(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2014-235921
(P2014-235921A)
(43)公開日　平成26年12月15日(2014.12.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01J 9/233	***(2006.01)***	H01J	9/233	J	5C028
H01J 29/38	***(2006.01)***	H01J	29/38		5C037
H01J 31/50	***(2006.01)***	H01J	31/50	A	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 12 頁）

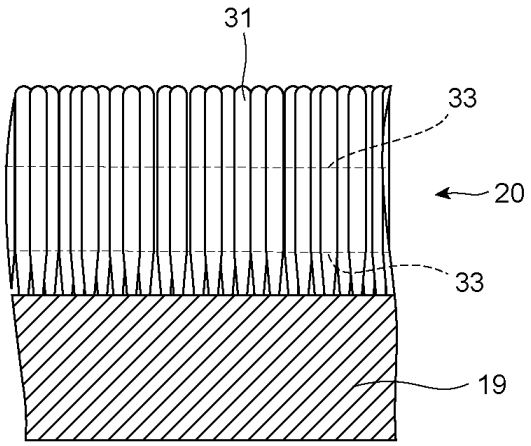
(21)出願番号　特願2013-117442 (P2013-117442)
(22)出願日　平成25年6月4日 (2013.6.4)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(71)出願人　503382542
東芝電子管デバイス株式会社
栃木県大田原市下石上１３８５番地
(74)代理人　100108062
弁理士　日向寺　雅彦
(74)代理人　100168332
弁理士　小崎　純一
(74)代理人　100146592
弁理士　市川　浩
(74)代理人　100180976
弁理士　野村　一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】イメージ管およびその製造方法

(57)【要約】
【課題】高エネルギーＸ線用を用いてリアルタイムで画像検査できるようにする。
【解決手段】イメージ管の真空外囲器中に、Ｘ線を変換して蛍光を出力する蛍光体層２０を備える。蛍光体層２０は、基板１９の表面にヨウ化セシウム蛍光体を１mm以上の厚さに蒸着したものである。蛍光体層２０は、結晶柱３１が冷却を挟んで形成された複数の層が積層したものである。複数の層の間には、境界面３３が形成されている。境界面３３では、光の屈折率が不連続に変化する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
容器中に基板を収納し前記基板の表面にヨウ化セシウム蛍光体を蒸着させて蛍光体層を形成する第１工程と、
前記第１工程の後に前記蛍光体層の表面を冷却する第１冷却工程と、
前記第１冷却工程の後に前記蛍光体層の表面にさらにヨウ化セシウム蛍光体を蒸着させる第２工程および前記蛍光体層の表面を冷却する第２冷却工程を繰り返す結晶成長工程と、
前記結晶成長工程の後に前記蛍光体層の表面に光電体を形成して入力部を得る入力部形成工程と、
前記入力部を前記光電体で発生した電子を加速して集束させる電極と前記電極で加速して集束された電子を画像に変換する出力部とともに真空外囲器中に収納する工程と、
を具備することを特徴とするイメージ管の製造方法。
【請求項２】
前記結晶成長工程の後に前記蛍光体層の表面にさらに高真空中でヨウ化セシウム蛍光体を蒸着させる第３工程をさらに具備することを特徴とする請求項１に記載のイメージ管の製造方法。
【請求項３】
前記第３工程は第２工程の後に前記第２冷却工程を行わずに行われることを特徴とする請求項２に記載のイメージ管の製造方法。
【請求項４】
前記蛍光体層の膜厚は３ｍｍ以下であって、前記光電体側の前記蛍光面の結晶の大きさは２０μｍ以上であることを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のイメージ管の製造方法。
【請求項５】
入射するＸ線の管電圧が１００ｋＶ以上であることを特徴とする請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載のイメージ管の製造方法。
【請求項６】
真空外囲器と、
基板と、前記基板の表面にヨウ化セシウム蛍光体を１ｍｍ以上の厚さに蒸着したＸ線を変換して蛍光を出力する層であって光の屈折率が不連続に変化する境界面を挟んで連続した柱状結晶を２層以上積層した蛍光体層と、前記蛍光体層で発生した蛍光を電子に変換する光電体とを備えて前記真空外囲器の内部に設けられた入力部と、
前記光電体で発生した電子を加速して集束させる電極と、
前記電極で加速して集束された電子を画像に変換する出力部と、
を具備することを特徴とするイメージ管。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
実施形態は、概して、検査物を透過した高エネルギーＸ線を画像表示するイメージ管およびその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
Ｘ線を利用してのイメージ管や画像平面検出器などによる検査・治療は、そのほとんどが人などの医療用の分野である。患者や検査・治療業務者の安全を確保するために、Ｘ線被曝を抑制するよう規制されている。また、人体などは、Ｘ線の透過率が高い。この２点から、実用されているＸ線装置でのＸ線透過能に関するＸ線管のエネルギーは比較的に低く、Ｘ線管の管電圧は、人の腹厚にもよるが、７０ｋＶから１００ｋＶ程度である。

【０００３】
さらに、検査対象部位は比較的小さく判別するためには高い解像度が求められるため、Ｘ線管の焦点サイズは０．３から０．６ｍｍ程度と小さい。イメージ管の解像度をより高くするため、また、Ｘ線を受ける入力面のＣｓＩ蛍光面でのＸ線の検出能を高めるため、ＣｓＩ蛍光体の膜厚は４００から５００μｍのものが多い。そのためＣｓＩの結晶構造は、隙間で分離された１０μｍ程度の細い柱状結晶膜が実用化されている。このような構成のイメージ管製品が医療用の検査・治療に貢献している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開昭５７－７０５１号公報
【特許文献２】特開平１－４３４２１号公報
【特許文献３】特開平１０－４０８４０号公報
【特許文献４】特開平１０－２２３１６３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
イメージ管は、Ｘ線の透過・吸収を利用した非破壊検査の用途で工業用の分野にも用いられている。たとえば、パイプラインの配管の検査、電力系では冷却水が流れる配管の減肉部の検査、ドラム管内の収納物の確認検査、大きなタンクの溶接部の検査などに多用されている。工業用の分野では、金属やコンクリートなどをＸ線が透過させるために高いエネルギーのＸ線源が使用され、Ｘ線管の管電圧では２００ｋＶ以上が使用されるのが通常である。
【０００６】
医療用のイメージ管では、このような高エネルギーのＸ線のほとんどが蛍光面を通過してしまうため画像を形成することができない。そこで、工業用の分野では、たとえば透過Ｘ線を金属増感紙で光変換して蛍光板やイメージングプレートを用いて画像を得ている。しかし、この場合リアルタイムではなく作業効率は非常に低い。
【０００７】
そこで、実施形態は、高エネルギーＸ線用を用いてリアルタイムで画像検査できるようにすることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上述の目的を達成するため、実施形態によれば、イメージ管の製造方法は、容器中に基板を収納し前記基板の表面にヨウ化セシウム蛍光体を蒸着させて蛍光体層を形成する第１工程と、前記第１工程の後に前記蛍光体層の表面を冷却する第１冷却工程と、前記第１冷却工程の後に前記蛍光体層の表面にさらにヨウ化セシウム蛍光体を蒸着させる第２工程および前記蛍光体層の表面を冷却する第２冷却工程を繰り返す結晶成長工程と、前記結晶成長工程の後に前記蛍光体層の表面に光電体を形成して入力部を得る入力部形成工程と、前記入力部を前記光電体で発生した電子を加速して集束させる電極と前記電極で加速して集束された電子を画像に変換する出力部とともに真空外囲器中に収納する工程と、を具備することを特徴とする。
【０００９】
また、イメージ管は、真空外囲器と、基板と、前記基板の表面にヨウ化セシウム蛍光体を１ｍｍ以上の厚さに蒸着したＸ線を変換して蛍光を出力する層であって光の屈折率が不連続に変化する境界面を挟んで連続した柱状結晶を２層以上積層した蛍光体層と、前記蛍光体層で発生した蛍光を電子に変換する光電体とを備えて前記真空外囲器の内部に設けられた入力部と、前記光電体で発生した電子を加速して集束させる電極と、前記電極で加速して集束された電子を画像に変換する出力部と、を具備することを特徴とする。
【図面の簡単な説明】

【００１０】
【図１】一実施形態によるイメージ管の縦断面図である。
【図２】一実施形態によるイメージ管の入力蛍光面の拡大断面図である。
【図３】一実施形態による蛍光体層形成装置の断面図である。
【図４】一実施形態によるイメージ管の入力蛍光面の断面ＳＥＭ写真である。
【図５】ＣｓＩ厚さを変化させたときのＸ線のエネルギー吸収率の試験結果を示す表である。
【図６】ＣｓＩ厚さを変化させたときのＸ線吸収率の変化を示すグラフである。
【図７】Ｘ線エネルギーを変化させたときのＣｓＩ蛍光層から放出される蛍光の明るさの変化を示すグラフである。
【図８】ＣｓＩ厚さを変化させたときの解像度の変化を示すグラフである。
【図９】ＣｓＩ膜厚が異なる場合のイメージ管の管電圧と相対輝度の関係を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
一実施形態による放射線検出器を、図面を参照して説明する。なお、同一または類似の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。
【００１２】
図１は、本実施形態によるイメージ管の縦断面図である。
【００１３】
イメージ管１０は、真空外囲器１１と入力部１２と出力部１８と加速電極１６と集束電極１７とを有している。真空外囲器１１は、筒状に延びる真空容器である。入力部１２と出力部１８と加速電極１６とは、真空外囲器１１の内部に収められている。イメージ管１０は、真空外囲器１１の軸方向の一方から照射されて被写体１３を透過して入射するＸ線１４の強度分布を可視光像に変換する。
【００１４】
入力部１２は、真空外囲器１１の一方の端部側に設けられている。入力部１２は、基板１９と蛍光体層２０と光電体２１とを有している。基板１９は、Ｘ線１４の入射面側に配置されている。蛍光体層２０は、基板１９のＸ線１４の入射面に対して背面側に設けられている。光電体２１は、蛍光体層２０の基板１９に対して反対側の面に設けられている。
【００１５】
出力部１８は、真空外囲器１１の入力部１２とは反対側の端部に設けられている。入力部１２にＸ線１４が入射すると、蛍光体層２０で蛍光が発生する。この蛍光が光電体２１に入射することにより、光電子１５が発生する。加速電極１６は、この光電子１５を出力部１８に向かって加速させる。集束電極１７は、光電子１５を出力部１８に集束させる。
【００１６】
入力部１２の基板１９は、たとえばアルミニウムで形成されている。入力部１２の蛍光体層２０は、ヨウ化セシウム（ＣｓＩ）で形成される。
【００１７】
入力部１２で発生し、加速・集束された光電子１５は、出力部１８に入射する。出力部１８は、光電子１５の強度分布に応じて可視光を発生し、真空外囲器１１の外部に出力する。
【００１８】
図２は、本実施形態による入力部の拡大断面図である。
【００１９】
入力部１２は、基板１９の表面に蛍光体層２０が形成されたものである。蛍光体層２０は、基板１９の表面からＣｓＩの柱状結晶が成長して形成されたものである。蛍光体層２０におけるＣｓＩの柱状結晶の各結晶柱３１の間は、隙間（空間層）で分離されている。
【００２０】
蛍光体層２０は、ＣｓＩが低真空中で蒸着し、複数の層が結晶柱３１の成長方向に積層

されたものである。蛍光体層２０の層間には、境界面３３が形成されている。蛍光体層２０に側面から光を照射すると、境界面３３で光の反射が変化するため、境界面３３が確認される。

【００２１】

蛍光体層２０におけるＣｓＩの柱状結晶の結晶柱３１の平均直径は２０μｍから５０μｍである。蛍光体層２０の厚さは、１ｍｍから３ｍｍである。

【００２２】

次に、本実施形態によるイメージ管の製造方法を説明する。まず、基板１９の表面への蛍光体層２０の形成方法について説明する。

【００２３】

図３は、本実施形態による蛍光体層形成装置の断面図である。

【００２４】

この蛍光体層形成装置は、真空槽４０および真空槽基板４１を有する。真空槽４０の内部には、ヒーター４７およびボート４３が収納されている。また真空槽４０中には基板１９を固定する固定具（図示せず）が設けられている。ヒーター４７はこの固定具に固定された基板１９を加熱可能な位置に配置されている。ボート４３は、この固定具に固定された基板１９に対向する位置に配置されている。通電装置（図示せず）によってボート４３に通電すると、ボート４３の温度は上昇する。ボート４３には、蒸着物であるヨウ化セシウム４４が載せられている。ボート４３の温度の上昇に伴って、ヨウ化セシウム４４の温度も上昇して蒸発し、基板１９の表面に蒸着する。真空槽基板４１には、排気口４２、真空計５０およびガス導入管４８が取り付けられている。ガス導入管４８の途中には、微小量の気体流入を制御可能なバリアブルリークバルブ４９が挿入されている。

【００２５】

この蛍光体層形成装置を用いて、蛍光体層２０を基板１９上に形成する。蛍光体層の形成は、低真空中での蒸着を複数回に分けて行って複数の層を積層して行う。

【００２６】

まず、真空槽４０中の圧力を1×10^{-5}Ｐａ程度まで排気し、ヒーター４７を３００～５００℃に加熱して、基板１９の表面を洗浄する。その後、たとえば基板１９および第１の層を１５０℃に保ち、０．５Ｐａの圧力の下でＣｓＩを０．５ｍｍ程度、蒸着させることにより、柱状結晶の第１の層を形成する第１工程になる。第１の層がある程度成長したところで、一旦、ボート４３への通電をやめて蒸着を停止する。また、この際、ヒーター４７での加熱も停止し、基板１９およびその表面に形成されたヨウ化セシウム層を冷却する第１冷却工程を行う。

【００２７】

次に、基板１９および第１の層を１００℃に保ち、０．５Ｐａの圧力の下でＣｓＩを蒸着させることにより、第２の工程の第２の層を約０．６ｍｍ成長させる。第２の層がある程度成長したところで、一旦、ボート４３への通電をやめて蒸着を停止する。また、この際、ヒーター４７での加熱も停止し、基板１９およびその表面に形成されたヨウ化セシウム層を冷却する第２冷却工程を行う。

【００２８】

このように、蒸着によるヨウ化セシウム層の成長および冷却を必要に応じて繰り返して、必要な厚さの蛍光体層２０を得る。

【００２９】

次に、この第２の層の上に真空槽内４０を高真空にしてヨウ化セシウムを蒸発させ多結晶からなる第３の層を約０．０４ｍｍに形成することにより、全体の膜厚が１．１４ｍｍの層になり、結晶の大きさが２０μｍの蛍光体層を形成することができる。この第３の層は図４の入力蛍光面の断面の表面部にある凹凸部分を連続的な表面にするために必要な厚さを形成する。そして、その上に形成される光電体２１が連続形成されるようになる。

【００３０】

蛍光体層２０の形成は、全体の膜厚とヨウ化セシウムの柱状結晶の大きさの関係を温度

とヨウ化セシウムの層の厚さを調整することにより、第２の層の形成と冷却を繰り返して行うことによりヨウ化セシウムの膜を形成することができる。

【００３１】

さらに、高エネルギー用に膜厚を増加させた蛍光体層２０を形成するには、第１工程と第２工程をさらに分けて蒸着することにより実現することができる。例えば、両工程の中で１回目のＣｓＩの膜厚は約０．４ｍｍ形成し、２回目は０．５ｍｍ、３回目は０．６ｍｍ、４回目は０．６ｍｍ、５回目は０．６ｍｍ、６回目は０．６ｍｍ、７回目は０．６ｍｍ、そして、第３工程に相当する層は約０．０６ｍｍ形成することにより、全体の厚さを約３．９６ｍｍの膜を形成し、ＣｓＩ結晶の大きさは約４０μｍにすることができる。

【００３２】

汎用的な用途に対しては、前記の繰り返し回数を減らしてそれぞれの膜厚は１回目が約０．５ｍｍ、２回目が約０．６ｍｍ、3回目が約０．６ｍｍ、4回目が約０．６ｍｍ、第３工程に相当する膜厚は約０．０５ｍｍ形成して、合計の膜厚は約２．３５ｍｍを形成することができる。

【００３３】

第３工程の膜厚は、蛍光体層２０が厚くなると加熱によるＣｓＩの結晶成長のために表面の凹凸が大きくなる特徴があるので、これらの表面が連続性になるように形成するためにその膜厚は全体の厚さの増加とともに増やしていくのが効果的である。

【００３４】

第３工程に関する他の方法は、その目的が多結晶のＣｓＩ膜の連続層の形成であるため、この結晶成長を促進するために第２工程のＣｓＩ層の蒸着形成の後に冷却しないで入力面が加熱されている状体で真空槽内を高真空に排気して、その後ボートを加熱してＣｓＩを蒸発することができる。これにより、高温の状態でＣｓＩ膜が形成されるのでその膜は多結晶透明の状態になる。蛍光を効率よくＣｓＩ層から光電体に伝達されるため、その感度は大きく向上するので、高感度のイメージ管を提供できる。

【００３５】

基板１９上にヨウ化セシウムを連続して蒸着すると、形成されたヨウ化セシウム層の表面の温度が徐々に上昇する。ヨウ化セシウム層の表面温度が上昇すると、柱状結晶の径が徐々に大きくなっていく。しかし、本実施形態によれば、柱状結晶の径が大きくなり過ぎる前に、蒸着を一旦停止し、ヨウ化セシウム層の表面温度を低下させている。このため、柱状結晶の径を厚さ方向にほぼ一定とすることができる。

【００３６】

冷却時には、必要に応じてボート４３を取り出し、ヨウ化セシウム４４を補充する。この際、真空槽４０を開放して基板１９上のヨウ化セシウム層の表面が汚れた場合には、必要に応じて、高真空に排気して加熱を行うことによって、表面を洗浄してもよい。高真空の膜を形成するには、別のボートを用意して、真空槽内の圧力と温度を変更することにより工程を進めることができる。

【００３７】

薄いＣｓＩ膜では高エネルギーＸ線のほんの一部しか画像に変換されなかったが、本実施形態のように１ｍｍ以上にＣｓＩ膜を厚くすることによって、高エネルギーＸ線を蛍光体層２０で高い割合で蛍光に変換することができるようになる。高エネルギーＸ線は、基板１９の表面側のＣｓＩ膜を透過し、厚くなった表面側のＣｓＩ膜を励起して光に変換され、空間層で囲まれた太いＣｓＩ結晶内を光がファイバーのように伝達されて光電面に対向する表面側に到達する。

【００３８】

このように本実施形態のイメージ管１０は、高エネルギーＸ線を入力蛍光面で捉えるためにその膜厚は１ｍｍから３ｍｍとしている。また、厚い膜厚の蛍光体層２０を形成し、かつ、隙間で分離されたＣｓＩの柱状結晶の分離性を高めるため、柱状結晶の平均サイズを２０μｍから５０μｍとしている。さらに、蛍光体層２０の柱状結晶のサイズをコントロールするために、ＣｓＩの低真空中での蒸着を、冷却を挟んで複数回に分けて行ってい

る。
【００３９】
図４は、本実施形態による蛍光体層のＳＥＭ写真である。図４において下側が基板１９側である。
【００４０】
本実施の形態によれば、図４に示すように、柱状結晶の径を過度に成長させることなく、１ｍｍ程度以上にＣｓＩ柱状結晶を成長させることができる。また、ＣｓＩの柱状結晶を成長させる際に冷却を挟んで複数に分けて蒸着を行っているため、冷却を挟んで形成された層間に不連続な成長が生じる。このため、蛍光体層２０に側面から光を照射すると境界面３３で光の反射が変化し、境界面３３が確認される。
【００４１】
蛍光体層２０は、ＣｓＩを積層してその厚さを制御している。その積層境界面では、結晶成長の終了表面の上に、次の蒸発ＣｓＩが付着して下地の構造を転写するかのように再度ＣｓＩの結晶成長が開始される。このため、結晶柱の周囲の境界は保持され、光のライトガイド効果は維持される。複数回の蒸着におけるＣｓＩの積層は、結晶成長としては不連続なため、断面に光を当てると屈折の作用によりそれぞれの層の界面付近に光の境界面を確認することができる。しかし、高エネルギーＸ線により発光した光の伝達にはほとんど影響を与えない。
【００４２】
図５は、ＣｓＩ厚さを変化させたときのＸ線のエネルギー吸収率の試験結果を示す表である。図６は、ＣｓＩ厚さを変化させたときのＸ線吸収率の変化を示すグラフである。ここでは、Ｘ線エネルギーとして８０、１００および２００ｋｅＶの３種類のＸ線について試験した。また、ＣｓＩ厚さは、０．４ｍｍ、１．１ｍｍ、２．０ｍｍの３種類について試験した。
【００４３】
図５および図６に示すように、エネルギーが８０ｋｅＶのＸ線では、たとえば医療用の分野に用いられるＣｓＩ厚さが０．４ｍｍのものよりもＣｓＩ厚さを厚くし、１ｍｍ以上とすることにより、Ｘ線吸収率が大幅に増大する。この傾向は、１００ｋｅＶのＸ線ではより顕著になる。
【００４４】
図７は、Ｘ線エネルギーを変化させたときのＣｓＩ蛍光層から放出される蛍光の明るさの変化を示すグラフである。ここでは、蛍光層の厚さが１．１ｍｍおよび２ｍｍの２種類について試験した。図７において縦軸は明るさの相対値である。
【００４５】
図７に示すように、Ｘ線エネルギーの増加に伴ってＣｓＩ蛍光層から放出される蛍光の明るさは増加し、あるエネルギー以上では飽和傾向となる。蛍光層厚が１．１ｍｍの場合には、１００ｋｅＶ以上で、明るさがほぼ飽和し、約２．５程度となる。蛍光層厚が２ｍｍの場合には、２００ｋｅＶ以上では明るさの増加は鈍化するが、明るさは４を超える。したがって、Ｘ線エネルギーが１００ｋｅＶ程度の場合には蛍光層厚が１ｍｍ程度以上であることが好ましく、Ｘ線エネルギーが２００ｋｅＶ程度の場合には蛍光体層厚さが２ｍｍ程度以上であることが好ましい。
【００４６】
図８は、ＣｓＩ厚さを変化させたときの解像度の変化を示すグラフである。
【００４７】
図８に示すように、ＣｓＩ厚さが増加すると解像度が低下する。したがって、解像度の観点からはＣｓＩ厚さが小さい方が望ましい。ＣｓＩ厚さは、４ｍｍ以下、より好ましくは３ｍｍ以下とすることが望ましい。
【００４８】
このことから、Ｘ線の管電圧が１００ｋＶ以上のＸ線が入射するイメージ管１０において、ＣｓＩ厚さには好ましい範囲が存在し、その範囲は１ｍｍ以上４ｍｍ以下、より好ま

しくは１ｍｍ以上３ｍｍ以下である。

【００４９】

図９は、ＣｓＩ膜厚が異なる場合のイメージ管の管電圧と相対輝度の関係を示すグラフである。

【００５０】

ＣｓＩの膜厚が０．４５ｍｍの場合には、管電圧の増加に伴い、輝度は、ほぼ直線状に緩やかに上昇する。一方、ＣｓＩの膜厚を１．５ｍｍとすると、管電圧が高くなるほど、輝度の上昇は大きくなる。したがって、工業用として実用的な２００ｋＶ以上では、非常に感度の高いイメージ管となり、高エネルギーのＸ線の検出能が高くなる。

【００５１】

このように、本実施形態によれば、イメージ管を利用してＸ線が高エネルギーの場合にも検査対象物の構造観察・形状判定をリアルタイムで行うことができる。このため、本実施形態によるイメージ管は、構造物の安全性、直接見えない金属容器内の収納物の判別などの工学分野に特に有効である。

【００５２】

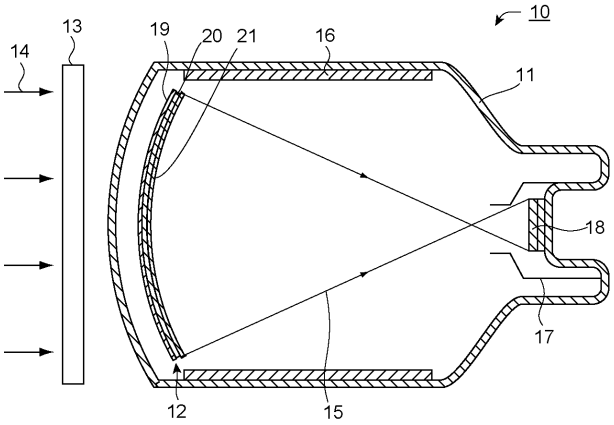
本発明の一実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

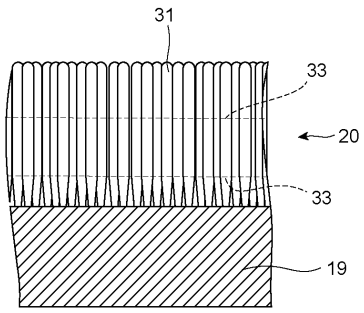
【００５３】

１０…イメージ管、１１…真空外囲器、１２…入力部、１３…被写体、１４…Ｘ線、１５…光電子、１６…加速電極、１７…集束電極、１８…出力部、１９…基板、２０…蛍光体層、２１…光電体、３１…結晶柱、３３…境界面、４０…真空槽、４１…真空槽基板、４２…排気口、４３…ボート、４４…ヨウ化セシウム、４７…ヒーター、４８…ガス導入管、４９…バリアブルリークバルブ、５０…真空計

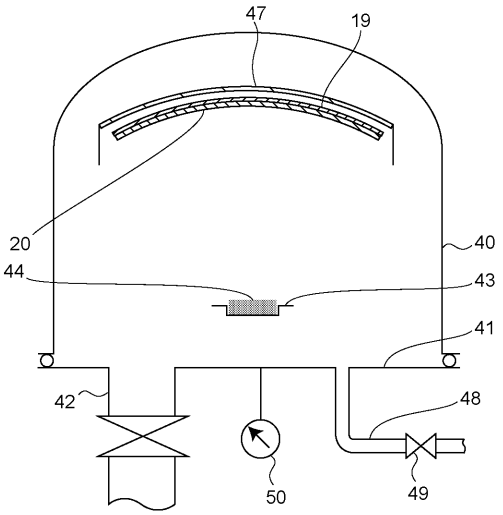
【図１】



【図２】



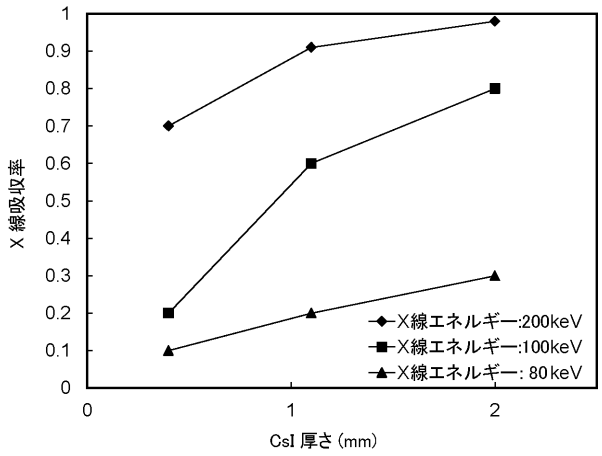
【図３】



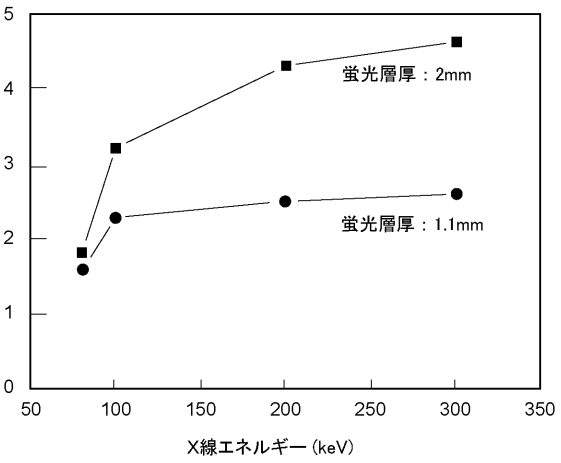
【図５】

X線エネルギー (keV)	CsI厚さ (mm)		
	0.4	1.1	2.0
80	0.1	0.2	0.3
100	0.2	0.6	0.8
200	0.7	0.91	0.98

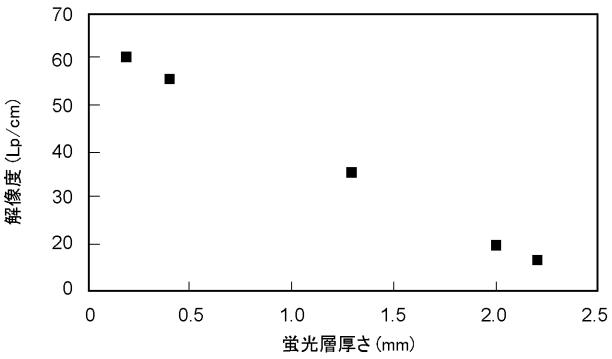
【図６】



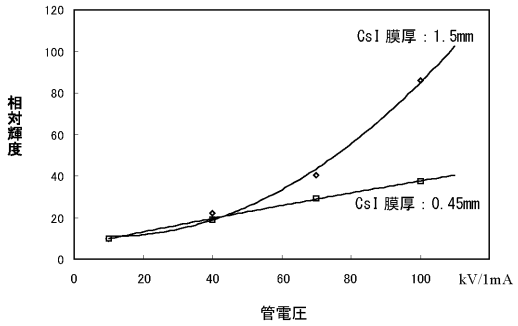
【図７】



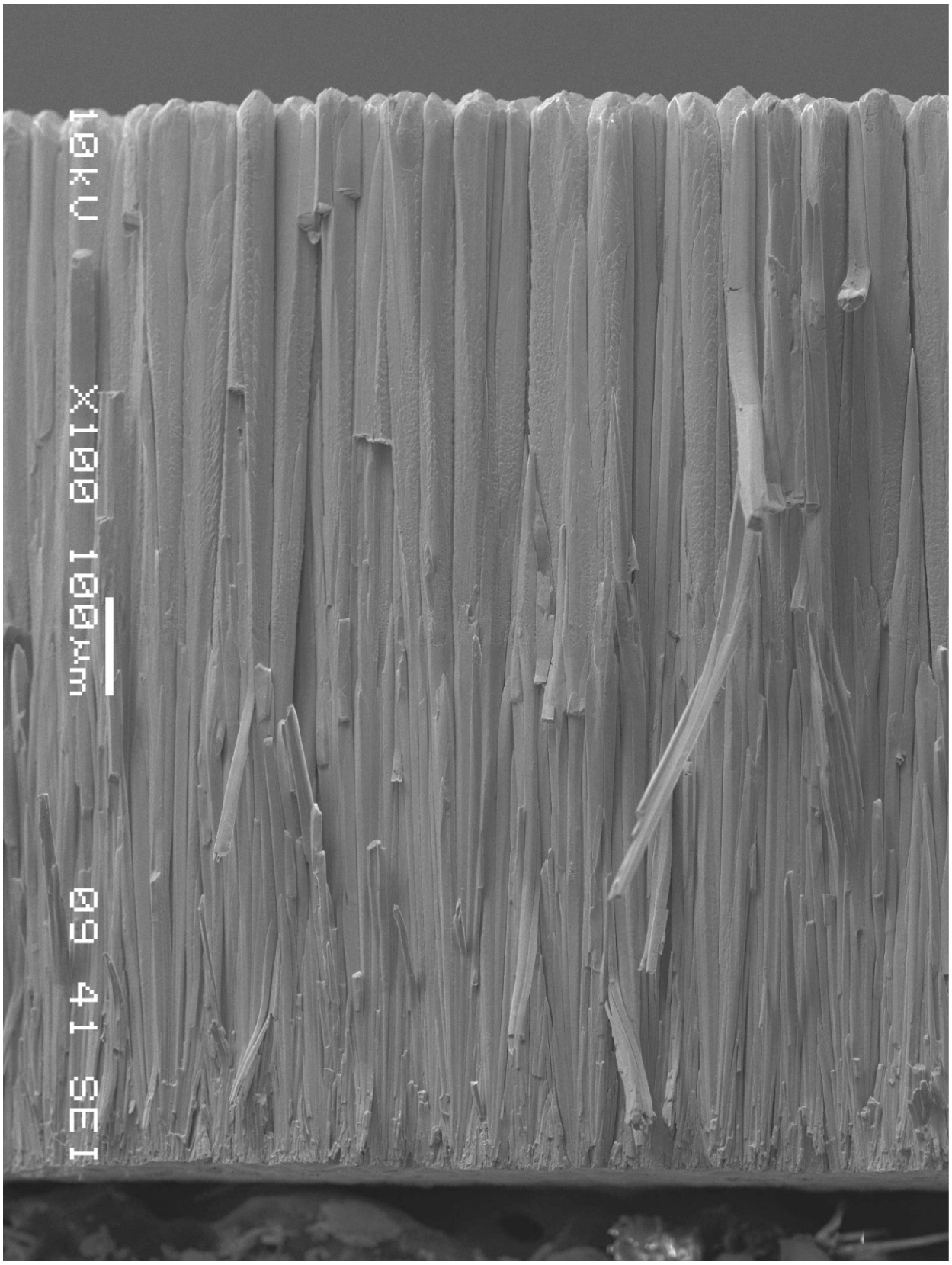
【図８】



【図９】


120
100
80
60
40
20
0
相対輝度
CsI 膜厚：1.5mm
CsI 膜厚：0.45mm
0
20
40
60
80
100
kV/1mA
管電圧

【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　野地　隆司
栃木県大田原市下石上１３８５番地　東芝電子管デバイス株式会社内

Ｆターム(参考) 5C028 KK15
5C037 GG01 GG05 GH04 GH18 GH19