

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4317251号
(P4317251)

(45) 発行日 平成21年8月19日 (2009. 8. 19)

(24) 登録日 平成21年5月29日 (2009. 5. 29)

(51) Int. Cl.

F I

G 2 1 K 4/00 (2006. 01)

G 0 1 T 1/20 (2006. 01)

G 2 1 K 4/00 A

G 0 1 T 1/20 L

G 0 1 T 1/20 G

G 0 1 T 1/20 E

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-327665 (P2007-327665)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成19年12月19日 (2007. 12. 19)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2008-309770 (P2008-309770A)		静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1
(43) 公開日	平成20年12月25日 (2008. 12. 25)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成20年11月6日 (2008. 11. 6)		弁理士 長谷川 芳樹
(31) 優先権主張番号	11/812, 233	(74) 代理人	100092657
(32) 優先日	平成19年6月15日 (2007. 6. 15)		弁理士 寺崎 史朗
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100124291
			弁理士 石田 悟
早期審査対象出願		(72) 発明者	鈴木 孝治
			静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1
			浜松ホトニクス株式会社内
		(72) 発明者	楠山 泰
			静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1
			浜松ホトニクス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線像変換パネル及び放射線イメージセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム基板と、
 前記アルミニウム基板の表面に形成されたアルマイト層と、
 前記アルマイト層上に設けられており光反射性を有する金属膜と、
 前記金属膜を被覆しており光透過性を有する保護膜と、
 前記保護膜上に設けられており放射線像を変換する変換部と、
 を備え、
 前記アルマイト層の少なくとも一部は、前記アルミニウム基板と前記金属膜との間に配置され、
 前記金属膜の少なくとも一部は、前記アルマイト層と前記保護膜との間に配置され、
 前記変換部は、放射線像変換パネルの光出射面を有しており、
 前記保護膜の少なくとも一部は、前記金属膜と前記変換部との間に配置される、放射線像変換パネル。

【請求項 2】

前記金属膜を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する酸化物層を更に備え、
 前記酸化物層は、互いに異なる材料からなる複数の金属酸化物層からなる、請求項 1 に記載の放射線像変換パネル。

【請求項 3】

シンチレータパネルの放射線受取面を有するアルミニウム基板と、

前記アルミニウム基板における前記放射線受取面以外の表面に形成されたアルマイト層と、

前記アルマイト層上に設けられており放射線透過性及び光反射性を有する金属膜と、

前記金属膜を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する保護膜と、

前記保護膜上に設けられたシンチレータと、

を備え、

前記アルマイト層の少なくとも一部は、前記アルミニウム基板と前記金属膜との間に配置され、

前記金属膜の少なくとも一部は、前記アルマイト層と前記保護膜との間に配置され、

前記シンチレータは、シンチレータパネルの光出射面を有しており、

前記保護膜の少なくとも一部は、前記金属膜と前記シンチレータとの間に配置される、シンチレータパネル。

【請求項 4】

前記金属膜を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する酸化物層を更に備え、

前記酸化物層は、互いに異なる材料からなる複数の金属酸化物層からなる、請求項 3 に記載のシンチレータパネル。

【請求項 5】

前記アルマイト層と前記金属膜との間に設けられた放射線透過性を有する中間膜を更に備える、請求項 3 又は 4 に記載のシンチレータパネル。

【請求項 6】

前記アルミニウム基板に貼り付けられた放射線透過性の補強板を更に備え、前記アルミニウム基板は、前記補強板と前記シンチレータとの間に配置されている、請求項 3 ~ 5 のいずれか一つに記載のシンチレータパネル。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 に記載の放射線像変換パネルと、

前記放射線像変換パネルの前記変換部の前記光出射面から出射される光を電気信号に変換する撮像素子と、
を備える、放射線イメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、医療用、工業用の X 線撮影等に用いられる放射線像変換パネル及び放射線イメージセンサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、医療、工業用の X 線撮影では、X 線感光フィルムが用いられてきたが、利便性や撮影結果の保存性の面から放射線検出器を用いた放射線イメージングシステムが普及してきている。このような放射線イメージングシステムにおいては、放射線検出器により 2 次元の放射線による画素データを電気信号として取得し、この信号を処理装置により処理してモニタ上に表示している。

【0003】

代表的な放射線検出器としては、アルミニウム、ガラス、熔融石英等の基板上に放射線を可視光に変換するシンチレータを形成した放射線像変換パネル（以下、場合により「シンチレータパネル」という。）を形成し、これと撮像素子とを貼り合わせた構造を有する放射線検出器が存在する。この放射線検出器においては、基板側から入射する放射線をシンチレータで光に変換して撮像素子で検出している。

【0004】

特許文献 1 及び 2 に記載されている放射線像変換パネルでは、表面にアルマイト層が形成されたアルミニウム基板上に輝尽性蛍光体を形成している。以下、場合により、基板上

10

20

30

40

50

に輝尽性蛍光体を形成した放射線像変換パネルを「イメージングプレート」という。

【特許文献１】特開２００６－１１３００７号公報

【特許文献２】特開平４－１１８５９９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、上記放射線像変換パネルでは、シンチレータや輝尽性蛍光体等の蛍光体から出射される光に対するアルマイト層の反射率が低いため、放射線像変換パネルの輝度を十分に高くすることができない。また、例えばシンチレータや輝尽性蛍光体をアルミニウム基板上に蒸着する際に発生する熱によって、アルマイト層にクラックやピンホール等が形成されてしまう。その結果、アルミニウム基板とアルカリハライド系のシンチレータや輝尽性蛍光体とが反応することでアルミニウム基板が腐食してしまう。また、アルマイト層も腐食に強いとはいえシンチレータと反応して腐食する場合もある。腐食は得られる画像に影響を及ぼす。腐食箇所がたとえ微小な点のみであっても撮像された画像を利用して画像診断を行う際にはその画像の信頼性を低下させる。また、経時的にその腐食が大きくなることもある。さらに、放射線像変換パネルでは、基板面内の均一な輝度特性、解像度特性が要求されるが、基板が大型化すればするほど製造が困難となる。

【０００６】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、高い輝度を有すると共にアルミニウム基板の腐食を防止できる放射線像変換パネル及び放射線イメージセンサを提供することを目的とする。

【０００７】

上述の課題を解決するため、本発明の放射線像変換パネルは、アルミニウム基板と、前記アルミニウム基板の表面に形成されたアルマイト層と、前記アルマイト層上に設けられており放射線透過性及び光反射性を有する金属膜と、前記金属膜を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する保護膜と、前記保護膜上に設けられており放射線像を変換する変換部と、を備える。

【０００８】

上記変換部として、シンチレータパネルを利用することもできる。

【０００９】

また、本発明の放射線イメージセンサは、アルミニウム基板と、前記アルミニウム基板の表面に形成されたアルマイト層と、前記アルマイト層上に設けられており放射線透過性及び光反射性を有する金属膜と、前記金属膜を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する保護膜と、前記保護膜上に設けられており放射線像を変換する変換部と、を備える放射線像変換パネルと、前記放射線像変換パネルの前記変換部から出射される光を電気信号に変換する撮像素子と、を備える。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、高い輝度を有すると共にアルミニウム基板の腐食を防止できる放射線像変換パネル及び放射線イメージセンサを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。なお、各図の寸法は説明のために誇張している部分があり、必ずしも実際の寸法比とは一致しない。

【００１２】

（第１実施形態）

図１は、第１実施形態に係るシンチレータパネル（放射線像変換パネルの一例）を模式的に示す一部破断斜視図である。図２は、図１に示されるⅡ－Ⅱ線に沿った断面図である

10

20

30

40

50

。図 1 及び図 2 に示されるように、シンチレータパネル 10 は、アルミニウム基板 12 と、アルミニウム基板 12 の表面に形成されたアルマイト層 14 と、アルマイト層 14 上に設けられた放射線透過性を有する中間膜 16 とを備える。アルマイト層 14 と中間膜 16 とは密着している。また、シンチレータパネル 10 は、中間膜 16 上に設けられており放射線透過性及び光反射性を有する金属膜 18 と、金属膜 18 を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する酸化物層 20 と、酸化物層 20 を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する保護膜 22 と、保護膜 22 上に設けられたシンチレータ 24（放射線像を変換する変換部の一例）とを備える。中間膜 16、金属膜 18、酸化物層 20、保護膜 22、及びシンチレータ 24 は互いに密着している。

【0013】

本実施形態では、保護膜 22 が、アルミニウム基板 12、アルマイト層 14、中間膜 16、金属膜 18、及び酸化物層 20 の全体を密封している。保護膜 22 は、酸化物層 20 に形成されているピンホール等に起因する金属膜 18 の腐食を防止する。また、アルミニウム基板 12、アルマイト層 14、中間膜 16、金属膜 18、酸化物層 20、保護膜 22、及びシンチレータ 24 の全体は、保護膜 26 によって密封されている。

【0014】

X 線等の放射線 30 がアルミニウム基板 12 側からシンチレータ 24 に入射されると、シンチレータ 24 から可視光等の光 32 が出射される。よって、放射線像がシンチレータパネル 10 に入射されると、当該放射線像はシンチレータ 24 において光像に変換される。放射線 30 は、保護膜 26、保護膜 22、アルミニウム基板 12、アルマイト層 14、中間膜 16、金属膜 18、酸化物層 20、及び保護膜 22 を順に透過してシンチレータ 24 に到達する。シンチレータ 24 から出射される光 32 は、保護膜 26 を透過して外部に放出されると共に、保護膜 22 を透過して金属膜 18 及び酸化物層 20 において反射されて外部に放出される。シンチレータパネル 10 は、医療用、工業用の X 線撮影等に用いられる。

【0015】

アルミニウム基板 12 は、主としてアルミニウムからなる基板であるが、不純物等が含まれてもよい。アルミニウム基板 12 の厚さは、0.3 ~ 1.0 mm であることが好ましい。アルミニウム基板 12 の厚さが 0.3 mm 未満であると、アルミニウム基板 12 が湾曲することによってシンチレータ 24 が剥離し易くなる傾向にある。アルミニウム基板 12 の厚さが 1.0 mm を超えると、放射線 30 の透過率が低下する傾向にある。

【0016】

アルマイト層 14 は、アルミニウムを陽極酸化することによって形成され、多孔質のアルミニウム酸化物からなる。アルマイト層 14 により、アルミニウム基板 12 に傷がつきにくくなる。アルミニウム基板 12 に傷がつくと、アルミニウム基板 12 の反射率が所望の値未満となり、アルミニウム基板 12 の面内で均一な反射率が得られない。アルミニウム基板 12 の傷の有無は例えば目視によってでも検査が可能である。アルマイト層 14 は、アルミニウム基板 12 のシンチレータ 24 が形成される側の面のみに形成されてもよいし、アルミニウム基板 12 の両面に形成されてもよいし、アルミニウム基板 12 の全体を被覆するように形成されてもよい。アルミニウム基板 12 の両面にアルマイト層 14 を形成すると、アルミニウム基板 12 の反りや撓みを低減することができるので、シンチレータ 24 が不均一に蒸着されることを防止できる。また、アルマイト層 14 を形成すると、アルミニウム基板 12 を圧延形成する工程で付いてしまう縞状のすじを消すことができるので、アルミニウム基板 12 上に反射膜（金属膜 18 及び酸化物層 20）を形成した場合でも、反射膜において、アルミニウム基板 12 の面内で均一な反射率が得られる。アルマイト層 14 の厚さは、10 ~ 5000 nm であることが好ましい。アルマイト層 14 の厚さが 10 nm 未満であると、アルミニウム基板 12 の傷防止効果が低下する傾向にある。アルマイト層 14 の厚さが 5000 nm を超えると、特にアルミニウム基板 12 の角部分においてアルマイト層 14 が剥離し、アルマイト層 14 に大きなクラックが生じてアルマイト層 14 の耐湿性が低下する傾向にある。一実施例において、アルマイト層 14 の厚さ

10

20

30

40

50

は1000nmである。アルマイト層14の厚さはアルミニウム基板12の大きさ、厚さに応じて適宜決定される。

【0017】

図3は、第1実施形態に係るシンチレータパネルのアルマイト層のAESスペクトルの一例を示すグラフである。この例では、アルゴンイオンを用いてアルマイト層14を31分間スパッタエッチングすることにより、アルマイト層14の厚さ方向に元素分析を行っている。この場合、アルミニウム、酸素、及びアルゴンが検出されている。なお、アルゴンは、スパッタエッチング時のアルゴンイオンに起因しているため、アルマイト層14に含まれる元素ではない。よって、本実施例ではアルマイト層14はアルミニウム、及び酸素を含む。

10

【0018】

再び図1及び図2を参照する。中間膜16、保護膜22、及び保護膜26は、有機膜又は無機膜であり、互いに異なる材料からなってもよいし、同じ材料からなってもよい。中間膜16、保護膜22、及び保護膜26は、例えばポリパラキシリレンからなるが、ポリモノクロロパラキシリレン、ポリジクロロパラキシリレン、ポリテトラクロロパラキシリレン、ポリフルオロパラキシリレン、ポリジメチルパラキシリレン、ポリジエチルパラキシリレン等のキシリレン系の材料からなってもよい。また、中間膜16、保護膜22、及び保護膜26は、例えば、ポリ尿素、ポリイミド等からなってもよいし、LiF、MgF₂、SiO₂、Al₂O₃、TiO₂、MgO、又はSiN等の無機材料からなってもよい。さらに、中間膜16、保護膜22、及び保護膜26は、無機膜及び有機膜を組み合わせ

20

て形成されてもよい。一実施例において、中間膜16、保護膜22、及び保護膜26の厚さは10μmである。中間膜16はアルマイト層14の微細な凹凸を低減するので、アルマイト層14上に均一な厚さを有する金属膜18を形成するのに有利に作用する。

【0019】

金属膜18は、例えばAlからなるが、Ag、Cr、Cu、Ni、Ti、Mg、Rh、Pt又はAu等からなってもよい。これらの中でも、Al又はAgが好ましい。金属膜18は酸素等の金属元素以外の元素を含んでもよい。また、金属膜18は、複数の金属膜からなってもよく、例えば、Cr膜とCr膜上に設けられたAu膜とを有してもよい。金属膜18の厚さは、50~200nmであることが好ましい。一実施例において、金属膜18の厚さは70nmである。なお、AES（オージェ電子分光分析）によれば、金属膜18としてアルミニウム膜を使用した場合は、アルミニウム膜の蒸着条件や蒸着後の処理により不完全なアルミニウム酸化物として分析される場合がある。

30

【0020】

図4は、第1実施形態に係るシンチレータパネルの金属膜のAESスペクトルの一例を示すグラフである。この例では、アルゴンイオンを用いて金属膜18を20分間スパッタエッチングすることにより、金属膜18の厚さ方向に元素分析を行っている。この場合、アルミニウム、酸素、及びアルゴンが検出されている。なお、アルゴンは、スパッタエッチング時のアルゴンイオンに起因しているため、金属膜18に含まれる元素ではない。金属膜18は酸素を含むが、AESスペクトルの形状から、アルマイト層14と明確に区別可能である。

40

【0021】

再び図1及び図2を参照する。酸化物層20は、例えば、金属酸化物、SiO₂、TiO₂等からなる。酸化物層20は、互いに異なる材料からなる複数の酸化物層からなってもよく、例えば、SiO₂膜とTiO₂膜とからなってもよい。一実施例において、SiO₂膜の厚さは80nmであり、TiO₂膜の厚さは50nmである。SiO₂膜及びTiO₂膜の厚さや積層数は、シンチレータ24から出射される光32の波長に対する反射率を考慮して決定される。また、酸化物層20は金属膜18の腐食防止機能も有する。

【0022】

シンチレータ24は、アルミニウム基板12の厚さ方向から見てアルミニウム基板12よりも小さい。シンチレータ24は、例えば、放射線を可視光に変換する蛍光体からなり

50

、Tl又はNa等がドーピングされたCsIの柱状結晶等からなる。シンチレータ24は、複数の柱状結晶が林立した構成を有する。シンチレータ24は、TlがドーピングされたNaI、TlがドーピングされたKI、EuがドーピングされたLiIからなってもよい。また、シンチレータ24に代えて、EuがドーピングされたCsBrといった輝尽性蛍光体を使用してもよい。シンチレータ24の厚さは、100～1000μmであることが好ましく、450～550μmであることがより好ましい。シンチレータ24を構成する柱状結晶の平均柱径は、3～10μmであることが好ましい。

【0023】

以上説明したように、シンチレータパネル10は、アルミニウム基板12と、アルミニウム基板12の表面に形成されたアルマイト層14と、アルマイト層14上に設けられており放射線透過性及び光反射性を有する金属膜18と、金属膜18を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する保護膜22と、保護膜22上に設けられたシンチレータ24と備える。よって、シンチレータパネル10では、シンチレータ24から出射された光32が金属膜18によって反射されるので、高い輝度を得ることができる。また、アルマイト層14とシンチレータ24との間に金属膜18及び保護膜22が設けられているので、アルマイト層14にクラックやピンホール等が形成されていても、アルミニウム基板12とシンチレータ24との反応を回避することができる。よって、アルミニウム基板12の腐食を防止できる。さらに、アルマイト層14を形成すると、アルミニウム基板12の表面の傷を消すことができるので、シンチレータパネル10面内の均一な輝度特性、解像度特性が得られる。

【0024】

また、シンチレータパネル10は、アルマイト層14と金属膜18との間に設けられた放射線透過性を有する中間膜16を更に備える。よって、アルマイト層14の表面を平坦化することができるので、金属膜18の平坦性が向上する。したがって、金属膜18の反射率の面内均一性が向上する。また、アルマイト層14と金属膜18との密着性を高めることができる。さらに、アルマイト層14に形成されるクラックやピンホール等を湿気やシンチレータの構成材料等が通過することを防止できる。よって、アルミニウム基板12の腐食が更に防止される。

【0025】

また、シンチレータパネル10は、金属膜18を被覆しており放射線透過性及び光透過性を有する酸化物層20を更に備える。よって、金属膜18の耐湿性を向上させると共に、金属膜18に傷が形成されることを防止できる。また、金属膜18の反射率を高めることができる。

【0026】

図5(a)～図5(c)及び図6(a)～図6(d)は、第1実施形態に係るシンチレータパネルの製造方法の一例を模式的に示す工程断面図である。以下、図5(a)～図5(c)及び図6(a)～図6(d)を参照して、シンチレータパネル10の製造方法について説明する。

【0027】

まず、図5(a)に示されるように、アルミニウム基板12を準備する。次に、図5(b)に示されるように、陽極酸化によりアルミニウム基板12の表面にアルマイト層14を形成する。例えば、希硫酸等の電解液中でアルミニウム基板12を陽極で電解し酸化させる。これにより、中心に微細孔が形成された六角柱のセルの集合体からなるアルマイト層14が形成される。なお、染料にアルマイト層14を浸漬させることによってアルマイト層14を着色することもできる。これにより、解像度を向上させ、又は輝度を高くすることができる。アルマイト層14を形成した後、微細孔を塞ぐための封孔処理を施す。

【0028】

次に、図5(c)に示されるように、アルマイト層14上にCVD法を用いて中間膜16を形成する。さらに、図6(a)に示されるように、中間膜16上に真空蒸着法を用いて金属膜18を形成する。金属膜18は、例えば純度99.9%のアルミニウムからなる

。その後、図 6 (b) に示されるように、金属膜 1 8 上に酸化物層 2 0 を形成する。次に、図 6 (c) に示されるように、アルミニウム基板 1 2、アルマイト層 1 4、中間膜 1 6、金属膜 1 8、及び酸化物層 2 0 の全体を密封するように、C V D 法を用いて保護膜 2 2 を形成する。さらに、図 6 D に示されるように、蒸着法を用いて、保護膜 2 2 を介して酸化物層 2 0 上にシンチレータ 2 4 を形成する。次に、図 1 及び図 2 に示されるように、アルミニウム基板 1 2、アルマイト層 1 4、中間膜 1 6、金属膜 1 8、酸化物層 2 0、保護膜 2 2、及びシンチレータ 2 4 の全体を密封するように、C V D 法を用いて保護膜 2 6 を形成する。このようにして、シンチレータパネル 1 0 は製造される。なお、保護膜 2 2 及び保護膜 2 6 の密封は、C V D 時にアルミニウム基板 1 2 のシンチレータ形成面と反対面側を基板ホルダから浮かせることで実現できる。このような方法としては、例えば米国特許明細書第 6 7 7 7 6 9 0 号に記載された方法がある。この方法では、ピンを用いてアルミニウム基板 1 2 を浮かせている。この場合、アルミニウム基板 1 2 とピンとの微小な接触面には保護膜が形成されない。

10

【 0 0 2 9 】

図 7 は、第 1 実施形態に係るシンチレータパネルを含む放射線イメージセンサの一例を示す図である。図 7 に示される放射線イメージセンサ 1 0 0 は、シンチレータパネル 1 0 と、シンチレータパネル 1 0 のシンチレータ 2 4 から出射される光 3 2 を電気信号に変換する撮像素子 7 0 とを備える。シンチレータ 2 4 から出射される光 3 2 はミラー 5 0 によって反射され、レンズ 6 0 に入射される。光 3 2 は、レンズ 6 0 によって集光され、撮像素子 7 0 に入射される。レンズ 6 0 は 1 つでもよいし複数でもよい。

20

【 0 0 3 0 】

X 線源等の放射線源 4 0 から出射された放射線 3 0 は、図示しない検査対象物を透過する。透過した放射線像は、シンチレータパネル 1 0 のシンチレータ 2 4 に入射される。これにより、シンチレータ 2 4 から、放射線像に対応した可視光像（撮像素子 7 0 が感度を有する波長の光 3 2）が出射される。シンチレータ 2 4 から出射された光 3 2 は、ミラー 5 0 及びレンズ 6 0 を介して撮像素子 7 0 に入射される。撮像素子 7 0 としては、例えば C C D やフラットパネル型イメージセンサ等が用いられる。その後、電子機器 8 0 が撮像素子 7 0 から電気信号を受け取り、当該電気信号は、配線 3 6 を経由してワークステーション 9 0 に伝達される。ワークステーション 9 0 は、電気信号を解析してディスプレイに画像を表示する。

30

【 0 0 3 1 】

放射線イメージセンサ 1 0 0 は、シンチレータパネル 1 0 と、シンチレータパネル 1 0 のシンチレータ 2 4 から出射される光 3 2 を電気信号に変換する撮像素子 7 0 とを備える。よって、放射線イメージセンサ 1 0 0 は、高い輝度を有すると共にアルミニウム基板 1 2 の腐食を防止できる。

【 0 0 3 2 】

図 8 は、第 1 実施形態に係るシンチレータパネルを含む放射線イメージセンサの別の例を示す図である。図 8 に示される放射線イメージセンサ 1 0 0 a は、シンチレータパネル 1 0 と、シンチレータパネル 1 0 に対向配置され、シンチレータパネル 1 0 のシンチレータ 2 4 から出射される光を電気信号に変換する撮像素子 7 0 とを備える。シンチレータ 2 4 は、アルミニウム基板 1 2 と撮像素子 7 0 との間に配置されている。撮像素子 7 0 の受光面はシンチレータ 2 4 側に配置されている。シンチレータパネル 1 0 と撮像素子 7 0 とは、互いに接合されてもよいし、互いに離間してもよい。接合する場合、接着剤を利用してもよいし、シンチレータ 2 4 及び保護膜 2 6 の屈折率を考慮して出射される光 3 2 の損失を低減するように光学結合材（屈折率整合材）を利用してもよい。

40

【 0 0 3 3 】

放射線イメージセンサ 1 0 0 a は、シンチレータパネル 1 0 と、シンチレータパネル 1 0 のシンチレータ 2 4 から出射される光を電気信号に変換する撮像素子 7 0 とを備える。よって、放射線イメージセンサ 1 0 0 a は、高い輝度を有すると共にアルミニウム基板 1 2 の腐食を防止できる。

50

【 0 0 3 4 】

(第 2 実施形態)

図 9 は、第 2 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。図 9 に示されるシンチレータパネル 1 0 a は、中間膜 1 6 がアルミニウム基板 1 2 及びアルマイト層 1 4 の全体を密封している点を除いて、シンチレータパネル 1 0 と同様の構成を有する。よって、シンチレータパネル 1 0 a では、シンチレータパネル 1 0 と同様の作用効果を奏することに加えて、アルミニウム基板 1 2 の耐湿性が更に向上するので、アルミニウム基板 1 2 の腐食をより確実に防止することができる。

【 0 0 3 5 】

(第 3 実施形態)

図 1 0 は、第 3 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。図 1 0 に示されるシンチレータパネル 1 0 b は、中間膜 1 6 を有していない点を除いて、シンチレータパネル 1 0 と同様の構成を有する。よって、シンチレータパネル 1 0 b では、シンチレータパネル 1 0 と同様の作用効果を奏することに加えて構造を単純化することができる。図 1 1 は、第 3 実施形態に係るシンチレータパネルの一実施例の断面 S E M 写真である。

【 0 0 3 6 】

なお、アルマイト層 1 4 上に金属膜 1 8 を形成する場合、金属膜 1 8 の厚さは、金属膜 1 8 の均一な反射特性と密着強度等を考慮すると 5 0 ~ 2 0 0 n m が好ましい。また、金属膜 1 8 の厚さは、アルミニウム基板 1 2 の表面状態が金属膜 1 8 に影響しないようにアルマイト層 1 4 の厚さは金属膜 1 8 の厚さより厚い方が好ましい。一実施例ではアルマイト層 1 4 の厚さは 1 0 0 0 n m である。

【 0 0 3 7 】

(第 4 実施形態)

図 1 2 は、第 4 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。図 1 2 に示されるシンチレータパネル 1 0 c は、酸化物層 2 0 を有していない点を除いて、シンチレータパネル 1 0 と同様の構成を有する。よって、シンチレータパネル 1 0 c では、シンチレータパネル 1 0 と同様の作用効果を奏することに加えて構造を単純化することができる。

【 0 0 3 8 】

(第 5 実施形態)

図 1 3 は、第 5 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。図 1 3 に示されるシンチレータパネル 1 0 d は、中間膜 1 6 がアルミニウム基板 1 2 及びアルマイト層 1 4 の全体を密封している点を除いて、シンチレータパネル 1 0 c と同様の構成を有する。よって、シンチレータパネル 1 0 d では、シンチレータパネル 1 0 c と同様の作用効果を奏することに加えて、アルミニウム基板 1 2 の耐湿性が更に向上するので、アルミニウム基板 1 2 の腐食をより確実に防止することができる。

【 0 0 3 9 】

(第 6 実施形態)

図 1 4 は、第 6 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。図 1 4 に示されるシンチレータパネル 1 0 e は、シンチレータパネル 1 0 の構成に加えて、アルミニウム基板 1 2 に貼り付けられた放射線透過性の補強板 2 8 を更に備える。アルミニウム基板 1 2 は、補強板 2 8 とシンチレータ 2 4 との間に配置されている。

【 0 0 4 0 】

補強板 2 8 は、例えば両面テープや接着剤等によってアルミニウム基板 1 2 に貼り付けられている。補強板 2 8 としては、(1) 炭素繊維強化プラスチック (C F R P : Carbon Fiber Reinforced Plastics)、(2) カーボンボード (木炭及び紙を炭化処理して固めたもの)、(3) カーボン基板 (グラファイト基板)、(4) プラスチック基板、(5) 上記 (1) ~ (4) の基板を薄く形成し発泡樹脂でサンドイッチしたもの、等を用いることができる。補強板 2 8 の厚さは、アルミニウム基板 1 2 及びアルマイト層 1 4 の合計厚さ

10

20

30

40

50

よりも大きいことが好ましい。これにより、シンチレータパネル 10 e 全体の強度が向上する。補強板 28 は、アルミニウム基板 12 の厚さ方向から見てシンチレータ 24 よりも大きいことが好ましい。すなわち、アルミニウム基板 12 の厚さ方向において補強板 28 側から見たときに、補強板 28 がシンチレータ 24 を覆い隠していることが好ましい。これにより、補強板 28 の影が映ることを防止できる。特に、低エネルギーの放射線 30 を用いる場合、補強板 28 の影に起因して画像が不均一になることを防止できる。

【0041】

シンチレータパネル 10 e では、シンチレータパネル 10 と同様の作用効果を奏することに加えて、シンチレータパネル 10 e の平坦性及び剛性を更に向上させることができる。したがって、シンチレータパネル 10 e では、アルミニウム基板 12 の湾曲に起因するシンチレータ 24 の剥離を防止することができる。また、図 7 に示される放射線イメージセンサ 100 ではシンチレータパネルを単体で用いるため、剛性の高いシンチレータパネル 10 e を用いることが有効である。

10

【0042】

なお、シンチレータパネル 10 に代えて、シンチレータパネル 10 a , 10 b , 10 c , 10 d のいずれか一つに補強板 28 を貼り付けてもよい。

【0043】

以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されないし、上記種々の作用効果を奏する構成に限定されるものではない。

【0044】

20

例えば、放射線イメージセンサ 100 , 100 a において、シンチレータパネル 10 に代えて、シンチレータパネル 10 a , 10 b , 10 c , 10 d , 10 e のいずれか一つを用いてもよい。

【0045】

また、シンチレータパネル 10 は、中間膜 16 及び酸化物層 20 の両方を備えなくてもよい。さらに、シンチレータパネル 10 , 10 a , 10 b , 10 c , 10 d , 10 e は、保護膜 26 を備えなくてもよい。

【0046】

上記実施形態では、放射線像変換パネルとしてシンチレータパネルを例示したが、シンチレータ 24 に代えて輝尽性蛍光体（放射線像を変換する変換部の一例）を用いることによって、放射線像変換パネルとしてのイメージングプレートを作製することもできる。輝尽性蛍光体により、放射線像は潜像に変換される。この潜像をレーザ光でスキャンすることにより、可視光像を読み出す。可視光像は、検出器（ラインセンサ、イメージセンサ、光電子増倍管などの光センサ）によって検出される。

30

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す一部破断斜視図である。

【図 2】図 1 に示される II - II 線に沿った断面図である。

【図 3】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルのアルマイト層の AES スペクトルの一例を示すグラフである。

40

【図 4】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルの金属膜の AES スペクトルの一例を示すグラフである。

【図 5】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルの製造方法の一例を模式的に示す工程断面図である。

【図 6】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルの製造方法の一例を模式的に示す工程断面図である。

【図 7】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルを含む放射線イメージセンサの一例を示す図である。

【図 8】第 1 実施形態に係るシンチレータパネルを含む放射線イメージセンサの別の例を示す図である。

50

- 【図 9】第 2 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。
 【図 10】第 3 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。
 【図 11】第 3 実施形態に係るシンチレータパネルの一実施例の断面 S E M 写真である。
 【図 12】第 4 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。
 【図 13】第 5 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。
 【図 14】第 6 実施形態に係るシンチレータパネルを模式的に示す断面図である。

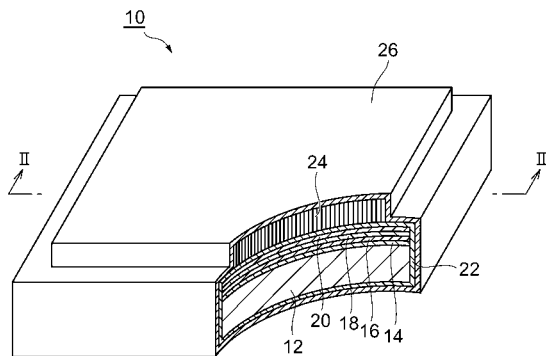
【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

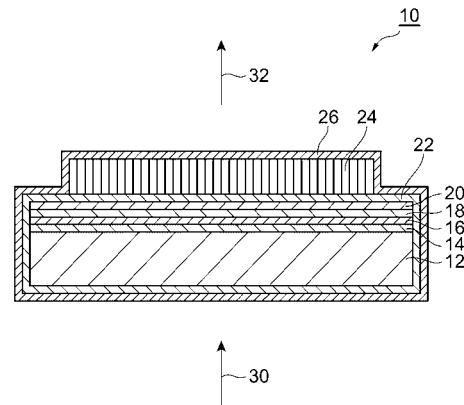
1 2 ... アルミニウム基板、1 4 ... アルマイト層、1 6 ... 中間層、1 8 ... 金属膜、2 2、2 6 ... 保護膜、2 4 ... シンチレータ、1 0、1 0 a、1 0 b ... シンチレータパネル、5 0 ... ミラー、6 0 ... レンズ、7 0 ... 撮像素子、1 0 0、1 0 0 a ... 放射線イメージセンサ。

10

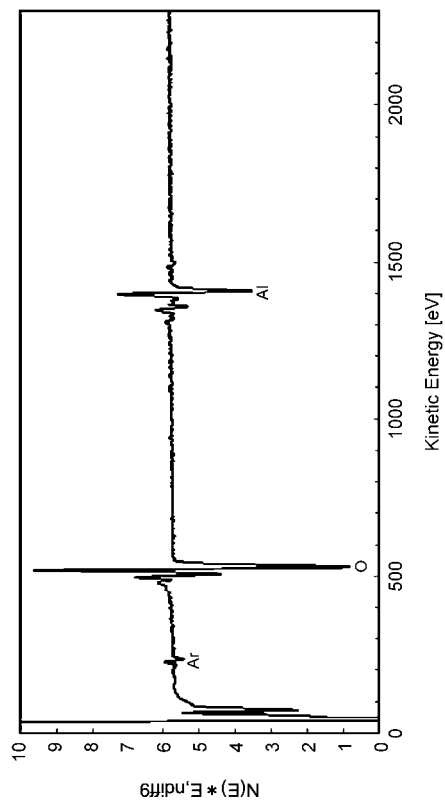
【図 1】



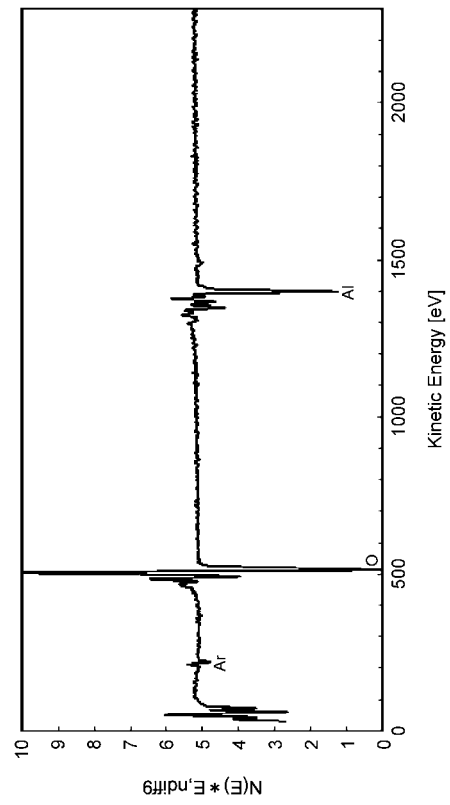
【図 2】



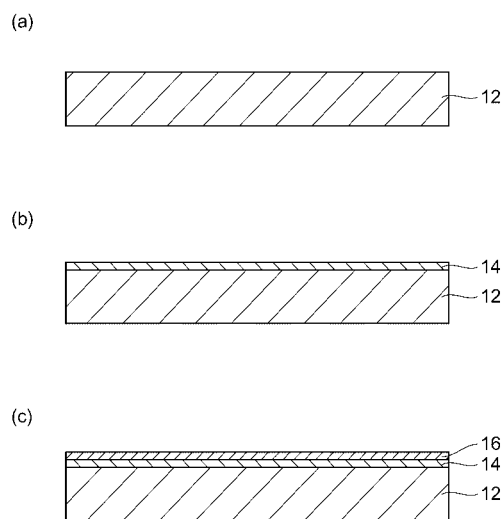
【図 3】



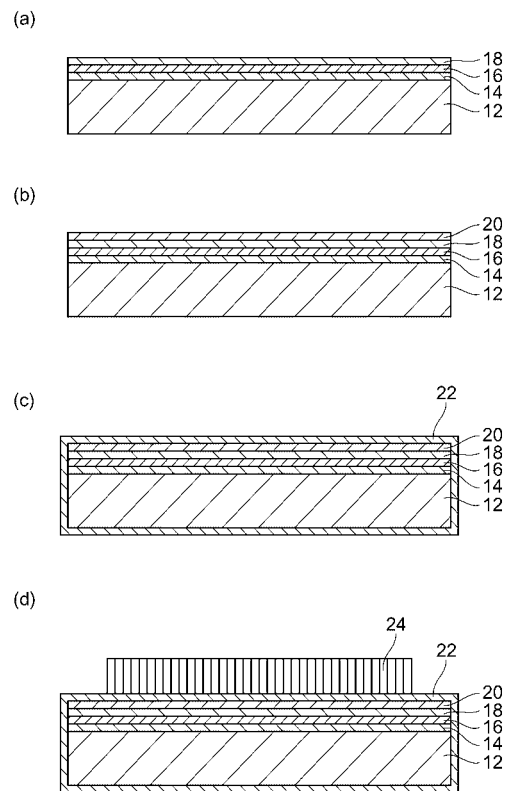
【図 4】



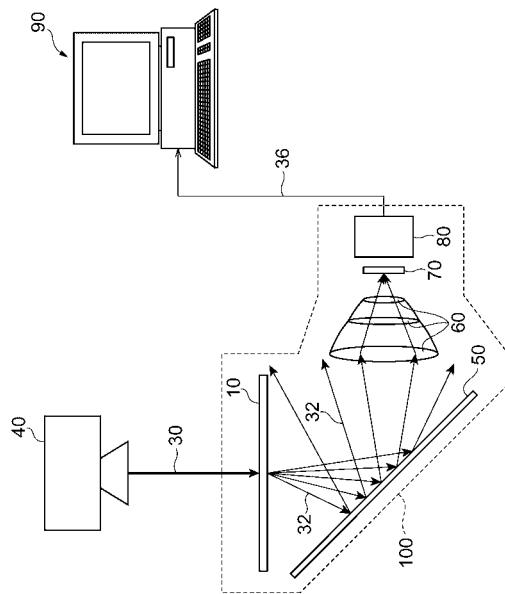
【図 5】



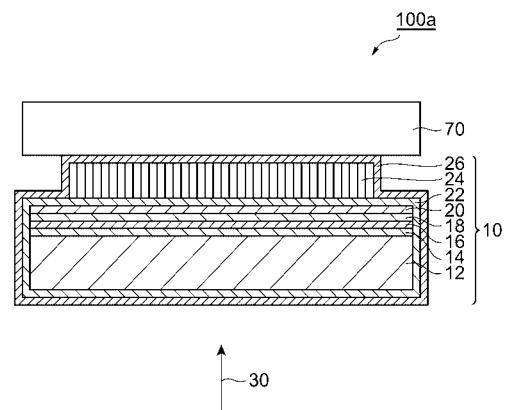
【図 6】



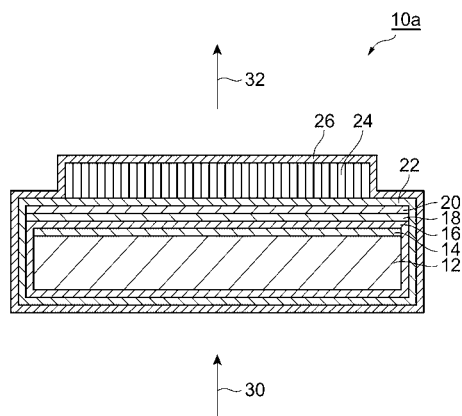
【図 7】



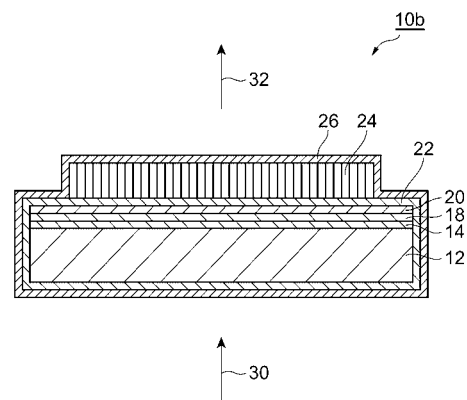
【図 8】



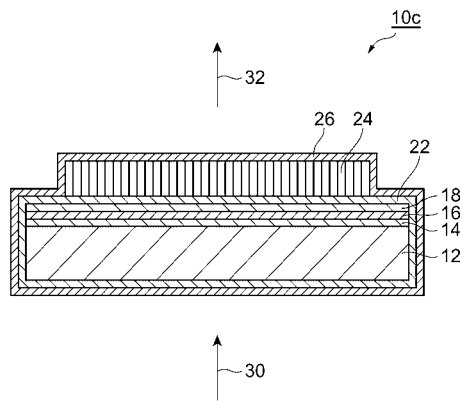
【図 9】



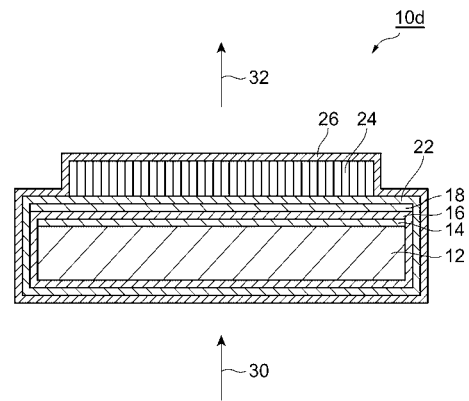
【図 10】



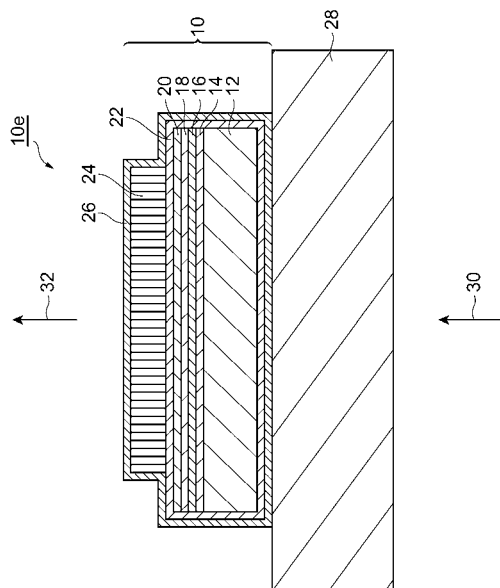
【図 1 2】



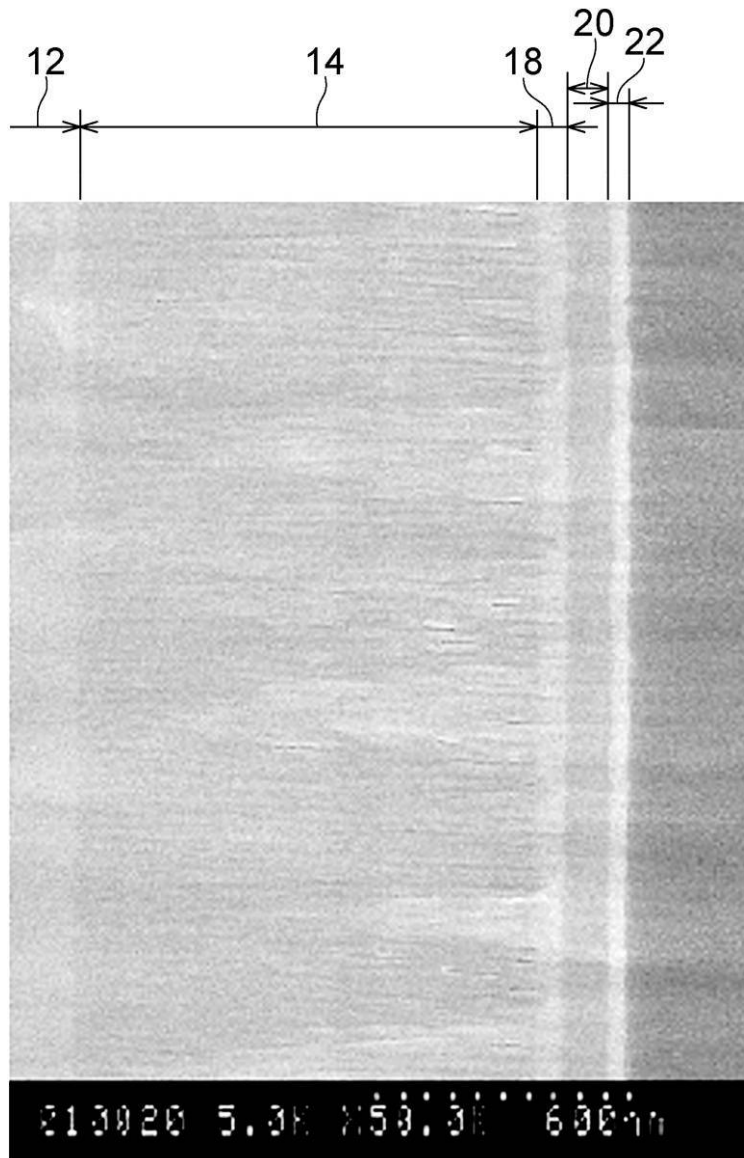
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 山下 雅典
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 白川 和広
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 高林 敏雄
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 林 靖

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 7 8 4 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 4 0 8 3 6 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 7 2 5 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 5 6 6 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 6 2 7 0 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 6 / 0 4 9 1 8 3 (W O , A 1)
特開 2 0 0 4 - 2 7 9 4 2 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 6 7 0 1 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 9 4 1 3 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 2 5 1 2 6 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 8 9 3 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 2 0 4 3 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 2 1 K 4 / 0 0
G 0 1 T 1 / 2 0