

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4907978号
(P4907978)

(45) 発行日 平成24年4月4日 (2012. 4. 4)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012. 1. 20)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 6/00 (2006. 01)

F I

A 6 1 B 6/00 3 5 0 D

請求項の数 10 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2005-369004 (P2005-369004)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成17年12月22日 (2005. 12. 22)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2006-181362 (P2006-181362A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成18年7月13日 (2006. 7. 13)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成20年12月18日 (2008. 12. 18)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	11/023, 244	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成16年12月24日 (2004. 12. 24)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	カドリ・ニザール・ジャブリ
			アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、ナンバー201、エヌ・ユニバーシティー・ドライブ、2833番
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 コリメーション・エッジを検出する方法及び、コリメーション・エッジを検出する命令を有するコンピュータによるアクセスが可能な媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像のエッジを検出する実行可能な命令を有するコンピュータによるアクセスが可能な媒体であって、前記実行可能な命令は、
複数の投影されたエッジ画像を格納するメモリに格納された画像強度データに関連する前記複数の投影されたエッジ画像において複数の候補コリメーション・エッジを位置決定するステップ（202）と、
前記画像強度データの統計的解析に基づいて前記候補コリメーション・エッジの各々の有効性を判定するステップ（204）と、
前記有効性を前記メモリに格納するステップと、
を実行するようにプロセッサに指示することが可能であり、
前記位置決定するステップ（202）は更に、
入力画像の各々の辺について複数のエッジ画像を作成するステップ（304）と、
前記入力画像の各々の辺について前記複数のエッジ画像を投影して複数の投影空間画像を作成するステップ（308）と、
各々の辺について前記投影空間画像の各々で1本のピークを選択し、前記投影空間画像のピーク座標を、前記画像強度データのコリメーション・エッジに対応する線方程式へ変換するステップ（316）と、
を含んでいる、コンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項 2】

前記位置決定するステップ(202)は、
入力画像(104)を縮小するステップ(302)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について複数のエッジ画像を作成するステップ(304)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺のエッジ画像を正規化するステップ(306)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について正規化された前記複数のエッジ画像を投影して複数の投影空間画像を作成するステップ(308)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で最大でない局所的ピークを除去するステップ(310)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で角度変化を制限するステップ(312)と、
各々の辺について前記投影空間画像の各々で1本のピークを選択するステップ(314)と、
前記投影空間画像でのピーク座標を、前記画像強度データのкориメーション・エッジに対応する線方程式へ変換するステップ(316)と、
を含んでいる、請求項1に記載のコンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項3】

前記複数のエッジ画像を作成するステップ(304)は、
前記縮小された入力画像に対応するカーネルと畳み込みすることにより、前記複数のエッジ画像を作成するステップ
をさらに含んでいる、請求項1に記載のコンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項4】

画像のエッジを検出する実行可能な命令を有するコンピュータによるアクセスが可能な媒体であって、前記実行可能な命令は、
メモリに格納された入力画像(104)を縮小するステップ(302)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について複数のエッジ画像を作成するステップ(304)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺のエッジ画像を正規化するステップ(306)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について正規化された前記複数のエッジ画像を投影して複数の投影空間画像を作成するステップ(308)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で最大でない局所的ピークを除去するステップ(310)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で角度変化を制限するステップ(312)と、
各々の辺について前記投影空間画像の各々で1本のピークを選択するステップ(314)と、
と
前記投影空間画像でのピーク座標を、前記画像強度データのкориメーション・エッジに対応する線方程式へ変換するステップ(316)と、
各々の辺について候補кориメーション・エッジの有効性を試験するステップ(802)と、
有効кориメーション・エッジの交点を算出するステップ(804)と、
を実行するようにプロセッサに指示することが可能である、コンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項5】

前記1本のピークを選択するステップ(314)は、
候補ピークを選択するステップ(402)と、
前記選択された上位候補ピークから有効ピークを選択するステップ(404)と、
最も主要な直線エッジに対応するピークを選択するステップ(406)と、
をさらに含んでいる、請求項4に記載のコンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項6】

前記候補ピークを選択するステップ(402)は、
ピークの周囲のウィンドウを選択するステップ(502)と、
マスクを作成するステップ(504)と、
前記マスクを収縮させるステップ(506)と、
面積測度を算出するステップ(508)と、
をさらに含んでいる、請求項5に記載のコンピュータによるアクセスが可能な記録媒体。

【請求項7】

画像のエッジを検出する方法であって、
メモリに格納された画像強度データにアクセスするステップと、
前記メモリに格納された入力画像(104)を縮小するステップ(302)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について複数のエッジ画像を作成するステップ(304)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺のエッジ画像を正規化するステップ(306)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について正規化された前記複数のエッジ画像を投影して複数の投影空間画像を作成するステップ(308)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で最大でない局所的ピークを除去するステップ(310)と、
前記縮小された入力画像の各々の辺について前記投影空間画像の各々で角度変化を制限するステップ(312)と、
各々の辺について前記投影空間画像の各々で1本のピークを選択するステップ(314)と、
と
前記投影空間画像でのピーク座標を、前記画像強度データのкориメーション・エッジに対応する線方程式へ変換するステップ(316)と、
各々の辺について候補кориメーション・エッジの有効性を試験するステップ(802)と、
有効кориメーション・エッジの交点を算出するステップ(804)と、
を実行するようにプロセッサに実行させる方法。

【請求項8】

前記プリプロセッサ(102)は生画像プロセッサ(1102)をさらに含んでおり、当該システムは、前記生画像プロセッサ(1102)に結合されて動作するプレビュー・プロセッサ(1104)をさらに含んでいる請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記正規化するステップ(306)が、低域通過ボケ画像を使用して前記複数のエッジ画像の各々を分割するステップを更に含む、請求項7に記載の方法。

【請求項10】

画像のエッジを検出する方法であって、
メモリに格納された画像強度データにアクセスするステップ(102)と、
前記メモリに格納された前記画像強度データから入力画像の各々の辺の複数のエッジ画像を得るステップ(304)と、
前記複数の投影されたエッジ画像において複数の候補кориメーション・エッジを位置決定するステップ(202)と、
前記画像強度データの統計的解析に基づいて、前記候補кориメーション・エッジの各々の有効性を判定するステップ(204)と、
前記有効性を前記メモリに格納するステップと、
をプロセッサに実行させ、
前記位置決定するステップ(202)は更に、
前記入力画像の各々の辺について前記複数のエッジ画像を投影して複数の投影空間画像を作成するステップ(308)と、
各々の辺について前記投影空間画像の各々で1本のピークを選択し、前記投影空間画像でのピーク座標を、前記画像強度データのкориメーション・エッジに対応する線方程式へ変

換するステップ(316)と、
を含んでいる、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的には、電磁画像でのエッジの検出に関し、さらに具体的には、医療X線システムでの画像に基づくコリメーション・エッジ検出に関する。

【背景技術】

【0002】

X線システムでは、X線ビームがX線受像器に投射される。X線投射器とX線受像器との間では、コリメータがX線ビームの寸法及び方向を画定して制限し、典型的には受像器上で正方形又は矩形に成形しているが、他形状の画像も具現化されている。受像器に投射された画像はエッジを有し、エッジが画像の外周を画定している。

【0003】

画像は、X線システムの構成要素であるか又はX線システムに結合されている撮像コンソールによって処理される。処理の例としては、画像内でラベルを付加する、及び画像を強調する等がある。撮像コンソールは、画像の処理を限定するために、画像のエッジの位置を記述するデータを必要とする。

【特許文献1】米国特許第6836570号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

幾つかの従来の一体型X線システムでは、コリメーション・エッジの位置決定は、X線管及びコリメータの機械的な制御器であるポジショナから得られたフィードバックに基づいて行なわれている。幾つかの具現化形態では、ポジショナは固定型X線システムに一体化されているが、コリメータについての回転角フィードバックを与えない。他の具現化形態では、ポジショナからのフィードバック・データは、可搬型X線システムの場合に当てはまるように全く入手不能である。これら従来の一体型X線システムでは、ポジショナはコリメーション・エッジの位置について正確とは言えないデータを与える。

【0005】

他の従来 of X線システムでは、ポジショナは画像を記述するデータを撮像コンソールに伝達しない。従って、コリメーション・エッジの寸法及び位置についてのデータは、画像の切取りがX線画像の外周で行なわれるように、キーボード又はマウスを介して操作者によってX線システムに入力されている。

【0006】

以上に述べた理由、及び本明細書を精読して理解すると当業者には明らかになる以下に述べるその他の理由で、当技術分野では、X線画像においてコリメーション・エッジの位置をさらに正確に求めることが必要とされている。また、当技術分野では、X線システムの操作者にとってさらに簡便な態様でX線画像においてコリメーション・エッジについてのデータを得ることが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本書では以上に述べた短所、欠点及び問題点を扱う。これらについては、以下の明細書を精読して検討することにより理解されよう。

【0008】

一観点では、X線画像におけるコリメーション・エッジが、画像内部の情報から位置決定される。実施形態では、コリメーション・エッジの位置は、画像情報のみから決定される。画像でのコリメーション・エッジの位置を画像自体から決定すると、さらに簡便で精度の高いX線画像でのコリメーション・エッジの位置決定に対する当技術分野での必要性を満たす。

【 0 0 0 9 】

画像から導き出される情報からのコリメーション・エッジの位置決定は、ポジショナからのフィードバックが不完全であるか存在していないようなX線システムにおいて実効的である。

【 0 0 1 0 】

様々な観点のシステム、クライアント、サーバ、方法及びコンピュータ読み取り可能な媒体について本書で説明する。図面を参照して以下の詳細な説明を精読することにより、この概要に記載した観点及び利点に加えて、さらに他の観点及び利点が明らかとなろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

以下の詳細な説明では、説明の一部を成す添付図面を参照し、図面では、実施可能な特定の実施形態が説明のために図示されている。これらの実施形態は、当業者が実施形態を実施することを可能にするように十分に詳細に記載されており、他の実施形態を利用することも可能であり、実施形態の範囲から逸脱せずに論理的変形、機械的変形、電気的変形及び他の変形を施してよいことが理解されよう。従って、以下の詳細な説明は、制限のためのものと解釈すべきではない。

【 0 0 1 2 】

この詳細な説明は五節に分かれている。第一節では、システム・レベルの全体像について説明する。第二節では、実施形態の方法について説明する。第三節では、様々な実施形態を実施し得る場合に共に用いられるハードウェア及び動作環境について説明する。第四節では、特定の具現化形態について説明する。最後に、第五節では、詳細な説明の結論を記載する。

〔 システム・レベルの全体像 〕

図 1 は、一実施形態に従って画像のコリメートされた部分を切り取るシステムのシステム・レベルの全体像を示すブロック図である。全実施形態とも、図 1 0 のコンピュータ 1 0 0 2 のようなコンピュータ動作環境で動作する。システム 1 0 0 は、X線画像においてコリメーション・エッジを正確且つ簡便に識別して位置決定する当技術分野での必要性を解決する。

【 0 0 1 3 】

システム 1 0 0 は、プリプロセッサ 1 0 2 を含んでいる。プリプロセッサ 1 0 2 は、デジタル画像検出器 1 0 6 から生の入力画像 1 0 4 を受け取るように動作することが可能である。プリプロセッサは、生の入力画像 1 0 4 を大容量記憶装置 1 0 8 に記憶するように動作することが可能である。

【 0 0 1 4 】

システム 1 0 0 はまた、生の入力画像 1 0 4 でのコリメーション・エッジを検出し、また生の入力画像でのコリメーション・エッジの位置を表わし又は記述したコリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を生成するように動作することが可能なコリメーション・エッジ検出器 1 1 0 を含んでいる。コリメーション・エッジ検出器 1 1 0 は、生の（未処理の）画像 1 0 4 が入力として利用可能になっているような任意のデジタル放射線撮像システムにおいて組み入れられ、具現化され又は含められ得る。

【 0 0 1 5 】

システム 1 0 0 はまた、生の入力画像 1 0 4 のポスト・プロセッサ 1 1 2 を含んでいる。

【 0 0 1 6 】

システム 1 0 0 はまた、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0 によって生成されたコリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を参照して後処理済みの画像を取り込む（shuttering）シャッター手段 1 1 6 を含んでいる。

【 0 0 1 7 】

システム 1 0 0 はさらに、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0 によって生成されたコリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を参照して取り込んだ画像を切り取る画像切取り手

10

20

30

40

50

段 1 1 8 を含んでいる。

【 0 0 1 8 】

このようにして、画像切取り手段 1 1 8 及び装置 1 0 0 は切取り後の画像 1 2 0 を与える。切取り後の画像 1 2 0 は、前処理済みの生の画像 1 0 4 から抽出され又は導出されたコリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を、完全にではないにせよ少なくとも部分的に参照して生成される。このように、システム 1 0 0 のコンピュータ方式の具現化形態は、X 線画像におけるコリメーション・エッジをさらに正確に且つさらに簡便に識別して位置決定することを可能にする。

【 0 0 1 9 】

システム 1 0 0 は、如何なる特定のプリプロセッサ 1 0 2、生の画像 1 0 4、検出器 1 0 6、大容量記憶装置 1 0 8、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0、ポスト・プロセッサ 1 1 2、コリメーション・エッジ・データ 1 1 4、画像シャッター手段 1 1 6、画像切取り手段 1 1 8 及び切取り後の画像 1 2 0 にも限定されていないが、分かり易くするために、単純化されたプリプロセッサ 1 0 2、生の画像 1 0 4、検出器 1 0 6、大容量記憶装置 1 0 8、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0、ポスト・プロセッサ 1 1 2、コリメーション・エッジ・データ 1 1 4、画像シャッター手段 1 1 6、画像切取り手段 1 1 8 及び切取り後の画像 1 2 0 について説明する。

〔実施形態の方法〕

前節では、実施形態の動作のシステム・レベルの全体像について説明した。本節では、一連の流れ図を参照してかかる実施形態の特定の方法について説明する。流れ図を参照することによりこれらの方法を説明すると、当業者は、コンピュータ読み取り可能な媒体からの命令を実行する適当なコンピュータ上でこれらの方法を実行するような命令を含めたプログラム、ファームウェア又はハードウェアを開発することが可能になる。同様に、サーバ・コンピュータ・プログラム、ファームウェア又はハードウェアによって実行される方法はまた、コンピュータ実行可能な命令で構成されている。方法 2 0 0 - 9 0 0 は、図 1 0 のコンピュータ 1 0 0 2 のようなコンピュータの一部であるファームウェア若しくはハードウェア上で実行され、又は該ファームウェア若しくはハードウェアによって実行されるプログラムによって行なわれる。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、一実施形態に従って画像のエッジを検出する方法 2 0 0 の流れ図である。方法 2 0 0 は、X 線画像においてコリメーション・エッジをさらに正確に且つさらに簡便に識別して位置決定する当技術分野での必要性を解決する。

【 0 0 2 1 】

方法 2 0 0 は、複数の投影されたエッジ画像において複数の候補コリメーション・エッジを位置決定するステップ 2 0 2 を含んでいる。これら複数の投影されたエッジ画像は、少なくとも 1 種の画像強度の指標に関連している。位置決定するステップ 2 0 2 の一実施形態を後に図 3 に示し、またもう一つの実施形態を後に図 6 に示す。

【 0 0 2 2 】

方法 2 0 0 はまた、候補コリメーション・エッジの各々の有効性を判定するステップ 2 0 4 を含んでいる。判定するステップ 2 0 4 は、少なくとも 1 種の画像強度の指標の統計的解析を参照して実行される。判定するステップ 2 0 4 の一実施形態を後に図 8 に示す。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法 3 0 0 の流れ図である。方法 3 0 0 は、図 2 における複数の候補コリメーション・エッジを位置決定するステップ 2 0 2 の一実施形態である。

【 0 0 2 4 】

方法 3 0 0 は、図 1 における生の画像 1 0 4 のような入力画像を縮小するステップ 3 0 2 を含んでいる。幾つかの実施形態では、縮小は、2 0 0 0 × 2 0 0 0 ピクセルを有する生の画像 1 0 4 を 5 0 0 × 5 0 0 ピクセルの寸法に縮小する等のような生の画像 1 0 4 の物理的寸法の縮小である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

幾つかの実施形態では、縮小は、最近接（ニアレスト・ネイバー）補間法を用いて行なわれ、この方法ではピクセル平均を用いない。縮小を行なう構成要素への入力は、生の画像 1 0 4 のような検出器補正後の（切取り前の）画像を含み、この画像を M と名付ける。この構成要素の出力は、縮小された画像である。入力パラメータの一つは、整数型で列挙型の値（例えば 2、4、8 及び 16）の範囲を有する画像縮小率であって、このパラメータを S H R I N K と名付ける。

【 0 0 2 6 】

続いて、方法 3 0 0 は、縮小された入力画像の各々の辺について複数のエッジ画像を作成するステップ 3 0 4 を含んでいる。

10

【 0 0 2 7 】

複数のエッジを作成する幾つかの実施形態では、入力画像 M 1 0 4 を対応するカーネルと畳み込みすることにより、次の 4 枚のエッジ画像を作成する。コリメータ下（C D）画像：M はカーネル 1 と畳み込みされる。コリメータ上（C U）画像：M はカーネル 2 と畳み込みされる。コリメータ右（C R）画像：M はカーネル 3 と畳み込みされる。コリメータ左（C R）画像：M はカーネル 4 と畳み込みされる。以上 4 種のカーネルは、S o b e l カーネルを拡張することにより形成される。垂直型 S o b e l フィルタ・カーネルを以下の表 1 に示す。

【 0 0 2 8 】

【表 1】

20

（表 1）

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

表 1 では、コリメーション・エッジを検出するように S o b e l カーネルを拡張している。

【 0 0 2 9 】

以下の表 2 に示すカーネルは、コリメータ下領域の水平エッジを強調するのに用いられる。

30

【 0 0 3 0 】

【表 2】

（表 2）

1	2	1
1	2	1
1	2	1
1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1
-1	-2	-1
-1	-2	-1
-1	-2	-1

40

コリメータ下のエッジ画像は、表 2 を参照して作成される。コリメータ上領域のエッジを検出するためには、コリメータ下領域のエッジを検出するのに用いられるカーネルを単

50

純に上下反転させる。

【 0 0 3 1 】

【表 3】

(表 3)

-1	-2	-1
-1	-2	-1
-1	-2	-1
-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1
1	2	1
1	2	1
1	2	1

10

上方コリメーション・エッジのエッジ画像は、表 3 を参照して作成される。コリメータ右領域及びコリメータ左領域のエッジを検出するためには、コリメータ上及びコリメータ

20

下に用いられたカーネルを、それぞれ以下の表 4 及び表 5 に示すように転置する。

【 0 0 3 2 】

【表 4】

(表 4)

1	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1
2	2	2	2	0	-2	-2	-2	-2
1	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1

右側コリメーション・エッジのエッジ画像は、表 4 を参照して作成される。

30

【 0 0 3 3 】

【表 5】

(表 5)

-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1
-2	-2	-2	-2	0	2	2	2	2
-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1

左側コリメーション・エッジのエッジ画像は、表 5 を参照して作成される。

40

【 0 0 3 4 】

畳み込みの前に、生の画像 M 1 0 4 に対し、アレイ境界に跨がってアレイを鏡映させることによりアレイの境界よりも外側の入力アレイ値を算出する鏡像充填を行なう。畳み込みの後には、余分な「充填」は破棄されて、従って、得られるエッジ画像は生の画像 M 1 0 4 の寸法と同じ寸法となる。

【 0 0 3 5 】

幾つかの実施形態では、複数のエッジを作成するステップ 3 0 4 は縮小された画像を受け取る構成要素によって実行されて 4 枚のエッジ画像を形成し、これらの画像を C D、C U、C R 及び C L と名付ける。

【 0 0 3 6 】

この後に、縮小された入力画像の各々の辺のエッジ画像を正規化する (ブロック 3 0 6

50

）。

【 0 0 3 7 】

正規化するステップ 3 0 4 の幾つかの実施形態では、生の画像 1 0 4 を鏡像充填した後に、ガウス低域通過カーネルと畳み込みして、低域通過（ボケた）画像を形成する。この画像を B M と名付ける。このカーネルのウィンドウ・サイズは、G B l u r K e r n e l と名付けられたパラメータによって定義され、標準偏差（ ）はパラメータ G B l u r S i g m a によって定義される。この後に、対応する正規化後のエッジ画像を形成するために、各々のエッジの各々のピクセルを B M で除する。正規化後のエッジ画像を N C D、N C U、N C R 及び N C L と名付けることができる。この実施形態では、正規化動作を行なう構成要素は、C D、C U、C R 及び C L と名付けられたエッジ画像を受け取って、N C D、N C U、N C R 及び N C L と名付けられた対応する正規化後のエッジ画像を形成する。この構成要素のパラメータとしては、ガウス・カーネルの正方形ウィンドウ・サイズを表わす（ピクセル単位）0 - 1 5 の範囲を有する整数である G B l u r K e r n e l、及びガウス・カーネルの標準偏差を表わす（ピクセル単位）0 - 5 の範囲を有する整数であるパラメータ G b l u r S i g m a がある。

10

【 0 0 3 8 】

続いて、方法 3 0 0 は、縮小された入力画像の各々の辺について複数の投影空間画像を作成するステップ 3 0 8 を含んでいる。

【 0 0 3 9 】

幾つかの実施形態では、投影空間画像を作成するステップ 3 0 8 は、0 ° - 1 7 9 ° の角度範囲でラドン変換演算を実行することを含んでいる。これらの実施形態では、正規化後のエッジ画像 N C D、N C U、N C R 及び N C L に対応して P C D、P C U、P C R 及び P C L と名付けられた 4 枚の投影空間画像をラドン変換演算を用いて作成する。さらに、投影空間画像の各々の縦列（カラム）は、所定の半径方向（特定の角度で配向している）に沿った強度値の投影（和）である。幾つかの実施形態では、連続形態のラドン変換は下記の表 6 で示される。

20

【 0 0 4 0 】

【数 1】

（表 6）

30

$$R_{\theta}(x') = \int_{-\infty}^{\infty} f(x' \cos \theta - y' \sin \theta, x' \sin \theta + y' \cos \theta) dy'$$

式中、

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

表 6 では、 $f(x, y)$ のラドン変換は、 y 軸に平行な f の線積分である。この投影の中心は画像の中心である。ラドン変換は常に、0 ° - 1 7 9 ° の角度範囲で実行される。角度間隔（連続した二つの投影角度の間の差）は、A n g l e S t e p と名付けられたパラメータによって定義される。従って、各々の投影空間画像の縦列の数は、角度範囲を角度間隔 / ステップで除したものに等しくなる。

40

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、複数の投影空間画像を作成する（ブロック 3 0 8）構成要素は、正規化後のエッジ画像 N C D、N C U、N C R 及び N C L を受け取って、対応する投影空間画像 P C D、P C U、P C R 及び P C L を形成する。この構成要素は、連続した投影角度の間の段階の大きさを指定する 1 - 5 の範囲を有する整数である A n g l e S t e p と名付けられたパラメータを含んでいる。

【 0 0 4 2 】

方法 3 0 0 はまた、縮小された入力画像の各々の辺について投影空間画像の各々で最大

50

でない局所的ピークを除去するステップ 310 を含んでいる。

【0043】

最大でない局所的ピークを除去するステップ 310 の幾つかの実施形態は、選択されたウィンドウにおいて最大でない大きさを有するピクセルをゼロに設定するステップを含んでいる。これらの実施形態では、あらゆる投影空間画像毎に、最大でない局所的ピークを除去して、雑音の潜在的な影響に対処する。あらゆる投影空間画像（例えば PCD、PCU、PCR 及び PCL）毎に、対応する新たな投影空間（例えば MPCD、MPCU、MPCR 及び MPCL）画像を作成する。投影空間画像を P とし、新たな投影空間画像を P とすると、投影空間画像 P (x, y) 内のあらゆるピクセル毎に、当該ピクセルの周りの正方形ウィンドウが選択される。このウィンドウの寸法は、NMSkernel というパラメータによって定義される（ピクセル単位で）。画像エッジに位置する画像ピクセルについては、ゼロ充填が具現化される。ピクセル P (x, y) が、選択されたウィンドウで最大の大きさを有する場合には、ピクセル P (x, y) は P (x, y) に等しくなるが、他の場合にはピクセル P (x, y) はゼロの値に設定される。

10

【0044】

これらの実施形態では、選択されたウィンドウで最大でない大きさを有するピクセルをゼロに設定することにより最大でない局所的ピークを除去する構成要素は、投影空間画像 PCD、PCU、PCR 及び PCL を受け取って、最大でないピークを除去した投影空間画像 MPCD、MPCU、MPCR 及び MPCL を形成する。この構成要素のパラメータとしては、フィルタの正方形カーネル寸法を定義する整数型で 1 - 15 の範囲を有する NMSkernel がある。

20

【0045】

この後に、方法 300 は、縮小された入力画像の各々の辺について投影空間画像の各々での角度変化を制限するステップ 312 を含んでいる。制限するステップ 312 の幾つかの実施形態では、あらゆる投影空間画像毎に、1 列の縦列を一つの角度に対応させる（ここで、角度は 0° - 179° で変化する）。MPCD と表わされ 0° - 45° 及び 136° - 179° に対応する縦列を表わすデータ構造はゼロに設定され、MPCU と表わされ 0° - 45° 及び 136° - 179° に対応する縦列を表わすデータ構造はゼロに設定され、MPCR と表わされ 46° - 135° に対応する縦列を表わすデータ構造はゼロに設定され、MPCL と表わされ 46° - 135° に対応する縦列を表わすデータ構造はゼロに設定される。

30

【0046】

これらの実施形態では、縮小された入力画像の各々の辺について投影空間画像の各々で角度変化を制限する構成要素は、MPCD、MPCU、MPCR 及び MPCL と表わされる最大でないピークを除去した投影空間画像を受け取り、MPCD、MPCU、MPCR 及び MPCL と表わされる角度制限を適用した投影空間画像を形成する。構成要素は、どの角度範囲を制限するかを指定する MarkerThreshold と表わされるパラメータを含んでいる。

【0047】

この後に、各々の辺について投影空間画像の各々で 1 本のピークを選択する（ブロック 314）。選択するステップ 314 の一実施形態を図 4 に示す。

40

【0048】

幾つかの実施形態では、画像空間でのコリメーション・エッジは通常、投影空間画像において大きさが大きく且つコンパクトなピークによって示される。投影空間画像におけるピークの大きさは、画像空間の対応する直線的なエッジの長さに関係する。投影空間画像でのピークのコンパクトさは、画像空間の対応する直線エッジの直線性の程度を示している。コンパクトさは面積測度によって決定され、このことについては後に説明する。面積測度が小さい程、考察対象のピークはコンパクトとなる。雑音又は解剖学的構造による擬似ピークを予測して考慮に入れるために、ピーク的面積及びピークの大きさの両方について閾値が設定される。

50

【 0 0 4 9 】

方法 3 0 0 はまた、投影空間画像でのピーク座標を、画像強度についてのコリメーション・エッジに対応する線方程式へ変換するステップ 3 1 6 を含んでいる。ピーク座標を変換するステップ 3 1 6 の幾つかの実施形態は、画像強度についてのデカルト座標方程式を計算するステップを含んでいる。

【 0 0 5 0 】

ピーク座標を変換するステップ 3 1 6 の幾つかの実施形態では、投影空間画像の各々に 1 本ずつのピークで、選択するステップ 3 1 4 で選択された 4 本のピークの座標を用いて、画像空間の半径方向座標を算出する。投影空間画像のこれら 4 本の選択されたピークは、画像空間の 4 本の主要な直線エッジに対応する。これらの線を候補コリメーション・エッジとする。値及び各々の線の原点からの距離を計算する。これらの値は、下記の表 7 の式の線に相当する。

10

(表 7)

$$S = A \cos + B \sin$$

表 7 では、4 本の候補コリメーション・エッジ線について画像空間のデカルト座標方程式が算出される。

【 0 0 5 1 】

幾つかの実施形態では、ピーク座標を変換するステップ 3 1 6 は、画像空間の主要エッジに対応して投影空間画像から Peak CD、Peak CU、Peak CR 及び Peak CL と名付けられた 4 本の選択されたピークを受け取る構成要素によって実行される。この構成要素は、デカルト座標である 4 本の候補コリメーション・エッジについて画像空間の線方程式を生成する。

20

【 0 0 5 2 】

方法 3 0 0 の幾つかの実施形態は、投影空間において大きさが大きく且つコンパクトなピークが画像空間でのコリメーション・エッジに相当するという事実を利用する。投影空間画像でのピークの大きさは、画像空間での対応する直線エッジの長さに関係している。コンパクトさは面積測度によって決定される。この工程で、各々のコリメータ領域についての第一の正規化後のエッジ画像を形成する。この後に、ラドン変換を用いて投影空間画像を作成する。投影空間において大きさが大きく且つ最もコンパクトなピークを識別し、次いで、画像空間の候補線へ変換する。次いで、画像空間統計を用いて候補線を試験して、これらの候補線が真のコリメーション・エッジであるか否かを確認する。

30

【 0 0 5 3 】

この後に、幾つかの実施形態では、画像のコリメートされた領域の頂点を画定するために、全てのコリメーション・エッジの交点を算出する。交点を p 1、p 2、p 3 及び p 4 と表わす。すると、幾つかの実施形態では、方法 3 0 0 は、コリメータが最大で 4 本のブレード / エッジを有する場合、コリメーション・エッジが直線である場合（円形又はカスタム形状のコリメーションは明確には検出されない）、及びコリメートされた領域（低信号 / 数）が、存在すれば常に画像周辺にある場合（患者の遮蔽は明確には検出されない）には、最適に動作する。

40

【 0 0 5 4 】

方法 3 0 0 への入力データは、検出器補正の後に得られる入力画像である。方法 3 0 0 の出力は、入力画像においてコリメートされた多角形（4 辺）領域の頂点を含んでいる。コリメーション・エッジが存在しない場合には、画像のエッジをコリメーション・エッジと指定する。

【 0 0 5 5 】

図 4 は、各々の辺について投影空間画像の各々に 1 本ずつのピークを選択する方法 4 0 0 の流れ図である。方法 4 0 0 は、図 3 の選択するステップ 3 1 4 の一実施形態である。

【 0 0 5 6 】

方法 4 0 0 は、上位の候補ピークを選択するステップ 4 0 2 を含んでいる。一実施形態では、上位 5 本の候補ピークが選択される。選択するステップ 4 0 2 の一実施形態を後に

50

図 5 に示す。

【 0 0 5 7 】

方法 4 0 0 はまた、動作 4 0 2 の選択された上位候補ピークから有効ピークを選択するステップ 4 0 4 を含んでいる。

【 0 0 5 8 】

動作 4 0 2 で選択されたピークの中から有効ピークを選択するステップ 4 0 4 の幾つかの実施形態では、有効ピークは、各々のピークについて、マスク内の全ピクセル（マスク値が 1 のもの）がピーク自体よりも小さい投影空間画像での大きさを有するか否か、 $MaxPspace$ を投影空間画像での最大の大きさとし、 $projspacethreshold$ をパラメータとした場合に、所与のピークの投影空間画像での大きさが（ $MaxPspace \times projspacethreshold$ ）よりも大きいかな否か、面積測度（ピクセル単位）が面積閾値パラメータである $areathreshold$ よりも小さいかな否かに応じて選択される。

【 0 0 5 9 】

方法 4 0 0 はまた、最も主要な直線エッジに対応するピークを選択するステップ 4 0 6 を含んでいる。

【 0 0 6 0 】

最も主要なエッジに対応するピークを選択するステップ 4 0 6 の幾つかの実施形態では、各々の投影空間画像について、面積が最小のピーク（前段のステップで選択された有効ピークからのもの）を、候補コリメーション・エッジに対応するものとして識別する。この後に、投影空間でのこのピークの座標を記憶する。最も主要なエッジに対応するピークを選択する構成要素について、この構成要素は最大でないピークを除去して角度制約を適用した $NPCD$ 、 $NPCU$ 、 $NPCR$ 及び $NPCL$ と名付けられた投影空間画像を受け取り、また投影空間画像 PCD 、 PCU 、 PCR 及び PCL を受け取る。これらの構成要素は、各々の投影空間画像に 1 本ずつで投影空間画像において識別された 4 本のピークの座標を生成し、 $PeakCD$ 、 $PeakCU$ 、 $PeakCR$ 及び $PeakCL$ と名付ける。この構成要素はまた、投影空間画像でのあらゆる選択されたピーク毎のウィンドウ閾値を表わす浮動小数点型で 0 - 100 の範囲を有する $wlevelthresh$ と名付けられたパラメータを含んでいる。この構成要素はまた、マスク閾値を表わす浮動小数点型で 0 - 1 の範囲を有する $maskthreshold$ と名付けられたパラメータを含んでいる。この構成要素はまた、投影空間画像での有効ピーク閾値を表わす浮動小数点型で 0 - 1 の範囲を有する $projspacethreshold$ と名付けられたパラメータを含んでいる。この構成要素はまた、選択された有効ピークのアreal面積閾値を表わす整数型で 0 - 5000 の範囲を有する $areathreshold$ と名付けられたパラメータを含んでいる。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、一実施形態に従って候補ピークを選択する方法 5 0 0 の流れ図を示す。方法 5 0 0 は、図 4 の候補ピークを選択するステップ 4 0 2 の一実施形態である。

【 0 0 6 2 】

方法 5 0 0 は、ピークの周りのウィンドウを選択するステップ 5 0 2、及びウィンドウからマスクを作成するステップ 5 0 4 を含んでいる。

【 0 0 6 3 】

ピークの周りのウィンドウを選択するステップ 5 0 2 の幾つかの実施形態では、ウィンドウ内の全てのピクセル値が（ $PeakPspace / wlevelthresh$ ）よりも大きくなければならないとの規準を用いて、ピーク（ $MPCD$ 、 $MPCU$ 、 $MPCR$ 及び $MPCL$ における）の周りのピクセルのウィンドウ（元の投影空間 PCD 、 PCU 、 PCR 及び PCL からの）を選択する。ここで、 $PeakPspace$ はピークの投影空間の大きさであり、 $wlevelthresh$ はパラメータである。

【 0 0 6 4 】

マスクを作成するステップ 5 0 4 の幾つかの実施形態では、動作 5 0 2 で選択されたウ

10

20

30

40

50

ィンドウを、ウィンドウの全ての値をウィンドウの最大値で除することにより正規化する。ウィンドウを閾値処理して、二値マスク・ウィンドウを生成する。この閾値は、`mask threshold`パラメータによって定義される。`mask threshold`パラメータを上回る大きさを有するウィンドウのピクセルを1の値に設定し、この閾値を下回るピクセルをゼロの値に設定する。

【0065】

この後に、方法500は、マスクを収縮(erosion)させるステップ506を含んでいる。

【0066】

マスクを収縮させるステップ506の幾つかの実施形態では、面積計算を補正するために、考察対象のピークに連結されている面積のみを用いる。このことは、二値マスクに対するモルフォロジー収縮を実行することにより確保される。収縮は対象を縮小させるものであり、対象の縮小量又は縮小方法は構造形成要素によって異なる。収縮は、下記の表8において定義される。

【0067】

【数2】

(表8)

$$E(A, B) = \bigcap_{\beta \in B} (A - \beta)$$

式中、 $-B = \{-\beta \mid \beta \in B\}$

表8において、Aは画像であり、Bは構造形成要素である。従って、正方形の構造形成要素は下記の表9に示すようにして用いられる。

【0068】

【表6】

(表9)

1	1
1	1

表9において、収縮のための構造形成要素は、左上の象限に原点を有する。収縮は、次のようにして具現化することができる。すなわちマスク値が1であるマスク・ウィンドウのあらゆるピクセル毎に、上述の構造形成要素に従って当該ピクセルに隣接する3個の点を選択する。上述の全ての隣接点が1の二値値を有している場合には、考察対象のピクセルを保持し、他の場合には除去する(マスクにおいてゼロに設定する)。

【0069】

この後に、方法500は、収縮後のマスクの面積測度を算出するステップ508を含んでいる。面積測度を算出するステップ508の幾つかの実施形態では、面積測度(ピクセル単位)は全てのマスク値を合算することにより算出される。ここで、値が1のマスク・ピクセルのみが和に寄与する。

【0070】

図6は、一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法600の流れ図を示す。方法600は、図2の複数の候補コリメーション・エッジを位置決定するステップ202の一実施形態である。

【0071】

方法600は、複数の投影画像において複数の候補コリメーション・エッジを位置決定するエビデンスに基づく(evidence-based)工程を呼び出すステップ602を含んでいる。図3の方法300は、エビデンスに基づく工程の一例である。

【0072】

図7は、一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する際の付

10

20

30

40

50

加的な動作の方法 700 の流れ図である。方法 700 は、幾つかの実施形態で方法 300 に対して付加される動作を含んでいる。方法 700 は、生の画像のエッジ情報から上述の複数の投影画像を作成するステップ 702 を含んでいる。生の画像は、図 1 の前処理として参照した検出器データに対する補正を適用した後に得られる。

【0073】

図 8 は、一実施形態に従って候補コリメーション・エッジの各々の有効性を判定する方法 800 の流れ図である。方法 800 は、図 2 の判定するステップ 204 の一実施形態である。

【0074】

方法 800 は、各々の辺について複数の候補コリメーション・エッジの有効性を試験するステップ 802 を含んでいる。試験するステップ 802 の一実施形態を図 9 に示す。

10

【0075】

方法 800 はまた、コリメーション・エッジを表わす線の交点を算出するステップ 804 を含んでいる。交点を算出するステップ 804 の幾つかの実施形態は、コリメーション・エッジに対応する形態 $Ax + By = C$ の方程式を作成すると同時に、隣り合った画像の辺に対応する各々の 1 対の式を解くステップを含んでいる。A、B 及び C は定数を表わし、x 及び y はそれぞれデカルト・グラフの X 軸及び Y 軸に沿った値を表わす。

【0076】

下方コリメーション・エッジが存在しない場合には、X を X 軸の最大限度に設定する。上方コリメーション・エッジが存在しない場合には、X を X 軸の最小限度に設定する。右側コリメーション・エッジが存在しない場合には、Y を Y 軸の最大限度に設定する。左側コリメーション・エッジが存在しない場合には、Y を Y 軸の最小限度に設定する。

20

【0077】

この後に、交点の座標を平行移動させて元の（縮小前の）画像 $IMp1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 及び $p4$ の座標に戻す。

【0078】

図 9 は、一実施形態に従って候補コリメーション・エッジの有効性を試験する方法 900 の流れ図である。方法 900 は、図 8 の試験するステップ 802 の一方法である。

【0079】

方法 900 は、各々の候補エッジについてマスク画像を作成するステップ 902 を含んでいる。幾つかの実施形態では、各々のマスク画像は、各々の候補線の位置及び当該マスク画像が表わしているコリメーション・エッジに依存して作成される。例えば、コリメータ下マスク画像では、コリメータ下候補線の下方のピクセルは 1 の値に設定され、他の全てのピクセルはゼロの値に設定される。同様に、コリメータ右マスク画像では、コリメータ右候補線の右側のピクセルはピクセルは 1 の値に設定され、他の全てのピクセルはゼロの値に設定され、以下同様となる。

30

【0080】

方法 900 はまた、各々のマスク画像を外向きにシフトさせるステップ 904 を含んでいる。幾つかの実施形態では、各々のマスク画像は、 $pixelshift$ と名付けられたパラメータによって表わされるピクセル数だけ外向きにシフトされる。これにより、画像内でコリメーション・エッジの周りに存在し得る分散に対処する。外向きとは、MCD については下方、MCU については上方、MCR については右方、及びMCLについては左方に向かうことである。

40

【0081】

幾つかの実施形態では、方法 900 はまた、これらのマスク画像と入力画像 104 との 4 枚の積画像を、各々のマスクと M、MCD、MCU、MCR 及びMCL とのピクセル毎の乗算によって作成するステップを含んでいる。

【0082】

方法 900 はまた、マスクを用いて画像内のコリメートされていない区域からコリメートされている区域を識別するステップ 906、及び対応するコリメートされている区域で

50

の最大ピクセル値が、コリメートされていない区域でのピクセル値と比較して小さいことを検証するステップ908を含んでいる。

【0083】

検証するステップ908の幾つかの実施形態は、次の画像統計値を算出するステップを含んでいる。 M_upper = 画像での上位 $RRThresh$ 百分順位値の平均。ここで、 $RRThresh$ はパラメータである。 M_lower = 画像での低位 $LowVals$ 値の平均。及び $linedecision = RangeThresh * (M_upper - M_lower) + M_lower$ 。ここで、 $RangeThresh$ はパラメータである。候補エッジの対応する被マスク画像での最大値が $linedecision$ よりも小さければこの候補エッジは有効であると看做される。この規準を満たさない全ての候補エッジは無効であると看做される。

10

【0084】

幾つかの実施形態では、候補コリメーション・エッジの有効性を試験する方法900を実行する構成要素は、4本の候補コリメーション・エッジ線について画像空間でのエッジ方程式を受け取り、有効な候補コリメーション・エッジ線について画像空間でのエッジ方程式を生成する。この構成要素はまた、上限値を定義した画像値の百分順位を表わす整数型で0~100の範囲を有する $RRThresh$ と名付けられたパラメータ、及び考察対象の範囲の部分を表わす浮動小数点型で0~1の範囲を有する $RangeThresh$ と名付けられたパラメータを含んでいる。

20

【0085】

幾つかの実施形態では、方法200~900は、図10のプロセッサ1004のようなプロセッサによって実行されるとプロセッサにそれぞれの方法を実行させる一連の命令を表わす搬送波として実現されたコンピュータ・データ信号として具現化される。他の実施形態では、方法200~900は、図10のプロセッサ1004のようなプロセッサにそれぞれの方法を実行するように指示することが可能な実行可能な命令を有するコンピュータによるアクセスが可能な媒体として具現化される。様々な実施形態において、媒体は磁気媒体、電子媒体又は光媒体である。

〔ハードウェア及び動作環境〕

図10は、様々な実施形態を実施することのできるハードウェア及び動作環境1000のブロック図である。図10の説明は、幾つかの実施形態を具現化し得る場合に共に用いられるコンピュータ・ハードウェア及び適当な計算環境の全体像を扱う。実施形態を、コンピュータで実行可能な命令を実行するコンピュータに関して説明する。しかしながら、幾つかの実施形態は、コンピュータで実行可能な命令が読み出し専用メモリで具現化されているようなコンピュータ・ハードウェアで専ら具現化することもできる。また、幾つかの実施形態は、タスクを実行する遠隔装置が通信網を介して結合されているようなクライアント/サーバ型計算環境で具現化することができる。プログラム・モジュールは、分散型計算環境ではローカルのメモリ記憶装置及び遠隔のメモリ記憶装置の両方に位置している。

30

【0086】

コンピュータ1002は、Intel社、Motorola社、Cyrix社その他から市販されているプロセッサ1004を含んでいる。コンピュータ1002はまた、ランダム・アクセス・メモリ(RAM)1006、読み出し専用メモリ(ROM)1008、1又は複数の大容量記憶装置1010、及び様々なシステム構成要素を処理ユニット1004に結合して動作させるシステム・バス1012を含んでいる。メモリ1006、1008、及び大容量記憶装置1010は、コンピュータによるアクセスが可能な媒体の形式である。大容量記憶装置1010はさらに明確に述べると、コンピュータによるアクセスが可能な不揮発性媒体の形式であり、1又は複数のハード・ディスク・ドライブ、フレキシブル・ディスク・ドライブ、CD及びDVDのような光ディスク・ドライブ、並びにテープ・カートリッジ・ドライブを含み得る。プロセッサ1004は、コンピュータによるアクセスが可能な媒体に記憶されているコンピュータ・プログラムを実行する。

40

50

【 0 0 8 7 】

コンピュータ 1 0 0 2 は、通信装置 1 0 1 6 を介してインターネット 1 0 1 4 に接続されて通信することができる。インターネット 1 0 1 4 への接続性については、当技術分野では周知である。一実施形態では、通信装置 1 0 1 6 は、当技術分野で「ダイヤル・アップ接続」として公知のものを介してインターネットに接続する通信ドライバに应答するモデムである。もう一つの実施形態では、通信装置 1 0 1 6 は、閉域網（LAN）に接続されているEthernet（商標）又は類似のハードウェア・ネットワーク・カードであり、LAN自体は当技術分野で「直接接続」（例えばT1回線等）として公知のものを介してインターネットに接続される。

【 0 0 8 8 】

利用者は、キーボード 1 0 1 8 又はポインティング・デバイス 1 0 2 0 のような入力装置を介してコンピュータ 1 0 0 2 に命令及び情報を入力する。キーボード 1 0 1 8 は、当技術分野で公知のようにコンピュータ 1 0 0 2 へのテキスト情報の入力を可能にするが、実施形態は如何なる特定の形式のキーボードにも限定されていない。ポインティング・デバイス 1 0 2 0 は、Microsoft Windows（商標）の各バージョンのようなオペレーティング・システムのグラフィック・ユーザ・インタフェース（GUI）によって提供される画面ポインタの制御を可能にする。実施形態は、如何なる特定のポインティング・デバイス 1 0 2 0 にも限定されない。かかるポインティング・デバイスとしては、マウス、指触パッド、トラックボール、遠隔制御及びポイント・スティック等がある。他の入力装置（図示されていない）としては、マイクロフォン、ジョイスティック、ゲーム・パッド、衛星放送用パラボラ・アンテナ又はスキャナ等がある。

【 0 0 8 9 】

幾つかの実施形態では、コンピュータ 1 0 0 2 は表示装置 1 0 2 2 に結合されて動作する。表示装置 1 0 2 2 はシステム・バス 1 0 1 2 に接続されている。表示装置 1 0 2 2 は、コンピュータの利用者による観察に供するためにコンピュータ、ビデオ及び他の情報を含めた情報の表示を可能にする。実施形態は如何なる特定の表示装置 1 0 2 2 にも限定されない。かかる表示装置としては、陰極線管（CRT）表示器（モニタ）、及び液晶表示器（LCD）のようなフラット・パネル表示器等がある。モニタに加えて、コンピュータは典型的には、プリンタのような他の周辺入出力装置（図示されていない）を含んでいる。スピーカ 1 0 2 4 及び 1 0 2 6 が、信号の音響出力を提供する。スピーカ 1 0 2 4 及び 1 0 2 6 もシステム・バス 1 0 1 2 に接続されている。

【 0 0 9 0 】

コンピュータ 1 0 0 2 はまた、コンピュータによるアクセスが可能な媒体であるRAM 1 0 0 6、ROM 1 0 0 8 及び大容量記憶装置 1 0 1 0 に記憶されてプロセッサ 1 0 0 4 によって実行されるオペレーティング・システム（図示されていない）を含んでいる。オペレーティング・システムの例としては、Microsoft Windows（商標）、Apple MacOS（商標）、Linux（商標）、UNIX（商標）等がある。但し、実例は如何なる特定のオペレーティング・システムにも限定されず、またかかるオペレーティング・システムの構成及び利用は当技術分野で周知である。

【 0 0 9 1 】

コンピュータ 1 0 0 2 の実施形態は、如何なる形式のコンピュータ 1 0 0 2 にも限定されない。様々な実施形態では、コンピュータ 1 0 0 2 は、PC互換コンピュータ、MacOS（商標）互換コンピュータ、Linux（商標）互換コンピュータ、又はUNIX（商標）互換コンピュータを含む。かかるコンピュータの構成及び動作は当技術分野で周知である。

【 0 0 9 2 】

コンピュータ 1 0 0 2 は、利用者が制御可能なポインタを含むグラフィック・ユーザ・インタフェース（GUI）を提供する少なくとも一つのオペレーティング・システムを用いて動作させることができる。コンピュータ 1 0 0 2 は、少なくとも一つのオペレーティング・システムの内部で走行する少なくとも一つのウェブ・ブラウザ・アプリケーション・プログラムを有することができ、コンピュータ 1 0 0 2 の利用者が構内網、拡張構内網

10

20

30

40

50

(extranet)又はユニバーサル・リソース・ロケータ(URL)のアドレスによって指定されるようなインターネットのワールド・ワイド・ウェブ・ページにアクセスすることを可能にする。ブラウザ・アプリケーション・プログラムの実例としては、Netscape Navigator(商標)及びMicrosoft Internet Explorer(商標)等がある。

【0093】

コンピュータ1002は、遠隔のコンピュータ1028のような1又は複数の遠隔のコンピュータに対する論理的な接続を用いたネットワーク化された環境で動作することができる。これらの論理的接続は、コンピュータ1002に結合されている通信装置又はコンピュータ1002の一部によって達成される。実施形態は、特定の形式の通信装置に限定されない。遠隔のコンピュータ1028は、もう1台のコンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワークPC、クライアント、ピア(peer)装置又は他の共通ネットワーク・ノードであってよい。図10に示す論理的接続は、閉域網(LAN)1030及び広域網(WAN)1032を含んでいる。かかる網構築環境は、オフィス、企業内コンピュータ網、構内網、拡張構内網及びインターネットとして広く普及している。

10

【0094】

LAN型網構築環境で用いる場合には、コンピュータ1002及び遠隔のコンピュータ1028は、通信装置1016の一形式であるネットワーク・インタフェース又はアダプタ1034を介してローカル網1030に接続される。遠隔のコンピュータ1028もまた、ネットワーク装置1036を含んでいる。従来のWAN型網構築環境で用いる場合には、コンピュータ1002及び遠隔のコンピュータ1028は、モデム(図示されていない)を介してWAN1032と通信する。モデムは内部モデムであっても外部モデムであってもよく、システム・バス1012に接続される。ネットワーク化された環境では、コンピュータ1002に対して図示されているプログラム・モジュール又はその一部を遠隔のコンピュータ1028に記憶させることもできる。

20

【0095】

コンピュータ1002はまた、少なくとも1基の電源1038を含んでいる。各々の電源はバッテリーであってよい。

〔具現化形態〕

図11を参照して、図1のシステム全体像及び図3に関連して説明した方法と関連して特定の具現化形態について説明する。

30

【0096】

図11は、画像のコリメートされた部分を切り取るように動作することが可能な装置のブロック図である。装置1100は、X線画像でのコリメーション・エッジを正確且つ簡便に識別して位置決定する当技術分野での必要性を解決する。

【0097】

装置1100は、検出器ゲイン変動の補正、並びに切り取り前の生の入力画像104に対する画像回転及び/又は画像フリップのような動作を行なうプリプロセッサ1102を含んでいる。プリプロセッサ1102は、生の入力画像104の切り取りは行なわない。

【0098】

プリプロセッサ1102はまた、生の切り取り前の全寸入力画像104を、生の入力画像をデジタル画像検出器106から受け取ったときと同じ形態で大容量記憶装置108に記憶するように動作することが可能である。さらに、プリプロセッサ1102はまた、プレビュー画像1106を提供するプレビュー・プロセッサ1104に生の入力画像104を伝達するように動作することが可能である。

40

【0099】

装置1100はまた、生の入力画像104においてコリメーション・エッジを検出して、P1、P2、P3及びP4としばしば呼ばれている4点のコリメータ頂点を記述するコリメーション・エッジ・データ114を生成するように動作することが可能なコリメーション・エッジ検出器1108を含んでいる。

【0100】

50

装置 1 1 0 0 はさらに、生の入力画像 1 0 4 のポスト・プロセッサ 1 1 2 を含んでいる。後処理は、エッジ強調、ダイナミック・レンジ管理及び画像輝度 / コントラスト表示設定の自動最適化のような動作を含み得る。

【 0 1 0 1 】

装置 1 1 0 0 はまた、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0 によって検出されたエッジを参照して後処理済みの画像を取り込むシャッター手段 1 1 6 を含んでいる。幾つかの実施形態では、装置はまた、手動シャッター調節を実行する手段を含んでいる。

【 0 1 0 2 】

装置 1 1 0 0 はまた、コリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を参照して取り込んだ画像を切り取る画像切取り手段 1 1 8 を含んでいる。取り込んだ画像を切り取って、コリメーション・エッジ検出器 1 1 0 8 によって検出された F O V によって包囲された境界矩形とする。

【 0 1 0 3 】

このようにして、画像切取り手段 1 1 8 及び装置 1 1 0 0 は切取り後の画像 1 2 0 を与える。切取り後の画像 1 2 0 は、前処理済みの生の画像 1 0 4 から抽出され又は導出されたコリメーション・エッジ・データ 1 1 4 を、完全にではないにせよ少なくとも部分的に参照して生成される。このように、装置 1 1 0 0 のコンピュータ方式の具現化形態は、X 線画像のコリメーション・エッジをさらに正確に且つさらに簡便に識別して位置決定することを可能にする。

【 0 1 0 4 】

幾つかの実施形態では、装置 1 1 0 0 はまた、切取り後の画像を記憶する大容量記憶装置 1 1 1 0 を含んでいる。

【 0 1 0 5 】

本書に記載したシステム、方法及び装置を具現化する装置は、コンピュータ・ハードウェア・サーキットリとして若しくはコンピュータ読み取り可能なプログラムとして、又は両者の組み合わせとして具現化され得る。もう一つの実施形態では、これらのシステム、方法及び装置は、アプリケーション・サービス・プロバイダ (A S P) システムとして具現化される。

【 0 1 0 6 】

さらに明確に述べると、コンピュータ読み取り可能なプログラムの実施形態では、J a v a (商標)、S m a l l t a l k 又は C + + のようなオブジェクト指向言語を用いてプログラムをオブジェクト指向で構造化することができ、また C O B O L 又は C のような手続き型言語を用いてプログラムを手続き指向で構造化することもできる。各ソフトウェア・コンポーネントは、リモート・プロシージャ・コール (R P C)、コモン・オブジェクト・リクエスト・ブローカ・アーキテクチャ (C O R B A)、コンポーネント・オブジェクト・モデル (C O M)、分散型コンポーネント・オブジェクト・モデル (D C O M)、分散型システム・オブジェクト・モデル (D S O M) 及びリモート・メソッド・インヴォケーション (R M I) 等のアプリケーション・プログラム・インタフェイス (A P I) 又はプロセス間通信の手法のような当業者に周知の多くの手段の任意のもので通信する。各コンポーネントは、図 1 0 のコンピュータ 1 0 0 2 のように 1 台という少数のコンピュータで実行されるか、或いはコンポーネントが存在するのと少なくとも同数のコンピュータで実行される。

〔 結 論 〕

画像に基づくコリメーション・エッジ検出システムについて説明した。本書では特定の実施形態を図示して説明したが、当業者は、同じ目的を達成するために考案された任意の構成を図示の特定の実施形態に置換し得ることを認められよう。本出願は、あらゆる適応構成又は変形を包含するものとする。例えば、手続き的に説明したが、当業者には、オブジェクト指向設計環境又は所要の関係を提供するその他任意の設計環境で具現化形態を形成し得ることが認められよう。

【 0 1 0 7 】

具体的には、当業者は、方法及び装置の名称が実施形態を限定するものではないことを容易に認められよう。さらに、実施形態の範囲から逸脱せずに、付加的な方法及び装置を各構成要素に追加したり、構成要素間で作用を再構成したり、将来の機能拡張や実施形態で用いられている物理的装置に対応する新たな構成要素を導入したりすることができる。当業者は、各実施形態が将来の通信装置、様々なファイル・システム及び新たなデータ型に応用可能であることを容易に認められよう。

【 0 1 0 8 】

本出願で用いられている術語は、本書に記載しているものと同じ作用を果たす全ての手続き環境、データベース環境及び通信環境、並びに代替技術を包含するものとする。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 9 】

【図 1】一実施形態に従って画像のコリメートされた部分を切り取るシステムのシステム・レベルの全体像を示すブロック図である。

【図 2】一実施形態に従って画像のエッジを検出する方法の流れ図である。

【図 3】一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法の流れ図である。

【図 4】一実施形態に従って各々の辺について投影空間画像の各々で 1 本のピークを選択する方法の流れ図である。

【図 5】一実施形態に従って候補ピークを選択する方法の流れ図である。

【図 6】一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法の流れ図である。

【図 7】一実施形態に従って複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する追加動作の方法の流れ図である。

【図 8】一実施形態に従って候補コリメーション・エッジの各々の有効性を判定する方法の流れ図である。

【図 9】一実施形態に従って候補コリメーション・エッジの有効性を試験する方法の流れ図である。

【図 10】一実施形態に従って様々な実施形態を実施することのできるハードウェア及び動作環境のブロック図である。

【図 11】一実施形態に従って画像のコリメートされた部分を切り取るように動作することが可能な装置のブロック図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 0 】

1 0 0 画像のコリメートされた部分を切り取るシステム

2 0 0 画像のエッジを検出する方法

3 0 0 複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法

4 0 0 各々の辺について投影空間画像の各々に 1 本ずつのピークを選択する方法

5 0 0 候補ピークを選択する方法

6 0 0 複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する方法

7 0 0 複数の候補コリメーション・エッジを位置決定する際の付加的な動作の方法

8 0 0 候補コリメーション・エッジの各々の有効性を判定する方法

9 0 0 候補コリメーション・エッジの有効性を試験する方法

1 0 0 0 ハードウェア及び動作環境

1 0 0 2 コンピュータ

1 0 1 2 システム・バス

1 1 0 0 画像のコリメートされた部分を切り取るように動作することが可能な装置

10

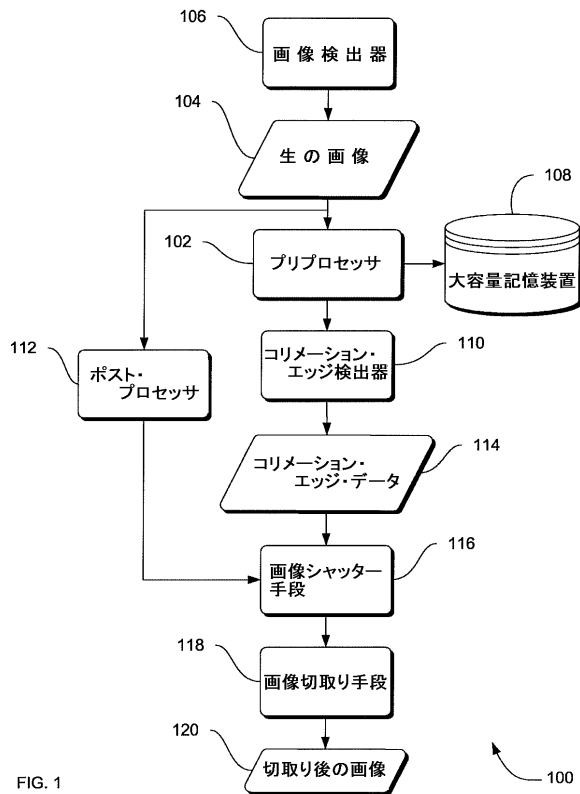
20

30

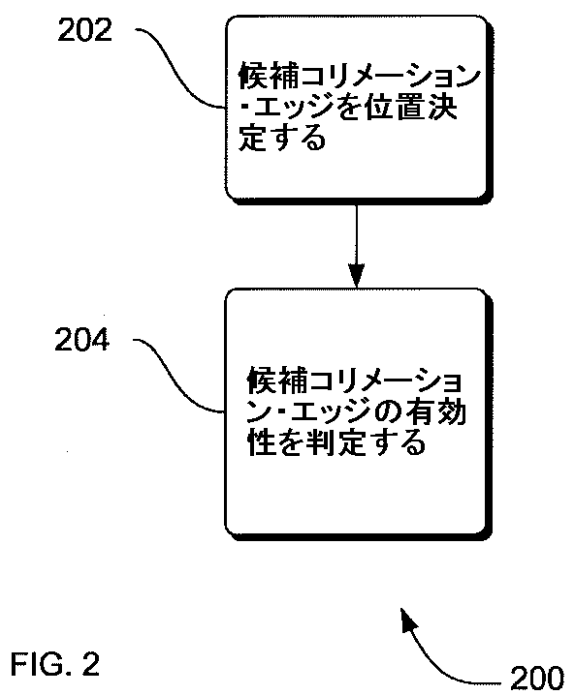
40

50

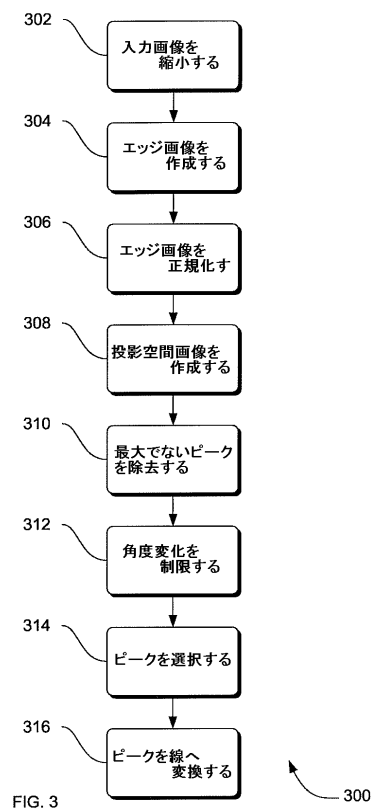
【図 1】



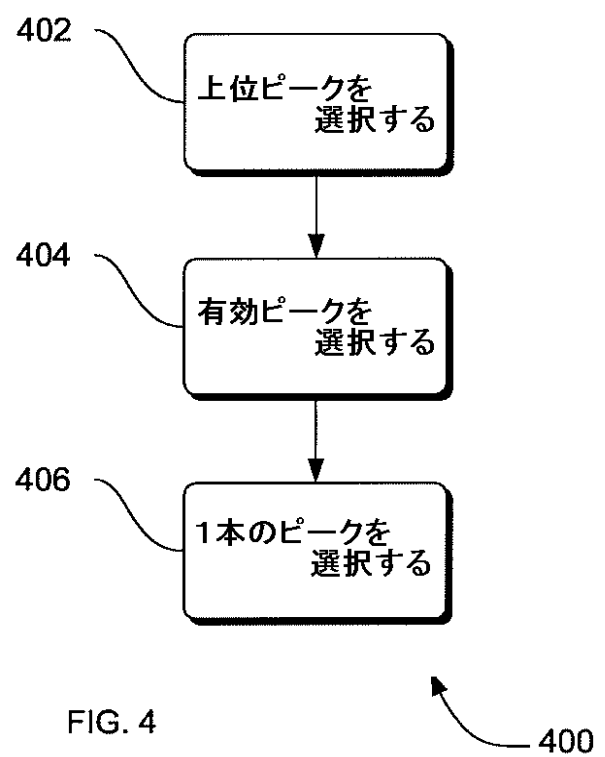
【図 2】



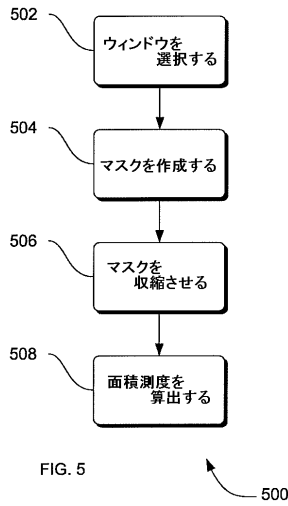
【図 3】



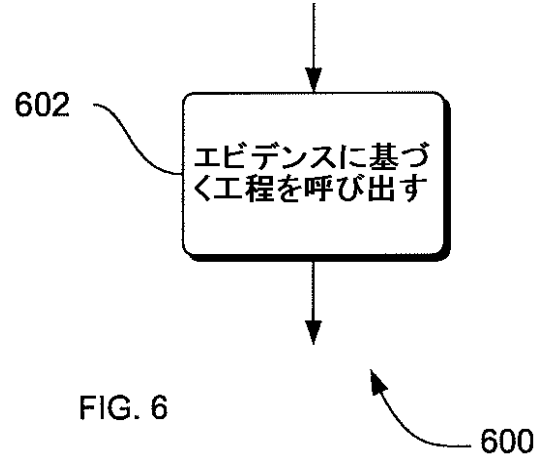
【図 4】



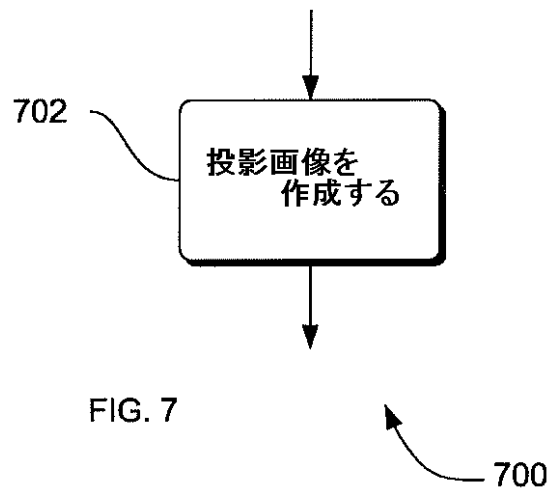
【図 5】



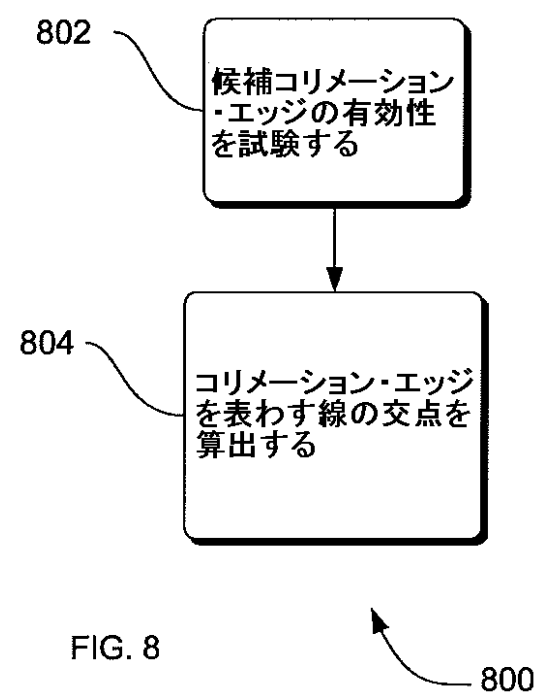
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

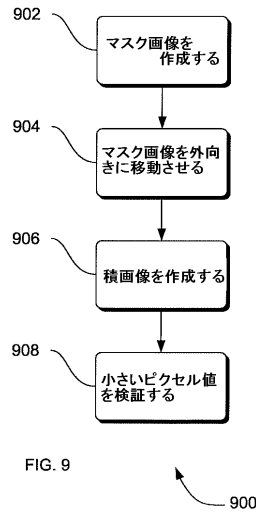


FIG. 9

【図 10】

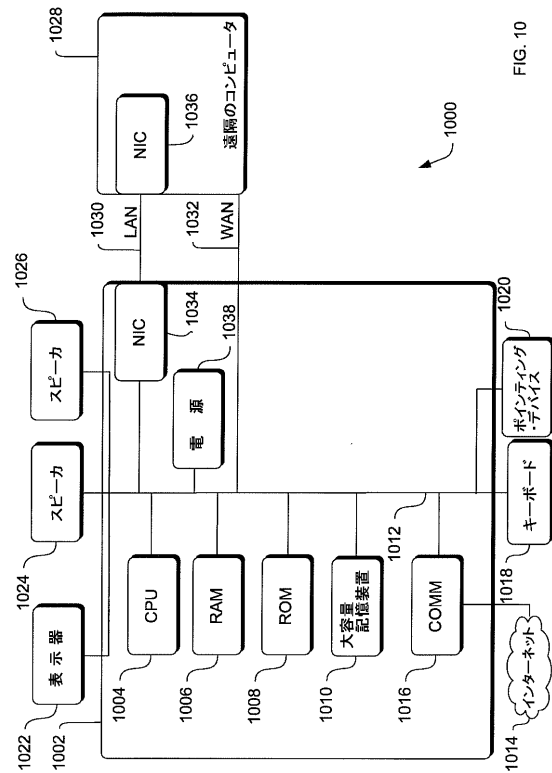


FIG. 10

【図 11】

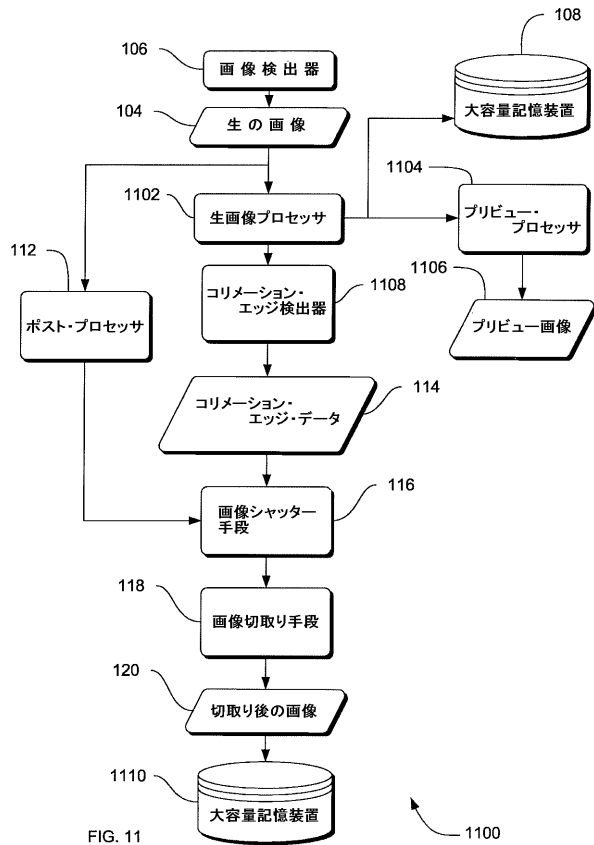


FIG. 11

フロントページの続き

- (72)発明者 ゴパール・ビー・アヴィナシュ
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ニュー・ベルリン、エス・ラディソン・コート、4915番
- (72)発明者 ガウリ・キショー・ジョグルカー
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、エイピーティー・ナンバー5・エイ52、ヒルサイド・アベニュー、1187番

審査官 九鬼 一慶

- (56)参考文献 特開2003-250789(JP,A)
特開平07-181609(JP,A)
特開平10-275213(JP,A)
特開平10-248830(JP,A)
特開2000-023952(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00