

(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2018-528586

(P2018-528586A)

(43) 公表日 平成30年9月27日(2018.9.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01J 35/18 (2006.01)	H01J 35/18	2G001
G01N 23/04 (2018.01)	G01N 23/04 330	
G01N 23/20 (2018.01)	G01N 23/20 380	
G01N 23/203 (2006.01)	G01N 23/203	
G01N 23/083 (2018.01)	G01N 23/083	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-512980 (P2018-512980)
 (86) (22) 出願日 平成28年9月7日 (2016.9.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年5月8日 (2018.5.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/050467
 (87) 国際公開番号 W02017/044441
 (87) 国際公開日 平成29年3月16日 (2017.3.16)
 (31) 優先権主張番号 62/216,783
 (32) 優先日 平成27年9月10日 (2015.9.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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
 American Science an
 d Engineering, Inc.
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 821, ミドルセックス ターンパイク
 ビレリカ 829
 829 Middlesex Turnp
 ike, Billerica, MA
 01821, U. S. A.
 (74) 代理人 100094983
 弁理士 北澤 一浩
 (74) 代理人 100095946
 弁理士 小泉 伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 行間適応電磁X線走査を用いた後方散乱特性評価

(57) 【要約】

検査対象を横切るようにX線ビームをスイープするX線源及び方法。電子ビームがカソードによって発せられる。一方、スイープ制御装置は、アノード上の所定パス内のビーム制御装置に信号を印加するので、それにより、X線ビームが可変長のスナウトの1つの頂点に配置された開口から放射される。開口は、ビームが放射される角度とは独立に、走査X線の所望のサイズおよび束の形成を可能にするロンメル開口からなる。走査速度は、走査の過程で変化させることができる。複数のX線ビームを同時に生成してもよい。この場合、1つのビームが搬送パスの内側にあり、他方のビームが搬送パスの外側にある。

【選択図】 図5A

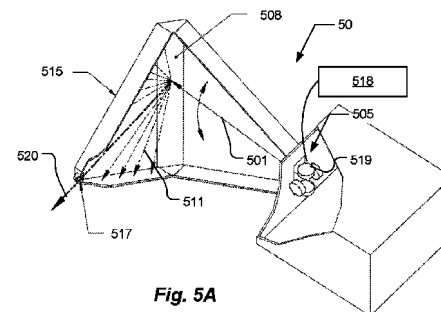


Fig. 5A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電子ビームを放出するカソードと、
アノードに対する前記電子ビームの方向を変えるビームコントローラと、
X線を透過しないスナウトであって、スナウトの頂点に配置された第1開口によって特徴付けられ、且つ可変スナウト長によって特徴付けられるスナウトと、
アノード上の所定パスにおいて電子ビームを走査するように、前記ビームコントローラに信号を印加するスイープコントローラと
を備え、

X線ビームを、時間の関数として変化する方向に、前記開口から放出させることを特徴とするX線源。

10

【請求項 2】

前記開口は、ロンメル開口であることを特徴とする請求項 1 に記載のX線源。

【請求項 3】

前記ロンメル開口は、可変ロンメル開口であることを特徴とする請求項 2 に記載のX線源。

【請求項 4】

前記第1開口は、前記アノードに対する位置が変化するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のX線源。

【請求項 5】

前記ビームコントローラは、ステアリングコイルを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のX線源。

20

【請求項 6】

さらに、スナウト長コントローラを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のX線源。

【請求項 7】

さらに、X線ビームを放出する第2開口を備え、
X線は、前記アノード上の電子ビームの配置に基づいて、前記第1開口または前記第2開口から放射されるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のX線源。

【請求項 8】

さらに、前記アノードと前記第2開口との間に配置されたチャンネル内に配置されたフィルタを備えることを特徴とする請求項 6 に記載のX線源。

30

【請求項 9】

X線ビームを被検査体を横切るようにスイープする方法であって、
a. 電子ビームが衝突するアノードに対する電子ビームの方向を変える工程と、
b. スナウトの長さによって特徴づけられる前記スナウトの頂点に配置された開口を介して前記アノードで生成されたX線を結合させることによって、時間の関数として、走査される方向によって特徴付けられるX線ビームを生成する工程と、
c. 前記被検査体の寸法に基づいて前記スナウトの長さを調整する工程と
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 10】

さらに、前記スナウトの2つの開口を通して放出されるX線を区別してフィルタ処理する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記被検査体の第1部分を走査する工程と、
その後前記被検査体の第2部分を走査する工程とをさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記被検査体の前記第2部分は、前記第1部分と少なくとも部分的に重なることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

50

その後前記被検査体の前記第 2 部分を走査する工程は、前記第 1 部分が走査された第 1 サンプリングレートとは異なる第 2 サンプリングレートで走査する工程を含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第 2 サンプリングレートは、走査のコースで得られる測定値に、少なくとも部分的に基づいていることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

a. 電子ビームを放出するカソードと、
b. 第 1 アノード及び第 2 アノードに対する電子ビームの方向を変えるビームコントローラと、
c. X 線を透過しない第 1 スナウトであって、前記第 1 スナウトの 1 つの頂点に配置された第 1 開口によって特徴付けられる第 1 スナウトと、
d. X 線を透過しない第 2 スナウトであって、前記第 2 スナウトの 1 つの頂点に配置された第 2 開口によって特徴付けられる第 2 スナウトと、
e. 前記第 1 および第 2 アノード上の所定パス内で電子ビームを走査するように、信号をビームコントローラに印加するスイープコントローラとを備え、

第 1 X 線ビームを、時間の第 1 関数として変化する方向に前記第 1 開口から放出させると共に、第 2 X 線ビームを、時間の第 2 関数として変化する方向に前記第 2 開口から放出させることを特徴とする X 線源。

【請求項 16】

前記第 1 開口は、ロンメル開口であることを特徴とする請求項 15 に記載の X 線源。

【請求項 17】

前記第 1 開口は、可変ロンメル開口であることを特徴とする請求項 15 に記載の X 線源。

【請求項 18】

前記第 2 開口は、ロンメル開口であることを特徴とする請求項 16 に記載の X 線源。

【請求項 19】

前記第 1 開口および前記第 2 開口は、別々の開口を有することを特徴とする請求項 18 に記載の X 線源。

【請求項 20】

前記第 1 スナウトの長さを制御するスナウト長コントローラをさらに備えることを特徴とする請求項 15 に記載の X 線源。

【請求項 21】

複数の車両を同時に検査するシステムであって、

a. 複数の開口を備え、各開口が複数の車両のうちの 1 台の車両を収容するポータルと、
b. 前記複数の開口のうちの 2 つの開口の間の垂直部材内に配置され、前記複数の開口のうちの第 1 開口に向けられる第 1 X 線ビームと、前記複数の開口のうちの第 2 開口に向けられる第 2 X 線ビームとを生成する少なくとも 1 つの電磁スキャナと、
c. 前記複数の車両のうちの第 1 車両によって前記第 1 X 線ビームから散乱された X 線を検出し、第 1 散乱信号を生成する第 1 検出器と、
d. 前記複数の車両のうちの第 2 車両によって前記第 2 X 線ビームから散乱された X 線を検出し、第 2 散乱信号を生成する第 2 検出器と、
e. 前記第 1 および第 2 散乱信号の画像を表示するためのディスプレイとを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 22】

車両と貨物とを同時に検査する移動システムであって、

a. 搬送パスの内部に配置されて、前記搬送パスの外側の走査パス内で第 1 X 線ビームを掃引し、前記搬送パスの内部の平面内の第 2 走査パス内で第 2 X 線ビームを掃引する両

10

20

30

40

50

側性走査システムと、

b. 貨物を前記第2走査パスの前記平面を通過するように移動させるコンベアと、

c. 前記第1 X線ビームから前記車両によって散乱された X線を検出する第1検出器と

、

d. 前記貨物と相互作用する X線を検出する第2検出器と

を含むことを特徴とする移動システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本出願は、2015年9月10日に出願された米国仮特許出願第62/216,783号に基づく優先権を主張する。この出願は、本明細書に参照として組み込まれる。

【0002】

本発明は、透過放射線を用いた物品の検査のためのシステム及び方法に関し、より詳細には、透過放射線の特性が1回の走査のコースの間に变化する検査に関する。

【背景技術】

【0003】

後方散乱放射線を画像化することによる車両およびコンテナの検査は、過去に、対象を走査する X線ビームを作成するための機械的手段を使用してきた。X線ビームを電磁的に走査する様々な機構も同様に周知であり、例えば、米国特許第6,249,567号(Rothschild、2001年)では、車両の車台を走査するために、電磁的に走査される X線ビームの使用を教示する。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図1は、従来の X線後方散乱システム100を示す。このシステムにおいて、X線源102と、X線後方散乱検出機104のセットとは、対象108に対して移動している検査車両106内に封入されている。なお、対象108は、本明細書では、「検査対象」、「検査される対象」、「対象車両」または「検査される車両」(場合によっては「車」または「トラック」)として称される。相対移動の典型的な方向は、矢印116で示され、検査車両106または対象車両108、またはその両方が周囲に対して移動している。図1に示す後方散乱システムの基本構成要素は、X線ビーム成形機20(図2に示す)、1つ以上の後方散乱 X線検出機104、信号プロセッサ110、およびユーザーインターフェース112を含む。X線源102は、X線をペンシルビーム201(図2に示す)に形成するビーム成形機20(本明細書では「メカニカルスキャナ」とも呼ばれる)を含む。ペンシルビーム201は、大抵垂直面内にある走査パターン114でスイープされる。先行技術のビーム成形機は、図2に示され、一般的に参照符号20で示され、米国特許第9,014,339号(以下、「Grodzins'339」)に詳細に記載されている。当該特許は、本明細書に参照によって組み込まれている。ビーム成形機20は、X線管203からなる。X線管203において、負の高電圧でフィラメント207によって放射された電子205の一定ビームが、反射アノード209上のスポットに集束される。X線は、コリメータ211による制約を受けて扇状ビームになり、N個の等間隔の開口215(図2ではN=4)を有する回転フープ213に入射する。この開口は、X線のペンシルビーム201を生成し、ペンシルビーム201は、フープ213の1回転毎に対象(図1の車両108)を横切るようにN回の掃引を行う。車(すなわち、対象車両108)が走査ペンシルビーム201の中を移動するときに、対象車両108におけるコンプトン相互作用によって後方散乱された X線は、大面積後方散乱検出機によって検出され、検出機の信号は、画像へと処理される。

30

40

【0005】

走査ペンシルビーム201の強度、掃引速度、掃引角度、解像度などの仕様は、X線管

50

203 およびメカニカルスキャナ20のパラメータによって決定される。検査バン106に配置されると共に車両108を検査するために使用される後方散乱システムの場合には、図1に示すように、メカニカルスキャナ(本明細書では用語「ビーム成形機」および「チョッパー」と同意語で使用される)20を設計することが標準的な実務である。メカニカルスキャナは、検査バンから、特定のドライブ・バイ・スピードおよび特定の距離で移動する特定の高さの車両に対して、最適な画質を与える。他の高さまたは異なる距離または異なる速度の車両は、最適条件よりも低い条件で検査される。

【0006】

図3は、検査中の特定の車両に対するビーム走査システムの最適ではないマッチングの従来技術の例を示す。図3に示す従来技術のシナリオでは、静止検査バン(図示せず)は、チョッパー20から5フィート(1.524m)の距離で時速5キロメートルで移動する自動車(検査車両108)を検査する。図2の従来技術のチョッパーフープ213は、24インチ(0.6096m)のホイール直径を有し、直径がそれぞれ1.5mmの4つの開口215を有し、毎秒40回転で回転し、連続する90°のスweepを生成し、それぞれが6.25ミリ秒要する。X線源から12インチ(0.3048m)の距離にある1.5mmの開口は、検査車両108までの最小距離である5フィート(1.524m)のところに、9mm幅の画素を生成する。ビームの各スweepの間に、検査車両は8.7mの距離を移動したので、連続する掃引が隣接して重なりあり、車両が完全に走査される。

10

【0007】

図4(A)は、図2のフープが回転するときに、互いに続く連続するビームスweepのビームカバレッジプロットである。このパラグラフのポイントを作成する実践的な単純化のために、画素幅は9mmであり、スweepの間は変更されないと仮定する。実際には、スweepは砂時計を形成し、90°スweepの上下で画素幅が40%広がる。図4(A)~図4(C)の各々における走査帯域の均一な幅は、ビーム成形機上のスweepの典型的な表現である。しかし、この均一性は、後述するように、X線検査の用途に望ましくない制限を課す。

20

【0008】

デモンストレーションの目的で既に議論した値を使用すると、画素幅は、検査中に自動車が移動する8.7mmの距離(図4(A)では9mmに四捨五入)より常に大きい。車は完全にスキャンされる。例えば、時速8キロメートルという速い速度では、車は、各スweepの間に約13mm移動するので、図4(B)に示す画素パターンは、隙間を有する。車の調査はかなり不完全である。図4(C)は、時速2.5キロメートルのバン速度に対するパターンを示す(図示されているスキャンの垂直方向のオフセットは、説明的な目的のみである)。後者の場合、ビーム幅は、車両が1回のスweepで移動した距離の少なくとも2倍であり、連続するスキャンは完全に重なり合う。オーバーサンプリングを2倍にすると、測定強度の統計は改善されるが、検査時間が2倍になる。車が時速5キロメートルで移動して、検査バンにより近くまたはより遠くにあるときに、調査不測又はオーバーサンプリングは発生する。

30

【0009】

図3の90°走査ビームは、5フィート(1.524m)の距離にある12フィート(3.6576m)のトラックに対する最適なカバレッジとして設計されたことに留意すべきである。5フィート(1.524m)の距離にある車は完全にスキャンされるが、ビームの50%以上が、空気をスキャンして無駄になる。

40

【0010】

連続的な検査の間でスキャンパラメータを変更して、全X線ビームを対象Lにズームする機械的方法が提案されており、Grodzins ' 339に記載されている。しかし、機械的手段は、検査コースの間にビームパラメータを変更することはできない。検査コースの間にビームパラメータを変更する手段が実際に存在しない限りにおいて、本明細書に記載され、クレームされる技術は、タイムリーな発明を構成する。

50

【 0 0 1 1 】

X線ビームが制動放射ターゲットに衝突するときに、電子ビームの形状を電子的に変化させることによってX線ビームの形状を変化させる手段は、長期に亘り周知であり、米国特許第5,822,395号(Schardt、1997年)などの文献に記載されている。この場合、電子ビームの断面は、オフ・センター角度、選択可能なターゲット角度およびビームパワーレベルに対する見かけの焦点スポット歪みを最小にするように成形される。出現X線ビームの伝搬方向が電磁氣的に変化する様々な電磁走査システムも教示されている。1つの例は、米国特許第6,282,260号(Grodzins)である。

【 0 0 1 2 】

X線ビームを発生する過程における電子ビームの電磁的操作は、以下に説明するように、本発明の一態様を構成する。先行技術は、マルチアノードX線管の複数のアノード間の電子ビームの不連続な切り替え、以下に説明する本発明の目的を達成しない態様を記載する。

10

【 0 0 1 3 】

常にX線イメージングの分野に対する周知の全ての参考文献において、1回の走査の間に対象の複数のX線画像を取得するには、米国特許出願公開第2011/0206179号(Bendahan)に提案されているように、複数のX線源が、電子ビームを一連の放射生成ターゲットに分割するか、或いは、米国公開出願第2013/0136230号(Arodzero)に提案されているように、高速ビームキッカーを使用して、電子ビームを高速で複数の個々のターゲットに対してシフトすることの何れかを必要とする。

20

【 0 0 1 4 】

しかし、本発明に先立って、誰も、孤立制動放射ターゲットを備えた孤立線源を使用して、検査物体に対する検査システムの単一パスのコースの間に、単一の対象とのX線相互作用の複数の画像を得る方法を考案できなかった。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

本発明の実施の形態によれば、X線は、電子ビームを放出するカソードと、アノードに対する前記電子ビームの方向を変えるビームコントローラと、X線を透過しないスナウトであって、スナウトの頂点に配置された第1開口によって特徴付けられ、且つ可変スナウト長によって特徴付けられるスナウトとを有する。さらに、X線源は、アノード上の所定パスにおいて電子ビームを走査するように、前記ビームコントローラに信号を印加するスイープコントローラを備え、X線ビームを、時間の関数として変化する方向に、前記開口から放出させる。

30

【 0 0 1 6 】

本発明の他の実施の形態では、以下に定義されるように、前記開口は、ロンメル開口である。前記ロンメル開口は、可変ロンメル開口である。前記開口は、前記アノードに対して再配置されるように構成されている。さらに、X線源は、スナウト長コントローラを含む。

【 0 0 1 7 】

本発明のさらなる実施の形態において、X線源は、X線ビームを放出する第2開口を備え、X線は、前記アノード上の電子ビームの配置に基づいて、前記第1開口または前記第2開口から放射される。フィルタが、前記アノードと前記第2開口との間に配置されたチャンネル内に配置される。

40

【 0 0 1 8 】

本発明のさらなる概念により、X線ビームを被検査体を横切るようにスイープする方法が提供される。この方法は、

電子ビームが衝突するアノードに対する電子ビームの方向を変える工程と、

スナウトの長さによって特徴づけられる前記スナウトの頂点に配置された開口を介して前記アノードで生成されたX線を結合させることによって、時間の関数として、走査される方向によって特徴付けられるX線ビームを生成する工程と、

50

前記被検査体の寸法に基づいて前記スナウトの長さを調整する工程とを含む。

【0019】

本発明の他の実施の形態により、方法は、前記スナウトの2つの開口を通して放出されるX線を区別してフィルタ処理する工程を含む。方法は、前記被検査体の第1部分を走査する工程と、その後に前記被検査体の第2部分を走査する工程とをさらに含む。後者の場合、前記被検査体の前記第2部分は、前記第1部分と少なくとも部分的に重なる。

【0020】

前記被検査体の前記第2部分を走査する工程は、前記第1部分が走査された第1サンプリングレートとは異なる第2サンプリングレートで走査する工程を含む。前記第2サンプリングレートは、走査のコースで得られる測定値に、少なくとも部分的に基づいている。

10

【0021】

本発明のさらなる概念により、X線源は、電子ビームを放出するカソードと、第1アノード及び第2アノードに対する電子ビームの方向を変えるビームコントローラとを備えている。X線源は、X線を透過しない第1スナウトであって、前記第1スナウトの1つの頂点に配置された第1開口によって特徴付けられる第1スナウトと、X線を透過しない第2スナウトであって、前記第2スナウトの1つの頂点に配置された第2開口によって特徴付けられる第2スナウトとの両方を有する。スイープコントローラが、前記第1および第2アノード上の所定パス内で電子ビームを走査するように、信号をビームコントローラに印加するように設けられ、故に、第1X線ビームを、時間の第1関数として変化する方向に前記第1開口から放出させると共に、第2X線ビームを、時間の第2関数として変化する方向に前記第2開口から放出させる。

20

【0022】

この場合、前記第1開口は、ロンメル開口であり、特に、可変ロンメル開口である。同様に、前記第2開口は、ロンメル開口であり、可変であっても良い。前記第1開口部および前記第2開口部は、別々の開口を有しても良い。X線源は、前記第1スナウトの長さを制御するスナウト長コントローラも備える。

【0023】

本発明の他の概念により、複数の車両を同時に検査するシステムが提供される。このシステムは、複数の開口を備え、各開口が複数の車両のうちの1台の車両を収容するポータルを有する。システムは、前記複数の開口のうちの2つの開口の間の垂直部材内に配置され、前記複数の開口のうちの第1開口に向けられる第1X線ビームと、前記複数の開口のうちの第2開口に向けられる第2X線ビームとを生成する少なくとも1つの電磁スキャナを有する。そして、システムは、前記複数の車両のうちの第1車両によって前記第1X線ビームから散乱されたX線を検出し、第1散乱信号を生成する第1検出器と、前記複数の車両のうちの第2車両によって前記第2X線ビームから散乱されたX線を検出し、第2散乱信号を生成する第2検出器とを有する。最後に、システムは、前記第1および第2散乱信号の画像を表示するためのディスプレイを有する。

30

【0024】

本発明のさらに他の概念により、車両と貨物とを同時に検査する移動システムが提供される。移動システムは、搬送パスの内部に配置されて、前記搬送パスの外側の走査パス内で第1X線ビームを掃引し、前記搬送パスの内部の平面内の第2走査パス内で第2X線ビームを掃引する両側性走査システムを有する。移動システムは、さらに、貨物を前記第2走査パスの前記平面を通過するように移動させるコンベアと、前記第1X線ビームから前記車両によって散乱されたX線を検出する第1検出器と、前記貨物と相互作用するX線を検出する第2検出器とを含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

本発明の前述の特徴は、添付の図面を参照して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。

50

【図 1】図 1 は、X 線源と、検出器のセットとが検査車両内に配置されている従来の X 線後方散乱システムを示す。

【図 2】図 2 は、従来の走査型 X 線ビーム成形機を示す。

【図 3】図 3 は、従来技術の X 線走査システムによる検査中の車両に対するビーム走査システムの最適でないマッチングを示す。

【図 4】(A) ~ (C) は、検査車両と走査される対象との間の 3 つの相対速度で従来の走査 X 線ビーム成形機を使用する連続するビームスイープのビームカバレッジプロットを示す。

【図 5 A】図 5 A は、本発明の一の実施の形態による X 線ビームの電磁走査の原理を示す。

10

【図 5 B】図 5 B は、本発明の一の実施の形態による X 線ビームの電磁走査の原理を示す。

【図 6 A】図 6 A は、本発明の一の実施の形態による電磁的に走査される X 線ビームを用いた車両の走査を示す。

【図 6 B】図 6 B は、本発明の一の実施の形態により、電磁的に走査される X 線ビームがインターリーブされた 1 次および 2 次スキャンを有する車両の走査を示す。

【図 7 A】図 7 A は、本発明の一の実施の形態による可変長のスナウトを有する電磁気スキャナの断面図である。

【図 7 B】図 7 B は、本発明の一の実施の形態によるデュアルエネルギー電磁気スキャナの断面図である。

20

【図 7 C】図 7 C は、本発明のさらなる実施の形態による、異なる長さのチャンネルを備えた電磁気スキャナの断面図である。

【図 7 D】図 7 D は、本発明の一の実施の形態による、異なるサイズの開口を有する電磁気スキャナの断面図である。

【図 8】(A) は、本発明の一の実施の形態による、別個の X 線ポインティング角から取られた複数の画像生成のためのスナウトの使用を説明する図であり、(B) は、断面における係るマルチイメージングスナウトの詳細な概略図である。

【図 9】図 9 は、本発明の一の実施の形態による、多方向に放射される X 線ビームを生成する電磁気スキャナの断面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一の実施の形態による複数レーン X 線検査ポータルシステムを示す。

30

【図 11】図 11 は、本発明のさらなる実施の形態による両側性 X 線検査バンを示す。

【図 12】(A) 及び (B) は、本発明の一の実施の形態による可動複合貨物および車両スキャナの水平面及び垂直面における断面を示す。

【図 13 A】図 13 A は、本発明の一の実施の形態による、さまざまな相対高さの対象車両の対を同時走査するための走査角度の別の構成を示す。

【図 13 B】図 13 B は、本発明の一の実施の形態による、さまざまな相対高さの対象車両の対を同時走査するための走査角度の別の構成を示す。

【図 14】(A) ~ (C) は、本発明の一の実施の形態による、走査されるアノードに対するロンメル開口の相対的配置と、出現 X 線の対応する走査角度とのサンプルを示す。

40

【発明を実施するための形態】

【0026】

定義：本明細書および添付の特許請求の範囲で使用される場合、以下の用語は、文脈上別途必要とされない限り、示された意味を有するものとする。用語「車両」は、自走式であろうとなかろうと、人や機器を輸送するための乗物を意味する。車両が X 線検査の対象物である場合、本明細書では「車」と称するが、これに限定するものではない。

【0027】

用語「ビーム角度」は、角度ビームスパンの中心線に対して測定されるスキャンニング装置からのビームの瞬間的な出射角を示す。(故に、ビーム角は、ビームが走査されるにつれて瞬時に変化する。)

50

【 0 0 2 8 】

用語「走査角度」は、X線源によって放出されてアノードに向けられる電子ビームの中心軸などの、基準方向に対してX線スキャナから発せられるX線ペンシルビームの間で測定される、極値角度として定義される。

【 0 0 2 9 】

本発明を説明したり、または権利範囲を請求する目的で、用語「掃引（スイープ）角」は、用語「走査角」と同一として、さらに、同義として定義される。

【 0 0 3 0 】

掃引されるビームの用語「指向角」は、掃引（スイープ）の中心方向として定義される。

10

【 0 0 3 1 】

用語「指向方向」は、X線スキャナから発せられるX線ペンシルビームの伝搬方向として定義される。この場合、当該方向は、任意の基準物体または軸に対してよりも、空間内で定義される。

【 0 0 3 2 】

用語「スナウト」は、放射線が放射可能となる1つ以上の画定された開口を別にすれば、問題になっている放射線に対して不透過となるエンクロージャを意味するように定義される。

【 0 0 3 3 】

用語「スナウト長」は、X線が生成されるアノードと、外部の対象物を走査するためにスナウトからX線が発せられるスナウトの開口との間の距離として定義される。これは、「コリメーション長」としても周知である。

20

【 0 0 3 4 】

本明細書および任意の添付の特許請求の範囲で使用される場合、用語「ロンメルコリメータ」は、米国特許第2014/0010351号（Rommel、現在は米国特許第9,115,564号として特許）に記載されているように、ビーム角度とは独立に、所望のサイズおよびフラックスの走査X線ビームの形成を可能にするX線開口、または、その適宜の機能的変更例を指す。用語「ロンメル開口」は、「ロンメルコリメータ」と同義の意味を有する。

【 0 0 3 5 】

用語「可変ロンメル開口」は、パラメータが動作中にユーザによって変更される可能性があるロンメル開口である。

30

【 0 0 3 6 】

用語「正確なズーム」は、画素単位で測定されるような、一定の画像サイズを維持しながらも、走査システムの視野を変える能力を指す。

【 0 0 3 7 】

用語「走査高さ」は、検査される物体の、スキャナに対する位置で測定される、走査ビームの制限される垂直方向の範囲として定義される。

【 0 0 3 8 】

用語「リアルタイム」は、X線検査装置に対する検査対象の単一パス内の単一の検査対象を検査する過程の間を意味する。

40

【 0 0 3 9 】

本発明による実施の形態を、図5Aおよび図5Bに示される電磁気スキャナ（EMS）50を参照して説明する。EMS50は、図1を参照して上述したX線検査用途で使用されるとき、図2のビーム成形機20または他のビーム成形機と置き換えることができる。X線管203（図2に示す）などの線源からの電子ビーム501の中の電子は、アノード508を横切るようにスイープするために、ビームコントローラ505によって集束されて、操作される。アノード508は、水冷されてもよい。ビームコントローラ505は、電子ビーム501を制限して操作するための電場又は磁場、又は両方を印加し、特に、ビームコントローラ505は、ビームステアリングコイル519を含む。電子源は、大抵、

50

電子ビーム 501 中の電子が放出されるカソード 207 を含む。アノード 508 上への電子ビーム 501 の衝突は、X 線 511 を生成する。X 線 511 は、図 5 B に示す透過形態において、アノード 508 を通過し、真空空間 513 から出て、頂点 519 に単一出口開口 517 (本明細書では開口 517 と称す) を有するスナウト 515 に入る。開口 517 は、好ましくは、上で定義したようなロンメル開口であり、便宜上、開口 517 は、本明細書では一般性を失うことなく「ロンメル開口」と参照する。電子ビーム 501 がアノード 508 を横切ってスイープされるとき、発生する X 線ビーム 520 は、角度をなしてスイープされる。スイープコントローラ 518 は、時間の関数として所定のパスにおいて電子ビーム 501 をアノード 508 を横切るように掃引させる信号を印加することによって、ビームコントローラ 505 を駆動する。

10

【0040】

図 5 B は、X 線ビームがアノード 507 を通過する EMS の「透過」形態を示す。なお、アノード 507 は、真空バリアとしても機能する。アノード 507 の向こうで、スナウト 515 は、空気 521 または別の物質で満たされている。

【0041】

実践的な明瞭さのために、さらなる説明は、用語および用途を説明する目的のために図 5 B の透過形態を参照する。しかしながら、別の実施の形態は、図 5 A に示すような、「反射」形態を使用することに留意する。図 5 A において、反射アノード 508 は、電子ビーム 501 に対して、大抵は 20° の角度で配置されている。図 5 A に示される反射形態は、特に空間がプレミアムであるときに、しばしば好まれる。図 5 A の反射形態では、X 線 511 は、反射アノード 508 の前面から放出され、真空空間 513 を出て、大抵は電子ビーム 501 に対して 90° の角度を指している開口先端スナウト 515 内に入る。スキャンされる X 線ビーム 520 は、開口 517 を介して放射される。開口 517 は、透過形態と同様に、好ましくはロンメル開口である。

20

【0042】

電子ビーム 501 が反射アノード 508 を下向き (上向き) に走査すると、X 線ビーム 520 は開口から出て、検査対象 108 (図 1 に示す) を上向き (下向き) に走査する。本発明によって可能となる新規な機能は、長さ 50 cm、幅 2 cm の EM 走査のための比較的小さいアノード領域であると想定される反射アノード 508 によって実現されるが、しかし、図 2 の従来技術の X 線管のアノードの活性領域の 1000 倍である。電子ビーム 501 は、50 cm \times 2 cm の反射アノード 508 全体にアドレスでき、最大角度範囲、この場合は $90^\circ \times 3.4^\circ$ に亘って X 線ビームを生成する。

30

【0043】

例として、以下の実用的なパラメータが提供される：0.5 mm の焦点スポット、長さ 25 cm のスナウトは、可変ロンメル開口で終わり、1 mm \times 1 mm の開口でセットされる。開口からの X 線ビームは、5 フィート (1.524 m) のところに 5 mm の画素を生成する。画素サイズは、一定の水平距離で、アノードが画像化される対象平面と平行である限り、X 線ビームが放出される高さの範囲に亘る画素の垂直高さとは独立していることに留意する。画素ストライプの一定の幅は、図 4 に示すように、EMS に対する正しい表現である。垂直方向の高さによる画素サイズの均一性は、電磁走査によって有利に達成されるが、一方、X 線ビーム制御の他の手段による係る均一性の達成は面倒である。

40

【0044】

本発明の実施の形態によれば、アノード 507 に沿って掃引する電子ビーム 501 内の電子は、連続的である必要はなく、マイクロ秒毎に制御されることができ、1 の画素から次の画素への移行中に電子電流が減少またはゼロになる。簡略化のために、アノード 507 に沿った 250 m/s の一定電子掃引速度が仮定され、フライバック速度は、少なくとも速くなる。以下の説明では、フライバック時間は無視され、実際には、画素サイズのわずかな増加によって説明される。

【0045】

パラメータは、限定ではなく、説明目的のみで本明細書に記載されていることを強調す

50

る。実際には、EMSパラメータの詳細は、調整可能範囲を含み、システム設計に依存する。本質的なポイントは、電磁場（EM）によって制御されるパラメータの位相空間内での変化は、マイクロ秒毎に作られることである。さらに、本発明により記載された全ての技術革新は、図5Bに示される透過モード、又は図5Aに示される反射モードのいずれかに適用され得ることに留意すべきである。

【0046】

250 m/s（時速900キロメートル）の電子ビーム501の仮定走査速度は、50 cmのアノードを2 msで走査する。これは、非常に高速の機械的なチョッパ・ホイールの走査速度を見積もる。しかしながら、EMS50は、時速10,000キロメートルを超える速度で電子ビームを走査することができる。故に、電子ビーム501を、単一のスイープ時間の一部においてアノード507の領域内のどこにでも配置することができる。また、電子ビーム501の強度もマイクロ秒単位で制御できるので、電子ビームのフライバック時間をビームオフで行うことができる。

【0047】

図6Aは、本発明の一実施の形態による電磁スキャナ50によって検査される車両108を示す。電子ビーム501は、アノード507を横切って走査され、故に、スナウト515の開口517を介して走査限界601、602の間の方向に方向付けられ、特に、車両108の角度範囲に限定されるX線525を生成する。したがって、図6に示す走査動作では、走査は、水平軸610と下方走査限界601との間で最適に制限される。

【0048】

中心基準軸603に対する出現X線ペンシルビーム525の制限角度は、走査角度605である。走査角度605は、アノード・スナウトの配置によって決定される。スナウト515の長さ607の変更によって、開口517のサイズの変化とともに、EMS50が、車高、速度及び距離の広範囲にわたって最適なズーム及び画素サイズを有することを効果的に可能とする。このスナウト515の長さ607の変更は、開口517のサイズの変化と一緒にあり、連続的な検査の間など、どちらも数秒で行うことができる。

【0049】

スナウト515の長さ607は、アノード507とロンメル開口517との間の距離として定義される。対象車両108が走査X線ビーム525を横切る前の数秒の間にスナウト515の長さ607を変更することにより、ビームの全束を異なる高さおよび距離にある対象に焦点を合わせることが効果的に可能になる。

【0050】

調節可能スナウト715の長さ607を変化するために提供される本発明の実施の形態を、図7Aを参照して説明する。反射アノード508に対するロンメル開口517の変位は、アクチュエータ703によって方向701に沿って変更される。アクチュエータ703は、本発明の範囲内にあり、モータ駆動のメカニカルリニアアクチュエータであり、または、適宜の種類のアクチュエータであってもよい。真空バリア707は、真空空間513を封止する。プロセッサ704は、アクチュエータ703を駆動するように機能する。プロセッサ704とアクチュエータ703との組み合わせは、本明細書ではスナウト長コントローラと称す。

【0051】

可変長スナウト715の動作は、以下の実施例から理解される。EMSから5フィート（1.524 m）にある高さ15フィート（4.572 m）のトラクタ・トレーラは、117°のスキャン角を生成する15 cmのスナウトの長で最も効果的に走査される。しかし、トラクタ・トレーラがEMSから10フィート（3.048 m）の距離であれば、上記に定義されるようなスキャン高さは、32フィート（9.7536 m）になり、ビームの50%が無駄になる。図7AのEMSスナウトは、オペレータ（または予めプログラムされたコンピュータ）に、ビームをより効果的に利用するための様々な選択肢を与える。この選択肢には、スナウト長を35 cmに増やすことや、ロンメルの開口517を開いたり、またはアノードのより短い長さに亘る走査を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

走査を特定範囲に制限することは、本発明のEMSの真正ズーム能力の実例である。図6Aを参照すると、まず、自動車108が毎時5キロメートルの速度でEMSから5フィート（1.524m）走行すると仮定する。この例示のために、25cmのスナウト515の端部にあるロンメル開口517は、自動車108のところで3mm幅の画素620を生成するために、0.6mmの幅に調整される。

【 0 0 5 3 】

2ミリ秒の間に、自動車108は、2.8mm移動した。X線スイープ625は、幅が3mmであり、重なり合い、故に、自動車108は完全に走査される。しかしながら、走査高さ（すなわち、アノード507の高さ全体が走査されるときに走査の垂直範囲）は、自動車の高さの2倍であるので、図3を参照して上述した従来技術のメカニカルスキャナ20の場合のように、50%のビームが、空気を走査するので再び無駄になる。スキャンに先立ち測定できるミスマッチも、速度センサおよび距離センサの使用とともに、対象車両108の最初の2、3回のスキャンの結果から数ミリ秒で測定できる。その認識により、EMS50は、電子スイープをアノード507の上半分に閉じ込める。現在、自動車のスイープは、わずか1ミリ秒（2msではなく）しかかからず、その間、車両はわずか1.4mm移動する。この距離は、車両上のX線ビーム525の3mm幅の半分以下である。X線ビーム525の連続的なスイープは、2倍以上にオーバーラップし、自動車上のビームの束を2倍に増加し、各画素の信号対ノイズ比を約40%だけ増加させる。

【 0 0 5 4 】

真正ズームと二度繰り返しスキャン条件は、少なくとも15フィート（4.572m）まで延びる車両の高さ、少なくとも4から15フィート（1.2192から4.572m）の車両距離、時速12キロメートルまでの相対速度の広範囲に亘って容易に作成できる。

【 0 0 5 5 】

特に、連続する掃引から作られる画像は、独立であることを理解すべきである。したがって、例えば、交互掃引の各々は独立していてもよく、奇数番号の掃引から生成された画像は、偶数番号の掃引によって生成された画像とは独立している。インターリーブの掃引の各シリーズは、それ自体の角度の広がり（すなわち、ズーム）、ポインティング角度および画素解像度を有する場合がある。

【 0 0 5 6 】

図7B～図7Dに示すように、複数のチャネルAおよびBを有するスナウト720によって、これらのパラメータは、マイクロ秒で、すなわち検査中にリアルタイムで変更可能であり、少なくとも2つの独立した画像を作成する。以下の実施例は、長さ50cm×幅2cmの反射アノード508を有するEMS50の一例を使用する。各実施例において、対象車両108の速度、高さおよび距離の情報（knowledge）は、例えば、レーダー、ソナー、および光学カメラなどのセンサによって、対象車両が走査X線ビーム520を通過する前の数秒間の間に、予め決められると推定される。これらの数秒の間に、スナウト長607（図6A）およびロンメル開口517のサイズなどの機械的に制御されるビームパラメータが、調整されて、対象車両108上の画素幅620が単一のビーム掃引中に車両が移動する距離の少なくとも2倍になる。

【 0 0 5 7 】

スナウト720が複数のチャネルAおよびBを有する限り、連続する掃引は、一次スイープ時間（ ）および二次スイープ時間（S）によって特徴付けられる。一次スイープの間に対象108によって散乱されるX線の検出（後方散乱検出器104等の検出器および標準X線検出技術を使用）は、（標準後方散乱信号処理技術を用いて）一次画像を形成するために処理される信号を形成する。同様に、二次スイープは、一次スイープの時間間隔（ ）に嵌まるように、出来るだけ多くの二次画像（Si）を形成する。一次スキャンと二次スキャンとは挟み込まれ、二次スキャンは一次スキャンの間に生じる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

実施例 1 特定領域でのセカンダリビューの集中

【 0 0 5 9 】

検査官は、すべてのトラックの特定部分の強化画像を望むかもしれない。図 6 B は、EMS が、EMS 50 のスナウト 515 から 7 フィート (2 . 1 3 3 6 m) の距離にあり時速 12 キロメートルで移動する 14 フィート (4 . 2 6 7 2 m) の高さのトラクタ・トレーラをスキャンする様子を示す。トラクタの走査中、ビームの高さ及び強度は、サイズおよび最大線量に適合するように容易に調整される。トレーラの走査中、1 回のドライブバイ (drive-by) は、2 つの独立したビュー、すなわち、トレーラ全体の一次画像と、トレーラ内部の下半分にある貨物の改良された二次画像とを生成する。この実施例では、セミトレーラは、14 フィート (4 . 2 6 7 2 m) の高さの 2 ミリ秒のフルスイープ中に 3 . 3 ミリメートル移動する。ロンメル開口 517 (図 5 A に図示) は、1 mm の直径に設定され、7 mm 幅の画素のストライプを生成する。奇数番号のスイープは、一次走査パス 630 に沿った一次スイープと称され、隣り合う。一次スイープ単独で、完全にスキャンされたトレーラの画像を生成する。交互のスイープは、一次スイープと二次スイープに分割され、二次スイープは二次スイープ経路 632 上で行われる。

10

【 0 0 6 0 】

各一次スイープは 2 ミリ秒かかり、トラックの高さである 14 フィート (4 . 2 6 7 2 m) を完全に走査する。各一次スイープに続く 2 ミリ秒が、二次スイープに対して使用される。図 6 B に示すように、二次スイープは、荷物が最も集中するトレーラの床の上の 4 . 5 フィート (1 . 3 7 1 6 m) に集束する。4 . 5 フィート (1 . 3 7 1 6 m) スキャンの各々は、0 . 64 ミリ秒しか要しないため、3 つの二次スイープが一次スイープの各々に続く。一次スキャンと二次スキャンとで形成された画像は、正確な登録において、別々に表示され、又は重ね合わせられる。オペレータは、密輸の可能性のある場所で、信号対ノイズ比が大幅に改善された画像を見る。

20

【 0 0 6 1 】

実施例 2 分解能を向上させるデュアルチャネルスナウトの使用

【 0 0 6 2 】

図 7 B ~ 図 7 D の各々のスナウト 720 は、2 つのチャネル A および B の各々に別々のロンメルコリメータ 517 を有し、奇数番目の X 線ビーム 741 がチャネル A を通過し、偶数番目の X 線ビーム 742 がチャネル B を通過するように、電子ビーム 501 の走査を交互に行うことによって、2 つの独立したビューを得るために使用され、故に、場合に依りて、様々な画素エネルギー、解像度または画素強度を生成する。係るスナウトは、「デュアルチャネルスナウト」、または「2 チャネルスナウト」と称される。複数のチャネルを備えたスナウトは、「マルチチャネルスナウト」と称される。

30

【 0 0 6 3 】

実施例 3 外部プラスチックからの誤ったアラームの除去

【 0 0 6 4 】

自動車の後方散乱 (B X) 検査は、爆発物や薬物の捜査において、自動車の鋼製車体の内側にある可能性のある密輸品を、車両の外側の一部を構成するプラスチックやカーボンファイバなどの軽元素物質から区別する困難に直面する。本発明の実施の形態の 1 つによる EMS 50 は、図 7 B のチャネル A を介して (P) ビームを送信し、図 7 B のフィルタ 750 を有するチャネル B を介して代替ビーム (S) を送信することによって、誤ったアラームを効率的に排除する。フィルタ 750 は、例えば、約 70 keV 以下の X 線を強く吸収する。したがって、自動車 108 は、2 回走査される。この場合、各走査は完全であり、スペクトル分解能を提供する。チャネル A を通過する X 線からなる画像内の画素の強度を、チャネル B を通過する X 線からなる画像内の対応する強度と比較すると、軽元素物質が鋼の後ろにあるかどうかを一意的に特定する。

40

【 0 0 6 5 】

関係する現象の物理的説明は以下の通りである。車体の鋼の後ろにあるプラスチックま

50

たは他の低Z物体を見つけるには、鋼鉄を最初に透過し、次にプラスチック対象物体内でコンプトン後方散乱し、最後に鋼鉄を透過して戻って検出器104（図1に図示）に到達するのに十分なエネルギーのX線が必要である。

【0066】

EMS50からのX線スペクトルの60keV成分を考慮すると、そのスペクトル成分の強度は、1.5mmの鋼を透過することによって内部に入るとき、ほぼ4分の1に減少する。このビームは、プラスチックによって後方散乱されるコンプトンであり、60keVを49keVに減らすプロセスである。49keVのX線は、車両の表面を再度横切るときに吸収され、さらに10分の1になる。純損失は、車両の1.5mmのスチール壁の吸収により、40倍である。損失は、60keVのX線の場合、90keVの入射X線に対する強度損失の10倍である。このように、低エネルギーX線は、遮蔽されていないプラスチックからの強い信号を生じるので、適度な厚さの鋼によって遮蔽されているプラスチックを検出するには実用的ではない。

10

【0067】

ビームから低エネルギーフラックスを除去することで、プラスチックが鋼の後ろにある場合は、2つの画像にわずかな違いが生じるが、プラスチックがシールドされていない場合は、大きな違いが生じる。1.5mmの鋼の後ろ及び正面にある、高密度ポリエチレン製の厚さ2インチのターゲット上で220keVのX線ビームを使用する試験値は、主張がある。表1は、1.5mmの銅製フィルタをビームに挿入した結果を示す。

20

【0068】

【表1】

	HDPEの前	HDPEの後方
フィルタ無し	13.9	4.4
1.5mmの銅	5.08	2.4
R(フィルタ無し):フィルタ	2.7	1.8

【0069】

2.7と1.8との比の値の間の50%の違いは、自動的に、コンピュータが、軽元素物質の位置を（軽元素物質が車両のスチール製の表面に対し前方または背後にあるかどうかについて）明白に知らせることができるよう区別される。図7Bに示すフィルタ750の厚みは、全走査角にわたって延在し、好ましくは、出射X線が中心線に対して作る角度のコサインに反比例して変化する。

30

【0070】

実施例4. スイープをベースとする基準を満たす

【0071】

EMS50のパラメータは、特定の基準を満たすすべての領域をオーバーサンプリングするように予めプログラムされる。これは、1回の検査中の二次スキャンの多重変化になる。例えば、走査基準は、一次スキャンにおいて、低Zターゲットの存在を示す後方散乱強度を生成するすべての領域をオーバーサンプリングすること、または、一次スキャンの強度における突然の低下が金属コンテナの潜在的な可能性を示すときにオーバーサンプリングすることである。この基準は、1回の一次スイープの強度パターンであり、または連続するスイープからの強度パターンである。前述の基準は、一例として示され、本発明の範囲を制限するものではない。

40

【0072】

実施例5. PスキャンとSスキャンとの間の画素解像度の変更

【0073】

本発明の他の実施の形態によれば、対象108上の画素サイズ620（図6Aに示す）は、アノード507から開口517までの距離607を変更することによって、または開

50

口サイズを変更することによって変更される。メカニカルビーム成形機は、数秒で当該行為を行うことができるが、検査中にその変更を行うために必要とされるマイクロ秒単位で行うことはできない。EMS50は、例えば、図7Dに示すように、一の幅に対して設定された第1ロンメルコリメータ718と、別の幅に対して設定された第2ロンメルコリメータ719とを備えた2チャンネルスナウトを使用することによって、検査中にこれを行うことができる。又は、または、さらに、アノード708と各ロンメルコリメータ718、719との間の距離は、図7Cに示すように、チャンネル間で異なってもよい。

【0074】

実施例6．複数のBXビュー角

【0075】

様々な角度から得られる後方散乱ビューから深さを測定する基本的な概念は、本明細書に参照により組み込まれる米国特許第6,081,580号(Grodzins)に記載されている。一次ビューが、相対移動の方向116(図1に示す)に垂直である中心ビームであると仮定すると、2つの二次ビューを、電子ビームを2cm幅のアノードのいずれかのエッジに沿って走査することによって得ることができる。25cmのスナウト用の垂直面に対するプラス及びマイナス1.7°の角度差は、ほとんどの用途に対して十分ではなく、より広いアノードが実用的である。本発明の範囲内では、適切な低速で行われる検査は、広いアノードおよび適切なスナウトにより、画像内の物体の深さを知らせる対象の角度画像のシーケンスを生成する。複数の開口が、図8(A)および8(B)に示されるように、単一のスナウト805において使用されて、各々が異なるX線指向角から取られた複数の画像を生成して、対象車両108内の物体の深さについての情報を与える。さらに、統合システム800は、後方散乱検出器104から得られた後方散乱データを、透過検出器802でえられた透過(TX)データと組み合わせる。なお、透過(TX)データはセグメント化されず、透過検出器802は、送信ビームの強度を測定する。透過X線の各画像は、適切な後方散乱画像と時間的に同期される。

【0076】

本発明の他の実施の形態により、両側性走査システムを、符号900で示し、図9を参照して以下に記載する。電子ビーム501は、1回の走査の間に、複数のアノード508に交互に入射するように操作される。アノード508で放射されたX線901は、真空バリア707を横切り、真空領域907を通過して、スナウト910、912のそれぞれの端部にあるロンメル開口517を通過した後に、右方向および左方向のビーム903、905を形成する。このように、右方向および左方向のビーム903、905は、互いに独立して走査される。スナウト910、912は、図7Aを参照して説明したように、長さが調節可能である。スナウト910、912の長さの調整可能性は、右方向および左方向ビーム903、905の一方または両方に対し「真正ズーム」(上述)を提供する。

【0077】

2つの走査ビーム903、905の形成は、図9を参照して説明したように、有利なことに多くの用途を可能にする。図10を参照して説明する実施の形態では、符号1000で示されるポータル構造が、複数の路面1002、1004上のポータル1000を通過する複数の車両108を走査する並行検査のために使用される。X線ビームは、多くは頂部から、そして2つの側面の両方から、複数の走査パターン114内で、各車両106に入射する。左方向及び右方向のX線ビームを有する検査ポータルの実施は、2つのX線源(各側面に1つ)を必要とするが、図9の右方向及び左方向ビーム903、905は、その発生のために単一の両側性走査システム900のみを必要とする。係る両側性走査システム900は、路面1002、1004の間の検査柱1010内に配置されるので、(N+1)台の走査システムが、N台の車両106の右側及び左側を覆うために必要とされる。ポータル構造1000は、図示されているように固定されていてもよく、又は、ガントリ動作を包囲してもよい。この場合、ポータル構造1000がレール上またはその他の方法で移動して、貨物コンテナなどの静止した対象を並行して走査する。検査カラム1010も、第2検査車両1302によって散乱されるX線の検出と同時に、第1検査車両13

10

20

30

40

50

01によって散乱されるX線放射を検出する第1散乱検出器(図示せず)を含む。第2検査車両1302によって散乱されるX線の検出は、第2散乱検出器(図示せず)によって行われ、第2散乱検出器も、検査カラム1010に含まれている。検出器は、それぞれの後方散乱信号を生成し、これらの信号は処理されて、ディスプレイ1250上にてオペレータに対し表示される後方散乱画像を生成する。

【0078】

図9を参照して説明した固定ポータル両側性スキャンシステムの動作と同様に、両側性スキャンシステム900は、検査車両106上に搭載され、検査車両106のそれぞれの側面に1つつ存在する、2つの検査対象1081、1082を走査する。検査車両106は、X線の走査パターン1025、1026を両側に放射して、故に、車両が方向1110に進むときに、いずれかの側の車両を走査する。

【0079】

図12(A)および12(B)を参照すると、モバイル複合貨物および車両スキャナ1200の水平面および垂直面の断面がそれぞれ示されている。EMS50が、検査車両1203内の両側性走査システム900と共に使用される。なお、検査車両1203は、例えば、トレーラであったり、またはトラクタキャブ1205によって牽引されてもよい。EMS50は、両側性走査システム900と共に使用され、2つの走査X線ビーム1220、1222を生成する。X線ビーム1220は、外部検査対象108を走査するために検査車両1203の外側に向けられ、一方、X線ビーム1222は、検査車両1203内に配置されたコンテナ1210に向けられる。このような構成は、例えば、小型空港で展開され、車両と荷物との両方を検査するための単一の検査車両1203の使用を可能にする。このように、コンテナ1210は、荷物のアイテムを単独で、または組み合わせて含む。コンテナ1210は、機械式コンベヤ1211によって、X線ビーム1222の(垂直の)面を横切る方向に搬送される。検査対象108によって散乱された後方散乱X線1230は、後方散乱検出器104によって検出され、処理されて第1後方散乱画像を生成する。同様に、検査コンテナ1210によって散乱された後方散乱X線1232は、後方散乱検出器1222によって検出され、或いは透過検出器1214、1216によって検出される。全ての検出器は、オペレータに表示される1つ以上の画像を生成するために処理された信号を生成する。両方の走査プロセスは、本発明により教示されたEMSプロトコルおよびシステムによって同時に実施される。

【0080】

図13Aおよび図13Bは、本発明によるインターリア・インターリーブにより、一対の検査車両1301、1302を同時に走査するために、本発明によりインターリーブされる、走査に対応する走査角1300の様々な組み合わせを示す。走査角1300は、検査車両の検知サイズに適合させることができる。又は、走査角1300は、検査車両1301、1303が異なる高さを有する図13Bに示す場合のように、検査車両106のそれぞれの側面で異なってもよい。

【0081】

図14(A)~図14(C)は、本発明の範囲内にあり、ロンメル開口517が、アノード507に対して垂直な方向だけでなく(図14(A))、弧状の経路に沿って(図14(B))、または、アノード507が走査される方向と平行に(図14(C))、走査されるアノード507に対して移動されることを示している。これは、図示されているように、出現するX線の対応する走査角度および中心方向の様々な可能性を開く。

【0082】

本発明の上記実施の形態は単なる例示であり、多数の変形例および修正例が当業者には明らかである。係る変形例および修正例は、全て添付の特許請求の範囲に規定される本発明の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0083】

50 電磁スキャナ

10

20

30

40

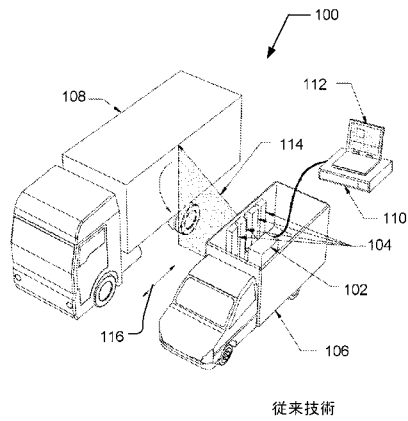
50

1 0 8 検 査 車 両
5 0 1 電 子 ビ ー ム
5 0 5 ビ ー ム コ ン ト ロ ー ラ
5 0 7、5 0 8 ア ノ ー ド
5 1 5 ス ナ ウ ト
5 1 7 開 口
5 1 8 ス イ ー プ コ ン ト ロ ー ラ
5 1 9 頂 点
5 2 5 ビ ー ム
6 0 7 ス ナ ウ ト 長
7 0 3 ア ク チ ュ エ ー タ
7 0 4 プ ロ セ ッ サ
7 0 7 真 空 バ リ ア
7 1 5 可 変 長 ス ナ ウ ト
7 2 0 ス ナ ウ ト
7 5 0 フ ィ ル タ
8 0 2 透 過 検 出 器
8 0 5 ス ナ ウ ト
9 0 0 両 側 性 走 査 シ ス テ ム
9 0 3、9 0 5 走 査 ビ ー ム
9 1 0、9 1 2 ス ナ ウ ト
1 0 2 5、1 0 2 6 走 査 パ タ ー ン
1 0 8 1、1 0 8 2 検 査 対 象
1 2 0 0 車 両 ス キ ャ ナ
1 2 5 0 デ ィ ス プ レ イ
1 3 0 1、1 3 0 2 検 査 車 両

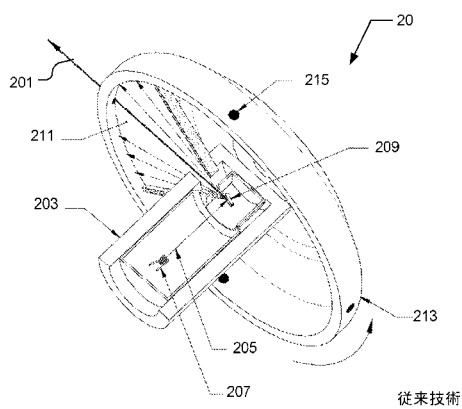
10

20

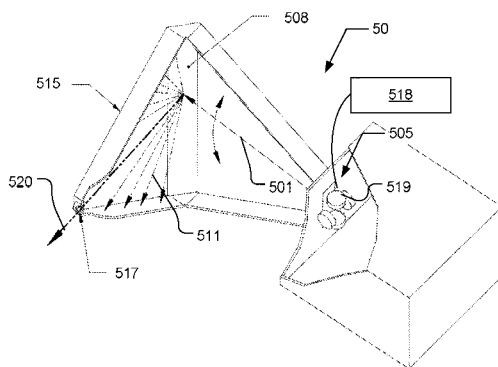
【図 1】



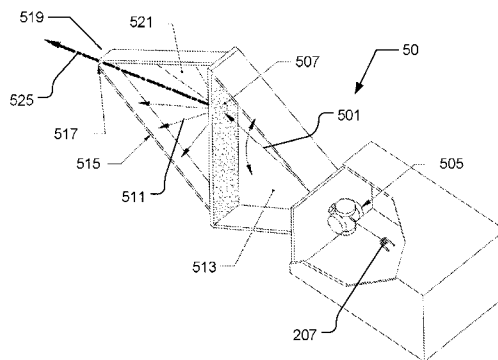
【図 2】



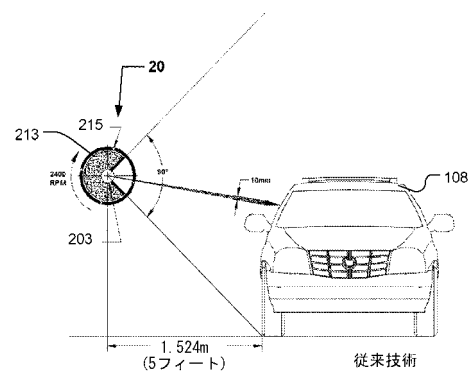
【図 5 A】



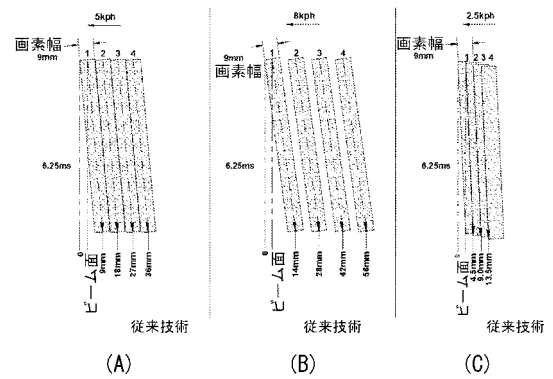
【図 5 B】



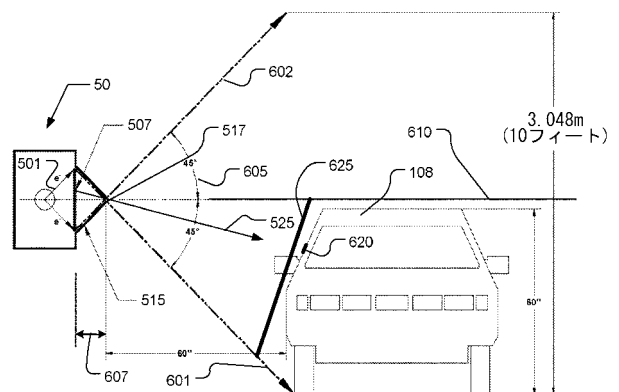
【図 3】



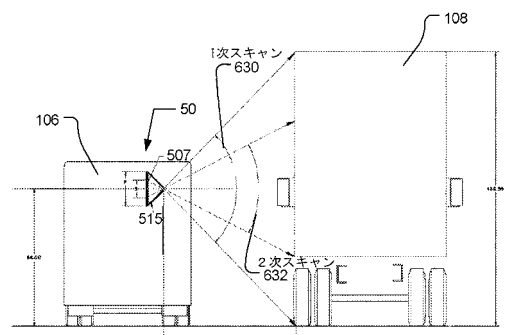
【図 4】



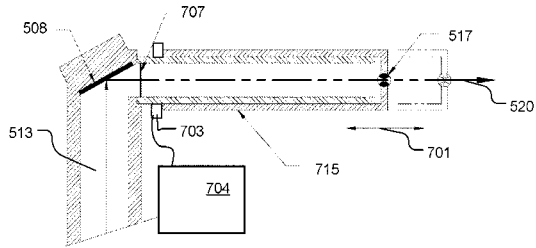
【図 6 A】



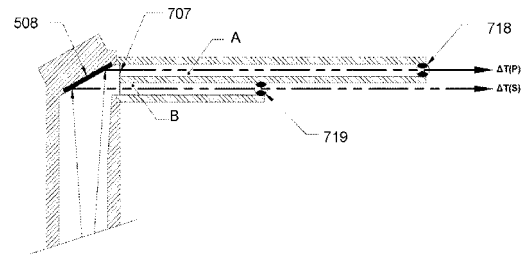
【図 6 B】



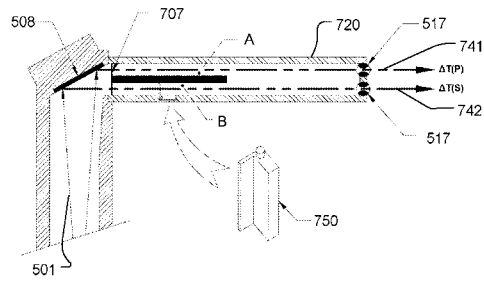
【図 7 A】



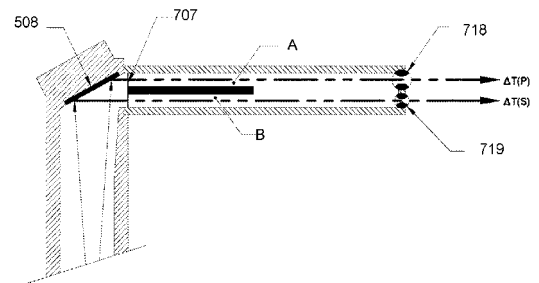
【図 7 C】



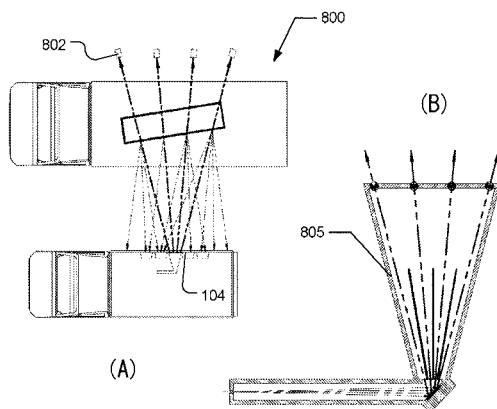
【図 7 B】



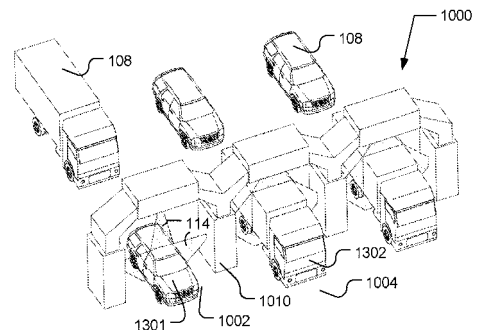
【図 7 D】



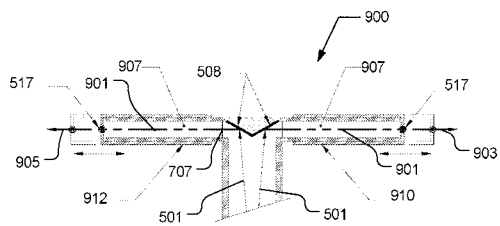
【図 8】



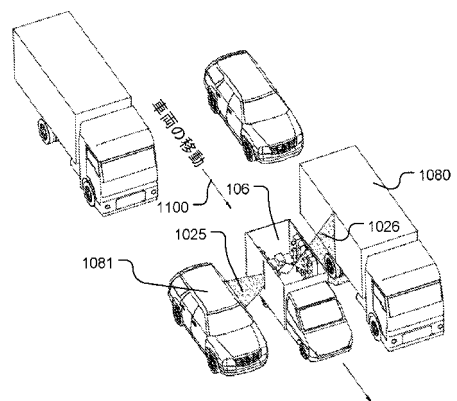
【図 10】



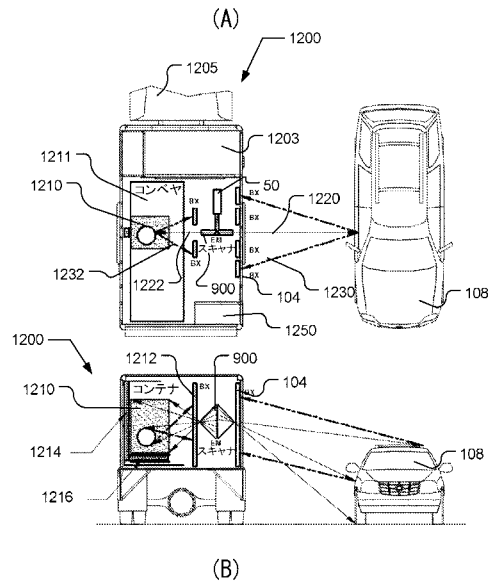
【図 9】



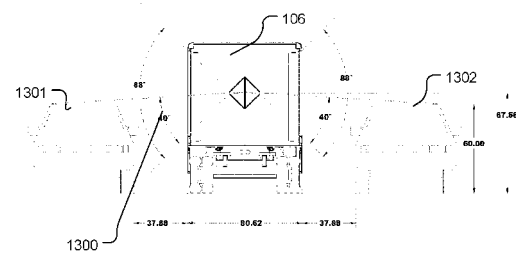
【図 11】



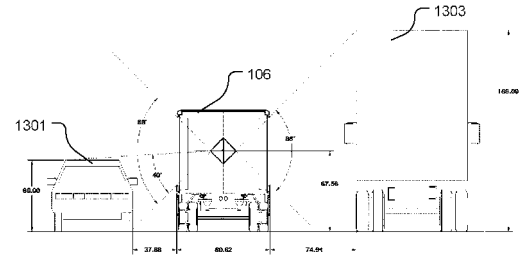
【図 1 2】



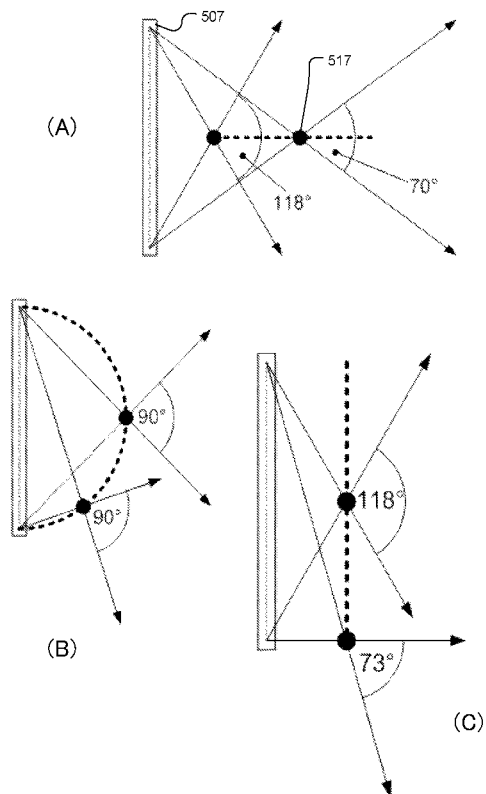
【図 1 3 A】




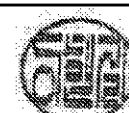
【図 1 3 B】



【図 1 4】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/050467
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 23/04(2006.01)i		
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) G01N 23/04; G01N 23/20; G01N 23/201; H01J 35/30; G01T 1/20; G21K 5/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: vehicle, x-ray, aperture, scan, inspection, cathode, anode, sweep, chopper, backscatter, electromagnetic, beam former and beam		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013-0235977 A1 (GRODZINS et al.) 12 September 2013 See paragraphs [0005]-[0030] and figures 1-4.	1-22
Y	US 2009-0245462 A1 (AGRAWAL et al.) 01 October 2009 See paragraphs [0014], [0059]-[0084] and figures 1-20.	1-22
A	US 2013-0208857 A1 (AMERICAN SCIENCE AND ENGINEERING, INC.) 15 August 2013 See paragraphs [0012]-[0035] and figure 1A.	1-22
A	US 6356620 B1 (ROTHSCHILD et al.) 12 March 2002 See column 3, line 10 - column 4, line 12 and figures 3-4.	1-22
A	US 6249567 B1 (ROTHSCHILD et al.) 19 June 2001 See column 1, line 49 - column 2, line 40 and figures 1-2.	1-22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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 15 December 2016 (15.12.2016)		Date of mailing of the international search report 15 December 2016 (15.12.2016)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer LEE, Hun Gil  Telephone No. +82-42-481-8525

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/050467

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013-0235977 A1	12/09/2013	CA 2865077 A1	12/09/2013
		CN 104160468 A	19/11/2014
		EP 2823503 A1	14/01/2015
		JP 2015-513774 A	14/05/2015
		KR 10-2014-0138688 A	04/12/2014
		MX 2014010722 A	13/10/2014
		RU 2014134925 A	27/04/2016
		WO 2013-133954 A1	12/09/2013
US 2009-0245462 A1	01/10/2009	CN 101953234 A	19/01/2011
		CN 101953234 B	02/12/2015
		CN 101971055 A	09/02/2011
		CN 101971055 B	04/02/2015
		CN 102460134 A	16/05/2012
		CN 102460134 B	22/01/2014
		CN 102484935 A	30/05/2012
		CN 102484935 B	04/02/2015
		EP 1635169 A1	15/03/2006
		EP 1635169 B1	19/05/2010
		EP 2188652 A2	26/05/2010
		EP 2263427 A2	22/12/2010
		EP 2433152 A2	28/03/2012
		EP 2454924 A1	23/05/2012
		TW 200912524 A	16/03/2009
		US 2004-0017887 A1	29/01/2004
		US 2005-0157842 A1	21/07/2005
		US 2006-0056584 A1	16/03/2006
		US 2007-0217572 A1	20/09/2007
		US 2008-0075232 A1	27/03/2008
		US 2008-0165926 A1	10/07/2008
		US 2009-0014917 A1	15/01/2009
		US 2009-0115110 A1	07/05/2009
		US 2009-0116614 A1	07/05/2009
		US 2009-0202037 A1	13/08/2009
		US 2009-0274270 A1	05/11/2009
		US 2010-0189226 A1	29/07/2010
		US 2011-0033027 A1	10/02/2011
		US 2011-0038453 A1	17/02/2011
		US 2011-0064192 A1	17/03/2011
		US 2011-0116597 A1	19/05/2011
		US 6843599 B2	18/01/2005
		US 7322745 B2	29/01/2008
		US 7369643 B2	06/05/2008
		US 7486768 B2	03/02/2009
		US 7517149 B2	14/04/2009
		US 7519148 B2	14/04/2009
		US 7720195 B2	18/05/2010
		US 7783004 B2	24/08/2010
		US 7817776 B2	19/10/2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/050467

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 7876880 B2	25/01/2011
		US 7963695 B2	21/06/2011
		US 7995705 B2	09/08/2011
		US 8059781 B2	15/11/2011
		US 8119052 B2	21/02/2012
		US 8275091 B2	25/09/2012
		US 8503605 B2	06/08/2013
		WO 2009-023074 A1	19/02/2009
		WO 2009-027667 A2	05/03/2009
		WO 2009-027667 A3	25/06/2009
		WO 2009-088706 A2	16/07/2009
		WO 2009-088706 A3	24/09/2009
		WO 2010-135620 A2	25/11/2010
		WO 2010-135620 A3	13/01/2011
		WO 2011-008718 A1	20/01/2011
US 2013-0208857 A1	15/08/2013	CA 2864354 A1	22/08/2013
		CN 104204854 A	10/12/2014
		EP 2825904 A1	21/01/2015
		JP 2015-513075 A	30/04/2015
		KR 10-2014-0123996 A	23/10/2014
		US 2016-0170044 A1	16/06/2016
		US 9285488 B2	15/03/2016
		WO 2013-122763 A1	22/08/2013
US 6356620 B1	12/03/2002	EP 1206903 A2	22/05/2002
		WO 01-09594 A2	08/02/2001
		WO 01-09594 A3	07/06/2001
US 6249567 B1	19/06/2001	US 2002-0097836 A1	25/07/2002
		US 6421420 B1	16/07/2002
		US 6542574 B2	01/04/2003
		WO 00-33060 A2	08/06/2000
		WO 00-33060 A3	23/11/2000

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 1 N 23/10 (2018.01) G 0 1 N 23/10

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100099829

弁理士 市川 朗子

(74)代理人 100192337

弁理士 福本 鉄平

(74)代理人 100195992

弁理士 城臺 顕

(74)代理人 100206092

弁理士 金 佳恵

(74)代理人 100208535

弁理士 松坂 光邦

(72)発明者 グロッドジンズ、リー

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 2 4 2 1、レキシントン、ストラザム ロード 1 4 番地

(72)発明者 ディンカ、ダン - クリスティアン

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 1 8 2 4、チェルムズフォード、ソートン レーン 3 番地

(72)発明者 ロンメル、マーティン

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 0 2 4 2 0、レキシントン、コテージ ストリート 2 0 番地

F ターム(参考) 2G001 AA01 BA11 BA15 CA01 DA09 GA01 GA06 HA13 KA06 LA02
 LA10