

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6678660号
(P6678660)

(45) 発行日 令和2年4月8日(2020.4.8)

(24) 登録日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G 01 T 1/20 (2006.01)

G 01 T 1/20

G

G 01 T 7/00 (2006.01)

G 01 T 7/00

E

G 01 T 1/20

L

G 01 T 7/00

B

G 01 T 7/00

A

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-517249 (P2017-517249)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月8日 (2015.10.8)
 (65) 公表番号 特表2017-535759 (P2017-535759A)
 (43) 公表日 平成29年11月30日 (2017.11.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/073310
 (87) 国際公開番号 WO2016/055594
 (87) 国際公開日 平成28年4月14日 (2016.4.14)
 審査請求日 平成30年9月27日 (2018.9.27)
 (31) 優先権主張番号 1459704
 (32) 優先日 平成26年10月9日 (2014.10.9)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 フランス (FR)

(73) 特許権者 502124444
 コミッサリア ア レネルジー アトミー
 ク エ オ ゼネルジ ザルタナティヴ
 フランス国 エフー 75015 パリ,
 バティマン 「ル ポナン テー」,
 リュ ルブラン 25
 (74) 代理人 110001416
 特許業務法人 信栄特許事務所
 (72) 発明者 マエ シャルリ
 フランス国, エフー 26130 サン-ポ
 ール-トロワ-シャトー, シュマン ミシ
 ュラ

審査官 鳥居 祐樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デュアル撮像デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボディ(1)を備えた、画像を撮影するための画像撮影デバイス(100)であって、前記ボディ(1)が光軸(XX')を有するイメージ増強管(2)および画像センサ(3)を備え、前記イメージ増強管(2)が前記画像センサ(3)と相互作用し、前記画像撮影デバイス(100)が、

2つの相互に交換可能なヘッドのセット(10)であって、1つのガンマ線ヘッドおよび1つのアルファ線ヘッド(11, 12)を備え、前記ガンマ線ヘッドおよび前記アルファ線ヘッドのそれぞれが、視野軸(11.3, 12.3)周りに定義される視野を有し、前記ガンマ線ヘッド(12)が、コリメータ(12.2)および、前記ボディ(1)に前記ガンマ線ヘッド(12)が結合されているとき、シーン(400)内に存在するガンマ線放射源(410)から到来し、前記コリメータ(12.2)を通過するガンマ線を、前記イメージ増強管(2)に渡される紫外光線に変換するためのシンチレータ(12.1)を包含し、前記アルファ線ヘッド(11)が、前記ボディ(2)に前記アルファ線ヘッドが結合されているとき、前記シーン(400)内に存在するアルファ線汚染源(420)から到来するアルファ線によって生成された紫外光線を前記イメージ増強管に渡すための紫外光放射線に対して透明なレンズ(11.1)を包含する、2つの相互に交換可能なヘッドのセット(10)と、

前記セット(10)の前記ガンマ線およびアルファ線ヘッド(11, 12)を一度に1つ前記ボディ(1)に結合するための手段(20)であって、前記ガンマ線およびアル

10

20

ファ線ヘッド(11, 12)のうちの結合されたヘッドが、その後、前記イメージ増強管(2)の光軸(XX')と一致する視野軸(11.3, 12.3)を有し、前記ガンマ線ヘッド(12)の場合には前記シンチレータ(12.1)から到来する前記紫外光放射線が前記イメージ増強管(2)に到達すること、前記アルファ線ヘッド(11)の場合にはそれを通過した前記紫外光放射線が前記イメージ増強管に到達することが可能となるよう结合するための结合手段(20)と、

を包含し、

前記イメージ増強管(2)が、前記アルファ線ヘッド(11)および前記ガンマ線ヘッド(12)のいずれから到来する紫外光放射線に対しても敏感であることを特徴とする、
画像撮影デバイス(100)。

10

【請求項2】

前記結合手段(20)は、機械的なものである、請求項1に記載の画像撮影デバイス。

【請求項3】

前記結合手段(20)は、螺合またはバヨネット結合手段である、請求項2に記載の画像撮影デバイス。

【請求項4】

前記ボディに結合される前記ヘッド(11, 12)の交換は、マニュアルである、請求項1から3のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項5】

前記ボディに結合される前記ヘッド(11, 12)の交換は、自動的であり、前記ガンマ線およびアルファ線ヘッド(11, 12)は、前記画像撮影デバイスと一体の同一の支持体(20.3)上に取り付けられ、回転および/または平行移動により変位されることが可能である、請求項1から3のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

20

【請求項6】

前記イメージ増強管(2)は、太陽光を起源とする紫外光線に不感のイメージ増強管である、請求項1から5のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項7】

前記ガンマ線ヘッド(12)の前記シンチレータ(12.1)は、フッ化バリウムBaF₂、タンゲステン酸カドミウムCdWO₄、ヨウ化セシウムCsI、またはゲルマニウム酸ビスマスBG0から作られる、請求項1～6のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

30

【請求項8】

前記ガンマ線ヘッド(12)のコリメータは、コーデッド・マスクのコリメータ(12.2)およびピンホール・タイプのコリメータのうちの1つである、請求項1から7のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項9】

前記アルファ線ヘッド(11)は、前記シーンに関して前記対物レンズ(11.1)の上流に紫外光バンドパス・フィルタ(11.2)を包含する、請求項1から8のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項10】

40

前記ボディ(1)に、それに結合されている前記ヘッド(11, 12)の視野の外側に届くガンマ放射線に対する保護シールディング(13)が装備される、請求項1から9のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項11】

前記シールディング(13)は、前記ガンマ線ヘッド(12)が前記ボディ(1)に結合されているときに、前記ガンマ線ヘッドに、その視野の外側において到達するガンマ放射線に対して、前記ガンマ線ヘッド(12)の前記シンチレータ(12.1)も保護する、請求項10に記載の画像撮影デバイス。

【請求項12】

さらに、前記ボディ(1)と直接または間接的に一体化される少なくとも1つの要素を

50

包含し、前記要素は、コリメートされたガンマ線分光測定検出器（30）、レーザ・ポインタ（33）、カラー・カメラ（35）、コリメートされていない線量率測定デバイス（39）、および向き付け可能なレーザ・テレメータ（42）から選択される、請求項1から11のいずれか一項に記載の画像撮影デバイス。

【請求項13】

撮像デバイスであって、

請求項1から12のいずれか一項に記載の画像撮影デバイスと、

前記画像センサ（3）に接続される、画像を獲得するための獲得および処理デバイス（101）と、

前記獲得および処理デバイス（101）に接続される、前記シーン（400）の可視画像を、それの中に存在する1つまたは複数のガンマ線放射源（410）および／または1つまたは複数のアルファ線汚染源（420）を目立たせて表示するための表示デバイス（102）と、を包含する撮像デバイス。 10

【請求項14】

請求項13に記載の撮像デバイスを使用してガンマ線放射源またはアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法であって、

前記シーンの可視画像（Iv）が、前記撮像デバイスを用いて取り込まれ、

前記可視画像（Iv）が、前記獲得および処理デバイスに転送されて記憶され、

前記シーンのガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）が、前記画像撮影デバイス、および前記画像撮影デバイスの前記ボディに結合された前記ガンマ線ヘッドまたは前記アルファ線ヘッドを用いて取り込まれ、 20

前記シーンの前記ガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）が前記獲得および処理デバイスに転送されて記憶され、

前記ガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）が前記可視画像上に重ねられて最終的な可視画像（IFgaまたはIFva）が獲得される、

ガンマ線放射源またはアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法。

【請求項15】

請求項13に記載の撮像デバイスを使用してガンマ線放射源およびアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法であって、

前記シーンの可視画像（Iv）が、前記撮像デバイスを用いて取り込まれ、 30

前記可視画像（Iv）が、前記獲得および処理デバイスに転送されて記憶され、

前記シーンのガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）が、前記画像撮影デバイス、および前記画像撮影デバイスの前記ボディに結合された前記ガンマ線ヘッドまたは前記アルファ線ヘッドを用いて取り込まれ、

前記シーンの前記ガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）が前記獲得および処理デバイスに転送されて記憶され、

前記シーンの前記ガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）を取り込むステップの後に、

前記ガンマ線ヘッドまたは前記アルファ線ヘッドが前記ボディから取り外され、

前記アルファ線ヘッドまたは前記ガンマ線ヘッドが前記ボディに結合され、 40

前記シーンのアルファ線またはガンマ線画像（IaまたはIg）が前記画像撮影デバイスを用いて取り込まれ、

前記シーンの前記アルファ線またはガンマ線画像（IaまたはIg）が前記獲得および処理デバイスに転送されて記憶され、

前記ガンマ線またはアルファ線画像（IgまたはIa）および前記アルファ線またはガンマ線画像（IaまたはIg）が前記可視画像（Iv）上に重ねられて最終的な可視画像（IFvga）が獲得される、

ガンマ線放射源およびアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法。

【請求項16】

前記可視画像（Iv）が、前記ガンマ線ヘッドもしくは前記アルファ線ヘッドが提供さ 50

れるか、または前記カラー・カメラが提供された前記画像撮影デバイスを用いて取り込まれる、請求項14または15に記載のガンマ線放射源および/またはアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガンマ線照射源およびアルファ線汚染源の両方を位置特定することが可能な撮像デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

10
ガンマ線撮像デバイスは、距離を隔てたガンマ線照射源の位置特定を可能にし、1980年代から開発が続けられてきた。

【0003】

撮像によるアルファ放射能の測定は1990年代から始まり、2000年代には、測定感度という点において、具体化された撮像デバイスは競争力のあるものとなった。

【0004】

これら2つのデバイスは、可視画像上にガンマまたはアルファ放射能源を重ねる機能を有する。可視画像は、ガンマ線またはアルファ線それぞれについて、撮像デバイスによって直接撮影される。ガンマ線またはアルファ線画像もまた、ガンマ線またはアルファ線それぞれのために、同一撮像デバイスによって、それを移動させることなく撮影される。これは、ガンマ線照射源またはアルファ線汚染源が現れる最終的な単一画像が獲得されるように、撮影された2つの画像を重ねることを可能にする。

【0005】

可視画像は、代替的に、カラー・カメラによって同時に、または非同時に、撮影できるが、ガンマ線またはアルファ線画像は、ガンマ線またはアルファ線撮像デバイスによって撮影される。カラー・カメラと撮像デバイスの間には整列誤りがないことが保証される必要があり、必要であれば、視差の補正が行われる。

【0006】

特定の状況においては、直接かつ単純に同一画像上においてガンマ線照射源およびアルファ線汚染源を検出することに特に关心が持たれることがある。グローブボックスまたはシールド・セルのマッピングを確立する必要が生じることがあり、前記マッピングは、放射能設備の除染および取り壊し段階の準備のために欠くことができない。

【0007】

現時点においては、これら2つの撮像デバイスが異なる検出原理で動作することから、これを可能にする撮像デバイスが存在しない。

【0008】

Aladin(アラジン)カメラ等のガンマ線撮像デバイスは、ヘッドからボディまでのカスケード構成で、ガンマ放射線(電磁放射線)が通過するコーデッド・マスクまたはピンホール・コリメータ、シンチレータ、イメージ増強管、光ファイバ束、感光センサ・アレイ(CCDタイプ)を包含する。シンチレータは、コリメータを介してガンマ放射線を受け取ると、可視光放射線にそれを変換する。シンチレータは、イメージ増強管に結合されている。イメージ増強管は、可視光で動作する。これが、シンチレータによって放射された可視光放射線を增幅する。光ファイバ束は、可視光放射線を感光センサ(CCD等)へ、ピクセルのアレイを用いて伝播させる働きを提供する。この光学チェーンは、可視光でのみ動作する。感光センサは、当該感光センサのピクセルのそれぞれによって引き渡された電子信号の処理を可能にする少なくとも1つの電子ボードに結合されている。これらの処理された信号は、ケーブルを介して表示手段に送信できる。

【0009】

アルファ線撮像デバイスは、単純に、ヘッドからボディまでのカスケード構成で、紫外光放射線を透過するレンズ、および紫外線に対して敏感なイメージ増強管を包含する。光

10

20

30

40

50

ファイバ束が、紫外光放射線を感光センサ(C C D 等)へ、ピクセルのアレイを用いて伝播させる働きを提供する。この光学チェーンは、紫外光でのみ動作する。感光センサは、当該感光センサのピクセルのそれぞれによって引き渡された電子信号の処理を可能にする少なくとも1つの電子ボードに結合されている。これらの処理された信号は、接続手段およびケーブルを介して獲得および処理手段に送信可能である。アルファ線放射線の検出が、アルファ粒子の通過によって空気中の窒素が励起されるときに放射される紫外光放射線を検出することによって可能になることは周知である。紫外光のスペクトルは、280 nmと390 nmの間に含まれる優勢な波長に対応する。イメージ増強管には、背景の可視光によって擾乱されないことが求められる。

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、観察されているシーン内にある1つまたは複数のガンマ線放射源のみならず、1つまたは複数のアルファ線汚染源を精密な態様で目立たせることを可能にする画像を撮影するためのデバイスを作製することである。

【0011】

それはまた、デバイスの交換を必要とすることなく、またそれを変位させることを必要とせずに、同一の最終画像上において、シーン内にある1つまたは複数のガンマ線放射源および1つまたは複数のアルファ線汚染源を非常に精密な態様で検出し、かつ位置決めすることを可能にする画像を撮影するための上記のデバイスを包含する撮像デバイスを作製するという目的も有する。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

これを行うため、本発明は、1つのガンマ線ヘッドおよび1つのアルファ線ヘッドを含む2つの相互に交換可能なヘッドのセットを有し、一度にそれらのヘッドのうちの1つだけが動作位置に設定可能である画像を撮影するためのデバイスを提案する。一方の画像から他方へとヘッドの交換を行いつつ、2つの画像が連続して撮影されるとき、画像を撮影するためのデバイスが変位されない限りにおいては、それらが同一の視野軸を伴って撮影される。

【0013】

30

より詳細に述べれば、本発明は、光軸を有し、かつ画像センサと相互作用するイメージ増強管を包含するボディを有する、画像を撮影するためのデバイスに関する。それに加えて、画像を撮影するためのデバイスは、それぞれが視野軸周りに定義された視野を有する2つの相互に交換可能なヘッドのセットを包含し、当該セットは、

コリメータおよび、シーン内に存在するガンマ線放射源から到来し、コリメータを通過するガンマ線を、イメージ増強管に渡される紫外光線に変換するためのシンチレータを包含する1つのガンマ線ヘッドと、

シーン内に存在するアルファ線汚染源から到来するアルファ放射線によって生成された紫外光線をイメージ増強管に渡すための紫外光放射線に対して透明なレンズを包含する1つのアルファ線ヘッドと、を包含し、それにおいてイメージ増強管は、アルファ線ヘッドおよびガンマ線ヘッドのいずれから到来する紫外光放射線に対しても敏感であるものとする。それに加えて画像を撮影するためのデバイスは、セットの2つのヘッドを一度に1つ、ボディに結合するための手段であって、結合されたヘッドが、イメージ増強管の光軸と一致する視野軸を有し、ガンマ線ヘッドの場合にはシンチレータから到来する紫外光放射線がイメージ増強管に到達すること、アルファ線ヘッドの場合にはそれを通過した紫外光放射線がイメージ増強管に到達することが可能となるように結合するための結合手段を包含する。

【0014】

結合手段は、好ましくは、機械的なものとする。それらは、螺合またはバヨネット結合手段とし得る。

40

50

【0015】

非常に単純な態様においては、ヘッドの交換をマニュアルとしてもよい。

【0016】

代替実施態様においては、より迅速な交換を実行するために、ヘッドの交換を自動としてもよく、2つのヘッドが、画像を撮影するためのデバイスと一体の同一の支持体上に取り付けられ、回転および／または平行移動により変位できる。

【0017】

アルファ線ヘッドを用いて画像が撮影される間の背景光ノイズの影響を減ずるために、イメージ増強管を、太陽光を起源とする紫外光線に不感のタイプのイメージ増強管とすることが好ましい。

10

【0018】

ガンマ線ヘッドのシンチレータは、好ましくは、フッ化バリウム BaF₂ から作られ、これは、太陽光を起源とする紫外光線に不感のタイプのイメージ増強管を用いたデュアル検出のための好ましい材料となり得る。代替実施態様においては、イメージ増強管がシンチレータによって放射された紫外光子に対して敏感であるように、シンチレータを、ヨウ化セシウム CsI、またはゲルマニウム酸ビスマス BGO、タンゲステン酸カドミウム CdWO₄ により作製してもよい。

【0019】

ガンマ線ヘッドは、コーデッド・マスクまたはピンホール・タイプのコリメータを有し得る。

20

【0020】

好ましくは、アルファ線ヘッドが、シーンに関して対物レンズの上流に、背景の可視光ノイズの排除に有利となる紫外光バンドパス・フィルタを包含する。

【0021】

画像を撮影するためのデバイスの視野の外側に届くガンマ線を減衰させるために、ボディに保護シールディングを装備してもよい。

【0022】

シールディングが、ガンマ線ヘッドのシンチレータを、それがボディに結合されているときに、ガンマ線ヘッドに、その視野の外側において到達するガンマ放射線に対しても保護することが好ましい。

30

【0023】

画像を撮影するためのデバイスに、ボディと直接または間接的に一体化される少なくとも1つの要素を持たせることは可能であり、当該要素は、コリメートされたガンマ線分光測定検出器、レーザ・ポインタ、カラー・カメラ、コリメートされていない線量率測定デバイス、および向き付け可能なレーザ・テレメータから選択される。これらの要素は、画像を撮影するためのデバイスに、ガンマ線放射源およびアルファ線汚染源の検出および特徴付けのための、ほかの有用な機能を与えることを可能にする。

【0024】

本発明はまた、以上の画像を撮影するためのデバイス、およびそれに加えて画像センサに接続される、画像を獲得するための獲得および処理デバイスと、獲得および処理デバイスに接続される、シーンの可視画像を、それの中に存在する可能性のある1つまたは複数のガンマ線放射源および／または1つまたは複数のアルファ線汚染源を目立たせて表示するための表示デバイスと、を包含する撮像デバイスにも関係する。

40

【0025】

本発明はまた、上記の撮像デバイスを使用してガンマ線放射源またはアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法にも関係し、それにおいては、

観察されているシーンの可視画像が、撮像デバイスを用いて取り込まれ、

前記可視画像が、獲得および処理デバイスに転送され、そこでそれが記憶され、

観察されているシーンのガンマ線またはアルファ線画像が、画像を撮影するためのデバイス、および画像を撮影するためのデバイスのボディに結合されたガンマ線ヘッドまたは

50

アルファ線ヘッドを用いて取り込まれ、

観察されているシーンのガンマ線またはアルファ線画像が前記獲得および処理デバイスに転送され、そこでそれが記憶され、

ガンマ線またはアルファ線画像が可視画像上に重ねられて最終的な可視画像が獲得される。

【0026】

本発明はまた、ガンマ線放射源およびアルファ線汚染源を検出し、位置特定するための方法にも関係し、それにおいては、重ねることを除いて手前で述べた方法が実行され、観察されているシーンのガンマ線またはアルファ線画像を取り込むステップの後に、ガンマ線ヘッドまたはアルファ線ヘッドがボディから取り外され、アルファ線ヘッドまたはガンマ線ヘッドがボディに結合され、観察されているシーンのアルファ線またはガンマ線画像が画像を撮影するためのデバイスを用いて取り込まれ、観察されているシーンのアルファ線またはガンマ線画像が獲得および処理デバイスに転送され、そこでそれが記憶され、ガンマ線またはアルファ線画像およびアルファ線またはガンマ線画像が可視画像上に重ねられて最終的な可視画像が獲得される。

【0027】

これらの方針においては、可視画像が、ガンマ線ヘッドもしくはアルファ線ヘッドが提供されるか、またはカラー・カメラが提供された画像を撮影するためのデバイスを用いて取り込まれる。

【0028】

本発明は、以下の添付図面を参照した純粹に叙述の目的で与えられている、いかなる形においても限定しない例示的な実施態様の説明を読むことによってより良好に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】デュアル撮像デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図2A】デュアル撮像デバイスのガンマ線ヘッドの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図2B】デュアル撮像デバイスのガンマ線ヘッドの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図3】デュアル撮像デバイスのアルファ線ヘッドの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図4A】マニュアルの機械的結合手段を伴う、画像を撮影するためのデバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図4B】マニュアルの機械的結合手段を伴う、画像撮影デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図5】自動化された機械的結合手段を伴う、画像撮影デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図6A】照射のある環境内において使用するための、シールディングが装備された、それぞれがガンマ線ヘッドを伴った画像撮影デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図6B】照射のある環境内において使用するための、シールディングが装備された、それぞれがアルファ線ヘッドを伴った画像撮影デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図7A】照射のない環境内において使用するための、省略シールディングおよびガンマ線ヘッドまたはアルファ線ヘッドが装備された画像撮影デバイスの例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

【図7B】照射のない環境内において使用するための、省略シールディングおよびガンマ線ヘッドまたはアルファ線ヘッドが装備された画像を撮影するためのシールディングが装備されない例であり、本発明の要旨を図解した説明図である。

10

20

30

40

50

【図8】少なくとも1つのカラー・カメラが装備された画像撮影デバイスの例を図解した説明図である。

【図9】デュアル撮像デバイスの動作モードの例の梗概を示したブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

異なる画面の同一、類似、または同等な部品は、1つの画面から次への移動をより容易にするために、同じ参照番号を擁している。

【0031】

ここでは、観察されているシーンのデュアル撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスについて、図1を参照して説明する。

10

【0032】

これは、画像を撮影するためのデバイス100を包含し、それが獲得および処理デバイス101と関連付けされ、それ自体は表示デバイス102と関連付けされている。画像撮影デバイス100は、ボディ1および2つの相互に交換可能なヘッド11、12のセット10を包含する。ヘッド11、12のうちの一方のヘッド11は、アルファ線モードにおいてシーンの画像を獲得するために使用されることになるアルファ線ヘッドであり、他方のヘッド12は、ガンマ線モードにおいて同一シーンの画像を獲得するために使用されることになるガンマ線ヘッドである。ボディ1は、外被9、イメージ増強管2からなり、後者は、画像撮影デバイス100の基準視野軸を構成する光軸XX'を備える。

【0033】

イメージ増強管2には、たとえばCCDタイプとする半導体画像センサ3が光ファイバ束4を通して結合されている。より正確に述べれば、イメージ増強管2は、紫外光放射線に対して敏感である。これは、入射面FE、光陰極5、少なくとも1つのマイクロチャンネル・ウェハ6、およびルミネセント・スクリーン7をカスケード構成で包含する。光陰極5は、入射紫外光放射線を電子に変換する機能を有する。少なくとも1つのマイクロチャンネル・ウェハ6は、電子利得を増加させる機能を有する。ルミネセント・スクリーン7は、マイクロチャンネル・ウェハ6を通過した電子を可視光に変換する機能を有する。ルミネセント・スクリーン7は、光ファイバ束4に向けられた出射面FSを包含する。画像センサ3は、画像センサ3によって引き渡された画像のための少なくとも1つのビデオ・フォーマット・デバイス8に接続されている。この画像ビデオ・フォーマット・デバイス8は、不図示の電源に関連付けされる。光ファイバ束4、画像センサ3、および画像ビデオ・フォーマット・デバイス8は、外被9内に収容されている。外被9は、ビデオ・フォーマット・デバイス8のレベルにボトム9.1を包含する。ビデオ・フォーマット・デバイス8を接続するための手段8.1は、外被9の外側からアクセス可能である。

20

【0034】

それに加えて、この撮像デバイスは、ケーブルを介して画像ビデオ・フォーマット・デバイス8に、したがって間接的に画像センサ3と接続されるパーソナル・コンピュータの中央処理装置によって実現可能な獲得および処理デバイス101、パーソナル・コンピュータのスクリーンによって実現可能な表示デバイス10、およびイメージ増強管をコントロールしてその光陰極5をオフ状態からオン状態に切り換えるためのデバイス103を包含する。獲得および処理デバイス101、表示デバイス102、およびコントロール・デバイス103は、画像撮影デバイス100に関して離れている。

30

【0035】

本発明の特徴によれば、イメージ増強管2が、たとえば約280と390nmの間に含まれる可視光に近い紫外光帯に対して敏感である。想起されるであろうが、紫外光帯は、10から400nmまでの間に含まれ、可視光帯は400nmを超えて約700nmまで広がっている。

40

【0036】

太陽光を起源とする紫外光線に不感のタイプのイメージ増強管2（ソーラ・ブラインドとして知られる）が好ましく選択されて、アルファ線モードにおける獲得の間に背景光ノ

50

イズの影響が制限される。これらのイメージ増強管2は、390nmより短い波長の放射線に対して敏感である。可視光ノイズを獲得するリスクを冒して、またはアルファ線モードにおける可視の限界において標準的なイメージ増強管2を使用することが明らかに可能である。このノイズは、可視光をクリップする紫外光バンドパス・フィルタによって減衰させ得る。

【0037】

次に、図1、および2A、2Bを参照してガンマ線ヘッド12を説明する。

【0038】

ガンマ線ヘッド12は、視野軸12.3周りに構成される。これは、少なくとも2つの要素をカスケード構成で包含する。ガンマ放射線の伝播に関して下流に、言い換えるとガンマ線ヘッド12がボディ1と結合されたときにボディ1の側に配置される、参照番号を12.1とする第1の要素は、シンチレータである。前記シンチレータ12.1は、ガンマ放射線の吸収に続いて紫外光線を放射する材料から作られる。これらの紫外光線は、使用されるシンチレータの機能として、約220から550nmまでの間に含まれる波長を有することになる。イメージ増強管2は、シンチレータ12.1によって放射された紫外光線に対して敏感である。たとえば、シンチレータ12.1は、約220から310nmの間の紫外光線を放射するフッ化バリウムBaF₂、約475nmの紫外光線を放射するタンゲステン酸カドミウムCdWO₄、約550nmの紫外光線を放射するヨウ化セシウムCsI、約480nmの紫外光線を放射するゲルマニウム酸ビスマスBG0から作ることが可能である。第2の参照要素12.2はコリメータである。コリメータ12.2は、画像が撮影されるとき、観察されている、撮像するべきシーンに面して、ガンマ放射線の伝播に関して上流に配置される。図2Aにおいては、コリメータ12.2がピンホール・コリメータである。図2Bにおいては、コリメータ12.2がコーデッド・マスク・コリメータである。ガンマ線ヘッド12の前面は、12.4によって参照される。ピンホール・タイプのコリメータを伴う代替実施態様においては、それが実質的に円錐形になり、コーデッド・マスク・コリメータを伴う代替実施態様においては、それが実質的にフラットになる。ピンホール・タイプのコリメータ12.2を伴う代替実施態様は、無限深度の視野を獲得することを可能にし、画像が撮影されるとき、ターゲットされたガンマ線照射源が、明瞭に、画像撮影デバイス100に関する距離がどのようなものであっても、特定の焦点設定を必要とすることなく現れる。コーデッド・マスク・コリメータ12.2を伴う代替実施態様は、ピンホール・コリメータ12.2を伴うそれより大きな感度を有する。

【0039】

アルファ線ヘッド11もまた、視野軸11.3周りに構成される。図1と併せて図3を参照する。主としてこれは、少なくとも1つのレンズを含む対物レンズ11.1を包含する。対物レンズ11.1は、空気中の窒素がアルファ粒子の通過によって励起されるとときに放射される紫外光放射線を透過する。それを通過する紫外光子は、約390nmより短い波長を有する。背景の可視光ノイズの減衰を優先して対物レンズ11.1の上流に、すなわち観察されているシーンの側に、紫外光バンドパス・フィルタ11.2を配置することは可能である。

【0040】

それに加えて、画像撮影デバイス100は、すなわち本発明の要旨のデバイスは、一度に1つ、ヘッド11または12をボディ1に、したがってイメージ増強管2に結合するための手段20を包含する。

【0041】

実際、ガンマ線ヘッド12がイメージ増強管2に結合されるときには、ガンマ線照射源の存在が検出されるように、観察されているシーンのガンマ線画像を撮影できる。

【0042】

アルファ線ヘッド11がイメージ増強管2に結合されるときには、アルファ線汚染源の存在が検出されるように、観察されているシーンのアルファ線画像を撮影できる。

【0043】

10

20

30

40

50

画像撮影デバイス 100 のボディ 1 は、ガンマ線画像およびアルファ線画像の連続撮影の間に変位されない。獲得が希望されているシーンの画像のタイプに対応するヘッド 11 または 12 だけがボディ 1 に結合される。

【0044】

アルファ線汚染源および / またはガンマ線照射源の位置特定を可能にするために、観察されているシーンの可視画像を撮影し、その可視画像とガンマ線ヘッド 12 によって撮影されたガンマ線画像および / またはアルファ線ヘッド 11 によって撮影されたアルファ線画像を重ねて利用可能な最終的な可視画像を獲得することが好ましい。2つの画像または 3つの画像の重ね合わせは、獲得および処理手段 101 によって実施される。可視画像は、アルファ線ヘッド 11 がボディ 1 に結合されるとき、またはガンマ線ヘッド 12 がボディ 10 に結合されるときに、画像撮影デバイス 100 によって容易に撮影できる。したがって可視画像は、画像撮影シーケンスの間にイメージ増強管 2 に最初に結合されるヘッド 11 または 12 を用いて撮影することが可能である。画像撮影デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスを用いれば、撮影される画像が何であるか、つまりそれが可視画像、アルファ線画像、またはガンマ線画像のうちのいずれであるかによらず、同一のシーンが実際に撮影されることになる。獲得および処理手段 101 は、画像の獲得を可能にする特定のソフトウェアからなってもよい。このソフトウェアは、最終画像をリアルタイムで、または実用上リアルタイムで、または遡及的に獲得することを可能にする。これは、追加の計算を、特に、図 8 に記述されている関連付けされた追加の要素を用いてなされた測定から実行可能にできる。

20

【0045】

それに加えて、ガンマ線ヘッド 12 は、ガンマ線画像が撮影されている間は閉じられ、可視画像が撮影されている間は開かれる閉塞子 12.5 を包含する。図を容易化するため、図 2A においてはガンマ線ヘッド 12 の前面の上にそれが一意的に表現されている。アルファ線ヘッドには閉塞子が必要でない。

【0046】

図 4A および 4B を参照する。この実施態様においては、ボディ 1 周りに 2 つのヘッド 11、12 を切り換える、そこからマニュアルで取り外し可能である。この実施態様においては、外被 9 が、ボトム 9.1 の反対側に開放端 9.2 を包含する。

30

【0047】

結合手段 20 は、機械的かつマニュアルであり、ボディ 1 への螺合によって固定するためのデバイスからなる。固定デバイスは、メス型ねじ溝 20.1 (タップ) およびオス型ねじ山 20.2 (または、外ねじ) に分けられる。メス型ねじ溝 20.1 は、外被 9 に、より正確に述べれば、その開放端 9.2 のエッジにある内壁に形成されている。オス型ねじ山 20.2 (または、外ねじ) は、ヘッド 12 および 11 のそれぞれに形成されている。オス型ねじ山 20.2 は、ヘッド 12 および 11 のそれぞれの外周面に形成されている。このオス型ねじ山 20.2 が、好ましくはガンマ線ヘッド 12 のコリメータ 12.2 上に配置される。その場合にシンチレータ 12.1 は、ねじ形成を免れ、2つのねじ 20.1 および 20.2 が互いに螺合されると、横方向がそれによって、上流側がコリメータ 12.2 によって、下流側がイメージ増強管 2 によって区切られた空間の内側に収容される。ガンマ線ヘッド 12 を伴うバージョンが図 4A に表現されており、アルファ線ヘッド 11 を伴うそれが図 4B に表現されている。アルファ線ヘッド 11 については、オス型ねじ山 20.2 が対物レンズ 11.1 に形成される。バンドパス・フィルタは示されていない。

40

【0048】

ヘッド 12、11 は、ガンマ線であるか、またはアルファ線であるかによらず、ボディ 1 に固定されたときにイメージ増強管 2 の光軸 XX' と一致する視野軸 12.3、11.3 を有する。1つのヘッド 11 または 12 の固定は、2つのうちの1つのヘッド 11 または 12 だけを、画像撮影デバイス 100 のボディ 1 と螺合することによってマニュアルで確保される。

50

【0049】

マニュアルに代えて自動とすることが可能な機械的な結合手段20の使用も企図することが可能である。図5は、画像撮影デバイスの正面図であり、それを参照する。ガンマ線ヘッド12は、ピンホール・タイプのコリメータを伴うヘッドである。この場合においても結合手段20は、1つのヘッド11または12をボディ1に固定するためのデバイス20.4、20.5を包含する。それに加えて、ヘッド11および12のための支持体20.3、支持体20.3を回転および/または平行移動により変位させるための手段20.6、たとえば1つまたは複数のモータを包含する。2つのヘッド11および12は、前記支持体20.3と一体であり、回転および/または平行移動による変位が可能である。また支持体20.3は、画像撮影デバイスと一体である。

10

【0050】

支持体20.3が変位している間に、ヘッド11および12のうちの1つが、ボディ1への固定が可能になる位置に収まることによって完成する。固定するためのデバイス20.4および20.5は、ヘッド11および12上の少なくとも2つのラグ20.4、および外被9のレベルにあるボディ1上の少なくとも2つのスロット20.5を包含するバヨネット固定とし得る。この自動化された機械的な結合手段20の構成においても、螺合による固定を企図し得る。バヨネット固定デバイスもまた、マニュアル結合手段に使用してもよい。この構成においても、ボディ1に固定されたヘッド11および12の視野軸11.3および12.3が、イメージ増強管2の光軸XX'に一致する。この図5においては、その軸が点になる。

20

【0051】

画像撮影頻度は、1つのヘッドの取り外し、および他方のヘッドのセットアップの速度に明らかに依存する。自動化された機械的な結合手段を用いれば、より高い頻度を達成できる。

【0052】

周囲を取り巻くガンマ線照射が強いときに撮像デバイスの使用を可能にするために、画像撮影デバイスのボディ1が背景の照射に対してシールドされると好ましい。画像撮影デバイスの外被9は、充分な放射線遮断能力を有する材料から作られていれば、シールディングとして働くことが可能である。高い密度を有する、鉛、タンゲステン、またはそれらの合金等の材料、特にDental（登録商標）として知られるタンゲステン・ベースの合金が存在する。その実施態様は図8に見られる。代替実施態様においては、外被9は、図6Aおよび6Bに図解されているとおり、シールディングとして働く着脱可能な外側クラッディング13によって取り囲み得る。したがって、厚さの異なるいくつかのクラッディング13を提供して、照射源の活性の重要度の高低に応じてそれらから選択できる。

30

【0053】

照射環境においては、シールディング13が、イメージ増強管2およびガンマ線照射画像センサ3等のボディ1の電子構成要素を保護する働きを提供する。これは、使用されるヘッド11または12の視野の外側の画像撮影デバイスに届くガンマ放射線を減衰させる。また、図6Aに表現されているとおり、ガンマ線ヘッド12が、ボディ1に結合されているとき、シンチレータ12.1のレベルにおいてガンマ放射線に対して保護されることも好ましい。ガンマ線モードにおける視野は、したがって制限され、ガンマ線ヘッド12の視野の外側にある寄生ガンマ線源の影響が低減される。シールディング13は、ガンマ線ヘッド12がボディ1に結合されているとき、シンチレータ12.1を取り囲む。各ヘッド12、11がボディ1と個別に螺合されなければならないバージョンにおいては、たとえば、ボディ1を取り囲むシールディング13をメス型ねじ溝20.1の上まで延長できる。図6Bは、シールディング13を伴った画像撮影デバイス100を表現しており、ボディ1にはアルファ線ヘッド11が結合されている。代替実施態様においては、シールディング13を、ボディ1周りのメイン部分13.1、およびヘッドの部分、特にガンマ線ヘッド12のシンチレータ12.1周りに、それがボディ1と結合されているときに配

40

50

置される追加のクラウン形状部分 13.2 を伴うモジュラとすることが可能である。

【0054】

デュアル撮像デバイスが配置される環境に照射がない場合、特に、撮像デバイスがアルファ線汚染源の画像を獲得するためとなる場合においては、ボディ 1 の周囲にシールディングが使用されなくてもよい(図 7B)。デュアル撮像デバイスは、シールディングを伴わなければより軽くなり、取り扱いも容易になる。そうではあっても、背景の照射を伴わない場合のガンマ線照射源の検出の応用において、ガンマ線ヘッドの視野内のガンマ放射線だけが考慮されるように、図 7A に図解されているとおり、シンチレータ 12.1 の周囲にシールディング・クラウン 13.2 を提供できる。

【0055】

それに加えて、デュアル撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスに、コリメートされたガンマ線分光測定検出器 30 を装備し、直接または間接的にボディ 1 と一体化させ得る。コリメートされたガンマ線分光測定検出器 30 は、イメージ増強管 2 の光軸 XX' と平行な軸 32 周りに広がる視野を有する。その種のコリメートされたガンマ線分光測定検出器 30 は、同一出願人の特許出願第 F R 2879304 号の中で述べられているものと類似のものとし得る。

10

【0056】

ガンマ線分光測定コリメータ 31 は稠密な材料から作られ、その密度は、鋼より高いものとなるであろう。その材料は、たとえば、鉛および/またはタンゲステンおよび/または銅をベースにし得る。コリメータ 31 は、画像撮影デバイスのボディ 1 と一体化される。

20

【0057】

デュアル撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスには、前述の特許出願の中で述べられているとおり、レーザ・ポインタ 33 も装備できる。レーザ・ポインタ 33 は、コリメートされたガンマ線分光測定検出器 30 と結合される。それが、画像撮影デバイスのボディ 1 と、直接または間接的に一体化される。それを、ガンマ線分光測定コリメータ 31 の内側またはその外側に配置できる。

【0058】

レーザ・ポインタ 33 は、イメージ増強管 2 の光軸 XX' と平行な視野軸 34 を有し、それが撮像されるべきシーンに向けてポイントされる。

30

【0059】

すでに上で述べたとおり、1つのヘッド 11 または 12 がボディ 1 に結合されているときに画像撮影デバイス 100 によって撮影される可視画像は、モノクローム画像であり、表示デバイス 102 のレベルにおいて白黒の画像を結果としてもたらす。デュアル撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスに、カラー・カメラ・タイプの補助的な画像撮影デバイス 35 を、画像撮影デバイスのボディ 1 と直接または間接的に一体化して備えることが可能である。画像撮影デバイスは、メインの画像撮影デバイスとして適格なものとなし得る。このカラー・カメラ 35 は、イメージ増強管 2 の光軸 XX' と平行な視野軸 36 を有し、それが観察されている撮像されるべきシーン 400 に向けてポイントされる。このカラー・カメラ 35 は、上記の特許出願の中で述べられているものと類似のものとし得る。

40

【0060】

カラー・カメラ 35 によって撮影される画像と、画像撮影のためのメインのデバイス 100 によって、それにガンマ線ヘッド 12 またはアルファ線ヘッド 11 のいずれが装着されているかに応じて撮影されるガンマ線タイプまたはアルファ線タイプの画像は、実質的に同時であってもよい。

【0061】

カラー・カメラ 35 によって撮影された可視画像には、その後、ガンマ線ヘッド 12 またはアルファ線ヘッド 11 が備えられた画像撮影デバイス 100 によって撮影されたガンマ線タイプまたはアルファ線タイプの画像が重ねられ、可能性としてはそれに加えて、他

50

方のアルファ線ヘッド 1 1 またはガンマ線ヘッド 1 2 が備えられた画像撮影デバイス 1 0 0 によって撮影されたアルファ線タイプまたはガンマ線タイプの画像が重ねられる。観察されているシーン 4 0 0 のカラー画像が、このようにして獲得され、その上に精密な態様で、そこに存在するガンマ線照射源 4 1 0 および / またはアルファ線汚染源 4 2 0 が可視化されて現れる。

【 0 0 6 2 】

それに加えて、撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスに、コリメートされていない線量率測定デバイス 3 7 を提供することが可能であり、それが撮像デバイスの周囲に提供される。それは、主として、デュアル撮像デバイスのボディ 1 と直接または間接的に一体化されるプローブ・ホルダ 3 8 、プローブ・ホルダ 3 7 によって支持されることが意図された線量率を測定するためのプローブ 3 9 、および電気導体によって線量率測定プローブ 3 7 に接続される外部測定手段 4 0 を包含する。

【 0 0 6 3 】

またデュアル撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスに、向き付け可能なレーザ・テレメータ 4 2 を提供し、観察されているシーンの各ガンマ線照射源または各アルファ線汚染源までのデュアル撮像デバイスからの距離を決定することも可能である。デュアル撮像デバイスから各線源までの距離の情報は、それらの線源の活性の決定に使用される。表示デバイス上において線源を追う間に、表示デバイスによって表示されている画像上において線源が位置特定されるとレーザ・テレメータ 4 2 のレーザ・ビームが後者に向付けされる。レーザ・ビームが照射源または汚染源によって反射されると、続いてレーザ・テレメータ 4 2 がその距離を提供する。この距離を用いて、照射源または汚染源の活性を決定することが可能である。

【 0 0 6 4 】

次に、図 1、8、および 9 を参照して撮像デバイス、すなわち本発明の要旨のデバイスの動作モードを説明する。最初に、観察されているシーンの可視画像が、デュアル撮像デバイスを用いて取り込まれる。この画像が、獲得および処理デバイス 1 0 1 に転送され、そこでそれが記憶される。

【 0 0 6 5 】

この画像は、補助撮像デバイス、すなわちカラー・カメラ 3 5 によって、またはそれに代えてメインの画像撮影デバイス 1 0 0 によって、それがヘッドのうちの 1 つ 1 1 または 1 2 を装着している限り撮影可能である。

【 0 0 6 6 】

観察されているシーンのガンマ線画像またはアルファ線画像が、画像撮影デバイス 1 0 0 のボディ 1 に結合された、したがってイメージ増強管 2 に結合されたガンマ線ヘッド 1 2 またはアルファ線ヘッド 1 1 を用いて取り込まれる。前記ガンマ線画像またはアルファ線画像は、獲得および処理デバイス 1 0 1 に転送され、そこでそれが処理されて記憶される。この処理は、観察されているシーン内に存在するガンマ線照射源またはアルファ線汚染源の表現を導く。処理は、フィルタリングとし得る。ガンマ線照射源またはアルファ線汚染源を位置特定することだけが望まれている場合には、可視画像がガンマ線画像またはアルファ線画像の上に重ねられる。ガンマ線照射源またはアルファ線汚染源を示す最終的な可視画像が獲得されるようにそれら 2 つの画像を互いに合わせ、一致させる。この重ね合わせは、獲得および処理デバイス 1 0 1 において実施される。最終的な可視画像が表示デバイス 1 0 2 に表示される。可視画像がカラー・カメラ 3 5 によって撮影された場合には、カラー・カメラ 3 5 が、画像撮影デバイス 1 0 0 の基準視野軸 X X ' と平行であるが、それに関してシフトされた視野軸 3 6 を有することから、重ね合わせの間に視差補正が実行される。

【 0 0 6 7 】

ガンマ線照射源およびアルファ線汚染源の両方が示される最終的な可視画像を獲得することが望ましい場合には、ボディ 1 からガンマ線またはアルファ線ヘッド 1 2 または 1 1 が取り外され、それがアルファ線またはガンマ線ヘッド 1 1 または 1 2 と交換される。観

10

20

30

40

50

察されているシーンのアルファ線またはガンマ線画像が画像撮影デバイス 100 によって取り込まれる。このアルファ線またはガンマ線画像は、獲得および処理デバイス 101 に転送され、そこでそれが処理されて記憶される。この処理は、観察されているシーン内において見つけられたアルファ線汚染源またはガンマ線照射源の表現を導く。これは、フィルタリングとし得る。

【0068】

その後、可視画像は、最初に撮影されたガンマ線またはアルファ線画像および 2 番目に撮影されたアルファ線またはガンマ線画像と重ね合わせられる。ガンマ線照射源およびアルファ線汚染源を示す最終的な可視画像が獲得されるようにそれら 3 つの画像を互いに合わせ、一致させる。この重ね合わせは、獲得および処理デバイス 101 において実施される。最終的な可視画像が表示デバイス 102 上に表示される。可視画像がカラー・カメラ 35 によって撮影された場合には、可視画像上において視差補正も実行される。

【0069】

図 9 には、デュアル撮像デバイスの動作モードの梗概が略図的な態様で表現されている。可視画像 I v の獲得（ブロック 200）からの第 1 の経路 V 1 が表現されており、それは、アルファ線画像 I a の獲得（ブロック 201）、最終的な可視化されたアルファ線画像 I F v a を得る可視画像 I v 上へのアルファ線画像 I a の重ね合わせ（ブロック 202）、および最終的な可視化されたアルファ線画像 I F v a の表示（ブロック 203）に対応する。第 2 の経路 V 2 も表現されており、それは、ガンマ線画像 I g の獲得（ブロック 204）、最終的な可視化されたガンマ線画像 I F v g を得る可視画像 I v 上へのガンマ線画像 I g の重ね合わせ（ブロック 205）、および最終的な可視化されたガンマ線画像 I F v g の表示（ブロック 206）に対応する。ブロック 200、201、および 204 からの別の経路 V 3 が表現され、ガンマ線画像 I g およびアルファ線画像 I a が可視画像 I v に重ねられて、最終的な可視化されたガンマ線アルファ線画像 I F v g a が得られる（ブロック 207）。最後のブロック 208 は、最終的な可視化されたガンマ線アルファ線画像 I F g a を表示するステップを表現している。

【符号の説明】

【0070】

- 1 ボディ
- 2 イメージ増強管
- 3 画像センサ
- 4 光ファイバ束
- 5 光陰極
- 6 マイクロチャンネル・ウエハ
- 7 ルミネセント・スクリーン
- 8 画像ビデオ・フォーマット・デバイス
- 8.1 接続手段
- 9 外被
- 9.1 ポトム
- 9.2 開放端
- 10 2つの相互に交換可能なヘッドのセット
- 11 アルファ線ヘッド
- 11.1 対物レンズ
- 11.2 紫外光バンドパス・フィルタ
- 11.3 視野軸
- 12 ガンマ線ヘッド
- 12.1 シンチレータ
- 12.2 コリメータ
- 12.3 軸
- 12.5 閉塞子

10

20

30

40

50

1 3	クラッディング、シールディング	
1 3 . 1	メイン部分	
1 3 . 2	クラウン形状部分、シールディング・クラウン	
2 0	結合するための手段、結合手段	
2 0 . 1	メス型ねじ溝	
2 0 . 2	オス型ねじ山	
2 0 . 3	支持体	
2 0 . 4	固定するための手段、固定するためのデバイス	
2 0 . 5	固定するための手段、固定するためのデバイス	
2 0 . 6	変位させるための手段	10
3 0	コリメートされたガンマ線分光測定検出器	
3 1	ガンマ線分光測定器、ガンマ線分光測定コリメータ	
3 3	レーザ・ポインタ	
3 4	視野軸	
3 5	カラー・カメラ	
3 6	視野軸	
3 7	線量率測定デバイス	
3 8	プローブ・ホルダ	
3 9	線量率を測定するためのプローブ	
4 2	レーザ・テレメータ	20
1 0 0	画像を撮影するためのデバイス(画像撮影デバイス)	
1 0 1	獲得および処理デバイス	
1 0 2	表示デバイス	
1 0 3	コントロール・デバイス	
4 0 0	撮像されるべきシーン	
4 1 0	ガンマ線照射源、ガンマ線放射源	
4 2 0	アルファ線汚染源	
F S	アウトレット面	
F E	インレット面	
I a	アルファ線画像	30
I g	ガンマ線画像	
I v	可視画像	
I F v a	可視化されたアルファ線画像	
I F v g	可視化されたガンマ線画像	
I F v g a	可視化されたガンマ線アルファ線画像	

【図1】

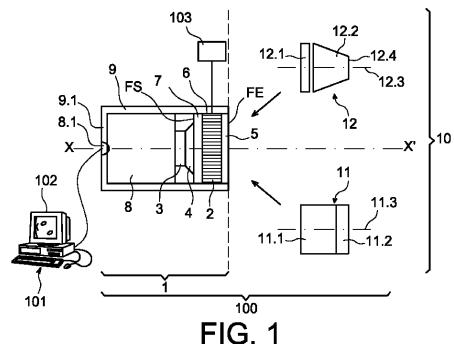


FIG. 1

【図2B】

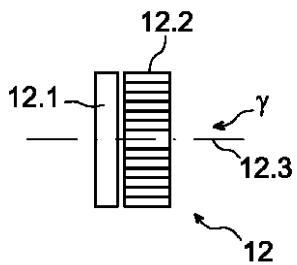


FIG. 2B

【図2A】

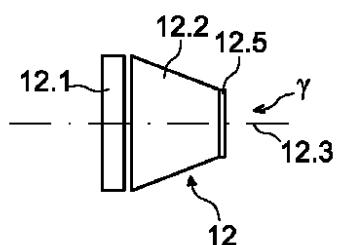


FIG. 2A

【図3】

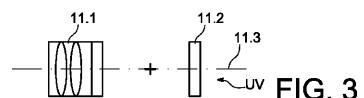


FIG. 3

【図4A】

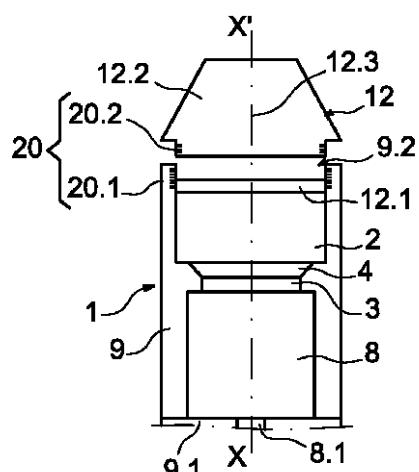


FIG. 4A

【図4B】

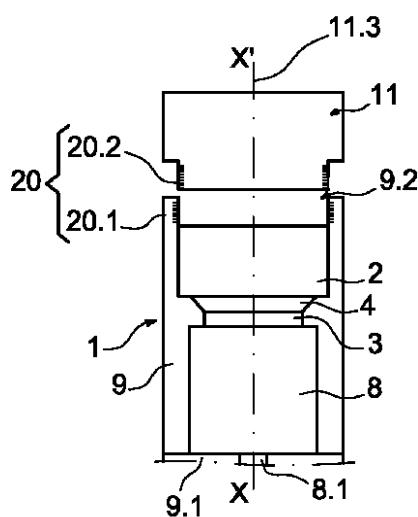
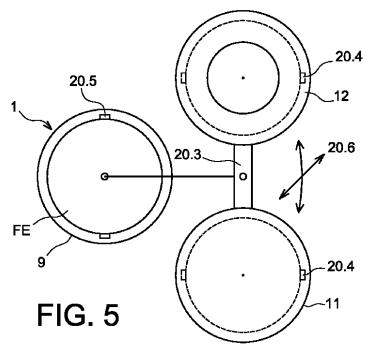
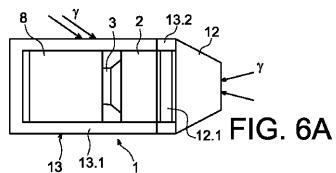


FIG. 4B

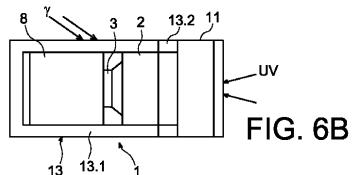
【 図 5 】



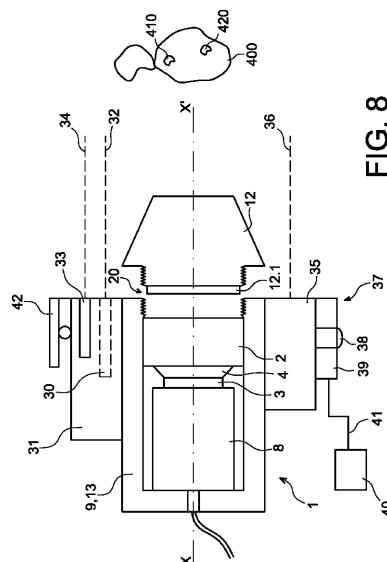
【図 6 A】



【図 6 B】



【図8】



【図7A】

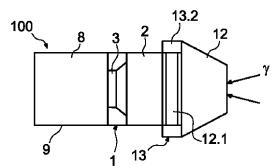


FIG. 7A

【図7B】

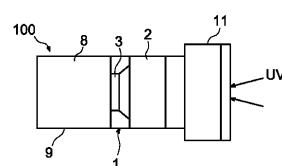
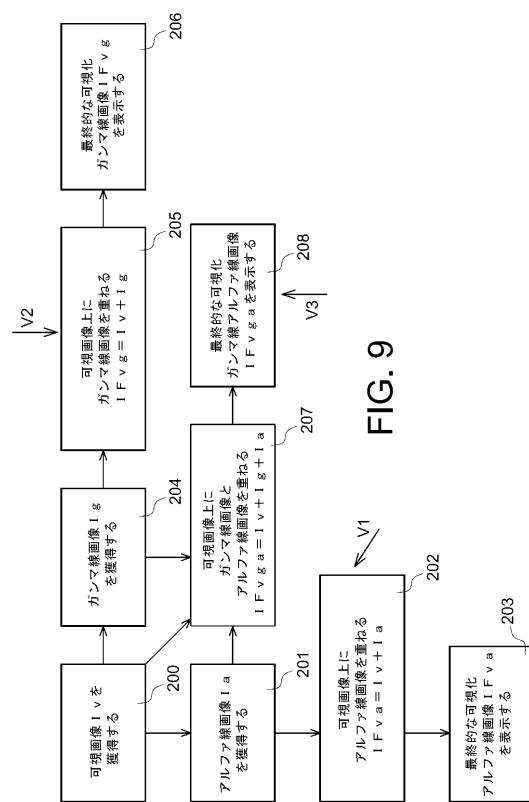


FIG. 7B

【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-139555(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0170778(US, A1)
米国特許第06281502(US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01T 1/00 - 7/12