

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5728250号
(P5728250)

(45) 発行日 平成27年6月3日 (2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月10日 (2015.4.10)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 T 1/20 (2006.01)

G O 1 T 1/20

L

G O 1 T 1/20

E

G O 1 T 1/20

G

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-44298 (P2011-44298)
 (22) 出願日 平成23年3月1日 (2011.3.1)
 (65) 公開番号 特開2012-181108 (P2012-181108A)
 (43) 公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)
 審査請求日 平成26年2月14日 (2014.2.14)

(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 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出装置、シンチレータパネル、それらの製造方法、および放射線検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサーパネルとシンチレータパネルとを備える放射線検出装置であって、
 前記シンチレータパネルは、

基板と、

柱状結晶の集合体を有し、前記基板の上に配置されたシンチレータと、

第1有機保護層及び無機保護層を有し、前記シンチレータを覆うシンチレータ保護膜

と

を備え、

前記シンチレータ保護膜は、前記センサーパネルと前記シンチレータとの間に位置し、 10

前記第1有機保護層は前記無機保護層よりも前記シンチレータ側に位置し、

前記柱状結晶の前記センサーパネル側の先端が前記第1有機保護層を貫通して前記無機
 保護層に接している

ことを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 2】

前記シンチレータ保護膜は第2有機保護層をさらに有し、

前記第2有機保護層は前記無機保護層よりも前記センサーパネル側に位置し、

前記第1有機保護層により前記無機保護層と前記シンチレータとが接着され、

前記第2有機保護層により前記無機保護層と前記センサーパネルとが接着される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の放射線検出装置。

【請求項 3】

前記センサーパネルは、画素アレイを形成する半導体部材及び導電部材を有し、
前記半導体部材の少なくとも一部と前記導電部材の少なくとも一部とは前記第 2 有機保護層に接している部分を有することを特徴とする請求項 2 に記載の放射線検出装置。

【請求項 4】

前記半導体部材の少なくとも一部と前記導電部材の少なくとも一部とは前記第 2 有機保護層を貫通して前記無機保護層に接している部分を有することを特徴とする請求項 3 に記載の放射線検出装置。

【請求項 5】

前記センサーパネルは、画素アレイを形成する半導体部材及び導電部材と、前記半導体部材及び前記導電部材を覆うセンサーパネル保護膜とを有し、
前記センサーパネル保護膜は前記第 2 有機保護層に接している部分を有することを特徴とする請求項 2 に記載の放射線検出装置。

【請求項 6】

前記センサーパネル保護膜のうち前記半導体部材及び前記導電部材を覆う部分は前記第 2 有機保護層を貫通して前記無機保護層に接している部分を有することを特徴とする請求項 5 に記載の放射線検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 有機保護層を軟化状態にするための温度と前記第 2 有機保護層を軟化状態にするための温度とはともに、前記無機保護層を軟化状態にするための温度よりも低いことを特徴とする請求項 2 乃至 6 の何れか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 8】

前記第 1 有機保護層及び前記第 2 有機保護層は有機樹脂フィルムであり、前記無機保護層は酸化物又は窒化物の膜であることを特徴とする請求項 2 乃至 7 の何れか 1 項に記載の放射線検出装置。

【請求項 9】

基板と、
柱状結晶の集合体を有し、前記基板の上に配置されたシンチレータと、
有機保護層及び無機保護層を有し、前記シンチレータを覆うシンチレータ保護膜とを備え、
前記有機保護層は前記無機保護層よりも前記シンチレータ側に位置し、
前記柱状結晶の前記基板側とは反対側の先端が前記有機保護層を貫通して前記無機保護層に接している
ことを特徴とするシンチレータパネル。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の放射線検出装置と、
前記放射線検出装置によって得られた信号を処理する信号処理手段とを備えることを特徴とする放射線検出システム。

【請求項 11】

基板の上に柱状結晶の集合体を有するシンチレータを形成する形成工程と、
有機保護層及び無機保護層を有するシンチレータ保護膜を準備する工程と、
前記有機保護層が前記シンチレータに接するように前記シンチレータを前記シンチレータ保護膜で覆う被覆工程と、
前記シンチレータ保護膜を前記シンチレータに対して熱圧着する第 1 接着工程と、
前記シンチレータ保護膜で覆われた前記シンチレータとセンサーパネルとを貼り合わせる第 2 接着工程と
を有し、

前記第 1 接着工程において、前記有機保護層へ部分的に入り込んだ前記柱状結晶の前記基板側とは反対側の先端が前記有機保護層を貫通して前記無機保護層に接することを特徴

10

20

30

40

50

とする放射線検出装置の製造方法。

【請求項 12】

基板の上に柱状結晶の集合体を有するシンチレータを形成する形成工程と、
有機保護層及び無機保護層を有するシンチレータ保護膜を準備する工程と、
前記有機保護層が前記シンチレータに接するように前記シンチレータを前記シンチレータ保護膜で覆って接着する接着工程と
を有し、

前記接着工程において、前記有機保護層へ部分的に入り込んだ前記柱状結晶の前記基板側とは反対側の先端が前記有機保護層を貫通して前記無機保護層に接することを特徴とするシンチレータパネルの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線検出装置、シンチレータパネル、それらの製造方法、および放射線検出システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光電変換素子を有するセンサーパネルの上に、X線を変換して光電変換素子が検知可能な波長の光を発光するシンチレータを積層したデジタル放射線検出装置が実用化されている。シンチレータは高い潮解性を有するため、特許文献1ではシンチレータをホットメルト樹脂で覆うことによりシンチレータの耐湿性を高めている。また、シンチレータを有するシンチレータパネルと光電変換素子を有するセンサーパネルとを別々に準備し、それらを貼り合わせて放射線検出装置を製造する方法が一般的になってきている。このように放射線検出装置を製造する場合に、シンチレータとセンサーパネルとの間の距離が短いほど放射線検出装置の鮮鋭度は向上する。特許文献2では、シンチレータの表面を平坦化した後にシンチレータを保護膜で覆うことによって保護膜の厚さを薄くする。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-78471号公報

30

【特許文献2】特開2003-66196号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のように、シンチレータパネルとセンサーパネルとが貼り合わされた放射線検出装置では、シンチレータの耐湿性を高めるとともに、シンチレータパネルとセンサーパネルとの間の距離を短くすることが望まれる。そこで、本発明は、放射線検出装置においてシンチレータの耐湿性を高めるとともにシンチレータとセンサーパネルとの間の距離を短縮するための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】

40

【0005】

上記課題に鑑みて、センサーパネルとシンチレータパネルとを備える放射線検出装置であって、前記シンチレータパネルは、基板と、柱状結晶の集合体を有し、前記基板の上に配置されたシンチレータと、第1有機保護層及び無機保護層を有し、前記シンチレータを覆うシンチレータ保護膜とを備え、前記シンチレータ保護膜は、前記センサーパネルと前記シンチレータとの間に位置し、前記第1有機保護層は前記無機保護層よりも前記シンチレータ側に位置し、前記柱状結晶の前記センサーパネル側の先端が前記第1有機保護層を貫通して前記無機保護層に接していることを特徴とする放射線検出装置が提供される。

【発明の効果】

【0006】

50

上記手段により、放射線検出装置においてシンチレータの耐湿性を高めるとともにシンチレータとセンサーパネルとの間の距離を短縮するための技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態の放射線検出装置の例示の構造を説明する図。

【図2】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の構造を説明する図。

【図3】本発明の実施形態の放射線検出装置の例示の製造方法を説明する図。

【図4】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の構造を説明する図。

【図5】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の構造を説明する図。

【図6】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の構造を説明する図。

【図7】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の製造方法を説明する図。

【図8】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の製造方法を説明する図。

【図9】本発明の実施形態の放射線検出装置の別の例示の構造を説明する図。

【図10】本発明の実施形態のシンチレータパネルの別の例示の構造を説明する図。

【図11】本発明の実施形態のシンチレータパネルの別の例示の構造を説明する図。

【図12】本発明の実施形態の放射線検出システムの例示の構造を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態について添付の図面を用いて詳細に説明する。まず、図1を用いて本発明の1つの実施形態に係る放射線検出装置100の例示の構造について説明する。図1(a)は放射線検出装置100の一部の模式断面図を示し、図1(b)は放射線検出装置100のシンチレータパネル109に注目した模式断面図である。

【0009】

放射線検出装置100はセンサーパネル113とシンチレータパネル109とを備える。センサーパネル113は、ガラス等からなる絶縁性基板112と、絶縁性基板112上に形成された画素アレイとを備える。画素アレイは、光電変換素子やTFTなどの半導体部材110と、半導体部材110に接続された導電部材111とにより形成される。画素アレイには半導体部材110を含む画素がマトリックス状に配置され、各画素の半導体部材110が導電部材111により接続される。

【0010】

光電変換素子はシンチレータパネル109によって放射線から変換された光を電荷に変換する。光電変換素子は例えばアモルファスシリコン、ポリシリコンなどの材料を用いて形成される。光電変換素子は、例えばMIS型センサー、PIN型センサー、TFT型センサー等でありうる。また、光電変換素子は単結晶シリコン基板に形成されるCCD型センサーやCMOS型センサーでありうる。

【0011】

導電部材111は、光電変換素子で光電変換された電荷を、TFTを介して読み出すための信号線、光電変換素子に電圧(Vs)を印加するためのバイアス線、およびTFTを駆動するための駆動線を含みうる。光電変換素子で光電変換された電荷はTFTによって読み出され、導電部材111および周辺回路(不図示)を介して外部の信号処理回路(不図示)に出力される。また行方向に配列されたTFTのゲートは行ごとに駆動線に接続され、TFT駆動回路(不図示)により行毎にTFTが選択される。

【0012】

シンチレータパネル109はシンチレータ基板107とシンチレータ保護膜108とを備える。シンチレータ基板107はシンチレータ支持基板102と、シンチレータ支持基板102の上に配置されたシンチレータ101とを備える。

【0013】

シンチレータ101はハロゲン化アルカリを主成分とする材料を用いて形成される柱状結晶の集合体を有してもよい。柱状結晶はシンチレータ支持基板102から延びており、シンチレータ基板側の表面とは反対側(センサーパネル側)の表面となる柱状結晶の先

10

20

30

40

50

端は先細りのテーパ形状を有しうる。テーパ形状を有することによってシンチレータ 101 の柱状結晶がシンチレータ保護膜 108 に入り込みやすくなる。シンチレータ 101 が柱状結晶の集合体を有する場合に、シンチレータ 101 は導光性を有し、高いシンチレータ特性を得ることができる。ハロゲン化アルカリを主成分とする材料として、例えば CsI : Tl、CsI : Na、CsBr : Tl、NaI : Tl、LiI : Eu、および KI : Tl 等を用いる。

【0014】

シンチレータ支持基板 102 はシンチレータ 101 を支持する。シンチレータ支持基板 102 は、シンチレータ 101 を形成するための真空蒸着中の温度で変形しない材料で形成されうる。シンチレータ支持基板 102 は、シンチレータ 101 で変換して発せられた光のうち、センサーパネル 113 とは反対側に進行した光を反射してセンサーパネル 113 に導く反射層として機能してもよい。反射層として機能することにより放射線検出装置 100 の光利用効率が向上しうる。反射層はまた、放射線検出装置 100 の外部からの光線を遮蔽し、放射線検出装置 100 において外部光線に起因するノイズが生じることを防止する機能を有する。シンチレータ支持基板 102 を反射層として機能させる場合に、シンチレータ支持基板 102 として耐熱性が高く且つ表面反射率の高い金属板を用いてもよい。シンチレータ支持基板 102 による放射線の吸収量が大きいと、被撮影者が被爆する線量の増加につながる恐れがある。そこで、シンチレータ支持基板 102 として金属板を用いる場合に、例えば X 線吸収の少ないアルミニウムなどを用いる。

【0015】

シンチレータ支持基板 102 を反射層として機能させない場合に、シンチレータ支持基板 102 として耐熱性が高く且つ X 線吸収の少ない炭素系樹脂や PPS 樹脂系等の基板を用いてもよい。この場合に、図 2 に示されるシンチレータパネル 200 のように、シンチレータ支持基板 102 の上に金属箔または金属薄膜等の反射層 120 を別途配置してもよい。図 2 は図 1 (b) に示したシンチレータパネル 109 の変形例を説明する図であり、両図で共通する要素は同一の参照部号を付して説明を省略する。シンチレータパネル 200 の反射層 120 としてアルミニウム、金、銀等の金属材料を用いることができ、特に反射特性の高いアルミニウム、金を用いてもよい。

【0016】

シンチレータ基板 107 は、シンチレータ支持基板 102 とシンチレータ 101 との間に支持基板保護層 103 をさらに備えうる。この場合に、シンチレータ支持基板 102 と支持基板保護層 103 とが一体となってシンチレータ 101 を支持する。支持基板保護層 103 を備えることで、シンチレータ 101 との接触によるシンチレータ支持基板 102 の腐食を軽減でき、且つシンチレータ支持基板 102 に対するシンチレータ 101 の密着力を向上できる。また、支持基板保護層 103 を備えることで、シンチレータ支持基板 102 からシンチレータ 101 への反射を調整することもできる。支持基板保護層 103 はシンチレータ支持基板 102 によって反射される光の吸収が少ない材料で形成されうる。支持基板保護層 103 を有機材料で形成する場合に、耐熱性が高く且つ光透過率も高いポリイミド系樹脂やアクリル系樹脂、シリコン系樹脂を有機材料として用いる。支持基板保護層 103 を無機材料で形成する場合に、耐熱性が高く且つ光透過率も高い Al_2O_3 や SiO_2 、 TiO_2 等の酸化物や SiN 等の窒化物を無機材料として用いる。

【0017】

シンチレータ 101 の材料がハロゲン化アルカリ系材料である場合に、シンチレータ 101 は潮解性を有する。そこで、シンチレータ 101 の一部又は全部をシンチレータ保護膜 108 で覆うことにより、耐久性の高いシンチレータパネル 109 を製造することができる。図 1 の例では、シンチレータ 101 のうち支持基板保護層 103 に接していない面、すなわちシンチレータ 101 の側面と上面とがシンチレータ保護膜 108 で覆われる。シンチレータ保護膜 108 はさらに、支持基板保護層 103 のうちシンチレータ 101 により覆われていない部分を覆う。

【0018】

シンチレータ保護膜 108 は有機保護層 104、無機保護層 105、および有機保護層 106 との三層構造を有する。以下の説明において、無機保護層 105 よりもシンチレータ 101 側（シンチレータ側）に位置する第 1 有機保護層を有機保護層 104 で表す。また、無機保護層 105 よりもセンサーパネル 113 側（センサーパネル側）に位置する第 2 有機保護層を有機保護層 106 で表す。シンチレータ保護膜 108 が無機保護層 105 を有することによって、有機保護層 104 へ入り込んだシンチレータ 101 は、無機保護層 105 に到達して停止する。すなわち、無機保護層 105 は熱圧着時における位置決め機能を有しうる。その結果、シンチレータ 101 は部分的に有機保護層 104 を貫通して無機保護層 105 に接した状態となる。具体的には、シンチレータ 101 を形成する柱状結晶のうちシンチレータ支持基板 102 とは反対側の先端が有機保護層 104 を貫通して無機保護層 105 に接した状態となる。

10

【0019】

本実施形態に係るシンチレータ保護膜 108 はシンチレータ 101 に対して外気からの水分の侵入を防止する機能を有しうる。シンチレータ保護膜 108 はまた、半導体部材 110 や導電部材 111 をシンチレータ 101 による腐食や破損から保護する防湿機能を有しうる。シンチレータ保護膜 108 はまた、センサーパネル 113 とシンチレータパネル 109 とを接着する機能を有しうる。また、シンチレータ保護膜 108 はシンチレータ 101 からの光を画素アレイへ透過しうる。

【0020】

シンチレータ保護膜 108 はシンチレータ 101 とセンサーパネル 113 との間に位置する。シンチレータ保護膜 108 の厚さが $10\ \mu\text{m}$ 未満の場合に、シンチレータ 101 の表面の凹凸やスプラッシュ欠陥を完全に被覆することができず、防湿機能が低下する恐れやセンサーパネル 113 を破壊するがある。一方、シンチレータ保護膜 108 の厚さが $100\ \mu\text{m}$ を超えるとシンチレータ 101 で発生した光や反射層で反射された光がシンチレータ保護膜 108 内で散乱しやすくなる。その結果、放射線検出装置 100 で得られる画像の鮮鋭度及び MTF (Modulation Transfer Function) が低下する恐れがある。そこで、シンチレータ保護膜 108 のうちシンチレータ 101 の上部を覆う部分の厚さが $10\ \mu\text{m}$ 以上 100 以下 μm となるようにシンチレータ保護膜 108 を形成しうる。

20

【0021】

無機保護層 105 の無機材料として、高い硬度を有する SiO_2 や Al_2O_3 、 TiO_2 、 ITO 、 ZnO 、 SiN 等を用いる。有機保護層 104 および有機保護層 106 の有機材料として、例えば、熱圧着により成型が可能なポリイミド系、エポキシ系、ポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリウレタン系、ポリアミド系等のホットメルト樹脂などを用いる。その中でも、特に水分透過率の低い樹脂を用いる。有機材料として、これらの樹脂材料を単独で用いてもよいし、何れか 2 種類以上の混合物を用いてもよい。有機保護層 104 に用いられる有機材料と有機保護層 106 に用いられる有機材料とは同じであってもよいし、異なってもよい。シンチレータ 101 の柱状結晶間の隙間へ有機材料が入り込む量や、センサーパネル 113 の表面へ有機材料が入り込む量を調整するために、圧着温度や圧着圧力や粘度の異なる有機材料をそれぞれの有機保護層で使用してもよい。特に、センサーパネル 113 の耐熱性が問題になる場合には、常温（例えば 5 以上 35 以下）において粘着性を有する粘着剤を有機保護層 106 として使用してもよい。

30

40

【0022】

有機保護層 104 はシンチレータ 101 と接しているため、有機保護層 104 が極性溶媒、溶剤、または水を含む場合にシンチレータ 101 が潮解してしまい、シンチレータ 101 の性能が劣化する恐れがある。そのため、有機保護層 104 として極性溶媒、溶剤、および水を含まない材料を用いてもよい。また、有機保護層 106 は半導体部材 110 や導電部材 111 に接しているため、有機保護層 106 が導電性を有するとセンサーパネル 113 の動作を妨げる恐れがある。そのため、有機保護層 106 として導電性を有しない材料を用いてもよい。

【0023】

50

ホットメルト樹脂とは、樹脂温度が上昇すると溶融して軟化し、樹脂温度が低下すると固化する性質を有する。ホットメルト樹脂は、軟化状態で他の有機材料および無機材料との接着性を有し、常温で固体状態となり接着性を有しない。また、ホットメルト樹脂は極性溶媒、溶剤、および水を含んでいないので、シンチレータ 101 に接触してもシンチレータ 101 を溶解しない。そこで、有機保護層 104 の材料としてホットメルト樹脂を用いてもよい。また、ホットメルト樹脂はアルミ等の金属やシリコン等の半金属物質を腐食や溶解することがなく、且つ導電性を有しないため、有機保護層 106 の材料として用いられてもよい。ホットメルト樹脂は、熱可塑性樹脂を溶剤に溶かし溶媒塗布法によって形成された溶剤揮発硬化型の接着性樹脂とは異なる。ホットメルト樹脂は主成分であるベースポリマー（ベース材料）の種類によって分類さる。ベースポリマーとして、ポリイミド系、エポキシ系、ポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリウレタン系、ポリアミド系等を用いる。シンチレータ保護膜 108 はシンチレータ 101 を保護するために、高い防湿性を有していることが重要である。そのため、高い防湿性を有するポリオレフィン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリイミド系樹脂をシンチレータ保護膜 108 に用いてもよい。さらに、特に吸湿率が低く光透過率の高いポリオレフィン系樹脂、ポリイミド系樹脂をシンチレータ保護膜 108 に用いてもよい。

【0024】

ポリオレフィン系樹脂は、エチレン - 酢酸ビニル共重合体、エチレン - アクリル酸共重合体、エチレン - アクリル酸エステル共重合体、エチレン - メタクリル酸共重合体、エチレン - メタクリル酸エステル共重合体、およびアイオノマー樹脂のうちの少なくとも 1 種を主成分として含有する。エチレン酢酸ビニル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂としてヒロダイン 7544（ヒロダイン工業製）を用いる。エチレン - アクリル酸エステル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として O - 4121（倉敷紡績製）を用いる。エチレン - メタクリル酸エステル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として W - 4210（倉敷紡績製）を用いる。エチレン - アクリル酸エステル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として H - 2500（倉敷紡績製）を用いる。エチレン - アクリル酸共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として P - 2200（倉敷紡績製）を用いる。エチレン - アクリル酸エステル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として Z - 2（倉敷紡績製）を用いる。エチレン - アクリル酸エステル共重合体を主成分とするホットメルト樹脂として M - 5（倉敷紡績製）を用いる。また、ポリイミド系樹脂として、ポリイミド - エポキシ樹脂共重合体を主成分とするホットメルト樹脂である LNA - 1007（東レ製）や LNA - 20（東レ製）等を用いる。後述する実施例で説明するように、シンチレータ保護膜 108 の任意の領域において、シンチレータ 101 が形成された領域を取り囲むように、シンチレータ保護膜 108 の表面をホットプレス処理によりヒートシール（加熱加圧接着）を行ってもよい。このような目的から、シンチレータ保護膜 108 として、温度が上昇すると溶融して被着体に接着し、樹脂温度が低下すると固化する性質を有するポリオレフィン系、ポリエステル系、ポリアミド系等のホットメルト樹脂を用いてもよい。ヒートシールの条件としては、ホットメルト樹脂の溶融開始温度よりも 10 ~ 60 程高い温度で、数秒 ~ 数分加熱することでホットメルト樹脂を溶融させ、1 ~ 50 kg / cm² の範囲で加圧する。

【0025】

放射線検出装置 100 は、接続リード 114、接続部 115、および外部配線 116 をさらに備える。接続リード 114 は画素アレイと電氣的に接続されたボンディングパット等でありうる。外部配線 116 は外部の回路等が放射線検出装置 100 に接続するためのフレキシブル配線板等でありうる。接続部 115 は接続リード 114 と外部配線 116 とを電氣的に接続するための半田や異方性導電接着フィルム（ACF）等でありうる。

【0026】

放射線検出装置 100 は、センサーパネル 113 とシンチレータパネル 109 との接着部分を封止する封止部材 117 をさらに備える。封止部材 117 はセンサーパネル 113 とシンチレータパネル 109 との間から画素アレイへ外部光が侵入することを防止する

10

20

30

40

50

機能を有しうる。封止部材 117 は、支持基板保護層 103、有機保護層 104、無機保護層 105、および有機保護層 106 間の接着部分をさらに封止してもよい。この場合に、封止部材 117 はシンチレータ 101 への水分の侵入を防止する防湿機能を有しうる。封止部材 117 は防湿性が高く且つ水分透過性の低い材料であるエポキシ系樹脂やシリコン系樹脂やアクリル系樹脂等を材料として用いてもよいが、それ以外のポリエステル系、ポリオレフィン系、ポリアミド系、ポリイミド系の樹脂を用いてもよい。また、封止部材 117 は放射線検出装置 100 の外部からの光を遮光するために透過率が 10% 以下であってよい。

【0027】

続いて、図 3 を用いて放射線検出装置 100 の例示の製造方法について説明する。まず、図 3 (a) に示すように、支持基板保護層 103 が表面に形成されたシンチレータ支持基板 102 の上に柱状結晶の集合体を有するシンチレータ 101 を真空蒸着法により形成して、シンチレータ基板 107 を形成する。例えば CsI : Tl を有するシンチレータ 101 は、CsI (沃化セシウム) と TlI (沃化タリウム) とを共蒸着することによって形成される。シンチレータ 101 の形成方法の具体例を以下に示す。シンチレータの原料を蒸着材料として抵抗加熱ボートに充填するとともに、支持基板保護層 103 を形成したシンチレータ支持基板 102 を回転する支持体ホルダに設置する。続いて蒸着装置内を真空ポンプで排気し、Ar ガスを導入して真空度を 0.1 Pa に調整し、蒸着を行う。

【0028】

次に、図 3 (b) に示されるように、シンチレータ 101 を覆うようにシンチレータ保護膜 108 をシンチレータ基板 107 に熱圧着してシンチレータパネル 109 を形成する。前述のように、シンチレータ保護膜 108 は、有機保護層 104、無機保護層 105、および有機保護層 106 の三層構造を有する。有機保護層 104 の厚さは例えば 5 μm 以上 50 μm 以下であり、無機保護層 105 の厚さは例えば 10 nm 以上 100 nm 以下であり、有機保護層 106 の厚さは例えば 5 μm 以上 50 μm 以下である。シンチレータ保護膜 108 の形成方法を以下に説明する。まず、有機樹脂フィルム等の有機保護層 104 の上に CVD 法やスパッタリング法や真空蒸着法を用いて無機保護層 105 を形成する。具体的には、例えば厚さ 30 μm のオレフィン系ホットメルト樹脂である倉敷紡績製の M-5 を有機保護層 104 として使用し、その上にスパッタリング法を用いて厚さ 100 nm の Al₂O₃ を無機保護層 105 として形成する。さらに、無機保護層 105 上に真空ラミネータを使用して上述の倉敷紡績製の M-5 である有機保護層 106 を加熱 100、加圧 0.5 MPa の条件で熱圧着することによりシンチレータ保護膜 108 を形成する。

【0029】

次に、シンチレータ保護膜 108 でシンチレータ 101 を覆い、真空ラミネータ又はヒートローラを使用してシンチレータ保護膜 108 をシンチレータ基板 107 に熱圧着して接着する。これにより、無機保護層 105 とシンチレータ 101 とが接着される。この接着のために、例えば真空ラミネータを使用し、加熱 100、加圧 0.5 MPa の条件で熱圧着を行う。この条件の下で、有機保護層 104 は軟化状態となり、シンチレータ 101 の柱状結晶の先端は有機保護層 104 へ入り込む。一方で、この条件の下では無機保護層 105 は軟化状態とならないため、有機保護層 104 へ入り込んだ柱状結晶の先端は無機保護層 105 に入り込むことはなく、無機保護層 105 に到達して停止する。

【0030】

次に、図 3 (c) に示されるように、シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 を有機保護層 106 によって接着する。これにより、無機保護層 105 とセンサーパネル 113 とが接着される。センサーパネル 113 は周知の方法によって準備すればよいので、その説明を省略する。シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 との貼り合わせは、例えば真空ラミネータを使用し、加熱 100、加圧 0.5 MPa の条件下で熱圧着を行う。この条件の下で、有機保護層 106 は軟化状態となり、シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 とを接着する。これとともに、センサーパネル 113 の半導体部材 110 および導電部材 111 のうち露出した部分が有機保護層 106 へ入り込み

10

20

30

40

50

、有機保護層 106 によって覆われる。すなわち、有機保護層 106 はセンサーパネル 113 の表面保護層として機能しうる。また、この条件下では無機保護層 105 が軟化状態となることはないため、半導体部材 110 および導電部材 111 が無機保護層 105 を貫通することはない。従って、半導体部材 110 および導電部材 111 とシンチレータ 101 との間に無機保護層 105 が存在することになり、シンチレータ 101 による半導体部材 110 および導電部材 111 の破損や腐食を防止できる。最後に、封止部材 117 を用いてセンサーパネル 113 とシンチレータパネル 109 との端部同士を接着して封止することによって、図 1 に示された放射線検出装置 100 が形成される。

【0031】

上述の例では有機保護層 104 および有機保護層 106 としてオレフィン系ホットメルト樹脂である厚さ 30 μm の倉敷紡績製の M-5 を用いた。しかし、さらに保護層を薄くするために、厚さ 7 μm のポリイミド系ホットメルト樹脂である東レ製の LNA-1007 を用いてもよい。これにより、シンチレータ 101 とセンサーパネル 113 との距離を一層近づけることができ、より高い鮮鋭度が得られる。LNA-1007 を用いる場合には、加熱 120、加圧 0.5 MPa の条件で、上述の図 2 (b)、図 2 (c) で説明された熱圧着を行う。センサーパネル 113 の耐熱性が問題になる場合には、常温において粘着性を有する粘着剤を有機保護層 106 として使用することにより、常温でラミネータを用いて貼り合わせを行うことができ、生産性が向上しうる。

【0032】

続いて、図 4 ~ 図 11 を用いて放射線検出装置 100 の各種変更例について説明する。図 4 ~ 図 11 において図 1 と共通する要素については同一の参照符号を付して説明を省略する。また、放射線検出装置 100 について上述した変形例は以下に説明する放射線検出装置に対しても同様に適用可能である。図 4 ~ 図 6、図 9 に示される各放射線検出装置は図 3 を用いて説明された製造方法と同様の方法で製造されるため、異なる工程のみを説明する。

【0033】

図 4 に示される放射線検出装置 400 では半導体部材 110 および導電部材 111 が部分的に有機保護層 106 を貫通して無機保護層 105 に接している。無機保護層 105 に接しているのは半導体部材 110 および導電部材 111 の一部であってもよいし、全部であってもよい。放射線検出装置 400 は、図 3 (c) を用いて説明した工程において、シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 とを加熱 100、加圧 1 MPa の条件で熱圧着することによって形成されうる。放射線検出装置 400 は放射線検出装置 100 よりもシンチレータ 101 とセンサーパネル 113 との距離を短くすることができる。

【0034】

図 5 に示される放射線検出装置 500 は、センサーパネル 113 の代わりにセンサーパネル 118 を有する。センサーパネル 118 は半導体部材 110 および導電部材 111 を覆うセンサーパネル保護膜 119 をさらに備えうる。これにより、センサーパネル 118 の耐久性が向上する。放射線検出装置 500 では、センサーパネル保護膜 119 が有機保護層 106 と接している部分を有する。センサーパネル保護膜 119 は、例えば SiN、TiO₂、LiF、Al₂O₃、MgO 等で形成されうる。センサーパネル保護膜 119 は、ポリフェニレンサルファイド樹脂、フッ素樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、液晶ポリマー、ポリエーテルニトリル樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン樹脂等で形成されてもよい。センサーパネル 118 は、センサーパネル 113 の上にスパッタリング法により SiN を成膜することにより形成されうる。放射線検出装置 400 は放射線検出装置 100 よりも耐久性と信頼性が優れる。

【0035】

図 6 に示される放射線検出装置 600 は放射線検出装置 500 と同様であるが、センサーパネル保護膜 119 のうち半導体部材 110 および導電部材 111 を覆う部分が有機保

10

20

30

40

50

護層 106 を貫通して無機保護層 105 に接している。無機保護層 105 に接している部分は半導体部材 110 および導電部材 111 を覆う部分の一部であってもよいし、全部であってもよい。放射線検出装置 600 は、図 3 (c) を用いて説明した工程において、シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 とを加熱 100 、加圧 1 MPa の条件下で熱圧着することによって形成されうる。放射線検出装置 600 は放射線検出装置 500 よりもシンチレータ 101 とセンサーパネル 113 との距離を短くすることができる。

【0036】

続いて、図 7 を用いて放射線検出装置 100 の別の製造方法について説明する。図 3 を用いて説明された製造方法とは異なり、この製造方法ではシンチレータ基板 107 に対してシンチレータ保護膜 108 の有機保護層 106 を有機保護層 104 および無機保護層 105 とは別の工程で形成する。まず、図 7 (a) に示されるように、シンチレータ基板 107 を形成する。この工程は図 3 (a) を用いて説明した工程と同様であるため説明を省略する。

【0037】

次いで、図 7 (b) に示されるように、有機保護層 104 および無機保護層 105 の二層構造を有するシンチレータ保護膜 121 を、シンチレータ 101 を覆うようにシンチレータ基板 107 上に熱圧着することによりシンチレータパネル 122 を形成する。まず、シンチレータ基板 107 に貼り合わせる前に、シンチレータ保護膜 121 を形成する。例えば、本製造方法では、有機保護層 104 として厚さ 7 μm のポリイミド系ホットメルト樹脂である東レ製の LNA-1007 を用いる。また、無機保護層 105 として厚さ 100 nm の Al_2O_3 を用いる。有機保護層 104 の上にスパッタリング法を用いて Al_2O_3 の薄膜を形成することによって、シンチレータ保護膜 121 が形成されうる。

【0038】

次に、シンチレータ保護膜 121 でシンチレータ 101 を覆い、シンチレータ保護膜 121 を熱圧着によってシンチレータ基板 107 に貼り合わせる。例えば、真空ラミネータを使用して、加熱 120 、加圧 0.5 MPa の条件で熱圧着を行いうる。この条件では無機保護層 105 は熱融解しないため、三層構造のシンチレータ保護膜 108 をシンチレータ基板 107 に貼り付ける場合と比較して、シンチレータ保護膜 121 の外側 (シンチレータ 101 とは反対側) の表面を平坦化しうる。その結果としてセンサーパネル 113 とシンチレータパネル 122 とを貼り合わせる際に要する温度と圧力を低く抑えることができる。また、図 7 の製造方法でも、この条件の下で、有機保護層 104 は軟化状態となり、シンチレータ 101 の柱状結晶の先端は有機保護層 104 を貫通して無機保護層 105 に到達する。一方で、この条件の下では無機保護層 105 は軟化状態とならないため、柱状結晶の先端は無機保護層 105 に入り込むことはなく、無機保護層 105 に接して停止する。上記の工程では二層構造のシンチレータ保護膜 108 をシンチレータ基板 107 に貼り付けたが、シンチレータ基板 107 に有機保護層 104 を形成した後に、CVD 法や真空蒸着法を用いて無機保護層 105 を形成してもよい。

【0039】

続いて、図 7 (c) に示されるように、シンチレータパネル 122 に対してシンチレータ保護膜 121 の上に有機保護層 106 を形成することによってシンチレータパネル 109 を形成する。シンチレータパネル 122 のシンチレータ保護膜 121 の外側の面は無機保護層 105 で覆われているため、センサーパネル 113 との接着性を有しない。そこで、シンチレータパネル 122 に有機保護層 106 を形成する。例えば、図 7 の製造方法では、有機保護層 106 として、厚さ 30 μm のオレフィン系ホットメルト樹脂である倉敷紡績の M-5 を用いる。真空ラミネータを使用して、加熱 100 、加圧 0.5 MPa の条件で熱圧着を行い、シンチレータパネル 122 に有機保護層 106 を貼り合わせる。続いて、シンチレータパネル 109 とセンサーパネル 113 とを、加熱 90 、加圧 0.4 MPa の条件で貼り合わせる。この条件での温度は、図 3 の製造方法の温度よりも低い。そのため、図 7 の製造方法はセンサーパネル 113 の耐熱性が低い場合に特に有効でありうる。以降の工程は図 3 を用いて説明された工程と同様のため説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

続いて、図 8 を用いて放射線検出装置 1 0 0 のさらに別の製造方法について説明する。図 3 を用いて説明された製造方法とは異なり、センサーパネル 1 1 3、シンチレータ基板 1 0 7、およびシンチレータ保護膜 1 0 8 を一括して熱圧着する。まず、支持基板保護層のうちシンチレータ 1 0 1 の周囲に封止部材 1 2 4 を配置する。封止部材 1 2 4 のうちシンチレータ基板 1 0 7 との接着面には例えばホットメルト樹脂である有機部材 1 2 3 が形成されている。そして、図 8 (a) に示されるように、シンチレータ 1 0 1 と封止部材 1 2 4 とを覆う位置にシンチレータ保護膜 1 0 8 を配置し、さらにその上にセンサーパネル 1 1 3 を配置する。その状態で、これらを真空ラミネータに投入し、加熱 1 0 0 、加圧 0 . 5 M P a の条件で熱圧着を行う。それにより、図 8 (b) に示されるような放射線検出装置 8 0 0 が形成されうる。図 8 の製造方法では、図 3、図 7 の製造方法と比較して、短時間で放射線検出装置 8 0 0 を製造することができ、高い生産性を有する。

10

【 0 0 4 1 】

図 9 に示される放射線検出装置 9 0 0 は、シンチレータ保護膜 1 0 8 の代わりにシンチレータ保護膜 1 2 5 を有する。シンチレータ保護膜 1 2 5 はシンチレータ保護膜 1 0 8 の無機保護層 1 0 5 と有機保護層 1 0 6 との間にさらに無機層基台 1 2 6 を配置したものである。

【 0 0 4 2 】

シンチレータ保護膜 1 2 5 は以下のように製造しうる。まず、厚さ 2 μ m の P E T 樹脂からなる無機層基台 1 2 6 の一方の面の上に無機保護層 1 0 5 として厚さ 5 0 n m の S i O₂ 膜を形成する。次いで、無機保護層 1 0 5 の上に厚さ 7 μ m のポリイミド - エポキシ樹脂からなる熱可塑性樹脂を塗布して有機保護層 1 0 4 を形成する。次いで、無機層基台 1 2 6 の他方の面に厚さ 4 μ m の粘着剤を塗布して有機保護層 1 0 6 を塗布を形成する。このように、P E T 樹脂を無機層基台 1 2 6 として使用することにより、無機層基台 1 2 6 がホットメルト樹脂や粘着剤の塗布用芯材を兼ねることができる。これにより、芯材を有さないシンチレータ保護膜 1 0 8 と比べてホットメルト樹脂や粘着剤を薄く塗布することができ、シンチレータ保護膜 1 2 5 の膜厚を薄くすることができる。本実施形態の例では、シンチレータ保護膜 1 2 5 の膜厚は 1 3 μ m なる。

20

【 0 0 4 3 】

図 3 (b) と同様に、このように形成したシンチレータ保護膜 1 2 5 でシンチレータ 1 0 1 を覆い、真空ラミネータを使用してシンチレータ保護膜 1 2 5 をシンチレータ基板 1 0 7 に熱圧着して接着する。これにより、シンチレータパネル 1 2 7 が形成される。そして、シンチレータパネル 1 2 7 とセンサーパネル 1 1 8 とをロールラミネータを使用して加圧し貼り合わせる。

30

【 0 0 4 4 】

続いて、図 1 0 を用いて、より耐湿性の高いシンチレータパネルの製造方法について説明をする。上述の各実施形態におけるシンチレータパネルも十分な耐湿性を有しているが、本実施形態のシンチレータパネルはさらに高い耐湿性を有する。

【 0 0 4 5 】

まず図 1 (b) に示されるシンチレータパネル 1 0 9 を用意する。このシンチレータパネル 1 0 9 の端部 1 0 0 1 (シンチレータ保護膜 1 0 8 と支持基板保護層 1 0 3 とが接する部分) を 1 7 0 に加熱した幅 2 m m のヒートシールヘッド 1 0 0 2 を用いて 1 分間加圧してヒートシールを行う。それにより、図 1 0 (c) に示されるヒートシール部 1 0 0 3 を有するシンチレータパネルが形成される。ヒートシール部 1 0 0 3 により、ホットメルトからなる第一の有機保護層 1 0 4 が支持基板保護層 1 0 3 に対して圧着され、リークパスが狭くなり、より耐湿性の高いシンチレータパネルが得られる。図 1 0 ではシンチレータパネル 1 0 9 を例として用いたが、上述の何れのシンチレータパネルの変形を用いてもよい。

40

【 0 0 4 6 】

また近年では、放射線検出装置の大型化や軽量化に伴い基板端部の狭額縁化が進んでい

50

る。例えば、図 11 (a) に示されるようにシンチレータ 101 の端部とシンチレータ支持基板 102 の端部とが近接している場合や図 11 (b) に示されるようにシンチレータ支持基板 102 の端部までシンチレータ 101 が蒸着される場合がある。この場合に、図 11 (a) や図 11 (b) に示されるように、シンチレータ支持基板 102 の裏側までシンチレータ保護膜 108 を熱圧着し、この裏面の部分 1101、1102 においてヒートシールをおこなってもよい。また、図 11 (c) に示されるように、シンチレータ保護膜 108 でシンチレータ基板 107 を全体的に覆い、シンチレータ保護膜 108 が重なる部分 1103 で一方のシンチレータ保護膜 108 を他方のシンチレータ保護膜 108 に対してヒートシールしてもよい。

【 0047 】

以上において説明された各放射線検出装置では、シンチレータ 101 を無機保護層 105 で覆うため、シンチレータ 101 の耐湿性が向上する。例えば、シンチレータパネル 109 では、CR 環境下 (25 、 40 %) において MTF の劣化を 30 日間で 5 % 以下に抑制することができる。N2 デシケータや真空デシケータ内でシンチレータパネル 109 を保管した場合にはさらに MTF の劣化を抑制できる。また、シンチレータ保護膜 108 の熱圧着の際にシンチレータ保護膜 108 に入り込むシンチレータ 101 が無機保護層 105 によって停止されるため、シンチレータ 101 とセンサーパネル 113 との間の距離を短縮できる。また、センサーパネル 113 とシンチレータ 101 との接着に粘着剤を使用しないため、粘着剤を使用する場合と比較して工数の削減およびコストダウンを達成できる。特に、図 1 および図 4 の放射線検出装置ではシンチレータ保護膜 108 がセンサーパネル保護膜としても機能するため、センサーパネル 113 とシンチレータ 101 との間の距離を一層短縮することができるとともに、工数を削減することもできる。

【 0048 】

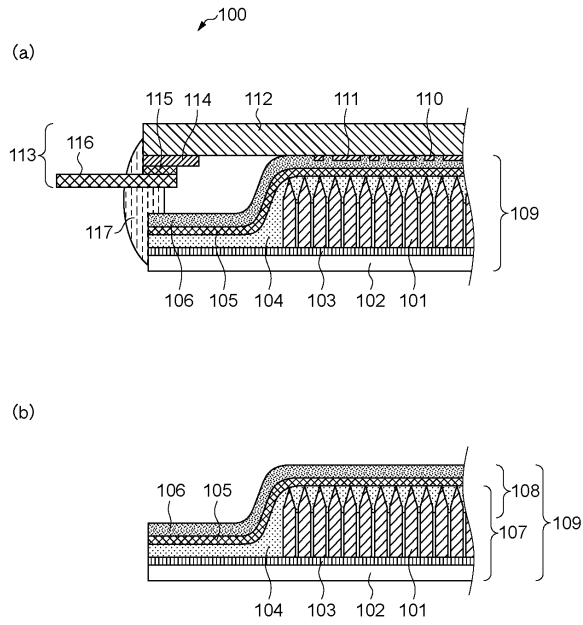
< その他の実施形態 >

図 9 は本発明に係る放射線用の検出装置の X 線診断システム (放射線検出システム) への応用例を示した図である。X 線チューブ 6050 (放射線源) で発生した放射線としての X 線 6060 は、被験者又は患者 6061 の胸部 6062 を透過し、本発明の検出装置の上部に配置した検出装置 6040 に入射する。この入射した X 線には患者 6061 の体内部の情報が含まれている。X 線の入射に対応してシンチレータは発光し、これを光電変換して、電気的情報を得る。この情報はデジタル信号に変換され信号処理手段となるイメージプロセッサ 6070 により画像処理され制御室の表示手段となるディスプレイ 6080 で観察できる。なお、放射線検出システムは、検出装置と、検出装置からの信号を処理する信号処理手段とを少なくとも有する。

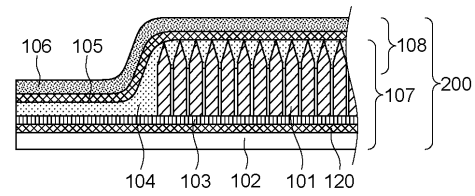
【 0049 】

また、この情報は電話回線 6090 等の伝送処理手段により遠隔地へ転送でき、別の場所のドクタールームなど表示手段となるディスプレイ 6081 に表示もしくは光ディスク等の記録手段に保存することができ、遠隔地の医師が診断することも可能である。また記録手段となるフィルムプロセッサ 6100 により記録媒体となるフィルム 6110 に記録することもできる。

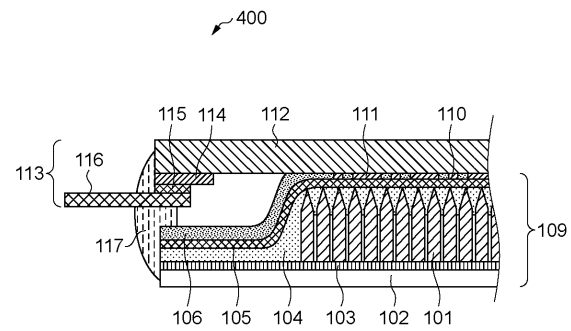
【図 1】



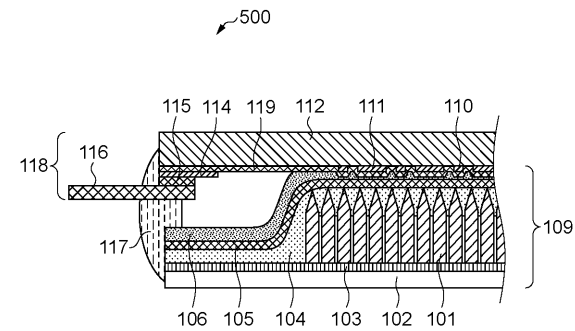
【図 2】



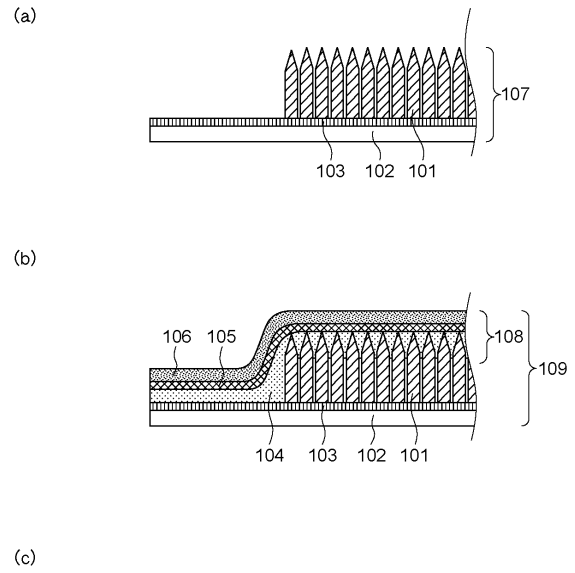
【図 4】



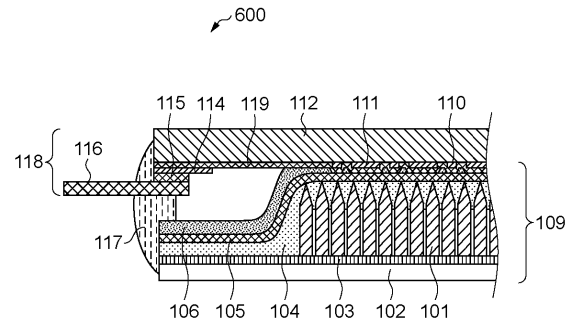
【図 5】



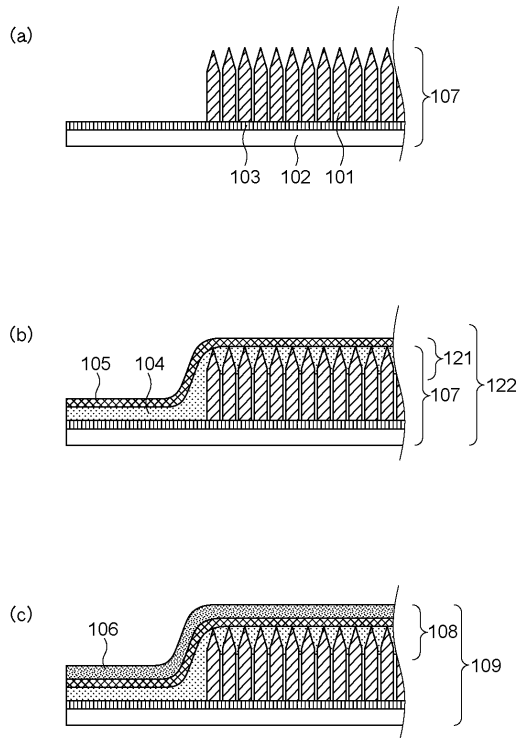
【図 3】



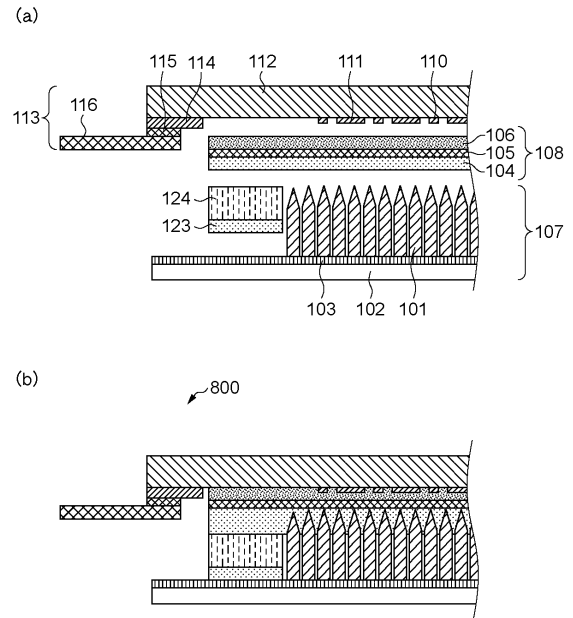
【図 6】



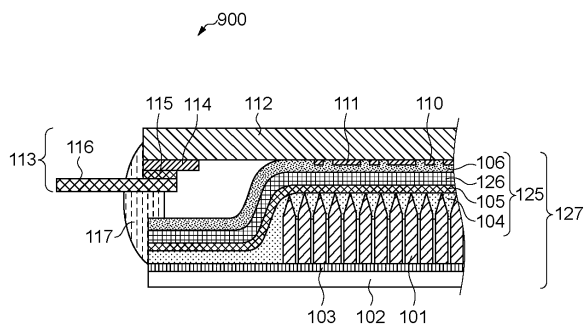
【図 7】



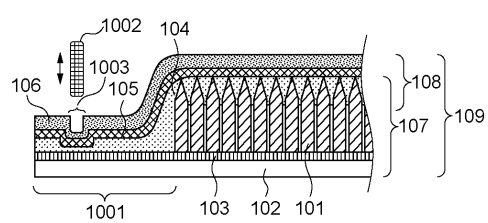
【図 8】



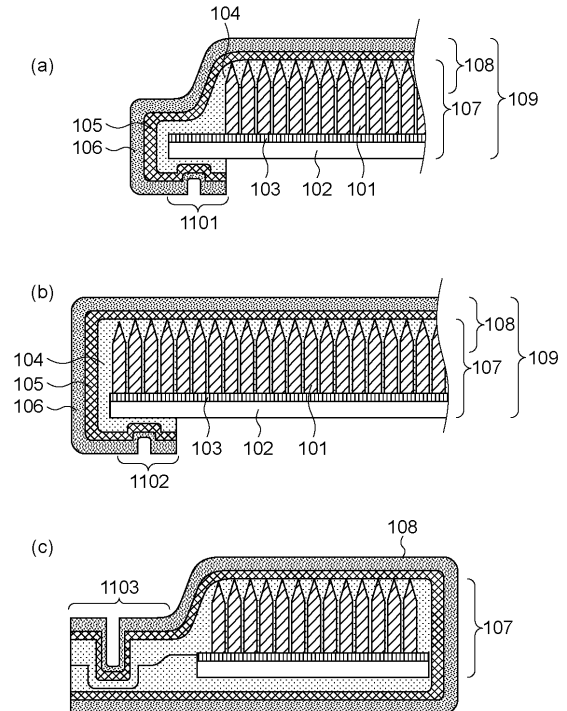
【図 9】



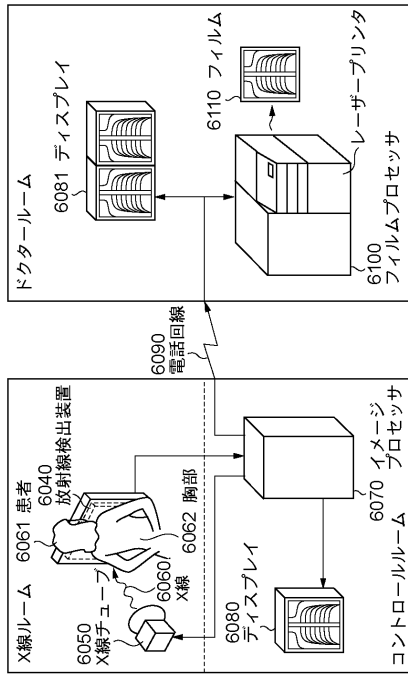
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 市村 知昭
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 岡田 聡
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 長野 和美
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 野村 慶一
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 石田 陽平
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 佐々木 慶人
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 中山 明哉
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 林 靖

- (56)参考文献 特開2008-261651(JP,A)
特開2003-066196(JP,A)
特表2002-524841(JP,A)
国際公開第99/066346(WO,A1)
国際公開第00/010194(WO,A1)
特開2006-078471(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T 1/00-7/12