

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-153074

(P2014-153074A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 2 1 K</b> 4/00 (2006.01)	G 2 1 K 4/00 B	2 G 0 8 3
<b>G 0 1 T</b> 1/20 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 E	2 G 0 8 8
	G 0 1 T 1/20 B	2 G 1 8 8
	G 0 1 T 1/20 G	
	G 0 1 T 1/20 L	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願2013-20347 (P2013-20347)  
 (22) 出願日 平成25年2月5日(2013.2.5)

(71) 出願人 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100124291  
 弁理士 石田 悟  
 (72) 発明者 安井 亮  
 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 後藤 啓輔  
 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

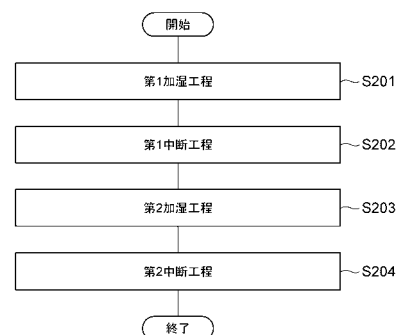
(54) 【発明の名称】放射線像変換パネルの製造方法、及び、放射線像変換パネル

(57) 【要約】

【課題】 基板の種類によらず基板と蛍光体層との密着性を良好とすることが容易に可能な放射線像変換パネルの製造方法、及び、放射線像変換パネルを提供する。

【解決手段】 柱状結晶からなる蛍光体層 2 0 を基板 1 0 上に形成した後に、第 1 の加湿工程、第 1 の中断工程、第 2 の加湿工程、及び第 2 の中断工程をこの順に実施する。つまり、柱状結晶からなる蛍光体層 2 0 に対して 2 回の加湿処理を施す。このようにすると、柱状結晶間の隙間を小さくすると共に各柱状結晶の柱径を大きくして(すなわち潮解処理を施し)、蛍光体層 2 0 と基板 1 0 との密着性を良好とすることができる。特に、基板 1 0 が、平滑な表面を有する F O P からなる場合にも、蛍光体層 2 0 との密着性を容易に向上させることができる。また、その場合には、蛍光体層 2 0 の浮きによって F O P 側から読み出す画像が不鮮明になることを抑制することができる。

【選択図】図 3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のアルカリハライド系蛍光体の柱状結晶からなる蛍光体層を気相堆積法によって基板上に形成する蛍光体層形成工程と、

蛍光体層形成工程の後に、前記蛍光体層に対して加湿処理を施す第 1 の加湿工程と、  
前記第 1 の加湿工程の後に、加湿処理を中断した状態を維持する第 1 の中断工程と、  
前記第 1 の中断工程の後に、前記蛍光体層に対して加湿処理を施す第 2 の加湿工程と、  
前記第 2 の加湿工程の後に、加湿処理を中断した状態を維持する第 2 の中断工程と、  
を備えることを特徴とする放射線像変換パネルの製造方法。

**【請求項 2】**

前記第 1 の加湿工程においては、前記蛍光体層の周囲を 20 以上 30 以下の温度、及び、45%以上 60%以下の相対湿度の環境下とすることにより、前記蛍光体層に対して加湿処理を施す、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の製造方法。

**【請求項 3】**

前記第 1 の中断工程においては、前記蛍光体層の周囲を 20 以上 30 以下の温度、及び、10%以下の相対湿度の環境下とすることにより、加湿処理の中断を維持する、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の製造方法。

**【請求項 4】**

前記第 2 の加湿工程においては、前記蛍光体層の周囲を 20 以上 30 以下の温度、及び、35%以上 60%以下の相対湿度の環境下とすることにより、前記蛍光体層に対して加湿処理を施す、ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の放射線像変換パネルの製造方法。

**【請求項 5】**

前記第 2 の中断工程においては、前記蛍光体層の周囲を 20 以上 30 以下の温度、及び、10%以下の相対湿度の環境下とすることにより、加湿処理の中断を維持する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の放射線像変換パネルの製造方法。

**【請求項 6】**

前記 1 の加湿工程の前において、前記蛍光体層に対して加熱処理を施す加熱工程をさらに備える、ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の放射線像変換パネルの製造方法。

**【請求項 7】**

ファイバオプティックプレートからなる基板と、  
気相堆積法により前記基板上に形成された複数の CsI 柱状結晶からなる蛍光体層と、  
を備え、  
前記蛍光体層には、潮解処理が施されている、  
ことを特徴とする放射線像変換パネル。

**【請求項 8】**

前記蛍光体層を被覆するように前記蛍光体層上に形成された保護膜をさらに備える、ことを特徴とする請求項 7 に記載の放射線像変換パネル。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、放射線像変換パネルの製造方法、及び、放射線像変換パネルに関する。

**【背景技術】****【0002】**

特許文献 1 には、蛍光体プレートを作製する方法が記載されている。この方法においては、まず、支持体を蒸着装置の真空チャンバ内に配置する。続いて、支持体の加熱を行わずに、支持体の一方の面に対してアルカリハライド蛍光体の蒸着を行い、第 1 層目の蛍光体層を形成する。そして、第 1 層目の蛍光体層が堆積した支持体を加熱しつつ蒸着を行い

10

20

30

40

50

、柱状構造を有する第2層目の蛍光体層を第1層目の蛍光体層上に形成する。

【0003】

特許文献2には、放射線像変換パネルを製造する方法が記載されている。この方法においては、まず、複数の蒸発源及び基板を蒸着装置内に配置する。続いて、真空度、基板温度、蒸着速度、各蒸発源の割合等の蒸着条件を適宜組み合わせることで調節することにより、基板上に球状結晶構造の蛍光体からなる蒸着膜を形成する。そして、蒸着条件を変更して蒸着を行うことにより、柱状結晶構造の蛍光体からなる蒸着膜を球状結晶構造の蒸着膜の表面上に形成する。

【0004】

特許文献3には、放射線画像変換パネルの製造方法が記載されている。この製造方法においては、基板を蒸着装置内の基板ホルダに固定・設置した後に、輝尽性蛍光体を加熱・蒸発させ、輝尽性蛍光体の多数の柱状結晶からなる輝尽性蛍光体層を基板の表面上に形成する。続いて、輝尽性蛍光体層が形成された基板（蛍光体パネル）を恒温槽の内部に設置し、恒温槽の内部を空気又は不活性ガスの雰囲気とした状態、及び、恒温槽の内部を有機溶剤ガスの雰囲気とした状態において、それぞれ蛍光体パネルを所定時間加熱する。続いて、蛍光体パネルを12時間以上加湿した後に、蛍光体パネルを所定時間加熱して輝尽性蛍光体層の柱状結晶中から水成分を除去する。

10

【0005】

特許文献4には、放射線像変換パネルの製造方法が記載されている。この製造方法においては、気相堆積法によって柱状の結晶構造を有する蛍光体層を基板の表面に形成した後に、その蛍光体層を加熱する熱処理を行う。なお、特許文献4には、このような製造方法の一態様として、当該蛍光体層の熱処理に先だって蛍光体層に水分を吸収させる加湿処理を行うものが例示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4114369号公報

【特許文献2】特許第3987469号公報

【特許文献3】特開2006-90853号公報

【特許文献4】特開2008-51807号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、複数の柱状結晶からなる蛍光体層（例えばシンチレータ層や輝尽性蛍光体層）を基板上に形成してなる放射線像変換パネルにおいては、蛍光体層の柱状結晶と基板との密着性が悪いと、蛍光体層が基板から剥離してしまうおそれがある。特に、基板がファイバオプティックプレート（以下「FOP（Fiber Optic Plate）」という）である場合には、蛍光体層がFOPから浮いてしまうと（剥離が生じると）、蛍光体層で変換された光をFOP側から読み出した際に画像が不鮮明になる原因になる。

【0008】

40

このような問題を解決するためには、例えば、蛍光体層の柱状結晶間の隙間を小さくしたり、各柱状結晶の柱径を大きくすることにより各柱状結晶と基板との接着面積を増加させたりする等、蛍光体層と基板との密着性を改善することが考えられる。各柱状結晶の柱径を大きくする方法としては、例えば、基板への蛍光体の蒸着の条件（基板の加熱温度、真空度、及び、蒸气流の角度等）を適宜変更することが知られている。特に、蛍光体を蒸着する際の基板の加熱温度の制御によって、形成される柱状結晶の柱径を制御することが好適であると考えられる。

【0009】

しかしながら、基板の種類によっては、基板の加熱温度の制御が困難な場合がある。例えば、耐熱性の低い樹脂材料によって基板が構成される場合には、基板の加熱温度の上限

50

が、その樹脂材料の耐熱温度によって制限されてしまう。そのため、柱状結晶の柱径を所望する大きさに制御することが困難である。また、基板の材料を一定の樹脂材料（例えばPETやPEN等）としても、製品によって耐熱性にばらつきがある。このため、基板の加熱温度の制御によって制御可能な柱状結晶の柱径の大きさの範囲を知るためには、製品それぞれにおいて実験を行う必要がある。このことが、放射線像変換パネルとして最適な基板を選定する際の障害の一つとなる。

#### 【0010】

本発明は、そのような状況に鑑みてなされたものであり、基板の種類によらず基板と蛍光体層との密着性を良好とすることが可能な放射線像変換パネルの製造方法、及び、放射線像変換パネルを提供することを課題とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、次のような知見を得るに至った。すなわち、本発明者らは、基板上に柱状結晶からなる蛍光体層を形成した後に、その蛍光体層に対して複数回の加湿処理を施せば、柱状結晶が少なくとも部分的に潮解することに起因して、柱状結晶間の隙間が小さくなると共に各柱状結晶の柱径が大きくなり、蛍光体層と基板との密着性を改善できるとの知見を得た。本発明は、そのような知見に基づいてなされたものである。

#### 【0012】

本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法は、複数のアルカリハライド系蛍光体の柱状結晶からなる蛍光体層を気相堆積法によって基板上に形成する蛍光体層形成工程と、蛍光体層形成工程の後に、蛍光体層に対して加湿処理を施す第1の加湿工程と、第1の加湿工程の後に、加湿処理を中断した状態を維持する第1の中断工程と、第1の中断工程の後に、蛍光体層に対して加湿処理を施す第2の加湿工程と、第2の加湿工程の後に、加湿処理を中断した状態を維持する第2の中断工程と、を備えることを特徴とする。

20

#### 【0013】

この製造方法においては、アルカリハライド系蛍光体の柱状結晶（以下、単に「柱状結晶」という場合がある）からなる蛍光体層を基板上に形成した後に、第1の加湿工程、第1の中断工程、及び第2の加湿工程を順に実施する。つまり、この製造方法においては、柱状結晶からなる蛍光体層に対して、複数回の加湿処理を施す。このため、蒸着の際の基板の加熱温度の制御によって柱状結晶の柱径を制御する場合のように基板の種類に依ることなく、柱状結晶間の隙間を小さくすると共に各柱状結晶の柱径を大きくして、蛍光体層と基板との密着性を良好とすることができる。特に、基板が、平滑な表面を有するFOPからなる場合にも、蛍光体層との密着性を容易に向上させることができる。また、その場合には、蛍光体層の浮きによってFOP側から読み出す画像が不鮮明になることを抑制することができる。

30

#### 【0014】

本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法においては、第1の加湿工程において、蛍光体層の周囲を20℃以上30℃以下の温度、及び、45%以上60%以下の相対湿度の環境下とすることにより、蛍光体層に対して加湿処理を施すことができる。また、本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法においては、第1の中断工程において、蛍光体層の周囲を20℃以上30℃以下の温度、及び、10%以下の相対湿度の環境下とすることにより、加湿処理の中断を維持することができる。また、本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法においては、第2の加湿工程において、蛍光体層の周囲を20℃以上30℃以下の温度、及び、35%以上60%以下の相対湿度の環境下とすることにより、蛍光体層に対して加湿処理を施すことができる。さらに、本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法においては、第2の中断工程において、蛍光体層の周囲を20℃以上30℃以下の温度、及び、10%以下の相対湿度の環境下とすることにより、加湿処理の中断を維持することができる。

40

#### 【0015】

50

このように、各工程の条件を設定することにより、柱状結晶の潮解による解像度の低下を抑制しつつ、蛍光体層と基板との密着性を向上させることが可能となる。

【0016】

本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法は、第1の加湿工程の前において、蛍光体層に対して加熱処理を施す加熱工程をさらに備えることができる。このように加熱処理を施すことにより、輝度の向上や、蛍光体層におけるドーパントの安定化を図ることができる。

【0017】

ここで、本発明に係る放射線像変換パネルは、ファイバオプティックプレートからなる基板と、気相堆積法により基板上に形成された複数のCsI柱状結晶からなる蛍光体層と、を備え、蛍光体層には、潮解処理が施されていることを特徴とする。

10

【0018】

この放射線像変換パネルにおいては、複数のCsI柱状結晶（以下、単に「柱状結晶」という場合がある）からなる蛍光体層に対して潮解処理が施されている（すなわち、柱状結晶が少なくとも部分的に潮解されている）。このため、潮解処理が施されていない場合と比較して、柱状結晶間の隙間が小さくなると共に各柱状結晶の柱径が大きくなるので、蛍光体層と基板との密着性が良好となる。特に、基板がFOPからなるので、蛍光体層とFOPとの良好な密着により、蛍光体層の浮きによってFOP側から読み出す画像が不鮮明になることを抑制することができる。

【0019】

20

本発明に係る放射線像変換パネルは、蛍光体層を被覆するように蛍光体層上に形成された保護膜をさらに備えることができる。この場合には、例えば湿気等から蛍光体層を保護することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、基板の種類によらず基板と蛍光体層との密着性を良好とすることが容易に可能な放射線像変換パネルの製造方法、及び、放射線像変換パネルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

30

【図1】本実施形態に係る放射線像変換パネルの構成を示す図である。

【図2】図1に示された放射線像変換パネルの製造方法の主要な工程を示すフローチャートである。

【図3】図2に示された加湿工程における主要な工程を示すフローチャートである。

【図4】実施例及び比較例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層の側面の拡大写真である。

【図5】実施例及び比較例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層の底面の拡大写真である。

【図6】実施例に係るシンチレータパネルの基板及びシンチレータ層の重量を示す表である。

40

【図7】実施例及び比較例に係るシンチレータパネルにおけるシンチレータ層と基板との密着性の評価結果を示す表及びグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態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、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において、同一又は相当する要素同士には互いに同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0023】

図1は、本実施形態に係る放射線像変換パネルの構成を示す図である。特に、図1の(a)は、本実施形態に係る放射線像変換パネルの一部切欠き斜視図であり、図1の(b)

50

は、図 1 の ( a ) の I - I 線に沿っての断面図である。図 1 に示される放射線像変換パネル 1 は、例えば、入射した X 線等の放射線を可視光等の光に変換するためのものであり、マンモグラフィー装置、胸部検査装置、CT 装置、歯科口内撮影装置、及び、放射線カメラ等において、放射線イメージング用のデバイスとして用いることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

放射線像変換パネル 1 は、FOP (ファイバオプティックプレート (Fiber Optic Plate)) からなる基板 10 と、基板 10 の表面 10 a 上に形成された蛍光体層 20 と、蛍光体層 20 及び基板 10 上に形成された保護膜 30 とを備えている。なお、FOP は、直径が数ミクロン程度の多数の光ファイバを束ねた光学デバイスであり、例えば、浜松ホトニクス社製 J5734 等である。基板 10 の表面 10 a は、FOP の光ファイバの一方の端面により構成される。また、基板 10 の表面 10 a に対向する裏面 10 b は、FOP の光ファイバの他方の端面により構成される。

10

#### 【 0 0 2 5 】

蛍光体層 20 は、基板 10 の表面 10 a から表面 10 a に交差する方向に延びる複数の柱状結晶から構成されている。ここでは、蛍光体層 20 を構成する柱状結晶は、例えば CsI : Tl といったシンチレータ材料の柱状結晶 (CsI 柱状結晶) や、CsBr : Eu といった輝尽性蛍光体材料の柱状結晶等である。すなわち、蛍光体層 20 は、アルカリハライド系蛍光体の柱状結晶からなるアルカリハライド系蛍光体層 (例えばシンチレータ層) である。蛍光体層 20 は、潮解処理が施されている。潮解処理とは、上述したような柱状結晶の少なくとも一部分 (例えば基板 10 側の根本部分や縁部分) を潮解させる処理である。特に、蛍光体層 20 においては、蛍光体層 20 を構成する柱状結晶の基板 10 側の根本部分は、柱状結晶同士が融着している融着領域となっている。この融着領域は、蛍光体層 20 の厚さの 1 / 5 程度までとすることができる。

20

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 の ( a ) は、潮解処理が施された状態の蛍光体層 (シンチレータ層) の側面の拡大写真 (SEM 写真) であり、図 4 の ( b ) は、潮解処理が施されていない状態の蛍光体層の側面の拡大写真である。また、図 5 の ( a ) は、潮解処理が施された状態の蛍光体層の底面の拡大写真であり、図 5 の ( b ) は、潮解処理が施されていない状態の蛍光体層の底面の拡大写真である。

#### 【 0 0 2 7 】

図 4 に示されるように、蛍光体層に潮解処理を施すことによって、その柱状結晶 C 間の隙間が小さくなり不明瞭となると共に、柱状結晶 C の縁部が鋭利な状態から角が取れた状態となる。また、図 5 に示されるように、潮解処理を施すことによって、少なくとも底面側 (基板 10 側) において、柱状結晶 C の平均的な柱径が大きくなる。すなわち、本実施形態における潮解処理とは、蛍光体層の柱状結晶の状態を以上のような状態とする処理である。なお、潮解処理を施すための具体的な方法については後述する。

30

#### 【 0 0 2 8 】

保護膜 30 は、蛍光体層 20 及び基板 10 の側面 10 s を被覆するように、蛍光体層 20 及び基板 10 上に形成されている。保護膜 30 は、内側層 31、中間層 32、及び外側層 33 からなる。内側層 31 は、基板 10 の側面 10 s、蛍光体層 20 の側面 20 s、及び、蛍光体層 20 の上面 20 a 上に形成されている。内側層 31 は、例えば、パリレン (ポリパラキシリレン) やポリ尿素等からなる耐湿性有機膜とすることができる。

40

#### 【 0 0 2 9 】

中間層 32 は、蛍光体層 20 の上面 20 a 上において内側層 31 上に形成されている。中間層 32 は、例えば、アルミニウムや銀等の金属から構成される反射層である。中間層 32 は、蛍光体層 20 の側面 20 s 上には形成されていない。外側層 33 は、基板 10 の側面 10 s 及び蛍光体層 20 の側面 20 s 上において内側層 31 上に形成されており、蛍光体層 20 の上面 20 a 上において中間層 32 上に形成されている。外側層 33 は、例えば、パリレン (ポリパラキシリレン) やポリ尿素等からなる耐湿性有機膜とすることができる。

50

## 【 0 0 3 0 】

このように構成される蛍光体層 2 0 によれば、基板 1 0 の表面 1 0 a 側から蛍光体層 2 0 に入射した放射線に応じて蛍光体層 2 0 で生じた光を、例えば基板 1 0 の裏面 1 0 b 側に配置された検出器 D によって検出する（読み出す）ことができる。

## 【 0 0 3 1 】

引き続いて、以上のように構成される放射線像変換パネル 1 の製造方法について説明する。図 2 は、図 1 に示された放射線像変換パネルの製造方法の主要な工程を示すフローチャートである。図 2 に示されるように、この製造方法においては、まず、気相堆積法によって、複数のアルカリハライド系蛍光体の柱状結晶からなる蛍光体層 2 0 を基板 1 0 上に形成する（工程 S 1 0 1：蛍光体層形成工程）。より具体的には、例えば、アルカリハライド系の蛍光体材料（例えば Cs I：Tl や Cs Br：Eu 等）を基板 1 0 の表面 1 0 a に真空蒸着することによって、基板 1 0 の表面 1 0 a 上にアルカリハライド系蛍光体の柱状結晶を成長させ、基板 1 0 の表面 1 0 a 上に蛍光体層 2 0 を形成する。

## 【 0 0 3 2 】

続いて、蛍光体層 2 0 に対してアニール（加熱処理）を施す（工程 S 1 0 2：加熱工程）。より具体的には、蛍光体層 2 0 の全体を 1 0 0 ～ 2 5 0 程度の温度で数時間程度加熱することにより、蛍光体層 2 0 のアニールを行う。このようにアニールを行うことにより、輝度を向上させることができると共に、蛍光体層 2 0 におけるドーパント（例えば Tl や Eu 等）の安定化を図ることができる。

## 【 0 0 3 3 】

続いて、蛍光体層 2 0 の加湿を行う（工程 S 1 0 3）。この加湿工程について、詳細に説明する。図 3 は、図 2 に示された加湿工程における主要な工程を示すフローチャートである。図 3 に示されるように、この加湿工程においては、まず、蛍光体層 2 0 の周囲を、2 0 以上 3 0 以下の温度、及び、4 5 % 以上 6 0 % 以下の相対湿度の環境下に 4 2 0 分程度維持することにより、蛍光体層 2 0 に対して加湿処理を施す（工程 S 2 0 1：第 1 の加湿工程）。

## 【 0 0 3 4 】

続いて、蛍光体層 2 0 の周囲を、2 0 以上 3 0 以下の温度、及び、1 0 % 以下の相対湿度の環境下に 6 0 0 分程度維持することにより、加湿処理を中断した状態を維持する（工程 S 2 0 2：第 1 の中断工程）。続いて、蛍光体層 2 0 の周囲を、2 0 以上 3 0 以下の温度、及び、3 5 % 以上 6 0 % 以下の相対湿度の環境下に 3 0 0 分程度維持することにより、再び、蛍光体層 2 0 に対して加湿処理を施す（工程 S 2 0 3：第 2 の加湿工程）。

## 【 0 0 3 5 】

そして、シンチレータ層 2 0 の周囲を、2 0 以上 3 0 以下の温度、及び、1 0 % 以下の相対湿度の環境下に 1 2 0 分程度以上維持することにより、再び、加湿処理を中断した状態を維持する（工程 S 2 0 4：第 2 の中断工程）。このように、この加湿工程においては、蛍光体層 2 0 の加湿処理と、その中断とを交互に 2 回繰り返す。このような加湿工程により、蛍光体層 2 0 を構成する柱状結晶の少なくとも一部分が潮解（溶解）する（すなわち、蛍光体層 2 0 に対して上述したような潮解処理が施される）。

## 【 0 0 3 6 】

このような加湿工程（工程 S 1 0 3）の後、図 2 に示されるように、保護膜 3 0 を形成する（工程 S 1 0 4）。この工程では、まず、基板 1 0 及び蛍光体層 2 0 上に例えばバリレン等によって内側層 3 1 を成膜し、次いで、内側層 3 1 上に例えばアルミニウム等を蒸着することによって中間層 3 2 を形成し、さらに、内側層 3 1 及び中間層 3 2 上に例えばバリレン等によって外側層 3 3 を成膜し、放射線像変換パネル 1 が製造される。

## 【 0 0 3 7 】

以上説明した放射線像変換パネル 1 の製造方法においては、柱状結晶からなる蛍光体層 2 0 を基板 1 0 上に形成した後に、第 1 の加湿工程（工程 S 2 0 1）、第 1 の中断工程（工程 S 2 0 2）、第 2 の加湿工程（工程 S 2 0 3）、及び第 2 の中断工程（工程 S 2 0 4

）をこの順に実施する。つまり、この製造方法においては、柱状結晶からなる蛍光体層 20 に対して 2 回の加湿処理を施す。このようにすると、柱状結晶間の隙間を小さくすると共に各柱状結晶の柱径を大きくして（すなわち潮解処理を施し）、蛍光体層 20 と基板 10 との密着性を良好とすることができる。特に、基板 10 が、平滑な表面を有する FOP からなる場合にも、蛍光体層 20 との密着性を容易に向上させることができる。また、その場合には、蛍光体層 20 の浮きによって FOP 側から読み出す画像が不鮮明になることを抑制することができる。

#### 【0038】

また、以上説明した放射線像変換パネル 1 においては、複数の柱状結晶からなる蛍光体層 20 に対して潮解処理が施されているので、潮解処理が施されていない場合と比較して、柱状結晶間の隙間が小さくなると共に各柱状結晶の柱径が大きくなっている。このため、蛍光体層 20 と基板 10 との密着性が良好である。特に、基板 10 が FOP からなるので、蛍光体層 20 と FOP との良好な密着により、蛍光体層 20 の浮きによって FOP 側から読み出す画像が不鮮明になることを抑制することができる。

10

#### 【0039】

以上の実施形態は、本発明に係る放射線像変換パネルの製造方法、及び放射線像変換パネルの一実施形態を説明したものである。したがって、本発明は、上述した放射線像変換パネル 1 の製造方法、及び放射線像変換パネル 1 に限定されない。本発明は、各請求項の要旨を変更しない範囲において、上述した放射線像変換パネル 1 の製造方法、及び、放射線像変換パネル 1 を任意に変形したものとすることができる。

20

#### 【0040】

例えば、上記実施形態に係る放射線像変換パネル 1 の製造方法においては、蛍光体層 20 の潮解処理のための加湿・中断の環境条件（或いはそれぞれの時間・回数）を、所望する蛍光体層 20 と基板 10 との密着強度や解像度に応じて適宜変更することができる。

#### 【0041】

また、放射線像変換パネル 1 の蛍光体層 20 の材料としては、上述したものに限定されず、吸湿性（潮解性）を有する任意のアルカリハライド系の蛍光体材料を用いることができる。

#### 【実施例】

#### 【0042】

引き続いて、本発明に係る放射線像変換パネルの一実施例について説明する。ここでは、本発明に係る放射線像変換パネルの一実施例として、シンチレータパネルを作製した。より具体的には、まず、FOP からなる基板を用意し、真空蒸着によってその基板上に CsI : Tl の柱状結晶（CsI 柱状結晶）からなるシンチレータ層を形成した。続いて、そのシンチレータ層を 100 ～ 250 程度の温度で数時間加熱することにより、シンチレータ層のアニールを行った。そして、シンチレータ層に対して潮解処理を施した。

30

#### 【0043】

ここでは、まず、20 以上 30 以下の温度、及び、45% 以上 60% 以下の相対湿度の環境下において 420 分程度シンチレータ層を加湿する第 1 の加湿工程と、20 以上 30 以下の温度、及び、10% 以下の相対湿度の環境を 600 分程度維持することによりシンチレータ層の加湿を中断した状態を維持する第 1 の中断工程と、20 以上 30 以下の温度、及び、35% 以上 60% 以下の相対湿度の環境下において 300 分程度シンチレータ層を加湿する第 2 の加湿工程と、20 以上 30 以下の温度、及び、10% 以下の相対湿度の環境を 120 分程度以上維持することによりシンチレータ層の加湿を中断した状態を維持する第 2 の中断工程と、を順に実施し、シンチレータ層の潮解処理を行った。

40

#### 【0044】

図 6 の表に示されるように、加湿前の（すなわち潮解処理前の）シンチレータ層の重量（表中「シンチ重量」）と、加湿後の（すなわち潮解処理後の）シンチレータ層の重量（表中「加湿有シンチ重量」）とを比較すると、 $0.0909 \text{ mg/cm}^2 \sim 0.1818$

50



$\text{mg/cm}^2$  程度の重量差（表中「差重量」）が生じていた。なお、図 6 の表においては、6 つのサンプルについて、それぞれの重量を示している。

【0045】

これに対して、シンチレータ層に対して潮解処理を施さない点で実施例に係るシンチレータパネルと異なる比較例に係るシンチレータパネルを用意した。図 4 の (a) 及び図 5 の (a) が、実施例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層の側面及び底面の拡大写真を示しており、図 4 の (b) 及び図 5 の (b) が、比較例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層の側面及び底面の拡大写真を示している。図 4 の拡大倍率は 2000 倍であり、図 5 の拡大倍率は 5000 倍である。

【0046】

図 4 に示されるように、実施例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層においては、比較例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層に比べて、柱状結晶 C の部分的な潮解により、柱状結晶 C 間の隙間が小さくなり不明瞭となると共に、柱状結晶 C の縁部が鋭利な状態から角が取れた状態となっている。特に、実施例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層においては、柱状結晶 C の基板側の根本部分（ $\sim 15 \mu\text{m}$  程度）において、その潮解がより顕著であった（すなわち、柱状結晶 C の基板側の根本部分に、柱状結晶 C 同士が融着している融着領域が形成された）。また、図 5 に示されるように、実施例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層においては、比較例に係るシンチレータパネルのシンチレータ層に比べて、柱状結晶同士の融着により、柱状結晶 C の平均的な柱径が大きくなっている。

【0047】

このような実施例に係るシンチレータパネルと比較例に係るシンチレータパネルとのそれぞれに対して、シンチレータ層と基板との密着性を評価した。密着性の評価方法としては、鉄球落下方法とカッターテスト方法とを用いた。鉄球落下方法においては、まず、シンチレータパネルから 10 cm 上方の位置からシンチレータパネルに対して鉄球を落下させ、シンチレータ層が基板から浮いた（剥離した）面積を測定する。そして、その測定により得られる面積から、単位面積当たりのシンチレータ層の剥離エネルギーを算出した。

【0048】

カッターテスト方法においては、シンチレータ層と基板との境界からシンチレータパネル内部にカッターを進入させ、その抵抗力により評価をおこなった。この評価においては、カッターの刃がスムーズに進入できなかった場合にとし、カッターの刃がスムーズに動いて基板とシンチレータ層とを剥離できた場合に  $\times$  とした。図 7 は、これらの評価結果を示す表及びグラフである。

【0049】

図 7 に示されるように、鉄球落下試験により算出された剥離エネルギーは、比較例に係るシンチレータパネルにおいて約  $1.48 \times 10^{-0.4} \text{ J/mm}^2$  であったのに対して、実施例に係るシンチレータパネルにおいては約  $1.58 \times 10^{-0.3} \text{ J/mm}^2$  であり、約 10 倍以上向上していた。すなわち、実施例に係るシンチレータパネルにおけるシンチレータ層と基板との密着強度は、比較例に係るシンチレータパネルにおけるシンチレータ層と基板との密着強度に対して、約 10.68 倍であった。また、カッターテストにおいても、比較例に係るシンチレータパネルにおいて  $\times$  であったのに対して、実施例に係るシンチレータパネルにおいてはであった。以上から、シンチレータ層に対して上述したような潮解処理を施すことにより、シンチレータ層と基板との密着性を向上させることが可能であることが確認された。

【符号の説明】

【0050】

1 ... 放射線像変換パネル、10 ... 基板、20 ... 蛍光体層、30 ... 保護膜、C ... 柱状結晶（アルカリハライド系蛍光体の柱状結晶、CsI 柱状結晶）。

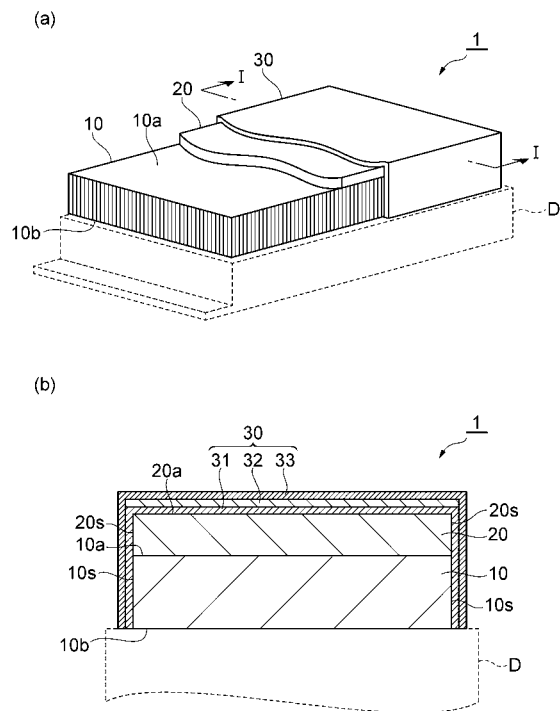
10

20

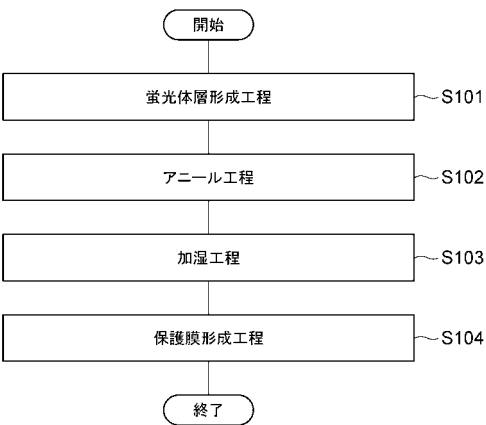
30

40

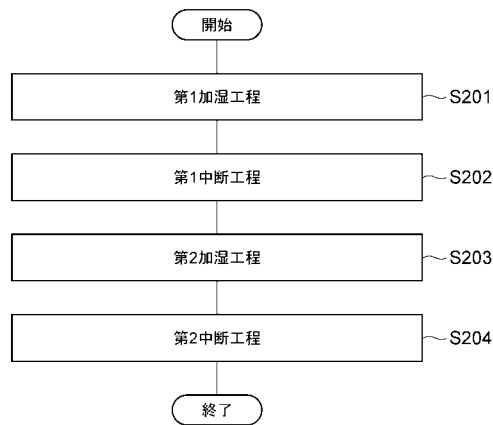
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 6 】

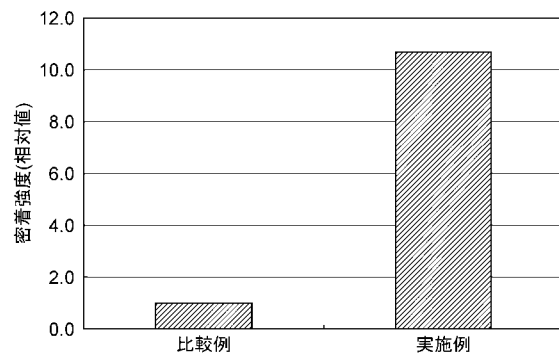
	シンチ重量(mg/cm <sup>2</sup> )	加湿有シンチ重量(mg/cm <sup>2</sup> )	差重量(mg/cm <sup>2</sup> )
1	28.5000	28.6818	0.1818
2	28.9545	29.0455	0.0909
3	29.6212	29.7121	0.0909
4	30.2273	30.3788	0.1515
5	30.1212	30.2727	0.1515
6	28.2273	28.3788	0.1515

【 図 7 】

(a)

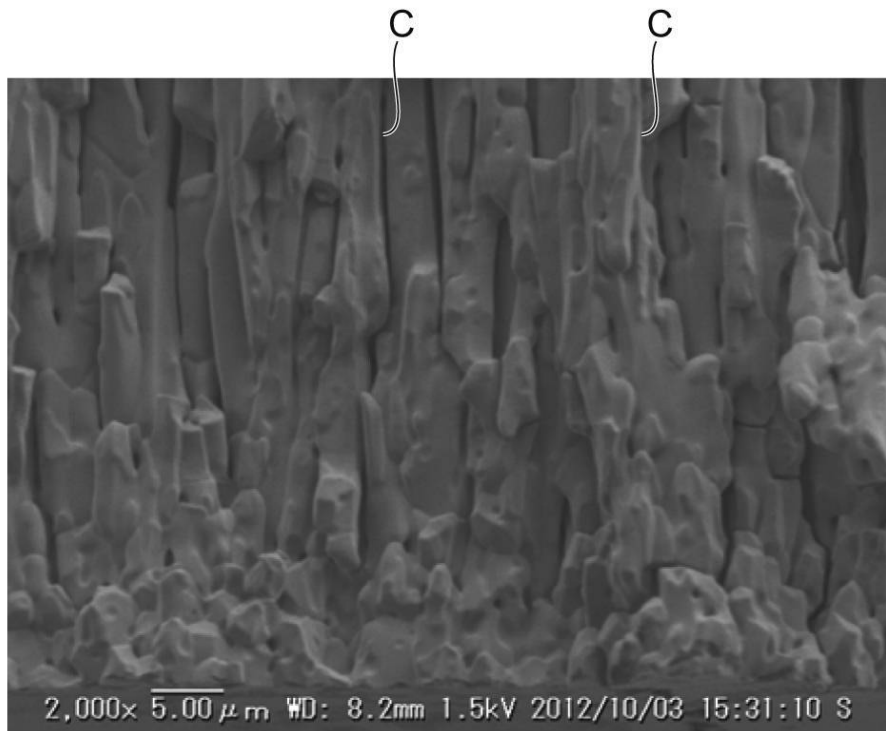
	剥離エネルギー(J/mm <sup>2</sup> )	密着強度(相対値)	カッターテスト
比較例	$1.48 \times 10^{-04}$	1.00	×
実施例	$1.58 \times 10^{-03}$	10.68	○

(b)

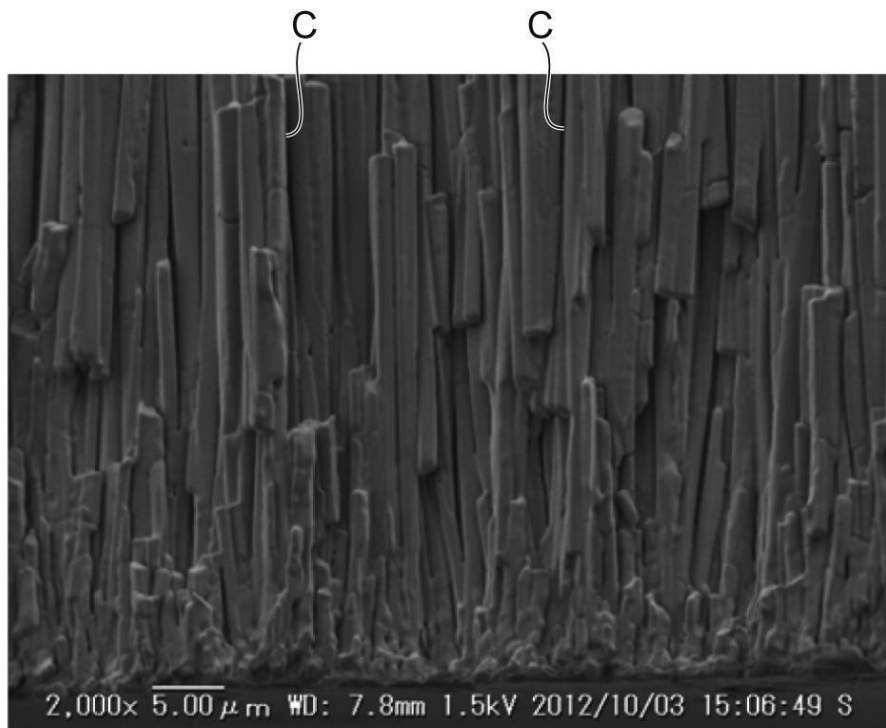


【 図 4 】

(a)

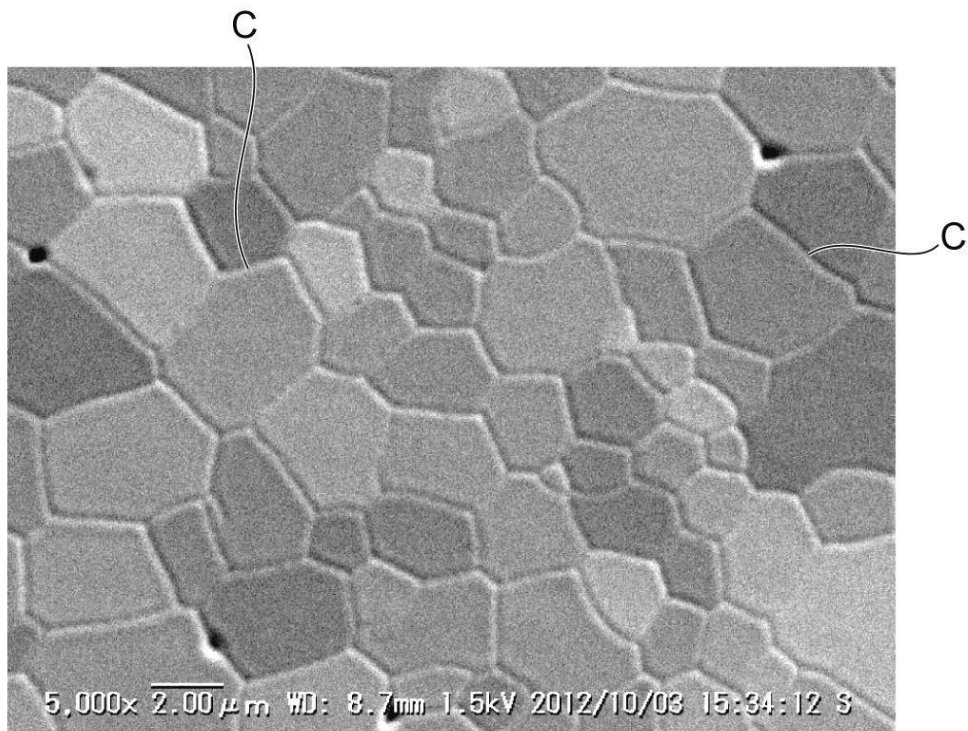


(b)

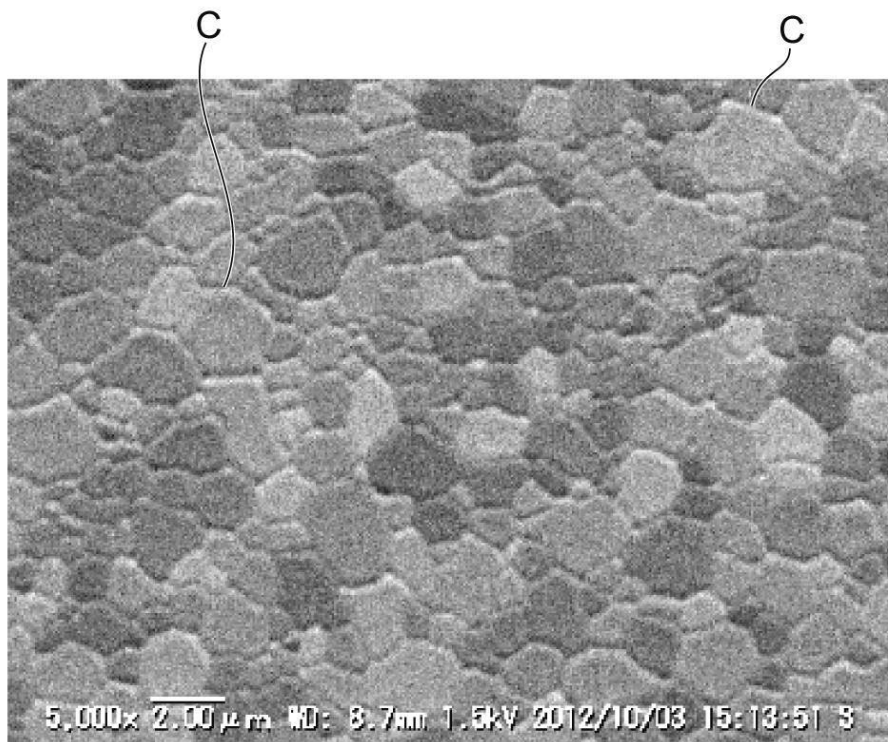


【図 5】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 高士

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 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 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

F ターム(参考) 2G083 AA04 BB01 CC01 CC03 CC04 DD02 DD14 DD20 EE07 EE08  
2G088 GG15 GG19 JJ05 JJ10 JJ37  
2G188 AA02 AA03 BB02 CC09 CC13 CC17 CC19 CC22 CC26 DD05  
DD11 DD12 DD24 DD41 DD44