

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5441798号
(P5441798)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 T 1/20 (2006.01)

G O 1 T 1/20

B

G O 1 T 1/20

D

G O 1 T 1/20

E

G O 1 T 1/20

G

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-88795 (P2010-88795)
 (22) 出願日 平成22年4月7日(2010.4.7)
 (65) 公開番号 特開2011-220774 (P2011-220774A)
 (43) 公開日 平成23年11月4日(2011.11.4)
 審査請求日 平成25年4月4日(2013.4.4)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 斉藤 達也
 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
 (72) 発明者 堀江 亮子
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出素子の製造方法及び放射線検出素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに離間する複数の第一柱状シンチレータと、隣り合う第一柱状シンチレータの間に位置し該隣り合う第一柱状シンチレータと離間する第二柱状シンチレータとを備える基板と、それぞれが前記複数の第一柱状シンチレータのそれぞれと重なって位置する複数の光検出部材と、

を備える放射線検出素子の製造方法であって、

表面に、凹凸部と該凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部とを有する基板を用意する工程と、

前記凹凸部と平坦部とを有する基板にシンチレータ材を堆積させ、前記平坦部と前記凸部とにそれぞれ第一柱状シンチレータと第二柱状シンチレータとを形成する工程とを有し、

前記凹凸部の凹部の深さ h と、凸部間距離 d とが以下の関係式を満たすことを特徴とする放射線検出素子の製造方法。

$$h / d \geq 1$$

【請求項 2】

前記凸部間距離 d が $2 \mu m$ 以上且つ $10 \mu m$ 以下であり、尚且つ凸部の周期が $5 \mu m$ 以上且つ $15 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出素子の製造方法。

【請求項 3】

10

20

前記平坦部の面積が、前記光検出部材の面積以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射線検出素子の製造方法。

【請求項 4】

隣り合う平坦部の間に複数の凸部が位置し、該複数の凸部が千鳥格子状に配列していることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の放射線検出素子の製造方法。

【請求項 5】

互いに離間する複数の第一柱状シンチレータと、隣り合う第一柱状シンチレータの間に位置し該隣り合う第一柱状シンチレータと離間する第二柱状シンチレータとを備える基板と、それぞれが前記複数の第一柱状シンチレータのそれぞれと重なって位置する複数の光検出部材と、を備える放射線検出素子であって、

10

前記基板は、表面に凹凸部と該凹凸部で周囲を囲まれた平坦部とを有し、前記第一柱状シンチレータが前記平坦部上に位置し、前記第二柱状シンチレータが前記凹凸部上に位置しており、前記凹凸部の凹部の深さ h と、凸部間距離 d とが以下の関係式を満たすことを特徴とする放射線検出素子。

$$h / d \geq 1$$

【請求項 6】

前記凸部間距離 d が $2 \mu m$ 以上且つ $10 \mu m$ 以下であり、尚且つ凸部の周期が $5 \mu m$ 以上且つ $15 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の放射線検出素子。

【請求項 7】

前記平坦部の面積が、前記光検出部材の面積以上であることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の放射線検出素子。

20

【請求項 8】

隣り合う平坦部の間に複数の凸部が位置し、該複数の凸部が千鳥格子状に配列していることを特徴とする請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の放射線検出素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射線を検出する放射線検出素子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

30

被写体に放射線を照射し、透過した放射線を検出することで像を得る放射線撮影において、検出した放射線を電気信号に変換して像を得るデジタルラジオグラフィ (DR) 技術が知られている。一般に DR では、放射線を検出して電気信号に変換するフラットパネルディテクタ (FPD) が用いられる。FPD は二次元状に配列した光検出部材と、この光検出部材の上に配置されたシンチレータ層を有している。FPD の基本的な動作原理は放射線によるシンチレータの発光 (シンチレーション光) をアモルファスシリコンや多結晶シリコンから成る光検出部材で検出して電気信号に変換し、各光検出部での電気信号を処理することで画像化している。FPD のシンチレータ層としてはガドリニウムの酸硫酸化物にテルビウムを発光中心として添加した $Gd_2O_2S:Tb$ 、ヨウ化セシウムにタリウムを添加した $CsI:Tl$ などが一般的に知られている。特に $CsI:Tl$ を用いた FPD では成膜後の $CsI:Tl$ の膜厚にもよるが、真空蒸着によって互いに独立した複数の柱状結晶の $CsI:Tl$ が成膜されるため、柱状結晶内でのライトガイド効果により所謂クロストークが抑制されるため、高い解像度が得られる。

40

【0003】

このような柱状のシンチレータを用いた放射線イメージセンサーとして、特許文献 1 には、二次元状に配列されたフォトダイオードアレイの各受光部上に、各受光部と同サイズの柱状シンチレータを有し、また隣り合う受光部間上には、受光部上のシンチレータよりもサイズの小さい柱状シンチレータを有する構造が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 7 5 0 3 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

上述の特許文献 1 においては、上述の構造を得るために、まず受光部上及び隣り合う受光部間に、受光部よりもサイズの小さい柱状シンチレータを一様に形成している。そして、受光部上の柱状シンチレータにのみレーザを照射することで、受光部上に形成されたサイズの小さい複数の柱状シンチレータを互いに融合させ、受光部と同サイズの柱状シンチレータを形成している。しかしこのような方法では、受光部上のシンチレータにダメージを与えるため、改善が求められていた。本発明は、クロストークを抑制した高解像な放射線検出素子を、シンチレータにダメージを与えることなく製造する方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の課題を解決する本発明は、互いに離間する複数の第一柱状シンチレータと、隣り合う第一柱状シンチレータの間に位置し該隣り合う第一柱状シンチレータと離間する第二柱状シンチレータとを備える基板と、それぞれが前記複数の第一柱状シンチレータのそれぞれと重なって位置する複数の光検出部材と、を備える放射線検出素子の製造方法であって、

20

表面に、凹凸部と該凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部とを有する基板を用意する工程と、

前記凹凸部と平坦部とを有する基板にシンチレータ材を堆積させ、前記平坦部と前記凸部とにそれぞれ第一柱状シンチレータと第二柱状シンチレータとを形成する工程とを有し、

前記凹凸構造の凹部の深さ h と、凸部間距離 d とが、 $h / d \geq 1$ の関係式を満たすことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によればクロストークを抑制した高解像な放射線検出素子を、シンチレータにダメージを与えることなく製造することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】実施の形態の放射線検出素子の製造工程の一例を示す断面模式図

【図 2】実施の形態の平坦部及び凹凸部を有する基板の一例を示す図

【図 3】図 2 に示す実施の形態の基板の上にシンチレータを形成した後の状態を示す図

【図 4】実施の形態の平坦部及び凹凸部を有する基板の他の一例を示す図

【図 5】図 4 に示す実施の形態の基板の上にシンチレータを形成した後の状態を示す図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下に本発明の好ましい実施の形態を、図面を用いて説明する。

40

【 0 0 1 0 】

図 1 の (a) ~ (d) は、本実施の形態の放射線検出素子の製造工程及び製造された放射線検出素子を示す図である。具体的には、図 1 の (a) は、表面に、凹凸部とこの凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部とを有する基板を用意する工程を示している。また図 1 の (b) は、凹凸部と平坦部とを有する基板にシンチレータ材を堆積させ、平坦部と凸部とにそれぞれ第一柱状シンチレータと第二柱状シンチレータとを形成する工程を示している。そして、図 1 の (c) は、これらの工程によって製造された放射線検出素子を示している。尚、図 1 の (c) では、好ましい形態として、第一柱状シンチレータと第二柱状シンチレータ上に保護層及び反射層からなる付加膜が形成されている。また

50

、図 1 の (d) は、図 1 の (a) における凹凸部及び平坦部の部分拡大図である。

【 0 0 1 1 】

図 1 の (c) に示すように、本実施の形態で製造される放射線検出素子 1 1 は、互いに離間する複数の第一柱状シンチレータ 6 と、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 の間に位置し、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と離間する第二柱状シンチレータ 7 とを備える基板 1 を有している。更に、それぞれが複数の第一柱状シンチレータ 6 のそれぞれと重なって位置する複数の光検出部材 2 を備えている。このように、光検出部材 2 が第一柱状シンチレータ 6 と重なるように位置し、且つ隣り合う第一シンチレータ 6 が互いに離間していることで、クロストークを低減することができる。詳述すると、それぞれの第一柱状シンチレータ 6 を照射する放射線である X 線 9 によって、それぞれの第一柱状シンチレータ 6 が発するシンチレーション光の大半は、第一柱状シンチレータ 6 の屈折率と、第一柱状シンチレータ 6 の周囲の空間の屈折率との差によって、それぞれの第一柱状シンチレータ 6 内に閉じ込められる。これは、光ガイド効果と呼ばれるもので、この結果、それぞれの第一柱状シンチレータ 6 で生じたシンチレーション光の大半は、それぞれの第一柱状シンチレータ 6 に重なって位置する光検出部材 2 に到達し、隣接する光検出部材 2 への到達が抑制される。

10

【 0 0 1 2 】

また、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 の間に位置し、この隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と離間する第二柱状シンチレータ 7 を有することによって、クロストークを更に低減することができる。詳述すると、第一柱状シンチレータ 6 から隣接する光検出部材 2 に向けて飛び出した僅かなシンチレーション光（以下、漏れ発光という場合有り）は、第二柱状シンチレータ 7 に入射することで屈折され、この屈折を繰り返すことによってエネルギーを低減させられる。従って、第二柱状シンチレータ 7 に入射した漏れ発光の大半は、第二柱状シンチレータ 7 によってエネルギーを失ってしまうことから、隣接する光検出部材 2 に到達することが困難となる。また、第二柱状シンチレータ 7 自身が発するシンチレーション光に関しては、第二柱状シンチレータ 7 の光ガイド効果による閉じ込めによって光検出部材 2 へ到達することが抑制される。さらに第二柱状シンチレータ 7 から飛び出した僅かな光も、上述のとおり、その隣に位置する第二柱状シンチレータ 7 への入射に伴うエネルギーの低減によって、隣接する光検出部 2 に到達することが困難となる。

20

【 0 0 1 3 】

このように、本実施の形態で製造される放射線検出素子 1 1 は、クロストークを低減し得る。次に、この放射線検出素子 1 1 を、シンチレータにダメージを与えることなく製造する方法について、図を用いて説明する。

30

【 0 0 1 4 】

図 1 の (a) に示すように、本実施の形態においては、まず、表面に、凹凸部とこの凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部 3 とを有する基板を用意する。尚、凹凸部及び平坦部 3 は、基材 1 2 の表面全体に、平坦部 3 及び凸部 4 を構成する部材を設け、これをリソグラフィー法等の方法で所望の形状にパターニングすることによって形成した。ここで、図 1 の (d) に示すように、凹凸部は、凹部 1 0 の深さ h （以下、単に、凹部深さ h という場合有り）と、隣り合う凸部 4 の間の距離 d （以下、単に、凸部間距離 d という場合有り）とが、 $h/d \geq 1$ の関係式を満たしている。そして、図 1 の (b) に示すように、この凹凸部と平坦部 3 とを有する基板 1 上にシンチレータ材を堆積させる。堆積方法としては、真空蒸着等の方法を用いることができる。ここで、基板 1 上には上述のとおり、凹部 1 0 の深さ h と、隣り合う凸部 4 の間の距離 d とが、 $h/d \geq 1$ の関係を満たしているので、凹部 1 0 内にはシンチレータ材がほとんど形成されることはなく、平坦部 3 と凸部 4 とにそれぞれ第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 とが形成される。詳述すると、基板 1 表面に、 $h/d \geq 1$ の関係を満たす凹凸構造を有することによって、基板 1 上へのシンチレータ材の堆積の初期から、凸部 4 と平坦部 3 とにシンチレータ材が優先的に堆積するため、凸部 4 と平坦部 3 とに堆積したシンチレータ材が、シンチレータ材の堆積直後から凹部 1 0 へのシンチレータ材の進入を遮蔽し始める。この遮蔽現

40

50

象は、時間と共に累積的に進んでいくため、すぐさま、凹部 10 にはシンチレータ材が到達できなくなり、凹部 10 がシンチレータ材で埋まることはない。その結果、凹部 10 を挟んで、平坦部 3 と凸部 4 とにそれぞれ第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 とが互いに離間して形成される。

【0015】

このように本実施の形態によれば、シンチレータ材にレーザ照射などの加工をすることがないため、光検出部材 2 に重なって位置する互いに離間した複数の第一柱状シンチレータ 6 と、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 の間に位置し、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と離間する第二柱状シンチレータ 7 をシンチレータにダメージを与えることなく形成することができる。

10

【0016】

尚、第一柱状シンチレータ 6 は、柱状結晶化させずに、バルク状に形成するのが好ましい。これによって、基板 1 上の単位面積あたりの第一柱状シンチレータ 6 の密度が増すため、対応する光検出部材 2 に向かうシンチレーション光を増大させることができる。第一柱状シンチレータ 6 をバルク状に形成するためには、シンチレータ材を基板 1 上に堆積させる際に、シンチレータ材の基板 1 上での表面拡散が促進されるように、堆積条件を制御すればよい。具体的には、シンチレータ材を堆積させる際の基板 1 の温度と、堆積時の雰囲気ガス（導入ガス）の圧力を制御すればよく、基板 1 の温度を上げるほど、または堆積時の雰囲気ガスの圧力を下げるほど、第一柱状シンチレータ 6 をバルク状に形成することができる。ただし、シンチレータ材の基板 1 上での表面拡散が、必要以上に促進されると、平坦部 3 上の第一柱状シンチレータ 6 と、これに隣接する凸部 4 上の第二柱状シンチレータ 7 とが接触、融合してしまうため、表面拡散の促進の程度は適宜に調整する必要がある。尚、本実施の形態のように基板 1 へのシンチレータ材の堆積時の条件を制御して形成したバルク状のシンチレータは、従来技術のように、互いに離間していた柱状のシンチレータをレーザ照射によって融合させて、隙間を埋めたシンチレータに比較して、シンチレータ材の密度が高く、シンチレーション光が増すため好ましい。

20

【0017】

また、平坦部 3 の面積が、光検出部材 2 の面積以上であることが好ましい。これによって、それぞれの光検出部材 2 に対応する第一柱状シンチレータ 6 の面積を大きくすることができるため、光検出部材 2 に向かうシンチレーション光を増大させることができる。

30

【0018】

また、凸部 4 間距離 d が、 $2\ \mu\text{m}$ 以上且つ $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、尚且つ凸部 4 の周期が $5\ \mu\text{m}$ 以上且つ $15\ \mu\text{m}$ 以下であるのが好ましい。

【0019】

また、隣り合う平坦部 3 の間に複数の凸部 4 が位置し、この複数の凸部 4 が千鳥格子状に配列しているのが好ましい。これによって、第一柱状シンチレータ 6 から漏れ発光が生じた場合にも、この漏れ発光が第二柱状シンチレータ 7 に入射する確率が増し、屈折回数が増加するため、クロストークをより確実に低減できる。

【0020】

尚、上述の平坦部 3 及び凹凸部を有する基板 1 とは、図 1 に示した形態に限らず、後述の実施例で詳述する図 4 の形態の平坦部 3 及び凸部 4 を有する基板 1 も含まれる。またこれ以外にも、例えば、基材 12 の表面に所望の溝または島状の窪みを形成して、基材 12 自体が、凸部 4 と平坦部 3 を同じ高さで備える形態、つまり基材 12 自体を加工することによって、それ自体が凹凸部及び平坦部 3 を備える基板 1 となる形態も、本発明の平坦部 3 及び凸部 4 を有する基板 1 に含まれる。

40

【0021】

尚、図 1 の (c) に示すように、第一柱状シンチレータ 6 及び第二柱状シンチレータ 7 の上面に保護層や反射層等の付加膜 8 を設けても良い。保護層としての付加膜 8 としては、シンチレータを保護する有機膜等が使用でき、反射層としての付加膜 8 としては、放射線である X 線 9 のシンチレータへの照射によるシンチレーション光のうち、光検出部材 2

50

とは反対側に向かう光を反射するアルミ膜等が使用できる。

【0022】

また、上述の実施の形態においては、光検出部材2が基板1の凹凸部及び平坦部3を備える面側に位置しているが、光検出部材2の位置は、これに限らず、例えば基板1の凹凸部及び平坦部3を備える面とは反対側の面に位置していても良い。また更には、光検出部材2が基板1とは離間して位置していてもよいし、別の基板上に位置していても良い。

【0023】

尚、放射線検出素子は、更に光検出部材2を保護する保護膜や、光検出部材2ごとに配置されたTFT(Thin Film Transistor)等を有するのが好ましい。

10

【0024】

以下、本発明における実施例について、2つのサンプルに基づき、以下説明する。

【0025】

サンプル1

先ず、基材12に平坦部3及び凸部4を設けて、凹凸部と平坦部3を有する基板1を形成する。具体的には、石英からなる基材12上に、フォトレジスト(SU-8 3005)をスピンコート法によって4 μ mの厚みで塗布し、フォトレジストが塗布された基材12を、95 $^{\circ}$ Cに加熱したホットプレートで加熱した後、平端部と凸部に対応したパターンのマスクを介して露光を行う。次に、露光を終えたフォトレジストを有する基材12を95 $^{\circ}$ Cに加熱し、SU-8用の現像液(デベロッパー)を用いて現像を行う。最後に現像を終えたフォトレジストパターンを有する基材12を120 $^{\circ}$ Cで焼成し、基材12上に平坦部3及び凸部4を形成した。このようにして形成された、凹凸部とこの凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部3とを有する基板1を図2の(a)、(b)に示す。図2の(a)は基板1の上面図であり、図2の(b)は図2の(a)におけるA-B間の断面図である。尚、図2の(b)は発明の理解のため、図2の(a)とは平坦部3と凸部4の縮尺を異ならせている。本サンプルでは、平端部3を、基材12の表面からの高さが3 μ m(図中Z方向の長さ)、上面の各辺の長さ(図中X方向及びY方向の各長さ)が50 μ mの直方体形状、凸部4を、基材12からの高さ(凹部10の深さ)hが3 μ m、上面の直径が3 μ mの円柱形状で作成した。尚、隣り合う凸部4の間の距離dは2 μ mとした。そして、凸部4が互いに隣り合う平坦部3の間に千鳥格子状に配列されるように形成した。以上のようにして、基材12上に凸部4と平坦部3とを形成し、凹凸部とこの凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部3とを有する基板1を用意した。

20

30

【0026】

次に、基板1をチャンバー内に設置しCsI:Tlから成るシンチレータ材を真空蒸着法により基板1上に堆積させる。具体的には、CsIとTlIの粉末を別々の蒸着ポートに投入し、CsIのポートを700 $^{\circ}$ C、TlIのポートを300 $^{\circ}$ Cに加熱することで基板1上にCsIとTlIとを共蒸着する。このとき、基板1の温度は200 $^{\circ}$ Cとするとともに、チャンバー内にArガスを導入し、雰囲気圧力を 5×10^{-3} Paとする。そして、基板1上に堆積されたCsI:TlのTl含有量が1mol%程度になるようにCsIとTlIの蒸着レートを制御し、CsI:Tlの膜厚が200 μ mとなるように制御する。このようにして、図3に示すように、基板1上の平坦部3と凸部4とに、それぞれ第一柱状シンチレータ6と第二柱状シンチレータ7とを形成する。

40

【0027】

尚、上記条件によって、平坦部3上には、第一柱状シンチレータ6がバルク状に形成された。また凸部4上には、隣り合う凸部4の間の凹部10がシンチレータ材で埋まることなく、互いに離間した第二柱状シンチレータ7が形成された。尚、第二柱状シンチレータ7の直径は、凸部4の直径よりも若干大きくなっているが、隣り合う第二柱状シンチレータ7同士、また近接する第一柱状シンチレータ6と接触することなく、それぞれが独立した柱状結晶となっていた。

【0028】

50

サンプル 2

本サンプルはサンプル 1 とは異なる凹凸部及び平坦部 3 のパターンを用いた例である。

【0029】

先ず、サンプル 1 と同様にして石英基材 12 上へフォトリソグリス (SU-8 3005) からなる凸部 4 を形成する。但し本サンプルではサンプル 1 とは異なるパターンのマスクを用いて露光を行い、図 4 に示す凸部 4 を形成する。図 4 の (a) はレジストによって凸部 4 が形成された基材 12 の平面図であり、図 4 の (b) は図 4 の (a) における A-B 間の断面図である。尚、図 4 の (b) は発明の理解のため、図 4 の (a) とは平坦部 3 と凸部 4 の縮尺を異ならせている。図 4 の (a)、(b) に示すように、本サンプルでは、凸部 4 と凹部 10 から成る凹凸部に囲まれた部分には基材 12 自体が露出した平坦部 3 が形成されている。換言すると、サンプル 1 における平坦部 3 に対応する部分のフォトリソグリス (SU-8 3005) を現像し除去することで、基材 12 自体からなる平坦部 3 が形成されている。尚、平坦部 3 は $50\text{ }\mu\text{m}$ 四方の正形状とし、凸部 4 は高さ (つまり凹部 1 の深さ) h が $3\text{ }\mu\text{m}$ 、上面の直径が $3\text{ }\mu\text{m}$ の円柱形状で作成した。尚、隣り合う凸部 4 の間の距離 d は $2\text{ }\mu\text{m}$ とした。そして、凸部 4 が互いに隣り合う平坦部 3 の間で千鳥格子状に配列されるように形成した。以上のようにして、基材 12 上に凸部 4 を形成し、凹凸部とこの凹凸部で周囲を囲まれた互いに離間する複数の平坦部 3 とを有する基板 1 を用意した。

10

【0030】

次に、基板 1 をチャンバー内に設置し、サンプル 1 と同様にして CsI: Tl から成るシンチレータ材を真空蒸着法により基板 1 上に堆積させ、図 5 に示すように基板 1 上の平坦部 3 と凸部 4 とに、それぞれ第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 とを形成した。

20

【0031】

本サンプルにおいても、平坦部 3 上には、第一柱状シンチレータ 6 がバルク状に形成された。尚、本サンプルにおいては、平坦部 3 が窪んでいるが、凹凸部の凹部 10 のようなアスペクトが 1 以上の窪みではないので、平坦部 3 にもシンチレータ材が堆積して、第一柱状シンチレータ 6 がバルク状に形成された。また凸部 4 上には、隣り合う凸部 4 の間の凹部 10 がシンチレータ材で埋まることなく、互いに離間した第二柱状シンチレータ 7 が形成された。また、互いに隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 とも、互いに離間していることが確認できた。以上の工程により、シンチレータにダメージを与えることなく、互いに離間した第一柱状シンチレータ 6 及び第二柱状シンチレータ 7 を形成することが出来た。

30

【実施例 1】

【0032】

本実施例において、サンプル 1 の作成工程を利用して図 1 に示す放射線検出素子を製造した。

【0033】

アモルファスシリコンからなる光検出部材 2 が二次元的にアレイ化された基板 1 にポリイミドを配置し、図 2 で示したサンプル 1 と同じパターンにポリイミドをパターンニングして平坦部 3 及び凸部 4 を形成する。この際、図 2 で示した平坦部 3 が光検出部材 2 上に配置されるようにパターンを形成する。このようにして用意された基板 1 に、サンプル 1 と同様に CsI: Tl から成るシンチレータ材を堆積させて、平坦部 3 と凸部 4 とに、それぞれ第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 とを形成する。その後、第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 の上に防湿保護膜としてのポリパラキシレンを配置し、更に反射膜としてのアルミ膜をホットメルト法で接着する。以上の工程により、シンチレータにダメージを与えることなく、光検出部材 2 と重なって位置する第一柱状シンチレータ 6 と、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 の間に位置し、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と離間する第二柱状シンチレータ 7 とを備える放射線検出素子を製造することが出来た。

40

50

【 0 0 3 4 】

尚、サンプル 2 の工程を利用する場合には、図 4 で示した平坦部 3 が光検出部材 2 上に配置されるようにパターンを形成すればよい。

【実施例 2】

【 0 0 3 5 】

本実施例においては、サンプル 1 作成工程を利用して放射線検出素子を製造した。

【 0 0 3 6 】

アモルファスカーボン基材に反射膜としてアルミ膜を配置し、アルミ膜上にサンプル 1 と同様にしてレジストをパターニングして平坦部 3 及び凸部 4 を形成する。その上に更にサンプル 1 と同様に CsI : Tl からなるシンチレータ材を堆積させ、平坦部 3 と凸部 4 とに、それぞれ第一柱状シンチレータ 6 と第二柱状シンチレータ 7 を形成する。その後、アモルファスシリコンからなる光検出部材 2 が二次元的にアレイ化された基板 1 と貼り合わせる。この際、図 3 で示した第一柱状シンチレータ 6 が光検出部材 2 上に配置されるように位置合わせを行って張り合わせる。以上の工程により、シンチレータにダメージを与えることなく、光検出部材 2 と重なって位置する第一柱状シンチレータ 6 と、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 の間に位置し、隣り合う第一柱状シンチレータ 6 と離間する第二柱状シンチレータ 7 とを備える放射線検出素子を製造することが出来た。

10

【 0 0 3 7 】

尚、サンプル 2 の工程を利用する場合には、図 5 で示した平坦部 3 上に位置する第一柱状シンチレータ 6 が光検出部材 2 と重なって位置するように貼り合わせを行えばよい。

20

【 0 0 3 8 】

尚、基板 1 を用意する工程とは、上述の各実施例及びサンプル例に記載のような基材 1 2 に凹凸部及び平坦部 3 を形成する処理や、基材 1 2 自体を加工して凹凸部及び平坦部 3 を形成する処理に限られるものではない。例えば、予め凹凸部及び平坦部 3 が形成された基板 1 を、単にシンチレータ材を堆積させるためのステージに設置する行為でも構わない。

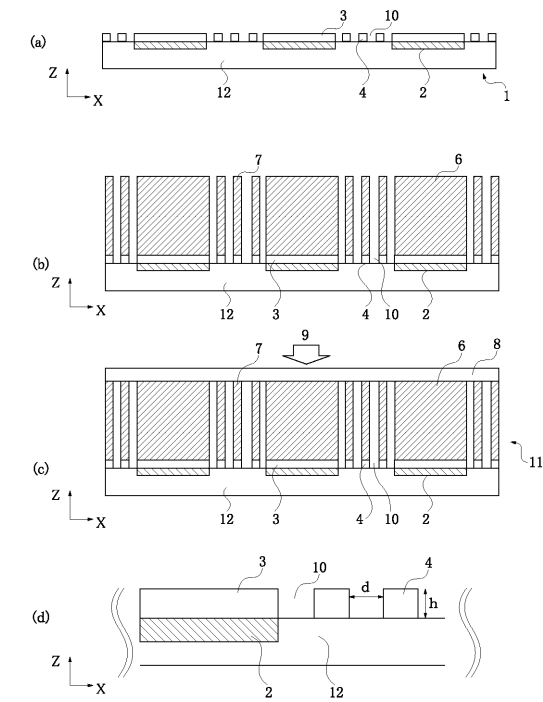
【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

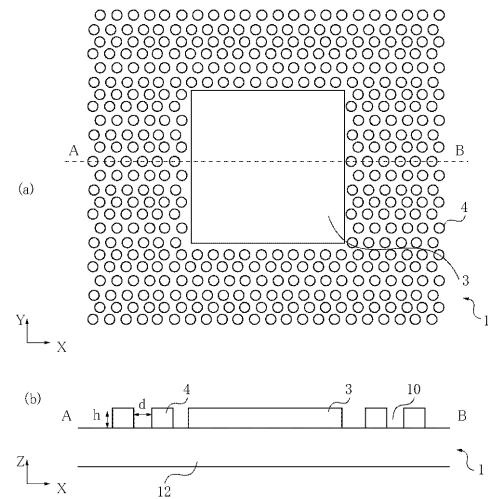
- 1 基板
- 2 光検出部材
- 3 平坦部
- 4 凸部
- 6 第一柱状シンチレータ
- 7 第二柱状シンチレータ
- 10 凹部
- 11 放射線検出素子

30

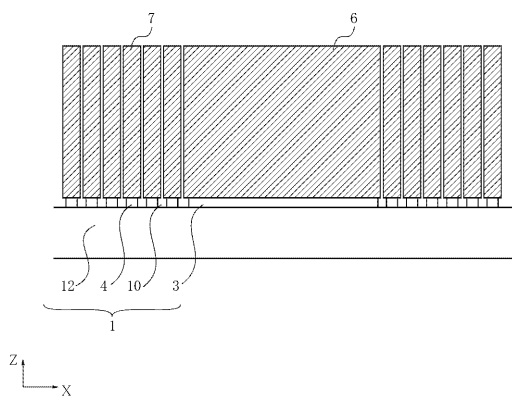
【図 1】



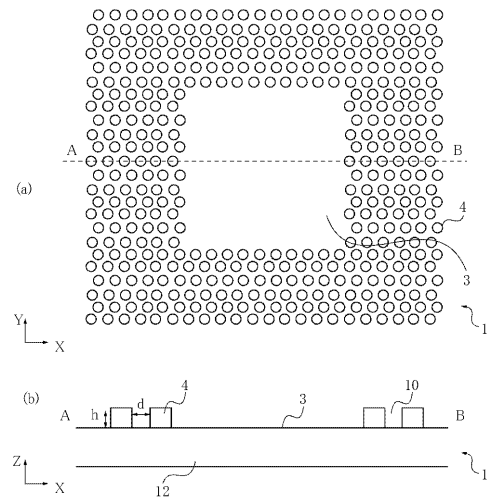
【図 2】



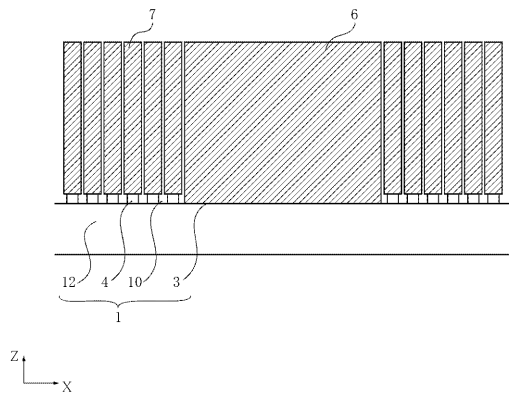
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 安居 伸浩
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
- (72)発明者 田 透
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

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開2006-189296(JP,A)
特開2002-31687(JP,A)
特開平7-27863(JP,A)
特開2001-128064(JP,A)
特開2000-75038(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0173445(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01T 1/20 - 1/208