

(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2012-159398
(P2012-159398A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1T 1/20 (2006.01)	GO1T 1/20 L	2G088
	GO1T 1/20 D	
	GO1T 1/20 E	
	GO1T 1/20 G	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-19432 (P2011-19432)
(22) 出願日 平成23年2月1日(2011.2.1)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人 503382542
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 100081732
弁理士 大胡 典夫
(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
Fターム(参考) 2G088 GG16 GG19 JJ05 JJ10 JJ35

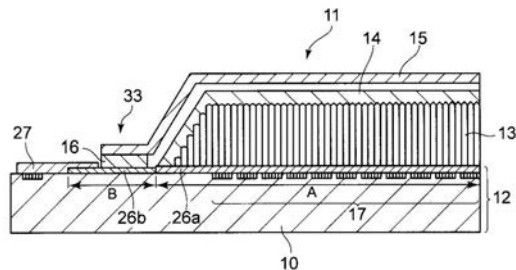
(54) 【発明の名称】放射線検出器

(57) 【要約】

【課題】シンチレータ層と基板の密着力及び防湿層と基板の密着力のいずれにも優れ、冷熱環境や高温高湿環境での信頼性が高い放射線検出器を提供する。

【解決手段】画素17を有するアレイ基板12と、画素17上に形成されるシンチレータ層13と、シンチレータ層13を覆うように形成される導電性の防湿層15と、防湿層15とアレイ基板12とを接着する接着層16を備え、アレイ基板12は少なくともアクティブエリアAと接着エリアBとに区画される放射線検出器11において、アクティブエリアAにはシンチレータ層13形成面に有機樹脂の保護膜26aが設けられ、接着エリアBには接着層16形成面に無機の保護膜26bが設けられる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蛍光を電気信号に変換する光電変換素子を有する基板と、前記光電変換素子上に形成され、放射線を前記蛍光に変換するシンチレータ層と、前記シンチレータ層を覆うように形成される防湿層と、前記防湿層と前記基板とを接着する接着層を備え、前記基板は少なくとも前記シンチレータ層を形成するアクティブエリアと前記接着層を形成する接着エリアとに区画される放射線検出器において、

前記アクティブエリアには前記シンチレータ層形成面に有機樹脂保護膜が設けられ、前記接着エリアには前記接着層形成面に無機保護膜が設けられることを特徴とする放射線検出器。

10

【請求項 2】

前記有機樹脂保護膜は、熱可塑性有機樹脂保護膜であることを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 3】

前記無機保護膜は、珪素 (S i) の窒化膜、酸化膜、炭化膜、又はこれらの複合組成の膜からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の放射線検出器。

【請求項 4】

前記接着層は、UV 硬化型接着剤により形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の放射線検出器。

20

【請求項 5】

前記シンチレータ層の上部に、シンチレータ光を反射する反射膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の放射線検出器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、放射線を検出する放射線検出器に関する。

【背景技術】**【0002】**

新世代の X 線診断用検出器として、アクティブマトリクスを用いた平面形の X 線検出器が開発されている。この X 線検出器に照射された X 線を検出することにより、X 線撮影像、あるいはリアルタイムの X 線画像がデジタル信号として出力される。この X 線検出器では、X 線をシンチレータ層により可視光すなわち蛍光に変換させ、この蛍光をアモルファスシリコン (a - S i) フォトダイオード、あるいは C C D (Charge Coupled Device) などの光電変換素子で信号電荷に変換することで画像を取得している。

30

【0003】

シンチレータ層の材料としては、一般的にヨウ化セシウム (C s I) : ナトリウム (N a)、ヨウ化セシウム (C s I) : タリウム (T l)、ヨウ化ナトリウム (N a I)、あるいは酸硫化ガドリニウム (G d ₂ O ₂ S) など、種々のものがあり、用途や必要な特性によって使い分けられる。

【0004】

シンチレータ層は、ダイシングなどにより溝を形成したり、柱状構造が形成されるように蒸着法で堆積したりすることで、解像度特性を向上させることができる。

40

【0005】

シンチレータ層の上部には、蛍光の利用効率を高め、感度特性を改善する目的で反射膜が形成される場合がある。反射膜は、シンチレータ層で発光した蛍光のうち光電変換素子側に対して反対側に向かう蛍光を反射膜で反射させて、光電変換素子側に到達する蛍光を増大させるものである。

【0006】

反射膜を形成する例としては、銀合金やアルミニウムなど蛍光反射率の高い金属層をシンチレータ層上に成膜する方法や、T i O ₂ などの光散乱性物質とバインダ樹脂とから成

50

る光散乱反射性の反射膜を塗布形成する方法などが知られている。また、シンチレータ膜上に形成するのではなく、アルミなどの金属表面を持つ反射板をシンチレータ層に密着させて蛍光を反射させる方式も実用化されている。

【0007】

また、シンチレータ層や反射層（或いは反射板など）を外部雰囲気から保護して湿度などによる特性の劣化を抑える為の防湿構造は、検出器を実用的な製品とする上で重要な構成要素となる。特に湿度に対して劣化の大きい材料であるCsI：Tl膜やCsI：Na膜をシンチレータ層とする場合には高い防湿性能が要求される。

【0008】

従来防湿構造としては、AL箔等のハット状の防湿層を周辺部で基板と接着封止して防湿性能を保つ構造（例えば、特許文献1参照）がある。

10

【0009】

このALハット状の防湿層をその鍔部で基板と接着シールした構造は、ポリパラキシレンなど有機膜の防湿層を用いた場合と比較して防湿性能では明らかに優れている。また導電性の材料でアレイ基板の大部分を覆うことにより、シールド効果によりノイズ特性の低減効果も得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2009-128023号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記放射線検出器においては、フォトダイオード等の光電変換素子とスイッチング素子（TFET）を含む画素が基板上にマトリックス状に形成されるが、当該基板は、シンチレータ層が上部に形成される画素領域であるアクティブエリア、シンチレータ層を被覆する防湿層が接着層を介して基板と接着される接着エリア、アクティブエリアからの配線と基板の外部回路とを電気的に接続するタブ・パッド（TAB Pad）部などに分けられる。

【0012】

アクティブエリア上には、例えばCsI：Tl膜などのシンチレータ層が真空蒸着法などによって形成されるが、シンチレータ層と基板との密着力はその後の工程や製品出荷後の信頼性にとって極めて重要である。密着力が弱い場合には、シンチレータ層の基板からの剥がれによる特性劣化や面内の特性バラつきが生じ、製品として致命的な状態になってしまう。特に、シンチレータ層上にTiO₂細粒とバインダ樹脂からなる塗布・乾燥タイプの反射膜を形成する場合には、反射膜乾燥時の応力や、製品が高温や低温状態におかれた場合の熱膨張差による応力などによって、基板からシンチレータ層が剥がれ易い。従って、この密着力確保のためには、シンチレータ層が付着する基板最表層の材質が重要となる。

30

【0013】

一方、接着エリアでは、接着層の材質と基板との密着力が重要になる。この密着力は初期状態も当然であるが、高温高湿状態や冷熱状態での劣化も抑えて、長時間の防湿信頼性を確保する必要がある。密着力の劣化は、防湿封止性の低下に繋がって、防湿層と接着層との界面、接着層と基板との界面、或いは接着層自体からの透湿につながり、内部のCsI：Tl膜などシンチレータ層の特性劣化を引き起こす。

40

【0014】

一般的に、接着層に対して密着力を確保するのに好適な基板の最表層材質と、CsI：Tl蒸着膜などのシンチレータ層に対して密着力を確保するのに好適な基板の最表層材質とは一致しない。このため、基板の表層に用いられる従来の材質では、シンチレータ層との密着力または防湿層との密着力の何れかまたはどちらも十分でなく、冷熱環境や高温高

50

湿環境での信頼性に乏しい結果を招きやすかった。

【0015】

そこで、本発明は、シンチレータ層と基板の密着力及び防湿層と基板の密着力のいずれにも優れ、冷熱環境や高温高湿環境での信頼性が高い放射線検出器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】

【0016】

実施形態の放射線検出器は、蛍光を電気信号に変換する光電変換素子を有する基板と、前記光電変換素子上に形成され、放射線を前記蛍光に変換するシンチレータ層と、前記シンチレータ層を覆うように形成される防湿層と、前記防湿層と前記基板とを接着する接着層を備え、前記基板は少なくとも前記シンチレータ層を形成するアクティブエリアと前記接着層を形成する接着エリアとに区画される放射線検出器において、前記アクティブエリアには前記シンチレータ層形成面に有機樹脂保護膜が設けられ、前記接着エリアには前記接着層形成面に無機保護膜が設けられることを特徴とする。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明に係る放射線検出器の一実施の形態を示す斜視図。

【図2】同放射線検出器の断面図。

【図3】同放射線検出器の防湿層であるALハットの模式図であり、(a)は平面図、(b)は側面図。

20

【図4】本発明に係る放射線検出器の他の実施の形態を示す断面図。

【図5】本発明に係る放射線検出器のさらに他の実施の形態を示す断面図。

【図6】実施例1の結果を示す平面図。

【図7】実施例2の測定方法を示す概略図。

【図8】実施例2の結果を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の一実施の形態に係る放射線検出器について、図面を参照して説明する。

【0019】

(放射線検出器の全体構造)

30

図1は本実施の形態に係る放射線検出器の斜視図、図2はその放射線検出器の断面図を示すものである。

【0020】

放射線検出器11は、放射線像であるX線像を検出するX線平面センサであり、例えば、一般医療用途などに用いられている。

【0021】

この放射線検出器11は、図1及び図2に示すように、蛍光を電気信号に変換する光電変換素子が形成された基板であるアレイ基板12、このアレイ基板12の一主面である表面上に設けられ入射するX線を蛍光に変換するシンチレータ層13、このシンチレータ層13上に設けられシンチレータ層13からの蛍光をアレイ基板12側へ反射させる反射膜14、シンチレータ層13および反射膜14上に設けられ外気や湿度から保護する防湿層15、防湿層15とアレイ基板12とを接着する接着層16を備えている。

40

【0022】

(アレイ基板12)

アレイ基板12は、シンチレータ層13によりX線から可視光に変換された蛍光を電気信号に変換するもので、ガラス基板10、このガラス基板10上にマトリクス状に形成された画素17、行方向に沿って配設された複数の制御線(又はゲートライン)18、列方向に沿って配設された複数の信号線(又はシグナルライン)19、各制御線18が電氣的に接続された図示しない制御回路と、各信号線19が電氣的に接続された図示しない増幅/変換部を備えている。

50

【 0 0 2 3 】

また、各画素 1 7 内には、それぞれ光電変換素子としてのフォトダイオード 2 1 が配設されている。これらフォトダイオード 2 1 はシンチレータ層 1 3 の下部に配設されている。

【 0 0 2 4 】

更に、各画素 1 7 は、フォトダイオード 2 1 に電氣的に接続されたスイッチング素子としての薄膜トランジスタ (T F T) 2 2、フォトダイオード 2 1 にて変換した信号電荷を蓄積する電荷蓄積部としての図示しない蓄積キャパシタを具備している。但し、蓄積キャパシタは、フォトダイオード 2 1 の容量が兼ねる場合もあり、必ずしも必要ではない。

【 0 0 2 5 】

各薄膜トランジスタ 2 2 は、フォトダイオード 2 1 への蛍光の入射にて発生した電荷を蓄積および放出させるスイッチング機能を担う。薄膜トランジスタ 2 2 は、非晶質半導体としてのアモルファスシリコン (a - S i)、あるいは多結晶半導体であるポリシリコン (P - S i) などの半導体材料にて少なくとも一部が構成されている。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示す制御線 1 8 は、各画素 1 7 間に行方向に沿って配設され、同じ行の各画素の薄膜トランジスタ 2 2 のゲート電極 (図示せず) に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 7 】

図 1 に示す信号線 (シグナルライン) 1 9 は、各画素 1 7 間に列方向に沿って配設され、同じ列の各画素の薄膜トランジスタ 2 2 のソース電極 (図示せず) に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 8 】

制御回路は、各薄膜トランジスタ 2 2 の動作状態、即ちオンおよびオフを制御するもので、ガラス基板 1 0 の表面における行方向に沿った側縁に実装されている。

【 0 0 2 9 】

増幅 / 変換部は、例えば各信号線 1 9 に対応してそれぞれ配設された複数の電荷増幅器、これら電荷増幅器が電氣的に接続された並列 / 直列変換器、この並列 / 直列変換器が電氣的に接続されたアナログ - デジタル変換器を有している。

【 0 0 3 0 】

(保護膜 2 6 a , 2 6 b)

図 2 に示すように、アレイ基板 1 2 のアクティブエリア A 上には、画素 1 7 等を保護するために、保護膜 2 6 a が形成される。この保護膜 2 6 a は、実施例 1 で後述するようにシンチレータ層 1 3 との密着性の観点より、有機樹脂から形成され、好ましくはアクリル系、ポリエチレンやポリプロピレン、ブチラール系などの熱可塑性樹脂であり、最も好ましくはアクリル系樹脂である。

【 0 0 3 1 】

一方、アレイ基板 1 2 において接着層 1 6 が形成される接着エリア B では、密着力を向上させるための保護膜 2 6 b が形成される。この保護膜 2 6 b は、実施例 2 で後述するように無機膜から形成される。

【 0 0 3 2 】

(シンチレータ層 1 3)

シンチレータ層 1 3 は、入射する X 線を可視光すなわち蛍光に変換するもので、例えばヨウ化セシウム (C s I) : タリウム (T l)、あるいはヨウ化ナトリウム (N a I) : タリウム (T l) 等により真空蒸着法で柱状構造に形成したもの、あるいは酸硫化ガドリニウム (G d ₂ O ₂ S) 蛍光体粒子をバインダ材と混合し、アレイ基板 1 2 上に塗布して焼成および硬化し、ダイサによりダイシングするなどで溝部を形成して四角状に形成したものなどがある。

【 0 0 3 3 】

これら柱間には、大気、あるいは酸化防止用の窒素 (N ₂) などの不活性ガスを封入し、あるいは真空状態とすることも可能である。

10

20

30

40

50

【0034】

例えば、シンチレータ層13にCsI：Tlの蒸着膜を用い、膜厚は約600 μ m、CsI：Tlの柱状構造結晶の柱（ピラー）の太さが最表面で8～12 μ m程度のもを用いることができる。

【0035】

（反射膜14）

シンチレータ層13上に形成される反射膜14は、フォトダイオードと反対側に発せられた蛍光を反射して、フォトダイオードに到達する蛍光光量を増大させるものである。

【0036】

反射膜14としては、銀合金やアルミニウムなど蛍光反射率の高い金属をシンチレータ層13上に成膜したもの、アルミニウムなどの金属表面を持つ反射板をシンチレータ層13に密着させたもの、TiO₂などの光散乱性物質とバインダ樹脂とから成る拡散反射性の反射層を塗布形成したものなどがある。

【0037】

具体的には、光反射材として平均粒径0.3 μ m程度のTiO₂の微粉末をブチラール系などバインダ樹脂と溶媒で混合塗布し、シンチレータ層13上に塗布乾燥させたものを適用することができる。塗布は、例えば、ディスペンサーを用いてXYステージの駆動によりライン塗布の繰り返しによりエリア状に形成することができる。

【0038】

なお、反射膜14は、放射線検出器11に求められる解像度、輝度などの特性により、省略することもできる。

【0039】

（防湿層15）

防湿層15は、シンチレータ層13や反射膜14を外部雰囲気から保護して、湿度などによる特性劣化を抑えるためのものである。

【0040】

防湿層15は、例えば、厚み0.1mmのAL合金箔（A1N30-O材）を、周辺部に5mm幅の鍔部33を持つ構造にプレス成型してハット状に形成される（図3（a）、（b）参照）。防湿層15の材質としてはAL（アルミニウム）又はAL合金に限らず、ALやAL合金と樹脂の積層フィルムや、無機膜と樹脂の積層フィルム（例えば凸版印刷株式会社製のGXフィルム）など、透湿性の低い（水蒸気バリア性の高い）素材を用いることができる。

【0041】

（接着層16）

接着層16は、添加剤を含有した接着剤を鍔部33に塗布することによって形成される。即ち、鍔部33をアレイ基板12の周辺領域と接着シールするため、例えば、ALハットを逆さまにして接着トレイに載置して鍔部33をアセトンなどで清浄化し、更にUV/O₃処理をした後に接着剤をディスペンサーにより塗布することにより形成することができる。

【0042】

接着剤としては、後述するように、UV硬化型（ナガセケムテック社製XNR5516ZHV-B1：粘度400Pa・s）を用いることができる。

【0043】

（防湿層15とアレイ基板12との貼り合せ）

防湿層15とアレイ基板12とを貼り合わせるには、例えば、ALハットの鍔部33に接着剤を塗布した後、アレイ基板12を逆さまにして位置合わせをした状態で、減圧貼り合せ装置の中に載置し、チャンバーを閉じて減圧状態で合体させ、図2に示す接着エリアBでALハットからなる防湿層15と膜付きアレイ基板12とを減圧貼り合せする。次に、基板の裏面側からUV照射して接着剤を硬化する。その後、更に60×3時間の加熱硬化を加える。

10

20

30

40

50

【0044】

用いる基板のサイズは、例えば、17インチで、CsI：Tl膜を蒸着するアクティブエリアAは概ね430mm、ALハットの防湿層15を接着シールする接着エリアBの領域は440mm～450mm程度とすることができる。

【0045】

(本実施形態の効果)

アレイ基板12において、シンチレータ層13を被着させるアクティブエリアAの基板最表層を有機樹脂の保護膜26aとすることで、シンチレータ層13とアレイ基板12との密着力を確保し、その後の反射膜14の製造工程や製品としてのシンチレータ層13とアレイ基板12との密着力の信頼性に優れたものとする事ができる。

10

【0046】

一方、アレイ基板12において、接着層16が形成される接着エリアBでは、最表層を無機材質の保護膜26bとすることで、接着層16とアレイ基板12との密着力を高め、また高温高湿による劣化も抑えて高い信頼性を確保することが可能となる。

【0047】

従って、シンチレータ層13とアレイ基板12との密着力、及び防湿層15の接着層16とアレイ基板12との密着力の両面で信頼性の高い放射線検出器11を提供することができる。

【0048】

(その他の実施の形態)

アレイ基板12の最表層の保護膜の形態を代えた他の実施の形態を図4、図5に示す。

20

【0049】

図4に示す放射線検出器20では、アレイ基板12上のアクティブエリアAと接着エリアBの両方にまたがって無機材質の保護膜28bが形成され、さらにその保護膜28bのアクティブエリアA上に有機樹脂の保護膜28aが形成されている以外は図2に示す放射線検出器11と同様に構成されている。

【0050】

また、図5に示す放射線検出器30では、アレイ基板12上のアクティブエリアAと接着エリアBの両方にまたがって有機樹脂の保護膜29aが形成され、さらにその保護膜29aの接着エリアB上に無機材質の保護膜29bが形成されている以外は図2に示す放射線検出器11と同様に構成されている。

30

【0051】

これらの放射線検出器20、30においても、放射線検出器11と同様の効果を奏することができる。

【実施例】

【0052】

[実施例1]

(アレイ基板12の最表層とシンチレータ層13との間の密着力の評価)

以下に、アレイ基板12の最表層保護膜を変えた場合のシンチレータ層13との間の密着力に及ぼす影響について調査した。

40

【0053】

まず、シンチレータ層13との密着力を測定するため、シリコン系有機膜からなる最表層保護膜材質を被覆した基板上に、基板の成膜温度約150で600μm相当の厚みのCsI：Tl膜を蒸着した。

【0054】

蒸着膜形成後に、実際に用いるTiO₂反射粒子とバインダ材と溶剤からなる反射膜14として反射膜A(TiO₂微細粒、ブチラル系樹脂バインダ、有機溶媒)、反射膜B(TiO₂微細粒、ブチラル系樹脂バインダ、可塑剤、有機溶媒)の2種類を用意した。これらの塗液を、ディスペンサー装置を用いて3水準の重量(乾燥重量：32mg、63mg、95mg)で滴下し、乾燥する際の収縮応力によるCsI：Tl膜と基板との剥

50

がれ状況を調査した。

【0055】

結果を図6に示す。

【0056】

図6からも明らかなように、反射膜Aで乾燥重量が63mg、95mgのもの、反射膜Bで乾燥重量が32mg、63mg、95mgのものは図中「x」の箇所でCsI:Tl膜が基板から浮き上がっていた。これに対して、反射膜Aで乾燥重量が32mgのものはCsI:Tl膜の基板からの浮き上がりは観察されなかった。

【0057】

また、反射膜として反射膜Aを採用し、基板の最表層材質としてアクリル系、シリコン系、Si-N系、Si-O系保護膜を用い、密着力に効果があると期待されるUV/O₃処理を弱、中、強の3段階で事前に施して、シンチレータとしてのCsI:Tl膜と基板との間の剥がれの割合を測定した結果を表1に示す。

【表1】

表1. 反射膜塗液の定量滴下と乾燥後のシンチレータ膜剥がれ

最表層材質	アクリル系			シリコン系			Si-N系			Si-O系			
	UV/O ₃ 処理	弱	中	強	弱	中	強	弱	中	強	弱	中	強
シンチレータ層／	0	0	0	2	0	1	3	3	3	3	3	3	3
基板間の剥がれの	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
割合	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

【0058】

上記表の結果より、基板最表層は無機膜材質よりも有機樹脂系、特にアクリル系がシンチレータの密着力に優れることが分かった。

【0059】

なお、表1には示していないが、基板の最表層が有機樹脂層の場合、アクリル系に限らず、ポリエチレンやポリプロピレン、ブチラール系などの熱可塑性樹脂でも、シリコン系やエポキシ系などの熱硬化性樹脂と比較して、よりシンチレータとの密着力に優れていた。

【0060】

以上の通り、CsI:Tl膜などシンチレータ層13との密着力に関しては、樹脂系の保護膜が明らかに有利であることが分かった。また樹脂系保護膜の中では、アクリル系など熱可塑性有機樹脂の方がシリコン系などの熱硬化性有機樹脂よりも優れていた。

【0061】

これは、CsI:Tl膜の蒸着の際には、例えば150 程度の基板加熱を伴うことから、蒸着時に基板表層が軟化して蒸着膜と表層との応力緩和及び密着力確保の効果が得られるものと推測される。因みに、アクリルの軟化点は120 前後のものが多い。

【0062】

一方、熱硬化性のシリコン系樹脂は、CsI:Tl膜の蒸着時の150 程度の温度である程度硬化が進むか、仮に硬化が進まなくても熱可塑性樹脂のように軟化することがないために、蒸着膜のエネルギーでは十分な密着力を得るのが難しい可能性が考えられる。

【0063】

また、シンチレータ層13の観点からは、CsI:TlやCsI:Naの蒸着膜は、ピラー構造（柱状結晶構造）を呈し、ピラー間に隙間があるためにライトガイド効果による

10

20

30

40

50

良好な解像度特性を有する半面、膜の面方向の支え合いが乏しいためにアレイ基板 1 2 との密着力は劣る傾向がある。

【0064】

よって、このようなピラー構造のシンチレータ層 1 3 においては、本実施の形態のように、シンチレータ層 1 3 を形成するアクティブエリアが有機樹脂保護膜からなる効果はより大きいものとなる。

【0065】

[実施例 2]

(防湿層 1 5 の接着層 1 6 とアレイ基板 1 2 との間の密着力の評価)

防湿層 1 5 の接着層 1 6 とアレイ基板 1 2 との間の密着力については、保護層材質を表面に形成した基板を小片に分割し、接着剤を挟んで保護層側が対向するように貼り合せた構造の密着力サンプルを作製して評価した。

【0066】

接着剤は、ナガセケムテック社製の UV 硬化型接着剤 XNR5516ZHV-B1 を用いた。また、密着力に効果があると期待される UV/O₃ 処理を事前に施した。

【0067】

図 7 に示すように、所定の保護層 4 2 を表面に形成した 2 mm × 5 mm のサイズ小片側の基板 4 1 に、約 1 mg 程度の接着剤をディスペンサーにより塗布して、同一の保護層 4 2 が形成された 4 cm の中片側の基板 4 4 に対向させる形で貼り合わせて接着層 4 3 とした。約 200 gf の加重で押し潰した後に、小片側の基板 4 1 の裏面側から 365 nm の UV を 3 J/cm² 照射して硬化させた。その後、60 × 3 時間の加熱硬化を加えた。接着層 4 3 との密着力は、図 7 に示すデジタルフォースゲージ 4 6 を用い、小片側の基板 4 1 を側面から押して、小片が剥がれる際のピーク強度をホールドするモードで測定した。この密着力調査は、60 - 90% RH の高温高湿試験による密着力変化も追跡した。

【0068】

図 8 に、保護層 4 2 として種々の材質を用いた場合の小片側の基板 4 1 と接着層 4 3 との密着力を測定した結果を示す。なお、接着剤 A と接着剤 B はいずれもエポキシ系 UV 硬化型接着剤であるが、添加材、フィラーなどの種類や添加量が異なる。

【0069】

接着層 4 3 との密着力に関しては、実施例 1 のシンチレータ層 1 3 とアレイ基板 1 2 との密着力の傾向とは明らかに異なり、基板の最表層が無機保護膜のものが有機保護膜のものに比べて明らかに優れる結果となった。

【0070】

また、60 - 90% RH の高温高湿試験による密着力の劣化も、無機保護膜では小さく、有機樹脂保護膜に比較して優れていることが判明した。

【0071】

[実施例 3]

(放射線検出器における特性評価)

実施例 1 及び実施例 2 の結果に基づき、以下の通りアレイ基板 1 2 の最表層保護膜材料を変えて実際の放射線検出器を製作した。

【0072】

まず、本実施例として、図 4 に示す構造の放射線検出器 2 0 を作製した。

【0073】

アレイ基板 1 2 上に、保護膜 2 8 b として、プラズマ CVD 法で形成した膜厚 2 μm 程度の窒化珪素の無機膜を形成し、その上層に保護膜 2 8 a として、厚さ 2.5 μm 程度のアクリル系樹脂膜を積層して形成した。アクリル系樹脂膜は感光性のものを用い、直接フォトリソグラフィによって接着エリア B に対しては除去するパターン設計とした。

【0074】

このプロセスにより、CsI:TI シンチレータ層 1 3 を形成するアクティブエリア A はアクリル樹脂系有機樹脂の保護膜 2 8 a が最上層となり、防湿層 1 5 との接着エリア B

10

20

30

40

50

は窒化珪素系の無機材質の保護膜 28b が最上層となっている。

【0075】

一方、比較例としては、タブ・パッド (TAB Pad) 部 27 など除いて全面に有機樹脂の保護膜を残したもの (比較例 1)、無機材質の保護膜を全面的に残したもの (比較例 2) を一緒に作成した。

【0076】

表 2 に、試作サンプルのアレイ基板最上層材質の一覧を示す。その他の構成要素とプロセスは実施例、比較例 1、2 共に同じとした。

【表 2】

表 2. 試作サンプルの最上層保護膜の材質

	本実施例	比較例 1	比較例 2
アクティブエリア A	アクリル系有機膜	アクリル系有機膜	窒化珪素系無機膜
接着エリア B	窒化珪素系無機膜	アクリル系有機膜	窒化珪素系無機膜

10

【0077】

製造プロセスにおいて、反射膜 14 を塗布後、乾燥の段階で、比較例 2 のサンプルはシンチレータ層 13 の CsI : Tl 膜とアレイ基板 12 表面との間で膜浮き (剥がれて隙間を生じている状態) を生じた。この膜浮きの状態は、少しの振動でも剥がれ落ちるレベルであり、それ以降のプロセスには耐えられなかった。

20

【0078】

これに対して、本実施例と比較例 1 のサンプルは、反射膜 14 の形成プロセスで異常はなく、その後 AL ハットを接着封止する工程へと進めた。何れも減圧貼り合せされ、UV 硬化と加熱硬化も特に異常なく終了した。

【0079】

その後、これらのサンプルの信頼性を比較するために、60 - 90% RH x 500 h の高温高湿試験と、-20 x 2 h / 60 x 2 h の冷熱サイクル試験と実施した結果、比較例 1 のサンプルは、2 つのコーナー部付近で AL ハットとアレイ基板 12 との接着部に剥れを生じた。剥がれ部を調査した結果、接着層 16 / アレイ基板 12 の界面で剥離を生じていることが分かった。

30

【0080】

一方、実施例のサンプルは、接着部の異常は全く見られなかった。更に高温高湿と冷熱試験を追加し、60 - 90% RH x 積算 1000 h、-20 x 2 h / 60 x 2 h の冷熱試験を積算 60 回繰り返した後も接着シール部に異常は発生しなかった。

【0081】

この結果は、上述した実施例 2 の結果とも符合している。従って、実施例のアレイ基板 12 の最表層を窒化珪素の保護膜としたことにより、接着層 16 との密着力及びその高温高湿耐性において、比較例 1 のサンプルに比べて明らかに優れたものと思われる。

【符号の説明】

【0082】

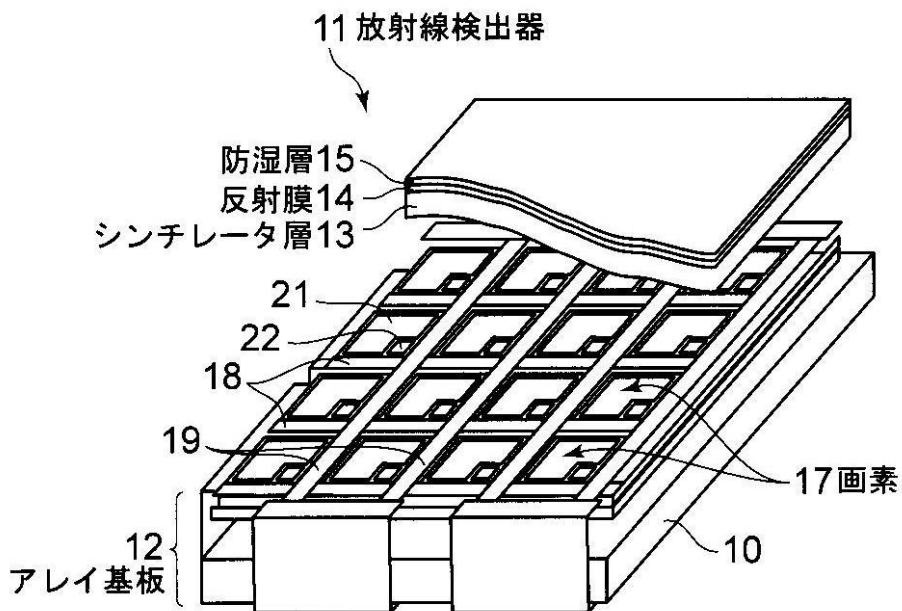
- 10 : ガラス基板
- 11 : 放射線検出器
- 12 : アレイ基板
- 13 : シンチレータ層
- 14 : 反射膜
- 15 : 防湿層
- 16 : 接着層
- 17 : 画素
- 18 : 制御線 (ゲートライン)
- 19 : 信号線 (シグナルライン)

40

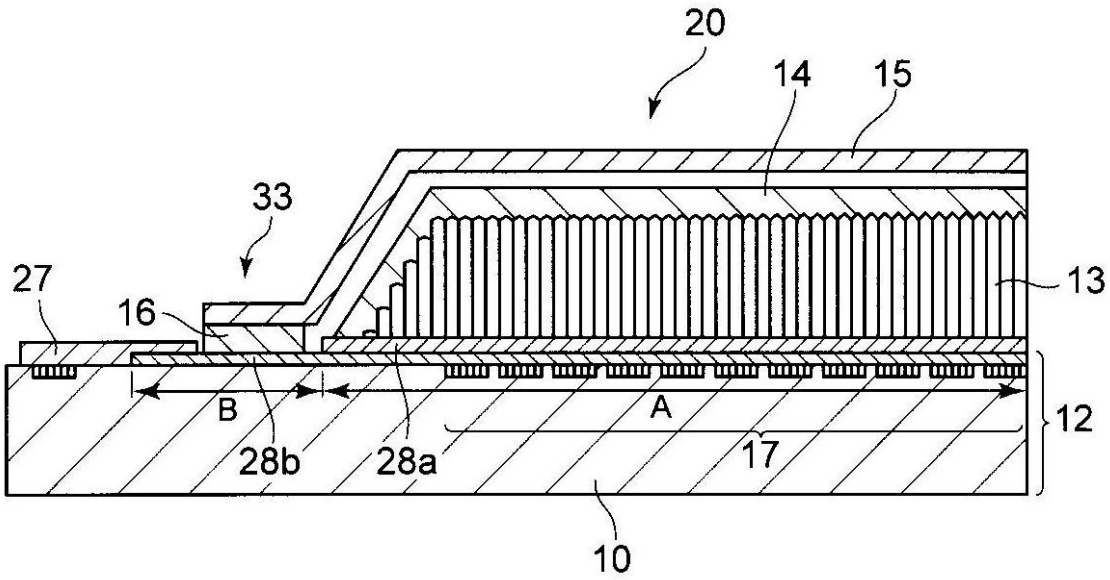
50

- 20 : 放射線検出器
- 21 : フォトダイオード
- 22 : 薄膜トランジスタ (T F T)
- 26 a : 保護膜
- 26 b : 保護膜
- 27 : タブ・パッド (T A B P a d) 部
- 28 a : 保護膜
- 28 b : 保護膜
- 29 a : 保護膜
- 29 b : 保護膜
- 30 : 放射線検出器
- 33 : 鍍部

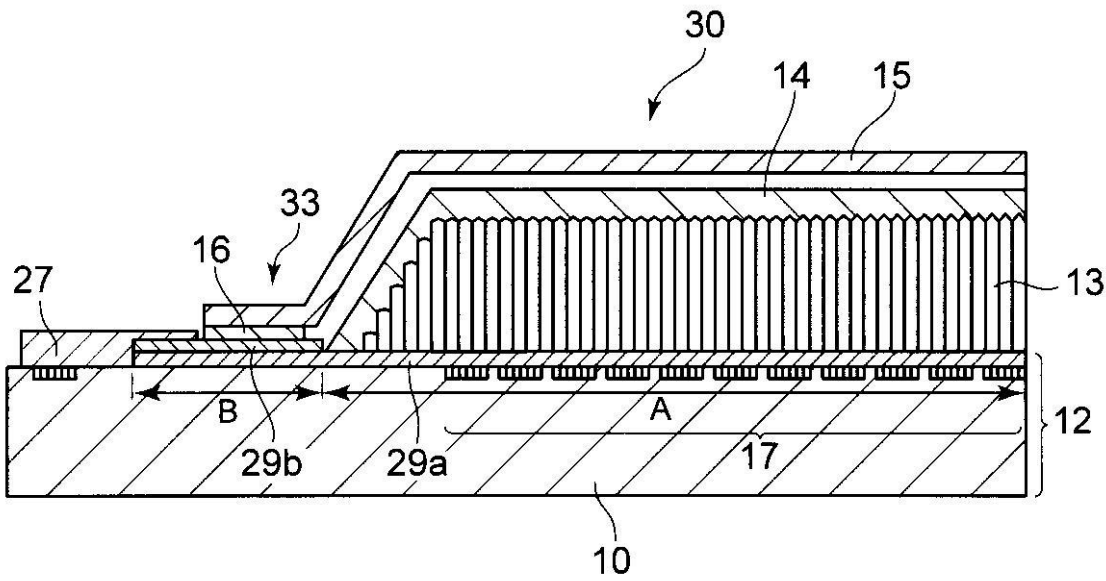
【 図 1 】



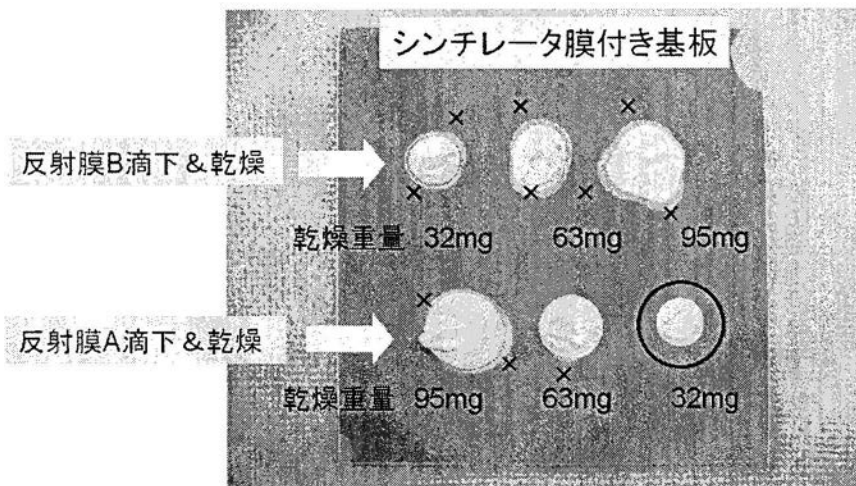
【図4】



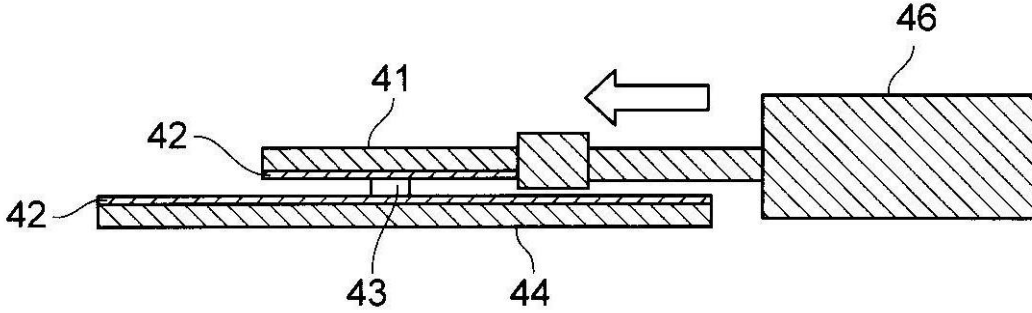
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

- | | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ◆ 接着剤A
(エポキシ系) SiN系保護膜 | * 接着剤B
(エポキシ系) SiN系保護膜 |
| ■ 接着剤A
(エポキシ系) SiO ₂ 系保護膜 | ● 接着剤B
(エポキシ系) SiO ₂ 系保護膜 |
| ▲ 接着剤A
(エポキシ系) アクリル系保護膜 | + 接着剤B
(エポキシ系) アクリル系保護膜 |
| × 接着剤A
(エポキシ系) シリコン系保護膜 | ○ 接着剤B
(エポキシ系) シリコン系保護膜 |

基板表層材による接着層との密着力

