

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5744941号  
(P5744941)

(45) 発行日 平成27年7月8日(2015.7.8)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 T 1/20 (2006.01)

G O 1 T 1/20

B

G O 1 T 1/20

E

G O 1 T 1/20

G

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-45386 (P2013-45386)  
 (22) 出願日 平成25年3月7日(2013.3.7)  
 (65) 公開番号 特開2013-217913 (P2013-217913A)  
 (43) 公開日 平成25年10月24日(2013.10.24)  
 審査請求日 平成26年6月13日(2014.6.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2012-54507 (P2012-54507)  
 (32) 優先日 平成24年3月12日(2012.3.12)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 306037311  
 富士フイルム株式会社  
 東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74) 代理人 100075281  
 弁理士 小林 和憲  
 (72) 発明者 中津川 晴康  
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地  
 富士フイルム株式会社内  
 (72) 発明者 白水 豪  
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地  
 富士フイルム株式会社内

審査官 村川 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線画像検出装置及び放射線画像撮影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線を光に変換する波長変換層と、前記光を検出して画像データを生成する固体検出器とを備え、撮影時に放射線源から放射線が入射する側から、前記固体検出器、前記波長変換層の順に配置された放射線画像検出装置において、

前記波長変換層は、少なくとも、第1の平均粒子径を有する第1の蛍光体粒子と、前記第1の平均粒子径より小さい第2の平均粒子径を有する第2の蛍光体粒子とをバインダ中に混合した単層の蛍光体層であり、前記波長変換層の単位厚さ当たりの前記第1の蛍光体粒子の重量は、前記固体検出器から離れる方向に向かって次第に減少していることを特徴とする放射線画像検出装置。

【請求項2】

前記波長変換層の単位厚さ当たりの前記第2の蛍光体粒子の重量は、前記固体検出器側が、前記固体検出器とは反対側より小さいことを特徴とする請求項1に記載の放射線画像検出装置。

【請求項3】

前記波長変換層の単位厚さ当たりの前記第2の蛍光体粒子の重量は、前記固体検出器から離れる方向に向かって次第に増大していることを特徴とする請求項2に記載の放射線画像検出装置。

【請求項4】

前記波長変換層は、前記第1及び第2の蛍光体粒子を前記バインダの溶液に分散させた

蛍光体塗布液を、仮支持体上に塗布して乾燥させ、前記仮支持体から剥離することにより形成されたものであり、前記仮支持体側の面が前記固体検出器側に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 5】

前記波長変換層の前記固体検出器とは反対側に光反射層が設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 6】

前記波長変換層は、前記光反射層側の表面に凸部を有することを特徴とする請求項 5 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 7】

前記固体検出器と前記波長変換層とは、接合剤層を介して接合されているか、または、直接接して押し当てられた状態とされていることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 8】

前記光反射層の前記固体検出器とは反対側に支持体が設けられており、前記波長変換層と前記支持体とは、前記光反射層を介して加熱圧縮により接合されていることを特徴とする請求項 7 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 9】

前記第 2 の蛍光体粒子に対する前記第 1 の蛍光体粒子の重量比は、20%～40%であることを特徴とする請求項 7 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 10】

前記第 1 の平均粒子径は 5 μm 以上 12 μm 以下であり、前記第 2 の平均粒子径は 1 μm 以上 5 μm 未満であることを特徴とする請求項 9 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 11】

前記波長変換層中の前記蛍光体粒子の空間充填率が 68% 以上であることを特徴とする請求項 10 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 12】

前記蛍光体粒子は、 $A_2O_2S:X$ （ただし、A は、Y, La, Gd, Lu のうちいずれか 1 つ、X は、Eu, Tb, Pr のうちのいずれか 1 つ）により形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 13】

前記波長変換層の周縁の側面を覆う縁貼り部材を備えることを特徴とする請求項 7 に記載の放射線画像検出装置。

【請求項 14】

放射線を射出する放射線源と、

前記放射線を光に変換する波長変換層と、前記光を検出して画像データを生成する固体検出器とを有する放射線画像検出装置であり、前記放射線が入射する側から順に、前記固体検出器、前記波長変換層の順に配置されており、前記波長変換層は、少なくとも、第 1 の平均粒子径を有する第 1 の蛍光体粒子と、前記第 1 の平均粒子径より小さい第 2 の平均粒子径を有する第 2 の蛍光体粒子とをバインダ中に混合した単層の蛍光体層であり、前記波長変換層の単位厚さ当たりの前記第 1 の蛍光体粒子の重量は、前記固体検出器から離れる方向に向かって次第に減少している放射線画像検出装置と、

を備えることを特徴とする放射線画像撮影システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線を波長変換層（蛍光体層）により光に変換して放射線画像を検出する放射線画像検出装置及び放射線画像撮影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

医療分野などにおいて、被写体にX線などの放射線を照射し、被写体を透過した放射線を検出することにより被写体の放射線画像を検出する放射線画像検出装置が各種実用化されている。このような放射線画像検出装置として、放射線の入射に応じて電荷を生成し、この電荷を電圧に変換して放射線画像を表す画像データを生成する電気読取方式のものが普及している。

#### 【0003】

この電気読取方式の放射線画像検出装置としては、放射線をセレン等の半導体層により直接電荷に変換する直接変換方式のものや、放射線を波長変換層により一旦光に変換し、その光を、フォトダイオードなどを有する固体検出器によって電荷に変換する間接変換方式のものがある。

10

#### 【0004】

間接変換方式の放射線画像検出装置では、波長変換層と固体検出器とが積層されている。波長変換層では、放射線の入射に応じて可視光の発光が生じるが、その発光は、主として放射線が入射した表層で生じる。このため、波長変換層側から放射線画像検出装置に放射線を入射した場合には、波長変換層の表層で生じた光が固体検出器に向かって伝播する間に、その一部がその波長変換層自身によって吸収されて感度が低下するという問題や、波長変換層内での光の散乱により画像にボケが生じ鮮鋭度が低下するという問題がある。

#### 【0005】

そこで、特許文献1などにおいて、波長変換層とは反対の固体検出器側から放射線を入射させ、固体検出器を透過した放射線を波長変換層で光に変換することが提案されている。この場合、波長変換層での発光が波長変換層内の固体検出器側の近傍で主に生じるため、上記のような感度や鮮鋭度の低下が抑えられる。このような方式は、放射線の照射側に固体検出器を配置することから、ISS (Irradiation Side Sampling) 方式と呼ばれている。

20

#### 【0006】

波長変換層は、放射線を可視光に変換する蛍光体を含む。この蛍光体は、GOS ( $Gd_2O_3:S:Tb$ ) 等の粒子 (以下、蛍光体粒子という) や、CsI:TIなどの柱状結晶である。粒子構造の波長変換層は、柱状結晶構造の波長変換層と比べて製造が容易であり安価であることから、広く用いられている。粒子構造の波長変換層は、蛍光体粒子を樹脂などのバインダ (結合剤) に分散させたものである。

30

#### 【0007】

波長変換層における放射線から光への変換効率を上げるには、蛍光体粒子のサイズを大きくし、波長変換層を厚くすればよい。しかし、波長変換層を厚くすると、感度は向上するが、固体検出器から離れた位置でサイズの大きな発光が生じることになり、これが固体検出器に向けて伝播するに連れて広がるため、画像の鮮鋭度が低下するという問題がある。

#### 【0008】

このため、特許文献1では、波長変換層として、平均粒子径が小さい蛍光体粒子をバインダに分散した第1の蛍光体層と、平均粒子径が大きい蛍光体粒子をバインダに分散した第2の蛍光体層とを積層し、第2の蛍光体層を固体検出器側に配置することが提案されている。固体検出器側の第2の蛍光体層では、蛍光体粒子のサイズが大きく発光量が大きいが、固体検出器に近いので、光の広がりが小さく、画像の鮮鋭度の低下に対する影響は小さい。一方の第1の蛍光体層では、蛍光体粒子のサイズが小さいため、発光量は小さくなるが、画像の鮮鋭度の低下に対する影響は小さい。したがって、特許文献1に記載の放射線画像検出装置では、感度と画像の鮮鋭度との両立が図られる。

40

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

【特許文献1】特開2010-112733号公報

#### 【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

しかしながら、特許文献1に記載の放射線画像検出装置では、波長変換層を、第1の蛍光体層と第2の蛍光体層との2層構成とすることにより、感度及び鮮鋭度の向上を図っているが、これにより製造コストが向上してしまう。このため、単層の波長変換層で感度及び鮮鋭度の向上を図ることが望まれている。

## 【0011】

本発明は、製造コストを抑えつつ、感度及び鮮鋭度の向上を図ることを可能とする間接変換方式の放射線画像検出装置、及びこの放射線画像検出装置を有する放射線画像撮影システムを提供することを目的とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

上記課題を解決するために、本発明の放射線画像検出装置は、放射線を光に変換する波長変換層と、光を検出して画像データを生成する固体検出器とを備える。撮影時に放射線源から放射線が入射する側から、固体検出器、波長変換層の順に配置されている。波長変換層は、少なくとも、第1の平均粒子径を有する第1の蛍光体粒子と、第1の平均粒子径より小さい第2の平均粒子径を有する第2の蛍光体粒子とをバインダ中に混合した単層の蛍光体層である。波長変換層の単位厚さ当たりの第1の蛍光体粒子の重量は、固体検出器から離れる方向に向かって次第に減少している。

20

## 【0013】

波長変換層の単位厚さ当たりの第2の蛍光体粒子の重量は、固体検出器側が、固体検出器とは反対側より小さいことが好ましい。

## 【0014】

波長変換層の単位厚さ当たりの第2の蛍光体粒子の重量は、固体検出器から離れる方向に向かって次第に増大していることが好ましい。

## 【0015】

波長変換層は、第1及び第2の蛍光体粒子をバインダの溶液に分散させた蛍光体塗布液を、仮支持体上に塗布して乾燥させ、仮支持体から剥離することにより形成されたものであることが好ましい。仮支持体側の面が固体検出器側に配置されている。

30

## 【0016】

波長変換層の固体検出器とは反対側に光反射層が設けられていることが好ましい。波長変換層は、光反射層側の表面に凸部を有することが好ましい。

## 【0017】

固体検出器と波長変換層とは、接合剤層を介して接合されているか、または、直接接して押し当てられた状態とされていることが好ましい。光反射層の固体検出器とは反対側に支持体が設けられており、波長変換層と支持体とは、光反射層を介して加熱圧縮により接合されていることが好ましい。

## 【0018】

第2の蛍光体粒子に対する第1の蛍光体粒子の重量比は、20%～40%であることが好ましい。第1の平均粒子径は5  $\mu\text{m}$ 以上12  $\mu\text{m}$ 以下であり、第2の平均粒子径は1  $\mu\text{m}$ 以上5  $\mu\text{m}$ 未満であることが好ましい。波長変換層中の蛍光体粒子の空間充填率が68%以上であることが好ましい。

40

## 【0019】

蛍光体粒子は、 $\text{A}_2\text{O}_2\text{S} : \text{X}$ （ただし、Aは、Y, La, Gd, Luのうちいずれか1つ、Xは、Eu, Tb, Prのうちのいずれか1つ）により形成されていることが好ましい。

## 【0020】

波長変換層の周縁の側面を覆う縁貼り部材を備えることが好ましい。

## 【0021】

本発明の放射線画像撮影システムは、放射線源と放射線画像検出装置とを備える。放射

50

線源は、放射線を射出する。放射線画像検出装置は、放射線を光に変換する波長変換層と、光を検出して画像データを生成する固体検出器とを備え、放射線が入射する側から順に、固体検出器、波長変換層の順に配置されている。波長変換層は、少なくとも、第1の平均粒子径を有する第1の蛍光体粒子と、第1の平均粒子径より小さい第2の平均粒子径を有する第2の蛍光体粒子とをバインダ中に混合した単層の蛍光体層である。波長変換層の単位厚さ当たりの第1の蛍光体粒子の重量は、固体検出器から離れる方向に向かって次第に減少している。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、波長変換層は、少なくとも、第1の平均粒子径を有する第1の蛍光体粒子と、第1の平均粒子径より小さい第2の平均粒子径を有する第2の蛍光体粒子とをバインダ中に混合した単層の蛍光体層であり、波長変換層の単位厚さ当たりの第1の蛍光体粒子の重量は、固体検出器から離れる方向に向かって次第に減少しているため、感度及び鮮鋭度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】放射線画像撮影システムの構成を示す説明図である。

【図2】放射線画像検出装置の斜視図である。

【図3】固体検出器の構成を示す説明図である。

【図4】放射線画像検出装置を放射線に沿う方向に切断した縦断面図である。

【図5】波長変換層の構成を説明する説明図である。

【図6】放射線画像検出装置の第1製造工程図である。

【図7】放射線画像検出装置の第2製造工程図である。

【図8】放射線画像検出装置の第3製造工程図である。

【図9】第2実施形態の波長変換層を放射線に直交する方向に切断した横断面図である。

【図10】第1及び第2の蛍光体粒子の空間充填率と重量比の関係を示すグラフである。

【図11】第1及び第2の蛍光体粒子の重量の波長変換層の厚さ方向への変化を示すグラフである。

【図12】第2実施形態の放射線画像検出装置を示す縦断面図である。

【図13】第1及び第2の蛍光体粒子の空間充填率と重量比の関係を示すグラフである。

【図14】第1及び第2の蛍光体粒子の空間充填率と重量比の関係を示すグラフである。

【図15】プリスタの発生原因を説明する図である。

【図16】第2実施形態の波長変換層の平均粒子径の度数分布を例示するグラフである。

【図17】第3実施形態の波長変換層を放射線に直交する方向に切断した横断面図である。

【図18】第1～第3の蛍光体粒子の重量の波長変換層の厚さ方向への変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

(第1実施形態)

図1において、放射線画像撮影システム10は、放射線源11、放射線画像検出装置12、信号処理装置13、表示装置14を備えている。放射線源11は、被写体15に向けて放射線(例えば、X線)を射出する。放射線画像検出装置12は、被写体15を透過した放射線を検出し、その放射線に担持された被写体15の放射線画像を表す画像データを生成して出力する。信号処理装置13は、放射線画像検出装置12から出力された画像データに所定の信号処理を施す。表示装置14は、信号処理装置13により信号処理の施された画像データに基づいて放射線画像を表示する。

【0025】

図2において、放射線画像検出装置12は、固体検出器20、波長変換層21、支持体22、縁貼り部材23、保護層24により構成されている。固体検出器20、波長変換層

10

20

30

40

50

21、支持体22、保護層24は、放射線源11側からこの順に積層されている。放射線源11から射出され被写体15を透過した放射線は、固体検出器20を透過して波長変換層21に入射する。保護層24の放射線入射側とは反対側には、鉛板等の放射線遮蔽板（図示せず）が設けられている。

【0026】

波長変換層21は、入射した放射線を、より波長の長い光（可視光）に変換する単層の蛍光体層（シンチレータ）である。固体検出器20は、波長変換層21により変換された光を検出して放射線画像を表す画像データを生成する。縁貼り部材23は、波長変換層21及び支持体22の周縁の側面を覆っている。保護層24は、支持体22の波長変換層21とは反対側の面を覆っている。

10

【0027】

また、放射線画像検出装置12は、撮影台に着脱自在に装着される電子カセットの形態で使用されることが多い。この電子カセットでは、放射線画像検出装置12は、筐体（図示せず）内に収納される。この筐体内に画像メモリやバッテリー（いずれも図示せず）も収納されている。筐体の放射線入射側である入射面には、放射線源11や被写体15を位置合わせするためにアライメントマーク（図示せず）が設けられている。

【0028】

図3において、固体検出器20は、画素30、走査線31、データ線32、ゲートドライバ33、積分アンプ34、A/D変換器35を備える。画素30は、フォトダイオード30aとTFTスイッチ30bにより構成され、X-Y方向に2次元状に多数配列されている。走査線31は、X方向に並ぶ画素30の行毎に設けられ、TFTスイッチ30bを駆動するための走査信号が印加される。データ線32は、Y方向に並ぶ画素30の列毎に設けられ、フォトダイオード30aに蓄積され、TFTスイッチ30bを介して読み出された信号電荷が流れる。

20

【0029】

フォトダイオード30aは、波長変換層21により生成された光を受けて信号電荷を発生し蓄積する。TFTスイッチ30bは、走査線31とデータ線32との各交点に対応して設けられており、フォトダイオード30aと接続されている。

【0030】

ゲートドライバ33は、各走査線31の一端に接続されており、走査線31に順に走査信号を印加する。積分アンプ34は、各データ線32の一端に接続されており、データ線32に流れる信号電荷を積算して、積算電荷に対応する電圧を出力する。A/D変換器35は、各積分アンプ34の出力側に設けられており、積分アンプ34により出力された電圧をデジタル信号に変換する。積分アンプ34とA/D変換器35との間には、電圧アンプやマルチプレクサなどが設けられるが、簡略化のため図示を省略している。A/D変換器35から出力された全画素分のデジタル信号により画像データが構成される。

30

【0031】

図4において、波長変換層21は、その第1の面21aが固体検出器20に接合剤層25を介して接合されており、第2の面21bが支持体22に接合されている。接合剤層25は、アクリル系の材料により形成されている。支持体22は、樹脂フィルム22a、導電性層22b、光反射層22cがこの順に積層されたものである。この光反射層22cに波長変換層21の第2の面21bが接合されている。支持体22の下面は、保護層24で覆われている。

40

【0032】

縁貼り部材23は、樹脂などから形成される。縁貼り部材23の厚さは、5 $\mu$ m以上500 $\mu$ m以下が望ましい。縁貼り部材23は、例えば、シリコン系ポリマーとポリイソシアネートの硬化皮膜である。

【0033】

シリコン系ポリマーとしては、主としてポリシロキサン単位を有する成分（ポリマー、プレポリマー、またはモノマー）と、他の成分（ポリマー、プレポリマー、またはモノ

50

マー)との縮合反応あるいは重付加反応により、これらが交互、ブロックあるいはペンダントに結合したポリマーが用いられる。例えば、ポリシロキサン単位を有するポリウレタン、ポリシロキサン単位を有するポリウレア、ポリシロキサン単位を有するポリエステル、ポリシロキサン単位を有するアクリル樹脂が挙げられる。

#### 【0034】

ポリイソシアネートとしては、各種ポリイソシアネート単量体、TMP(トリメチロールプロパン)等のポリオールとTDI(トリレンジイソシアネート)等(ポリ)イソシアネートの付加体、TDIの二量体あるいはTDIの三量体とHMDI(ヘキサメチレンジイソシアネート)の重合体などの重合体、ポリイソシアネートと多官能性ヒドロキシルあるいはアミン化合物又はポリイソシアネートとヒドロキシポリエーテルあるいはポリエステルとの反応により得られるイソシアネートプレポリマー等の化合物が用いられる。シリコーン系ポリマーとポリイソシアネートの混合比は、重量比で99:1~10:90(ポリマー:ポリイソシアネート)が一般的であり、95:5~20:80が好ましく、さらに90:10~70:30が好ましい。

#### 【0035】

支持体22の樹脂フィルム22aの材料としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、セルロースアセテート、ポリエステル、ポリアミド、ポリイミド、トリアセテート、ポリカーボネートなどが用いられる。樹脂フィルム22aの厚さは、20 $\mu$ m以上2mm以下であることが好ましく、さらに70 $\mu$ m以上0.5mm以下であることが好ましい。

#### 【0036】

導電性層22bは、ポリエステル等の樹脂にSnO<sub>2</sub>等の導電剤を分散させたものである。光反射層22cは、アクリル等の樹脂にアルミナ微粒子等の光反射性物質を分散させたものである。保護層24としては、富士フイルム株式会社製のスーパーバリアフィルム(SBF)が好適である。

#### 【0037】

縁貼り部材23は、導電性を含有した材料で形成してもよい。例えば、ポリマーに、SnO<sub>2</sub>:Sb、ZnOなどの導電性微粒子や、カーボンブラック、フラーレン、カーボンナノチューブ等のカーボンクラスターを混合する。この場合、縁貼り部材23のシート抵抗は10<sup>8</sup>以下であることが望ましい。

#### 【0038】

図5において、波長変換層21は、GOS(Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb)等の蛍光体粒子40を樹脂などのバインダ(結合剤)41に分散させることにより形成されている。蛍光体粒子40を球状に図示しているが、実際には、各蛍光体粒子40は、歪な多角形状である。蛍光体粒子40は、平均粒子径が5 $\mu$ m程度である。ここで、平均粒子径とは、例えば、フィッシャー・サブ・シーブ・サイザー(Fisher Sub-Sieve Sizer)法で測定した粒子径の平均値である。

#### 【0039】

蛍光体粒子40としては、A<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:X(ただし、Aは、Y,La,Gd,Luのうちいずれか1つ、Xは、Eu,Tb,Prのうちいずれか1つ)で表される粒子を用いる。また、蛍光体粒子40として、A<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Xに共付活剤としてセリウム(Ce)またはサマリウム(Sm)を含めたものを用いてもよく、さらに、混晶系の蛍光体を用いてもよい。

#### 【0040】

波長変換層21の単位厚さ当たりの蛍光体粒子40の重量は、第1の面21a側から、放射線の入射側とは反対の第2の面21b側に向かって次第に減少している。逆に、波長変換層21の単位厚さ当たりのバインダ41の重量は、第1の面21a側から第2の面21b側に向かって次第に増大している。したがって、蛍光体粒子40の空間充填率が、固体検出器20側で大きく、固体検出器20から離れた位置で小さいため、波長変換層21は、固体検出器20側で発光量が大きく、かつ蛍光体粒子40から固体検出器20への発

10

20

30

40

50

光の広がりが抑えられる。このため、固体検出器 20 により得られる画像の感度及び鮮鋭度が向上する。

【0041】

また、波長変換層 21 における蛍光体粒子 40 の空間充填率は 63% 以上であることが望ましい。一般に、蛍光体の空間充填率は、以下の方法で求められる。まず、波長変換層の一部を切り出して体積を測定する。次いで、溶剤等を用いてその波長変換層から抽出した蛍光体の重量を測定し、その蛍光体の密度から蛍光体の体積を計算する。上記それぞれの体積比が蛍光体の空間充填率として表わされる。なお、蛍光体の組成が不明の場合は、組成分析を行い、構成元素と結晶構造から密度を計算すればよい。

【0042】

次に、放射線画像検出装置 12 の製造方法を説明する。まず、図 6 (A) に示すように、PET などの樹脂で形成された仮支持体 50 を用意し、この表面にシリコン系等の離型剤を塗布することにより離型剤層 51 を形成する。

【0043】

図 6 (B) に示すように、バインダ 41 の溶液 (結合剤溶液) に蛍光体粒子 40 を分散させた蛍光体塗布液を離型剤層 51 上にドクターブレードを用いて塗布する。蛍光体塗布液には、揮発性溶剤 (MEK など) が含まれている。離型剤層 51 上に塗布された蛍光体塗布液を乾燥させることにより、波長変換層 21 が蛍光体シートとして形成される。蛍光体塗布液を塗布した際、バインダ 41 の溶液内で蛍光体粒子 40 の比重が大きいため、蛍光体粒子 40 が沈降して仮支持体 50 側 (第 1 の面 21a 側) に移動する。この移動は、乾燥によりさらに促進される。この結果、波長変換層 21 の単位厚さ当たりのバインダ 41 の重量は、仮支持体 50 とは反対側 (第 2 の面 21b 側) から仮支持体 50 側 (第 1 の面 21a 側) に向けて次第に小さくなる。

【0044】

図 7 (A) に示すように、PET などの樹脂で形成された樹脂フィルム 22a を用意し、この表面に導電性の塗布液を塗布し乾燥させ、硬化させることにより、導電性層 22b を形成する。そして、図 7 (B) に示すように、光反射性物質を分散させた塗布液を導電性層 22b 上にドクターブレードを用いて塗布し、乾燥させることにより、光反射層 22c が形成される。これにより、前述の支持体 22 が完成する。

【0045】

続いて、図 6 (B) に示す工程で作成した波長変換層 21 を仮支持体 50 から剥離し、図 7 (C) に示すように、波長変換層 21 を、第 2 の面 21b が光反射層 22c に接するように、支持体 22 上に重ねる。そして、このように波長変換層 21 と支持体 22 とを重ねた状態で、カレンダー機を用いて加熱圧縮する。これにより、波長変換層 21 の第 2 の面 21b が光反射層 22c に融着する。波長変換層 21 の第 2 の面 21b は、第 1 の面 21a と比べて、バインダ 41 の量が多いため、加熱圧縮の際にバインダ 41 の溶融量が多く、光反射層 22c との密着性に優れる。

【0046】

図 7 (D) に示すように、第 1 の剥離フィルム 52a、接合剤層 25、第 2 の剥離フィルム 52b をこの順に積層してなる粘着シート 53 を用意し、この第 1 の剥離フィルム 52a を剥離して、図 7 (E) に示すように、接合剤層 25 を波長変換層 21 に接合する。接合剤層 25 は、アクリル系の接合剤により形成されており、第 1 及び第 2 の剥離フィルム 52a、52b は、PET ライナーにより形成されている。

【0047】

以上の工程で作成された放射線変換シート 54 を規定のサイズに裁断し、図 8 (A) に示すように、裁断後の放射線変換シート 54 の周縁の側面に、ディスプレイを用いて縁貼り部材 23 を被覆する。このとき、縁貼り部材 23 は、第 1 の剥離フィルム 52a の外周部と樹脂フィルム 22a の外周部とを覆う。そして、図 8 (B) に示すように、樹脂フィルム 22a の下面に保護層 24 を形成する。

【0048】

この後、第2の剥離フィルム52bを剥離し、周知の半導体プロセスにより製造された固体検出器20の表面に、接合剤層25を介して波長変換層21の第1の面21aを接合する。具体的には、第2の剥離フィルム52bを剥離する際に、イオナイザーで接合剤層25の表面のゴミを取り除く。そして、貼り合わせ機により、放射線変換シート54と固体検出器20とを接合剤層25を介して貼り合わせ、固体検出器20の裏面からローラーで押圧することにより、固体検出器20を波長変換層21に接合させる。以上の工程で、放射線画像検出装置12が完成する。

【0049】

放射線変換シート54の裁断時や、縁貼り部材23の形成時には、ゴミが発生する可能性があるが、これらのゴミは、第2の剥離フィルム52bに付着し、第2の剥離フィルム52bの剥離とともに除去される。また、縁貼り部材23が第1の剥離フィルム52aの外周部上にはみ出すように形成されたとしても、この部分は第1の剥離フィルム52aの剥離とともに除去されるため、固体検出器20の画素30の形成領域と波長変換層21の間に縁貼り部材23が介在することはない。

【0050】

波長変換層21は、バインダ41の量が少ない第1の面21aが固体検出器20に接合されるが、接合剤層25を介して接合が行われるため、密着性は確保される。

【0051】

次に、放射線画像撮影システム10の作用を説明する。まず、放射線源11から放射線が被写体15に向けて射出される。被写体15を透過して被写体15の放射線画像を担持した放射線が固体検出器20の側から放射線画像検出装置12に入射する。放射線画像検出装置12に入射した放射線は、固体検出器20を透過して波長変換層21に第1の面21aから入射する。波長変換層21では、入射した放射線が光(可視光)に変換される。

【0052】

ここで、波長変換層21内のバインダ41の量は、第1の面21a側が少なく、蛍光体粒子40の空間充填率が大きいため、固体検出器20の近傍で蛍光体粒子40の発光量が大きく、かつ蛍光体粒子40から固体検出器20への光の広がりが小さい。また、第1の面21a側は、バインダ41の量が少ないことにより、光が、横方向(放射線の入射方向と直交する方向)にバインダ41を介して伝播することが抑えられる。

【0053】

波長変換層21により変換された光は、固体検出器20に入射する。固体検出器20内では、光電変換が行われ、光電変換で生成された信号電荷が画素30毎に蓄積される。固体検出器20は、各画素30に蓄積された信号電荷を読み出し、1画面分の各信号電荷を画像データに変換して出力する。

【0054】

そして、固体検出器20から出力された画像データは、信号処理装置13に入力され、信号処理装置13において信号処理が施された後、表示装置14に入力される。表示装置14では、入力された画像データに基づいて画像表示が行われる。

【0055】

以下に、上述した放射線変換シート54を形成する実施例を説明する。

【0056】

(実施例1)

1) 波長変換層の形成

ポリビニルブチラール樹脂、ウレタン樹脂および可塑剤の混合物20重量%を、トルエン、2-ブタノールおよびキシレンの混合溶剤80重量%に溶解し、十分に攪拌してバインダの溶液(結合剤溶液)を作成した。

【0057】

この結合剤溶液と平均粒子径5 $\mu$ mのGd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb蛍光体とを固形成分として15:85の質量%比で混合し、ボールミルで分散処理して蛍光体塗布液を調製した。

【0058】

この蛍光体塗布液を、ドクターブレードを用いて、シリコン系離型剤が塗布されたPET（仮支持体、厚み：190 μm）の表面に、430 mmの巾で塗布し乾燥した後、仮支持体から剥離して、波長変換層（厚み：300 μm）を得た。

【0059】

## 2) 導電性層の形成

下記の組成の材料にMEK（メチルエチルケトン）5 gに加え、混合分散して塗布液を調製した。そして、この塗布液をPET（支持体、厚み：188 μm、ヘイズ度27%、ルミラー（登録商標）S-10、東レ株式会社製）の表面にドクターブレードを用いて塗布し、乾燥させ、硬化させ、導電性層（膜厚：5 μm）を形成した。

【0060】

樹脂：飽和ポリエステル樹脂（バイロン300（登録商標）、東洋紡株式会社製）のMEK溶液（固形分30重量%）20 g

硬化剤：ポリイソシアネート（オレスターNP38-70S（登録商標、三井東圧株式会社製）固形分70%）2 g

導電剤：SnO<sub>2</sub>（Sbドープ）針状微粒子のMEK分散体（固形分30重量%）50 g

【0061】

## 3) 光反射層の形成

続いて、下記組成の材料をMEK 387 gに加え、混合分散して塗布液を作製した。この塗布液を導電性層の表面にドクターブレードを用いて塗布し乾燥して、光反射層（層厚、約100 μm）を形成した。

【0062】

光反射性物質：高純度アルミナ微粒子（平均粒子径：0.4 μm）444 g

結合剤：軟質アクリル樹脂（クリスコートP-1018GS（登録商標、大日本インキ化学工業株式会社製）「20%トルエン溶液」）100 g

【0063】

## 4) 波長変換層と光反射層との接合

光反射層の面上に、1)で作製した波長変換層を塗布形成時の上面（仮支持体とは反対側）が接するようにして重ね、カレンダー機を用いて総荷重2300 kg、上側ロール45、下側ロール45、送り速度0.3 m/分にて加熱圧縮した。これにより、波長変換層は光反射層に完全に融着した。熱圧縮後の層厚は200 μmであった。

【0064】

## 5) 接合剤層および剥離フィルムの形成

粘着シートとして、PETライナー38 μm（軽剥離）/アクリル系接合剤層15 μm / PETライナー75 μm（重剥離）の構成のものを用い、軽剥離側の剥離フィルムを剥離し、接合剤層を蛍光体層と接合した。

【0065】

## 6) 縁貼り部材の形成

1)～5)で作製した放射線変換シートを規定のサイズに裁断した後、縁貼り部材のディスペンサにセットし、ロボットを制御して蛍光体層の周縁の側面を縁貼り部材で被覆した。縁貼り部材としては、下記組成の混合物をメチルエチルケトン150 gに溶解させて調製した被覆液を使用した。

【0066】

シリコン系ポリマー：ポリジメチルシロキサン単位を有するポリウレタン（大日精化（株）、ダイアロマ-S P3023 [15%メチルエチルケトン溶液]）700 g

架橋剤：ポリイソシアネート（大日精化（株）、クロスネットD-70 [50%溶液]）30 g

黄変防止剤：エポキシ樹脂（油化シェルエポキシ（株）、エピコート#1001 [固形]）6 g

滑り剤：アルコール変成シリコン（信越化学（株）、X-22-2809 [66%]

10

20

30

40

50

キシレン含有ペースト] ) 2 g

【 0 0 6 7 】

そして、得られた被覆液を、コロナ放電処理済の放射線変換シートの端部全周（端部から 1 mm 内側までを含む）に塗布し、室温で十分に乾燥して、膜厚約 25  $\mu\text{m}$  の端部皮膜を形成した。

【 0 0 6 8 】

（第 2 実施形態）

第 1 実施形態では、ほぼ一定の大きさの蛍光体粒子 40 をバインダ 41 に分散させて波長変換層 21 を形成しているが、第 2 実施形態として、図 9 に示すように、大きさの異なる第 1 及び第 2 の蛍光体粒子 61, 62 をバインダ 63 内に混合させて波長変換層 60 を形成してもよい。第 2 実施形態の放射線画像検出装置は、波長変換層 21 に代えて波長変換層 60 を用いること以外は、第 1 実施形態の放射線画像検出装置 12 と同一構成である。

10

【 0 0 6 9 】

第 1 の蛍光体粒子 61 の平均粒子径  $D_1$  は、第 2 の蛍光体粒子 62 の平均粒子径  $D_2$  より大きい。第 1 の蛍光体粒子 61 の平均粒子径  $D_1$  は、5  $\mu\text{m}$  以上 12  $\mu\text{m}$  以下であることが好ましく、6  $\mu\text{m}$  程度であることがより好ましい。第 2 の蛍光体粒子 62 の平均粒子径  $D_2$  は、1  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  未満であることが好ましく、2  $\mu\text{m}$  程度であることがより好ましい。本実施形態では、平均粒子径が大きい第 1 の蛍光体粒子 61 の隙間に、平均粒子径が小さい第 2 の蛍光体粒子 62 が入り込むため、蛍光体の空間充填率が向上し、画質が向上する。

20

【 0 0 7 0 】

第 1 の蛍光体粒子 61 と第 2 の蛍光体粒子 62 とは、両者とも同じ材料（例えば、GOS）で形成されたものでもよいし、それぞれ異なる材料（例えば、GOS と  $\text{Lu}_2\text{O}_3\text{:Tb}$ ）で形成されたものでもよい。

【 0 0 7 1 】

波長変換層 60 内において第 1 の蛍光体粒子 61 と第 2 の蛍光体粒子 62 とを合わせた空間充填率  $SFR$  は、第 1 の蛍光体粒子 61 に対する第 2 の蛍光体粒子 62 の重量比  $WR$  に依存する。図 10 において、実線は、 $D_1 = 6 \mu\text{m}$ 、 $D_2 = 2 \mu\text{m}$  とした場合の空間充填率  $SFR$  であり、重量比  $WR$  が約 30 % のときに空間充填率  $SFR$  が最大となることを示している。この場合、重量比  $WR$  は、20 % ~ 40 % の範囲内であることが好ましく、この範囲で、空間充填率  $SFR$  は約 68 % 以上となる。

30

【 0 0 7 2 】

これに対して、一点鎖線は、 $D_1 = 10 \mu\text{m}$ 、 $D_2 = 2 \mu\text{m}$  とした場合の空間充填率  $SFR$  であり、二点差線は、 $D_1 = 4 \mu\text{m}$ 、 $D_2 = 2 \mu\text{m}$  とした場合の空間充填率  $SFR$  である。このように、第 1 の蛍光体粒子 61 の平均粒子径  $D_1$  を大きくするほど、第 1 の蛍光体粒子 61 間の隙間に第 2 の蛍光体粒子 62 が入りやすくなり、空間充填率  $SFR$  が向上する。

【 0 0 7 3 】

図 11 において、波長変換層 60 の単位厚さ当たりの第 1 の蛍光体粒子 61 の重量  $W_1$  は、固体検出器 20 側から支持体 22 側に向かって次第に減少している。逆に、波長変換層 60 の単位厚さ当たりの第 2 の蛍光体粒子 62 の重量  $W_2$  は、固体検出器 20 側から支持体 22 側に向かって次第に増大している。このように、平均粒子径の大きな第 1 の蛍光体粒子 61 は固体検出器 20 側に多く存在し、平均粒子径の小さな第 2 の蛍光体粒子 62 は支持体 22 側に多く存在するため、高感度で高鮮鋭度の画像が得られる。なお、図 11 では、重量の分布を模式的に直線で表しているが、実際は曲線である。

40

【 0 0 7 4 】

波長変換層 60 を製造するには、第 1 の蛍光体粒子 61 と第 2 の蛍光体粒子 62 とをバインダ 63 の溶液に分散させた蛍光体塗布液を、仮支持体上に塗布して乾燥させればよい。こうすることで、平均粒子径が大きい第 1 の蛍光体粒子 61 は、沈降して仮支持体側に

50

移動する。一方の平均粒子径が小さい第2の蛍光体粒子62は、仮支持体側の大部分が第1の蛍光体粒子61により占有されるため、第1の蛍光体粒子61の間の隙間に入り込む分以外は、仮支持体とは反対側に移動する。これにより、前述の重量の分布が得られる。波長変換層60の単位厚さ当たりのバインダ63の重量は、第1実施形態と同様に、仮支持体とは反対側から仮支持体側に向かって次第に減少する。

【0075】

上記の蛍光体塗布液の乾燥条件を制御することで、第1の蛍光体粒子61の仮支持体側への移動量を調整することができる。例えば、蛍光体塗布液を、時間を掛けてゆっくり乾燥させた場合には、第1の蛍光体粒子61の仮支持体側への移動量が大きく、仮支持体側における第1の蛍光体粒子61の空間充填率がより高まる。

10

【0076】

また、蛍光体塗布液の塗布時の温度をやや上昇（例えば、通常の温度が25であれば、25や30に上昇）させることで、蛍光体塗布液の粘度が低下し、第1の蛍光体粒子61が移動しやすくなる。このように、蛍光体塗布液の塗布時の温度を制御することで、第1の蛍光体粒子61の仮支持体側への移動量を調整することができる。

【0077】

このように形成された波長変換層60は、図12に示すように、仮支持体側の表面60aには、接合剤層25を介して固体検出器20に接合され、仮支持体と反対側の表面60bには、光反射層22cが接合される。

【0078】

20

また、重量比WRの値によっては、図13及び図14に示すように、第2の蛍光体粒子62の重量W2が、固体検出器20側付近で、固体検出器20側から支持体22側に向かって単調に増大しない場合がある。これは、蛍光体塗布液の乾燥の際に、第2の蛍光体粒子62の塗布表面方向への上昇が、第1の蛍光体粒子61により阻止されることによる。一方の第1の蛍光体粒子61は、第2の蛍光体粒子62より粒子径が大きいため、第2の蛍光体粒子62による阻止は殆ど生じず、固体検出器20側から支持体22側に向かって単調に減少する。図13は、重量W2が、固体検出器20側から支持体22側に向かって減少した後、単調に増大する場合を示している。図14は、重量W2が、固体検出器20側から支持体22側に向かって増大して減少した後、単調に増大する場合を示している。

【0079】

30

本実施形態では、蛍光体塗布液を仮支持体上に塗布して乾燥した際に、その塗布表面（波長変換層60の表面60b）には、泡脹れ（プリスタ）と呼ばれる凸部が生じる恐れがある。これは、蛍光体塗布液の乾燥中に、塗布表面である表面60b側から乾燥が進行し、図15（A）に示すように、蛍光体塗布液が乾燥することにより形成されるバインダ63内に、揮発性溶剤が揮発せずに残留した複数の残留溶剤63aが生じるためである。これらの残留溶剤63aは、乾燥が進むに連れて、図15（B）に示すように凝集して凝集体63bとなり、この凝集体63bは、バインダ63内から抜け出ようとして表面60bを隆起させる。この隆起が進行することにより、図15（C）に示すように、凝集体63bと表面60bとの間にクラック60cが生じ、このクラック60cを通じて凝集体63b内の揮発した溶剤が放出される。この結果、図15（D）に示すように、表面60bには、カルデラ状のプリスタが生じ、凸部60dが形成される。

40

【0080】

カルデラ状の凸部60dの直径は、数mm～1cm程度である。凸部60dの表面60bからの突出量は、100～200μm程度である。これに対して、波長変換層60の厚みは、300μm程度である。

【0081】

このプリスタは、表面60b付近における第1の蛍光体粒子61の平均粒子径D1が大きい程生じやすいという傾向にある。これは、乾燥による揮発性溶剤の表面60b側への上昇が、粒子径が大きな第1の蛍光体粒子61により阻止されて残留するためである。本実施形態では、蛍光体塗布液の乾燥時間を長くし、バインダ63を蛍光体塗布液の塗布表

50

面側に多く移動させることにより、表面 6 0 b 側における第 1 の蛍光体粒子 6 1 の量を少なくしているため、プリスタの発生は低減される。このプリスタによる凸部 6 0 d は、図 1 2 に示すように、波長変換層 6 0 の表面 6 0 b と光反射層 2 2 c との間に、空気層 6 5 を生じさせる。しかし、この空気層 6 5 は、屈折率が波長変換層 6 0 より低いため、波長変換層 6 0 と光反射層 2 2 c との間における光の反射率を高め、高感度化に寄与する。

#### 【 0 0 8 2 】

このように、本実施形態では、表面 6 0 b の凸部 6 0 d は、感度特性に有利な方向に働くため、平均粒子径  $D_1$  が大きな第 1 の蛍光体粒子 6 1 を用いることができる。例えば、図 1 0 に示すように、最大 7 5 % の空間充填率 S F R が得られる平均粒子径  $D_1$  が  $10\ \mu\text{m}$  の第 1 の蛍光体粒子 6 1 を用いることができ、さらに感度化が向上する。

10

#### 【 0 0 8 3 】

一方の波長変換層 6 0 の表面 6 0 a は、プリスタが生じないため、接合剤層 2 5 の密着性が高い。また、表面 6 0 a と接合剤層 2 5 との間には、空気層が殆ど生じないため、光の反射や散乱が生じにくい。この点も、高感度化及び高鮮鋭度化に有利である。

#### 【 0 0 8 4 】

また、本実施形態では、波長変換層 6 0 の表面 6 0 a 側から放射線が入射され、波長変換層 6 0 内での主発光領域が表面 6 0 a 側であるので、発光が上記のプリスタに影響されることはなく、高鮮鋭度化に有利である。

#### 【 0 0 8 5 】

波長変換層が大きさの異なる 2 種の蛍光体粒子が分散された 2 粒子系であるか否かは、前述のフィッシャー・サブ・シーブ・サイザー法により検出可能である。波長変換層が 2 粒子系であり、2 種の蛍光体粒子の平均粒子径の差が大きい ( $D_1 = 6\ \mu\text{m}$ 、 $D_2 = 2\ \mu\text{m}$ ) であれば、図 1 6 に示すように、平均粒子径の度数分布に明確な 2 つのピークが現れる。

20

#### 【 0 0 8 6 】

##### ( 第 3 実施形態 )

第 2 実施形態では、大きさの異なる 2 種の蛍光体粒子をバインダ内に混合させて波長変換層を形成しているが、さらに、大きさの異なる 3 種の蛍光体粒子をバインダ内に混合させて波長変換層を形成してもよい。この場合、小さな蛍光体粒子が他の蛍光体粒子間の隙間に入り込むため、蛍光体の空間充填率がより向上し、画質がより向上する。

30

#### 【 0 0 8 7 】

第 3 実施形態として、図 1 7 に示す波長変換層 7 0 を適用する。波長変換層 7 0 は、大きさの異なる第 1 の蛍光体粒子 7 1、第 2 の蛍光体粒子 7 2、第 3 の蛍光体粒子 7 3 をバインダ 7 4 に分散させたものである。第 1 の蛍光体粒子 7 1 の平均粒子径は、 $9\ \mu\text{m}$  以上  $12\ \mu\text{m}$  以下であることが好ましく、 $10\ \mu\text{m}$  程度であることがより好ましい。第 2 の蛍光体粒子 7 2 の平均粒子径は、 $1\ \mu\text{m}$  以上  $5\ \mu\text{m}$  未満であることが好ましく、 $2\ \mu\text{m}$  程度であることがより好ましい。第 3 の蛍光体粒子 7 3 の平均粒子径は、 $5\ \mu\text{m}$  以上  $9\ \mu\text{m}$  未満であることが好ましく、 $6\ \mu\text{m}$  程度であることがより好ましい。

#### 【 0 0 8 8 】

第 1 の蛍光体粒子 7 1、第 2 の蛍光体粒子 7 2、第 3 の蛍光体粒子 7 3 は、同じ材料で形成されたものでもよいし、それぞれ異なる材料で形成されたものでもよい。第 1 の蛍光体粒子 7 1、第 2 の蛍光体粒子 7 2、第 3 の蛍光体粒子 7 3 の重量比は、約 5 : 2 : 3 であることが好ましい。波長変換層 7 0 内の第 1 ~ 3 の蛍光体粒子 7 1 ~ 7 3 を合わせた空間充填率は、6 8 % 以上であることが好ましい。

40

#### 【 0 0 8 9 】

図 1 8 において、波長変換層 7 0 の単位厚さ当たりの第 1 の蛍光体粒子 7 1 の重量  $W_1$  は、固体検出器 2 0 側から支持体 2 2 側に向かって次第に減少している。逆に、波長変換層 7 0 の単位厚さ当たりの第 2 の蛍光体粒子 7 2 の重量  $W_2$  は、固体検出器 2 0 側から支持体 2 2 側に向かって次第に増大している。そして、波長変換層 7 0 の単位厚さ当たりの第 3 の蛍光体粒子 7 3 の重量  $W_3$  は、厚さ方向にあまり変化がない。

50

## 【 0 0 9 0 】

このように、固体検出器 2 0 側では、第 2 の蛍光体粒子 7 2、第 3 の蛍光体粒子 7 3、第 1 の蛍光体粒子 7 1 の順に空間充填率が高くなり、支持体 2 2 側では、第 1 の蛍光体粒子 7 1、第 3 の蛍光体粒子 7 3、第 2 の蛍光体粒子 7 2 の順に空間充填率が高くなる。平均粒子径の大きな第 1 の蛍光体粒子 7 1 が固体検出器 2 0 側に多く存在し、平均粒子径の小さな第 2 の蛍光体粒子 7 2 が支持体 2 2 側に多く存在するため、高感度で高鮮鋭度の画像が得られる。また、第 1 ~ 3 の蛍光体粒子 7 1 ~ 7 3 の平均粒子径に依存して、固体検出器 2 0 側における第 2 の蛍光体粒子 7 2 の重量 W 2 と第 3 の蛍光体粒子 7 3 の重量 W 3 との関係が逆になる可能性もある。また、本実施形態においても第 2 の蛍光体粒子 7 2 の重量 W 2 は、固体検出器 2 0 側付近で、固体検出器 2 0 側から支持体 2 2 側に向かって単調に増大しない場合がある。

10

## 【 0 0 9 1 】

波長変換層 7 0 を製造するには、第 2 実施形態と同様に、第 1 の蛍光体粒子 7 1、第 2 の蛍光体粒子 7 2、第 3 の蛍光体粒子 7 3 をそれぞれバインダ 7 4 の溶液に分散させた蛍光体塗布液を、仮支持体上に塗布し乾燥させればよい。このようにして形成された波長変換層 7 0 の仮支持体側の面が固体検出器 2 0 に接合される。本実施形態のその他の構成は、第 2 実施形態と同一である。

## 【 0 0 9 2 】

前述のように、本実施形態においても、蛍光体塗布液の乾燥により、塗布表面にプリスタが発生するが、本実施形態では、平均粒子径が大きな第 1 の蛍光体粒子 7 1 の量を蛍光体塗布液の塗布表面側で少なくしているため、プリスタの発生が低減される。このため、例えば、平均粒子径が 1 0  $\mu$ m の大きな第 1 の蛍光体粒子 7 1 を用いることができる。本実施形態のその他の効果は、第 2 実施形態と同様である。

20

## 【 0 0 9 3 】

さらに、バインダに平均粒子径の異なる 4 種以上の蛍光体粒子を分散させることにより波長変換層を形成してもよい。

## 【 0 0 9 4 】

(その他の実施形態)

上記各実施形態では、仮支持体に蛍光体塗布液を塗布し、平均粒子径の大きな蛍光体粒子を、その自重により仮支持体側に移動させることにより、仮支持体側の重量(空間充填率)を高めているが、これに代えて、蛍光体粒子の表面に界面活性剤を付着させ、界面活性剤で得られる浮力により、蛍光体粒子を仮支持体とは反対側に移動させてもよい。大きさの異なる複数の蛍光体粒子に界面活性剤を付着させ、これらをバインダに分散させた場合には、平均粒子径が大きな蛍光体粒子ほど大きな浮力が得られるため、仮支持体とは反対側に移動しやすくなる。この場合には、形成された波長変換層の仮支持体とは反対側を固体検出器 2 0 に接合すればよい。

30

## 【 0 0 9 5 】

上記各実施形態では、波長変換層を、接合剤層を介して固体検出器に接合しているが、波長変換層が固体検出器に直接接するように押し当てた状態としてもよい。

## 【 符号の説明 】

40

## 【 0 0 9 6 】

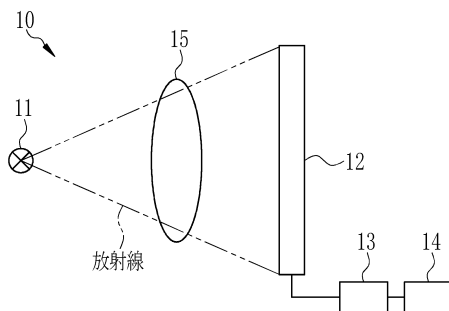
- 1 0 放射線画像撮影システム
- 1 2 放射線画像検出装置
- 2 0 固体検出器
- 2 1 波長変換層
- 2 2 支持体
- 2 2 c 光反射層
- 2 3 縁貼り部材
- 2 5 接合剤層
- 4 0 蛍光体粒子

50

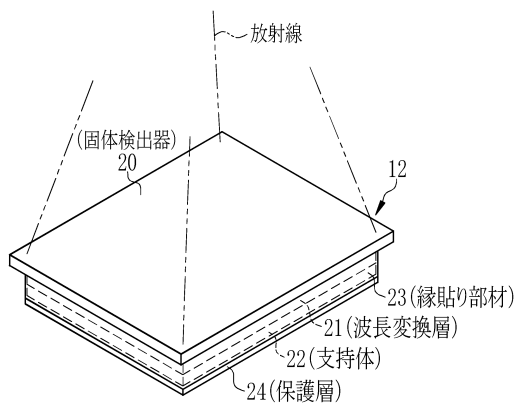
- 4 1 バインダ
- 6 0 波長変換層
- 6 1 第1の蛍光体粒子
- 6 2 第2の蛍光体粒子
- 6 3 バインダ
- 7 0 波長変換層
- 7 1 第1の蛍光体粒子
- 7 2 第2の蛍光体粒子
- 7 3 第3の蛍光体粒子
- 7 4 バインダ

10

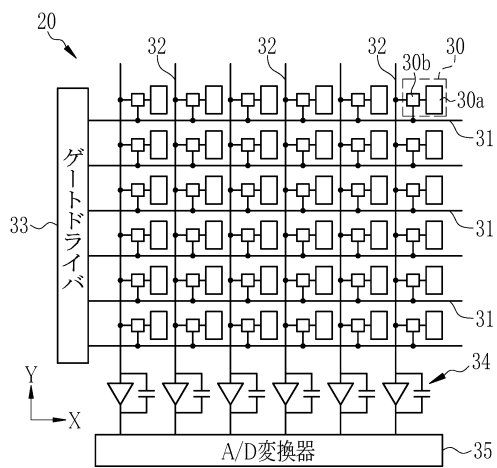
【図1】



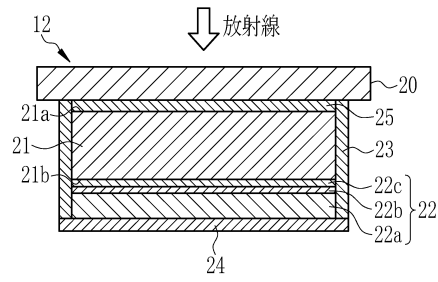
【図2】



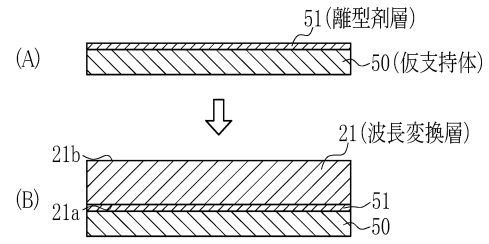
【図3】



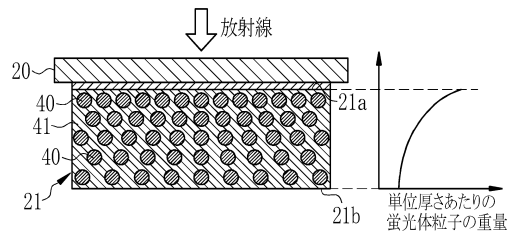
【図 4】



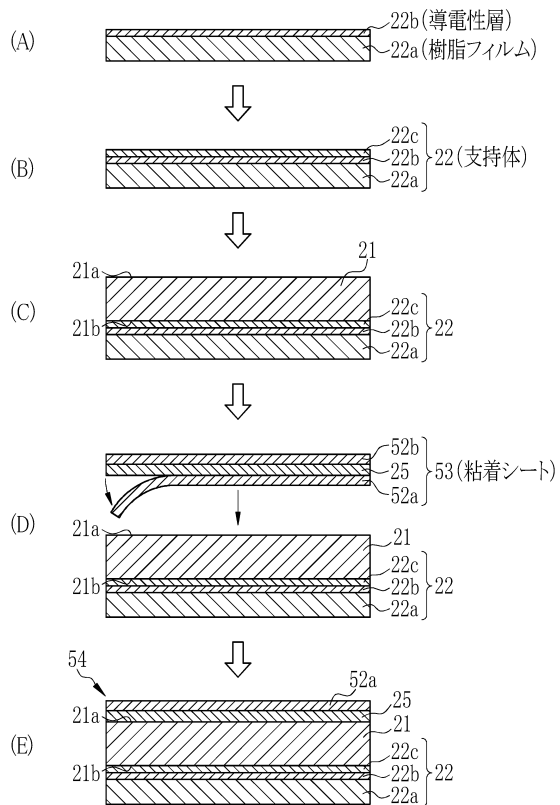
【図 6】



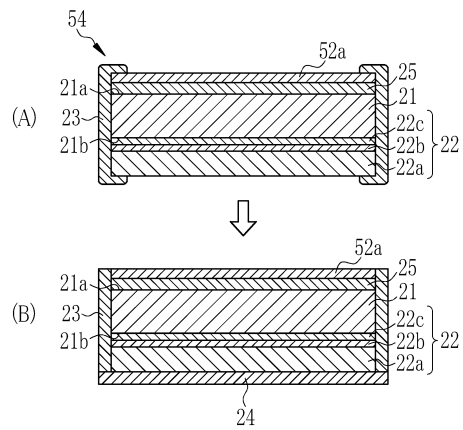
【図 5】



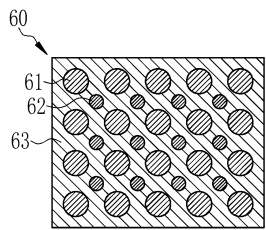
【図 7】



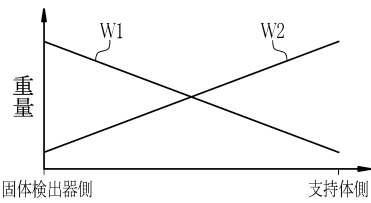
【図 8】



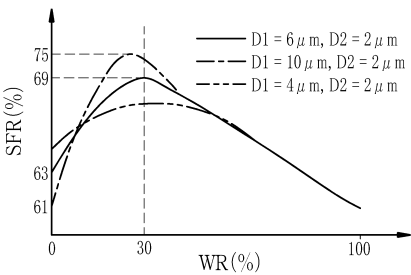
【図 9】



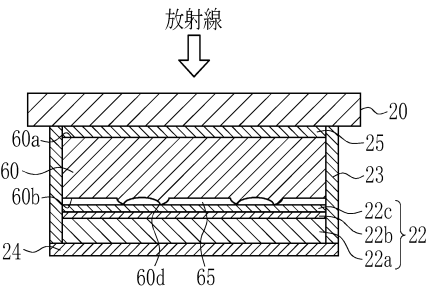
【図 1 1】



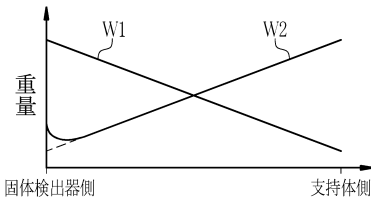
【図 1 0】



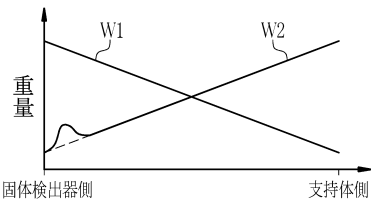
【図 1 2】



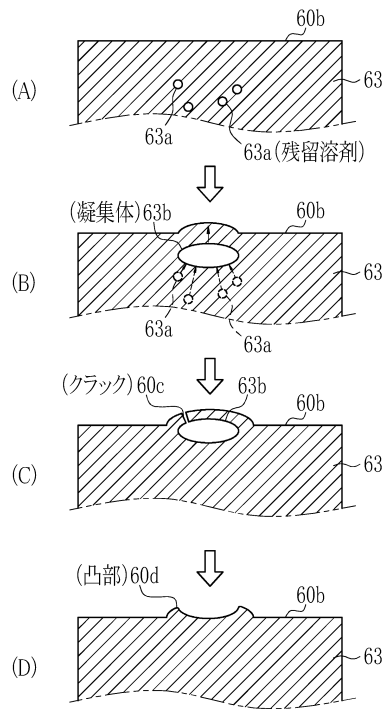
【図 1 3】



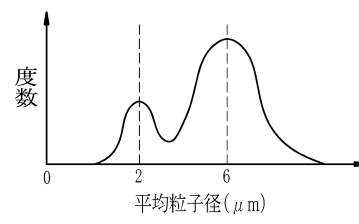
【図 1 4】



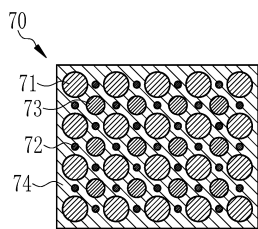
【図 15】



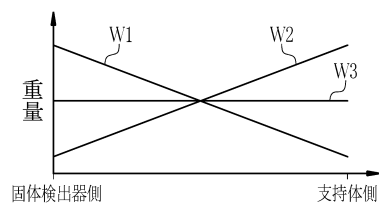
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-190213(JP,A)  
特開2007-041008(JP,A)  
特開昭62-212600(JP,A)  
特開2010-112733(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T	1/00	-	7/12
G21K	4/00		