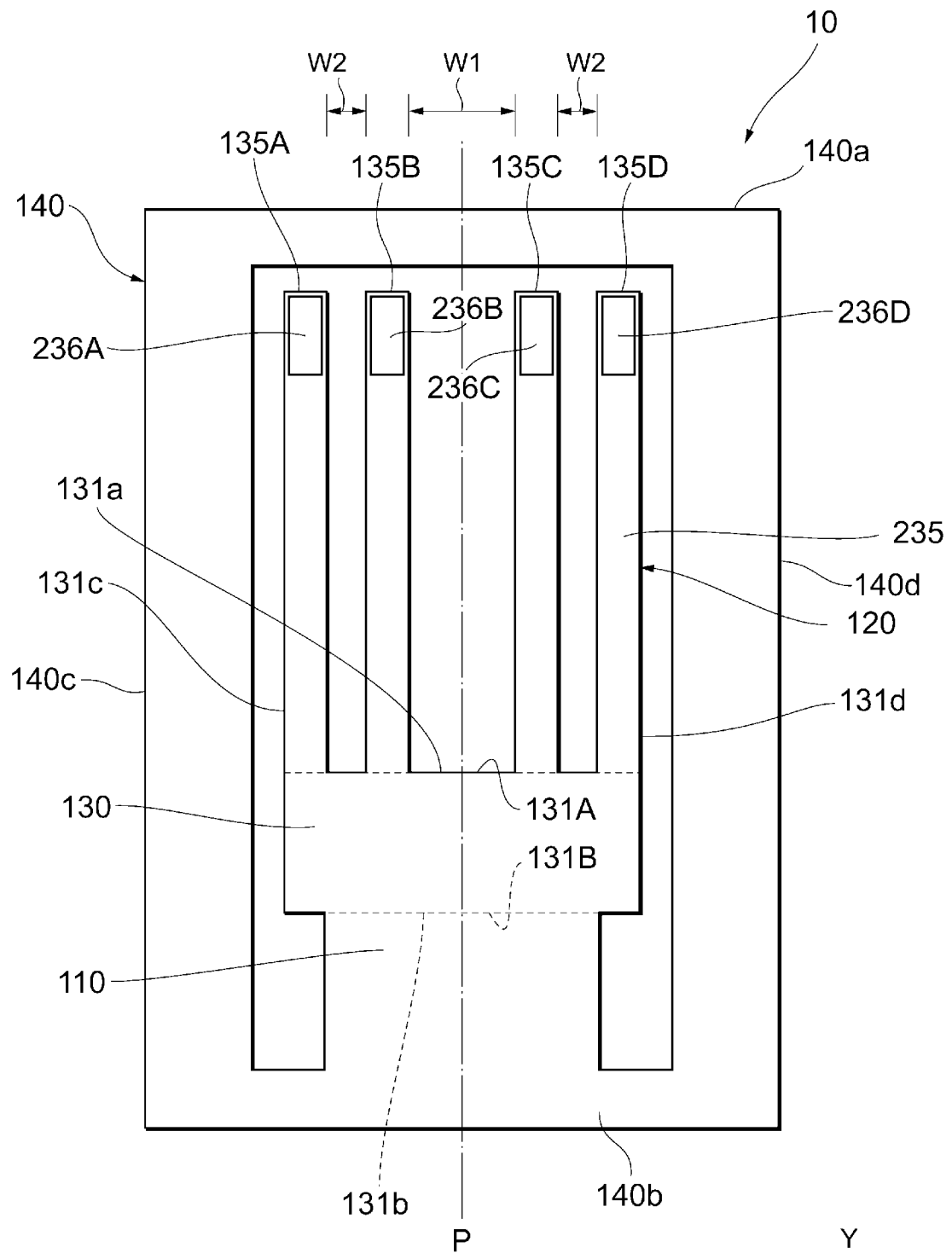


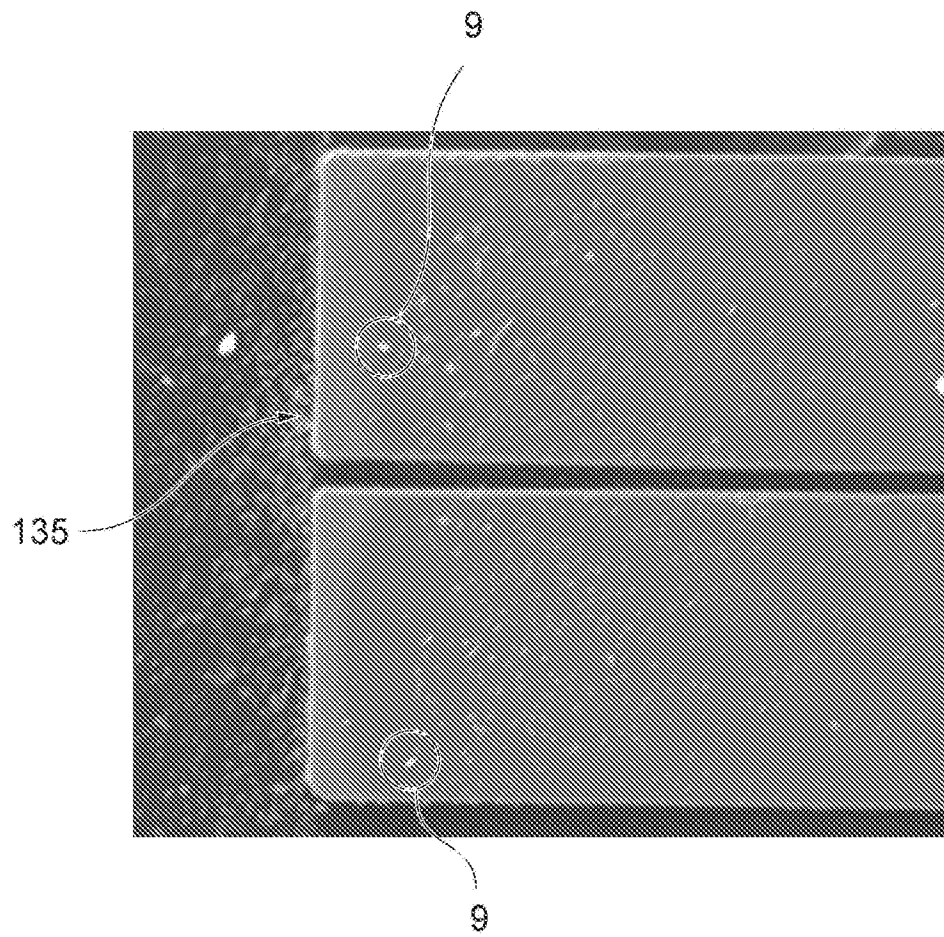
図 2

[図3]



[図3]

[図4]



[図4]

[図6A]

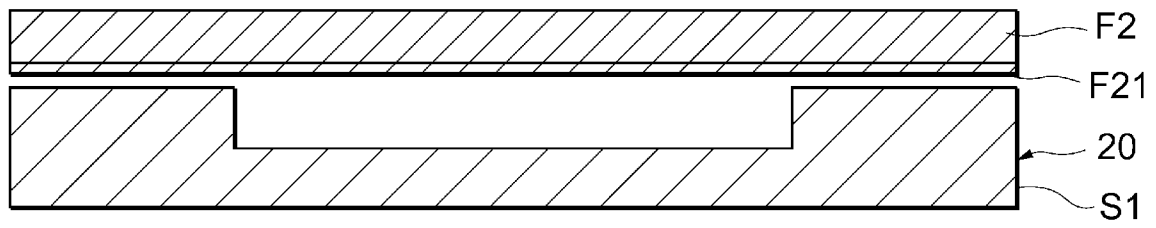


図 6 A

[図6B]

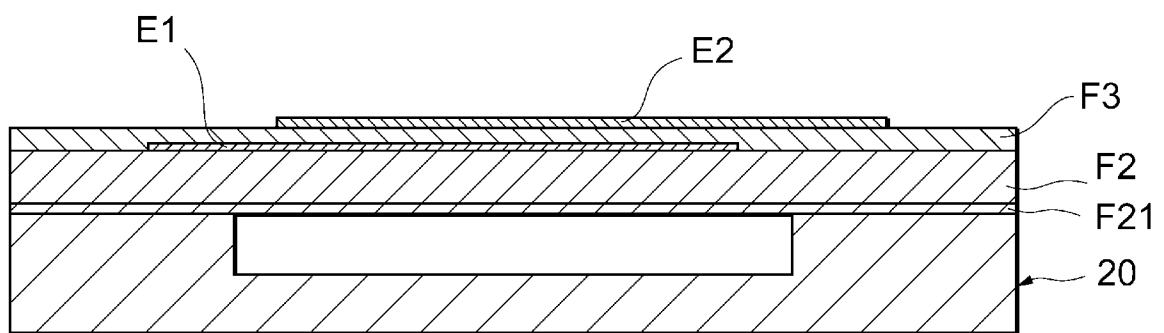


図 6 B

[図6C]

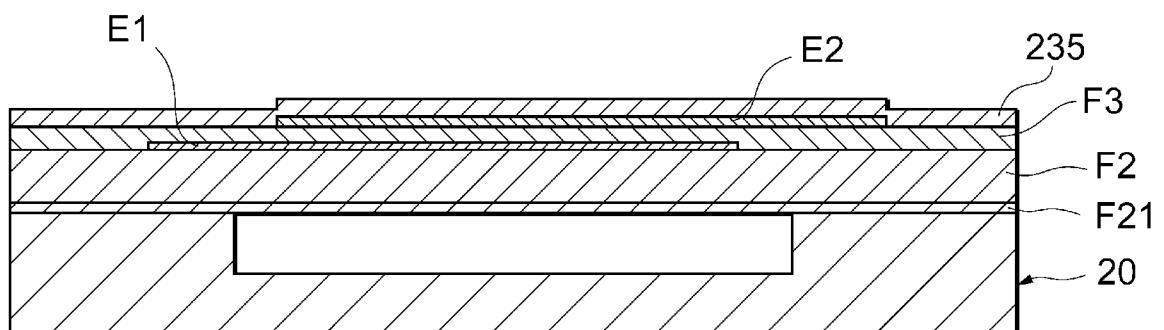


図 6 C

[図6D]

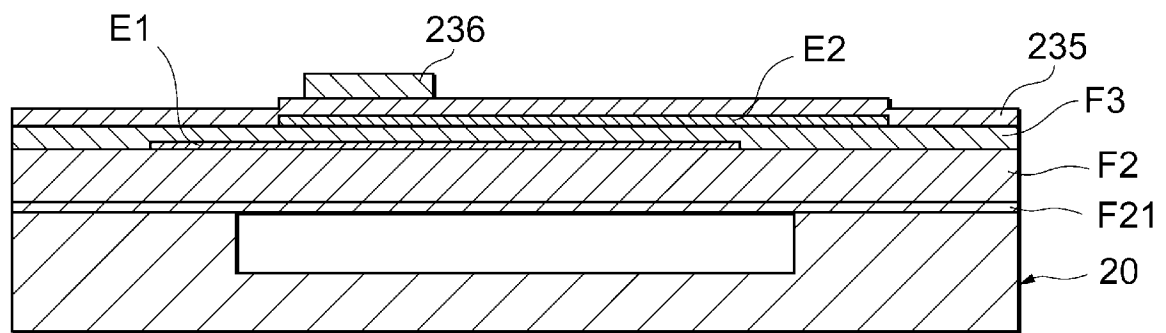


図 6 D

[図6E]

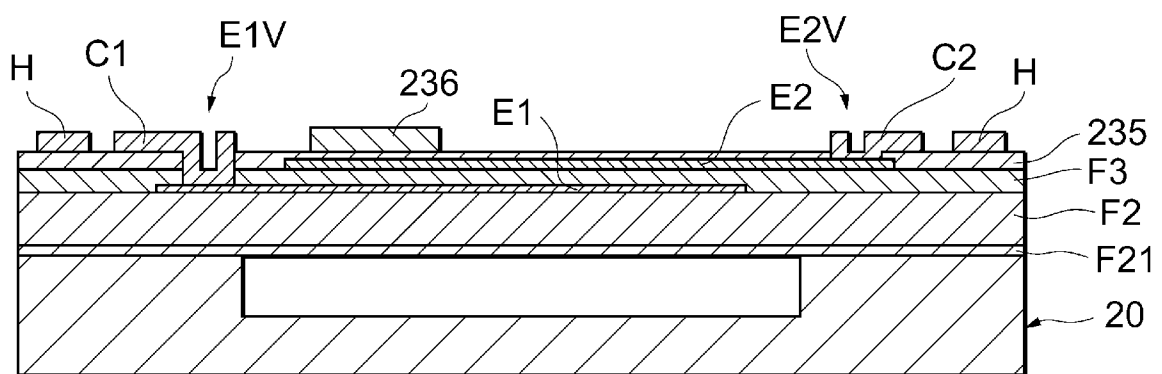


図 6 E

[図6F]

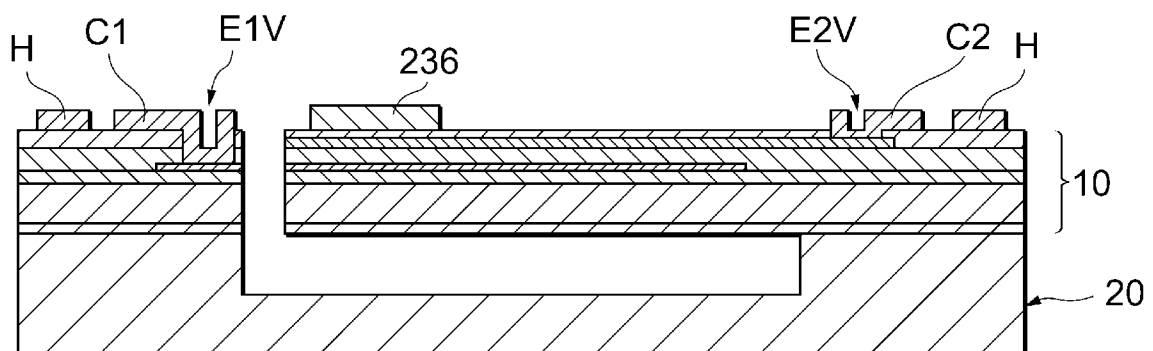


図 6 F

[図6G]

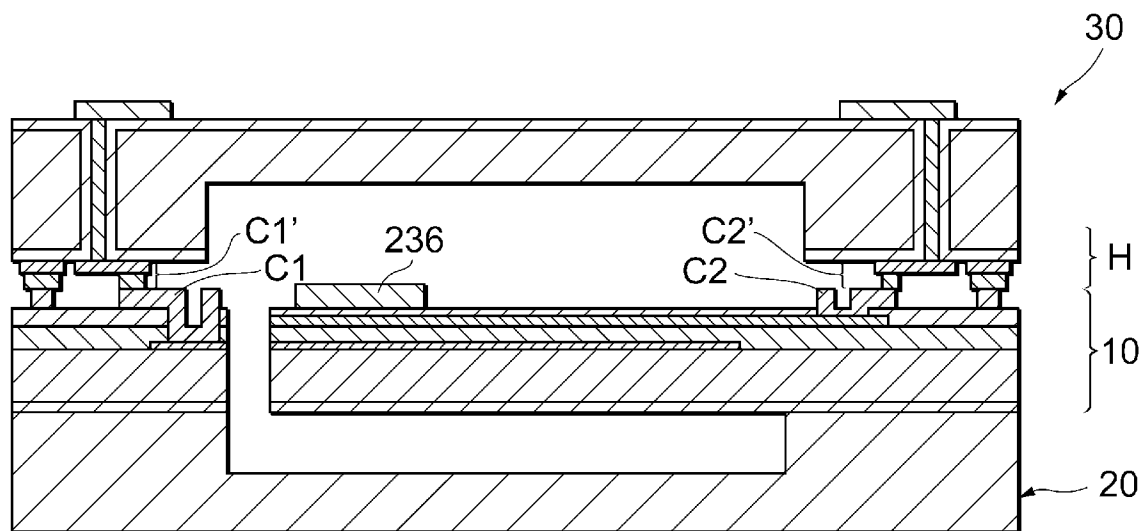


図 6 G

[図6H]

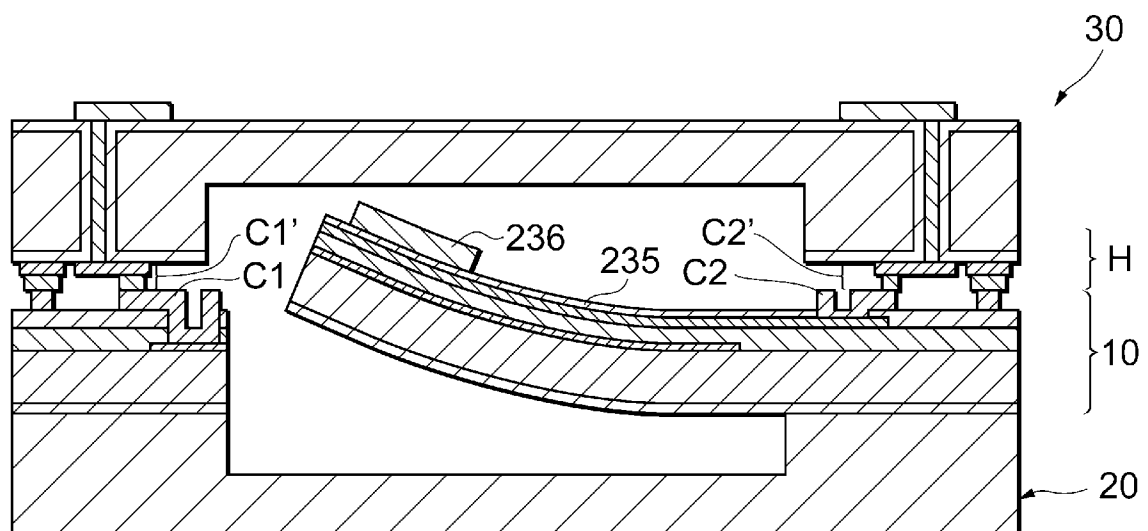


図 6 H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/002299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H3/007(2006.01)i, H03H9/24(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)

H03H3/007-3/06, 9/00-9/135, 9/15-9/24, 9/30-9/40, 9/46-9/62, 9/66, 9/70, 9/74

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-175809 A (Seiko Epson Corp.), 22 September 2014 (22.09.2014), paragraph [0021]; fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2015-167305 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 24 September 2015 (24.09.2015), paragraph [0019]; fig. 2 (Family: none)	1-5

☒ 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
04 April 2017 (04.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

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

International application No.

PCT/JP2017/002299

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 2012-070419 A (Seiko Epson Corp.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraphs [0007] to [0009], [0020] to [0024]; fig. 1 & JP 2001-332952 A & JP 2009-207185 A & JP 2009-207186 A & JP 2010-93859 A & JP 2010-119127 A & US 2001/0022488 A1 paragraphs [0008] to [0010], [0031] to [0035]; fig. 1	1-5
A	JP 2013-126104 A (Seiko Epson Corp.), 24 June 2013 (24.06.2013), paragraphs [0004] to [0005] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H3/007(2006.01)i, H03H9/24(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（IPC））

Int.Cl. H03H3/007-3/06, 9/00-9/135, 9/15-9/24, 9/30-9/40, 9/46-9/62, 9/66, 9/70, 9/74

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2014-175809 A（セイコーエプソン株式会社）2014.09.22, [0021]段落, 図3（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2015-167305 A（日本電波工業株式会社）2015.09.24, [0019]段落, 図2（ファミリーなし）	1-5

☒ 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

04.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

角張 亜希子

5W

3860

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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 2012-070419 A (セイコーエプソン株式会社) 2012. 04. 05, [0007]—[0009], [0020]—[0024]段落, 図 1 & JP 2001-332952 A & JP 2009-207185 A & JP 2009-207186 A & JP 2010-93859 A & JP 2010-119127 A & US 2001/0022488 A1, [0008]—[0010], [0031]—[0035]段落, 図 1	1-5
A	JP 2013-126104 A (セイコーエプソン株式会社) 2013. 06. 24, [0004]—[0005]段落 (ファミリーなし)	1-5