

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-9826

(P2018-9826A)

(43) 公開日 平成30年1月18日 (2018.1.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 T 1/20 (2006.01)</b>	GO 1 T 1/20 L	2 G 0 0 1
<b>GO 1 N 23/04 (2018.01)</b>	GO 1 T 1/20 E	2 G 1 8 8
	GO 1 T 1/20 G	
	GO 1 N 23/04	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-137384 (P2016-137384)	(71) 出願人	503382542
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016.7.12)		東芝電子管デバイス株式会社
			栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	100108062
			弁理士 日向寺 雅彦
		(74) 代理人	100168332
			弁理士 小崎 純一
		(74) 代理人	100146592
			弁理士 市川 浩
		(72) 発明者	鷹取 幸司
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			電子管デバイス株式会社内
		(72) 発明者	本間 克久
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			電子管デバイス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出器及びその製造方法

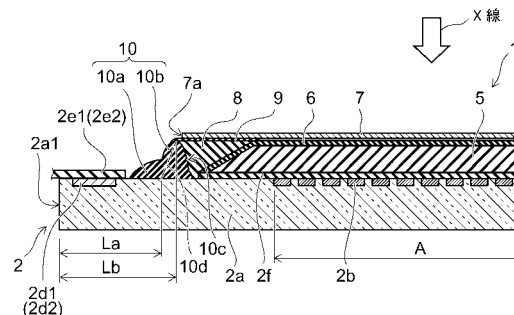
## (57) 【要約】

【課題】省スペース化を図ることができる放射線検出器及びその製造方法を提供することである。

【解決手段】実施形態に係る放射線検出器は、複数の光電変換素子を有するアレイ基板と、前記複数の光電変換素子の上に設けられ、放射線を蛍光に変換するシンチレータと、前記アレイ基板の上に設けられ、前記シンチレータを囲む枠状の壁体と、を備えている。

前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離は、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短い。

【選択図】 図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の光電変換素子を有するアレイ基板と、  
前記複数の光電変換素子の上に設けられ、放射線を蛍光に変換するシンチレータと、  
前記アレイ基板の上に設けられ、前記シンチレータを囲む枠状の壁体と、  
を備え、

前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離は、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短い放射線検出器。

**【請求項 2】**

前記壁体は、積層構造を有する請求項 1 記載の放射線検出器。

10

**【請求項 3】**

前記枠状の壁体の周方向における少なくとも一部の領域の、前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離は、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短い請求項 1 または 2 に記載の放射線検出器。

**【請求項 4】**

複数の光電変換素子を有するアレイ基板の上に、シンチレータを形成する工程と、  
前記アレイ基板の上に、前記シンチレータを囲む枠状の壁体を形成する工程と、  
を備え、

前記枠状の壁体を形成する工程において、前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離を、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短くする放射線検出器の製造方法。

20

**【請求項 5】**

前記枠状の壁体を形成する工程において、前記壁体の材料の塗布と、硬化とを複数回繰り返すことで、積層構造を有する前記壁体を形成する請求項 4 記載の放射線検出器の製造方法。

**【請求項 6】**

前記枠状の壁体を形成する工程において、前記アレイ基板の上に前記壁体の材料を塗布し、前記塗布された前記壁体の材料を半硬化状態とし、前記半硬化状態とされた前記壁体の材料を成形し、前記成形された前記壁体の材料を硬化して前記壁体を形成する請求項 4 記載の放射線検出器の製造方法。

30

**【請求項 7】**

前記枠状の壁体を形成する工程において、前記枠状の壁体の周方向における少なくとも一部の領域の、前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離を、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短くする請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の放射線検出器の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、放射線検出器及びその製造方法に関する。

**【背景技術】**

40

**【0002】**

放射線検出器の一例に X 線検出器がある。X 線検出器においては、X 線をシンチレータにより蛍光すなわち可視光に変換し、この蛍光をアモルファスシリコン (a - Si) フォトダイオード、あるいは CCD (Charge Coupled Device) などの光電変換素子を用いて信号電荷に変換することで X 線画像を取得している。

また、蛍光の利用効率を高めて感度特性を改善するために、シンチレータの上に反射層をさらに設ける場合もある。

ここで、水蒸気などに起因する解像度特性の劣化を抑制するために、シンチレータと反射層は、外部雰囲気から隔離する必要がある。特に、シンチレータが、CsI (ヨウ化セシウム) : Tl (タリウム) や CsI : Na (ナトリウム) などからなる場合には、水蒸

50

気などによる解像度特性の劣化が大きくなるおそれがある。

そのため、シンチレータを囲む包囲リングを設け、包囲リングの上面にカバーを接着する構造が提案されている。

#### 【0003】

ここで、X線検出器を製造する際には、製造工程中において発生した静電気を逃がすために、光電変換素子が設けられた領域を囲む短絡用外周配線（ショートリング；outer short ring）が基板に設けられる。短絡用外周配線は、X線検出器を製造する過程では必要ではあるが、完成品には残しておくことができない。

#### 【0004】

そのため、基板の周囲を切断して短絡用外周配線を除去するようにしている。

10

ところが、包囲リングが設けられていると、切断用の工具と包囲リングが干渉したり、基板に照射したレーザ光の熱が包囲リングに逃げたりするおそれがある。そのため、包囲リングと切断位置（アレイ基板の周端面となる位置）との間の距離を長くすることが必要となり、包囲リングの外側に無駄なスペースが形成されるおそれがある。包囲リングの外側に無駄なスペースが形成されると、X線検出器の寸法の増加や重量の増加を招くおそれがある。

そこで、省スペース化を図ることができる技術の開発が望まれていた。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

20

【特許文献1】特開2001-188086号公報

【特許文献2】特開平5-242841号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本発明が解決しようとする課題は、省スペース化を図ることができる放射線検出器及びその製造方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

実施形態に係る放射線検出器は、複数の光電変換素子を有するアレイ基板と、前記複数の光電変換素子の上に設けられ、放射線を蛍光に変換するシンチレータと、前記アレイ基板の上に設けられ、前記シンチレータを囲む枠状の壁体と、を備えている。

30

前記壁体の底面の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離は、前記壁体の頂部の中心と前記アレイ基板の周端面との間の距離よりも短い。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

【図1】本実施の形態に係るX線検出器1を例示するための模式斜視図である。

【図2】X線検出器1の模式断面図である。

【図3】他の実施形態に係る壁体11を例示するための模式断面図である。

【図4】他の実施形態に係る壁体12を例示するための模式断面図である。

40

【図5】(a)～(c)は、比較例に係る壁体110が設けられた基板2aの表面に溝を形成する様子を例示するための模式断面図である。

【図6】(a)～(c)は、本実施の形態に係る壁体10が設けられた基板2aの表面に溝を形成する様子を例示するための模式断面図である。

【図7】(a)は、壁体10の形成を例示するための模式断面図である。(b)は、壁体11の形成を例示するための模式断面図である。

【図8】(a)、(b)は、壁体12の形成を例示するための模式工程断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0009】

以下、図面を参照しつつ、実施の形態について例示をする。なお、各図面中、同様の構

50

成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

また、本発明の実施形態に係る放射線検出器は、X線のほかにもγ線などの各種放射線に適用させることができる。ここでは、一例として、放射線の中の代表的なものとしてX線に係る場合を例にとり説明をする。したがって、以下の実施形態の「X線」を「他の放射線」に置き換えることにより、他の放射線にも適用させることができる。

#### 【0010】

(X線検出器)

まず、本実施の形態に係るX線検出器1について例示をする。

図1は、本実施の形態に係るX線検出器1を例示するための模式斜視図である。

なお、煩雑となるのを避けるために、図1においては、反射層6、防湿体7、充填部8、接合層9、壁体10などを省いて描いている。

図2は、X線検出器1の模式断面図である。

なお、煩雑となるのを避けるために、図2においては、制御ライン(又はゲートライン)2c1、データライン(又はシグナルライン)2c2、信号処理部3、画像伝送部4などを省いて描いている。

放射線検出器であるX線検出器1は、放射線画像であるX線画像を検出するX線平面センサである。X線検出器1は、例えば、一般医療などに用いることができる。ただし、X線検出器1の用途は、一般医療に限定されるわけではない。

#### 【0011】

図1および図2に示すように、X線検出器1には、アレイ基板2、信号処理部3、画像伝送部4、シンチレータ5、反射層6、防湿体7、充填部8、接合層9、および壁体10が設けられている。

アレイ基板2は、基板2a、光電変換部2b、制御ライン2c1、データライン2c2、および保護層2fを有する。

#### 【0012】

基板2aは、板状を呈し、無アルカリガラスなどの透光性材料から形成されている。

光電変換部2bは、基板2aの一方の表面に複数設けられている。

光電変換部2bは、矩形状を呈し、制御ライン2c1とデータライン2c2とで画された領域に設けられている。複数の光電変換部2bは、マトリクス状に並べられている。

なお、1つの光電変換部2bは、1つの画素(pixel)に対応する。

#### 【0013】

複数の光電変換部2bのそれぞれには、光電変換素子2b1と、スイッチング素子である薄膜トランジスタ(TFT; Thin Film Transistor)2b2が設けられている。

また、信号電荷を蓄積する図示しない蓄積キャパシタを設けることができる。図示しない蓄積キャパシタは、例えば、矩形平板状を呈し、各薄膜トランジスタ2b2の下に設けることができる。ただし、光電変換素子2b1の容量によっては、光電変換素子2b1が図示しない蓄積キャパシタを兼ねることができる。

#### 【0014】

光電変換素子2b1は、例えば、フォトダイオードなどとすることができる。

薄膜トランジスタ2b2は、図示しない蓄積キャパシタへの電荷の蓄積および放出のスイッチングを行う。薄膜トランジスタ2b2は、アモルファスシリコン(a-Si)やポリシリコン(P-Si)などの半導体材料を含むものとすることができる。薄膜トランジスタ2b2は、ゲート電極、ソース電極及びドレイン電極を有している。薄膜トランジスタ2b2のゲート電極は、対応する制御ライン2c1と電氣的に接続される。薄膜トランジスタ2b2のソース電極は、対応するデータライン2c2と電氣的に接続される。薄膜トランジスタ2b2のドレイン電極は、対応する光電変換素子2b1と図示しない蓄積キャパシタとに電氣的に接続される。

#### 【0015】

制御ライン2c1は、所定の間隔を開けて互いに平行に複数設けられている。制御ライン2c1は、例えば、行方向に延びている。

10

20

30

40

50

1つの制御ライン2c1は、基板2aの周縁近傍に設けられた複数の配線パッド2d1のうちの1つと電氣的に接続されている。1つの配線パッド2d1には、フレキシブルプリント基板2e1に設けられた複数の配線のうちの1つが電氣的に接続されている。フレキシブルプリント基板2e1に設けられた複数の配線他端は、信号処理部3に設けられた図示しない制御回路とそれぞれ電氣的に接続されている。

【0016】

データライン2c2は、所定の間隔を開けて互いに平行に複数設けられている。データライン2c2は、例えば、行方向に直交する列方向に延びている。

1つのデータライン2c2は、基板2aの周縁近傍に設けられた複数の配線パッド2d2のうちの1つと電氣的に接続されている。1つの配線パッド2d2には、フレキシブルプリント基板2e2に設けられた複数の配線のうちの1つが電氣的に接続されている。フレキシブルプリント基板2e2に設けられた複数の配線他端は、信号処理部3に設けられた図示しない増幅・変換回路とそれぞれ電氣的に接続されている。

制御ライン2c1、およびデータライン2c2は、例えば、アルミニウムやクロムなどの低抵抗金属を用いて形成することができる。

【0017】

保護層2fは、光電変換部2b、制御ライン2c1、およびデータライン2c2を覆うように設けられている。

保護層2fは、例えば、酸化物絶縁材料、窒化物絶縁材料、酸窒化物絶縁材料、および樹脂材料の少なくとも1種を含む。

【0018】

信号処理部3は、アレイ基板2の、シンチレータ5が設けられる側とは反対側に設けられている。

信号処理部3には、図示しない制御回路と、図示しない増幅・変換回路とが設けられている。

図示しない制御回路は、各薄膜トランジスタ2b2の動作、すなわちオン状態およびオフ状態を制御する。例えば、図示しない制御回路は、フレキシブルプリント基板2e1と配線パッド2d1と制御ライン2c1とを介して、制御信号S1を各制御ライン2c1毎に順次入力する。制御ライン2c1に入力された制御信号S1により薄膜トランジスタ2b2がオン状態となり、光電変換部2bからの信号電荷(画像データ信号S2)が受信できるようになる。

【0019】

図示しない増幅・変換回路は、例えば、複数の積分アンプ、複数の並列/直列変換器、および複数のアナログ-デジタル変換器を有している。

積分アンプは、データライン2c2と電氣的に接続されている。

並列/直列変換器は、切り換えスイッチを介して積分アンプと電氣的に接続されている。

アナログ-デジタル変換器は、並列/直列変換器と電氣的に接続されている。

図示しない積分アンプは、データライン2c2と配線パッド2d2とフレキシブルプリント基板2e2とを介して、光電変換部2bからの画像データ信号S2を順次受信する。

【0020】

そして、図示しない積分アンプは、一定時間内に流れる電流を積分し、その積分値に対応した電圧を並列/直列変換器へ出力する。この様にすれば、所定の時間内にデータライン2c2を流れる電流の値(電荷量)を電圧値に変換することが可能となる。

すなわち、積分アンプは、シンチレータ5において発生した蛍光の強弱分布に対応した画像データ情報を、電位情報へと変換する。

【0021】

図示しない並列/直列変換器は、電位情報へと変換された画像データ信号S2を順次直列信号に変換する。

図示しないアナログ-デジタル変換器は、直列信号に変換された画像データ信号S2を

10

20

30

40

50

デジタル信号に順次変換する。

【0022】

画像伝送部4は、配線4aを介して、信号処理部3の図示しない増幅・変換回路と電氣的に接続されている。なお、画像伝送部4は、信号処理部3と一体化されていてもよい。

画像伝送部4は、図示しないアナログ-デジタル変換器によりデジタル信号に変換された画像データ信号S2に基づいて、X線画像を構成する。構成されたX線画像のデータ(X線画像信号)は、画像伝送部4から外部の機器に向けて出力される。

【0023】

シンチレータ5は、複数の光電変換素子2b1の上に設けられ、入射するX線を蛍光すなわち可視光に変換する。

シンチレータ5は、例えば、ヨウ化セシウム(CsI)：タリウム(Tl)、あるいはヨウ化ナトリウム(NaI)：タリウム(Tl)などを用いて形成することができる。この場合、真空蒸着法などを用いて、シンチレータ5を形成すれば、複数の柱状結晶の集合体からなるシンチレータ5が形成される。

なお、図2に例示をしたシンチレータ5は、真空蒸着法を用いて形成されたものである。

【0024】

また、シンチレータ5は、例えば、酸硫化ガドリニウム( $Gd_2O_2S$ )などを用いて形成することもできる。この場合、複数の光電変換部2bごとに四角柱状のシンチレータ5が設けられるように、マトリクス状の溝部を形成することができる。

【0025】

反射層6は、シンチレータ5の表面側(X線の入射面側)を覆うように設けられている。反射層6は、蛍光の利用効率を高めて感度特性を改善するために設けられる。反射層6は、例えば、酸化チタン( $TiO_2$ )などの光散乱性粒子を含む樹脂をシンチレータ5上に塗布することで形成することができる。

なお、反射層6は、必ずしも必要ではなく、必要に応じて設けるようにすればよい。

【0026】

防湿体7は、空気中に含まれる水蒸気により、反射層6の特性やシンチレータ5の特性が劣化するのを抑制するために設けられている。

防湿体7は、反射層6(シンチレータ5)の上方を覆っている。この場合、防湿体7と反射層6の上面との間に隙間があってもよいし、防湿体7と反射層6の上面とが接触するようにしてもよい。

例えば、大気圧よりも減圧された環境において、防湿体7と、充填部8の上面とを接合すれば、大気圧により防湿体7と反射層6の上面が接触する。

【0027】

防湿体7は、シンチレータ5の上方を覆い、周縁部近傍が充填部8の上面に接合されている。

X線の入射方向から見て、防湿体7の端面7aの位置は、有効画素エリアAよりは外側であって、壁体10の内面10cよりは内側となるようにすることができる。

この場合、X線の入射方向から見て、防湿体7の端面7aの位置が、壁体10の内面10cに近くなるようにすれば、充填部8の上面と防湿体7との封止性および信頼性を向上させることができる。

【0028】

防湿体7は、透湿係数の小さい材料から形成することができる。

防湿体7は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、あるいは、樹脂膜と無機材料(アルミニウムやアルミニウム合金などの金属、 $SiO_2$ 、 $SiON$ 、 $Al_2O_3$ などのセラミック系材料)からなる膜とが積層された低透湿防湿膜(水蒸気バリアフィルム)などから形成することができる。

この場合、実効的な透湿係数がほとんどゼロであるアルミニウムやアルミニウム合金などを用いて防湿体7を形成すれば、防湿体7を透過する水蒸気をほぼ完全になくすことが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 2 9 】

また、防湿体 7 の厚み寸法は、X 線の吸収や剛性などを考慮して決定することができる。この場合、防湿体 7 の厚み寸法を大きくしすぎると X 線の吸収が大きくなりすぎる。防湿体 7 の厚み寸法を小さくしすぎると剛性が低下して破損しやすくなる。

防湿体 7 は、例えば、厚み寸法が 0 . 1 m m のアルミニウム箔を用いて形成することができる。

【 0 0 3 0 】

充填部 8 は、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の側面と、壁体 1 0 の内面 1 0 c との間に設けられている。

充填部 8 の上面の位置は、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置と同程度とすることができる。

この場合、充填部 8 の上面の位置は、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置と同じであってもよいし、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置より少し高くてもよいし、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置より少し低くてもよい。

なお、充填部 8 の上面の位置が、壁体 1 0 の頂部の位置より少し低くなるようにすれば、後述する充填を行う際に、充填部 8 を形成するための材料が壁体 1 0 の頂部を超えてあふれ出ないようにすることができる。

【 0 0 3 1 】

充填部 8 の材料は、透湿係数が小さいものとすることができる。

充填部 8 は、例えば、無機材料からなるフィラー材と、樹脂（例えば、エポキシ系樹脂など）を含む。

フィラー材は、例えば、タルク（滑石： $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ）などから形成されたものとすることができる。

タルクは、低硬度の無機材質であり、滑り性が高い。そのため、タルクからなるフィラー材を高い濃度で含有させても、充填部 8 の形状変形が困難となることがない。

【 0 0 3 2 】

タルクからなるフィラー材の粒径が、数  $\mu m$  から数十  $\mu m$  程度となるようにすれば、タルクからなるフィラー材の濃度（充填密度）を高めることができる。

タルクからなるフィラー材の濃度を高めれば、樹脂のみの場合と比較して透湿係数を 1 ケタ程度小さくすることができる。

例えば、タルクからなるフィラー材の濃度は、5 0 重量 % 以上とすることができる。

【 0 0 3 3 】

充填部 8 の上面は、平坦であることが好ましい。

充填部 8 の上面が平坦であれば、充填部 8 の上面と防湿体 7 との封止性を確保し、且つ高い信頼性を得ることができる。

この場合、充填部 8 を形成するための材料の粘度を低めにするこゝで、充填部 8 の上面が平坦となるようにすることができる。

例えば、充填部 8 を形成するための材料の粘度が、室温で 1 0 P a ・ s e c 程度となるようにすればよい。

【 0 0 3 4 】

また、充填部 8 は、吸湿材と、樹脂（例えば、エポキシ系樹脂など）を含むものとするこゝもできる。

充填部 8 を形成するための材料は、例えば、吸湿材である塩化カルシウムと、バインダ樹脂（例えば、エポキシ系樹脂やシリコン系樹脂など）と、溶媒を混合して作成したものとするこゝができる。

例えば、充填部 8 を形成するための材料の密度は 2 . 1 g / c c 程度、当該材料の単位重量当たりの吸湿容量は 2 7 % 程度、当該材料の粘度は室温で 1 0 P a ・ s e c 程度とすこゝができる。

10

20

30

40

50

また、エポキシ化亜麻仁油などのエポキシ化植物油をさらに加えて、柔軟性を有する充填部 8 が形成されるようにすることができる。

柔軟性を有する充填部 8 とすれば、温度変化と部材間の熱膨張率差に起因する応力により剥がれが生じるのを抑制することができる。

【0035】

接合層 9 は、防湿体 7 と、充填部 8 の上面との間に設けられ、防湿体 7 の周縁近傍と充填部 8 とを接合している。

接合層 9 は、例えば、加熱や紫外線照射などを硬化の切っ掛けとする遅延硬化型接着剤、自然（常温）硬化型接着剤、および加熱硬化型接着剤のいずれかが硬化することで形成されたものとしてすることができる。

【0036】

壁体 10 は、アレイ基板 2 の上に設けられ、シンチレータ 5 を囲んでいる。壁体 10 は、棒状を呈している。壁体 10 は、X 線の入射方向から見て、シンチレータ 5 よりは外側であって、配線パッド 2 d 1、2 d 2 が設けられる領域よりは内側に設けられている。

この場合、壁体 10 が、配線パッド 2 d 1、2 d 2 が設けられる領域の近傍に設けられるようにすれば、充填部 8 の上面の面積を大きくできるので接合層 9 を大きくすることができる。そのため、充填部 8 の上面と接合層 9 との間の封止性および信頼性、および接合層 9 と防湿体 7 との間の封止性および信頼性を向上させることができる。

【0037】

壁体 10 の材料は、透湿係数が小さいものとしてすることが好ましい。

壁体 10 は、例えば、無機材料からなるフィラー材と、樹脂（例えば、エポキシ系樹脂など）を含むものとしてすることができる。

壁体 10 の材料は、例えば、充填部 8 の材料と同じとしてすることができる。

【0038】

壁体 10 は、第 1 の部分 10 a と、第 2 の部分 10 b を有する。

第 1 の部分 10 a と基板 2 a（アレイ基板 2）の周端面 2 a 1 との間の距離は、第 2 の部分 10 b と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離よりも短い。すなわち、第 1 の部分 10 a は、基板 2 a の周端面 2 a 1 の近傍に設けられている。

第 1 の部分 10 a の基板 2 a の表面からの高さは、第 2 の部分 10 b の基板 2 a の表面からの高さよりも低い。

壁体 10 は、積層構造を有する。

【0039】

また、壁体 10 の底面の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_a$  は、壁体 10 の頂部の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_b$  よりも短い。すなわち、壁体 10 の底面の中心と壁体 10 の頂部の中心とを結ぶ線 10 d は、壁体 10 の頂部側に向かうに従いシンチレータ 5 に近づく方向に傾斜している。

また、壁体 10 の頂部側の断面積は、壁体 10 の底面側の断面積よりも小さくなっている。

【0040】

図 3 は、他の実施形態に係る壁体 11 を例示するための模式断面図である。

図 3 に示すように、壁体 11 も、第 1 の部分 11 a と、第 2 の部分 11 b を有する。

ただし、壁体 11 には、第 2 の部分 11 b の上に第 3 の部分 11 c がさらに設けられている。

【0041】

第 1 の部分 11 a と基板 2 a（アレイ基板 2）の周端面 2 a 1 との間の距離は、第 2 の部分 11 b と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離よりも短い。第 2 の部分 11 b と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離は、第 3 の部分 11 c と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離よりも短い。

第 1 の部分 11 a の基板 2 a の表面からの高さは、第 2 の部分 11 b の基板 2 a の表面からの高さよりも低い。第 2 の部分 11 b の基板 2 a の表面からの高さは、第 3 の部分 1

10

20

30

40

50



1 c の基板 2 a の表面からの高さよりも低い。

すなわち、前述した壁体 1 0 は 2 層の積層構造を有していたが、壁体 1 1 は 3 層の積層構造を有している。なお、積層構造の層数は例示をしたものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

#### 【0042】

また、壁体 1 1 の底面の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_a$  は、壁体 1 1 の頂部の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_b$  よりも短い。すなわち、壁体 1 1 の底面の中心と壁体 1 1 の頂部の中心とを結ぶ線 1 1 d は、壁体 1 1 の頂部側に向かうに従いシンチレータ 5 に近づく方向に傾斜している。

また、壁体 1 1 の頂部側の断面積は、壁体 1 1 の底面側の断面積よりも小さくなっている。

10

壁体 1 1 の材料は、例えば、壁体 1 0 の材料と同じとすることができる。

#### 【0043】

図 4 は、他の実施形態に係る壁体 1 2 を例示するための模式断面図である。

図 4 に示すように、壁体 1 2 も、第 1 の部分 1 2 a と、第 2 の部分 1 2 b を有する。

ただし、第 1 の部分 1 2 a の外側面と、第 2 の部分 1 2 b の外側面は、なだらかに繋がっている。

#### 【0044】

第 1 の部分 1 2 a と基板 2 a (アレイ基板 2) の周端面 2 a 1 との間の距離は、第 2 の部分 1 2 b と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離よりも短い。すなわち、第 1 の部分 1 2 a は、基板 2 a の周端面 2 a 1 の近傍に設けられている。

20

第 1 の部分 1 2 a の基板 2 a の表面からの高さは、第 2 の部分 1 2 b の基板 2 a の表面からの高さよりも低い。

#### 【0045】

また、壁体 1 2 の底面の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_a$  は、壁体 1 2 の頂部の中心と基板 2 a の周端面 2 a 1 との間の距離  $L_b$  よりも短い。すなわち、壁体 1 2 の底面の中心と壁体 1 2 の頂部の中心とを結ぶ線 1 2 d は、壁体 1 2 の頂部側に向かうに従いシンチレータ 5 に近づく方向に傾斜している。

また、壁体 1 2 の頂部側の断面積は、壁体 1 2 の底面側の断面積よりも小さくなっている。

30

壁体 1 2 の材料は、例えば、壁体 1 0 の材料と同じとすることができる。

#### 【0046】

次に、壁体 1 0、1 1、1 2 の効果について説明する。

前述した光電変換素子 2 b 1 や薄膜トランジスタ 2 b 2 は、一般的には静電気に対する耐性が低い。そのため、X 線検出器 1 を製造する際には、製造工程中において発生した静電気を逃がす必要がある。例えば、全制御ライン 2 c 1 および全データライン 2 c 2 と電氣的に接続され、複数の光電変換部 2 b が設けられた領域を囲む短絡用外周配線を設けるようにすれば、製造工程中において発生した静電気を短絡用外周配線を介して放電させることができる。

#### 【0047】

40

短絡用外周配線は、全制御ライン 2 c 1 および全データライン 2 c 2 と電氣的に接続されているので、完成品には残しておくことができない。

そのため、枠状を呈する壁体 1 0、1 1、1 2 の外側において、基板 2 a を切断して短絡用外周配線を除去するようにしている。

基板 2 a の切断は、一般的にはスクライピング (割断加工) により行われる。スクライピングにおいては、基板 2 a の表面に浅い溝を形成し、基板 2 a に曲げ応力を加えた際に溝の角に応力集中を発生させるようにする。この様にすれば、基板 2 a の切断 (割断) を容易に行うことができる。

溝の形成には、スクライピングホイール 1 0 0 やレーザ光 1 0 1 などが用いられる。

#### 【0048】

50

図5(a)~(c)は、比較例に係る壁体110が設けられた基板2aの表面に溝を形成する様子を例示するための模式断面図である。

壁体110の底面の中心と基板2aの周端面2a1との間の距離Laは、壁体110の頂部の中心と基板2aの周端面2a1との間の距離Lbと同じである。すなわち、壁体110の底面の中心と壁体110の頂部の中心とを結ぶ線110dは、壁体110の底面に対して直角である。

【0049】

図5(a)に示すように、スクライピングホイール100を用いて溝を形成する場合には、スクライピングホイール100と壁体110とが干渉しないようにする必要がある。そのため、壁体110と切断位置(基板2aの周端面2a1となる位置)との間の寸法Lが長くなるおそれがある。

10

【0050】

図5(b)、(c)に示すように、レーザ光101を用いて溝を形成する場合には、レーザ光の焦点距離が長いので、レーザ照射装置と壁体110との干渉は生じ難い。しかしながら、基板2aの照射位置における熱が壁体110に逃げることを考慮する必要がある。壁体110に逃げる熱が多くなると、照射位置における基板2aの温度が上がらず適切な溝が形成されなくなるおそれがある。この場合、レーザ光101の強度を上げると、溝の近傍にある配線パッド2d1、2d2などが損傷するおそれがある。そのため、レーザ光101を用いる場合にも壁体110と切断位置との間の寸法Lが長くなるおそれがある。

20

【0051】

寸法Lが長くなると、壁体110の外側に無駄なスペースが形成されるおそれがある。壁体110の外側に無駄なスペースが形成されると、X線検出器1の寸法の増加や重量の増加を招くおそれがある。

【0052】

図6(a)~(c)は、本実施の形態に係る壁体10が設けられた基板2aの表面に溝を形成する様子を例示するための模式断面図である。

スクライピングホイール100を用いて溝を形成する場合には、スクライピングホイール100と壁体10とが干渉しないようにする必要がある。しかしながら、図6(a)に示すように、スクライピングホイール100は、第1の部分10aの上方に入り込むことができる。そのため、壁体10と切断位置との間の寸法Lを短くすることができる。

30

【0053】

また、レーザ光101を用いて溝を形成する場合には、基板2aの照射位置における熱が壁体110に逃げることを考慮する必要がある。しかしながら、図6(b)、(c)に示すように、第1の部分10aは体積が小さいので熱容量を小さくすることができる。そのため、基板2aの照射位置における熱が壁体110に逃げるのを抑制することができる。その結果、壁体10と切断位置との間の寸法Lを短くしても適切な溝を形成することが可能となる。

【0054】

寸法Lを短くすることができれば、壁体10の外側に無駄なスペースが形成されるのを抑制することができる。壁体10の外側に無駄なスペースが形成されるのを抑制することができれば、省スペース化を図ることができる。

40

なお、以上は壁体10の場合であるが、壁体11、12の場合も同様である。

【0055】

また、平面形状が四角形の基板2aの一方の辺の近傍には配線パッド2d1(配線パッド2d2)が設けられ、対向する辺の近傍には配線パッド2d1(配線パッド2d2)が設けられない場合がある。すなわち、壁体と基板2aの周端面2a1との間には、配線パッド2d1、2d2が設けられる場合もあるが、配線パッド2d1、2d2が設けられない場合もある。そのため、方向によって、壁体と切断位置との間の寸法Lを変えることもできる。

50

例えば、寸法  $L$  を短くすることができる領域には、壁体 10、11、12 を設け、寸法  $L$  を短くすることができない領域には、例えば、壁体 110 を設けることができる。

すなわち、枠状の壁体の周方向における少なくとも一部の領域の、壁体の底面の中心と基板 2a の周端面 2a1 との間の距離は、壁体の頂部の中心と基板 2a の周端面 2a1 との間の距離よりも短くなるようにすることができる。

#### 【0056】

(X線検出器の製造方法)

次に、本実施の形態に係る X 線検出器 1 の製造方法について例示をする。

まず、アレイ基板 2 を作成する。

アレイ基板 2 は、例えば、基板 2a の上に光電変換部 2b、制御ライン 2c1、データライン 2c2、配線パッド 2d1、配線パッド 2d2、および保護層 2f などを順次形成することで作成することができる。

アレイ基板 2 は、例えば、半導体製造プロセスを用いて作成することができる。

#### 【0057】

次に、複数の光電変換部 2b を有するアレイ基板 2 の上に、シンチレータ 5 を形成する。

シンチレータ 5 は、複数の光電変換部 2b が形成された領域を覆うように設ける。

シンチレータ 5 は、例えば、真空蒸着法などを用いて、ヨウ化セシウム：タリウムからなる膜をアレイ基板 2 の上に成膜することで形成することができる。この場合、シンチレータ 5 の厚み寸法は、600  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

#### 【0058】

次に、シンチレータ 5 の表面側 (X 線の入射面側) の面を覆うように反射層 6 を形成する。

反射層 6 は、例えば、酸化チタンからなるサブミクロン粉体と、バインダ樹脂と、溶媒を混合して作成した材料をシンチレータ 5 上に塗布し、これを乾燥させることで形成することができる。

#### 【0059】

次に、アレイ基板 2 の上に、シンチレータ 5 を囲む枠状の壁体 10 (壁体 11、12) を形成する。

この場合、壁体 10 (壁体 11、12) の底面の中心とアレイ基板 2 の周端面 2a との間の距離  $L_a$  を、壁体 10 (壁体 11、12) の頂部の中心とアレイ基板 2 の周端面 2a との間の距離  $L_b$  よりも短くする。

また、壁体 10 (壁体 11、12) の高さが、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の高さよりも少し高くなるようにすることができる。

壁体 10 (壁体 11、12) は、例えば、壁体 10 (壁体 11、12) の材料 (例えば、タルクからなるフィラー材が添加されたエポキシ系樹脂など) を、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の周囲に枠状に塗布し、これを硬化させることで形成することができる。

壁体 10 (壁体 11、12) の材料の塗布は、例えば、ディスペンサー装置などを用いて行うことができる。

#### 【0060】

この場合、壁体 10 (壁体 11) の材料の塗布と、硬化とを複数回繰り返すことで、積層構造を有する壁体 10、11 を形成することができる。

図 7 (a) は、壁体 10 の形成を例示するための模式断面図である。

図 7 (a) に示すように、まず、アレイ基板 2 の上に、第 1 の部分 10a の材料を枠状に塗布し、これを硬化させて第 1 の部分 10a を形成する。

この際、第 1 の部分 10a の材料の粘度を低くすることで厚みが薄く断面積が大きい第 1 の部分 10a を形成することができる。また、アレイ基板 2 とノズルの先端との間の距離を短くすることで、厚みが薄く断面積が大きい第 1 の部分 10a を形成することもできる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 1 】

続いて、第 1 の部分 1 0 a の上に、第 2 の部分 1 0 b の材料を棒状に塗布し、これを硬化させて第 2 の部分 1 0 b を形成する。

この際、第 2 の部分 1 0 b の材料の粘度を高くすることで厚みが厚く断面積が小さい第 2 の部分 1 0 b を形成することができる。また、アレイ基板 2 とノズルの先端との間の距離を長くすることで、厚みが厚く断面積が小さい第 2 の部分 1 0 b を形成することもできる。

## 【 0 0 6 2 】

なお、第 1 の部分 1 0 a の材料と、第 2 の部分 1 0 b の材料は、同じであってもよいし、異なるものであってもよい。ただし、第 1 の部分 1 0 a と第 2 の部分 1 0 b の間に界面が形成されると、界面を介して水蒸気がシンチレータ 5 側に到達し易くなる。そのため、第 1 の部分 1 0 a の材料と、第 2 の部分 1 0 b の材料は、界面が形成され難いものとするのが好ましい。例えば、第 1 の部分 1 0 a の材料と、第 2 の部分 1 0 b の材料を同じにすれば、界面が形成され難くなる。

## 【 0 0 6 3 】

図 7 ( b ) は、壁体 1 1 の形成を例示するための模式断面図である。

図 7 ( b ) に示すように、まず、アレイ基板 2 の上に、第 1 の部分 1 1 a の材料を棒状に塗布し、これを硬化させて第 1 の部分 1 1 a を形成する。

そして、図 7 ( a ) において例示をしたものと同様にして、第 2 の部分 1 1 b 、第 3 の部分 1 1 c を順次形成する。

なお、第 1 の部分 1 1 a の材料と、第 2 の部分 1 1 b の材料と、第 3 の部分 1 1 c の材料は、同じであってもよいし、異なるものであってもよい。ただし、図 7 ( a ) において説明したように、界面が形成されないようにすることが好ましい。例えば、第 1 の部分 1 1 a の材料と、第 2 の部分 1 1 b の材料と、第 3 の部分 1 1 c の材料を同じにすれば、界面が形成され難くなる。

## 【 0 0 6 4 】

また、アレイ基板 2 の上に壁体 1 2 の材料を塗布し、塗布された壁体 1 2 の材料を半硬化状態とし、半硬化状態とされた壁体 1 2 の材料を成形し、成形された壁体 1 2 の材料を硬化して壁体 1 2 を形成することもできる。

図 8 ( a ) 、 ( b ) は、壁体 1 2 の形成を例示するための模式工程断面図である。

まず、図 8 ( a ) に示すように、アレイ基板 2 の上に、例えば、フィラー材が添加された樹脂 1 2 c を棒状に塗布し、これを半硬化状態にする。樹脂 1 2 c の半硬化方法は、樹脂の種類により適宜選択することができる。例えば、樹脂 1 2 c が紫外線硬化型樹脂の場合には、紫外線の照射量や照射時間などにより樹脂 1 2 c を半硬化状態にする。樹脂 1 2 c が熱硬化型樹脂の場合には、加熱温度や加熱時間などにより樹脂 1 2 c を半硬化状態にする。樹脂 1 2 c が自然 ( 常温 ) 硬化型樹脂の場合には、硬化時間などにより樹脂 1 2 c を半硬化状態にする。

## 【 0 0 6 5 】

続いて、図 8 ( b ) に示すように、半硬化状態の樹脂 1 2 c に成型型 1 0 2 を押し当てて、樹脂 1 2 c を所望の形状に成形する。そして、成形された樹脂 1 2 c をさらに硬化させて壁体 1 2 を形成する。樹脂 1 2 c の硬化方法は、前述したものと同様に樹脂の種類により適宜選択することができる。

本実施の形態に係る壁体 1 2 の形成方法によれば、壁体 1 2 の内部に界面が形成されるのを抑制することができる。また形成工程の簡略化などを図ることができるので生産性を向上させることができる。

## 【 0 0 6 6 】

なお、棒状の壁体を形成する工程において、棒状の壁体の周方向における少なくとも一部の領域の、壁体の底面の中心とアレイ基板 2 の周端面 2 a との間の距離  $L_a$  を、壁体の頂部の中心とアレイ基板 2 の周端面 2 a との間の距離  $L_b$  よりも短くすることもできる。

## 【 0 0 6 7 】

次に、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の側面と、壁体 10 ( 壁体 11、12 ) の内面との間に、フィラー材および吸湿材の少なくともいずれかと、樹脂とを含む材料を充填して充填部 8 を設ける。

充填部 8 は、例えば、フィラー材が添加された樹脂や吸湿材が添加された樹脂を、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の側面と、壁体 10 ( 壁体 11、12 ) の内面との間に充填し、これを硬化させることで形成することができる。

なお、充填は、例えば、ディスペンサー装置などを用いて行うことができる。

この場合、フィラー材が添加された樹脂や吸湿材が添加された樹脂の塗布と、硬化とを複数回繰り返すことで、充填部 8 を形成することができる。

なお、樹脂の塗布後に表面が平滑化するのを待って硬化を行う様にすることが好ましい。

#### 【0068】

充填部 8 の上面の位置は、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置と同じであってもよいし、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置より少し高くてもよいし、反射層 6 により覆われたシンチレータ 5 の上面の位置より少し低くてもよい。

#### 【0069】

充填部 8 を設けるようにすれば、充填部 8 の上面に防湿体 7 を接合することができるので、壁体 10 ( 壁体 11、12 ) の外側に防湿体 7 を接合するためのスペースを設ける必要がなくなる。

そのため、X 線検出器 1 の小型化や軽量化などを図ることができる。

また、充填部 8 を設けるようにすれば、防湿性能の向上、ひいては解像度特性の劣化の抑制を図ることもできる。

#### 【0070】

次に、防湿体 7 の周縁部近傍を、充填部 8 の上面に接合する。

例えば、充填部 8 の上面に紫外線硬化型接着剤を塗布し、紫外線硬化型接着剤の上に防湿体 7 を載せ、紫外線硬化型接着剤に紫外線を照射してこれを硬化させて接合層 9 を形成するとともに、防湿体 7 と、充填部 8 の上面とを接合する。

この場合、紫外線硬化型接着剤は、紫外線照射後に遅延して硬化が進行する遅延硬化型接着剤とすることが好ましい。

遅延硬化型接着剤を用いるようにすれば、紫外線照射後に、紫外線硬化型接着剤の上に防湿体 7 を載せればよいので、遮蔽物などがあって紫外線の照射が困難な場合にも接合を行うことができる。

なお、接着剤は、自然 ( 常温 ) 硬化型接着剤や加熱硬化型接着剤などであってもよい。

また、大気圧よりも減圧された環境 ( 例えば、10 KPa 程度 ) において、防湿体 7 の周縁部近傍を充填部 8 の上面に接合することもできる。

#### 【0071】

次に、フレキシブルプリント基板 2e1、2e2 を介して、アレイ基板 2 と信号処理部 3 を電氣的に接続する。

また、配線 4a を介して、信号処理部 3 と画像伝送部 4 を電氣的に接続する。

その他、回路部品などを適宜実装する。

#### 【0072】

次に、図示しない筐体の内部にアレイ基板 2、信号処理部 3、画像伝送部 4 などを格納する。

そして、必要に応じて、光電変換素子 2b1 の異常や電氣的な接続の異常の有無を確認する電気試験、X 線画像試験などを行う。

以上のようにして、X 線検出器 1 を製造することができる。

なお、製品の防湿信頼性や温度環境変化に対する信頼性を確認するために、高温高湿試験、冷熱サイクル試験などを実施することもできる。

#### 【0073】

以上、本発明のいくつかの実施形態を例示したが、これらの実施形態は、例として提示

10

20

30

40

50

したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更などを行うことができる。これら実施形態やその変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。また、前述の各実施形態は、相互に組み合わせて実施することができる。

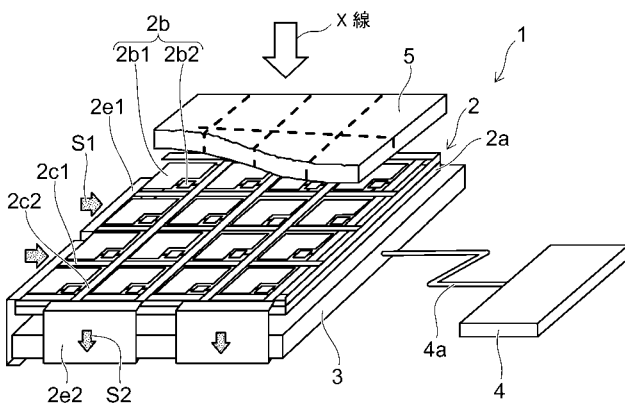
【符号の説明】

【0074】

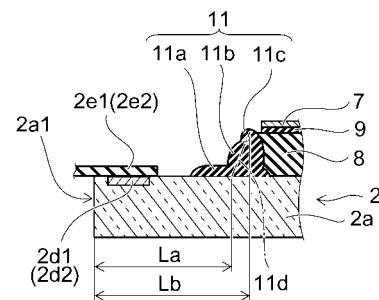
1 X線検出器、2 アレイ基板、2a 基板、2b 光電変換部、3 信号処理部、4 画像伝送部、5 シンチレータ、6 反射層、7 防湿体、8 充填部、10 壁体、10a 第1の部分、10b 第2の部分、11 壁体、11a 第1の部分、11b 第2の部分、11c 第3の部分、12 壁体、12a 第1の部分、12b 第2の部分、La 距離、Lb 距離

10

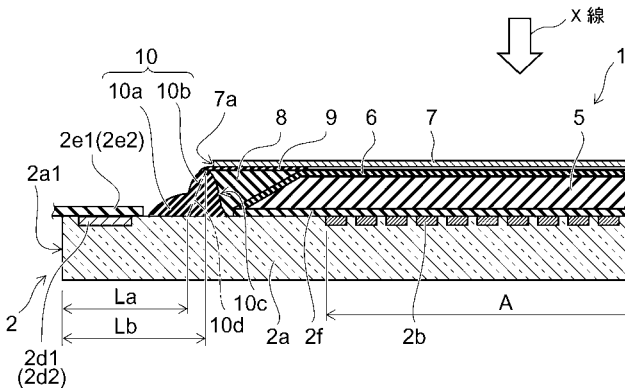
【図1】



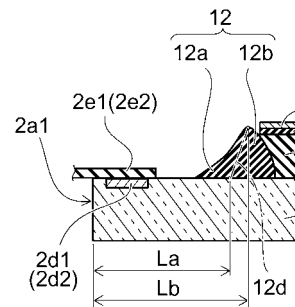
【図3】



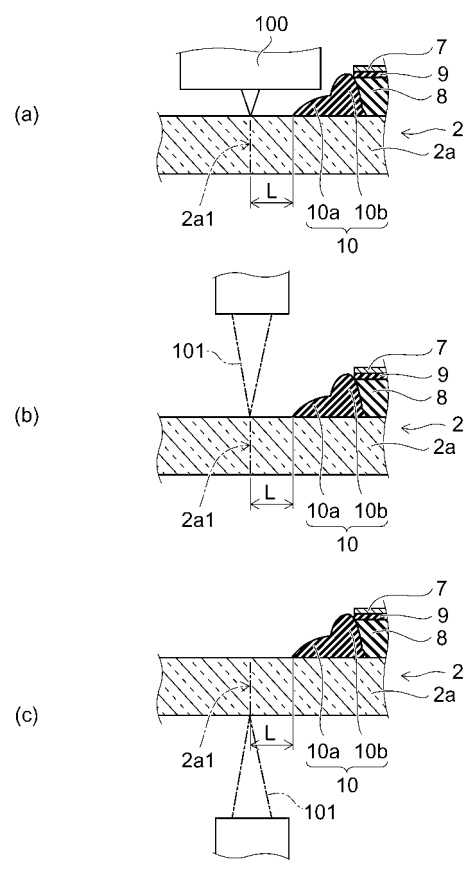
【図2】



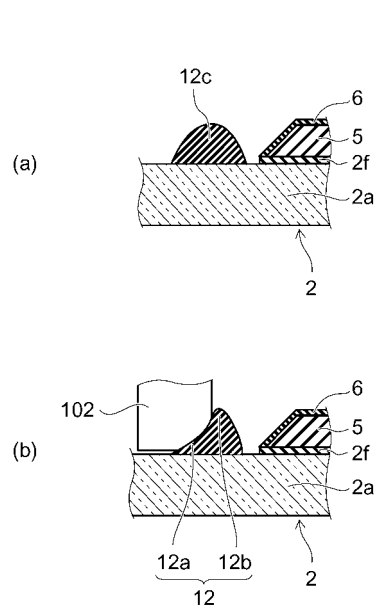
【図4】



【 図 6 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 堀内 弘

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝電子管デバイス株式会社内

F ターム(参考) 2G001 AA01 BA11 LA01

2G188 AA03 AA25 BB02 CC15 CC17 CC19 CC22 DD05 DD42 DD43

DD44