

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5398773号
(P5398773)

(45) 発行日 平成26年1月29日 (2014. 1. 29)

(24) 登録日 平成25年11月1日 (2013. 11. 1)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 T 7/00 (2006. 01)

G O 1 T 7/00 A

G O 1 T 1/20 (2006. 01)

G O 1 T 1/20 E

G O 1 T 1/20 G

G O 1 T 1/20 L

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-85292 (P2011-85292)
 (22) 出願日 平成23年4月7日 (2011. 4. 7)
 (65) 公開番号 特開2012-220659 (P2012-220659A)
 (43) 公開日 平成24年11月12日 (2012. 11. 12)
 審査請求日 平成25年1月10日 (2013. 1. 10)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100077665
 弁理士 千葉 剛宏
 (74) 代理人 100116676
 弁理士 宮寺 利幸
 (74) 代理人 100149261
 弁理士 大内 秀治
 (72) 発明者 中橋 弘
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 審査官 鳥居 祐樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体を透過した放射線を可視光に変換するシンチレータと、前記可視光を放射線画像情報に変換する略矩形形状の光電変換基板とを有する放射線検出器と、

前記放射線検出器を内包する筐体とを具備し、

前記筐体は、略矩形形状であって、天板と、底板と、前記天板及び前記底板を連結する側板とを有し、

前記側板は、少なくとも前記光電変換基板の角部と対向する部分に、該角部から離間する方向の切欠きを有する放射線検出装置であって、

前記切欠きは、平面視で凹状とされた窪みであり、

前記窪みは、前記側板のうち、前記光電変換基板の隣接する2つの辺部に対向する2つの内壁面から連なる2つの側壁面と、該2つの側壁面をつなぐ底面とを有し、

前記角部は、2つの頂部を有し、

前記光電変換基板の前記2つの辺部と、前記側板の前記2つの内壁面との間に隙間を有し、

前記光電変換基板の前記角部を、仮想的に前記窪みに近づけて、前記側板の前記2つの内壁面に、前記光電変換基板の前記2つの辺部を仮想的に接触させたとき、

前記2つの頂部のうち、最も前記底面に近い頂部と前記窪みの前記底面との最短距離が1～5mmであることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の放射線検出装置において、
前記切欠きは、平面視で凹状とされ、且つ、縦断面視で凹状とされた窪みであり、
前記窪みは、前記天板側の第 1 面と、前記底板側の第 2 面とを有し、
前記光電変換基板の前記天板側の面と前記窪みの前記第 1 面との最短距離、及び前記光電変換基板の前記底板側の面と前記窪みの前記第 2 面との最短距離がそれぞれ 1 ~ 5 mm であることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の放射線検出装置において、
前記筐体の前記天板と前記光電変換基板との間に、前記放射線検出器を支持する基板を有し、

10

前記光電変換基板のうち、前記基板と反対側の面に前記シンチレータが配置され、
前記基板の厚みを t_a 、前記光電変換基板の厚みを t_b 、前記シンチレータの厚みを t_c 、前記窪みの前記光電変換基板の厚み方向に沿った高さを h_a としたとき、
 $t_b < h_a < (t_a + t_b + t_c)$
であることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の放射線検出装置において、
前記光電変換基板の縦の長さは前記シンチレータの縦の長さより大きく、且つ、前記光電変換基板の横の長さは前記シンチレータの横の長さより大きいことを特徴とする放射線検出装置。

20

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 記載の放射線検出装置において、
前記天板と前記基板とが接着層にて固着され、
前記基板と前記光電変換基板とが粘着剤で貼り合わされていることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 6】

請求項 3 記載の放射線検出装置において、
前記シンチレータと前記底板との間に、前記基板と共に前記放射線検出器を支持する第 2 の基板を有し、
前記天板と前記基板とが接着層にて固着され、
前記基板と前記光電変換基板とが粘着剤で貼り合わされ、
前記第 2 の基板と前記シンチレータとが粘着剤で貼り合わされていることを特徴とする放射線検出装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の放射線検出装置において、
前記基板は非金属材料にて構成され、
前記第 2 の基板は主に非金属材料にて構成されていることを特徴とする放射線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、筐体に放射線変換パネルを収納した放射線検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野において、被写体に放射線を照射し、該被写体を透過した前記放射線を放射線検出器に導いて放射線画像情報を撮影する放射線画像撮影装置が広汎に使用されている。前記放射線検出器としては、前記放射線画像情報が露光記録される従来からの放射線フィルムや、蛍光体に前記放射線画像情報としての放射線エネルギーを蓄積し、励起光を照射することで前記放射線画像情報を輝光として取り出すことのできる蓄積性蛍光体パネルが知られている。これらの放射線検出装置は、前記放射線画像情報が記録された放射線

50

フィルムを現像装置に供給して現像処理を行い、あるいは、前記蓄積性蛍光体パネルを読取装置に供給して読取処理を行うことで、可視画像を得ることができる。

【 0 0 0 3 】

一方、手術室等においては、患者に対して迅速且つ的確な処置を施すため、撮影後の放射線検出装置から直ちに放射線画像情報を読み出して表示することが必要である。このような要求に対応可能な放射線検出装置として、放射線を直接電気信号に変換し、あるいは、放射線をシンチレータで可視光に変換した後、電気信号に変換して読み出す光電変換基板を用いた放射線検出装置が開発されている（例えば特許文献 1 ～ 5 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 2 5 7 9 1 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 1 9 7 4 0 4 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 0 - 1 6 0 0 4 4 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 7 - 3 0 0 9 9 6 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 3 - 1 8 5 7 5 3 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 】

ところで、放射線検出装置を運搬中に誤って放射線検出装置を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまうことで、少なくとも光電変換基板が筐体の側板に接触し、特に、例えば落下の際に最も下方に位置する角部や、衝突した際に衝突位置に最も近い角部には、光電変換基板全体の重量が集中的に作用してしまい、角部での変形や破損が生じるおそれがある。上述した従来の放射線検出装置においては、このような落下や衝突等による破損のリスクを考慮した構成について何ら記載がない。

20

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、放射線検出装置を運搬中に誤って放射線検出装置を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、筐体の側板の強度を確保しつつ、光電変換基板の破損（例えば角部の破損）を回避することができ、使用上の信頼性を向上させることができる放射線検出装置を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

[1] 被写体を透過した放射線を可視光に変換するシンチレータと、前記可視光を放射線画像情報に変換する略矩形状の光電変換基板とを有する放射線検出器と、該放射線検出器を内包する筐体とを具備し、前記筐体は、略矩形状であって、天板と、底板と、前記天板及び前記底板を連結する側板とを有し、前記側板は、少なくとも前記光電変換基板の角部と対向する部分に、該角部から離間する方向の切欠きを有することを特徴とする。

すなわち、側板の内周面の角部のうち、少なくとも前記光電変換基板の角部と対向する部分に切欠きが形成された形態となるため、側板の強度（例えば天板と底板を連結する上での強度）を低下させることがほとんどない。

40

しかも、切欠きは、光電変換基板の角部から離間する方向に形成されているため、放射線検出装置を運搬中に誤って放射線検出装置を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、光電変換基板の辺部が側板の辺部（内壁面）に接触する可能性が高まるだけであり、光電変換基板の角部が側板に接触、衝突するということがない。光電変換基板の辺部が側板の内壁面に接触したとしても、側板の 2 つの内壁面で、光電変換基板を支持する形態となるため、光電変換基板全体の重量が局部的に集中するということなくなり、光電変換基板が辺部で破損するというリスクも回避することができる。

このように、本発明においては、放射線検出装置を運搬中に誤って放射線検出装置を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、筐体の側板の強度

50

を確保しつつ、光電変換基板の破損（例えば角部の破損）を回避することができ、使用上の信頼性を向上させることができる。

【 0 0 0 8 】

〔 2 〕 本発明において、前記切欠きは、平面視で凹状とされた窪みであり、前記光電変換基板の前記角部を、仮想的に前記窪みに近づけて、前記側板のうち、前記光電変換基板の隣接する 2 つの辺部に対向する 2 つの内壁面に、前記光電変換基板の前記 2 つの辺部を仮想的に接触させたとき、前記 2 つの辺部の間にある前記角部と前記窪みとの最短距離が 1 ～ 5 mm であることを特徴とする。

これにより、光電変換基板の辺部が側板の内壁面に接触したとしても、前記角部と前記窪みとの間に隙間ができることから、落下や衝突による衝撃で光電変換基板の角部が振動しても、該角部が窪みの内壁面に接触することがなく、角部の振動に伴う破損を回避することができる。

10

【 0 0 0 9 】

〔 3 〕 本発明において、前記窪みは、対応する 2 つの前記内壁面から連なる 2 つの側壁面と、該 2 つの側壁面をつなぐ底面とを有し、前記角部と前記窪みの前記底面との最短距離が 1 ～ 5 mm であってもよい。

〔 4 〕 この場合、前記角部は、1 つの頂部を有し、前記角部の前記頂部と前記窪みの前記底面との最短距離が 1 ～ 5 mm であってもよい。

〔 5 〕 あるいは、前記角部は、2 以上の頂部を有し、前記 2 以上の頂部のうち、最も前記窪みの底面に近い頂部と前記窪みの底面との最短距離が 1 ～ 5 mm であってもよい。

20

【 0 0 1 0 】

〔 6 〕 本発明において、前記切欠きは、平面視で凹状とされ、且つ、縦断面視で凹状とされた窪みであり、該窪みは、前記天板側の第 1 面と、前記底板側の第 2 面とを有し、前記光電変換基板の前記天板側の面と前記窪みの前記第 1 面との最短距離、及び前記光電変換基板の前記底板側の面と前記窪みの前記第 2 面との最短距離がそれぞれ 1 ～ 5 mm であることを特徴とする。

これにより、光電変換基板の辺部が側板の内壁面に接触したとしても、前記角部と前記窪み（例えば底面）との間に隙間ができ、しかも、光電変換基板の前記天板側の面と前記窪みの前記第 1 面との間に隙間ができると共に、前記光電変換基板の前記底板側の面と前記窪みの前記第 2 面との間に隙間ができることから、落下や衝突による衝撃で光電変換基板の角部が、光電変換基板の面方向に振動し、さらに、光電変換基板の面と直交する方向に振動しても、該角部が窪みの内壁面に接触することがなく、角部の振動に伴う破損を回避することができる。

30

【 0 0 1 1 】

〔 7 〕 本発明において、前記筐体の前記天板と前記光電変換基板との間に、前記放射線検出器を支持する基板を有し、前記光電変換基板のうち、前記基板と反対側の面に前記シンチレータが配置され、前記基板の厚みを t_a 、前記光電変換基板の厚みを t_b 、前記シンチレータの厚みを t_c 、前記窪みの前記光電変換基板の厚み方向に沿った高さを h_a としたとき、

$$t_b < h_a < (t_a + t_b + t_c)$$

40

であることを特徴とする。

すなわち、窪みの高さは、光電変換基板の厚みよりも大きい、基板と光電変換基板とシンチレータとを合わせた厚みよりは小さい。これにより、放射線検出装置が落下あるいは他の物体に衝突する等して、光電変換基板が移動した場合に、光電変換基板の角部の一部が窪み内に入り込むが、側板に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。

〔 8 〕 この場合、前記光電変換基板の縦の長さが前記シンチレータの縦の長さより大きく、且つ、前記光電変換基板の横の長さが前記シンチレータの横の長さより大きいことから、放射線検出装置が落下あるいは他の物体に衝突する等して、光電変換基板がシンチレータと共に移動しても、シンチレータが側板に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。

50

【 0 0 1 2 】

〔 9 〕 また、本発明において、前記天板と前記基板とが接着層にて固着され、前記基板と前記光電変換基板とが粘着剤で貼り合わされていることを特徴とする。すなわち、前記基板と前記光電変換基板とが粘着剤で貼り合わされているため、放射線検出器の交換や修理が容易な構造となっている。これは、放射線検出装置が落下あるいは他の物体に衝突する等した場合に、光電変換基板が移動しやすい構造ではあるが、上述したように、光電変換基板が移動しても、光電変換基板の角部の一部が窪み内に入り込むだけであって、側板に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。従って、放射線検出器の交換や修理が容易な構造を採用しても使用時の信頼性を向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

〔 1 0 〕 本発明において、前記シンチレータと前記底板との間に、前記基板と共に前記放射線検出器を支持する第 2 の基板を有し、前記天板と前記基板とが接着層にて固着され、前記基板と前記光電変換基板とが粘着剤で貼り合わされ、前記第 2 の基板と前記シンチレータとが粘着剤で貼り合わされていることを特徴とする。上述したように、放射線検出器の交換や修理が容易な構造を採用しても使用時の信頼性を向上させることができる。

〔 1 1 〕 この場合、前記基板は非金属材料にて構成され、前記第 2 の基板は主に非金属材料にて構成されていることが好ましい。放射線検出装置自体の軽量化を図ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

以上説明したように、本発明に係る放射線検出装置によれば、放射線検出装置を運搬中に誤って放射線検出装置を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、筐体の側板の強度を確保しつつ、光電変換基板の破損（例えば角部の破損）を回避することができ、使用上の信頼性を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本実施の形態に係る放射線検出装置が適用される放射線画像撮影システムを示す構成図である。

【 図 2 】 放射線検出装置の構成を示す断面図（図 3 における I I - I I 線上の断面図）である。

【 図 3 】 図 2 における I I I - I I I 線上の断面図である。

【 図 4 】 図 4 A 及び図 4 B は光電変換基板の角部と枠部材の窪みの位置関係を拡大して示す断面図である。

【 図 5 】 放射線検出装置の構成を一部省略して示す拡大断面図である。

【 図 6 】 放射線検出装置の回路構成を示す回路図である。

【 図 7 】 放射線検出装置の構成を示すブロック図である。

【 図 8 】 第 2 基板の第 2 部材のうち、該第 2 部材に対して回路基板を投影させた領域を示す説明図である。

【 図 9 】 図 9 A ~ 図 9 D は第 2 基板の第 2 部材の作製方法の一例を示す工程図である。

【 図 1 0 】 放射線検出器の変形例を一部省略して示す断面図である。

【 図 1 1 】 変形例に係る放射線検出器の信号出力部を一部省略して示す断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明に係る放射線検出装置の実施の形態例を図 1 ~ 図 1 1 を参照しながら説明する。なお、本明細書において数値範囲を示す「 ~ 」は、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味として使用される。

【 0 0 1 7 】

本実施形態に係る放射線画像撮影システム 1 0 は、図 1 に示すように、撮影条件に従った線量からなる放射線 1 2 を被写体（患者等） 1 4 に照射するための放射線源 1 6 と、被写体 1 4 を透過した放射線 1 2 を検出する放射線検出装置 2 0 と、放射線検出装置 2 0 に

10

20

30

40

50

よって検出された放射線 1 2 に基づく放射線画像を表示する表示装置 2 2 と、放射線源 1 6、放射線検出装置 2 0 及び表示装置 2 2 を制御するコンソール（制御装置）2 4 とを備える。コンソール 2 4 と、放射線源 1 6、放射線検出装置 2 0 及び表示装置 2 2 との間は、例えば無線通信による信号の送受信が行われる。なお、コンソール 2 4 には、病院内の放射線科において取り扱われる放射線画像やその他の情報を統括的に管理する放射線科情報システム（R I S）2 6 が接続され、また、R I S 2 6 には、病院内の医事情報を統括的に管理する医事情報システム（H I S）2 8 が接続される。

【0018】

放射線検出装置 2 0 は、図 2 に示すように、放射線 1 2 を透過させる材料からなる筐体 3 0 を備える。筐体 3 0 は、該筐体 3 0 における放射線 1 2 の正面 3 2（照射面）を構成する略平面状の第 1 プレート 3 4（天板）と、側面を構成する枠部材 3 6（側板）と、背面 3 8 を構成する略平面状の第 2 プレート 4 0（底板）と、枠部材 3 6 の内側に取り付けられ、筐体 3 0 内の収容空間を、第 1 プレート 3 4 側の第 1 室 4 2 と、第 2 プレート 4 0 側の第 2 室 4 4 とに区画する略平面状のシャシ部材 4 6 とを有する。

【0019】

枠部材 3 6 の正面 3 2 側の内壁には第 1 プレート 3 4 の周縁部が嵌り込む溝 4 8 が形成されている。また、枠部材 3 6 の高さ方向ほぼ中央部の内壁には例えば環状の平坦部 5 0 が形成され、この平坦部 5 0 にシャシ部材 4 6 の周縁部が例えばねじ止めあるいは接着剤にて固着されるようになっている。シャシ部材 4 6 の背面 3 8 側の周縁部には、第 2 プレート 4 0 を取り付けするための接続部 5 2（複数の断面ほぼ L 字状の接続片あるいは 1 つの断面ほぼ L 字状の枠体）が固着されている。この場合、接続部 5 2、シャシ部材 4 6 の周縁部及び枠部材 3 6 の平坦部 5 0 とを例えばねじ止めにて一括固着するようにしてもよい。シャシ部材 4 6 の背面 3 8 側には各種電子部品 5 4 が実装された 1 以上の回路基板 5 6 が取り付けられている。第 2 プレート 4 0 は、その内面側の一部が接続部 5 2 の一部に当接され、例えばねじ止めあるいは接着剤にて固着されている。また、シャシ部材 4 6 と第 2 プレート 4 0 間に複数のスペーサ 5 8 が設けられている。このスペーサ 5 8 は、第 2 室 4 4 に少なくとも回路基板 5 6 を取り付けだけの高さが確保でき、さらに、第 2 プレート 4 0 の少なくとも中央部（例えば接続部 5 2 と固着される部分よりも内方の部分）の平坦性が確保できるように設けられる。

【0020】

そして、放射線検出装置 2 0 の筐体 3 0 のうち、第 1 プレート 3 4、枠部材 3 6 及びシャシ部材 4 6 とで囲まれた第 1 室 4 2 内には、放射線検出器 6 0 が配置されている。さらに詳細には、第 1 プレート 3 4 の背面 3 8 側に放射線検出器 6 0 を支持する第 1 基板 6 2 が第 1 接着層 6 4（図 5 参照）を介して固着され、シャシ部材 4 6 の正面 3 2 側に同じく放射線検出器 6 0 を支持し、シンチレータ 7 8 の強度を補強する第 2 基板 6 6 が第 2 接着層 6 8（図 5 参照）を介して固着され、これら第 1 基板 6 2 と第 2 基板 6 6 の間に放射線検出器 6 0 が配置されている。第 1 基板 6 2 の厚みは $\sim 0.5 \text{ mm}$ であり、第 2 基板 6 6 の厚みは $0.8 \sim 1.5 \text{ mm}$ である。

【0021】

この放射線検出器 6 0 は、被写体 1 4 を透過した放射線 1 2 を放射線画像情報に変換し、変換した放射線画像情報を電気信号（アナログ信号）としてコンソール 2 4 等に出力する。なお、放射線検出装置 2 0 内には、上述した回路基板 5 6、放射線検出器 6 0 のほかに、バッテリー 7 0、カセット制御部 7 2 及び送受信機 7 4（図 6 参照）等を有する。バッテリー 7 0 は、放射線検出装置 2 0 の電源であって、放射線検出装置 2 0 内の放射線検出器 6 0、カセット制御部 7 2 及び送受信機 7 4 に電力を供給する。カセット制御部 7 2 は、バッテリー 7 0 から供給される電力により放射線検出器 6 0 を駆動制御する。送受信機 7 4 は、放射線検出器 6 0 によって検出した放射線 1 2 の情報（放射線画像情報）を含む信号をコンソール 2 4 との間で送受信する。

【0022】

放射線検出器 6 0 は、図 2 及び図 5 に示すように、正面 3 2 側に設置された光電変換基

10

20

30

40

50

板 7 6 と、背面 3 8 側に設置されたシンチレータ 7 8 とを有する。シンチレータ 7 8 は、被写体 1 4 を透過した放射線 1 2 を一旦可視光に変換する G O S ($Gd_2O_2S : Tb$) 又は $CsI : Tl$ 等を母体とする蛍光体からなる。光電変換基板 7 6 は、薄膜トランジスタ 8 0 (T F T : Thin Film Transistor : 図 6 参照。以後、T F T 8 0 と記す) のアレイと、アモルファスシリコン (a - Si) 等の物質からなる固体検出素子 8 2 (図 6 参照 : 以下、固体検出素子を画素 8 2 ともいう) を用いて前記可視光を電気信号に変換する光電変換層 8 4 (図 6 参照) とを積層することにより構成される。

【 0 0 2 3 】

ここで、枠部材 3 6、光電変換基板 7 6 等の平面形状について図 3 ~ 図 4 B を参照しながら説明する。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示すように、枠部材 3 6 のうち、少なくとも光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a と対向する部分に、該角部 7 6 a から離間する方向の切欠き 2 0 0 を有する。すなわち、枠部材 3 6 の内周面の角部 3 6 a のうち、少なくとも光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a と対向する部分に切欠き 2 0 0 が形成された形態となっている。

【 0 0 2 5 】

切欠き 2 0 0 は、平面視で凹状とされた窪み 2 0 2 であり、図 4 A の二点鎖線に示すように、光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a を、仮想的に窪み 2 0 2 に近づけて、枠部材 3 6 のうち、光電変換基板 7 6 の隣接する 2 つの辺部 7 6 b、7 6 b に対向する 2 つの内壁面 3 6 b、3 6 b に、光電変換基板 7 6 の 2 つの辺部 7 6 b、7 6 b を仮想的に接触させたとき、2 つの辺部 7 6 b、7 6 b の間にある角部 7 6 a と窪み 2 0 2 との最短距離 d_a が 1 ~ 5 mm である。具体的には、窪み 2 0 2 は、対応する 2 つの内壁面 3 6 b、3 6 b から連なる 2 つの側壁面 2 0 2 a、2 0 2 a と、該 2 つの側壁面 2 0 2 a、2 0 2 a をつなぐ底面 2 0 2 b とを有し、光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a と窪み 2 0 2 の底面 2 0 2 b との最短距離 d_a が 1 ~ 5 mm である。図 4 A の例では、光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a が 1 つの頂部 7 6 t を有し、光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a における頂部 7 6 t と窪み 2 0 2 の底面 2 0 2 b との最短距離 d_a が 1 ~ 5 mm である例を示す。もちろん、図 4 B に示すように、光電変換基板 7 6 の角部 7 6 a が 2 以上の頂部 7 6 t を有し、該 2 以上の頂部 7 6 t のうち、最も窪み 2 0 2 の底面 2 0 2 b に近い頂部 7 6 t と窪み 2 0 2 の底面 2 0 2 b との最短距離 d_a が 1 ~ 5 mm であってもよい。

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、窪み 2 0 2 は、第 1 プレート 3 4 側の第 1 面 2 0 2 c と、第 2 プレート 4 0 側の第 2 面 2 0 2 d とを有し、光電変換基板 7 6 の第 1 プレート 3 4 側の面 7 6 c と窪み 2 0 2 の第 1 面 2 0 2 c との最短距離 d_1 、及び光電変換基板 7 6 の第 2 プレート 4 0 側の面 7 6 d と窪み 2 0 2 の第 2 面 2 0 2 d との最短距離 d_2 がそれぞれ 1 ~ 5 mm となっている。

【 0 0 2 7 】

ここで、第 1 基板 6 2 の厚みを t_a 、光電変換基板 7 6 の厚みを t_b 、シンチレータ 7 8 の厚みを t_c 、窪み 2 0 2 の光電変換基板 7 6 の厚み方向に沿った高さを h_a としたとき、

$$t_b < h_a < (t_a + t_b + t_c)$$

である。

【 0 0 2 8 】

また、図 3 に示すように、光電変換基板 7 6 の縦の長さ L_a はシンチレータ 7 8 の縦の長さ L_b より大きく、且つ、光電変換基板 7 6 の横の長さ L_c はシンチレータ 7 8 の横の長さ L_d より大きく設定されている。

【 0 0 2 9 】

一方、図 5 に示すように、シンチレータ 7 8 と光電変換基板 7 6 とは中間層 8 6 を介して接合されている。中間層 8 6 の層厚は 1 0 ~ 5 0 μm である。また、中間層 8 6 は、ヘイズ度が 3 ~ 5 0 % の範囲である。中間層 8 6 はフィラーを含有する接着剤であることが

10

20

30

40

50

好ましく、接着剤としては、ホットメルト型接着剤、反応性ホットメルト型接着剤又は熱硬化樹脂等の接着剤を好ましく用いることができ、特に、光電変換基板 76 の凹凸を吸収するという観点からはホットメルト型接着剤がより好ましい。

【0030】

フィラー材料としては、アルミナ、シリカ、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化イットリウム等の無機材料、高架橋アクリル樹脂、高架橋ポリスチレン樹脂、メラミン・ホルムアルデヒド樹脂、シリコン樹脂等の有機材料を好ましく挙げることができ、これらのフィラー材料は、これらの物質は単独で用いてもよいし、あるいは適宜組み合わせ用いてもよい。

【0031】

なお、中間層 86 は上述のような接着剤に限定されるものではなく、ポリアクリル系粘着剤、シリコンゴム系粘着剤、ポリビニルブチルエーテル系粘着剤、ポロイソブチレン系粘着剤、天然ゴム系粘着剤等の粘着層（接着後も接着面から剥がし取ることができる粘着剤で形成される層）であってもよい。

また、シンチレータ 78 と第 2 基板 66 との間には、光を反射する光反射層 88 と、静電気防止のための導電層 90 と、支持体 92 とがこの順番で積層されている。なお、光電変換基板 76、シンチレータ 78、光反射層 88、導電層 90 及び支持体 92 は、例えば紫外線硬化型接着剤 93 にて一体化されている。

【0032】

支持体 92 は、例えばプラスチック基板、シリコン基板、カーボン基板等を用いることができる。支持体 92 の厚みは 0.15 ~ 0.30 mm である。プラスチック材料として、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリカーボネート、ポリエチレンナフタレート等の樹脂材料又は樹脂材料に酸化チタン、酸化アルミニウム等の顔料を混入した白色樹脂材料、あるいは種々の金属粒子、金属箔を用いることができる。

【0033】

導電層 90 は、金属材料、金属酸化物材料や導電性有機物質が好ましい。導電層 90 の厚みは、5 μm 以下である。金属材料としては、放射線吸収率が低いという観点から、マグネシウム、マグネシウム合金、アルミニウム、アルミ合金等が好ましい。金属酸化物材料としては、 SnO_2 （Sb ドープ）針状微粒子等が好ましく用いられる。導電性有機物質としては、導電性カーボンフィルム等が好ましく挙げられる。

【0034】

光反射層 88 は、光反射性物質を含む層であり、光反射性物質の例としては、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 MgO 、 BaSO_4 、 SiO_2 、 ZnS 、 ZnO 、 CaCO_3 、 Sb_2O_3 、 Nb_2O_5 、 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 、 PbF_2 、 BiF_3 、 Y_2O_3 、 YOCl 、 MIIIX （ MII は Ba 、 Sr 及び Ca のうちの少なくとも一種であり、 X は Cl 及び Br のうちの少なくとも一種である）、リトポン（ $\text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$ ）、ケイ酸マグネシウム、塩基性ケイ硫酸鉛、塩基性リン酸鉛、ケイ酸アルミニウムなどの白色顔料；種々の金属粒子もしくは金属箔；および中空構造のポリマー粒子を挙げることができる。これらの物質は単独で用いてもよいし、あるいは適宜組み合わせ用いてもよい。これらのうちでも高い屈折率を有するという観点からは、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 PbF_2 、 BiF_3 、 Y_2O_3 、 YOCl がより好ましい。光反射層 88 の厚みは 50 ~ 80 μm である。

【0035】

支持体 92 と第 2 基板 66 とは例えば両面テープ（図示せず）にて貼り合わされ、光電変換基板 76 と第 1 基板 62 とは例えば両面テープ（図示せず）にて貼り合わされている。両面テープは、上述した粘着剤と同様に、接着後も接着面から剥がし取ることができる粘着剤で形成される層を有する。この場合、放射線検出装置 20 から簡単に放射線検出器 60 を取り外すことが可能となり、例えば放射線検出器 60 に対するリペアが簡単になる。もちろん、支持体 92 と第 2 基板 66 とを接着層にて固着し、光電変換基板 76 と第 1 基板 62 とを接着層にて固着してもよい。

【 0 0 3 6 】

上述の実施の形態では、放射線 1 2 の照射方向に沿って、光電変換基板 7 6、シンチレータ 7 8 がこの順に積層され、シンチレータ 7 8 から発光された光を正面 3 2 側の光電変換基板 7 6 で電荷に変換して放射線画像情報を読み取る、いわゆる表面読取方式 (I S S (I r r a d i a t i o n S i d e S a m p l i n g) 方式) を採用しているが、この構成に限定されない。例えば放射線検出器 6 0 として、いわゆる裏面読取方式 (P S S (P e n e t r a t i o n S i d e S a m p l i n g) 方式) を採用してもよい。この場合、シンチレータ 7 8 から発光された光を背面側に位置する光電変換基板 7 6 で電荷に変換して放射線画像を読み取る。

【 0 0 3 7 】

通常、シンチレータ 7 8 は、放射線 1 2 の照射面 (正面) 側が背面側よりも強く発光するため、本実施の形態のように、表面読取方式で構成した放射線検出器 6 0 では、裏面読取方式で構成された放射線検出器 6 0 と比較して、シンチレータ 7 8 で発光された光が光電変換基板 7 6 (光電変換層 8 4) に到達するまでの距離を短縮させることができる。これにより、該光の拡散・減衰を抑えることができるので、放射線画像情報の分解能を高めることができる。

【 0 0 3 8 】

ここで、放射線検出装置 2 0 の回路構成について図 6 及び図 7 を参照しながら説明する。

図 6 に示すように、放射線検出装置 2 0 は、可視光を電気信号に変換する a - S i 等の物質からなる各画素 8 2 が形成された光電変換層 8 4 を、行列状の T F T 8 0 のアレイの上に配置した構造を有する。この場合、各画素 8 2 では、可視光を電気信号 (アナログ信号) に変換することにより発生した電荷が蓄積され、各行毎に T F T 8 0 を順次オンにすることにより前記電荷を画像信号として読み出すことができる。

【 0 0 3 9 】

各画素 8 2 に接続される T F T 8 0 には、行方向と平行に延びるゲート線 9 4 と、列方向と平行に延びる信号線 9 6 とが接続される。各ゲート線 9 4 は、ライン走査駆動部 9 8 に接続され、各信号線 9 6 は、マルチプレクサ 1 0 0 に接続される。ゲート線 9 4 には、行方向に配列された T F T 8 0 をオンオフ制御する制御信号 V o n 、 V o f f がライン走査駆動部 9 8 から供給される。この場合、ライン走査駆動部 9 8 は、ゲート線 9 4 を切り替える複数のスイッチ S W 1 と、スイッチ S W 1 の 1 つを選択する選択信号を出力するアドレスデコーダ 1 0 2 とを備える。アドレスデコーダ 1 0 2 には、カセット制御部 7 2 からアドレス信号が供給される。

【 0 0 4 0 】

また、信号線 9 6 には、列方向に配列された T F T 8 0 を介して各画素 8 2 に保持されている電荷が流出する。この電荷は、増幅器 1 0 4 によって増幅される。増幅器 1 0 4 には、サンプルホールド回路 1 0 6 を介してマルチプレクサ 1 0 0 が接続される。マルチプレクサ 1 0 0 は、信号線 9 6 を切り替える複数のスイッチ S W 2 と、スイッチ S W 2 の 1 つを選択する選択信号を出力するアドレスデコーダ 1 0 8 とを備える。アドレスデコーダ 1 0 8 には、カセット制御部 7 2 からアドレス信号が供給される。マルチプレクサ 1 0 0 には、A / D 変換器 1 1 0 が接続され、A / D 変換器 1 1 0 によってデジタル信号に変換された放射線画像情報がカセット制御部 7 2 に供給される。

【 0 0 4 1 】

従って、図 6 において、ライン走査駆動部 9 8、マルチプレクサ 1 0 0、増幅器 1 0 4、サンプルホールド回路 1 0 6 及び A / D 変換器 1 1 0 が電子部品 5 4 に含まれ、一方で、ゲート線 9 4 のうちライン走査駆動部 9 8 から光電変換層 8 4 に至る部分と、信号線 9 6 のうち光電変換層 8 4 から増幅器 1 0 4 に至る部分とが光電変換基板 7 6 に含まれる。

【 0 0 4 2 】

なお、スイッチング素子として機能する T F T 8 0 は、C M O S (C o m p l e m e n t a r y M e t a l - O x s i d e S e m i c o n d u c t o r) イメージセンサ等

10

20

30

40

50

、他の撮像素子と組み合わせて実現してもよい。さらにまた、TFTで言うところのゲート信号に相当するシフトパルスにより電荷をシフトしながら転送するCCD(Charge-Coupled Device)イメージセンサに置き換えることも可能である。

【0043】

放射線検出装置20のカセット制御部72は、図7に示すように、アドレス信号発生部112と、画像メモリ114と、カセットIDメモリ116とを備える。

【0044】

アドレス信号発生部112は、図6に示すライン走査駆動部98のアドレスデコーダ102及びマルチプレクサ100のアドレスデコーダ108に対してアドレス信号を供給する。画像メモリ114は、放射線検出器60によって検出された放射線画像情報を記憶する。カセットIDメモリ116は、放射線検出装置20を特定するためのカセットID情報を記憶する。

10

【0045】

送受信機74は、カセットIDメモリ116に記憶されたカセットID情報及び画像メモリ114に記憶された放射線画像情報を無線通信によりコンソール24に送信する。

【0046】

そして、本実施の形態において、第1基板62は、放射線検出装置20全体の軽量化を図るために、2.8以下の比重を有する材料であって、且つ、炭素繊維、セルロース繊維又はガラス繊維を含む複合材料、エンジニアリングプラスチック、及び、バイオマスプラスチックのうち、いずれか1つの材料から構成されている。

20

【0047】

第2基板66は、図5に示すように、それぞれ機能の異なる第1部材118と第2部材120とが一体化されて構成されている。第1部材118は、第1基板62と同様に、放射線検出装置20全体の軽量化を図るために、2.8以下の比重を有する材料であって、且つ、炭素繊維、セルロース繊維又はガラス繊維を含む複合材料、エンジニアリングプラスチック、及び、バイオマスプラスチックのうち、いずれか1つの材料で構成されている。第2部材は、筐体30を透過した放射線12による散乱線、例えば後方からの散乱線を減衰させるための金属材料で構成されている。図5の例では、2つの第1部材118間に第2部材120が挟まれて一体化された例を示す。

【0048】

第1基板62と、第2基板66の第1部材118は、同じ材質で構成してもよいし、あるいは、異なる材質で構成してもよい。

30

【0049】

具体的に、炭素繊維を含む複合材料は、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)や、炭素繊維のプリフォームを発泡材で包んだ後に樹脂を含浸させてサンドイッチ構造とした複合材料や、CFRPの表面を発泡材でコーティングした複合材料であり、セルロース繊維を含む複合材料は、セルロースマイクロフィブリル繊維を含む複合材料であり、ガラス繊維を含む複合材料は、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)である。

【0050】

この場合、例えば、放射線検出装置20内の電子部品54等の自己発熱によって、第1基板62を介して被写体14(患者)に熱さを感じさせないように、第1基板62は、熱伝導率が比較的に低いPAN(ポリアクリロニトリル)型炭素繊維からなる強剛性カーボンで構成されることが望ましい。一方、第2基板66の第1部材118は、放射線検出装置20からシャーシ部材46を介して外部への放熱が良好となるように、PAN型炭素繊維よりも熱伝導率が高いピッチ型炭素繊維からなる強剛性カーボンで構成されることが望ましい。

40

【0051】

また、エンジニアリングプラスチックには、ポリアミド(PA)、ポリアセタール(POM)、ポリカーボネート(PC)、変性ポリフェニレンエーテル(m-PPE、変性PPE)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリエチレンテレフタレート(PET

50

）、ガラス繊維強化ポリエチレンテレフタレート（GF-PET）、超高分子ポリエチレン（UHPE）、シンジオタクチックポリスチレン（SPS）、環状ポリオレフィン（COP）、ポリフェニレンスルファイド（PPS）、ポリスルホン（PSF）、非晶ポリアリレート（PAR）、ポリエーテルサルフォン（PES）、液晶ポリエステル（LCP）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリイミド（PI）、ポリエーテルイミド（PEI）、エポキシ（EP）等がある。

【0052】

ところで、第2基板66の第2部材120の厚みを一定にした場合、後方からの散乱線の減衰分布にばらつきが生じることになる。すなわち、後方からの散乱線は、回路基板56の導電パターンを構成する金属層でも減衰することから、第2部材120のうち、回路基板56に対応した領域とそれ以外の領域で、散乱線の減衰量が異なる。その結果、シンチレータ78に入射する減衰後の散乱線によるノイズ画像は、回路基板56の外形に沿ったものとなり、目立ち易く、画質の劣化を引き起こすおそれがある。もちろん、第2部材120で散乱線を全て吸収させれば問題はないが、そのためには、設計仕様によっては、第2基板66を構成する材料として、重量の大きい鉛等を使用せざるを得ない場合が生じ、サイズ等によっては、放射線検出装置20の軽量化が実現できないおそれがある。

【0053】

そこで、本実施の形態において、第2部材120は、回路基板56の位置に応じて厚みを変えている。例えば図8に示すように、1以上の回路基板56が設置されている場合、第2基板66の第2部材120のうち、該第2部材120に対して回路基板56を投影させた領域Zaについて厚みを薄くする。

【0054】

第2基板66の第2部材120を構成する金属材料としては、Al（アルミニウム）、Ag（銀）、Cu（銅）等を使用することができるが、回路基板56の導電パターンを構成する金属材料と同じ金属材料を用いることが好ましい。例えば回路基板56が銅箔を選択的にエッチングすることによって導電パターンを形成しているのであれば、金属材料として銅を用いることが好ましい。

【0055】

そして、第2部材120のうち、回路基板56の位置に対応した領域Zaの厚みを薄くする場合、回路基板56の導電パターンの厚み分だけ薄くすることが好ましい。もちろん、回路基板56が複数の導電パターンが積層された積層基板であれば、導電パターンの積層数に応じた厚み分だけ薄くすることが好ましい。

【0056】

このように、第2部材120の厚みを回路基板56の領域Zaに対応して変えることで、後方からの散乱線の減衰分布を第2部材120全体でほぼ均一にすることができ、シンチレータ78に入射する減衰後の散乱線によるノイズ画像は全体的に一定レベルとなり、目立つことがない。もちろん、ノイズ画像は全体的に一定レベルであることから、その後の簡単な画像処理（オフセット処理等）にて容易にノイズ画像を除去することもできる。

【0057】

このような第2基板66を作製する場合は、例えば図9A～図9Dに示すように、複数の炭素繊維のプリフォーム122が積層してなる第1積層体124a（図9A参照）上に第2部材120（金属箔、金属膜、金属板等）を載置し（図9B参照）、第2部材120の厚みが薄くなっている箇所120aに、炭素繊維のプリフォーム122を載置して平坦化し（図9C参照）、その上に複数の炭素繊維のプリフォーム122が積層してなる第2積層体124bを載置する。その後、この積層体を加熱加圧して一体化することで（図9D参照）、第2基板66を作製することができる。

【0058】

なお、図2に示すように、筐体30を構成する第1プレート34を、第1基板62と同様の材料で構成することができ、第2プレート40を、第2基板66の第1部材118と同様の材料で構成することができ、シャーシ部材46は、放射線検出装置20全体の軽

10

20

30

40

50

量化を図るために、2.8以下の比重を有する材料にて構成することができる。具体的には、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム又はマグネシウム合金等の金属材料が挙げられる。

【0059】

また、筐体30を構成する枠部材36は、樹脂等で構成することで、放射線検出器60等のリペア（補修、部品交換等）が容易になる。すなわち、枠部材36を弾性変形させることで、枠部材36からの第1プレート34及び第1基板62の取り外し、放射線検出器60の取り外し等が容易にできる。もちろん、これらの部材を装着する場合も同様に容易に行うことができる。

【0060】

そして、本実施の形態においては、図3～図4Bに示すように、枠部材36のうち、少なくとも光電変換基板76の角部76aと対向する部分に、該角部76aから離間する方向の切欠き200を有する。すなわち、枠部材36の内周面の角部36aのうち、少なくとも光電変換基板76の角部76aと対向する部分に切欠き200が形成された形態となっている。そのため、枠部材36の強度（例えば第1プレート34と第2プレート40を連結する上での強度）を低下させることがほとんどない。しかも、切欠き200は、光電変換基板76の角部76aから離間する方向に形成されているため、放射線検出装置20を運搬中に誤って放射線検出装置20を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、光電変換基板76の辺部76bが枠部材36の辺部（内壁面36b）に接触する可能性が高まるだけであり、光電変換基板76の角部76aが枠部材36に接触、衝突するということがない。光電変換基板76の辺部76bが枠部材36の内壁面36bに接触したとしても、枠部材36の2つの内壁面36bで、光電変換基板76を支持する形態となるため、光電変換基板76全体の重量が局部的に集中するということなくなり、光電変換基板76が枠部材36の辺部（内壁面36b）で破損するというリスクも回避することができる。

【0061】

すなわち、本実施の形態においては、放射線検出装置20を運搬中に誤って放射線検出装置20を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、筐体30の枠部材36の強度を確保しつつ、光電変換基板76の破損（例えば角部76aの破損）を回避することができ、使用上の信頼性を向上させることができる。

【0062】

また、切欠き200は、平面視で凹状とされた窪み202であり、光電変換基板76の角部76aを、例えば図4Aの二点鎖線に示すように、仮想的に窪み202に近づけて、枠部材36のうち、光電変換基板76の隣接する2つの辺部76bに対向する2つの内壁面36bに、光電変換基板76の2つの辺部76bを仮想的に接触させたとき、2つの辺部76bの間にある角部76aと窪み202との最短距離d1を1～5mmとしたので、光電変換基板76の辺部76bが枠部材36の内壁面36bに接触したとしても、光電変換基板76の角部76aと窪み202との間に隙間ができることから、落下や衝突による衝撃で光電変換基板76の角部76aが振動しても、該角部76aが窪み202の底面202b等に接触することがなく、光電変換基板76の角部76aの振動に伴う破損を回避することができる。

【0063】

特に、窪み202は、図2に示すように、第1プレート34側の第1面202cと、第2プレート40側の第2面202dとを有し、光電変換基板76の第1プレート34側の面76cと窪み202の第1面202cとの最短距離d1、及び光電変換基板76の第2プレート40側の面76dと窪み202の第2面202dとの最短距離d1をそれぞれ1～5mmとしたので、光電変換基板76の辺部76bが枠部材36の内壁面36bに接触したとしても、光電変換基板76の角部76aと窪み202（例えば底面202b）との間に隙間ができ、しかも、光電変換基板76の第1プレート34側の面76cと窪み202の第1面202cとの間に隙間ができると共に、光電変換基板76の第2プレート40

10

20

30

40

50

側の面 76 d と窪み 202 の第 2 面 202 d との間に隙間ができることから、落下や衝突による衝撃で光電変換基板 76 の角部 76 a が、光電変換基板 76 の面方向に振動し、さらに、光電変換基板 76 の面と直交する方向に振動しても、該角部 76 a が窪み 202 の内壁面（底面 202 b や第 1 面 202 c 等）に接触することがなく、光電変換基板 76 の角部 76 a の振動に伴う破損を回避することができる。

【0064】

また、本実施の形態では、第 1 基板 62 の厚みを t_a 、光電変換基板 76 の厚みを t_b 、シンチレータ 78 の厚みを t_c 、窪み 202 の光電変換基板 76 の厚み方向に沿った高さを h_a としたとき、

$$t_b < h_a < (t_a + t_b + t_c)$$

10

としている。すなわち、窪み 202 の高さ h_a は、光電変換基板 76 の厚み t_b よりも大きい、第 1 基板 62 と光電変換基板 76 とシンチレータ 78 とを合わせた厚みよりは小さい。これにより、放射線検出装置 20 が落下あるいは他の物体に衝突する等して、光電変換基板 76 が移動した場合に、光電変換基板 76 の角部 76 a の一部が窪み 202 内に入り込むが、上述した構成とも相俟って、枠部材 36 に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。

【0065】

特に、図 3 に示すように、光電変換基板 76 の縦の長さ L_a がシンチレータ 78 の縦の長さ L_b より大きく、且つ、光電変換基板 76 の横の長さ L_c がシンチレータ 78 の横の長さ L_d より大きいことから、放射線検出装置 20 が落下あるいは他の物体に衝突する等して、光電変換基板 76 がシンチレータ 78 と共に移動しても、シンチレータ 78 が枠部材 36 に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。

20

【0066】

また、本実施の形態においては、図 2 に示すように、第 1 プレート 34 と第 1 基板 62 とが第 1 接着層 64 にて固着され、第 1 基板 62 と光電変換基板 76 とが粘着剤（両面テープ）で貼り合わされている。すなわち、第 1 基板 62 と光電変換基板 76 とが粘着剤で貼り合わされているため、放射線検出器 60 の交換や修理が容易な構造となっている。これは、放射線検出装置 20 が落下あるいは他の物体に衝突する等した場合に、光電変換基板 76 が移動しやすい構造ではあるが、上述したように、光電変換基板 76 が移動しても、光電変換基板 76 の角部 76 a の一部が窪み 202 内に入り込むだけであって、枠部材 36 に接触（あるいは衝突）するのを回避することができる。従って、放射線検出器 60 の交換や修理が容易な構造を採用しても使用時の信頼性を向上させることができる。

30

【0067】

このように、本実施の形態に係る放射線検出装置 20 においては、放射線検出装置 20 を運搬中に誤って放射線検出装置 20 を落下させたり、他の物体にぶついたり、あるいは衝突させてしまっても、筐体 30 の枠部材 36 の強度を確保しつつ、光電変換基板 76 の破損（例えば角部 76 a の破損）を回避することができ、使用上の信頼性を向上させることができる。

【0068】

また、本実施の形態においては、背面側に設置された第 2 基板 66 をそれぞれ機能の異なる第 1 部材 118 及び第 2 部材 120 で構成し、第 1 部材 118 を例えば軽量化として好ましい材料で構成し、第 2 部材 120 を散乱線を減衰させるのに好適な金属材料で構成したので、放射線検出器 60 等の軽量化を図ることができると共に、シンチレータ 78 に入射する散乱線を減衰させることができ、散乱線によるノイズ画像を低減することができる。

40

【0069】

この場合、単一の金属板、材質の異なる複数の金属板からなる積層板を放射線の透過率又は散乱確率に応じて設置する必要がなく、第 1 部材 118 と第 2 部材 120 とが一体化された第 2 基板 66 を設置するだけでよいため、組み立て工数の増大化を招くことなく、放射線検出装置 20 全体の厚みが増大化することもない。しかも、鉛板を使用すること

50

がないため、軽量化も図ることができる。放射線検出器 60 を支持し、シンチレータ 78 強度を補強する第 2 基板 66 を散乱線の減衰にも兼用させるようにしたので、散乱線の減衰のための専用の基板を別途設置することが必要がなく、放射線検出装置 20 の低背化（薄型化）を実現させることができる。

【0070】

すなわち、本実施の形態に係る放射線検出装置 20 においては、散乱線による影響を抑制することができ、しかも、軽量化を促進させることができると共に、低背化（薄型化）も実現させることができる。

【0071】

特に、第 2 部材 120 の金属材料として、後方に設置された回路基板 56 の導電パターンと同じ金属材料を使用したので、回路基板 56 の導電パターンの金属材料と共にシンチレータ 78 に入射する散乱線を減衰させることができる。

10

【0072】

さらに、回路基板 56 の位置に応じて第 2 部材 120 の厚みを変えるようにしたので、シンチレータ 78 に入射する減衰後の散乱線によるノイズ画像を全体的に一定レベルにすることができ、放射線画像情報とした際にノイズ画像が局所的に目立つということがなく、画質の劣化を抑えることができる。

【0073】

なお、本発明に係る放射線検出装置は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

20

【0074】

例えば、放射線検出器 60 は、図 10 及び図 11 に示す変形例に係る放射線検出器 600 であってもよい。なお、図 10 は、変形例に係る放射線検出器 600 の 3 つの画素部分の構成を概略的に示した断面模式図である。

【0075】

放射線検出器 600 は、絶縁性の基板 602 上に、信号出力部 604、センサ部 606、及びシンチレータ 608 が順次積層して形成されており、信号出力部 604 及びセンサ部 606 により画素部が構成されている。画素部は、基板 602 上に行列状に配列されており、各画素部における信号出力部 604 とセンサ部 606 とが重なりを有するように構成されている。

30

【0076】

シンチレータ 608 は、センサ部 606 上に透明絶縁膜 610 を介して形成されており、上方（基板 602 が位置する側とは反対側）から入射してくる放射線 12 を光に変換して発光する蛍光体を成膜したものである。シンチレータ 608 が発する光の波長域は、可視光域（波長 360 nm ~ 830 nm）であることが好ましく、この放射線検出器 600 によってモノクロ撮像を可能とするためには、緑色の波長域を含んでいることがより好ましい。

【0077】

シンチレータ 608 に用いる蛍光体としては、具体的には、放射線 12 として X 線を用いて撮像する場合、ヨウ化セシウム（CsI）を含むものが好ましく、X 線照射時の発光スペクトルが 420 nm ~ 700 nm にある CsI（Tl）（タリウムが添加されたヨウ化セシウム）を用いることが特に好ましい。なお、CsI（Tl）の可視光域における発光ピーク波長は 565 nm である。

40

【0078】

シンチレータ 608 は、例えば、蒸着基体に柱状結晶構造の CsI（Tl）を蒸着して形成してもよい。このように蒸着によってシンチレータ 608 を形成する場合、蒸着基体は、X 線の透過率、コストの面から Al がよく使用されるがこれに限定されるものではない。なお、シンチレータ 608 として GOS を用いる場合、蒸着基体を用いずに TFT アクティブマトリクス基板の表面に GOS を塗布することにより、シンチレータ 608 を形成してもよい。また、樹脂ベースに GOS を塗布しシンチレータ 608 を形成した後、該

50

シンチレータ 608 を T F T アクティブマトリクス基板に貼り合わせてもよい。これにより、万が一、G O S の塗布が失敗しても T F T アクティブマトリクス基板を温存することができる。

【0079】

センサ部 606 は、上部電極 612、下部電極 614、及び該上部電極 612 と該下部電極 614 の間に配置された光電変換膜 616 を有している。

【0080】

上部電極 612 は、シンチレータ 608 により生じた光を光電変換膜 616 に入射させる必要があるため、少なくともシンチレータ 608 の発光波長に対して透明な導電性材料で構成することが好ましく、具体的には、可視光に対する透過率が高く、抵抗値が小さい透明導電性酸化物 (T C O : T r a n s p a r e n t C o n d u c t i n g O x i d e) を用いることが好ましい。なお、上部電極 612 として A u などの金属薄膜を用いることもできるが、透過率を 90 % 以上得ようとする抵抗値が増大し易いため、T C O の方が好ましい。例えば、I T O、I Z O、A Z O、F T O、S n O₂、T i O₂、Z n O₂ 等を好ましく用いることができ、プロセス簡易性、低抵抗性、透明性の観点からは I T O が最も好ましい。なお、上部電極 612 は、全画素部で共通の一枚構成としてもよく、画素部毎に分割してもよい。

【0081】

光電変換膜 616 は、有機光導電体 (O P C : O r g a n i c P h o t o C o n d u c t o r s) を含み、シンチレータ 608 から発せられた光を吸収し、吸収した光に応じた電荷を発生する。有機光導電体 (有機光電変換材料) を含む光電変換膜 616 であれば、可視光域にシャープな吸収スペクトルを持ち、シンチレータ 608 による発光以外の電磁波が光電変換膜 616 によって吸収されることが殆どなく、放射線 12 が光電変換膜 616 で吸収されることによって発生するノイズを効果的に抑制することができる。なお、光電変換膜 616 は、有機光導電体に代えてアモルファスシリコンを含むように構成してもよい。この場合、幅広い吸収スペクトルを持ち、シンチレータ 608 による発光を効率的に吸収することができる。

【0082】

光電変換膜 616 を構成する有機光導電体は、シンチレータ 608 で発光した光を最も効率よく吸収するために、そのピーク波長が、シンチレータ 608 の発光ピーク波長と近いほど好ましい。有機光導電体の吸収ピーク波長とシンチレータ 608 の発光ピーク波長とが一致することが理想的であるが、双方の差が小さければシンチレータ 608 から発せられた光を十分に吸収することが可能である。具体的には、有機光導電体の吸収ピーク波長と、シンチレータ 608 の放射線 12 に対する発光ピーク波長との差が、10 nm 以内であることが好ましく、5 nm 以内であることがより好ましい。

【0083】

このような条件を満たすことが可能な有機光導電体としては、例えばキナクリドン系有機化合物及びフタロシアニン系有機化合物が挙げられる。例えばキナクリドンの可視域における吸収ピーク波長は 560 nm であるため、有機光導電体としてキナクリドンを用い、シンチレータ 608 の材料として C s I (T l) を用いれば、上記ピーク波長の差を 5 nm 以内にすることが可能となり、光電変換膜 616 で発生する電荷量をほぼ最大にすることができる。

【0084】

センサ部 606 は、電磁波を吸収する部位、光電変換部位、電子輸送部位、正孔輸送部位、電子ブロッキング部位、正孔ブロッキング部位、結晶化防止部位、電極、及び層間接触改良部位等の積み重ね若しくは混合により形成される有機層を含んで構成される。前記有機層は、有機 p 型化合物 (有機 p 型半導体) 又は有機 n 型化合物 (有機 n 型半導体) を含有することが好ましい。

【0085】

有機 p 型半導体は、主に正孔輸送性有機化合物に代表されるドナー性有機半導体 (化

10

20

30

40

50

物)であり、電子を供与しやすい性質がある有機化合物をいう。さらに詳しくは2つの有機材料を接触させて用いたときにイオン化ポテンシャルの小さい方の有機化合物をいう。したがって、ドナー性有機化合物としては、電子供与性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。

【0086】

有機n型半導体は、主に電子輸送性有機化合物に代表されるアクセプター性有機半導体(化合物)であり、電子を受容しやすい性質がある有機化合物をいう。さらに詳しくは2つの有機化合物を接触させて用いたときに電子親和力の大きい方の有機化合物をいう。したがって、アクセプター性有機化合物は、電子受容性のある有機化合物であればいずれの有機化合物も使用可能である。

10

【0087】

この有機p型半導体及び有機n型半導体として適用可能な材料、及び光電変換膜616の構成については、特開2009-32854号公報において詳細に説明されているため説明を省略する。なお、光電変換膜616は、さらにフラーレン若しくはカーボンナノチューブを含有させて形成してもよい。

【0088】

光電変換膜616の厚みは、シンチレータ608からの光を吸収する点では膜厚は大きいほど好ましいが、ある程度以上厚くなると光電変換膜616の両端から印加されるバイアス電圧により光電変換膜616に発生する電界の強度が低下して電荷が収集できなくなるため、30nm以上300nm以下が好ましく、より好ましくは、50nm以上250nm以下、特に好ましくは80nm以上200nm以下にするのがよい。

20

【0089】

光電変換膜616は、全画素部で共通の一枚構成であるが、画素部毎に分割してもよい。下部電極614は、画素部毎に分割された薄膜とする。但し、下部電極614は、全画素部で共通の一枚構成であってもよい。下部電極614は、透明又は不透明の導電性材料で構成することができ、アルミニウム、銀等を好適に用いることができる。なお、下部電極614の厚みは、例えば、30nm以上300nm以下とすることができる。

【0090】

センサ部606では、上部電極612と下部電極614の間に所定のバイアス電圧を印加することで、光電変換膜616で発生した電荷(正孔、電子)のうちの一方を上部電極612に移動させ、他方を下部電極614に移動させることができる。本変形例に係る放射線検出器600では、上部電極612に配線が接続され、この配線を介してバイアス電圧が上部電極612に印加されるものとする。また、バイアス電圧は、光電変換膜616で発生した電子が上部電極612に移動し、正孔が下部電極614に移動するように極性が決められているものとするが、この極性は逆であっても良い。

30

【0091】

各画素部を構成するセンサ部606は、少なくとも下部電極614、光電変換膜616、及び上部電極612を含んでいればよいが、暗電流の増加を抑制するため、電子ブロッキング膜618及び正孔ブロッキング膜620の少なくともいずれかを設けることが好ましく、両方を設けることがより好ましい。

40

【0092】

電子ブロッキング膜618は、下部電極614と光電変換膜616との間に設けることができ、下部電極614と上部電極612間にバイアス電圧を印加したときに、下部電極614から光電変換膜616に電子が注入されて暗電流が増加してしまうのを抑制することができる。

【0093】

電子ブロッキング膜618には、電子供与性有機材料を用いることができる。実際に電子ブロッキング膜618に用いる材料は、隣接する電極の材料および隣接する光電変換膜616の材料等に応じて選択すればよく、隣接する電極の材料の仕事関数(Wf)より1.3eV以上電子親和力(Ea)が大きく、且つ、隣接する光電変換膜616の材料のイ

50

オン化ポテンシャル (I_p) と同等の I_p もしくはそれより小さい I_p を持つものが好ましい。この電子供与性有機材料として適用可能な材料については、特開 2009-32854 号公報に詳細に記載されているため説明を省略する。

【0094】

電子ブロッキング膜 618 の厚みは、暗電流抑制効果を確実に発揮させると共に、センサ部 606 の光電変換効率の低下を防ぐため、10 nm 以上 200 nm 以下が好ましく、さらに好ましくは 30 nm 以上 150 nm 以下、特に好ましくは 50 nm 以上 100 nm 以下にするのがよい。

【0095】

正孔ブロッキング膜 620 は、光電変換膜 616 と上部電極 612 との間に設けることができ、下部電極 614 と上部電極 612 間にバイアス電圧を印加したときに、上部電極 612 から光電変換膜 616 に正孔が注入されて暗電流が増加してしまうのを抑制することができる。

【0096】

正孔ブロッキング膜 620 には、電子受容性有機材料を用いることができる。正孔ブロッキング膜 620 の厚みは、暗電流抑制効果を確実に発揮させると共に、センサ部 606 の光電変換効率の低下を防ぐため、10 nm 以上 200 nm 以下が好ましく、さらに好ましくは 30 nm 以上 150 nm 以下、特に好ましくは 50 nm 以上 100 nm 以下にするのがよい。

【0097】

実際に正孔ブロッキング膜 620 に用いる材料は、隣接する電極の材料および隣接する光電変換膜 616 の材料等に応じて選択すればよく、隣接する電極の材料の仕事関数 (W_f) より 1.3 eV 以上イオン化ポテンシャル (I_p) が大きく、且つ、隣接する光電変換膜 616 の材料の電子親和力 (E_a) と同等の E_a もしくはそれより大きい E_a を持つものが好ましい。この電子受容性有機材料として適用可能な材料については、特開 2009-32854 号公報に詳細に記載されているため説明を省略する。

【0098】

なお、光電変換膜 616 で発生した電荷のうち、正孔が上部電極 612 に移動し、電子が下部電極 614 に移動するようにバイアス電圧を設定する場合には、電子ブロッキング膜 618 と正孔ブロッキング膜 620 の位置を逆にすれば良い。また、電子ブロッキング膜 618 と正孔ブロッキング膜 620 は両方設けなくてもよく、いずれかを設けておけば、ある程度の暗電流抑制効果を得ることができる。

【0099】

図 10 に示すように、信号出力部 604 は、各画素部の下部電極 614 に対応して基板 602 の表面に設けられており、下部電極 614 に移動した電荷を蓄積する蓄積容量 622 と、前記蓄積容量 622 に蓄積された電荷を電気信号に変換して出力する TFT 624 とを有している。蓄積容量 622 及び TFT 624 の形成された領域は、平面視において下部電極 614 と重なる部分を有しており、このような構成とすることで、各画素部における信号出力部 604 とセンサ部 606 とが厚さ方向で重なりを有することとなる。蓄積容量 622 及び TFT 624 を下部電極 614 によって完全に覆うように信号出力部 604 を形成すれば、放射線検出器 600 (画素部) の平面積を最小にすることができる。

【0100】

蓄積容量 622 は、基板 602 と下部電極 614 との間に設けられた絶縁膜 626 を貫通して形成された導電性材料の配線を介して対応する下部電極 614 と電氣的に接続されている。これにより、下部電極 614 で捕集された電荷を蓄積容量 622 に移動させることができる。

【0101】

TFT 624 は、図 11 に示すように、ゲート電極 628、ゲート絶縁膜 630、及び活性層 (チャネル層) 632 が積層され、さらに、活性層 632 上にソース電極 634 とドレイン電極 636 が所定の間隔を開けて形成されている。活性層 632 は、例えば、ア

10

20

30

40

50

モルファスシリコンや非晶質酸化物、有機半導体材料、カーボンナノチューブなどにより形成することができる。なお、活性層 632 を構成する材料は、これらに限定されるものではない。

【0102】

活性層 632 を構成可能な非晶質酸化物としては、In、Ga 及び Zn のうちの少なくとも 1 つを含む酸化物（例えば In - O 系）が好ましく、In、Ga 及び Zn のうちの少なくとも 2 つを含む酸化物（例えば In - Zn - O 系、In - Ga - O 系、Ga - Zn - O 系）がより好ましく、In、Ga 及び Zn を含む酸化物が特に好ましい。In - Ga - Zn - O 系非晶質酸化物としては、結晶状態における組成が $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_m$ （ m は 6 未満の自然数）で表される非晶質酸化物が好ましく、特に、 InGaZnO_4 がより好ましい。なお、活性層 632 を構成可能な非晶質酸化物は、これらに限定されるものではない。

10

【0103】

活性層 632 を構成可能な有機半導体材料としては、フタロシアニン化合物や、ペンタセン、バナジルフタロシアニン等を挙げることができるがこれらに限定されるものではない。なお、フタロシアニン化合物の構成については、特開 2009 - 212389 号公報に詳細に記載されているため説明を省略する。

【0104】

TFT624 の活性層 632 を非晶質酸化物や有機半導体材料、カーボンナノチューブで形成したものとすれば、X 線等の放射線 12 を吸収せず、あるいは吸収したとしても極めて微量に留まるため、信号出力部 604 におけるノイズの発生を効果的に抑制することができる。

20

【0105】

また、活性層 632 をカーボンナノチューブで形成した場合、TFT624 のスイッチング速度を高速化することができ、また、可視光域での光の吸収度合の低い TFT624 を形成できる。なお、カーボンナノチューブで活性層 632 を形成する場合、活性層 632 に極微量の金属性不純物が混入するだけで、TFT624 の性能は著しく低下するため、遠心分離などにより極めて高純度のカーボンナノチューブを分離・抽出して形成する必要がある。

【0106】

30

ここで、上述した非晶質酸化物、有機半導体材料、カーボンナノチューブや、有機光導電体は、いずれも低温での成膜が可能である。従って、基板 602 としては、半導体基板、石英基板、及びガラス基板等の耐熱性の高い基板に限定されず、プラスチック等の可撓性基板、アラミド、バイオナノファイバを用いることもできる。具体的には、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ノルボルネン樹脂、ポリクロロトリフルオロエチレン等の可撓性基板を用いることができる。このようなプラスチック製の可撓性基板を用いれば、軽量化を図ることもでき、例えば持ち運び等に有利となる。

【0107】

40

また、有機光導電体から光電変換膜 616 を形成し、有機半導体材料から TFT624 を形成することにより、プラスチック製の可撓性基板（基板 602）に対して光電変換膜 616 及び TFT624 を低温成膜することが可能となると共に、放射線検出器 600 全体の薄型化及び軽量化を図ることができる。これにより、放射線検出器 600 を収容する放射線検出装置 20 の薄型化及び軽量化も可能となり、病院外の使用における利便性が向上する。しかも、光電変換部のベース材を一般的なガラスとは異なり可撓性を有する材質で構成するので、装置の持ち運び時や使用時の耐損傷性等を向上させることもできる。

【0108】

また、基板 602 には、絶縁性を確保するための絶縁層、水分や酸素の透過を防止するためのガスバリア層、平坦性あるいは電極等との密着性を向上するためのアンダーコート

50

層等を設けてもよい。

【0109】

アラミドは、200度以上の高温プロセスを適用できるために、透明電極材料を高温硬化させて低抵抗化でき、また、ハンダのリフロー工程を含むドライバICの自動実装にも対応できる。また、アラミドは、ITO(indium tin oxide)やガラス基板と熱膨張係数が近いいため、製造後の反りが少なく、割れにくい。また、アラミドは、ガラス基板等と比べて薄く基板を形成できる。なお、超薄型ガラス基板とアラミドを積層して基板602を形成してもよい。

【0110】

バイオナノファイバは、バクテリア(酢酸菌、Acetobacter Xylinum)が産出するセルロースマイクロフィブリル束(バクテリアセルロース)と透明樹脂との複合したものである。セルロースマイクロフィブリル束は、幅50nmと可視光波長に対して1/10のサイズで、且つ、高強度、高弾性、低熱膨である。バクテリアセルロースにアクリル樹脂、エポキシ樹脂等の透明樹脂を含浸・硬化させることで、繊維を60-70%も含有しながら、波長500nmで約90%の光透過率を示すバイオナノファイバが得られる。バイオナノファイバは、シリコン結晶に匹敵する低い熱膨張係数(3-7ppm)を有し、鋼鉄並の強度(460MPa)、高弾性(30GPa)で、且つフレキシブルであることから、ガラス基板等と比べて基板602を薄く形成できる。

【0111】

本変形例では、基板602上に、信号出力部604、センサ部606、透明絶縁膜610を順に形成し、当該基板602上に光吸収性の低い接着樹脂等を用いてシンチレータ608を貼り付けることにより放射線検出器600を形成している。

【0112】

上述した変形例に係る放射線検出器600では、光電変換膜616を有機光導電体により構成すると共にTF624の活性層632を有機半導体材料で構成しているので、該光電変換膜616及び信号出力部604で放射線12が吸収されることは殆どない。これにより、放射線12に対する感度の低下を抑えることができる。

【0113】

TF624の活性層632を構成する有機半導体材料や光電変換膜616を構成する有機光導電体は、いずれも低温での成膜が可能である。このため、基板602を放射線12の吸収が少ないプラスチック樹脂、アラミド、バイオナノファイバで形成することができる。これにより、放射線12に対する感度の低下を一層抑えることができる。

【0114】

また、例えば、放射線検出器600を筐体内の照射面32部分に貼り付け、基板602を剛性の高いプラスチック樹脂やアラミド、バイオナノファイバで形成した場合、放射線検出器600自体の剛性が高くすることができるため、筐体の照射面32部分を薄く形成することができる。また、基板602を剛性の高いプラスチック樹脂やアラミド、バイオナノファイバで形成した場合、放射線検出器600自体が可撓性を有するため、照射面32に衝撃が加わった場合でも放射線検出器600が破損しづらい。

【0115】

上述した変形例に係る放射線検出器600は、シンチレータ608から発光された光を放射線源16が位置する側とは反対側に位置するセンサ部606(光電変換膜616)で電荷に変換して放射線画像を読み取る、いわゆる裏面読取方式(PSS(Penetration Side Sampling)方式)として構成されているが、この構成に限定されない。

【0116】

例えば、放射線検出器は、いわゆる表面読取方式(ISS(Irradiation Side Sampling)方式)として構成してもよい。この場合、放射線12の照射方向に沿って、基板602、信号出力部604、センサ部606、シンチレータ608がこの順に積層され、シンチレータ608から発光された光を放射線源16が位置する側

10

20

30

40

50

のセンサ部 6 0 6 で電荷に変換して放射線画像を読み取る。シンチレータで発光された光の拡散・減衰を抑えることができるので、放射線画像の分解能を高めることができる。

【符号の説明】

【 0 1 1 7 】

1 0 ...放射線画像撮影システム

1 4 ...被写体

2 0 ...放射線検出装置

3 2 ...正面

3 6 ...枠部材

3 6 b ...角部

4 0 ...第 2 プレート

5 6 ...回路基板

6 2 ...第 1 基板

6 6 ...第 2 基板

7 6 ...光電変換基板

7 6 b ...辺部

7 8 ...シンチレータ

2 0 2 ...窪み

2 0 2 b ...底面

2 0 2 d ...第 2 面

1 2 ...放射線

1 6 ...放射線源

3 0 ...筐体

3 4 ...第 1 プレート

3 6 a ...内壁面

3 8 ...背面

4 6 ...シャーシ部材

6 0 ...放射線検出器

6 4 ...第 1 接着層

6 8 ...第 2 接着層

7 6 a ...角部

7 6 t ...頂部

2 0 0 ...切欠き

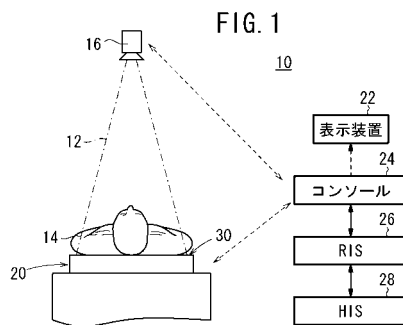
2 0 2 a ...側壁面

2 0 2 c ...第 1 面

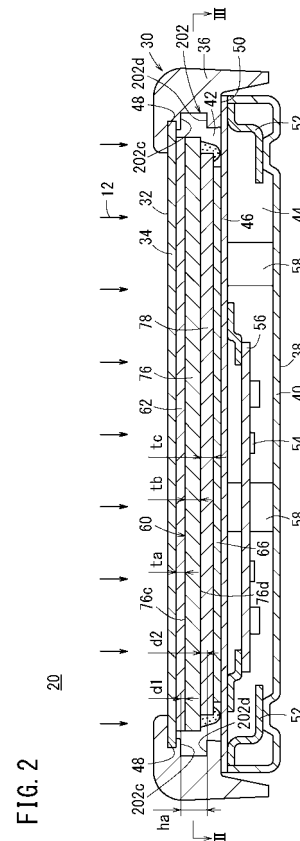
10

20

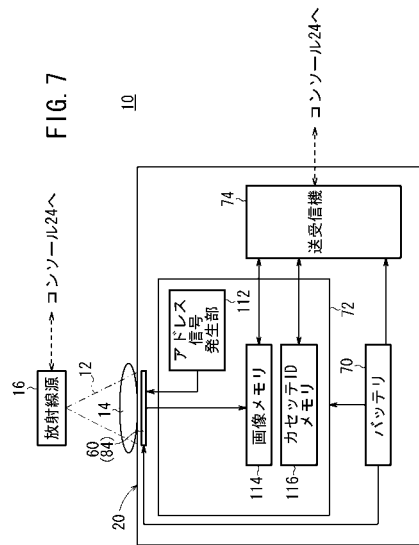
【 図 1 】



【 図 2 】

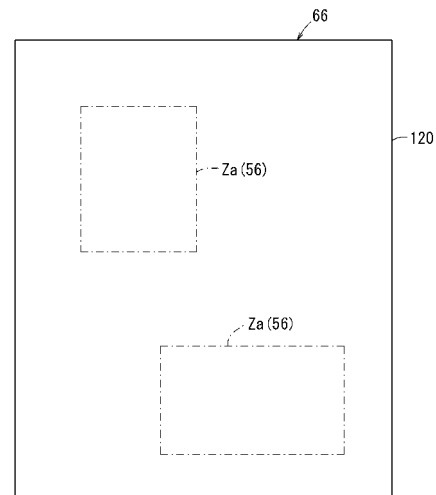


【図 7】



【図 8】

FIG. 8



【図 9】

FIG. 9A

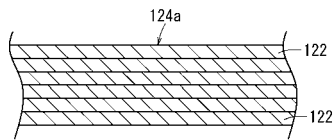


FIG. 9B

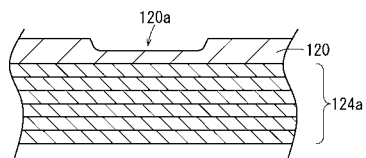


FIG. 9C

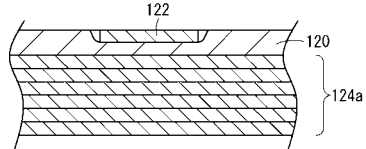
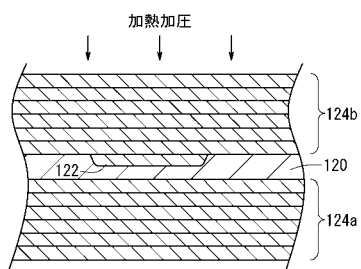
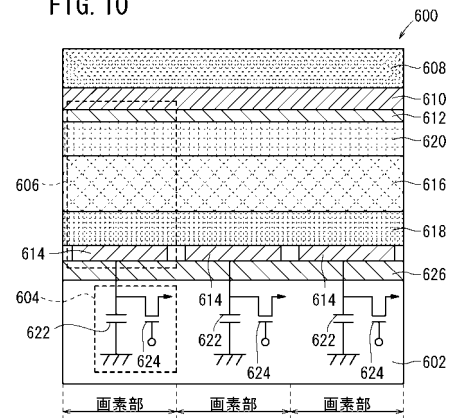


FIG. 9D



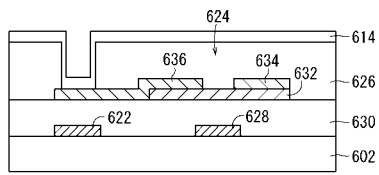
【図 10】

FIG. 10



【図 11】

FIG. 11



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-189790(JP,A)
特開2008-129231(JP,A)
特開2009-300084(JP,A)
特開2005-172511(JP,A)
特開2004-296656(JP,A)
特開2009-189789(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T	1/00 - 7/12
A61B	6/00 - 6/14
G03B	42/00 - 42/08