

(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  
2015年3月5日(05.03.2015)



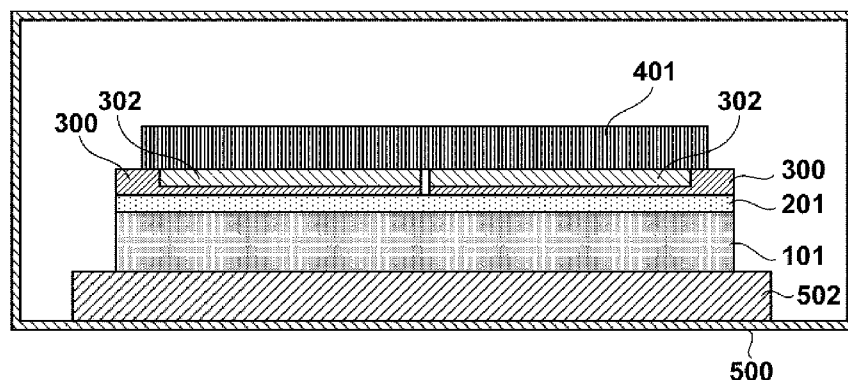
(10) 国際公開番号

WO 2015/029358 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01T 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/004184
- (22) 国際出願日: 2014年8月13日(13.08.2014)
- (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 2013-178564 2013年8月29日(29.08.2013) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社(CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡田 聡(OKADA, Satoshi); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 慶人(SASAKI, Yoshito); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 猿田尚志郎(SARUTA, Shoshiro); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 長野 和美(NAGANO, Kazumi); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP). 石田 陽平(ISHIDA, Yohei); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康德, 外(OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号紀尾井町パークビル7F 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, 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, 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, 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))

(54) Title: RADIATION DETECTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 放射線検出装置およびその製造方法



(57) Abstract: A method for manufacturing a radiation detector includes a first step for forming a composite body by joining a sensor substrate having a photoelectric conversion unit formed thereon and a support substrate using a bonding layer, a second step for reducing the pressure around the composite body to a pressure lower than atmospheric pressure after the first step, and a third step for using vapor deposition to form a scintillator layer on the sensor substrate after the second step. The support substrate has a discharge path for discharging gas bubbles located between the support substrate and the sensor substrate, and in the second step, the gas composing the gas bubbles between the support substrate and the sensor substrate is discharged through the discharge path.

(57) 要約: 放射線検出装置の製造方法は、光電変換部が形成されたセンサ基板と支持基板とを結合層によって結合して結合体を形成する第1工程と、前記第1工程の後に前記結合体の周囲を大気圧よりも低い圧力まで減圧する第2工程と、前記第2工程の後に前記センサ基板の上に蒸着法によってシンチレータ層を形成する第3工程と、を含み、前記支持基板は、前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を排出するための排出路を有し、前記第2工程において前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を構成する気体が前記排出路を通して排出される。



WO 2015/029358 A1

## 明 細 書

**発明の名称：**放射線検出装置およびその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、放射線検出装置およびその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 光電変換素子アレイの上にシンチレータ層が配置された放射線検出装置が知られている。特許文献1には、基板と、該基板の上に配置された光電変換素子アレイと、該光電変換素子アレイの上に配置されたシンチレータ層とを含むセンサパネルを接着層によって支持部材に接着した放射線検出装置が記載されている。該接着層は、接着面に形成された気泡を消失させるために、多孔質構造を有する樹脂層で構成されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-224429号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の放射線検出装置の製造において、接着面に発生した気泡を効果的に除去するために、センサパネルを接着層によって支持部材に接着した構造体を形成した後に、該構造体を減圧環境下に置くことが考えられる。これにより、接着面に形成された気泡を効果的に除去することができると考えられる。しかしながら、基板、光電変換素子アレイおよびシンチレータ層の積層構造からなるセンサパネルを接着層によって支持部材に接着した構造体を形成した後に該構造体を気泡の除去のために真空チャンバに入れることは、製造工程の複雑化をもたらす。

[0005] 本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、放射線検出装置の製造工程の簡単化に有利な技術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] 本発明の１つの側面は、放射線検出装置の製造方法を対象とし、前記製造方法は、光電変換部が形成されたセンサ基板と支持基板とを結合層によって結合して結合体を形成する第１工程と、前記第１工程の後に前記結合体の周囲を大気圧よりも低い圧力まで減圧する第２工程と、前記第２工程の後に前記センサ基板の上に蒸着法によってシンチレータ層を形成する第３工程と、を含み、前記支持基板は、前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を排出するための排出路を有し、前記第２工程において前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を構成する気体が前記排出路を通して排出される。

### 発明の効果

[0007] 本発明によれば、放射線検出装置の製造工程の簡単化に有利な技術が提供される。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の１つの実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図2A]本発明の１つの実施形態の放射線検出装置の製造方法を示す図。

[図2B]本発明の１つの実施形態の放射線検出装置の製造方法を示す図。

[図2C]本発明の１つの実施形態の放射線検出装置の製造方法を示す図。

[図3]気泡の消滅の原理を示す図。

[図4A]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図4B]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図4C]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図5A]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図5B]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図6A]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図6B]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

[図7]本発明の他の実施形態の放射線検出装置を示す図。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら本発明の例示的な実施形態を通して説明する。

[0010] 図1には、本発明の1つの実施形態の放射線検出装置1が模式的に示されている。符号Bで示された部分には、支持基板101の部分Aが拡大して示されている。放射線検出装置1は、支持基板101と、光電変換部302が形成された1又は複数のセンサ基板300と、シンチレータ層401と、支持基板101とセンサ基板300とを結合する結合層201とを有する。支持基板101は、支持基板101とセンサ基板300との間の気泡を排出するための排出路150を有し、放射線検出装置1の製造途中で支持基板101とセンサ基板300との間に形成された気泡は、排出路150を通して排出される。

[0011] ここで、気泡は、センサ基板300の上にシンチレータ層401が形成された後にセンサ基板300を結合層201によって支持基板101に結合させる際に、結合層201と支持基板101との境界面に形成されうる。支持基板101に設けられる排出路150の実施形式は、種々の形式を含みうる。気泡はまた、センサ基板300を結合層201によって支持基板101に結合させる際に、結合層201とセンサ基板300との境界面にも形成されうる。結合層201とセンサ基板300との境界面の気泡は、複数の貫通孔を含む結合層201を使用することによって、当該複数の貫通孔および支持基板101の排出路150を通して排出されうる。

[0012] センサ基板300の接着対象領域の面積に占めるセンサ基板300と結合層201との接触部分の面積の比率 $R_1$ は、例えば、5～80%でありうる。 $(1 - R_1)$ は、結合層201のセンサ基板300の側の表面に露出している排出部150の面積の比率である。同様に、支持基板101の接着対象領域の面積に占める支持基板101と結合層201との接触部分の面積の比率 $R_2$ は、例えば、5～80%でありうる。 $(1 - R_2)$ は、結合層201の支持基板101の側の表面に露出している排出路150の面積の比率である。比率 $R_2$ が80%を超えると、気泡からの気体の排出効率が低下し、気泡が取り残されうる。比率 $R_2$ が5%に満たないと、結合力が低く、支持基板101とセンサ基板300との間に剥がれが生じうる。

[0013] 支持基板 101 の排出路 150 は、例えば、大気圧から  $1 \times 10^{-2}$  Pa 程度の真空圧力まで減圧するために、一般的なロータリーポンプまたはドライポンプを使ったシステムで 2 分程度を要することを考慮して決定されうる。つまり、2 分間における約  $1 \times 10^5$  Pa の圧力変化に追従して排出路 150 を気体が移動できるように排出路 150 が設計されうる。排出路 150 は、例えば、多数の微小孔がランダムに分散した多孔質構造部で支持基板 101 を構成することによって提供されうる。あるいは、排出路 150 は、支持基板 101 の材料基板を機械加工またはレーザー加工することによって規則的なパターンで構成されうる。

[0014] 支持基板 101 の材料としては、例えば、金属、金属化合物、セラミックまたは耐熱樹脂が選択されうる。あるいは、支持基板 101 の材料は、例えば、炭素系素材（例えば、CFRP、 $\alpha$ -Carbon、PEEK または PPS）であってもよい。あるいは、支持基板 101 は、ポーラスアルミ板またはポーラスアルミナ板であってもよい。ポーラスアルミ板またはポーラスアルミナ板は、例えば、広陽商工株式会社から入手可能である。あるいは、支持基板 101 は、支持基板 101 と結合層 201 との間に排出路 150 として複数の流路が構成されるように、波打った表面を有してもよい。以上のような排出路を有する支持基板 101 は、その重量が軽量化されるという副次的な効果を奏する。

[0015] 結合層 201 は、例えば、200℃において結合層 201 による支持基板 101 とセンサ基板 300 との結合が維持されるような耐熱性を有しうる。ここで、シンチレータ層 401 の形成は、支持基板 101 とセンサ基板 300 とが結合層 201 によって結合された後に、蒸着法によって、例えば 200℃以下の温度でなされうる。

[0016] 結合層 201 は、例えば、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、エポキシ系樹脂またはポリイミドで構成されうる。結合層 201 は、基材の両面に接着層が配置されたものでもよい。ここで、結合層 201 とセンサ基板 300 との間の気泡が結合層 201 を通過して支持基板 101 に向かって進むため

の条件を考える。一例において、結合層 201 の厚さが  $25\ \mu\text{m}$  であれば、結合層 201 が  $0.02\ \text{cc}/(\text{m} \cdot 24\ \text{時間})/\text{atm}$  以上の気体透過率を有することが好ましい。結合層 201 の気体透過率が  $0.02\ \text{cc}/(\text{m} \cdot 24\ \text{時間})/\text{atm}$  以上であれば、結合層 201 による支持基板 101 とセンサ基板 300 との結合体 10 を真空環境におくと、直径  $5\ \text{mm}$ 、厚さ  $2\ \mu\text{m}$  の気泡は結合層 201 を通過して支持基板 101 に到達しうる。

[0017] 気体透過量  $V$  は、以下の式で計算されうる。

$$[0018] \quad V = Q P S T / d \quad (\text{cc})$$

ここで、 $V$  は気体透過量 (cc)、 $Q$  は気体透過係数 ( $\text{cc}/(\text{m} \cdot \text{日})/\text{atm}$ )、 $P$  は圧力差 (atm)、 $S$  は透過面積 ( $\text{m}^2$ )、 $T$  は時間 (日)、 $d$  は結合層の厚さ (m) である。

[0019]  $0.02\ \text{cc}/(\text{m} \cdot 24\ \text{時間})/\text{atm}$  以上の気体透過率を得るために好適な材料として、例えば、以下の材料を挙げることができる。( ) 内は、酸素の気体透過率。単位は ( $\text{cc}/(\text{m} \cdot 24\ \text{時間})/\text{atm}$ ) である。

|            |          |
|------------|----------|
| ナイロン 12    | (0.0275) |
| ポリウレタン     | (0.0675) |
| ポリ塩化ビニル    | (0.091)  |
| ポリカーボネート   | (0.09)   |
| ポリスチレン     | (0.2025) |
| シリコーン      | (36)     |
| 酢酸ブチルセルロース | (0.345)  |
| ABS 樹脂     | (0.048)  |
| ポリエチレン     | (0.0725) |
| ポリプロピレン    | (0.162)  |
| エチルセルロース   | (0.875)  |

図 1 に例示的に示されているように、複数のセンサ基板 300 が支持基板 101 の上に結合層 201 を介して配置 (タイリング) されてもよい。セン

サ基板 300 は、例えば、その内部に光電変換部 302 が形成された半導体基板であってもよいし、その上に光電変換部が形成されたガラス基板等の絶縁性基板であってもよいし、他の構造を有する基板であってもよい。シンチレータ層 401 は、放射線を光に変換する層であり、1 又は複数のセンサ基板 300 の上に蒸着法によって形成される。

[0020] 一例において、放射線検出装置 1 は、支持基板 101 がポラスアルミ板またはポラスアルミナ板で構成され、結合層 201 が耐熱性粘着剤で構成され、複数のセンサ基板 300 が CMOS イメージセンサで構成され、シンチレータ層 401 が CsI で構成される。

[0021] センサ基板 300 と支持基板 101 とを結合層 201 によって結合して結合体 10 を構成した直後は、図 3 に模式的に示すように、支持基板 101 と結合層 201 との境界面およびセンサ基板 300 と結合層 201 との境界面に気泡 221、222 が存在しうる。しかし、シンチレータ層 401 を形成するために結合体 10 を真空チャンバに入れて真空チャンバ内を大気圧よりも低い圧力まで減圧すると、気泡 221、222 の圧力（1 気圧）と真空圧力（例えば、ロータリーポンプで 2 分ほど排気すると約 0.1 気圧になる。）との差によって気泡 221、222 を構成する気体が支持基板 101 の排出路を通して排出される。これにより気泡 221、222 が消滅する。

[0022] 例えば、結合層 201 として  $25\ \mu\text{m}$  の厚さを有する粘着剤を用いた場合、結合層 201 が  $0.02\ \text{cc} / (\text{m} \cdot 24\ \text{時間}) / \text{atm}$  以上の気体透過率を有すると、半径が  $5\ \text{mm}$  で厚さが  $2\ \mu\text{m}$  程度の気泡は除去されうる。

[0023] 以下、図 2 A、2 B を参照しながら放射線検出装置 1 の製造方法を例示的に説明する。まず、図 2 A に示す第 1 工程において、光電変換部 302 が形成された 1 又は複数のセンサ基板 300 と支持基板 101 とを結合層 201 によって結合して結合体 10 を形成する。

[0024] その後、図 2 B に示す第 2 工程において、結合体 10 の周囲を大気圧よりも低い圧力（典型的には真空圧力）まで減圧する。典型的には、第 2 工程は、蒸着装置の真空チャンバ 500 内に結合体 10 を配置し、真空チャンバ 5

〇〇内を減圧することによってなされうる。あるいは、蒸着装置がロードロックチャンバを備える場合、結合体１０をロードロックチャンバに入れ、ロードロックチャンバを減圧することによってなされうる。その後、ロードロックチャンバから真空チャンバ（処理チャンバ）５００内に結合体１０が搬送される。

[0025] 第２工程において結合体１０の周囲を大気圧よりも低い圧力まで減圧することにより、支持基板１０１と結合層２０１との境界面および／またはセンサ基板３００と結合層２０１との境界面に存在する気泡を構成する気体が支持基板１０１の排出路を通して排出される。

[0026] その後、図２Ｃに示す第３工程において、減圧された真空チャンバ５００の中で、センサ基板３００の上に蒸着法によってシンチレータ層４０１を形成する。このように、この実施形態では、結合体１０のセンサ基板３００の上にシンチレータ層４０１を形成するための真空チャンバ５００またはそれに接続されたロードロックチャンバにおいて結合体１０を取り巻く環境を減圧することにより気泡が除去される。これにより、付加的な気泡の除去工程が不要になり、製造工程を単純化することができる。

[0027] 図４Ａに模式的に示されるように、結合層２０１は、複数の貫通孔を有してもよい。このような結合層２０１を使用する場合、気泡透過率を考慮することなく結合層２０１の材料を選択することができる。図４Ｂに模式的に示すように、支持基板１０１の排出路は、支持基板１０１と結合層２０１との境界面に直交する方向に支持基板１０１を貫通した複数の孔で構成されてもよい。図４Ｃに模式的に示すように、支持基板１０１は、排出路を構成する複数の縦孔および複数の横孔を有する部分１１１を含んでもよい。部分１１１は、部分１１２によって支持されうる。部分１１２は、部分１１１よりも強度が高い部分でありうる。前記複数の縦孔は、支持基板１０１と結合層２０１との境界面に直交する方向に該境界面から支持基板１０１の中に延びる。前記複数の横孔は、前記境界面に平行な方向に支持基板１０１の中を延びて支持基板１０１の側面に至る。

[0028] 図5Aに模式的に示すように、支持基板101は、排出路を構成する多孔質構造部121と、非多孔質構造部122とを含んでもよい。ここで、多孔質構造部121は、結合層201に接触するように配置され、非多孔質構造部122は、多孔質構造部121が結合層201に接触する側とは反対側に配置される。図5Bに模式的に示すように、支持基板101は、多孔質構造部121と、支持基板101と結合層201との接触面に直交する方向に延びた複数の縦孔を有する縦孔部123とを有してもよい。ここで、多孔質構造部121は、結合層201に接触するように配置され、縦孔部123は、多孔質構造部121が結合層201に接触する側とは反対側に配置される。支持基板101の搬出路は、多孔質構造部121の孔および縦孔部123の複数の縦孔によって構成される。

[0029] 図6A、6Bに模式的に示すように、支持基板101の排出路は、支持基板101における支持基板101と結合層201との境界面の側に該境界面に沿って形成された複数の溝Tを含んでもよい。ここで、図6Aは、放射線検出装置1の断面図、図6Bは支持基板101の平面図である。図7に模式的に示すように、支持基板101は、支持基板101と結合層201との境界面に排出路が構成されるように、波打った表面を有してもよい。

[0030] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0031] 本願は、2013年8月29日提出の日本国特許出願特願2013-178564を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

## 請求の範囲

- [請求項1] 放射線検出装置の製造方法であって、  
光電変換部が形成されたセンサ基板と支持基板とを結合層によって結合して結合体を形成する第1工程と、  
前記第1工程の後に前記結合体の周囲を大気圧よりも低い圧力まで減圧する第2工程と、  
前記第2工程の後に前記センサ基板の上に蒸着法によってシンチレータ層を形成する第3工程と、を含み、  
前記支持基板は、前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を排出するための排出路を有し、前記第2工程において前記支持基板と前記センサ基板との間の気泡を構成する気体が前記排出路を通して排出される、  
ことを特徴とする放射線検出装置の製造方法。
- [請求項2] 前記支持基板は、前記排出路を構成する多孔質構造部を含む、  
ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項3] 前記排出路は、前記支持基板と前記結合層との境界面に直交する方向に前記支持基板を貫通した複数の孔を含む、  
ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項4] 前記排出路は、前記支持基板と前記結合層との境界面に直交する方向に前記境界面から前記支持基板の中に延びた複数の縦孔と、前記境界面に平行な方向に前記支持基板の中を延びて前記支持基板の側面に至る複数の横孔とを含む、  
ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項5] 前記支持基板は、前記排出路を構成する多孔質構造部と、非多孔質構造部とを含み、前記多孔質構造部は、前記結合層に接触するように配置され、前記非多孔質構造部は、前記多孔質構造部が前記結合層に接触する側とは反対側に配置されている、  
ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。

- [請求項6] 前記支持基板は、多孔質構造部と、前記支持基板と前記結合層との接触面に直交する方向に延びた複数の縦孔を有する縦孔部とを有し、前記多孔質構造部は、前記結合層に接触するように配置され、前記縦孔部は、前記多孔質構造部が前記結合層に接触する側とは反対側に配置され、前記多孔質構造部の孔および前記縦孔部の前記複数の縦孔によって前記排出路が構成される、
- ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項7] 前記排出路は、前記支持基板における前記支持基板と前記結合層との境界面の側に前記境界面に沿って形成された複数の溝を含む、
- ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項8] 前記支持基板は、前記支持基板と前記結合層との境界面に前記排出路が構成されるように、波打った表面を有する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項9] 前記結合層は、複数の貫通孔を含む、
- ことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項10] 前記第1工程では、複数の前記センサ基板と前記支持基板とを前記結合層によって結合して前記結合体を形成する、
- ことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の放射線検出装置の製造方法。
- [請求項11] 支持基板と、光電変換部が形成されたセンサ基板と、シンチレータ層とを有する放射線検出装置であって、
- 前記支持基板と前記センサ基板とが結合層によって結合され、
- 前記支持基板は、多数の微小孔がランダムに分散した多孔質構造部を含む、
- ことを特徴とする放射線検出装置。
- [請求項12] 支持基板と、光電変換部が形成されたセンサ基板と、シンチレータ層とを有する放射線検出装置であって、

前記支持基板と前記センサ基板とが結合層によって結合され、

前記支持基板は、前記支持基板と前記結合層との境界面に直交する方向に前記境界面から前記支持基板の中に延びた複数の縦孔と、前記境界面に平行な方向に前記支持基板の中を延びて前記支持基板の側面に至る複数の横孔とを含む、

ことを特徴とする放射線検出装置。

[請求項13] 支持基板と、光電変換部が形成されたセンサ基板と、シンチレータ層とを有する放射線検出装置であって、

前記支持基板と前記センサ基板とが結合層によって結合され、

前記支持基板は、多孔質構造部と、前記支持基板と前記結合層との接触面に直交する方向に延びた複数の縦孔を有する縦孔部とを有し、前記多孔質構造部は、前記結合層に接触するように配置され、前記縦孔部は、前記多孔質構造部が前記結合層に接触する側とは反対側に配置されている、

ことを特徴とする放射線検出装置。

[請求項14] 支持基板と、光電変換部が形成されたセンサ基板と、シンチレータ層とを有する放射線検出装置であって、

前記支持基板と前記センサ基板とが結合層によって結合され、

前記支持基板は、前記支持基板と前記結合層との境界面の側に、前記境界面に沿って形成された複数の溝を含む、

ことを特徴とする放射線検出装置。

[請求項15] 支持基板と、光電変換部が形成されたセンサ基板と、シンチレータ層とを有する放射線検出装置であって、

前記支持基板と前記センサ基板とが結合層によって結合され、

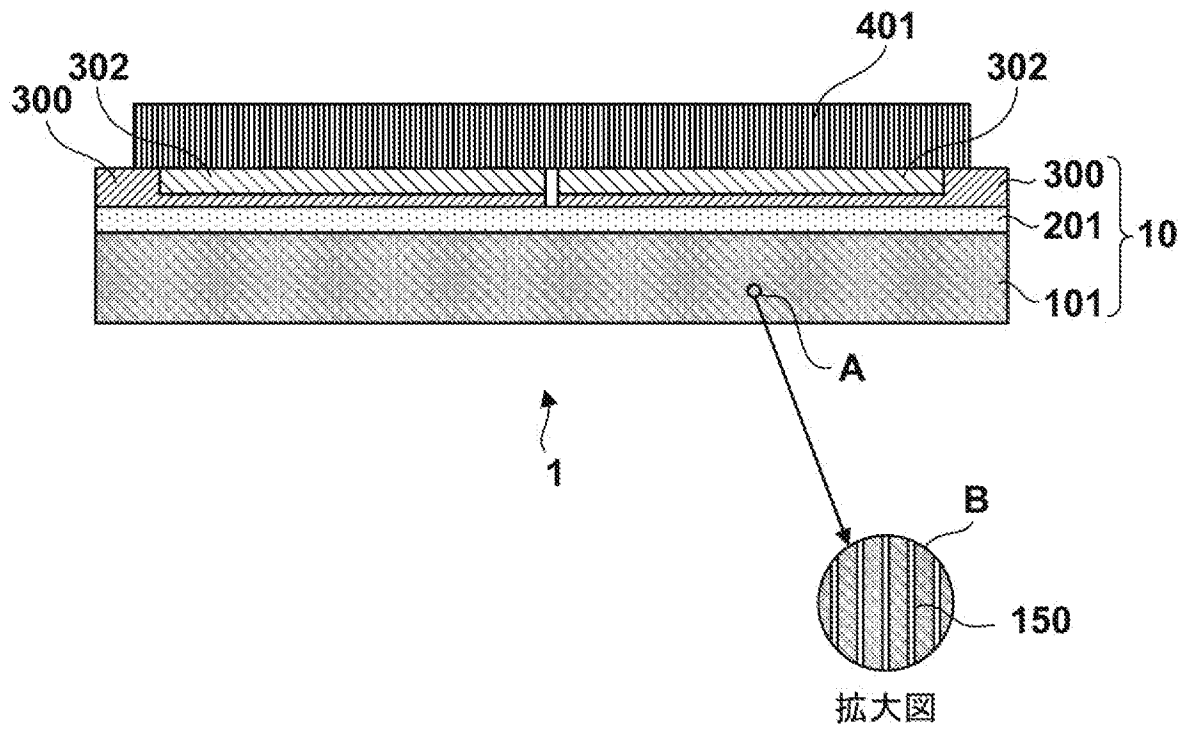
前記支持基板は、前記支持基板と前記結合層との間に複数の流路が構成されるように、波打った表面を有する、

ことを特徴とする放射線検出装置。

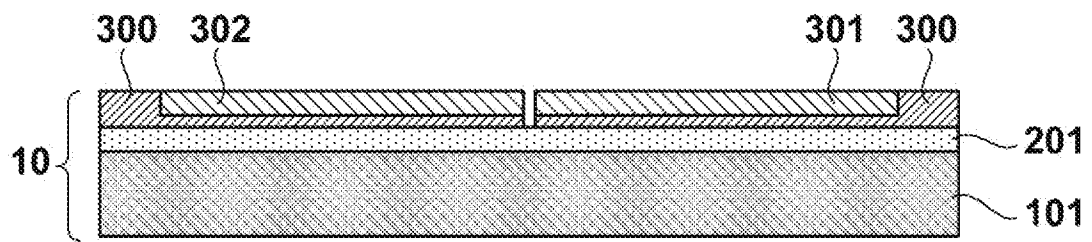
[請求項16] 前記結合層は、複数の貫通孔を含む、

ことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の放射線検出装置。

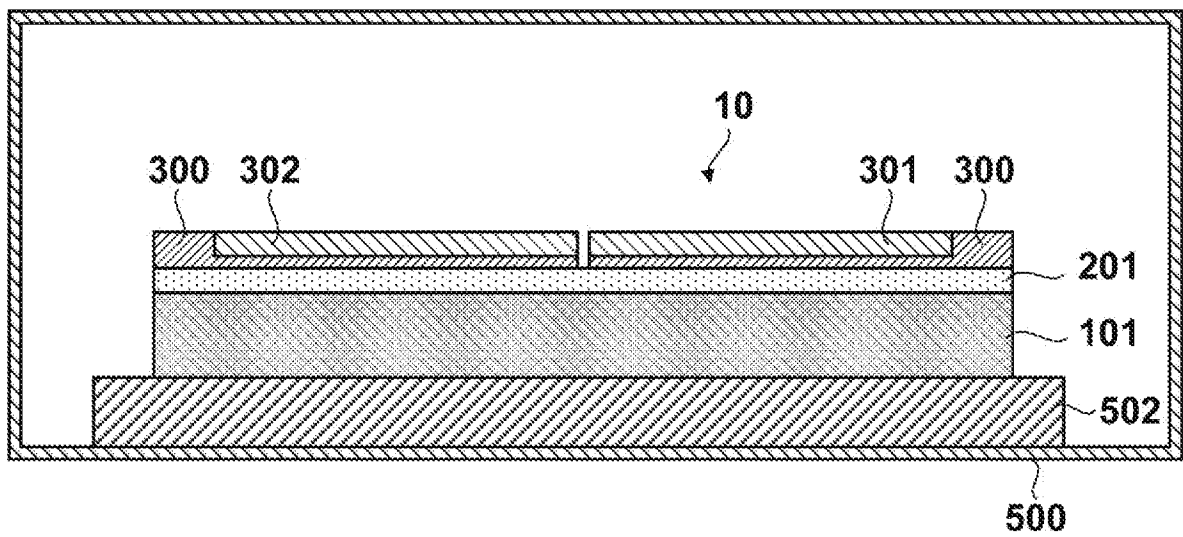
[図1]



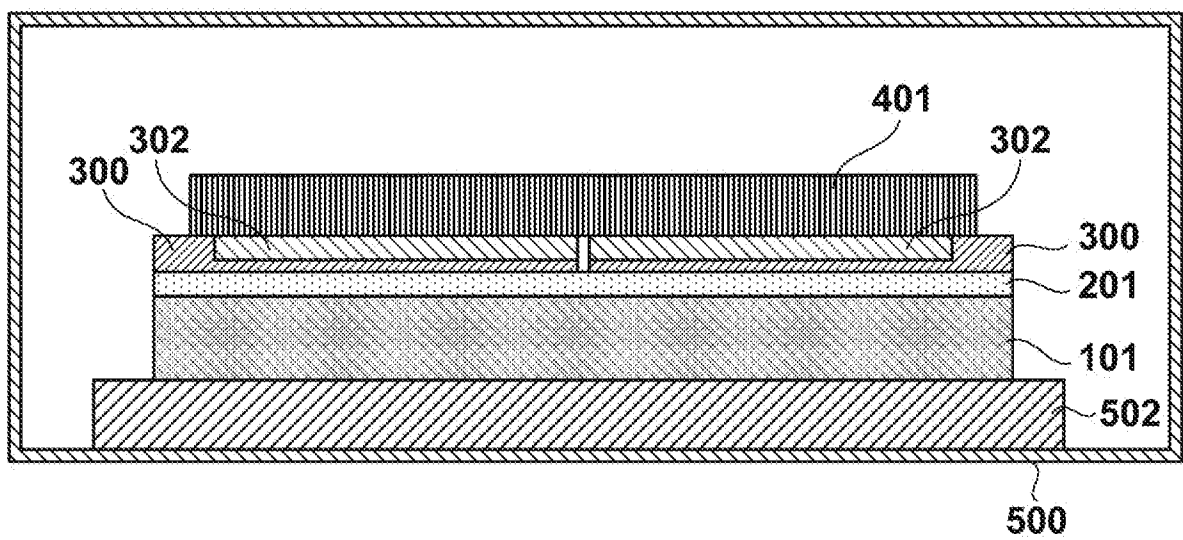
[図2A]



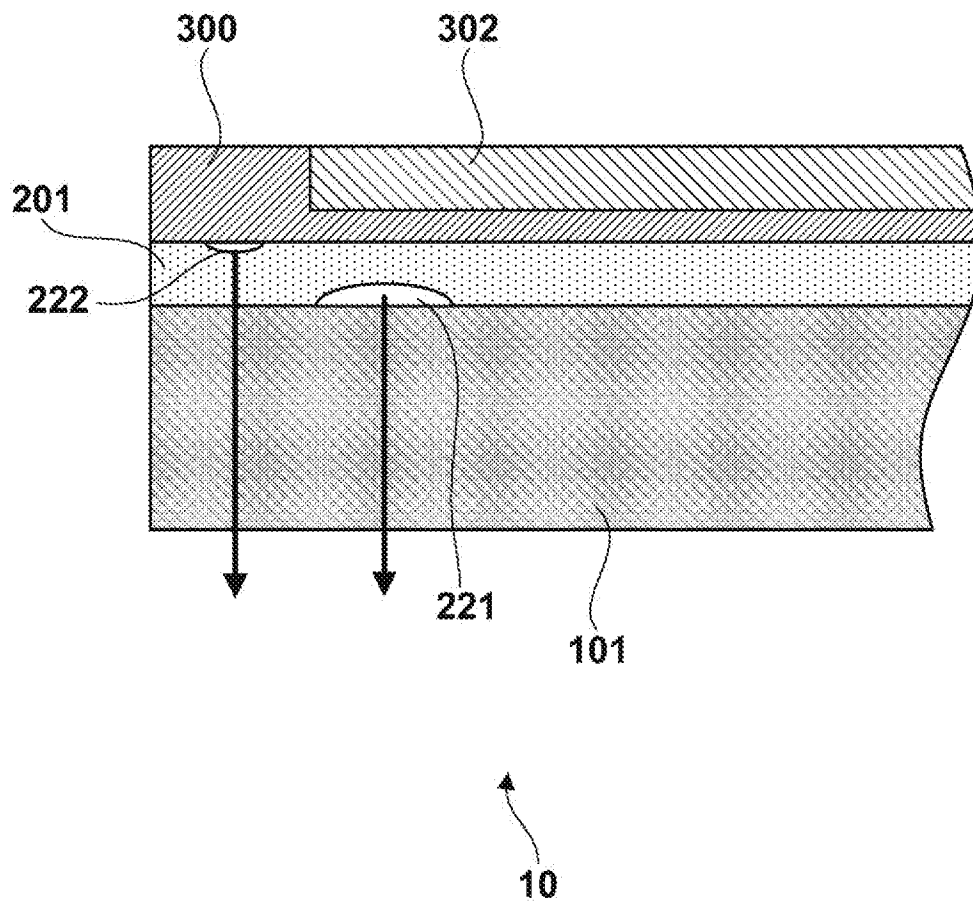
[図2B]



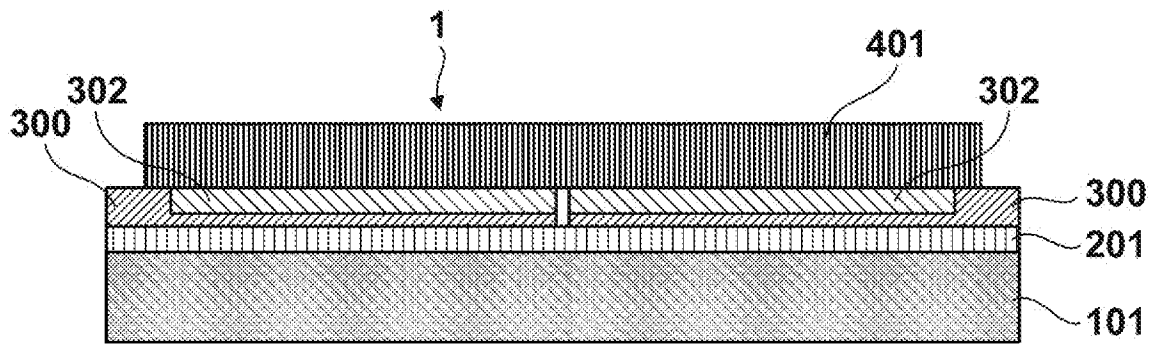
[図2C]



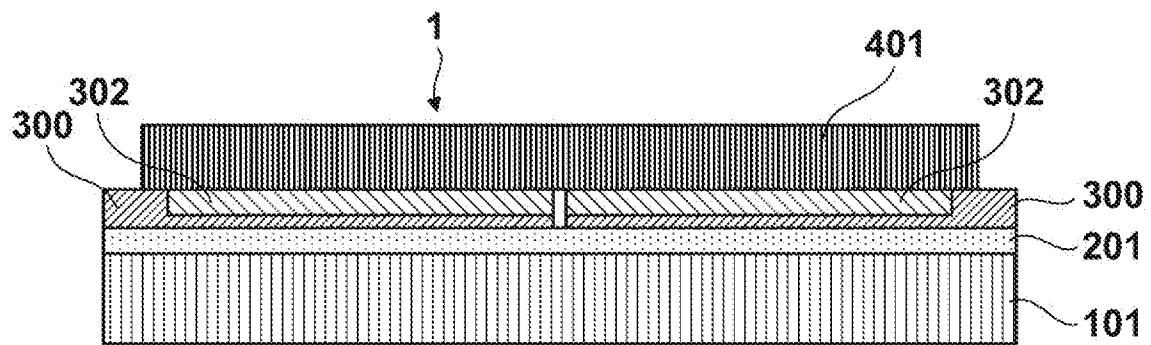
[図3]



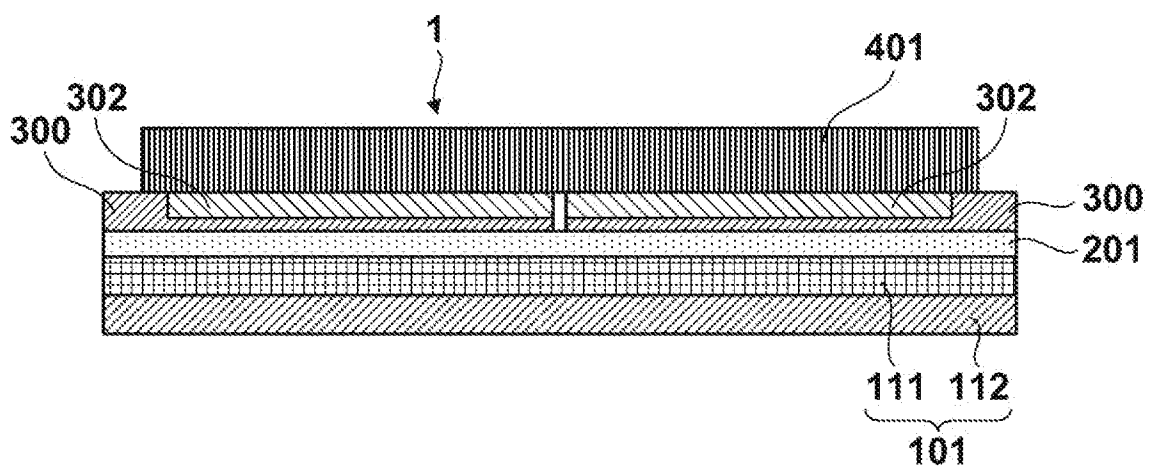
[図4A]



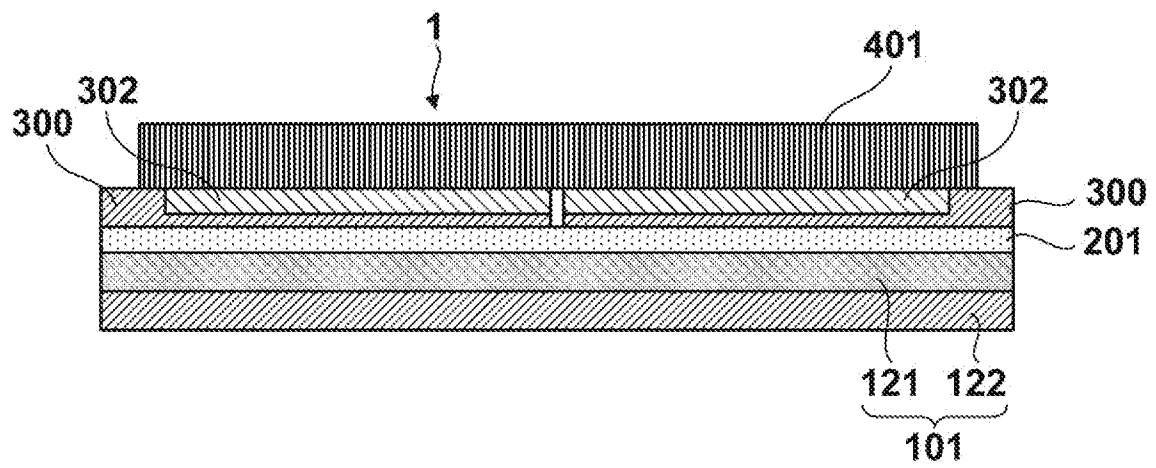
[図4B]



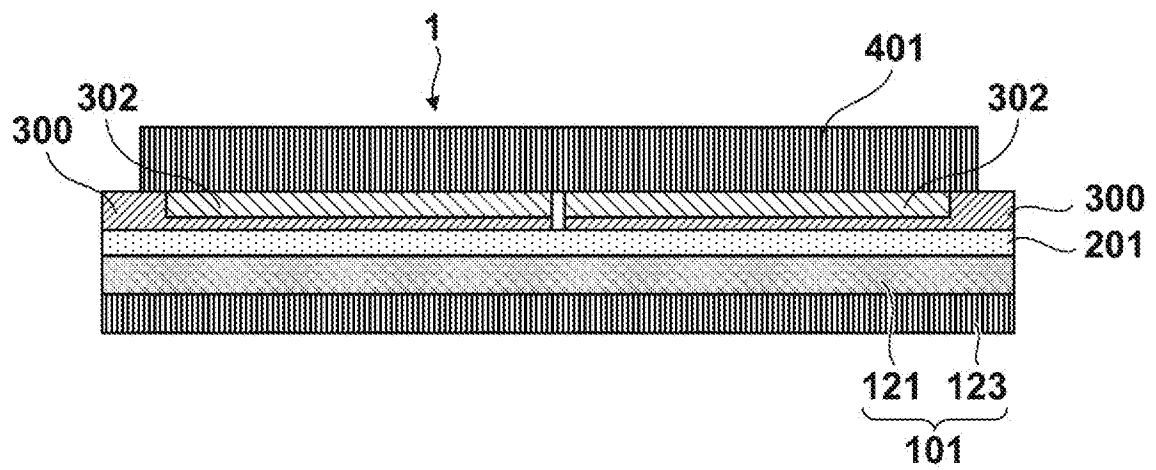
[図4C]



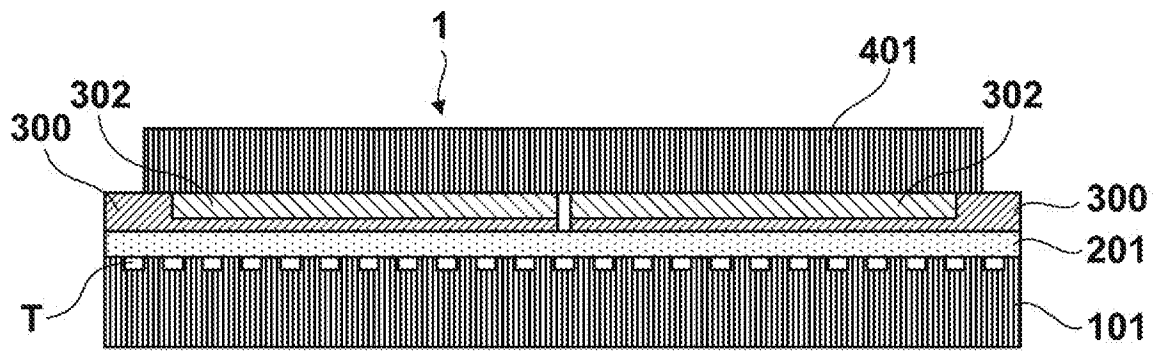
[図5A]



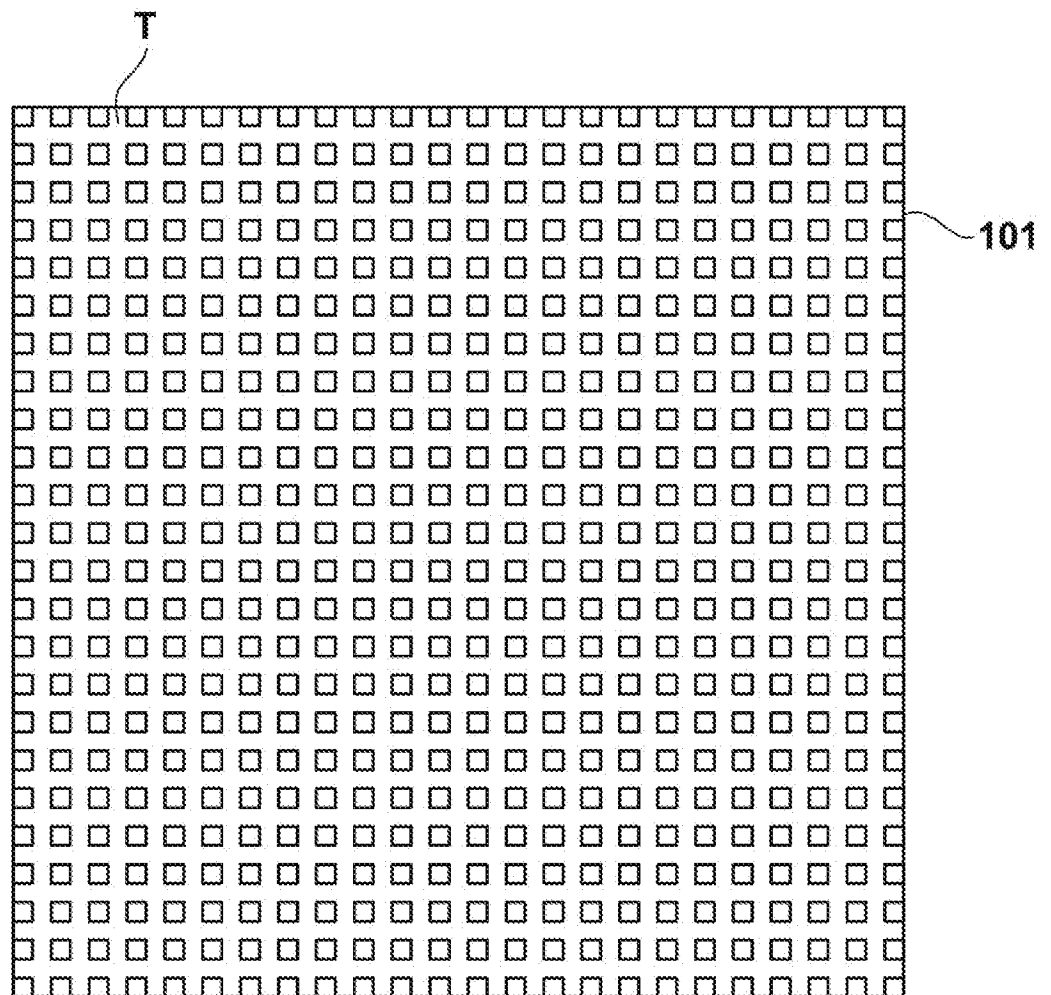
[図5B]



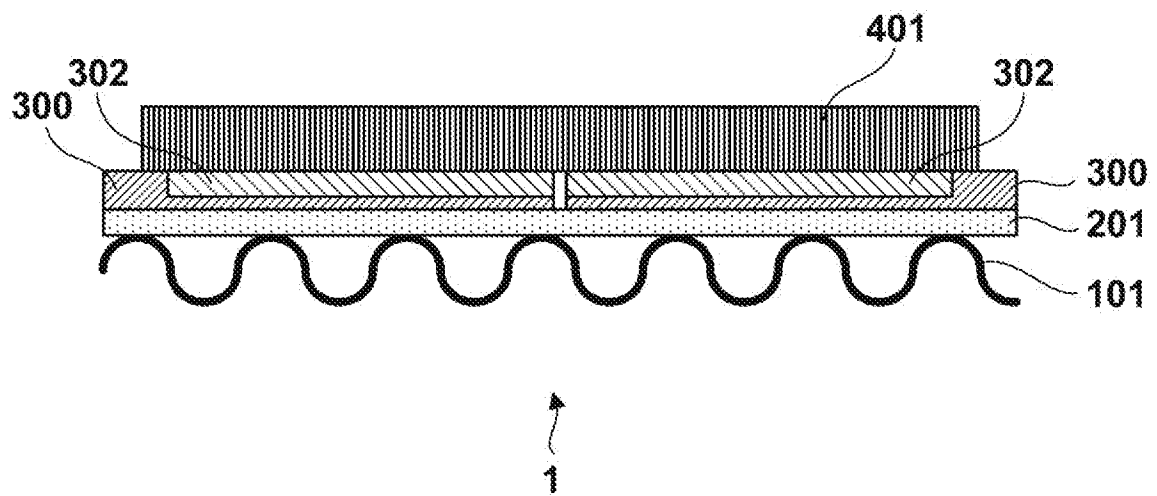
[図6A]



[図6B]



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/004184

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/20(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)

G01T1/00-7/12

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

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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<br>Y<br>A | JP 2005-195643 A (Canon Inc.),<br>21 July 2005 (21.07.2005),<br>paragraphs [0018] to [0019], [0046]; fig. 5<br>(Family: none)    | 11<br>16<br>1-10, 12-15 |
| X<br>Y<br>A | JP 2012-133315 A (Fujifilm Corp.),<br>12 July 2012 (12.07.2012),<br>paragraphs [0196] to [0200]; fig. 23 to 25<br>(Family: none) | 14<br>16<br>1-13, 15    |
| Y<br>A      | JP 2008-224429 A (Canon Inc.),<br>25 September 2008 (25.09.2008),<br>paragraphs [0014] to [0015]; fig. 1<br>(Family: none)       | 16<br>9                 |

☒ 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  
09 October, 2014 (09.10.14)

Date of mailing of the international search report  
21 October, 2014 (21.10.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/004184

**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 2010-098133 A (Shimadzu Corp.),<br>30 April 2010 (30.04.2010),<br>paragraph [0042]; fig. 2<br>(Family: none)                                             | 1-16                  |
| A         | JP 2005-214800 A (Hamamatsu Photonics<br>Kabushiki Kaisha),<br>11 August 2005 (11.08.2005),<br>paragraphs [0038] to [0041]; fig. 12 to 14<br>(Family: none) | 1-16                  |
| A         | JP 2005-214808 A (Hamamatsu Photonics<br>Kabushiki Kaisha),<br>11 August 2005 (11.08.2005),<br>paragraphs [0037] to [0040]; fig. 12 to 14<br>(Family: none) | 1-16                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/004184

**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:  
(See 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 additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the 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/JP2014/004184

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

Claims 1 to 16 have a common technical feature, i.e., that "a support substrate has a discharge path for discharging bubbles between the support substrate and a sensor substrate."

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1 (JP 2005-195643 A, paragraphs [0018] to [0019], [0046], fig. 5).

Further, there is no other same or corresponding special technical feature among these inventions.

Accordingly, claims are classified into six inventions each of which has a special technical feature indicated below.

(Invention 1) claims 1-10

"A method including a step of depositing a scintillator layer by vapor deposition under a reduced pressure after allowing the sensor substrate and the support substrate having a discharge path to be bonded together with a bonding layer."

(Invention 2) claim 11 and claim 16 referring to claim 11

"A radiation detector wherein the support substrate includes a porous structure portion."

(Invention 3) claim 12 and claim 16 referring to claim 12

"A radiation detector wherein the support substrate includes a vertical hole and a horizontal hole."

(Invention 4) claim 13 and claim 16 referring to claim 13

"A radiation detector wherein the support substrate has a porous structure portion and a vertical hole portion."

(Invention 5) claim 14 and claim 16 referring to claim 14

"A radiation detector wherein the support substrate includes a plurality of grooves."

(Invention 6) claim 15 and claim 16 referring to claim 15

"A radiation detector wherein the support substrate has a wavy surface."

Claims 11-16 are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claims 11-16 are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on claims 11-16 together with claims 1-10, and consequently, it is impossible to classify claims 11-16 into Invention 1.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01T1/20(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. G01T1/00-7/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 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 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2005-195643 A（キヤノン株式会社）2005.07.21, 【0018】<br>－【0019】, 【0046】, 図5（ファミリーなし） | 11<br>16<br>1-10, 12-15 |
| X<br>Y<br>A     | JP 2012-133315 A（富士フイルム株式会社）2012.07.12, 【0196】<br>－【0200】, 図23－25（ファミリーなし）   | 14<br>16<br>1-13, 15    |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 1 . 1 0 . 2 0 1 4

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）

鳥居 祐樹

2 I

4 0 7 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2008-224429 A (キヤノン株式会社) 2008.09.25, 【0014】                                  | 16             |
| A                     | — 【0015】, 図1 (ファミリーなし)                                                          | 9              |
| A                     | JP 2010-098133 A (株式会社島津製作所) 2010.04.30, 【0042】,<br>図2 (ファミリーなし)                | 1-16           |
| A                     | JP 2005-214800 A (浜松ホトニクス株式会社) 2005.08.11, 【0038】<br>— 【0041】, 図12-14 (ファミリーなし) | 1-16           |
| A                     | JP 2005-214808 A (浜松ホトニクス株式会社) 2005.08.11, 【0037】<br>— 【0040】, 図12-14 (ファミリーなし) | 1-16           |

## 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. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ 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. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ 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. ☐ 請求項 \_\_\_\_\_ 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。  
（特別ページ参照）

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項について作成した。
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項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項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項について作成した。

## 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。

請求項 1－16 は、「支持基板が、支持基板とセンサ基板との間の気泡を排出する排出路を有する」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1（JP 2005-195643 A【0018】－【0019】、【0046】、図 5）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 6 の発明に区分される。

（発明 1）請求項 1－10

「センサ基板と排出路を有する支持基板とを結合層によって結合した後、減圧してシンチレータ層を蒸着法で形成すること」。

（発明 2）請求項 11，請求項 11 を引用する請求項 16

「支持基板が多孔質構造部を含むこと。」

（発明 3）請求項 12，請求項 12 を引用する請求項 16

「支持基板が縦孔と横孔を含むこと。」

（発明 4）請求項 13，請求項 13 を引用する請求項 16

「支持基板が多孔質構造部と縦孔部を有すること。」

（発明 5）請求項 14，請求項 14 を引用する請求項 16

「支持基板が複数の溝を含むこと。」

（発明 6）請求項 15，請求項 15 を引用する請求項 16

「支持基板が波打った表面を有すること。」

請求項 11－16 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 11－16 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1－10 とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項 11－16 を発明 1 に区分することはできない。