

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年1月25日 (25.01.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/010909 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 9/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/314202

(22) 国際出願日: 2006年7月12日 (12.07.2006)

(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2005-208644 2005年7月19日 (19.07.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ミクニ (MIKUNI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1010021
東京都千代田区外神田6-13-11 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 崇 (MAT-SUMOTO, So) [JP/JP]; 〒0200188 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字外山309番地 株式会社ミクニ 盛岡事業所内 Iwate (JP). 遠藤 治之 (ENDO, Haruyuki) [JP/JP]; 〒0200852 岩手県盛岡市飯岡新田3-35-2 地方独立行政法人岩手県工業技術センター Iwate (JP).

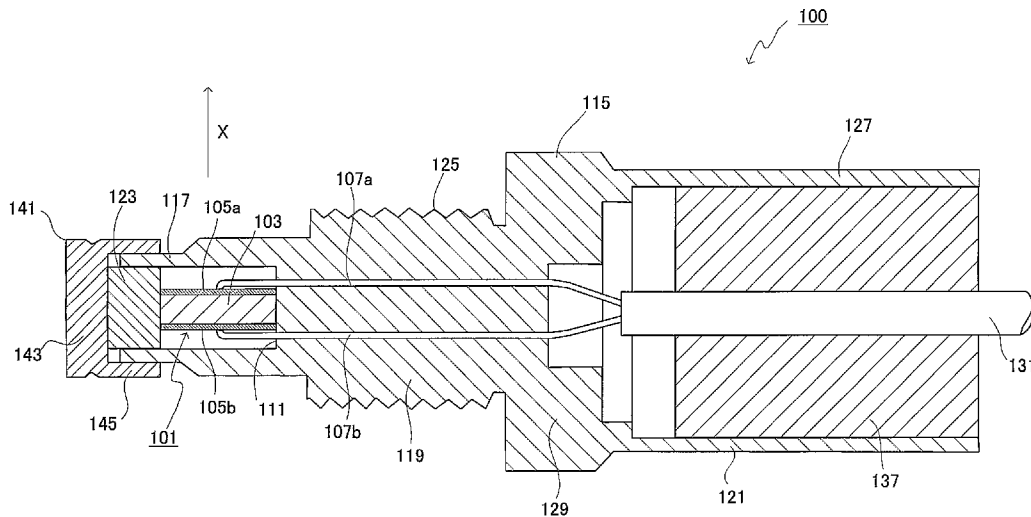
(74) 代理人: 高畑 靖世 (TAKAHATA, Yasuyo); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目1番4号 メゾンサンシャイン1004号 Tokyo (JP).

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,

[続葉有]

(54) Title: PRESSURE SENSOR ELEMENT AND PRESSURE SENSOR

(54) 発明の名称: 圧力センサ素子及び圧力センサ



(57) Abstract: A pressure sensor comprising an external container (115) having a tubular sensor unit (117) opened at one end and closed at the other end, a pressure receiving plate (143) attached to one end of the sensor unit perpendicularly to the center axis of the sensor unit, a piezoelectric element (103) interposed between the inner wall (111) on the other end side of the sensor unit and the pressure receiving plate and consisting of zinc oxide single crystal, a pressure sensor element (101) consisting of a pair of electrodes (105a, 105b) formed opposite to each other on the surface in a perpendicular direction to the polarization axis of the piezoelectric element, and lead wires (107a, 107b) for picking up an electric signal produced between the pair of electrodes of the pressure sensor element.

(57) 要約: 本発明により、一端が開放され他端が閉塞された筒状のセンサ部117を有する外装容器115と、センサ部の一端にセンサ部の中心軸に対して垂直に取り付けられた受圧板143と、センサ部の他端側内壁111と受圧板との間に介装され、酸化亜鉛単結晶からなる圧電体103と前記圧電体の分極軸に垂直方向表面に互いに対向して形成された一対の電極105a、105bとから

[続葉有]



WO 2007/010909 A1



LA, 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, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, 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).

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。

明細書

圧力センサ素子及び圧力センサ

技術分野

- 5 本発明は、圧電体の圧電効果により発生する電気信号を検出することにより、付与された圧力を検知する圧力センサ素子及び圧力センサに関する。

背景技術

- 10 圧電体の圧電効果を利用して圧力を電気信号に変換して圧力を検知する圧力センサにおいて、圧電体には一般に水晶が使用されている。

圧電材料は応力が加えられると電荷を発生する圧電効果を有しているが、圧電体の圧電効果には圧電縦軸効果と圧電横軸効果があることが知られている。

- 15 第7図（A）は、圧電体の結晶の分極軸と平行な一対の面に圧縮方向の応力 F が加えられた場合を示している。図7中、矢印 X は圧電体の分極軸方向を示す。分極軸と直交する面的一方（第7図（A）においては S_1 面）には正の電荷 $+q$ が発生し、他方（第7図（A）においては S_2 面）には負の電荷 $-q$ が発生する。応力 F が引張方向の応力である場合は、第7図における S_2 面に正の電荷が発生し、 S_1 面に負の電荷が発生する。この効果は、圧電横軸効果を表している。
- 20

第7図（B）は、結晶の分極軸と直交する S_1 、 S_2 面に応力 F が加えられた場合を示している。この場合、 S_1 面には正の電荷 $+q$ が発生し、 S_2 面には負の電荷 $-q$ が発生するが、この効果は圧電縦軸効果である。応力 F の向きが逆転すれば、発生する電荷の符号も逆転するのは

25

圧電横軸効果の場合と同様である。

圧電縦軸効果は圧電横軸効果に比例することが知られている。圧電縦

軸効果は一般に圧電横軸効果の約 2 倍といわれている。

圧力センサのセンサ感度は、加圧された圧力に対する出力の大きさを定義される。

圧電型圧力センサの場合、出力は圧電体の電荷発生量で示されるが、
5 電荷発生量は圧電体の圧電定数に応じた値となる。圧電定数とは圧電体の電荷発生量の指標となる定数であり、圧電定数 d が広く用いられている。圧電定数 d の単位は C/N で与えられ、圧電体に加えられた単位応力 N に対する電荷発生量 C を表している。圧電体は種類に応じて固有の圧電定数を有しているので、センサ感度は使用している圧電体の種類によって一義的に決定される。
10

センサ感度を大きくしたい場合、圧力を受ける面を大きくして圧電体に加わる力を大きくする方法が取られるが、必然的に圧力センサが大型となる問題がある。圧力センサも小型化への要請は大きい、過剰な小型化はセンサ感度の低下を招くために小型化にも限界がある。

15 加えて、圧電体固有の特性に由来する課題として使用温度の制約がある。汎用されている圧電材料はキュリ一点を有するものが多い。キュリ一点とは結晶状態が転移して圧電性を失う温度を指し、圧電体の融点に達していなくてもキュリ一点の近傍より高温側では圧電センサを使用することができない。圧力センサの使用温度範囲を上げるにはキュリ一点
20 が非常に高いか、あるいは融点までキュリ一点を持たない圧電体を使用する必要がある。このような圧電材料として、例えば特開平 6-258165 号公報（請求項 1）にはタンタル酸リチウム、特開平 10-54773 号公報（請求項 1）にはニオブ酸リチウムやランガサイトが示されている。比較のためにそれぞれの圧電材料の圧電定数 d の代表値、キュリ一点、及び融点を表 1 に示す。
25

表 1

圧電材料	圧電定数 d (C/N)	キュリー点 ($^{\circ}\text{C}$)	融点 ($^{\circ}\text{C}$)
水晶 (SiO_2)	2×10^{-12}	573	1470
タンタル酸リチウム (LiTaO_3)	(データなし)	615	1670
ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)	0.8×10^{-12}	1200	1253
ランガサイト ($\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$)	$4 \sim 6 \times 10^{-12}$	なし	1470

発明の開示

酸化亜鉛は圧電効果が大きく、かつ自身の融点 1975°C までキュリー
 5 一点をもたない圧電材料として知られている。圧電材料は高純度で結晶
 性が高く、かつ電気抵抗が十分に大きいことが要求される。そのような
 良質な酸化亜鉛単結晶はこれまで存在せず、圧電材料としての酸化亜鉛
 の利用は薄膜に限られている（例えば特開 $2004-156991$ 号公
 報）。酸化亜鉛単結晶は圧力センサには使用されていない。

10 本発明の目的は、酸化亜鉛単結晶を圧電材料に使用した圧力センサで
 あって、小型で感度が高く、高温であっても使用できる圧力センサを提
 供することにある。

本願発明者は、電子材料として市販されている酸化亜鉛基板が圧力セ
 ンサに利用できないかと考えて、前記基板を用いてセンサを作製し、そ
 15 の性能を調べた。すると、不純物の濃度が 10 ppm 以下の単結晶が高
 感度センサとして利用できることを知得した。

上記課題を解決する本発明は、以下に記載するものである。

〔1〕 酸化亜鉛単結晶からなる圧電体と、前記圧電体の分極軸に垂
 直方向表面に互いに対向して形成された一対の電極とからなる圧力セン
 20 サ素子。

〔2〕 圧電体の分極軸に対して垂直断面の形状が正方形または長方

形である〔１〕に記載の圧力センサ素子。

〔３〕 圧電体が、前記一对の電極と、圧電体の分極軸に平行方向の少なくとも表面の一部に形成された保護膜で被覆された〔２〕に記載の圧力センサ素子。

５ 〔４〕 圧電体を形成する酸化亜鉛単結晶の不純物濃度が１０ppm以下又は比抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である〔１〕に記載の圧力センサ素子。

〔５〕 電極が、Pt、Ti、Au、Cr、W、Pd、Ni、Ag又はAlの１層又は多層の膜で形成されてなる〔１〕に記載の圧力センサ素子。

〔６〕 〔１〕乃至〔５〕のいずれかに記載の圧力センサ素子を備えた圧力センサ。

〔７〕 一端が開放され他端が閉塞されたセンサ部を有する外装容器と、センサ部の一端にセンサ部に当接して取り付けられた受圧板と、センサ部の他端側内壁と受圧板との間に介装された酸化亜鉛単結晶からなる圧電体と前記圧電体の分極軸に互いに対向して形成された一对の電極とからなる圧力センサ素子と、前記圧力センサ素子的一对の電極間に生じる電気信号を取り出すリード線とを有する圧力センサ。

〔８〕 圧電体の分極軸がセンサ部の中心軸に対して垂直である〔７〕に記載の圧力センサ。

〔９〕 圧電体の分極軸がセンサ部の中心軸に対して平行である〔７〕に記載の圧力センサ。

〔１０〕 圧力センサ素子と受圧板との間に断熱部材を有する〔７〕に記載の圧力センサ。

本発明の圧力センサ素子は圧電効果に優れた酸化亜鉛単結晶を使用しているので、従来の圧電材料と比較して、感度良く付与された圧力を計

測することができる。圧力センサ素子の感度が良好であることから、本発明の圧力センサ素子を組み込んだ圧力センサは小型化が可能である。

圧力センサ素子に使用する酸化亜鉛単結晶は融点までキュリ一点が存在せず、また融点が高温であることから、従来の圧電体材料では使用できなかつた高温雰囲気においても使用できる。

上記圧力センサ素子を使用した本発明の圧力センサは、室温から高温雰囲気までの広い温度範囲において使用できる高感度の圧力センサである。

10 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の圧力センサ素子の一例を示す平面図（A）及び側面断面図（B）である。第2図は、本発明の圧力センサ素子の他の例を示す平面図（A）及び側面断面図（B）である。第3図は、本発明の圧力センサ素子の他の例を示す平面図（A）及び側面断面図（B）である。

15 第4図は、第1図に示す圧力センサ素子を使用した圧力センサの一例を示す断面図である。第5図は、第2図に示す圧力センサ素子を使用した圧力センサの一例を示す拡大断面図である。第6図は、第2図に示す圧力センサ素子を使用した圧力センサの他の例を示す拡大断面図である。

20 第7図は、圧電体の圧電横軸効果を示す説明図（A）と、圧電縦軸効果を示す説明図（B）である。

図中、1、101は圧力センサ素子；3、103は圧電体；5a、5b、105a、105bは電極；7a、7b、107a、107bはリード線；9a、9bは貴金属ペースト；111は内壁；115は外装容器；117はセンサ部；119は連結部；121はシールド部；123は断熱部材；125はねじ山；127は周壁；129は閉塞壁；131はパイプ；141は受圧部材；143は受圧板；145は支持部；100は圧力センサ；Xは圧電体の分極軸方向である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の圧力センサ素子の一例を示す平面図を第1図(A)に、側面断面図を第1図(B)に示す。

5 第1図中、1は圧力センサ素子である。圧力センサ素子1は、直方体状の酸化亜鉛単結晶からなる圧電体3と、圧電体3の一对の面4a、4bを被覆する薄膜電極5a及び5bとからなる。面4a、4bは、圧電体3を形成する酸化亜鉛単結晶の分極軸方向Xに対して垂直である。なお、第1図中、7a、7bはリード線、9a、9bは貴金属ペーストを示す。

圧電体3を形成する酸化亜鉛単結晶は、Li、Al、Fe等の不純物濃度が10ppm以下であることが好ましく、2ppm以下であることがより好ましい。

15 圧電体3の比抵抗は $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましく、 $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とすることがより好ましい。

電極5a、5bの材料には、Pt、Ti、Au、Cr、W、Pd、Ni、Ag又はAlを使用することができる。電極は、これらの金属からなる1層の膜で形成されていてもよいし、多層の膜で形成されていてもよい。例えばスクリーン印刷でAg等の膜を形成する際の電極5a、5bの厚さは1～50 μm とすることが好ましく、3～10 μm とすることがより好ましい。

電極5a、5bは公知の方法、例えば、蒸着、スパッタリング、スクリーン印刷、スピコート法などの方法により形成できる。

25 本発明の圧力センサ素子の他の例を第2図に示す。第2図中、(A)は圧力センサ素子の平面図、(B)は(A)に示すa-a線に沿った断面図である。第2図においては、リード線及び貴金属ペーストについては省略してある。

圧力センサ素子 10 は、酸化亜鉛単結晶からなる直方体状の圧電体 13 を有している。圧電体 13 を形成する酸化亜鉛単結晶の分極軸方向 X に対して垂直な一対の面 14 a、14 b は、チタンからなる第 1 薄膜電極 15 a 及び 15 b と、白金からなる第 2 薄膜電極 17 a 及び 17 b で
5 順次被覆されている。

圧電体 13 の分極軸方向 X に対して平行な 4 つの側面 16 は、それぞれ二酸化珪素 (SiO_2) からなる 4 枚の保護膜 18 で被覆されている。

保護膜 18 の材質としては電極 15 a、15 b 間を短絡しない絶縁材料であれば公知の材料を使用でき、例えば窒化シリコン (SiN) やアルミナ (Al_2O_3) 等を挙げることができる。
10

保護膜 18 は、圧電体 13 への二酸化炭素、一酸化炭素、酸素、水等の吸着や反応が防止できる程度の厚さに形成すればよい。具体的には膜厚を $1 \sim 30 \mu\text{m}$ とすることが好ましく、 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ とすることがより好ましい。保護膜 18 の成膜方法としては、スパッタリング、真空蒸着、スクリーン印刷、スピコート法、CVD 法等が例示される。
15

保護膜 18 の形状としては、圧電体 13 が圧力センサ素子の表面に露出しないような形状であれば他の形状のものも使用することが可能である。例えば、第 3 図の平面図 (A) 及び平面図 (A) の b-b 線に沿った断面図 (B) に示すように、保護膜 28 は圧電体 13 の分極軸方向 X に対して平行な 4 つの側面 26 上に一体に形成されていてもよい。更に、保護膜 28 は、4 側面 26 と、第 1 薄膜電極 25 a、25 b の外側に形成された第 2 薄膜電極 27 a、27 b の周縁側とを一体になって被覆していてもよい。圧電体 23 の表面は、保護膜 28 と、第 2 薄膜電極 27 a、27 b とにより気密に外界と遮蔽されていることが好ましい。
20

第 1 図に示す圧力センサ素子を使用した圧力センサの一例の断面図を第 4 図に示す。
25

第 4 図中、100 は圧電横軸効果を利用した圧力センサで、101 は

圧力センサ素子、115はステンレススチールで形成された外装容器である。外装容器115は、センサ部117と、前記センサ部117よりも大径の連結部119と、前記連結部119よりも更に大径に形成されたシールド部121とを一体に形成してなる。センサ部117、連結部
5 119、シールド部121はいずれも筒状又は柱状（第4図においては、円筒状又は円柱状）に形成され、これらの中心軸は一致する。

外装容器115の一端側に設けられているセンサ部117は、一端が開放され他端が閉塞された円筒状の構造になっている。

センサ部117の一端には、一端が閉じた円筒状に形成された受圧部材141が取り付けられている。受圧部材141は、剛性を有する円板状の受圧板143と、受圧板143の周縁に形成された円筒状の支持部
10 145とからなる。支持部145の内径はセンサ部117の一端側外径とほぼ同じ大きさである。受圧部材141をセンサ部の一端側に被せて装着することにより受圧部材141はセンサ部の一端を閉塞する。

センサ部の他端側内壁111と受圧板143との間には圧力センサ素子101と断熱部材123が介装されている。圧力センサ素子101は、直方体状に形成された酸化亜鉛単結晶からなる圧電体103と、圧電体の一对の対向面に取り付けられた薄膜電極105a及び105bで構成される。薄膜電極105a、105bは、センサ部117の中心軸に対
20 して平行かつ圧電体113を構成する酸化亜鉛単結晶の分極軸方向Xに対して垂直である。薄膜電極105a、105bには、それぞれ不図示の貴金属ペーストによりリード線107a、107bが接着されている。断熱部材123はジルコニア等のセラミックスで例示される熱絶縁材料で円板状に形成されている。断熱部材123は、センサ部117の中心
25 軸に対して垂直に配置されている。

外装容器115の連結部119は円柱状に形成され、その内部を中心軸に対して平行にリード線107a及び107bが貫通している。連結

部 1 1 9 の外周面には螺旋状にねじ山 1 2 5 が設けられており、このねじ山 1 2 5 を利用して圧力センサ 1 0 0 を装置等に取り付けることが可能になっている。

シールド部 1 2 1 は、外装容器 1 1 5 の他端側に一体に形成されており、円筒状の周壁 1 2 7 と、閉塞壁 1 2 9 とからなる。シールド部 1 2 1 には中心軸に沿ってパイプ 1 3 1 が挿入されており、このパイプ 1 3 1 を通して前記リード線 1 0 7 a、1 0 7 b が圧力センサ 1 0 0 の外部に引き出されている。パイプ 1 3 1 と周壁 1 2 7 との間には、パイプ保持部材 1 3 7 が配設されている。パイプ保持部材 1 3 7 の材料としては、
10 ステンレススチール等の金属材料、アルミナ系セラミックス等が例示される。圧力センサ 1 0 0 の使用温度によっては、シリコーン系樹脂で形成されたパイプ保持部材 1 3 7 を用いることも可能である。

受圧板 1 4 3 が加圧されると受圧部材 1 4 1 はセンサ部 1 1 7 の中心軸方向に沿って他端方向にたわむ。これにより絶縁部材 1 2 3 を介して
15 圧電体 1 0 3 が圧縮される。圧電体 1 0 3 に形成された電極 1 0 5 a、1 0 5 b 間に生じた電気信号は、リード線 1 0 7 a、1 0 7 b が接続する不図示の検出部で検知される。

次に、第 2 図に示す圧力センサ素子を使用した圧力センサの断面図を第 5 図に示す。第 5 図は、圧力センサの一端側を拡大した断面図である。
20 第 5 図に示す圧力センサ 2 0 0 は圧電横軸効果を利用したセンサである。圧電体 2 1 3 の分極軸方向 X は、センサ部 2 1 7 の中心軸に対して垂直である。圧力センサ 2 0 0 において、受圧部材 2 4 1 は支持部 2 4 5 がセンサ部 2 1 7 の一端側に溶接部 2 1 9 で溶接されている。この溶接により受圧部材 2 4 1 はセンサ部 2 1 7 の一端を気密に閉塞する。受
25 圧部材 2 4 1 で閉塞されたセンサ部 2 1 7 の内部空間 2 4 9 は、乾燥空気又はアルゴン等の不活性ガスが充填されている。なお、内部空間 2 4 9 への乾燥空気又は不活性ガスの充填は、公知の方法、例えば乾燥空気

又は不活性ガス雰囲気中で溶接することにより行うことができる。受圧部材 2 4 1 とセンサ部 2 1 7 を溶接して気密に封止する方法自体は公知である。

5 なお、第 5 図中、2 1 0 は圧力センサ素子、2 1 3 は圧電体、2 1 5 a 及び 2 1 5 b は第 1 薄膜電極、2 1 7 a 及び 2 1 7 b は第 2 薄膜電極、2 1 8 は保護膜、2 0 7 a、2 0 7 b はリード線、2 2 3 は断熱部材である。

圧力センサ素子の圧電縦軸効果を利用した圧力センサの例を第 6 図に示す。

10 第 6 図に示す圧力センサ 3 0 0 において、圧力センサ素子 3 1 0 は、センサ部 3 1 7 内に配置された断熱部材 3 2 3 と 3 2 4 の間に挿入されている。圧力センサ素子を構成する圧電体 3 1 3 の分極軸方向 X はセンサ部 3 1 7 の中心軸に平行である。第 1 薄膜電極 3 1 5 a、3 1 5 b、及び第 2 薄膜電極 3 1 7 a、3 1 7 b は、センサ部 3 1 7 の中心軸方向
15 に対して垂直である。圧電体 3 1 3 の分極軸方向 X に対して平行方向の表面は、保護膜 3 1 8 で被覆されている。

なお、その他の点は第 5 図と同様であるので、同一部分に同一符号を付けてその説明を省略する。

20 実施例

実施例 1

5 × 5 × 0.5 mm の寸法に加工した酸化亜鉛基板（東京電波（株）製、比抵抗公称値 $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ ）の 5 × 5 mm の両面に Ti のスパッタ膜を厚さ 20 nm に成膜した。更に、Ti のスパッタ膜の上に Pt の
25 スパッタ膜を厚さ 100 nm に成膜し、圧力センサ素子を得た。なお、5 × 5 mm の面は、酸化亜鉛基板の分極軸方向に垂直である。

試験例 1

実施例 1 で得られた圧力センサ素子の圧電横軸効果を評価した。圧電効果の評価は、「日本電子材料工業会標準規格 圧電セラミック振動子の電氣的試験方法 E M A S - 6 1 0 0」に準拠して行った。

T i 膜、P t 膜を成膜した両面の中心部に直径 0. 1 mm、長さ 2 0
5 mm の金ワイヤを貴金属ペーストで固定して圧電特性測定用試料とした。

圧電定数 d を算出したところ、酸化亜鉛単結晶の圧電定数 d の測定値は、 $9 \times 10^{-12} \text{ C/N}$ であった。

酸化亜鉛単結晶の圧電定数 d は従来の圧電材料と比較して際だって大きい数値を示しており、表 1 に示した水晶の圧電定数 d の 4 ~ 5 倍に相当する値である。
10

実施例に圧電縦軸効果は示していないが、圧電縦軸効果は圧電横軸効果の約 2 倍といわれており、圧電横軸効果が大きい圧電体は圧電縦軸効果も大きいことが知られている。

従って、圧力センサに酸化亜鉛単結晶の圧電横軸効果、圧電縦軸効果
15 のどちらを利用した場合も従来の圧電体より高感度の圧力センサとすることができる。

また、5 0 0 °C においても圧電性を維持していることが確認され、高温雰囲気でも使用可能なセンサ素子である。そのため、例えば自動車等の内燃機関の燃焼圧測定用として用いることが可能である。

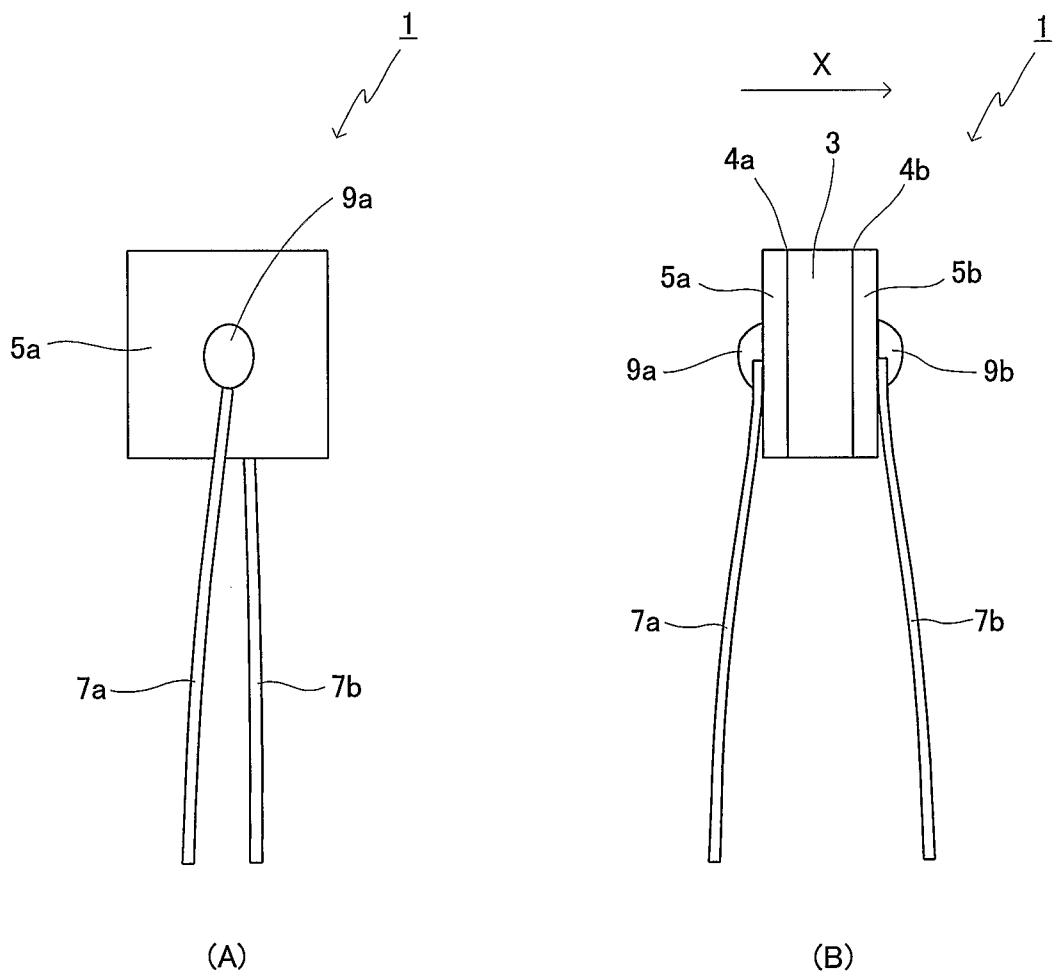
請求の範囲

1. 酸化亜鉛単結晶からなる圧電体と、前記圧電体の分極軸に垂直方向表面に互いに対向して形成された一対の電極とからなる圧力センサ素子。
5
2. 圧電体の分極軸に対して垂直断面の形状が正方形または長方形である請求項 1 に記載の圧力センサ素子。
3. 圧電体が、前記一対の電極と、圧電体の分極軸に平行方向の少なくとも表面の一部に形成された保護膜で被覆された請求項 2 に記載の圧力センサ素子。
10
4. 圧電体を形成する酸化亜鉛単結晶の不純物濃度が 10 ppm 以下又は比抵抗が $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である請求項 1 に記載の圧力センサ素子。
5. 電極が、Pt、Ti、Au、Cr、W、Pd、Ni、Ag 又は Al の 1 層又は多層の膜で形成されてなる請求項 1 に記載の圧力センサ素子。
15
6. 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の圧力センサ素子を備えた圧力センサ。
7. 一端が開放され他端が閉塞されたセンサ部を有する外装容器と、センサ部の一端にセンサ部に当接して取り付けられた受圧板と、センサ部の他端側内壁と受圧板との間に介装された酸化亜鉛単結晶からなる圧電体と前記圧電体の分極軸に互いに対向して形成された一対の電極とからなる圧力センサ素子と、前記圧力センサ素子の一対の電極間に生じる電気信号を取り出すリード線とを有する圧力センサ。
20
8. 圧電体の分極軸がセンサ部の中心軸に対して垂直である請求項 7 に記載の圧力センサ。
25
9. 圧電体の分極軸がセンサ部の中心軸に対して平行である請求項 7

に記載の圧力センサ。

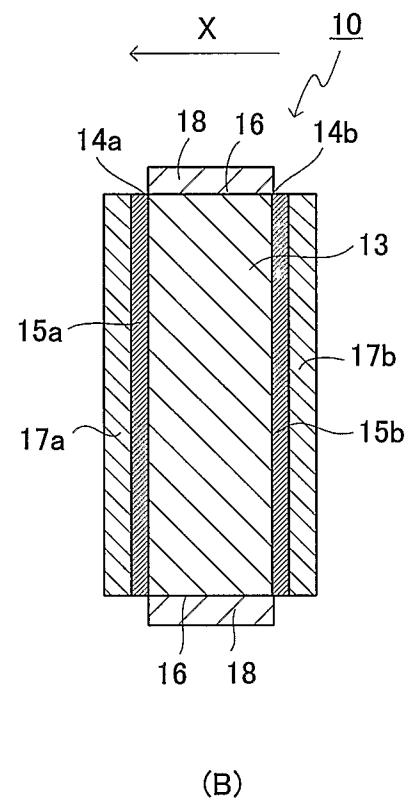
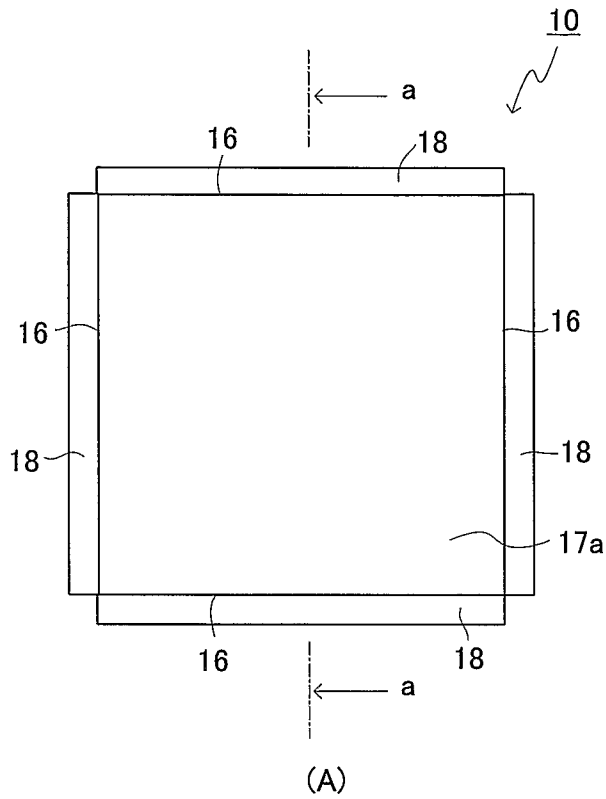
10. 圧力センサ素子と受圧板との間に断熱部材を有する請求項7に記載の圧力センサ。

Figs. 1

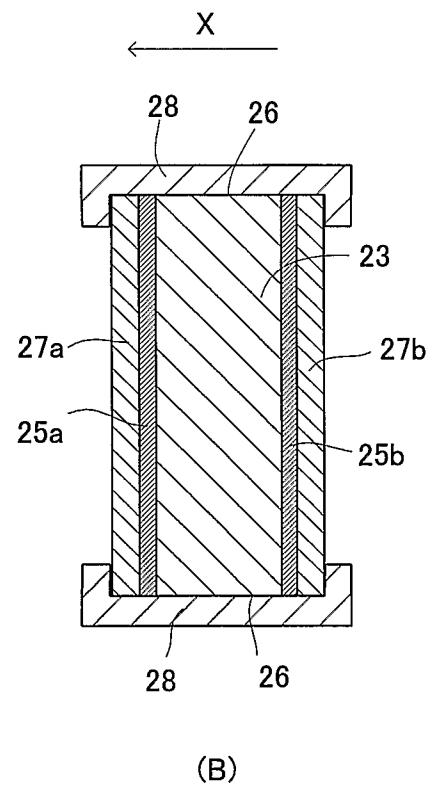
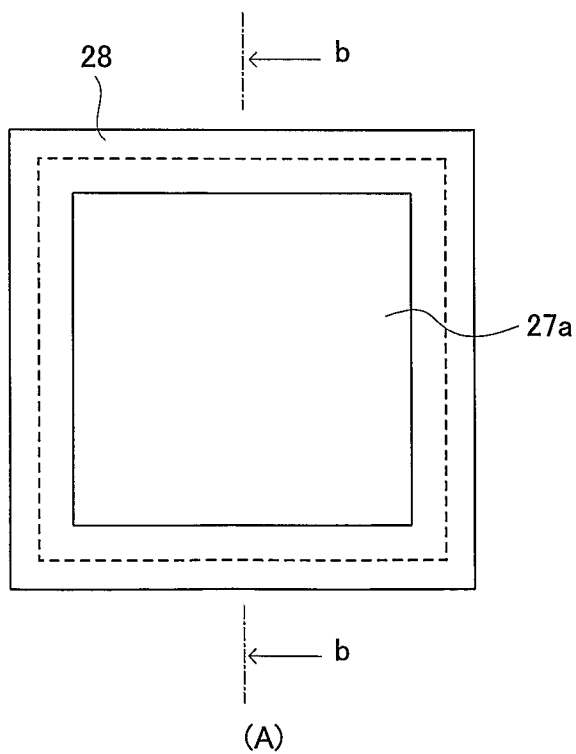


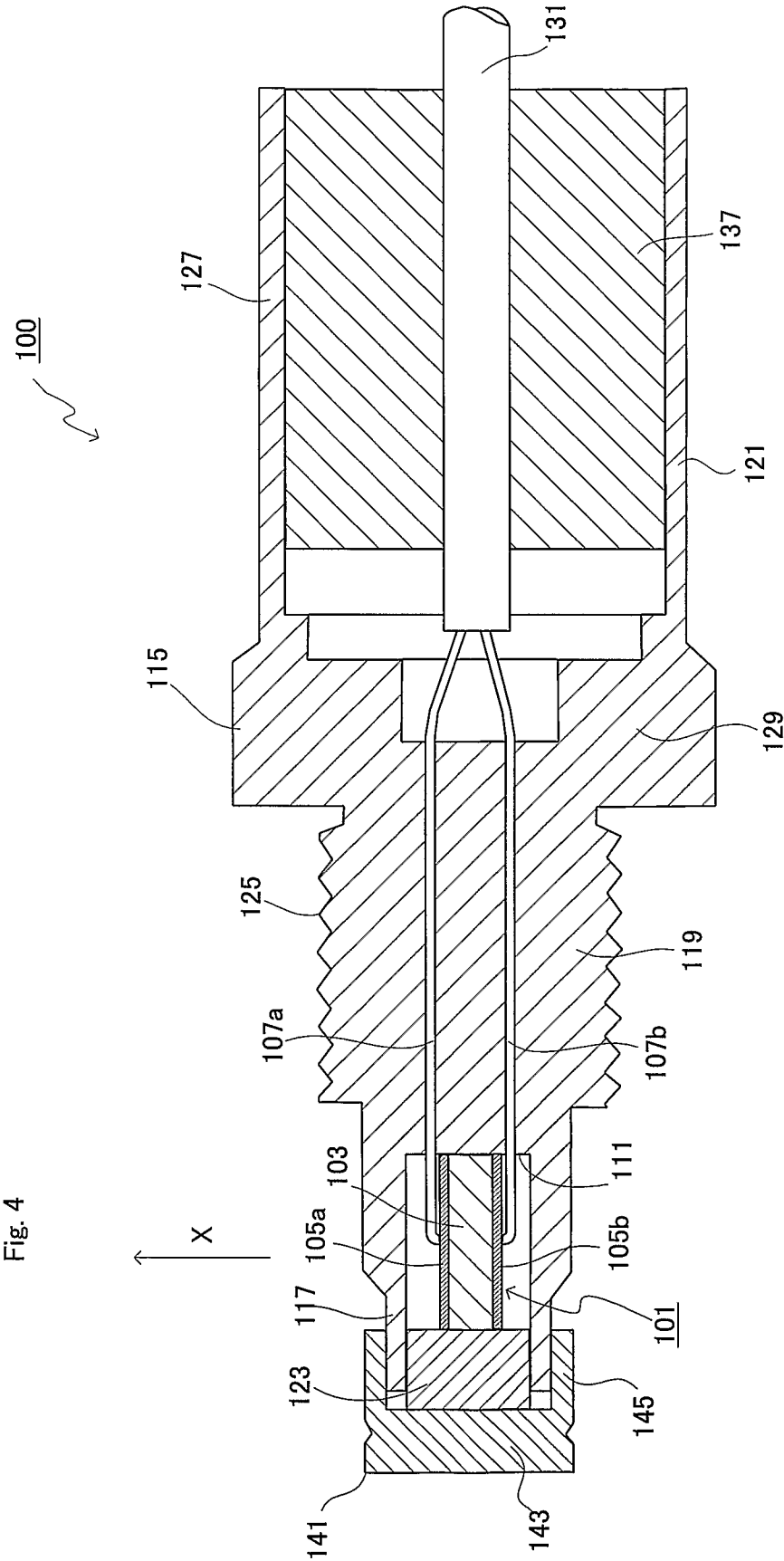
2/5

Figs. 2



Figs. 3





4/5

Fig. 5

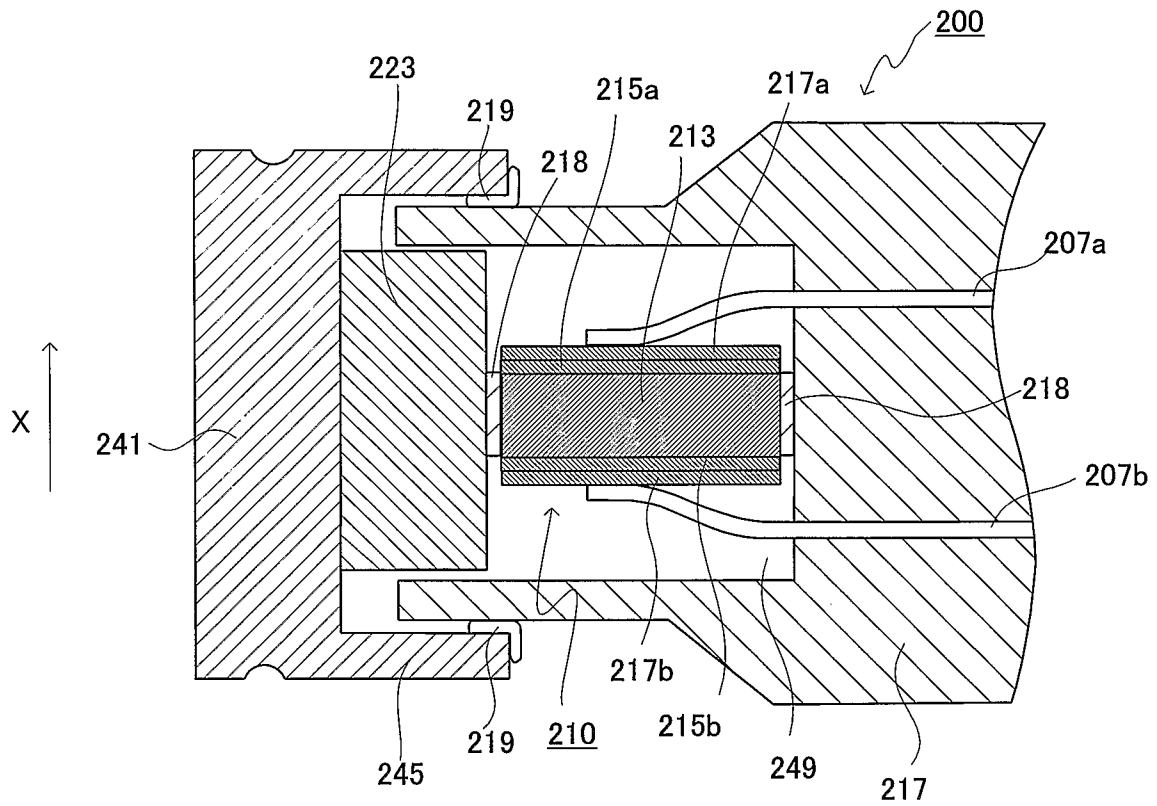
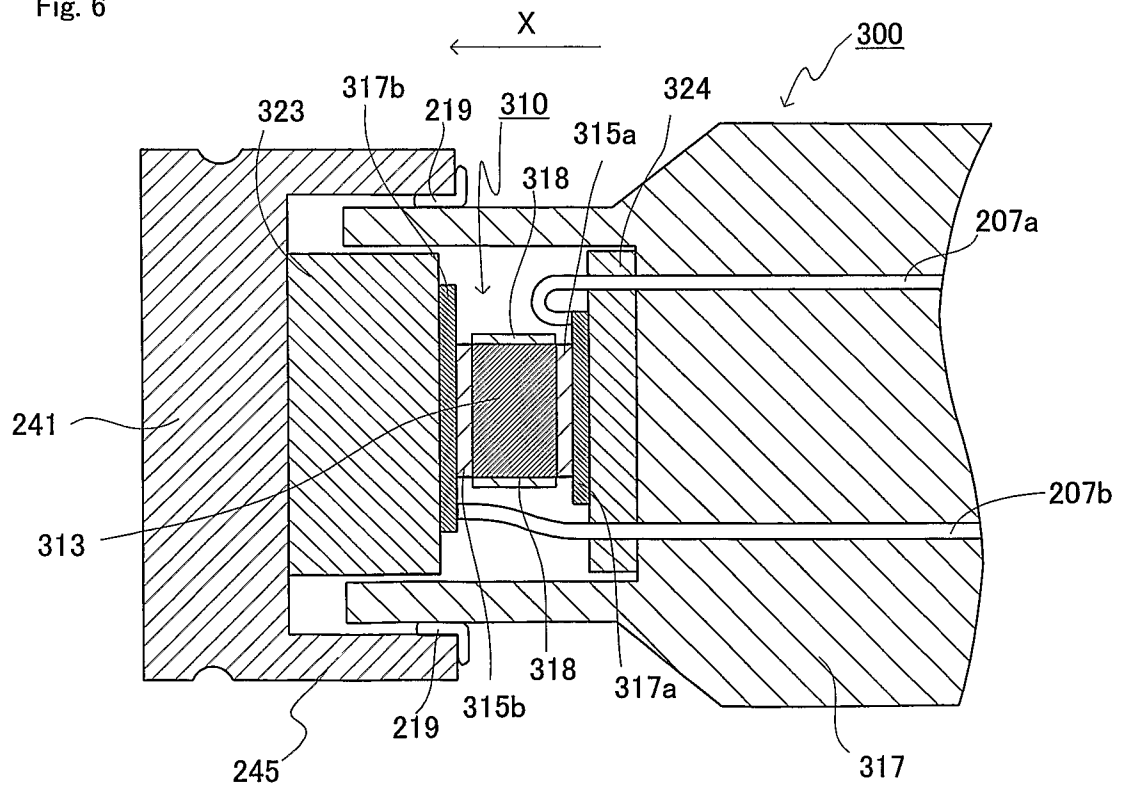
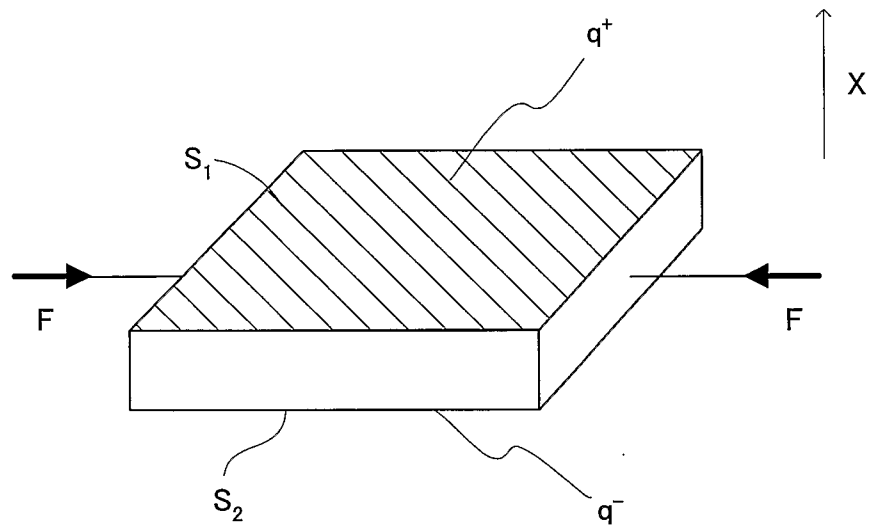


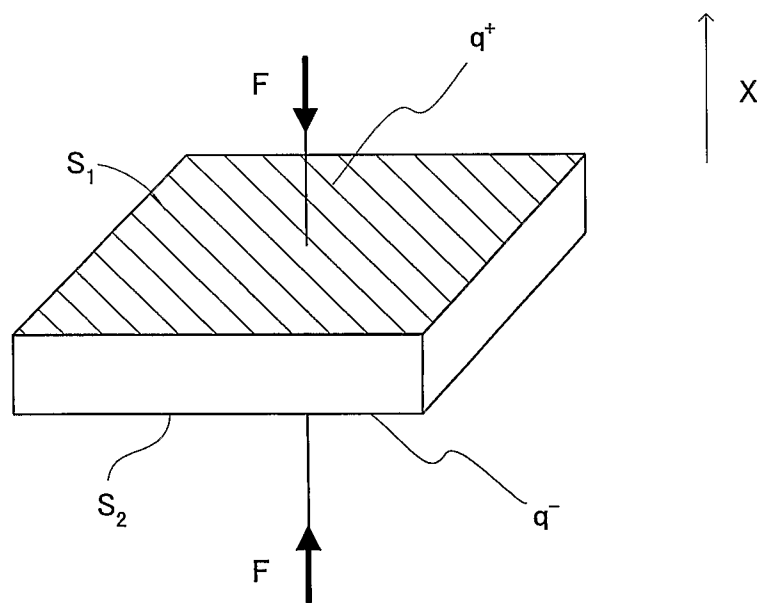
Fig. 6



Figs. 7



(A)



(B)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/08 (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)

G01L9/08, H01L41/18

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 2004-198421 A (Xerox Corp.), 15 July, 2004 (15.07.04), Par. Nos. [0022] to [0028] & US 2004-013042 A & EP 1428661 A2	1 2, 3
Y	JP 2000-292293 A (Yamatake Corp.), 20 October, 2000 (20.10.00), Par. No. [0037]; Fig. 2 (Family: none)	2
Y	JP 2002-5771 A (Nippon Flow Cell Co., Ltd.), 09 January, 2002 (09.01.02), Full text; Fig. 3 (Family: none)	3

☒ 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
10 October, 2006 (10.10.06)

Date of mailing of the international search report
17 October, 2006 (17.10.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314202

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 2004-156991 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 03 June, 2004 (03.06.04), Full text; all drawings & WO 2004/031711 A	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314202

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:

Claims 1-3 relate to the constitution of a pressure sensor element.
Claim 4 relates to the impurity concentration of a zinc oxide single crystal.
Claim 5 relates to the material of an electrode.
Claims 6-10 relate to the constitution of a pressure sensor.

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 an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
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.: 1 - 3

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.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01L9/08 (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. G01L9/08, H01L41/18

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 Y	JP 2004-198421 A (ゼロックス コーポレーション) 2004.07.15, 【0022】～【0028】 & US 2004-0130242 A & EP 1428661 A2	1 2, 3
Y	JP 2000-292293 A (株式会社 山武) 2000.10.20, 【0037】, 【図2】 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2002-5771 A (日本フローセル製造株式会社) 2002.01.09, 全文, 【図3】 (ファミリーなし)	3

☒ 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

1 0 . 1 0 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 0 . 2 0 0 6

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)

五 閑 統一郎

2 F

2 9 0 4

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 請求の範囲の番号
A	JP 2004-156991 A (独立行政法人 産業技術総合研究所) 2004. 06. 03, 全文, 全図 & WO 2004/031711 A	1 - 3

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—3は、圧力センサ素子の構成に関するものである。
請求の範囲4は、酸化亜鉛単結晶の不純物濃度に関するものである。
請求の範囲5は、電極の材質に関するものである。
請求の範囲6—10は、圧力センサの構成に関するものである。

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ので、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ので、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。

請求の範囲1—3

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を伴う異議申立てがなかった。