



(43) 国際公開日
2006年5月11日 (11.05.2006)

PCT

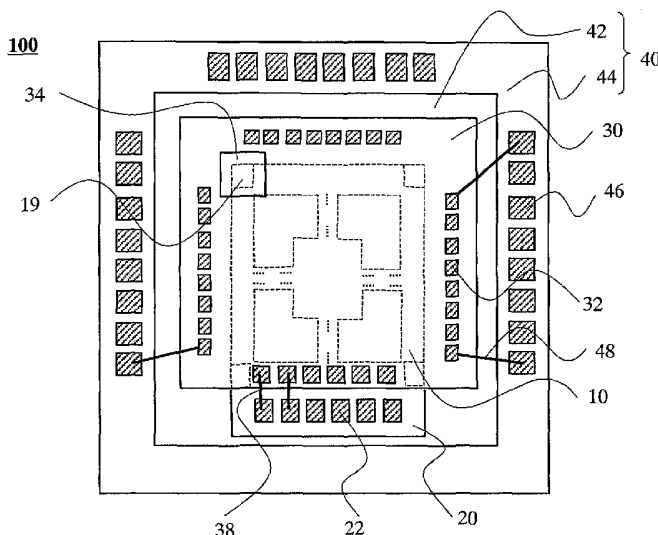
(10) 国際公開番号
WO 2006/049004 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/018938
- (22) 国際出願日: 2005年10月14日 (14.10.2005)
- (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2004-323761 2004年11月8日 (08.11.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂口 勇夫 (SAK-AGUCHI, Isao) [JP/JP]; 〒3690306 埼玉県児玉郡上里町七本木3512-6 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 森田 寛 (MORITA, Hiroshi); 〒1160013 東京都荒川区西日暮里5丁目11番8号 三共セントラルプラザビル5階 開明国際特許事務所 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, 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, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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,

/ 続葉有 /

(54) Title: ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサー装置



(57) Abstract: An acceleration sensor having an acceleration sensor chip that has a mass portion, a supporting frame, and a flexible arm provided with a piezoelectric resistor element on its upper surface, and also having an upper regulation plate that is bonded to the upper surface of the support frame, that has an IC circuit, and that has a larger area than the support frame. The acceleration sensor chip and the upper regulation plate are encased in a protective case with a cover. The regulation plate projects from the outer wall of the support frame and closes the space in the protective case containing the chip to block air flow between the above and below the regulation plate, and as a result, a temperature rise by the IC circuit is uniform between the piezoelectric resistor elements, provided on the upper surface of the flexible arm, and offset voltage is reduced.

(57) 要約: 質量部と支持枠とそしてピエゾ抵抗素子を上面を持った可撓腕とを持つ加速度センサーチップと、支持枠上面に接着されているとともにIC回路を持ち支持枠よりも面積で大きな上部規制板とを蓋の付いた保護ケース内に有する加速度センサー

/ 続葉有 /



WO 2006/049004 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, 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).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

装置。規制板が支持枠外壁から突出して保護ケース内でチップを収容している空間を突出によって閉じて規制板の上と下との空気流を妨げているので、可撓腕上面に設けたピエゾ抵抗素子間でIC回路による温度上昇を一様としてオフセット電圧を小さくする。

明 細 書

加速度センサー装置

技術分野

- [0001] この発明は、玩具、自動車、航空機、携帯端末機器等に用いられる加速度検出用の加速度センサー装置、特に半導体技術を用いて製造することができる加速度センサー装置に関する。

背景技術

- [0002] 加速度センサーとしては、ピエゾ抵抗効果、静電容量変化等の物理量変化を利用したものが、開発され製品化されている。これらの加速度センサーは、様々な分野で広く用いることができるが、最近は、小型、高感度で、多軸方向の加速度を同時に検出できるものが要求されている。
- [0003] シリコン単結晶は、格子欠陥が極めて少ないために理想的な弾性体となること、半導体プロセス技術をそのまま転用することができること等の特徴を有することから、シリコン単結晶基板に薄肉の可撓腕を設け、この薄肉の可撓腕に加わる応力を歪みゲージ例えばピエゾ抵抗素子によって電気信号に変換して出力とするピエゾ抵抗効果型半導体加速度センサーが特に注目されている。
- [0004] 3軸の加速度センサーとして、シリコン単結晶基板の薄肉部から成る梁構造の可撓腕を有し、シリコン単結晶基板の厚肉部から成る中央の質量部と周辺の枠とはその可撓腕で接続され、可撓腕上には各軸方向に複数個のピエゾ抵抗素子が形成されたものが用いられている。小さな加速度を感度良く検出するには、可撓腕を長く、薄くし、振り子となる質量部を重くすることが行われる。小さな加速度を検出することができるということは、大きな衝撃が加わると質量部の振幅が過剰に大きくなって、可撓腕が折れることにつながっていた。そこで大きな衝撃がかかっても可撓腕が折れないように、加速度センサーの上と下に規制板を設けて、質量部の振幅を規制板で規制することが行われている。
- [0005] 規制板と加速度センサーチップの質量部との間隙を所定の値に管理するために、間隙とほぼ同じ直径をした微小ボールを接着材で混練して、微小ボールを混ぜた接

着材を用いて規制板を加速度センサーチップに接着することが特許文献1及び特許文献2に示されている。規制板と加速度センサーチップとの間隙を微小ボールの直径によって決めることができるので、その間隙を所定の値に保つことができる。このように微小ボールを含む接着材を用いることで、規制板と加速度センサーチップとの間隙を管理することができる。

- [0006] 可撓腕上で質量部近くと支持枠近くとにそれぞれ形成されたピエゾ抵抗素子がブリッジ回路を構成して、外部から印加された加速度の各軸成分を測定している。ブリッジ回路の出力電圧は数mV～数10mVと小さい。そこで出力電圧を増幅する回路が幅広い応用分野に対応するには必要である。更に、ピエゾ抵抗素子の出力はピエゾ抵抗素子の温度センサーを加速度センサーの近くに設けておき、温度センサーの出力によって加速度センサーの出力を校正あるいは補償する必要がある。
- [0007] そこで、ブリッジ回路と増幅回路と温度補償回路とを含むIC回路を上部規制板に組み込むことが例えば特許文献3に提案されている。
- [0008] IC回路を持った上部規制板を用いると、IC回路からの発熱によって上部規制板の温度が上がる。IC回路を持った上部規制板はシリコンで作られており、シリコンの熱伝導率は $168\text{w/m}\cdot\text{K}$ と空気の $0.0241\text{w/m}\cdot\text{K}$ と比べると約7000倍と大きいので、IC回路からの発熱によって上部規制板全体が暖められる。
- [0009] 加速度センサーチップに設けられたピエゾ抵抗素子は、可撓腕の上面すなわち上部規制板底面と対向する位置に上部規制板底面との間に数 μm から数 $10\mu\text{m}$ の小さな間隙を持って設けられているので、上部規制板の温度が上昇すると上部規制板底面からの輻射熱の影響で温度が上がる。上部規制板の中央に対応した位置、すなわち質量部近くにあるピエゾ抵抗素子の温度が、支持枠近くにあるピエゾ抵抗素子の温度よりも低くあるいは高くなる。加速度センサーチップの周辺に近いところでは空気の動きが中央部よりも大きいために、支持枠近くに形成したピエゾ抵抗素子の温度が、質量部近くに形成したピエゾ抵抗素子の温度と変わる傾向がある。可撓腕上で支持枠近くにあるピエゾ抵抗素子と質量部近くにあるピエゾ抵抗素子とが加速度の各軸成分を測定するためのブリッジ回路に組み込まれているので、支持枠近くのピエゾ抵抗素子と質量部近くのものとの間に温度差があると、その温度差のためにそ

れらの間の抵抗差が生じ、加速度が印加されていない時であっても出力電圧が測定される、すなわち、オフセット電圧が大きいという問題があった。

特許文献1: 日本特開平4-274005号公報

特許文献2: 日本特開平8-233851号公報

特許文献3: 日本特開平6-242141号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] そこで、本発明ではオフセット電圧の小さな加速度センサー装置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

- [0011] 本発明の加速度センサー装置は、
中央にある質量部と、
その質量部からある距離離れてその質量部を取り囲んでいる支持枠と、
質量部上面と支持枠上面とを結んでいる複数の可撓腕と、
複数の可撓腕それぞれの上面で質量部近くと支持枠近くとにそれぞれ形成されている、加速度の各軸成分を測定するためのピエゾ抵抗素子とを有する加速度センサーチップと、
質量部上面との間に所定の間隙を持って加速度センサーチップ上面を覆って設けられているとともに接着材によって支持枠に接着固定されていて、上面にIC回路が形成されているシリコン基板からなる上部規制板と、
その上部規制板を上面に取り付けた加速度センサーチップを内部に入れている保護ケースとを有し、
前記上部規制板が支持枠外周よりも大きく、支持枠の外壁の少なくとも1つから突出して支持枠上を覆って設けられている。
- [0012] 上記本発明の加速度センサー装置では、支持枠は、前記ピエゾ抵抗素子に導体によって接続されているとともに、上部規制板上の処理回路端子に接続されている複数の端子を持った端子ボードを1つの側面に持っていて、
上部規制板が、端子ボードが設けられている側面以外の支持枠のすべての外壁から

突出していることが好ましい。

[0013] 本発明の加速度センサー装置で、保護ケース内壁と上部規制板の支持枠外壁から突出している側辺との間隙が、保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙対比で0.1～0.8であることが好ましい。

[0014] 前記加速度センサー装置で、上部規制板が加速度センサーチップの支持枠の4つのコーナーで接着材によって接着固定されていて、上部規制板上でその4つのコーナーの1つに対応した位置に温度センサーが設けられているのが好ましい。

発明の効果

[0015] 本発明の加速度センサー装置では、上部規制板が加速度センサーチップ支持枠外壁から突出し、保護ケース内で加速度センサーチップを収容している空間をその突出によって閉じて上部規制板の上と下との空気流を妨げている。そのために、可撓腕上面で質量部近くに設けられたピエゾ抵抗素子と支持枠近くに設けられたピエゾ抵抗素子との間でIC回路による温度上昇を一様としてオフセット電圧を小さくすることができる。更に、上部規制板によるダンピング効果を生じ、急激な加速度変化に対して振動の減衰時間が短くなる。また、上部規制板を形成しているシリコン基板にチップングが生じたときに、上部規制板が加速度センサーチップよりも大きいので、シリコン基板からのチップがセンサーにまきこまれることが少なくなる。また、上部規制板の側辺と保護ケース内壁との間隙が小さく、更に上部規制板と保護ケースとが導線で結合されているので、上部規制板の熱を容易に保護ケースに伝えて放出することも期待できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明による実施例1の加速度センサー装置の分解斜視図である。

[図2]図2は、実施例1の加速度センサー装置に用いられている加速度センサーチップの斜視図である。

[図3]図3は、実施例1の加速度センサー装置に用いられている、上部規制板を取り付けた加速度センサーチップの斜視図である。

[図4]図4は、図1のIV－IV線に沿った断面図である。

[図5]図5は、蓋を取り除いて示す実施例1の加速度センサー装置の平面図である。

[図6]図6は、オフセット電圧と間隙比との関係を示すグラフである。

[図7]図7は、温度センサーの位置を説明するための図である。

[図8]図8は、オフセット電圧と温度センサーの位置との関係を示すグラフである。

[図9]図9は、減衰時間と間隙比との関係を示すグラフである。

符号の説明

- [0017] 10 加速度センサーチップ
- 12 質量部
- 14 支持枠
- 16 可撓腕
- 18 ピエゾ抵抗素子
- 19 コーナー
- 20 端子ボード
- 22 端子
- 30 上部規制板
- 32 処理回路端子
- 34 温度センサー
- 36 接着材
- 40 保護ケース
- 100 加速度センサー装置

発明を実施するための最良の形態

- [0018] 以下本発明を図面を参照しながら実施例に基づいて詳細に説明する。

実施例 1

- [0019] 本発明の実施例1の加速度センサー装置について図1から図5を用いて説明する。

図1は実施例1の加速度センサー装置の分解斜視図、図2は実施例1の加速度センサー装置に用いている加速度センサーチップを示す斜視図、図3は上に上部規制板を取り付けた加速度センサーチップの斜視図で、図4は図1のIV-IV線に沿った断面図を示す。また図5は図1の加速度センサー装置で、蓋を取り除いて示す平面図である。実施例1の加速度センサー装置100では、加速度センサーチップ10の上面

に上部規制板30がその回路実装面を上にして、硬質プラスチック球(直径 $20\mu\text{m}$)を約10wt%混練した接着材36を用いて接着されていて、加速度センサーチップ10が保護ケース40内に挿入接着されている。加速度センサーチップ10を保護ケース40内に接着する際に、保護ケース内底面42の接着部位に硬質プラスチック球が混練された接着材36'を予め塗布しておいた。直径 $10\mu\text{m}$ の硬質プラスチック球をシリコン系樹脂中に約10wt%混合して接着材36'とした。硬質プラスチック球により上部規制板30と加速度センサーチップ10との間の隙間g1および、保護ケース内底面42と加速度センサーチップ10との間の隙間g2は、 $10\mu\text{m}$ と精度良く規制されている。

- [0020] 本発明に用いられている加速度センサーチップ10は、可撓腕16の厚さを高精度に制御できるように SiO_2 絶縁層を介してSOI層を形成したシリコン単結晶基板、すなわちSOIウエファーを用いて作製されている。SOIとはSilicon on insulatorの略である。この例では約 $600\mu\text{m}$ 厚のSiウエファー上にエッチングストッパーとなる SiO_2 絶縁層を薄く(約 $1\mu\text{m}$)形成し、その上に約 $10\mu\text{m}$ 厚さのN型のシリコン単結晶基板を形成したウエファーを基板として使用した。加速度センサーチップ10は、シリコン単結晶基板の厚肉部からなる中央の質量部12と、質量部12を取り囲むように周辺に配置した正方形の支持枠14と、質量部12の上面と支持枠14の上面とを連結するシリコン単結晶基板の薄肉部からなる2対の梁状の可撓腕16と、2つの直交する検出軸(XとY軸)および加速度センサーチップ上面に垂直な検出軸(Z軸)に対応して、可撓腕上に設置した各軸それぞれ4個の歪みゲージ(以下の説明においては、歪みゲージの一例としてピエゾ抵抗素子を用いているので、「ピエゾ抵抗素子」とする)18とからなる。すなわち、X軸方向に延びている可撓腕16上に各2個のピエゾ抵抗素子18が設けられていてX軸方向の加速度を検出する。Y軸方向に延びている可撓腕16上に各2個のピエゾ抵抗素子18が設けられていてY軸方向の加速度を検出する。X軸方向に延びている可撓腕16上に更に各2個のピエゾ抵抗素子18が設けられていて、Z軸方向の加速度を検出する。この例ではZ軸方向の加速度をX軸方向に延びている可撓腕16上に設けたピエゾ抵抗素子で検出しているが、Z軸方向の加速度を検出する素子はY軸方向に延びている可撓腕16上に設けられていても良い。各

軸方向の加速度を検出する4個のピエゾ抵抗素子はフルブリッジ検出回路を構成している。ピエゾ抵抗素子はSOIウエファの表面(10 μ m厚のシリコン上)にフォトリソでパターニングを行い、シリコン層にボロンを $1\sim 3\times 10^{18}$ 原子/cm³打ち込み形成した。抵抗素子の配線は金属スパッター、ドライエッチング装置等を用いて形成した。

- [0021] 加速度センサーチップ10の大きさをここで説明する。加速度センサーチップの支持枠14は外側寸法で1900 μ m $\times$ 1900 μ mであり、その厚さが610 μ mで、支持枠の幅が200 μ mである。中央の質量部12は、縦横の長さが500 μ m $\times$ 500 μ mでその厚さが610 μ mである。4本の可撓腕16は500 μ m長 $\times$ 70 μ m幅 $\times$ 10 μ m厚である。可撓腕上に形成されたピエゾ抵抗素子18は70 μ m長で幅5 μ mである。
- [0022] 加速度センサーチップ10の支持枠14の1つの側辺には、複数のピエゾ抵抗素子用端子22が設けられた端子ボード20が加速度センサーチップ10と一体に形成されている。端子ボード20は、支持枠14の側辺と同じ長さ(1900 μ m)をしていて、支持枠14からの突出量が約200 μ mなので、端子ボード20を含めた加速度センサーチップ10の大きさが1900 μ m $\times$ 2100 μ mである。端子ボード20の底面24は正方形の支持枠14の底面よりも浅く形成されていて、端子ボード20の底面24が保護ケース内底面42に接触しないのが好ましい。端子ボード20に設けられた複数の端子22は、可撓腕上面から支持枠上面にかけて設けられた複数の導体それぞれによって、可撓腕上に設けられた12個のピエゾ抵抗素子18の端子と接続されている。図1～図5で、端子22とピエゾ抵抗素子18とを接続しているこれらの導体を省略している。
- [0023] 加速度センサーチップ10に設けられた12個のピエゾ抵抗素子18によって3組(X、Y、Z軸それぞれ1組)のフルブリッジ検出回路を構成しているので、少なくとも4個の端子22が必要であり、好ましくは8個の端子22が端子ボード20に設けられている。これらの端子22それぞれは上部規制板30に設けられている処理回路端子32のうちの幾つかのそれぞれと導線38によって電氣的に接続されている。導線38として例えば20 μ m径をした0.5mm長の裸金線を用いて、裸金線の一端を端子22それぞれと、裸金線他端を処理回路端子32それぞれと、超音波ボンダーで溶接されている。
- [0024] 加速度センサーチップ10上面には、上面を覆うように上部規制板30が取り付けら

れている。上部規制板30の底面と加速度センサーチップ10の質量部12上面との間に所定の間隙、例えば $3\sim 35\ \mu\text{m}$ の間隙g1が設けられている。加速度センサーチップ10の支持枠14上面、この実施例では正方形をした支持枠上面の各コーナー19のところで接着材36によって、上部規制板30を加速度センサーチップ10上面に固定している。

- [0025] 各コーナー19に大きさ $180\ \mu\text{m}\times 180\ \mu\text{m}$ で深さ $10\ \mu\text{m}$ の窪みを支持枠上に形成し、その窪みに接着材36を入れて支持枠上面から上部規制板30の底面まで盛り上がることで、間隙g1を形成している。
- [0026] 上部規制板30として、上面にIC回路を形成した $2200\ \mu\text{m}$ 幅 $\times 2600\ \mu\text{m}$ 長 $\times 20\ \mu\text{m}$ 厚のシリコン基板を用いた。上部規制板30を加速度センサーチップ10の上に、支持枠14の3つの外壁から上部規制板の側辺が突出するように接着固定した。図3と図5に示すように、上部規制板30が端子ボード20が設けられている側と反対側の支持枠外壁から $300\ \mu\text{m}$ 突出し、支持枠の両側から $350\ \mu\text{m}$ 突出している。端子ボードが設けられている側では端子ボード上面全体が現れるように、支持枠14の側辺に上部規制板30の側辺が一致している。
- [0027] 上部規制板30に設けられたIC回路は、入力軸を切り替えるマルチプレクサ、信号を増幅するオペアンプ、補正データを保存しておくEEPROM、環境温度を検出する温度センサー、その温度センサー出力に基づきEEPROMから調整コードを与えオペアンプのゲインならびオフセットにフィードバックをかける機能を有する抵抗ラダー等で構成されている。支持枠14の4つのコーナー19で上部規制板30を接着固定している場所の1つの位置に対応した上部規制板上に温度センサー34が設けられている。
- [0028] 上部規制板30の底面には SiO_2 層が絶縁層として形成されている。上部規制板の底面は、加速度が加速度センサー装置に働いたときに、加速度センサーチップ10の質量部12が接触あるいは衝突することがあるので、上部規制板底面から加速度センサーチップへの電荷の漏洩を防ぐために絶縁層が設けられている。この絶縁層は SiO_2 層に代えて Al_2O_3 層を用いることができる。あるいは、上部規制板底面の絶縁層に代えて、加速度センサーチップ上面に絶縁層を設けることができる。

- [0029] 保護ケース40は横枠44と内底面42とを持っていて、加速度センサーチップ10の支持枠底面が保護ケース40の内底面42上に接着固定されている。加速度センサーチップ10を内底面42に固定した状態で、加速度センサーチップ10の中央にある質量部12は保護ケース40の内底面42と接触せず所定の間隔 g_2 (この間隔は、質量部上面と上部規制板との間隔と違った長さを持つことができる。)を持っている。内底面42は、質量部12底面との間に間隔を持って、質量部12の下方への振動をその間隔の大きさ内に制限するので、下部規制板として作用する。
- [0030] 保護ケース40の横枠44間距離、すなわち横枠44の内壁間距離を $2900\mu\text{m}$ とした。加速度センサーチップ10を保護ケース40の内底面42の中央に取り付けている。支持枠14の両側では支持枠の外壁から上部規制板30が $350\mu\text{m}$ 突出しているので、保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隔が $150\mu\text{m}$ である。保護ケース内壁と支持枠外壁との間隔 $500\mu\text{m}$ に対する保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隔の比率が0.3である。また、端子ボード20と反対側における上部規制板の側辺と保護ケース内壁との距離が $200\mu\text{m}$ 、端子ボード側辺(図5における紙面で下側の辺)と保護ケース内壁との距離が $300\mu\text{m}$ となっている。
- [0031] 保護ケース40の横枠44には複数の入出力端子46を有し、上部規制板30に設けた処理回路端子32のうちのいくつかがそれぞれこれら入出力端子46と導線48(「第二の導線」と言うことがある)で電氣的に接続されている。次に端子46それぞれは保護ケース40の側面に設けた複数の外部端子と横枠内で導線(図示せず)で結ばれている。保護ケース40が持っている入出力端子46は少なくとも5個有り、好ましくは12個である。保護ケース40の入出力端子46を上部規制板の処理回路端子32と電氣的に接続している第二の導線48として $20\mu\text{m}$ 径の裸金線を用い、それらの端が各端子に超音波ボンダーで溶接されている。保護ケース40は例えばアルミナセラミックスで形成されていて、その上部にアルミナセラミックスで作った蓋50が接着材で固定されている。
- [0032] 実施例1の加速度センサー装置100を用いて、そのオフセット電圧を測定した。X軸用の4個のピエゾ抵抗素子で形成したフルブリッジ回路と、Z軸用の4個のピエゾ抵抗素子で形成したフルブリッジ回路とに端子間電圧3Vを印加して、環境温度24

℃でオフセット電圧を測定したところ、X軸のフルブリッジ回路の出力電圧が $\pm 20\text{mV}$ 以内で、Z軸のフルブリッジ回路の出力電圧も $\pm 20\text{mV}$ 以内であった。なお、出力電圧は正の値と負の値とを示し、その絶対値の大小で比較する必要がある。ここで「 $\pm 20\text{mV}$ 以内」とはフルブリッジ回路の出力電圧が $+20\text{mV}$ から -20mV の範囲に分布した値を示すことを意味する。すなわち、オフセット電圧の絶対値が最大で 20mV であることを意味する。以下同じ意味でオフセット電圧を示す。

[0033] 比較例の加速度センサー装置として、大きさ $1900\mu\text{m}$ 幅 $\times 1900\mu\text{m}$ 長 $\times 200\mu\text{m}$ 厚の上部規制板を用いた以外は実施例1の加速度センサー装置100と同じ構造のものを用意した。上部規制板が加速度センサーチップの外側寸法と同じなので、上部規制板を加速度センサーチップに取り付けたときに、支持枠のいずれの外壁からも上部規制板が突出していなかった。比較例の加速度センサー装置を用いて、実施例1のものと同様にオフセット電圧を測定したところ、X軸のフルブリッジ回路の出力電圧が $\pm 30\text{mV}$ 以内で、Z軸のフルブリッジ回路の出力電圧が $\pm 60\text{mV}$ 以内であった。このように、比較例の加速度センサー装置ではZ軸のオフセット電圧が大きかったが、実施例1の加速度センサー装置ではZ軸のオフセット電圧が最大で $\pm 20\text{mV}$ と小さいものであった。

[0034] 上部規制板に設けられている回路のうち、アンプのように発熱の大きな回路が上部規制板上の周辺部、すなわち可撓腕上の支持枠に近いところにあるピエゾ抵抗素子の近くに発熱の大きな回路が設けられている。そのために、支持枠に近いところにあるピエゾ抵抗素子が質量部に近いところにあるピエゾ抵抗素子よりも温度が高くなる。Z軸加速度を測定するピエゾ抵抗素子4個で形成されたフルブリッジ回路では、支持枠に近いところにある2個のピエゾ抵抗素子の抵抗値の積と、質量部に近いところにある2個のピエゾ抵抗素子の抵抗値の積との差で出力電圧を求めている。一方、X軸/Y軸加速度を測定するピエゾ抵抗素子4個で形成されたフルブリッジ回路では、支持枠に近いところにある2個のピエゾ抵抗素子のうちの一方の抵抗値と質量部に近いところにある2個のピエゾ抵抗素子のうちの一方の抵抗値との積と、支持枠に近いところにある他方のピエゾ抵抗素子の抵抗値と質量部に近いところにある他方のピエゾ抵抗素子の抵抗値との積との差で出力電圧を求めている。そのために、支持枠

に近いところにあるピエゾ抵抗素子と質量部に近いところにあるピエゾ抵抗素子との間に温度差が生じると、Z軸のフルブリッジ回路の出力電圧が大きく変動し、X軸/Y軸のフルブリッジ回路の出力電圧の変動が小さいことが考えられる。

[0035] 本発明の加速度センサー装置では、上部規制板が加速度センサーチップの外壁から突出して、保護ケース内で加速度センサーチップを収容している空間を上部から蓋をしている。上部規制板に設けられたIC回路からの発熱によって支持枠上面の周辺空間あるいは質量部上面の周辺空間の一方が加熱されたときに、その熱が短時間に加速度センサーチップ上面を均一に加熱するものと考えられる。しかし、比較例では保護ケース内壁と上部規制板側辺との間にある間隙が大きいため、保護ケース内で加速度センサーチップを収容している空間と上部規制板の上部空間との間で多くの空気が流れることができ、加速度センサーチップ上面全体が均一に加熱されないために、支持枠近くのピエゾ抵抗素子と質量部近くのピエゾ抵抗素子との間に温度差が生じ、Z軸オフセット電圧が大きくなったものと考えられる。

[0036] なお、実施例1の加速度センサー装置100では、温度センサー34が、上部規制板30を接着固定している支持枠14の4つのコーナー19のうち1つに対応した上部規制板上に設けられている。上部規制板上には発熱の比較的大きなオペアンプや抵抗ラダーなどが形成されているが、上部規制板を接着固定している場所は、これら発熱の大きい回路から離れているので、温度センサー34が保護ケース内の平均的な温度を測定することができる。

実施例 2

[0037] 本発明の加速度センサー装置で上部規制板の大きさを変えて、保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙に対する保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隙の比率を変えたものを用いて、オフセット電圧とその間隙比との関係を測定した。ここで用いた加速度センサー装置は実施例1のものと上部規制板の大きさを除いて同じである。上部規制板は、大きさ $2200\mu\text{m}$ 幅 $\times L\mu\text{m}$ 長 $\times 200\mu\text{m}$ 厚の長さLを $1900\mu\text{m}$ から $2800\mu\text{m}$ まで変えた。上部規制板を加速度センサーチップ上に、加速度センサーチップの端子ボードが設けられている加速度センサーチップの側では端子ボード上面全体が上部規制板から現れるように、加速度センサーチップの支持枠の側辺に上部

規制板の側辺が一致するように接着固定したので、端子ボードが設けられている側と反対側の支持枠外壁から上部規制板が $300\mu\text{m}$ 突出している。上部規制板の長さ L を $1900\mu\text{m}$ から $2800\mu\text{m}$ まで変えているので、支持枠の両側から上部規制板が $0\mu\text{m}$ (突出量なし), $100\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$, $300\mu\text{m}$, $400\mu\text{m}$, $450\mu\text{m}$ それぞれ突出している。保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙 $500\mu\text{m}$ に対する保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隙の比率がそれぞれ $1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0.1$ となっている。これらの加速度センサー装置のオフセット電圧を環境温度 24°C で端子間電圧 3V を印加して測定した。測定したオフセット電圧と間隙比 (保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隙の保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙に対する比) との関係を図6に示す。図6から明らかなように、間隙比 $0.1\sim 0.8$ ではオフセット電圧が $\pm 40\text{mV}$ 以内となっている。また、間隙比 $0.1\sim 0.6$ ではオフセット電圧が $\pm 30\text{mV}$ 以内となっている。なお、間隙比が 0.1 未満では、保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隙が $50\mu\text{m}$ 未満となって、加速度センサー装置の組み立てが困難となるので、間隙比が 0.1 以上あることが必要である。

実施例 3

- [0038] 上部規制板上に設けた温度センサーの位置とオフセット電圧との関係について検討した。ここで用いた加速度センサー装置は実施例1で説明した構成をしており、支持枠の4つのコーナーで上部規制板を接着固定している場所の1つの位置に対応した上部規制板上に温度センサー34が設けられている。温度センサー34の測温部 (大きさ $300\mu\text{m}\times 300\mu\text{m}$) の中心を接着材の入った $180\mu\text{m}\times 180\mu\text{m}$ の大きさをした窪みのあるコーナー19の中心から上下に距離 $W1$ および左右に距離 $W2$ を $300\mu\text{m}$ まで、図7に示すように変えたときのオフセット電圧を測定しオフセット電圧の分布を図8に示す。この図から判るように、温度センサーの測温部中心が接着材中心から $\pm 50\mu\text{m}$ の範囲にあるときにオフセット電圧が $\pm 20\text{mV}$ 未満となり、温度センサーの測温部中心が接着材中心から離れるに従いオフセット電圧が大きくなる。
- [0039] 上部規制板の上面にはIC回路が形成されているので、接着材中心から上部規制板の中心に寄った位置に温度センサーが設けられると、温度センサーがIC回路にあまりにも近くなってピエゾ抵抗素子の温度を測定することができなくなる。また、温度

センサーが接着材から上部規制板の外側に位置するとピエゾ抵抗素子から離れるので、オフセット電圧が大きくなったものと考えられる。

実施例 4

- [0040] 実施例2で用いた上部規制板の長さLを変えて作った加速度センサー装置を用いて、加速度センサーチップの振動が減衰するまでの時間(減衰時間)を測定した。加速度センサー装置を糸で吊るし、糸を切断して自由落下させて加速度が1Gから0Gに変化させたときの加速度センサー装置の出力をモニターして出力がなくなるまでの時間を減衰時間とした。測定した減衰時間と加速度センサー装置の間隙比(保護ケース内壁と上部規制板側辺との間隙の保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙に対する比)との関係を図9にグラフで示す。このグラフから明らかなように、間隙比が小さくなると減衰時間が短くなり、間隙比:1.0(突出量:0 μ m)における減衰時間約22 msecに比べ、間隙比:0.4(突出量:200 μ m)では減衰時間が約14msecと約40%短縮できた。

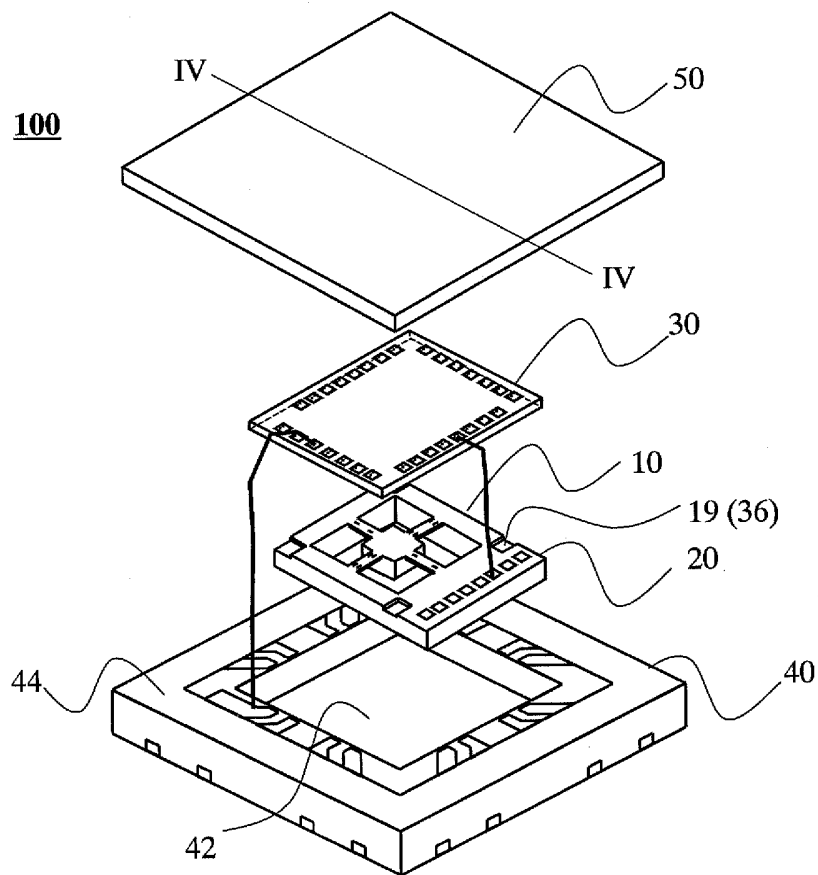
産業上の利用可能性

- [0041] 玩具、自動車、航空機、携帯端末機器等に加わる加速度を検出する加速度センサー装置では、その小型化のために上部規制板にIC回路を形成することが提案されている。IC回路を形成した上部規制板を用いた加速度センサー装置では、IC回路からの発熱のためにピエゾ抵抗素子が一様に加熱されないためにオフセット電圧が大きくなっていた。上部規制板を加速度センサーチップよりも大きくして加速度センサーチップから突出させてピエゾ抵抗素子の温度を均一にした加速度センサー装置はオフセット電圧を低くすることができるので、測定する加速度を正確な値にすることができる。

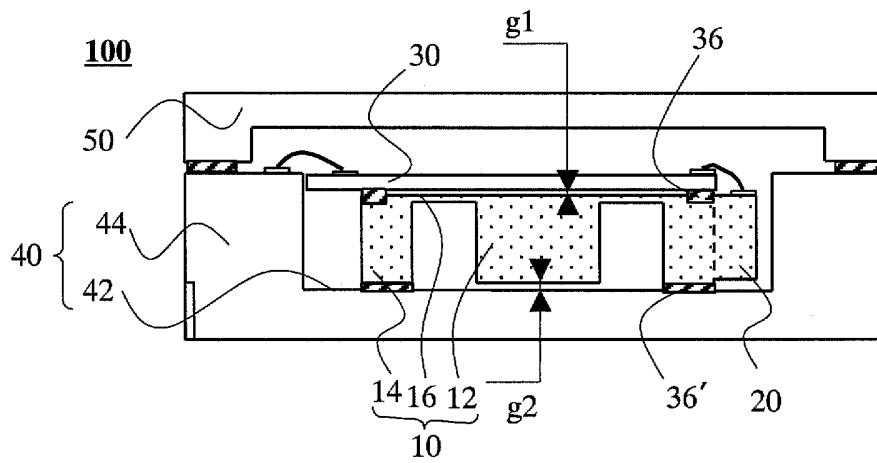
請求の範囲

- [1] 中央にある質量部と、
その質量部からある距離離れてその質量部を取り囲んでいる支持枠と、
質量部上面と支持枠上面とを結んでいる複数の可撓腕と、
複数の可撓腕それぞれの上面で質量部近くと支持枠近くとにそれぞれ形成されている、加速度の各軸成分を測定するためのピエゾ抵抗素子とを有する加速度センサーチップと、
質量部上面との間に所定の間隙を持って加速度センサーチップ上面を覆って設けられているとともに接着材によって支持枠に接着固定されていて、上面にIC回路が形成されているシリコン基板からなる上部規制板と、
その上部規制板を上面に取り付けた加速度センサーチップを内部に入れている保護ケースとを有し、
前記上部規制板が支持枠外周よりも大きく、支持枠の外壁の少なくとも1つから突出して支持枠上を覆って設けられている加速度センサー装置。
- [2] 支持枠は、前記ピエゾ抵抗素子に導体によって接続されているとともに、上部規制板上の処理回路端子に接続されている複数の端子を持った端子ボードを1つの側面に持っていて、
上部規制板が、端子ボードが設けられている側面以外の支持枠のすべての外壁から突出している請求項1記載の加速度センサー装置。
- [3] 保護ケース内壁と上部規制板の支持枠外壁から突出している側辺との間隙が、保護ケース内壁と支持枠外壁との間隙対比で0.1～0.8である請求項2記載の加速度センサー装置。
- [4] 上部規制板が加速度センサーチップの支持枠の4つのコーナーで接着材によって接着固定されていて、上部規制板上でその4つのコーナーの1つに対応した位置に温度センサーが設けられている請求項3記載の加速度センサー装置。

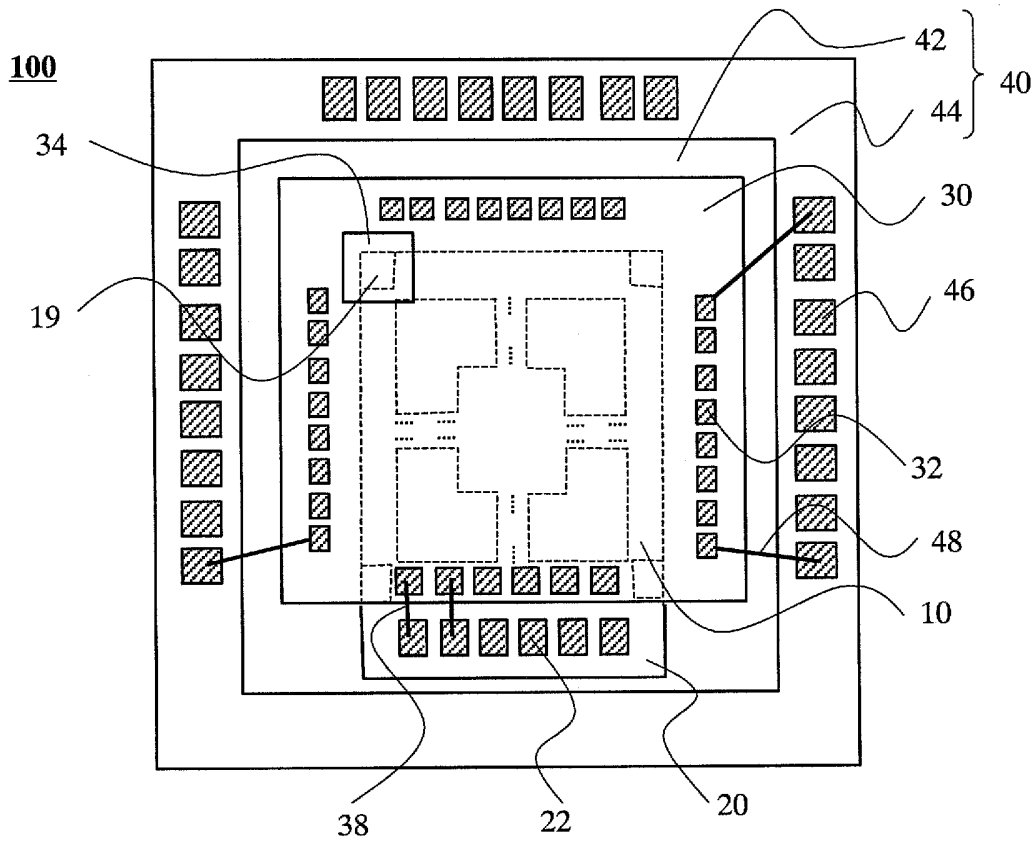
[図1]



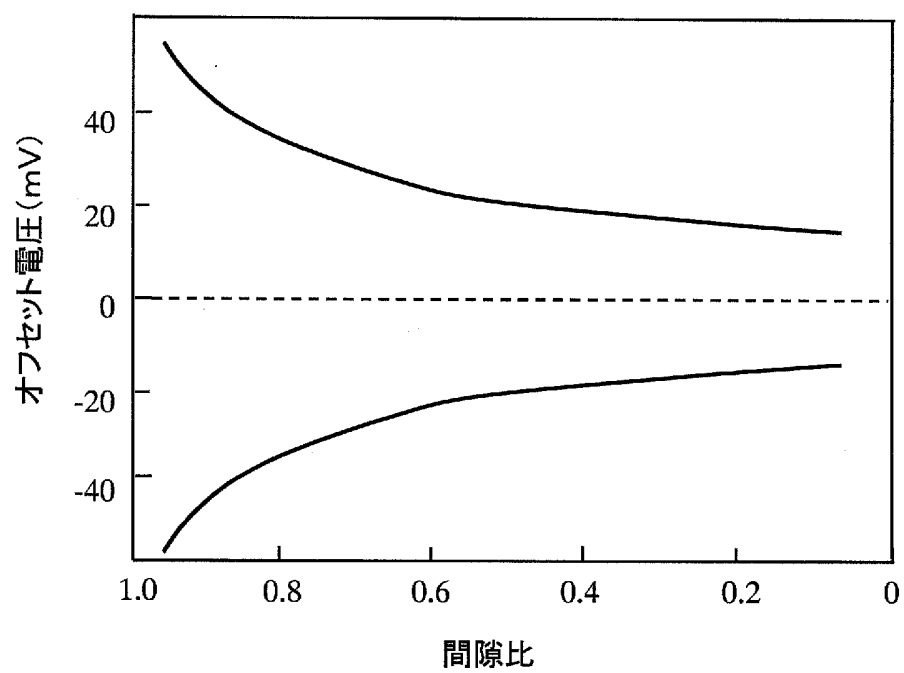
[図4]



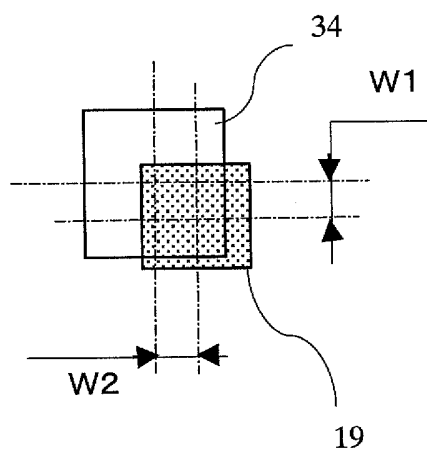
[図5]



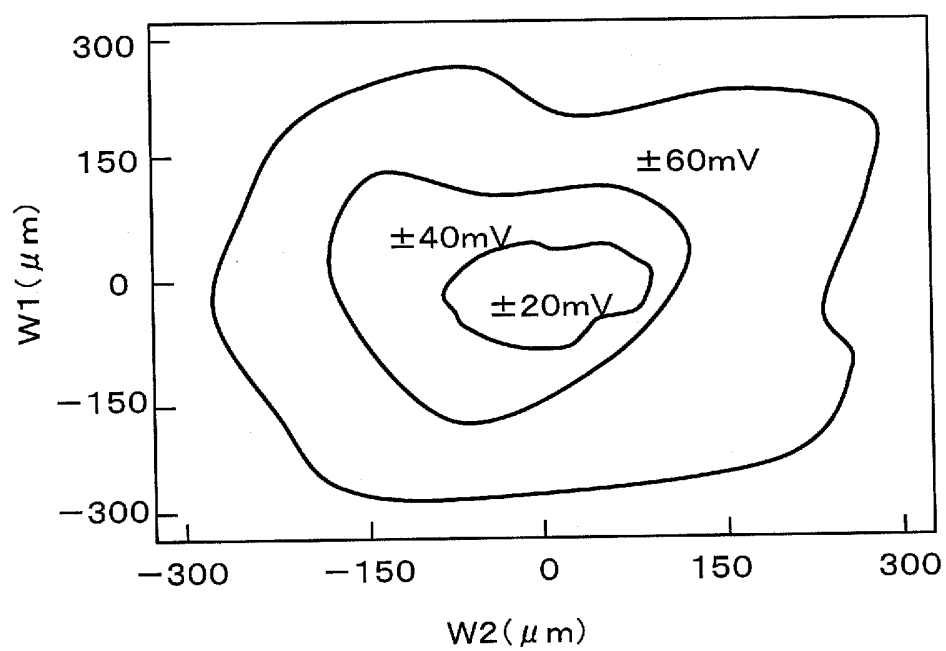
[図6]



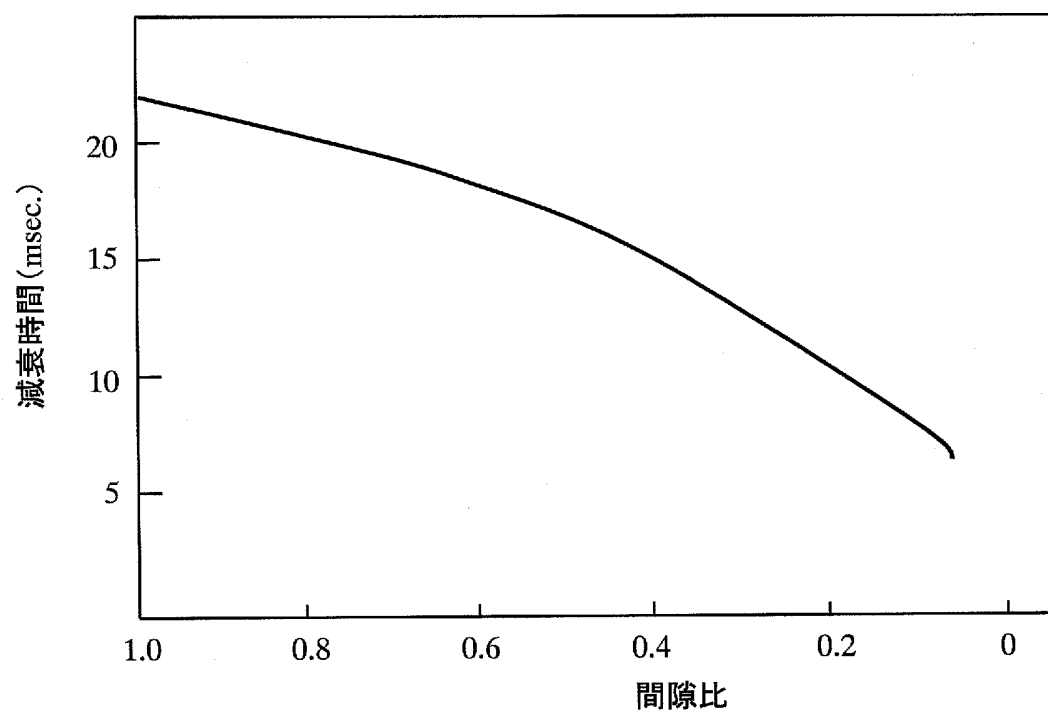
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/12 (2006.01)

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)

G01P15/12

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 Y	JP 8-160071 A (Japan Aviation Electronics Industry Ltd.), 21 June, 1996 (21.06.96), Fig. 2 (Family: none)	1-3 4
X Y	JP 3-67177 A (Nippondenso Co., Ltd.), 22 March, 1991 (22.03.91), Full text (Family: none)	1-3 4
Y	JP 7-244071 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 September, 1995 (19.09.95), Fig. 6 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
10 January, 2006 (10.01.06)

Date of mailing of the international search report
17 January, 2006 (17.01.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018938

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 5-223842 A (Hitachi, Ltd.), 03 September, 1993 (03.09.93), Par. No. [0025] (Family: none)	1-4
A	JP 8-105913 A (Japan Aviation Electronics Industry Ltd.), 23 April, 1996 (23.04.96), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 8-110351 A (Nippondenso Co., Ltd.), 30 April, 1996 (30.04.96), Full text (Family: none)	1-4
A	JP 8-15300 A (Takata Corp.), 19 January, 1996 (19.01.96), Full text (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int.Cl. G01P15/12 (2006.01)

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. G01P 15/12

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用了電子データベース（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 Y	J P 8-160071 A（日本航空電子工業株式会社）1996.06.21, 図2（ファミリーなし）	1-3 4
X Y	J P 3-67177 A（日本電装株式会社）1991.03.22, 全文（ファミリーなし）	1-3 4
Y	J P 7-244071 A（日産自動車株式会社）1995.09.19, 図6（ファミリーなし）	4

☒ 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

10.01.2006

国際調査報告の発送日

17.01.2006

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）

越川 康弘

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

9605

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	J P 5-223842 A (株式会社日立製作所) 1993. 09. 03, 【0025】 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 8-105913 A (日本航空電子工業株式会社) 1996. 04. 23, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 8-110351 A (日本電装株式会社) 1996. 04. 30, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 8-15300 A (タカタ株式会社) 1996. 01. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-4