

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年11月27日 (27.11.2008)

PCT

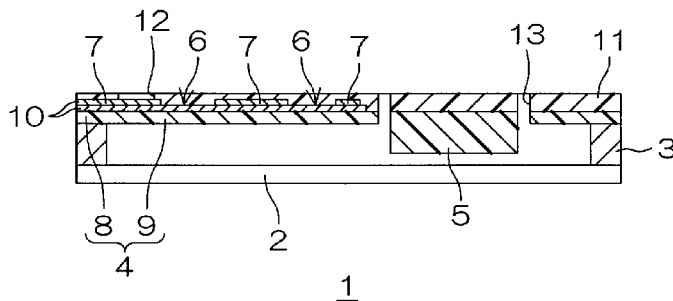
(10) 国際公開番号
WO 2008/143191 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 15/12 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)
G01P 15/125 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/059078
- (22) 国際出願日: 2008年5月16日 (16.05.2008)
- (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2007-131831 2007年5月17日 (17.05.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 仲谷 吾郎 (NAKATANI, Goro) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町2番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 稲岡 耕作, 外 (INAOKA, Kosaku et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町2丁目6番12号 サンマリオンNBFタワー21階 あい特許事務所内 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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

(54) Title: MEMS SENSOR AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: MEMSセンサおよびその製造方法

図1B



(57) Abstract: An MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) sensor comprises a base layer and a deformation part formed above the base layer with a gap therebetween and deformed by an external force. The deformation part is made of an organic material.

(57) 要約: 本発明のMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) センサは、基層と、前記基層上に前記基層と間隔を空けて設けられ、外力により変形する変形部とを備える。前記変形部は、有機材料からなる。

明 細 書

MEMSセンサおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術により製造されるセンサおよびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 最近、MEMSセンサの携帯電話機への搭載が開始されたことから、MEMSセンサの注目度が高まっている。MEMSセンサの代表的なものとして、たとえば、物体の加速度を検出するためのピエゾ抵抗型加速度センサが知られている。

図15は、従来のピエゾ抵抗型加速度センサの構成を一部破断して示す模式的な斜視図である。

[0003] 従来のMEMSセンサ101は、フレーム102、錘103および4本のビーム104を備えている。

フレーム102は、平面視四角環状(枠状)に形成され、たとえば、約400 μ mの厚さを有している。

錘103は、フレーム102によって囲まれる領域に、フレーム102との間に間隔を空けて配置されている。この錘103は、四角柱状の中央柱状部105と、その周囲の4つの四角柱状の周囲柱状部106とからなる。中央柱状部105および各周囲柱状部106は、いずれもフレーム102と同じ厚さ(高さ)を有している。中央柱状部105は、フレーム102によって囲まれる領域の中央部に、平面視で外周縁がフレーム102の内周縁(内面)と平行をなすように配置されている。周囲柱状部106は、中央柱状部105の上面の各対角線の両側への延長線上に1つずつ配置されている。そして、中央柱状部105の側面の各角部に対して、周囲柱状部106の側面の1つの角部が接続されている。これにより、中央柱状部105および4つの周囲柱状部106は、一体をなして、フレーム102と同じ厚さを有する錘103を構成している。

[0004] ビーム104は、互いに隣り合う周囲柱状部106の各間において、それらの周囲柱状部106の側面に対して間隔を空けて平行に延びている。ビーム104の一端は、フレ

ーム102に接続され、その他端は、中央柱状部105に接続されている。また、ビーム104は、たとえば、約7 μ mの厚さを有し、このような厚さに形成されることにより、捩れ変形および撓み変形が可能である。これにより、4本のビーム104は、錘103をフレーム102に対して揺振可能に支持している。

[0005] また、4本のビーム104上には、図示しないが、複数のピエゾ抵抗素子が配置されている。

MEMSセンサ101に加速度が作用し、錘103が振れると、ビーム104に歪みが生じる。このビーム104の歪みにより、ビーム104上のピエゾ抵抗素子に応力が作用し、ピエゾ抵抗素子の抵抗率が変化する。そのため、各ピエゾ抵抗素子の抵抗率の変化量を信号として取り出せば、その信号に基づいて、MEMSセンサ101(錘103)に作用した加速度を検出することができる。

[0006] MEMSセンサ101は、厚さ400 μ mのシリコン裏層、厚さ1 μ mの酸化シリコン層および厚さ7 μ mのシリコン表層の積層構造を有する基板を用いて製造される。その製造工程では、まず、シリコン表層が酸化シリコン層をエッチングストップとして選択的にエッチングされることにより、そのシリコン表層に、各周囲柱状部106となるべき部分を取り囲む表面側溝が形成される。次に、シリコン裏層が酸化シリコン層をエッチングストップとして選択的にエッチングされることにより、そのシリコン裏層に、各ビーム104となるべき部分および表面側溝と対向する裏面側溝が形成される。そして、酸化シリコン層の裏面側溝を介して露出する部分がエッチングされることにより、シリコン表層からなるビーム104が形成されるとともに、シリコン裏層、酸化シリコン層およびシリコン表層からなるフレーム102および錘103が形成される。その結果、MEMSセンサ101が得られる。

特許文献1:特開2005-351716号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] このように、MEMSセンサ101を得るためには、シリコン裏層および酸化シリコン層を、フレーム102および錘103となる部分に残しつつ、ビーム104と対向する部分から除去しなければならない。シリコン裏層および酸化シリコン層におけるビーム104と

対向する部分は、シリコン表層に形成される表面側溝から露出しないので、当該部分の除去は、シリコン裏層側からのエッチングでなければ達成することができない。そのため、基板をシリコン表層側およびシリコン裏層側の両側からエッチングしなければならず、MEMSセンサ101の製造には手間がかかる。

[0008] そこで、本発明の目的は、容易に製造することができる、MEMSセンサおよびそ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

[0009] 本発明の一の局面に係るMEMSセンサは、基層と、前記基層上に前記基層と間隔を空けて設けられ、外力により変形する変形部とを備え、前記変形部は、有機材料からなる。

このMEMSセンサは、たとえば、基層上に犠牲層および有機材料層をこの順に積層し、有機材料層に貫通孔を形成して、その貫通孔を介して犠牲層をエッチング(等方性エッチング)することにより得られる。

[0010] したがって、前記MEMSセンサは、基層をエッチングすることなく、容易に製造することができる。

また、基層をエッチングする必要がないので、前記MEMSセンサは、CMOSなどの素子が作り込まれた半導体基板上に搭載することができる。すなわち、前記MEMSセンサは、共通の半導体基板上へのCMOSなどの素子との混載が可能である。

[0011] 前記MEMSセンサは、前記変形部における前記基層との対向面に設けられた錘を備えていてもよい。

前記MEMSセンサは、さらに、前記変形部を前記錘の周囲において支持するフレームと、前記変形部上に配設された抵抗導体と、前記変形部上に配設され、前記抵抗導体に接続された配線とを備えていてもよい。すなわち、前記MEMSセンサは、有機材料からなる変形可能なビームと、前記有機材料からなり、前記ビームと一体的に形成される錘と、前記ビームを前記錘の周囲において支持するフレームと、前記ビーム上に配設された抵抗導体と、前記ビーム上に配設され、前記抵抗導体に接続された配線とを含む、ピエゾ抵抗型加速度センサであってもよい。

[0012] この構成のMEMSセンサは、基層上に犠牲層を形成する工程と、前記犠牲層の

表面に凹部を形成する工程と、前記凹部を埋め尽くすとともに前記犠牲層の表面を覆うように、有機材料層を形成する工程と、前記有機材料層上に配線を形成する工程と、前記有機材料層上に前記配線と接続される抵抗導体を形成する工程と、前記有機材料層の表面側から前記有機材料層をエッチングして、平面視で前記凹部の周囲に沿った溝を形成する工程と、前記溝を介して前記犠牲層をエッチングして、前記有機材料層からなるビームおよび錘を形成する工程とを含む製造方法により得ることができる。この製造方法によれば、基層をエッチングすることなく、MEMSセンサを容易に製造することができる。

[0013] 前記錘は、前記有機材料からなり、前記変形部と一体的に形成されていてもよい。

前記MEMSセンサは、前記基層における前記変形部との対向面に設けられた第1電極と、前記変形部における前記基層との対向面に設けられ、前記第1電極と間隔を空けて対向する第2電極とを備えていてもよい。

第1電極および第2電極は、それらの間隔の変化に応じて静電容量が変化するコンデンサを構成する。MEMSセンサ(MEMSセンサが搭載される物体)に所定方向の物理量(たとえば、加速度)が生じ、または、MEMSセンサに所定方向の物理量(たとえば、音圧などの圧力)が作用して、変形部が変形し、これにより第2電極が変位すると、第1電極と第2電極との間隔が変化する。これに伴って、第1電極および第2電極からなるコンデンサの静電容量が変化するので、この静電容量の変化に基づいて、所定方向の物理量を検出することができる。そのため、第1電極および第2電極を備えるMEMSセンサは、静電容量型加速度センサとして用いることができ、また、マイクロフォンとして用いることができる。

[0014] 第1電極および第2電極を備えるMEMSセンサは、基層上に第1導電材料からなる第1電極を形成する工程と、前記第1電極上に前記第1導電材料とは異なる材料からなる犠牲層を形成する工程と、前記犠牲層上に前記第1導電材料と同じまたは異なる第2導電材料からなる第2電極を形成する工程と、前記第2電極上に有機材料からなる有機材料層を形成する工程と、前記有機材料層および前記第2電極をそれらの積層方向に貫通する貫通孔を形成する工程と、前記貫通孔を介して前記犠牲層をエッチングし、前記第1電極層と前記第2電極との間に空隙を形成する工程とを含む

む製造方法により得ることができる。この製造方法によれば、基層をエッチングすることなく、MEMセンサを容易に製造することができる。

[0015] 第1電極および第2電極を備えるMEMSセンサは、前記変形部における前記基層との対向面に設けられた突出部を備えていてもよい。

前記突出部は、前記有機材料からなり、前記変形部と一体的に形成されていてもよい。

前記有機材料は、ポリイミドであってもよい。

本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1A]図1Aは、本発明の一実施形態に係るMEMSセンサの模式的な平面図である。

[図1B]図1Bは、図1Aに示す切断線B-Bにおける模式的な断面図である。

[図2A]図2Aは、図1に示すMEMSセンサの製造途中における模式的な平面図である。

[図2B]図2Bは、図2Aに示す切断線B-Bにおける模式的な断面図である。

[図3A]図3Aは、図2Aの次の工程を示す模式的な平面図である。

[図3B]図3Bは、図3Aに示す切断線B-Bにおける模式的な断面図である。

[図4A]図3の次の工程を示す模式的な平面図である。

[図4B]図4Bは、図4Aに示す切断線B-Bにおける模式的な断面図である。

[図5]図4の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図6]図5の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図7A]図6の次の工程を示す模式的な平面図である。

[図7B]図7Bは、図7Aに示す切断線B-Bにおける模式的な断面図である。

[図8]図8は、本発明の他の実施形態に係るMEMSセンサの模式的な断面図である。

[図9]図9は、図8に示すMEMSセンサの製造途中における模式的な断面図である。

[図10]図10は、図9の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図11]図11は、図10の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図12]図12は、図11の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図13]図13は、図12の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図14]図14は、図13の次の工程を示す模式的な断面図である。

[図15]従来のMEMSセンサの構成を一部破断して示す模式的な斜視図である。

符号の説明

- [0017]
- 1 MEMSセンサ
 - 2 基層
 - 3 フレーム
 - 4 ビーム
 - 5 錘
 - 6 抵抗導体
 - 7 配線
 - 8 支持部
 - 9 ビーム本体部
 - 21 SiN層
 - 22 凹部
 - 23 有機材料層
 - 26 溝
 - 51 MEMSセンサ
 - 52 基層
 - 53 第1電極
 - 54 ダイヤフラム
 - 55 突出部
 - 56 第2電極

発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下では、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1Aは、本発明の一実施形態に係るMEMSセンサの模式的な平面図であり、図

1Bは、そのMEMSセンサを図1Aに示す切断線B－Bで切断したときの模式的な断面図である。

MEMSセンサ1は、ピエゾ抵抗型加速度センサであり、基層2、フレーム3、ビーム4、錘5、抵抗導体6および配線7を備えている。

[0019] 基層2は、 SiO_2 (酸化シリコン) からなる。基層2は、平面視四角形状をなし、 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ の厚さを有している。

フレーム3、ビーム4、錘5、抵抗導体6および配線7は、基層2上に設けられている。

フレーム3は、 SiN (窒化シリコン) からなる。フレーム3は、基層2の周縁に沿う平面視四角環状 (枠状) をなし、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さを有している。

[0020] ビーム4および錘5は、有機材料 (たとえば、ポリイミド) からなり、一体的に形成されている。

ビーム4は、フレーム3に支持される平面視四角環状の支持部8と、この支持部8に支持される平面視十字状のビーム本体部9とを一体的に備えている。ビーム本体部9は、各先端が支持部8の各辺の中央に接続されている。これにより、ビーム4は、支持部8とビーム本体部9とによって区画される4つの四角形状の開口部を有している。また、ビーム4は、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さを有し、このような厚さに形成されることにより、ビーム本体部9の捩れ変形および撓み変形が可能にされている。

[0021] 錘5は、ビーム4が有する各開口部に配置されている。錘5は、その上面がビーム4の上面と面一をなし、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さ (高さ) を有する略四角柱状に形成されている。錘5の側面は、開口部の周縁に対して隙間を空けて平行をなしている。そして、錘5は、その側面により形成される4つの角部のうちの1つがビーム4のビーム本体部9の中央部に接続されている。これにより、錘5は、基層2およびフレーム3と非接触な状態で、ビーム4 (ビーム本体部9) に支持されている。

[0022] ビーム4上には、 Ti (チタン) 層 / TiN (窒化チタン) 層 / Al (アルミニウム) - Cu (銅) 合金層の積層体10が積層されている。この積層体10は、各端部が支持部8上に配置され、ビーム本体部9に沿って延び、全体として平面視十字状に形成されている。最下層の Ti 層およびその上層の TiN 層は、連続的に形成されている。一方、最上層

のAl-Cu合金層は、たとえば、12箇所ですて切れることにより断続的に形成されている。これにより、Ti層およびTiN層がAl-Cu合金層のすて切れた部分(除去されている部分)で部分的に露出し、この露出した部分が抵抗導体6をなし、Al-Cu合金層が抵抗導体6に接続された配線7をなしている。

[0023] そして、MEMSセンサ1の最表面は、たとえば、ポリイミドからなる保護膜11により覆われている。この保護膜11には、平面視十字状に沿って形成される配線7の各端部を外部との接続のためのパッドとして露出させるパッド開口12が形成されている。また、保護膜11には、ビーム4と各錘5との間の隙間に連通する溝13が形成されている。

MEMSセンサ1に加速度が作用し、錘5が振れると、ビーム4のビーム本体部9に歪み(振れおよび/または撓み)が生じる。このビーム本体部9の歪みにより、ビーム本体部9上の抵抗導体6に伸び縮みが生じ、抵抗導体6の抵抗値が変化する。パッドを介して、その抵抗値の変化を信号として取り出すことにより、この信号に基づいて、錘5(MEMSセンサ1)に作用した加速度の方向(3軸方向)および大きさを検出することができる。

[0024] 図2A～7Bは、図1Aおよび図1Bに示すMEMSセンサの製造方法を説明するための図である。

まず、図2Aおよび2Bに示すように、P-CVD(Plasma Chemical Vapor Deposition:プラズマ化学気相成長)法により、基層2上に、フレーム3の材料からなる、犠牲層としてのSiN層21が形成される。なお、図2Aは、基層2上にSiN層21が形成された状態を示す模式的な平面図であり、図2Bは、図2Aに示す構造物を切断線B-Bで切断したときの模式的な断面図である。

[0025] 次に、SiN層21上に、各錘5を形成すべき部分と対応する部分に開口を有するレジスト膜が形成される。つづいて、そのレジスト膜をマスクとして、RIE(Reactive Ion Etching:反応性イオンエッチング)により、SiN層21がエッチングされる。その結果、図3Aおよび3Bに示すように、SiN層21の表面に、4つの凹部22が形成される。なお、図3Aは、SiN層21に凹部22が形成された状態を示す模式的な平面図であり、図3Bは、図3Aに示す構造物を切断線B-Bで切断したときの模式的な断面図である。

[0026] その後、図4Aおよび4Bに示すように、凹部22を有するSiN層21上の全域に、ビーム4および錘5の材料である有機材料(たとえば、ポリイミド)が塗布されることにより、その有機材料からなる有機材料層23が形成される。この有機材料層23は、凹部22を埋め尽くすとともに、SiN層21の表面全域を覆い、その表面はほぼ平坦になっている。なお、図4Aは、SiN層21上に有機材料層23が形成された状態を示す模式的な平面図であり、図4Bは、図4Aに示す構造物を切断線B-Bで切断したときの模式的な断面図である。

[0027] つづいて、図5に示すように、スパッタ法により、有機材料層23上に、Ti層/TiN層24およびAl-Cu合金層25がこの順に形成される。

その後、図6に示すように、Ti層/TiN層24およびAl-Cu合金層25がパターンニングされることにより、抵抗導体6および配線7が形成される。

次いで、図7Aおよび7Bに示すように、抵抗導体6および配線7が形成された有機材料層23上に、保護膜11の材料が塗布される。そして、その保護膜11の材料からなる層が部分的に除去されることにより、パッド開口12が形成される。また、保護膜11の材料からなる層および有機材料層23が部分的に除去されることにより、ビーム4と錘5との間の隙間に対応する溝13が平面視で各凹部22の外周に沿うように形成される。これにより、有機材料層23は、ビーム4および錘5となる。また、溝13が形成されることにより、この溝13を介して、SiN層21の表面が部分的に露出する。

[0028] この後、保護膜11側からのCDE (Chemical Dry Etching: ケミカルドライエッチング) 法により、溝13を介して、ビーム4および錘5の下方のSiN層21が除去される。CDE法によるSiN層21のエッチングは、錘5の下方のSiN層21がすべて除去されるまで続けられる。このとき、 SiO_2 からなる基層2は、SiN層21に比べてエッチングレートが極端に小さいので、エッチングストップ層として機能する。その結果、SiN層21がフレーム3にパターンニングされ、図1に示す構造のMEMSセンサ1が得られる。

[0029] 以上のように、SiN層21の表面に凹部22が形成された後、そのSiN層21上に、有機材料層23が凹部22を埋め尽くすとともにSiN層21の表面を覆うように形成される。次いで、有機材料層23上に、抵抗導体6および配線7が形成される。また、有機材料層23の表面側から有機材料層23が平面視で凹部22の外周に沿ってエッチング

される。これにより、有機材料層23からなるビーム4および錘5が形成される。そして、そのエッチングにより形成される溝13を介して、SiN層21がエッチングされることにより、ビーム4を錘5の周囲において支持するフレーム3が形成される。

[0030] このように、基層2をエッチングすることなく、図1に示す構造のMEMSセンサ1を容易に製造することができる。

また、基層2をエッチングする必要がないので、MEMSセンサ1は、CMOSなどの素子が作り込まれた半導体基板上に搭載することができる。すなわち、このMEMSセンサ1は、共通の半導体基板上へのCMOSなどの素子との混載が可能である。

[0031] なお、基層2の材料として SiO_2 が採用され、フレーム3の材料としてSiNが採用された場合を例にとったが、基層2の材料としてSiNが採用され、フレーム3の材料として SiO_2 が採用されてもよい。この場合、フレーム3の材料からなる SiO_2 層のエッチングは、たとえば、ふっ酸を用いるウェットエッチングにより達成することができる。

[0032] 基層2の材料としては、フレーム3の材料からなる層のエッチング(フレーム3を形成するためのエッチング)における選択比が大きくなるような材料であればよく、フレーム3が SiO_2 からなる場合、Alを例示することができる。

MEMSセンサ1が搭載される基板の最表層(MEMSセンサ1が接する層)に、フレーム3の材料からなる層のエッチングにおける選択比が大きくなる材料を採用した層を有する場合には、基層2を省略することもできる。

[0033] フレーム3を形成するためのエッチング量が時間により制御される場合、基層2とフレーム3とが同じ材料(たとえば、 SiO_2)で形成されてもよい。

図8は、本発明の他の実施形態に係るMEMSセンサの模式的な断面図である。

MEMSセンサ51は、マイクロフォンであり、基層52、第1電極53、ダイヤフラム54、突出部55および第2電極56を備えている。

[0034] 基層52は、 SiO_2 (酸化シリコン)からなる。基層52は、平面視四角形状をなし、 $0.1 \sim 3 \mu\text{m}$ の厚さを有している。

第1電極53、ダイヤフラム54、突出部55および第2電極56は、基層52上に設けられている。

第1電極53は、Al(アルミニウム)からなる。第1電極53は、基層52の表面上に、 $0.$

3～2.0 μm の厚さを有する膜状に形成されている。

[0035] ダイアフラム54および突出部55は、有機材料(たとえば、ポリイミド)からなり、一体的に形成されている。

ダイアフラム54は、0.3～2.0 μm の厚さを有する膜状に形成され、その周縁部が図示しない支持部により支持されている。ダイアフラム54と基層52との間には、1～5 μm の間隔が形成されている。そして、ダイアフラム54は、その中央部が基層52との対向方向に振動(変形)可能となっている。

[0036] 突出部55は、ダイアフラム54における基層52との対向面(下面)に設けられている。突出部55は、1～20 μm の厚さ(高さ)を有する略四角柱状に形成され、基層52との間には、1～10 μm の間隔が形成されている。この突出部55が設けられていることにより、ダイアフラム54の振動時に、次に述べる第2電極56が第1電極53と接触することを防止できる。すなわち、突出部55は、ダイアフラム54の振動量を規制するストップパとしての機能を有している。なお、突出部55は、1個だけ形成されていてもよいし、複数個形成されていてもよい。

[0037] 第2電極56は、Al(アルミニウム)からなる。第2電極56は、ダイアフラム54における基層52との対向面上に、0.3～2.0 μm の厚さを有する膜状に形成されている。これにより、第2電極56は、第1電極53と間隔を空けて対向し、その間隔に応じて静電容量が変化するコンデンサを構成している。

MEMSセンサ51に音圧が入力されると、ダイアフラム54が振動し、これにより第2電極56が変位する。第2電極56の変位により、第1電極53と第2電極56との間隔が変化し、第1電極53および第2電極56からなるコンデンサの静電容量が変化する。したがって、その静電容量の変化を音声出力信号として取り出すことにより、MEMSセンサ51に入力された音圧を検出することができる。

[0038] また、ダイアフラム54および第2電極56には、複数の貫通孔57がそれらを積層方向に貫通して形成されている。

図9～14は、図8に示すMEMSセンサの製造方法を説明するための図である。

まず、図9に示すように、スパッタ法により、基層52の表面上に、Al膜からなる第1電極53が形成される。

[0039] 次に、図10に示すように、P-CVD法により、第1電極53上に、SiNからなる犠牲層58が形成される。

その後、図11に示すように、スパッタ法により、犠牲層58上に、Al膜59が形成される。

そして、Al膜59上に、突出部55を形成すべき部分と対応する部分に開口を有するレジスト膜が形成される。つづいて、そのレジスト膜をマスクとして、Al膜59および犠牲層58がエッチングされる。その結果、図12に示すように、Al膜59の表面から犠牲層58の途中部まで掘り下がった凹部60が形成される。

[0040] その後、図13に示すように、凹部22を有する犠牲層58上の全域に、ダイヤフラム54および突出部55の材料である有機材料(たとえば、ポリイミド)が塗布されることにより、その有機材料からなる有機材料層61が形成される。有機材料層61は、凹部60を埋め尽くすとともに、Al膜59の表面全域を覆い、その表面はほぼ平坦になっている。

[0041] 次いで、図14に示すように、有機材料層61およびAl膜59が選択的に除去されることにより、複数の貫通孔57が形成される。これにより、有機材料層61がダイヤフラム54および突出部55となり、Al膜59が第2電極56となる。また、各貫通孔57を介して、犠牲層58の表面が部分的に露出する。そして、CDE法により、貫通孔57を介して、ダイヤフラム54および突出部55の下方の犠牲層58が除去される。その結果、図8に示す構造のMEMSセンサ51が得られる。

[0042] このように、基層52をエッチングすることなく、図8に示す構造のMEMSセンサ51を容易に製造することができる。

また、基層52をエッチングする必要がないので、MEMSセンサ51は、CMOSなどの素子が作り込まれた半導体基板上に搭載することができる。すなわち、このMEMSセンサ51は、共通の半導体基板上へのCMOSなどの素子との混載が可能である。

[0043] なお、MEMSセンサ51は、加速度センサとして使用することもできる。MEMSセンサ51に第1電極53と第2電極56との対向方向の加速度が生じると、ダイヤフラム54が変形し、これにより第2電極56が変位する。第2電極56の変位により、第1電極53と第2電極56との間隔が変化し、第1電極53および第2電極56からなるコンデンサの

静電容量が変化する。したがって、その静電容量の変化に基づいて、MEMSセンサ51に生じた加速度の大きさを検出することができる。

[0044] 犠牲層58の材料として、SiNを例示したが、犠牲層58の材料は、SiNに限らず、第1電極53および第2電極56の材料とエッチング選択比を有する材料であればよい。

第1電極53および第2電極56の材料として、Alを例示したが、Cuやドーフトポリシリコンなど、Al以外の導電材料が用いられてもよい。

[0045] 有機材料として、ポリイミドを例示したが、ポリパラキシレンやポリアミドが用いられてもよい。

また、本発明は、加速度センサおよびマイクロフォンに限らず、物体の角速度を検出するためのジャイロセンサに適用することもできる。

本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の精神および範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

[0046] この出願は、2007年5月17日に日本国特許庁に提出された特願2007-131831号に対応しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

請求の範囲

- [1] MEMSセンサにおいて、
基層と、
前記基層上に前記基層と間隔を空けて設けられ、外力により変形する変形部とを
備え、
前記変形部は、有機材料からなる。
- [2] 請求項1に記載のMEMSセンサにおいて、
前記変形部における前記基層との対向面に設けられた錘を備える。
- [3] 請求項2に記載のMEMSセンサにおいて、
前記錘は、前記有機材料からなり、前記変形部と一体的に形成されている。
- [4] 請求項3に記載のMEMSセンサにおいて、
前記有機材料は、ポリイミドである。
- [5] 請求項2に記載のMEMSセンサにおいて、
前記変形部を前記錘の周囲において支持するフレームと、
前記変形部上に配設された抵抗導体と、
前記変形部上に配設され、前記抵抗導体に接続された配線とを備える。
- [6] 請求項1に記載のMEMSセンサにおいて、
前記基層における前記変形部との対向面に設けられた第1電極と、
前記変形部における前記基層との対向面に設けられ、前記第1電極と間隔を空け
て対向する第2電極とを備える。
- [7] 請求項6に記載のMEMSセンサにおいて、
前記変形部における前記基層との対向面に設けられた突出部を備える。
- [8] 請求項7に記載のMEMSセンサにおいて、
前記突出部は、前記有機材料からなり、前記変形部と一体的に形成されている。
- [9] 請求項8に記載のMEMSセンサにおいて、
前記有機材料は、ポリイミドである。
- [10] 基層上に犠牲層を形成する工程と、
前記犠牲層の表面に凹部を形成する工程と、

前記凹部を埋め尽くすとともに前記犠牲層の表面を覆うように、有機材料層を形成する工程と、

前記有機材料層上に配線を形成する工程と、

前記有機材料層上に前記配線と接続される抵抗導体を形成する工程と、

前記有機材料層の表面側から前記有機材料層をエッチングして、平面視で前記凹部の周囲に沿った溝を形成する工程と、

前記溝を介して前記犠牲層をエッチングして、前記有機材料層からなるビームおよび錘を形成する工程とを含む、MEMSセンサの製造方法。

[11] 基層上に第1導電材料からなる第1電極を形成する工程と、

前記第1電極上に前記第1導電材料とは異なる材料からなる犠牲層を形成する工程と、

前記犠牲層上に前記第1導電材料と同じまたは異なる第2導電材料からなる第2電極を形成する工程と、

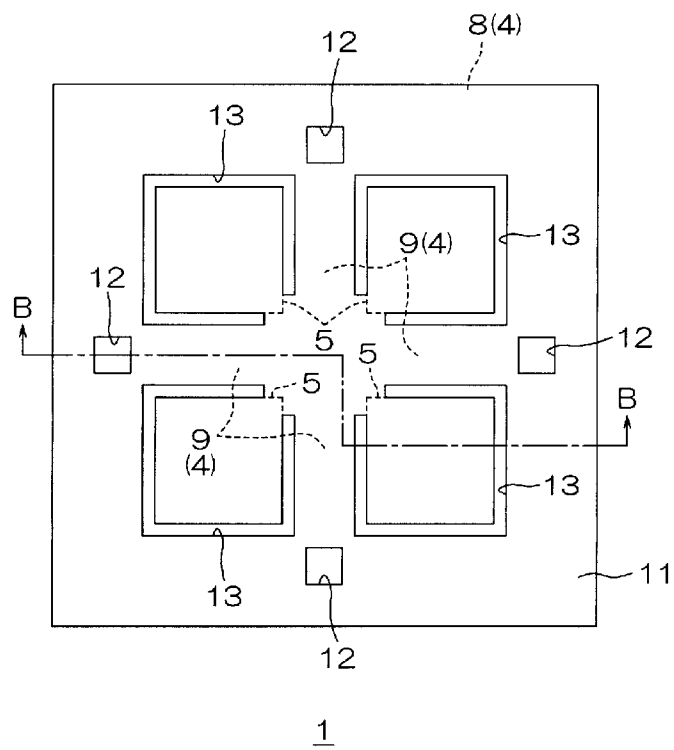
前記第2電極上に有機材料からなる有機材料層を形成する工程と、

前記有機材料層および前記第2電極をそれらの積層方向に貫通する貫通孔を形成する工程と、

前記貫通孔を介して前記犠牲層をエッチングし、前記第1電極層と前記第2電極との間に空隙を形成する工程とを含む、MEMSセンサの製造方法。

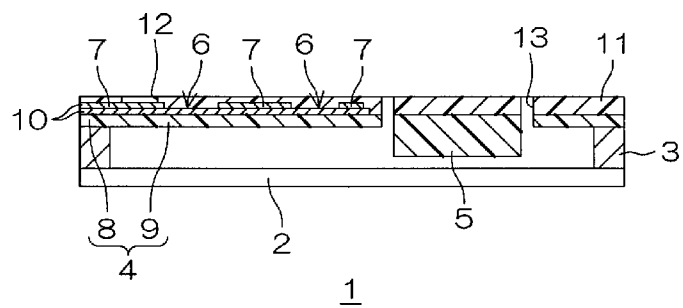
[図1A]

図1A



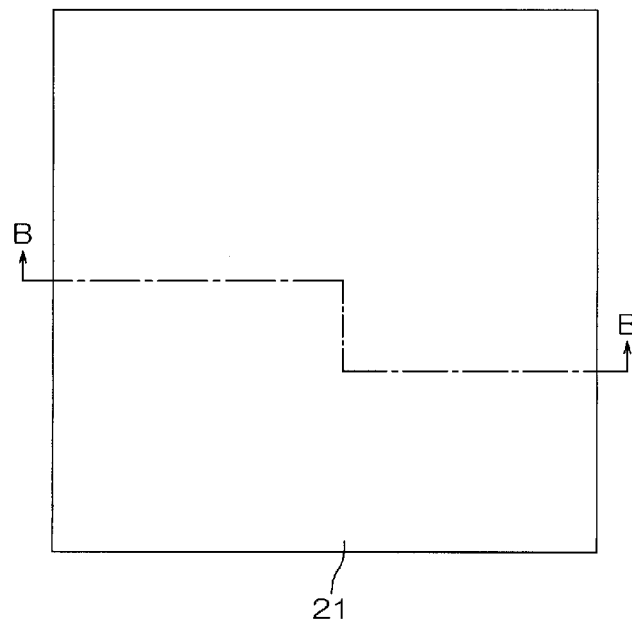
[図1B]

図1B



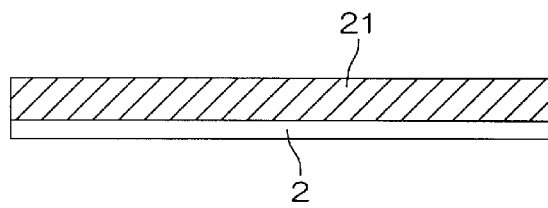
[図2A]

図2A



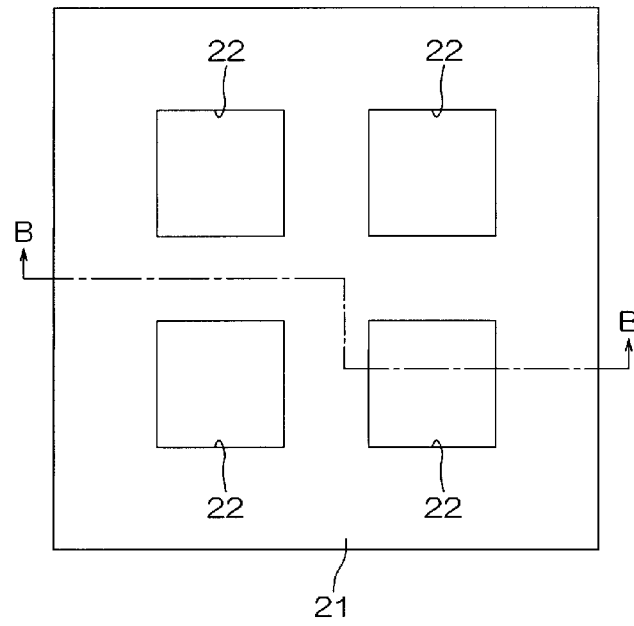
[図2B]

図2B



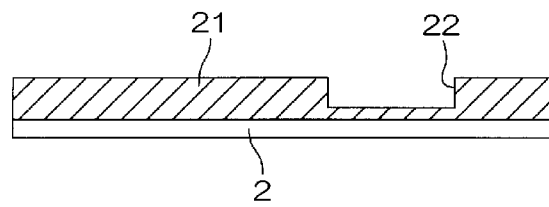
[図3A]

図3A



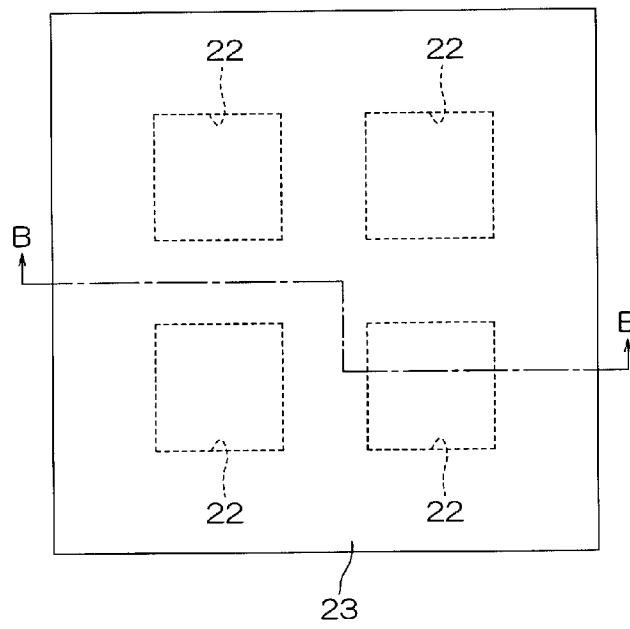
[図3B]

図3B



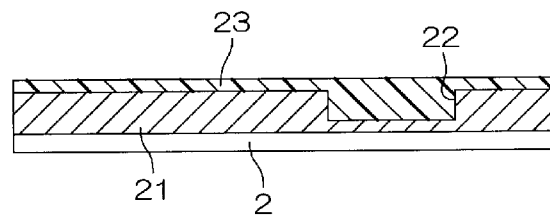
[図4A]

図4A



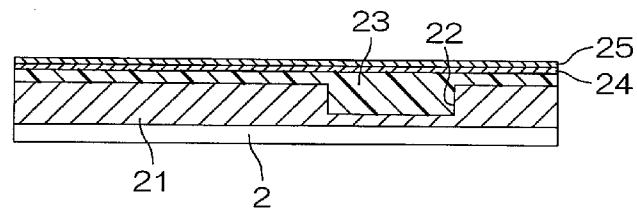
[図4B]

図4B



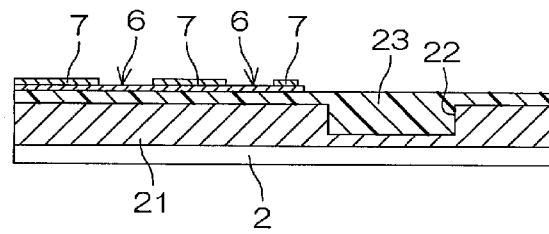
[図5]

図5



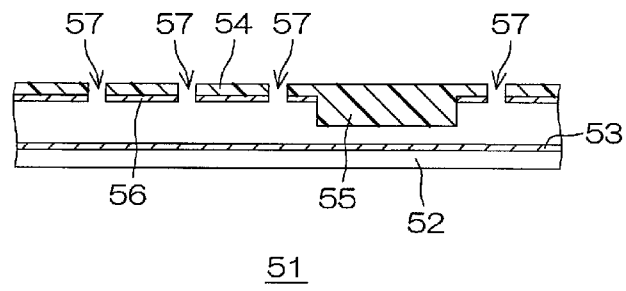
[図6]

図6



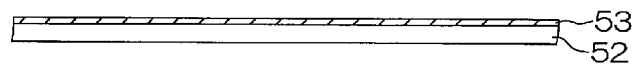
[[図8]]

図8



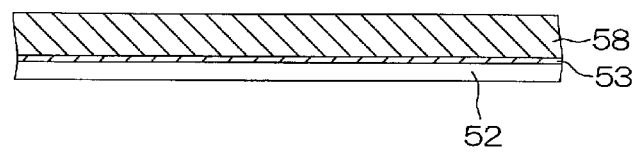
[[図9]]

図9



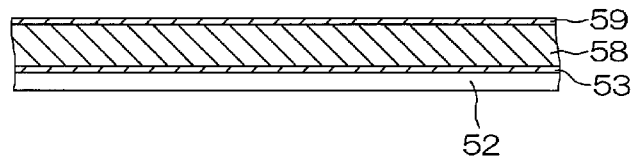
[[図10]]

図10



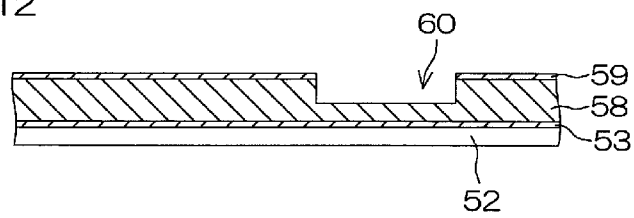
[図11]

図11



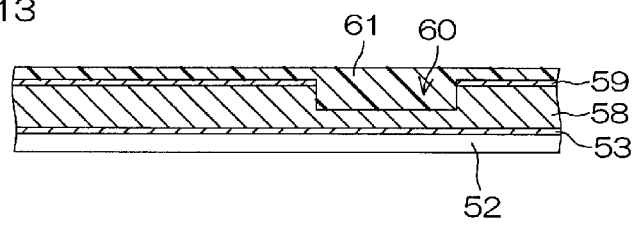
[図12]

図12



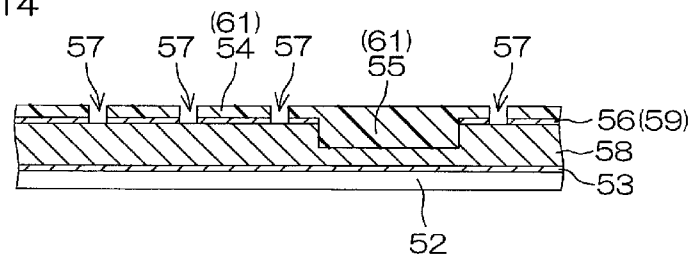
[図13]

図13



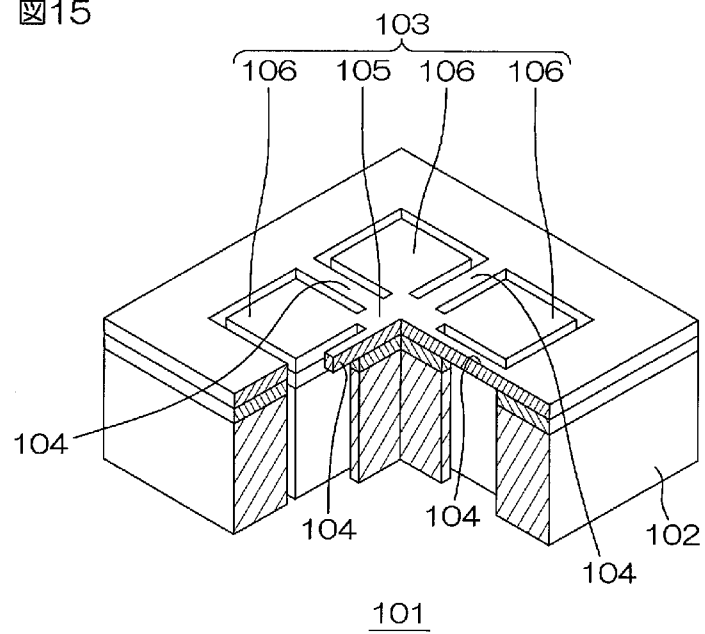
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/12(2006.01) i, G01P15/125(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)

G01P15/12, G01P15/125, 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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-167885 A (Omron Corp.), 04 July, 1995 (04.07.95), Par. No. [0086]; Figs. 1, 4, 17, 18, 22 (Family: none)	1-11
X	JP 8-43434 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), Par. Nos. [0013] to [0021]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1
A	JP 7-98328 A (Mazda Motor Corp.), 11 April, 1995 (11.04.95), Par. No. [0011]; Fig. 4 (Family: none)	1-11

☐ 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
03 June, 2008 (03.06.08)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2008 (10.06.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059078

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions in claims 1-11 is a deformation part made of an organic material.

However, the search reveals that the common matter is not novel since it is disclosed in the document JP 7-167885 A (Omron Corp.), 04 July, 1995 (04.07.95), [0057], [0058], [0086], Figs. 1, 4, 17, 18, 22, the document JP 8-43434 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 February, 1996 (16.02.96), [0013]-[0021], Figs. 1-2.

Since the common matter makes no contribution over the prior art, it is not a special technical feature in the meaning of the second sentence of PCT rule 13.2. (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059078

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Therefore, there is no matter common to all the inventions in claims 1-11.

Since there is no other common matter considered to be a special technical feature in the meaning of the second sentence of PCT rule 13.2, any technical relation in the meaning of PCT rule 13 cannot be found among these different inventions.

As a result, it is obvious that the inventions in claims 1-11 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01P15/12(2006.01)i, G01P15/125(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. G01P15/12, G01P15/125, 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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 7-167885 A (オムロン株式会社) 1995. 07. 04, 【0086】, 図 1, 4, 17, 18, 22 (ファミリーなし)	1-11
X	JP 8-43434 A (松下電器産業株式会社) 1996. 02. 16, 【0013】 - 【0021】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1
A	JP 7-98328 A (マツダ株式会社) 1995. 04. 11, 【0011】, 図 4 (ファミリーなし)	1-11

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

0 3 . 0 6 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 6 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

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

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-11 に係る発明の共通事項は、有機材料からなる変形部である。

しかしながら、調査の結果、この共通事項は、文献 JP 7-167885 A (オムロン株式会社) 1995.07.04, 【0057】 , 【0058】 , 【0086】 , 図 1,4,17,18,22 , 文献 JP 8-43434 A (松下電器産業株式会社) 1996.02.16, 【0013】-【0021】 , 図 1-2 に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、この共通事項は先行技術の域を出ないから、P C T規則 1 3 . 2 の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲 1-11 に係る発明全てに共通の事項はない。

P C T規則 1 3 . 2 の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にP C T規則 1 3 の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求の範囲1-11に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。