

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5844793号
(P5844793)

(45) 発行日 平成28年1月20日 (2016. 1. 20)

(24) 登録日 平成27年11月27日 (2015. 11. 27)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 T 1/20 (2006. 01)	GO 1 T 1/20 B
GO 1 T 7/00 (2006. 01)	GO 1 T 1/20 D
	GO 1 T 7/00 B
	GO 1 T 1/20 C

請求項の数 26 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-500134 (P2013-500134)	(73) 特許権者	509347538
(86) (22) 出願日	平成23年3月14日 (2011. 3. 14)		ラピスカン システムズ、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-522623 (P2013-522623A)		アメリカ、カリフォルニア州 90503
(43) 公表日	平成25年6月13日 (2013. 6. 13)		、トランス、コロンビア ストリート 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/028402		805番地
(87) 国際公開番号	W02011/115929	(74) 代理人	100094983
(87) 国際公開日	平成23年9月22日 (2011. 9. 22)		弁理士 北澤 一浩
審査請求日	平成26年2月7日 (2014. 2. 7)	(74) 代理人	100095946
(31) 優先権主張番号	61/313, 772		弁理士 小泉 伸
(32) 優先日	平成22年3月14日 (2010. 3. 14)	(74) 代理人	100099829
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 市川 朗子
		(74) 代理人	100158023
			弁理士 牛田 電太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多重スクリーン検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁放射線を検出するための検出システムであって、デュアルスクリーン検出器筐体と、基板と、光検出器とを備え、

該デュアルスクリーン検出器筐体は、フロントサイド領域、第2サイド領域及び第3サイド領域を形成する3つの互いに隣接する壁部を有し、該3つの壁部は、互いに角度をなして接続されて断面が三角形状となる容積を画成し、それぞれのサイド領域は内面を有し、

該基板は該フロント及び第2サイド領域のそれぞれの該内面上に位置し、該基板は電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有して第1及び第2検出スクリーンを形成し、

該光検出器は、該第3サイド領域に近接するとともに、該電磁放射線から変換された光に反応する活性領域を有することを特徴とする検出システム。

【請求項 2】

該フロント及び第2サイド領域の内面は光を反射することを特徴とする請求項1に記載の検出システム。

【請求項 3】

それぞれの該基板の該活性領域は、シンチレータ材料を有することを特徴とする請求項1に記載の検出システム。

【請求項 4】

該シンチレータ材料は、タングステン酸カルシウムであることを特徴とする請求項3に記載の検出システム。

【請求項5】

該基板の該活性領域は、該光検出器の該活性領域よりも広いことを特徴とする請求項1に記載の検出システム。

【請求項6】

該基板の表面形状は、平滑であるか、ピラミッド形、六角形状、円錐形状、扇形、凹凸形状、起伏があるか、波状のいずれかであることを特徴とする請求項1に記載の検出システム。

【請求項7】

該光検出器は、光電子増倍管であることを特徴とする請求項1に記載の検出システム。

【請求項8】

電磁放射線を検出するための検出システムであって、第1及び第2デュアルスクリーン検出器筐体を有し、

該第1及び第2デュアルスクリーン検出器筐体の各々は、フロントサイド領域、第2サイド領域及び第3サイド領域を形成する3つの互いに隣接する壁部と、基板と、光検出器とを備え、

該3つの互いに隣接する壁部は互いに角度をなして接続されて断面が三角形状となる容積を画成し、各サイド領域は内面を有し、

該基板は該フロント及び第2サイド領域のそれぞれの該内面上に位置し、それぞれの基板は電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有して第1及び第2検出スクリーンを形成し、

該光検出器は、該第3サイド領域に近接するとともに、該電磁放射線から変換された光に反応する活性領域を有することを特徴とする検出システム。

【請求項9】

該第1デュアルスクリーン検出器筐体と該第2デュアルスクリーン検出器筐体とは互いに隣あって配置され、長尺部材によって互いに分離されていることを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

【請求項10】

該長尺部材は、X線を通過させるスリットを有していることを特徴とする請求項9に記載の検出システム。

【請求項11】

該第2デュアルスクリーン検出器筐体における該フロント及び第2サイド領域の各々の内面は光を反射することを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

【請求項12】

該第1デュアルスクリーン検出器筐体と該第2デュアルスクリーン検出器筐体におけるそれぞれの該基板の該活性領域は、シンチレータ材料を有することを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

【請求項13】

該シンチレータ材料は、タングステン酸カルシウムであることを特徴とする請求項12に記載の検出システム。

【請求項14】

該第1デュアルスクリーン検出器筐体と該第2デュアルスクリーン検出器筐体において該基板の該活性領域は、該光検出器の該活性領域よりも広いことを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

【請求項15】

該第1デュアルスクリーン検出器筐体と該第2デュアルスクリーン検出器筐体において、該基板の表面形状は、平滑であるか、ピラミッド形、六角形状、円錐形状、扇形、凹凸形状、起伏があるか、波状のいずれかであることを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

該第1デュアルスクリーン検出器筐体の該光検出器は、光電子増倍管であることを特徴とする請求項8に記載の検出システム。

【請求項 17】

取り囲まれた内部容積と、第1基板と、第2基板と、少なくとも一つの光検出器とを有し、

該取り囲まれた内部容積は、第1側部と、第2側部と、曲面部とを有し、

該第1側部は第1端部と第2端部とを有し、

該第2側部は第1端部と第2端部とを有し、該第1側部の該第1端部は該第2側部の該第1端部に互いに鋭角をなすように取付けられ、

該曲面部は第1端部と第2端部とを有し、該曲面部の該第1端部は該第2側部の該第2端部に取付けられ、該曲面部の該第2端部は該第1側部の該第2端部に取付けられて断面が三角形状となる容積を画成し、

該第1基板は該第1側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有することで第1検出スクリーンを形成し、

該第2基板は該第2側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有することで第2検出スクリーンを形成することを特徴とする検出システム。

【請求項 18】

該光検出器は光感応領域と光不感応領域とを有し、該光感応領域は該第1基板と該第2基板から発せられる光を受け入れるように位置していることを特徴とする請求項17に記載の検出システム。

【請求項 19】

該光不感応領域は、該曲面部内に位置していることを特徴とする請求項18に記載の検出システム。

【請求項 20】

該曲面部の該第1端部と該第2側部の該第2端部との取付け、または、該曲面部の該第2端部と該第1側部の該第2端部との取付けのいずれかは、ヒンジで連結されていることを特徴とする請求項19に記載の検出システム。

【請求項 21】

該曲面部は、該ヒンジに対して回動するように構成されていることを特徴とする請求項20に記載の検出システム。

【請求項 22】

該曲面部が該ヒンジに対して回動した結果、該光不感応領域は該取り囲まれた内部容積に外側から接近可能であることを特徴とする請求項21に記載の検出システム。

【請求項 23】

第1側部と、第2側部と、第3側部と、第1基板と、第2基板と、すくなくとも一つの光検出器とを備え、

該第1側部は、内面と、平坦面を規定する外面とで規定され、該外面は検査対象に面しており、該第1側部は該検査対象から後方散乱する放射線を受け入れるように構成され、

該第2側部は、該第1側部に対して鋭角をなしており、内面を有する平坦面によって規定され、該第2側部の該内面は該第1側部を通過した放射線を受け入れるように構成され、また該第2側部を通過した後の放射線のみを受け入れるように構成され、

該第3側部は、該3つの側部が互いに角度をなして接続されて、断面が三角形状となる容積を画成し、

該第1基板は、該第1側部の該内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有することで第1検出スクリーンを形成し、

該第2基板は該第2側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有することで第2検出スクリーンを形成し、

該少なくとも一つの光検出器は、該第3側部に近接して配置されて光感応領域と光不感

10

20

30

40

50

応領域とを有し、該光感応領域は該第1基板と該第2基板から発せられる光を受け入れるように位置していることを特徴とする検出システム。

【請求項24】

該放射線はX線光子であることを特徴とする請求項23に記載の検出システム。

【請求項25】

該第1基板は、該第1側部に衝突したX線光子の30～60%を検出することを特徴とする請求項24に記載の検出システム。

【請求項26】

該第2基板は、該第2側部に衝突したX線光子の10～30%を検出することを特徴とする請求項25に記載の検出システム。

10

【発明の詳細な説明】

【関連出願に対する相互参照】

【0001】

本願は、2010年3月14日に出願された米国仮特許出願第61/313,773号に優先権のため依拠し、その全体を参照することにより本明細書に援用する。また、本願は、2008年10月31日に出願された米国特許出願第12/262,631号の一部継続出願であり、2007年11月1日に出願された米国仮特許出願第60/984,640号に優先権のため依拠し、その全体を参照することにより本明細書に援用する。

【技術分野】

20

【0002】

本明細書は、概して、放射エネルギー撮像システムに関する。具体的には、本明細書は検出システム及び放射エネルギー撮像システムにおいて当該検出システムを用いた検出方法に関する。特に、本発明は、検出性能を向上させるために複数のスクリーンを用いた改良された検出システムに関する。

【背景技術】

【0003】

現在のセキュリティシステムは、禁制品、凶器、爆発物及び着衣に隠されたその他の危険物を検出する能力において限界がある。一般的に、大型の金属物体や数種の爆発物の検出には、金属探知機や化学品探知機が用いられるが、これらの機器では多種多様な危険物が存在した場合は検出できない。現代技術でもって開発されたプラスチックやセラミック製の武器により、警備員が検出を義務付けられる非金属物体の種類が増加している。つまり、人手による検査では速度が遅い上に、不便で、例えば空港での標準的な手続は、一般市民によく受容られていない。

30

【0004】

さらに、放射線被ばくは、隠れた物体を検出するX線システムにおいて考慮すべき重要な事項である。現在、米国基準では、検査イベント毎に0.25マイクロレムの放射線被ばくが認容されている。検査機器は、検査イベント毎の一人に対する放射線被ばくの許容限度に規制されている点に注意すべきである。嚴重警備や安全な設備での職務従事者や、航空機で頻繁に旅行する人々は、年間に多くのセキュリティ検査の対象となりうる。標準

40

【0005】

人に隠された物体を検出する従来のシステムや手段は、商業的な承諾の前提条件である低線量と高画質といった両方を満たし得ないというように、その設計や手段に制約がある。具体的には、人々のスクリーニングのための従来技術のシステムは、身体を介して透過され、身体から散乱され、身体から放出された内の少なくとも一つ又は全てによって放射エネルギーを検出するように設計されている。このほか、従来の人々のスクリーニングシステムは、体型や被験者の着衣の下に隠された任意の物体によって画像が生成される。そして、隠された物体の証拠のために、操作者は各画像を検査する。

50

【 0 0 0 6 】

このようなシステムの一例は、アメリカン・サイエンス・アンド・エンジニアリング社による米国再発行特許番号 R E 2 8 5 4 4 で、「放射エネルギー撮像装置は、X線放射エネルギーのペンシルビーム源と、前記エネルギー源と固定的関係にある曲線を定義する放射エネルギー検出手段と、前記検出手段へのパスに沿った前記ペンシルビームによってトラバースされた領域において、媒体の放射エネルギー反応を表す画像信号を提供するための前記曲線に従い、前記ペンシルビームを伴って前記放射エネルギー検出手段をスキャンする手段と、前記二次元領域の放射エネルギー反応を表す画像信号のシーケンスを生成するための前記検出手段と前記エネルギー源とを結ぶ線を交差する方向で相対並進運動を確立する前記検出手段と前記エネルギー源とを有するアセンブリ及び前記領域を相対的に変位する手段と、前記反応を表す画像を生成するために前記画像信号に反応する手段、を備える。」と記述している。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の譲受人に譲渡され、本明細書中で参考として援用された米国特許第 5 , 1 8 1 , 2 3 4 号は、「前記装置からある距離に位置する人体の上または人体によって運ばれた低原子番号の物体を検出するためのX線画像装置は、前記人体に方向付けたX線ペンシルビームを生成するためのX線源と、スキャニング周期において、前記人体に対し被ばくが低放射線量となるように前記スキャニング周期が十分に短く、前記人体の表面上で前記人体と前記ペンシルビームとが交わる領域を移動するためのスキャニング手段と、前記スキャニング手段と前記X線源として前記人体と同じ側に配置され、前記信号において10%以下の変動係数を与える前記散乱X線の相当部分を十分に受ける大きさのアクティブな領域をもつ前記検出アセンブリを用いてスキャンした結果、前記人体から散乱されたX線強度の信号表現を提供する検出アセンブリと、操作者に提示する検出器信号の特徴の表示手段と、検出可能にするために前記低原子番号の物体のエッジを強調しエッジ効果を作成する検出器全体に分散された前記散乱X線、とを備える。」と開示している。

20

【 0 0 0 8 】

さらに、先行技術の手荷物検査システムは、同一の入射ビームから独立して信号を生成するために透過及び後方散乱された両X線の検出手段を含む。個々の信号は、低Z材料を認識するシステムの精度を向上させ、互いに強化させるために使用できる。透過及び後方散乱の両信号を提供するために十分なエネルギーをもつ入射ビームは、X線エネルギーが比較的高くなくてはならず、人手による検査にとって望ましくないシステムをつくることになる。このようなシステムの一例として、アニス他による米国特許第 4 , 7 9 9 , 2 4 7 号は、「低Z材料をハイライトする物体検査のための投影画像システムは、透過性放射線源と、前記源によってあらかじめ決められた断面にビームを放出する放射線を形成し、前記ビームで空間を線で繰り返し掃引するための手段と、空間において前記線と垂直方向にある前記源に関連して撮像された前記物体を動かすための手段と、第一電気信号を生成するために実質的に定まった方向にある前記物体から出現し、前記物体を貫通する放射エネルギーに反応して位置する第一放射エネルギー検出器と、第二電気信号を生成するために前記物体によって散乱された放射エネルギーに反応し、前記物体よりも前記源から離れたところに位置する第二放射エネルギー検出器と、第三電気信号を生成するために前記物体によって散乱された放射エネルギーに反応し、前記物体よりも前記源から近いところに位置する第三放射エネルギー検出器と、時間の関数として一对の電気信号を、個別に、単独に、そして瞬時に表示するために少なくとも前記一对の電気信号に反応する表示手段、とを備える。」と開示している。

30

40

【 0 0 0 9 】

前述のとおり、従来のシステム及び手段には、商業的な承諾の前提条件である低線量と高画質という両方を満たし得ないという制約がある。加えて、従来の人々のスクリーニングシステムでは、体型や被験者の着衣の下に隠された任意の物体によって画像が生成される。

【 発明の概要 】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、先行技術のシステムは、プラスチック、セラミック、爆発物、違法薬物やその他の非金属物体を十分に検出しないため不利である。特に理由のひとつとして、これらの物質は比較的低原子番号（低Z）であるという特性を共有している。低Z物質は、低Zを有する被験者の身体の背景から低Z物体を区別することが困難であるため、人手による検査において特殊な問題を提起する。低いレベルの放射線被ばくで操作する検査システムは、検査対象の人に対して向けるX線が少数であるため、精度に限界がある。X線吸収と散乱は、人及び任意の隠された物体の画像を形成可能にするX線の数をさらに減少する。従来技術のシステムでは、この少数の検出されたX線は、容認できないほどの低画質を得る結果を招いた。

10

【0011】

従って、電磁放射を検出し、生成された結果画像の画質を改善するために、検出器の性能を向上する手段と装置が必要とされ、その結果、全体で必要な放射線量を低減させることが要求されている。

【0012】

また同様に、強化された検出機能を有する改善された放射エネルギー撮像システムを使用する手段も求められている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、電磁放射線の検出効率を高め、結果的に生成された画像品質を向上させて、必要とされる全体の放射線量を減らすことができる装置と方法を提供することを目的とする。

20

【0014】

本発明の他の目的は、検出器材料の効率を最大化できるように構成された検出器を提供することにある。

【0015】

本発明の一実施の形態による電磁放射線を検出するための検出器システムは、筐体と、前側領域と、後側領域と、複数のスクリーンと、光検出器とを備え、該筐体は4つの隣接する壁部を有し、これら該壁部は互いに角度をなすように接続されて矩形をなし内部を規定し、該前側領域と該後側領域は該四つの壁部により規定され該筐体の両端部をなし、該複数のスクリーンのそれぞれは、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該光検出器は該筐体の該内部に位置し、該光に感応する活性領域を有する。

30

【0016】

本発明の別の実施の形態による電磁放射線を検出するための検出器システムは、筐体と、前側領域と、後側領域と、第1スクリーンと、少なくとも一つの第2スクリーンと、光検出器とを備え、該筐体は4つの隣接する壁部を有し、これら該壁部は互いに角度をなすように接続されて矩形をなし内部を規定し、該前側領域と該後側領域は該四つの壁部により規定され該筐体の両端部をなし、該第1スクリーンは該前側領域に位置するとともに電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該第2スクリーンは、該筐体の内部に位置し、該光検出器は該筐体の該内部に位置し、該光に感応する活性領域を有する。

40

【0017】

一実施の形態では、該前側領域は該複数のスクリーンのうちの少なくとも1つにより形成される。別の実施の形態では、それぞれの複数のスクリーンのそれぞれの活性領域は、シンチレータ材料を有し、該シンチレータ材料は、タングステン酸カルシウムである。一実施の形態では、該光検出器は、光電子増倍管である。

【0018】

一実施の形態では、検出器システムの筐体は電磁放射線を受け入れるが電磁放射線が漏れ出ないように構成される。別の実施の形態では、筐体を構成する隣合った壁部の内面は

50

光を反射する。

【 0 0 1 9 】

一実施の形態では、該複数のスクリーンのうちの少なくとも一つのスクリーンの活性領域は、該光検出器の該活性領域よりも広く、当該領域の密度は 80 mg / cm^2 である。

【 0 0 2 0 】

一実施の形態では、該複数のスクリーンのうちの少なくとも一つの表面形状は、直線状か平滑である。別の実施の形態では、該複数のスクリーンのうちの少なくとも一つの表面は不規則形状である。更に別の実施の形態では、該複数のスクリーンのうちの少なくとも一つの表面は起伏をなしている。更に別の実施の形態では、該複数のスクリーンのうちの少なくとも一つの表面は波状である。

10

【 0 0 2 1 】

一実施の形態では、少なくとも一つの第2スクリーンの表面形状は、ピラミッド状である。別の実施の形態では、少なくとも一つの第2スクリーンの表面形状は円錐形状である。更に別の実施の形態では、少なくとも一つの第2スクリーンの表面は、魚の複数の鱗のようなシンチレーション部品で構成される。更に別の実施の形態では、少なくとも一つの第2スクリーンの表面は六角形の蜂の巣のような部品である。

【 0 0 2 2 】

本発明の別の実施の形態による放射エネルギーを用いた画像システムは、放射線源と、検出システムと、画像プロセッサと、ディスプレイとを備える。検出システムは、(i) 筐体と、(i i) 前側領域と後側領域と、(i i i) 複数のスクリーンと、(i v) 光検出器とを備える。該筐体は4つの隣接する壁部を有し、これら該壁部は互いに角度をなすように接続されて矩形をなし内部を規定し、該前側領域と該後側領域は該四つの壁部により規定され該筐体の両端部をなし、該複数のスクリーンのそれぞれは、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該光検出器は該筐体の該内部に位置し、該光に感応する活性領域を有する。該画像プロセッサは、光検出器からの複数の信号を受け取って画像を生成する。該ディスプレイは、生成された画像を表示する。一実施の形態では、放射エネルギーを用いた画像システムは、人体をスクリーニングするシステムである。別の実施の形態では、画像システムは手荷物をスクリーニングするシステムである。

20

【 0 0 2 3 】

本発明の更に別の実施の形態は、2重スクリーンを用いた検出システムであり、電磁放射線を検出する。このシステムは、3つの隣り合う側壁を備えた筐体を有する。3つの側壁は前側領域と、第2側領域と、第3側領域を提供する。3つの側壁は角度をなすように互いに接続されて断面三角形の筐体を形成する。3つの隣り合う側壁は上部領域と底部領域にも接続される。前側領域は検査を受ける物体又は対象に面しており、第1スクリーンを備える。第2側領域は筐体の内部に位置する第2スクリーンを有する。光電子増倍管が第3側領域近くに設置される。バックエンド電子機器や光電子増倍管に接続されるケーブル群がハウジング内に置かれ、ハウジングは第3側領域によって形成され、実質的には半円形の側部である。

30

【 0 0 2 4 】

一実施の形態による検出器の複数の筐体はモジュール化された断面が涙形のパネル、キャビネット、タワーの形態で設置され、これら形態は現代風の美的な外観である。本発明の一実施の形態では、放射線エネルギーを用いた画像システムであり、人体をスクリーニングするための片面の通行型頑丈な遠隔形式のシステムであって、2つの二重スクリーン検出器筐体を備える。この筐体はモジュール化されたキャビネット、タワー又はパネルの形態である。別のモジュール化されたハウジングは、放射線源を内部に収容する。2つの二重スクリーン検出器タワーは放射線源ハウジングの開口の両側において互に対称に設置される。この開口を狭いX線ペンシルビームが通過して対象に衝突する。後方散乱されたX線光子は、2つの検出器に捕獲されて、画像形成に供される。

40

【 0 0 2 5 】

本発明の目的によれば、通行型遠隔型の身体スクリーニングシステムは、モジュール化

50

された部品を有し、容易に分解して運搬され、所望の場所で組み立てができる。このように、液滴型検出器タワーと放射線源と関連する電子機器及びケーブルは、別々のモジュール又はキャビネットとして製造され、これらはスクリーニングシステム構築のために素早く統合される。

【0026】

本発明の一実施の形態は、電磁放射線を検出するための検出システムであって、筐体と、少なくとも1つの基板と、光検出器とを備え、該筐体は2つの互いに隣接する壁部を有し、それぞれの壁部は内面と、第1端部と第2端部とを有し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第1端部は、互いに角度をなして接続して内部を形成し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第2端部は、半円形のハウジングに接続され、該少なくとも一つの基板は該隣接する壁部のそれぞれの該内面上に位置し、それぞれの基板は電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該光検出器は、該半円形のハウジングの内部に位置するとともに、該光に反応する活性領域を有する検出システムである。該二つの隣接する壁部は、三角柱形状の容積を内包している。該二つの隣接する壁部の内面は光を反射する。それぞれの該基板の該活性領域は、シンチレータ材料を有する。該シンチレータ材料は、タンゲステン酸カルシウムである。

10

【0027】

少なくとも一つの該基板の該活性領域は、該光検出器の該活性領域よりも広い。少なくとも一つの該基板の表面形状は、平滑であるか、ピラミッド形、六角形状、円錐形状、扇形、凹凸形状、起伏があるか、波状のいずれかである。該光検出器は、光電子増倍管である。

20

【0028】

本発明の他の実施の形態は、電磁放射線を検出するための検出システムであって、第1筐体と第2筐体とを有し、該第1筐体は、2つの互いに隣接する壁部と、少なくとも1つの基板と、光検出器とを備え、該2つの互いに隣接する壁部はそれぞれ内面と、第1端部と第2端部とを有し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第1端部は、互いに角度をなして接続して内部を形成し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第2端部は、半円形のハウジングに接続され、該少なくとも一つの基板は該隣接する壁部のそれぞれの該内面上に位置し、それぞれの基板は電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該光検出器は、該半円形のハウジングの内部に位置するとともに該光に反応する活性領域を有し、該第2筐体は、2つの互いに隣接する壁部と、少なくとも1つの基板と、光検出器とを備え、該2つの互いに隣接する壁部はそれぞれ内面と、第1端部と第2端部とを有し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第1端部は、互いに角度をなして接続して内部を形成し、それぞれの該壁部のそれぞれの該第2端部は、半円形のハウジングに接続され、該少なくとも一つの基板は該隣接する壁部のそれぞれの該内面上に位置し、それぞれの基板は電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該光検出器は、該半円形のハウジングの内部に位置するとともに該光に反応する活性領域を有する検出システムである。

30

【0029】

該第1筐体と該第2筐体とは互いに隣あって配置され、長尺部材によって互いに分離されている。該長尺部材は、X線を通過させるスリットを有している。該第1筐体の該二つの隣接する壁部は、三角柱形状の容積を内包している。該第2筐体における該二つの隣接する壁部の内面は光を反射する。該第1筐体と該第2筐体におけるそれぞれの該基板の該活性領域は、シンチレータ材料を有する。該シンチレータ材料は、タンゲステン酸カルシウムである。

40

【0030】

該第1筐体と該第2筐体において少なくとも一つの該基板の該活性領域は、該光検出器の該活性領域よりも広い。該第1筐体と該第2筐体において、少なくとも一つの該基板の表面形状は、平滑であるか、ピラミッド形、六角形状、円錐形状、扇形、凹凸形状、起伏があるか、波状のいずれかである。該第1筐体の該光検出器は、光電子増倍管である。

【0031】

50

本発明の別の実施の形態は、検出器についてであって、取り囲まれた内部容積と、第1基板と、第2基板と、少なくとも一つの光検出器とを有し、該取り囲まれた内部容積は、第1側部と、第2側部と曲面部とを有し、該第1側部は第1端部と第2端部とを有し、該第2側部は第1端部と第2端部とを有し、該第1側部の該第1端部は該第2側部の該第1端部に互いに鋭角をなすように取付けられ、該曲面部は第1端部と第2端部とを有し、該曲面部の該第1端部は該第2側部の該第2端部に取付けられ、該曲面部の該第2端部は該第1側部の該第2端部に取付けられ、該第1基板は該第1側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該第2基板は該第2側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有する検出器である。

10

【0032】

一例として該光検出器は光感応領域と光不感応領域とを有し、該光感応領域は該第1基板と該第2基板から発せられる光を受け入れるように位置している。該光不感応領域は、該曲面部内に位置している。該曲面部の該第1端部と該第2側部の該第2端部との取付け、または、該曲面部の該第2端部と該第1側部の該第2端部との取付けのいずれかは、ヒンジで連結されている。該曲面部は、該ヒンジに対して回転するように構成されている。該光検出器は光感応領域と光不感応領域とを有し、該光感応領域は該第1基板と該第2基板から発せられる光を受け入れるように位置している。該曲面部が該ヒンジに対して回転した結果、該光不感応領域は該取り囲まれた内部容積に外側から接近可能である。

20

【0033】

本発明の更に別の実施の形態は、検出システムについてであって、第1側部と、第2側部と、第1基板と、第2基板と、すくなくとも一つの光検出器とを備え、該第1側部は、内面と、平坦面を規定する外面とで規定され、該外面は検査対象に面しており、該第1側部は該対象から後方散乱する放射線を受け入れるように構成され、該第2側部は、該第1側部に対して鋭角をなしており、内面を有する平坦面によって規定され、該第2側部の該内面は該第1側部を通過した放射線を受け入れるように構成され、また該第2側部を通過した後の放射線のみを受け入れるように構成され、該第1基板は、該第1側部の該内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該第2基板は該第2側部の内面上に位置するとともに、電磁放射線を受けて光に変換するための活性領域を有し、該少なくとも一つの光検出器は、光感応領域と光不感応領域とを有し、該光感応領域は該第1基板と該第2基板から発せられる光を受け入れるように位置していることを特徴とする検出器である。

30

【0034】

一例として、該放射線はX線光子である。該第1基板は、該第1側部に衝突したX線光子の30～60%を検出する。該第2基板は、該第2側部に衝突したX線光子の10～30%を検出する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】一つのスクリーンを備えた従来の検出器筐体を示す正面図。

【図2a】従来の検出器筐体の第1スクリーンに電磁放射線が入射している状態を示す図。

40

【図2b】従来の検出器筐体の第1スクリーンに電磁放射線が入射している状態を示す図。

【図3】本発明の実施の形態による複数のスクリーンを有する検出器筐体であって、複数のスクリーンに電磁放射線が入射している状態を示す図。

【図4】本発明の他の実施の形態による複数のスクリーンを有する検出器筐体であって、複数のスクリーンに電磁放射線が入射している状態を示す図。

【図5】本発明の検出器筐体を用いた実施の形態による後方散乱検査システムを示す図。

【図6】従来の透過X線スクリーニングシステムにおいて、本発明の検出器筐体が用いられた実施の形態を示す図。

50

【図 7】本発明の実施の形態による少なくとも 2 つのスクリーンを有する検出器筐体を示す図。

【図 8 a】図 7 の検出器筐体の斜視図。

【図 8 b】図 7 の検出器筐体の斜視図。

【図 9 a】本発明の実施の形態による検出器筐体の正面側から見た斜視図であり、人がスクリーニングシステムを通行する状態を示す。

【図 9 b】人がスクリーニングシステムを通行する状態を示す平面図。

【図 10 a】少なくとも一つのスクリーンの表面がピラミッド状となっている実施の形態を示す図。

【図 10 b】ピラミッド状のスクリーンの表面形状を示す図。

【図 11】少なくとも一つのスクリーンの表面が円錐形の複数のシンチレータ部品となっている実施の形態を示す図。

【図 12】少なくとも一つのスクリーンの表面が魚の鱗形状の複数のシンチレータ部品となっている実施の形態を示す図。

【図 13 a】少なくとも一つのスクリーンの表面が六角形又は蜂の巣形状の複数部品のシンチレータ部品となっている実施の形態を示す図。

【図 13 b】少なくとも一つのスクリーンの表面が六角形又は蜂の巣形状の複数部品のシンチレータ部品となっている実施の形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

本発明に基づいて、複数のスクリーンを用いた電磁放射線検出器についてのいくつかの実施の形態が示される。本発明は少なくとも一つのスクリーンを有する検出器システムの筐体に関する。電磁放射線は光量子を発するスクリーンによって吸収され、光量子は、筐体内に位置する光電子増倍管によって検出される。一実施の形態では、本発明の検出システムは、筐体の前部に位置する一つのスクリーンと、筐体の内部に位置する少なくとも一つのスクリーンとを有する。一実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンは、電磁放射線を受けて光（光子）に変換するための活性領域を有する。一実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの活性領域はシンチレータ材料を有する。一実施の形態では、シンチレータ材料はタングステン酸カルシウムである。

【0037】

一実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンは $80 \text{ mg} / \text{cm}^2$ の厚さ（面密度）を有する。一実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの表面は直線形状又は平坦形状である。一実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの表面は不規則形状である。別の実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの表面は起伏のある形状である。更に別の実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの表面は波状である。表面を波状とすることにより、光出力の経路長を増加させることなく電磁放射線の経路長を増加させることによって、電磁放射線を受けて光に変換するための表面積を大きくすることができ、最大限の検出効率を発揮できる。電磁放射線の吸収量を増加させるためには、様々な表面形状が用いられることは当業者にとって理解すべきことである。

【0038】

本発明は更に、筐体の内部において少なくとも一つのスクリーンを用いて、検出器に至る電磁放射線の量を増加させ、その結果光電子増倍管に至る光子の量を増加させる。一実施の形態では、筐体の内部に位置する少なくとも一つのスクリーンの仕様は、筐体の前側に位置するスクリーンの仕様と実質的に同じである。一実施の形態では、筐体の内部に位置する少なくとも一つのスクリーンは、筐体の前側に位置するスクリーンとは、化学的組成、表面形状、厚さ、エネルギー反応の少なくともいずれか一つにおいて異なっている。筐体の前側のスクリーンと、筐体の内部の少なくとも一つのスクリーンとを用いることで、吸収される電磁放射線の量を増加させて、光子の数を増加させ、ひいては検出効率を向上させて、画質を向上させる。

【0039】

10

20

30

40

50

而して、本発明は検出器材料の効率を最大化させる検出器の構成に関する。検出効率は、検出器スクリーンの効率の尺度であり、又は、電磁放射線がスクリーンに吸収されて、光電子増倍管で検出される光子を生成する可能性の尺度である。X線検出器は入射されたX線光子と相互に作用して、その存在を記録する必要がある。相互作用をせずに検出器を通過したX線は無駄なものである。光子と検出器材料との相互作用の可能性や材料の厚さによって検出効率が主に決定される。検出器の効率を計算するのに以下の式を用いることができる。

【0040】

$$I = I_0 \times e^{-\mu x}$$

ここで I_0 は、板状材料に入射又は入り込むあるエネルギーの光子の数であり、 x は板の厚さであり、 I は板厚 x の層を通過した光子の数であり、 μ は、特定のエネルギーの光子についての材料の線減衰係数である。

10

【0041】

通過していない光子は板材料内で相互作用し、吸収されるか散乱される。ある厚さで吸収された光子の数は、 $I_0 - I$ の差である。しかしながら、光子の数の差を計算する代わりに、 $(I_0 - I) / I$ の比を掲載して、それを吸収率と称する。従来のスクリーンは100%効率には遙かに及ばない。本発明は無駄なX線光子をより多く吸収して、検出性能を向上させている。

【0042】

別の実施の形態では、本発明は検出器システムの筐体に関し、この筐体内には、光に感応する活性領域を有する光電子増倍管が配置される。別の実施の形態では、少なくとも一つのスクリーンの活性領域は光電子増倍管の活性領域よりも広く、その結果吸収される電磁放射線の量を最大化できる。

20

【0043】

本発明は様々な実施の形態を有している。本明細書で用いられる用語を解釈するに際しては、ある特定の実施の形態を否定するように解釈すべきではなく、用いられる用語の意味を超えて請求の範囲を限定して解釈するためのものであってはならない。本発明の特定の実施の形態については詳細に説明する。本発明は実施の形態との関係で説明されるが、実施の形態に本発明を限定する意図はない。

【0044】

図1は、1つのスクリーンを有する従来の検出器筐体を示す正面図である。一の実施の形態において、検出器100は、互いに角度をなして接続されて隣接する4つの壁部102a、102b、102c、102dを有する筐体を有する。一の実施の形態において、4つの隣接する壁部102a、102b、102c、102dは、直方体を形成する。一の実施の形態において、直方体は、台形状の形である。隣接する壁部102a、102b、102c、102dは、さらに、筐体の端部に前側領域106及び後側領域104を形成する。

30

【0045】

一の実施の形態において、4つの隣接する壁部102a、102b、102c、102d、前側領域106、及び後側領域104から形成される筐体は、電磁放射を漏らさずことなく受信でき、放射源からの入射放射が出て行くことを遮断する。一の実施の形態において、放射を漏らさず受信する筐体の能力は、閉じ込める壁部の光反射性の内面によって、促進される。一の実施の形態において、壁部102a、102b、102c、102dの内面は、白色に塗られているので、高い反射性を呈する。

40

【0046】

一の実施の形態において、検出器筐体100の前側領域106は、放射を受信するために使用され、以下の図5及び図6について詳細を記載するように、典型的なスキャンニングシステムにおいて使用されるとき、検査中の物体と対峙する。一の実施の形態において、前側領域106は、さらに、スクリーン107を有する。

【0047】

50

さらに、検出器筐体 100 は、さらに、後側領域 104 に最も近い筐体の内側に配置された光検出器 108 を有する。一の実施の形態において、光検出器 108 は、光電子増倍管である。光電子増倍管は、当業者には周知であるため、詳細には記載しない。

【0048】

図 2 a 及び図 2 b は、従来の検出器筐体の第 1 のスクリーン上での電磁放射の入射を示す。動作中、スクリーニングシステムは、X 線が対象や物体に入射するように、ソースからの電磁放射を、検査中の対象や物体に指向させる。次に、X 線は、X 線の強度と使用される検査システムのタイプとに依存して、検査中の対象又は物体から散乱されたり、あるいはこれらの対象又は物体を透過する。放射源及び X 線ビームの性質は、以下の図 5 及び図 6 について詳細に記載するので、ここでは説明しない。

10

【0049】

図 2 a を参照すると、散乱あるいは透過 X 線 210 は、検出器筐体 200 に到達して、最初に、スクリーン 207 に入射する。スクリーン 207 は、散乱あるいは透過 X 線 210 の少なくとも一部を吸収して、検出器筐体 200 の内部で、X 線を光子 206 に変換する。

【0050】

しかしながら、図 2 b を参照すると、X 線の一部は、スクリーン 207 に吸収されずに、スクリーン 207 を通過する。更に、唯一のフロントスクリーンを有する従来の検出器筐体において、光子 206 の少なくとも一部は、筐体の高反射性内壁によって反射され、次に、光電子増倍管 208 によって検出される。

20

【0051】

一の実施の形態において、以下の図 3 について詳細に記載するように、本発明は、筐体の内部に少なくとも 1 つの追加スクリーン（図 2 a 及び図 2 b には図示せず）を有する検出器筐体である。少なくとも 1 つの追加スクリーンは、更に、散乱されたり透過した X 線 210 の露光速度を増加する。少なくとも 1 つの追加スクリーンの真の効果は、より多くの電磁放射を吸収することによって、光電子増倍管 208 の光子検出効率を増大させ、続いて、その放射を光に変換し、よって、より強力な検出すべき信号を光電子増倍管に提供することである。

【0052】

図 3 は、複数のスクリーンを有する本発明の検出器の一の実施の形態を示す。検出器筐体 300 は、図 1 について記載した筐体と類似する。筐体 300 は、前側領域 306 及び後側領域 304 を形成する 4 つの隣接する壁部（図 3 には全てを図示せず）を有する。筐体については、ここでは更に詳細には記載しない。当業者は、本発明は、図 1 の検出器筐体と共に使用でき、又は記載した発明から逸脱しないように変形することができることを理解すべきである。

30

【0053】

図 3 を参照すると、第 1 のスクリーン 307 a は、検出器筐体 300 の前側領域 306 に配置されている。一の実施の形態において、第 2 及び第 3 のスクリーン 307 b 及び 307 c が、検出器筐体 300 の内側に配置されている。検査中の対象又は物体から散乱されたりあるいは透過した X 線 310 は、最初に、検出器筐体 300 の第 1 のスクリーン 307 a に入射する。しかし、散乱又は透過 X 線によっては、第 1 のスクリーン 307 a によって吸収されず、第 1 のスクリーン 307 a を通過するものがある。

40

【0054】

検出効率を増加するために、一の実施の形態においては、検出器筐体 300 は、更に、筐体の内部に、第 2 及び第 3 のスクリーン 307 b、307 c をそれぞれ有する。第 2 及び第 3 のスクリーン 307 b、307 c は、それぞれ、更に、照射線量率を増やし、故に、散乱又は透過 X 線 310 の吸収を増やす。第 1、第 2、及び第 3 のスクリーンの総合的な効果は、より多くの電磁放射を吸収し、吸収した放射を光に変換し、よって、光電子増倍管がより高い信号検出強度を備えることによって、光電子増倍管 308 の光子検出効率を増やすことである。

50

【 0 0 5 5 】

一の実施の形態において、第1のスクリーン307aは、電磁放射を受信し、受信した放射を光（光子）に変換する活性領域を有する。一の実施の形態において、第1のスクリーン307aは、蛍光化学スクリーンである。一の実施の形態において、蛍光化学スクリーン307aの内部のシンチレータは、入射する放射の一部を検出し、光電子増倍管に対して相当の光出力を生成し、放射ビームの画素対画素のスキヤニングレートに比較して短いつかの間の減衰時間を呈する。

【 0 0 5 6 】

一の実施の形態において、蛍光化学スクリーンは、タングステン酸カルシウムを含む。一般的に、タングステン酸カルシウムは、比較的短い10マイクロ秒の減衰時間を有する。この減衰時間によって、最小イメージ劣化を有する放射ビームの高速スキヤニングが可能となる。タングステン酸カルシウムのスクリーンは、後方散乱または透過放射のおよそ70%を検出することができ、30KeVのX線当たりおよそ250の利用可能な光量子を生成する。

【 0 0 5 7 】

さらに、厚めのスクリーンの使用によって、低い光出力を犠牲にして、検出器に入射するより多くの放射の検出が可能になる。一の実施の形態において、スクリーンの綿密度は、1平方センチメートル当たり80ミリグラムである。

【 0 0 5 8 】

一の実施の形態において、筐体の内部に位置する少なくとも1つのスクリーンは、筐体の前方に位置するスクリーンと同一の仕様を有する。このように、一の実施の形態において、第2及び第3のスクリーン307b、307cは、それぞれ、第1のスクリーン307aと同一である。一の実施の形態において、筐体の内部に配置された少なくとも1つのスクリーンは、化学的組成、表面の形態、厚み、及びエネルギー特性の少なくとも1つの観点から、筐体の前方に配置されたスクリーンとは異なる。このように、一の実施の形態において、第2及び第3のスクリーン307b、307cは、それぞれ、第1のスクリーン307aとは異なる。

【 0 0 5 9 】

このように、典型的なスクリーンを記載したが、当業者には明らかであるように、スクリーンの特性は、化学的組成、表面の形態、厚み、及びエネルギー特性の観点から広範囲に亘って変化するものであり、当業者には明らかなように適宜のタイプのスクリーンを本発明で使用することができる。

【 0 0 6 0 】

図4は、複数のスクリーンを有する、本発明の検出器筐体の他の実施の形態を示す。一の実施の形態において、少なくとも1つのスクリーンの表面形態は、水平であり、又は滑らかである。一の実施の形態において、少なくとも1つのスクリーンの表面形態は、不規則である。一の実施の形態において、少なくとも1つの表面形態は、一定の形状が付されている。一の実施の形態において、少なくとも1つのスクリーンの表面形態は、波形である。波形の表面形態は、最大検出効率のために、光出力パスの長さを増やさずに電磁放射のパスの長さの増加を可能とするので、電磁放射の受信及び光への変換用の表面積を増加させる。図10aは、少なくとも一つのスクリーンの表面がピラミッド状1000となっている実施の形態を示す。図10bは、表面形状がピラミッド状のスクリーン表面形態1005、1010を示す。図11は、少なくとも一つのスクリーンの表面形態が円錐形の複数のシンチレータ部品1100からなる実施の形態を示す。図12は、少なくとも一つのスクリーンの表面が扇形状又は魚の鱗形状のシンチレータ部品1200からなる実施の形態を示す。図13は、少なくとも一つのスクリーンの表面形態が、スクリーンモールド1305へのシンチレーション材料の積層プロセスによって形成され、六角形又は蜂の巣形状の部品1300の形状をしている実施の形態を示す。当業者は、適宜の表面タイプが、スクリーンが、吸収される電磁放射の量を増やすために使用されることを理解すべきである。

10

20

30

40

50

【0061】

一の実施の形態において、検出器筐体400の前側領域404に配置されたスクリーン407は、波形である。スクリーン404の波形の表面は、検出器筐体400に入射して、散乱あるいは透過した電磁放射410を吸収するより大きな表面積を提供する。スクリーン407、408によって画定される空間411内で生成される光は、容易に逃げるできないので、検出効率又は有効検出領域は、減少されることを理解すべきである。

【0062】

図5は、本発明の検出器筐体を実施されるスキャンニングシステムの実施の形態を示す。一の実施の形態において、本発明の検出器筐体は、人のスキャンニングシステムに限られず、後方散乱X線スキャンニングシステムにおいて使用される。一の実施の形態において、検査システム500は、放射源508と、少なくとも1つの検出器筐体502とを有する。上記のごとく、少なくとも1つの検出器筐体502は、少なくとも1つの検出器スクリーンを含む適宜の個数の構成を含む。なお、これに限定するものではない。さらに、少なくとも1つの検出器筐体502は、別の実施の形態において、複数の検出器スクリーンを含む適宜の個数の構成を含む。なお、これに限定するものではない。検出器の様々な構成が繰り返されるが、当業者は、適宜の個数の検出器の構成が、上記のごとく用いられ、典型的な実施の形態に、本発明を限定するものではないことを理解すべきである。

【0063】

図5を再び参照すると、X線源508は、放射の発生のために使用される。一の実施の形態において、X線源508は、検査中の物体又は対象504に向けて指向されるX線の狭いペンシルビーム506を生成するために使用される。一の実施の形態において、ペンシルビームは、X線管、機械的なチョッパホイール、及びスリットを組み込んで形成される。

【0064】

一の実施の形態において、X線源508は、結果としておよそ30KeVのX線となる、経験的及び理論的に決定された50KeVの最適X線管ポテンシャル且つ5ミリアンペアで動作する。X線ビームの垂直及び水平の寸法は、対象504に入射するときでおよそ6ミリメートル(6mm)である。対象504は、X線撮像の対象となるべき物体である。一の実施の形態において、対象504は人である。別の実施の形態において、対象504は、物体である。最初は、X線ビーム506は、対象物504のみに照射される。多くのX線が、物体の内部へと数センチメートル挿通し、コンプトン散乱によって相互作用し、入射したときと同じ面を通過して物体を出る。X線検出器筐体502は、入射X線ペンシルビームの周囲に対称に配置され、後方散乱されたX線510を検出し、X線反射率の電気信号特性を提供する。当業者は、様々なイオン化放射ソースが使用され、ガンマ放射、電磁気放射、及び紫外線放射に限定されないことを理解すべきである。

【0065】

検出器502は、X線ビーム506の周囲に一様なX線検出のために配置される。一の実施の形態において、検出器502のレイが、後方散乱X線510の一様な検出のために、線源508の周囲に配置される。検出器502は、散乱されたX線510を封じ込めたり、又はトラップすることのできる筐体を含む。光検出器は、最初に光へと変換された検出光に反応して、電気信号を生成する。検出器502の実施の形態の構成及び動作の詳細については、図1から図4について詳細に説明するので、ここでは記載しない。

【0066】

一の実施の形態において、各検出器502は、プロセッサに送られる電気信号を生成する。プロセッサは、入力信号を解析して、表示手段512に画像を生成する。表示された画像の各ポイントでの強度は、検出された散乱X線の相対強度に相当する。一の実施の形態において、X線源508は、プロセッサに同期信号を伝達する。プロセッサは、検出信号を解析して、同期信号と比較し、表示画像を決定する。

【0067】

一の実施の形態において、表示手段512は、モニタであり、プロセッサによって処理

10

20

30

40

50

されたグラフィカル画像を表示するために使用される。表示手段 5 1 2 は、陰極線管モニタ又は LCD モニタを含む、当該分野では周知のディスプレイやモニタである。一の実施の形態において、表示手段 5 1 2 によって表示されたデジタル散乱画像は、好ましくは、1 画素あたり 8 ビットの、横列 4 8 0 及び縦列 1 6 0 からなる。

【 0 0 6 8 】

図 5 を再び参照すると、検出器 5 0 2 は、開口によって分離される。X 線ビーム 5 0 6 は、この開口を通過してから対象 5 0 4 に入射する。一の実施の形態において、検出器 5 0 2 は、X 線源 5 0 8 の水平方向への移動によって X 線ビーム 5 0 6 を移動させつつ、垂直方向に移動できる。しかしながら、検出器 5 0 2 及び線源 5 0 8 の配置及び移動は、本明細書での記載に限定されない。他の実施の形態において、検出器 5 0 2 及び線源 5 0 8 は、当業者には周知なように、適宜の方法によって移動させたり配置させることができる。X 線ビーム 5 0 6 が対象 5 0 4 を交差することによって、特定領域のイメージ・ピクチャ・エレメント（画素）が画定される。

10

【 0 0 6 9 】

図 6 は、本発明の適宜の検出器筐体を実施されるスキャンニングシステムの他の実施の形態を示す。他の実施の形態において、スキャンニングシステムは、従来の X 線スキャンニングシステムであり、X 線は、検査中の物体を透過する。一の実施の形態において、従来の透過 X 線スキャンニングシステムは、手荷物スキャンニングシステムである。

【 0 0 7 0 】

一の実施の形態において、検査システム 6 0 0 は、放射ソース 6 0 8 及び少なくとも 1 つの検出器筐体 6 0 2 を有する。上述のように、少なくとも 1 つの検出器筐体 6 0 2 は、少なくとも 1 つの検出器スクリーンを含む適宜の個数の構成を有しても良いが、当該構成に限定されない。さらに、少なくとも 1 つの検出器筐体 6 0 2 は、他の実施の形態において、複数個の検出器スクリーンを含む適宜の個数の構成を有しても良いが、当該構成に限定されない。検出器の様々な構成をここに繰り返しはしないが、上記のように、当業者は、適宜の個数の検出器の構成を使用することができ、典型的な実施の形態に、本願発明は限定されるものではないことを理解すべきである。

20

【 0 0 7 1 】

図 6 を再び参照すると、X 線源 6 0 8 は、放射を生成するために使用される。一の実施の形態において、X 線源 6 0 8 が使用されて、検査中の物体や対象 6 0 4 に向けられる X 線の狭いペンシルビーム 6 0 6 を生成する。一の実施の形態において、ペンシルビームは、X 線管、メカニカルチョップホイール及びスリットのアセンブリによって形成される。

30

【 0 0 7 2 】

物体 6 0 4 は、X 線撮像の対象となる物体である。一の実施の形態において、物体 6 0 4 は、手荷物又は機内持ち込みの手荷物の一部である。最初に、X 線ビーム 6 0 6 は、物体 6 0 4 のみに入射する。X 線の多くが、物体を透過し、コンプトン散乱によって相互に干渉し合い、入射面とは反対側の表面から物体の外部に出る。X 線感知検出器筐体 6 0 2 は、入射 X 線ペンシルビームの周囲に対称に配置され、透過した X 線 6 1 0 を検出し、X 線透過の電気信号特性を提供する。

【 0 0 7 3 】

当業者には、ガンマ放射、電磁気放射、及び紫外線放射を含む、適宜の個数のイオン化放射源が使用できるが、これらに限定されないことを理解すべきである。

40

【 0 0 7 4 】

検出器 6 0 2 は、X 線ビーム 6 0 6 の全周に一樣な X 線検出のために配置されている。一の実施の形態において、検出器のアレイ 6 0 2 は、透過した X 線 6 0 1 の一樣な検出のために物体 6 0 4 の周囲に配置されている。検出器 6 0 2 は、散乱した X 線 6 1 0 を封じ込めたり、または捕捉することができる筐体を含む。光検出器は、最初に光に変換された検出 X 線に反応して、電気信号を生成する。検出器 6 0 2 の実施の形態の構成及び動作の詳細については、図 1 から図 4 について詳細を記載するので、ここには記載しない。

【 0 0 7 5 】

50

一の実施の形態において、各検出器602は、プロセッサに送られる電気信号を生成する。プロセッサは、受信信号を解析して、表示手段612上に画像を生成する。表示画像の各ポイントにおける強度は、検出した透過X線の相対強度に相当する。一の実施の形態において、X線源608は、プロセッサに対して同期信号を通信する。プロセッサは、検出信号を解析して、同期信号と比較し、表示画像を判別する。一の実施の形態において、表示手段612は、モニタであり、プロセッサによって指示されたグラフィカルイメージを表示するために使用される。表示手段612は、陰極線管又はLCDモニタを含む、周知のディスプレイやモニタである。一の実施の形態において、表示手段612によって表示されるデジタル化画像は、好ましくは、1画素当たり8ビットの横列480及び縦列160からなる。

10

【0076】

一の実施の形態において、X線源608を水平方向に移動させることによって、X線ビーム606を水平方向に移動させながら、検出器620は、垂直方向に移動することができる。しかしながら、検出器602及び線源608の配置及び移動は、上記のものに限定されない。他の実施の形態において、検出器602及び線源608は、当業者に周知の方法によって配置したり、または移動させることができる。X線ビーム606が物体604を交差することによって、特定領域のイメージ・ピクチャ・エレメント(画素)が画定される。

【0077】

図7は、少なくとも2つのスクリーンからなる、本発明の検出器筐体700の実施の形態を示す。デュアルスクリーン検出器筐体700は、フロントサイド領域701、第2サイド領域702、第3サイド領域703を形成する3つの隣接する側壁部を有する。壁701、702、703は、互いに角度をなして接続され、故に、断面が三角形となる筐体を形成する。隣接する壁部701、702、703は、さらに、上部領域704と底部領域705とを形成する。

20

【0078】

一の実施の形態において、隣接する壁部701、702、703と、上部領域704と、底部領域705とから形成される筐体は、電磁放射を実質的に漏らすことなく受信でき、放射源から入射した放射の導出をブロックする。

【0079】

一の実施の形態において、検出器筐体700のフロントサイド領域701は、上記の図9a及び図9bについて詳細を説明したように、放射715を受信するために使用され、典型的なスキャンニングシステムにおいて使用されるとき、検査下の対象又は物体と対向する。一の実施の形態において、フロントサイド領域701は、さらに、スクリーン707を有する。第2のサイド領域702は、筐体700の内部にさらなるスクリーン708を有する。検出器筐体700は、さらに、筐体の内部に配置された光検出器709をさらに有する。光検出器709は、一の実施の形態において、第3のサイド領域703に近接している。一の実施の形態において、光検出器709は、光反応領域と光無反応領域とを有する光電子増倍管である。光電子増倍管は、当業者には周知であるため、ここでは特に記載しない。

30

40

【0080】

一の実施の形態において、関連する電子機器を有する光電子増倍管のバックサイド部分は、ハウジング710に封じ込められている。一の実施の形態において、ハウジング710は、第3のサイド領域703及びサイド711によって形成され、上面からみたときに断面が略半円形となる。実質的に半円形のハウジング710の上面と底面とは、壁部によってカバーされている。一の実施の形態において、実質的に半円形のサイド711は、一端部がサイド領域703にヒンジ712によって接続されているので、サイド711は、ヒンジによって開口され、検査、修理及びメンテナンスのために光電子増倍管への簡単なアクセスを可能にしている。

【0081】

50

検査中の対象や物体から散乱されたり、透過したX線715は、最初に、検出器筐体700の第1のスクリーン707に最初に入射する。しかしながら、散乱又は透過X線によっては、第1のスクリーン707によって吸収されずに、第1のスクリーン707を通過する。検出効率を増やすために、検出器筐体700は、さらに、筐体の内部に第2のスクリーン708を有する。第2のスクリーン708は、更に、露光レートを増やし、故に、散乱又は透過X線715の吸収を増やす。光第1及び第2のスクリーンの全体の効果は、より多くの電磁放射を吸収し、つづいてその放射を光に変換し、さらに、光電子増倍管により強度の強い検出信号を提供することによる、電子増倍管709の光検出効率における増加である。

【0082】

図8は、図7の検出器筐体700の実施の形態の斜視図を示す。図8に示すように、実施の形態において、検出器筐体は、モジュラー2重スクリーン検出器タワー、キャビネット、又はパネル800として形成される。現在の図では、フロントサイド領域801及び実質的に半円形のサイド811を見ることができる。半円形のサイド811は、ヒンジ812によってサイド801に接続される。検出器タワー800は、キャビネットやパネルの形に展開され、審美的な外観を提供するというさらなる効果を奏する。

【0083】

図9aは、図7の検出器筐体700が使用されるスキャンニングシステム900の一の実施の形態の前方斜視図を示す。一の実施の形態において、本発明の検出器筐体は、人のスクリーニングシステムなどの後方散乱X線スキャンニングシステムにおいて使用される。しかしながら、人のスクリーニングシステムに限定されない。一の実施の形態において、人のスクリーニングシステムは、シングルサイドの通り抜けセキュアスタンド・オフ900として実行される。

【0084】

当業者は、通り抜けセキュアスタンドオフヒトスクリーニングシステム900は、図7の検出器筐体700の実施を示すように記載したが、本発明の適宜の検出器筐体は、何ら限定のない状態でシステム900と共に使用できることを認識すべきである。

【0085】

図9bは、通り抜けヒトのスクリーニングシステム900において使用される本発明のシステムの検出器スクリーンの一の実施の形態の上部断面図を示す。参照符号は、図9a及び図9bに同時に付して、システム900の様々な構成部品を説明する。

【0086】

一の実施の形態において、検査システム900は、第1及び第2の検出器筐体905、910からなる。一の実施の形態において、検出器筐体は、図8のモジュラーデュアルスクリーン検出器タワー800の形状で実施される。他の実施の形態において、検出器筐体は、複数の検出器スクリーンを含む適宜の個数の構成を有するが、これに限定されない。図9bに見られるように、検出器タワー905、910は、フロントサイド領域901、第2のサイド領域902、及び第3のサイド領域903からなり、互いに角度をなして接続されて三角形の断面を構成する。フロントサイド領域901は、スクリーン907（又は適宜の光反応基板）からなり、検査下の対象920に対向する。第2の領域902は、タワーの内部の第2のスクリーン908（又は適宜の光反応基板）を有する。タワー905、910の各々は、第3のサイド領域903に近接するタワーの内部に配置された光電子増倍管909を含む。光電子増倍管909のバックエンドエレクトロニクス（光に対して反応しない部分）は、実質的に半円形のハウジング911に収納される。ハウジング911は、検出器タワーの2つの角度をなすサイド901、902にヒンジによって接続されている。

【0087】

放射線源948は、別のモジュラーハウジング915（図9bに図示）に封止されている。X線源948が使用されて、放射を生成する。一の実施の形態において、X線源948は、検査下の対象920に向けてX線の狭いペンシルビーム930を生成するために使

10

20

30

40

50

用される。一の実施の形態において、対象920は、ヒトである。一の実施の形態において、ペンシルビームは、X線管、メカニカルチョップホイール及びスリットとによって形成される。当業者は、ガンマ放射、電磁気放射及び紫外線放射を含む、適宜の個数のイオン化放射源を使用できるが、これらに限定されないことを理解すべきである。

【0088】

図9bに示すハウジング915の上部断面図を参照すると、ハウジング915は、第1及び第2の角度をなすサイド916、917を含み、サイド916、917は、突き出ており、検出器タワーと放射線源ハウジングが一体化されたり、又は組み立てられると、検出器タワー905、910のサイド902と一致する。対象920と対向するフロントエンドサイドストリップ918は、開口925(図9aに図示)を有し、X線ビーム930は、開口925を通過して対象920に入射する。制限された開口925は、電磁妨害及び放射ノイズの減少を支援する。サイドストリップ918も、2つの検出器タワーに対してセパレータとして機能し、故に、2つの検出器タワーは、入射X線ペンシルビーム930の周囲に対称に組み立てられ、後方散乱X線935を検出し、X線反射率の電気信号特性を提供する。

10

【0089】

一の実施の形態において、検査システム900は、移動性及び容易な搬送のために分解でき、対象となる場所で再び組み立てることができるモジュラーコンポーネントを有する。このように、関連するエレクトロニクス及びケーブルを備えた、涙型の検出器タワー905、910及び放射線源ハウジング915は、別々のモジュールやキャビネットとして製造され、容易に組み立てられてシステム900を形成できる。

20

【0090】

動作中、物体920は、物理的に、検出器タワー905、910を通過するので、物体920に入射するX線のペンシルビーム930は、コンプトン散乱により光線935として後方散乱され、検出器タワーの前側領域901で第1のスクリーン907に入射する。散乱されたX線の一部は、第1のスクリーン907によって検出されるが、一部は、検出されることなく、第1のスクリーン907を透過し、検出器タワーの内部で(側部902で)第2のスクリーン908に入射する。一の実施の形態において、第1のスクリーン907に入射するX線フォトンの約30-60%、より好ましくは約40%が、第1のスクリーンによって検出され、X線フォトンの約10-30%、より好ましくは約24%が第2のスクリーン908によって検出される。光電子増倍管909は、最初に光へと変換される検出線束に反応して電気信号を生成する。スクリーン907、908でのシンチレーションによって発せられた光は、光電子増倍管909によって捕捉されるまで、三角形の筐体・タワー905、910の周辺を跳ね返える。検出器タワー905、910の構造及び操作についての詳細は、図7及び8を参照して詳細に記載するので、ここでは繰り返さない。

30

【0091】

2つの検出器タワー905、901によって発生された信号は、プロセッサに送られる。プロセッサは、受信信号を分析し、表示手段(図示せぬ)に画像を生成する。表示画像での各ポイントの強度は、検出され散乱されたX線の相対強度に相当する。一の実施の形態において、X線源908は、プロセッサに対し同期信号を通信する。プロセッサは、検出信号を分析して、同期信号と比較して、表示画像を判別する。一の実施の形態において、表示手段は、モニタであり、プロセッサによって合図されたグラフィカル画像を表示するために使用される。表示手段は、陰極線管モニタ又はLCDモニタを含む、当該分野にて周知のディスプレイやモニタであれば良い。一の実施の形態において、表示手段によって表示され、デジタル化された散乱画像は、好ましくは、各画素8ビットの480×160の画素からなる。

40

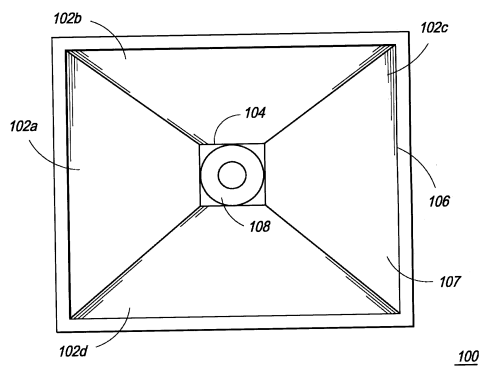
【0092】

上記の例は、本発明のシステムの多くの応用例を例示するものに過ぎない。本明細書では、本発明の幾つかの実施形態のみを説明したが、本発明は、本発明の趣旨又は範囲から

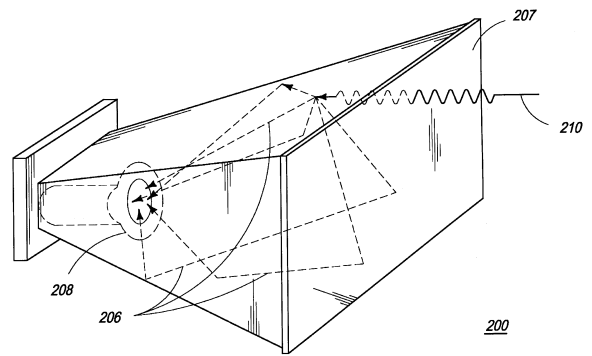
50

逸脱することなく、他の多くの具体的な形式で具体化されることが理解されるだろう。よって、本例及び実施形態は例示的なものであって限定するものではないと考えなければならず、本発明は、明細書に開示された事項に限定すべきではなく、請求項の範囲内での変更が可能である。

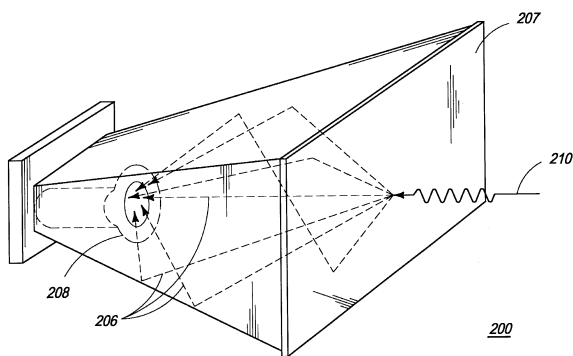
【図1】



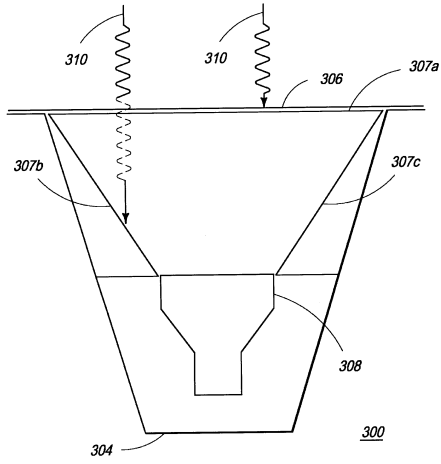
【図2b】



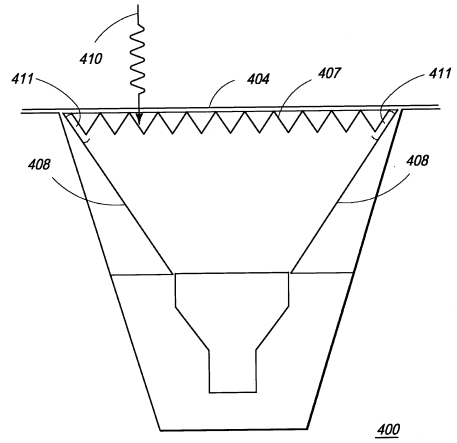
【図2a】



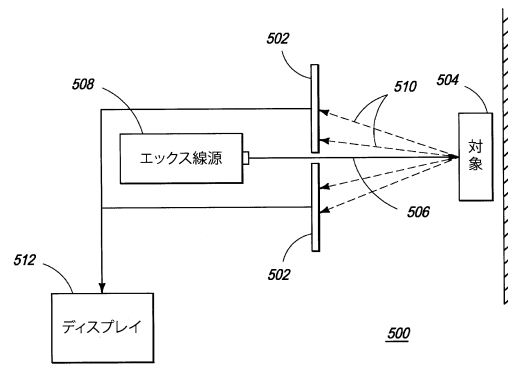
【図3】



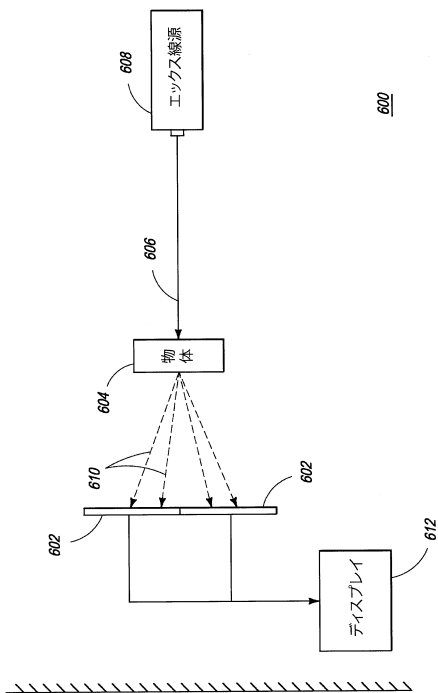
【図4】



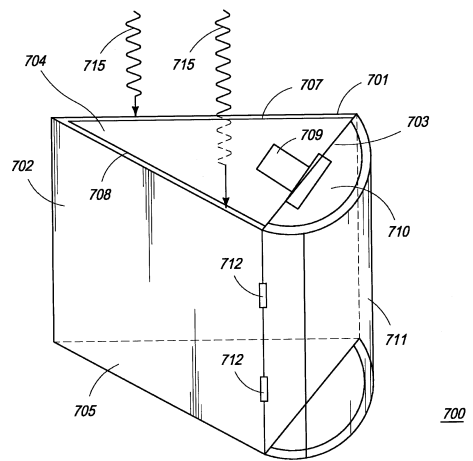
【図5】



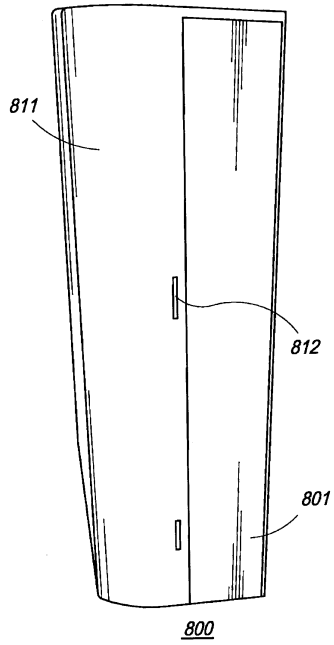
【図6】



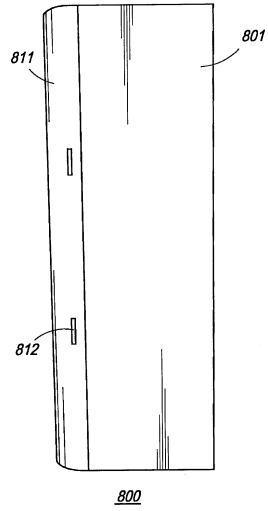
【図7】



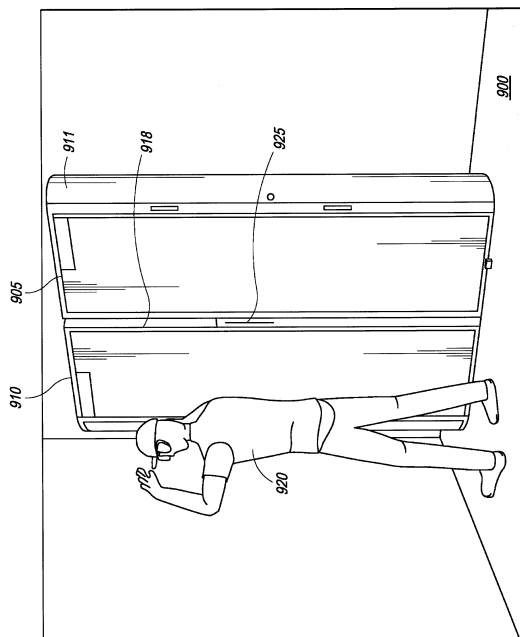
【図 8 a】



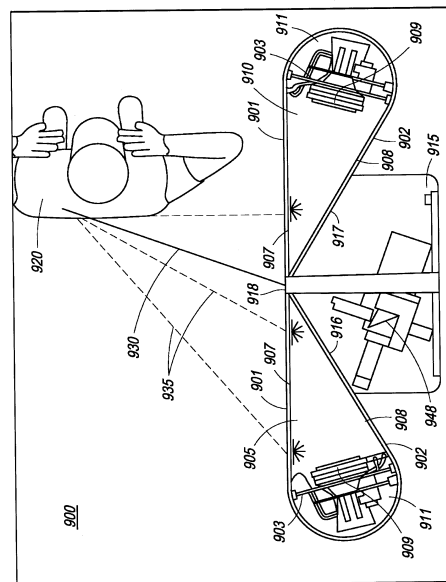
【図 8 b】



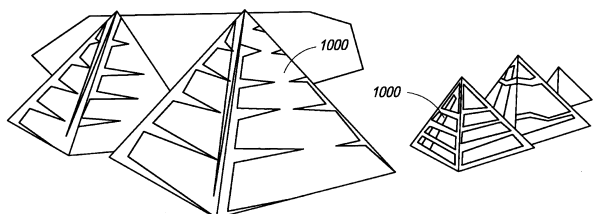
【図 9 a】




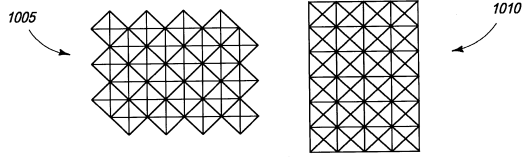
【図 9 b】




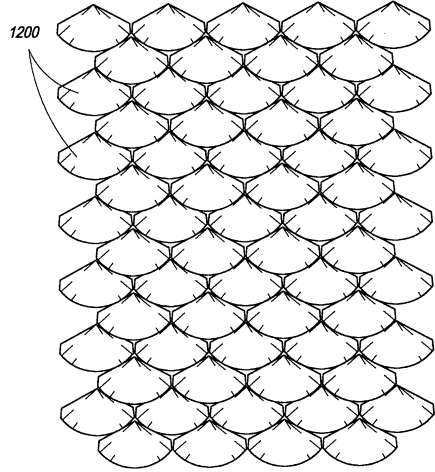
【図 10 a】




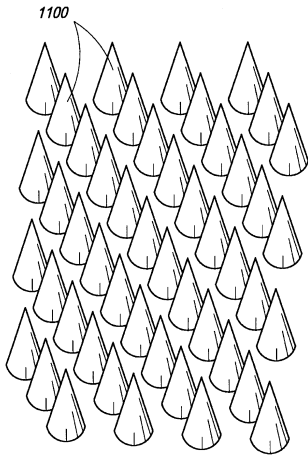
【 10 b】




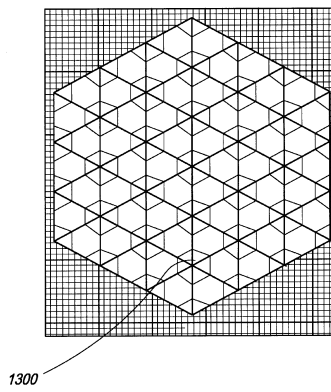
【 12】




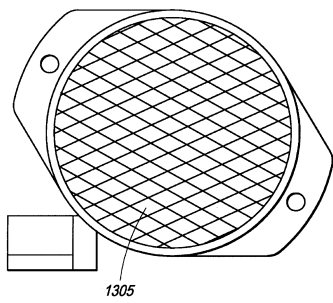
【 11】



【 13 a】



【 13 b】



フロントページの続き

(74)代理人 100183380

弁理士 山下 裕司

(72)発明者 ヒューズ、ロン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 8 4 5、ガーデン グローブ、トパーズ ロード 1 2
8 1 2 番地

(72)発明者 ライジ、ピーター

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 0 0 9、カールズバッド、カイエン レーン 6 4 2 7
番地

(72)発明者 コトウスキ、アンドレアス、エフ.

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 0 2 7 5、ランチョ パロス ベルデス、サニーサイド
リッジ ロード 2 3 1 5 番地

審査官 林 靖

(56)参考文献 特開平05 - 100037 (JP, A)

米国特許第05302817 (US, A)

米国特許出願公開第2009 / 0141860 (US, A1)

特開2007 - 225569 (JP, A)

特開2004 - 317300 (JP, A)

国際公開第99 / 066345 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 1 / 0 0 - 7 / 1 2