

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3952012号
(P3952012)

(45) 発行日 平成19年8月1日(2007.8.1)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int. Cl.	F I	
G 2 1 K 4/00 (2006.01)	G 2 1 K	4/00 N
C 0 9 K 11/00 (2006.01)	G 2 1 K	4/00 M
C 0 9 K 11/61 (2006.01)	C 0 9 K	11/00 B
C 2 3 C 14/06 (2006.01)	C 0 9 K	11/61 C P F
G 0 1 T 1/00 (2006.01)	C 2 3 C	14/06 L
請求項の数 4 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-406246 (P2003-406246)	(73) 特許権者	303000420
(22) 出願日	平成15年12月4日(2003.12.4)		コニカミノルタエムジー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-164493 (P2005-164493A)		東京都日野市さくら町1番地
(43) 公開日	平成17年6月23日(2005.6.23)	(74) 代理人	100090033
審査請求日	平成18年11月15日(2006.11.15)		弁理士 荒船 博司
		(72) 発明者	中野 邦昭
			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
		(72) 発明者	笠井 恵民
			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
		(72) 発明者	近藤 真史
			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
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像変換パネルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気相堆積法により支持体上に輝尽性蛍光体を含有する輝尽性蛍光体層を備えた放射線像変換パネルにおいて、

前記輝尽性蛍光体層の充填率分布が±10%以下であることを特徴とする放射線像変換パネル。

【請求項2】

前記輝尽性蛍光体層の充填率分布が前記支持体中心部から端部に向かって等方的に変化していることを特徴とする請求項1に記載の放射線像変換パネル。

【請求項3】

前記輝尽性蛍光体層は、下記一般式(1)で表されるハロゲン化アルカリを母体とする輝尽性蛍光体を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の放射線像変換パネル。

$$M^1 X \cdot a M^2 X'_{2} \cdot b M^3 X''_{3} : eA \dots (1)$$

〔式中、 M^1 はLi、Na、K、Rb及びCsの各原子から選ばれる少なくとも1種のアルカリ金属原子であり、 M^2 はBe、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Cd、Cu及びNiの各原子から選ばれる少なくとも1種の二価金属原子であり、 M^3 はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Al、Ga及びInの各原子から選ばれる少なくとも1種の三価金属原子であり、X、X'、X''はF、Cl、Br及びIの各原子から選ばれる少なくとも1種のハロゲン原子であり、AはEu、Tb、In、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、Nd、Yb、Er、

10

20

Gd、Lu、Sm、Y、Tl、Na、Ag、Cu及びMgの各原子から選ばれる少なくとも1種の金属原子であり、また、a、b、eはそれぞれ $0 < a < 0.5$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < e < 1.0$ の範囲の数値を表す。]

【請求項4】

真空容器と、該真空容器内に設けられて、支持体に輝尽性蛍光体を蒸着させる蒸発源と、前記支持体を支持するとともに前記蒸発源に対して回転させることによって該蒸発源からの輝尽性蛍光体を蒸着させる支持体回転機構とを備えた蒸着装置を使用して、請求項1～3のいずれか一項に記載の放射線像変換パネルを製造する放射線像変換パネルの製造方法であって、

前記支持体を前記支持体回転機構により支持させるとともに回転させることによって、前記蒸発源から蒸発する輝尽性蛍光体を前記支持体上に蒸着させて、輝尽性蛍光体層を形成することを特徴とする放射線像変換パネルの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気相堆積法により支持体上に輝尽性蛍光体を含有する輝尽性蛍光体層を備えた放射線像変換パネル及び放射線像変換パネルの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、放射線画像を得るために銀塩を使用した、いわゆる放射線写真法が利用されているが、銀塩を使用しないで放射線像を画像化する方法が開発されている。すなわち、被写体を透過した放射線を輝尽性蛍光体に吸収させ、その後、この輝尽性蛍光体のある種のエネルギーで励起してこの輝尽性蛍光体が蓄積している放射線エネルギーを輝尽性蛍光体として放射させ、この蛍光を検出して画像化する方法が開示されている。

20

具体的な方法としては、支持体上に輝尽性蛍光体層を設けたパネルを用い、励起エネルギーとして可視光線及び赤外線的一方又は両方を用いる放射線像変換方法が知られている（特許文献1参照）。

【0003】

ところで、近年、高輝度、高感度、高鮮鋭性の輝尽性蛍光体を用いた放射線像変換方法として、CsBrなどのハロゲン化アルカリを母体にEuを賦活した輝尽性蛍光体を用いた放射線画像変換パネルが提案されている。特にEuを賦活剤とすることで、従来不可能であったX線変換効率の向上が可能になるとされている。

30

【特許文献1】特開2001-249198号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1に記載されているように、特にCsBrなどのハロゲン化アルカリの母体にEu等を賦活したAX系蛍光体は熱膨張係数が大きく、結晶性を高めると支持体から剥離しやすくなる傾向があり、耐衝撃性も低下する。このため、輝尽性蛍光体層には高感度でかつ高均一性に加え、剥離耐久性、耐衝撃性の向上が求められている。

40

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性、耐衝撃性に優れた放射線像変換パネル及び放射線像変換パネルの製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、気相堆積法により支持体上に輝尽性蛍光体を含有する輝尽性蛍光体層を備えた放射線像変換パネルにおいて、

前記輝尽性蛍光体層の充填率分布が $\pm 10\%$ 以下であることを特徴とする。

【0006】

50

請求項１の発明によれば、輝尽性蛍光体層の充填率分布が±１０％以下であるので、面内において充填率分布が略均一とされ、パネルの反りをより一層低減できることから、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性、耐衝撃性に優れる。よって、放射線画像の画質を向上させることができる。

【０００７】

請求項２の発明は、請求項１に記載の放射線像変換パネルにおいて、

前記輝尽性蛍光体層の充填率分布が前記支持体中心部から端部に向かって等方的に変化していることを特徴とする。

【０００８】

請求項２の発明によれば、輝尽性蛍光体層の充填率分布が支持体中心部から端部に向かって等方的に変化しているので、充填率分布に起因する応力分布も等方的で均等に分散することができる。そのため、パネルの反りを低減することができ、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性、耐衝撃性に非常に優れたものとすることができる。

【０００９】

請求項３の発明は、請求項１又は２に記載の放射線像変換パネルにおいて、前記輝尽性蛍光体層は、下記一般式（１）で表されるハロゲン化アルカリを母体とする輝尽性蛍光体を含有することを特徴とする。

$$M^1X \cdot aM^2X'_{\cdot 2} \cdot bM^3X''_{\cdot 3} : eA \dots (1)$$

〔式中、 M^1 はLi、Na、K、Rb及びCsの各原子から選ばれる少なくとも１種のアルカリ金属原子であり、 M^2 はBe、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Cd、Cu及びNiの各原子から選ばれる少なくとも１種の二価金属原子であり、 M^3 はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Al、Ga及びInの各原子から選ばれる少なくとも１種の三価金属原子であり、X、X'、X''はF、Cl、Br及びIの各原子から選ばれる少なくとも１種のハロゲン原子であり、AはEu、Tb、In、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、Nd、Yb、Er、Gd、Lu、Sm、Y、Tl、Na、Ag、Cu及びMgの各原子から選ばれる少なくとも１種の金属原子であり、また、a、b、eはそれぞれ $0 < a < 0.5$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < e < 1.0$ の範囲の数値を表す。〕

【００１０】

請求項３の発明によれば、輝尽性蛍光体層が上記一般式（１）で表されるハロゲン化アルカリを母体としているので、高感度、高精鋭性を両立する輝尽性蛍光体層とすることができ、放射線画像の画質を格段に向上させることができる。

【００１１】

請求項４の発明は、真空容器と、該真空容器内に設けられて、支持体に輝尽性蛍光体を蒸着させる蒸発源と、前記支持体を支持するとともに前記蒸発源に対して回転させることによって該蒸発源からの輝尽性蛍光体を蒸着させる支持体回転機構とを備えた蒸着装置を使用して、請求項１～３のいずれか一項に記載の放射線像変換パネルを製造する放射線像変換パネルの製造方法であって、

前記支持体を前記支持体回転機構により支持させるとともに回転させることによって、前記蒸発源から蒸発する輝尽性蛍光体を前記支持体上に蒸着させて、輝尽性蛍光体層を形成することを特徴とする。

【００１２】

請求項４の発明によれば、支持体を支持体回転機構により支持させるとともに回転させることによって、蒸発源から蒸発する輝尽性蛍光体を支持体上に蒸着させて輝尽性蛍光体層を形成するので、支持体上に均一に輝尽性蛍光体層が形成されることとなる。

また、支持体を回転させることによって輝尽性蛍光体を蒸着させるので、蒸着時に残存する残留応力が均一に分散されて、パネルの反りをより一層低減することができ、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性耐衝撃性に優れる。よって、放射線画像の画質を向上させることができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

本発明に係る放射線像変換パネル及び放射線像変換パネルの製造方法によれば、輝尽性蛍光体層の充填率分布が $\pm 10\%$ 以下であるので、充填率分布が略均一とされ、パネルの反りをより一層低減できることから、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性、耐衝撃性に優れる。よって、放射線画像の画質を向上させることができる。

また、充填率分布が支持体中心部から端部に向かって等方的に変化させることにより、応力分布が均等になりパネルの反りをより一層低減でき、高感度でかつ高均一性に加えて、剥離耐久性、耐衝撃性に非常に優れたものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

10

以下、本発明に係る放射線像変換パネル及び放射線像変換パネルの製造方法について詳細に説明する。

本発明の放射線像変換パネルは、図1に示すように支持体11と、該支持体11上に形成されて輝尽性蛍光体を含有する輝尽性蛍光体層12とを備えている。また、必要に応じて輝尽性蛍光体層12を保護する保護層が設けられている。なお、輝尽性蛍光体層12において、輝尽性蛍光体の柱状結晶13間には間隙14が形成されている。

【 0 0 1 5 】

本発明者等は、輝尽性蛍光体層の充填率分布を $\pm 10\%$ 以下とすることによって、高感度で高均一性、かつ、剥離耐久性、耐衝撃性を高めることができることを見いだした。

上記充填率及び充填率分布は次のようにして測定する。

20

(充填率測定方法)

$A \text{ cm} \times A \text{ cm}$ の大きさに輝尽性蛍光体層を切り出し、マイクロメーターにて膜厚 $B \text{ (cm)}$ を、天秤にて重さ $C \text{ (gr)}$ を測定する。 $C \text{ s B r}$ の比重 $\rho (= 4.43)$ としたとき、

$$\text{充填率 } D = C / (A^2 \times B \times \rho)$$

(充填率分布測定方法)

1枚の放射線像変換パネルから30箇所の輝尽性蛍光体層を切り出し、個々について充填率 D を算出する。そして、最大充填率を D_{max} 、最小充填率を D_{min} としたとき、

$$\text{充填率分布 } (\%) = ((D_{\text{max}} - D_{\text{min}}) / (D_{\text{max}} + D_{\text{min}})) \times 100$$

【 0 0 1 6 】

30

ここで、充填率分布を $\pm 10\%$ 以下と規定したのは、 $\pm 10\%$ を越えた場合に充填率分布が不均一となりパネルが反り易くなる。その結果、感度ムラや剥離が生じ、耐衝撃性が低下するためである。

なお、輝尽性蛍光体層の充填率は、例えば蒸着時の真空度を $10^{-4} \text{ Pa} \sim 1.0 \text{ Pa}$ に変えたり、支持体と蒸発源との間の距離を変えることで制御することができる。

【 0 0 1 7 】

また、輝尽性蛍光体層の充填率分布が支持体中心から端部に向かって等方的に変化していることが好ましい。このように充填率分布を等方的とすることによって、充填率分布に起因する応力分布も等方的で均等に分散でき、パネルの反りを低減することができ、高感度及び高均一性に加えて、剥離耐久性、対象劇性に優れたパネルとすることができる。

40

なお、充填率分布が支持体中心から端部に向かって等方的に変化するとは、図5(a)に示すように、略同心円上にある(支持体中心から略等距離にある)充填率分布が略等しいという意味である。なお、逆に異方的であるとは、例えば図5(b)や(c)に示すように、図示した線上にある充填率分布が等しくなっている状態をいい、支持体中心から略同心円上にある充填率分布が等しくないという意味である。

【 0 0 1 8 】

本発明で使用される支持体は、従来の放射線像変換パネルの支持体として公知の材料から任意に選ぶことができるが、気相堆積法により蛍光体層を形成する際の支持体となる場合には、石英ガラスシート、アルミニウム、鉄、スズ、クロムなどからなる金属シート及び炭素繊維強化シートが好ましい。

50

また、支持体には、その表面を平滑な面とするために樹脂層を有することが好ましい。

樹脂層は、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、パラフィン、グラファイト等の化合物を含有することが好ましく、その膜厚は、約 $5\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。この樹脂層は、支持体の表面に設けても裏面に設けても両面に設けても良い。

また、支持体上に樹脂層を設ける手段としては、貼合法、塗設法等の手段が挙げられる。

貼合は加熱、加圧ローラを用いて行い、加熱条件としては約 $80 \sim 150$ が好ましく、加圧条件としては $4.90 \times 10 \sim 2.94 \times 10^2\ \text{N/cm}$ 、搬送速度は $0.1 \sim 2.0\ \text{m/秒}$ が好ましい。

【0019】

10

本発明の輝尽性蛍光体層の膜厚は、放射線像像変換パネルの使用目的によって、また輝尽性蛍光体の種類により異なるが、本発明の効果をj得る観点から $50\ \mu\text{m} \sim 2000\ \mu\text{m}$ であり、好ましくは $50\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $100\ \mu\text{m} \sim 800\ \mu\text{m}$ である。

【0020】

また、輝尽性蛍光体層は、下記一般式(1)で表される輝尽性蛍光体を含有することが好ましい。

一般式(1)

$M^1X \cdot aM^2X'_2 \cdot bM^3X''_3 : eA$ [式中、 M^1 はLi、Na、K、Rb及びCsの各原子から選ばれる少なくとも1種のアルカリ金属原子であり、 M^2 はBe、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Cd、Cu及びNiの各原子から選ばれる少なくとも1種の二価金属原子であり、 M^3 はSc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Al、Ga及びInの各原子から選ばれる少なくとも1種の三価金属原子であり、X、X'、X''はF、Cl、Br及びIの各原子から選ばれる少なくとも1種のハロゲン原子であり、AはEu、Tb、In、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、Nd、Yb、Er、Gd、Lu、Sm、Y、Tl、Na、Ag、Cu及びMgの各原子から選ばれる少なくとも1種の金属原子であり、また、a、b、eはそれぞれ $0 < a < 0.5$ 、 $0 < b < 0.5$ 、 $0 < e < 0.2$ の範囲の数値を表す。]

20

【0021】

上記一般式(1)で表される輝尽性蛍光体において、 M^1 は、Na、K、Rb及びCs等の各原子から選ばれる少なくとも1種のアルカリ金属原子を表し、中でもRb及びCsの各原子から選ばれる少なくとも1種のアルカリ土類金属原子が好ましく、さらに好ましくはCs原子である。

30

【0022】

M^2 は、Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Zn、Cd、Cu及びNi等の各原子から選ばれる少なくとも1種の二価の金属原子を表すが、中でも好ましく用いられるのは、Be、Mg、Ca、Sr及びBa等の各原子から選ばれる二価の金属原子である。

【0023】

M^3 は、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Al、Ga及びIn等の各原子から選ばれる少なくとも1種の三価の金属原子を表すが、中でも好ましく用いられるのはY、Ce、Sm、Eu、Al、La、Gd、Lu、Ga及びIn等の各原子から選ばれる三価の金属原子である。

40

【0024】

Aは、Eu、Tb、In、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、Nd、Yb、Er、Gd、Lu、Sm、Y、Tl、Na、Ag、Cu及びMgの各原子から選ばれる少なくとも1種の金属原子である。

【0025】

輝尽性蛍光体の輝尽発光輝度向上の観点から、X、X'及びX''はF、Cl、Br及びIの各原子から選ばれる少なくとも1種のハロゲン原子を表すが、F、Cl及びBrから選ばれる少なくとも1種のハロゲン原子が好ましく、Br及びIの各原子から選ばれる少

50

なくとも1種のハロゲン原子が更に好ましい。

【0026】

また、一般式(1)において、 b 値は $0 < b < 0.5$ であるが、好ましくは、 $0 < b < 10^{-2}$ である。

【0027】

そして、特に本発明においては、前述の一般式(1)において、原子(M^1 ; Cs、X; Br)の組み合わせであるCsBrを母体とする輝尽性蛍光体を用いることが好適である。

【0028】

本発明の一般式(1)で表される輝尽性蛍光体は、例えば以下に述べる方法により製造される。 10

蛍光体原料としては、

(a) NaF、NaCl、NaBr、NaI、KF、KCl、KBr、KI、RbF、RbCl、RbBr、RbI、CsF、CsCl、CsBr及びCsIから選ばれる少なくとも1種もしくは2種以上の化合物が用いられる。

【0029】

(b) MgF_2 、 $MgCl_2$ 、 $MgBr_2$ 、 MgI_2 、 CaF_2 、 $CaCl_2$ 、 $CaBr_2$ 、 CaI_2 、 SrF_2 、 $SrCl_2$ 、 $SrBr_2$ 、 SrI_2 、 BaF_2 、 $BaCl_2$ 、 $BaBr_2$ 、 $BaBr_2 \cdot 2H_2O$ 、 BaI_2 、 ZnF_2 、 $ZnCl_2$ 、 $ZnBr_2$ 、 ZnI_2 、 CdF_2 、 $CdCl_2$ 、 $CdBr_2$ 、 CdI_2 、 CuF_2 、 $CuCl_2$ 、 $CuBr_2$ 、 CuI 、 NiF_2 、 $NiCl_2$ 、 $NiBr_2$ 及び NiI_2 の化合物から選ばれる少なくとも1種又は2種以上の化合物が用いられる。 20

【0030】

(c) 前記一般式(1)において、Eu、Tb、In、Cs、Ce、Tm、Dy、Pr、Ho、Nd、Yb、Er、Gd、Lu、Sm、Y、Tl、Na、Ag、Cu及びMg等の各原子から選ばれる金属原子を有する化合物が用いられる。

【0031】

上記の数値範囲の混合組成になるように前記(a)～(c)の蛍光体原料を秤量し、純水にて溶解する。

この際、乳鉢、ボールミル、ミキサーミル等を用いて十分に混合しても良い。 30

次に、得られた水溶液のpH値Cを $0 < C < 7$ に調整するように所定の酸を加えた後、水分を蒸発気化させる。

次に、得られた原料混合物を石英ルツボあるいはアルミナルツボ等の耐熱性容器に充填して電気炉中で焼成を行う。焼成温度は $500 \sim 1000$ が好ましい。焼成時間は原料混合物の充填量、焼成温度等によって異なるが、 $0.5 \sim 6$ 時間が好ましい。

焼成雰囲気としては少量の水素ガスを含む窒素ガス雰囲気、少量の一酸化炭素を含む炭酸ガス雰囲気等の弱還元性雰囲気、窒素ガス雰囲気、アルゴンガス雰囲気等の中性雰囲気あるいは少量の酸素ガスを含む弱酸化性雰囲気が好ましい。

【0032】

なお、前記の焼成条件で一度焼成した後、焼成物を電気炉から取り出して粉碎し、しかる後、焼成物粉末を再び耐熱性容器に充填して電気炉に入れ、前記と同じ焼成条件で再焼成を行えば輝尽性蛍光体の発光輝度を更に高めることができ、また、焼成物を焼成温度より室温に冷却する際、焼成物を電気炉から取り出して空気中で放冷することによっても所望の輝尽性蛍光体を得ることができるが、焼成時と同じ、弱還元性雰囲気もしくは中性雰囲気のままで冷却しても良い。 40

【0033】

また、焼成物を電気炉内で加熱部より冷却部へ移動させて、弱還元性雰囲気、中性雰囲気もしくは弱酸化性雰囲気で急冷することにより、得られた輝尽性蛍光体の輝尽による発光輝度をより一層高めることができ好ましい。

【0034】

また、本発明の輝尽性蛍光体層は気相堆積法によって形成される。

輝尽性蛍光体の気相堆積法としては、蒸着法、スパッタリング法、CVD法、イオンプレーティング法、その他を用いることができるが、本発明では特に蒸着法が好ましい。

【0035】

以下、本発明に好適な蒸着法について説明する。なお、ここでは図3に示す蒸着装置を使用して支持体に輝尽性蛍光体を蒸着するので、蒸着装置の説明とともに説明する。

図3に示すように、蒸着装置1は、真空容器2と、該真空容器2内に設けられて支持体11に蒸気を蒸着させる蒸発源3と、支持体11を保持する支持体ホルダ4と、該支持体ホルダ4を蒸発源3に対して回転させることによって該蒸発源3からの蒸気を蒸着させる支持体回転機構5と、真空容器2内の排気及び大気の導入を行う真空ポンプ6等を備えている。

10

【0036】

蒸発源3は、輝尽性蛍光体を収容して抵抗加熱法で加熱するため、ヒータを巻いたアルミナ製のるつぽから構成しても良いし、ポートや、高融点金属からなるヒータから構成しても良い。また、輝尽性蛍光体を加熱する方法は、抵抗加熱法以外に電子ビームによる加熱や、高周波誘導による加熱等の方法でも良いが、本発明では、比較的簡単な構成で取り扱いが容易、安価、かつ、非常に多くの物質に適用可能である点から抵抗加熱法が好ましい。また、蒸発源3は分子源エピタキシャル法による分子線源でも良い。

支持体回転機構5は、例えば、支持体ホルダ4を支持するとともに支持体ホルダ4を回転させる回転軸5aと、真空容器2外に配置されて回転軸5aの駆動源となるモータ(図示しない)等から構成されている。

20

また、支持体ホルダ4には、支持体11を加熱する加熱ヒータ(図示しない)を備えることが好ましい。支持体11を加熱することによって、支持体11表面の吸着物を離脱・除去し、支持体11表面と輝尽性蛍光体との間に不純物層の発生を防いだり、密着性の強化や輝尽性蛍光体層の膜質調整を行うことができる。

さらに、支持体11と蒸発源3との間に、蒸発源3から支持体11に至る空間を遮断するシャッタ(図示しない)を備えるようにしても良い。シャッタによって輝尽性蛍光体の表面に付着した目的物以外の物質が蒸着の初期段階で蒸発し、支持体11に付着するのを防ぐことができる。

【0037】

30

このように構成された蒸着装置1を使用して、支持体11に輝尽性蛍光体層を形成するには、まず、支持体ホルダ4に支持体11を取り付ける。

次いで、真空容器2内を真空排気する。その後、支持体回転機構5により支持体ホルダ4を蒸発源3に対して回転させ、蒸着可能な真空度に真空容器2が達したら、加熱された蒸発源3から輝尽性蛍光体を蒸発させて、支持体11表面に輝尽性蛍光体を所望の厚さに成長させる。この場合において、支持体11と蒸発源3との間隔は、100mm~1500mmに設置するのが好ましい。

【0038】

なお、蒸発源として使用する輝尽性蛍光体は、加圧圧縮によりタブレットの形状に加工しておいても良いし、粉末状態でも良い。

40

また、輝尽性蛍光体の代わりにその原料もしくは原料混合物を用いても構わない。

【0039】

図2は、支持体11上に輝尽性蛍光体層12が蒸着により形成される具体的な様子を示す図である。支持体ホルダ4に固定された支持体11面の法線方向(R)に対する輝尽性蛍光体の蒸気流15の入射角度を θ_2 (図では 60°)とし、形成される柱状結晶13の支持体面の法線方向(R)に対する角度を θ_1 (図では 30°)とすると、経験的には θ_1 は θ_2 の約半分となり、この角度で柱状結晶13が形成される。なお、図3では、蒸気流15の入射角度 θ_2 が 0° に設定されている場合である。

ここでは、結着剤を含有しない輝尽性蛍光体層12が形成されるが、柱状結晶13の間に形成された間隙14に結着剤等の充填物を充填しても良く、輝尽性蛍光体層12の補強

50

となるほか、高光吸収の物質、高光反射の物質を充填しても良い。これにより補強効果をもたせるほか、輝尽性蛍光体層 1 2 に入射した輝尽励起光の横方向への光拡散の低減に有効である。

【0040】

また、前記蒸着工程では複数回に分けて輝尽性蛍光体層を形成することも可能である。さらに、前記蒸着工程では複数の抵抗加熱器あるいはエレクトロンビームを用いて共蒸着し、支持体上で目的とする輝尽性蛍光体を合成すると同時に輝尽性蛍光体層を形成することも可能である。

【0041】

また、蒸着法においては、蒸着時、必要に応じて、被蒸着体（支持体、保護層又は中間層）を冷却あるいは加熱しても良い。

さらに、蒸着終了後、輝尽性蛍光体層を加熱処理しても良い。また、蒸着法においては必要に応じて O_2 、 H_2 等のガスを導入して蒸着する反応性蒸着を行っても良い。

【0042】

上記の気相堆積法による輝尽性蛍光体層の形成にあたり、輝尽性蛍光体層が形成される支持体の温度は、室温（ rt ）～300 に設定することが好ましく、さらに好ましくは50～200 である。

【0043】

以上のようにして、輝尽性蛍光体層を形成した後、必要に応じて輝尽性蛍光体層の支持体とは反対の側に保護層を設けることにより本発明の放射線画像変換パネルを製造する。保護層は、保護層用の塗布液を輝尽性蛍光体層の表面に直接塗布して形成もよいし、また、予め別途形成した保護層を輝尽性蛍光体層に接着してもよい。

【0044】

保護層の材料としては、酢酸セルロース、ニトロセルロース、ポリメチルメタクリレート、ポリビニルブチラル、ポリビニルホルマール、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリ塩化ビニリデン、ナイロン、ポリ四フッ化エチレン、ポリ三フッ化 - 塩化エチレン、四フッ化エチレン - 六フッ化プロピレン共重合体、塩化ビニリデン - 塩化ビニル共重合体、塩化ビニリデン - アクリロニトリル共重合体などの通常の保護層用材料が用いられる。他に透明なガラス基板を保護層として用いることもできる。

【0045】

また、この保護層は蒸着法、スパッタリング法等により、 SiC 、 SiO_2 、 SiN 、 Al_2O_3 等の無機物質を積層して形成してもよい。これらの保護層の層厚は0.1 μm ～2000 μm が好ましい。

【実施例】

【0046】

以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明の実施態様はこれに限定されるものではない。

下記の方法にしたがって実施例1～実施例4、比較例1、比較例2の放射線像変換パネルを作製した。

〔実施例1〕

（放射線像変換パネルの作製）

炭素繊維強化樹脂シートからなる支持体の片面に輝尽性蛍光体（ $CsBr : 0.0002Eu$ ）を、図3に示す蒸着装置1を使用して蒸着させ輝尽性蛍光体層を形成した。

すなわち、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4に支持体11を設置し、支持体11と蒸発源3との間隔を400mmに調節した。続いて蒸着装置1内を一旦排気し、 Ar ガスを導入して0.1Paに真空度を調整した後、10rpmの速度で支持体11を回転しながら支持体11の温度を100に保持した。次いで、抵抗加熱ルツボを加熱して輝尽性蛍光体を蒸着し、輝尽性蛍光体層の膜厚が500 μm となったところで蒸着を終了させた。

次いで、乾燥空気内で輝尽性蛍光体層を保護層袋に入れ、輝尽性蛍光体層が密封された構造の放射線像変換パネルを得た。

このとき得られた放射線像変換パネルについて、充填率分布を測定したところ、充填率分布が 8 . 1 % で等方性のある充填率分布であった。充填率分布の測定は、上述した測定方法により求めた。

【 0 0 4 7 】

[実施例 2]

支持体と蒸発源との間隔を 6 0 0 m m に調節した以外は、実施例 1 と同様にして放射線像変換パネルを作製した。このとき、得られた放射線像変換パネルの充填率分布は 4 . 4 % で、等方性のある充填率分布であった。

10

【 0 0 4 8 】

[実施例 3]

支持体と蒸発源との間隔を 8 0 0 m m に調節した以外は、実施例 1 と同様にして放射線像変換パネルを作製した。このとき、得られた放射線像変換パネルの充填率分布は 2 . 9 % で、等方性のある充填率分布であった。

【 0 0 4 9 】

[実施例 4]

支持体と蒸発源との間隔を 1 0 0 0 m m に調節した以外は、実施例 1 と同様にして放射線像変換パネルを作製した。このとき、得られた放射線像変換パネルの充填率分布は 2 . 2 % で、等方性のある充填率分布であった。

20

【 0 0 5 0 】

[比較例 1]

炭素繊維強化樹脂シートからなる支持体の片面に輝尽性蛍光体 (C s B r : 0 . 0 0 0 2 E u) を、図 4 に示す蒸着装置 1 A を使用して蒸着させ輝尽性蛍光体層を形成した。

すなわち、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、また支持体ホルダ 4 A に支持体 1 1 を設置し、支持体 1 1 と蒸発源 3 A との間隔を 1 0 0 0 m m とした。

続いて蒸着装置 1 A 内を一旦排気し、A r ガスを導入して 0 . 1 P a に真空度を調整した後、蒸発源 3 A に対して水平方向に支持体 1 1 を支持体搬送機構 5 A によって搬送しながら支持体 1 1 の温度を 1 0 0 〃に保持した。次いで、抵抗加熱ルツボを加熱して輝尽性蛍光体を蒸着し、輝尽性蛍光体層の膜厚が 5 0 0 μ m となったところで蒸着を終了させた。なお、図 4 中、2 A は真空容器、6 A はスリット、7 A は防着板、8 A は真空ポンプを示す。

30

次いで、乾燥空気内で輝尽性蛍光体層を保護層袋に入れ、輝尽性蛍光体層が密封された構造の放射線像変換パネルを得た。

このとき得られた放射線像変換パネルについて、同様に充填率分布を測定したところ、充填率分布が 1 1 . 2 % で異方性のある充填率分布であった。

【 0 0 5 1 】

[比較例 2]

支持体と蒸発源との間隔を 4 0 0 m m に調節した以外は、比較例 1 と同様にして放射線像変換パネルを作製した。このとき、得られた放射線像変換パネルの充填率分布は 1 5 . 0 % で、異方性のある充填率分布であった。

40

【 0 0 5 2 】

そして、以上のようにして得られた放射線像変換パネルについて下記のような評価を行った。

《 感度ムラ 》

放射線像変換パネルに管電圧 8 0 k V p の X 線を輝尽性蛍光体層とは逆の支持体側から均一に照射した後、該放射線像変換パネルを H e - N e レーザー光 (6 3 3 n m) で走査して励起し、放射線像変換パネル上に等間隔に並んだ 2 5 の測定点において、輝尽性蛍光体層から放射される輝尽発光を受光器 (分光感度 S - 5 の光電子増倍管) で受光してその

50

強度を測定し、各測定点間の強度のばらつきから感度ムラを評価した。感度ムラは、各パネルの各測定点における輝度の最大値と最小値の幅を25点の測定点の強度の平均値で割り、これを%で表したものである。表1にその結果を示す。

【0053】

《耐衝撃性》

放射線像変換パネルに対して20cm離れた高さ位置から500gの鉄球を落下させた後、放射線像変換パネルについて目視評価した。その後、各放射線像変換パネルに、管電圧80kVpのX線を支持体の裏面側から照射した後、放射線像変換パネルをHe-Neレーザー光(633nm)で走査して励起し、輝尽性蛍光体層から放射される輝尽発光を受光器(分光感度S-5の光電子増倍管)で受光して電気信号に変換し、これを画像再生装置によって画像として再生し、出力装置よりプリントアウトし、得られたプリント画像を目視にて以下に示す基準にしたがって耐衝撃性の評価を行った。表1にその結果を示す。

○：ひび割れがなく、また、均一な画像である。

○：ひび割れがなく、画質的にほとんど気にならないレベルである。

○：ひび割れが見られ、画欠が確認されるが、実用上許容できるレベルである。

×：ひび割れが見られ、明らかな画欠が認められ、実用上問題が発生するレベルである。

【0054】

【表1】

	支持体	支持体～ 蒸発源距離 (mm)	充填率 分布特性	充填率分布 (%)	感度ムラ (%)	耐衝撃性
実施例1	回転	400	等方性	8.1	16	○
実施例2	回転	600	等方性	4.4	10	◎
実施例3	回転	800	等方性	2.9	7	◎
実施例4	回転	1000	等方性	2.2	4	◎
比較例1	搬送	1000	異方性	11.2	34	×
比較例2	搬送	400	異方性	15.0	28	×

以上、表1の結果から明らかなように、輝尽性蛍光体層の充填率分布が±10%以下である実施例1～実施例4は、充填率分布が±10%を越える比較例1、比較例2に比べて、感度ムラの劣化を防ぐことができ、耐衝撃性に優れる。

また、輝尽性蛍光体層の充填率分布が支持体中心から等方的な実施例1～実施例4は、充填率分布が異方的な比較例1、比較例2に比べて、高感度及び耐衝撃性に優れていた。

また、蒸着装置についても図4に示すように支持体を水平方向に搬送することによって蒸着する搬送方式に比べて、図3に示すように支持体を回転することによって蒸着する回転方式の方が、支持体上に輝尽性蛍光体層を均一に蒸着させることができ、この点においても本発明の効果に有利であることがわかる。

さらに、実施例4のように充填率分布が小さい程、感度ムラを低減でき、耐衝撃性にも優れることがわかる。

【0055】

したがって、輝尽性蛍光体層の充填率分布と、感度及び耐衝撃性との間には相関関係があり、充填率分布を±10%以下に規定することにより高感度及び耐衝撃性に優れ、よって、放射線画像の画質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 6 】

【図 1】支持体上に形成した輝尽性蛍光体層の一例を示す概略断面図である。

【図 2】支持体上に輝尽性蛍光体層が蒸着法により形成される様子を示す図である。

【図 3】回転方式による蒸着装置の概略構成を示す断面図である。

【図 4】搬送方式による蒸着装置の概略構成を示す断面図である。

【図 5】(a)は、充填率分布が支持体中心から等方的であることを説明するための図、(b)、(c)は、充填率分布が支持体中心から異方的であることを説明するための図である。

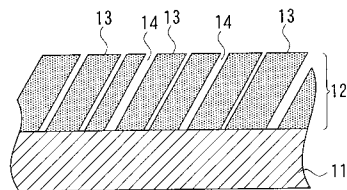
【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

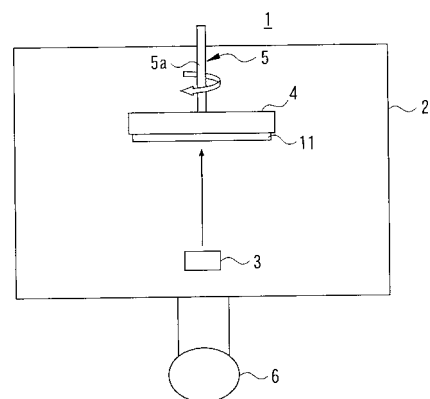
- 1 蒸着装置
- 2 真空容器
- 3 蒸発源
- 5 支持体回転機構
- 11 支持体
- 12 輝尽性蛍光体層

10

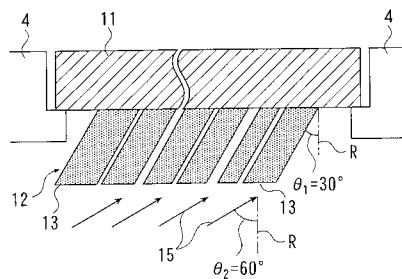
【図 1】



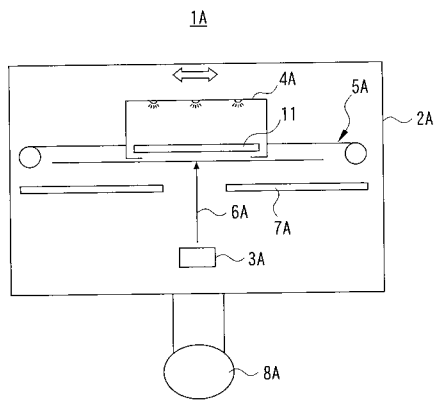
【図 3】



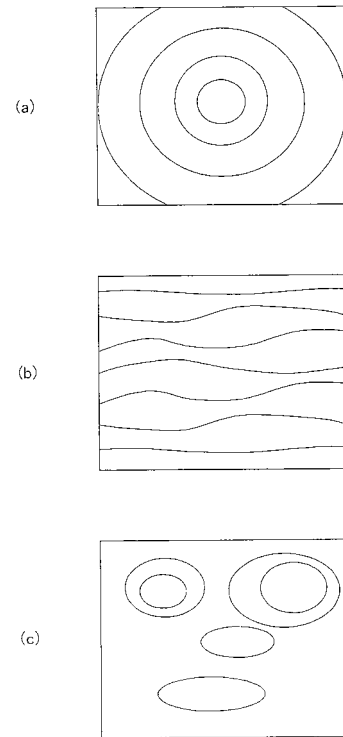
【図 2】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 3 B 42/02 (2006.01) G 0 1 T 1/00 B
G 0 3 B 42/02 B

審査官 林 靖

(56) 参考文献 特開平 2 - 2 2 5 9 8 (J P , A)
特開平 8 - 1 8 4 9 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 9 4 9 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 0 1 1 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 2 9 7 9 8 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G 2 1 K 4 / 0 0
G 0 1 T 1 / 0 0