

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4601607号
(P4601607)

(45) 発行日 平成22年12月22日(2010.12.22)

(24) 登録日 平成22年10月8日(2010.10.8)

(51) Int. Cl. F I
 GO 1 N 23/04 (2006.01) GO 1 N 23/04
 GO 1 V 5/00 (2006.01) GO 1 V 5/00 A

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-501120 (P2006-501120)	(73) 特許権者	505116552
(86) (22) 出願日	平成16年1月23日 (2004.1.23)		リビール イメージング テクノロジーズ
(65) 公表番号	特表2006-517030 (P2006-517030A)		, インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成18年7月13日 (2006.7.13)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/001929		730, ベッドフォード, クロスビー ロ
(87) 国際公開番号	W02004/065990	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開日	平成16年8月5日 (2004.8.5)		弁理士 山本 秀策
審査請求日	平成19年1月18日 (2007.1.18)	(74) 代理人	100062409
(31) 優先権主張番号	60/442, 246		弁理士 安村 高明
(32) 優先日	平成15年1月23日 (2003.1.23)	(74) 代理人	100113413
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手荷物の特許CTスキャンシステム及びCTスキャン方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数対象物の小包内の第1の対象物の特徴を決定する方法であって、

該小包のCTスキャンから線図を作成するステップと、

該第1の対象物が、他の対象物から実質的に離れている該線図中の少なくとも1つの位置を特定するステップと、

該位置でのデータから該第1の対象物の特徴を決定するステップと、を含み、

該少なくとも1つの位置を特定するステップが、該線図中の各々の位置の質量を決定するステップと、該線図中の位置の質量の分布を示すクラッタ指数を決定するステップと、を含み、

該線図中の各々の位置のクラッタ指数と所定の閾値を比較するステップと、

該クラッタ指数が、前記所定の閾値より小さくなる少なくとも1つの位置を選択するステップと、

を含む、第1の対象物の特徴を決定する方法。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの位置を特定するステップが、前記第1の対象物が他の対象物から実質的に離れている線図中の複数の位置を特定するステップと、

前記複数の位置でのデータから前記第1の対象物の特徴を決定するステップとを、含む請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記対象物の特徴が、質量、大きさ、金属成分、位置、Z-eff、又は原子番号のいずれか1つである請求項1記載の方法。

【請求項4】

前記第1の対象物の重心を決定するステップと、

前記第1の対象物の重心からサイン波を求めるステップと、

前記第1の対象物に関連するデータが、前記サイン波に基づくように前記線図のデータを変更するステップと、

該変更データを使用して該第1の対象物周囲の小包の領域に関連するボクセルを再構成するステップと

をさらに含む請求項1記載の方法。

10

【請求項5】

恐れがある物を特定するためにバッグを検査する方法において、

該バッグのCTスキャンを行うステップと、

該バッグのCTスキャンから線図を作成するステップと、

対象物が他の対象物から実質的に離れている線図中の位置を選択するステップと、

選択した位置でのデータから対象物の特徴を決定するステップと、

該対象物の特徴に基づき恐れが存在するか否か判断するステップと

を含み、

該位置を選択するステップが、該線図中の各々の位置の質量を決定するステップと、該線図中の位置の質量の分布を示すクラッタ指数を決定するステップと、該クラッタ指数が、所定の閾値よりも小さい該線図中の位置を選択するステップと、を含む、バッグを検査する方法。

20

【請求項6】

恐れのある特徴をもった第1の対象物の重心を決定するステップと、

前記第1の対象物の重心からサイン波を求めるステップと、

前記第1の対象物に関するデータが、該サイン波に基づくように前記線図中のデータを変更するステップと、

該変更データを使用して該第1の対象物の周囲の小包の領域に関するボクセルを再構成するステップと、

該再構成したボクセルに基づいて、恐れが存在するか否か判断するステップと、

をさらに含む請求項5記載の方法。

30

【請求項7】

前記恐れのある物が存在するか否か判断するステップが、前記バッグのCTスキャン中に実行される請求項5記載の方法。

【請求項8】

恐れがあると判断されたときに、前記バッグのCTスキャンを調整するステップをさらに含む請求項7記載の方法。

【請求項9】

前記バッグのCTスキャンを調整するステップが、前記CTスキャンを通過するバッグの速度を変更するステップを含む請求項8記載の方法。

40

【請求項10】

前記バッグのCTスキャンを調整するステップが、前記CTスキャンの解像度を変更するステップを含む請求項8記載の方法。

【請求項11】

前記再構成したボクセルの画像をオペレータに表示して、検査するステップをさらに含む請求項6記載の方法。

【請求項12】

バッグ中の恐れのある物を検査するシステムにおいて、

回転架台を有するCTスキャナと、

該架台の回転中に前記CTスキャナを通過してバッグを進めるコンベヤと、

50

該CTスキャナからデータの線図を作成する手段と、
該線図中の各々の位置の質量を決定する手段と、
 該線図の各位置での質量分布に基づいて該線図中の各位置のクラッタ指数を決定する手段と、

該クラッタ指数が、所定の閾値より小さくなる線図中の位置を選択する手段と、
 該選択された位置での線図のデータに基づき、バッグ中の対象物の少なくとも1つの特徴を決定する手段と、

該少なくとも1つの特徴に基づき恐れのある物を特定する手段と、
 を備える、恐れのある物を検査するシステム。

【請求項13】

所定の速度で前記コンベヤを駆動する駆動機構と、
 恐れのある物を特定すると、前記駆動機構の所定の速度を変更する手段と
 を備える請求項12記載のシステム。

【請求項14】

恐れのある物を特定すると、前記CTスキャナからのデータの解像度を変更する手段をさらに備える請求項12記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は手荷物に爆発物やその他の輸出入禁制品があるか否か検査するコンピュータ断層撮影装置（CT）システムに関し、より詳しくは、完全な再構成の必要性がないコンピュータ断層撮影（CT）スキャン方法に関する。

【背景技術】

【0002】

2001年9月11日のテロリストの襲撃以来、米国政府は空港のセキュリティ強化を実施することを決定した。実施されたセキュリティ対策の1つが、爆発物があるか否か全てのチェック済み手荷物を検査することであった。2001年11月に、2002年12月31日までに、チェック済み手荷物の爆破物の検査の100%実施を要求する航空機運輸セキュリティ法が議会を通過した。爆発物検出システム（EDS）と爆破物追跡検出システム（ETD）の組み合わせにより、検出要件が満たされるであると期待されていた。EDSは高速であるが、高価でしかも誤ってアラームを発生しやすい。一方、ETDは低速であるが、より詳しく調べることができる。ただし、多くの手作業による入力を必要とする。複数の犬、手作業による検査、及び乗客のカバン比較等の認証された一時的な方法を使用している限り、ケースバイケースにより、議会は2003年12月21日まで完全実施期限を延期した。

【0003】

既存の技術を使用したこのセキュリティ対策の実施は、面倒で高くつくものになった、或いはなり続けるであろう。2003年の最後までにおいてさえ、実施した解決策は、とても永続的な解決策になりそうにない。多くの場合において、空港のターミナルロビーに手動送りの機器を設置して、プレミアムスペースを剥奪するか、マンパワーを多用するETDシステムを実施した。効率を改善し、マンパワー要件を軽減し、ロビースペースを取り戻すために、空港は空港手荷物取扱システムに組み込まれたEDSシステムへ移行する。しかし、既存のEDS装置は、容易に実施つまり既存の手荷物取扱システムに組み込むことができない。

【0004】

公知の爆発物検出システム（EDS）は、コンピュータ断層撮影技術か、X線とCT技術の組み合わせを使用して、バッグの中身の映像を作成している。機内持ち込み手荷物に関しては、X線照射システムが長年使用されている。ところが、上記のシステムは、全画像の検査をオペレータに要求して、スループットの低下を招いていた。さらに、これらのシステムは、爆発物の検出に、対象物の厚さや密度情報を提供することができなかった。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

コンピュータ断層撮影（ＣＴ）装置は、航空機に荷物を搭載する前に、乗客の手荷物、小包、手紙、及び小さな貨物の自動爆発物検査を実行するために設計されている。ＣＴ技術は、航空機のチェック済み手荷物の自動爆発物検査（ＥＤＳ）の米国のＴＳＡ認可要件を充分満たすことが分かっている。ＣＴ技術は爆発物の検出には効果的であるが、チェック済みの手荷物検査での既存のＣＴ技術の使用は、多くの欠点があることも事実である。ＣＴ装置は、Ｘ線源と検出器が搭載された回転リングつまり「架台」を備えている。図１は、既存のＣＴスキャナ１０の断面図である。ＣＴスキャナ１０は、トンネル２０を取り囲む架台１１を有している。コンベヤ（図示せず）は、手荷物をトンネル２０を移動させて検査する。架台１１は、トンネルの周囲を回転して、回転ごとにデータの１つのスライス（薄片）を生成する。Ｘ線源３０は、狭角ビーム４０を生成する。検出器３１が架台１１の上に設置され、トンネルを通過するＸ線ビーム４０と交差する。検出器３１は、Ｘ線源から等距離に位置する複数の検出器で構成してもよい。入力源３０と検出器３１は、トンネル全体がＸ線ビームに照射される大きさにして、設置しなければならない。検出器からのデータは、コンピュータを使用して解析され、検査された手荷物の中身の三次元表現を生成する。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

これらのＣＴベースのシステムは、多くの欠点を有している。これらのシステムは、大きく、重く、広いスペースを必要とする。トンネル２０は、ほぼ全ての大きさのチェックされる手荷物を収容するのに十分な大きさでなければならない。Ｘ線源３０と検出器３１は、トンネル全体がＸ線ビーム４０で照射されるようにトンネル２０から十分離して配置する必要がある。またさらに、架台１１は、Ｘ線源から等距離離して設置された全ての検出器３１を収容するのに十分な大きさでなければならない。Ｘ線源３０も、ノイズを克服して解析をするために、手荷物通過後、検出器３１に十分なＸ線束を照射できる程強力でなければならない。架台１１も、高速回転に対してＸ線源を支えてバランスを取るのに十分な程頑丈でなければならない。代表的なＣＴシステムにおいて、架台１１は、トンネル２０の大きさの５／３から２倍の大きさである。さらに、このシステムは十分な遮蔽、通常鉛を必要とし、オペレータと乗客が不注意で強力なＸ線に曝されるのを防止する。

20

30

【 0 0 0 7 】

手荷物検査に使用されるＣＴスキャンと再構成方法は低速で面倒である。ＣＴスキャンには、ヘリカルとスタート/ストップの２つの公知の方法がある。ヘリカルスキャンでは、対象物がスキャナ中を連続的に移動する。架台の各回転が、ほぼ単一面で行われるようにバッグをゆっくりと移動させなければならない。スタート/ストップスキャンでは、手荷物が定期的に停止して、１つのスライスが検査される。続いて、手荷物が短い距離移動し、停止して再度検査される。これらの方法の両方は、スキャナを通して手荷物がゆっくりと移動する。いったんデータが収集されると、データを再構成して、手荷物の三次元表現を生成する。三次元表現から、恐れのある物として、個々の項目が再検査される。三次元表現又はこのスライス表現が表示されて、オペレータによりチェックされる。

40

【 0 0 0 8 】

ＣＴスキャンの動作は、当初医療画像に関して開発され、改良されたものである。医療画像にとって、解像度は非常に重要である。このため、システムは、人体の小さな部位に関して多くのデータで画像を再構成する機能を改善しようと努める。検査速度は、精度と比較してそれ程重要ではない。また、人体の全ての部位を解析して、問題を示すことができる微小な差異を特定する必要がある。これらの方法は、手荷物検査に簡単に適用できない。爆発物やその他の恐れのある物は、医療画像に関する微小な項目よりはるかに大きい。また、バッグ中のほとんどの対象物は検査とは無関係である。ところが、従来のシステムにおいては、全ての対象物を解析の前に再構成しなければならない。手荷物検査システムは、ＣＴスキャンをするバッグ中の該当する一般的な領域を特定するために、均一のＸ

50

線等により主に追加検査を実施することで、これらの困難に対処している。それにもかかわらず、これらのシステムは、複数のスキャナや、スキャナによる手荷物の複数回の検査を必要とし、これにより処理速度がさらに低下してしまう。

【課題を解決するための手段】

【0009】

従来のこの欠点は、恐れのある物を特定するために、再構成されていないスキャンデータの解析を行う本発明のCTスキャンシステム及びCTスキャン方法により実質的に解消される。本発明のCTスキャンにより、バッグ中の対象物は、類似した密度の正弦波表現又は原子番号として、検査されたデータに現れる。正弦波表現が解析され、質量、大きさ、原子番号、及び密度を表すデータに基づき恐れがあるか否かを特定する。この大きさは、対象物のサイン表現の幅と長さから求められる。本発明の他の局面によれば、対象物の密度、質量、及び原子番号は、その対象物に関連するデータの小さな部位に基づいて決定される。他の対象物と干渉するつまり対象物から隠れないように対象物の小さな部位を選択してもよい。

10

【0010】

本発明の他の局面によれば、ノイズ、不一致、手荷物移動をシステムが調節する。データ表現において、理論上の対象物は、完全なサイン波として現れるだろう。しかし、実際の検査は様々な不一致がある。これらの不一致は、仮定や予想し得ない移動の固有の不正確さの結果であり得る。本発明のシステムは不一致を訂正する。各々の位置のデータに基づき、各対象物に対して重心線が決定される。そして、重心線を示すデータ点は、重心線が真のサイン波となるように調節される。対象物の密度と大きさは、この調節されたデータから求められる。

20

【0011】

本発明の別の実施例によれば、CTデータの部分的な画像再構成が作成される。サイン波データの解析から得た情報に基づいて、画像の目標領域の周囲にCT画像が再構成される。元のデータ又は理想のサイン波に近づくように調節されたデータに基づいてCT画像を再構成してもよい。さらに、干渉つまり重なりを防ぐために、対象物の各種サイン波の解析に基づいて目標領域を決定してもよい。

【0012】

本発明の別の局面によれば、検査されている手荷物が解析される。恐れがある物と特定されたとき、コンベヤの速度が低下するか、停止して追加データ収集を可能にして解析を向上させる。対象物が適切に解析されると、コンベヤは通常の色度に戻る。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は潜在的な脅威を特定するCTデータ処理システム及びCTデータスキャン方法に関するものである。CTデータは、公知の装置のCTスキャナから取得できる。例えば、図1に示し、以下に述べるように、従来のCTスキャナからCTデータを取得できる。その代わりに、本発明の譲受人は、本発明と同一日付に提出した「Folded Array CT Baggage Scanner」と題する本発明に示したような小型の新規なCTスキャナを考案した本発明の発明者である。図2は、折曲がりCTスキャナの一実施例による広角X線源130と架台110のリング110上の検出器131、132、133の位置を示す。架台110のリング111は、トンネル120の大きさが小さい従来のCTスキャナよりも実質的に小さい。広角X線源130は、X線ビームがトンネル120の全領域と交差するように架台110上に設置される。X線源130が、従来のCTスキャナよりもビーム140幅が広いので、トンネルに近接して配置することができる。本発明のCTスキャナは、X線源130から異なる位置で2つ以上の検出器131、132、133を備えている。検出器131の一方のセットは、架台リングの中心部分をカバーし、中央の検出器の距離に対して等しい距離でX線源の中心に設置される。他方の検出器セット132、133が設置され、扇状のX線ビーム140の外側の区域と交差する。本発明の一実施例によれば、第2の検出器セット132、133は、内側の検出器131がリング111の縁に達するビー

40

50

ム 1 4 0 の位置 1 3 5 , 1 3 6 で始まっている。

【 0 0 1 4 】

図 3 は、本発明の一実施例による C T スキャナ 1 0 0 の構成要素を示す図である。C T スキャナ 1 0 0 は、架台 2 2 1、2 台のコンピュータ 4 0 0、5 0 0 を備えている。ホストコンピュータ 4 0 0 は、スキャナの動作を制御し、検出器からデータを受信する。検出アルゴリズムコンピュータ 5 0 0 は、データを処理し、爆発装置又は該当対象物が存在するか否か決定する。もちろん、1 台のコンピュータを使用して、C T スキャナの全ての機能を実行できる。しかしながら、2 台のコンピュータを使用することで、検出アルゴリズムの広範な処理が、C T スキャナの動作とデータ収集速度が低下するのを防止できる。また、制御ラインとデータ構成要素が、架台 2 3 1 とコンピュータ 4 0 0、5 0 0 の間に接続されている。通常 2 4 0 V の A C 電源に接続された A C 電源入力 2 2 4 が、C T スキャナに電力を供給する。D C 電源 2 2 5 が、A C 電源を入力し、架台の処理構成要素に電力を供給する D C 電源に変換する。A C 電源又は D C 電源により電力が供給されたモータ駆動 2 3 2 セットは、コンベヤを動作させ、架台を回転させる。データリンク 2 2 3 が検出器アセンブリをホストコンピュータ 4 0 0 に接続する。D C 電源とデータリンクが、架台のリング上に設置され、回転中にデータを供給する。検出器アセンブリ 3 0 0 の回路基板 3 2 0 は、1 秒ごとに検出器 1 4 4 0 をサンプリングする。次いで、データリンク 2 2 3 を介してホストコンピュータ 4 0 0 にデータが転送される。エンコーダも使用して、架台とコンベヤの回転位置を決定する。このデータもホストコンピュータに転送される。

【 0 0 1 5 】

コンピュータの構成要素を図 9 に示す。ホストコンピュータ 4 0 0 は、マザーボード 4 0 0 とデータ取得カード 4 2 0 を備えている。データ取得カード 4 2 0 は、撮像素子アレイ 4 2 3 からの入力、コンベヤベルトエンコーダ 4 2 2、及び架台エンコーダ 4 2 1 を備えている。また、データ取得カード 4 2 4 は、データを検索し、検索したデータをマザーボード 4 1 0 に転送する電界プログラマブルゲートアレイも備えている。マザーボード 4 1 0 は、インテル社のペンティアム(登録商標)プロセッサ等のプロセッサ 4 1 1、大規模 R A M 4 1 2 を備えている。また、マザーボード 4 1 0 は、情報の送信とデータ取得カードと他のコンピュータから情報を受信する H o s t / P C I ブリッジを備えている。C T スキャナから受信したデータは、検出アルゴリズムコンピュータ 5 0 0 に転送される。イーサネット(登録商標)接続により、大量のデータの高速度伝送を可能にする。検出アルゴリズムコンピュータも、データを適切に処理するマザーボード 5 1 0 と、データを処理して、爆発物やその他の物質が存在するか否か判断するデータを処理する背景映写アクセラレータカード 5 2 0 も備えている。

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施例によれば、検出アルゴリズムコンピュータ 5 0 0 をプログラムし、中身全体を完全に再構成することなく、該当する中身の特性を判断できるように C T スキャナからのデータを処理する。この方法により、従来の C T 処理より高速な手荷物の検査と処理を可能にする。コンベヤベルトをバッグが移動し、架台が回転している間にバッグが検査される。あらゆる角度で映写画像が存在するという事実を利用できるように解析される。この方法により、バッグの全ての対象物とそれらの周囲の干渉した物の三次元自動検出が可能になる。従来の映写データとして、データを極端に読み出し不能にすることに關し上記の速度(回転ごとに 5 ~ 1 0 c m のベルト移動)で成されたが、余りにも疎らであるためにヘリカルスキャンに使用することができない。データ取得モードが、ベルトを一定の速度(ヘリカルスキャンのように)で移動させるが、非常に少数の検出器とコンピュータ電力しか必要としないことが利点である。

【 0 0 1 7 】

本発明の方法において、3 6 0 度のデータが解析され、適切な角度(バッグの対象物ごとに)が選択されて、特定の対象物の特性を解析する。バッグの対象物の X、Y、Z 位置が公知であるので、質量のより良い評価(単一の特性より)が実現できる。単純なエッジ追従技術により長さが低減され、高/低エネルギー画像比(2 種類のエネルギーが使用さ

10

20

30

40

50

れた場合)を使用して、多くの高価な基礎スペースと背景減算複素アルゴリズムを用いることなく、原子番号の決定に使用できる。

【0018】

図5は、本発明の一実施例によるCTスキャナデータを解析する処理300の概略フローである。図6A~6Dは、本発明の一実施例によるデータ処理を示す。図6Aは、検査されるバッグ600を示す。これらの該当対象物は、バッグ、Semtexブロック610、データシート620、及びアルミニウムロッド630に示されている。図6Bは、対象物が図6Cに示す検査されたデータに対応するため、対象物の詳細を含む側面図を示す。

【0019】

手荷物が検査される時、CTスキャナが大量のデータを生成する。本発明は高速移動CTスキャナにより生成された大量データで処理する。本発明の一実施例によれば、架台は60~90RPMの速度で回転し、コンベヤベルトが5~10cm/秒で移動する。検出器アレイは、毎秒1440ラインの一定の速度でサンプリングされる。ステップ310で、検出アルゴリズムコンピュータ500によりCTスキャナ221とホストコンピュータ400からデータを受け取る。図6Cは、バッグ中の対象物のCTスキャナデータを示す線図である。この線図は、ステップ320で、一定のデータを取得するためだけに処理するスキャナから取得した生データを示す。生データの各ラインは、サンプル時の検出器の値を示している。X線源が実質的に点であるので、各検出器は異なる角度からデータを提供する。線図の各水平位置が、バッグの単一の水平位置と角射影を示すように生データが処理される。本発明では、公知のCTスキャナ処理技術を使用して一定の線図データを生成している、ところが、バッグの中身全体の三次元ボクセルを得るためにデータを再構成していない。むしろ、この一定のデータを線図として表示する。またさらに、図6Cはモニタに表示できる線図データを表示しているが、システムは必ずしもいかなる上記のデータも表示しない。データは検出アルゴリズムコンピュータ500で単に処理されるだけである。しかしながら、線図を示す図6Cとその他の図は、データの処理方法を示している。

【0020】

図6Cに示すように、各々の対象物は、線図でほぼ正弦曲線として表現される。図6Cのデータの水平次元は、バッグ内の水平位置に対応している。垂直位置はZ軸すなわちX線源からの対象物の位置を示している。回転中の角度の変更に伴い、対象物の垂直次元が変更される。検出アルゴリズムコンピュータ500は、データを処理して正弦曲線により示された各対象物を解析する。図6Dは、図6Cの画像の細部領域を示す。この細部領域は、各種対象物からのデータが何処で重なっているかと、対象物が離れている領域を示している。

【0021】

本発明によれば、各対象物を個別に解析し、恐れのある物が存在するか否か判断する。適切な解析のために、バッグ中の対象物を分離する必要がある。ステップ350において、対象物とその周囲の干渉した物つまりその他の対象物から分離可能なように1つ以上の対象物の画像を選択する。各々のラインの質量と減衰は、検査時に計算される。そして、データの各スライスごとにクラッタ指数が計算される。この文脈におけるスライスは、再構成したCTデータの「スライス」と同じでない。従来のシステムでは、全てのバッグのボクセルが再構成される。全ボクセルが公知であるので、スライス面のボクセルを示す任意の角度で「スライス」を生成できる。また、スタート/ストップCTスキャナの架台の1回の回転もスライスと呼ばれている。本発明に関して、クラッタ指数はデータの「スライス」に基づいており、これは線図を通る垂直線であり、バッグ中の1つの水平位置と1つの映写角に対応している。このクラッタ指数は、所与の射影角に対してバッグの幅に沿ってどのように質量が均等に分布しているかを示すものである。大きなクラッタ指数は、対象物が重なっていそうな位置を示している。これに対して、小さなクラッタ指数は、対象

10

20

30

40

50

物が最も離れていそうな位置と、その特性を最も正確に計算できる位置を示している。図 7 A ~ 7 B は、C T データ解析の図の選択に使用できる対象物のクラッタの特定を示す。図 7 A は、バッグの線図であり、図 7 B は対応するクラッタ指数である。閾値が高いクラッタ指数領域と低いクラッタ指数領域の特定に使用される。

【 0 0 2 2 】

低いクラッタ指数領域を解析して、該当対象物を特定する。図 8 A ~ 8 C は、低いクラッタ領域の 2 0 , 4 0 , 6 0 度の 3 つの角度からのデータを示す。このデータは幾つかの個別の対象物を示している。図 9 は、対象物を識別できない高いクラッタ角度の同じ対象物を示す。

【 0 0 2 3 】

ステップ 3 4 0 で選択された低いクラッタ指数の図において、ステップ 3 5 0 で対象物を解析して、各々の対象物の質量、大きさ、金属成分、位置、Z-eff、及び原子番号を決定する。対象物の質量を決定するのに 2 つの図が必要である。1 番目の図の対象物を 2 番目の図と比較して、一致度が最も大きい物を求める。追加図を使用して、システムの信頼性を向上させることができる。複数の図で対象物を信頼性高く特定できない場合には、追加検査と手作業によるバッグの検査をしなければならない。複数の図を使用することで、バッグ中の対象物の x , y 位置を特定することが可能になる。正確に位置を特定することで、対象物の倍率とその寸法を計算できるため、対象物の単位長当たりの質量を計算できる。対象物の長さをその対象物に対応する線図の長さから決定できる。決定された情報を予め選択された基準と比較して、対象物が恐れがある物か否か判断する。バッグのスライスに基づいて対象物が特定、解析されるので、処理を検査プロセスと同時に行うことができ、全てのデータが収集されるまで待たなくともよい。

【 0 0 2 4 】

最初の解析で恐れのある物が特定されない場合には、ステップ 3 6 0 においてバッグが検査を通過し、手荷物取扱システムにおいてさらに処理を続ける。しかしながら、何らかの恐れのある物が特定された場合には、ステップ 3 6 0 において解析が続けられる。またさらに、ステップ 3 6 0 で開始する解析は、バッグの完全は検査を待つ必要がない。処理の任意の時点において、対象物が恐れのある物であると判断され、さらなる解析をすることとなる。このようにして、バッグの処理が促進される。ステップ 3 6 0 における処理は、1 個の対象物を特定して解析するものである。架台の回転軸と完全に平行な対象物は、真のサイン波を生成する。しかし残念ながら、対象物は通常別の向きになっている。二次的な解析の最初のステップは、対象物の経路を特定して訂正することである。

【 0 0 2 5 】

ステップ 3 6 0 において、該当対象物の重心を求める。重心を特定するには、該当対象物に沿った 2 つの点が特定される。これらの点は、低いクラッタ領域と特定のスライスに沿った該当対象物の重心にある。他の対象物が上記の位置のデータに寄与しないので、正確な対象物の重心は、低いクラッタ領域でより容易に決定される。図 1 0 A は、該当対象物 7 1 0 の線図である。質量クラッタ指数 7 2 0 , 7 2 1 が、線図上で重畳されて、低いクラッタ領域を示す。2 つの点に基づいて該当対象物の重心線を求めることができる。

【 0 0 2 6 】

ステップ 3 7 0 において、対象物の射影が所望のサイン波になるように対象物データが変更される。2 つの選択した点の 1 つを通過するようにサイン波が選択される。全ての他の対象物の削除し、該当対象物の射影を重心線から選択したサイン図に移動することで対象物データが変更される。図 1 0 B は、図 1 0 A の該当対象物の変更データを示す。変更データは、該当対象物の再構成に使用される。他の全てのデータは無視される。再構成においてデータの小さな部分だけを使用するので、処理を高速に実行できる。さらに、再構成が該当対象物に限定されているので、再構成はより明確である。

【 0 0 2 7 】

図 1 1 A ~ 1 1 C は、再構成時のデータ変更の効果を示す。図 1 1 A は、元のデータを使用した再構成画像を示す。該当対象物 7 1 1 は、他の対象物と一緒にごちゃごちゃにな

10

20

30

40

50

っている中でははっきりと分からない。図 1 1 B は、変更データからの再構成を示す。該当対象物 7 1 2 は、はっきりと表示され見ることができる。図 1 1 C は、爆発物 7 1 3 が、薄い金属片 7 1 4 に隣接しているバッグの実際の中身を示す。

【 0 0 2 8 】

再構成データから、ステップ 3 8 0 で対象物の密度を決定できる。再度ステップ 3 9 0 で、恐れのある物が存在するか否かについて判断がなされる。恐れのある物が存在しない場合には、バッグが検査を通過する。そうでない場合には、ステップ 3 9 5 で他の解像度を使用する。

【 0 0 2 9 】

他の解像度は、オペレータによる再構成データの検査、該当対象物の追加検査、又は手作業による検査を含んでもよい。オペレータによる検査が必要である場合には、関連する C T 画像が、検査したデータから公知の方法で再構成される。該当領域の指示と共に、再構成データが目に見える形でオペレータに表示される。そして、オペレータは、バッグを通過させたり、停止させたりできる。その代わりに、バッグを C T スキャナに戻して、高解像度、2 種類のエネルギー スキャンを実行することができる。該当対象物の x , y , z 方向の位置が前回の処理から分かっているので、検査の全スライス再構成する必要はない。図 1 2 は、該当領域における画像の 2 c m 平方の再構成を示す。2 種類のエネルギー スキャンと高解像度により、水のガラス瓶の周囲の非常に薄い金属片爆発物を検出できるようになる。

【 0 0 3 0 】

本発明による解析はバッグの検査を支援し、高速にこれを実行することができる。第 1 のアラーム段階を通して、1 時間あたり約 3 0 0 ~ 3 6 0 個のバッグ (1 0 ~ 1 2 秒 / バッグ) の速度で実行時レベル 1 の装置として使用できる。1 0 ~ 1 2 秒、爆発物が存在するか否か線図の画像が解析される。もちろん、ベルトを高速に移動させ、架台を高速に回転させることで、スループットを向上できた。バッグが検査を通過した場合、そのバッグが途中で空港に送られる。そうでなければ、アラームを発する対象物の 2 種類のエネルギーの高解像度 C T を使用してより多くのスライスを自動的に得ることができる (アラームを発するバッグ当たり通常 1 又は 2) 。このアルゴリズムにより、1 5 ~ 2 0 秒の解析時間を追加して、5 0 ~ 7 5 % ものアラームを解消できると予想されている。残りのアラームはワークステーションに送られ、ここで、オペレータが画像を検査して、アラームを解除すべきか否か判断するか、さもなければバッグを再検査するか、開けるか、或いは臭いを嗅ぐ。

【 0 0 3 1 】

本発明の別の実施例によれば、線図解析によりアラームが発せられた場合、1 / 4 検出器移動技術を使用してスライスの高解像度 C T 画像を再構成できる。C T 機能をアラーム解像度のレベル 2 モードとして扱い、既存の技術により検出できないが、航空機のセキュリティに対して公知の恐れを引き起こす非常に薄い板状の爆発物を検出する。

【 0 0 3 2 】

検査と同時に手荷物の解析が実行されるので、バッグがまだスキャナの中にある間にアラームを発することができる。データの解析の結果、データ変更と再構成により解決不能な恐れがある物が存在することが分かっている場合には、そのバッグをただちに高解像度スキャンで検査することができる。このことは、コンベヤベルト又は架台の速度を低下させて達成できる。高解像度画像を生成し、オペレータに表示してチェックすることができる。架台を約 1 0 R P M まで速度を低下させ、約 1 . 5 m / 秒の高速で手荷物を移動させた場合、高解像度の線映写画像が得られ、恐れのある物の位置の重なりをオペレータに表示する。その代わりに、約 1 c m / 秒までコンベヤベルトの速度を低下させた場合、標準のヘリカル C T アルゴリズムを使用してバッグの完全な三次元画像を生成し、オペレータに表示することができる。

【 0 0 3 3 】

少なくとも 1 つの本発明の一実施例を記載したので、本発明の一部の変更、適合、及び

10

20

30

40

50

改良は当業者に容易に明らかである。上記の一部の変更、変更、及び適合は、本発明の一部と見なされる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の処理システムと一緒に使用可能な従来のCTスキャナの断面図である。

【図2】本発明の処理システムと一緒に使用可能なCTスキャナの折り曲げられたアレイの断面図である。

【図3】本発明の一実施例によるCTスキャナの構成要素のブロック図である。

【図4】本発明の一実施例によるCTスキャナのコンピュータの構成要素のブロック図である。

【図5】本発明の一実施例によるCTデータ解析処理の概略フロー図である。

【図6A】本発明の一実施例による検出処理を示す図である。

【図6B】本発明の一実施例による検出処理を示す図である。

【図6C】本発明の一実施例による検出処理を示す図である。

【図6D】本発明の一実施例による検出処理を示す図である。

【図7A】スキャンデータからのクラッタの決定を示す図である。

【図7B】スキャンデータからのクラッタの決定を示す図である。

【図8A - 8C】低いクラッタ領域の別の角度からの対象物データを示す図である。

【図9】高いクラッタ領域の対象物データを示す図である。

【図10A - 10B】本発明の一実施例によるデータ変更処理を示す図である。

【図11A - 11C】本発明の変更処理を受けたデータの再構成を示す図である。

【図12】バッグ中の該当領域のデータ再構成を示す図である。

10

20

【図1】

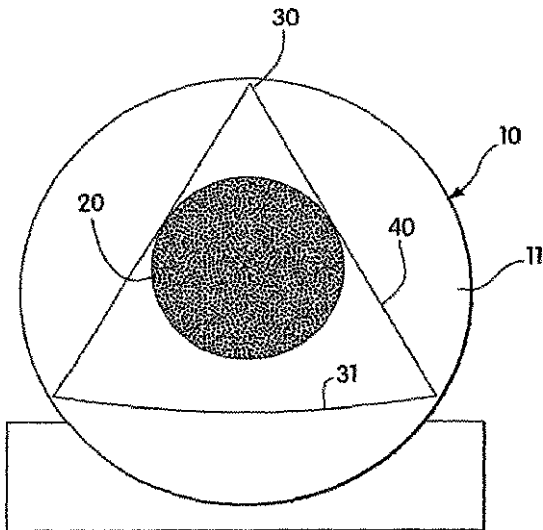


Fig. 1

【図2】

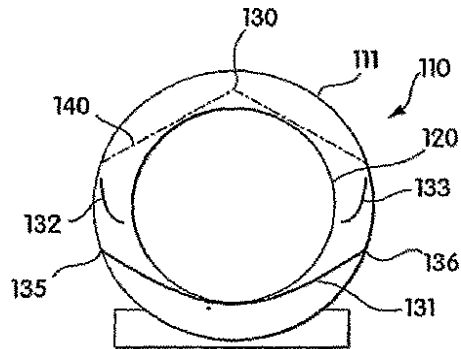
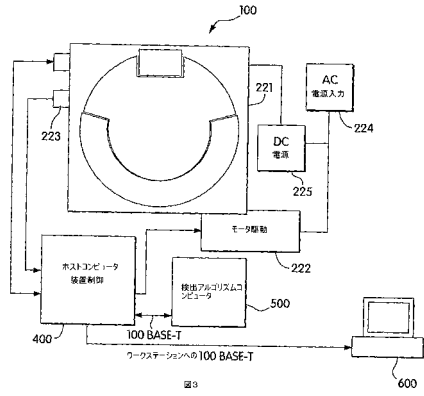
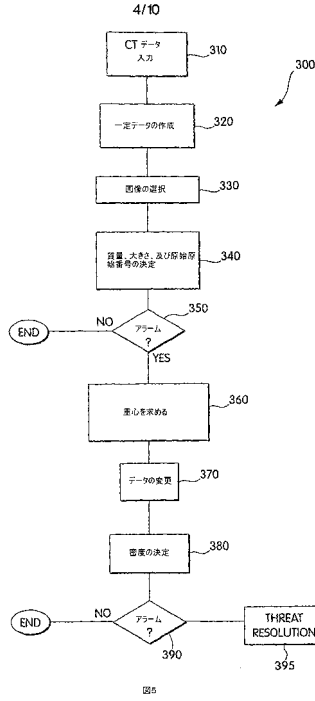


Fig. 2

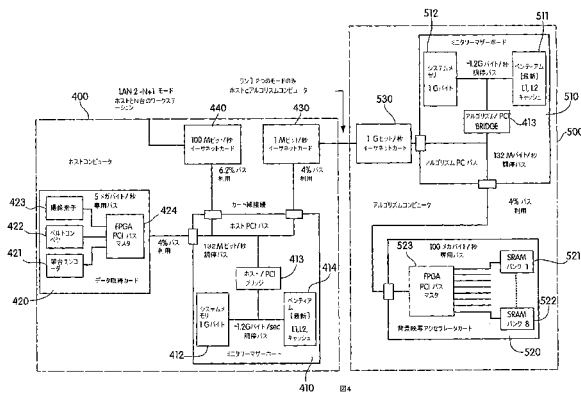
【図3】



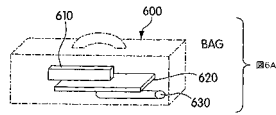
【図5】



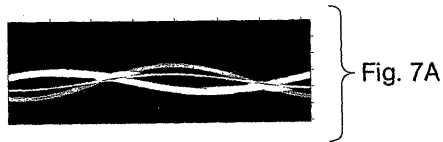
【図4】



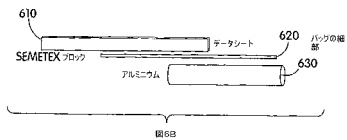
【図6A】



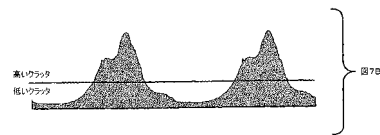
【図7A】



【図6B】



【図7B】



【図6C】



【図8A】

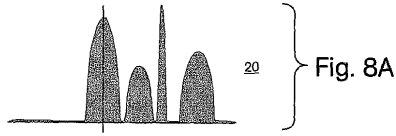
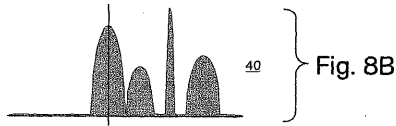


Fig. 6C

【図8B】

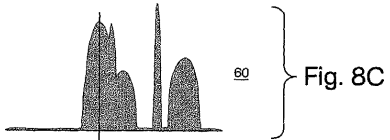


【図6D】



Fig. 6D

【図8C】



【図9】

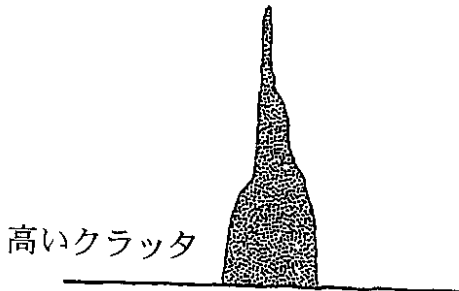


図9

【図10A】

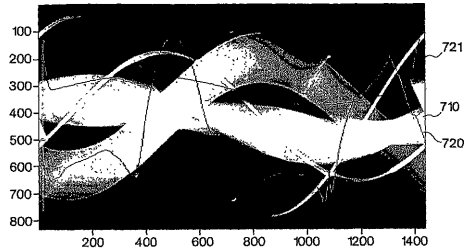


Fig. 10A

【図10B】

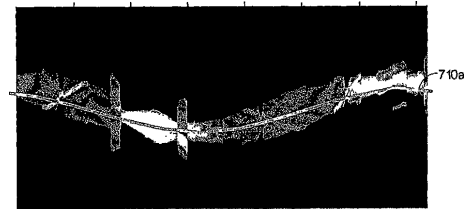


Fig. 10B

【図11A】

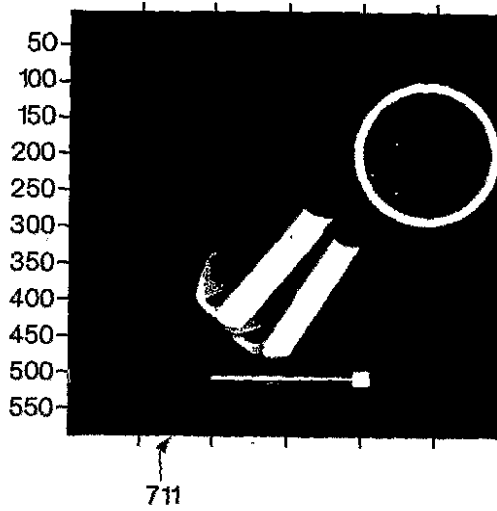


Fig. 11A

【図11B】

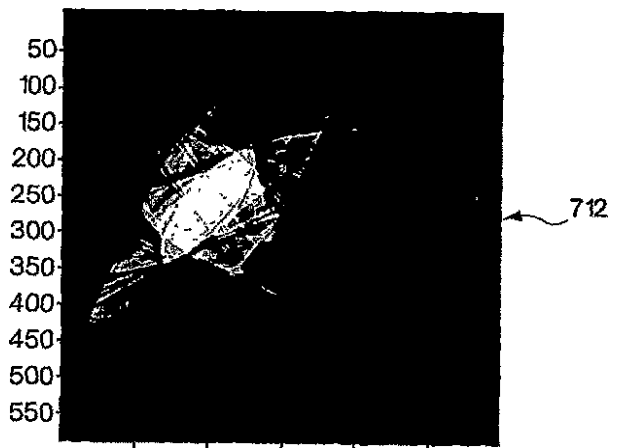


Fig. 11B

【図11C】

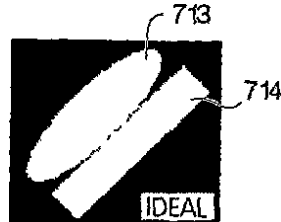


Fig. 11C

【 図 12 】

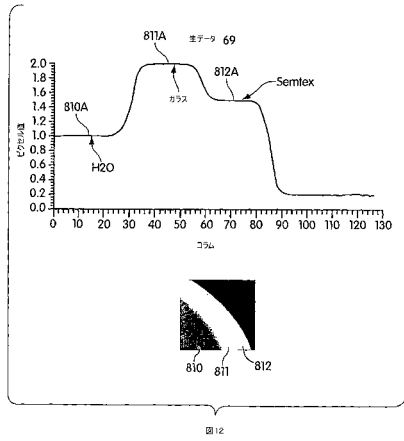


図 12

フロントページの続き

- (72)発明者 エレンボーゲン, マイケル
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01778, ウェイランド, プレーンビュー ロード
2
- (72)発明者 ビジャーニ, リチャード ローバー
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01886, ウェストフォード, リンウッド レーン
15

審査官 比嘉 翔一

- (56)参考文献 米国特許第05367552(US, A)
特開平10-082747(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N23/00-23/227
A61B 6/00- 6/14
G01B15/00-15/08
JSTPlus(JDreamII)