

(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 9 月 16 日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/104064 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/125 (2006.01) G01P 15/18 (2006.01)
G01P 15/08 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053864
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 9 日(09.03.2010)
- (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 2009-060773 2009 年 3 月 13 日(13.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 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): 宮武 亨 (MIYATAKE, Akira) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式

会社内 Tokyo (JP). 佐藤 清 (SATO, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 菊入 勝也 (KIKUIRI, Katsuya) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 小林 潔 (KOBAYASHI, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 大川 尚信 (OKAWA, Hisanobu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外 (NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋 1-2 1-11 オーク池袋ビルディング 3 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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,

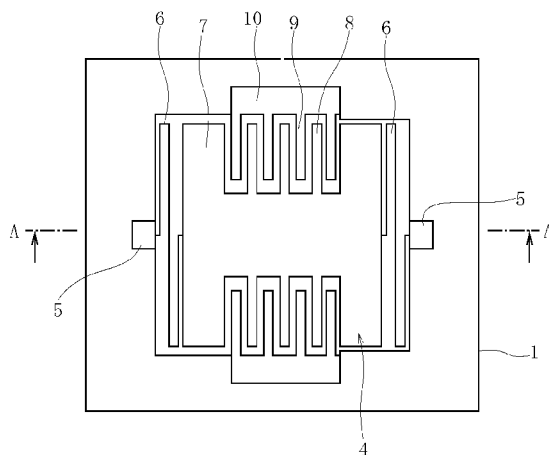
[続葉有]

(54) Title: MEMS SENSOR

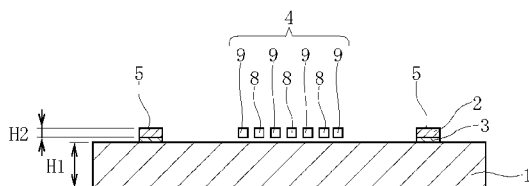
(54) 発明の名称: MEMS センサ

[図1]

図1
(a)



(b)



(57) Abstract: Provided is an MEMS sensor having a stable and high detection accuracy specifically with a correct relationship with the thickness of a substrate. The MEMS sensor has: a supporting substrate (first substrate) (1); a function layer (2) having a sensor section (4) and anchor sections (5, 10) which are integrally formed with the sensor section (4); a first bonding layer (3) formed of an insulating material which bonds together the anchor sections (5, 10) and the supporting substrate (1). The sensor section (4) is disposed on the supporting substrate (1) with a space therebetween. The thickness (H1) of the supporting substrate (1) is formed within the range of 10-30 times the thickness (H2) of the function layer (2).

(57) 要約: 【課題】 特に、基板厚さの関係を適正化して、安定且つ高精度な検出精度が得られるようにしたMEMSセンサを提供することを目的としている。 【解決手段】 支持基板 (第1基板) 1と、センサ部4、及び前記センサ部4と一体に形成されたアンカ部5、10を有する機能層2と、前記アンカ部5、10と前記支持基板1間を接合する絶縁材料で形成された第1の接合層3と、を有し、前記センサ部4は前記支持基板1に間隔を空けて配置されている。前記支持基板1の厚さH1は、前記機能層2の厚さH2に対して10倍～30倍の範囲内で形成される。



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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, 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,

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：MEMSセンサ

技術分野

[0001] 本発明は、支持基板と、センサ部及びアンカ部を有する機能層との間を絶縁層で接合して成るMEMSセンサに関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、支持基板と、半導体層（機能層）と、回路チップとを有する容量式力学量センサ装置が開示されている。

[0003] この特許文献は、半導体層を構成する可動電極と支持基板間のギャップ距離と、前記可動電極と回路チップ間のギャップ距離と、前記可動電極の厚さとの関係を規定したものである。

[0004] 特許文献1によれば、ギャップ距離及び可動電極の厚さの関係を規定して、可動電極が固定電極に乗り上げるのを防止している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-084327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら特許文献1に記載された発明には、支持基板と半導体層（機能層）との厚さの関係や、支持基板と回路チップとの厚さ関係について明記されていない。これらの厚さ関係は、反り量やアンカ部に作用する応力、アンカ部の平面方向への変形量に影響を及ぼすことが後述の実験によりわかった。そして、MEMSセンサの反り量が大きくなり、あるいはアンカ部の平面方向への変形量が大きくなると、検出精度が低下する問題が生じた。

[0007] そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、基板厚さの関係を適正化して、安定且つ高精度な検出精度が得られるようにしたMEMSセンサを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明におけるMEMSセンサは、第1基板と、センサ部、及び前記センサ部と一体に形成されたアンカ部を有する機能層と、前記アンカ部と前記第1基板間を接合する絶縁材料で形成された第1の接合層と、を有し、前記センサ部は前記第1基板に間隔を空けて配置されており、
- 前記第1基板の厚さは、前記機能層の厚さに対して10倍～30倍の範囲内で形成されることを特徴とするものである。
- [0009] これにより、MEMSセンサの反り量を小さくでき、安定且つ高精度な検出特性を得ることが出来る。
- [0010] また本発明では、前記第1基板に前記機能層を介して対向する第2基板を有し、
- 前記センサ部は、前記第1基板及び前記第2基板と間隔を空けて配置され、前記アンカ部が、前記第2基板と第2の接合層を介して固定支持されている構成にできる。
- [0011] 上記発明では、アンカ部の上下が接合層により固定支持された構成になる。MEMSセンサには、熱応力や加エストレス、さらには実際の使用時に基づく力が印加されるが、上記のように第1基板の厚さを前記機能層の厚さに対して10倍～30倍の範囲内で形成することで、アンカ部に作用する応力を効果的に低減できる。これにより耐衝撃性が高く、検出特性に優れたMEMSセンサを実現できる。
- [0012] 上記の構成において、前記第1基板と前記第2基板は、同材料で形成されていることが好ましい。これにより、熱応力に起因するアンカ部の平面方向への変形量を小さくできる。
- [0013] また上記において、前記第1基板と前記第2基板とが同厚で形成されていることがより好適である。
- [0014] また本発明では、前記第1基板と前記第2基板とがシリコンで形成されていることが好ましい。
- [0015] あるいは本発明では、前記第1基板及び前記第2基板の一方がシリコンで

他方がガラスで形成され、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが同厚で形成されている構成にも出来る。これにより、熱応力に起因するアンカ部の平面方向への変形量を小さくできる。

[0016] また本発明では、前記第 2 基板の前記第 1 基板との対向面に絶縁層が設けられ、前記第 2 の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第 2 の接合層に接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている構成に出来る。

[0017] あるいは本発明では、前記第 2 基板の前記第 1 基板との対向面の反対面に絶縁層が設けられ、前記第 2 の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第 2 の接合層と前記第 2 基板を介して接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている構成に出来る。

[0018] また本発明では、前記第 1 基板及び前記機能層が共にシリコンで形成されていることが好適である。

発明の効果

[0019] 本発明の MEMS センサによれば、基板厚さの関係を適正化することで、従来に比べて、安定且つ高精度な検出精度を得ることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] 図 1 (a) は第 1 実施形態における MEMS センサ (加速度センサ) の平面図、図 1 (b) は、図 1 (a) の A-A 線から切断し矢印方向から見た MEMS センサの縦断面図。

[図2] 図 2 (a) は第 2 実施形態における MEMS センサ (加速度センサ) の平面図、図 2 (b) は、図 2 (a) の B-B 線から切断し矢印方向から見た MEMS センサの縦断面図。

[図3] 図 2 (b) の一部分を拡大して示す部分拡大縦断面図。

[図4] 図 3 と異なる断面形状を示す MEMS センサの部分拡大縦断面図。

[図5] MEMS センサの反り量 λ を説明するための模式図。

[図6] 支持基板の機能層に対する厚さ比と反り量との関係を示すグラフ。

[図7] 実験で使用した積層基板 (1/2 モデル) の模式図。

[図8] 図7の機能層の平面図。

[図9] 実験位置を説明するための積層基板の拡大模式図。

[図10] アンカ部の位置とアンカ部に作用する最大応力との関係を示すグラフ。

[図11] 支持基板の機能層に対する厚さ比と、アンカ部に作用する最大応力との関係を示すグラフ。

[図12] 実験で使用した積層基板の模式図。

[図13] アンカ部の高さ位置とX方向への位置を説明するための図12の一部を拡大して示した模式図。

[図14] アンカ部のX方向への位置と、高さ位置との関係を示すグラフ（キャップ基板の材料及び厚さが違うサンプルを用いて夫々実験を行った）。

[図15] キャップ基板（シリコンあるいはガラス）の厚さとアンカ部の変形量との関係を示すグラフ。

[図16] キャップ基板（ガラス）の厚さとアンカ部のX方向への位置との関係を示すグラフ。

[図17] キャップ基板（シリコン）の厚さとアンカ部のX方向への位置との関係を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0021] 図1(a)は第1実施形態におけるMEMSセンサ（加速度センサ）の平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A線から切断し矢印方向から見たMEMSセンサの縦断面図、である。

[0022] 図1に示すMEMSセンサは、支持基板（第1基板）1と、機能層2と、第1の接合層3とを有する積層構造で形成される。MEMSセンサは例えばSOI基板を微細加工して形成される。支持基板1及び機能層2はシリコンで形成されることが好ましく、また第1の接合層3は酸化シリコンで形成されることが好適である。また第1の接合層3の厚さは、0.5～2.0 μ mの範囲内であることが好適である。また支持基板1及び機能層2の幅寸法及び長さ寸法（X-Y平面での縦横寸法）は、0.5～2.5mm程度である。

。

- [0023] 図 1 (a) に示すように機能層 2 には、センサ部 4、アンカ部 5、10、支持梁 6 等が微細加工にて形成されている。さらに、センサ部 4 は、錘部 7、可動電極 8 及び固定電極 9 とを有して構成される。図 1 (a) に示すように櫛歯状の可動電極 8 と櫛歯状の固定電極 9 とが交互に配置されている。可動電極 8、錘部 7、支持梁 6 及びアンカ部 5 が一体に形成される。一方、固定電極 9 は、可動電極 8 や錘部 7 から分離した状態で、アンカ部 10 と一体に形成されている。
- [0024] 図 1 に示すように、アンカ部 5、10 は、第 1 の接合層 3 を介して支持基板 1 に固定支持される。センサ部 4 と支持基板 1 との間には空間が形成されている。
- [0025] 図 1 の実施形態では、錘部 7 は加速度に伴う力（慣性力）を受けて変位し、可動電極 8 と固定電極 9 間の静電容量変化に基づいて、加速度の変化や加速度の大きさを検知することができる。
- [0026] 図 1 (b) に示すように、支持基板 1 の厚さは H_1 であり、機能層 2 の厚さは H_2 である。この実施形態では機能層 2 の厚さ H_2 を一定としたが、機能層 2 の場所によって厚さが異なるような形態では、機能層 2 の厚さ H_2 は、アンカ部 5、10 の厚さとして定義される。図 2 に示す実施形態においても同様である。
- [0027] そして本実施形態では、支持基板 1 の厚さ H_1 は、機能層 2 の厚さ H_2 に対して 10 倍～30 倍の範囲内で形成される。支持基板 1 の厚さ H_1 は、200～900 μm の範囲内で形成され、機能層 2 の厚さ H_2 は、20～30 μm の範囲内で形成されることが好適である。一例を示すと、機能層 2 の厚さ H_2 を 20 μm 程度とし、支持基板 1 の厚さ H_1 を 200 μm ～600 μm の範囲内で調整する。
- [0028] 後述する実験によれば、上記のように支持基板 1 と機能層 2 との厚さ比を規定することで MEMS センサの反り量を効果的に小さくできることがわかっている。

[0029] また上記したように支持基板 1 と機能層 2 とはシリコンで形成されることが好ましいと説明したが、支持基板 1 と機能層 2 とが同材料であればシリコンに限定されない。ここで言う「同材料」とは、力学的特性（ここではポアソン比、ヤング率、熱膨張係数を指す）がほぼ同等であることを指す。各力学的特性が、支持基板 1 と機能層 2 とで 10%以内の差（力学的特性の差を値が大きいほうの力学的特性で割って得られた比率）であれば「同材料」と定義する。よって力学的特性がほぼ同等であれば、支持基板 1 と機能層 2 とで別の材料を用いることも可能である。

[0030] 図 2（a）は第 2 実施形態における MEMS センサ（加速度センサ）の平面図、図 2（b）は、図 2（a）の B-B 線から切断し矢印方向から見た MEMS センサの縦断面図、である。なお図 2（a）の平面図は、支持基板 1 を透視して示した。

[0031] 図 2 に示す MEMS センサは、例えば、X 方向が長辺で Y 方向が短辺の長方形形状である。

[0032] 図 2（b）に示す MEMS センサは、支持基板 1、第 1 の接合層 3 及び機能層 2 からなるセンサユニット 20 と、前記センサユニット 20 と対向し、センサユニット 20 に形成されたセンサ部を密閉するためのキャップ部材 12 が重ねられている。センサユニット 20 及びキャップ部材 12 の幅寸法及び長さ寸法（X-Y 平面での縦横寸法）は、0.5～2.5mm 程度である。

[0033] キャップ部材 12 は、キャップ基板（第 2 基板）13 と、その表面に形成された絶縁層 14 と、第 2 の接合層 15 とで構成される。絶縁層 14 は、酸化シリコンで形成されることが好ましい。また絶縁層 14 は 0.5～2.0 μm 程度の厚さで形成されることが好ましい。また、第 2 の接合層 15 は 0.5～1.5 μm 程度の厚さで形成されることが好ましい。第 2 の接合層 15 の材質については後述する。

[0034] 図 3 は、図 2（b）の一部分を拡大して示す部分拡大縦断面図である。ただし図 3 では図 2（b）と異なって、キャップ部材 12 をセンサユニット 2

0からはみ出す大きさで形成している。

[0035] 図3に示すように、絶縁層14の内部には導電体のパターンが埋設されてリード層35が形成されている。リード層35は、機能層2に形成される検出部の可動電極と固定電極などに個別に導通され、且つMEMSセンサの外部に設けられた外部接続パッド50に夫々、導通されている。

[0036] 図2(a)に示すように、機能層2には周囲領域に枠体層11が形成されており、前記枠体層11の内部がセンサ部の形成領域となっている。図2(a)では枠体層11を斜線で示している。

[0037] 図2(a)に示すように、機能層2には前記枠体層11の内側にセンサ部の外形を規定する第1の穴26と第2の穴27および第3の穴28が形成されており、それぞれの穴26, 27, 28は、枠体層11を厚さ方向に貫通している。

支持基板1と枠体層11との対面部では、枠状の第1の接合層3が形成されている。

[0038] 図2(a)(b)に示すように、枠体層11とキャップ部材12の対向面に形成された絶縁層14との間では第2の接合層15により、センサ部の周囲を封止している。

[0039] 図2(a)に示すように各穴26, 27, 28の内部が、センサ部16, 17, 18となっている。

[0040] 図2に示すMEMSセンサは、第1のセンサ部16に設けられた第1の可動体41の動作により、支持基板1の基板面と直交する向きのZ方向の加速度を検知できる。また、第2のセンサ部17に設けられた第2の可動体21の動作により、支持基板1の基板面と平行なY方向の加速度を検知でき、第3のセンサ部18に設けられた第3の可動体21Aの動作によりZ方向とY方向に直交するX方向の加速度を検知できる。

[0041] 例えば、第2のセンサ部17内には、第2の穴27の内側に第2の可動体21が設けられている。第2の可動体21は、アンカ部23, 25により主にY方向へ移動可能に支持されている。

[0042] 図2(b)に示すように、アンカ部23, 25は、絶縁絶縁層14と第2の接合層15を介して接合されている。

[0043] 図2(b)に示すように、アンカ部23, 25は、第1の接合層3と第2の接合層15とで上下から挟まれて固定されているが、第2の可動体21は、支持基板1と接合されておらず、また絶縁層14とも接合されていない。

[0044] 図2(a)に示す第2の可動体21には、櫛歯状に複数の可動電極が設けられている。

アンカ部23, 25の少なくとも一方が、第2の接合層15を介して、絶縁層14の内部に設けられたリード層35と導通し、リード層35は、センサユニット20の外部にはみ出すキャップ部材12の露出表面に設けられた外部接続パッド50に導通接続されている(図3参照)。

[0045] 図2(a)に示す第2のセンサ部17内では、固定部31, 32が設けられている。固定部31には、アンカ部33が一体に形成されている。また、固定部32には、アンカ部34が一体に形成されている。

[0046] アンカ部33は、第1の接合層3を介して支持基板1に接合されている。また、キャップ基板13の表面に形成された絶縁層14とアンカ部33とが第2の接合層15によって接合されている。

[0047] 図2(a)に示すように、固定部31には、複数の固定電極が櫛歯状に一体に形成されている。各固定電極は、第2の可動体21に一体に形成された複数の可動電極の間に入り込んでいる。固定部32も固定部31と同様の構成である。

[0048] アンカ部33, 34は、第2の接合層15に接続され、前記第2の接合層15は、絶縁層14の内部に設けられたリード層に接続されている。そして、リード層は、センサユニット20の外部にはみ出すキャップ部材12の露出表面に設けられた外部接続パッド50に導通接続されている。

[0049] 図2に示すMEMSセンサの第2のセンサ部17は、Y1方向またはY2方向の加速度に反応する。例えば、MEMSセンサにY1方向への加速度が作用すると、その反作用により第2の可動体21がY2方向へ移動する。こ

のとき、可動電極と固定電極との対向距離が変化することで、静電容量が変化する。そして、静電容量変化により、Y 1 方向へ作用した加速度の変化や加速度の大きさを検知することができる。

[0050] 図 2 (a) に示す第 3 のセンサ部 18 の構造は、第 2 のセンサ部 17 の構造を、90 度回転させたものと全く同じである。第 3 のセンサ部 18 内は、X 1 - X 2 方向の加速度に反動して動作する。MEMS センサに X 1 方向または X 2 方向の加速度が作用すると、慣性力により第 3 の可動体 21 A が、加速度の作用方向と反対方向に移動し、そのときの移動量が、可動電極と固定電極とが対向した検知部での静電容量の変化として検出される。

[0051] 次に、第 1 のセンサ部 16 内では、第 1 の可動体 41 が設けられている。前記第 1 の可動体 41 は、アンカ部 42, 42 に主として Z 方向へ移動可能に支持されている。それぞれのアンカ部 42, 42 は、第 1 の接合層 3 によって支持基板 1 に接合されている。また、アンカ部 42, 42 は、第 2 の接合層 15 によって、キャップ基板 13 の表面に形成された絶縁層 14 に接合されている。なお第 1 の可動体 41 は、支持基板 1 及び絶縁層 14 から離れており、Z 方向への移動を可能としている。

[0052] 図 2 (a) に示すように第 1 の可動体 41 には複数の可動電極が櫛歯状に一体に形成されている。そして、アンカ部 42, 42 の少なくとも一方は、第 2 の接合層 15 を介して、絶縁層 14 内のリード層と導通し、リード層は、センサユニット 20 の外部にはみ出すキャップ部材 12 の露出表面に設けられた外部接続パッド 50 に導通接続されている。

[0053] 図 2 に示すように、第 1 の可動体 41 の内部には、固定部 51, 53 が第 1 の可動体 41 から分離されて形成されている。固定部 51 には、アンカ部 52 が一体に形成されており、固定部 53 には、アンカ部 54 が一体に形成されている。

[0054] 図 2 (b) に示すように、アンカ部 52 とアンカ部 54 は、それぞれ第 1 の接合層 3 によって支持基板 1 に接合されている。アンカ部 52 とアンカ部 54 は、それぞれ第 2 の接合層 15 によって、キャップ基板 13 の表面に形

成された絶縁層 14 に接合されている。ただし、固定部 51, 53 は、アンカ部 52, 54 以外の部分が支持基板 1 と絶縁層 14 から離れている。

[0055] 固定部 51, 53 には、夫々、複数の固定電極が櫛歯状に一体に形成されている。固定電極は、アンカ部 52, 54 と第 2 の接合層 15 を介して、絶縁層 14 内のリード層に接合されている。リード層は、センサユニット 20 の外部にはみ出すキャップ部材 12 の露出表面に設けられた外部接続パッド 50 に導通接続されている。

[0056] 第 1 のセンサ部 16 は Z 方向への加速度に反応することができる。例えば、MEMS センサに Z 2 方向の加速度が作用すると、その反作用で、第 1 の可動体 41 が Z 1 方向へ移動する。このとき、可動電極と固定電極との対向面積の変化により静電容量が変化し、静電容量変化に基づいて、加速度の大きさや変化を検出できる。

[0057] 図 3 に示すように第 2 の接合層 15 は、センサユニット 20 側に設けられた第 1 の金属層 56 と、キャップ部材 12 側に設けられた第 2 の金属層 57 とが共晶接合あるいは拡散接合されて形成されている。第 1 の金属層 56 と第 2 の金属層 57 の材料の組み合わせとしては、アルミニウム－ゲルマニウム、アルミニウム－亜鉛、金－シリコン、金－インジウム、金－ゲルマニウム、金－錫などがある。これら金属の組み合わせにより、それぞれの金属の融点以下の温度である 450℃ 以下の比較的低い温度で接合を行うことが可能になる。

[0058] 図 2 に示す MEMS センサは 3 軸の加速度センサを構成する。この実施形態では、各アンカ部 23, 25, 33, 34, 42, 52, 54 の上下が接合層 3, 15 により支持基板 1 とキャップ基板 13 側に固定支持されている。そして図 1 の実施形態と同様に、支持基板 1 の厚さ H1 は、機能層 2 の厚さ H2 の 10 倍～30 倍の範囲内で形成されている。

[0059] MEMS センサには、熱応力や加工ストレス、さらには実際の使用時に基づく力が印加されるが、上記のように支持基板（第 1 基板）1 の厚さ H1 を機能層 2 の厚さ H2 に対して 10 倍～30 倍の範囲内で形成することで、各

アンカ部 23, 25, 33, 34, 42, 52, 54 に作用する応力を効果的に低減できる。これにより耐衝撃性が高く、検出特性に優れた MEMS センサを実現できる。

[0060] ところで、図 2 に示す MEMS センサには、支持基板 1、機能層 2 のほかにキャップ基板 13 が設けられている。キャップ基板 13 の厚さは H3 である。

[0061] 支持基板 1 とキャップ基板 13 は同材料で形成されることが好適である。
「同材料」とは上記したように、力学的特性（ここではポアソン比、ヤング率、熱膨張係数を指す）がほぼ同等であることを指す。このとき、支持基板 1 及びキャップ基板 13 はシリコンで形成されることが好適である。

[0062] また支持基板 1 とキャップ基板 13 を同材料で形成したとき、キャップ基板 13 の厚さ H3 を上記した支持基板 1 の厚さ H1 の範囲内に規定することが出来るが、支持基板 1 の厚さ H1 とキャップ基板 13 の厚さ H3 を同厚にすることが好適である。なお製造誤差は同厚の範囲内である。

[0063] あるいは、支持基板 1 及びキャップ基板 13 の一方をシリコンで他方をガラスで形成し、支持基板 1 の厚さ H1 とキャップ基板 13 の厚さ H3 を同厚とする構成にも出来る。なお、支持基板 1 をシリコンで形成し、キャップ基板 13 をガラスで形成することが好適である。

[0064] 上記のようにキャップ基板 13 を設けた構成でも、支持基板 1 と材質、厚さを合わせることで、熱応力に起因する各アンカ部 23, 25, 33, 34, 42, 52, 54 の平面方向（X-Y 平面方向）への変形量を小さくすることができる。したがって、より効果的に、安定且つ高精度な検出特性を得ることが出来る。

[0065] 図 2、図 3 に示す実施形態において、キャップ基板 13 は、IC 基板であってもよい。

また図 3 と異なって図 4 に示す断面構造とすることも可能である。

[0066] 図 4 に示す実施形態では、キャップ基板 13 に貫通する貫通配線層 30 が設けられている。貫通配線層 30 はキャップ基板 13 から分離加工して形成

できる。貫通配線層 30 とキャップ基板 13 の間は絶縁層 29 にて絶縁されている。図 4 に示すように貫通配線層 30 とアンカ部との間は、図 3 で説明した第 1 の金属層 56 と第 2 の金属層 57 から成る第 2 の接合層 15 を介して接合されている。また絶縁層 29 は、キャップ基板 13 の機能層 2 との対向面と反対面 13a 側を覆い、図 4 に示すように、絶縁層 29 の内部には、貫通配線層 30 に接するリード層 37 が形成されている。リード層 37 の一部は絶縁層 29 の表面から露出して外部接続パッドを構成している。

[0067] なお本実施形態は加速度センサに限定するものでない。また上記の実施形態では静電容量式の MEMS センサ 1 であるが静電容量式に限定しない。

実施例

[0068] (支持基板 (第 1 基板) と機能層の厚さ比—反り量の実験)

直径が 15.2 mm の円形状のシリコンから成る支持基板上にシリコンから成る機能層を重ねた積層基板によるシミュレーション実験を行った。支持基板のポアソン比は 0.17 であった。ヤング率は、150 GPa であった。

[0069] 機能層の厚さ H_2 を $20\ \mu\text{m}$ で統一した。また実際には支持基板と機能層の間には絶縁材料から成る第 1 の接合層が存在するので、第 1 の接合層が介在したことによる膜応力を 10 MPa として実験を行った。 10 MPa の膜応力は第 1 の接合層を $1\sim 2\ \mu\text{m}$ 程度の酸化シリコンとした場合に相当する。

[0070] MEMS センサの反り量 λ は、 $\lambda = 3\sigma(1-\nu)(H_2)^2L^2 / (4E(H_1)^2)$ で求めることが出来る。ここで σ は膜応力、 ν は支持基板のポアソン比、 H_2 は機能層の厚さ、 L は支持基板の長さ (直径)、 E は支持基板のヤング率、 H_1 は支持基板の厚さである。

[0071] 実験では、支持基板の厚さ H_1 を、 $100\ \mu\text{m}\sim 650\ \mu\text{m}$ まで $50\ \mu\text{m}$ 間隔で変化させたときに図 5 に示す反り量 λ を求めた。その実験結果を図 6 に示す。

[0072] 図 6 に示すように、支持基板の厚さ H_1 を機能層の厚さ H_2 に対して 10 倍～30 倍の範囲内に設定すると反り量を適切に小さくできることがわかつ

た。ここで図6に示すように、支持基板の機能層に対する厚さ比を大きくすればするほど反り量を小さくすることができるが、あまり厚さ比を大きくしすぎるとMEMSセンサの低背化（小型化）を阻害することから上限を30倍とした。また、支持基板の厚さ H_1 を機能層の厚さ H_2 に対して20倍～30倍の範囲内に設定するとより好ましいと設定した。

[0073] （支持基板（第1基板）と機能層の厚さ比—アンカ部に対する応力の実験）

図7に示すシリコンからなる支持基板（第1基板）、シリコンからなる機能層、シリコンからなるキャップ基板（第2基板）を重ねた積層基板によるシミュレーション実験を行った。

[0074] シリコンのヤング率は150GPa、ポアソン比は0.17であった。図8は図7に示す機能層の平面図である。この実験による積層基板は図3のMEMSセンサの1/2モデルである。図8に示すように、機能層は支持基板側とキャップ基板側との双方に固定支持されるアンカ部と枠体層とで構成されている。

[0075] 実験では、キャップ基板の厚さ H_3 を200 μm 、機能層の厚さ H_2 を20 μm に固定した。また、支持基板及びキャップ基板の幅寸法を2.5mm、幅寸法に直交する長さ寸法を0.76mmとした。

[0076] ところで、MEMSセンサには、熱応力や加工ストレス、さらには実際の使用時に力が最大で2N程度加わる。そこで、積層基板の両側を固定し、図7に示す支持基板の下面中央位置から上方に向けて（キャップ基板方向に向けて）1Nの力（実験サンプルは1/2モデルであるため半分とした）を印加した状態で、支持基板の厚さ H_1 を、100 μm 、200 μm 、400 μm 、600 μm 、1000 μm と変化させたときのアンカ部に作用する応力を求めた。その実験結果が図10に示されている。

[0077] 図10に示す「位置」とは、図9に示すアンカ部の側面の支持基板（力が直接印加される側の基板）との接合位置を基準位置0とし、この基準位置0から上方に向けてのアンカ部の側面位置を指す。

[0078] 図10に示すように、アンカ部に作用する最大応力は、支持基板の厚さ H

1が厚くなるほど小さくなっていくことがわかった。また、支持基板の各厚さ H_1 とも、基準位置0から上方へ離れキャップ基板に近づくほど、アンカ部に作用する応力が大きくなることがわかった。

[0079] 図11は、基準位置0から上方へ $20\mu\text{m}$ 離れた位置（キャップ基板との接合位置に相当する）でのアンカ部の最大応力を、各支持基板の厚さ H_1 ごとにプロットしたグラフである。図11の実験結果から機能層の厚さ H_2 （ $20\mu\text{m}$ ）に対する支持基板の厚さ H_1 の比を、図6の反り量の実験と同様に、10倍～30倍とすることで、アンカ部に作用する最大応力を低減できることがわかった。これにより、アンカ部の上下が基板で固定支持されたMEMSセンサの基板厚さを規制することで、外的要因等による力が加わっても、アンカ部の部分から破損する等の不具合を抑制でき、安定且つ高精度な検出特性を得ることが出来るとわかった。

[0080] （支持基板及びキャップ基板の材質と厚さの実験）

図12に示すシリコンからなる支持基板（第1基板）、シリコンからなる機能層、シリコンからなるキャップ基板（第2基板）を重ねた積層基板によるシミュレーション実験を行った。機能層は、図12に示すようにアンカ部の構造であり、支持基板側とキャップ基板側の双方に固定支持されているとする。

[0081] また支持基板、機能層及びキャップ基板を全てシリコンで形成した実験と、支持基板と機能層をシリコンでキャップ基板をガラスで形成した実験の双方を行った。

[0082] また、支持基板と機能層との間には酸化シリコンによる第1の接合層（厚さ $1\mu\text{m}$ ）が介在し、機能層とキャップ基板の間には酸化シリコンによる酸化絶縁層、アルミニウム－ゲルマニウムの第2の接合層（酸化絶縁層と第2の接合層の厚さを合わせて $1\mu\text{m}$ ）が介在するものとして実験を行った（構造は図2、図3参照）。

[0083] ここでシリコンの線膨張係数（ 22°C ）を 2.60×10^{-6} 、ヤング率を 150GPa 、ポアソン比を 0.17 、ガラスの線膨張係数（ 22°C ）を $3.$

2.5×10^{-6} 、ヤング率を 63 GPa 、ポアソン比を 0.25 、酸化シリコンの線膨張係数 (22°C) を 0.56×10^{-6} 、ヤング率を 72 GPa 、ポアソン比を 0.25 とした。

[0084] 実験では、支持基板の厚さ H_1 を $200 \mu\text{m}$ に固定し、機能層の厚さ H_2 を $20 \mu\text{m}$ に固定した。また、支持基板及びキャップ基板の幅寸法を 0.5 mm 、幅寸法に直交する長さ寸法を 0.5 mm とした。そして、初期状態 (25°C) の歪みを 0 とし、 $\pm 25^\circ\text{C}$ の温度変化を与えながらシリコンあるいはガラスからなるキャップ基板の厚さ H_3 を $100 \mu\text{m}$ 、 $200 \mu\text{m}$ 、 $300 \mu\text{m}$ と変化させたときのアンカ部の X 方向 (平面方向) への位置を求めた。

[0085] ここで「 X 方向への位置」とは、図 13 に示すようにアンカ部の側面の支持基板との接合位置 (実際には第 1 の接合層との接合位置) を基準位置 0 とし、前記基準位置 0 から上方方向 (キャップ基板方向への方向) に向けての各高さ位置におけるアンカ部の X 方向への側面位置で示される。

[0086] アンカ部の X 方向への位置と高さ位置との関係を示したのが図 14 である。図 14 に示すようにキャップ基板をガラスにするとアンカ部の X 方向への位置が基準位置 0 から離れるほど徐々に大きくなることがわかった。また、キャップ基板をシリコンにすると多少、アンカ部の X 方向への位置に変動が生じるが、キャップ基板をガラスとした場合ほどでないことがわかった。

[0087] 続いて上記の実験結果からキャップ基板の各厚みにおける基準位置 0 から $20 \mu\text{m}$ 離れた高さ位置 (キャップ基板側との接合位置) でのアンカ部の X 方向への位置－基準位置 0 でのアンカ部の X 方向への位置、すなわちアンカ部の X 方向への最大変形量を求めた。その実験結果が図 15 に示されている。

[0088] また、図 16 は、キャップ基板をガラスとした場合の各キャップ基板の厚さ H_3 に対して、基準位置 0 、基準位置 0 から $10 \mu\text{m}$ 離れた高さ位置、基準位置 0 から $20 \mu\text{m}$ 離れた高さ位置での X 方向への位置をプロットしたグラフである。

- [0089] また、図 17 は、キャップ基板をシリコンとした場合の各キャップ基板の厚さ H3 に対して、基準位置 0、基準位置 0 から 10 μm 離れた高さ位置、基準位置 0 から 20 μm 離れた高さ位置での X 方向への位置をプロットしたグラフである。
- [0090] 上記実験結果から、キャップ基板を支持基板と同じシリコンで形成した場合、アンカ部の X 方向への変形量が非常に小さくなることがわかった。一方、キャップ基板をガラスとした場合、アンカ部の X 方向への変形量は、キャップ基板をシリコンとした場合に比べて大きくなるものの、キャップ基板を支持基板と同じ 200 μm とした場合、最もアンカ部の変形量を小さくできることがわかった。
- [0091] 上記実験からキャップ基板と支持基板とを同材料で形成することが好ましいとわかった。このとき、キャップ基板と支持基板との膜厚差を 100 μm 以内に収めることが好適であり、キャップ基板の厚さと支持基板の厚さを同じに設定することが好ましい。またキャップ基板と支持基板をシリコンで形成することが好ましい。
- [0092] また、キャップ基板をガラスで形成し、支持基板をシリコンで形成し、且つ、キャップ基板と支持基板とを同厚に設定してもよいことがわかった。
- [0093] 以上により、熱応力に起因するアンカ部の変形量を小さくでき、安定且つ高精度な検出精度を得ることが可能になる。

符号の説明

- [0094] H1 支持基板（第 1 基板）の厚さ
H2 機能層の厚さ
H3 キャップ基板（第 2 基板）の厚さ
1 支持基板
2 機能層
3 第 1 の接合層
4、16、17、18 センサ部
5、10、23、25、33、34、42、52、54 アンカ部

- 1 1 粹体層
- 1 2 キャップ部材
- 1 3 キャップ基板
- 1 4 絶縁層
- 1 5 第 2 の接合層
- 2 0 センサユニット
- 3 5 リード層
- 5 0 外部接続パッド
- 5 6 第 1 の金属層
- 5 7 第 2 の金属層

請求の範囲

- [請求項1] 第1基板と、センサ部、及び前記センサ部と一体に形成されたアンカ部を有する機能層と、前記アンカ部と前記第1基板間を接合する絶縁材料で形成された第1の接合層と、を有し、前記センサ部は前記第1基板に間隔を空けて配置されており、
- 前記第1基板の厚さは、前記機能層の厚さに対して10倍～30倍の範囲内で形成されることを特徴とするMEMSセンサ。
- [請求項2] 前記第1基板に前記機能層を介して対向する第2基板を有し、
- 前記センサ部は、前記第1基板及び前記第2基板と間隔を空けて配置され、前記アンカ部が、前記第2基板と第2の接合層を介して固定支持されている請求項1記載のMEMSセンサ。
- [請求項3] 前記第1基板と前記第2基板は、同材料で形成されている請求項2記載のMEMSセンサ。
- [請求項4] 前記第1基板と前記第2基板とが同厚で形成されている請求項3記載のMEMSセンサ。
- [請求項5] 前記第1基板と前記第2基板とがシリコンで形成されている請求項3又は4に記載のMEMSセンサ。
- [請求項6] 前記第1基板及び前記第2基板の一方がシリコンで他方がガラスで形成され、前記第1基板と前記第2基板とが同厚で形成されている請求項2記載のMEMSセンサ。
- [請求項7] 前記第2基板の前記第1基板との対向面に絶縁層が設けられ、前記第2の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第2の接合層に接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている請求項2ないし6のいずれか1項に記載のMEMSセンサ。
- [請求項8] 前記第2基板の前記第1基板との対向面の反対面に絶縁層が設けられ、前記第2の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第2の接合層と前記第2基板から分離して形成された貫通配線層を介して接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている請求項2ない

し 6 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。

[請求項 9] 前記第 1 基板及び前記機能層が共にシリコンで形成されている請求
項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。

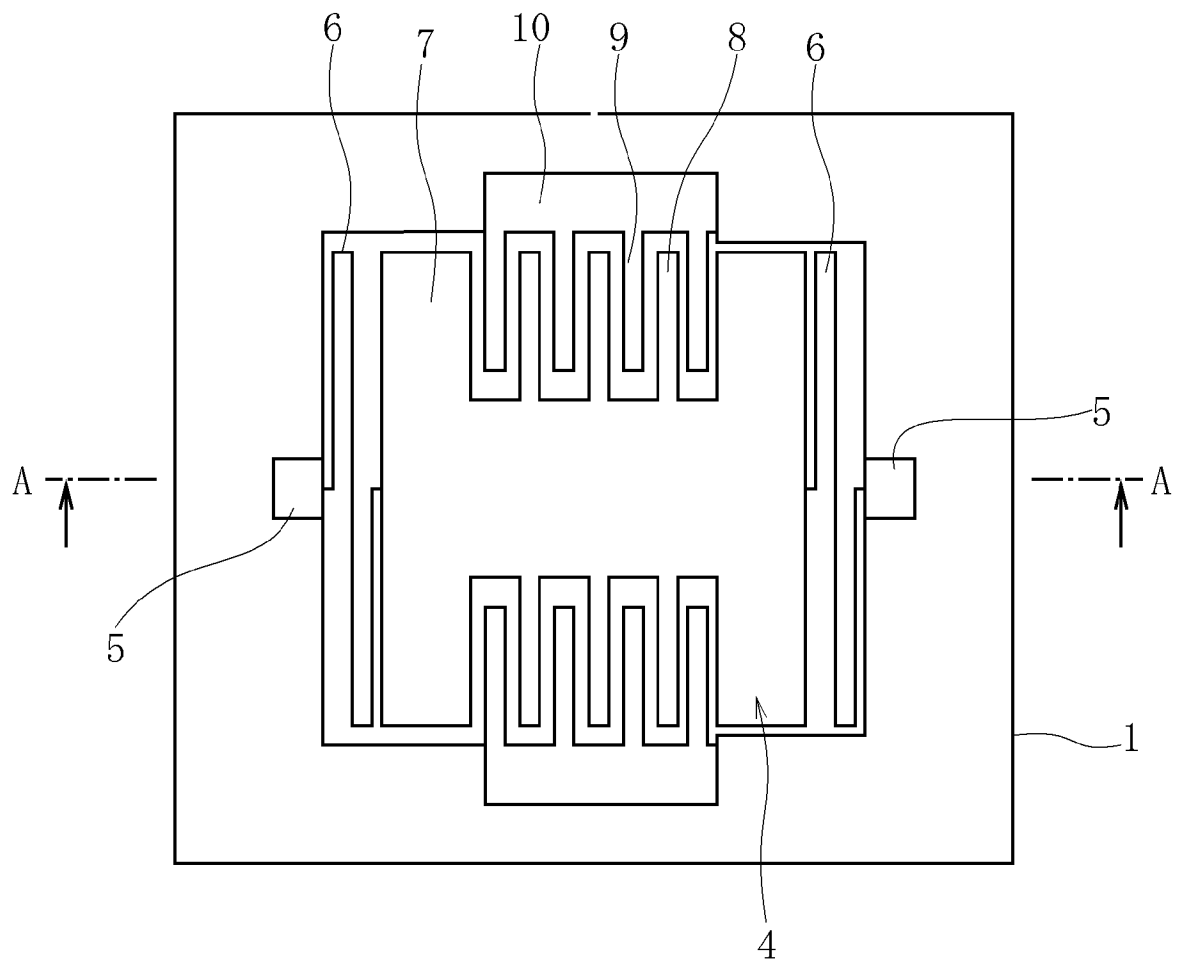
補正された請求の範囲
[2010年6月25日(25.06.2010)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 第 1 基板と、センサ部、及び前記センサ部と一体に形成されたアンカ部を有する機能層と、前記アンカ部と前記第 1 基板間を接合する絶縁材料で形成された第 1 の接合層と、を有し、前記センサ部は前記第 1 基板に間隔を空けて配置されており、
前記第 1 基板に前記機能層を介して対向する第 2 基板を有し、
前記センサ部は、前記第 1 基板及び前記第 2 基板と間隔を空けて配置され、前記アンカ部が、前記第 2 基板と第 2 の接合層を介して固定支持され、
前記第 1 基板の厚さは、前記機能層の厚さに対して 10 倍～30 倍の範囲内で形成されることを特徴とする MEMS センサ。
- [請求項 2] (補正後) 前記第 1 基板と前記第 2 基板は、同材料で形成されている請求項 1 記載の MEMS センサ。
- [請求項 3] (補正後) 前記第 1 基板と前記第 2 基板とが同厚で形成されている請求項 1 又は 2 に記載の MEMS センサ。
- [請求項 4] (補正後) 前記第 1 基板と前記第 2 基板とがシリコンで形成されている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。
- [請求項 5] (補正後) 前記第 1 基板及び前記第 2 基板の一方がシリコンで他方がガラスで形成され、前記第 1 基板と前記第 2 基板とが同厚で形成されている請求項 1 記載の MEMS センサ。
- [請求項 6] (補正後) 前記第 2 基板の前記第 1 基板との対向面に絶縁層が設けられ、前記第 2 の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第 2 の接合層に接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。
- [請求項 7] (補正後) 前記第 2 基板の前記第 1 基板との対向面の反対面に絶縁層が設けられ、前記第 2 の接合層が金属による接合層で形成されており、前記第 2 の接合層と前記第 2 基板から分離して形成された貫通配線層を介して接続されるリード層が前記絶縁層内に埋設されている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。

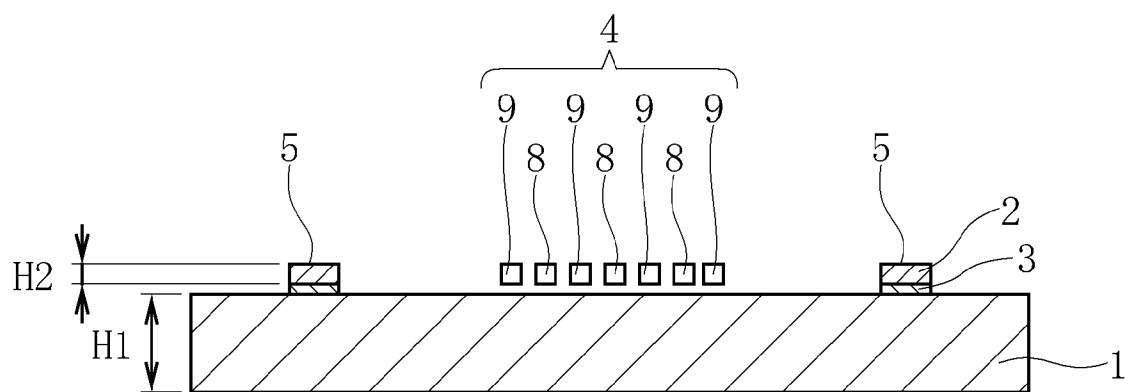
[請求項 8] (補正後) 前記第 1 基板及び前記機能層が共にシリコンで形成されている請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の MEMS センサ。

[請求項 9] (削除)

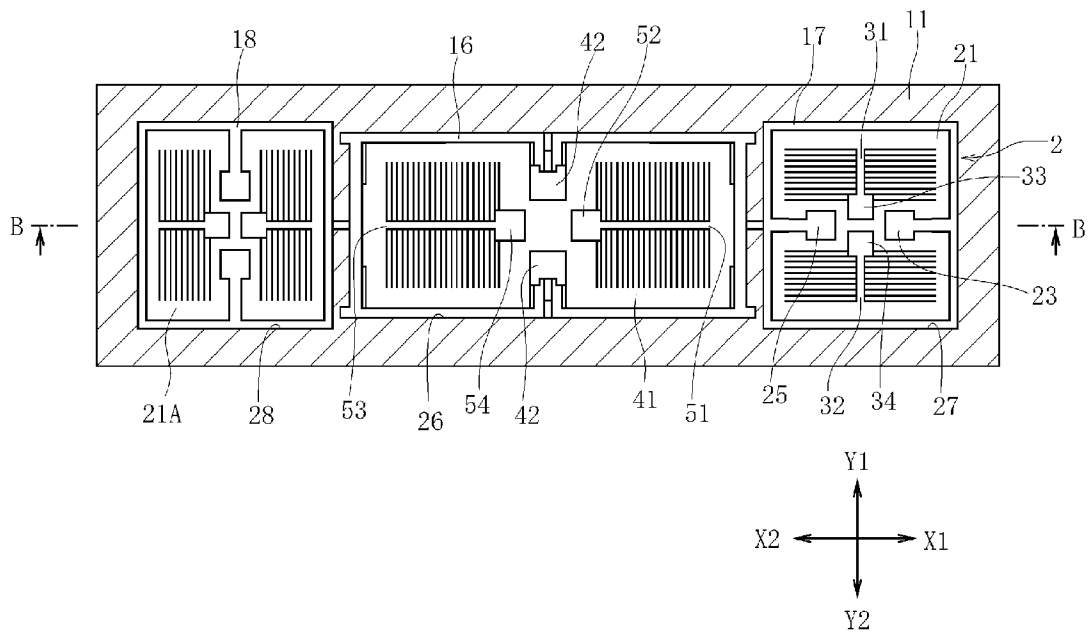
[図1]

図1
(a)

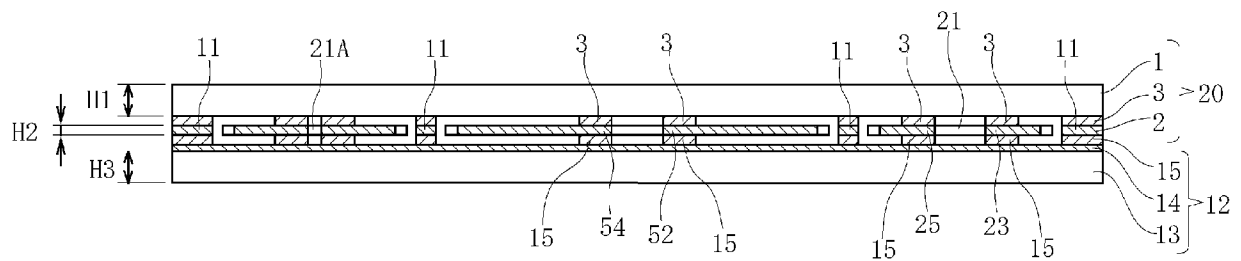
(b)



[図2]

図2
(a)

(b)



[図3]

図3

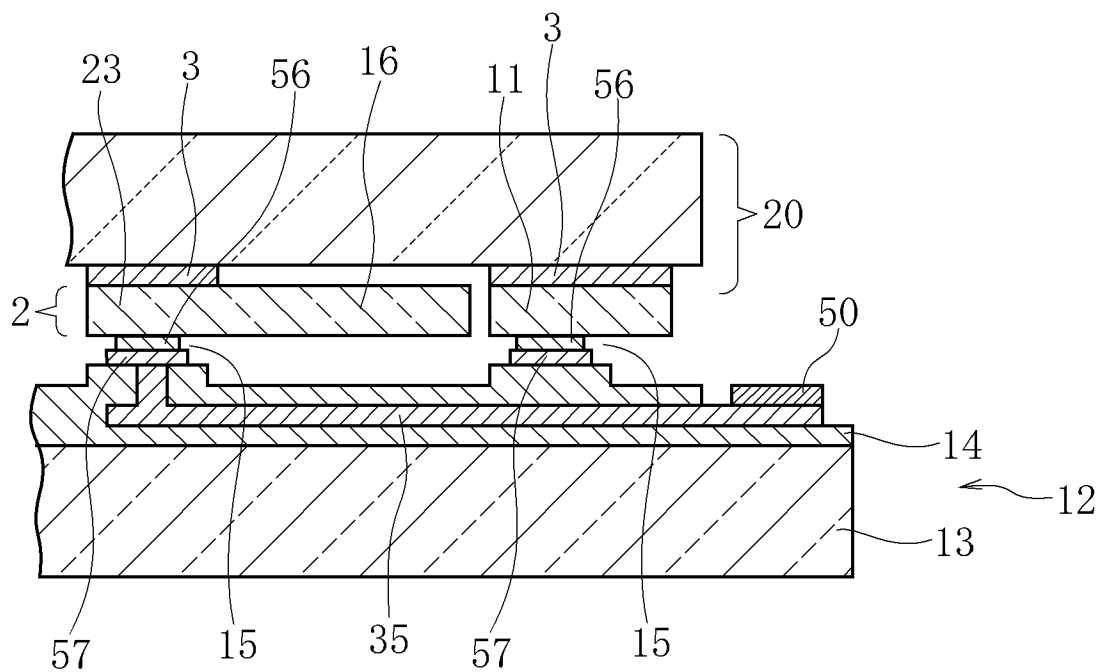
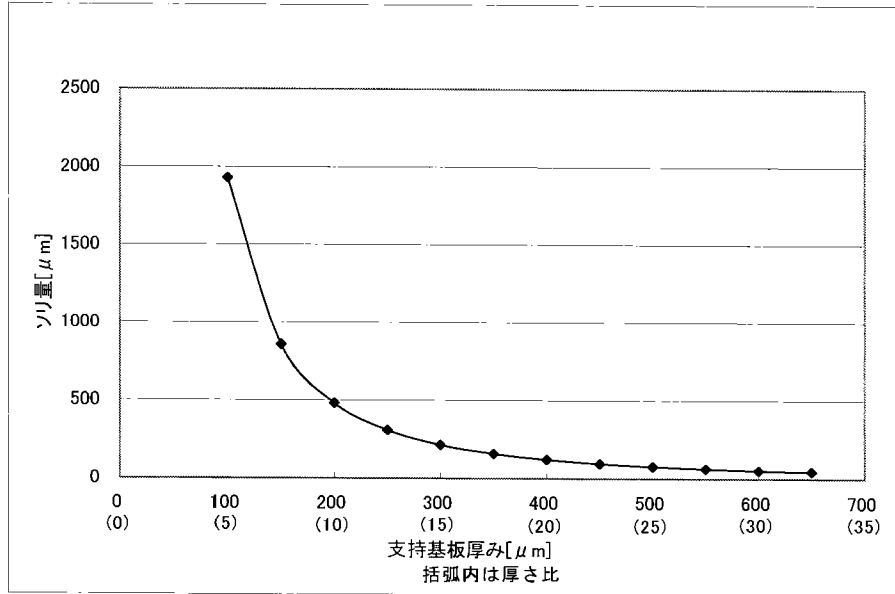


图 4



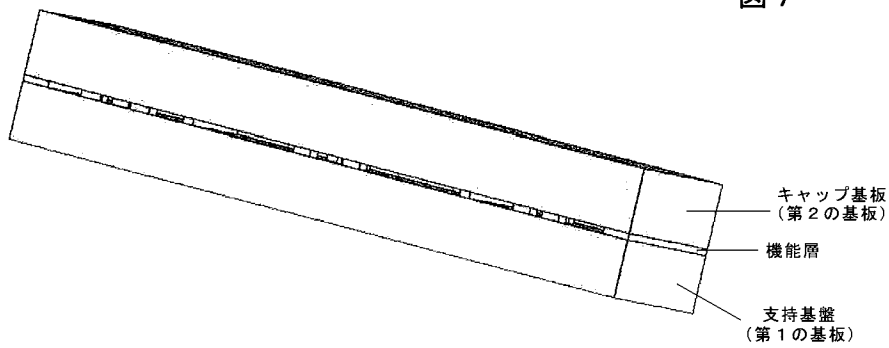
[図6]

図 6



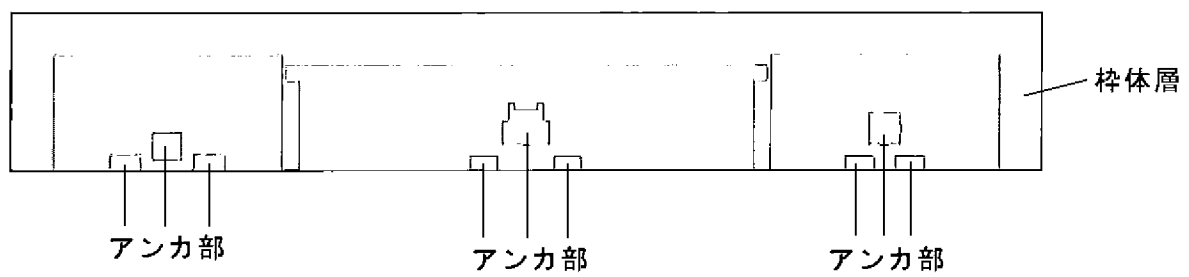
[図7]

図 7



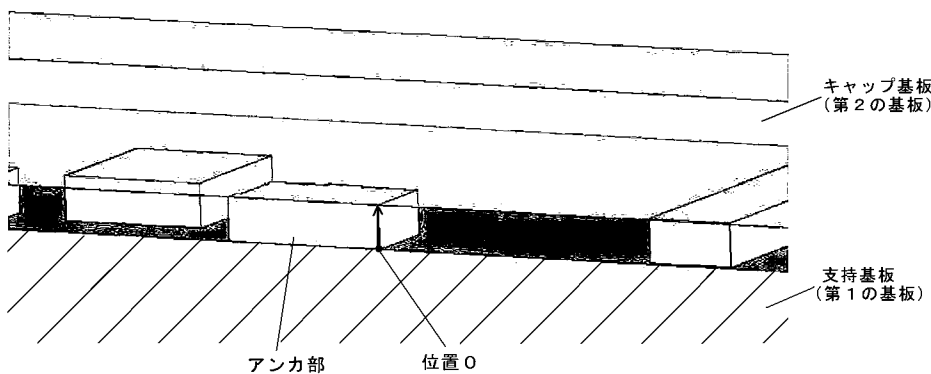
[図8]

図 8



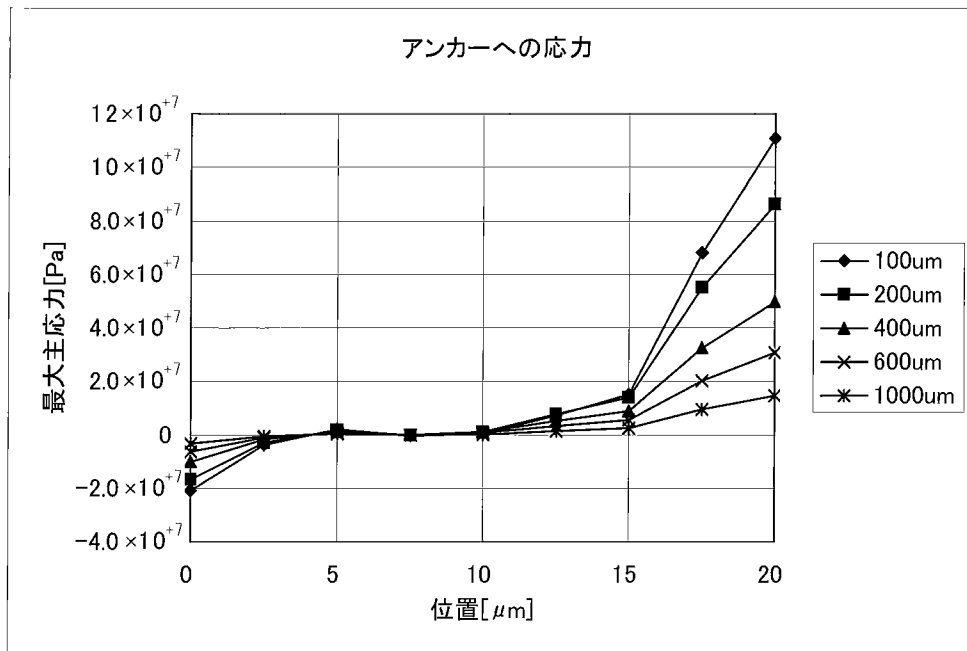
[図9]

図 9



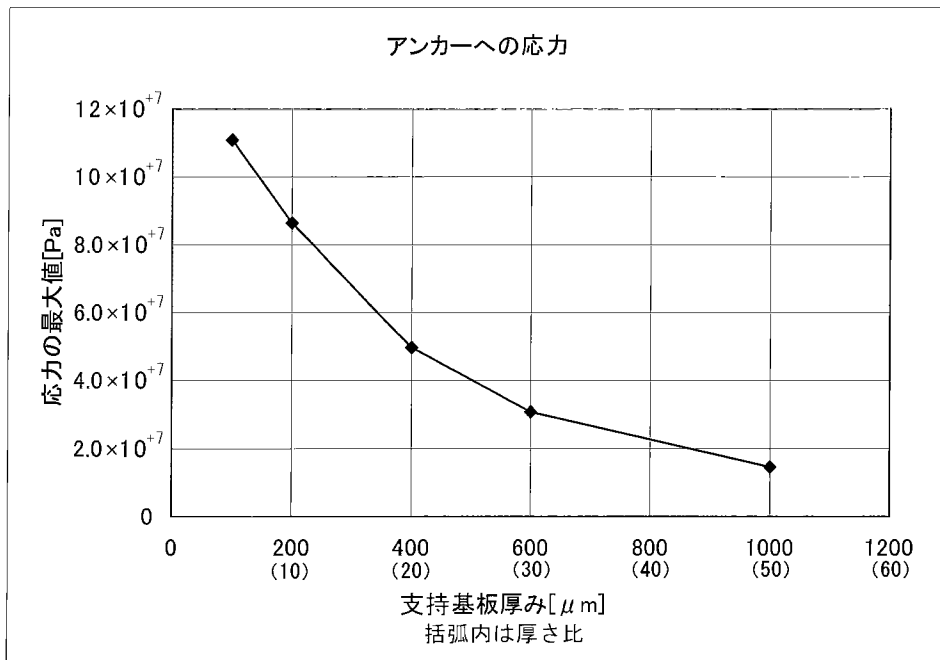
[図10]

図 10



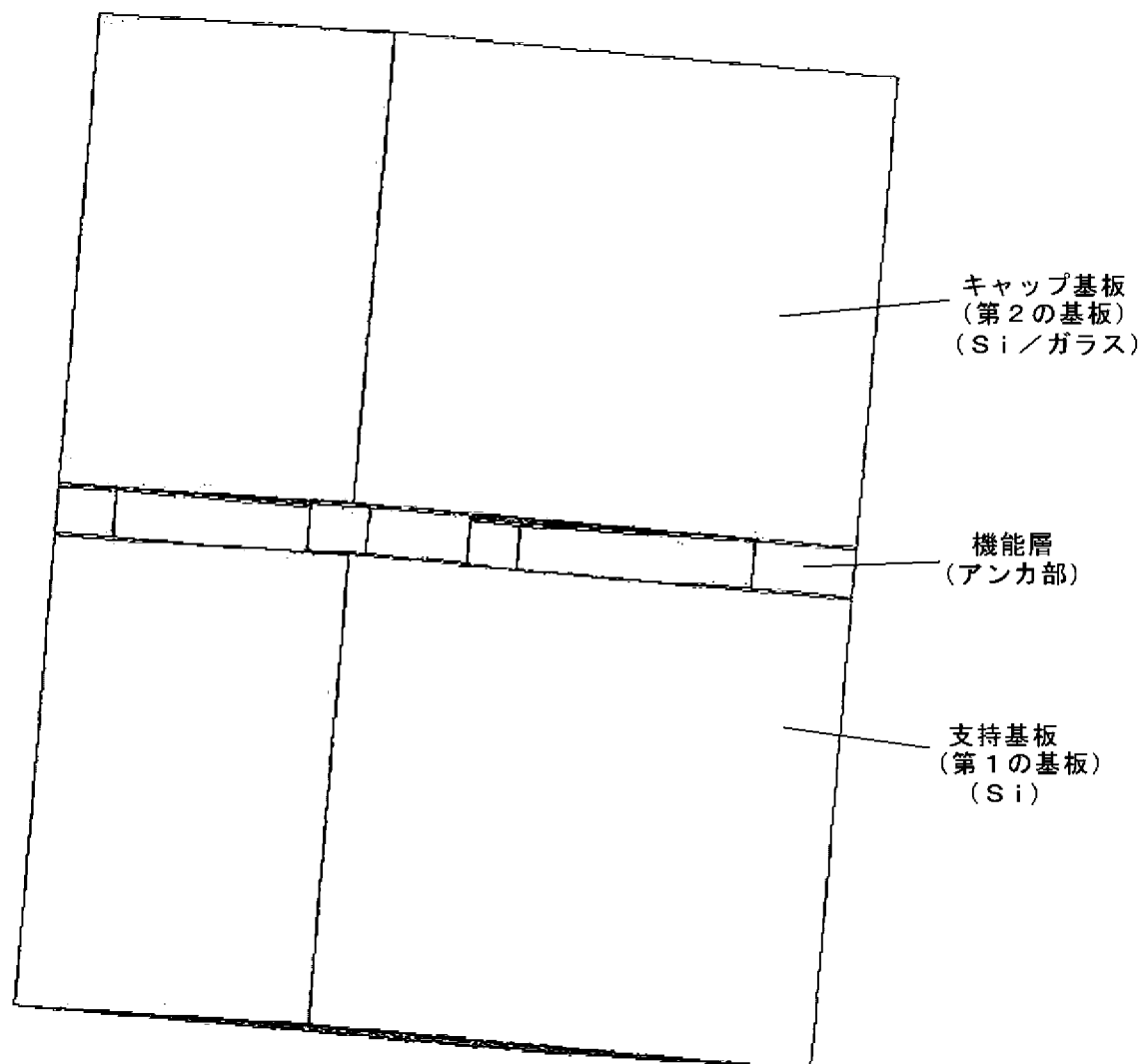
[図11]

図 11



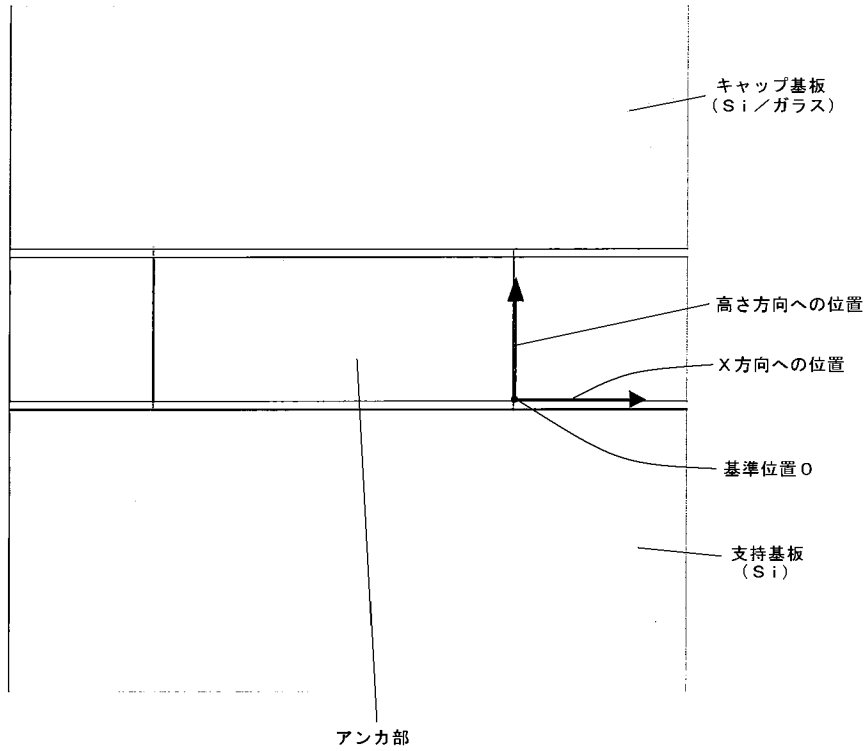
[図12]

図 1 2



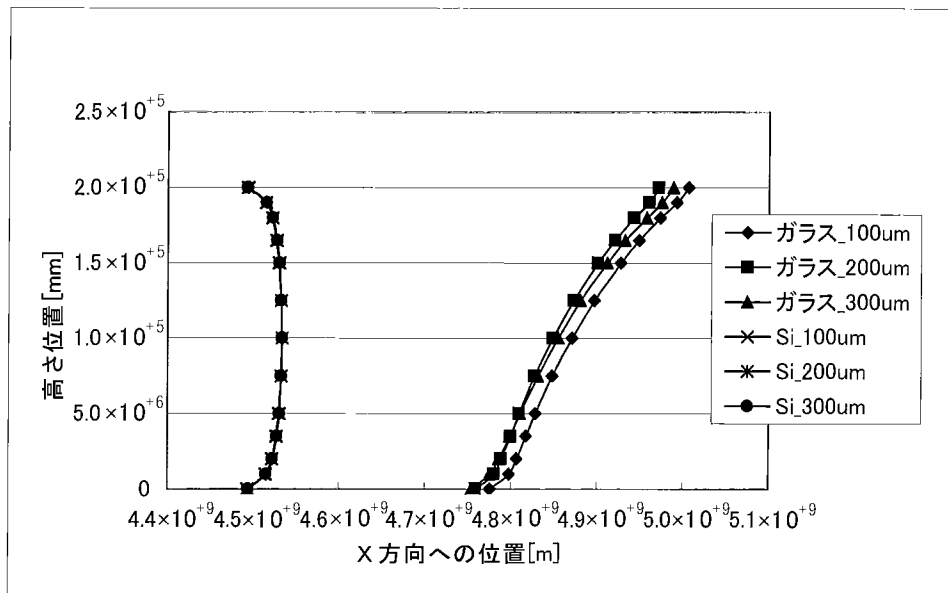
[図13]

図 1 3



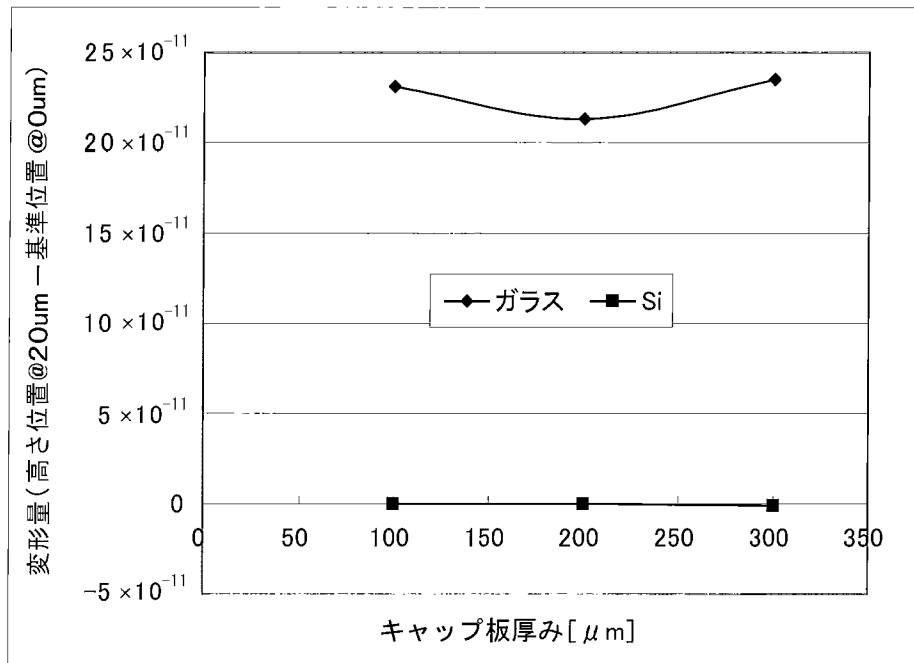
[図14]

図 1 4



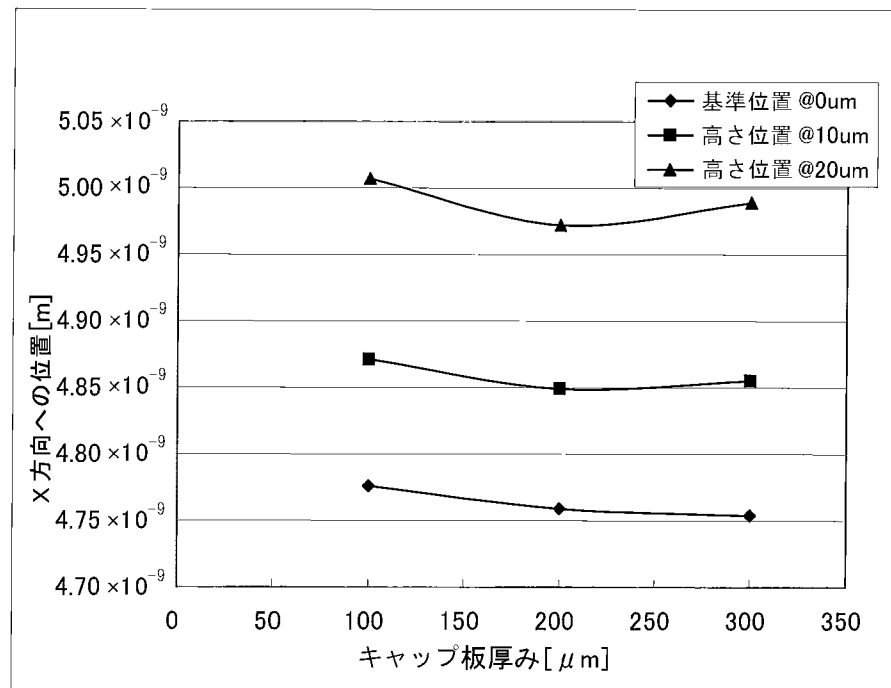
[図15]

図 1 5



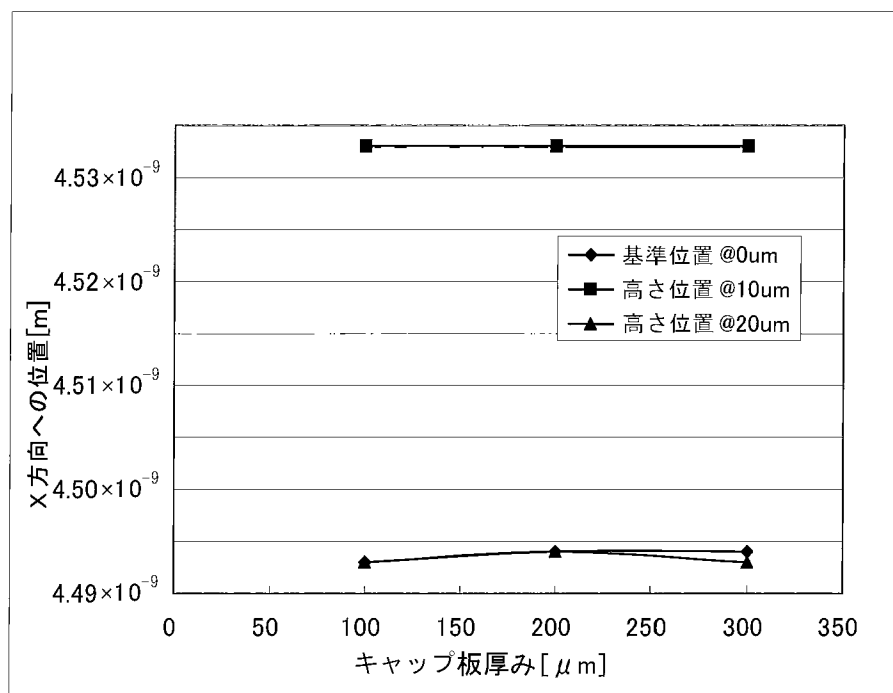
[図16]

図 1 6



[図17]

図 1 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/125(2006.01)i, G01P15/08(2006.01)i, G01P15/18(2006.01)i, H01L29/84(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)

G01P15/125, G01P15/08, G01P15/18, H01L29/84

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2003-39395 A (Hewlett-Packard Co.), 13 February 2003 (13.02.2003), paragraphs [0042] to [0044] & US 6465355 B1 & EP 1253108 A2 & DE 60203431 T & CN 1384042 A	1, 9 2-8
X Y	JP 2006-84326 A (Denso Corp.), 30 March 2006 (30.03.2006), paragraph [0091] & US 2006/0057758 A1 & DE 102005043645 A	1, 9 2-8
Y	JP 11-190746 A (Omron Corp.), 13 July 1999 (13.07.1999), paragraphs [0022] to [0029]; fig. 5 (Family: none)	2-8

☒ 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 March, 2010 (29.03.10)

Date of mailing of the international search report
06 April, 2010 (06.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053864

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 2008-229833 A (Denso Corp.), 02 October 2008 (02.10.2008), fig. 7, 15 & JP 2010-5785 A & US 2008/0290490 A1 & DE 102008000261 A	2-8
A	JP 2002-273699 A (Robert Bosch GmbH), 25 September 2002 (25.09.2002), fig. 1 & JP 2008-183717 A & US 2003/0001221 A1 & US 2004/0195638 A1 & EP 1228998 A2 & EP 1671923 A2 & EP 1671924 A2 & DE 10104868 A & DE 50110147 D & DE 50113572 D & DE 50115279 D	1-9
A	JP 2004-209585 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 29 July 2004 (29.07.2004), fig. 16 & US 2005/0167795 A1 & US 2009/0068795 A1 & EP 1433742 A2 & KR 10-2004-0060733 A	1-9
A	JP 2008-304218 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), fig. 15, 28 & US 2008/0302184 A1 & DE 102008007170 A & KR 10-2008-0107244 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01P15/125 (2006.01) i, G01P15/08 (2006.01) i, G01P15/18 (2006.01) i, H01L29/84 (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. G01P15/125, G01P15/08, G01P15/18, H01L29/84

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 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	JP 2003-39395 A (ヒューレット・パッカード・カンパニー) 2003.02.13, 【0042】 - 【0044】 & US 6465355 B1 & EP 1253108 A2 & DE 60203431 T & CN 1384042 A	1, 9 2-8
X Y	JP 2006-84326 A (株式会社デンソー) 2006.03.30, 【0091】 & US 2006/0057758 A1 & DE 102005043645 A	1, 9 2-8
Y	JP 11-190746 A (オムロン株式会社) 1999.07.13, 【0022】 - 【0029】, 図 5 (フ ァミリーなし)	2-8

☒ 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

2 9 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 4 . 2 0 1 0

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)

越川 康弘

2 F

9 6 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 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 請求項の番号
Y	JP 2008-229833 A (株式会社デンソー) 2008. 10. 02, 図 7, 図 15 & JP 2010-5785 A & US 2008/0290490 A1 & DE 102008000261 A	2-8
A	JP 2002-273699 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユ レンクテル ハフツング) 2002. 09. 25, 図 1 & JP 2008-183717 A & US 2003/0001221 A1 & US 2004/0195638 A1 & EP 1228998 A2 & EP 1671923 A2 & EP 1671924 A2 & DE 10104868 A & DE 50110147 D & DE 50113572 D & DE 50115279 D	1-9
A	JP 2004-209585 A (新光電気工業株式会社) 2004. 07. 29, 図 16 & US 2005/0167795 A1 & US 2009/0068795 A1 & EP 1433742 A2 & KR 10-2004-0060733 A	1-9
A	JP 2008-304218 A (三菱電機株式会社) 2008. 12. 18, 図 15, 図 28 & US 2008/0302184 A1 & DE 102008007170 A & KR 10-2008-0107244 A	1-9