

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4689663号
(P4689663)

(45) 発行日 平成23年5月25日(2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 23/203 (2006.01)

GO 1 N 23/203

請求項の数 9 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-507407 (P2007-507407)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成17年4月1日(2005.4.1)</p> <p>(65) 公表番号 特表2007-532876 (P2007-532876A)</p> <p>(43) 公表日 平成19年11月15日(2007.11.15)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/US2005/011382</p> <p>(87) 国際公開番号 W02005/098400</p> <p>(87) 国際公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)</p> <p>審査請求日 平成20年2月8日(2008.2.8)</p> <p>(31) 優先権主張番号 60/561,079</p> <p>(32) 優先日 平成16年4月9日(2004.4.9)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 308022988 アメリカン サイエンス アンド エンジ ニアリング、インコーポレイテッド アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1 8 2 1, ミドルセックス ターンパイク ビレリカ 8 2 9</p> <p>(74) 代理人 100078282 弁理士 山本 秀策</p> <p>(74) 代理人 100062409 弁理士 安村 高明</p> <p>(74) 代理人 100113413 弁理士 森下 夏樹</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一度に1つのみの供給源が放射線を発光することを確実にすることによって、複数の供給源を備える門形の後方散乱検査器におけるクロストークを排除すること

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

検査システムであって、該検査システムは、該検査システムに対してある方向に動いている物体を検査し、該システムは、

(a) 特定の断面を有する透過性放射線の第1ビームを提供する第1供給源と、

(b) 該物体の動きの方向を実質的に横断する第1方向の周りで該第1ビームを走査するビーム走査機構であって、該ビーム走査機構は、回転チョッピングホイールまたは電磁スキャナである、ビーム走査機構と、

(c) 特定の断面を有する透過性放射線の第2ビームを提供する第2供給源と、

(d) 該第1方向と実質的に同一平面上にあり、かつ、該第1方向に実質的に垂直な第2方向の周りで、該第2ビームを走査するビーム走査機構であって、透過性放射線の該第2ビームは、透過性放射線の該第1ビームおよび透過性放射線の該第2ビームの同時走査が起きないように、透過性放射線の該第1ビームと交互に走査され、該ビーム走査機構は、回転チョッピングホイールまたは電磁スキャナである、ビーム走査機構と、

(e) 複数の散乱検出器であって、該複数の散乱検出器の各々が、該検査される物体内の任意の散乱物質によって該第1ビームおよび該第2ビームの両方から散乱された放射線を検出するように配置され、散乱放射線シグナルを発生させる、複数の散乱検出器と、

(f) 該散乱放射線シグナルに少なくとも基づいて、該散乱物質の画像を生成するコントローラと

を備えている、検査システム。

【請求項 2】

透過性放射線の前記第 1 供給源は、X 線供給源である、請求項 1 に記載の検査システム。

【請求項 3】

透過性放射線の前記第 1 ビームは、ペンシルビームである、請求項 1 に記載の検査システム。

【請求項 4】

前記第 1 ビームにおける透過性放射線の放出が、第 1 の時間周期によって特徴付けられ、前記第 2 ビームにおける透過性放射線の放出が、第 2 の時間周期によって特徴付けられ、該第 1 の時間周期および該第 2 の時間周期は、一定の位相関係によってオフセットされている、請求項 1 に記載の検査システム。

10

【請求項 5】

各供給源の前記時間周期が、デューティサイクルによって特徴付けられる、請求項 4 に記載の検査システム。

【請求項 6】

各供給源の前記時間周期が、隣接する供給源に対する位相差によって特徴付けられ、該位相差は、前記デューティサイクルの 2 倍に等しい、請求項 5 に記載の検査システム。

【請求項 7】

前記物体内に配置された物質の散乱画像を表示するためのディスプレイをさらに備えている、請求項 1 に記載の検査システム。

20

【請求項 8】

前記検査される物体を透過する際に前記第 1 ビームおよび前記第 2 ビームのうちの少なくとも一方を検出することと、透過放射線シグナルを生成することとを行うための少なくとも 1 つの透過検出器をさらに備えている、請求項 1 に記載の検査システム。

【請求項 9】

物体を検査するための方法であって、該方法は、

(a) 該物体の動きの方向を実質的に横断する第 1 方向の周りでビーム走査機構によって走査される第 1 ビームへと形成される透過性放射線によって、該物体を照射することであって、該ビーム走査機構は、回転チョッピングホイールまたは電磁スキャナである、ことと、

30

(b) 該物体の動きの方向を実質的に横断する第 2 方向の周りでビーム走査機構によって走査される第 2 ビームへと形成される透過性放射線によって、該物体を照射することであって、該第 2 方向は、該第 1 方向と実質的に同一平面上にあり、かつ、該第 1 方向に対して一定かつ実質的に垂直な向きであり、該第 2 ビームは、該第 1 ビームおよび該第 2 ビームの同時走査が起きないように、該第 1 ビームと交互に走査され、該ビーム走査機構は、回転チョッピングホイールまたは電磁スキャナである、ことと、

(c) 複数の散乱検出器を用いて該物体によって散乱された該第 1 ビームおよび該第 2 ビームからの放射線を検出することであって、該複数の散乱検出器の各々が、該第 1 ビームおよび該第 2 ビームの両方からの散乱を検出することにより、散乱放射線シグナルを発生させるように配置されている、ことと、

40

(d) 該散乱放射線シグナルに基づいて、該物体を特徴付けることと

を包含する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、透過性放射線 (penetrating radiation) を用いて物体を検査するためのシステムおよび方法に関し、より具体的には、本発明は、複数の放射線源を採用する検査システムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

(発明の背景)

検査される物体が、透過性放射線を用いて物体の内容物を画像化する1つ以上のシステムを通して動く間に、例えば、移動する車両もしくは人、または、あらゆる検査される物体内に隠された物体(例えば、密輸品、兵器、または、爆発物)の存在を決定することが望ましい。この決定は、検査される物体が動いている間か、または、検査システムが、検査される人物もしくは物体に関して動いている間になされ得べきである。実際、検査速度、そして、従って、時間あたりのスループットが重要であるので、車両は、例えば、運転者もしくは乗客が降車することを必要とすることなく駆動されることが望ましい。検出がなされた場合、視覚的な像が、検査のために利用可能となるはずである。

10

【 0 0 0 3 】

照射された物体、容器または車両から散乱される透過性放射線の検出および分析によって生成される像の使用は、例えば、2002年10月1日に発行された、Chalmersらに対する特許文献1(「Chalmersの特許」)の主題である。Chalmersの特許は、移動する車両の上または下から、ならびに横から、この車両をX線で照射することによる、移動する車両の後方散乱による検査を教示する。

【 0 0 0 4 】

X線供給源およびX線検出器(ともに、門形に配置される)の、人員をスクリーニングする目的のための使用は、例えば、2000年7月25日に発行された、Smithに対する特許文献2の主題である。

20

【 0 0 0 5 】

X線は、物体からあらゆる方向に散乱し、それゆえ、この散乱は、散乱物質(scattering material)を、照射する放射線が入射する方向に関して、あらゆる角度に並べるX線検出器によって検出され得る。それゆえ、「飛点(flying-spot)」照射検査が代表的に使用され、これによって、検査される物体上の一点が、任意の所定のモーメントで透過性放射線により照射され、その結果、散乱の位置は、少なくとも、透過性放射線のビームの方向に対して横断する平面に関して、明白に決定され得る。

【特許文献1】米国特許第6,459,764号明細書

【特許文献2】米国特許第6,094,072号明細書

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

検査される物体の複数の像を得るために、複数の後方散乱画像化システムが、単一の検査トンネル内で用いられ得る。このことにより、それぞれの画像化検査の間の干渉またはクロストークが生じ得、像の劣化をもたらし得る。これは、飛点画像化装置(imager)の各々が、各画像化装置の供給源から散乱された放射線の起源を識別する能力を欠くことに起因するものである。今日、この問題は、クロストークを最小限にするために、ある程度の距離を空けて画像化装置を配置することによって、対処されている。このアプローチは、システム全体のサイズを大きくする。空間が制限された用途において、このことは、しばしば、望ましくない。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

(発明の要旨)

本発明の1つの実施形態において、物体、検査システムまたはこの両方に関するローカルフレーム(local frame)に関する動きに基づいて、この検査システムに関して特定の方向の動きにより特徴付けられる物体を検査するための検査システムが提供される。この検査システムは、物体の動きの方向に関して実質的に横断方向の第1ビーム方向に方向付けられた、特定の断面の透過性放射線の第1ビームを提供するための、第1の供給源を有する。この検査システムは、第2ビームの方向の透過性放射線の第2ビームを

50

提供するための第2の供給源も有し、そして、この検査システムは、さらなるビームのさらなる供給源もまた有し得る。透過性放射線のビームは、時間的に散在している (interspersed)。さらに、このシステムは、検査される物体内のあらゆる散乱物質によって、第1ビームおよび他のビームの少なくとも1つから散乱される放射線を検出して、散乱された放射線シグナルを生成するための、複数の散乱検出器を有する。このシステムはまた、物体を通して透過する透過性放射線を検出するための、1つ以上の透過検出器を有し得る。さらに、システムは、少なくとも散乱される放射線シグナルに基づいて、散乱物質の像を生成するか、または、他の方法で、散乱物質を特徴付けるためのコントローラを有する。

【0008】

10

本発明の代替的な実施形態によれば、透過性放射線の第1の供給源は、X線供給源であり得、透過性放射線の他の供給源もまた、同様であり得る。第1ビーム方向および任意の他のビーム方向は、実質的に、同一平面上にあり得る。種々の供給源は、ビーム散乱機構 (例えば、回転チョッパーホイール (rotating chopper wheel)、または、電磁スキャナ (electromagnetic scanner)) を備え得、そして、ビームの1つ以上は、ペンシルビームであり得る。

【0009】

本発明のなおさらなる実施形態によれば、第1ビームにおける透過性放射線の発光は、第1の時間周期 (temporal period) により特徴付けられ得、そして、第2ビームにおける透過性放射線の発光は、第2の時間周期により特徴付けられ得、そして、第1の時間周期および第2の時間周期は、固定された位相の関係により補正される。供給源の各々の時間周期は、デューティサイクル (duty cycle) により特徴付けられ得、そして、隣接する供給源の発光は、隣接する供給源に関する、ある位相の関係によって特徴付けられ得る。ここで、上記位相の関係は、デューティサイクルの2倍に等しくあり得る。

20

【0010】

本発明のなおさらなる実施形態によれば、検査システムは、さらに、検査される物体内に配置される物質の散乱像を表示するためのディスプレイを備え得る。

【0011】

本発明の上記の特徴は、添付の図面を参照しながら、以下の詳細な説明を参照することによって、より容易に理解される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

(特定の実施形態の詳細な説明)

本発明の実施形態によれば、ビームのクロストークは、マルチビュー後方散乱検査システム (multi-view backscatter inspection system) として構成される、複数の飛点後方散乱画像化システムの間で最小限にされ、個々の画像化システム間の距離には、制限はない。言い換えると、各視野のための個々の後方散乱画像化システムから構成されるマルチビューシステムにおいて、個々の画像化システムは、物理的に可能な限り互いに近接して配置され得、他方、クロストークは、有利に減少もしくは排除される。

40

【0013】

移動する車両の上もしくは下のいずれかからのX線を用いて、車両を照射することによって、移動する車両を後方散乱検査する方法および利点は、2001年6月19日に発行された米国特許第6,249,567号 (本明細書中に参考として援用される) に記載されている。本発明の好ましい実施形態によれば、車両の側壁に近接して隠された物質に起因して生じる、後方散乱が増強された領域は、検査の過程において、透過性放射線が車両を横切ることを必要とすることなく、明らかにされる。

【0014】

図1は、検査システム (全体が、数字10によって示される) の要素の模式的な断面図

50

を示す。検査される物体 18 (生物または無生物であり得る)は、紙面を上から下に向かう方向にか、または、紙面を下から上に向かう方向に、動くか、または動かされ、従って、門形 12 を行き来する。門形 12 は、複数の透過性放射線の供給源 13、15 および 17 を支持する。供給源 13、15 および 17 は、代表的には、当該分野で公知のビームを形成し、かつ、ある方向に向ける機構を有する、X線管である。例えば、供給源 13 は、特定の形状の断面を有するビーム 23 で透過性放射線を発光する。散乱画像化の用途について、代表的に、狭いペンシルビームが使用される。透過性放射線のビーム 23 は、例えば、多色性の X線ビームのような X線のビームであり得る。透過性放射線の供給源 13 は、好ましくは、例えば、X線管であるが、ライナック (線形加速器) のような他の透過性放射線の供給源も、本発明の範囲内であり、そして、実際に、透過性放射線は、X線照射に限定されず、線照射を包含し得る。

10

【0015】

走査機構は、ビーム 23 を、実質的に垂直軸に沿って走査するために提供され、その結果、デューティサイクルの一部の間に、ビーム 23 は、24 のような一連の方向に方向付けられる。検査されるべき物体 18 は、図 1 の図において、紙面を上から下に向かう、実質的に水平な方向に動いてビーム 23 を通過する。本発明の代替的な実施形態において、検査システムの供給源および/または他の部分は、それ自体が動いていても、静止していてもよい、物体 18 に関して動かされ得る。

【0016】

供給源 13 は、当業者に公知であるような、飛点回転チョッパーホイールのような、走査機構を備え得る。あるいは、2002年7月23日に発行された、発明の名称「Method and Apparatus for Generating Sequential Beams of Penetrating Radiation」の米国特許第 6,421,420 号 (本明細書中に参考として援用される) に記載されるような、電磁スキャナが、使用され得る。

20

【0017】

供給源 15 および 17 のビームは、そのそれぞれの走査の代表的な外側の位置で示され、そして、25、26、27 および 28 と標識される。議論されたような検査される物体 18 は、例えば、車両、容器もしくは人を指し得、そして、ビーム 23 ~ 28 を通って自ら進み得るか、または、機械式のコンベヤによって運ばれ得るか、もしくは、トラクターによって引っ張られ得るか、などであり得る。本発明の代替的な実施形態において、例えば、門形として構成される検査システムは、それ自体が、動いていても、静止されていてもよい、車両のような物体の上を、動くか、または動かされ得る。

30

【0018】

ビーム 23 ~ 28 は、本発明において、X線ビームなどを指すが、これに限定はされない。本発明の好ましい実施形態によれば、回転チョッパーホイールは、ペンシルビーム 23 ~ 28 を発生させるために使用され、これらのビームは、紙面に対して実質的に平行な平面に掃引され得る。ペンシルビーム 23 の断面は、各寸法が類似する大きさであり、そして、代表的には、実質的に円形であるが、多くの形状をとり得る。ペンシルビーム 23 ~ 28 の寸法は、代表的に、システムにより得られ得る、散乱像の解像度を規定する。ビームの断面の他の形状は、特定の用途において、有利に使用され得る。

40

【0019】

散乱検出器 31 によって代表される、検出器の配列は、走査の過程において、物体 18 の動きの方向に対して平行な平面内に配置される。本質的に逆方向のビーム 24 からのコンプトン散乱によって散乱された X線 30 は、供給源 13 と物体 18 との間に配置される 1 つ以上の後方散乱検出器 31 によって検出される。さらなる検出器の配列 32、33、34、35 および 36 は、ビーム 24 からコンプトン散乱された X線を、そして、同様に、本明細書中に記載されるように、他のビームの入射の各々を、次に、検査される物体 18 を検出するために、補助的に使用され得る。

【0020】

50

さらに、発光供給源に関して、検査される物体 18 から遠位に配置された透過検出器は、散乱像を、透過した X 線において得られるような物体の像により増強するために使用され得る（例えば、35 および 36 と示される検出器の要素は、検査される物体を通過して透過された、供給源 13 の発光を検出する）。本発明の別の実施形態において、一つの離れた検出器は、一对の散乱検出器 35 と、一对の散乱検出器 36 との間に配置され、そして、物体 18 を通過して透過する、透過性放射線の検出のために使用される。

【0021】

本発明の範囲内で、当該分野で公知の任意の X 線検出技術が、検出器の配列 31 ~ 36 のために使用され得る。この検出器は、光電子増倍管または半導体検出器のような感光性検出器によって見られる、シンチレーション物質（固体または液体または気体のいずれか）であり得る。液体シンチレーターは、スズまたは原子番号の大きい他の元素を用いてドーブ処理され得る。散乱検出器 31 ~ 36 からのそれぞれの出力シグナルは、プロセッサ 40 へと送信されて、検査される物体 18 内の形状 42 の像を得るように処理される。入射する X 線の光子は、物体 18 内の散乱供給源によってあらゆる方向へと散乱されるので、散乱された光子の回収を最大にするために、面積の大きな検出器が使用される。本発明の特定の実施形態によれば、プロセッサ 40（他に、本明細書中で、「コントローラ」とも呼ばれる）はまた、散乱物体の他の特徴（例えば、その質量、質量密度、有効原子番号など、当該分野で公知の全てのもの）を導き出すために使用され得る。

【0022】

複数の方向からの検査される物体を見ることを可能にするために、複数の供給源 13 ~ 17 が、検査される物体を照射するために使用される。しかし、各供給源から発光された光子は、あらゆる方向に散乱されるので、クロストーク（すなわち、照射源の誤認）を排除するために、注意を払わなければならない。本発明の実施形態によれば、クロストークは、一度に 1 つのみの画像化装置が放射線を発光することを確実にすることによって、有利に減少もしくは排除される。第一に、画像化システムから発光されるビームのデューティサイクルは、マルチビューシステムにおける、画像化システムまたは視野の数の逆数未満もしくはそれに等しく設定される。例えば、所望される視野の数が 6 である場合、画像化システムの各々は、 $1/6$ 以下のデューティサイクルに設定される。

【0023】

次に、隣接する供給源の各対の間での位相の関係は、デューティサイクルの 2 倍に設定される。このことは、画像化装置からの順序付けられた放射線の発光を生じ、1 つ以上の画像化装置からの同時の発光の可能性を排除する。例えば、6 つの供給源を備えるマルチビュー検査システムは、同じ周波数において作動すること、そのデューティサイクルが $1/6$ であること、そして、その位相の関係が、 $2/6$ すなわち 60° であることを必要とする。

【0024】

飛点システムが、回転フープおよびチョッパーホイールのような機械的手段によって認識される場合、この上述の基準は、位相の補正によって偏らされた、機械的なチョッパー要素の動きの同期化によって満たされ得る。こうして、例えば、コリメータが回転されて、急な X 線ビーム 23 の経路を規定する場合、当該分野で公知の閉ループ型動作制御システムが、コリメータの回転を駆動するために使用され得る。デューティサイクルは、ファンの開口部（ビームの総掃引角度、すなわち、単一の供給源の、外側ビーム 23 と 24 との間の角度）をデューティサイクルの 2 倍に等しく設定することによって制御される。発光された放射線が、電子的に制御され得るシステムにおいて、照射の任意の所望の順序または掃引の範囲の任意の所望される順序は、完全に、電子的な制御もしくはソフトウェアによる制御によって設定され得るが、これに制限はされない。

【0025】

クロストークを減少もしくは排除する、時間的な順序によって、供給源は、他の方法で可能な距離よりもより近位に配置され得る。特に、供給源 13 ~ 17 は、単一平面内に配置され得、このことにより、有利に、物体が画像化装置により通過される速度とは無関係

10

20

30

40

50

に、X線の実質的に同時のオン/オフ制御が可能となる。

【0026】

記載されるシステムは、有利に、連続した供給源13～17の各々の視野から導かれる像を提供し得る。図1は、ビーム23、25などを備える、例示的な3視野システムを示し、この各々が、同一平面上にある軌道を掃引する。

【0027】

各画像化装置からのビームは、順番に掃引し、その結果、一度に、1つの画像化装置しか、放射線を発光しない。こうして、供給源(または「画像化装置」)13は、まず、そのビームを掃引する。線44として表される、物体から散乱される放射線は、全ての検出器によって受容される。各検出器からのシグナルは、捕捉システムにより、別個のチャンネルとして捕捉される。このプロセスは、3つの画像化装置の各々について繰り返され、物体がそばを動く度に、物体の「スライス」を生成する。

【0028】

ここで、図2を参照して、対応する数で示された要素を備える、図1の配列の側面図が示される。スロット50が示され、物体18が、横方向16に動く間に走査されるときに、供給源13のビームが、このスロット50を通過して、検出器31のセグメント52および54を通過する。

【0029】

検出器からのシグナルは、物体の像を再構築するために選択的に使用され得る。供給源13から、検出器33および34によって検出された、散乱された光子44は、供給源17からの散乱された光子と同様に有用であるので、これらの同じ検出器が、全ての供給源の間で共有され得、そして、検出器ハードウェアを効率的に使用することによって、改善された散乱の収集がもたらされる。

【0030】

本発明の実施形態は、さらに、クロストークを排除することによって、そして、各視野のための個々の画像化装置のより近接した位置決めを可能にすることによって、有利に、より小さな操作上のフットプリントにおいて実施される、マルチビュー飛点X線散乱画像化を可能にし得る。これらの画像化装置の近接な位置決め(ここで、「画像化装置」は、供給源、少なくとも1つの検出器、ならびに、付随する電子部品およびシグナルプロセッシングを指す)はまた、画像化装置の間で、散乱検出器を共有することを可能にし得、そして、検出器ハードウェアを効率的に使用することにより、改善された画像品質のために、より多くの散乱の収集を可能にする。

【0031】

物体の選択的な領域の走査が所望される用途において、画像化装置の同一平面上の位置決めは、物体が画像化装置により通過される速度とは無関係に、X線の同時のオン/オフ制御を可能にする。このことは、マルチビュー検査システムにおいて、各画像化装置からのX線発光の制御の設計を非常に単純にし、従って、X線発光の個々の順序は、発光が同一平面上でないシステムにおいて代表的に実施されるようには、実施される必要はない。

【0032】

本発明の実施形態が記載される観点から、中身を隠す囲いの内容物を画像化することに加え、検査される物体の他の特徴が、本発明の範囲において得られ得る。例えば、後方散乱技術は、当該分野で公知であるように、質量、質量密度、質量分布、平均原子番号、または、標的とされる脅威物質を含む可能性を導き出すために、適用され得る。

【0033】

本発明の特定の実施形態によれば、160keVと300keVとの間の範囲の最大エネルギーを有するX線が使用される。このエネルギーにおいて、X線は、車両内に透過し、そして、車両の内側の有機物が検出され得る。こうして、より低い線量のX線照射が可能であるので、自動車は、本発明を用いて走査され得る。走査される車両が、人員を含み得る用途について、300keVを下回る終点エネルギーが好ましい。しかし、本発明の範囲は、使用される透過性光子(penetrating photon)によって制限

10

20

30

40

50

されない。

【0034】

本発明の記載される実施形態は、単に例示的であることが意図されており、そして、多数のバリエーションおよび修正が、当業者に明らかである。全てのこのようなバリエーションおよび修正は、添付の特許請求の範囲に規定される、本発明の範囲内であることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】図1は、本発明の実施形態に従う、複数の後方散乱画像化システムを使用する、X線検査システムの模式的な断面図である。

10

【図2】図2は、図1のX線検査システムの実施形態の側面図を示す。

【図1】

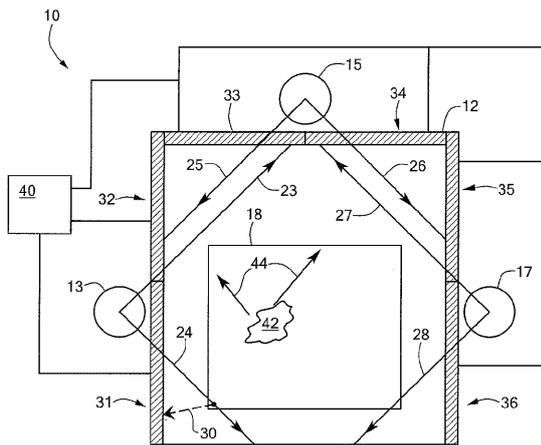


FIG. 1

【図2】

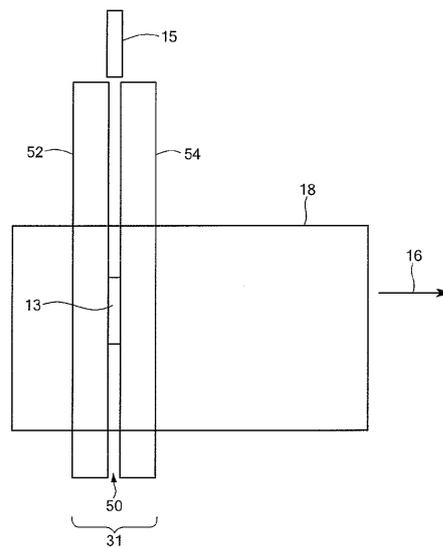


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 ケイソン, ランディ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01923, ダンバース, バトラー アベニュー 5

審査官 越柴 洋哉

(56)参考文献 特開平04-344491(JP,A)
特開平05-133909(JP,A)
特開2004-108912(JP,A)
特表平07-505216(JP,A)
米国特許第06421420(US,B1)
特開平06-138252(JP,A)
特開平05-323039(JP,A)
特開平03-170085(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N23/00-23/227