(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2005-536736
(P2005-536736A)
(43)公表日　平成17年12月2日(2005.12.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
G01T 1/20	G01T 1/20	B	2G088
G01T 1/161	G01T 1/20	G	4M118
H01L 27/14	G01T 1/161	C	
	G01T 1/161	E	
	H01L 27/14	K	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 13 頁）

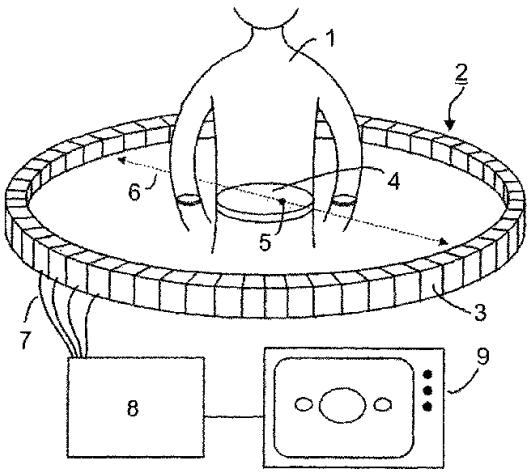
(21)出願番号　特願2004-530455 (P2004-530455)
(86)(22)出願日　平成15年8月14日 (2003.8.14)
(85)翻訳文提出日　平成17年1月31日 (2005.1.31)
(86)国際出願番号　PCT/IB2003/003614
(87)国際公開番号　WO2004/019059
(87)国際公開日　平成16年3月4日 (2004.3.4)
(31)優先権主張番号　10238398.7
(32)優先日　平成14年8月22日 (2002.8.22)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(71)出願人　590000248
コーニンクレッカ　フィリップス　エレクトロニクス　エヌ　ヴィ
Ｋｏｎｉｎｋｌｉｊｋｅ　Ｐｈｉｌｉｐｓ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ　Ｎ．Ｖ．
オランダ国　５６２１　ベーアー　アインドーフェン　フルーネヴァウツウェッハ　１
Ｇｒｏｅｎｅｗｏｕｄｓｅｗｅｇ　１，５６２１　ＢＡ　Ｅｉｎｄｈｏｖｅｎ，Ｔｈｅ　Ｎｅｔｈｅｒｌａｎｄｓ
(74)代理人　100087789
弁理士　津軽　進
(74)代理人　100114753
弁理士　宮崎　昭彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像及び／又は投影図を生成する装置

(57)【要約】
本発明は、入力放射線の検出のための装置を含む画像及び／又は投影図を生成する装置に関するものである。入力放射線の検出のための装置は、入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサを有している。Pr^{3+}により活性化されるシンチレータは、短い励起及び崩壊時間を有する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
イメージング法により画像及び／又は投影図を生成する装置であって、入力放射線の検出のための装置を含み、前記入力放射線の検出のための装置は、前記入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサと光信号を電気信号に変換するフォトダイオードとを有する少なくとも１つの捕捉素子を含む装置。
【請求項２】
前記Pr^{3+}により活性化されるシンチレータが、$LaPO_4$：Pr、LuF_3：Pr、$LuCl_3$：Pr、$LuBr_3$：Pr、$(Lu_{1-x}Y_x)PO_4$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)SiO_5$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)Si_2O_7$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)BO_3$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）及び$Ca_{1-2y}Li_2SiO_4$：Pr_yNa_y（$0.001 \leqq y \leqq 0.2$）の群から選択されたことを特徴とする請求項１記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項３】
前記イメージング法としてＰＥＴ法を実行するように設けられたことを特徴とする請求項１又は２記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項４】
前記イメージング法としてＳＰＥＣＴ法を実行するように設けられたことを特徴とする請求項１又は２記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項５】
Ｘ線により前記イメージング法を実行するように設けられたことを特徴とする請求項１又は２記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項６】
紫外線により励起され得る発光物質を含有するカラーコンバータが、前記入力放射線の検出のための装置における前記センサと前記フォトダイオードとの間に配されたことを特徴とする請求項１ないし５のいずれか１項に記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項７】
前記カラーコンバータが、紫外線により励起され得る前記発光物質をドープされたポリマ光ガイドを有することを特徴とする請求項６記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項８】
前記カラーコンバータが、ポリマ光ガイドと紫外線により励起され得る前記発光物質を伴う分離した層とを有することを特徴とする請求項６記載の画像及び／又は投影図を生成する装置。
【請求項９】
入力放射線の検出のための装置であって、前記入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサと光信号を電気信号に変換するフォトダイオードとを有する少なくとも１つの捕捉素子を含む装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、イメージング法により画像及び／又は投影図を生成する装置であって、入力放射線を変換するセンサと光信号を電気信号に変換するフォトダイオードとを有する少なくとも１つの捕捉（acquisition）素子を含む入力放射線の検出のための装置を含む装置に関する。本発明は、また、入力放射線の検出のための装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
断層撮影法は、医療のＸ線診断の分野において利用されるスライスイメージング法である。この方法によると、受診者が固定されたままである一方、対向する方向において管及

びフィルムの連動する動きが起こる。所与の選択された深さの領域はフィルム上に鮮明に投影されるのに対して、被写体のより高く又はより深くに位置する部分は連続的に変化する投影図のためにぼかされる。

【０００３】

Ｘ線断層撮影法では、受診者の体の所与のスライスによるＸ線の減衰が、異なる投影方向において複数の検出器を用いて測定される。この目的のために、Ｘ線管と隔壁とにより狭いＸ線ビーム（ファンビーム）が形成される。このビームは、体の当該部分を横切り、身体内の種々の構造（例えば、皮膚、脂肪、筋肉、臓器、骨）により異なる度合いで減衰する。

【０００４】

Ｘ線管と正確に反対の位置に、減衰した信号を受け取り、その信号を評価のためにコンピュータに伝達するように電気的に処理する複数の検出器が配される。続いて、上記Ｘ線管及び対向して位置する検出器が、受診者の周りを更にわずかに回転する。

【０００５】

その後、上述した手順が繰り返される。同じスライス部の様々な映像（投影図）が生成され、コンピュータにおいてグレースケール画像に変換される。この画像は、表示スクリーン又はＸ線フィルム上で見られ、評価される。この技術は、通常のＸ線技術により生成される画像よりも非常に大きいコントラストを含む画像をもたらす。

【０００６】

断層撮影法の原理に基づく他の方法は、エミッションコンピュータ断層撮影法（ＥＣＴ）と呼ばれ、一時的に取り入れられる放射線核種の各スライス部における測定（シンチグラフィ）に基づくものである。その場合、^{15}Ｏ－二酸化炭素若しくは^{68}Ｇｅからの陽電子の放出が測定される（陽電子放射コンピュータ断層診断法又はＰＥＴ）か、又は^{99m}Ｔｃ若しくは^{123}Ｉからの光子の放出が測定される（単光子放射コンピュータ断層撮影法又はＳＰＥＣＴ）。そのような原子力を利用した医療の断層撮影方法には、純粋な形態学を超え、生理学上の事象もできる限り投影する情報を伴う断層撮影で生成される画像のビューアを与えるという利点がある。

【０００７】

現代のコンピュータ断層撮影法では、直接的なコンバータ（例えば、キセノンガス検出器）及びシンチレーション検出器の２つの基本的なタイプの放射線検出器が区別され得る。シンチレーション材料（シンチレータ）により作られるソリッドステート検出器の場合、励起後に発せられる可視光はフォトダイオードにより集められる。Ｘ線コンピュータ断層撮影法では、ソリッドステート検出器は、タングステン酸カドミウム（$CdWO_4$）又は希土酸化物を主成分とする材料のいずれか一方を含んでいる。頻繁に用いられるシンチレータは、例えばLu_2SiO_5：Ｃｅ又はGd_2SiO_5：ＣｅのようなCe^{3+}がドープされた材料である。ＰＥＴ法又はＳＰＥＣＴ法では、よく用いられるシンチレータはＮａＩ：Ｔｌ又はゲルマニウム酸ビスマス$Bi_4Ge_3O_{12}$（ＢＧＯ）である。Ce^{3+}がドープされた材料の形態のシンチレータを備えた検出器は、例えばＥＰ１００４８９９公報から知られている。

【０００８】

シンチレータは、幾つかの条件を満たす必要がある。例えば、シンチレータは、高い密度、高い発光効率、短い励起及び崩壊時間を持たなければならない。

【０００９】

ＮａＩ：Ｔｌの崩壊時間τは２５０ｎｓになり、ＢＧＯの崩壊時間τは３００ｎｓになり、Lu_2SiO_5：Ｃｅの崩壊時間τは４０ｎｓになり、Gd_2SiO_5：Ｃｅの崩壊時間τは５６ｎｓになる。多くのアプリケーションに関して、更に短い崩壊時間を持つシンチレータを用いることが望ましい。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

従って、本発明の目的は、より短い崩壊時間τを持つシンチレータを有する断層撮影のための装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

この目的は、イメージング法により画像及び／又は投影図を生成する装置であって、入力放射線の検出のための装置を含み、この入力放射線の検出のための装置が、上記入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサと光信号を電気信号に変換するフォトダイオードとを有する少なくとも１つの捕捉素子を含む装置により達成される。

【００１２】

Pr^{3+}により活性化されるシンチレータは、２５ｎｓ未満の範囲の短い崩壊時間τを持ち、従って、この崩壊時間τはCe^{3+}により活性化されるシンチレータの崩壊時間よりも非常に短い。

【００１３】

短い崩壊時間τのために、入力放射線の強度の決定の間において積分時間が短くなり、画像及び／又は投影図を生成するための画像速度が著しく大きくされ得る。大きくなった画像速度のために、アーチファクト、例えばシャドー画像の発生が少なくなる。また、より短い時間内により多くの単一画像が測定され得るので、受診者に対して検査時間が短くなる。

【００１４】

請求項２に従って有利に選択されるPr^{3+}により活性化されるシンチレータは、短い励起時間及び短い崩壊時間τを持つ。また、これらのシンチレータは、Ｘ線又はγ量子による励起に応じて紫外線を発する。

【００１５】

請求項３ないし５に従って有利に選択されるイメージング法に関して、シンチレータが短い崩壊時間を持ち、従って、高い画像速度を可能にすることは重要である。ＰＥＴ法に関して時間窓がとりわけ大きく重要であり、入力放射線を決定する装置において短い崩壊時間を持つシンチレータを利用することは特に有利である。

【００１６】

請求項６ないし８に従う有利な形態は、画像の分析のために入力放射線のより大きな部分を使用することを可能にする。紫外線により励起され得る発光物質は、シンチレータにより発光される紫外線を吸収し、フォトダイオードのスペクトル感度に適合する長波長の放射線に変換する。その結果、シンチレータの発光スペクトルとフォトダイオードの感度スペクトルとのオーバーラップが最大であり、フォトダイオードは最大の量子効率で動作し得る。

【００１７】

本発明は、また、入力放射線の検出のための装置であって、上記入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサと光信号を電気信号に変換するフォトダイオードとを有する少なくとも１つの捕捉素子を含む装置に関する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

本発明の実施の形態が、添付の図面を参照して以下に詳細に説明される。

【００１９】

画像及び／又は投影図を生成する装置は、種々のイメージング方法により動作し得る。上記装置は、イメージング法としてＰＥＴ法又はＳＰＥＣＴ法を実行するように又はＸ線によりイメージング法を実行するように設けられていることが好ましい。

【００２０】

ＰＥＴ法に準拠して、所与の不安定な核種で標識される代謝製剤が受診者に注入され、この製剤は組織特異的又は機能特異的に吸収される。用いられる放射線核種は、崩壊し、崩壊の場所の付近において異なる連続したプロセスで２つのγ量子を生じさせる。これら

２つの量子は、正確に反対の方向に飛び、入力放射線の検出のための装置の受診者の周りにリングの形態で配されるセンサにより検出されるように受診者を離れる。元の位置から受診者から出てくる位置までのγ量子の移動の間、γ量子は受診者の他の組織を横切り、この組織は、組織のタイプに依存して多かれ少なかれγ量子を吸収する。一般的に言えば、γ量子は組織特異的に減衰する。全ての検出されるγ量子はともに、画像の投影図のセットを形成し、このセットから、次の復元動作中に既知のやり方でスライス画像又は立体画像が復元される。上記ＰＥＴ法は、被写体の機能的な画像をもたらす。

【００２１】

上記２つのγ量子は、５１１ｋｅＶの同じエネルギーを持っている。これらγ量子の検出は、入力放射線の検出のための装置のセンサにおいてシンチレータにより行われる。

【００２２】

図１は、ＰＥＴ法によりスライス画像を形成する装置の模式図である。検査されるべき受診者又は被写体１は、個々の検出又は捕捉素子３よりなる入力放射線の検出のためのリングのような装置２の内側に配される。上記リングにより規定される平面は、例えば交差面４において被写体１と交差する。上述した崩壊のプロセスは、２つのγ量子が双方向矢印６に沿った対向する方向において被写体１を離れる場所５で起こる。入力放射線の検出のための装置２の上記個々のセンサ素子３は、リード線７を介して検出素子３からの信号を評価するデータ処理ユニット８に接続されている。形成されたスライス画像は、後に表示装置９に表示される。

【００２３】

陽電子の放出からγ量子の検出までの全プロセスが数ナノ秒内に起こるので、ＰＥＴ法に関して高い時間解像度は非常に重要である。短い崩壊時間τのために、入力放射線の強度の決定の間の積分時間が短くなり、画像速度が著しく大きくなる。大きくなった画像速度の結果、検査時間全体を短くするように核種のより高い照射線量が受診者に施され得る。

【００２４】

また、ＰＥＴに関して、γ量子が拡散プロセスのために元の軌道を離れないことを確実にするためにγ量子のエネルギーを決定することも重要である。そのようなγ量子は、５１１ｋｅＶよりも小さいエネルギー値を有する。上記γ量子のエネルギー値は、検出される信号のレベルから決定される。この点に関して、そうでなければ、γ量子が拡散されてより低いエネルギー値を持っているという事実にもかかわらず５１１ｋｅＶというエネルギー値が不当に決定されるので、シンチレータが依然として励起状態にあるのではなく、再度基底状態にあることが重要である。

【００２５】

ＳＰＥＣＴ法も、核種の医療検査方法である。ＳＰＥＣＴ法のために用いられる核種は、自然崩壊及び１５９ｋｅＶ（^{123}Ｉ）、１４１ｋｅＶ（^{99m}Ｔｃ）のエネルギーを持つ放出γ量子から作り出される。ＰＥＴ法と同様に、放出されるγ量子は、入力放射線の検出のための装置により検出され、それらの信号は増幅される。しかしながら、各検出素子の前方にコリメータが配される。このコリメータは、対物レンズとして役割を果たし、平行又は収束するように配された孔部を備えた鉛板により構成されている。ある角度で入射するγ量子はコリメータにより吸収され、３次元のイメージングを可能にする。

【００２６】

Ｘ線コンピュータ断層撮影法の場合、画像又は投影図を生成する装置は、細かく、通常は扇形のビームを発し、検査されるべき被写体の長手方向の軸の周りを円を描いて移動するＸ線管を含んでいる。上記被写体を横切った後、被写体の細胞により伝播されるＸ線は、対向配置された入力放射線の検出のための装置により再度捕獲される。約１．５×１．５ｍｍのフォーマットの小さなフィールドに関して、コンピュータはＸ線ビームの発せられたエネルギーと受け取られた強度との差を計算し、その差の値から表示装置に表示されるグレースケール画像を形成する。グレー値は、細胞の対応する相対的な強度に対応する。

【００２７】
ＰＥＴ法におけるように、後者２つの方法によれば、この場合も、入力放射線の強度の検出の間の積分時間は短い崩壊時間τの結果として短くなり、画像及び／又は投影図の生成のための画像速度が著しく増大し得る。増大した画像速度の結果、シャドー画像のようなアーチファクトの発生が少なくなり、イメージング法を実行するために必要な期間も短くなる。
【００２８】
上記入力放射線の検出のための装置は、複数の捕捉素子により構成されてもよく、各捕捉素子は、入力放射線を紫外線に変換するセンサとフォトダイオードとを有する。各捕捉素子がフォトダイオードのアレイを有すると特に有利である。上記センサ及びフォトダイオードのアレイは、通常各層として形成され、層のシステムを形成するように組み合わせられる。
【００２９】
上記センサ層は、好ましくはＸ線又はγ線により形成される入力放射線のための入口（entrance）スクリーンを構成する。このセンサ層の下側に、フォトダイオードを伴う層が配されている。電気的な接続リード線が上記フォトダイオードを伴う層から電子読出し回路まで延在する。
【００３０】
上記センサの必須の構成要素は、入力放射線を紫外線に変換するPr^{3+}により活性化されるシンチレータの層によって形成される。センサが、$LaPO_4$：Pr、LuF_3：Pr、$LuCl_3$：Pr、$LuBr_3$：Pr、$(Lu_{1-x}Y_x)PO_4$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)SiO_5$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)Si_2O_7$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）、$(Lu_{1-x}Y_x)BO_3$：Pr（$0 \leqq x \leqq 1$）又は$Ca_{1-2y}Li_2SiO_4$：Pr_yNa_y（$0.001 \leqq y \leqq 0.2$）の層を有すると非常に有利である。そのようなPr^{3+}により活性化される材料は、励起後に紫外線を発し、短い崩壊時間を持っている。
【００３１】
表１：選択されたPr^{3+}により活性化されるシンチレータ及びCe^{3+}により活性化されるシンチレータの発光バンド及び崩壊時間
【表１】

シンチレータ	発光波長 λ_{max} [nm]	崩壊時間 τ [ns]
$LuPO_4$:Pr	235	9
Lu_2SiO_5:Pr	270	16
$LuPO_4$:Ce	350	24
Lu_2SiO_5:Ce	420	40

Pr^{3+}により活性化されるシンチレータのより短い、すなわち対応するCe^{3+}により活性化されるシンチレータと比較して短い崩壊時間τは、比
【数１】

$$\tau \approx 1/\lambda_{max}^{2}.$$

からもたらされる。フリーPr^{3+}カチオンの５ｄレベルは、４ｆレベル上に約６２００ｃｍ$^{-1}$で位置しているが、このエネルギーの差はフリーCe^{3+}カチオンでは約５００００ｃｍ$^{-1}$だけになる。このより大きなエネルギーの差は、５ｄ－４ｆ遷移から生じ

るPr^{3+}により活性化されるシンチレータの発光バンドが対応するCe^{3+}により活性化されるシンチレータの発光バンドよりも高いエネルギーよりなることも原因である。従って、本発明によるPr^{3+}により活性化されるシンチレータの主な発光バンドは、２２０から３５０ｎｍまでの範囲であり、紫外線範囲内にあるが、Ce^{3+}により活性化されるシンチレータの発光バンドは著しく長い波長のものである。

【００３２】

上記Pr^{3+}により活性化されるシンチレータを伴うセンサ層は、通常加圧成形により形成される。まず、適切なPr^{3+}により活性化されるシンチレータの粉末が形成される。続いて、この粉末が、加圧成形法、例えば高圧常温圧縮成形又は高温等方加圧により結晶層に変えられる。そのような加圧形成された結晶のサイズは、数ミリメートルから数センチメートルの範囲である。この種のセンサ層は、上記フォトダイオードを伴う層に接着される。

【００３３】

上記粉末のシンチレータ材料は、固相反応及び水溶液又はアルコール水溶液中における反応により開始化合物から形成され得る。後者の反応の間、関連のある金属塩及び／又は金属酸化物は、反応するように水又は水－アルコール混合物中におけるシンチレータのアニオンの化合により溶解又は懸濁する可能性が強い。

【００３４】

上記フォトダイオードにおいて、紫外線が電気信号に変換される、紫外線の範囲内における発光のために、上記入力放射線の検出のための装置において専ら紫外線に対して感度の高いフォトダイオードが用いられる。例えば、Cs_3Sbフォトカソード、バイアルカリフォトカソード又はマルチアルカリフォトカソードが用いられ得る。また、Ｓｉ、ＧａＮ又はＡｌＧａＮを主成分とするフォトダイオードも用いられ得る。

【００３５】

好適なフォトダイオードの選択を広くするために、上記センサ層とフォトダイオードを伴う層との間に紫外線をより長い波長の放射線に変換するカラーコンバータが配され得る。この目的のために、上記カラーコンバータは、紫外線により励起され得る発光物質を含んでいる。従って、カラーコンバータは、センサにより発せられる紫外線を用いられるフォトダイオードのスペクトル感度の最大点に対応する波長範囲を有する放射線に変換する。より長い波長の放射線は、着色光又は赤外線を含み得る。

【００３６】

上記発光物質に関して、高いフォトルミネッセンス量子効率及び短い崩壊時間τを有する有機発光物質がとりわけ用いられる。特に魅力的な発光物質は、Coumarin１（λ_{max}＝４３０ｎｍ）若しくはCoumarin１２０（λ_{max}＝４４２ｎｍ）のようなクマリン又はＢＡＳＦ社により販売されているLumogen F Violet 570のようなルモゲン色素である。これらの発光物質の崩壊時間τは、１０ｎｓよりも小さい。

【００３７】

上記カラーコンバータは、例えば発光物質をドープされたポリマ光ガイドを有している。このポリマ光ガイドは、例えば、ポリメチルメタクリレート、ポリスチロール、ポリテトラフルオロエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド又はポリビニルクロライドを含有している。代替として、上記カラーコンバータは、２つの部品、すなわちポリマ光ガイドと発光物質を伴う分離した層とを有し得る。この実施の形態では、ポリマ光ガイドが捕捉素子のセンサ層に隣接し、発光物質を伴う分離した層は、ポリマ光ガイドに隣接し、フォトダイオードを有する層によりそれ自体接合されている。

【実施例１】

【００３８】

$Ca_{0.98}Li_2SiO_4:Pr_{0.01},Na_{0.01}$の生成のために、２５．０ｇ（２７８ｍｍｏｌ）の$Li_2SiO_3$、１４７ｍｇ（１．３９ｍｍｏｌ）の$Na_2CO_3$、２７．３ｍｇ（２７２ｍｍｏｌ）の$CaCO_3$及び１．２１ｇ（２．７８ｍｍｏｌ）の$Pr(NO_3)_3・6H_2O$が脱塩水中で混合され、懸濁された。水は蒸留により除去

され、得られた残留物は乾燥された。続いて、上記反応性生物は、７００℃において２時間空気中で１回アニールされ、８５０℃のＣＯ雰囲気中において１２時間ずつ２回アニールされた。このシンチレータの粉末が水及びエタノールを用いて数回リンスされ、乾燥され、ローラ装置上で数時間粉砕された。結果として生じたシンチレータの粉末は、３μｍの平均粒子サイズを有していた。このシンチレータの励起及び発光スペクトルが図２に示されている。$Ca_{0.98}Li_2SiO_4$：$Pr_{0.01}$，$Na_{0.01}$の崩壊時間τは１６ｎｓになる。

【実施例２】

【００３９】

$LuPO_4$：Ｐｒを生成するために、４０．０ｇ（１０１ｍｍｏｌ）のLu_2O_3と８８３ｍｇ（２．０３ｍｍｏｌ）の$Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$とが２００ｍｌのエタノール中で懸濁された。攪拌しながら２５．８ｇ（２２３ｍｍｏｌ）の８５％リン酸がゆっくりと加えられた。この懸濁物は２４時間攪拌され、その後ロータリーエバポレータ中で濃縮された。残留物は、１００℃で乾燥され、粉砕（mortarize）され、５００ｍｇのNH_4Clと混合された。続いて、このシンチレータの粉末がＣＯ雰囲気中において１２５０℃で２時間２回か焼され、その後再度数回粉砕された。最後に、シンチレータの粉末は、空気中において１２５０℃で１時間もう一度か焼された。このシンチレータの励起及び発光スペクトルが図３に示されている。$LuPO_4$：Ｐｒの崩壊時間τは９ｎｓになる。

【実施例３】

【００４０】

Lu_2SiO_5：Ｐｒを生成するために、１０．０ｇ（２５．１ｍｍｏｌ）のLu_2O_3と１．５１ｇ（２５．１ｍｍｏｌ）及び８６．０ｍｇ（８４．１μｍｏｌ）のPr_6O_{11}とが２００ｍｌのエタノール中で懸濁された。懸濁物は、１０分間超音波バス中で処理され、その後ロータリーエバポレータ中で濃縮された。得られた残留物は、１００℃で乾燥され、粉砕され、５００ｍｇのＣｓＦと混合された。続いて、ＣＯ雰囲気中において１３５０℃で６時間か焼が行われ、その後、得られたシンチレータの粉末が粉砕された。最後に、シンチレータの粉末が５００ｍｌの水で２時間リンスされ、吸引され、１００℃で乾燥された。このシンチレータの励起及び発光スペクトルが図４に示されている。Lu_2SiO_5：Ｐｒの崩壊時間τは１６ｎｓになる。

【実施例４】

【００４１】

$LaPO_4$：Ｐｒを製造するために、９１．４ｇ（２８２ｍｍｏｌ）のLa_2O_3と８８３ｍｇ（２．４８ｍｍｏｌ）の$PrCO_3 \cdot 6H_2O$とが２００ｍｌの水の中で懸濁された。攪拌しながら６９．０ｇ（５９８ｍｍｏｌ）の８５％リン酸がゆっくりと加えられた。この懸濁物は２４時間攪拌され、その後ロータリーエバポレータ中で濃縮された。得られた残留物は、１００℃で乾燥され、粉砕され、１．２ｇのＬｉＦと混合された。このシンチレータの粉末は、窒素雰囲気中において１０００℃で２時間か焼された。得られたシンチレータの粉末は、希釈された硝酸中において６０℃で６時間リンスされた。最後に、シンチレータの粉末は、吸引され、水を用いて無酸性リンスされ、１００℃で乾燥された。このシンチレータの励起及び発光スペクトルが図５に示されている。$LaPO_4$：Ｐｒの崩壊時間τは１１ｎｓになる。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】ＰＥＴ法により画像及び／又は投影図を生成する装置の構成の模式図である。

【図２】$CaLi_2SiO_4$：Ｐｒ，Ｎａの励起及び発光スペクトルを示している。

【図３】$LuPO_4$：Ｐｒの励起及び発光スペクトルを示している。

【図４】Lu_2SiO_5：Ｐｒの励起及び発光スペクトルを示している。

【図５】$LaPO_4$：Ｐｒの励起及び発光スペクトルを示している。

【図１】

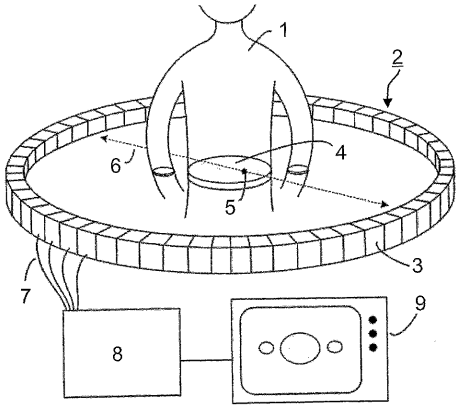
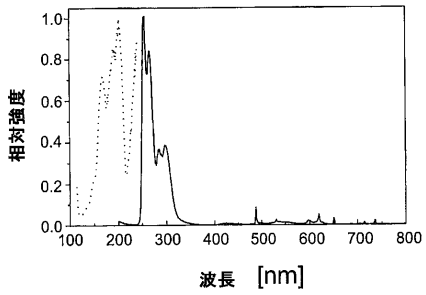
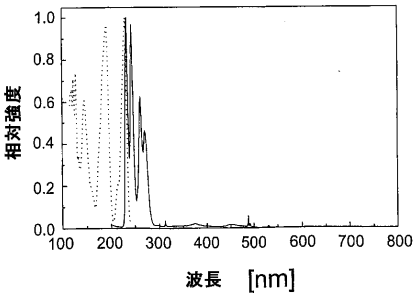


Fig. 1

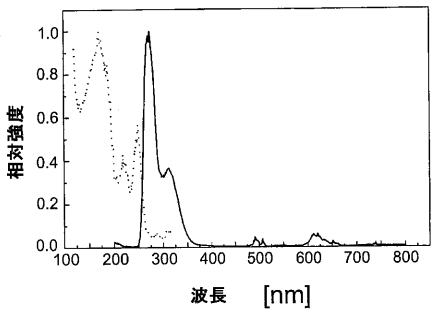
【図２】



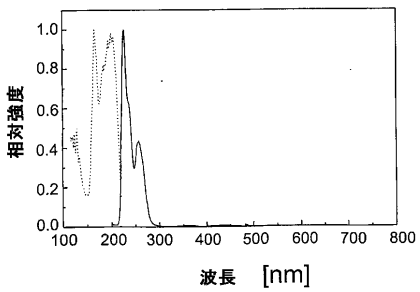
【図３】



【図４】



【図５】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic pplication No
PCT/IB 03/03614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01T1/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01T C09K H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EIJK VAN C W E ET AL: "ND3+ AND PR3+ DOPED INORGANIC SCINTILLATORS" RECORD OF THE NUCLEAR SCIENCE SYMPOSIUM AND MEDICAL IMAGING CONFERENCE SAN FRANCISCO, OCT. 30 - NOV. 6, 1993, NEW YORK, IEEE, US, vol. 1, 30 October 1993 (1993-10-30), pages 664-667, XP000481430 the whole document	1,3-5,9
Y	---	2,6-8
Y	US 2001/006214 A1 (BOERNER HERBERT FRIEDRICH ET AL) 5 July 2001 (2001-07-05) paragraphs '0007!,'0008!,'0016!,'0017!,'0022!,'0028!	6-8
	--- -/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 November 2003	20/11/2003

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Coda, R

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB 03/03614

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2001/033133 A1 (JUSTEL THOMAS ET AL) 25 October 2001 (2001-10-25) paragraphs '0009!,'0027!	2
A	HORCHANI K ET AL: "Scintillation properties of CsPrP4O12 and RbPrP4O12" NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - A: ACCELERATORS, SPECTROMETERS, DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT, NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY. AMSTERDAM, NL, vol. 486, no. 1-2, 21 June 2002 (2002-06-21), pages 283-287, XP004367489 ISSN: 0168-9002 the whole document	1-9
A	DORENBOS P ET AL: "Scintillation properties of some Ceand Prdoped inorganic crystals" NUCLEAR SCIENCE SYMPOSIUM AND MEDICAL IMAGING CONFERENCE, 1992., CONFERENCE RECORD OF THE 1992 IEEE ORLANDO, FL, USA 25-31 OCT. 1992, NEW YORK, NY, USA,IEEE, US, 25 October 1992 (1992-10-25), pages 281-283, XP010108406 ISBN: 0-7803-0884-0 the whole document	1-9

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internatic pplication No
PCT/IB 03/03614

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001006214 A1	05-07-2001	DE 19961673 A1	28-06-2001
		EP 1111405 A2	27-06-2001
		JP 2001228254 A	24-08-2001
US 2001033133 A1	25-10-2001	DE 10009916 A1	13-09-2001
		EP 1130621 A2	05-09-2001
		JP 2001283739 A	12-10-2001

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100122769
弁理士 笛田 秀仙
(72)発明者 ユエステル トーマス
ドイツ連邦共和国 ５２０６６ アーヘン ヴァイスハウス ストラッセ ２ フィリップス インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ ゲーエムベーハー
(72)発明者 マイル ウォルター
ドイツ連邦共和国 ５２０６６ アーヘン ヴァイスハウス ストラッセ ２ フィリップス インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ ゲーエムベーハー
(72)発明者 ウィエクゾレク ハーフリード カール
ドイツ連邦共和国 ５２０６６ アーヘン ヴァイスハウス ストラッセ ２ フィリップス インテレクチュアル プロパティ アンド スタンダーズ ゲーエムベーハー

Ｆターム(参考) 2G088 EE02 FF03 FF07 FF15 GG10 GG14 GG16 GG19 GG20 JJ02 JJ06
4M118 AA10 AB01 BA06 CA02 CB01 CB11 GA10