

(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
2010年3月4日(04.03.2010)

PCT

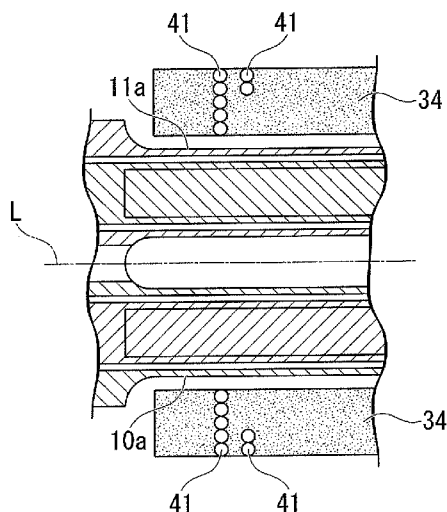
(10) 国際公開番号
WO 2010/023728 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 3/02 (2006.01) H03H 9/19 (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01) H03H 9/215 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/065247
- (22) 国際出願日: 2008年8月27日(27.08.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): セイコーインスツル株式会社(SEIKO INSTRUMENTS INC.) [JP/JP]; 〒2618507 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 Chiba (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山口 由美(YAMAGUCHI, Yumi) [JP/JP]; 〒2618507 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内 Chiba (JP). 須釜 一義(SUGAMA, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒2618507 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内 Chiba (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))
- (74) 代理人: 松下 義治(MATSUSHITA, Yoshiharu); 〒1500012 東京都渋谷区広尾1丁目11番2号 A I O S 広尾ビル 807号 Tokyo (JP).

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING PIEZOELECTRIC VIBRATOR, PIEZOELECTRIC VIBRATOR, OSCILLATOR, ELECTRONIC APPARATUS, AND WAVE CLOCK

(54) 発明の名称: 圧電振動子の製造方法、圧電振動子、発振器、電子機器および電波時計

[図14]



(57) Abstract: A piezoelectric vibrator includes a tuning-fork type piezoelectric vibrating strip equipped with a pair of vibrating arm parts, a package housing the piezoelectric vibrating strip, and a pair of adjustment films formed along the longitudinal direction of the vibrating arm parts correspondingly to each of a pair of vibrating arm parts, wherein a degree of vacuum inside the package can be adjusted to a given level or more by evaporating a part of the adjustment films through irradiation of a laser onto the adjustment films. A method for manufacturing the piezoelectric vibrator has a gettering step, wherein the laser is irradiated onto symmetrical positions on a pair of adjustment films relative to a central axis of a pair of vibrating arm parts.

(57) 要約: 本発明の圧電振動子の製造方法は、一対の振動腕部を備えた音叉型の圧電振動片と、前記圧電振動片を収容するパッケージと、前記一対の振動腕部のそれぞれに対応して、前記振動腕部の長手方向に沿って形成された一対の調整膜と、を備え、前記調整膜にレーザを照射して前記調整膜の一部を蒸発させることにより前記パッケージ内の真空度を一定レベル以上に調整することが可能な圧電振動子の製造方法において、前記一対の調整膜における前記一対の振動腕部の中心軸を介して対称な位置に前記レーザを照射するゲッタリング工程を有する。

明 細 書

圧電振動子の製造方法、圧電振動子、発振器、電子機器および電波時計

技術分野

[0001] 本発明は、接合された2枚の基板の間に形成されたキャビティ内に圧電振動片が封止された表面実装型(SMD)の圧電振動子およびその製造方法、圧電振動子を有する発振器、電子機器および電波時計に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話や携帯情報端末には、時刻源や制御信号などのタイミング源、リファレンス信号源などとして水晶などを利用した圧電振動子が用いられている。この種の圧電振動子は、様々なものが知られているが、その一つとして、表面実装型(SMD、Surface Mount Device)の圧電振動子が知られている。

[0003] 図18は従来技術に係る圧電振動子のリッド基板を取り外した状態の平面図であり、図19は図18のD-D線に沿う断面図である。図19に示すように、表面実装型の圧電振動子200として、ベース基板201とリッド基板202とでパッケージ209を形成し、パッケージ209の内部に形成されたキャビティCに圧電振動片203を収納したものが提案されている。ベース基板201とリッド基板202とは、両者間に接合膜207を配置して陽極接合により接合されている。

[0004] 一般に圧電振動子は、等価抵抗値(実効抵抗値、 R_e)がより低く抑えられたものが望まれている。等価抵抗値が低い圧電振動子は、低電力で圧電振動片を振動させることが可能であるため、エネルギー効率の良い圧電振動子になる。

等価抵抗値を抑えるための一般的な方法の一つとして、図18に示すように圧電振動片203の封止されているキャビティC内を真空に近づけて、等価抵抗値と比例関係にある直列共振抵抗値(R_1)を低下させる方法が知られている。キャビティC内を真空に近づける方法として、キャビティC内にアルミニウムなどのゲッター材220を封止し、外部よりレーザを照射してゲッター材220を活性化させる方法(ゲッターリング)が知られている(例えば、特許文献1および2参照)。この方法によれば、活性化状態に

なったゲッター材220によって、陽極接合の際に発生する酸素を吸収することができるため、キャビティC内を真空に近づけることができる。

特許文献1:特開2006-86585号公報

特許文献2:特表2007-511102号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、図18に示す音叉型圧電振動片203を搭載した圧電振動子200をゲッターリングすると、ゲッター材220の直近に位置している圧電振動片203の振動腕部210にゲッター材220およびゲッターリングによる生成物が付着する。このとき、一対の振動腕部210、210それぞれに付着するゲッター材220の量がアンバランスになると、振動漏れ(振動エネルギーの漏洩)が発生し、圧電振動子の特性が不安定になるという問題があった。その結果、圧電振動子200の歩留まりが低下するという問題があった。

[0006] そこで、本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、振動漏れを軽減し、歩留まりを向上することができる圧電振動子およびその製造方法、発振器、電子機器、電波時計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

[0007] 上記の課題を解決するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明に係る圧電振動子の製造方法は、一対の振動腕部を備えた音叉型の圧電振動片と、前記圧電振動片を収容するパッケージと、前記一対の振動腕部のそれぞれに対応して、前記振動腕部の長手方向に沿って形成された一対の調整膜と、を備え、前記調整膜にレーザを照射して前記調整膜の一部を蒸発させることにより前記パッケージ内の真空度を一定レベル以上に調整することが可能な圧電振動子の製造方法において、前記一対の調整膜における前記一対の振動腕部の中心軸を介して対称な位置に前記レーザを照射するゲッターリング工程を有することを特徴としている。

[0008] 本発明に係る圧電振動子は、一対の振動腕部を備えた音叉型の圧電振動片と、前記圧電振動片を収容するパッケージと、前記一対の振動腕部のそれぞれに対応

して、前記振動腕部の長手方向に沿って形成された一对の調整膜と、を備え、前記調整膜にレーザを照射して前記調整膜の一部を蒸発させることにより前記パッケージ内の真空度を向上させることが可能な圧電振動子において、前記一对の調整膜における前記一对の振動腕部の中心軸を介して対称な位置に前記レーザの照射痕が形成されていることを特徴としている。

[0009] 本発明に係る圧電振動子および圧電振動子の製造方法によれば、一对の調整膜における一对の振動腕部の中心軸を介して対称な位置にレーザを照射して調整膜の一部を蒸発させることにより、一对の振動腕部の側面に蒸着する調整膜を略均一にすることができる。特に、振動腕部の長手方向におけるゲッタリング位置によって振動腕部の振動特性は変化するが、中心軸を介して対称な位置にゲッタリングすることで一对の振動腕部の振動特性を一致させることができる。したがって、ゲッタリング工程後も安定した振動特性が得られ、振動漏れを軽減することができる。結果として、歩留まりを向上することができる。

[0010] また、本発明に係る発振器は、上述した圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴としている。

さらに、本発明に係る電子機器は、上述した圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴としている。

そして、本発明に係る電波時計は、上述した圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴としている。

[0011] 本発明に係る発振器、電子機器および電波時計においては、振動漏れを軽減し、歩留まりを向上することができる圧電振動子を用いているため、安定した振動特性を有する発振器、電子機器および電波時計を提供することができる。

発明の効果

[0012] 本発明に係る圧電振動子の製造方法によれば、一对の調整膜における一对の振動腕部の中心軸を介して対称な位置にレーザを照射して調整膜の一部を蒸発させることにより、一对の振動腕部の側面に蒸着する調整膜を略均一にすることができる。特に、振動腕部の長手方向におけるゲッタリング位置によって振動腕部の振動特性は変化するが、中心軸を介して対称な位置にゲッタリングすることで一对の振動腕

部の振動特性を一致させることができる。したがって、ゲッターリング工程後も安定した振動特性が得られ、振動漏れを軽減することができる。結果として、歩留まりを向上することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明に係る圧電振動子の実施形態を示す外観斜視図である。

[図2]図2は、図1に示す圧電振動子の内部構成図であって、リッド基板を取り外した状態で圧電振動子を上方から見た図である。

[図3]図3は、図2に示すA-A線に沿った圧電振動子の断面図である。

[図4]図4は、図1に示す圧電振動子の分解斜視図である。

[図5]図5は、図1に示す圧電振動子を構成する圧電振動片の上面図である。

[図6]図6は、図5に示す圧電振動片の下面図である。

[図7]図7は、図5に示す断面矢視B-B図である。

[図8]図8は、図1に示す圧電振動子を製造する際の流れを示すフローチャートである。

[図9]図9は、図8に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、リッド基板の元となるリッド基板用ウエハに複数の凹部及び接合膜を形成した状態を示す図である。

[図10]図10は、図8に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、ベース基板の元となるベース基板用ウエハにゲッター材、貫通電極、引き回し電極及び接合膜を形成した状態を示す図である。

[図11]図11は、図10に示す状態のベース基板用ウエハの全体図である。

[図12]図12は、図8に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、圧電振動片をキャビティ内に收容した状態でベース基板用ウエハとリッド基板用ウエハとが陽極接合されたウエハ体の分解斜視図である。

[図13]図13は、図8に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、振動腕部の基端側のゲッター材を加熱して蒸発させた状態を示す図である。

[図14]図14は、図13のE部拡大図である。

[図15]図15は、本発明に係る発振器の一実施形態を示す構成図である。

[図16]図16は、本発明に係る電子機器の一実施形態を示す構成図である。

[図17]図17は、本発明に係る電波時計の一実施形態を示す構成図である。

[図18]図18は、従来技術に係る圧電振動子のリッド基板を取り外した状態の平面図である。

[図19]図19は、図18のD－D線に沿う断面図である。

符号の説明

- [0014]
- 1 圧電振動子
 - 2 ベース基板(パッケージ)
 - 3 リッド基板(パッケージ)
 - 4 圧電振動片
 - 10 振動腕部
 - 11 振動腕部
 - 34 ゲッター材(調整膜)
 - 40 ベース基板用ウエハ(パッケージ)
 - 41 レーザ照射痕(照射痕)
 - 50 リッド基板用ウエハ(パッケージ)
 - 100 発振器
 - 101 発振器の集積回路
 - 110 携帯情報機器(電子機器)
 - 113 電子機器の計時部
 - 130 電波時計
 - 131 電波時計のフィルタ部
 - L 中心軸

発明を実施するための最良の形態

[0015] 本発明に係る圧電振動子の実施形態を、図1～図17を用いて説明する。

図1～図4に示すように、圧電振動子1は、ベース基板2とリッド基板3とで2層に積層された箱状に形成されており、内部のキャビティC内に圧電振動片4が収容された

表面実装型の圧電振動子である。なお、図4においては、図面を見易くするために後述する励振電極15、引き出し電極19、20、マウント電極16、17、重り金属膜21の図示を省略している。

[0016] 図5～図7に示すように、圧電振動片4は、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の圧電材料から形成された音叉型の振動片であり、所定の電圧が印加されたときに振動するものである。この圧電振動片4は、平行に配置された一对の振動腕部10、11と、前記一对の振動腕部10、11の基端側を一体的に固定する基部12と、一对の振動腕部10、11の外表面上に形成されて一对の振動腕部10、11を振動させる第1の励振電極13と第2の励振電極14とからなる励振電極15と、第1の励振電極13及び第2の励振電極14に電氣的に接続されたマウント電極16、17とを有している。また、本実施形態の圧電振動片4は、一对の振動腕部10、11の両主面上に、前記振動腕部10、11の長手方向に沿ってそれぞれ形成された溝部18を備えている。この溝部18は、振動腕部10、11の基端側から略中間付近まで形成されている。

[0017] 第1の励振電極13と第2の励振電極14とからなる励振電極15は、一对の振動腕部10、11を互いに接近又は離間する方向に所定の共振周波数で振動させる電極であり、一对の振動腕部10、11の外表面に、それぞれ電氣的に切り離された状態でパターンニングされて形成されている。具体的には、図7に示すように、第1の励振電極13が、一方の振動腕部10の溝部18上と他方の振動腕部11の両側面上とに主に形成され、第2の励振電極14が、一方の振動腕部10の両側面上と他方の振動腕部11の溝部18上とに主に形成されている。

[0018] また、第1の励振電極13及び第2の励振電極14は、図5及び図6に示すように、基部12の両主面上において、それぞれ引き出し電極19、20を介してマウント電極16、17に電氣的に接続されている。そして圧電振動片4は、このマウント電極16、17を介して電圧が印加されるようになっている。なお、上述した励振電極15、マウント電極16、17及び引き出し電極19、20は、例えば、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、アルミニウム(Al)やチタン(Ti)等の導電性膜の被膜により形成されたものである。

[0019] また、一对の振動腕部10、11の先端側には、自身の振動状態を所定の周波数の範囲内で振動するように調整(周波数調整)を行うために、重り金属膜21が被膜され

ている。なお、この重り金属膜21は、周波数を粗く調整する際に使用される粗調膜21aと、微小に調整する際に使用される微調膜21bとに分かれている。これら粗調膜21a及び微調膜21bを利用して周波数調整を行うことで、一对の振動腕部10、11の周波数をデバイスの公称周波数の範囲内に収めることができる。

[0020] このように構成された圧電振動片4は、図3及び図4に示すように、金等のバンプBを利用して、ベース基板2の上面にバンプ接合されている。より具体的には、ベース基板2の上面にパターニングされた後述する引き回し電極36、37上に形成された2つのバンプB上に、一对のマウント電極16、17がそれぞれ接触した状態でバンプ接合されている。これにより、圧電振動片4は、ベース基板2の上面から浮いた状態で支持されると共に、マウント電極16、17と引き回し電極36、37とがそれぞれ電氣的に接続された状態となっている。なお、圧電振動片4の接合方法はバンプ接合に限定されるものではない。例えば、導電性接着剤により圧電振動片4を接合しても構わない。但し、バンプ接合することで、圧電振動片4をベース基板2の上面から浮かすことができ、振動に必要な最低限の振動ギャップを自然と確保することができる。よって、バンプ接合することが好ましい。

[0021] 上記リッド基板3は、ガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明の絶縁基板であり、図1、図3及び図4に示すように、板状に形成されている。そして、ベース基板2が接合される接合面側には、圧電振動片4が収まる矩形状の凹部3aが形成されている。この凹部3aは、両基板2、3が重ね合わされたときに、圧電振動片4を収容するキャビティCとなるキャビティ用の凹部である。そして、リッド基板3は、この凹部3aをベース基板2側に対向させた状態で前記ベース基板2に対して陽極接合されている。なお、ベース基板2とリッド基板3との接合方法は、陽極接合に限られたものではない。但し、陽極接合することで、両基板2、3を強固に接合できるので好ましい。

[0022] 上記ベース基板2は、リッド基板3と同様にガラス材料、例えばソーダ石灰ガラスからなる透明な絶縁基板であり、図1～図4に示すように、リッド基板3に対して重ね合わせ可能な大きさに板状に形成されている。このベース基板2には、前記ベース基板2を貫通する一对のスルーホール30、31が形成されている。この際、一对のスルーホール30、31は、キャビティC内に収まるように形成されている。より詳しく説明すると、

本実施形態のスルーホール30、31は、マウントされた圧電振動片4の基部12側に一方のスルーホール30が位置し、振動腕部10、11の先端側に他方のスルーホール31が位置するように形成されている。そして、これら一対のスルーホール30、31には、前記スルーホール30、31を埋めるように形成された一対の貫通電極32、33が形成されている。これら貫通電極32、33は、図3に示すように、スルーホール30、31を完全に塞いでキャビティC内の気密を維持していると共に、後述する外部電極38、39と引き回し電極36、37とを導通させる役割を担っている。

[0023] ベース基板2の上面側(リッド基板3が接合される接合面側)には、図1～図4に示すように、レーザ照射されることでキャビティC内の真空度を向上させるゲッター材(調整膜)34と、陽極接合用の接合膜35と、一対の引き回し電極36、37とがパターンニングされている。なお、接合膜35及び一対の引き回し電極36、37は、導電性材料(例えば、アルミニウム)で形成されている。

[0024] ゲッター材34は、平面視したときに一対の振動腕部10、11の近傍に隣接した状態で、前記振動腕部10、11の長手方向に沿って基端側から先端側まで延在するように、アルミニウム等で形成されている。より具体的には、ゲッター材34は、図2及び図4に示すように一対の振動腕部10、11の外側面側で、かつ、一対の振動腕部10、11の中心軸Lを介して対称な位置に形成されている。

[0025] また、接合膜35は、リッド基板3に形成された凹部3aの周囲を囲むようにベース基板2の周縁に沿って形成されている。

[0026] また、一対の引き回し電極36、37は、一対の貫通電極32、33のうち、一方の貫通電極32と圧電振動片4の一方のマウント電極16とを電氣的に接続すると共に、他方の貫通電極33と圧電振動片4の他方のマウント電極17とを電氣的に接続するようにパターンニングされている。より詳しく説明すると、一方の引き回し電極36は、圧電振動片4の基部12の真下に位置するように一方の貫通電極32の真上に形成されている。また、他方の引き回し電極37は、一方の引き回し電極36に隣接した位置から、振動腕部10、11に沿って前記振動腕部10、11の先端側に引き回された後、他方の貫通電極33の真上に位置するように形成されている。

[0027] そして、これら一対の引き回し電極36、37上にそれぞれバンプBが形成されており

、前記バンプBを利用して圧電振動片4がマウントされている。これにより、圧電振動片4の一方のマウント電極16が、一方の引き回し電極36を介して一方の貫通電極32に導通し、他方のマウント電極17が、他方の引き回し電極37を介して他方の貫通電極33に導通するようになっている。

[0028] また、ベース基板2の下面には、図1、図3及び図4に示すように、一对の貫通電極32、33に対してそれぞれ電氣的に接続される外部電極38、39が形成されている。つまり、一方の外部電極38は、一方の貫通電極32及び一方の引き回し電極36を介して圧電振動片4の第1の励振電極13に電氣的に接続されている。また、他方の外部電極39は、他方の貫通電極33及び他方の引き回し電極37を介して、圧電振動片4の第2の励振電極14に電氣的に接続されている。

[0029] このように構成された圧電振動子1を作動させる場合には、ベース基板2に形成された外部電極38、39に対して、所定の駆動電圧を印加する。これにより、圧電振動片4の第1の励振電極13及び第2の励振電極14からなる励振電極15に電流を流すことができ、一对の振動腕部10、11を接近・離間させる方向に所定の周波数で振動させることができる。そして、この一对の振動腕部10、11の振動を利用して、時刻源、制御信号のタイミング源やリファレンス信号源等として利用することができる。

[0030] (圧電振動子の製造方法)

次に、上述した圧電振動子1を、図8に示すフローチャートを参照しながら、ベース基板用ウエハ(ベース基板)40とリッド基板用ウエハ(リッド基板)50とを利用して一度に複数製造する製造方法について以下に説明する。なお、本実施形態では、ウエハ状の基板を利用して圧電振動子1を一度に複数製造するが、これに限られたものではなく、予めベース基板2及びリッド基板3の外形に寸法を合わせたものを加工して、一度に一つのみ製造する等しても構わない。

[0031] 初めに、圧電振動片作製工程を行って図5～図7に示す圧電振動片4を作製する(S10)。具体的には、まず水晶のランバート原石を所定の角度でスライスして一定の厚みのウエハとする。続いて、このウエハをラッピングして粗加工した後、加工変質層をエッチングで取り除き、その後ポリッシュ等の鏡面研磨加工を行って、所定の厚みのウエハとする。続いて、ウエハに洗浄等の適切な処理を施した後、前記ウエハをフ

フォトリソグラフィ技術によって圧電振動片4の外形形状でパターニングすると共に、金属膜の成膜及びパターニングを行って、励振電極15、引き出し電極19、20、マウント電極16、17、重り金属膜21を形成する。これにより、複数の圧電振動片4を作製することができる。

[0032] また、圧電振動片4を作製した後、共振周波数の粗調を行っておく。これは、重り金属膜21の粗調膜21aにレーザ光を照射して一部を蒸発させ、重量を変化させることで行う。なお、共振周波数をより高精度に調整する微調に関しては、マウント後に行う。これについては、後に説明する。

[0033] 次に、後にリッド基板3となるリッド基板用ウエハ50を、陽極接合を行う直前の状態まで作製する第1のウエハ作製工程を行う(S20)。まず、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のリッド基板用ウエハ50を形成する(S21)。次いで、図9に示すように、リッド基板用ウエハ50の接合面に、エッチング等により行列方向にキャビティ用の凹部3aを複数形成する凹部形成工程を行う(S22)。この時点で、第1のウエハ作製工程が終了する。

[0034] 次に、上記工程と同時或いは前後のタイミングで、後にベース基板2となるベース基板用ウエハ40を、陽極接合を行う直前の状態まで作製する第2のウエハ作製工程を行う(S30)。まず、ソーダ石灰ガラスを所定の厚さまで研磨加工して洗浄した後に、エッチング等により最表面の加工変質層を除去した円板状のベース基板用ウエハ40を形成する(S31)。

[0035] 次いで、ベース基板用ウエハ40に、一対の貫通電極32、33を複数形成する貫通電極形成工程を行う(S32)。具体的には、まず、一対のスルーホール30、31を、サンドブラスト法やプレス加工等の方法で複数形成する。そして、これら複数の一対のスルーホール30、31内に、一対の貫通電極32、33を形成する。この一対の貫通電極32、33により、一対のスルーホール30、31を封止すると共に、ベース基板用ウエハ40の上面側と下面側との間の電気導通性が確保される。

[0036] 次に、ベース基板用ウエハ40の上面にアルミニウム等をパターニングして、ベース基板用ウエハ40にゲッター材34を形成する調整膜形成工程を行う(S33)。この際、

ゲッター材34を、平面視したときに一对の振動腕部10、11の近傍に隣接した状態で、前記振動腕部10、11の長手方向に沿って基端側から先端側まで延在すると共に、一对の振動腕部10、11の外側面側で、かつ、一对の振動腕部10、11の中心軸L(図2参照)を介して対称な位置に形成する。

[0037] そして、図10及び図11に示すように、ベース基板用ウエハ40の上面に導電性材料をパターンニングして、接合膜35を形成する接合膜形成工程を行う(S34)と共に、各一对の貫通電極32、33にそれぞれ電氣的に接続された引き回し電極36、37を複数形成する引き回し電極形成工程を行う(S35)。なお、図10及び図11に示す点線Mは、後に行う切断工程で切断する切断線を図示している。これらの工程を行うことで、第2のウエハ作成工程が終了する。

[0038] なお、図8では、調整膜形成工程(S33)、接合膜形成工程(S34)、引き回し電極形成工程(S35)を工程順序としているが、順序に制約はなく、また全工程を同時に行っても構わない。いずれの工程順序であっても、同一の作用効果を奏することができる。よって、必要に応じて適宜、工程順序を変更して構わない。

[0039] 次に、ベース基板用ウエハ40とリッド基板用ウエハ50とを接合する接合工程を行う(S40)。この接合工程について詳しく説明すると、初めに、作製した複数の圧電振動片4を、それぞれ引き回し電極36、37を介してベース基板用ウエハ40の上面に接合するマウント工程を行う(S41)。まず、一对の引き回し電極36、37上にそれぞれ金等のバンプBを形成する。そして、圧電振動片4の基部12をバンプB上に載置した後、バンプBを所定温度に加熱しながら圧電振動片4をバンプBに押し付ける。これにより、圧電振動片4は、バンプBに機械的に支持されると共に、マウント電極16、17と引き回し電極36、37とが電氣的に接続された状態となる。よって、この時点で圧電振動片4の一对の励振電極15は、一对の貫通電極32、33に対してそれぞれ導通した状態となる。なお、圧電振動片4はバンプ接合されるため、ベース基板用ウエハ40の上面から浮いた状態で支持される。

[0040] 圧電振動片4のマウントが終了した後、ベース基板用ウエハ40に対してリッド基板用ウエハ50を重ね合わせる重ね合わせ工程を行う(S42)。具体的には、図示しない基準マーク等を指標としながら、両ウエハ40、50を正しい位置にアライメントする。こ

れにより、マウントされた圧電振動片4が、ベース基板用ウエハ40に形成された凹部3aと両ウエハ40、50とで囲まれるキャビティC内に收容された状態となる。

[0041] 重ね合わせ工程後、重ね合わせた2枚のウエハ40、50を図示しない陽極接合装置に入れ、所定の温度雰囲気です定の電圧を印加して陽極接合する(S43)。具体的には、接合膜35とリッド基板用ウエハ50との間に所定の電圧を印加する。すると、接合膜35とリッド基板用ウエハ50との界面に電気化学的な反応が生じ、両者がそれぞれ強固に密着して陽極接合される。これにより、圧電振動片4をキャビティC内に封止することができ、ベース基板用ウエハ40とリッド基板用ウエハ50とが接合した図12に示すウエハ体60を得ることができる。なお、図12においては、図面を見易くするために、ウエハ体60を分解した状態を図示しており、ベース基板用ウエハ40から接合膜35の図示を省略している。なお、図12に示す点線Mは、後に行う切断工程で切断する切断線を図示している。この陽極接合を行うことで、接合工程が終了する。

[0042] そして、上述した陽極接合が終了した後、ベース基板用ウエハ40の下面に導電性材料をパターンニングして、一对の貫通電極32、33にそれぞれ電氣的に接続された一对の外部電極38、39を複数形成する外部電極形成工程を行う(S50)。この工程により、外部電極38、39を利用してキャビティC内に封止された圧電振動片4を作動させることができる。

[0043] 次に、キャビティC内に封止された圧電振動片4を振動させて直列共振抵抗値を計測しながら、ゲッター材34にレーザ光を照射して蒸発させ、キャビティC内の真空度を一定レベル以上に調整するゲッタリング工程を行う(S60)。ここで、一定レベルとは、それ以上真空度を向上させても、直列共振抵抗値に大きな変動がない状態を意味する。これにより、適正な直列共振抵抗値を確保することができる。

[0044] 具体的に説明すると、ベース基板用ウエハ40の下面に形成された一对の外部電極38、39に電圧を印加して圧電振動片4を振動させる。そして、直列共振抵抗値を計測しながらベース基板用ウエハ40を通して(外部電極38、39が形成されている面側から)レーザ光を照射し、ゲッター材34を加熱して蒸発させる。これにより、適正の直列共振抵抗値を確保することができる。なお、レーザ光をゲッター材34に照射する際は、レーザ光源装置を固定した状態で、ベース基板用ウエハ40を移動させて、ゲ

ッター材34の所望の位置にレーザ光を照射する。

[0045] また、ゲッターリング工程では、キャビティC内の真空度を調整すると同時に、ゲッター材34を利用して、周波数を計測しながら前記周波数を目標値近傍の近似範囲内に調整する。このゲッターリング工程時の周波数の調整方法について説明すると、初めに、ゲッター材34は、平面視したときに一对の振動腕部10、11の外側面側で、かつ、一对の振動腕部10、11の中心軸L(図2参照)を介して対称な位置に形成されている。したがって、ゲッター材34を加熱して蒸発させると、加熱位置の近傍に位置する振動腕部10、11の側面に局所的に蒸着する。この際、ゲッター材34が蒸着した位置が、振動腕部10、11の基端側であれば周波数は高くなる傾向にあり、先端側であれば周波数は低くなる傾向にある。よって、ゲッター材34の加熱位置を変更することで、周波数を増減させることができる。したがって、近似範囲と実際に計測した周波数との差に応じてゲッター材34の加熱位置を決定すると共に、振動腕部10、11の側面に蒸発したゲッター材34を局所的に蒸着させることで、振動腕部10、11の振動特性を変化させることができる。つまり、ゲッターリングと同時に、一对の振動腕部10、11の周波数を目標値近傍の近似範囲内に調整することができる。

[0046] 例えば、周波数が近似範囲より低い場合は、図13に示すように、一对の振動腕部10、11の基端側(例えば、図13において1点鎖線で示す範囲)のゲッター材34を加熱すればよい。これにより、周波数を高め、周波数を近似範囲に近づけることができる。このように、ゲッターリング工程を行うことで、適正の直列共振抵抗値を確保することができると共に、周波数を近似範囲内に収まるように予め追い込んでおくことができる。なお、キャビティC内の真空度に関しては、ゲッター材34の加熱位置に左右されることがない。

[0047] さらに、本実施形態では、ゲッター材34に対してレーザ光を照射する際に、一对の振動腕部10、11のそれぞれに対応するように形成された一对のゲッター材34、34において、一对の振動腕部10、11の中心軸Lを介して対称な位置にレーザ光を照射するようにした。具体的には、ゲッター材34にレーザ光を照射すると、図14に示すように、ゲッター材34にレーザ照射痕41が残り、その部分のゲッター材34が蒸発し、一对の振動腕部10、11の外側の側面10a、11aに蒸着する。本実施形態のように、

レーザ光を中心軸Lを介して対称な位置に照射することにより、側面10a、11aに蒸着するゲッター材34の位置および量を略均一にすることができる。したがって、このように形成された圧電振動子1は、安定した振動特性が得られ、振動漏れを軽減することができる。

[0048] 次に、引き続き周波数を計測しながら重り金属膜21の微調膜21bをレーザ等で加熱して、近似範囲内の周波数を微調して目標値に近づける微調工程を行う(S70)。これにより、圧電振動片4の周波数を、公称周波数の所定範囲内に収まるように微調整することができる。

[0049] 周波数の微調が終了後、接合されたウエハ体60を図12に示す切断線Mに沿って切断して小片化する切断工程を行う(S80)。その結果、互いに陽極接合されたベース基板2とリッド基板3との間に形成されたキャビティC内に圧電振動片4が封止された、図1に示す2層構造式表面実装型の圧電振動子1を一度に複数製造することができる。

[0050] なお、切断工程(S80)を行って個々の圧電振動子1に小片化した後に、ゲッタリング工程(S60)及び微調工程(S70)を行う工程順序でも構わない。但し、上述したように、ゲッタリング工程(S60)及び微調工程(S70)を先に行うことで、ウエハ体60の状態で微調を行うことができるため、複数の圧電振動子1をより効率良く微調することができる。よって、スループットの向上化を図ることができるので好ましい。

[0051] その後、内部の電気特性検査を行う(S90)。即ち、圧電振動片4の共振周波数、共振抵抗値、ドライブレベル特性(共振周波数及び共振抵抗値の励振電力依存性)等を測定してチェックする。また、絶縁抵抗特性等を併せてチェックする。そして、最後に圧電振動子1の外観検査を行って、寸法や品質等を最終的にチェックする。これをもって圧電振動子1の製造が終了する。

[0052] 本実施形態によれば、ゲッタリング工程において、一対のゲッター材34、34における中心軸Lを介して対称な位置にレーザ光を照射してゲッター材34の一部を蒸発させることにより、一対の振動腕部10、11の側面10a、11aに蒸着するゲッター材34を略均一にすることができる。特に、振動腕部10、11の長手方向におけるゲッタリング位置によって振動腕部10、11の振動特性は変化するが、中心軸Lを介して対称な

位置にゲッタリングすることで一对の振動腕部10、11の振動特性を一致させることができる。したがって、ゲッタリング工程後も安定した振動特性が得られ、振動漏れを軽減することができる。結果として、歩留まりを向上することができる。

[0053] (発振器)

次に、本発明に係る発振器の一実施形態について、図15を用いて説明する。

本実施形態の発振器100は、図15に示すように、圧電振動子1を、集積回路101に電氣的に接続された発振子として構成したものである。この発振器100は、コンデンサ等の電子部品102が実装された基板103を備えている。基板103には、発振器用の上記集積回路101が実装されており、この集積回路101の近傍に、圧電振動子1が実装されている。これら電子部品102、集積回路101及び圧電振動子1は、図示しない配線パターンによってそれぞれ電氣的に接続されている。なお、各構成部品は、図示しない樹脂によりモールドされている。

[0054] このように構成された発振器100において、圧電振動子1に電圧を印加すると、前記圧電振動子1内の圧電振動片4が振動する。この振動は、圧電振動片4が有する圧電特性により電気信号に変換されて、集積回路101に電気信号として入力される。入力された電気信号は、集積回路101によって各種処理がなされ、周波数信号として出力される。これにより、圧電振動子1が発振子として機能する。

また、集積回路101の構成を、例えば、RTC(リアルタイムクロック)モジュール等を要求に応じて選択的に設定することで、時計用単機能発振器等の他、当該機器や外部機器の動作日や時刻を制御したり、時刻やカレンダー等を提供したりする機能を付加することができる。

[0055] 上述したように、本実施形態の発振器100によれば、加熱による負荷の蓄積を軽減しながら、より高精度に周波数の微調を行うことで高品質化されたと共に、ゲッタリング及び微調を効率よく行うことで安定した振動特性を有する圧電振動子1を備えているため、発振器100自体も同様に作動の信頼性を高めて高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な周波数信号を得ることができる。

[0056] (電子機器)

次に、本発明に係る電子機器の一実施形態について、図16を用いて説明する。なお、電子機器として、上述した圧電振動子1を有する携帯情報機器110を例にして説明する。本実施形態の携帯情報機器110は、例えば、携帯電話に代表されるものであり、従来技術における腕時計を発展、改良したものである。外観は腕時計に類似し、文字盤に相当する部分に液晶ディスプレイを配し、この画面上に現在の時刻等を表示させることができるものである。また、通信機として利用する場合には、手首から外し、バンドの内側部分に内蔵されたスピーカ及びマイクロフォンによって、従来技術の携帯電話と同様の通信を行うことが可能である。しかしながら、従来の携帯電話と比較して、格段に小型化及び軽量化されている。

[0057] 次に、本実施形態の携帯情報機器110の構成について説明する。この携帯情報機器110は、図16に示すように、圧電振動子1と、電力を供給するための電源部111とを備えている。電源部111は、例えば、リチウム二次電池からなっている。この電源部111には、各種制御を行う制御部112と、時刻等のカウントを行う計時部113と、外部との通信を行う通信部114と、各種情報を表示する表示部115と、それぞれの機能部の電圧を検出する電圧検出部116とが並列に接続されている。そして、電源部111によって、各機能部に電力が供給されるようになっている。

[0058] 制御部112は、各機能部を制御して音声データの送信及び受信、現在時刻の計測や表示等、システム全体の動作制御を行う。また、制御部112は、予めプログラムが書き込まれたROMと、前記ROMに書き込まれたプログラムを読み出して実行するCPUと、前記CPUのワークエリアとして使用されるRAM等とを備えている。

[0059] 計時部113は、発振回路、レジスタ回路、カウンタ回路及びインターフェース回路等を内蔵する集積回路と、圧電振動子1とを備えている。圧電振動子1に電圧を印加すると圧電振動片4が振動し、前記振動が水晶の有する圧電特性により電気信号に変換されて、発振回路に電気信号として入力される。発振回路の出力は二値化され、レジスタ回路とカウンタ回路とにより計数される。そして、インターフェース回路を介して、制御部112と信号の送受信が行われ、表示部115に、現在時刻や現在日付或いはカレンダー情報等が表示される。

[0060] 通信部114は、従来の携帯電話と同様の機能を有し、無線部117、音声処理部11

8、切替部119、増幅部120、音声入出力部121、電話番号入力部122、着信音発生部123及び呼制御メモリ部124を備えている。

無線部117は、音声データ等の各種データを、アンテナ125を介して基地局と送受信のやりとりを行う。音声処理部118は、無線部117又は増幅部120から入力された音声信号を符号化及び複号化する。増幅部120は、音声処理部118又は音声入出力部121から入力された信号を、所定のレベルまで増幅する。音声入出力部121は、スピーカやマイクロフォン等からなり、着信音や受話音声を増大したり、音声を集音したりする。

[0061] また、着信音発生部123は、基地局からの呼び出しに応じて着信音を生成する。切替部119は、着信時に限って、音声処理部118に接続されている増幅部120を着信音発生部123に切り替えることによって、着信音発生部123において生成された着信音が増幅部120を介して音声入出力部121に出力される。なお、呼制御メモリ部124は、通信の発着呼制御に係るプログラムを格納する。また、電話番号入力部122は、例えば、0から9の番号キー及びその他のキーを備えており、これら番号キー等を押下することにより、通話先の電話番号等が入力される。

[0062] 電圧検出部116は、電源部111によって制御部112等の各機能部に対して加えられている電圧が、所定の値を下回った場合に、その電圧降下を検出して制御部112に通知する。このときの所定の電圧値は、通信部114を安定して動作させるために必要な最低限の電圧として予め設定されている値であり、例えば、3V程度となる。電圧検出部116から電圧降下の通知を受けた制御部112は、無線部117、音声処理部118、切替部119及び着信音発生部123の動作を禁止する。特に、消費電力の大きな無線部117の動作停止は、必須となる。更に、表示部115に、通信部114が電池残量の不足により使用不能になった旨が表示される。

[0063] 即ち、電圧検出部116と制御部112とによって、通信部114の動作を禁止し、その旨を表示部115に表示することができる。この表示は、文字メッセージであっても良いが、より直感的な表示として、表示部115の表示面の上部に表示された電話アイコンに、×(バツ)印を付けるようにしても良い。なお、通信部114の機能に係る部分の電源を、選択的に遮断することができる電源遮断部126を備えることで、通信部114の

機能をより確実に停止することができる。

[0064] 上述したように、本実施形態の携帯情報機器110によれば、加熱による負荷の蓄積を軽減しながら、より高精度に周波数の微調を行うことで高品質化されたと共に、ゲッタリング及び微調を効率よく行うことで安定した振動特性を有する圧電振動子1を備えているため、携帯情報機器110自体も同様に作動の信頼性を高めて高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定した高精度な時計情報を表示することができる。

[0065] (電波時計)

次に、本発明に係る電波時計の一実施形態について、図17を用いて説明する。

本実施形態の電波時計130は、図17に示すように、フィルタ部131に電氣的に接続された圧電振動子1を備えたものであり、時計情報を含む標準の電波を受信して、正確な時刻に自動修正して表示する機能を備えた時計である。

[0066] 日本国内には、福島県(40kHz)と佐賀県(60kHz)とに、標準の電波を送信する送信所(送信局)があり、それぞれ標準電波を送信している。40kHz若しくは60kHzのような長波は、地表を伝播する性質と、電離層と地表とを反射しながら伝播する性質とを併せもつため、伝播範囲が広く、上述した2つの送信所で日本国内を全て網羅している。

[0067] 以下、電波時計130の機能的構成について詳細に説明する。

アンテナ132は、40kHz若しくは60kHzの長波の標準電波を受信する。長波の標準電波は、タイムコードと呼ばれる時刻情報を、40kHz若しくは60kHzの搬送波にAM変調をかけたものである。受信された長波の標準電波は、アンプ133によって増幅され、複数の圧電振動子1を有するフィルタ部131によって濾波、同調される。本実施形態における圧電振動子1は、上記搬送周波数と同一の40kHz及び60kHzの共振周波数を有する水晶振動子部138、139をそれぞれ備えている。

[0068] 更に、濾波された所定周波数の信号は、検波、整流回路134により検波復調される。続いて、波形整形回路135を介してタイムコードが取り出され、CPU136でカウントされる。CPU136では、現在の年、積算日、曜日、時刻等の情報を読み取る。読み取られた情報は、RTC137に反映され、正確な時刻情報が表示される。搬送波は、

40kHz若しくは60kHzであるから、水晶振動子部138、139は、上述した音叉型の構造を持つ振動子が好適である。

[0069] なお、上述の説明は、日本国内の例で示したが、長波の標準電波の周波数は、海外では異なっている。例えば、ドイツでは77.5kHzの標準電波が用いられている。従って、海外でも対応可能な電波時計130を携帯機器に組み込む場合には、さらに日本の場合とは異なる周波数の圧電振動子1を必要とする。

[0070] 上述したように、本実施形態の電波時計130によれば、加熱による負荷の蓄積を軽減しながら、より高精度に周波数の微調を行うことで高品質化されたと共に、ゲッタリング及び微調を効率よく行うことで安定した振動特性を有する圧電振動子1を備えているため、電波時計130自体も同様に作動の信頼性を高めて高品質化を図ることができる。さらにこれに加え、長期にわたって安定して高精度に時刻をカウントすることができる。

[0071] なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

[0072] 例えば、上記実施形態では、圧電振動子1を2層構造タイプの表面実装型の圧電振動子1としたが、これ限られず、3層構造タイプの圧電振動子でも構わない。つまり、圧電振動片4の周囲を囲む枠状部を有する圧電振動子板を利用し、前記圧電振動子板をベース基板2の上面にマウントした後、ベース基板2とリッド基板3とを前記圧電振動子板を介して接合して、圧電振動片4をキャビティ内に封止することで圧電振動子としても構わない。

[0073] また、上記実施形態では、重り金属膜21として微調膜21bを形成し、微調膜21bを加熱することで微調工程を行ったが、これに限らない。例えば、励振電極15を一對の振動腕部10、11の先端側に、粗調膜21aの近傍まで延在するように形成し、前記励振電極15の一部を加熱して、微調工程を行っても構わない。即ち、この場合は、励振電極15の一部が重り金属膜21として機能する。

[0074] また、上記実施形態では、ゲッター材34をベース基板2に形成する場合を例に挙げたが、ベース基板2とリッド基板3とのうち少なくともいずれか一方の基板に形成すればよい。つまり、リッド基板3に形成されていても構わないし、両基板2、3に形成さ

れていても構わない。

[0075] また、上記実施形態では、圧電振動片4の一例として振動腕部10、11の両面に溝部18が形成された溝付きの圧電振動片4を例に挙げて説明したが、溝部18がないタイプの圧電振動片でも構わない。但し、溝部18を形成することで、一对の励振電極15に所定の電圧を印加させたときに、一对の励振電極15間における電界効率を上げることができるため、振動損失をより抑えて振動特性をさらに向上することができる。つまり、CI値(Crystal Impedance)をさらに低くすることができ、圧電振動片4の更なる高性能化を図ることができる。この点において、溝部18を形成する方が好ましい。

[0076] また、上記実施形態では、一对の貫通電極33、34を形成したが、これに限定されるものではない。但し、ウエハを利用して圧電振動子1を製造する場合には、貫通電極33、34を形成することで、ウエハ状で個々の圧電振動片4を振動させることができるため、小片化する前にゲッターリング工程及び微調工程を行うことができる。よって、貫通電極33、34を形成することが好ましい。

[0077] また、上記実施形態では、圧電振動片4をバンプ接合したが、バンプ接合に限定されるものではない。例えば、導電性接着剤により圧電振動片4を接合しても構わない。但し、バンプ接合することで、圧電振動片4をベース基板2の上面から浮かすことができ、振動に必要な最低限の振動ギャップを自然と確保することができる。よって、バンプ接合することが好ましい。

[0078] また、上記実施形態では、レーザ光源装置を固定した状態で、ベース基板用ウエハ40を移動させて、ゲッター材34の所望の位置にレーザ光を照射する場合の説明をしたが、逆にベース基板用ウエハ40を固定して、レーザ光源装置を移動させながらゲッター材34にレーザ光を照射してもよい。

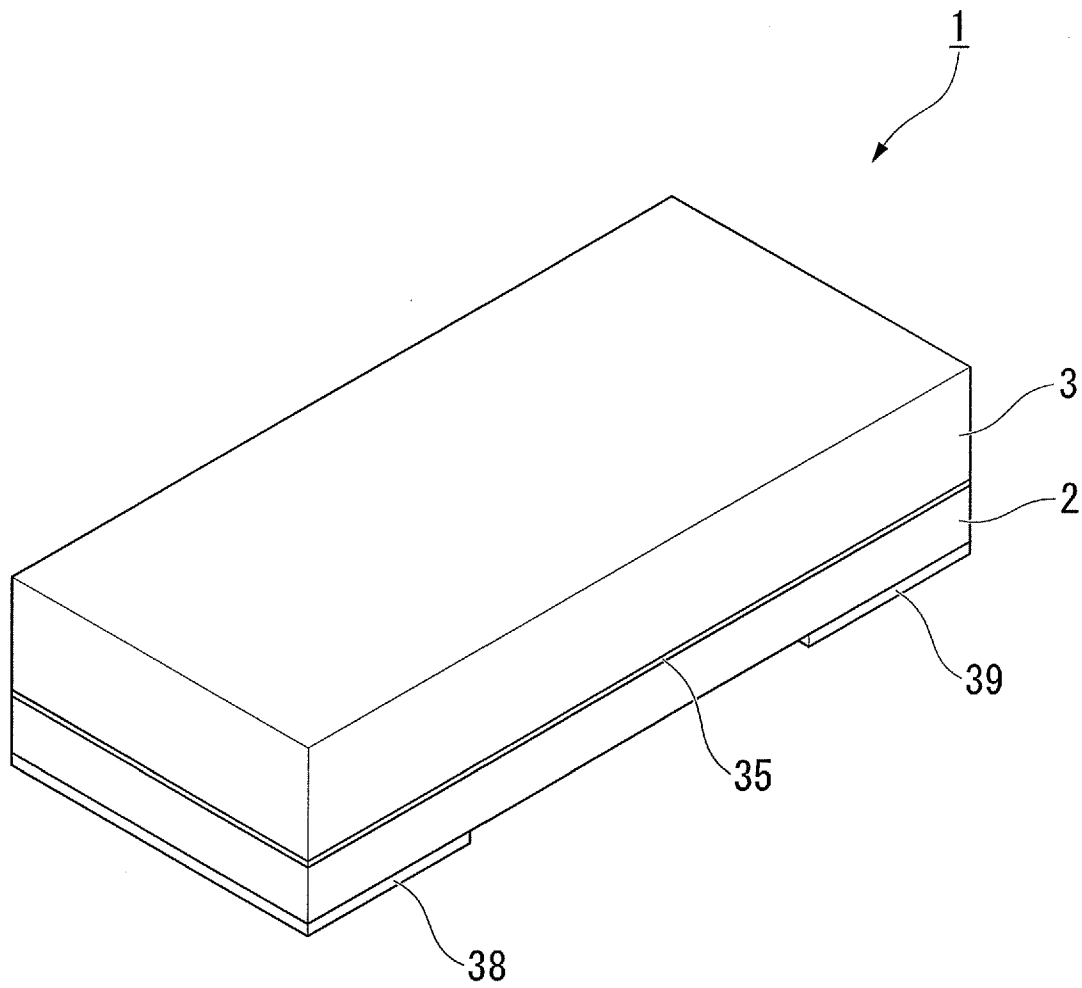
産業上の利用可能性

[0079] 本発明に係る圧電振動子の製造方法は、接合された2枚の基板の間に形成されたキャビティ内に圧電振動片が封止された表面実装型(SMD)の圧電振動子に適用できる。

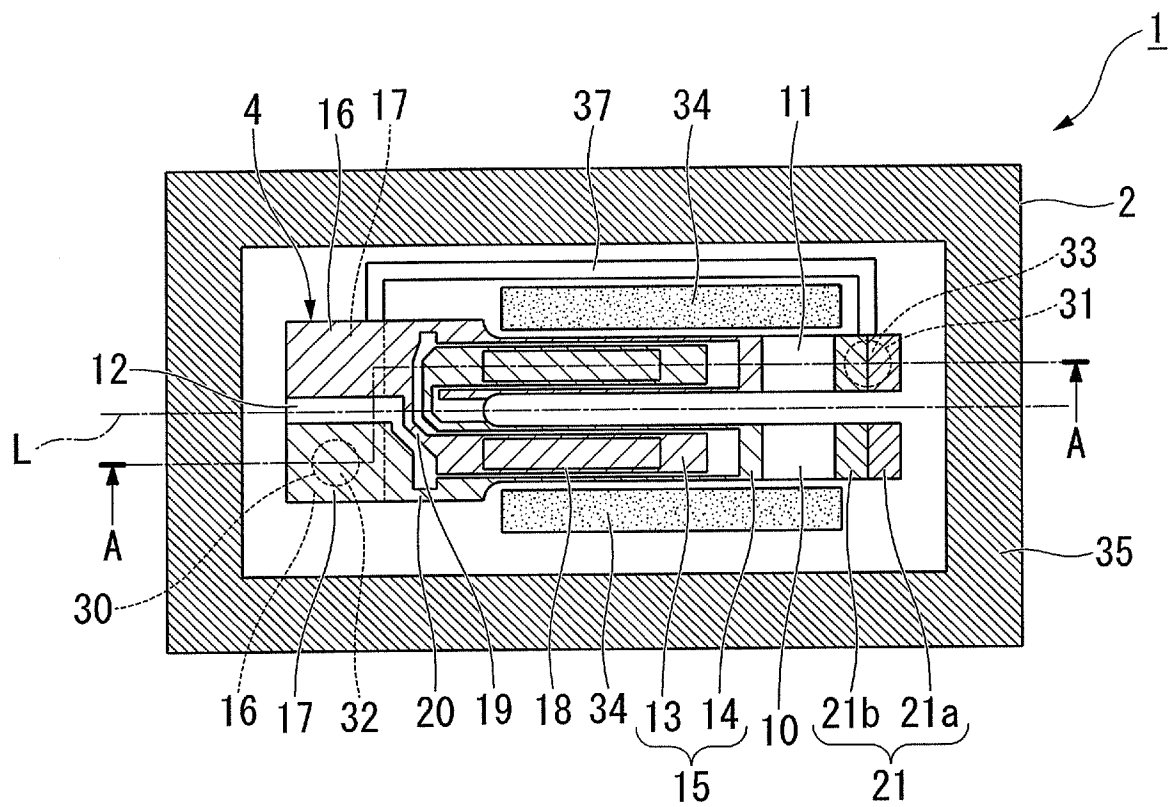
請求の範囲

- [1] 一対の振動腕部を備えた音叉型の圧電振動片と、
前記圧電振動片を収容するパッケージと、
前記一対の振動腕部のそれぞれに対応して、前記振動腕部の長手方向に沿って形成された一対の調整膜と、を備え、
前記調整膜にレーザを照射して前記調整膜の一部を蒸発させることにより前記パッケージ内の真空度を一定レベル以上に調整することが可能な圧電振動子の製造方法において、
前記一対の調整膜における前記一対の振動腕部の中心軸を介して対称な位置に前記レーザを照射するゲッタリング工程を有することを特徴とする圧電振動子の製造方法。
- [2] 一対の振動腕部を備えた音叉型の圧電振動片と、
前記圧電振動片を収容するパッケージと、
前記一対の振動腕部のそれぞれに対応して、前記振動腕部の長手方向に沿って形成された一対の調整膜と、を備え、
前記調整膜にレーザを照射して前記調整膜の一部を蒸発させることにより前記パッケージ内の真空度を向上させることが可能な圧電振動子において、
前記一対の調整膜における前記一対の振動腕部の中心軸を介して対称な位置に前記レーザの照射痕が形成されていることを特徴とする圧電振動子。
- [3] 請求項2に記載の圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴とする発振器。
- [4] 請求項2に記載の圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とする電子機器。
- [5] 請求項2に記載の圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴とする電波時計。

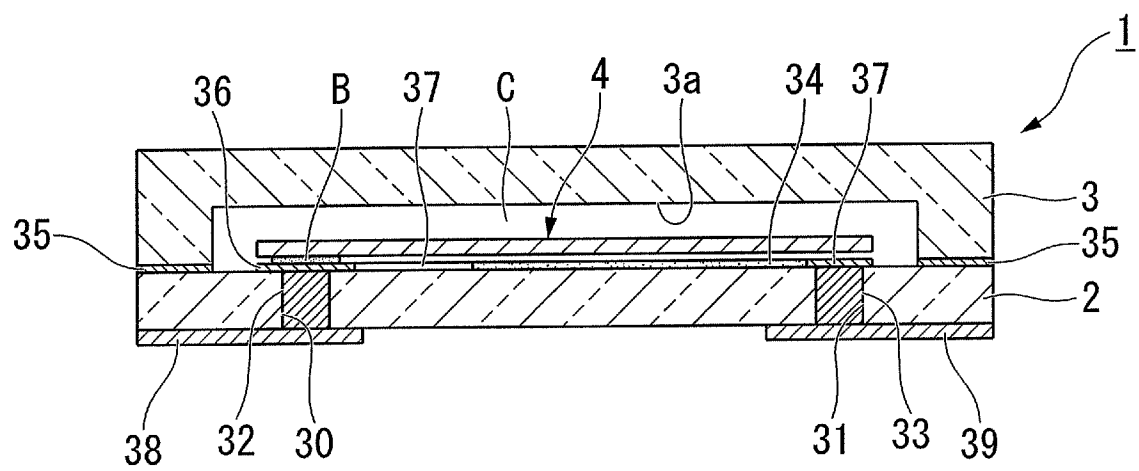
[図1]



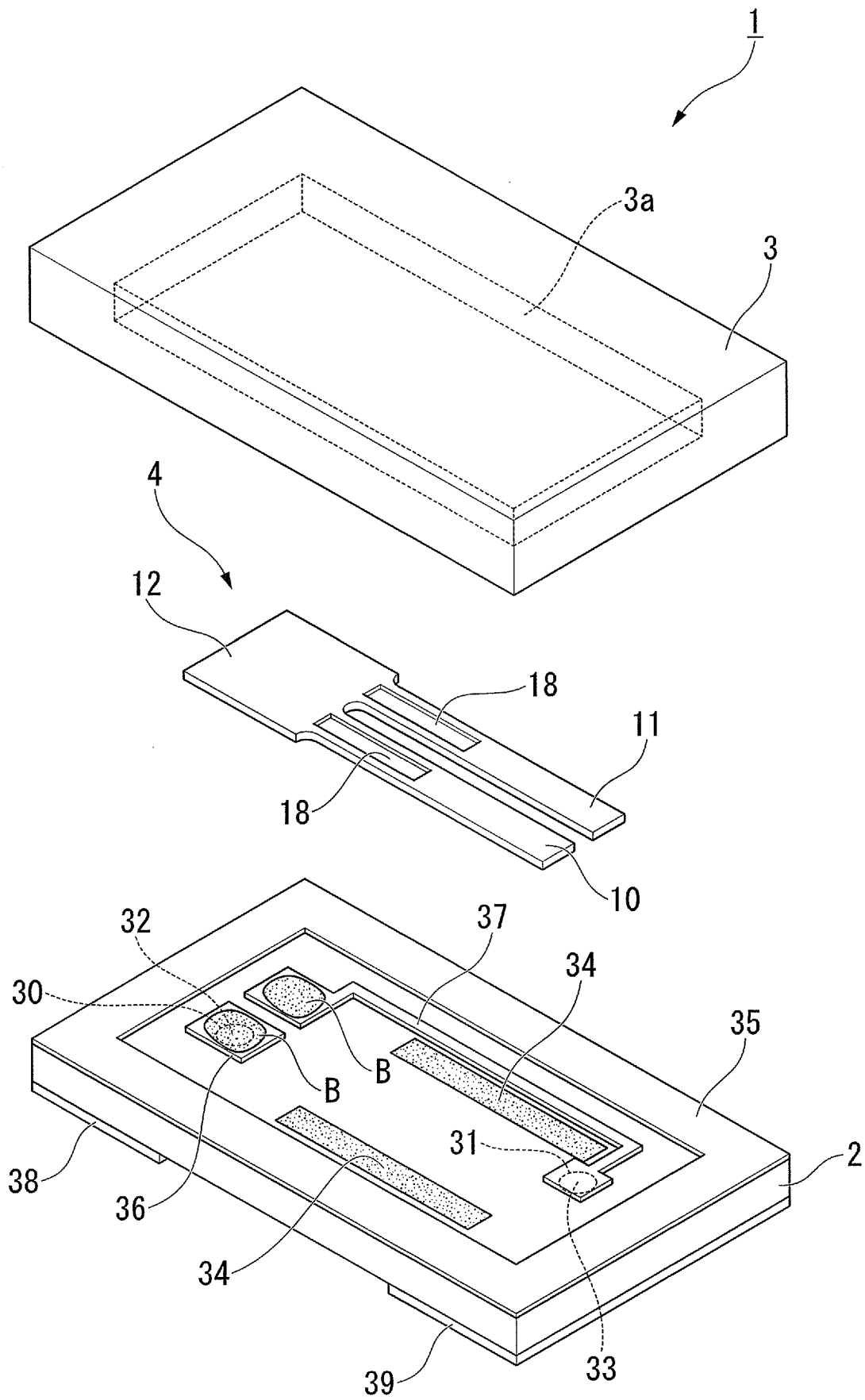
[図2]



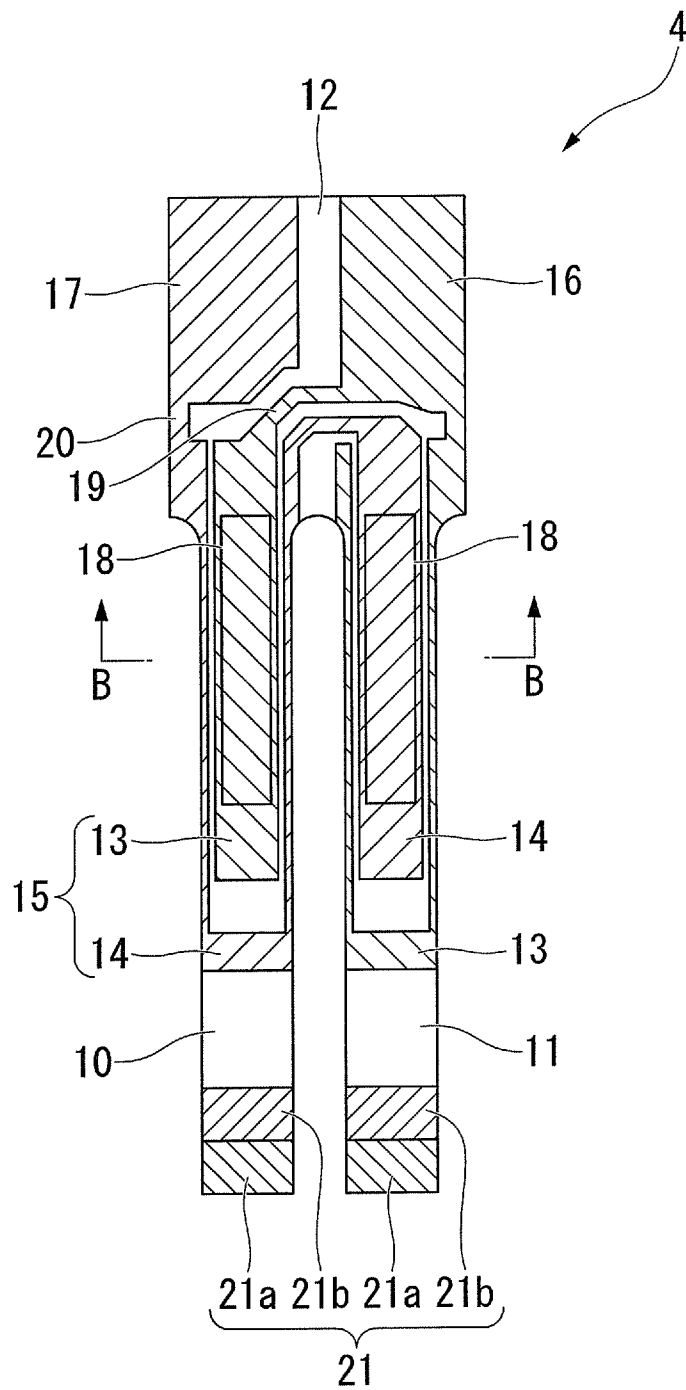
[図3]



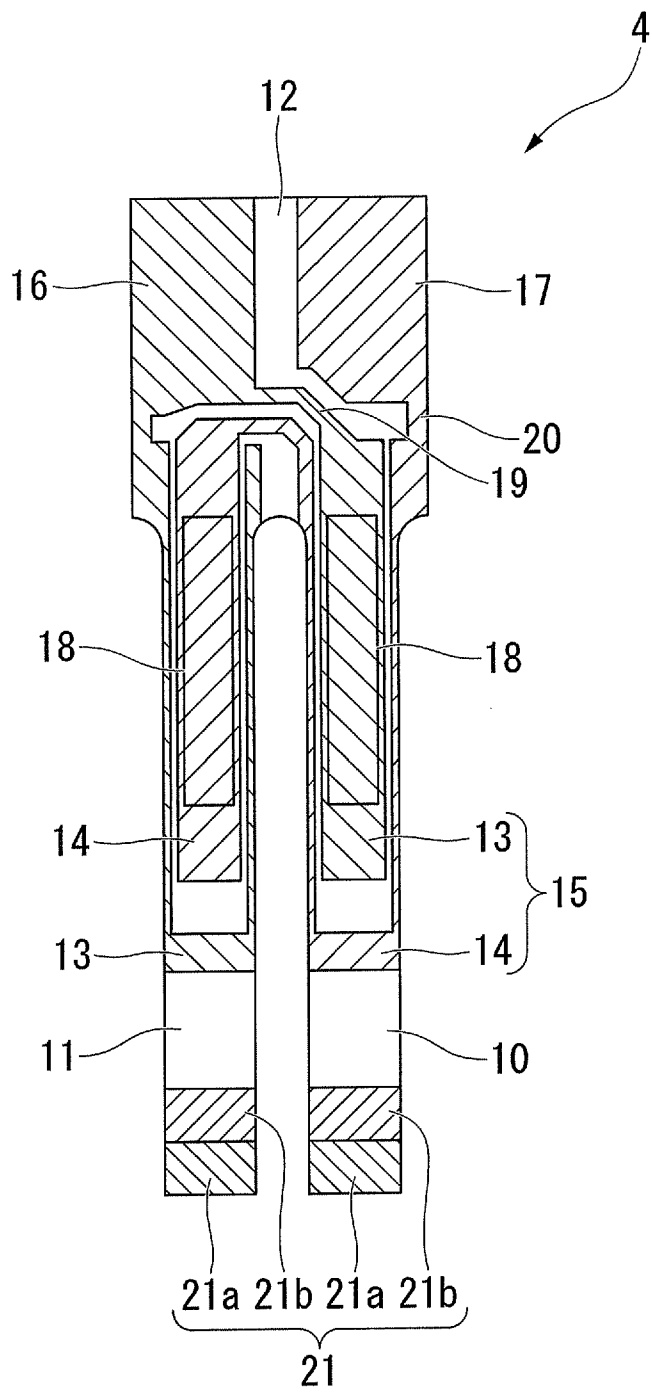
[図4]



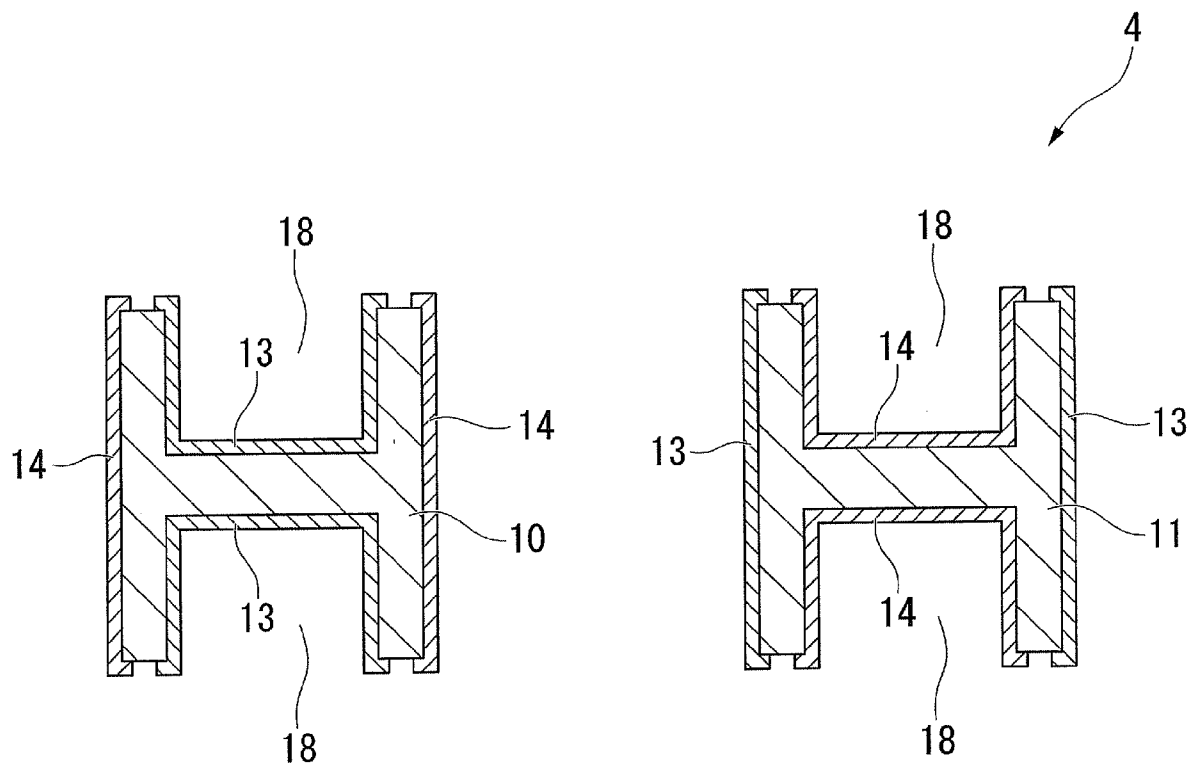
[図5]



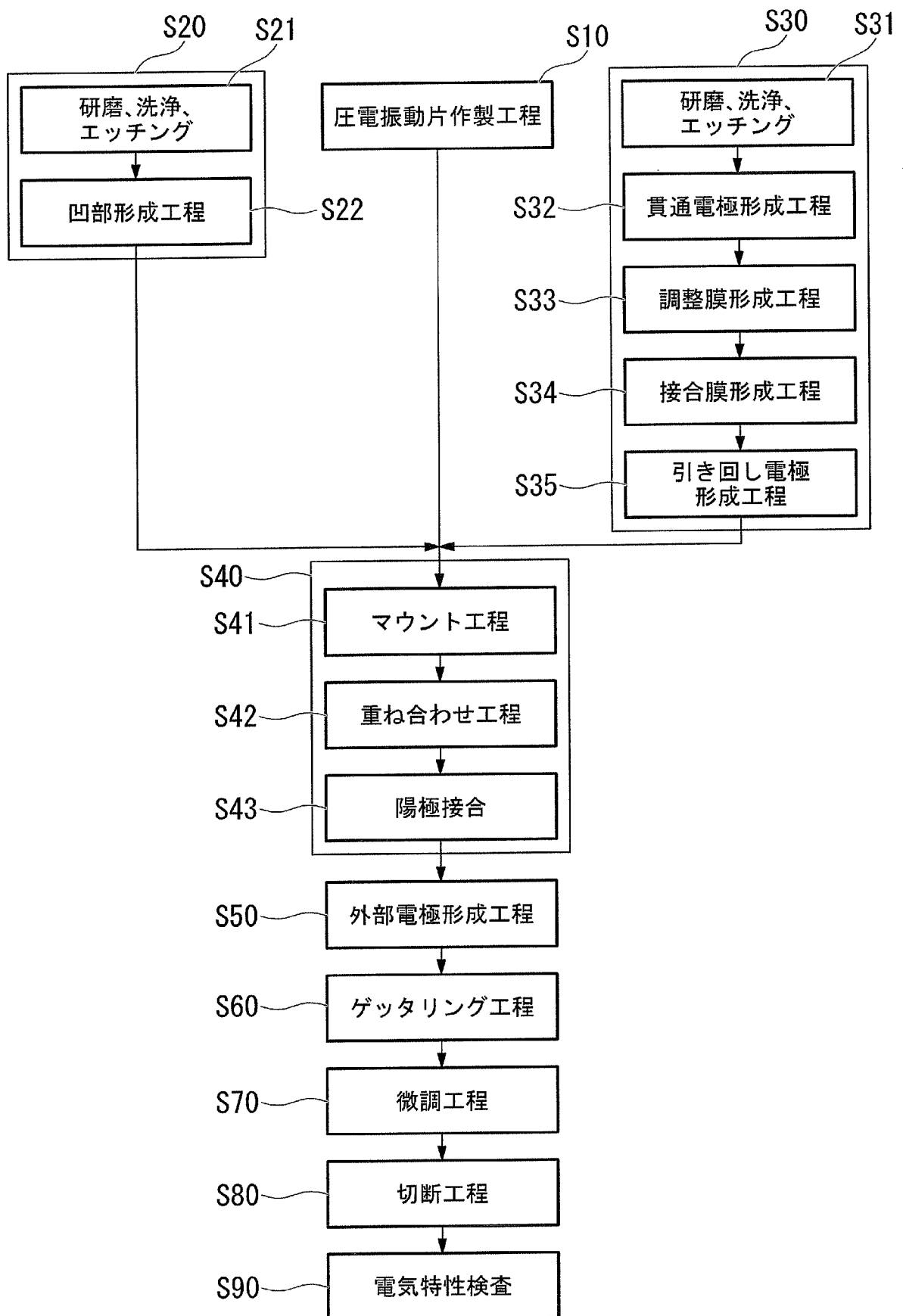
[図6]



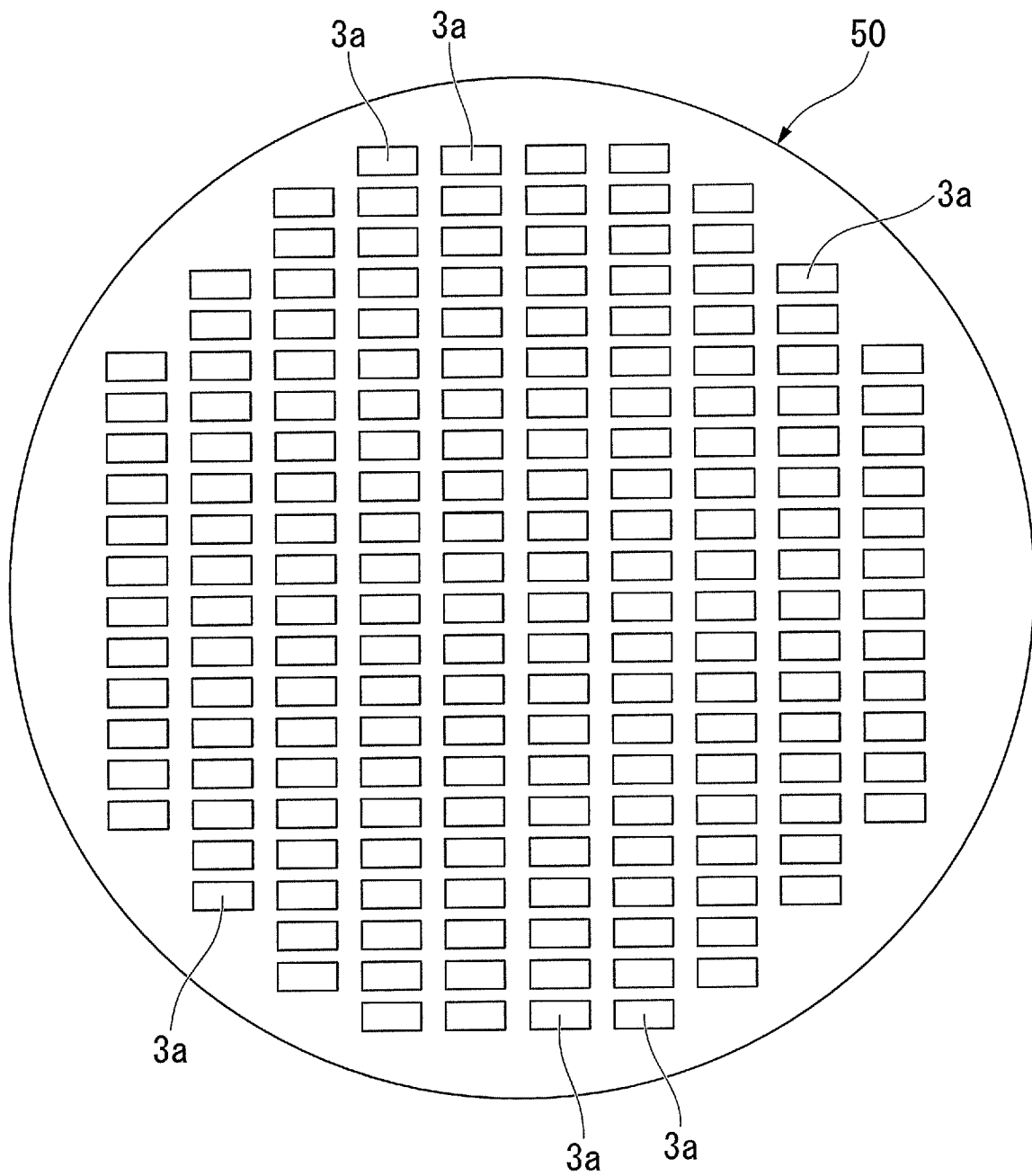
[図7]



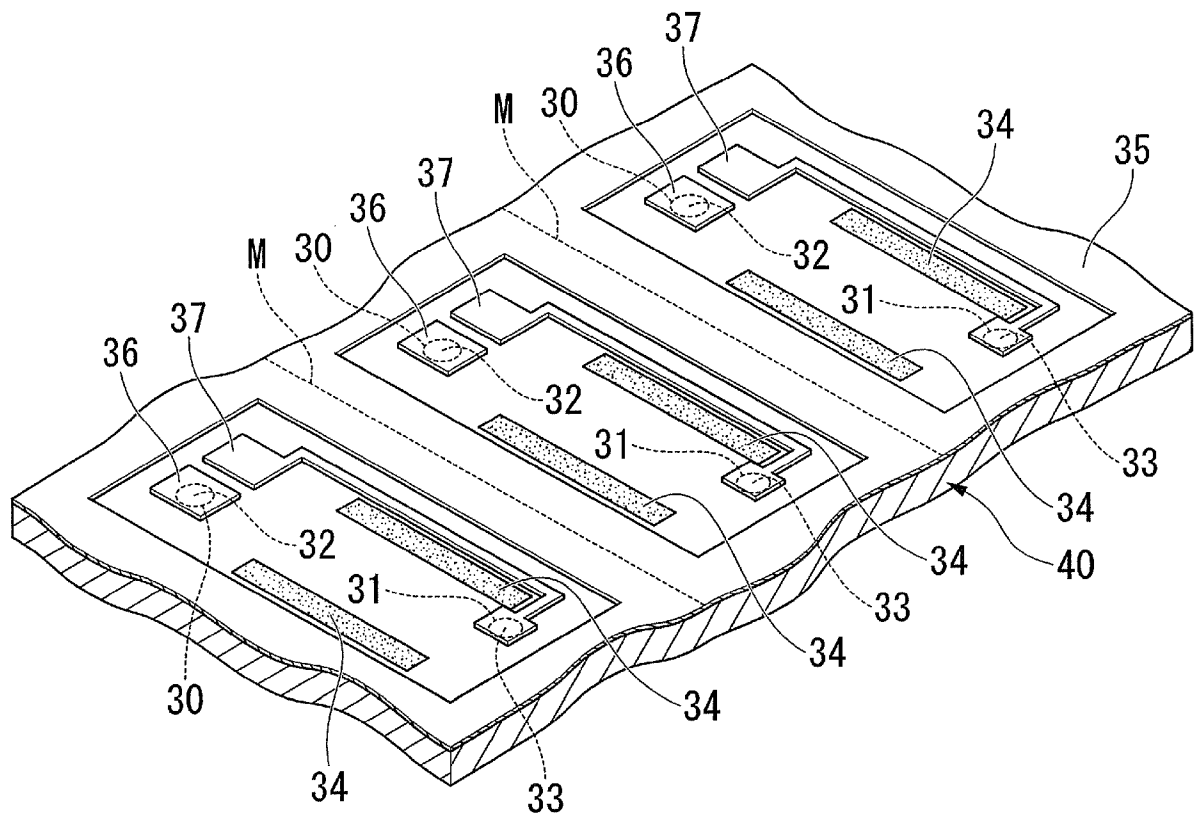
[図8]



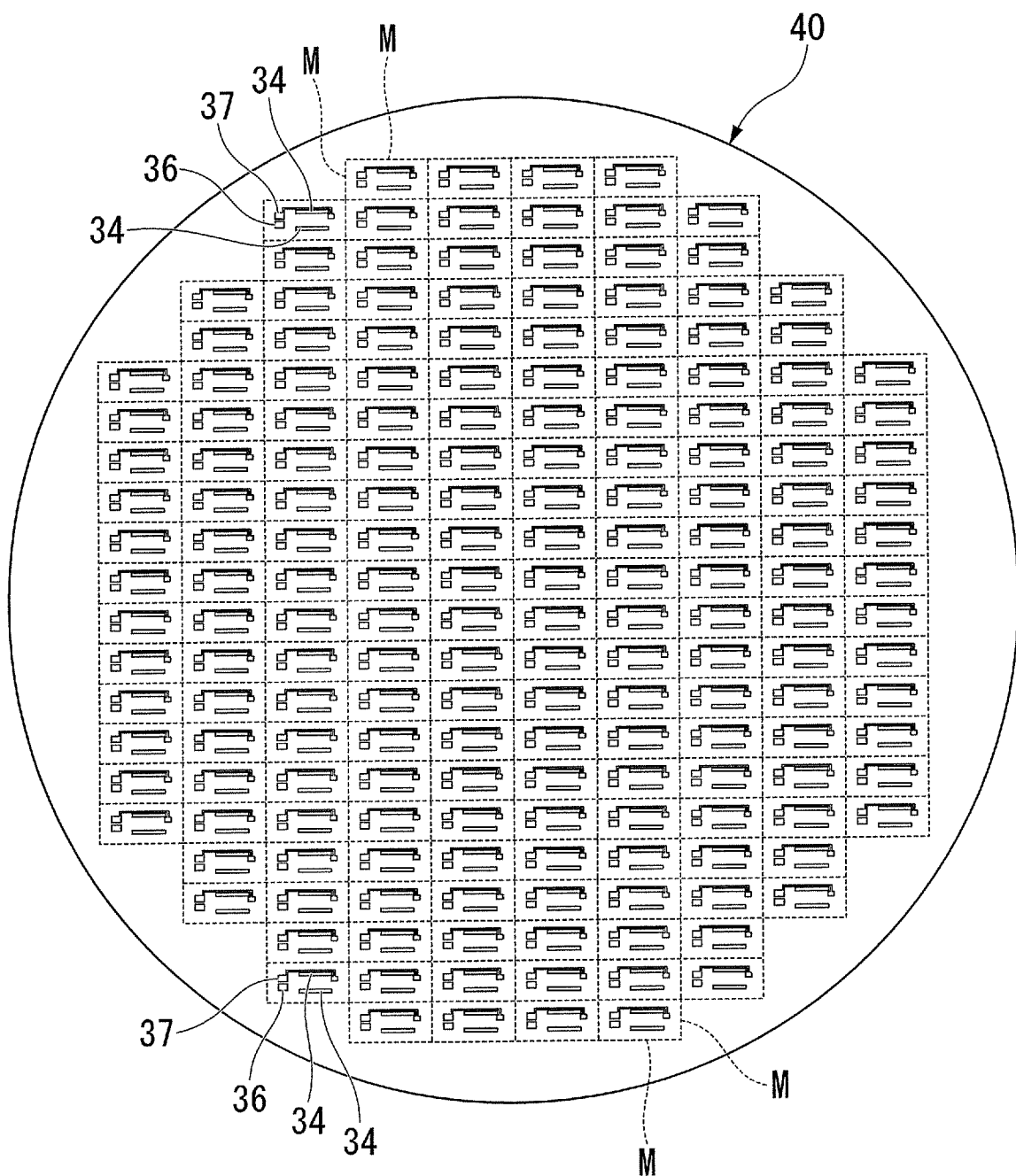
[図9]



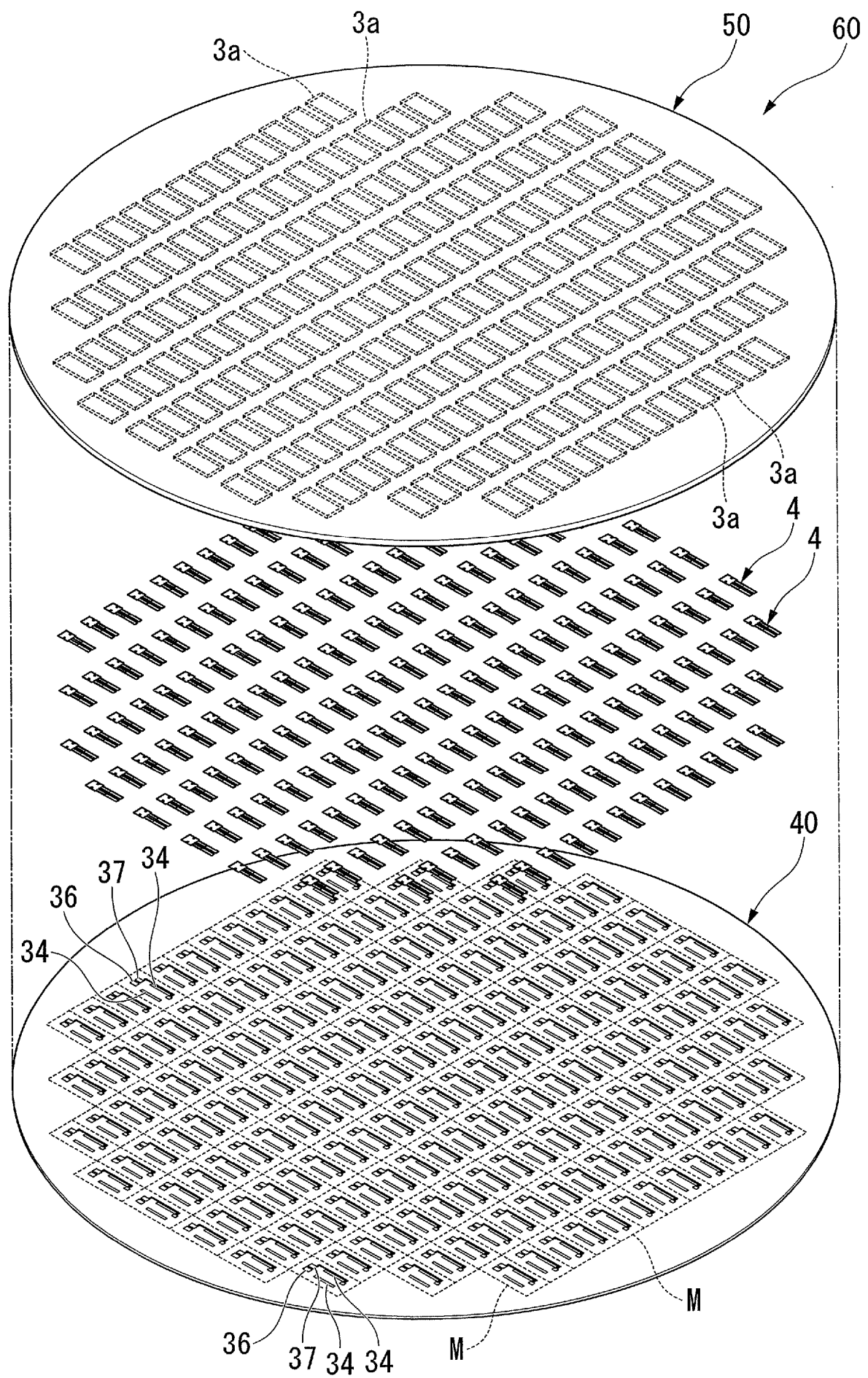
[図10]



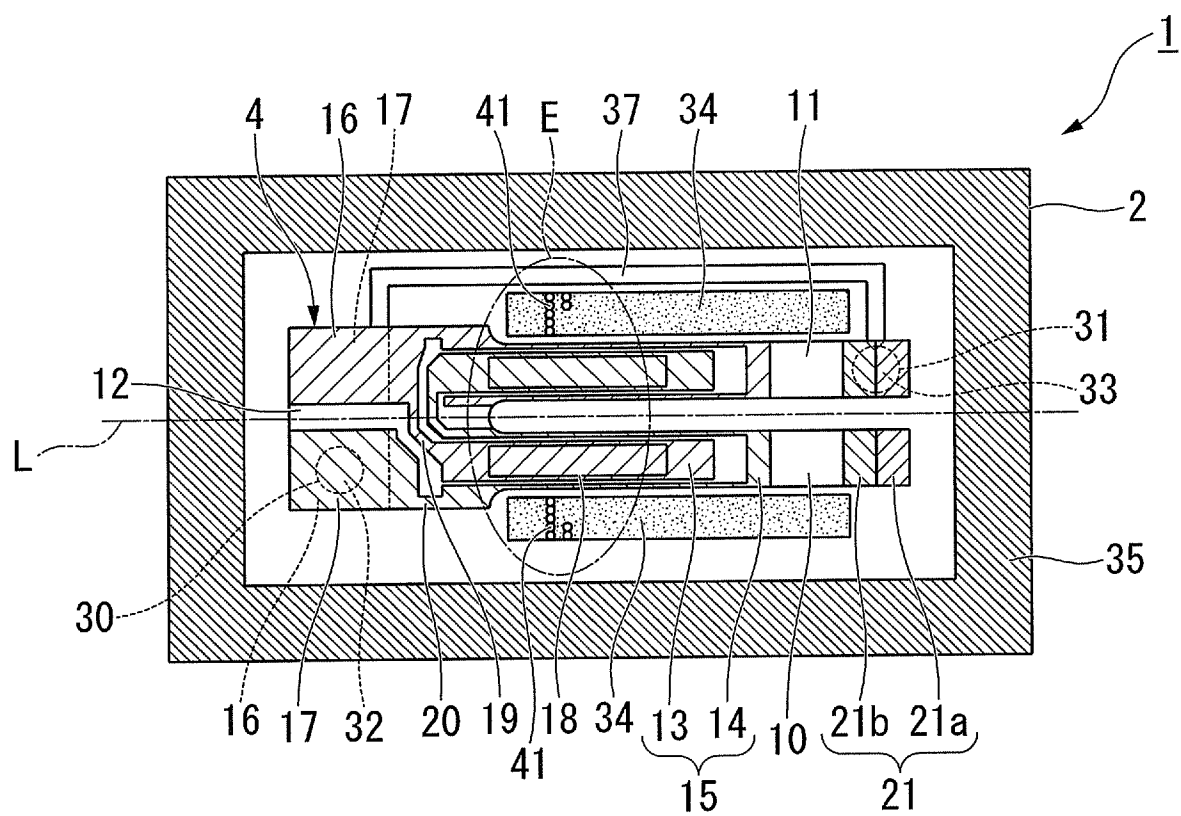
[図11]



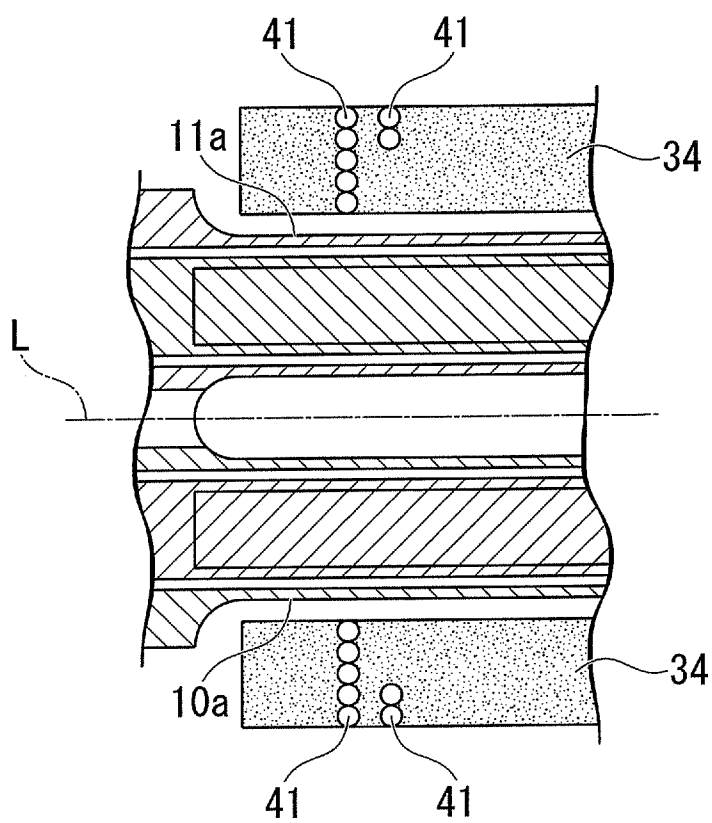
[図12]



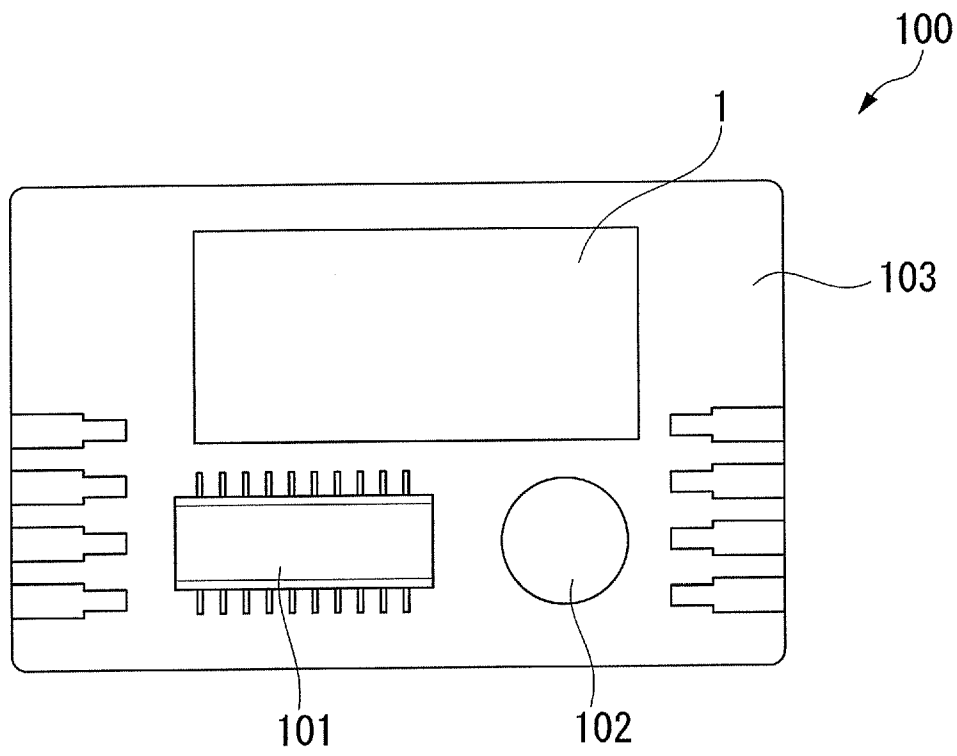
[図13]



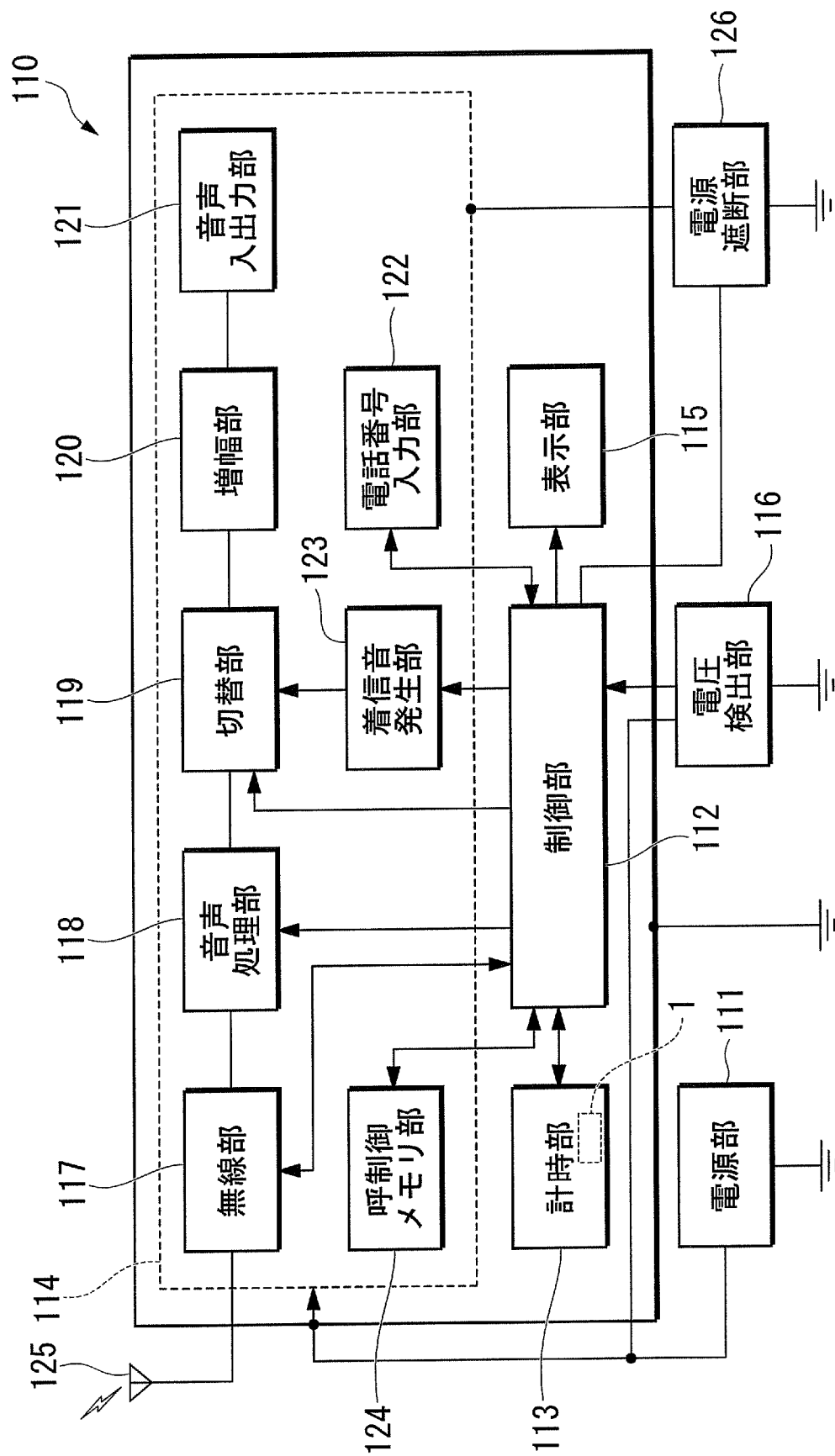
[図14]



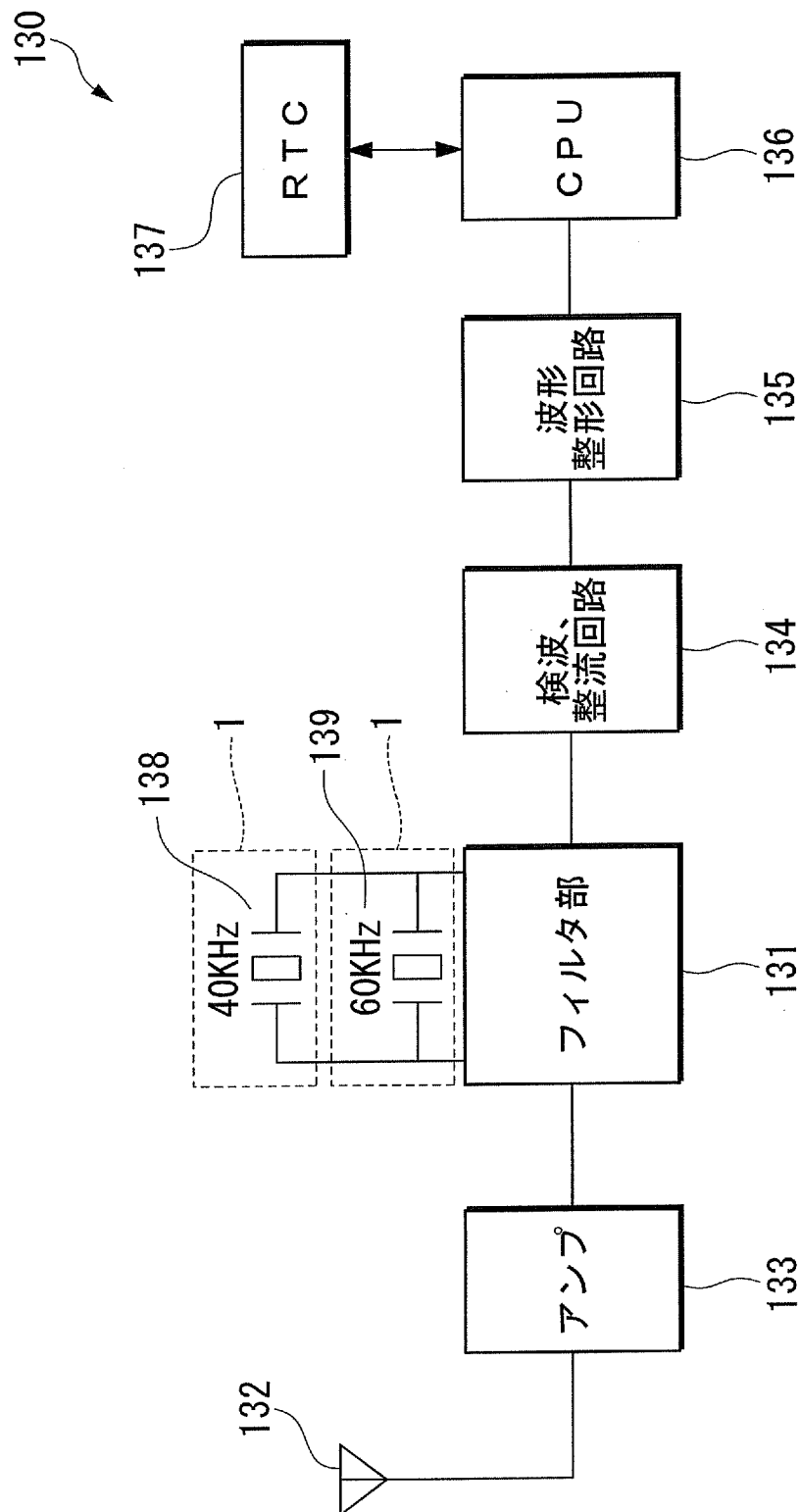
[図15]



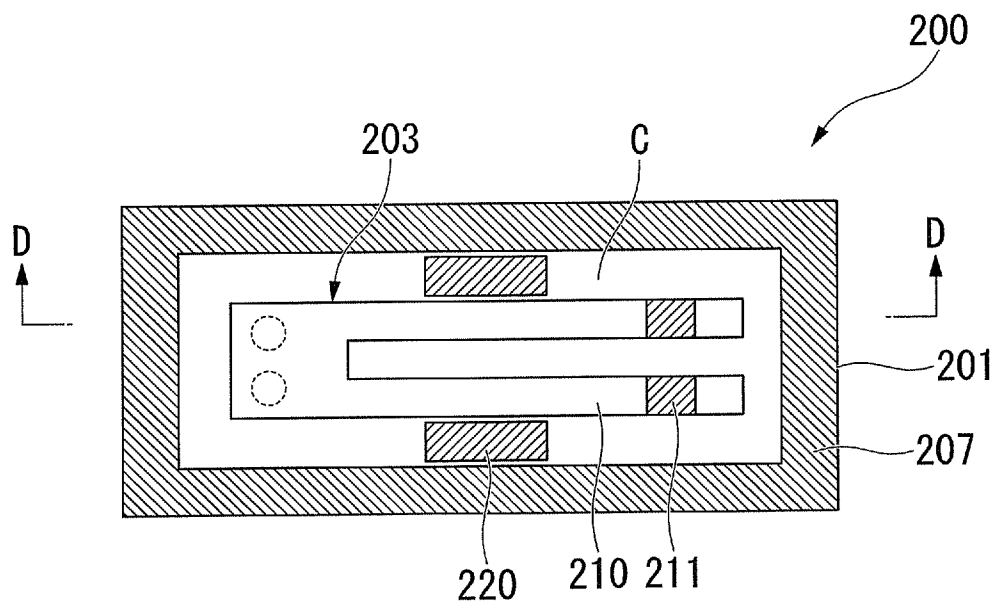
[図16]



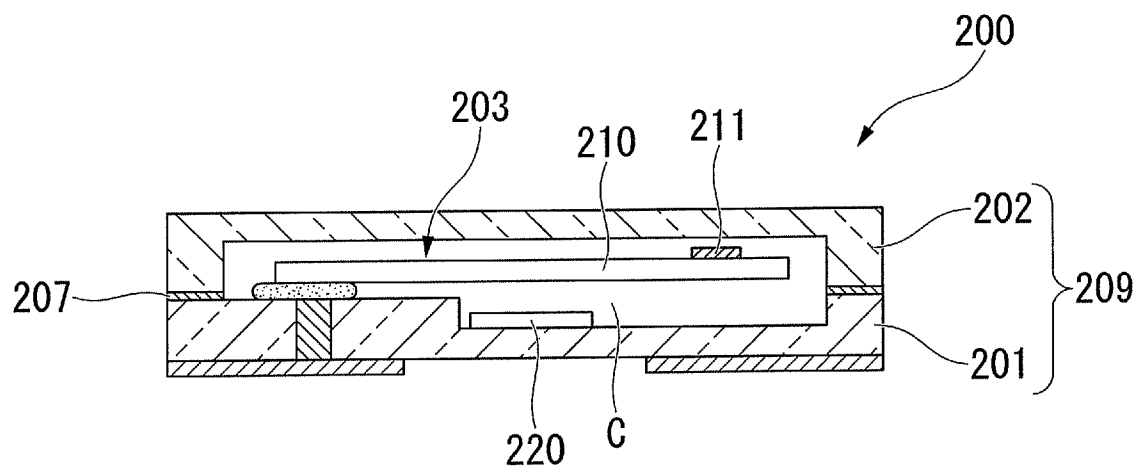
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065247

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H3/02(2006.01) i, H03H9/02(2006.01) i, H03H9/19(2006.01) i, H03H9/215
(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-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-142976 A (Seiko Instruments Inc.), 16 May, 2003 (16.05.03), Page 3, left column, line 18 to right column, line 10; Fig. 6 & US 2003/0168944 A1	1-5
A	JP 2007-251238 A (Epson Toyocom Corp.), 27 September, 2007 (27.09.07), Par. No. [0032]; Fig. 7 (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
14 November, 2008 (14.11.08)Date of mailing of the international search report
25 November, 2008 (25.11.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/065247

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 24118/1993 (Laid-open No. 81132/1994) (Citizen Watch Co., Ltd.), 15 November, 1994 (15.11.94), Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H3/02(2006.01)i, H03H9/02(2006.01)i, H03H9/19(2006.01)i, H03H9/215(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. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
X	JP 2003-142976 A（セイコーインスツルメンツ株式会社） 2003.05.16, 3 頁左欄 1 8 行目－右欄 1 0 行目, 図 6 & US 2003/0168944 A1	1-5
A	JP 2007-251238 A（エプソントヨコム株式会社） 2007.09.27, 【0 0 3 2】、図 7 (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

1 4 . 1 1 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 1 . 2 0 0 8

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）

崎間 伸洋

5 W

4 4 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 5-24118 号(日本国実用新案登録出願公開 6-81132 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (シチズン時計株式会社) 1994. 11. 15, 図 1 - 2 (ファミリーなし)	1-5