

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5680943号
(P5680943)

(45) 発行日 平成27年3月4日(2015.3.4)

(24) 登録日 平成27年1月16日(2015.1.16)

(51) Int.Cl.	F I
G 2 1 K 4/00 (2006.01)	G 2 1 K 4/00 B
G 0 1 T 1/20 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 B
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	G 0 1 T 1/20 E
	G 0 1 T 1/20 G
	A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z
請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2010-256320 (P2010-256320)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成22年11月16日(2010.11.16)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-107960 (P2012-107960A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年6月7日(2012.6.7)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成25年10月7日(2013.10.7)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 シンチレータ、放射線検出装置および放射線撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線を光に変換するシンチレータ層を含むシンチレータであって、

前記シンチレータ層は、前記シンチレータ層の輪郭の一部を構成する第1端部と、前記輪郭の他の一部を構成する第2端部とを含み、前記第1端部と前記第2端部とは、前記シンチレータ層の中心から見て互いに反対側に位置し、前記シンチレータ層は、更に、前記シンチレータ層の前記輪郭における前記第1端部と前記第2端部とを接続する部分を構成する第3端部を含み、

放射線を光に変換する効率が、前記第1端部から前記第2端部に向かって連続的に低くなっており、且つ、前記第1端部から前記第3端部に向かって連続的に低くなっている、
ことを特徴とするシンチレータ。

【請求項 2】

前記シンチレータ層の厚さが前記第1端部から前記第2端部に向かって小さくなっている、

ことを特徴とする請求項1に記載のシンチレータ。

【請求項 3】

前記シンチレータ層は、主剤と付活剤とを含み、前記主剤に対する前記付活剤の比率が前記第1端部から前記第2端部に向かって大きくなっている、

ことを特徴とする請求項1に記載のシンチレータ。

【請求項 4】

前記シンチレータ層は、柱状結晶構造を有し、前記柱状結晶構造における柱状結晶の径が前記第 1 端部から前記第 2 端部に向かって小さくなっている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のシンチレータ。

【請求項 5】

放射線を光に変換する効率が、前記第 1 端部の中心から前記第 2 端部及び前記第 3 端部に向かって連続的に低くなっている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のシンチレータ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のシンチレータと、

前記シンチレータに放射線が入射することによって前記シンチレータの前記シンチレータ層が発生する光を検出する光電変換素子アレイを含むセンサパネルと、

を備えることを特徴とする放射線検出装置。

【請求項 7】

請求項 6 の放射線検出装置と、

放射線源と、

を備えることを特徴とする放射線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シンチレータ、放射線検出装置および放射線撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、乳房を挟み込んで X 線撮影を行うマンモグラフィーに関するもので、同文献には、複数のフォトダイオードを二次元状に配置した光感応部と、該光感応部の上に配置されたシンチレータ層とを備える放射線イメージセンサが記載されている。シンチレータ層は、タリウム (Tl) がドーピングされたヨウ化セシウム (CsI) の柱状結晶構造を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 214800 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

マンモグラフィーでは、軟部組織である乳房の中の病巣を識別するために、組織間における吸収差が大きい低エネルギーの X 線が使用される。特に、モリブデン X 線管にモリブデンフィルタを組み合わせることによって、特性 X 線を含む単色に近い X 線が発生することができ、このような X 線を使用することによってコントラストの良い画像を得ることができる。

【0005】

マンモグラフィーでは、乳房を放射線イメージセンサが組み込まれた撮影台に乗せ、乳房を圧迫板で上方から圧迫した状態で乳房に上方から X 線を照射する。乳房では X 線が吸収されるが、乳房外では X 線が吸収されずにシンチレータに入射する。シンチレータに入射した X 線は、シンチレータによって光に変換されて、その下に配置された光検出器によって光電変換される。光検出器の出力は、乳房の領域では低く、乳房外の領域では高くなる。そのために、ハレーションが発生し、出力の低い乳房の領域がハレーションの影響を受け、白くボケたり、コントラストが損なわれたりして、的確な画像診断ができなくなる可能性がある。

【0006】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、マンモグラフィーにおけ

10

20

30

40

50

る画質の向上に有利な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の 1 つの側面は、放射線を光に変換するシンチレータ層を含むシンチレータに係り、前記シンチレータ層は、前記シンチレータ層の輪郭の一部を構成する第 1 端部と、前記輪郭の他の一部を構成する第 2 端部とを含み、前記第 1 端部と前記第 2 端部とは、前記シンチレータ層の中心から見て互いに反対側に位置し、前記シンチレータ層は、更に、前記シンチレータ層の前記輪郭における前記第 1 端部と前記第 2 端部とを接続する部分を構成する第 3 端部を含み、放射線を光に変換する効率が、前記第 1 端部から前記第 2 端部に向かって連続的に低くなっており、且つ、前記第 1 端部から前記第 3 端部に向かって連続的に低くなっている。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、マンモグラフィーにおける画質の向上に有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の好適な実施形態の放射線撮影装置の基本構成を示す図。

【図 2】本発明の第 1 実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

【図 3】本発明の第 1 実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

20

【図 4】本発明の第 1 実施例の放射線検出装置のシンチレータ層を形成するために好適な蒸着装置の構成を模式的に示す図。

【図 5】本発明の第 1 実施例の放射線検出装置のシンチレータ層を形成するために好適な蒸着装置の構成を模式的に示す図。

【図 6】本発明の第 2 実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

【図 7】本発明の第 2 実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

【図 8】本発明の第 2 実施例の放射線検出装置のシンチレータ層を形成するために好適な蒸着装置の構成を模式的に示す図。

【図 9】本発明の第 3 実施例の放射線検出装置の構成を示す図。

【図 10】シンチレータ層の構成を模式的に示す図。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

図 1 を参照しながら本発明の好適な実施形態の放射線撮影装置 M G の基本構成および放射線撮影装置 M G による乳房 2 0 の撮影方法を説明する。放射線撮影装置 M G は、撮影台（匡体）2 5 と、圧迫板 2 6 と、放射線源 1 0 とを備える。撮影台 2 5 の上に被験者 2 7 の乳房 2 0 を載せて、乳房 2 0 をその上方から圧迫板 2 6 によって圧迫し、圧迫板 2 6 を通して放射線源 1 0 によって乳房 2 0 に放射線（X 線）を照射する。乳房 2 0 を透過した放射線は撮影台 2 5 に入射する。撮影台 2 5 には、放射線検出装置 1 0 0 が組み込まれている。放射線検出装置 1 0 0 は、放射線を光に変換するシンチレータ層 2 3 と、シンチレータ層 2 3 によって変換された光を検出する光電変換素子アレイ 2 2 とを含む。

40

【 0 0 1 1 】

光電変換素子アレイ 2 2 は、例えば、ガラス基板等の基板 2 1 の上に形成されうる。シンチレータ層 2 3 は、図 10 に模式的に示すように、光電変換素子アレイ 2 2 の上に絶縁層 2 9 を介して形成されうる。シンチレータ層 2 3 は、保護層 2 4 で覆われうる。シンチレータ層 2 3 は、多数の柱状結晶体 9 0 の集合からなる柱状結晶構造を有しうる。シンチレータ層 2 3 は、例えば、主剤であるヨウ化セシウム（C s I）と付活剤を含むヨウ化タリウム（T l I）とを同時に蒸発させることにより形成することができる。シンチレータ層 2 3 は、シンチレータ層 2 3 の輪郭の一部を構成する第 1 端部 E 1 と、シンチレータ層 2 3 の当該輪郭の他の一部を構成する第 2 端部 E 2 とを含む。なお、シンチレータ層 2 3 の輪郭とは、シンチレータ層 2 3 の面のうち最も大きい面（基板 2 1 の主面 M S に平行な

50

面)における輪郭を意味する。第1端部E1と第2端部E2とは、シンチレータ層23の中心から見て互いに反対側に位置する。第1端部E1は、被験者27の側の端部である。

【0012】

放射線を光に変換する効率は、第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなっている。ここで、放射線を光に変換する効率が高いことは、シンチレータ層23に一定エネルギーの放射線が入射したときにシンチレータ層23で発生する光のエネルギーが大きいことを意味する。放射線を光に変換する効率が低いことは、シンチレータ層23に一定エネルギーの放射線が入射したときにシンチレータ層23で発生する光のエネルギーが小さいことを意味する。放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなった構成によれば、乳房を透過しないで放射線検出装置100に入射する放射線によるハレーションの発生を抑制することができ、これによりコントラストの高い画像を得ることができる。放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなる構成は、例えば、該効率が緩やかな変化を有する構成でありうる。放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなる構成は、あるいは、第1端部E1から第2端部E2の間を例えば5から10程度の複数の領域に分割したときに領域間で平均効率が異なる構成でありうる。

【0013】

図2、図3を参照しながら本発明の第1実施例の放射線検出装置100の構成を説明する。ここで、図2に示す放射線検出装置100におけるシンチレータ層23に付されたグラデーションにおいて、濃い色は厚さが厚いことを示し、薄い色は厚さが薄いことを示している。図3は、図2に示す放射線検出装置100をB-B'線で切断した断面図である。シンチレータ層23は、例えば、主剤であるヨウ化セシウム(CsI)と付活剤を含むヨウ化タリウム(TlI)とを同時に蒸発させることにより形成することができ、第1実施例では、シンチレータ層23の厚さは、第1端部E1から第2端部E2に向かって(矢印A1に示す方向に向かって)小さくなっていて、これにより、放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなった構成が実現されている。シンチレータ層23の厚さは、図2、図3に模式的に示されるように第1端部E1から第2端部E2に向かって連続的に小さくなっていてもよいし、図示されていないが、第1端部E1から第2端部E2に向かって段階的に小さくなっていてもよい。シンチレータ層23の厚さを段階的に変化させる方法としては、例えば、シンチレータ層23の形成処理の期間の一部の期間においてシンチレータ層23を形成すべき領域を遮蔽板によって遮蔽する方法を挙げることができる。

【0014】

シンチレータ層23は、シンチレータ層23の輪郭における第1端部E1と第2端部E2とを接続する部分を構成する第3端部E3を更にも含む。放射線を光に変換する効率は、第1端部E1から第3端部E3に向かって(矢印A2に示す方向に向かって)低くなっていることが好ましい。

【0015】

図4は、本発明の第1実施例の放射線検出装置100のシンチレータ層23を形成するために好適な蒸着装置31の構成を模式的に示している。蒸着装置31は、主剤であるヨウ化セシウム(CsI)を支持するポート32と、付活剤を含むヨウ化タリウム(TlI)を支持するポート33と、光電変換素子アレイ22が形成された1又は複数の基板21を保持する保持部34とを含む。図5は、保持部34によって保持される基板21を模式的に示している。保持部34は、基板21を保持した状態で回転軸AXの周りで回転する。基板21は、第1端部E1を形成すべき位置が回転軸AXに近い位置となり、第2端部E2を形成すべき位置が回転軸AXから遠い位置となるように保持部34によって保持されて、保持部34の回転に伴って公転する。ポート32、33は回転軸AXの近くに配置されうる。基板21を公転させながらポート32、33を加熱することによって、ヨウ化セシウム(CsI)およびヨウ化タリウム(TlI)が蒸発して飛散し、これらが基板21に蒸着されてシンチレータ層23が形成される。これによって、第1端部E1から

第2端部E2に向かって厚さが連続的に小さくなったシンチレータ層23が形成される。また、シンチレータ層23の厚さは、第1端部E1から第3端部E3に向かっても連続的に小さくなりうる。

【0016】

シンチレータ層23は、蒸着装置31によって形成されるシンチレータ層23の柱状結晶構造における柱状結晶の径dは、第1端部E1から第2端部E2に向かって小さくなりうる。第1端部E1より第2端部E2に向かって単位面積あたりの柱状結晶の密度が小さいということも言える。このような構成は、蒸着時の温度を第1端部E1より第2端部E2に向かって低くすることなどで可能となる。このような構成は、放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなる特性に寄与する。

10

【0017】

蒸着装置31によって形成されるシンチレータ層23の柱状結晶構造における柱状結晶の軸方向saxと基板21の主面MSの法線nとがなす角度は(図10参照)、第2端部E2から第1端部E1に向かって大きくなりうる。これは、柱状結晶の成長方向(つまり、柱状結晶の軸方向sax)と基板21の主面MSの法線nとがなす角度は、第2端部E2から第1端部E1に向かって大きくなるからである。この構成は、放射線源のカソードから空間的に広がりを持って放射線が出射される場合に特に有効である。この角度は、放射線源10から出射した放射線の方角とシンチレータ層23の柱状結晶の軸方向が平行に近くなり、ある部分の放射線が他の柱状結晶体に入射する確率が小さくなるため、良好な解像度特性に寄与する。

20

【0018】

図6、図7を参照しながら本発明の第2実施例の放射線検出装置100の構成を説明する。図7は、図6に示す放射線検出装置100をB-B'線で切断した断面図である。ここで、図7に示す放射線検出装置100におけるシンチレータ層23に付されたグラデーションにおいて、濃い色は付活剤(タリウム)を添加したヨウ化セシウムに対する付活剤(タリウム)の比率が大きいことを示し、薄い色は該比率が小さいことを示している。シンチレータ層23に付されたグラデーションは、シンチレータ層の付活剤の濃度の大小関係とも言える。第2実施例では、付活剤(タリウム)を添加したヨウ化セシウムに対する付活剤の比率が第1端部E1から第2端部E2に向かって(矢印A1に示す方向に向かって)大きくなっている。ここで、付活剤の比率の範囲は、該比率が大きくなることによって放射線を光に変換する効率が低くなる範囲とされている。例えば、付活剤の濃度が1.5mol%以上3.0mol%以下の範囲であれば、付活剤の濃度が大きいほど放射線を光に変換する効率が低くなる。これにより、放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなった構成が実現されている。付活剤(タリウム)を添加したヨウ化セシウムに対する付活剤の比率は、例えば、図7に模式的に示されるように第1端部E1から第2端部E2に向かって連続的に大きくなりうる。付活剤(タリウム)を添加したヨウ化セシウムに対する付活剤の比率は、あるいは、図示されていないが、第1端部E1から第2端部E2に向かって段階的に大きくなりうる。主剤に対する付活剤の比率を段階的に変化させる方法としては、例えば、シンチレータ層23の形成処理の期間の一部の期間においてシンチレータ層23を形成すべき領域を遮蔽板によって遮蔽する方法を挙げることができる。

30

40

【0019】

ここで、主剤であるヨウ化セシウム(CsI)と付活剤を含むヨウ化タリウム(TlI)とを光電変換素子アレイ22が形成された基板21に蒸着した後にアニールが実施される。このアニールにおいて、第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなる温度分布を形成することが、放射線を光に変換する効率が第1端部E1から第2端部E2に向かって低くなる構成を形成するために有利である。

【0020】

放射線を光に変換する効率は、第1端部E1から第3端部E3に向かって(矢印A2に示す方向に向かって)低くなっていることが好ましい。これは、主剤に対する付活剤の比

50

率が第1端部E1から第3端部E3に向かって(矢印A2に示す方向に向かって)大きくなることによって実現されうる。

【0021】

図8は、第2実施例の放射線検出装置100のシンチレータ層23を形成するために好適な蒸着装置35の構成を模式的に示している。蒸着装置35は、付活剤(タリウム)を添加したヨウ化セシウム(CsI)を支持する複数のポート32、付活剤を含むヨウ化タリウム(TlI)を支持するポート33、光電変換素子アレイ22が形成された1又は複数の基板21を保持する保持部34を含みうる。図5は、保持部34によって保持される基板21を模式的に示している。ここで、複数のポート32は、これによって加熱され蒸発した主剤であるヨウ化セシウム(CsI)が基板21に対して均一な膜厚で蒸着されるように配置されうる。ポート33は、シンチレータ層に対する付活剤の比率が第1端部E1から第2端部E2に向かって大きくなるシンチレータ層23が形成するように配置されうる。ポート33は、例えば、回転軸AXから離れた位置、好ましくは、公転する基板21よりも外側に配置されうる。

10

【0022】

本実施例においては、シンチレータ層に対する付活剤の比率が第1端部E1から第2端部E2に向かって大きくなるシンチレータ層23を説明したが、第1端部E1から第2端部E2に向かって小さくなるシンチレータ層23も可能である。この場合、付活剤の濃度が1.5mol%より小さい範囲が好ましく、この範囲であれば付活剤の濃度が小さいほど放射線を光に変換する効率が小さくなる。

20

【0023】

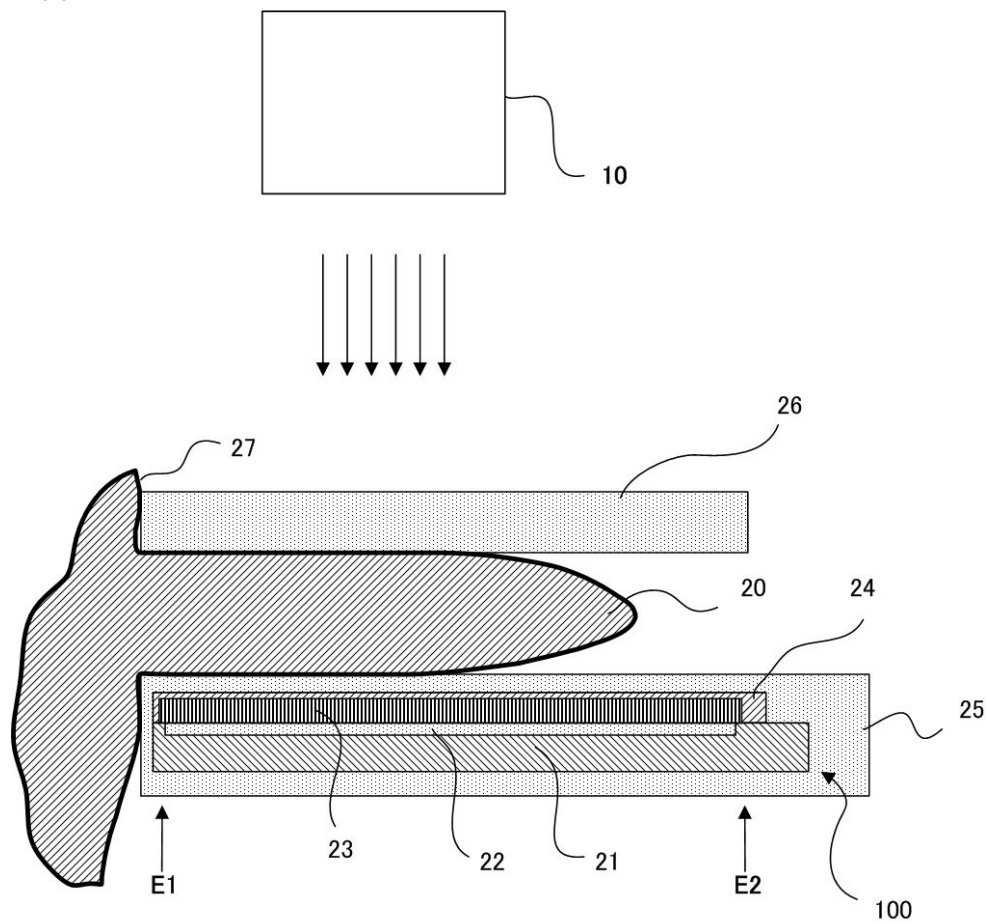
第1実施例および第2実施例では、基板21に形成された光電変換素子アレイ22の上に絶縁層を介してシンチレータ層23を成長させている。しかしながら、本発明は、これに限定されず、シンチレータ層23を含むシンチレータと光電変換素子アレイ22を含むセンサパネルとを別個に製造した後にこれらを結合してもよい。放射線検出装置100は、図9(a)に例示するシンチレータ(或いは、シンチレータパネルとも呼ばれうる。)50と図9(b)に例示するセンサパネル60とを別個に製造した後に、シンチレータ50とセンサパネル60とを結合することによって製造されてもよい。図9(c)には、シンチレータ50とセンサパネル60とを結合することによって製造された放射線検出装置100が例示されている。

30

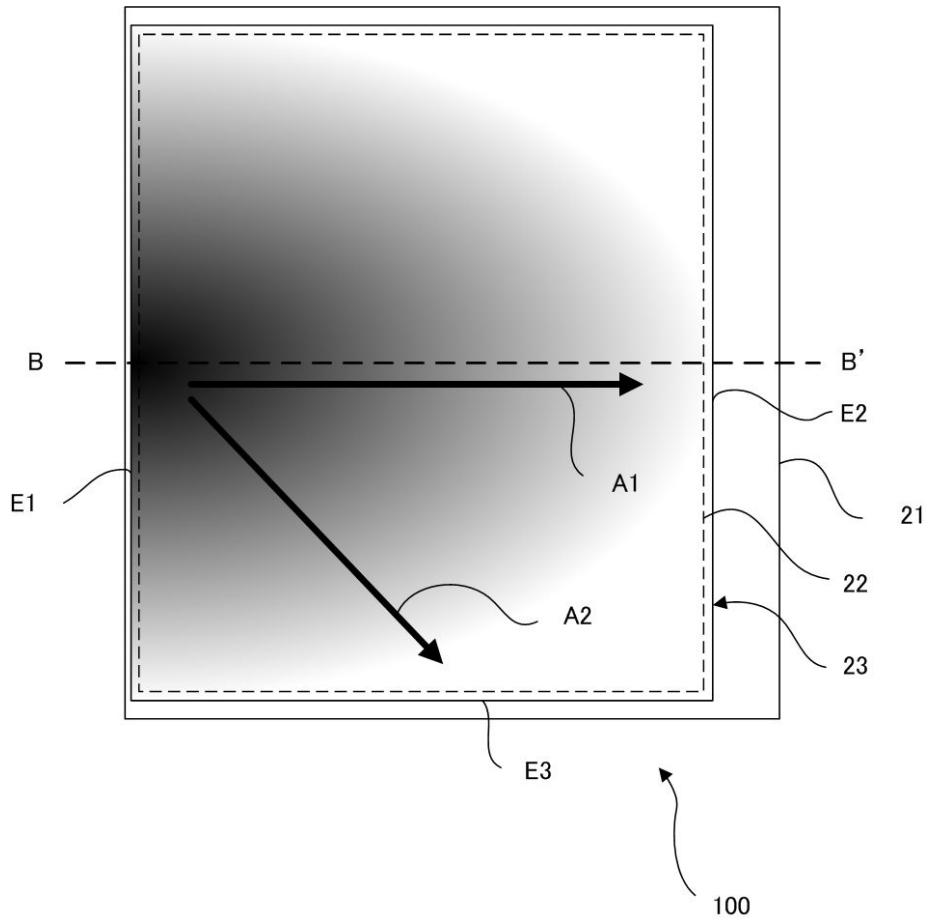
【0024】

シンチレータ50は、例えば、シンチレータ層23と、シンチレータ層23を支持する基板41と、少なくともシンチレータ層23を覆う保護層43とを含みうる。シンチレータ50は、更に、光を反射する反射層42を含みうる。シンチレータ層23の構成は、本発明の構成、例えば、第1実施例または第2実施例の構成に従いうる。反射層42は、例えば、基板41とシンチレータ層23との間に配置されて、シンチレータ層23への光の入射を防止する。センサパネル60は、例えば、基板21と、基板21に形成された光電変換素子アレイ22と、光電変換素子アレイ22を覆う絶縁層29とを含みうる。

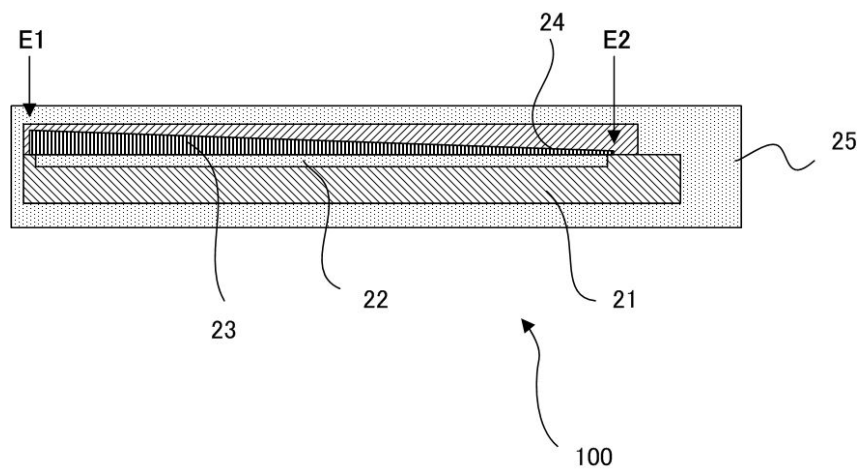
【図 1】

MG

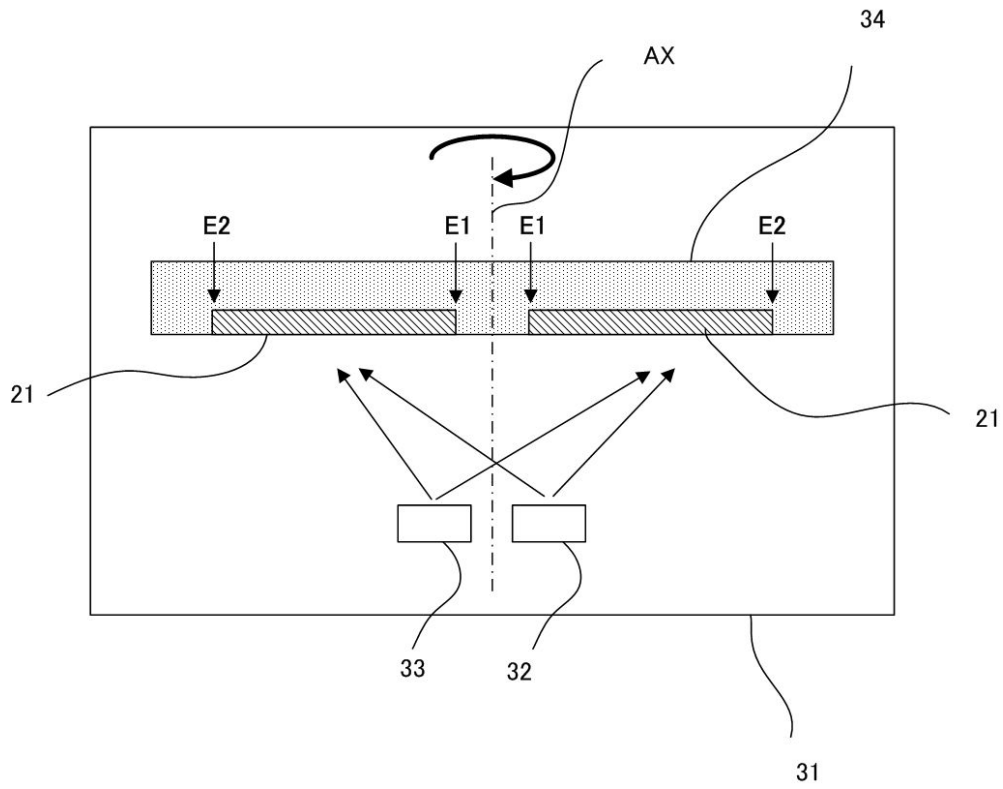
【図2】



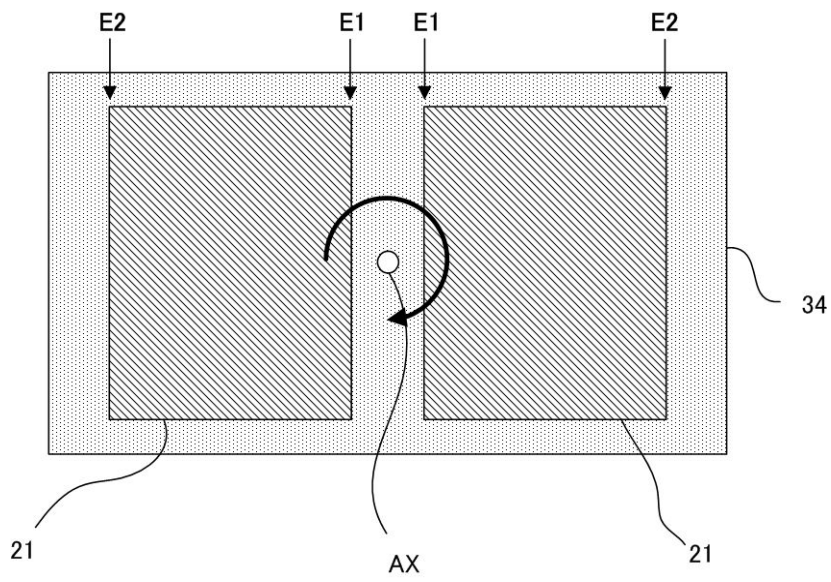
【図3】



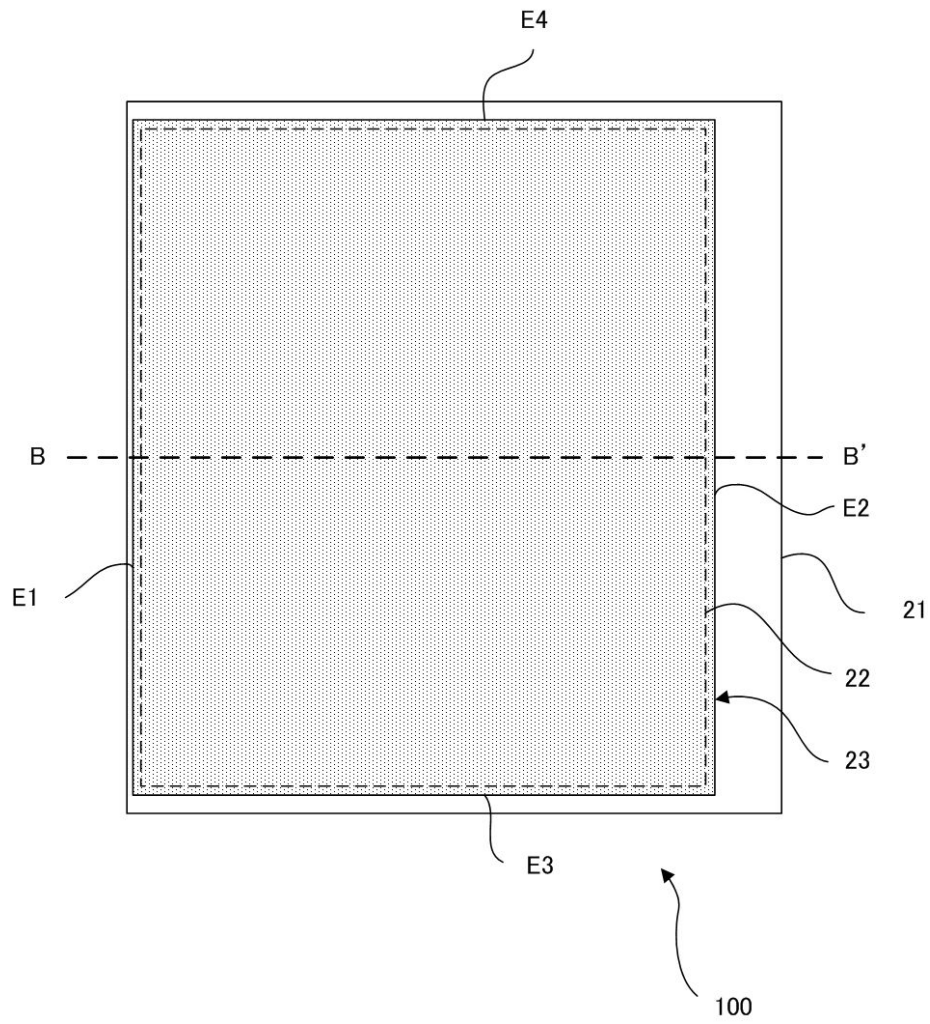
【図4】



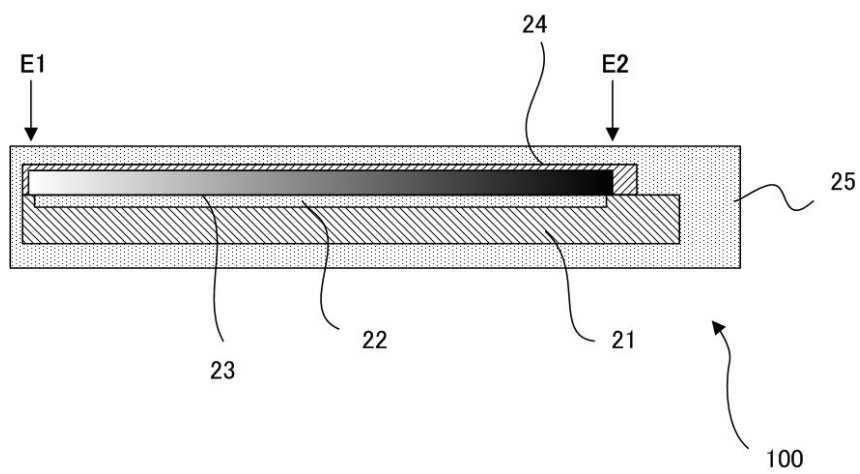
【図5】



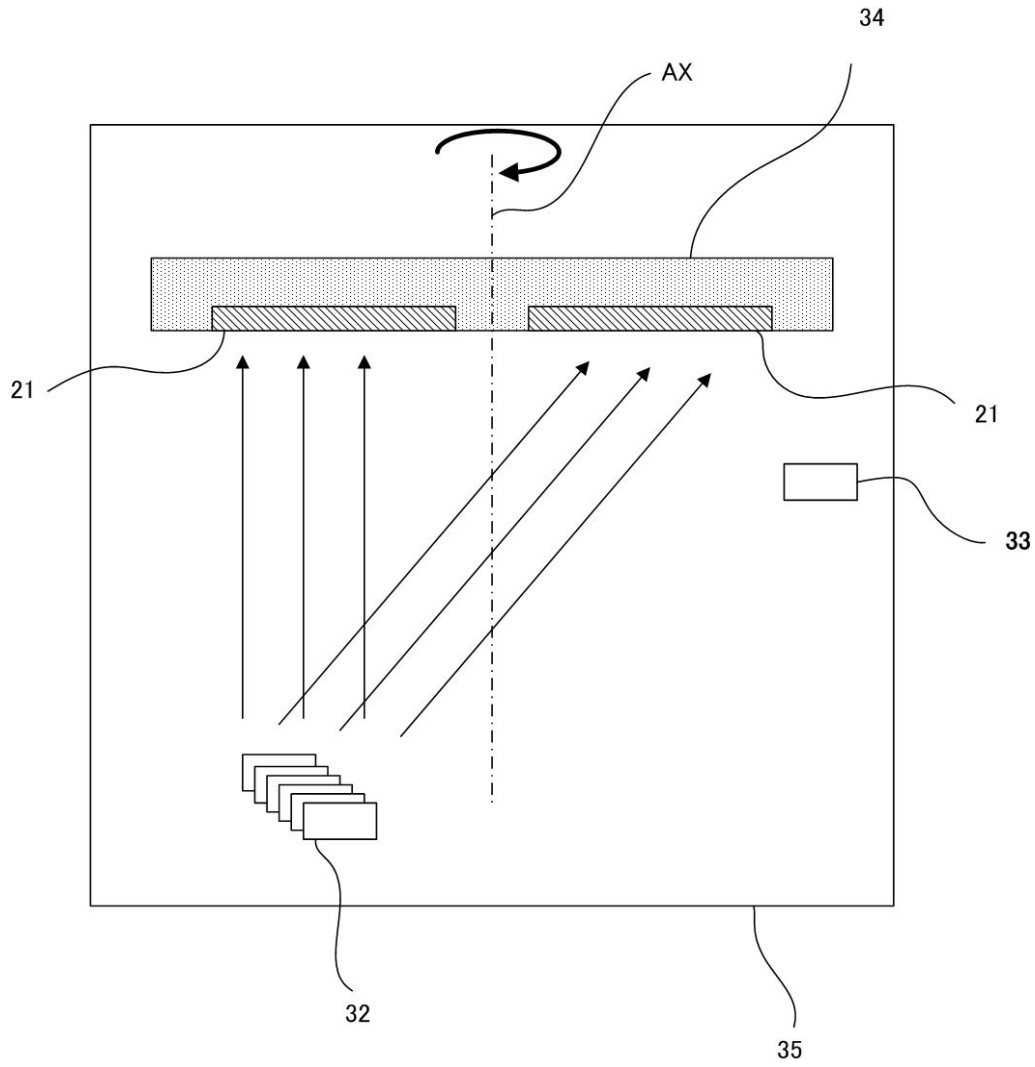
【図 6】



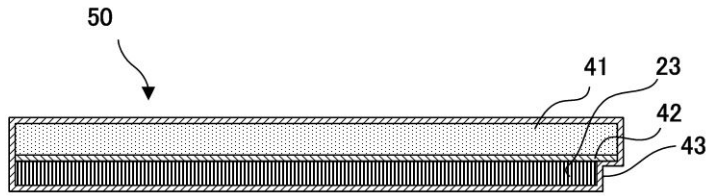
【図 7】



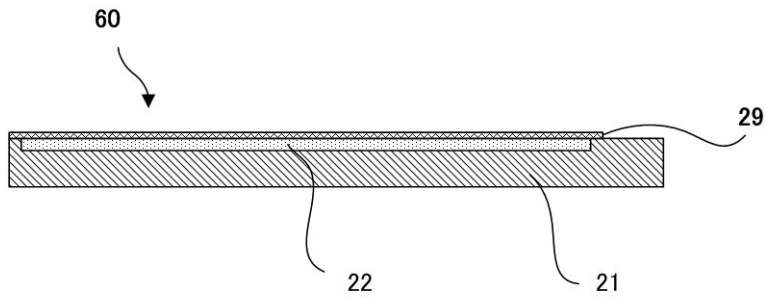
【図 8】



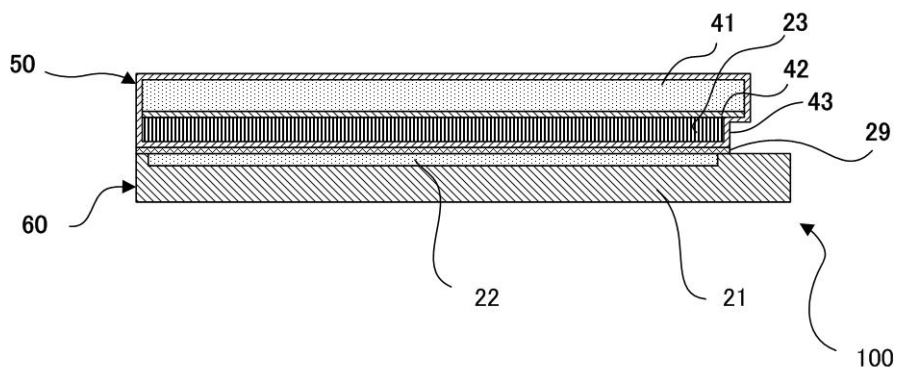
【図 9】



(a)

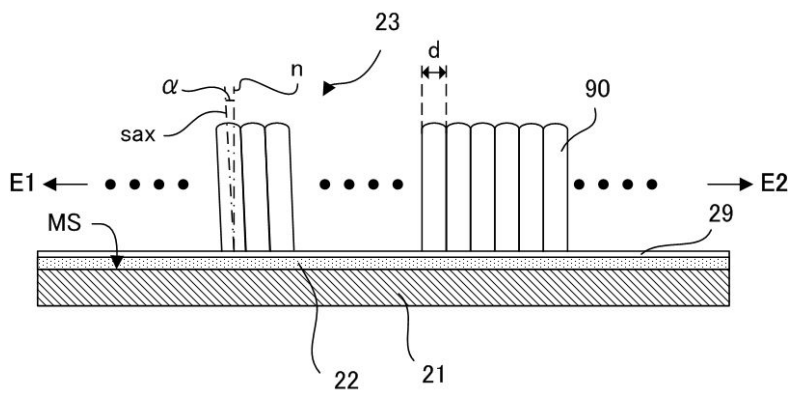


(b)



(c)

【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 B 6/00 3 0 0 Q

- (72)発明者 井上 正人
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 秋山 正喜
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 竹田 慎市
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 澤田 覚
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 石井 孝昌
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 武井 大希
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 林 靖

- (56)参考文献 特開昭62-137596(JP,A)
国際公開第2006/080206(WO,A1)
特開2003-262673(JP,A)
実開平03-110400(JP,U)
特開2004-202119(JP,A)
特開2004-301777(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0130830(US,A1)
特開2007-232636(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0205371(US,A1)
特開平03-086154(JP,A)
特表2013-538668(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 1 / 0 0 - 7 / 1 2
G 2 1 K 4 / 0 0
A 6 1 B 6 / 0 0