

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 2 月 10 日 (10.02.2005)

PCT

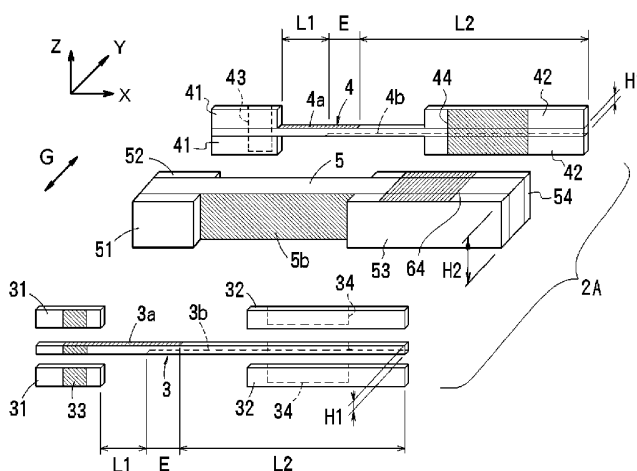
(10) 国際公開番号
WO 2005/012923 A1

- (51) 国際特許分類: G01P 15/10 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009315 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 見角 厚司 (MIKADO, Atsushi) [JP/JP]; 〒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). 多保田 純 (TABOTA, Jun) [JP/JP]; 〒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).
(22) 国際出願日: 2004 年 7 月 1 日 (01.07.2004)
(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2003-285516 2003 年 8 月 4 日 (04.08.2003) JP
(74) 代理人: 筒井 秀隆 (TSUTSUI, Hidetaka); 〒6308115 奈良県奈良市大宮町 7 丁目 2-5 田村ビル Nara (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 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

/ 続葉有 /

(54) Title: ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサ



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide an acceleration sensor reduced in size, capable of eliminating effects thereon by the causes other than acceleration such as temperature variation, and providing high detection sensitivity. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] This acceleration sensor (1A) comprises a bimorph acceleration detection element (2A) in which first and second resonators (3) and (4) are joined to both faces of a base plate (5) in the acceleration application direction. The longitudinal one end part of the acceleration detection element (2A) is fixedly supported so that the first and second resonators (3) and (4) can be deflected in a same direction according to the application of the acceleration. The frequency variation or impedance variation of the first and second resonators (3) and (4) caused by the deflection of the acceleration detection element (2A) is detected differentially so that the acceleration can be detected. The bending neutral surface of the acceleration detection element (2A) in the action of the acceleration is positioned at the center part of the base plate (5) in the acceleration application direction, and the vibration parts of the first and second resonators (3) and (4) are disposed near the fixedly supported part of the acceleration detection element (2A).

(57) 要約: 【課題】 小型でしかも温度変化などの加速度以外の要因による影響を排除でき、かつ検出感度の高い加速度センサを提供する。 【解決手段】 加速度センサ 1A は、第 1, 第 2 の共振子 3, 4 をベース板 5 の加速度印加方向の両面に接合したバイモルフ型加速度検出素子 2A を備え、加速度の印加に伴って第 1, 第 2 の共振子 3, 4 が同一方向に撓むよう

/ 続葉有 /



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, HU, IE,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

に加速度検出素子2Aの長手方向の一端部を固定支持してある。加速度検出素子2Aの撓みによって生じる第1、第2の共振子3、4の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とする。加速度検出素子2Aの加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板5の加速度印加方向に対して中央部に位置しており、第1、第2の共振子3、4の振動部は、加速度検出素子2Aの固定支持部に近づけて配置されている。

明 細 書

加速度センサ

技術分野

[0001] 本発明は加速度センサ、特に圧電体を利用した加速度センサに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、圧電セラミックスを利用した加速度センサとして、例えば特許文献1に記載のものが知られている。この加速度センサは、一対の圧電セラミックスよりなる圧電素子に対面接合して一体化したバイモルフ型検出素子を備え、この素子をケース内に両持ち梁構造で収納支持してある。この加速度センサに加速度が加わると、検出素子が撓むことによって圧電素子に応力が発生し、圧電効果によって発生した電荷または電圧を検知して、加速度を知ることができる。この加速度センサの場合には、小型で、表面実装型部品(チップ部品)に容易に構成できるという利点がある。

この原理の加速度センサの場合には、回路を構成する際、回路から流れ込むバイアス電流が圧電体の容量Cにチャージされ、回路が飽和してしまうので、バイアス電流をリークさせるための抵抗Rが必要となる。ところが、抵抗Rと容量Cとによってハイパスフィルタが構成され、カットオフ以下の周波数であるDCや低周波の加速度を検出できない。

特許文献1:特許第2780594号公報

[0003] 特許文献2に記載の加速度センサ、特に特許文献2の図8に示された加速度センサは、単一のベース板の表裏面に、両主面に電極が形成された圧電体よりなる第1と第2の共振子を接合して加速度検出素子を構成し、上記加速度検出素子が第1と第2の共振子の対向方向の加速度に対して撓み得るように、その長手方向一端部または両端部を固定支持してなり、加速度の印加により上記加速度検出素子が撓み、その撓みによって生じる第1と第2の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出することにより、加速度を検出可能としたものである。

この場合には、DCや低周波の加速度でも検出可能である。しかも2つの共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を個別に取り出すのではなく、その周波数変化

またはインピーダンス変化を差動的に検出するので、2つの共振子に共通に加わる応力(例えば温度変化による応力)は相殺され、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。また、曲げ中正面(応力が0の面)をベース板内に設定することができるので、ベース板の表裏面に設けられた共振子に大きな引張応力と圧縮応力とを発生させることができ、検出感度が向上する利点がある。

特許文献2:特開2002-107372号公報

- [0004] 一般に、加速度検出素子の両端部を固定支持した両持ち構造の加速度センサに比べて、その一端部を固定支持した片持ち構造の加速度センサの方が検出感度に優れている。しかしながら、従来の加速度センサでは第1, 第2の共振子の振動部が長さ方向の中央部にあるため、加速度印加により第1, 第2の共振子に発生する信号を必ずしも効率よく取り出すことができず、センサの感度(S/N比)を高くできなかった。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] そこで、本発明の目的は、小型でしかも温度変化などの加速度以外の要因による影響を排除でき、かつ検出感度の高い加速度センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記目的は、請求項1に記載の発明によって達成される。

すなわち、請求項1に係る発明は、ベース板と、両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部に振動部を有する第1, 第2の共振子とを備え、上記第1, 第2の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第1, 第2の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第1, 第2の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向の中央部に位置しており、上記第1, 第2の共振子の振動部は、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置されていることを特徴とする加速度センサを提供する。

[0007] 請求項1に係る発明では、加速度検出素子を1枚のベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ構造とし、曲げ撓みの中正面をベース板の板厚の中央部としたので、加速度が加わった際、ベース板は質量体として機能し、一方の共振子に引張応力、他方の共振子に圧縮応力を効果的に発生させることができる。ある振動モードの場合、引張側の共振子の周波数は低くなり、圧縮側の共振子の周波数は高くなるので、両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出せば、加速度を検出することができる。しかも、2つの共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出するので、2つの共振子に共通に加わる応力(例えば温度変化による応力)は相殺され、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

また、本発明の他の特徴は、片持ち構造の加速度検出素子を用い、第1、第2の共振子の振動部を、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置した点である。片持ち構造の加速度検出素子の場合、加速度印加により第1、第2の共振子に発生する応力は、根元部ほど大きくなる。共振子の振動部を、その振動を妨げない範囲で根元部に近づけることにより、最も大きな応力を受ける共振子の根元部から信号を取り出すことができ、センサの感度(S/N比)を高くすることができる。

2つの共振子から得られる信号を差動的に取り出し、加速度検出素子に作用する加速度に比例した信号を得る方法としては、第1と第2の共振子を個別の周波数で発振させ、各発振周波数差を検出し、この周波数差から加速度に比例した信号を得る方法や、第1と第2の共振子を同一周波数で発振させ、各共振子の電氣的インピーダンスの違いから位相差または振幅差を検知し、これら位相差または振幅差から加速度に比例した信号を得る方法などがある。

[0008] 請求項2のように、第1、第2の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さをベース板よりも小さくするのがよい。

つまり、第1、第2の共振子の断面積を小さくすることで、加速度印加による共振子に発生する引張応力と圧縮応力を大きくでき、検出感度(S/N比)をさらに高くできる。

[0009] 請求項3のように、第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置を、ベース板の両面の対向位置とするのがよい。

2つの共振子をベース板の両面の対向しない位置に接合することもできるが、加速度の印加方向以外の外力によって加速度検出素子が撓んだ時(他軸撓み)、2つの共振子の間で異なる信号が発生することになり、誤差の原因となる。これに対し、2つの共振子をベース板の両面の対向位置に接合すれば、両方の共振子から信号を差動的に取り出すことで、他軸撓みに対しても検出ばらつきを吸収することができる。

- [0010] 請求項4のように、第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置を、ベース板の加速度印加方向と直角方向の高さ中央部とするのがよい。

2つの共振子をベース板の両面の対向する位置であって、かつ高さ方向中央部に接合すれば、他軸撓みに対して両方の共振子には応力が働かないので、検出ばらつきを一層小さくできる。

- [0011] 請求項5のように、ベース板と第1および第2の共振子とを、熱膨張係数がほぼ同じ材料で形成するのがよい。

ベース板と第1および第2の共振子の熱膨張係数が大きく異なる場合には、加速度が印加されなくても、周囲の温度変化によって共振子に引張応力または圧縮応力が発生し、周波数またはインピーダンスが変化してしまう。そこで、ベース板と第1および第2の共振子の熱膨張係数をほぼ等しくすることで、センサ出力の温度ドリフトを抑制でき、温度ヒステリシスを低減できる。

なお、ベース板と第1および第2の共振子とを同一材料で形成してもよいし、異なる材料で形成してもよい。使用温度範囲における共振子に生じる周波数変化またはインピーダンス変化が誤差範囲程度の小さい場合であれば、ベース板と共振子の熱膨張係数が多少異なってもよい。

- [0012] 請求項6のように、加速度検出素子の長手方向の一端部の加速度印加方向の外側面を一对のケース部材によって固定支持し、加速度検出素子とケース部材とで形成される開放面を一对のカバー部材によって覆い、加速度の印加に伴って撓む加速度検出素子の変位部分を密閉した空間内に配置するのがよい。このようなパッケージ構造とすることにより、変位部分が外部から遮断され、湿気や埃などの影響を受けず、表面実装部品として構成することができる。

第1、第2の共振子の自由端側に形成された一方の電極を、ベース板に形成された

引出電極を介してケース部材およびカバー部材の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続し、第1共振子の基端側に形成された他方の電極を、ケース部材に形成された第1の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第1の個別電極に接続し、第2共振子の基端側に形成された他方の電極をケース部材に形成された第2の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第2の個別電極に接続するのがよい。

片持ち構造の加速度検出素子を用いた場合、加速度検出素子の基端側に3個の電極が集中するため、これら電極をパッケージの外表面の互いに離れた部位に引き出すのが難しい。そこで、2つの共振子の一方の電極をベース板を介してパッケージ(ケース部材およびカバー部材)の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続し、残りの2つの電極をケース部材を介してパッケージの固定支持部とは反対側の外表面に形成された2つの個別電極にそれぞれ接続することで、3個の外部電極を互いに離間した位置へ引き出すことができる。そのため、表面実装部品として用いた場合に、互いの電極同士の短絡を防止することができる。

- [0013] 請求項7のように、第1、第2の共振子のそれぞれの電極に導通する複数の内部電極をケース部材の上面に設けてもよい。

この場合には、ケース部材の上面に形成された内部電極に測定端子を接触させることで、各共振子の特性を容易に測定できる。

発明の効果

- [0014] 請求項1に記載の発明によれば、加速度検出素子をベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ構造とし、加速度が加わった際に生じる両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出すようにしたので、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

また、片持ち構造の加速度検出素子を用いており、第1、第2の共振子の振動部を、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置したので、応力の大きな根元部付近から信号を取り出すことができ、センサの感度を高くでき、S/N比を向上させることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下に、本発明の実施の形態を、実施例を参照して説明する。

実施例 1

[0016] 図1～図5は本発明にかかる加速度センサの第1実施例を示す。

この加速度センサ1Aは、バイモルフ型の加速度検出素子2Aを絶縁性セラミック等からなる絶縁性のケース部材6およびカバー部材7内に片持ち構造で収納支持したものである。図2、図3に示すように加速度Gの印加方向をY方向とした場合、加速度検出素子2Aの長さ方向がX方向、高さ方向がZ方向となる。

[0017] この実施例の加速度検出素子2Aは、ベース板5の加速度印加方向(Y方向)の両面の両端部にスペーサ51～54を介して共振子3、4を接着により接合一体化したものである。共振子3、4は、短冊形状の圧電セラミック板の上下主面、つまり加速度印加方向Gと平行な主面にそれぞれ電極3a、3bおよび4a、4bを形成したエネルギー閉じ込め型厚みすべり振動モードの共振子である。共振子3、4の一方の電極3a、4aは加速度検出素子2Aの上方側に露出しており、他方の電極3b、4bは加速度検出素子2Aの下方側に露出している。表裏主面の電極3a、3bおよび4a、4bの一端部は、長さ方向中間部で対向しており、他端部が共振子3、4の異なる端部へ引き出されている。共振子3、4のZ方向の高さ H_1 は互いに同一寸法であり、高さ H_1 は共振子3、4の共振周波数によって決定される。共振子3、4の高さ H_1 はベース板5のZ方向の高さ H_2 より小さいため、 $H_1 = H_2$ の場合より加速度印加によって共振子3、4に発生する応力を大きくできる。この実施例では、 H_1 は H_2 の1/5以下に設定されている。

[0018] 共振子3、4は、温度特性を含む共振特性差をできるだけ低減するため、図5に示すように1枚の圧電体親基板Mの隣接する部分から切り出した2個の共振子をペアリングして使用するのがよい。このようにすることで、温度変化による2素子の出力信号差が少なくなり、加速度センサとしての出力変動を低減できる。

上記のように共振子3、4として、同一の圧電体親基板から切り出した2個の素子をペアリングして使用した場合でも、スペーサやベース板5との接着などによって2つの共振子3、4の間に共振特性のばらつきが生じることがある。このような特性ばらつきは、加速度が全く印加されなくても出力信号として出力される。共振子3、4の電極3a、4a

および電極3b, 4bはそれぞれ加速度検出素子2Aの同一方向に露出しているため、両共振子3, 4の共振特性に差があった場合には、加速度検出素子2Aの上方側または下方側に露出した電極をレーザなどを用いてトリミングしたり、電極面に周波数調整用インクなどを塗布することで、共振特性を調整でき、特性差を小さくすることができる。上記トリミングやインクの塗布は、後述するようにケース部材6を接着し、内部電極61, 62b, 63bを形成した後(図4参照)で実施される。その際、ケース部材6の上面に形成された3つの内部電極61, 62b, 63bに測定端子を接触させることができるので、各共振子3, 4の特性を測定しながら、トリミングを容易に行うことができる。その結果、検出誤差の小さな高精度な加速度センサを実現できる。

- [0019] 共振子3, 4の長さ方向両端部の上下主面には、共振子3, 4と同一厚みのスペーサ31, 32および41, 42がそれぞれ固定されており、電極3a, 3bおよび4a, 4bが対向した部分(振動部)Eは、スペーサ31, 32および41, 42が固定されていない部分に設けられている。この実施例では、共振子3, 4の基端側のスペーサ31, 41に比べて自由端側のスペーサ32, 42の方が長く形成されている。そのため、図3に示すように、共振子3, 4の振動部Eから加速度検出素子2Aの自由端までの距離L2に比べて、振動部Eから基端部つまり固定支持部までの距離L1が短く、振動部Eは固定支持部に近づけて配置されている。加速度印加により発生する応力は、片持ちの根元部ほど大きいので、共振子3, 4の振動部Eを根元部に近づけることにより、共振子3, 4が受ける応力を大きくでき、センサの感度を高くできる。スペーサ31, 32を含む共振子3の高さ寸法、およびスペーサ41, 42を含む共振子4の高さ寸法は、ベース板5の高さ寸法 H_2 と等しい。

なお、スペーサ31, 32, 41, 42は省略可能であり、共振子3, 4をベース板5の両面に直接接着してもよい。

- [0020] 共振子3, 4はベース板5の両面の対向位置に接合されており、更にベース板5の全高の中央位置に接合されているのが最適である。その理由は、加速度の印加方向以外の外力によって加速度検出素子が撓んだ時(他軸撓み)、2つの共振子3, 4から信号を差動的に取り出すことで、他軸撓みに対しても検出ばらつきを吸収することができるからである。2つの共振子3, 4が対向位置にある場合、他軸撓みに対して両方

の共振子に同一の応力が働くため、検出ばらつきを小さくできる。更に、2つの共振子3, 4をベース板5の全高の中央位置に接合すれば、他軸撓みに対して両方の共振子3, 4には応力が働くが、それぞれの共振子3, 4の高さ方向の中央を中正面として撓むため、それぞれの共振子3, 4内で応力が相殺され、検出ばらつきを一層小さくできる。

[0021] 上記のようにスペーサ31, 32を固定した共振子3のY方向の一側面には、共振子3の主面電極3a, 3bとそれぞれ導通する接続電極33, 34が高さ方向(Z方向)に連続的に形成されている。同様に、スペーサ41, 42を固定した共振子4のY方向の一側面にも、共振子4の主面電極4a, 4bとそれぞれ導通する接続電極43, 44が高さ方向(Z方向)に連続的に形成されている。特に、共振子3, 4の基端側の接続電極33, 43は、共振子3, 4およびスペーサ31, 41の外側面に形成されている。

[0022] ベース板5は共振子3, 4と同一長さ形成された絶縁板であり、加速度検出素子2Aの加速度Gの印加に伴う曲げ中正面(図4に破線N1で示す)がベース板5の厚み方向(Y方向)の中央部に位置している。ベース板5と共振子3, 4の間には、共振子3, 4の閉じ込め振動の範囲より広い空隙5a(図4参照)が形成されている。この実施例では、空隙5aを形成するためにスペーサ51〜54がベース板5の両面に長さ方向に間隔をあけて接合されているが、スペーサに代えてベース板5の両面に凹部を形成してもよいし、共振子3, 4とベース板5とを接合する接着剤層の厚みによって空隙を形成してもよい。

[0023] 基端側のスペーサ51, 52は共振子3, 4の基端側のスペーサ31, 41と同一長さであり、かつその高さ(Z方向)寸法はベース板5の高さ H_2 と等しい。同様に、自由端側のスペーサ53, 54は共振子3, 4の自由端側のスペーサ32, 42と同一長さであり、かつその高さ(Z方向)寸法は、ベース板5の高さ H_2 と等しい。

加速度検出素子2Aを構成する共振子3, 4、スペーサ31, 32, 41, 42、ベース板5、スペーサ51〜54は、共振子3, 4と同じ熱膨張係数の材料(例えばPZTなどのセラミックス)で形成されている。そのため、温度変化に伴う熱膨張差により、共振子3, 4に応力が発生するのを防止できる。

[0024] スペーサ51, 53を接合したベース板5の一側面には、引出電極5bが全長に亘って

形成されている。この引出電極5bは、共振子3, 4を接合した加速度検出素子2Aの基端部の上面に連続的に形成される内部電極61と導通する。ベース板5の自由端側の上面およびスペーサ53, 54, 32, 42の上面には、内部電極64が連続的に形成されており、この内部電極64はベース板5の一側面に形成された引出電極5bと共振子3, 4の側面に形成された接続電極34, 44とを相互に導通させる役割を有する。

[0025] 検出素子2Aの加速度Gの印加方向の両側面は、左右一對のケース部材6によって覆われている。ケース部材6は断面コ字形状に形成されており、その一端側の突出部6aが検出素子2Aの基端部両側面に接着固定されている。また、ケース部材6の他端側突出部6bは、スペーサ部材2aを間にして接着固定されている。この実施例のスペーサ部材2aは、長さ方向に連続した検出素子2Aの先端部をカットした後の切れ端であり、ベース板5や共振子3, 4、スペーサ53, 54, 32, 42の一部で構成されている。上記突出部6a, 6bの間には、検出素子2Aが撓み得る空間を形成するための凹部6cが形成されている。また、ケース部材6の他端側突出部6bの内側には、過大な加速度Gが印加された時の検出素子2Aの変位を制限し、検出素子2Aの変形や破壊を防止するためのストッパ6dが設けられている。検出素子2Aの撓み量は微小であるため、ケース部材6と検出素子2Aとの間を接着する接着剤層の厚みにより撓み空間を形成できる場合には、凹部6cやストッパ6dは省略可能である。

[0026] ケース部材6の内壁面および上面には、相互に導通する引出電極62a, 62bおよび63a, 63bが形成されている。ケース部材6と検出素子2Aとの接合は、電極33と62a、および電極43と63aとの電氣的接続を兼ねるため導電性接着剤で行われるが、ケース部材6および検出素子2Aの基端部の上面に連続的に形成される内部電極61および外部電極71と電極33および電極4cとの短絡を防止するため、異方性導電性接着剤が用いられる。

[0027] 上記ケース部材6の上面に形成された引出電極62b, 63bは、加速度検出素子2Aの自由端側の上面に形成された内部電極64と一直線上に並んでおり、これら電極62b, 63b, 64は、加速度検出素子2Aにケース部材6を接合した後で、その上面にスパッタリングや蒸着などを行うことで同時に形成することができる。なお、内部電極61も同時に形成できる。

[0028] 加速度検出素子2Aとケース部材6とで形成される上下の開放面が上下一対のカバー部材7, 7によって覆われている。カバー部材7の内面には、加速度検出素子2Aとの接触を防止するための空洞形成用凹部7aが形成され、その外周部が開放面に接着固定されている。そのため、加速度検出素子2Aの加速度Gによる変位部分は、ケース部材6およびカバー部材7によって完全に密閉されている。カバー部材7もケース部材6と同様に、カバー部材7の内面に枠形に設けられる接着剤層の厚みによって空洞を形成できるので、カバー部材7の内面の空洞形成用凹部7aも省略可能である。

[0029] カバー部材7の外表面には、加速度検出素子2Aの基端側に位置する外部電極71と、加速度検出素子2Aの自由端側に位置する2個の外部電極72, 73とが設けられている。図1に示すように、外部電極72, 73は外部電極71から長さ方向(X方向)に離れた位置にあり、かつ互いに加速度印加方向(Y方向)に対向する2辺に設けられている。外部電極72, 73の位置は、図1に示される位置に限らず、外部電極71と対向する端部のY方向両側であってもよい。

[0030] 上記構造よりなる加速度センサ1Aの導電経路は次の通りである。

すなわち、一方の共振子3の上側電極3aは、接続電極33、引出電極62a, 62bを経由して外部電極72へと接続されている。他方の共振子4の上側電極4aは、接続電極43、引出電極63a, 63bを経由して外部電極73へと接続されている。共振子3, 4の下側電極3b, 4bは、接続電極34, 44および内部電極64によって相互に導通しており、ベース板5の一側面に設けられた引出電極5b、内部電極61を経由して外部電極71へと接続されている。

なお、ベース板5の一側面に引出電極5bを設けたが、導電路の断線をより確実に防止するため、両側面に引出電極5bを設けてもよい。

上記のようにして表面実装型のチップ型加速度センサ1Aを得ることができる。

[0031] 図6は上記加速度センサ1Aを用いた加速度検出装置の回路図の一例を示す。

この検出装置は加速度検出素子2Aの独立発振を利用したものであり、加速度センサ1Aの外部電極72と71が発振回路9aに接続され、外部電極73と71が発振回路9bに接続されている。発振回路9a, 9bとしては、例えば公知のコルピッツ型発振回路

などを使用できる。共振子3, 4を発振回路9a, 9bによってそれぞれ独自に発振させ、その発振周波数 f_1 , f_2 が周波数差カウンタ9cに入力され、その周波数差に比例した信号 V_0 を出力するものである。

加速度センサ1Aに加速度Gが加わると、検出素子2Aには加速度の印加方向と逆方向の慣性力が作用し、検出素子2Aが加速度Gの印加方向と逆方向に撓む。検出素子2Aの撓みに伴って発生する応力によって、一方の共振子には引張応力が、他方の共振子には圧縮応力が作用する。厚みすべり振動モードを利用した共振子の場合、引張応力の共振子の発振周波数は低下し、圧縮応力の共振子の発振周波数は上昇するので、その周波数差を外部電極71, 72, 73へと取り出すことによって、加速度Gに比例した信号 V_0 を得ることができる。

- [0032] 加速度センサ1Aを温度変化がある環境で使用すると、共振子3, 4、ベース板5、ケース部材6、カバー部材7が熱膨張を起こす。共振子3, 4とベース板5の熱膨張係数が異なる場合には、温度変化によって検出素子2Aに撓みが発生し、共振子3, 4に応力が発生する。その結果、加速度以外の要因で周波数差に変化が生じることになる。しかしながら、共振子3, 4とベース板5とが熱膨張係数がほぼ等しい材料で形成されておれば、温度変化に伴う応力も同一となるため、周波数差カウンタ9cで2個の共振子3, 4の出力を差動的に取り出すことにより、各共振子3, 4が同一に受ける温度変化などによる出力信号の変化を相殺することができる。したがって、加速度Gに対してのみ感度を持つ加速度検出装置を得ることができる。

なお、検出素子2Aとケース部材6、カバー部材7との熱膨張係数が異なる場合でも、検出素子2Aが片持ち支持されているに過ぎないので、温度変化によって検出素子2Aには応力が作用しない。

- [0033] 図7は上記加速度センサ1Aを用いた加速度検出装置の他の例を示す。

この検出装置は加速度検出素子2Aの単一発振を利用したものである。加速度センサ1Aの外部電極72と73はインピーダンス差動検出回路9dに接続され、共通電極である外部電極71は発振回路9eに接続されている。なお、9f, 9gはマッチング用抵抗である。この場合には、両方の共振子3, 4を発振回路9eによって同一の周波数で発振させ、それぞれの共振子3, 4の電氣的インピーダンスの違いから、位相差また

は振幅差を検知し、加速度 G に比例した出力 V_0 をインピーダンス差動検出回路9dから取り出すものである。同一周波数で発振させるには、どちらか一方の共振子の出力、または両方の共振子の合算された出力をフィードバックして発振回路9eを構成すればよい。

この場合も、図6の例と同様に、加速度 G に比例した信号を取り出すことができるとともに、温度変化等による出力変化を相殺できるので、加速度 G に対してのみ感度を持つ加速度検出装置を得ることができる。

実施例 2

[0034] 図8〜図10は加速度センサの第2実施例を示す。

この加速度センサ1Bは、バイモルフ型の加速度検出素子2Bの共振子3B、4Bの電極3c、3dおよび4c、4dを加速度印加方向 G と直交する主面に設けた点が第1実施例と異なる。第1実施例と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

[0035] 共振子3B、4Bの一方の電極3c、4cは加速度検出素子2Bの外側面に露出しており、他方の電極3d、4dはベース板5に対面している。表裏主面の電極3c、3dおよび4c、4dの一端部は、長さ方向中間部で対向しており、他端部が共振子3B、4Bの端部の手前で終端となっている。共振子3B、4BのZ方向の高さ H_1 は互いに同一寸法であり、Y方向の厚み T_1 も互いに同一である。したがって、加速度が印加されていない状態での共振子3B、4Bの共振周波数は同じである。共振子3B、4Bの高さ H_1 はベース板5のZ方向の高さ H_2 より小さいため、 $H_1 = H_2$ の場合より加速度印加によって共振子3B、4Bに発生する応力を大きくできる。

[0036] 共振子3B、4Bの振動部Eは、固定支持部寄りの位置に形成されている。つまり、振動部Eから固定支持部までの距離 $L1$ は、振動部Eから自由端までの距離 $L2$ に比べて短い。そのため、加速度 G の印加による曲げ応力が大きな部位から信号が取り出され、感度の高い加速度センサを得ることができる。

[0037] 共振子3B、4Bの基端側の接続電極33、43は、共振子3B、4Bおよびスペーサ31、41の外側面に形成されているため、接続電極33、34が共振子3Bの電極3c、3dと面で接続され、接続電極43、44が共振子4Bの電極4c、4dと面で接続される。そのため、電氣的に確実に導通させることができる。

この実施例の加速度センサ1Bでは、共振子3B、4Bの電極3c、3dおよび4c、4dが上下方向に露出しないので、第1実施例のようにケース部材6を接着した後で、電極をレーザなどを用いてトリミングしたり、電極面に周波数調整用インクなどを塗布することはできないが、接続電極33、34と共振子3Bの電極3c、3dとの接続、および接続電極43、44と共振子4Bの電極4c4dとの接続がより確実になるので、信頼性の高い加速度センサが得られる。

実施例 3

[0038] 図11、図12は加速度センサの第3実施例を示す。

この加速度センサ1Cは、バイモルフ型の加速度検出素子2Cの共振子3C、4Cの電極3e、3fおよび4e、4fを加速度印加方向Gと直交する主面に設けた点で第2実施例と共通するが、共振子3C、4Cの高さ寸法 H_1 をベース板5の高さ寸法 H_2 と同一とした点が第2実施例と異なる。第1、第2実施例と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

[0039] 共振子3C、4Cの高さ H_1 がベース板5と同じであるため、上記実施例1、2と比較してスペーサ31、32および41、42が省略されている。共振子3C、4Cの振動部Eは、固定支持部寄りの位置に形成されている。つまり、振動部Eから固定支持部までの距離L1は、振動部Eから自由端までの距離L2に比べて短い。そのため、加速度Gの印加による曲げ応力が大きな部位から信号が取り出され、感度の高い加速度センサを得ることができる。

この場合は、加速度検出素子2Cの側面に設けられる接続電極を、電極3e、3fおよび4e、4fで兼用できるため、電極形成作業を簡素化できる。

[0040] 本発明にかかる加速度センサは、上記実施例に限定されるものではない。

例えば、第1、第2実施例では、共振子として厚みすべり振動モードの共振子を用いたが、他の振動モード(例えば厚み縦振動モード、長さ振動モードなど)の共振子でも使用可能である。

上記実施例では、ベース板と第1、第2の共振子との間に、共振子の閉じ込め振動の範囲より広い空隙を形成したが、ベース板と第1、第2の共振子とを全面で対面接合してもよい。但し、全面で対面接合した場合には、共振子の振動がベース板で拘束さ

れるので、共振子としての性能(QおよびK)が低下するが、逆に加速度による応力の発生効率の面では効果的である。

図面の簡単な説明

- [0041] [図1]本発明にかかる加速度センサの第1実施例の全体斜視図である。
- [図2]図1に示した加速度センサの分解斜視図である。
- [図3]図1に示した加速度センサの加速度検出素子部分の分解斜視図である。
- [図4]図1に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の平面図である。
- [図5]共振子を母基板から切り出す方法を示す斜視図である。
- [図6]本発明にかかる加速度センサを用いた加速度検出装置の一例の回路図である。
- 。
- [図7]本発明にかかる加速度センサを用いた加速度検出装置の他の例の回路図である。
- [図8]本発明にかかる加速度センサの第2実施例の分解斜視図である。
- [図9]図8に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の分解斜視図である。
- 。
- [図10]図8に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の平面図である。
- [図11]本発明にかかる加速度センサの第3実施例の分解斜視図である。
- [図12]図11に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の分解斜視図である。

符号の説明

- [0042]
- | | |
|----------------|---------|
| 1A, 1B, 1C | 加速度センサ |
| 2A, 2B, 2C | 加速度検出素子 |
| 3, 4 | 共振子 |
| 3a, 3b, 4a, 4b | 電極 |
| 5 | ベース板 |
| 6 | ケース部材 |
| 7 | カバー部材 |
| 5b | 引出電極 |

62a, 63a 引出電極

61, 62b, 63b, 64 内部電極

71～73 外部電極

請求の範囲

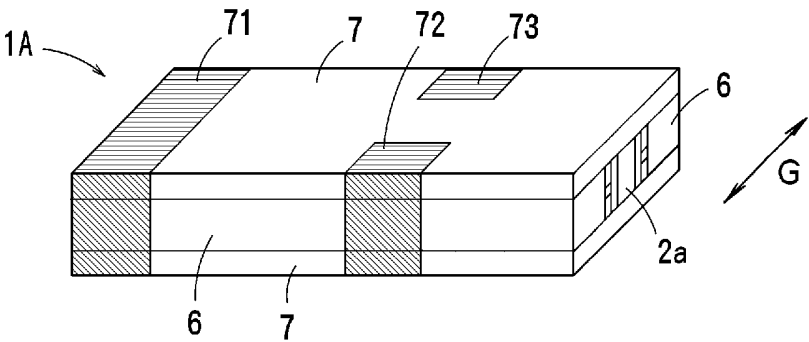
- [1] ベース板と、
両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部に振動部を有する第1、第2の共振子とを備え、
上記第1、第2の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第1、第2の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第1、第2の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、
上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向に対して中央部に位置しており、
上記第1、第2の共振子の振動部は、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置されていることを特徴とする加速度センサ。
- [2] 上記第1、第2の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さは上記ベース板の同方向の高さよりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の加速度センサ。
- [3] 上記第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置は、ベース板の両面の対向位置であることを特徴とする請求項2に記載の加速度センサ。
- [4] 上記第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置は、ベース板の加速度印加方向と直角方向の高さ中央部であることを特徴とする請求項3に記載の加速度センサ。
- [5] 上記ベース板と第1および第2の共振子とは、熱膨張係数がほぼ同じ材料で形成されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の加速度センサ。
- [6] 上記加速度検出素子の長手方向の一端部の加速度印加方向の外側面が一对のケース部材によって固定支持され、上記加速度検出素子とケース部材とで形成される開放面が一对のカバー部材によって覆われ、加速度の印加に伴って撓む加速度検出素子の変位部分が密閉した空間内に配置されており、
上記第1、第2の共振子の自由端側に形成された一方の電極は、ベース板に形成された引出電極を介してケース部材およびカバー部材の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続され、

上記第1共振子の基端側に形成された他方の電極は、ケース部材に形成された第1の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第1の個別電極に接続され、

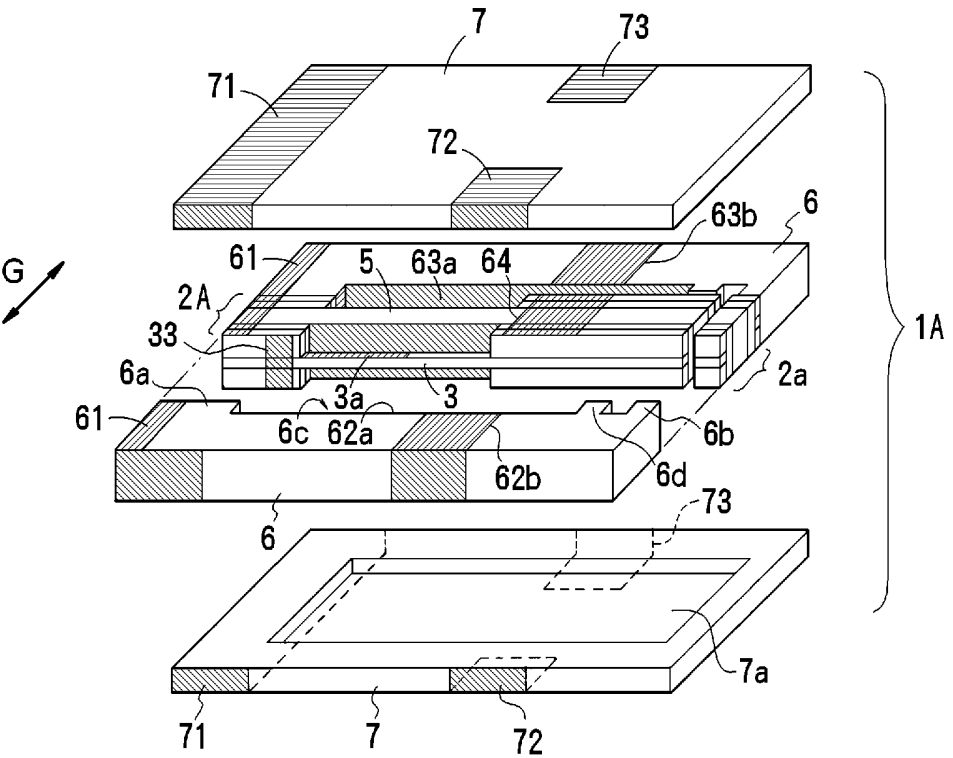
上記第2共振子の基端側に形成された他方の電極は、ケース部材に形成された第2の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第2の個別電極に接続されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の加速度センサ。

- [7] 上記第1, 第2の共振子のそれぞれの電極に導通する複数の内部電極がケース部材の上面に設けられていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の加速度センサ。

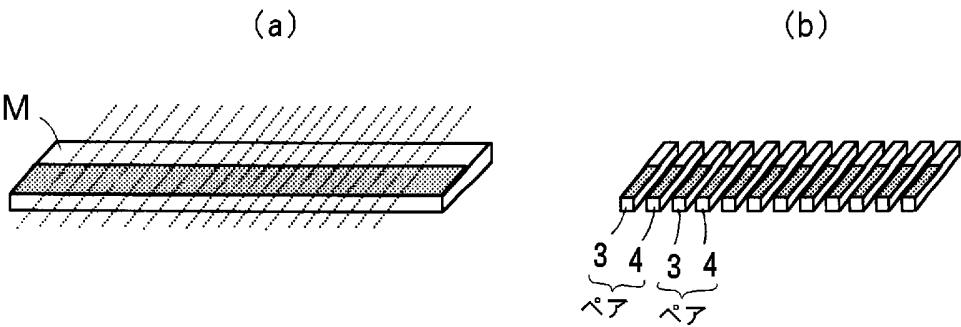
[図1]



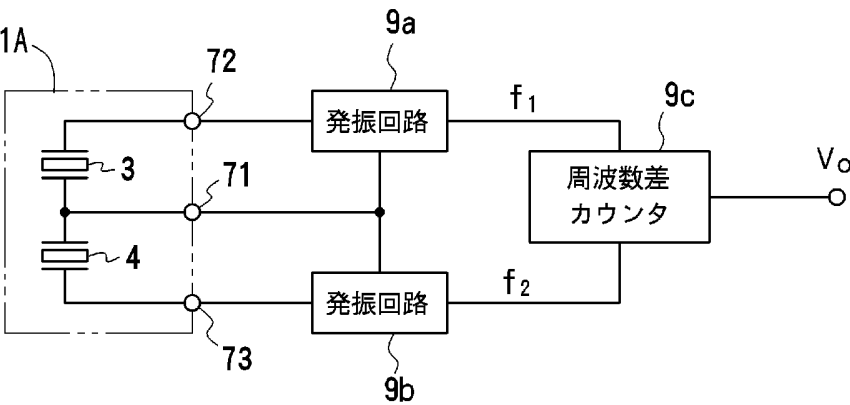
[図2]



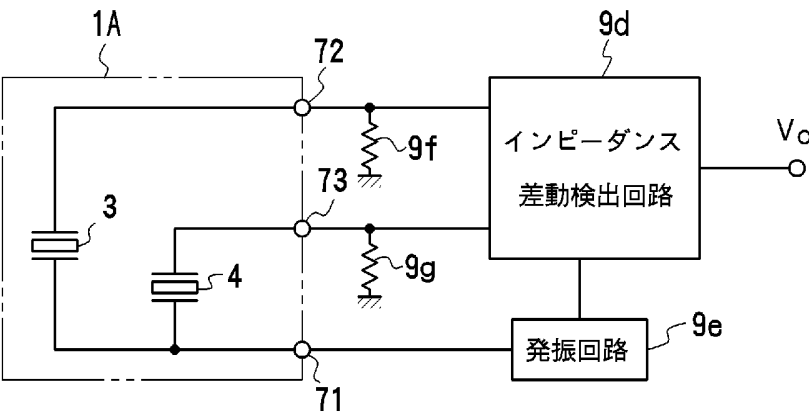
[図5]



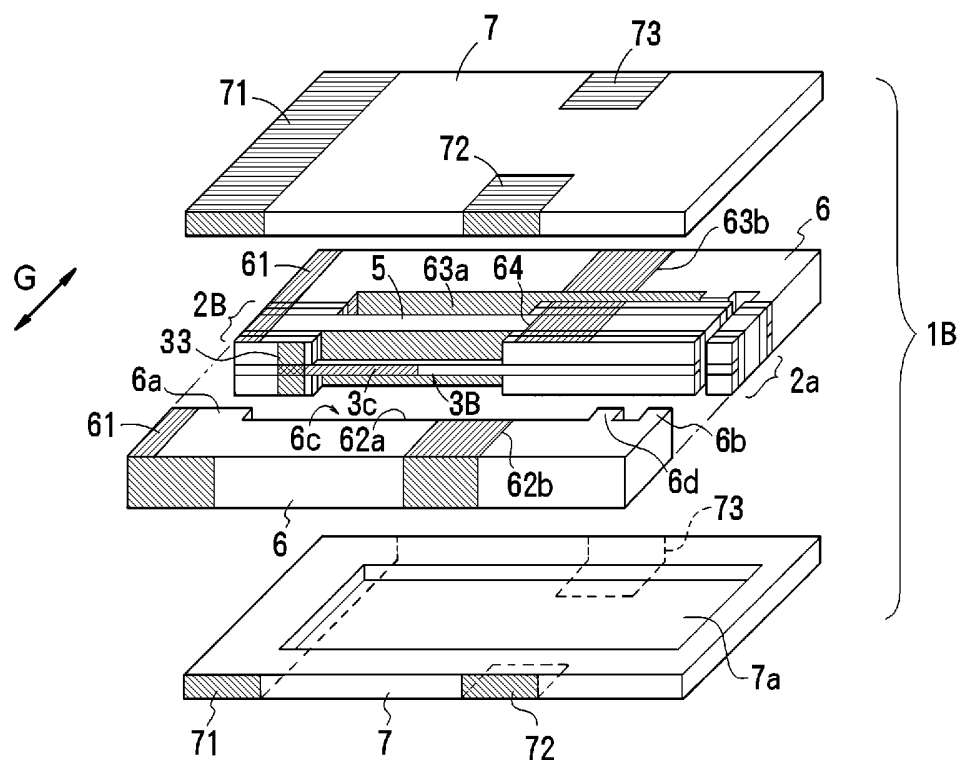
[図6]



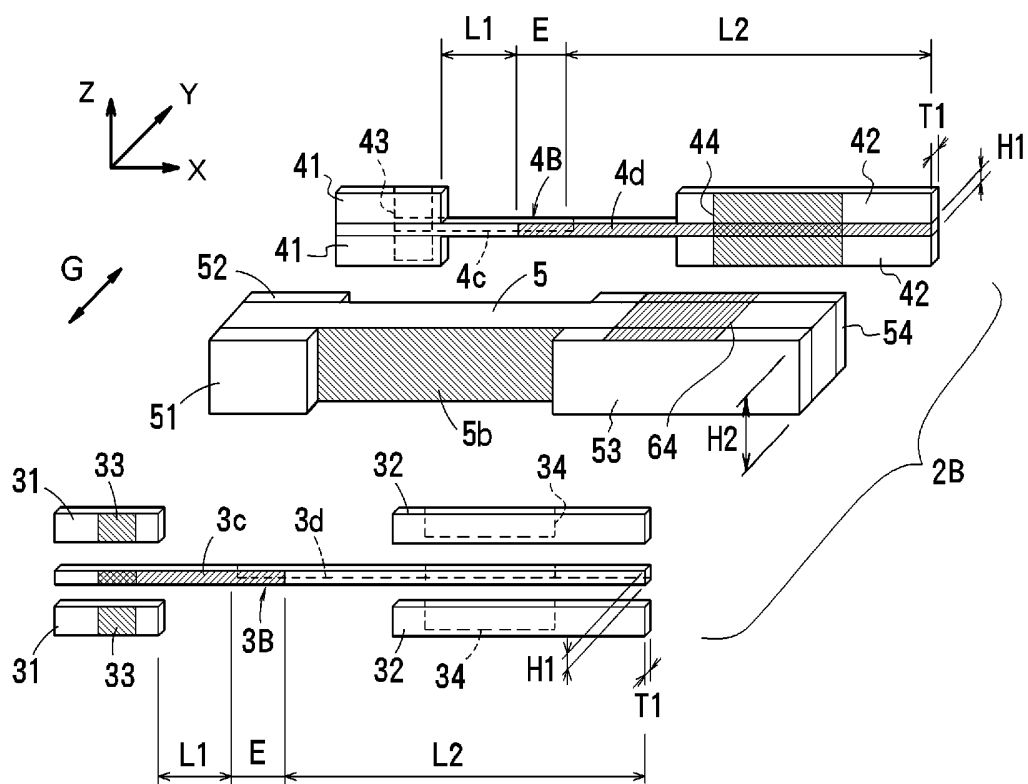
[図7]



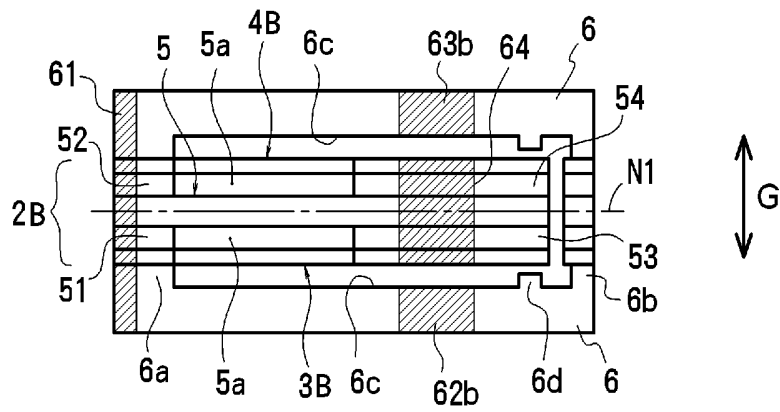
[図8]



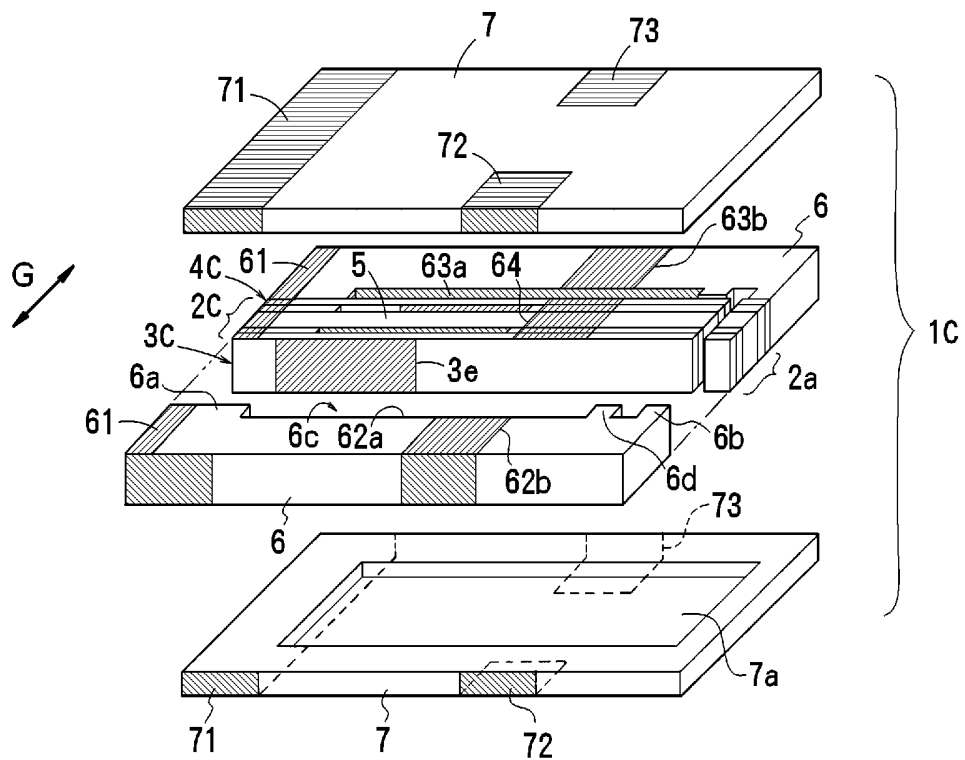
[図9]



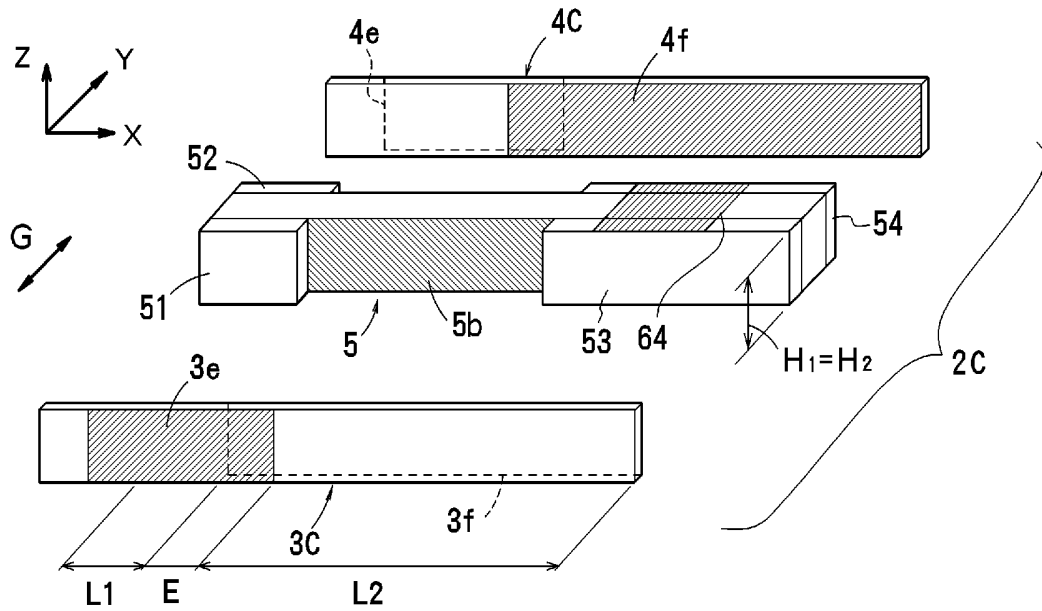
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01P15/10

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)
Int.Cl⁷ G01P15/10Documentation 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 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

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 2002-107372 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 April, 2002 (10.04.02), Full text & US 2002/69702 A & DE 10147911 A	1-7

☐ 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
05 October, 2004 (05.10.04)Date of mailing of the international search report
26 October, 2004 (26.10.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01P15/10

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. Cl⁷ G01P15/10

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年-1996年
日本国公開実用新案公報	1971年-2004年
日本国実用新案登録公報	1996年-2004年
日本国登録実用新案公報	1994年-2004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
A	JP 2002-107372 A (株式会社村田製作所) 2002.04.10, 全文 & US 2002/69702 A & DE 10147911 A	1-7

☐ 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

05.10.2004

国際調査報告の発送日

26.10.2004

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)

越川 康弘

2F

9605

電話番号 03-3581-1101 内線 3216