

(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11日(11.03.2010)

PCT



(10) 国際公開番号

WO 2010/026817 A1

(51) 国際特許分類:

G01C 19/56 (2006.01) *H03H 9/19* (2006.01)
G01P 9/04 (2006.01) *H03H 9/215* (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2009/060738

(22) 国際出願日: 2009年6月12日(12.06.2009)

(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 2008-224568 2008年9月2日(02.09.2008) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (*Murata Manufacturing Co., Ltd.*) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小栗 慎也 (*OGURI, Shinya*) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 多保田 純 (*TABOTABA, Jun*) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 小

池 雅人 (*KOIKE, Masato*) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 清原 友彦 (*KIYOHARA, Tomohiko*) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 岡田 全啓 (*OKADA, Masahiro*); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目2番21号 イヨビル3階 岡田特許事務所内 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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

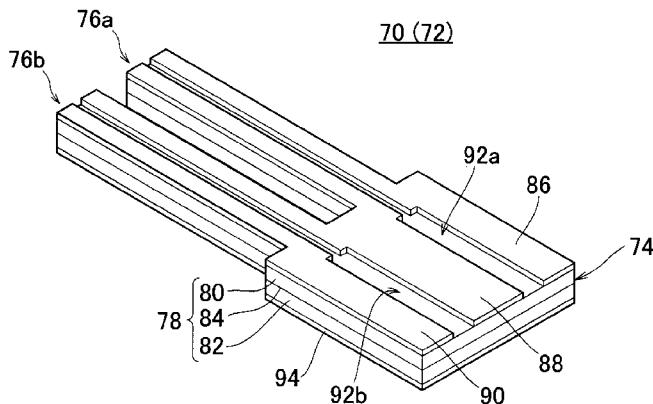
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: TUNING-FORK VIBRATOR AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME AND ANGULAR SPEED SENSOR

(54) 発明の名称: 音叉型振動子とその製造方法および角速度センサ

[図4]



(57) Abstract: Provided is a tuning-fork vibrator exhibiting good insulation reliability at the time of mounting on a circuit board, and having a high vibrator sensitivity and a high S/N ratio. A piezoelectric vibrator (70, 72) includes a tuning-fork vibrator (78) having a base (74) and legs (76a, 76b). The piezoelectric vibrator (70, 72) is formed as a laminate of two piezoelectric substrates (80, 82), an intermediate electrode (84), surface electrodes (86, 88, 90), and a whole surface electrode (94). The surface electrodes (86, 88, 90) are divided by division portions (92a, 92b) extending from the base (74) to the legs (76a, 76b). The division portions (92a, 92b) are formed wider at portions joining to a circuit board than at the other portions. The division portions (92a, 92b) are formed by dividing an electrode formed on the whole surface of a piezoelectric plate constituting the vibrator (78) by means of a dicer, or by dividing the electrode by means of laser irradiation or etching.

(57) 要約:

[続葉有]



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ 添付公開書類:

(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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

回路基板に実装する際の絶縁信頼性が良好で、かつ振動子感度が高く、S/N比の良好な音叉型振動子と、その効率的な製造方法を得る。圧電振動子70, 72は、基台部74と脚部76a, 76bとを有する音叉型の振動体78を含む。また、圧電振動子70, 72は、2つの圧電体基板80, 82、中間電極84、表面電極86, 88, 90および全面電極94の積層体として形成される。表面電極86, 88, 90は、基台部74から脚部76a, 76bに延びる分割部92a, 92bで分割されている。回路基板との接続部分における分割部92a, 92bの幅は、他の部分における分割部92a, 92bの幅より広くなるように形成される。分割部92a, 92bは、振動体78を構成するための圧電体板上の全面に形成された電極をダイサーで分割したり、レーザー照射やエッチングによって分割することにより形成される。

明 細 書

発明の名称：音叉型振動子とその製造方法および角速度センサ 技術分野

[0001] この発明は、音叉型振動子とその製造方法および角速度センサに関し、特にたとえば、角速度センサなどに用いられて角速度を検出するために用いられる音叉型振動子とその製造方法、および音叉型振動子を用いた角速度センサに関する。

背景技術

[0002] 図11は、従来の音叉型振動子の一例を示す斜視図である。音叉型振動子1は、四角形状の基台部2aと、基台部2aの一端から平行に延びる2つの脚部2b, 2cとで構成される振動体を含む。この振動体は、2つの音叉型の圧電体基板3a, 3bを含む。これらの圧電体基板3a, 3bの間には、中間金属膜4が形成される。また、一方の圧電体基板3aの表面には、3つの電極5a, 5b, 5cが形成される。これらの電極5a, 5b, 5cは、基台部2aから2つの脚部2b, 2cに直線状に延びる2つの分割部で分割される。さらに、他方の振動体3bの表面には、全面電極6が形成される。この音叉型振動子1では、圧電体基板3a, 3bは、たとえば互いに逆向きの厚み方向に分極される。

[0003] この音叉型振動子1は、回路基板に取り付けられる。このとき、圧電体基板3a上の3つの電極5a, 5b, 5cが、導電性接着剤などによって、回路基板に形成された電極に機械的かつ電気的に接続される。ここで、圧電体基板3a上の3つの電極5a, 5b, 5cのうち、両端の電極5a, 5cと中央部の電極5bとの間に駆動回路が接続される。また、両端の電極5a, 5cは、回転角速度を検出するための検出回路に接続される。駆動回路によって、音叉型振動子1の2つの脚部2b, 2cは、開いたり閉じたりするよう振動する。このとき、2つの脚部2b, 2cは、分極方向に対して同じ向きの変位となるため、検出回路に接続された2つの電極5a, 5cから出

力される信号は同じである。したがって、検出回路で電極 5 a, 5 c の出力信号の差をとれば、これらの出力信号の差は 0 となる。

[0004] この状態で、2つの脚部 2 b, 2 c の間の中心軸を中心として回転角速度が加わると、振動方向と直交する方向にコリオリ力が働く。基本振動は、脚部 2 b, 2 c が互いに開閉する振動であるため、2つの脚部 2 b, 2 c に働くコリオリ力は逆向きとなる。そのため、脚部 2 b, 2 c は、基本振動の方向と直交する向きで、互いに逆向きとなる。そのため、脚部 2 b, 2 c は、基本振動の方向と直交する向きで、互いに逆向きに変位する。この脚部 2 b, 2 c の変位により、2つの電極 5 a, 5 c の出力信号は逆位相に変化し、検出回路で電極 5 a, 5 c の出力信号の差をとれば、回転角速度に対応した信号を得ることができる（特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第3969459号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 音叉型振動子では、駆動用および検出用として、一方の圧電体基板上に3つの電極が形成されるが、電極間の分割部の幅が狭いと、導電性接着剤などで回路基板の電極に接続する際に、導電性接着剤によって電極間が短絡する可能性が高くなり、絶縁信頼性が低下する。また、これらの電極間の分割部の幅を広くすると、脚部における電極面積が小さくなり、音叉型振動子を駆動する際の駆動効率および脚部の変位による信号の出力の効率が低下し、振動子感度が低くなってしまう、S/N 比が悪くなる。

[0007] それゆえに、この発明の主たる目的は、回路基板に実装する際の絶縁信頼性が良好で、かつ振動子感度が高く、S/N 比の良好な音叉型振動子を提供することである。

また、この発明の他の目的は、このような音叉型振動子を効率よく製造す

るための音叉型振動子の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明は、圧電体基板を含み、基台部と、基台部から平行に延びるように形成される脚部とを有する音叉型の振動体、および振動体の一方主面において基台部から前記脚部に延びて形成され、前記基台部において回路基板に接続される3つの表面電極を含み、3つの表面電極は、基台部から脚部に延びる分割部で分割され、少なくとも回路基板との接続部における分割部の幅を脚部における分割部の幅より広くした、音叉型振動子である。

少なくとも回路基板との接続部における表面電極間の分割部の幅を脚部における分割部の幅より広くすることにより、回路基板との接続部においては、導電性接着剤などによる表面電極間の短絡の可能性が小さくなり、脚部においては広い電極面積を確保することができる。

[0009] また、この発明は、上述の音叉型振動子の製造方法であって、振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と、ダイサーを用いて電極に部分的に幅の異なる分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法である。

さらに、この発明は、上述の音叉型振動子の製造方法であって、振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と、レーザー照射によって電極に部分的に幅の異なる分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法である。

また、この発明は、上述の音叉型振動子の製造方法であって、振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と、エッチングによって電極に部分的に幅の異なる分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法である。

振動体を構成するための圧電体板上に形成された電極に部分的に幅の異なる分割部を形成するために、ダイサーを用いる方法、レーザー照射による方法、エッチングによる方法などを採用することができる。たとえば、ダイサーを用いる場合、切削幅の異なるダイシングブレードを用いたり、ダイシン

グブレードを複数回電極に接触させることにより表面電極の分割幅を部分的に広くすることができる。

また、レーザー照射の場合、レーザー照射位置をコントロールすることにより、任意の幅および形状の分割部を形成することができる。

さらに、エッチングの場合、任意の形状の分割パターンを形成して、分割パターンにしたがって電極を除去することにより、寸法精度の高い表面電極の分割幅を得ることができる。

また、この発明は、上述の音叉型振動子、または上述のいずれかに記載の製造方法によって形成された音叉型振動子を含んでなる、角速度センサである。

発明の効果

[0010] この発明によれば、回路基板との接続部における表面電極間の分割部の幅を広くすることにより、導電性接着剤などによる表面電極間の短絡の可能性が低くなり、絶縁信頼性を良好にすることができる。また、音叉型振動子の脚部においては、電極面積を大きくすることができるため、音叉型振動子の駆動時における駆動効率および脚部の変形による信号の出力の効率が高くなり、振動子感度が良好となって、S/N比をよくすることができます。

さらに、この発明の方法によれば、部分的に幅の異なる分割部を容易に形成することができ、上述のような特徴を有する音叉型振動子を効率よく製造することができる。

[0011] この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明を実施するための最良の形態の説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の音叉型振動子を用いた角速度センサの一例を示す内部透視斜視図である。

[図2]図1に示す角速度センサの分解斜視図である。

[図3]図1および図2に示す角速度センサに用いられる回路基板の他方面を示す

す斜視図である。

[図4]図1および図2に示す角速度センサに用いられる本発明の音叉型振動子の一例を示す斜視図である。

[図5]図1および図2に示す角速度センサの回路を示すブロック図である。

[図6]駆動時における音叉型振動子の振動状態を示す図解図である。

[図7]回転角速度が加わったときの音叉型振動子の振動状態を示す図解図である。

[図8]図4に示す本発明の音叉型振動子の平面図である。

[図9]この発明の音叉型振動子の他の例を示す平面図である。

[図10]この発明の音叉型振動子のさらに他の例を示す平面図である。

[図11]従来の音叉型振動子の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1はこの発明の音叉型振動子を用いた角速度センサの一例を示す内部透視斜視図であり、図2はその分解斜視図である。角速度センサ10は、回路基板20を含む。回路基板20は、たとえば長方形板状などの形状に形成される。回路基板20の一方には、凹部22が形成される。凹部22は、たとえば、回路基板20の1つの角部側に片寄るような位置に形成される。なお、図2においては、凹部22は鉤形に形成されているが、後述のICが実装されうる形状であればよく、たとえば四角形状などであってもよい。

[0014] 回路基板20の凹部22内には、複数の電極24が、たとえば四角形状に並ぶように形成される。また、回路基板20の凹部22の外側において、凹部22に近接する短辺の近傍に、3つの長方形状の電極26a, 26b, 26cが並んで形成される。これらの電極26a～26cは、その長手方向が凹部22に近接する回路基板20の短辺と同じ向きとなるように配置される。さらに、回路基板20の凹部22の外側において、凹部22に近接する長辺の近傍に、3つの長方形状の電極28a, 28b, 28cが並んで形成される。これらの電極28a～28cは、その長手方向が凹部22に近接する回路基板20の長辺と同じ向きとなるように配置される。

- [0015] また、凹部22と、凹部22から離れた位置にある回路基板20の短辺との間には、複数対の対向電極30が形成される。それぞれの対向電極30は、回路基板20の長手方向において互いに対向するように形成される。そして、複数対の対向電極30が、回路基板20の短辺に沿って並ぶように配置される。さらに、これらの対向電極30と回路基板20の短辺との間に、複数の電極32が形成される。また、凹部22に近接する回路基板20の短辺の近傍に形成された電極26a～26cに隣接して、複数の電極34が形成される。これらの電極34は、凹部22から離れた回路基板20の長辺に沿って配置される。
- [0016] 回路基板20の他方面には、図3に示すように、複数の外部電極40および8つの検査用電極42a～42hが形成される。外部電極40は、回路基板20の対向する長辺に沿って並んで形成される。また、検査用電極42a～42hは、外部電極40の内側に並んで形成される。4つの検査用電極42a～42dおよび別の4つの検査用電極42e～42hは、回路基板20の対向する長辺のそれぞれに沿って形成される。8つの検査用電極42a～42hの中心点Cは、回路基板20の他方面において、角速度センサ10全体の重心に対応する位置Gに一致するように配置される。
- [0017] 回路基板20は、たとえばアルミナなどで形成される。また、回路基板20上に形成される電極24, 26a～26c, 28a～28c, 30, 32, 34, 40, 42a～42hなどは、たとえば、タンゲステンで形成された電極上にニッケルおよび金を順次メッキすることにより形成される。なお、回路基板20には、導電性を有する多数のビアホールやパターンなどの配線部材（図示せず）が形成されている。
- [0018] 回路基板20の凹部22には、IC50が嵌め込まれる。IC50は、後述の音叉型振動子を駆動し、音叉型振動子の出力信号を処理するために用いられる。IC50には、複数の外部電極（図示せず）が形成され、このIC50の外部電極が凹部22内の電極24にそれぞれ接続される。このとき、たとえば、電極24に金バンプ52が形成され、この金バンプ52によって

電極 24 と I C 50 の外部電極とが接続される。また、I C 50 は、エポキシ系接着剤などからなるアンダーフィル 54 によって、回路基板 20 に固定される。

- [0019] 回路基板 20 に形成された対向電極 30 には、チップコンデンサ 60 がそれぞれ接続される。チップコンデンサ 60 としては、たとえば積層セラミックコンデンサなどが用いられ、その両端に形成された外部電極が、半田 62 などによって対向電極 30 に接続される。
- [0020] さらに、凹部 22 の外側に形成された電極 26a～26c および電極 28a～28c には、それぞれ第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 が取り付けられる。第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 は、略長方形形状の基台部 74 と、その長手方向の一端から延びるように形成される 2 つの脚部 76a, 76b とを有する音叉型の振動体 78 を含む。これらの脚部 76a, 76b は、基台部 74 の幅方向の両端より内側において、互いに平行に延びるように形成される。
- [0021] 第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 の振動体 78 は、それぞれ、図 4 に示すように、2 つの音叉型の圧電体基板 80, 82 を含み、これらの圧電体基板 80, 82 の間に中間電極 84 が挟まれた構成を有する。圧電体基板 80, 82 は、たとえばチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) などの圧電体材料で形成され、たとえば互いに逆向きの厚み方向に分極される。
- [0022] 一方の圧電体基板 80 の表面には、3 つの表面電極 86, 88, 90 が形成される。表面電極 86, 88 は、一方の脚部 76a の幅方向の中央部において基台部 74 から脚部 76a に延びる分割部 92a で分割され、端部側の表面電極 86 は、基台部 74 から脚部 76a に延びるように形成される。また、表面電極 88, 90 は、他方の脚部 76b の幅方向の中央部において基台部 74 から脚部 76b に延びる分割部 92b で分割され、端部側の表面電極 90 は、基台部 74 から脚部 76b に延びるように形成される。さらに、中央部の表面電極 88 は、基台部 74 から両方の脚部 76a, 76b に延び

るようには形成される。ここで、表面電極 86, 88, 90 の間の分割部 92a, 92b の幅は、基台部 74 部分で広く、かつ脚部 76a, 76b 部分で狭くなるように形成される。また、他方の圧電体基板 82 の表面には、全面電極 94 が形成される。

[0023] 第 1 の音叉型振動子 70 と第 2 の音叉型振動子 72 とは、回路基板 20 の凹部 22 の外側に形成された電極 26a ~ 26c および電極 28a ~ 28c に取り付けられる。このとき、接合材 100 を用いて、2 つの音叉型振動子 70, 72 の表面電極 86, 88, 90 が、それぞれ、電極 26a, 26b, 26c および電極 28a, 28b, 28c に接続される。接合材 100 としては、たとえば異方導電性接着剤、導電性接着剤、樹脂-金属複合材料、金バンプなどが用いられる。表面電極 86, 88, 90 の間において絶縁性を確保する必要があるため、接合材 100 として、異方導電性接着剤や樹脂-金属複合材料を用いる場合には、基台部 74 において 3 つの電極 86, 88, 90 側の表面の全面に接合材 100 を付与することができるが、その他の材料を用いる場合には、それぞれの表面電極 86, 88, 90 に分割して接合材 100 を付与する必要がある。

[0024] 第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 は、ほぼ直交する向きに配置されるが、それぞれの振動が他の振動子に影響を与えないよう、異なる共振周波数を有するものが用いられる。第 1 の音叉型振動子 70 の脚部 76a, 76b は、第 2 の音叉型振動子 72 の脚部 76a, 76b より長く形成される。それにより、第 1 の音叉型振動子 70 は、第 2 の音叉型振動子 72 より低い共振周波数を有する。

[0025] 低い共振周波数を有する第 1 の音叉型振動子 70 の表面電極 86, 88, 90 は、回路基板 20 の短辺の近傍に形成された電極 26a ~ 26c に接続される。また、高い共振周波数を有する第 2 の音叉型振動子 72 の表面電極 86, 88, 90 は、回路基板 20 の長辺の近傍に形成された電極 28a ~ 28c に接続される。これらの第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 の脚部 76a, 76b は、回路基板 20 の短辺および長辺に沿つ

て、凹部24側に向かって延びるように配置される。

[0026] IC50およびチップコンデンサ60などで形成される回路の必要な部分が、電極24、対向電極30および配線部材（図示せず）を介して、回路基板20の他方面に形成された外部電極40に接続される。また、第1の音叉型振動子70および第2の音叉型振動子72の表面電極86, 88, 90は、電極26a～26c、電極28a～28cおよび配線部材（図示せず）を介して、IC50の回路に接続されるとともに、回路基板20の他方面に形成された検査用電極42a～42hに接続される。このとき、第1の音叉型振動子70および第2の音叉型振動子72の表面電極86, 88, 90は、それぞれ、2列に配置された4つの検査用電極42a～42dおよび4つの検査用電極42e～42hに接続される。

[0027] ここで、4つ並んだ一方の検査用電極42a～42dのうち、両外側の2つの検査用電極42a, 42dに第1の音叉型振動子70の中央部の表面電極88が接続され、内側の2つの検査用電極42b, 42cに第1の音叉型振動子70の両側の表面電極86, 90が接続される。また、4つ並んだ他方の検査用電極42e～42hのうち、両外側の2つの検査用電極42e, 42hに第2の音叉型振動子72の中央部の表面電極88が接続され、内側の2つの検査用電極42f, 42gに第2の音叉型振動子72の両側の表面電極86, 90が接続される。

[0028] 回路基板20の一方面上には、IC50、チップコンデンサ60、第1の音叉型振動子70および第2の音叉型振動子72を覆うようにして、キャップ110が取り付けられる。キャップ110は、たとえばアルミナや洋白などの材料で、回路基板20の外形に合わせた矩形の器状に形成される。

[0029] キャップ110を回路基板20に取り付けるために、キャップ110の端部と回路基板20との間にキャップ接着剤112が付与される。キャップ接着剤112としては、たとえばアルミナなどの絶縁性のキャップ110を取り付ける場合には、エポキシ系接着剤などが用いられ、洋白などの導電性のキャップ110を取り付ける場合には、エポキシ系接着剤およびエポキシ系

導電性接着剤などが用いられる。

- [0030] キャップ110には、防爆用の貫通孔114が形成される。貫通孔114は、第1の音叉型振動子70の基台部74に対応する位置において、キャップ110の角部の近傍に形成される。貫通孔114は、第2の音叉型振動子72の基台部74に対応する位置において、キャップ110の角部の近傍に形成されてもよい。つまり、貫通孔114は、キャップ110を180°回転させて回路基板20に取り付けても、IC50の上に配置されない位置に形成されることが好ましい。
- [0031] 次に、図5などを参照して、この角速度センサ10の回路構成について説明する。ここでは、角速度センサ10において、第1の音叉型振動子70に関連する回路構成と第2の音叉型振動子72に関連する回路構成とが同様の回路構成であるため、先に、第1の音叉型振動子70に関連する回路構成について詳しく説明し、その後に、第2の音叉型振動子72に関連する回路構成について簡単に説明する。
- [0032] 角速度センサ10において、第1の音叉型振動子70の表面電極86, 90は、電極24、26a、26cおよび配線部材（図示せず）を介して、IC50に含まれる入力バッファ200の2つの入力端に接続される。この入力バッファ200は、一方の出力端および他方の2つの出力端を有し、一方の出力端は2つの入力端に入力されている信号の和の信号を出力するためのものであり、他方の2つの出力端は2つの入力端に入力されている信号を出力するためのものである。IC50内において、入力バッファ200の一方の出力端は、信号の振幅を制御するための振幅制御回路202の入力端に接続され、振幅制御回路202の出力端は、信号の位相を適正にするための移相回路204の入力端に接続される。IC50内の移相回路204の出力端は、電極24、26bおよび配線部材（図示せず）を介して、第1の音叉型振動子70の表面電極88に接続される。このようにして、第1の音叉型振動子70には、駆動用の帰還ループが形成される。なお、第1の音叉型振動子70の表面電極86, 88, 90は、上述のように、4つの検査用電極4

2 a ~ 4 2 d の所定のものにそれぞれ接続されている。

[0033] I C 5 0 内において、入力バッファ 2 0 0 の他方の 2 つの出力端は、差動增幅回路 2 0 6 の 2 つの入力端に接続され、差動增幅回路 2 0 6 の出力端は、振幅調整回路 2 0 8 を介して、同期検波回路 2 1 0 の一方の入力端に接続され、さらに、入力バッファ 2 0 0 の一方の出力端は、検波クロック生成回路 2 1 2 を介して、同期検波回路 2 1 0 の他方の入力端に接続される。同期検波回路 2 1 0 は、その一方の入力端に入力されている信号を、その他方の入力端に入力されている信号（検波クロック）に同期して検波するためのものである。同期検波回路 2 1 0 の出力端は、I C 5 0 の 1 つの外部電極（電極 2 4）に接続され、この外部電極と基準電圧が印加される I C 5 0 の別の外部電極（別の電極 2 4、外部電極 4 0（R E F））との間には、電極 3 0 および配線部材（図示せず）を介して、コンデンサ C 1（チップコンデンサ 6 0）が接続される。

[0034] さらに、I C 5 0 内において、同期検波回路 2 1 0 の出力端は、調整回路 2 1 4 の 1 つの入力端に接続される。この調整回路 2 1 4 は、同期検波回路 2 1 0 の出力信号を温度補償するためのものである。そのため、I C 5 0 内には、シリアルインタフェース 2 1 6、ロジック回路 2 1 8、メモリ 2 2 0 および温度センサ 2 2 2 が設けられる。シリアルインタフェース 2 1 6 は、その 3 つの入力端が I C 5 0 の 3 つの外部電極（3 つの電極 2 4）および 3 つの外部電極 4 0（A C S、A C L K および A S D I O）にそれぞれ接続され、その出力端がロジック回路 2 1 8 の入力端に接続される。また、ロジック回路 2 1 8 の入出力端がメモリ 2 2 0 の入出力端に接続される。さらに、メモリ 2 2 0 の V P P 電圧端子は、I C 5 0 の外部電極（電極 2 4）および外部電極 4 0（V P P）に接続される。そのため、実際に測定された第 1 の音叉型振動子 7 0 の温度変化に対するインピーダンス変化特性に関するデータなどのさまざまなデータを、外部電極 4 0 から、シリアルインタフェース 2 1 6 およびロジック回路 2 1 8 を介して、メモリ 2 2 0 に記憶することができる。また、ロジック回路 2 1 8 の出力端が調整回路 2 1 4 の別の入力端

に接続される。そのため、メモリ220に記憶されているデータを、ロジック回路218を介して、調整回路214に与えることができる。さらに、温度センサ222の出力端が、調整回路214のさらに別の入力端に接続される。したがって、調整回路214によって、その入力信号すなわち同期検波回路210の出力信号を、メモリ220に記憶されているデータおよび温度センサ222の出力信号に基づいて温度補償することができる。

[0035] なお、図示していないが、メモリ220は、上述の振幅調整回路208にも接続され、メモリ220に記憶されているゲインに関するデータに基づいて、振幅調整回路208によって差動増幅回路206の出力信号の振幅を調整することができる。

[0036] I C 5 0 内において、調整回路214の出力端は、ローパスフィルタ224の入力端に接続される。ローパスフィルタ224は、角速度センサ10で検出する角速度の周波数たとえば10 Hz～50 Hzを含む低周波帯域を通過するためのものである。ローパスフィルタ224の出力端は、I C 5 0 の外部電極（電極24）、電極30および外部電極40（OUTx）に接続される。なお、ローパスフィルタ224は、入力信号を通過して出力する別の出力端も有し、その別の出力端は、I C 5 0 の別の外部電極（電極24）および別の電極30に接続される。そして、ローパスフィルタ224の出力端および別の出力端間（電極30間）には、コンデンサC2（チップコンデンサ60）が接続される。

[0037] ローパスフィルタ224の出力端すなわち外部電極40（OUTx）は、外部に設けられるハイパスフィルタ226の入力端に接続される。ハイパスフィルタ226は、信号中の直流成分をカットするためのものである。ハイパスフィルタ226は、コンデンサC3および抵抗器R1を含み、その入力端と出力端との間にコンデンサC3が接続され、その出力端とI C 5 0 の基準電圧が印加される別の外部電極40（REF）との間に抵抗器R1が接続される。

[0038] ハイパスフィルタ226の出力端すなわちコンデンサC3および抵抗器R

1の接続点は、外部電極4O（AINx）に接続される。この外部電極4O（AINx）は、電極24などを介して、IC5O内において後段アンプに用いられるオペアンプ228の正入力端に接続される。後段アンプは、外部電極4O（AINx）に入力されている信号の振幅をたとえば50倍程度増幅するためのものである。オペアンプ228は、その負入力端が電極24などを介して外部電極4O（AFBx）に接続され、その出力端が別の電極24などを介して別の外部電極4O（APOx）に接続される。また、これらの外部電極4O（AFBx、APOx）には、外部に設けられるローパスフィルタ230が接続される。ローパスフィルタ230は、抵抗器R2およびコンデンサC4を含み、抵抗器R2およびコンデンサC4は、外部電極4O（AFBx、APOx）間に並列に接続される。また、外部電極4O（AFBx）と基準電圧が印加される別の外部電極4O（REF）との間には、抵抗器R3が接続される。そのため、オペアンプ228を含む後段アンプによって、外部電極4O（AINx）に入力されている信号の振幅をたとえば50倍程度増幅して、オペアオンプ228の出力端すなわち外部電極4O（APOx）から出力することができる。

[0039] また、IC5O内には、スイッチSWが設けられる。スイッチSWは、外部電極4O（AINx）に接続されるIC5Oの外部電極（電極24）とIC5Oの基準電圧が印加される別の外部電極4O（REF）に接続されるIC5Oの別の外部電極（別の電極24）との間に接続される。また、スイッチSWは、外部電極4O（SCT）に接続されるIC5Oの外部電極（電極24）に接続される。さらに、スイッチSWは、外部電極4O（SCT）に入力される制御信号によって、オンまたはオフに切替えることができるよう構成されている。このスイッチSWをたとえば0.2秒間オンにすることによってハイパスフィルタ226のコンデンサC3を充電すれば、ローパスフィルタ224の出力端すなわち外部電極4O（OUTx）の信号が短時間でオペアンプ228の正入力端に伝達され、オペアンプ228の出力端すなわち外部電極4O（APOx）における出力信号の立上り時間を早めること

ができる。

[0040] なお、外部電極40（VCC）は、配線部材（図示せず）を介して、IC50のVCCおよびVDDに接続される電極24にそれぞれ接続され、外部電極40（GND）は、配線部材（図示せず）を介して、IC50のGNDに接続される電極24に接続される。また、外部電極40（SLP）は、配線部材（図示せず）を介して、IC50のスリープ制御用端子に接続される電極24に接続される。

[0041] 角速度センサ10において、第1の音叉型振動子70と同様に、第2の音叉型振動子72の表面電極86、90は、電極24、28a、28cおよび配線部材（図示せず）を介して、IC50に含まれる入力バッファ200と同様の入力バッファ200'の2つの入力端に接続される。入力バッファ200'の一方の出力端は、振幅制御回路202と同様の振幅制御回路202'、移相回路204と同様の移相回路204'、電極24、28bおよび配線部材（図示せず）を介して、第2の音叉型振動子72の表面電極88に接続される。このようにして、第2の音叉型振動子72にも、駆動用の帰還ループが形成される。ただし、駆動用の帰還ループは、第2の音叉型振動子72における駆動周波数が、第1の音叉型振動子70における駆動周波数より高くなるように形成される。

[0042] 入力バッファ200'の他方の2つの出力端も、差動増幅回路206および振幅調整回路208と同様の差動増幅回路206'および振幅調整回路208'を介して、同期検波回路210と同様の同期検波回路210'の一方の入力端に接続され、さらに、入力バッファ200'の一方の出力端は、検波クロック生成回路212と同様の検波クロック生成回路212'を介して、同期検波回路210'の他方の入力端に接続される。図示していないが、調整回路208'にもメモリ220が接続され、メモリ220に記憶されているゲインに関するデータに基づいて、振幅調整回路208'によって差動増幅回路206'の出力信号の振幅を調整することができる。また、検波クロック生成回路212'は、検波クロック生成回路212と比べて、第2の

音叉型振動子 72 の高い駆動周波数に対応して周期の短い検波クロックを生成し、同期検波回路 210' における検波の周期も、同期検波回路 210 における検波の周期と比べて短い。

- [0043] 同期検波回路 210' の出力端は、IC50 の 1 つの外部電極（電極 24）および電極 30 に接続され、この電極 30 と基準電圧が印加される IC50 の別の外部電極（別の電極 24、外部電極 40（REF））との間には、コンデンサ C5（チップコンデンサ 60）が接続される。
- [0044] さらに、IC50 内において、同期検波回路 210' の出力端は、調整回路 214 と同様の調整回路 214' の 1 つの入力端に接続される。また、調整回路 214' の別の入力端およびさらに別の入力端には、メモリ 220 および温度センサ 222 がそれぞれ接続される。そのため、メモリ 220 に記憶されているデータを、調整回路 214' に与えることができる。さらに、調整回路 214' によって、同期検波回路 210' の出力信号を、メモリ 220 に記憶されている第 2 の音叉型振動子 72 に関するデータおよび温度センサ 222 の出力信号に基づいて温度補償することができる。
- [0045] IC50 内において、調整回路 214' の出力端は、ローパスフィルタ 224 と同様のローパスフィルタ 224' の入力端に接続される。ローパスフィルタ 224' の出力端は、IC50 の外部電極（電極 24）、電極 30 および外部電極 40（OUTy）に接続され、ローパスフィルタ 224' の別の出力端は、IC50 の別の外部電極（電極 24）および別の電極 30 に接続される。ローパスフィルタ 224' の出力端および別の出力端間（電極 30 間）には、コンデンサ C6（チップコンデンサ 60）が接続される。
- [0046] ローパスフィルタ 224' の出力端すなわち外部電極 40（OUTy）は、ハイパスフィルタ 226 と同様の外部に設けられるハイパスフィルタ 226' の入力端に接続される。ハイパスフィルタ 226' は、その入力端と出力端との間にコンデンサ C7 が接続され、その出力端と IC50 の基準電圧が印加される別の外部電極 40（REF）との間に抵抗器 R4 が接続される。
。

[0047] ハイパスフィルタ $226'$ の出力端すなわちコンデンサC 7 および抵抗器R 4 の接続点は、外部電極 $4O$ (AINy)に接続される。この外部電極 $4O$ (AINy)は、電極 24 などを介して、IC 50 内において後段アンプと同様の別の後段アンプに用いられるオペアンプ $228'$ の正入力端に接続される。この別の後段アンプは、外部電極 $4O$ (AINy)に入力されている信号の振幅をたとえば50倍程度増幅するためのものである。オペアンプ $228'$ は、その負入力端が電極 24 などを介して外部電極 $4O$ (AFBy)に接続され、その出力端が別の電極 24 などを介して別の外部電極 $4O$ (APOy)に接続される。また、これらの外部電極 $4O$ (AFBy、APOy)には、ローパスフィルタ $230'$ と同様の外部に設けられるローパスフィルタ $230'$ が接続される。ローパスフィルタ $230'$ の抵抗器R 5 およびコンデンサC 8 が、外部電極 $4O$ (AFBy、APOy)間に並列に接続される。また、外部電極 $4O$ (AFBy)と基準電圧が印加される別の外部電極 $4O$ (REF)との間には、抵抗器R 6 が接続される。そのため、オペアンプ $228'$ を含む別の後段アンプによって、外部電極 $4O$ (AINy)に入力されている信号の振幅をたとえば50倍程度増幅して、オペアンプ $228'$ の出力端すなわち外部電極 $4O$ (APOy)から出力することができる。

[0048] また、IC 50 内には、スイッチSWと同様のスイッチSW'が設けられる。スイッチSW'は、外部電極 $4O$ (AINy)に接続されるIC 50 の外部電極(電極 24)とIC 50 の基準電圧が印加される別の外部電極 $4O$ (REF)に接続されるIC 50 の別の外部電極(別の電極 24)との間に接続される。また、スイッチSW'も、IC 50 の外部電極(電極 24)および外部電極 $4O$ (SCT)に接続される。さらに、スイッチSWも、外部電極 $4O$ (SCT)に入力される制御信号によって、オンまたはオフに切替えることができるように構成されている。そのため、このスイッチSW'をたとえば0.2秒間オンにすることによってハイパスフィルタ $226'$ のコンデンサC 7 を充電すれば、ローパスフィルタ $224'$ の出力端すなわち外

部電極 40 (OUTy) の信号が短時間でオペアンプ 228' の正入力端に伝達され、オペアンプ 228' の出力端すなわち外部電極 40 (APOy) における出力信号の立上り時間を早めることができる。

[0049] 次に、この角速度センサ 10 の作動状態について説明する。この角速度センサ 10 では、たとえば、第 1 の音叉型振動子 70 が、回路基板 20 の短辺に平行する X 軸を中心として加わる回転角速度を検出するために用いられ、第 2 の音叉型振動子 72 が、回路基板 20 の長辺に平行する Y 軸を中心として加わる回転角速度を検出するために用いられる。

[0050] 第 1 の音叉型振動子 70 において、入力バッファ 200、振幅制御回路 202 および移相回路 204 からなる駆動用の帰還ループによって自励振駆動回路が形成され、脚部 76a, 76b は、たとえば図 6 に示すように、互いに開いたり閉じたりするように基本振動で振動する。脚部 76a, 76b が互いに開いている状態（図 6 に実線で示す状態）では、第 1 の音叉型振動子 70 において、中央の表面電極 88 を形成した部分が伸びて、両側の表面電極 86, 90 を形成した部分が縮んでいる。逆に、脚部 76a, 76b が互いに閉じている状態では、第 1 の音叉型振動子 70 において、中央の表面電極 88 を形成した部分が縮んで、両側の表面電極 86, 90 を形成した部分が伸びている。この基本振動のときに、2 つの脚部 76a, 76b は、分極方向に対して同じ状態で対称的に振動するため、両側の表面電極 86, 90 からは同じ信号が出力される。そのため、検出回路用の差動増幅回路 206 ひいては外部電極 40 (APOx) からは、「0」の信号が出力される。

[0051] この基本振動の状態で、第 1 の音叉型振動子 70 に X 軸を中心として回転角速度が加わると、脚部 76a, 76b には、基本振動の方向と直交する向きにコリオリ力が働く。脚部 76a, 76b に働くコリオリ力は互いに逆向きであるため、2 つの脚部 76a, 76b は、たとえば図 7 に示すように、互いに逆方向に変位する。この変位によって、両側の表面電極 86, 90 からは、逆位相の信号が出力され、差動増幅回路 206 からは、回転角速度に応じた大きい信号が出力される。このように出力される信号の大きさと極性

とは、回転角速度の大きさと回転方向とにそれぞれ対応する。

[0052] 差動増幅回路206の出力信号は、その振幅が、メモリ220に記憶されているデータに基づいて振幅調整回路208によって調整される。このように振幅が調整された信号は、同期検波回路210によって、検波クロック生成回路212の検波クロックに同期して検波される。検波された信号は、調整回路214などによって、温度補償される。温度補償された信号は、ローパスフィルタ224によって必要な低周波帯域が通過され、ハイパスフィルタ226によって直流成分がカットされる。そして、直流成分がカットされた信号は、オペアンプ228などからなる後段アンプで増幅され、オペアンプ228の出力端すなわち外部電極40（APO_x）から出力される。したがって、外部電極40（APO_x）からの出力信号の大きさと極性とによって、X軸を中心として加わった回転角速度の大きさと回転方向とを検出することができる。

[0053] 第2の音叉型振動子72においても、第1の音叉型振動子70と同様に、脚部76a, 76bが、入力バッファ200'などからなる駆動用の帰還ループによって、基本振動で振動する。ただし、第2の音叉型振動子72においては、Y軸を中心として加わった回転角速度に応じて、脚部76a, 76bの基本振動の向きが変位する。そのため、第2の音叉型振動子72に関しては、差動増幅回路206'ひいては外部電極40（APO_y）からの出力信号の大きさと極性とによって、Y軸を中心として加わった回転角速度の大きさと回転方向とを検出することができる。

[0054] 第1の音叉型振動子70および第2の音叉型振動子72において、基台部74においては、表面電極86, 88間および表面電極88, 90間の分割部92a, 92bの幅が広くなるように形成され、脚部76a, 76bにおいては、これらの分割部92a, 92bの幅が狭くなるように形成されている。なお、脚部76a部分における表面電極86, 88間の分割部92aの幅および脚部76b部分における表面電極88, 90間の分割部92bの幅に比べて、基台部74部分における表面電極86, 88間の分割部92aの

幅および表面電極 88, 90 間の分割部 92b の幅が広くなるように形成されるが、基台部 74 の全体において、これらの表面電極 86, 88, 90 間の分割部 92a, 92b の幅を広くする必要はない。たとえば、図 8 の斜線部で示すように、少なくとも回路基板 20 の電極 26a～26c または電極 28a～28c に接続される部分において、表面電極 86, 88 間および表面電極 88, 90 間の分割部 92a, 92b の幅が広くなっていればよい。

[0055] このような音叉型振動子 70, 72 を形成するために、電極を挟んで 2 つの圧電体板が積層され、その両面全面に電極が形成される。この積層体から複数の音叉型振動子が形成されるが、それぞれの音叉型振動子が形成される部分において、分割部 92a, 92b が形成される。このとき、たとえば、圧電体板上の電極をダイサーで切断することにより、積層体の複数箇所に分割部 92a, 92b が形成される。

[0056] なお、圧電体板上において、回転するダイシングブレードを電極に接触させながら移動することにより、電極を分割することができる。ここで、切削幅の異なるダイシングブレードを用いることにより、部分的に分割幅の異なる分割部 92a, 92b を形成することができる。また、1 つのダイシングブレードを用いて、同じ幅で直線状に電極を分割したのち、この分割部分における電極に部分的にダイシングブレードを接触させることにより、部分的に幅の広い部分を有する分割部 92a, 92b を形成してもよい。このとき、ダイシングブレードの接触回数を調整することにより、電極の分割部分の拡幅量を調整することができる。また、ダイシングブレードを電極に接触させながら、先に形成した分割部分に沿って移動させることにより、幅の広い部分の長さを調整することができる。そして、分割部 92a, 92b の幅の広い部分を基台部 74 とし、幅の狭い部分を脚部 76a, 76b とするようにして、積層体を音叉型に切り出すことにより、複数の音叉型振動子を得ることができる。

[0057] このような第 1 の音叉型振動子 70 および第 2 の音叉型振動子 72 では、回路基板 20 の電極 26a～26c および電極 28a～28c との接続部分

において、表面電極86, 88間および表面電極88, 90間の幅が広くなっているため、回路基板20の電極26a～26cおよび電極28a～28cと音叉型振動子70, 72の表面電極86, 88, 90とを接続するための導電性接着剤などによって表面電極86, 88, 90間が短絡される可能性が低くなる。そのため、表面電極86, 88, 90間の絶縁信頼性が高くなる。

- [0058] また、脚部76a, 76bにおいては、表面電極86, 88間および表面電極88, 90間の分割部92a, 92bの幅が狭いため、表面電極86, 88, 90の電極面積を大きくすることができる。そのため、駆動回路によって音叉型振動子70を駆動するときに、駆動効率を高くすることができ、検出回路によって脚部76, 76bの変位による表面電極86, 90からの出力信号を処理する際に、信号の出力の効率を高くすることができる。それにより、第1の音叉型振動子70および第2の音叉型振動子72の振動子感度を高くすることができ、S/N比をよくすることができる。
- [0059] さらに、圧電体板上の全面に形成した電極にダイシングブレードを接触させることにより、容易に異なる幅を有する分割部92a, 92bを形成することができ、効率的に音叉型振動子70, 72を製造することができる。
- [0060] 音叉型振動子70, 72の表面電極86, 88, 90間の分割部92a, 92bを形成するために、圧電体板上の全面に形成された電極にレーザー照射を行ってもよい。また、フォトリソグラフィなどによって電極上に分割パターンを形成し、エッチングによって分割部分の電極を除去することにより、分割部92a, 92bを形成してもよい。
- [0061] レーザー照射やエッチングなどによって圧電体板上の全面に形成された電極に分割部92a, 92bを形成する場合には、レーザー照射位置を制御したり、エッチングのためのパターニングを正確に行うことにより、分割部92a, 92bの幅および形状を自由に設計することができる。たとえば、図9に示すように、表面電極86, 88間および表面電極88, 90間の狭い分割部分から広い分割部分に移行するところで、クランク状に電極を分割す

ることができる。また、図10に示すように、脚部76a, 76b側から基台部74の端部側に向かって、徐々に分割幅が広くなるように分割部92a, 92bを形成することもできる。このように、表面電極86, 88間および表面電極88, 90間の分割部92a, 92bの幅および形状は、自由に選択することができる。

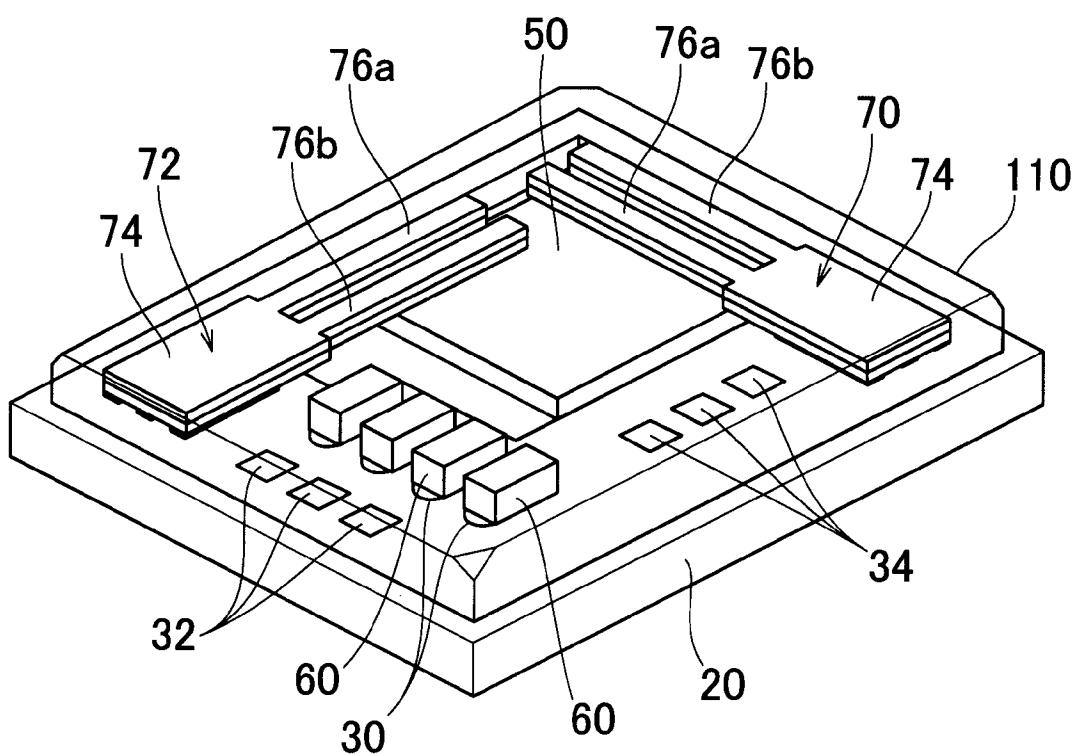
符号の説明

- [0062] 10 角速度センサ
- 20 回路基板
- 50 I C
- 60 チップコンデンサ
- 70 第1の音叉型振動子
- 72 第2の音叉型振動子
- 74 基台部
- 76a, 76b 脚部
- 78 振動体
- 80, 82 圧電体基板
- 84 中間電極
- 86, 88, 90 表面電極
- 92a, 92b 分割部
- 94 全面電極
- 110 キャップ

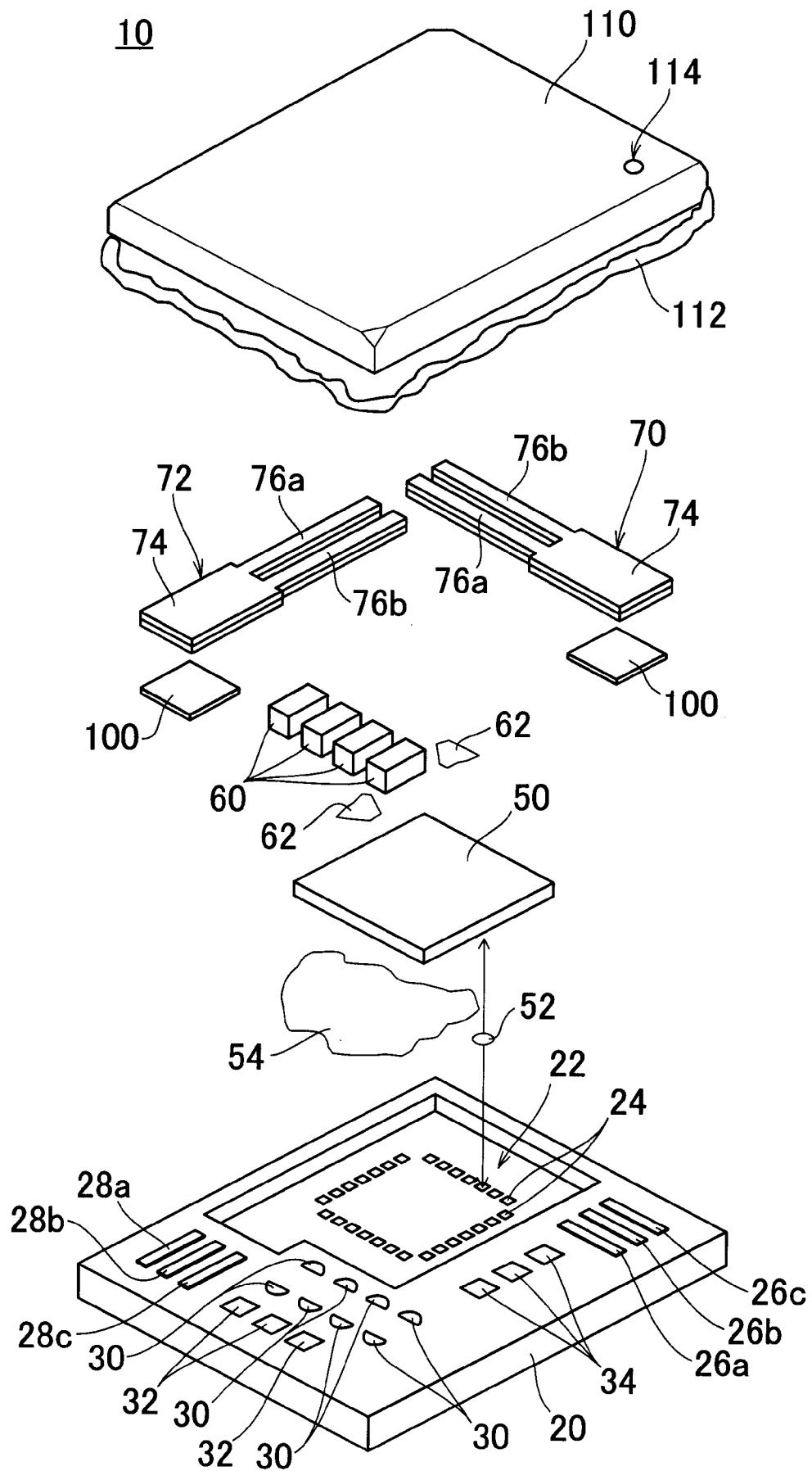
請求の範囲

- [請求項1] 圧電体基板を含み、基台部と、前記基台部から平行に延びるように形成される脚部とを有する音叉型の振動体、および
前記振動体の一方主面において前記基台部から前記脚部に延びて形成され、前記基台部において回路基板に接続される3つの表面電極を含み、
3つの前記表面電極は、前記基台部から前記脚部に延びる分割部で分割され、
少なくとも前記回路基板との接続部における前記分割部の幅を前記脚部における前記分割部の幅より広くした、音叉型振動子。
- [請求項2] 請求項1に記載の音叉型振動子の製造方法であって、
前記振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と
、
ダイサーを用いて前記電極に部分的に幅の異なる前記分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法。
- [請求項3] 請求項1に記載の音叉型振動子の製造方法であって、
前記振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と
、
レーザー照射によって前記電極に部分的に幅の異なる前記分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法。
- [請求項4] 請求項1に記載の音叉型振動子の製造方法であって、
前記振動体を構成するための圧電体基板上に電極を形成する工程と、
エッチングによって前記電極に部分的に幅の異なる前記分割部を形成する工程とを含む、音叉型振動子の製造方法。
- [請求項5] 請求項1に記載の音叉型振動子、または請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の製造方法によって形成された音叉型振動子を含んでなる、角速度センサ。

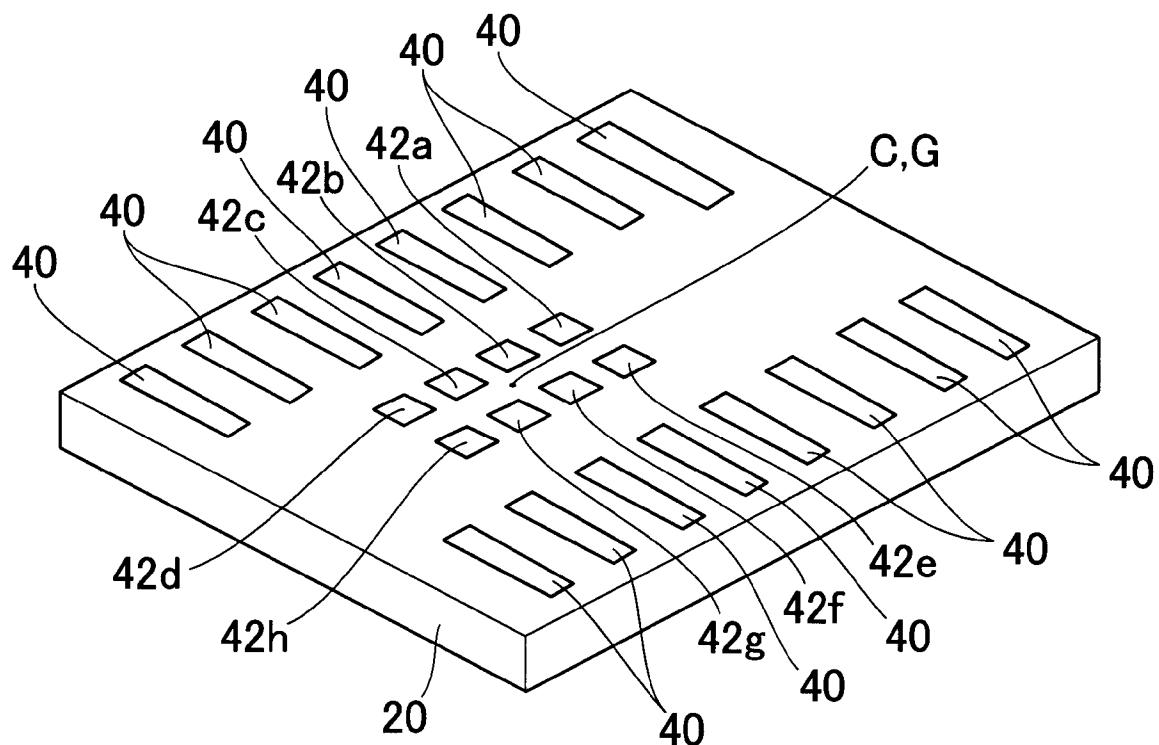
[図1]

10

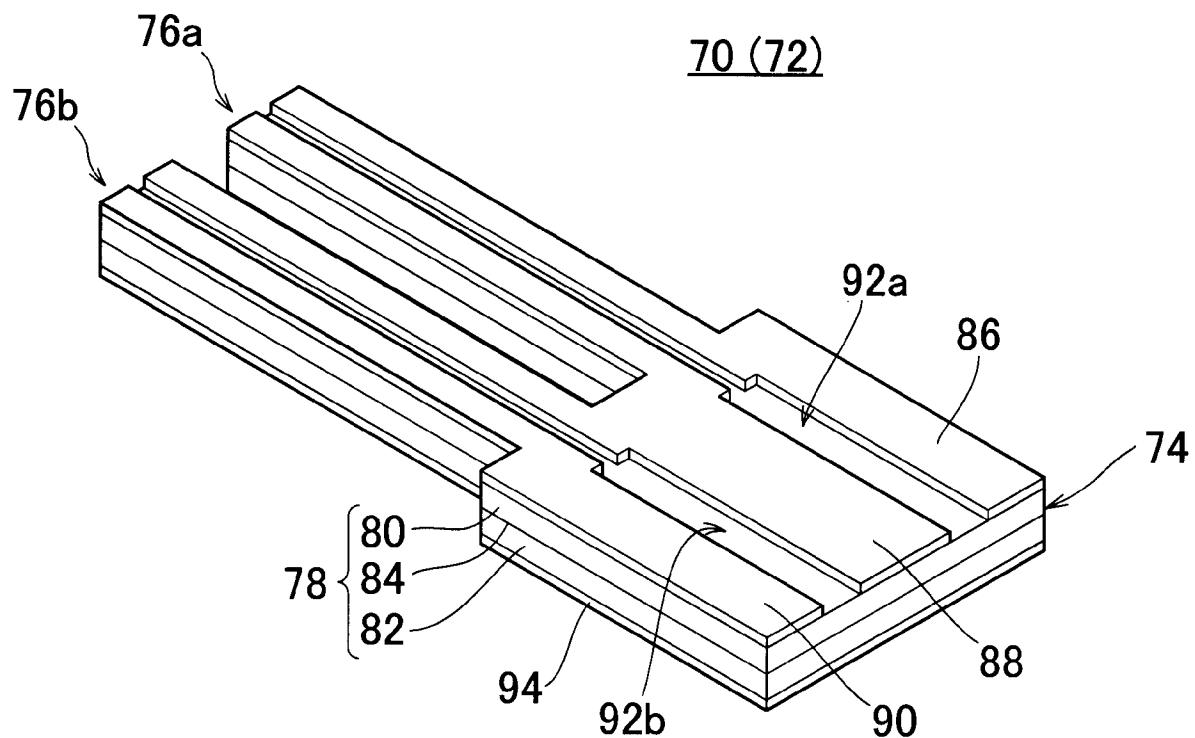
[図2]



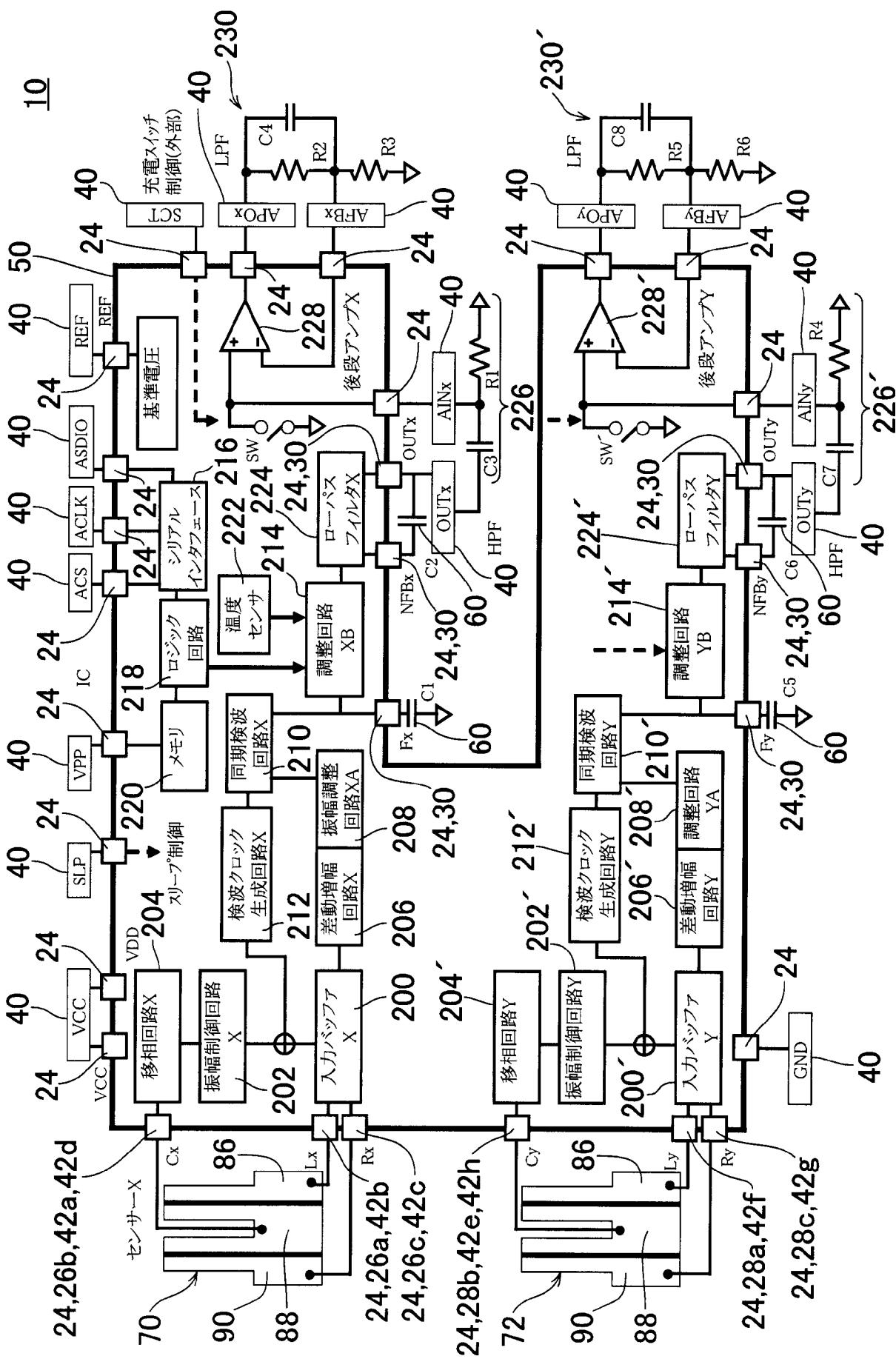
[図3]



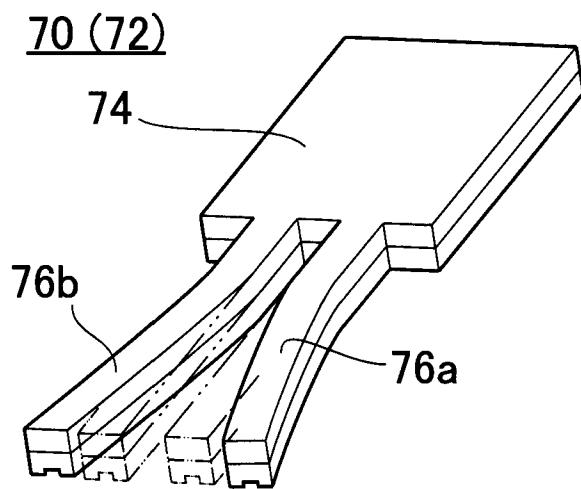
[図4]



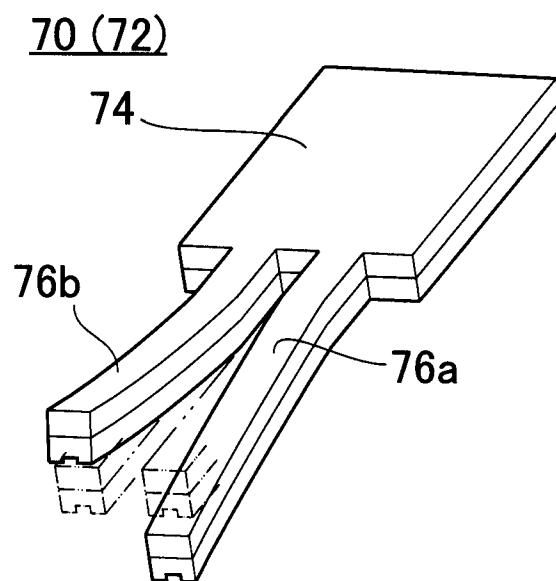
[図5]



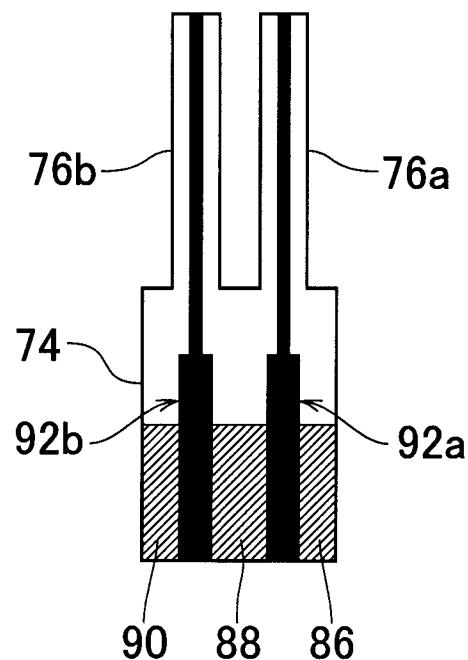
[図6]



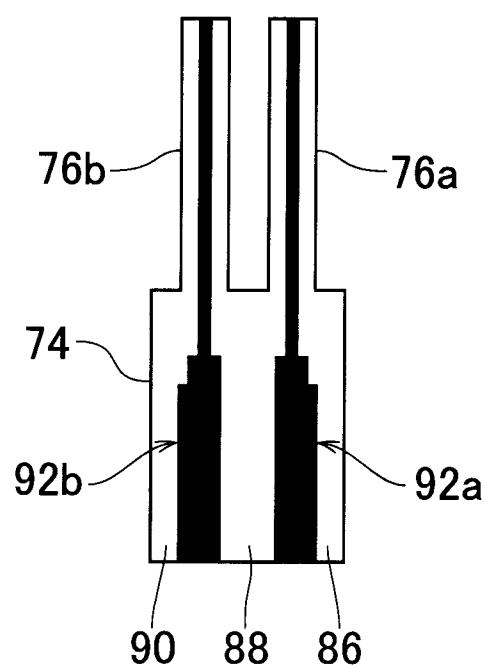
[図7]



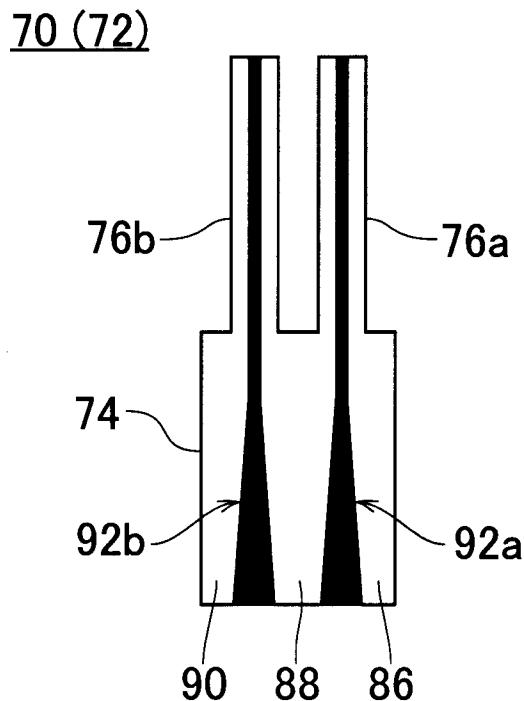
[図8]

70 (72)

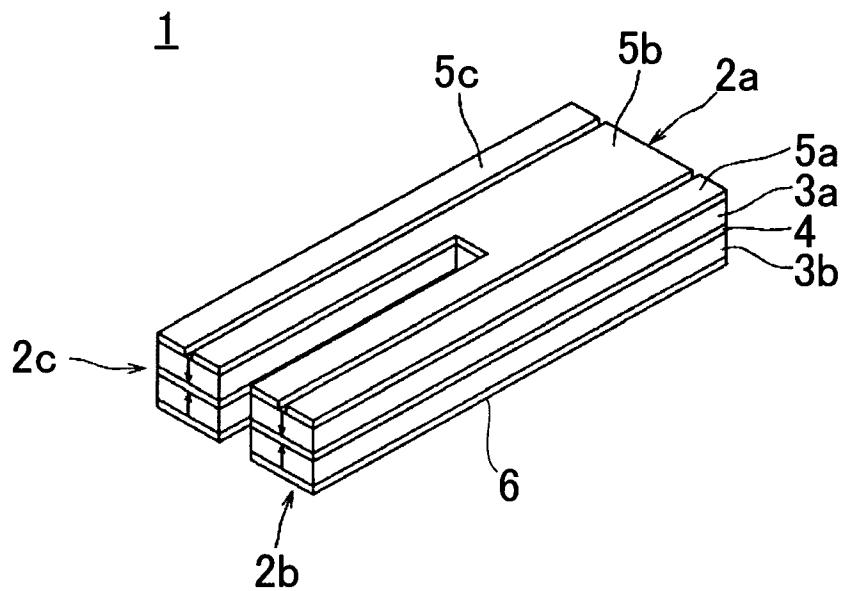
[図9]

70 (72)

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/060738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/56 (2006.01)i, G01P9/04 (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)

G01C19/56, G01P9/04, H03H9/02, H03H9/19, H03H9/215

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-157856 A (Sony Corp.), 10 July, 2008 (10.07.08), Par. No. [0048]; Fig. 4 (Family: none)	1-5
Y	JP 2007-263775 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 11 October, 2007 (11.10.07), Par. No. [0056]; Fig. 3 (Family: none)	1-5
Y	JP 2008-14894 A (Epson Toyocom Corp.), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. No. [0025]; Fig. 3 (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

29 June, 2009 (29.06.09)

Date of mailing of the international search report

07 July, 2009 (07.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/060738

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3969459 B1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 September, 2007 (05.09.07), Par. No. [0023]; Fig. 2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2004-61486 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 February, 2004 (26.02.04), Par. No. [0009] & US 2005/0150298 A1 & EP 1369666 A2 & CN 1480710 A	2
Y	JP 2000-249560 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 September, 2000 (14.09.00), Par. No. [0016] (Family: none)	3
Y	JP 2006-194818 A (NEC Tokin Corp.), 27 July, 2006 (27.07.06), Par. No. [0034] (Family: none)	4
A	JP 10-311727 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 24 November, 1998 (24.11.98), Par. Nos. [0012], [0026] (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. G01C19/56(2006.01)i, G01P9/04(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（IPC））

Int.Cl. G01C19/56, G01P9/04, H03H9/02, H03H9/19, H03H9/215

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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
Y	JP 2008-157856 A(ソニー株式会社) 2008.07.10, 段落【0048】， 第4図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2007-263775 A(日本電波工業株式会社) 2007.10.11, 段落【0056】，第3図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2008-14894 A(エプソントヨコム株式会社) 2008.01.24, 段落【0025】，第3図 (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 29.06.2009	国際調査報告の発送日 07.07.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 谷口 智利 電話番号 03-3581-1101 内線 3258 2S 3405

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
Y	JP 3969459 B1(株式会社村田製作所) 2007.09.05, 段落【0023】, 第2図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2004-61486 A(株式会社村田製作所) 2004.02.26, 段落【0009】 & US 2005/0150298 A1 & EP 1369666 A2 & CN 1480710 A	2
Y	JP 2000-249560 A(松下電器産業株式会社) 2000.09.14, 段落【0016】 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2006-194818 A(NECトーキン株式会社) 2006.07.27, 段落【0034】 (ファミリーなし)	4
A	JP 10-311727 A(シチズン時計株式会社) 1998.11.24, 段落【0012】,【0026】 (ファミリーなし)	1-5