

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年12月11日 (11.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/149659 A1

- (51) 国際特許分類:
G21K 4/00 (2006.01) *H01L 27/14* (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01) *H01L 31/09* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/059182
- (22) 国際出願日: 2008年5月20日 (20.05.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-144901 2007年5月31日 (31.05.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタエムジー株式会社 (KONICA MINOLTA MEDICAL & GRAPHIC, INC.) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 真史 (KONDO, Masashi) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地コニカミノルタエムジー株式会社内 Tokyo (JP). 澤本 直之 (SAWAMOTO, Naoyuki) [JP/JP];

〒1918511 東京都日野市さくら町1番地コニカミノルタエムジー株式会社内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(54) Title: SCINTILLATOR PANEL AND IMAGE SENSOR

(54) 発明の名称: シンチレータパネル及びイメージセンサ

(57) Abstract: Provided is a scintillator panel and a radiation image sensor including a reflection layer having an improved reflectance so as to improve light transmission efficiency. For this, the scintillator panel includes: a scintillator layer for converting radiation into light; a radiation transmitting substrate for supporting the scintillator layer; a reflection layer for emitting outside the light converted by the scintillator layer; a first dielectric layer; and a second dielectric layer. The aforementioned layers are arranged in the following order: the radiation transmitting substrate, the reflection layer, the first dielectric layer, the second dielectric layer, and the scintillator. The first dielectric layer has a reflectance smaller than a reflectance of the second dielectric layer.

(57) 要約: 本発明は、反射層の反射率を向上させ、光伝達効率が向上したシンチレータパネル及び放射線イメージセンサを提供する。この手段として、放射線を光に変換するシンチレータ層と、シンチレータ層を支持するための放射線透過性基板と、前記シンチレータ層で変換された光を外部へ出射するための反射層と、第1誘電体層と、第2誘電体層とを備えたシンチレータパネルにおいて、前記各層を、該放射性透過性基板から、該反射層、該第1誘電体層、該第2誘電体層、該シンチレータ層の順に配置し、かつ、該第1誘電体層の屈折率が該第2誘電体層の屈折率より小さいことを特徴とするシンチレータパネル及び放射線イメージセンサを特徴とする。

WO 2008/149659 A1

明 細 書

シンチレータパネル及びイメージセンサ

技術分野

[0001] 本発明は、シンチレータパネル及び放射線イメージセンサに関し、さらに詳しくは、反射層の反射率を向上させ、光伝達効率が向上したシンチレータパネル及び放射線イメージセンサに関する。

背景技術

[0002] 従来、X線画像のような放射線画像は医療現場において病状の診断に広く用いられている。特に、増感紙ーフィルム系による放射線画像は、長い歴史のなかで高感度化と高画質化が図られた結果、高い信頼性と優れたコストパフォーマンスを併せ持った撮像システムとして、今なお、世界中の医療現場で用いられている。しかしながらこれら画像情報はいわゆるアナログ画像情報であって、近年発展を続けているデジタル画像情報のような、自由な画像処理や瞬時の電送が出来ない。

[0003] そして、近年ではコンピューテッドラジオグラフィ(computed radiography:CR)やフラットパネル型の放射線ディテクタ(flat panel detector:FPD)等に代表されるデジタル方式の放射線画像検出装置が登場している。これらは、デジタルの放射線画像が直接得られ、陰極管や液晶パネル等の画像表示装置に画像を直接表示することが可能なので、必ずしも写真フィルム上への画像形成が必要なものではない。その結果、これらのデジタル方式のX線画像検出装置は、銀塩写真方式による画像形成の必要性を低減させ、病院や診療所での診断作業の利便性を大幅に向上させている。

[0004] X線画像のデジタル技術の一つとしてコンピューテッド・ラジオグラフィ(CR)が現在医療現場で受け入れられている。しかしながら鮮鋭性が十分でなく空間分解能も不十分であり、スクリーン・フィルムシステムの画質レベルには到達していない。そして、更に新たなデジタルX線画像技術として、例えば、薄膜トランジスタ(TFT)を用いた平板X線検出装置(FPD)が開発されて(例えば、非特許文献1、2参照)いる。

[0005] 放射線を可視光に変換するために、放射線により発光する特性を有するX線蛍光

体で作られたシンチレータパネルが使用されるが、低線量の撮影においてのSN比を向上するためには、発光効率の高いシンチレータパネルを使用することが必要になってくる。一般にシンチレータパネルの発光効率は、シンチレータ層(蛍光体層)の厚さ、蛍光体のX線吸収係数によって決まるが、蛍光体層の厚さは厚くすればするほど、蛍光体層内での発光光の散乱が発生し、鮮鋭性は低下する。そのため、画質に必要な鮮鋭性を決めると、膜厚が決定する。

[0006] なかでもヨウ化セシウム(CsI)はX線から可視光に対する変換率が比較的高く、蒸着によって容易に蛍光体を柱状結晶構造に形成出来るため、光ガイド効果により結晶内での発光光の散乱が抑えられ、蛍光体層の厚さを厚くすることが可能であった。

[0007] しかしながらCsIのみでは発光効率が低いために、例えば、CsIとヨウ化ナトリウム(NaI)を任意のモル比で混合したものを、蒸着を用いて基板上にナトリウム賦活ヨウ化セシウム(CsI:Na)として堆積、又近年ではCsIとヨウ化タリウム(TlI)を任意のモル比で混合したものを、蒸着を用いて基板上にタリウム賦活ヨウ化セシウム(CsI:Tl)として堆積したものに、後工程としてアニールを行うことで可視変換効率を向上させ、X線蛍光体として使用している。

[0008] また他の光出力を増大する手段として、シンチレータを形成する基板を反射性とする方法(例えば特許文献1参照)、基板上に反射層を設ける方法(例えば特許文献2参照)、基板上に設けられた反射性金属薄膜と、金属薄膜を覆う透明有機膜上にシンチレータを形成する方法(例えば特許文献3参照)などが提案されているが、これらの方法は得られる光量は増加するが、まだ不十分である。

[0009] 画素に対応するシンチレータエレメントの一つ一つにおいて、光取出し面を除くすべての面に対して誘電体層を有し、シンチレータエレメント間に反射層を設ける方法(例えば特許文献4参照)などが提案されているが、この方法でも得られる光量は増加するが、まだ充分とは言えない。

特許文献1:特公平7-21560号公報

特許文献2:特公平1-240887号公報

特許文献3:特開2000-356679号公報

特許文献4:特開平5-203755号公報

非特許文献1:Physics Today, 1997年11月号24頁のジョン・ローランズ論文“A
morphous Semiconductor Usher in Digital X-ray Imaging”

非特許文献2:SPIEの1997年32巻2頁のエル・イー・アントヌクの論文”Developm
ent of a High Resolution, Active Matrix, Flat-Panel Imager with
Enhanced Fill Factor”

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明の目的は、反射層の反射率を向上させ、光伝達効率が向上したシンチレータパネル及び放射線イメージセンサを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の上記目的は、以下の構成により達成することができる。
- [0012] 1. 放射線を光に変換するシンチレータ層と、シンチレータ層を支持するための放射線透過性基板と、前記シンチレータ層で変換された光を反射させ外部へ出射する反射層と、第1誘電体層と、第2誘電体層とを備えたシンチレータパネルにおいて、前記各層を、該放射性透過性基板から、該反射層、該第1誘電体層、該第2誘電体層、該シンチレータ層の順に配置し、かつ、該第1誘電体層の屈折率が該第2誘電体層の屈折率より小さいことを特徴とするシンチレータパネル。
- [0013] 2. 前記シンチレータ層がヨウ化セシウムを主成分としていることを特徴とする前記1に記載のシンチレータパネル。
- [0014] 3. 前記放射線透過性基板の厚さが $25\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とする前記1又は2に記載のシンチレータパネル。
- [0015] 4. 前記放射線透過性基板がポリイミド(PI)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリカーボネイトのいずれかを主成分とすることを特徴とする前記1～3の何れか1項に記載のシンチレータパネル。
- [0016] 5. 前記反射層がAl、Ag、Auのいずれかの金属を主成分とすることを特徴とする前記1～4の何れか1項に記載のシンチレータパネル。
- [0017] 6. 前記1～5の何れか1項に記載のシンチレータパネルに対して光検出器を備えたことを特徴とする放射線イメージセンサ。

発明の効果

[0018] 本発明は、反射層とシンチレータ層の間に第1誘電体層および第2誘電体層を設け、第1誘電体層の屈折率が第2誘電体層の屈折率より小さいことを一つの特徴とする。これより第1誘電体層と第2誘電体層の界面での全反射と反射層での光反射にて反射層側に向かうシンチレータの発光光の反射率を高められる。これにより高い光伝達効率を得ることができた。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 本発明を更に詳しく説明する。以下、各構成層及び構成要素等について説明する。

[0020] (シンチレータ層)

シンチレータ層(「蛍光体層」ともいう。)を形成する材料としては、種々の公知の蛍光体材料を使用することができるが、X線から可視光への変換率が比較的高く、また、蒸着によって容易に蛍光体を柱状結晶構造に形成出来るため、光ガイド効果により結晶内での発光光の散乱が抑えられ、シンチレータ層の厚さを厚くすることが可能であることから、ヨウ化セシウム(CsI)が好ましい。

[0021] 但し、CsIのみでは発光効率が低いために、各種の賦活剤が使用される。例えば、特公昭54-35060号の如く、CsIとヨウ化ナトリウム(NaI)を任意のモル比で混合したものを原料として形成したシンチレータ層が好ましい例として挙げられる。また、例えば特開2001-59899号公報に開示されているようなタリウム(Tl)、ユウロピウム(Eu)、インジウム(In)、リチウム(Li)、カリウム(K)、ルビジウム(Rb)、ナトリウム(Na)などの賦活物質を含有するCsIからなるシンチレータ層が好ましい。本発明においては、特に、タリウム(Tl)および／またはユウロピウム(Eu)を含有するCsIからなるシンチレータ層が好ましい。更に、タリウム(Tl)を含有するCsIからなるシンチレータ層が好ましい。

[0022] なお、本発明においては、特に、1種類以上のタリウム化合物を含む添加剤とヨウ化セシウムとを原材料とすることが好ましい。すなわち、タリウム賦活ヨウ化セシウム(CsI:Tl)は400nmから750nmまでの広い発光波長をもつことから好ましい。

[0023] 本発明に係る1種類以上のタリウム化合物を含有する添加剤のタリウム化合物とし

ては、種々のタリウム化合物(+Iと+IIIの酸化数の化合物)を使用することができる。

[0024] 本発明において、好ましいタリウム化合物は、ヨウ化タリウム(TII)、臭化タリウム(TI Br)、塩化タリウム(TICI)、又はフッ化タリウム(TIF、 TIF_3)等である。

[0025] また、本発明に係るタリウム化合物の融点は、400～700℃の範囲内にあることが好ましい。上記範囲内であると、柱状結晶内で添加剤を均一に存在させることができ、発光効率が向上する。なお、本発明での融点とは、常温常圧下(25℃、1気圧)における融点である。

[0026] また、タリウム化合物の分子量は206～350の範囲内にあることが好ましい。

[0027] 本発明のシンチレータ層において、タリウム化合物の含有量は目的性能等に応じて、最適量にすることが望ましいが、ヨウ化セシウムの含有量に対して、0.001mol%～50mol%、更に0.1～10.0mol%であることが好ましい。

[0028] ヨウ化セシウムに対し、添加剤が0.001mol%以上であると、目的とする発光輝度を得ることができ好ましい。また、50mol%以下ではヨウ化セシウムの性質・機能を保持することができ好ましい。

[0029] なお、本発明においては、高分子フィルム上にシンチレータの原料の蒸着によりシンチレータ層を形成した後に、該高分子フィルムのガラス転移温度を基準として-50℃～+20℃の温度範囲の雰囲気下で1時間以上の熱処理することが好ましい。これにより、フィルムの変形や蛍光体の剥がれ発生の防止が確実となり、また、発光効率の高いシンチレータパネルを実現する上でも好ましい。

[0030] (反射層)

本発明に係る反射層は、シンチレータから発した光を反射して、光の取り出し効率を高めるためのものである。当該反射層は、Al、Ag、Cr、Cu、Ni、Ti、Mg、Rh、Pt及びAuからなる元素群の中から選ばれるいずれかの元素を含む材料により形成されることが好ましい。特に、上記の元素からなる金属薄膜、例えば、Ag膜、Al膜、Au膜などを用いることが好ましい。また、このような金属薄膜を2層以上形成するようにしても良い。

[0031] なお、反射層の厚さは、0.01～0.3μmであることが、発光光取り出し効率の観点から好ましい。

[0032] (第1誘電体層及び第2誘電体層)

本発明は、反射層とシンチレータ層の間に第1誘電体層および第2誘電体層を設け、第1誘電体層の屈折率が第2誘電体層の屈折率より小さいことを特徴とする。従って、本発明の層構成は、シンチレータ層／第2誘電体層／第1誘電体層／反射層／放射性透過性基板の順が好ましい。

[0033] 当該第1誘電体層および第2誘電体層は、種々の材料を用いて形成することができる。たとえば、酸化ケイ素(SiO_2)、酸化チタン(TiO_2)、酸化インジウム(ITO)などの無機材料が挙げられ、いずれもスパッタ法にて形成できる。この場合の無機材料層の厚さは、膜付き、発光光の減衰および形成プロセスを考慮し、 $0.005\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましく、更には $0.005\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0034] また、第1誘電体層および第2誘電体層には、有機材料を用いることもできる。この場合の有機材料層は高分子結合材(バインダー)、分散剤等を含有することが好ましい。

[0035] なお、この有機材料層の厚さは $0.5\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ が好ましい、すなわち、 $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下において有機材料層内での光散乱が小さく鮮鋭性の上で好ましく、また、有機材料層の厚さが $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上において、熱処理による柱状結晶性の乱れ発生が抑えられ好ましい。

[0036] 有機材料層は、溶剤に溶解または分散した高分子結合材(以下「バインダー」ともいう。)を塗布、乾燥して形成することが好ましい。

[0037] 高分子結合材としては、具体的には、ポリウレタン、塩化ビニル共重合体、塩化ビニルー酢酸ビニル共重合体、塩化ビニルー塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニルーアクリロニトリル共重合体、ブタジエンーアクリロニトリル共重合体、ポリアミド樹脂、ポリビニルブチラール、ポリエステル、セルロース誘導体(ニトロセルロース等)、スチレンーブタジエン共重合体、各種の合成ゴム系樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、フェノキシ樹脂、ケイ素樹脂、アクリル系樹脂、尿素ホルムアミド樹脂等が挙げられる。中でも、ポリウレタン、ポリエステル、塩化ビニル系共重合体、ポリビニルブチラール、ニトロセルロースを使用することが好ましい。

[0038] 本発明に係る高分子結合材としては、特にその他の構成層との密着の点でポリウレ

タン、ポリエステル、塩化ビニル系共重合体、ポリビニルブチラール、ニトロセルロースなどが好ましい。また、ガラス転位温度(Tg)が30～100℃のポリマーであることが、その他の構成層との膜付の点で好ましい。この観点からは、特にポリエステル樹脂であることが好ましい。

[0039] 有機材料層の調製に用いることができる溶剤としては、メタノール、エタノール、n-プロパノール、n-ブタノールなどの低級アルコール、メチレンクロライド、エチレンクロライドなどの塩素原子含有炭化水素、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンなどのケトン、トルエン、ベンゼン、シクロヘキサン、シクロヘキサノン、キシレンなどの芳香族化合物、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチルなどの低級脂肪酸と低級アルコールとのエステル、ジオキサン、エチレングリコールモノエチルエステル、エチレングリコールモノメチルエステルなどのエーテル及びそれらの混合物を挙げることができる。

[0040] なお、本発明に係る有機材料層には、シンチレータが発光する光の散乱の防止し、鮮鋭性等を向上させるために顔料や染料を含有させてもよい。

[0041] (保護層)

本発明に係る保護層は、シンチレータ層の保護を主眼とするものであるが、基材を含むシンチレータパネル全体を覆うことが好ましい。

[0042] 本発明に係る保護層は、ヨウ化セシウム(CsI)は、吸湿性が高く露出したままにしておくと空気中の水蒸気を吸湿して潮解してしまうため、これを防止することを主眼とする。

[0043] 当該保護層は、種々の材料を用いて形成することができる。例えば、CVD法によりポリパラキシリレン膜をシンチレータパネル全体を覆う様に形成する。即ち、シンチレータ及び放射線透過性基板の表面全体にポリパラキシリレン膜を形成し、保護層とすることができる。

[0044] また、別の態様の保護層として、シンチレータパネル全体を覆う様に高分子保護フィルムを設けることもできる。なお、高分子保護フィルムの材料としては、後述する放射線透過性基板材料としての高分子フィルムと同様のフィルムを用いることができる。

[0045] 上記高分子保護フィルムの厚さは、空隙部の形成性、シンチレータ層の保護性、鮮

鋭性、防湿性、作業性等を考慮し、 $12\mu\text{m}$ 以上、 $200\mu\text{m}$ 以下が好ましく、更には $20\mu\text{m}$ 以上、 $150\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0046] 保護フィルムの光透過率は、光電変換効率、シンチレータ発光波長等を考慮し、 50nm で70%以上あることが好ましいが、99%以上の光透過率のフィルムは工業的に入手が困難であるため実質的に99%~70%が好ましい。

[0047] 保護フィルムの透湿度は、シンチレータ層の保護性、潮解性等を考慮し $50\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) (JIS Z0208に準じて測定) 以下が好ましく、更には $10\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) (JIS Z0208に準じて測定) 以下が好ましいが、 $0.01\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) 以下の透湿度のフィルムは工業的に入手が困難であるため実質的に、 $0.01\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) 以上、 $50\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) (JIS Z0208に準じて測定) 以下が好ましく、更には $0.1\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) 以上、 $10\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ ($40^\circ\text{C}\cdot 90\%\text{RH}$) (JIS Z0208に準じて測定) 以下が好ましい。

[0048] 本発明における保護層の平均粗さ(Ra)は、JIS表面粗さ(B0601-1994年)において $0.05\leq\text{Ra}\leq 0.40$ が好ましい。この場合、表面粗さ(Ra)の測定方法としては、 25°C 、65%RH環境下で測定試料同士が重ね合わされない条件で24時間調湿した後、該環境下で測定した。ここで示す重ね合わされない条件とは、例えば、シンチレータパネルとシンチレータパネルの間に紙をはさんで重ねる方法、厚紙等で枠を作製しその四隅を固定する方法のいずれかを挙げることができる。用いることのできる測定装置としては、例えば、WYKO社製RSTPLUS非接触三次元微小表面形状測定システム等を挙げることができる。

[0049] (放射線透過性基板)

本発明のシンチレータパネルは、放射線透過性基板として、高分子フィルムを用いることが好ましい。高分子フィルムとしては、セルロースアセテートフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリアミドフィルム、ポリイミドフィルム、トリアセテートフィルム、ポリカーボネートフィルム、炭素繊維強化樹脂シート等の高分子フィルム(プラスチックフィルム)を用いることができる。特に、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネートの何れかを含有する

高分子フィルムが、ヨウ化セシウムを原材料として気相法にて柱状シンチレータを形成する場合に、好適である。

[0050] なお、本発明に係る放射線透過性基板としての高分子フィルムは、厚さ25～1000 μm であること、更に可とう性を有する高分子フィルムであることが好ましい。

[0051] ここで、「可とう性を有する」とは、120℃での弾性率(E120)が1000～6000N/mm²であることをいい、この様な放射線透過性基板としてポリイミド又はポリエチレンナフタレートを含む高分子フィルムが好ましい。

[0052] なお、「弾性率」とは、引張試験機を用い、JIS-C2318に準拠したサンプルの標線が示すひずみと、それに対応する応力が直線的な関係を示す領域において、ひずみ量に対する応力の傾きを求めたものである。これがヤング率と呼ばれる値であり、本発明では、かかるヤング率を弾性率と定義する。

[0053] 本発明に用いられる放射線透過性基板は、上記のように120℃での弾性率(E120)が1000N/mm²～6000N/mm²であることが好ましい。より好ましくは1200N/mm²～5000N/mm²である。

[0054] 具体的には、ポリエチレンナフタレート(E120=4100N/mm²)、ポリエチレンテレフタレート(E120=1500N/mm²)、ポリブチレンナフタレート(E120=1600N/mm²)、ポリカーボネート(E120=1700N/mm²)、シンジオタクチックポリスチレン(E120=2200N/mm²)、ポリエーテルイミド(E120=1900N/mm²)、ポリアリレート(E120=1700N/mm²)、ポリスルホン(E120=1800N/mm²)、ポリエーテルスルホン(E120=1700N/mm²)等からなる高分子フィルムが挙げられる。

[0055] これらは単独で用いてもよく積層あるいは混合して用いてもよい。中でも、特に好ましい高分子フィルムとしては、上述のように、ポリイミド又はポリエチレンナフタレートを含有する高分子フィルムが好ましい。

[0056] なお、シンチレータパネルと平面受光素子面を貼り合わせる際に、放射線透過性基板の変形や蒸着時の反りなどの影響を受け、フラットパネルディテクタの受光面内で均一な画質特性が得られないという点に関して、該放射線透過性基板を、厚さ50 μm 以上500 μm 以下の高分子フィルムとすることでシンチレータパネルが平面受光素子面形状に合った形状に変形し、フラットパネルディテクタの受光面全体で均一な

鮮鋭性が得られる。

[0057] (光検出器)

シンチレータパネルは光検出器と対面し、放射線イメージセンサを構成する。そして、光検出器は、シンチレータパネルに記憶されている放射線画像記録を、光画像に変換し、その得られた光画像を更に、電子信号画像に変換記憶する。

[0058] 光検出器には、例えばフォトダイオードとTFT(薄膜トランジスタ)を組み合わせたものが設置されておりそれにより電子信号に変換される。このTFTは、液晶ディスプレイ等に使用されている無機半導体系のものでも、有機半導体を用いたものでもよく、好ましくはプラスチックフィルム上に形成されたTFTである。

実施例

[0059] 実施例1

<放射線イメージセンサの作製>

(放射線イメージセンサ1-1の作製)

(放射性透過性基板)

厚さ125 μm のポリイミドフィルム(ガラス転移温度は285°C)(宇部興産製ユーピレックス)を用いた。

[0060] (反射層)

放射性透過性基板の上にアルミニウム(Al)をスパッタして反射層(0.01 μm)を得た。

(第1誘電体層および第2誘電体層)

放射性透過性基板に設けた反射層の上に酸化ケイ素をスパッタして第1誘電体層(0.01 μm)を得た。次に第1誘電体層の上に酸化チタンをスパッタして第2誘電体層(0.01 μm)を得た。

[0061] (シンチレータ層)

第2誘電体層の上にシンチレータ(CsI:0.003molTl)を蒸着装置を使用して蒸着させシンチレータ層を形成した。

[0062] まず、上記蛍光体原料を蒸着材料として抵抗加熱ルツボに充填し、また回転する支持体ホルダに支持体を設置し、支持体と蒸発源との間隔を700mmに調節した。

[0063] 続いて蒸着装置内を一旦排気し、Arガスを導入して0.5Paに真空度を調整した後、6rpmの速度で支持体を回転した。

[0064] さらに蒸着装置内にある加熱装置を用い、放射線透過性基板の温度を200℃に保持した。次いで、抵抗加熱ルツボを加熱してシンチレータを蒸着し膜厚が500 μ mとなったところで蒸着を終了させシンチレータ層を得た。

[0065] (保護層)

厚さ12 μ mのPETフィルムの片面側に接着剤(バイロン300:東洋紡株式会社製)を塗設乾燥し接着層(1 μ m)とし、第1保護フィルムを作製した。第1保護フィルムと同様の方法で第2保護フィルムを作製した。この二つの保護フィルムについてそれぞれの接着層を対向させる形で配置し、その間に第2保護フィルム側の接着層からシンチレータ層/第2誘電体層/第1誘電体層/反射層/放射性透過性基板/第1保護フィルムの順にそれぞれの層を配置する。第2保護フィルムおよび第1保護フィルムはシンチレータ層/第2誘電体層/第1誘電体層/反射層/放射性透過性基板を包装できるように周辺に耳部を持つように作製されている。その2つの保護フィルムの耳部を100℃にて熱接着させ第2保護フィルムと第1保護フィルムでシンチレータ層/第2誘電体層/第1誘電体層/反射層/放射性透過性基板を包装しシンチレータパネルを得る。なお包装は圧力100kPaの雰囲気下で行い包装した内部は空気が残存する。この場合、第1保護フィルムと第2保護フィルムが保護層となる。

[0066] (放射線イメージセンサの作製)

得られたシンチレータパネルを、CMOSフラットパネル(ラドアイコン社製X線CMOSカメラシステムShadow-Box4KEV)にCMOS面側と第2保護フィルムを対抗させる形でセットした。さらに放射線入射窓のカーボン板とシンチレータパネルの放射線入射面(第1保護フィルム側)にスポンジシートを配置し、平面受光素子面と保護フィルム1を軽く押し付けることで両者を固定化した。放射線イメージセンサ1-1を得た。

[0067] (放射線イメージセンサ1-2の作製)

第1誘電体層を以下の方法で作製する以外は、放射線イメージセンサ1-1と同様の方法にて放射線イメージセンサ1-2を得た。

[0068] (第1誘電体層)

バイロン630(東洋紡社製:高分子ポリエステル樹脂) 100質量部

メチルエチルケトン(MEK) 100質量部

トルエン 100質量部

上記処方を混合し、ビーズミルにて15時間分散し、塗設用の塗布液を得た。この塗布液を放射性透過性基板の反射層形成面に乾燥膜厚が $1.0\mu\text{m}$ になるようにバーコーターで塗布したのち 100°C で8時間乾燥することで第1誘電体層を作製した。

[0069] (放射線イメージセンサ1-3の作製)

第2誘電体層を設けないこと以外は、放射線イメージセンサ1-1と同様の方法にて放射線イメージセンサ1-3を得た。

[0070] (放射線イメージセンサ1-4の作製)

第1誘電体層および第2誘電体層を設けないこと以外は、放射線イメージセンサ1-1と同様の方法にて放射線イメージセンサ1-4を得た。

[0071] (放射線イメージセンサ1-5の作製)

第1誘電体層に厚さ $0.01\mu\text{m}$ の酸化ケイ素をスパッタ法にて設け、第2誘電体層を厚さ $0.01\mu\text{m}$ の酸化チタンをスパッタ法にて設けること以外は、放射線イメージセンサ1-1と同様の方法にて放射線イメージセンサ1-5を得た。

[0072] (放射線イメージセンサの評価)

この放射線イメージセンサ1-1～放射線イメージセンサ1-5を用い、12bitの出力データより出力輝度を以下に示す方法で測定し、以下に示す方法により評価した。

[0073] 管電圧80kVpのX線をそれぞれの試料の裏面(シンチレータ層が形成されていない面)から照射し、シンチレータを配置したCMOSフラットパネルで画像データを検出しハードディスクに記録した。その後、ハードディスク上の記録をコンピュータで分析して、当該ハードディスクに記録されたX線像の撮影領域全体の平均カウントを算出した。それぞれの試料の平均カウントについて放射線イメージセンサ1-4の平均カウントを1.0とすることで規格化した数値を出力輝度とした。

[0074] (放射線イメージセンサの評価結果)

評価結果を表1に示す。表1に示すように本発明である放射線イメージセンサ1-1～放射線イメージセンサ1-2は比較例である放射線イメージセンサ1-3、放射線イメージセンサ1-4及び放射線イメージセンサ1-5に比べ出力輝度において優位であることを確認した。

[0075] [表1]

	反射層	第1誘電体層の (屈折率)	第2誘電体層 (屈折率)	出力輝度	備考
放射線イメージ センサ1-1	アルミニウム	酸化シリコン (1.46)	酸化チタン (2.63)	1.3	本発明
放射線イメージ センサ1-2	アルミニウム	塗布コート (1.50)	酸化チタン (2.63)	1.2	本発明
放射線イメージ センサ1-3	アルミニウム	酸化シリコン (1.46)	なし	1	比較例
放射線イメージ センサ1-4	アルミニウム	なし	なし	1	比較例
放射線イメージ センサ1-5	アルミニウム	酸化チタン (2.63)	酸化シリコン (1.46)	1	比較例

[0076] 実施例2

(放射線イメージセンサ2-1の作製)

銀をスパッタすることにより反射層を得ること以外は、放射線イメージセンサ1-1と同様の方法で放射線イメージセンサ2-1を得た。

[0077] (放射線イメージセンサ2-2の作製)

銀をスパッタすることにより反射層を得ること以外は、放射線イメージセンサ1-2と同様の方法で放射線イメージセンサ2-2を得た。

[0078] (放射線イメージセンサ2-3の作製)

銀をスパッタすることにより反射層を得ること以外は、放射線イメージセンサ1-3と同様の方法で放射線イメージセンサ2-3を得た。

[0079] (放射線イメージセンサ2-4の作製)

銀をスパッタすることにより反射層を得ること以外は、放射線イメージセンサ1-4と同様の方法で放射線イメージセンサ2-4を得た。

(放射線イメージセンサ2-5の作製)

第1誘電体層に厚さ0.01 μm の酸化ケイ素をスパッタ法にて設け、第2誘電体層

を厚さ0.01 μm の酸化チタンをスパッタ法にて設けること以外は、放射線イメージセンサ2-1と同様の方法にて放射線イメージセンサ2-5を得た。

[0080] (放射線イメージセンサの評価)

この放射線イメージセンサ2-1～放射線イメージセンサ2-5を用い、放射線イメージセンサ1-1～放射線イメージセンサ1-5の評価と同様の方法で評価した。

[0081] (放射線イメージセンサの評価結果)

評価結果を表2に示す。表2に示すように本発明である放射線イメージセンサ2-1～放射線イメージセンサ2-2は比較例である放射線イメージセンサ2-3、放射線イメージセンサ2-4及び線イメージセンサ2-5に比べ出力輝度において優位であることを確認した。

[0082] [表2]

	反射層	第1誘電体層の (屈折率)	第2誘電体層 (屈折率)	出力輝度	備考
放射線イメージ センサ2-1	銀	酸化シリコン (1.46)	酸化チタン (2.63)	1.2	本発明
放射線イメージ センサ2-2	銀	塗布コート (1.50)	酸化チタン (2.63)	1.1	本発明
放射線イメージ センサ2-3	銀	酸化シリコン (1.46)	なし	1	比較例
放射線イメージ センサ2-4	銀	なし	なし	1	比較例
放射線イメージ センサ2-5	銀	酸化チタン (2.63)	酸化シリコン (1.46)	1	比較例

請求の範囲

- [1] 放射線を光に変換するシンチレータ層と、シンチレータ層を支持するための放射線透過性基板と、前記シンチレータ層で変換された光を反射させ外部へ出射する反射層と、第1誘電体層と、第2誘電体層とを備えたシンチレータパネルにおいて、前記各層を、該放射性透過性基板から、該反射層、該第1誘電体層、該第2誘電体層、該シンチレータ層の順に配置し、かつ、該第1誘電体層の屈折率が該第2誘電体層の屈折率より小さいことを特徴とするシンチレータパネル。
- [2] 前記シンチレータ層がヨウ化セシウムを主成分としていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のシンチレータパネル。
- [3] 前記放射線透過性基板の厚さが $25\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下の範囲であることを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載のシンチレータパネル。
- [4] 前記放射線透過性基板がポリイミド(PI)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリカーボネイトのいずれかを主成分とすることを特徴とする請求の範囲第1項～第3項の何れか1項に記載のシンチレータパネル。
- [5] 前記反射層がAl、Ag、Auのいずれかの金属を主成分とすることを特徴とする請求の範囲第1項～第4項の何れか1項に記載のシンチレータパネル。
- [6] 請求の範囲第1項～第5項の何れか1項に記載のシンチレータパネルに対して光検出器を備えたことを特徴とする放射線イメージセンサ。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/059182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21K4/00(2006.01) i, G01T1/20(2006.01) i, H01L27/14(2006.01) i, H01L31/09(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21K4/00, G01T1/20, H01L27/14, H01L31/09

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-61115 A (Canon Inc.), 26 February, 2004 (26.02.04), Par. Nos. [0001], [0017], [0018], [0022], [0023], [0032] to [0039]; Figs. 1, 3 (Family: none)	1-6
Y	JP 10-160898 A (Sony Corp.), 19 June, 1998 (19.06.98), Claims 13, 17; Par. Nos. [0095] to [0120], [0144] to [0156]; Figs. 3, 5 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 July, 2008 (18.07.08)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2008 (29.07.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G21K4/00(2006.01)i, G01T1/20(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H01L31/09(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G21K4/00, G01T1/20, H01L27/14, H01L31/09

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-61115 A (キヤノン株式会社) 2004.02.26, 段落【0001】、 【0017】、【0018】、【0022】、【0023】、【0032】 ～【0039】、図1、図3（ファミリーなし）	1 - 6
Y	JP 10-160898 A (ソニー株式会社) 1998.06.19, 請求項13、請求 項17、段落【0095】～【0120】、【0144】～【015 6】、図3、図5（ファミリーなし）	1 - 6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 7 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

林 靖

2 I

3 4 8 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3273