

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4493151号  
(P4493151)

(45) 発行日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

(24) 登録日 平成22年4月16日 (2010. 4. 16)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 6 T 15/00 (2006. 01)  
 A 6 1 B 5/055 (2006. 01)  
 A 6 1 B 6/03 (2006. 01)  
 G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 T 15/00 2 0 0  
 A 6 1 B 5/05 3 8 0  
 A 6 1 B 6/03 3 6 0 G  
 G 0 6 T 1/00 2 9 0 A

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-100925 (P2000-100925)  
 (22) 出願日 平成12年4月3日 (2000. 4. 3)  
 (65) 公開番号 特開2001-283249 (P2001-283249A)  
 (43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)  
 審査請求日 平成19年3月30日 (2007. 3. 30)

(73) 特許権者 000153498  
 株式会社日立メディコ  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (74) 代理人 110000888  
 特許業務法人 山王坂特許事務所  
 (72) 発明者 後藤 良洋  
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
 株式会社日立メディコ内  
 (72) 発明者 宮崎 靖  
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
 株式会社日立メディコ内  
 (72) 発明者 松岡 幹夫  
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
 株式会社日立メディコ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数枚の断層像が積み上げられてなるボリューム画像を入力すべく被検体の断層像を順次入力する入力手段と、前記入力手段が断層像を順次入力する入力期間中に前記ボリューム画像に対する視線方向が、各断層像の面と平行で且つ断層像上の画素の配列方向と平行になるように設定する設定手段と、前記入力手段が入力したボリューム画像と前記設定手段によって設定された視線方向とに基づいて前記ボリューム画像に対応する表示用の画像を構成する画像構成手段であって、

前記入力手段が新たな断層像を入力するごとに、その入力した断層像に関連するライン状の画像を構成し、これを既に入力した断層像に基づいて構成された表示用の画像に追加して新たな表示用の画像として構成する画像構成手段と、前記入力手段が新たな断層像を順次入力するごとに前記画像構成手段によって構成される表示用の画像を順次表示する表示手段と、を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】

前記画像構成手段は、前記入力手段が入力したボリューム画像を前記設定手段によって設定された視線方向と直交する投影面上に陰影付けして投影した三次元画像と、前記ボリューム画像を任意に設定した切断面で切断した M P R 画像とを構成し、前記表示手段は前記三次元画像と M P R 画像とを表示することを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記入力手段が入力する断層像は、円の内部にのみ画像が存在する断層像であって、前

記画像構成手段は、投影処理の開始点を前記円上の点とすることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記入力手段が入力する断層像は、互いに直交する格子の交点に画素が存在し、

前記設定手段は、前記視線方向を、前記格子の軸のいずれか一方と平行な方向あるいは格子の軸に対し 45 度の方向に設定することを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記画像構成手段は、前記入力手段が 1 枚の断層像を入力する毎に、入力された断層像とその前に入力された連続する 2 枚の断層像とを用いてライン状の画像を構成することを特徴とする請求項 1 ないし 4 いずれか 1 項に記載の画像表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像表示装置に係り、特に X 線 CT 装置、MRI 装置、コーンビーム CT 装置、及び超音波装置などが被検体の計測データを取り込んでいる最中に三次元画像等を構成して表示する画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来は X 線 CT 装置、MRI 装置、コーンビーム CT 装置及び超音波装置などにおいて、被検体の計測データの取り込みが終了した後で断層像を再構成し、この断層像を複数枚積み上げられてなるボリューム画像を、二次元平面（投影面）上に陰影付けして投影し、三次元的な画像、即ち、三次元画像（3D 画像）を構成し表示するのが一般的であった。

20

【0003】

このように従来の方法では順番に処理するので、3D 画像を表示するまでに時間がかかっていた。

【0004】

一方、緊急を要する医療現場では、緊急医から一刻も早く所望の画像を見たいという要望がある。そこで、X 線 CT 装置等で断層像を取り込んでいる最中に、逐次 3D 画像を構成し表示することが考えられる。特開平 7-114652 号公報には、動画表示するために、複数枚の断層像を逐次変えて 3D 画像を構成し連続表示する方法が記載されている。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、X 線 CT 装置等によって逐次断層像を取り込みながら、その取り込んだ断層像と既に取り込んだ断層像とからなるボリューム画像を利用して 3D 画像等を構成し、断層像を取り込みながら 3D 画像等を逐次表示するには短時間で処理することが必要であるが、断層像が追加されてボリューム画像が変化することに改めて 3D 画像等を構成するためには膨大な計算量が必要であり、断層像を取り込みながら 3D 画像等を逐次表示することは、演算処理能力上、難しいという問題がある。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、X 線 CT 装置等によって断層像を取り込んでいる最中に 3D 画像等を逐次表示することができる画像表示装置を提供することを目的とする。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために本願請求項 1 に係る画像表示装置は、複数枚の断層像が積み上げられてなるボリューム画像を入力すべく被検体の断層像を順次入力する入力手段と、前記入力手段が断層像を順次入力する入力期間中に前記ボリューム画像に対する視線方向が、各断層像の面と平行で且つ断層像上の画素の配列方向と平行になるように設定する設定手段と、前記入力手段が入力したボリューム画像と前記設定手段によって設定された視線

50

方向とに基づいて前記ボリューム画像に対応する表示用の画像を構成する画像構成手段であって、前記入力手段が新たな断層像を入力するごとに、その入力した断層像に関連するライン状の画像を構成し、これを既に入力した断層像に基づいて構成された表示用の画像に追加して新たな表示用の画像として構成する画像構成手段と、前記入力手段が新たな断層像を順次入力するごとに前記画像構成手段によって構成される表示用の画像を順次表示する表示手段と、を備えたことを特徴としている。

【0008】

即ち、前記入力手段が断層像を順次入力する入力期間中は、前記ボリューム画像に対する視線方向は、各断層像の面と平行で且つ断層像上の画素の配列方向と平行になる特定の方向に設定される。これにより、新たに入力した断層像によってボリューム画像数が変化しても、変化後にボリューム画像全体を使用して新たな表示用の画像を構成する必要がなく、新たに入力した断層像に関連するライン状の画像を構成し、これを既に構成されている表示用の画像に追加するだけで済むため、計算量が少なくなり、断層像を取り込んでいる最中に3D画像等を逐次表示することができる。

【0009】

前記画像構成手段は、本願請求項2に示すように前記入力手段が入力したボリューム画像を前記設定手段によって設定された視線方向と直交する投影面上に陰影付けして投影した三次元画像と、前記ボリューム画像を任意に設定した切断面で切断したMPR画像とを構成し、前記表示手段は前記三次元画像とMPR画像とを表示することを特徴としている。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って本発明に係る画像表示装置の好ましい実施の形態について説明する。

【0011】

まず、本発明を図1及び図2を用いて原理的に説明する。

【0012】

被検体の断層像 $s_1 \sim s_{12}$ は、X線CT装置、MRI装置等によって測定される測定データから順次再構成される。尚、断層像 $s_1 \sim s_{12}$ は、図1上で紙面と直交する方向に面を有し、格子の交点に画素が存在しているものとする。画素のデータは、X線CT装置であれば、その画素に対応する人体の箇所 of X線吸収値に基づいて算出されるCT値、MRI装置であればプロトン密度等の測定値である。

【0013】

上記断層像 $s_1 \sim s_{12}$ を積み上げてなるボリューム画像を、投影面上に陰影付けして投影（即ち、3D画像を構成）する技術としては、例えば、ボリュームレンダリング法が知られている。

【0014】

ボリュームレンダリング法は、上記ボリューム画像の画素のデータ（以下、CT値という）に対して適宜設定した閾値条件に合ったCT値を抽出することにより、骨や皮膚等の所望の被検体を区別して抽出するとともに、そのCT値を投影面上の陰影付けのパラメータとして使用する。

【0015】

また、ボリュームレンダリング法による陰影付けのパラメータとしては、CT値に対して設定した光の不透明度や、CT値のつくる等高面の勾配（以下、濃度勾配という）等も使用される。即ち、仮想光源から投影面に向かう光は、奥行き方向の各画素を通過するが、その時各画素のCT値で定まる不透明度にしたがって減衰する。従って、各画素における反射光の大きさを求めることができ、ボリュームレンダリング法による陰影付けアルゴリズムでは、反射光が大きい程、その画素を明るくする。また、画素のCT値が大きく変化するとともに仮想的な表面が存在すると考え、その仮想的な表面が正面を向いている程、即ち、濃度勾配が大きい程、その画素を明るくする。

【0016】

そして、上記のようにして求めることができる画素の明るさの情報を、視点から奥行き方向の各画素にわたって累算した情報を、投影面上の各画素の明るさを示す値（以下、画素値という）とし、投影面上の全画素の画素値を求めるようにしている。

【 0 0 1 7 】

ここで、本発明の断層像と投影面、投影線の関係と、従来の一般的な断層像と投影線、投影面、投影線との関係を比較する。

【 0 0 1 8 】

図 1 ( b ) は一般的な断層像  $s_1 \sim s_{12}$  と投影面、投影線 4 0、4 1 等の関係を示す。同図において、例えば、p 点の陰影付けには、前述したように p 点の濃度勾配を求める必要があるため、p 点の周囲の点  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、及び p 点に対して紙面と直交する上下の 2 点の濃度（C T 画像の場合は C T 値）を用いて計算する。

10

【 0 0 1 9 】

ところで、格子の交点に画素が存在するため、上記点  $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ 、 $p_4$ 、及び紙面と直交する上下の 2 点の C T 値は、格子の交点の画素の C T 値を用いて補間演算によって求める必要がある。

【 0 0 2 0 】

また、投影線 4 0 に対応する画素値を計算するには断層像  $s_6 \sim s_{12}$ （断層像  $s_6$  は計測順番で言えば古い断層像）を必要とする。断層像が断層像  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、... と順次構成されていき、断層像  $s_{12}$  が最後に構成された時点で 3 D 画像を構成するには、断層像  $s_{12}$  だけでなく、古い断層像  $s_3$ 、 $s_4$  ... も使って処理しなければならない。更に、断層像  $s_{12}$  を 1 枚追加したことにより投影線でいえば、図 1 ( b ) では投影線 4 0 ~ 投影線 4 1 までの各投影線について計算し直さなければならず、計算量が多い。

20

【 0 0 2 1 】

一方、図 1 ( a ) 及び図 2 ( a ) はそれぞれ本発明に係る断層像と投影面、投影線等の関係を示す。これらの図面に示すように、断層像を取り込んでいる最中は、断層像に対して投影方向（視線方向）を平行にし、かつ断層像上の画素の配列方向と平行になるようにする。この場合、投影線は画素間ではなく画素上を通過するので、格子点 q の陰影付けには格子点  $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$ 、 $q_4$  及び q 点に対して紙面と直交する上下の 2 点の格子点の C T 値を用いて計算でき、格子点 q の周囲の点を補間演算で求める必要がない。また、例えば、投影線が断層像  $s_5$  を通過する場合は、陰影付けには断層像  $s_4$ 、 $s_5$ 、 $s_6$  のみ（2 枚で濃度勾配を求める時は断層像  $s_5$ 、 $s_6$  のみ）を用いて陰影付けが可能である。即ち、最新の 3 枚だけを使って陰影付けし、3 D 画像の最後に追加することができる。

30

【 0 0 2 2 】

尚、図 2 ( b ) に示すように視線方向が 4 5 度の方向も投影線と対角線画素配列方向 3 0 とが一致するため、本発明に係る視線方向に該当する。また、C T 画像のように円形内部にのみ画像が存在する場合は、処理の開始点を図 2 に示したように円形にすると、矩形の端から処理を開始するのに比較して演算時間を短くすることができる。

【 0 0 2 3 】

図 3 ( A )、( B ) 及び ( C ) は、それぞれ C T スキャナによって順次計測されるマルチスライス計測データ、その計測データによって再構成される C T 再構成画像（断層像）、及び断層像に基づいて構成される 3 D 画像、M P R (multiplanar reconstruction) 画像等を示している。。

40

【 0 0 2 4 】

3 D 画像を構成する際の投影方向（視線方向）は、図 3 ( B ) に示すように断層像と平行で且つ断層像上の画素の配列方向と平行な A 方向と、B 方向である。

【 0 0 2 5 】

3 D 画像は、3 枚の C T 画像 1 を用いて陰影付けした画像の 1 ライン 4 を計算して追加し、同様に、3 枚の C T 画像 2 を用いて陰影付けした画像の 1 ライン 5 を計算して、それまでに再構成した 3 D 画像の最後に追加していくことによって構成する。C T 画像を 1 枚追加した場合、原則として図 1 上では 1 本の投影線について計算し直せばよい（通常は、紙

50

面の上下に全部で512枚のCT画像、即ち図4の格子面があるのでそれも計算する)。スライス間隔が広い場合は、スライス間画像(図1(a)の画像42と43など)を補間して求めるが、これは従来方法でも同じである。

【0026】

この実施の形態では、図3(C)に示すように投影方向がA方向の3D画像と、これと直交するB方向の3D画像を構成し同時に表示するようにしている。また、2つの3D画像を利用してMPR切断面位置を切断線(a)又は切断線(b)により指定でき、その指定したMPR切断面情報に基づいてMPR画像を構成し同時に表示するようにしている。また、最新のCT画像(2D)も表示するようにしている。

【0027】

図4は本発明に係る画像表示装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【0028】

図4に示すように画像表示装置は、断層像等が格納される磁気ディスク10と、演算処理に必要なソフトウェアが収納された主メモリ12と、演算処理を行なう中央処理装置(以下CPUと称す)14と、処理結果の表示データを記録する表示メモリ16と、その表示データを表示するCRTディスプレイ等の表示装置17と、画面上のソフトスイッチを操作するマウス18及びそのコントローラ19と、キーボード24と、高速演算ボード26とから構成されており、CTスキャナ28と制御ライン及びデータ転送ラインを介して接続されている。

【0029】

この画像表示装置は、CTスキャナ28を制御するとともに該CTスキャナ28が測定した計測データを高速演算ボード26に取り込む。高速演算ボード26は、取り込んだ計測データから断層像(通常は512×512画素サイズの画像)を再構成し、この断層像は磁気ディスク10に格納される。

【0030】

オペレータはマウス18やキーボード24を利用して入力を行い、その入力された情報を基にCPU14は磁気ディスク10に格納された断層像を呼び出し、主メモリ12のソフトウェアに従って3D画像やMPR画像を構成するための所定の演算処理を行う。この画像処理された表示データは表示メモリ16を介して表示装置17に表示される。表示データは磁気ディスク10に格納され、再表示に利用される。

【0031】

図5は本発明に係る画像表示の処理手順を示すフローチャートである。

〔ステップ50〕

CTスキャナ28は、ガントリが1回転するあいだにN(N=4, 8, 16など)枚のマルチスライス計測データを計測する。

〔ステップ51〕

高速演算ボード26で断層像を1枚再構成する。

〔ステップ52〕

断層像を共通メモリ55に送信(転送)する。画像番号も共通メモリ55に記録する。

〔ステップ53〕

N枚の断層像の再構成が終了したかどうかを判定する。終了していない場合にはステップ51に戻る。

〔ステップ54〕

計測が終了したかどうかを判定する。所定の計測が終了していなければステップ50に戻る。

【0032】

上記では説明の都合上、計測、再構成、画像送信が直列になっているが、再構成が終了したかどうかに関係なく計測データを高速演算ボード26のメモリに記録しつつ計測を続行し、再構成、画像送信を計測と平行させることも可能である。

〔ステップ56〕

ポリウムレンダリング法によって陰影付けするには濃度勾配を求める必要があるため、図2(a)に示すように3枚必要になる。そこで、断層像を3枚受信したかどうかを判定する。受信していなければ受信するまで待機する。

〔ステップ57〕

ステップ56で受信した3枚の断層像から濃度勾配などを演算して、陰影付けした1ライン(列)の3D画像を作成する。尚、陰影付けは、ポリウムレンダリング法に限らず、サーフェイス法、デプス法等を用いてもよい。

〔ステップ58〕

ステップ57で作成した1ラインの3D画像を表示する。

〔ステップ59〕

共通メモリに未処理の受信した断層像が存在するか否かを調べる。あればステップ60に跳び、なければステップ63に跳ぶ。

〔ステップ60〕

ステップ57と同様に未処理の1枚の断層像を含む3枚の断層像から濃度勾配などを演算して、陰影付けした1ラインの3D画像を作成する。

〔ステップ61〕

ステップ60で作成した1ライン分の陰影付け画像を、既に作成された3D画像の最後部に追加し、これを新たな3D画像として表示する。また、スライス間隔が広い場合には、スライス間画像を補間演算により求める。例えば、図1(a)の断層像s2とs3の間のスライス間画像上の点vは、断層像s4まで陰影付けした後で、点v1、v2、v3の3点をを用いて求める。尚、濃度値の変化が線形の場合には、点v1、v2を補間して点vの値を求めようにしてもよい。

〔ステップ62〕

操作者が設定した図3(C)の切断線(a)又は(b)の位置情報を基にしてMPR画像を作成し表示する。尚、図3(C)上では、操作者が現在設定し又は最後に設定した切断線に対応するMPR画像が表示されるようになっているが、切断線(a)及び(b)の2つの切断線に対応する2つのMPR画像を表示するようにしてもよい。

〔ステップ63〕

所定の計測を終了したかどうかを判定し、終了しなければステップ59に跳ぶ。これによりステップ59～ステップ63の処理が繰り返され、ステップ59～ステップ63の処理が一巡するごとに、1ラインずつ画像が増加した3D画像が表示されることになる。そして、所定の計測を終了すると、ステップ64に跳ぶ。

〔ステップ64〕

最終的に構成した3D画像やMPR画像を磁気ディスクに格納する。

【0033】

次に、計測後の3D画像上で切断線を指定してMPR画像を構成する方法について説明する。

【0034】

図6に示すように、立方体内の3D画像22を切断する切断面23を、前記立方体の辺上の白丸21などをマウスで移動させることによって決定する。MPR画像は、このようにして決定した切断面23に基づいて構成される。

【0035】

一方、陰影付けした3D画像22の視点位置を変えるには、前記立方体の角の黒丸20をマウスでドラッグし、前記立方体を立方体の中心点を基準に適宜回転させる。これにより、3D画像22の視線方向が決定し、3D画像が構成される。上記のようにして構成された3D画像やMPR画像は必要に応じて磁気ディスクに格納される。

【0036】

次に、計測後の3D画像上で切断線を指定してMPR画像を構成する他の方法について説明する。

【0037】

10

20

30

40

50

図 7 ( a ) に示すように、視線方向の異なる 2 つの 3 D 画像上で切断線 6 0 0、6 1 0 をマウスを使用して描く。このようにして指定された 2 本の切断線 6 0 0、6 1 0 に基づく実際の切断面 6 2 0 は、図 7 ( b ) に示すように投影線 6 5 0、6 6 0 の交点を通る (又は、交点に近い点を通る) 曲面になる。図 7 ( a ) に示した M P R 画像 6 3 0 は、上記のようにして指定された曲面の切断面 6 2 0 で切断し、平面状に伸ばした画像である。

#### 【 0 0 3 8 】

尚、この実施の形態では、断層像を順次入力する入力期間中に 3 D 画像を構成するようにしたが、入力期間中に構成する画像は 3 D 画像に限らず、M P R 画像、M I P (maximum intensity projection) 画像等の他の画像でもよい。

#### 【 0 0 3 9 】

#### 【 発明の効果 】

以上説明したように本発明によれば、断層像を順次入力する入力期間中は、複数枚の断層像が積み上げられてなるボリューム画像に対する視線方向は、各断層像の面と平行で且つ断層像上の画素の配列方向と平行になるようにしたため、新たに入力した断層像によってボリューム画像が変化しても、変化後にボリューム画像全体を使用して初めから 3 D 画像等の画像を構成する必要がなく、新たに入力した断層像に関連するライン状の画像を構成し、これを既に構成されている画像に追加するだけで済むため、計算量を少なくすることができ、断層像を取り込んでいる最中に 3 D 画像等を逐次表示することができる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明を原理的に説明するために用いた格子点 (断層像) と投影線の関係を示す平面図

【 図 2 】 本発明を原理的に説明するために用いた断層像と視線方向の関係を示す斜視図

【 図 3 】 計測中の処理及び画像表示の内容を示す概念図

【 図 4 】 本発明に係る画像表示装置の全体構成を示すブロック図

【 図 5 】 計測中に 3 D 画像を構成する手順を示すフローチャート

【 図 6 】 計測後の 3 D 画像上で M P R 画像を構成するための切断線を指定する方法を説明するために用いた図

【 図 7 】 計測後の 3 D 画像上で M P R 画像を構成するための切断線を指定する他の方法を説明するために用いた図

#### 【 符号の説明 】

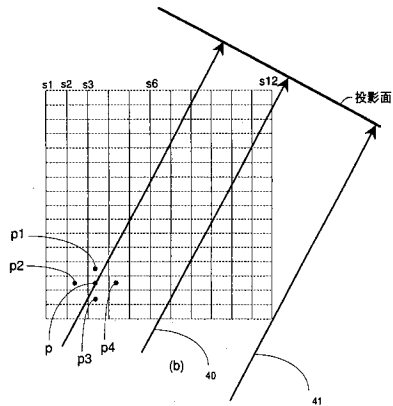
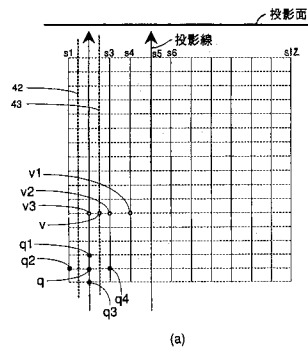
1、2、3 ... 陰影付けに用いる断層像、4、5、6 ... 3 D 画像の一部をなす陰影付けたライン、1 0 ... 磁気ディスク、1 2 ... 主メモリ、1 4 ... 中央処理装置 ( C P U )、1 6 ... 表示メモリ、1 7 ... C R T ディスプレイ ( 表示装置 )、1 8 ... マウス、2 0 ... 黒丸、2 1 ... 白丸、2 2 ... 3 D 画像、2 3 ... 切断面、2 6 ... 高速演算ボード、2 8 ... C T スキャナ、3 0 ... 対角線画素配列方向、4 0、4 1、6 5 0、6 6 0 ... 投影線、6 0 0、6 1 0 ... 3 D 画像上で指定した切断線、6 2 0 ... 3 D 画像上で指定した切断線より求めた切断線、6 3 0 ... M P R 画像、P ... 投影面、s 1 ~ S 1 2 ... 断層像

10

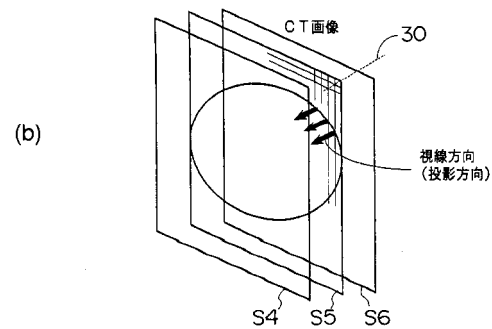
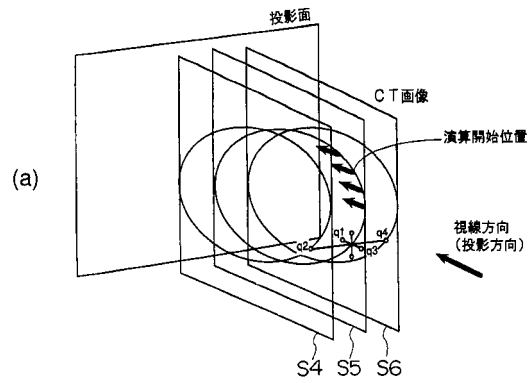
20

30

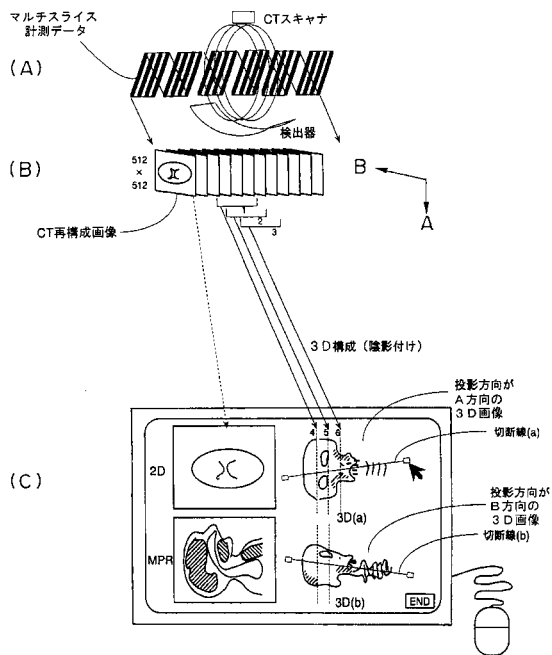
【図 1】



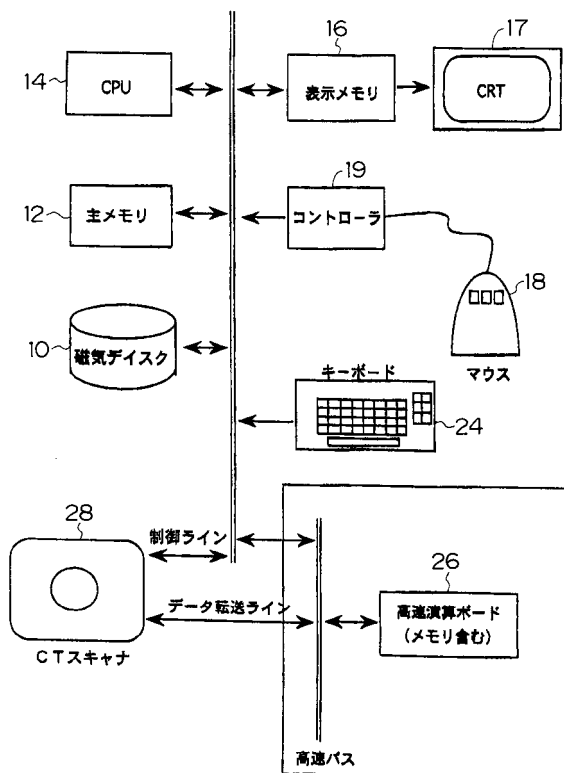
【図 2】



【図 3】

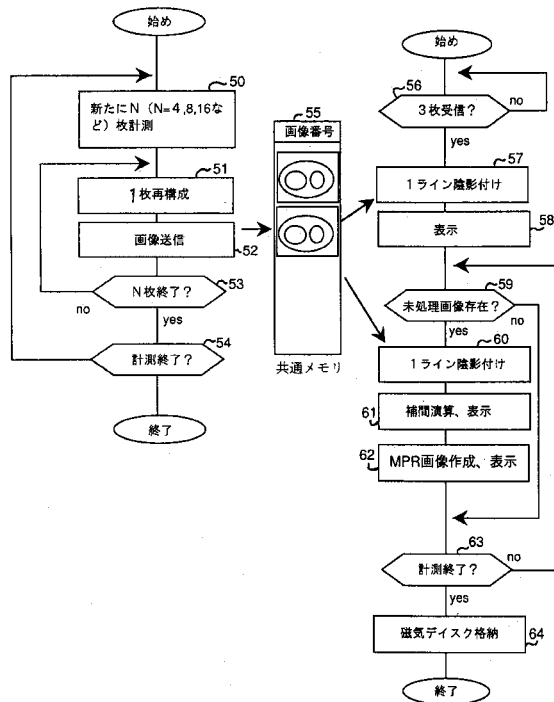


【図 4】

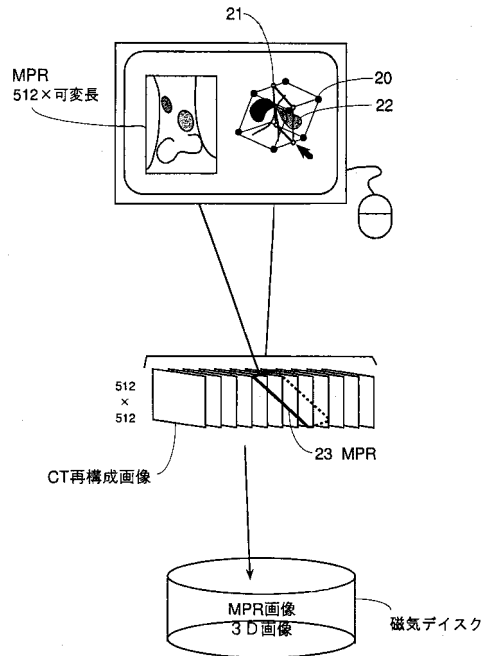




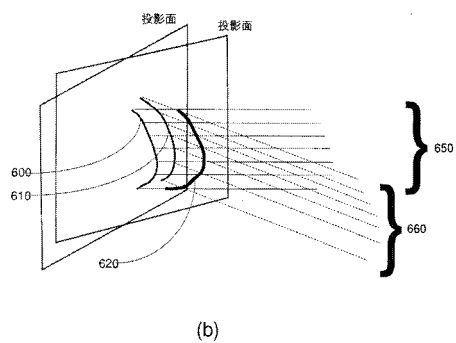
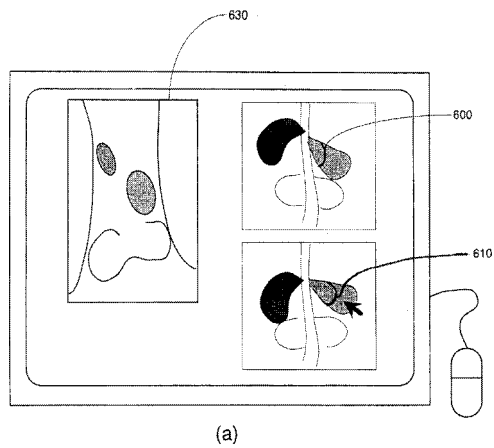
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 高木 博  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立メディコ内
- (72)発明者 矢仲 重信  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立メディコ内
- (72)発明者 宅間 豊  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立メディコ内

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特表平11-508386(JP,A)  
特開平02-036486(JP,A)  
特開平11-219448(JP,A)  
特開平04-055991(JP,A)  
大橋 昭南 外1名, “最近の画像処理技術について”, 電気学会雑誌, 日本, 社団法人電気学会, 1991年 2月20日, 第111巻, 第2号, p. 129-133

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06T 15/00 - 17/50  
G09G 5/00 - 5/40  
CSDB(日本国特許庁)