

(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2005-156397

(P2005-156397A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.⁷

G21K 4/00
C09K 11/00
C09K 11/02
C09K 11/61
C23C 14/06

F I

G21K 4/00 N
G21K 4/00 M
C09K 11/00 B
C09K 11/02 A
C09K 11/61 C P F

テーマコード (参考)

2G083
4H001
4K029

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-396735 (P2003-396735)

(22) 出願日 平成15年11月27日(2003.11.27)

(71) 出願人 303000420

コニカミノルタエムジー株式会社
東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 ▲高▼島 洋祐

東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
タテクノロジーセンター株式会社内

Fターム(参考) 2G083 AA03 BB01 CC03 CC04 DD02
DD11 DD14 DD16 DD17 EE10
4H001 CA02 CA08 CF01 XA35 XA53
XA55 YA49 YA55 YA63 YA65
4K029 AA11 AA25 BA41 BD00 CA01
DB05 DB18 EA08 JA08

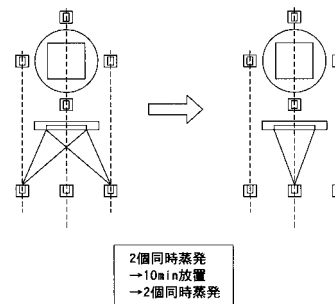
(54) 【発明の名称】 放射線画像変換パネルの製造方法とそれにより造られた放射線画像変換パネル

(57) 【要約】

【課題】 厚膜の蛍光体層を形成する際にも基板温度の上昇を抑制でき、基板材質にとらわれない放射線画像変換パネルの製造方法とそれにより造られた放射線画像変換パネルを提供することである。

【解決手段】 蒸発源からの蒸気流を用いて基板に輝尽性蛍光体を気相堆積させ、輝尽性蛍光体層を形成する工程を含む放射線画像変換パネルの製造方法において、不活性ガス雰囲気下で蒸発源を蒸発させる直前に、蒸発源を融点以下で一定時間加熱保持する工程を有することを特徴とする放射線画像変換パネルの製造方法。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蒸発源からの蒸気流を用いて基板に輝尽性蛍光体を気相堆積させ、輝尽性蛍光体層を形成する工程を含む放射線画像変換パネルの製造方法において、
不活性ガス雰囲気下で蒸発源を蒸発させる直前に、蒸発源を融点以下で一定時間加熱保持する工程を有することを特徴とする放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 2】

複数の蒸発源容器を用い、容器中の蒸発源を融点以下で一定時間加熱する工程を有し、その加熱および蒸発順は任意の組み合わせで実施することを特徴とする請求項 1 記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 3】

蒸発源容器からの蒸気流を用いて基板の堆積面に輝尽性蛍光体を気相堆積させて輝尽性蛍光体層を形成する工程を含む放射線画像変換パネルの製造方法において、
基板の堆積面の温度が所定値以下になるように、複数の蒸発源容器を任意個数ずつ連続的あるいは断続的に蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 4】

堆積基板近傍に設置された温度測定手段の指示値が所定値以下になるように、
複数の蒸発源容器に任意の組み合わせで連続的あるいは断続的に通電し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3 記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 5】

複数の蒸発源容器を、基板の堆積面の中心から下ろした法線に対して同心円上に配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3 又は 4 記載放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 6】

同時に蒸発させる複数の蒸発源容器を、各々の蒸発源容器中心から堆積基板中心へ引いたベクトルの蒸発源容器水平面内成分の大きさの和が 0 になるように配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3～5 のいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 7】

同時に蒸発させる複数の蒸発源容器からの蒸気流が堆積基板上において重なり合わないように蒸気流を制限する板を配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3～6 のいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

【請求項 8】

請求項 1～7 記載の少なくともいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法により製造された、輝尽性蛍光体が柱状結晶を有することを特徴とする放射線画像変換パネル。

【請求項 9】

請求項 8 記載の放射線画像変換パネルにおいて、柱状結晶が主成分として下記一般式 (1) で表される輝尽性蛍光体を有することを特徴とする放射線画像変換パネル。

$$\text{一般式 (1)} \quad \text{CsX} : \text{A}$$

(式中、X は Br または I を表し、A は Eu、In、Tb、または Cs を表す。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は X 線等の放射線画像を輝尽性蛍光体に蓄積記憶させた後、輝尽性蛍光体を励起光で走査することによる輝尽発光を利用して画像情報を得るのに用いられる放射線画像変換パネルに関し、特に、基材上に気相堆積法によって形成された輝尽性蛍光体を有する放射線画像変換パネルの製造方法とそれにより造られた放射線画像変換パネルに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

近年、輝尽性蛍光体を利用した放射線画像変換パネルにより放射線像を画像化する方法が用いられるようになってきた。これは例えば米国特許第3, 859, 527号明細書及び特開昭55-12144号公報等に開示されている様に、支持体上に輝尽性蛍光体層を形成した放射線像変換パネルを使用するものである。

【0003】

画像形成の方法としては、まず、放射線画像変換パネルの輝尽性蛍光体層に被写体を透過した放射線をあてて、被写体各部の放射線透過度に対応する放射線エネルギーを、輝尽性蛍光体層に蓄積させて潜像（蓄積像）を形成する。この輝尽性蛍光体層を輝尽励起光（レーザ光が用いられる）で走査することによって、各部に蓄積された放射線エネルギーを放射させて光に変換し、光の強弱を読みとって画像を得る。この画像はCRT等各種のディスプレイ上に再生してもよいし、又ハードコピーとして再生してもよい。

10

【0004】

上記放射線画像変換パネルは、通常、蓄積性の輝尽性蛍光体粉末をバインダ等を含む溶媒に分散させて塗布液を調製し、その塗布液をガラスあるいは樹脂製の支持体に塗布、乾燥させて蛍光体層を形成することにより作製される。これに対し、特許第2789194号公報あるいは特許文献1等を開示されたように真空蒸着やスパッタリング等の気相堆積法によって、支持体に蛍光体層を形成してなる放射線画像変換パネルも知られている。

【0005】

気相堆積法によって作製される蛍光体層は、真空中で形成されるので不純物が少なく、バインダを含有せず蛍光体のみからなるため、励起光の進入効率や発光光の取出し効率を上げることができるので高感度であり、また励起光の平面方向への散乱を防ぐことができるので高鮮鋭度の画像を与えることができる。

20

【0006】

しかし、一般的に、気相堆積法は、光学部品のコーティング、磁気記録媒体や電子ディスプレイの製造等の各種の分野における薄膜の成膜方法として利用されている。これらにおける堆積による成膜においては、ほとんどの場合、形成する膜の厚さは1 μm 以下で、厚くても3 μm 程度である。これに対し、放射線画像変換パネルの輝尽性蛍光体は、薄くても200 μm 以上、通常で500 μm 程度、厚い場合で1000 μm もの膜厚が必要になる。

30

【0007】

しかしながら、気相堆積法を用いてこのような厚膜を形成する技術例はあまりなく、蒸発源容器の大きさ、配置の仕方、蒸発源の飛ばし方、など詳細はあまり知られていないのが現状である。

【0008】

また、放射線画像撮影の使用に用いられる『カセットタイプ』の放射線画像変換パネルは、身動きのできない重篤な患者のベッドまでもっていく必要があることも多い。その使用形態から軽量、耐衝撃性などが求められることより、基板にはガラスやセラミックスよりも金属シートや樹脂基板が好ましい。また、所望の結晶面成長を得るために、前述の基板にポリイミドなどをコーティングする場合もある。このような場合、いかに低温を維持しながら堆積させるかが非常に重要になってくる。

40

【0009】

上述のような厚膜の結晶を成長させる方法として、所望の厚みの結晶を連続的に成長させる連続成長方式と、短い結晶の積み重ねにより所望の厚みを得る積層成長方式が考えられる。

【0010】

結晶を連続的に成長させる方法は、蒸発源容器を大きくする方法や蒸発源を連続供給する方法により可能になりうる。しかし、蒸発源容器を大きくする方法では蒸発源容器からの輻射熱が大きくなること、特許文献2に示されるような蒸発源の連続供給方法では蒸発源の流入による温度低下や蒸発乱れが発生しやすいこと、がそれぞれの方式において懸念

50

される。同時に、上述レベルの厚膜の連続的な堆積は、熱負荷や蓄放熱のバランスから樹脂のような耐熱性の低い基板への適用は難しく、ガラスやセラミックなどの比較的耐熱性の高いものに限定されてしまう。

【0011】

一方、短い結晶を積み重ねて積層する方法は、真空成膜装置の大気開放により低温を維持しながら堆積することが可能となる。しかしながら、結晶成長の途中で大気に開放されることにより結晶界面が形成されることになり、その結果、エネルギー損失により先鋭性低下が生じる。鮮鋭性が優れている柱状結晶を形成するには困難をとまなう。

【0012】

その他考えられる方法として、基板温度が上昇した場合、遮蔽板のようなもので蒸発源蒸気の基板への堆積を一時的に中断することも可能であるが、堆積効率の観点から好ましくない。また、蒸発源容器の温度を一時的に下げる方法もあるが、一旦溶融した蒸発源を固化させることは蒸発源容器の耐久性および堆積膜性能の観点からも好ましくない。したがって、一旦蒸発源の蒸発を開始してしまうと基板温度への熱的影響を考慮して蒸発を途中で完全に中断するということは現実的に難しい。

【0013】

前述したごとく、「カセットタイプ」の放射線画像変換パネルとして用いるためには、軽量であることが求められているため、プラスチックや樹脂基板が有力になるが、既存の蒸着方法では熱耐久性の観点から、気相堆積法を採用するのが困難であった。

【0014】

このように、樹脂材料を基板あるいは基板の一部として用いて上記のような厚膜を成膜する際には、熱による樹脂の変質を抑えるためにも基板温度を低く抑える方策を考えねばならない。しかしながら、これまでに開示された技術においては、具体的にどのように堆積膜形成時の基板温度の上昇を抑制するかについて議論されていない。

【特許文献1】特開平5-249299号公報

【特許文献2】特開平6-322521号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は上記状況に鑑みなされたものであり、気相堆積法により基板上に蛍光体層を形成して放射線画像変換パネルを製造するに際して、あまり耐熱温度が高くない基板にも適用可能で、基板選定の自由度が高い、それでいて、気相堆積法にて厚膜の蛍光体層を形成することが出来る方法の実現が望まれている。

【0016】

本発明は、上記状況に鑑みなされたもので、本発明の目的は、厚膜の蛍光体層を形成する際にも基板温度の上昇を抑制でき、基板材質にとらわれない放射線画像変換パネルの製造方法とそれにより造られた放射線画像変換パネルを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明者等は、鋭意検討した結果、本発明の目的は、下記構成のいずれかを採ることでより達成されることがわかった。

(請求項1)

蒸発源からの蒸気流を用いて基板に輝尽性蛍光体を気相堆積させ、輝尽性蛍光体層を形成する工程を含む放射線画像変換パネルの製造方法において、不活性ガス雰囲気下で蒸発源を蒸発させる直前に、蒸発源を融点以下で一定時間加熱保持する工程を有することを特徴とする放射線画像変換パネルの製造方法。

(請求項2)

複数の蒸発源容器を用い、容器中の蒸発源を融点以下で一定時間加熱する工程を有し、その加熱および蒸発順は任意の組み合わせで実施することを特徴とする請求項1記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

(請求項 3)

蒸発源容器からの蒸気流を用いて基板の堆積面に輝尽性蛍光体を気相堆積させて輝尽性蛍光体層を形成する工程を含む放射線画像変換パネルの製造方法において、基板の堆積面の温度が所定値以下になるように、複数の蒸発源容器を任意個数ずつ連続的あるいは断続的に蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする放射線画像変換パネルの製造方法。

(請求項 4)

堆積基板近傍に設置された温度測定手段の指示値が所定値以下になるように、複数の蒸発源容器に任意の組み合わせで連続的あるいは断続的に通電し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3 記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

10

(請求項 5)

複数の蒸発源容器を、基板の堆積面の中心から下ろした法線に対して同心円上に配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3 又は 4 記載放射線画像変換パネルの製造方法。

(請求項 6)

同時に蒸発させる複数の蒸発源容器を、各々の蒸発源容器中心から堆積基板中心へ引いたベクトルの蒸発源容器水平面内成分の大きさの和が 0 になるように配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3～5 のいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

(請求項 7)

同時に蒸発させる複数の蒸発源容器からの蒸気流が堆積基板上において重なり合わないように蒸気流を制限する板を配置し、蒸発源を蒸発させ堆積膜を形成することを特徴とする請求項 3～6 のいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法。

20

(請求項 8)

請求項 1～7 記載の少なくともいずれか 1 項記載の放射線画像変換パネルの製造方法により製造された、輝尽性蛍光体が柱状結晶を有することを特徴とする放射線画像変換パネル。

(請求項 9)

請求項 8 記載の放射線画像変換パネルにおいて、柱状結晶が主成分として下記一般式 (1) で表される輝尽性蛍光体を有することを特徴とする放射線画像変換パネル。

30

【0018】

一般式 (1) $CsX:A$

(式中、X は Br または I を表し、A は Eu、In、Tb、または Cs を表す。)

本発明において、蒸発に先立って融点以下で一定時間加熱するとは、蒸発源の融点や蒸発源含水率等により変動するが、通常 200～600℃にて、5～60 分間加熱することをいう。

【0019】

この加熱により、輝尽性蛍光体を用いた放射線画像変換パネルにより形成される画像の鮮鋭度、輝度、残光といった特性が向上する。この処理により、賦活剤を含む吸湿し易い蒸発源を用いる場合でも H_2O などの不純物を追い出しておけば、これらが輝尽性蛍光体膜中に取り込まれるのを防ぐことが出来るためである。

40

【0020】

本発明において、連続的に蒸発するとは、複数の蒸発源を順次蒸発させて基板に蛍光体膜を堆積させる方法において、1 番目の蒸発源の堆積が終了し次第、次の蒸発源の堆積を開始することを意味する。このとき当然、2 番目の蒸発源をすぐ堆積開始できるように蒸発源融点以下で保持しておいてもよい。

【0021】

また、断続的に蒸発するとは、1 番目の蒸発源の堆積が終了した後、基板温度が所定の温度に下がるのを確認した後、2 番目の蒸発源の堆積を開始することを意味する。

【0022】

50

同時に蒸発するとは、例えば複数の蒸発源容器の通電を同時に行い加熱して、複数の蒸発源を蒸発させることを意味している。

【0023】

なお、本発明における所定温度とは、堆積膜形成処理を行っても変質しない温度以下という意味であり、基板材料により異なってくる。例えばポリイミドでは160℃が上限である。

【0024】

これらの具体的方法、手順については後述する。

【発明の効果】

【0025】

本発明により、厚膜の蛍光体層を形成する際にも基板温度の上昇を抑制でき、基板材質にとらわれない放射線画像変換パネルの製造方法とそれにより造られた放射線画像変換パネルを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

輝尽性蛍光体を基板に気相堆積させる方法としては（真空）蒸着法、スパッタ法及びCVD法等がある。

【0027】

蒸着法は基板を蒸着装置内に設置したのち、装置内を排気して 1.333×10^{-4} Pa程度の真空とし、次いで、輝尽性蛍光体の少なくとも1つを抵抗加熱法、エレクトロンビーム法などの方法で加熱蒸発させて支持体表面に輝尽性蛍光体を所望の厚みに堆積させる。

【0028】

この方法により、バインダを含有しない輝尽性蛍光体層が形成され、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。また、前記蒸着工程にて複数の抵抗加熱器或いはエレクトロンビームを用いて蒸着を行うことも可能である。また蒸着法においては、輝尽性蛍光体蒸発源を複数の抵抗加熱器或いはエレクトロンビームを用いて蒸着し、基板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。

【0029】

更に蒸着法においては、蒸着時に必要に応じて基板を冷却或いは加熱してもよい。また、蒸着終了後、輝尽性蛍光体層を加熱処理してもよい。

【0030】

スパッタ法は上記蒸着法と同様に基板をスパッタ装置内に設置した後、装置内を一旦排気して 1.333×10^{-4} Pa程度の真空度とし、次いでスパッタ用のガスとしてAr、Ne等の不活性ガスを装置内に導入して 1.333×10^{-1} Pa程度のガス圧とする。次に、前記輝尽性蛍光体をターゲットとして、スパッタリングすることにより基板（支持体）表面に輝尽性蛍光体を所望の厚さ堆積させる。このスパッタリング工程では蒸着法と同様に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し、それぞれを用いて同時或いは順次、前記ターゲットをスパッタリングして輝尽性蛍光体層を形成することも可能である。また、スパッタリング法では、複数の輝尽性蛍光体蒸発源をターゲットとして用い、これを同時或いは順次スパッタリングして、支持体上で目的とする輝尽性蛍光体層を形成する事も可能であるし、必要に応じて O_2 、 H_2 等のガスを導入して反応性スパッタを行ってもよい。更に、スパッタリング法においては、スパッタ時必要に応じて基板を冷却或いは加熱してもよい。また、スパッタリング終了後に輝尽性蛍光体層を加熱処理してもよい。

【0031】

CVD法は目的とする輝尽性蛍光体或いは輝尽性蛍光体蒸発源を含有する有機金属化合物を熱、高周波電力等のエネルギーで分解することにより、支持体上に結着剤を含有しない輝尽性蛍光体層を得るものであり、いずれも輝尽性蛍光体層を支持体の法線方向に対し

10

20

30

40

50

て特定の傾きをもって独立した細長い柱状結晶に気相成長させることが可能である。

【0032】

これらの方法により形成される輝尽性蛍光体層の層厚は目的とする放射線画像変換パネルの放射線に対する感度、輝尽性蛍光体の種類等によって異なるが、 $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲から選ばれるのが好ましく、 $20 \sim 800 \mu\text{m}$ から選ばれるのがより好ましい。

【0033】

本発明の放射線画像変換パネルに用いられる輝尽性蛍光体としては、例えば特開昭59-75200号公報等に記載されているBaFX:Eu²⁺系(X:Cl、Br、I)蛍光体、特開昭61-72087号公報等に記載されているようなアルカリハライド蛍光体、特開昭61-73786号、同61-73787号の各公報等に記載のように、共賦活剤としてTl⁺およびCe³⁺、Sm³⁺、Eu³⁺、Y³⁺、Ag⁺、Mg²⁺、Pb²⁺、In³⁺の金属を含有するアルカリハライド蛍光体などが挙げられる。

10

【0034】

特に、アルカリハライド蛍光体は、蒸着、スパッタリング等の方法で柱状の輝尽性蛍光体層を形成させやすく好ましい。また、アルカリハライド蛍光体の中でもRbBr及びCsBr系蛍光体が高輝度、高画質である点で好ましく、中でもCsBr系蛍光体が特に好ましい。

【0035】

本発明においては、柱状結晶が主成分として下記一般式(1)で表される輝尽性蛍光体を有することが好ましい。

20

【0036】

一般式(1) CsX:A

(式中、XはBrまたはIを表し、AはEu、In、Tb、またはCsを表す。)

本発明に係る輝尽性蛍光体層は、保護層を有していてもよく、輝尽性蛍光体層に保護層、使用時に必要な設置枠等を取り付ければ放射線画像変換パネルが出来る。保護層は、保護層用塗布液を輝尽性蛍光体層上に直接塗布して形成してもよいし、あらかじめ別途形成した保護層を輝尽性蛍光体層上に接着してもよい。あるいは別途形成した保護層上に輝尽性蛍光体層を形成する手順を採ってもよい。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等の通常の保護層用材料が用いられる。

30

【0037】

また、この保護層は蒸着法、スパッタリング法等により、SiC、SiO₂、SiN、Al₂O₃など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一般的には $0.1 \sim 2000 \mu\text{m}$ 程度が好ましい。また、透光性がよくシート状に形成できるものを用いることができる。例えば石英、ホウ珪酸ガラス、化学的強化ガラスなどの板ガラスや、PET、OPP、ポリ塩化ビニルなどの有機高分子があげられる。

【0038】

本発明は耐熱性の低い基板への気相堆積を意識してなされたものであるが、本発明に係る基板は、種類に制限はなく、本発明の放射線画像変換パネルに用いられる基板としては各種のガラス、高分子材料、金属等が用いられる。例えば石英、ホウ珪酸ガラス、化学的強化ガラスなどの板ガラス、又、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等のプラスチックフィルム、アルミニウムシート、鉄、銅等の金属シート或いは金属酸化物の被覆層を有する金属シートが好ましい。これら基板の表面は滑面であってもよいし、輝尽性蛍光体層との接着性を向上させる目的でマット面としてもよい。また、本発明においては、基板と輝尽性蛍光体層の接着性を向上させるために、必要に応じて基板の表面に予め接着層を設けてもよい。これら基

40

50

板の厚みは用いる基板の材質等によって異なるが、一般的には $80 \sim 2000 \mu\text{m}$ であり、取り扱い上の観点から、更に好ましいのは $80 \sim 1000 \mu\text{m}$ である。

【0039】

図1は気相堆積法によって基板上に形成した輝尽性蛍光体層の一例を示す断面図である。11は基板、12が輝尽性蛍光体層、13が保護層を示している。

【0040】

図2に、本発明の放射線画像変換パネルを用いた放射線像変換方法を概略的に示す。即ち、図2において、21は放射線発生装置、22は被写体、23は本発明に係わる放射線画像変換パネル、24は（レーザ等の）輝尽励起光源、25は該変換パネルにより放射された輝尽蛍光を検出する光電変換装置、26は25で検出された信号を画像として再生する装置、27は再生された画像を表示する装置、28は輝尽励起光と輝尽蛍光とを分離し、輝尽蛍光のみを透過させるフィルタである。尚、25以降は23からの光情報を何らかの形で画像として再生できるものであればよく、上記に限定されるものではない。

10

【0041】

図2に示されるように、放射線発生装置21からの放射線（R）は被写体22を通して変換パネル23に入射する（R1）。この入射した放射線はパネル23の輝尽層に吸収され、そのエネルギーが蓄積され、放射線透過像の蓄積像が形成される。次にこの蓄積像を輝尽励起光源24からの輝尽励起光で励起して輝尽発光として放出せしめる。放射される輝尽発光の強弱は蓄積された放射線エネルギー量に比例するので、この光信号を例えば光電子倍增管等の光電変換装置25で光電変換し、画像生成装置26によって画像として再生し画像表示装置27によって表示することにより、被写体の放射線透過像を観察することができる。

20

【0042】

図3は本発明の方法の実施に用いられる気相堆積させる装置の例を示す構成概要図である。図3において、成膜室311は、不図示の前段排気手段によりメインバルブ312を介して一旦ある値以下の真空にされ、またさらに不図示の後段排気手段によりリークバルブ313を介して真空度が設定値以下に維持される。この成膜室には、必要に応じてガス導入バルブ314を介して N_2 、Ar、Ne、Heといった不活性ガスが雰囲気ガスとして導入される。

【0043】

成膜室には上部に基板配置手段315が設けられており、基板310が配置可能となっている。基板は基板配置手段に水平に設置されるが、基板配置手段は固定である必要はなく、回転を行わせても良い。

30

【0044】

また堆積基板の温度を類推するための小型基板316が設置されており、その小型基板堆積面の温度を測定するための手段317が設けられている。この温度測定手段は一般的には熱電対が使用されるが、この限りではなく、温度センサーであれば良い。なお、基板温度測定手段は図示しない温度計測および表示部へ接続されている。

【0045】

本発明では、回転方式での蒸発を行ったため簡易的に堆積基板の温度を類推する方法として、堆積基板近傍に設置した小型基板堆積面の温度測定を行っているが、基板を固定する場合や搬送方式の場合のように、比較的容易に堆積基板に温度測定手段を設置できる場合は、当然堆積基板の非堆積面などに設置してもよい。

40

【0046】

基板の温度を類推する際は、堆積基板と小型基板の温度バイアスをあらかじめ調査しておくことが好ましい。また、堆積基板の堆積面と非堆積面の温度バイアスを確認しておくことにより、堆積基板裏面に真空用ヒートラベルのようなものを貼り付けておけば、蒸着中の堆積基板と小型基板の温度バイアスの読み込みの妥当性を確認することもできる。

【0047】

成膜室には蒸発源容器318から熔融状態の蒸発源319が基板へ堆積することを制限

50

するための遮蔽板 320 が設けてある。この遮蔽板はどのような形式でもよいが、機能としては完全に閉じることで基板への蒸気堆積を完全に防止できる形式のものが好ましい。なお、ここで示す遮蔽板とは開閉式でありコントロールすることが可能なものである。

【0048】

また、蒸発源容器から基板への堆積量を規制するための蒸气流制限板 321 を設置してもよい。本発明のように、複数の蒸発源容器を同時に蒸発させる場合、複数の蒸発源容器からの蒸气流が重なると面内における蛍光体特性（膜厚、結晶など）のバラツキが大きくなる傾向にあり、基板に到達する蒸気流量を制御する手段として有効である。また所望の結晶径や形状を得たいような場合にも有効である。

【0049】

この図 3 に示す装置により、基板上へ所望量の輝尽性蛍光体層が堆積される。その後、保護層などを付設して放射線画像変換パネルとなる。

【0050】

実際に輝尽性蛍光体層を堆積させる形態を例示すれば、下記の如きものがある。

【0051】

図 4 は、単一蒸発源から連続的に蒸発するのを示す図で、図の上半部が上面図、下半部が側面図である。

【0052】

図 5 は、1 個の蒸発源容器から順次 4 個の蒸発源容器を連続的に蒸発させる図で、図の上半部が上面図、下半部が側面図である。

【0053】

図 6 は、2 個の蒸発源容器から蒸発させ、10 min 間放置し、また 2 個の蒸発源容器から蒸発させ、計 4 個の蒸発源容器を断続的に蒸発させる図で、図の上半部が上面図、下半部が側面図である。

【0054】

図 7 は、図 6 と同様だが、蒸气流制限板を蒸発容器の基板側に付けた図で、図の上半部が上面図、下半部が側面図である。

【0055】

図 8 は、2 個の蒸発源容器から同時に蒸発させ、10 min 間放置し、また 2 個の蒸発源容器から同時に蒸発させる、計 2 個の蒸発源容器を用いる図で、図の上半部が上面図、下半部が側面図である。

【実施例】

【0056】

以下、さらに具体的な実施例について説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0057】

〔放射線画像変換パネルの作製方法〕

（輝尽性蛍光体プレート 1 の形成）

厚さ 0.5 mm × 長さ 200 mm × 200 mm で、表面が平滑なポリイミドフィルムからなり、 1×10^{-2} Pa の雰囲気圧力下で 90 °C の温度に加熱された基板 1 を水平に保って配置し、その中央における法線方向を中心にして自転できるように配置した。この基板の堆積面の下方側において蒸発源 CsBr : 0.01 Eu を仕込んだ蒸発源容器を、基板の堆積面中心の法線を軸として同心円上の点対称となる位置に配置した。基板と蒸発源容器の距離はそれぞれ X 方向 200 mm、Y 方向 500 mm であり、1 つあるいは複数の蒸発源を使用して 300 μm の輝尽性蛍光体層を形成した。なお、蛍光体の賦活は賦活剤を蒸発源に均一混合して、同時に蒸発させることにより行った。上記作製した各蛍光体プレートを用い、下記のようにして各放射線画像変換パネルを作製した。

【0058】

（保護層の形成）

上記で作製した輝尽性蛍光体プレート 1 を用いて放射線画像変換パネル 1 を作製した。

10

20

30

40

50

詳しくは、輝尽性蛍光体層を有するガラス状の側縁部にスペーサを介して、各輝尽性蛍光体層と保護層として用いるガラスとの間に、低屈折率層として空気層が $100\mu\text{m}$ の厚みになるように、ガラス製の保護層（膜厚 $1700\mu\text{m}$ のホウ珪酸ガラス層）を設けた。

【0059】

尚、スペーサとしてはガラスセラミックス製で、支持体及び保護層の間に輝尽性蛍光体層及び低屈折率層（空気層）が所定の厚みとなるように厚みを調整したものをを用い、ガラス支持体及びガラス製の保護層の側縁部は、エポキシ系接着剤を用いて接着し、放射線画像変換パネル1を作製した。

【0060】

各パネルの特性を以下の方法で評価した。

10

【0061】

〔放射線画像変換パネルの評価〕

〈接着性〉

支持体（基板）と輝尽性蛍光体層との間に剥離が生じているか否かを、目視により観察し、以下の基準にて評価した。

【0062】

○：剥離がない

△：実用的には問題とならないが僅かな剥離が認められる

×：全体に剥離が認められ実用化は困難なレベル

〈鮮鋭性〉

20

放射線画像変換パネルの鮮鋭性は、変調伝達関数（MTF）を求めて評価した。MTFは、放射線画像変換パネルにCTFチャートを貼付した後、放射線画像変換パネルに 80 kVp のX線を 10 mR （被写体までの距離： 1.5 m ）照射した後、 $100\mu\text{m}$ の直径の半導体レーザ（ 680 nm ：パネル上でのパワー 40 mW ）を用いてCTFチャート像を走査読み取りして求めた。

【0063】

表の値は、 1.01 lp/mm のMTF値を足し合わせた値で示す。

【0064】

〈輝度〉

輝度の経時変化を評価した。管電圧 80 kVp のX線を放射線画像変換パネルに照射した後、該パネルをHe-Neレーザ光（ 633 nm ）で操作して励起し、蛍光体層から照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、その強度を測定してこれを輝度とした。初期値を 100% として、 $40^\circ\text{C} \cdot 95\% \text{ RH}$ 環境下に保管した放射線画像変換パネルの3ヶ月後の特性を調べた。残存率が 100% であれば輝度の経時変化による低下はない。

30

【0065】

〈膜厚分布〉

放射線画像変換パネルを温度 23°C 、相対湿度 55% に調湿された部屋で4時間調湿した後、接触式の膜厚計（東京精密社製 電機マイクロメーター、ミニコムM）を用いて幅手方向に 10 mm 間隔で膜厚を測定した。得られた膜厚分布データから、以下の式に従って膜厚分布R（%）を算出した

40

$$R(\%) = (R(\text{max}) - R(\text{min})) / R(\text{ave}) / 2 \times 100$$

ここで、 $R(\text{max})$ は最大膜厚、 $R(\text{min})$ は最小膜厚、 $R(\text{ave})$ は平均膜厚である。

【0066】

〔実験1〕

堆積前に蒸発源を融点以下で加熱処理する実験を行った。加熱処理は 500°C にて実施した。

【0067】

比較例1・・・加熱保持処理なし

50

実施例 1・・・1 番目の蒸発源の加熱保持→1 番目の蒸発源の気相堆積→2 番目の蒸発源の加熱保持→2 番目の気相堆積→・・・・→4 番目の気相堆積との手順で実施した。なお加熱保持条件はそれぞれ 5 0 0℃、1 0 分である。

【0 0 6 8】

実施例 2・・・1～4 番目の蒸発源の加熱保持→1 番目の気相堆積→2 番目の気相堆積→の手順で実施した。なお加熱保持条件はそれぞれ 5 0 0℃、1 0 分である。

【0 0 6 9】

【表 1】

例	蒸着源 個数	1つの蒸着源に 対する原料量[g]	総原料量 [g]	基板	堆積方法	鮮鋭度	輝度	所要時間
比較例1	4	150	600	ポリイミド	加熱処理なし	88	87	60
実施例1	4	150	600	ポリイミド	1つつ加熱処理あり	95	96	100
実施例2	4	150	600	ポリイミド	複数ルツボ同時加熱処理	101	100	70

10

20

30

40

【0 0 7 0】

50

表 1 の結果より、気相堆積前に所定時間加熱保持する実施例の方が、不純物の影響が小さく、鮮鋭性、輝度ともに優れていることがわかる。また、複数の蒸発源を用いる場合は、最初に一斉に行うことがより効果的である。

【0071】

〔実験 2〕

基本条件から表 2 のように基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更し、図 4 ～ 8 の如き装置を用いて、実施例においては、複数の蒸発源容器を用いて実験を実施した。その結果を表 2 に示す。

【0072】

【表 2】

	蒸着源 個数	1つの 蒸着源に 対する 原料量[g]	総原料量 [g]	基板	蒸気流 制限板	堆積方法	基板 温度 [°C]	接着性	鮮鋭度	輝度 残存率	膜厚 分布
比較例2	1	600	600	ガラス	なし	連続(堆積→堆積→堆積→堆積)(図4)	90→182	○	100	100	7%
比較例3	1	600	600	ポリイミド	なし	連続(堆積→堆積→堆積→堆積)(図4)	90→185	×	69	80	7%
実施例3	4	150	600	ポリイミド	なし	断続(堆積→10min放置)×4(図5)	90→120	○	105	98	7%
実施例4	4	150	600	ポリイミド	なし	連続(堆積→堆積→堆積→堆積)(図5)	90→135	○	99	102	6%
実施例5	4	150	600	ポリイミド	なし	断続・同時(2個同時蒸着→10min放置)×2(図6)	90→148	○	95	94	11%
実施例6	4	200	800	ポリイミド	あり	断続・同時(2個同時蒸着→10min放置)×2(図7)	90→136	○	102	100	5%
実施例7	4	200	800	ガラス	あり	断続・同時(2個同時蒸着→10min放置)×2(図7)	90→120	○	100	102	3%
実施例8	2	300	600	ポリイミド	なし	断続(堆積→10min放置)×2(図8)	90→148	○	101	98	8%
実施例9	2	300	600	ポリイミド	なし	断続(堆積→10min放置)×2(図8)	90→155	○	104	105	6%

【0073】

本実施例の実施例3～6及び8、9は、複数の蒸発源容器を用いて輝尽性蛍光体層を堆積する方法を用いても、従来の如く耐熱性の高いガラス基板を用いて単一の蒸発源により堆積させた比較例2と比較して、鮮鋭度、輝度などの性能面で劣ることなく、また基板温度の上昇を抑えることが出来ている。一方、耐熱性の低いポリイミドフィルム（厚さ30

10

20

30

40

50

0 μm)を用いて単一の蒸発源により堆積させた比較例3については、基板表面材質の熱による変質のため接着性が悪いうえ、鮮鋭度、輝度ともに低くなっている。

【0074】

実施例7のように本発明の蒸着方法を用いてガラス基板に堆積膜を形成しても積層は可能であるが、従来の方法でも、ガラス基板に蒸着した場合は特性がよいので効果は小さくなる。

【0075】

上記結果より、下記のことが判明した。

【0076】

複数の小型蒸発源容器に蒸発源を小分けして仕込むことにより、ルツボからの輻射熱を小さくすることができる。 10

【0077】

堆積基板近傍に設置した小型基板温度指示値に応じて、断続的又は連続的な蒸発への対応が可能になる。実際に連続的あるいは断続的に蒸着を行うかどうかについては、堆積基板近傍に設けた小型基板温度をデータロガーなどに接続された熱伝対などの温度検出指示値に応じて判断すればよい。

【0078】

この結果、基板温度を所定の温度以下に保ちながら気相堆積することが出来るため、耐熱性の低い樹脂を用いた基板へも性能の劣化のない蛍光体膜の形成が可能になる。

【0079】

なお、

ガラス基板の場合は、蒸着方法を本発明のものに置き換えた効果は小さいが、制限板を組み合わせる等した場合には、膜厚分布の改善などが期待できる。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】気相堆積法で形成した輝尽性蛍光体層の一例を示す断面図。

【図2】放射線画像変換パネルを用いた放射線像変換方法の概略図。

【図3】気相堆積させ装置の例を示す構成概要図。

【図4】基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更した実験を示す上面と側面の概要図。

【図5】基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更した実験を示す上面と側面の概要図。 30

【図6】基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更した実験を示す上面と側面の概要図。

【図7】基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更した実験を示す上面と側面の概要図。

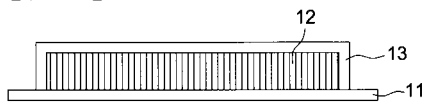
【図8】基板、蒸発源容器の配置、堆積方法を変更した実験を示す上面と側面の概要図。

【符号の説明】

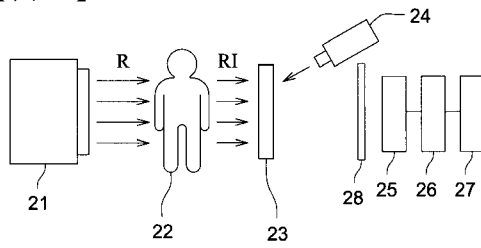
【0081】

- 1 1 基板
- 1 2 輝尽性蛍光体層
- 1 3 保護層
- 2 1 放射線発生装置
- 2 2 被写体
- 2 3 放射線画像変換パネル
- 2 4 輝尽励起光源
- 2 5 輝尽蛍光を検出する光電変換装置
- 2 6 信号を画像として再生する装置
- 2 7 再生された画像を表示する装置
- 2 8 輝尽蛍光のみを透過させるフィルタ

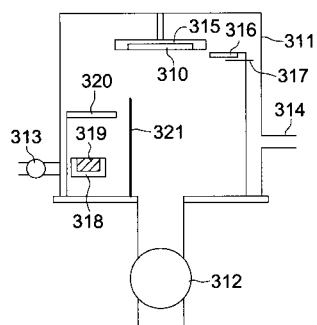
【図 1】



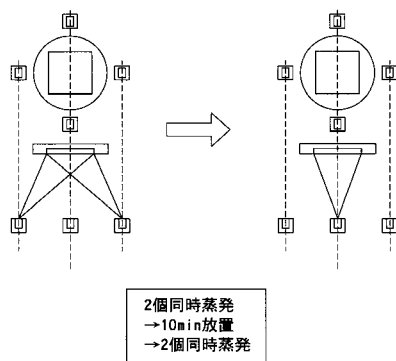
【図 2】



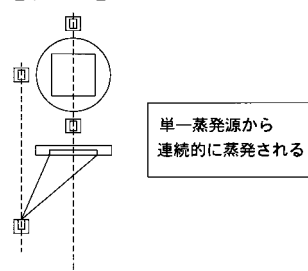
【図 3】



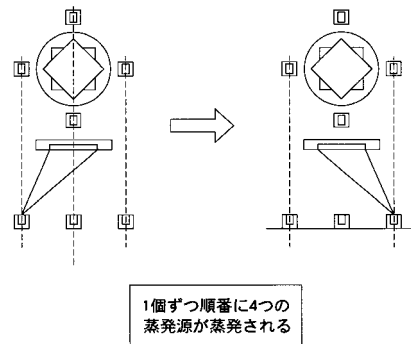
【図 6】



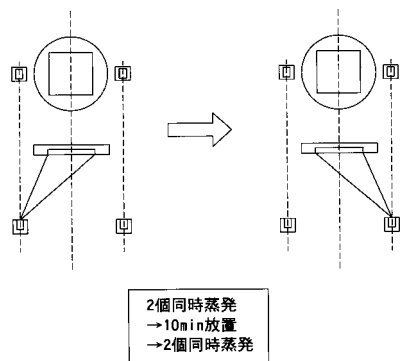
【図 4】



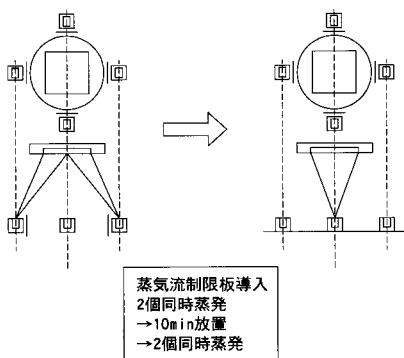
【図 5】



【図 8】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成16年1月14日(2004.1.14)

【手続補正1】

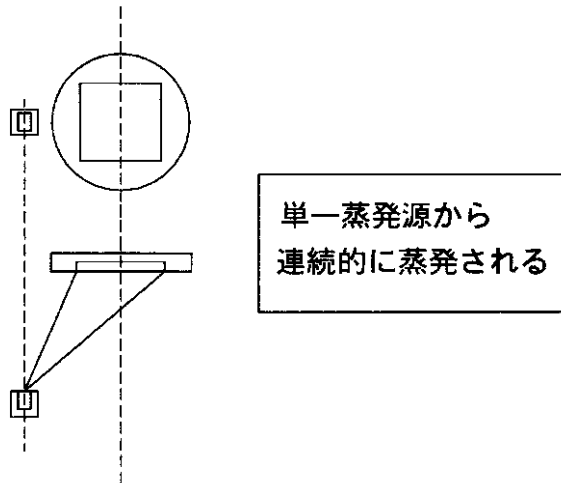
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図4】



【手続補正2】

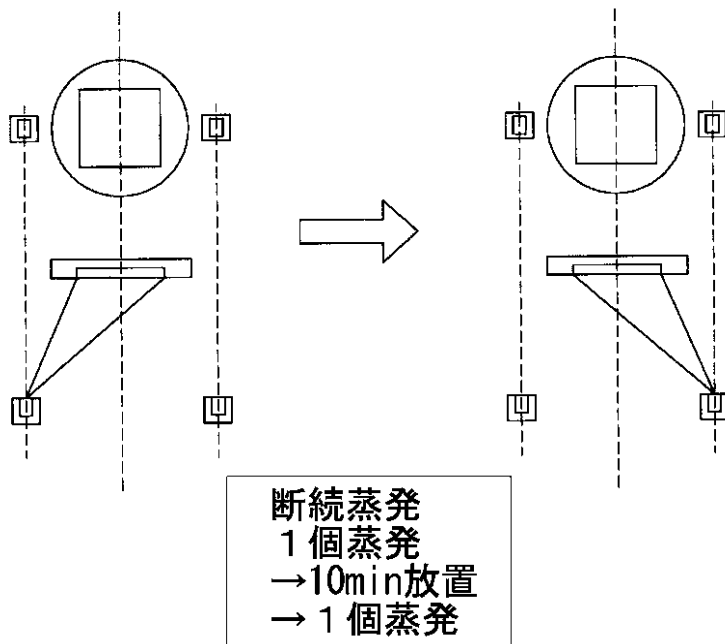
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I		テーマコード (参考)
C 2 3 C 14/24	C 2 3 C 14/06	G	
G 0 1 T 1/00	C 2 3 C 14/24	C	
	G 0 1 T 1/00	B	