

(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
2018年10月4日(04.10.2018)

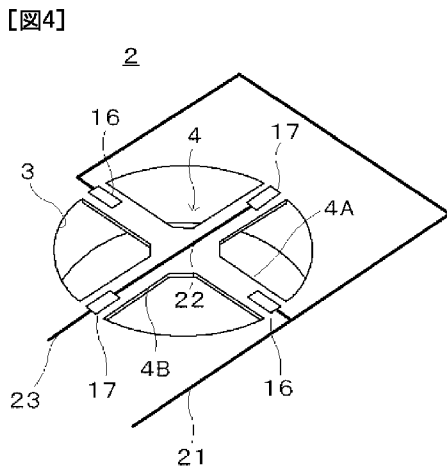


(10) 国際公開番号
WO 2018/180589 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 5/02 (2006.01) G01N 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010449
- (22) 国際出願日: 2018年3月16日(16.03.2018)
- (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 2017-070353 2017年3月31日(31.03.2017) JP
- (71) 出願人: 第一精工株式会社 (DAI-ICHI SEIKO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6128024 京都府京都市伏見区桃山町根来1番地の4 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 緒方 健治 (OGATA Kenji); 〒8380106 福岡県小郡市三沢863 第一精工株式会社内 Fukuoka (JP). 黒木 省吾 (KUROGI Shogo); 〒8380106 福岡県小郡市三沢863 第一精工株式会社内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 木村 満 (KIMURA Mitsuru); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町二丁目7番地 協販ビル2階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: SUBSTANCE DETECTING ELEMENT

(54) 発明の名称: 物質検出素子



(57) Abstract: A supporting substrate (2) has a through hole (3) provided therein. Plate-like beams (4 (4A, 4B)): each extend from an edge of the through hole (3) to the opposed edge so as to partially close the through hole (3); support a substance adsorption film to which a constitutive substance to be detected adheres; and have a piezoelectric element the vibration frequency of which varies upon adhesion of the constitutive substance to the substance adsorption film. Drive electrodes (16) vibrate and deform the beams (4) by applying voltage to the piezoelectric element. Detecting electrodes (17) detect information about the vibration frequencies of the beams (4).

(57) 要約: 支持基板 (2) には、貫通孔 (3) が設けられている。板状の梁 (4 (4A, 4B)) は、貫通孔 (3) の縁から対向する縁へ向かって延びて貫通孔 (3) の一部を塞ぎ、検出対象の構成物質が付着する物質吸着膜を支持し、構成物質が物質吸着膜に付着することで振動周波数が変化する、圧電素子を有する。駆動電極 (16) は、圧電素子に電圧を印加して梁 (4) を振動変形させる。検出電極 (17) は、梁 (4) の振動周波数に関する情報を検出する。



WO 2018/180589 A1

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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及び説明書（条約第19条(1)）

明 細 書

発明の名称：物質検出素子

技術分野

[0001] 本発明は、物質検出素子に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、物質が吸着又は脱離したときに生じる振動子の共振周波数の変化量に基づいて、物質を識別するために用いられる化学センサデバイスが開示されている。この化学センサデバイスは、異なる物質の脱吸着特性を示す複数の振動子を備え、それぞれの振動子は、圧電基板を備えている。複数の振動子は、交流電圧が印加されると、圧電基板が変形することで加振される。共振周波数が変化した振動子を特定することで、物質の識別が可能である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-204584号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献1に開示された化学センサデバイスは、平板上に複数の振動子が単に2次元配列されているだけであり、各振動子が空気中に含まれる物質を吸着し易いように効率的に配置されているわけではない。このような構成では、平板自体が気流の流れを遮ってしまい各振動子における物質の吸着効率が低下する可能性もある。

[0005] 本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、より効率的に物質を検出することができる物質検出素子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

[0006] 上記目的を達成するため、本発明に係る物質検出素子は、貫通孔が設けられた支持基板と、

前記貫通孔の縁から対向する縁へ向かって延びて前記貫通孔の一部を塞ぎ、検出対象の物質が付着する物質吸着膜を支持し、前記物質が前記物質吸着膜に付着することで振動周波数が変化する、圧電素子を有する板状の梁と、前記圧電素子に電圧を印加して前記梁を振動変形させる駆動電極と、前記梁の振動周波数に関する情報を検出する検出電極と、を備える。

[0007] この場合、前記梁は、少なくとも2箇所前記貫通孔の縁に固定される、こととしてもよい。

[0008] 前記梁は、前記貫通孔の縁に固定された少なくとも一方端に前記駆動電極が設けられた板状の第1の梁と、前記貫通孔の縁に固定された少なくとも一方端に前記検出電極が設けられ、前記第1の梁と交差する板状の第2の梁とで構成される、こととしてもよい。

[0009] 前記第1の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記駆動電極が設けられ、前記第2の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記検出電極が設けられ、前記第1の梁と前記第2の梁とは、それぞれの中央で連結されている、こととしてもよい。

[0010] 前記第1の梁と前記第2の梁との連結部分の幅は、前記第1の梁と前記第2の梁とにおける前記連結部分を除く他の部分の幅よりも広く設定されている、こととしてもよい。

[0011] 前記第1の梁の幅が、前記第2の梁の幅よりも狭くなるように設定されている、こととしてもよい。

[0012] 前記第1の梁と前記第2の梁とが直交している、

こととしてもよい。

[0013] 前記第2の梁の両端に形成された前記検出電極同士を繋ぐ導線が前記第2の梁上に形成され、前記検出電極の一方と導通する導線が前記第2の梁の外部に引き出されている、

こととしてもよい。

[0014] 前記第1の梁の両端に形成された前記駆動電極各々と導通する導線が前記第1の梁の外部に引き出され、1本にまとめられている、

こととしてもよい。

[0015] 前記支持基板に前記貫通孔が複数設けられ、
前記貫通孔毎に前記梁が設けられ、
前記梁各々が支持する物質吸着膜の種類が異なっている、
こととしてもよい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、物質が含まれる気体を通る貫通孔に物質吸着膜が設けられており、検出対象の物質が含まれる気体が物質吸着膜の周囲を通り易く構成しているので、より効率的に物質を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施の形態1に係る物質検出素子の斜視図である。

[図2]図1の物質検出素子を逆側から観た斜視図である。

[図3]貫通孔周辺を一部破砕して示す斜視図である。

[図4]貫通孔付近の拡大斜視図である。

[図5]貫通孔付近の上面図である。

[図6A]駆動梁を長手方向に切断した断面図である。

[図6B]検出梁を長手方向に切断した断面図である。

[図7A]駆動梁が変形する様子(その1)を示す図である。

[図7B]駆動梁が変形する様子(その2)を示す図である。

[図8A]検出梁が変形する様子(その1)を示す図である。

[図8B]検出梁が変形する様子(その2)を示す図である。

[図9]物質検出素子の配線を示す斜視図である。

[図10]電子機器に挿入される物質検出素子を示す図である。

[図11A]化学物質を構成する構成物質の参照パターン（その1）を示す図である。

[図11B]化学物質を構成する構成物質の参照パターン（その2）を示す図である。

[図12]貫通孔を気体が通過する様子を示す図である。

[図13A]梁に形成される圧電素子の変形例（その1）を示す図である。

[図13B]梁に形成される圧電素子の変形例（その2）を示す図である。

[図13C]梁に形成される圧電素子の変形例（その3）を示す図である。

[図14A]梁の変形例（その1）を示す図である。

[図14B]梁の変形例（その2）を示す図である。

[図14C]梁の変形例（その3）を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。本実施の形態に係る物質検出素子は、微細加工を実現する半導体製造技術であるMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）を用いて製造される。

[0019] 図1に示すように、本実施の形態に係る物質検出素子1は、略矩形平板状の支持基板2を備える。支持基板2は、例えばSOI（Silicon on Insulator）基板から製造される。SOI基板とは、埋込酸化膜であるBOX層と、BOX層上の半導体層であるシリコン（Si）層とから成る積層構造を有する半導体基板であり、酸化膜を内包するウエハである。

[0020] 支持基板2は、図1及び図2に示すように、樹脂から成るベース10に、基体ウエハ及び埋め込み酸化膜で形成されたBOX層から成るSi支持層11が積層されて構成されている。Si支持層11には、素子ウエハ活性層であるSi活性層12（図6A、図6B参照）が積層されている。

[0021] 支持基板2のベース10には、その一部に円形の開口13が設けられており、開口13の部分ではSi支持層11が露出している。この開口13の部

分におけるS_i支持層11及びS_i活性層12には、貫通孔3が7つ設けられている。貫通孔3は、円形であり、それぞれの直径は同じとなっている。

[0022] 図3及び図4に示すように、貫通孔3のそれぞれには、板状の一对の梁4が設けられている。一对の梁4は、直線板状の駆動梁（第1の梁）4Aと、直線板状の検出梁（第2の梁）4Bとで構成される。梁4（駆動梁4A及び検出梁4B）は、それぞれS_i活性層12によって形成される縁から対向する縁へ向かって延びる部分を有している。

[0023] 駆動梁4Aと検出梁4Bとは直交しており、中央で連結している。本実施の形態では、駆動梁4Aの幅と検出梁4Bの幅は同じとなっている。この幅は、駆動梁4Aにおける短手方向の長さ、検出梁4Bにおける短手方向の長さを示している。一对の梁4は、貫通孔3の全てを塞ぐのではなく、貫通孔3の一部を塞いでいる。よって、梁4は、貫通孔3内に気体が滞留することを防止して、その気体が貫通孔3を通り抜け易くしている。

[0024] 図3に示すように、梁4は、検出対象の物質を吸着する物質吸着膜5を支持している。物質吸着膜5は、梁4の中央、すなわち貫通孔3内の中心に位置しており、駆動梁4Aと検出梁4Bとの連結部分に配設されている。梁4の中央、すなわち一对の梁4が連結され物質吸着膜5が形成された部分は、一方の梁4の短手方向における幅と他方の梁4の短手方向における幅とにおいて、連結された部分を除いた他の部分よりも、広く設定されている。さらに、物質吸着膜5は、ドーム形状（半球状）となっている。このため、気体に露出する表面積を大きくすることができるので、気体中（例えば、空気中）に含まれる検出対象となる物質を吸着し易くなっている。

[0025] 検出対象となる物質は、例えば、匂いを構成する化学物質群（匂い要因）のうち、例えば空気中に含まれる検出対象の化学物質を構成する気体状の物質（以下、「構成物質」という）である。検出対象の化学物質としては、例えばアンモニア、メルカプタン、アルデヒド、硫化水素、アミンなどの特有の臭気を有する匂い原因物質がある。物質吸着膜5は、匂い原因物質を構成する構成物質が吸着した後、一定時間経過すると、吸着した構成物質が分離

するので、再利用可能となっている。

[0026] 梁4は、構成物質が物質吸着膜5に吸着することで振動周波数（例えば共振周波数）が変化するよう構成されている。物質吸着膜5が構成物質を含む気体の通り口となる貫通孔3に配置されているので、物質吸着膜5は気体中に含まれる構成物質を吸着し易くなっている。なお、梁4の振動が、物質検出素子1が組み込まれる装置（例えば後述する電子機器50）の振動の影響を受けないようにするため、梁4の振動周波数は、その装置の振動周波数と異なるように、より高く設定されているのが望ましい。

[0027] 駆動梁4Aの両端には、図4に示すように、一对の駆動電極16が形成されており、検出梁4Bの両端には、一对の検出電極17が形成されている。また、支持基板2及び梁4上には、導線としての駆動信号線21、電極間信号線22、検出信号線23が形成されている。駆動信号線21は、駆動電極16に接続されている。また、電極間信号線22は、検出梁4B上で検出電極17同士を接続する。検出信号線23は、一方の検出電極17に接続されている。

[0028] 梁4を駆動する電圧信号は、駆動信号線21を介して駆動電極16に印加される。また、梁4の振動により生じた一方の検出電極17からの電圧信号は、電極間信号線22を介してもう一方の検出電極17に送られる。そして、一对の検出電極17からの電圧信号が、検出信号線23を介して、まとめて出力される。

[0029] 図5のA-A線断面図である図6Aに示すように、駆動梁4Aは、主として、支持基板2のSi活性層12で構成される。Si活性層12上には下部電極層14が形成されており、その上に圧電素子15が形成されている。駆動梁4Aの中央では、電極間信号線22を通すため、下部電極層14及び圧電素子15が除去されている。なお、電極間信号線22とSi活性層12との間には、図示しない絶縁層が設けられている。また、図6Aでは、BOX層の図示を省略している。

[0030] 下部電極層14は、導電性材料（例えば、アルミニウムや銅などの金属）

で構成される。駆動電極 16 及び検出電極 17 も同様である。圧電素子 15 は、例えば PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などの材料（圧電特性を示す材料）で構成される。圧電素子 15 は、厚み方向に所定極性の電圧を印加すると、長手方向（厚み方向に直交する方向）に伸縮する性質を有する。

[0031] 図 6 A に示すように、一对の駆動電極 16 は、貫通孔 3 の縁の部分で、圧電素子 15 上に形成されている。下部電極層 14 と、圧電素子 15 と、駆動電極 16 とで、圧電層が形成される。駆動電極 16 及び下部電極層 14 は、この圧電素子 15 に電圧を印加する駆動梁 4 A を振動変形させる。

[0032] より具体的には、図 7 A に示すように、駆動電極 16 が正で、下部電極層 14 が負となる極性（以下、正極性と呼ぶ）の電圧を印加すると、圧電層には、長手方向（ x 軸に沿った方向）に伸び、面方向（ y 軸に沿った方向）に伸びる方向への応力が加わる。その結果、Si 活性層 12 において、下部電極層 14 が形成された面が伸び、駆動梁 4 A は、上方が凸になるように（ $+z$ 方向に）反り返る。

[0033] これに対して、図 7 B に示すように、駆動電極 16 が負で、下部電極層 14 が正となる極性（以下、負極性と呼ぶ）の電圧を印加すると、圧電層には、長手方向（ x 軸に沿った方向）に縮み、面方向（ y 軸に沿った方向）に縮む方向への応力が加わる。その結果、Si 活性層 12 において、下部電極層 14 が形成された面が縮み、駆動梁 4 A は、下方が凸になるように（ $-z$ 方向に）反り返る。

[0034] もちろん、駆動電極 16 側が正、下部電極層 14 側が負となるように、両電極間に電圧を印加すると、長手方向に縮む一方で、駆動電極 16 側が負、下部電極層 14 側が正となるように、両電極間に電圧を印加すると、長手方向に伸びる性質を有するような圧電素子を用いても構わない。この場合、正極性の電圧を印加すると、下方が凸になるように反り返り、負極性の電圧を印加すると、上方が凸になるように反り返る。このように、駆動梁 4 A は、圧電層の伸縮により撓んで振動するものであればよい。

[0035] いずれにしても、駆動電極 16 と下部電極層 14 との間に、所定極性の電

圧を印加することにより、図7A又は図7Bに示す変形を生じさせることができる。変形の度合いは、印加する電圧値に応じた量になる。なお、圧電素子を構成する材料によって（例えば、バルク、薄膜によって）分極作用が異なるので、電圧の極性と伸縮の関係とが上述とは逆になる場合がある。

[0036] 一方、図5のB-B線断面図である図6Bに示すように、一对の検出電極17は、検出梁4Bの貫通孔3の縁に圧電素子15と接するように形成されている。下部電極層14と、圧電素子15と、検出電極17とで、圧電層が形成される。上述した駆動梁4Aの振動に伴って検出梁4Bが振動すると、検出梁4Bを構成する圧電素子15が変形し、検出電極17及び下部電極層14に電位差が生じる。なお、図6Aでは、BOX層の図示を省略している。

[0037] より具体的には、図8Aに示すように、検出梁4Bは、上方が凸になるように（+z方向に）反り返ると、圧電層に、長手方向（y軸に沿った方向）に伸び、面方向（x軸に沿った方向）に伸びる方向への応力が加わる。その結果、検出電極17が正で、下部電極層14が負となる極性（以下、正極性と呼ぶ）の電圧が生じる。

[0038] これに対して、図8Bに示すように、検出梁4Bは、下方が凸になるように（-z方向に）反り返ると、圧電層に、長手方向（y軸に沿った方向）に縮み、面方向（x軸に沿った方向）に縮む方向への応力が加わる。その結果、検出電極17が負で、下部電極層14が正となる極性（以下、負極性と呼ぶ）の電圧が生じる。

[0039] もちろん、長手方向に縮むと、検出電極17側が正、下部電極層14側が負となるような電位差が生ずる一方で、長手方向に伸びると、検出電極17側が負、下部電極層14側が正となるような電位差が生ずる性質を有するような圧電素子を用いても構わない。この場合、下方が凸になるように反り返ると、正極性の電圧が発生し、上方が凸になるように反り返ると、負極性の電圧が発生する。このように、検出梁4Bは、撓むことにより圧電層が伸縮し、電圧が発生するものであればよい。

- [0040] いずれにしても、図 8 A 又は図 8 B に示す変形が生じると、検出電極 1 7 と下部電極層 1 4 との間に、所定極性の電圧を生じさせることができる。電圧の大きさは、検出梁 4 B に応じた量になる。なお、圧電素子を構成する材料によって（例えば、バルク、薄膜によって）分極作用が異なるので、伸縮と電圧の極性との関係とが上述とは逆になる場合がある。
- [0041] 例えば、駆動電極 1 6 と下部電極層 1 4 との間に正弦波状に変化する電圧を印加すると、駆動梁 4 A が正弦波状に振動する。駆動梁 4 A の振動に合わせて検出梁 4 B も振動する。検出梁 4 B が振動すれば、駆動電極 1 6 と下部電極層 1 4 との間に正弦波状に変化する電位差が発生する。
- [0042] さらに、駆動電極 1 6 と下部電極層 1 4 との間に加える正弦波状の電圧の周波数を上下させると、駆動梁 4 A、検出梁 4 B の振動の周波数も上下し、検出電極 1 7 と下部電極層 1 4 との間に生じる電圧信号の周波数も上下する。駆動梁 4 A、検出梁 4 B の振動の周波数が梁 4 の共振周波数に近づくとつれて、梁 4 の振動振幅は大きくなり、梁 4 の共振周波数になると、梁 4 の振動振幅は最大となる。
- [0043] 上述のように、梁 4 は、構成物質が物質吸着膜 5 に吸着することで振動周波数（例えば共振周波数）が変化するよう構成されている。また、梁 4 の振動周波数は物質吸着膜 5 への構成物質の吸着度合に応じて変化する。これにより、梁 4 の振動振幅が最大となる周波数も変化する。逆に言えば、検出電極 1 7 と下部電極層 1 4 との電圧信号の振幅が最大となる振動周波数の変化を求めることにより、物質吸着膜 5 に構成物質が吸着してない状態から吸着した状態に変化したことを検出することができる。
- [0044] 検出電極 1 7 と、下部電極層 1 4 との間に生じた電位差は、電圧信号となって、電極間信号線 2 2、検出信号線 2 3 を介して出力される。出力された電圧信号を、梁 4 の振動周波数に関する情報とし、その情報に基づいて、梁 4 の振動周波数の変化を検出すれば、貫通孔 3 を通過する気体に物質吸着膜 5 に吸着された物質が含まれていることを検出することができる。
- [0045] 図 6 A 及び図 6 B に示すように、支持基板 2 では、Si 活性層 1 2 の上に

下部電極層 1 4 が形成され、その上に絶縁層 1 8 が形成されている。しかしながら、図 5 に示すように、貫通孔 3 の周囲では、下部電極層 1 4 及び絶縁層 1 8 が取り除かれている。ただし、駆動梁 4 A 及び検出梁 4 B を構成する下部電極層 1 4 は、取り除かれることなく、支持基板 2 上の下部電極層 1 4 と接続されている。

[0046] また、支持基板 2 上における駆動信号線 2 1、検出信号線 2 3 が配線されている領域 S については、下部電極層 1 4 が取り除かれている。駆動信号線 2 1、検出信号線 2 3 と下部電極層 1 4 との間に寄生容量が発生し、駆動梁 4 A、検出梁 4 B の圧電層に電圧信号が適切に入力されなくなるのを防ぐためである。

[0047] 図 9 に示すように、物質検出素子 1 には、信号処理回路 2 0 が設けられている。信号処理回路 2 0 は、1 本の駆動信号線 2 1 と、7 本の検出信号線 2 3 と接続されている。信号処理回路 2 0 から出た 1 本の駆動信号線 2 1 は、1 4 本に分岐して、各貫通孔 3 の一对の駆動電極 1 6 に接続されている。すなわち、駆動梁 4 A の両端に形成された駆動電極 1 6 各々と導通する駆動信号線 2 1 は駆動梁 4 A の外部に引き出され、1 本にまとめられている。また、各貫通孔 3 から出た 7 本の検出信号線 2 3 は、独立して信号処理回路 2 0 に接続されている。信号処理回路 2 0 は、下部電極層 1 4 の電位を基準とする電圧信号の入出力を行う。

[0048] 信号処理回路 2 0 は、駆動信号線 2 1 を介して各貫通孔 3 に対応する駆動電極 1 6 に対して例えば正弦波状の電圧信号を出力するとともに、検出信号線 2 3 を介して、各貫通孔 3 に対応する検出電極 1 7 から出力される電圧信号を入力する。信号処理回路 2 0 は、入力された電圧信号に基づいて、梁 4 の振動周波数（例えば共振周波数）の変化を検出する。物質検出素子 1 では、例えば、1 n g の単位で、構成物質の吸着を検出可能である。

[0049] 物質検出素子 1 では、貫通孔 3 毎に梁 4 が設けられて、梁 4 各々が支持する物質吸着膜 5 の種類が異なっている。信号処理回路 2 0 は、各貫通孔 3 の検出電極 1 7 から出力される電圧信号を、検出信号線 2 3 を介して入力し、

入力された電圧信号に基づいて、各梁4の振動周波数の変化、すなわちその梁4に対応する物質吸着膜5への構成物質の吸着を検出する。信号処理回路20は、メモリを有しており、物質吸着膜5それぞれの構成物質の検出結果をそのメモリに記憶する。

[0050] 図10に示すように、本実施の形態に係る物質検出素子1は、スマートフォン等の電子機器50のメモリカードのインターフェイス30を有している。ここで、物質検出素子1として、検出対象となる特定物質が異なる物質検出素子1A, 1Bがあるものとする。

[0051] 物質検出素子1Aはインターフェイス30を介して、電子機器50と接続される。電子機器50は、物質検出素子1Aの信号処理回路20のメモリに格納された構成物質の検出結果を読み出し可能となっている。電子機器50は、インターフェイス30に差し込まれた物質検出素子1Aの信号処理回路20のメモリのデータを読み込んで、読み込んだデータに基づいて、検出対象となる物質を解析する。

[0052] 例えば、物質検出素子1Aの検出対象の構成物質が、1a~1gであるとする。そして、ある化学物質Aの構成物質が1a, 1b, 1cであり、他の化学物質Bの構成物質が、1a, 1d, 1e, 1fであるとする。気体中に化学物質Aが含まれていた場合、その検出結果は、図11Aに示すように、1a, 1b, 1cの検出を示し、気体中に化学物質Bが含まれていた場合、検出結果は、図11Bに示すように、1a, 1d, 1e, 1fの検出を示す。電子機器50は、検出対象となる化学物質の参照パターンを記憶しており、実際の検出結果と参照パターンのパターンマッチングを行って、気体に含まれる化学物質を特定する。

[0053] なお、本実施の形態では、構成物質の有無に基づくパターンによるパターンマッチングを行うものとしたが、本発明はこれには限られない。梁4の振動周波数の変化量に応じて物質吸着膜5への構成物質の吸着度合いまで求め、化学物質における構成物質の含有比率に応じたパターンを作成し、そのパターンを用いたパターンマッチングを行って、化学物質を特定するようにし

てもよい。

[0054] 物質検出素子 1 A, 1 B は、MEMS により製造されるので、極めて小型に製造することができる。したがって、物質検出素子 1 A, 1 B を、例えば小型の mini SD カードの規格に準拠させることができる。これにより、例えば検出可能な構成物質の組み合わせが異なる物質検出素子 1 A, 1 B を用意し、電子機器 50 に装着する物質検出素子 1 を物質検出素子 1 A から物質検出素子 1 B に交換して、検出可能な化学物質の組み合わせを増やすことも可能である。

[0055] 物質検出素子 1 は、気体中に含まれ得る様々な化学物質の検出に用いられる。例えば、物質検出素子 1 は、図 12 に示すように、物質検出素子 1 は、気体の流れの中に置かれ、貫通孔 3 を通る気体に含まれる化学物質を構成する構成物質の検出に用いられる。ここで、構成物質が吸着される物質吸着膜 5 を支持する梁 4 は、貫通孔 3 の全てを塞ぐのではなく、貫通孔 3 の一部を塞いでいる。よって、梁 4 は、検出対象の化学物質を含む気体が貫通孔 3 内に滞留することを防止して、その気体が貫通孔 3 を通り抜け易くしている。

[0056] 以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、化学物質が含まれる気体を通る貫通孔 3 に物質吸着膜 5 が設けられており、検出対象の化学物質が含まれる気体が物質吸着膜 5 の周囲を通り易く構成しているので、より効率的に化学物質を検出することができる。

[0057] なお、上記実施の形態では、図 13 A に示すように、駆動梁 4 A の幅（短手方向の長さ） W_1 と、検出梁 4 B の幅（短手方向の長さ） W_1 とは同じであったが、本発明はこれには限られない。図 13 B に示すように、駆動梁 4 A の幅 W_2 が、検出梁 4 B の幅 W_1 よりも広くなるように設定されていてもよい。また、図 13 C に示すように、駆動梁 4 A の幅を W_2 とし、検出梁 4 B の幅を W_1 としたうえで、貫通孔 3 の径を短くして、駆動梁 4 A の長さ L_1 を、 L_2 に短縮してもよい。このようにすれば、梁 4 全体の振動周波数をより高く設定して外部からの振動の影響を少なくすることができるうえ、吸着した構成物質の単位重量当たりの梁 4 の振動周波数の変化量を大きくして

、構成物質の吸着の検出精度を向上することができる。

- [0058] なお、梁4の幅、長さについては、気体の流れに必要な貫通孔3の大きさとの関係において定められるのが望ましい。
- [0059] また、本実施の形態では、梁4は、少なくとも2箇所貫通孔3の縁に固定されている。このようにすれば、片持ちの梁4に比べ、梁4を安定して保持することができるうえ、梁4の振動周波数を高くすることができる。
- [0060] 上記実施の形態では、梁4は、4箇所貫通孔3の縁に固定された。しかしながら、本発明はこれには限られない。図14Aに示すように、梁41は片持ち梁でもよい。この場合には、梁41の幅を広くするか、厚みを大きくして、梁41の振動周波数を高くするのが望ましい。なお、駆動電極16と検出電極17とは、梁41の一端（貫通孔3の縁に固定されている一端）に併設すればよい。
- [0061] また、図14Bに示すように、2箇所貫通孔3の縁に固定される梁42を用いてもよい。この場合、駆動電極16と検出電極17とを、梁42の両端に併設すればよい。
- [0062] また、図14Cに示すように、3箇所貫通孔3の縁に固定される梁43を用いてもよい。この場合、梁43の端部の2つに一对の駆動電極16を配置し、端部の残りに検出電極17を配置すればよい。
- [0063] また、上記実施の形態では、梁4を、駆動梁4Aと、検出梁4Bという2つの両持ち梁が中央で連結される構成とした。このようにすれば、一方の駆動梁4Aで梁4全体を振動させ、他方の検出梁4Bで梁4の振動を検出するようにして、梁4を駆動させる回路の配線と、梁4の振動を検出する回路の配線とを省配線化することができる。
- [0064] また、上記実施の形態では、駆動梁4Aと検出梁4Bとが直交していた。このようにすれば、駆動梁4Aの振動を、検出梁4Bが妨げないようにすることができる。しかしながら、駆動梁4Aと検出梁4Bとは直交している必要はなく、交差していればよい。
- [0065] また、上記実施の形態では、駆動梁4Aの両端に駆動電極16が設けられ

、検出梁 4 B の両端に検出電極 1 7 が設けられていたが、本発明はこれに限られるものではない。物質検出素子 1 では、駆動梁 4 A の一方端に駆動電極 1 6 が設けられ、検出梁 4 B の一方端に検出電極 1 7 が設けられていてもよい。言い換えれば、物質検出素子 1 は、駆動梁 4 A の他方端に駆動電極 1 6 が設けられておらず、検出梁 4 B の他方端に検出電極 1 7 が設けられていなくてもよい。

[0066] また、上記実施の形態では、電極間信号線 2 2 が検出電極 1 7 同士を連結している。このようにすれば、検出電極 1 7 から引き出される検出信号線 2 3 を 1 本にまとめることができるので、支持基板 2 上を省配線化することができる。

[0067] また、上記実施の形態では、駆動電極 1 6 に接続される駆動信号線 2 1 は外部に引き出されているが、駆動信号線 2 1 は、信号処理回路 2 0 から出て複数に分岐されて駆動電極 1 6 に入力している。このようにすれば、信号処理回路 2 0 から出る駆動信号線 2 1 を 1 本にまとめることができるので、駆動電極 1 6 に接続される駆動信号線 2 1 についても省配線化することができる。

[0068] また、上記実施の形態では、支持基板 2 に貫通孔 3 が複数設けられ、貫通孔 3 毎に梁 4 が設けられ、梁 4 各々が支持する物質吸着膜 5 の種類が異なっている。このようにすれば、複数の構成物質の検出パターンに基づいて、化学物質を特定することができる。

[0069] 上記実施の形態では、貫通孔 3 及び梁 4 の数は、7 つであったが、本発明はこれには限られない。貫通孔 3 及び梁 4 の数は、6 つ以下であってもよいし、8 つ以上であってもよい。貫通孔 3 及び梁 4 の数は、検出対象となる構成物質の数によって決めることができる。

[0070] 上記実施の形態では、貫通孔 3 は円形であった。しかしながら、本発明はこれには限られない。貫通孔は楕円、角形であってもよいし、外径が曲線と直線とを組み合わせたものであってもよい。

[0071] また、上記実施の形態では、検出対象となる物質を、匂いを構成する化学

物質としたが、本発明はこれには限られない。例えば、無臭で気体中に含まれる化学物質を検出するようにしてもよい。

[0072] また、上記実施の形態では、気体中に含まれる化学物質であるとしたが、本発明はこれには限られない。液体中の物質の検出にも、本発明を適用することができる。

[0073] また、上記実施の形態では、物質検出素子 1 A を、SOI ウエハを用いて製造するものとしたが、本発明はこれには限られない。物質検出素子を、他のウエハを用いて製造するようにしてもよい。

[0074] 上記実施の形態では、梁 4 のほぼ全面に下部電極層 1 4 及び圧電素子 1 5 を設けるものとしたが、本発明はこれには限られない。駆動電極 1 6 及び検出電極 1 7 が形成された部分にのみ、下部電極層 1 4 及び圧電素子 1 5 を設けるようにしてもよい。

[0075] 上記実施の形態では、検出梁 4 B の両端に形成された検出電極 1 7 を電極間信号線 2 2 で接続したが、本発明はこれには限られない。検出電極 1 7 から別々の検出信号線 2 3 を引き出して配設し、別々の電圧信号として出力するようにしてもよい。

[0076] この発明は、この発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、この発明を説明するためのものであり、この発明の範囲を限定するものではない。すなわち、この発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、この発明の範囲内とみなされる。

[0077] なお、本願については、2017年3月31日に出願された日本国特許出願 2017-70353 号を基礎とする優先権を主張し、本明細書中に日本国特許出願 2017-70353 号の明細書、特許請求の範囲、図面全体を参照として取り込むものとする。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明は、流体中に含まれる化学物質の検出に適用することができる。

符号の説明

[0079] 1, 1 A, 1 B 物質検出素子、2 支持基板、3 貫通孔、4 梁、4 A 駆動梁（第1の梁）、4 B 検出梁（第2の梁）、5 物質吸着膜、10 ベース、11 Si支持層、12 Si活性層、13 開口、14 下部電極層、15 圧電素子（ピエゾ素子）、16 駆動電極、17 検出電極、18 絶縁層、20 信号処理回路、21 駆動信号線、22 電極間信号線、23 検出信号線、30 インターフェイス、41, 42, 43 梁、50 電子機器

請求の範囲

- [請求項1] 貫通孔が設けられた支持基板と、
前記貫通孔の縁から対向する縁へ向かって延びて前記貫通孔の一部を塞ぎ、検出対象の物質が付着する物質吸着膜を支持し、前記物質が前記物質吸着膜に付着することで振動周波数に変化する、圧電素子を有する板状の梁と、
前記圧電素子に電圧を印加して前記梁を振動変形させる駆動電極と、
、
前記梁の振動周波数に関する情報を検出する検出電極と、
を備える物質検出素子。
- [請求項2] 前記梁は、少なくとも2箇所前記貫通孔の縁に固定される、
請求項1に記載の物質検出素子。
- [請求項3] 前記梁は、
前記貫通孔の縁に固定された少なくとも一方端に前記駆動電極が設けられた板状の第1の梁と、前記貫通孔の縁に固定された少なくとも一方端に前記検出電極が設けられ、前記第1の梁と交差する板状の第2の梁とで構成される、
請求項2に記載の物質検出素子。
- [請求項4] 前記第1の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記駆動電極が設けられ、
前記第2の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記検出電極が設けられ、
前記第1の梁と前記第2の梁とは、それぞれの中央で連結されている、
請求項3に記載の物質検出素子。
- [請求項5] 前記第1の梁と前記第2の梁との連結部分の幅は、前記第1の梁と前記第2の梁とにおける前記連結部分を除く他の部分の幅よりも広く設定されている、

請求項4に記載の物質検出素子。

[請求項6] 前記第1の梁の幅が、前記第2の梁の幅よりも広くなるように設定されている、

請求項5に記載の物質検出素子。

[請求項7] 前記第1の梁と前記第2の梁とが直交している、

請求項5又は6に記載の物質検出素子。

[請求項8] 前記第2の梁の両端に形成された前記検出電極同士を繋ぐ導線が前記第2の梁上に形成され、前記検出電極の一方と導通する導線が前記第2の梁の外部に引き出されている、

請求項5から7のいずれか一項に記載の物質検出素子。

[請求項9] 前記第1の梁の両端に形成された前記駆動電極各々と導通する導線が前記第1の梁の外部に引き出され、1本にまとめられている、

請求項5から8のいずれか一項に記載の物質検出素子。

[請求項10] 前記支持基板に前記貫通孔が複数設けられ、

前記貫通孔毎に前記梁が設けられ、

前記梁各々が支持する物質吸着膜の種類が異なっている、

請求項1から9のいずれか一項に記載の物質検出素子。

補正された請求の範囲
[2018年8月2日(02.08.2018) 国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 貫通孔が設けられた支持基板と、
前記貫通孔の縁から対向する縁へ向かって延びて前記貫通孔の一部を塞ぎ、検出対象の物質が付着する物質吸着膜を支持し、前記物質が前記物質吸着膜に付着することで振動周波数に変化する、圧電素子を有する板状の梁と、
前記圧電素子に電圧を印加して前記梁を振動変形させる駆動電極と、
、
前記梁の振動周波数に関する情報を検出する検出電極と、
を備え、
前記梁は、
前記貫通孔の縁に両端が固定され、少なくとも一方端に前記駆動電極が設けられた細長板状の第 1 の梁と、前記貫通孔の縁に両端が固定され、少なくとも一方端に前記検出電極が設けられ、前記第 1 の梁と交差する細長板状の第 2 の梁とで構成され、
前記第 1 の梁と前記第 2 の梁とはそれぞれの中央で連結されている、
物質検出素子。
- [請求項 2] (削除)
- [請求項 3] (削除)
- [請求項 4] (補正後) 前記第 1 の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記駆動電極が設けられ、
前記第 2 の梁には、貫通孔の縁に固定された両端に前記検出電極が設けられている、
請求項 1 に記載の物質検出素子。
- [請求項 5] (補正後) 前記第 1 の梁と前記第 2 の梁との連結部分の幅は、前記第 1 の梁と前記第 2 の梁とにおける前記連結部分を除く他の部分の幅よりも広く設定されている、
請求項 1 に記載の物質検出素子。

- [請求項 6] 前記第 1 の梁の幅が、前記第 2 の梁の幅よりも広くなるように設定されている、
請求項 5 に記載の物質検出素子。
- [請求項 7] 前記第 1 の梁と前記第 2 の梁とが直交している、
請求項 5 又は 6 に記載の物質検出素子。
- [請求項 8] 前記第 2 の梁の両端に形成された前記検出電極同士を繋ぐ導線が前記第 2 の梁上に形成され、前記検出電極の一方と導通する導線が前記第 2 の梁の外部に引き出されている、
請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の物質検出素子。
- [請求項 9] 前記第 1 の梁の両端に形成された前記駆動電極各々と導通する導線が前記第 1 の梁の外部に引き出され、1 本にまとめられている、
請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の物質検出素子。
- [請求項 10] (補正後) 前記支持基板に前記貫通孔が複数設けられ、
前記貫通孔毎に前記梁が設けられ、
前記梁各々が支持する物質吸着膜の種類が異なっている、
請求項 1、4 から 9 のいずれか一項に記載の物質検出素子。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項では、「前記梁は、前記貫通孔の縁に両端が固定され、少なくとも一方端に前記駆動電極が設けられた細長板状の第1の梁と、前記貫通孔の縁に両端が固定され、少なくとも一方端に前記検出電極が設けられ、前記第1の梁と交差する細長板状の第2の梁とで構成され、前記第1の梁と前記第2の梁とはそれぞれの中央で連結されている、」という特徴が追加された。

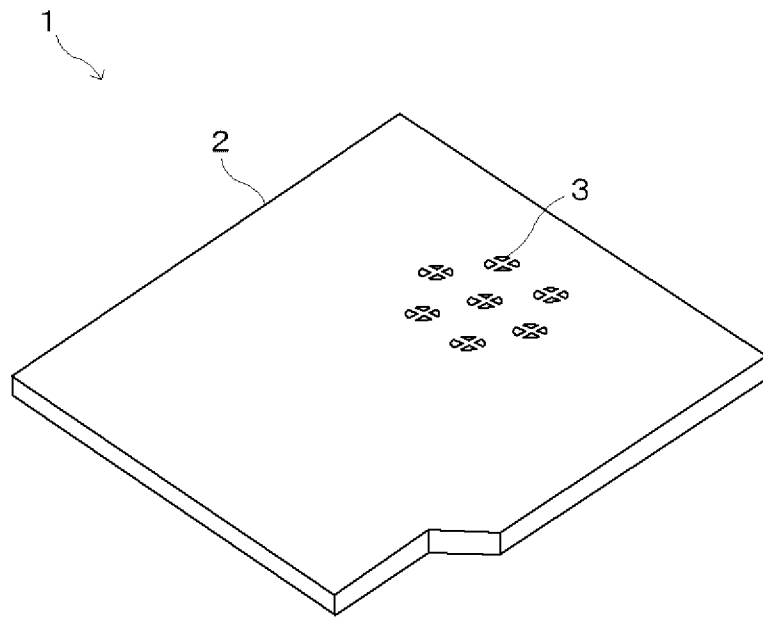
文献1には、貫通孔が設けられた支持基板と、貫通孔の縁から対向する縁へ向かって延びて前記貫通孔の一部を塞ぎ、検出対象の物質が付着する物質吸着膜を支持し、前記物質が前記物質吸着膜に付着することで振動周波数が変化する、圧電素子を有する板状の梁を備える物質検出素子が記載されている。

文献2には、ディスク状の振動子30Bが、例えばSiによって形成され、支持部31のみが固定された状態で、残る外周部が自由端となるように支持されたものが記載されている。このような振動子30Bは、振動状態は複雑となり、場合によっては、複数の共振周波数のピークが表れることが考えられる。

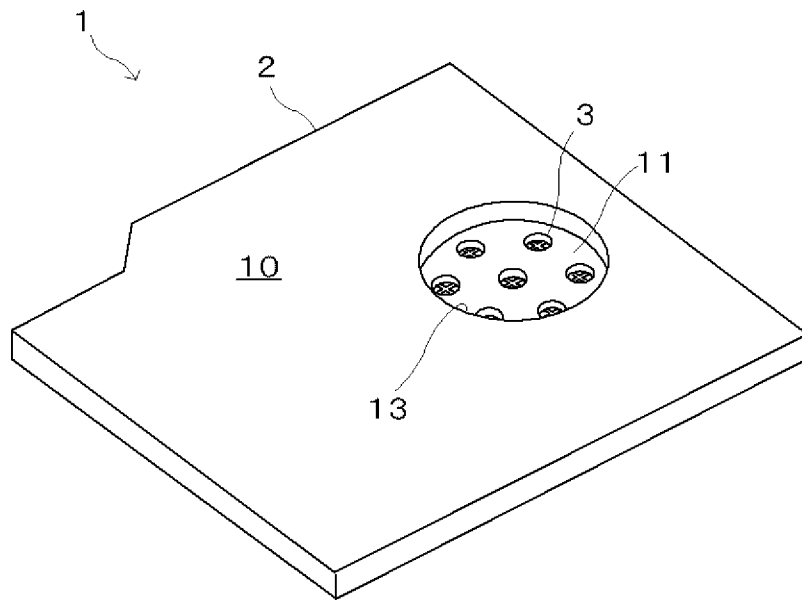
本願発明は、細長板状の第1の梁と第2の梁とが、それぞれの中央で連結されるという文献1、2には開示されていない特徴を有する。これにより、梁の振動は、その長手方向に沿った単純なものとなる。このため、振動周波数のピークを検出し易くなるうえ、駆動電極による梁の振動振幅を大きくすることができる。この結果、検出電極による検出電圧が大きくなり、共振周波数の変動の検出精度を高めることができるという文献1、2にはない効果を得ることができる。

請求項1の補正に伴って、請求項2、請求項3、請求項4の一部は削除され、請求項の削除に伴って、請求項5、10の従属先を変更した。

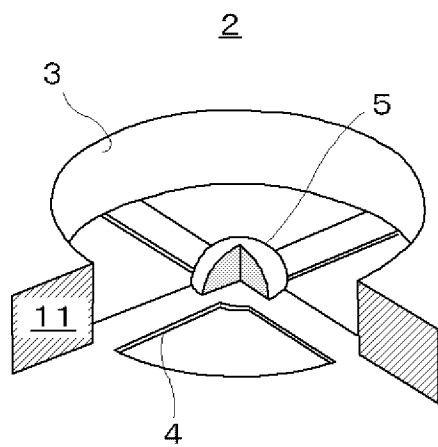
[図1]



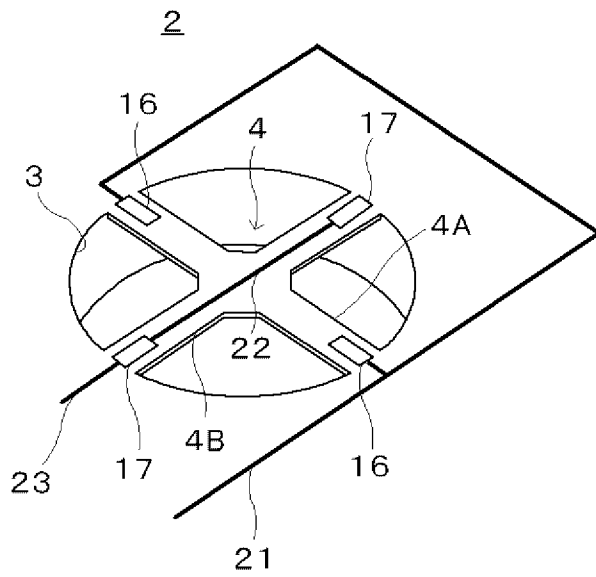
[図2]



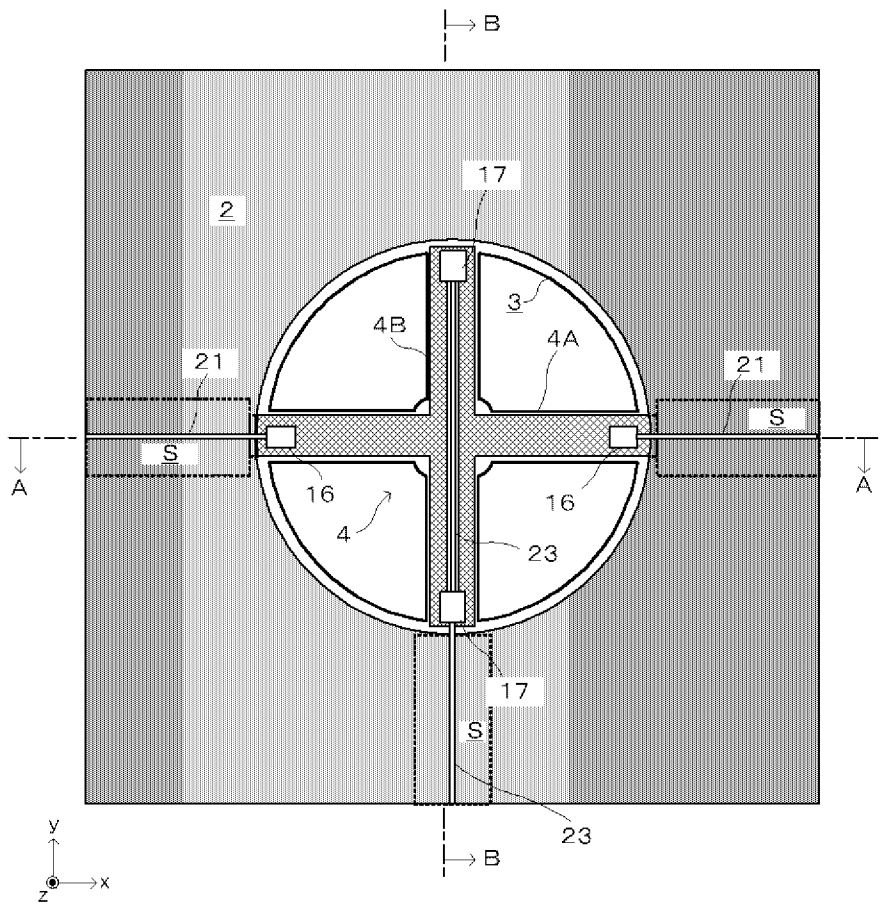
[図3]



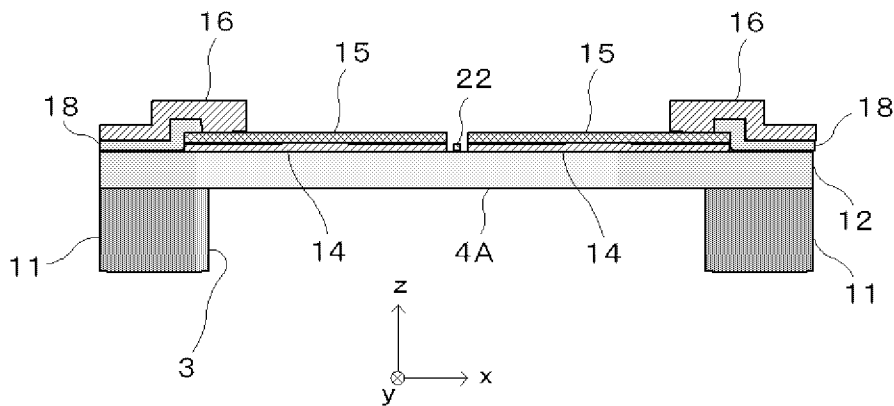
[図4]



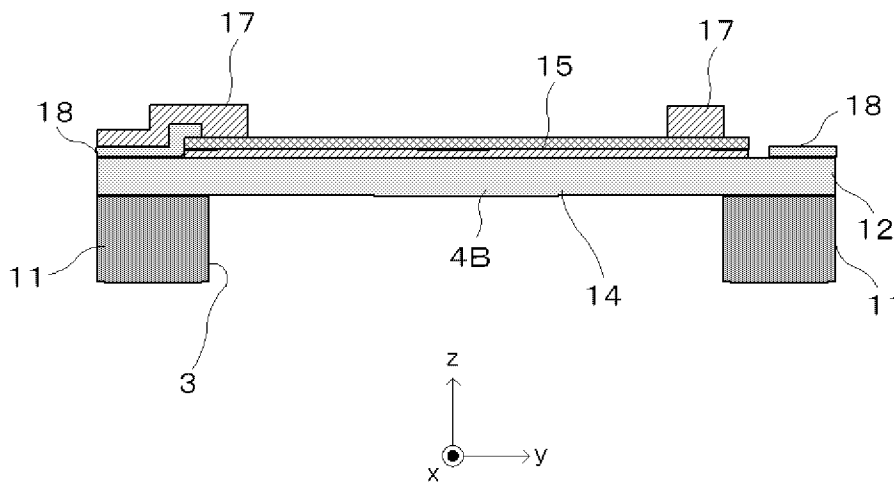
[図5]



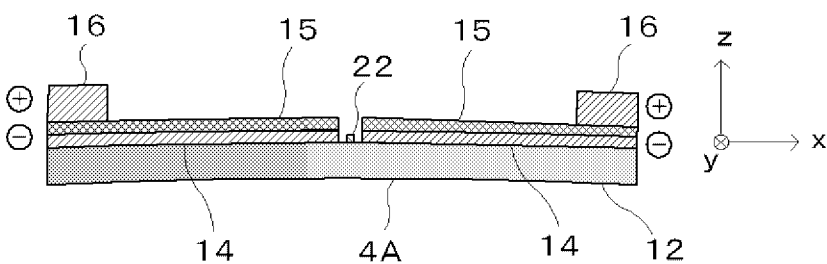
[図6A]



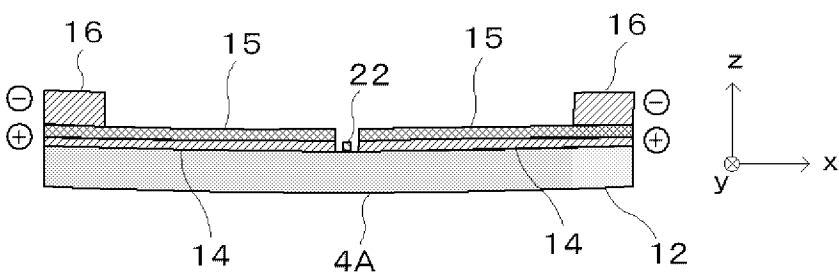
[図6B]



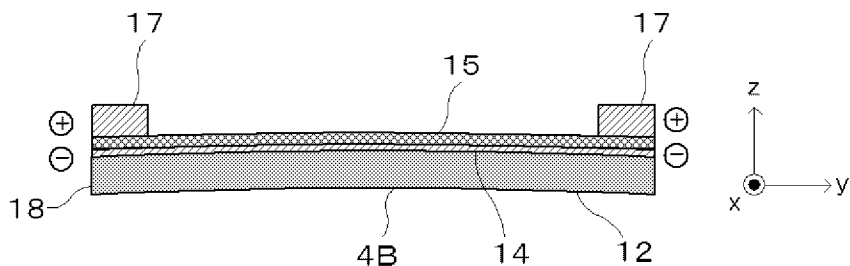
[図7A]



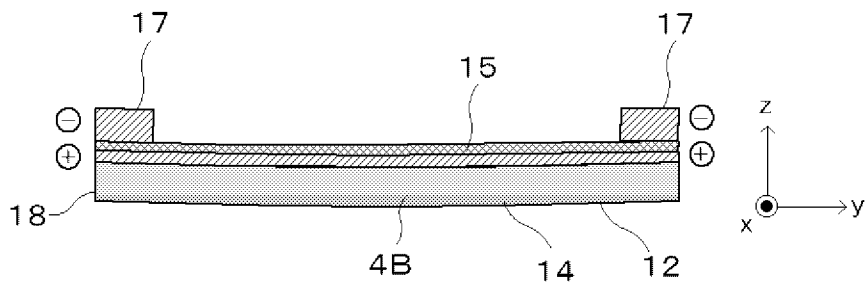
[図7B]



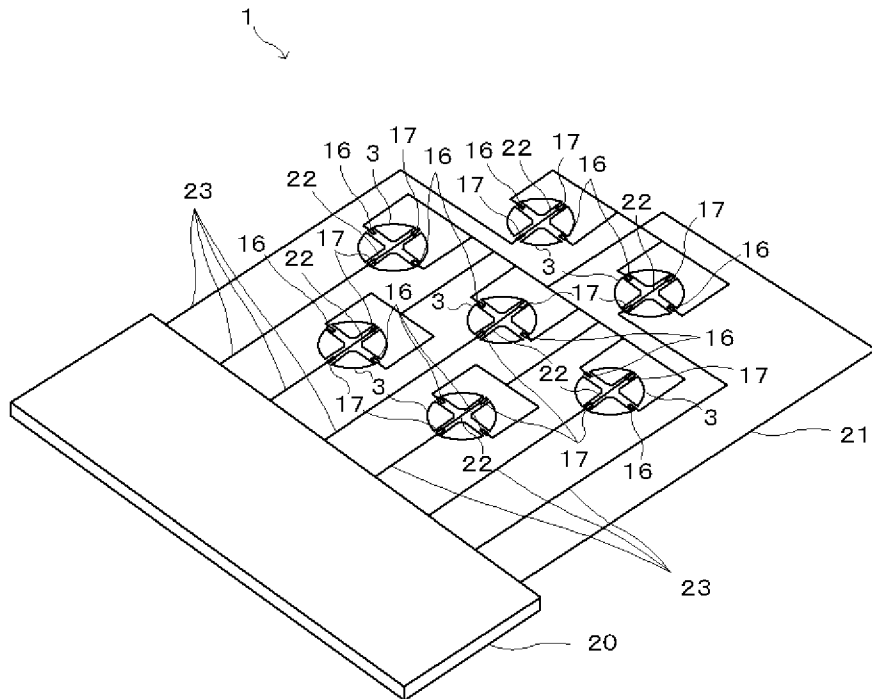
[図8A]



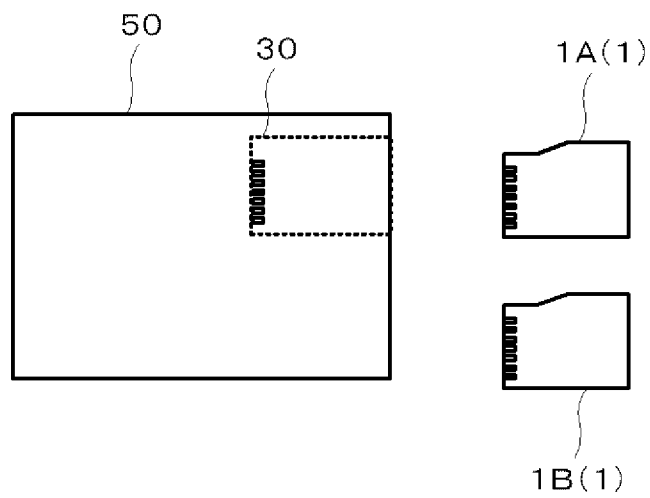
[図8B]



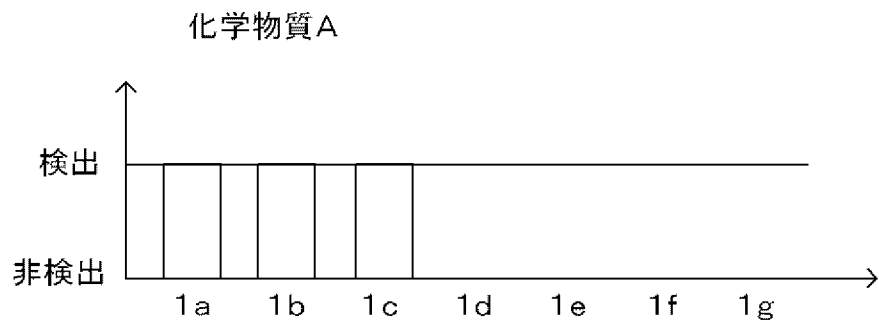
[図9]



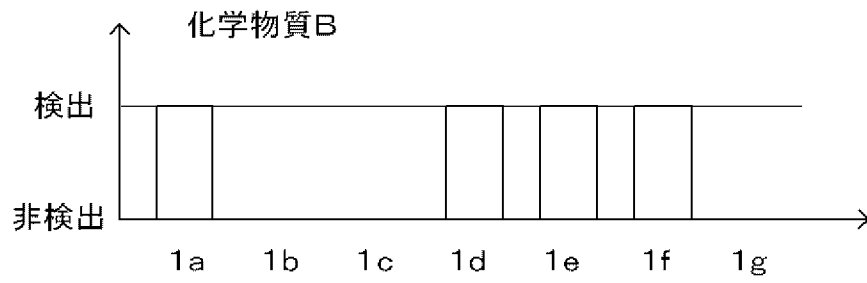
[図10]



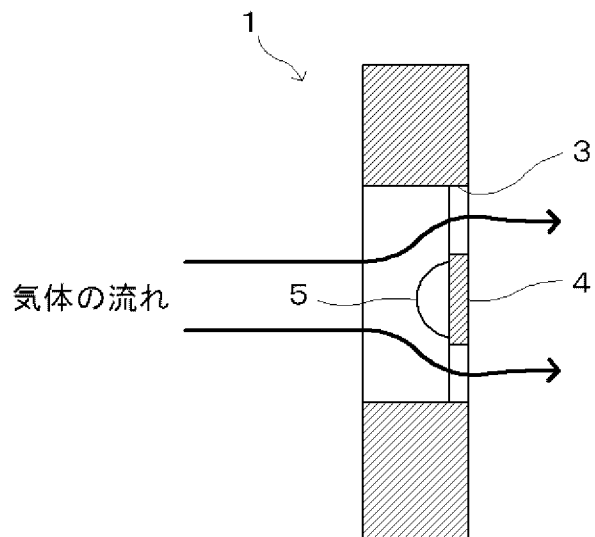
[図11A]



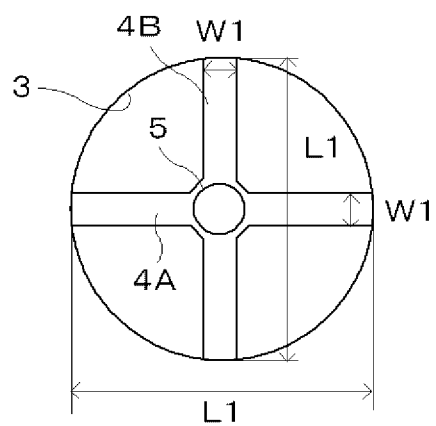
[図11B]



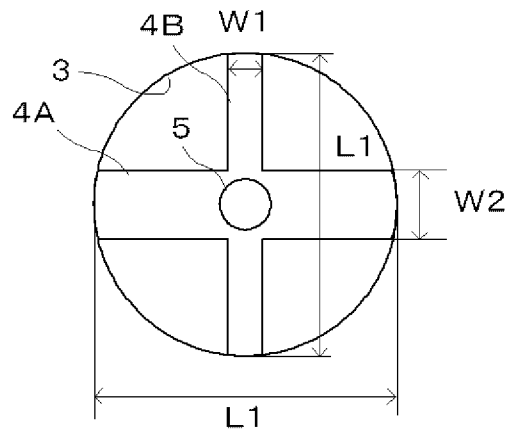
[図12]



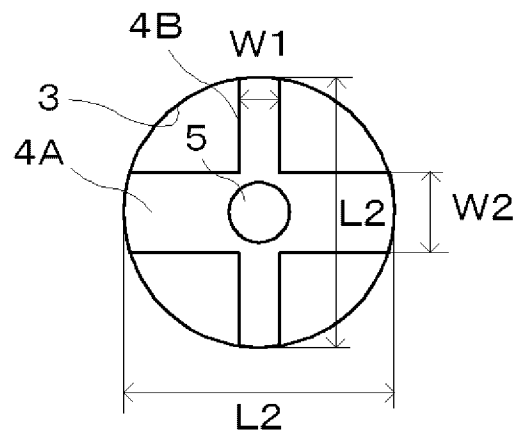
[図13A]



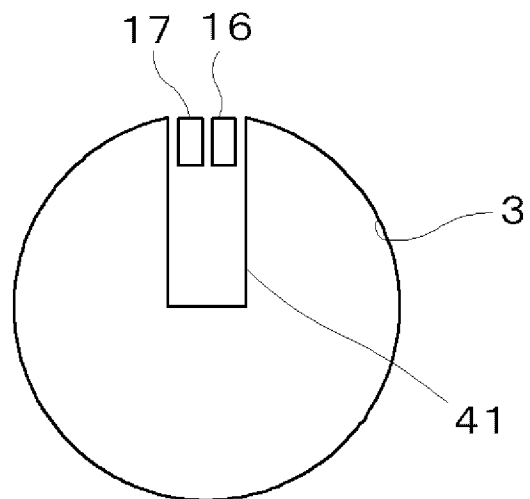
[図13B]



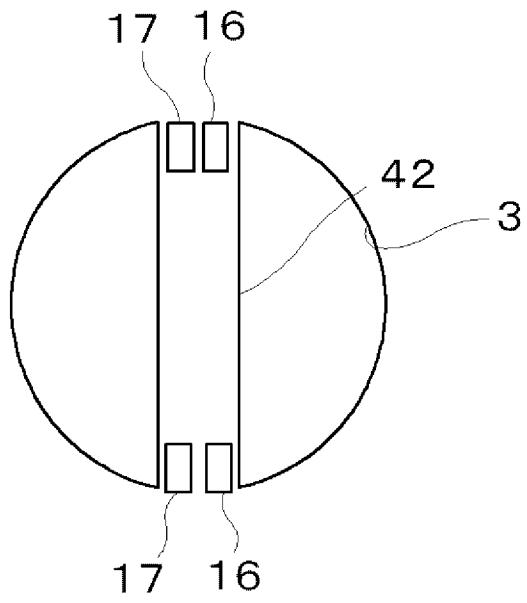
[図13C]



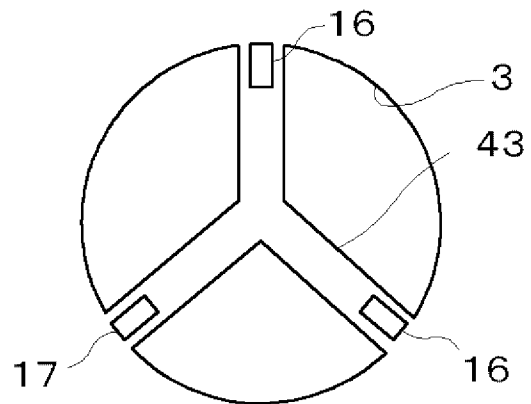
[図14A]



[図14B]



[図14C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010449

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N5/02 (2006.01) i, G01N19/00 (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)

Int. Cl. G01N5/02, G01N19/00, G01N27/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	US 2014/0305191 A1 (DANMARKS TENKNISKE	1-2
Y	UNIVERSITET) 16 October 2014, paragraphs [0087], [0090], [0098], [0108], [0112], [0133], fig. 3, 7 & WO 2013/064157 A1 & EP 2773941 A1	3-10
Y	JP 2007-240252 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 September 2007, paragraphs [0012]-[0016], fig. 2 (Family: none)	3-10
Y	JP 2010-32389 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 12 February 2010, paragraph [0016], fig. 5 (Family: none)	8-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
29.05.2018

Date of mailing of the international search report
12.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/010449

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 2009-204584 A (HITACHI METALS, LTD.) 10 September 2009, abstract, fig. 3 (Family: none)	10
A	US 2010/0000292 A1 (KARABACAK et al.) 07 January 2010, fig. 4B & EP 2141490 A1	1-10
A	WO 2013/157581 A1 (INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) 24 October 2013, entire text, all drawings & US 2014/0352447 A1 & EP 2840372 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N5/02(2006.01)i, G01N19/00(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 (IPC)) Int.Cl. G01N5/02, G01N19/00, G01N27/12										
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2018年									
日本国実用新案登録公報	1996-2018年									
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	US 2014/0305191 A1 (DANMARKS TENKNISKE UNIVERSITET) 2014. 10. 16, [0087], [0090], [0098], [0108], [0112], [0133], Fig. 3, 7 & WO 2013/064157 A1 & EP 2773941 A1	1-2 3-10								
Y	JP 2007-240252 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2007. 09. 20, [0012]~[0016]、図2 (ファミリーなし)	3-10								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> 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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 29. 05. 2018	国際調査報告の発送日 12. 06. 2018									
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) 渡▲辺▼ 純也	2 J 3 6 0 6								
電話番号 03-3581-1101 内線 3252										

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 2010-32389 A (大日本印刷株式会社) 2010.02.12, [0016]、図5 (ファミリーなし)	8-10
Y	JP 2009-204584 A (日立金属株式会社) 2009.09.10, [要約]、図3 (ファミリーなし)	10
A	US 2010/0000292 A1 (KARABACAK et al.) 2010.01.07, FIG. 4B & EP 2141490 A1	1-10
A	WO 2013/157581 A1 (独立行政法人物質・材料研究機構) 2013.10.24, 全文全図 & US 2014/0352447 A1 & EP 2840372 A1	1-10