

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3664336号

(P3664336)

(45) 発行日 平成17年6月22日(2005.6.22)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G 0 6 T 1 5 / 0 0

G 0 6 T 1 5 / 0 0 2 0 0

A 6 1 B 6 / 0 3

A 6 1 B 6 / 0 3 3 6 0 A

G 0 6 T 1 / 0 0

G 0 6 T 1 / 0 0 2 9 0 B

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平8-164901	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成8年6月25日(1996.6.25)		株式会社日立メデイコ
(65) 公開番号	特開平10-11614		東京都千代田区内神田1丁目1番14号
(43) 公開日	平成10年1月16日(1998.1.16)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成15年3月13日(2003.3.13)		弁理士 松浦 憲三
		(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
			株式会社日立メデイコ内
		(72) 発明者	中村 尚子
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メデイコ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げた積上げ三次元画像内における1つの視点位置及び該視点位置からの視線方向を設定し、前記視点位置を起点とした中心投影法を使用して前記視線方向と直交する投影面上に前記三次元画像を陰影付けして投影し、該投影像を疑似三次元画像としてモニタ画面に表示する三次元画像構成法において、

前記視点位置及び視線方向を設定するための工程は、

前記視点位置及び視線方向を初期設定する工程と、

前記初期設定した視点位置及び視線方向を含む第1の面で前記三次元画像を切断してなる第1の断面像を構成し、該第1の断面像をモニタ画面に表示させる工程と、

前記視点位置及び視線方向を示すマーカを前記断面像の平面上に表示させる工程と、

を含むことを特徴とする三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

【請求項2】

前記マーカの位置及び方向を移動させる移動指令を出力し、該移動指令に基づいて前記マーカを前記第1の断面像の平面上で移動させるとともに前記視点位置及び視線方向を更新することを特徴とする請求項1の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

【請求項3】

前記第1の断面像とともに該第1の断面像と直交する第2の断面像を構成する請求項1の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

10

20

【請求項 4】

前記第 1 の断面像を、前記第 1 の断面像と第 2 の断面像との交線を中心に任意の角度だけ回転させる回転指令を出力し、該回転指令に基づいて切断すべき前記第 1 の面を回転させて第 1 の断面像を再構成するとともに前記視線方向を更新することを特徴とする請求項 3 の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

【請求項 5】

前記マーカを前記第 1 の断面像と第 2 の断面像との交線上に表示し、前記マーカを前記交線上の任意の位置に移動させる移動指令を出力し、該移動指令に基づいて前記マーカを前記交線に沿って移動させるとともに前記視点位置を更新することを特徴とする請求項 3 又は 4 の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

10

【請求項 6】

前記交線を前記第 1 の断面像又は第 2 の断面像の平面上で平行に移動させる移動指令を出力し、該移動指令に基づいて前記第 1 の断面像又は第 2 の断面像を再構成するとともに前記視点位置を更新することを特徴とする請求項 3、4 又は 5 の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法。

【請求項 7】

ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げた積上げ三次元画像内における 1 つの視点位置及び該視点位置からの視線方向を設定する設定手段を有し、該設定手段によって設定された前記視点位置を起点とした中心投影法を使用して前記視線方向と直交する投影面上に前記三次元画像を陰影付けして投影し、該投影像を疑似三次元画像としてモニタ画面に

20

表示する三次元画像構成法において、
前記視点位置及び視線方向を設定する前記設定手段は、
前記視点位置及び視線方向を初期設定する初期設定手段と、
前記初期設定した視点位置及び視線方向を含む第 1 の面で前記三次元画像を切断してなる第 1 の断面像を構成し、該第 1 の断面像をモニタ画面に表示させる画像構成手段と、
前記視点位置及び視線方向に基づいて該視点位置及び視線方向を示すマーカを前記第 1 の断面像の平面上に表示させるマーカ表示手段と、
からなることを特徴とする三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定装置。

【請求項 8】

前記マーカの位置及び方向を前記第 1 の断面像内で任意に移動させる移動指令を出力する
指令手段と、
該指令手段からの移動指令に基づいて前記マーカを前記第 1 の断面像の平面上で移動させるとともに前記視点位置及び視線方向を更新する視点情報更新手段と、
を有することを特徴とする請求項 7 の三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定装置。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法及び装置に係り、特に中心投影法によって三次元画像（3D画像）を構成する際に必要なパラメータである視点位置及び視線方向の設定方法及び装置に関する。

40

【0002】**【従来の技術】**

中心投影法は、視点を面でなく点とし、且つこの点としての視点と所定の投影面（視線方向と直交する平面）との間に存在する三次元画像を、視点位置を起点として投影面に投影する方法で、例えば血管や気管支等の内部を内視鏡的に観察する投影像を得る場合に適している（特開平 8 - 1 6 8 1 3 号公報参照）。また、上記中心投影法における視点位置及び視点方向を適宜更新することにより内視鏡的な動きを模擬した投影像を得ることができる。

【0003】

50

そして、上記の視点を管状物体の内腔の奥行き方向に移動させる場合は、中心投影法によって作成された疑似三次元画像の表示画面を参照して、次の視点位置及び視線方向（投影面の角度）を適宜設定し、これにより表示画面を順次更新するようにしている（特願平7-231496号明細書参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような二次元面としての投影面に投影された疑似三次元画像を観察しながらその疑似三次元画像の中で視点位置及び視線方向を設定していたため、上記疑似三次元画像では奥行き情報が分からず、所望の疑似三次元画像を得るためにはオペレータは思考錯誤的に視点位置及び視線方向の設定作業を行わなければならない、作業効率が悪いとともに、視点設定に時間がかかっていた。また、上記中心投影法によって作成された疑似三次元画像では、例えば、血管の内壁を示す表示画面の場合、被検体内のどこの血管が表示されているかが把握しにくいという問題があった。更に、視点の移動距離が大きすぎて視点が管状物体の内腔から外れて壁部内部に入ってしまうことがあり、意図した視点移動後の疑似三次元画像が得られないことがあった。

10

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、被検体の対象部位を内視鏡的に内側から見た疑似三次元画像を作成する際の視点位置の把握及び設定が容易であると共に、視点設定が短時間で行うことができ、且つ意図した視点移動後の疑似三次元画像が得られる三次元画像構成方法における視点位置及び視線方向の設定方法及び装置を提供することを目的とする。

20

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げた積上げ三次元画像内における1つの視点位置及び該視点位置からの視線方向を設定する設定手段を有し、該設定手段によって設定された前記視点位置を起点とした中心投影法を使用して前記視線方向と直交する投影面上に前記三次元画像を陰影付けして投影し、該投影像を疑似三次元画像としてモニタ画面に表示する三次元画像構成法において、前記視点位置及び視線方向を設定する前記設定手段は、前記視点位置及び視線方向を初期設定する初期設定手段と、前記初期設定した視点位置及び視線方向を含む第1の面で前記三次元画像を切断してなる第1の断面像を構成し、該第1の断面像をモニタ画面に表示させる画像構成手段と、前記視点位置及び視線方向に基づいて該視点位置及び視線方向を示すマーカを前記第1の断面像の平面上に表示させるマーカ表示手段と、からなることを特徴としている。

30

【0007】

本発明によれば、初期設定手段によって視点位置及び視線方向を初期設定し、画像構成手段によって前記初期設定した視点位置及び視線方向を含む第1の面で前記三次元画像を切断してなる第1の断面像を構成し、この第1の断面像をモニタ画面に表示させる。そして、マーカ表示手段によって第1の断面像の平面上に視点位置及び視線方向を示すマーカを表示させる。

【0008】

これにより、モニタ表示された疑似三次元画像の視点位置及び視線方向の把握及び設定が容易になる。

40

また、前記マーカの位置及び方向を移動させる移動指令を出力し、この移動指令に基づいて前記マーカを前記第1の断面像の平面上で移動させるとともに前記視点位置及び視線方向を更新するようにすることにより、視点位置及び視線方向の設定が容易になり、短時間で視点位置及び視線方向の設定を行うことができるようになる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って本発明に係る三次元画像構成法における視点位置及び視線方向の設定方法及び装置について詳説する。

50

まず、三次元画像の構成方法において、中心投影による座標変換について述べる。中心投影による投影面への各断層像の投影に当たっての、各断層像の画素座標の投影面上の座標への変換は次のように行われる。

【0010】

図9に示す例では、説明を簡単化するため投影面と断層像面、更にはx - y面が各々平行であるように座標系をとっている。この図9において、x, y, zは三次元座標系(x, y, z)の各軸、e点(x1, y1, d1)は視点eの位置、P点(X, Y)は投影面(表示画面に相当する)21上の点、S点(x0, y0, d0)はe点(x1, y1, d1)とP点(X, Y)を通る直線22と断層像23Aと交わる点、である。

【0011】

また、Dは投影面21の位置(z軸上)で、任意に設定可能である。

d0は断層像23Aの位置(z軸上)で、計測時に決まる。

d1は視点eのz座標、である。

これによれば、次の式が成り立つ。

【0012】

【数1】

$$X = \{ (D - d1) / (d0 - d1) \} \times (x0 - x1) + x1 \quad \dots (1)$$

$$Y = \{ (D - d1) / (d0 - d1) \} \times (y0 - y1) + y1 \quad \dots (2)$$

$$x0 = \{ (d0 - d1) / (D - d1) \} \times (X - x1) + x1 \quad \dots (3)$$

$$y0 = \{ (d0 - d1) / (D - d1) \} \times (Y - y1) + y1 \quad \dots (4)$$

投影された画像を投影面21に相当する表示画面(図示せず)上に、縦512画素×横512画素で表示するとき、X, Yは-256から+256までの値を取る。それぞれのX, Yに対してd0の断層像23A上では上掲(3), (4)式によりx0, y0が決まり、どの点を投影すべきかが決まる。断層像23Aは複数あって、d0も複数個あるので、1組のX, Yに対して複数の投影すべき点x0, y0が決まる。

【0013】

同様の座標系において、断層像23Aの他にも断層像23B~23Eを用意し、y軸方向から見た図を図10(a)に示す。この図10(a)において、断層像23A~23Eは同一対象物について同一方向に等間隔で得られた断層像(図示例では等間隔であるが、必ずしも等間隔である必要はない)であり、断層像23Bには、臓器領域B1, B2, B3が強調して書いてある。臓器領域B1, B2, B3を投影面21に投影するとB1', B2', B3'となる。同様に、断層像23Cの臓器領域C1, C2を投影面21に投影するとC1', C2'となる。ここで、投影データ(ここでは、B1', B2', B3'; C1', C2')を表示メモリ(図示せず)に書く時は、三次元的効果を出すために、視点eから見てより遠くに存在する投影データを先に書き込み、それより近くの投影データは後から上書きする。したがってここでは、臓器領域C1, C2より臓器領域B1, B2, B3の方が視点eより遠くに存在するので、投影データB1', B2', B3'を先に書いて、投影データC1, C2は後から上書きすることになる。なお図10(a)では、投影データB1', B2', B3'; C1', C2'は各々投影面21から離して示しているが、これは表示メモリに書き込み投影データB1', B2', B3'; C1', C2'の順番を判り易くしたために過ぎず、最初に書かれる投影データB1', B2', B3'も、それに上書きされる投影データC1', C2'も実際には投影面21上に書かれる。

【0014】

図10(b)は、図10(a)よりも一般化して示したもので、投影面と断層像面が平行でない場合の例である。この場合は、断層像23A, 23B, 23C...から補間演算で投影面21と平行な面に向けられた断層像23a, 23b, 23c...を作っておく必要がある。その他は、図10(a)の場合と同様である。なお、b1'; c1', c2'; d1'は、補間演算された断層像23b, 23c, 23d上の臓器領域b1; c1, c2; d1の投影データである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

図 1 1 は、視点、断層像及び投影面がより複雑な位置関係をもった場合の中心投影による座標変換を説明するための図で、断層像 2 3 上の S 点 (x_0, z_0, y_0) の投影結果が投影平面上の P 点 (x, y, z) になることを示す。

この図 1 1 において、中心投影による投影平面 2 1 への断層像 2 3 の投影に当たっての、断層像 2 3 の画素座標の投影平面 2 1 上の座標への変換は次のように行われる。

【 0 0 1 6 】

ここで、

a は x 軸と投影平面 2 1 の交わる点、

b は y 軸と投影平面 2 1 の交わる点、

c は z 軸と投影平面 2 1 の交わる点、

である。

【 0 0 1 7 】

また、

は原点から投影平面 2 1 に下ろした垂線を z - x 面に投影した線が x 軸となす角

は前記垂線が z - x 面となす角

e 点 (x_1, y_1, z_1) は視点 e の位置、

P 点 (x, y, z) は投影面 (表示画面に相当する) 2 1 上の点、

S 点 (x_0, z_0, y_0) は e 点 (x_1, y_1, z_1) と P 点 (x, y, z) を通る直線 2 2 と断層像 2 3 の交わる点、

とすると、次の式が成り立つ。

【 0 0 1 8 】

まず、投影平面 2 1 は

【 0 0 1 9 】

【 数 2 】

$$(x/a) + (y/b) + (z/c) = 1 \quad \dots (5)$$

で表わされる。

また、e 点 (x_1, y_1, z_1) と P 点 (x, y, z) を通る直線 2 2 は

【 0 0 2 0 】

【 数 3 】

$$(x_0 - x) / (x_1 - x) = (y_0 - y) / (y_1 - y) = (z_0 - z) / (z_1 - z) \quad \dots (6)$$

で与えられる。

投影平面 2 1 が C 1 点 (x_{c1}, y_{c1}, z_{c1}) を通るとき、

【 0 0 2 1 】

【 数 4 】

$$k_1 = \sin$$

$$k_2 = \cos / \sin$$

$$k_3 = \cos \cdot \cos / \sin$$

$$a_i = 1/a$$

$$b_i = 1/b$$

$$c_i = 1/c$$

として、

【 0 0 2 2 】

【 数 5 】

$$z = [X \cdot k_1 - Y \cdot k_2 - y_{c1} \cdot k_3 - \{ (c_i \cdot k_3 \cdot z_{c1}) / b_i \} + \{ (a_i \cdot k_3 \cdot X) / (b_i \cdot \cos) \}] - \{ (a_i \cdot k_3 \cdot x_{c1}) / b_i \} / [1 - \{ (c_i \cdot k_3) / b_i \} + \{ (a_i \cdot k_3 \cdot \sin) / (b_i \cdot \cos) \}] \quad \dots (7)$$

$$x = (X - z \cdot \sin) / \cos \quad \dots (8)$$

10

20

30

40

50

$$y = [y_{c1} + \{-c_i \cdot (z - z_{c1}) - a_i \cdot (x - x_{c1})\}] / b_i \dots (9)$$

ここで、上記C1点 (x_{c1}, y_{c1}, z_{c1}) には、例えば、視点 $e(x_1, y_1, z_1)$ から投影平面21に下ろした垂線と投影平面21の交わる点(この点と視点 e 間の距離は h)として、

【0023】

【数6】

$$z_{c1} = z_1 + - [h / \text{sqrt}\{1 + (c^2 / a^2) + (c^2 / b^2)\}]$$

(「 $z_1 + -$ 」の「 $-$ 」は $z_0 < z_{c1}$ のとき) ... (10)

$$x_{c1} = x_1 + \{c \cdot (z_1 - z_{c1}) / a\} \dots (11)$$

$$y_{c1} = y_1 + \{c \cdot (z_1 - z_{c1}) / b\} \dots (12)$$

を使ってもよい。

【0024】

投影された画像を投影平面21に相当する表示画面(図示せず)上に、縦512画素×横512画素で表示するとき、 X, Y は-256から+256までの値を取る。それぞれの X, Y に対して上掲(7)、(8)、(9)式により x, y が決まる。 e 点の x_1, y_1, z_1 は任意に与えるので、下掲(13)、(14)式により、 $y_0 = d_0$ の断層像上で画素 S 点の座標 x_0, z_0 が決まる。

【0025】

【数7】

$$x_0 = \{(d_0 - y) / (y_1 - y)\} \times (x_1 - x) + x \dots (13)$$

$$z_0 = \{(d_0 - y) / (y_1 - y)\} \times (z_1 - z) + z \dots (14)$$

断層像は複数あって、 d_0 も複数個あるので、1組の X, Y に対して複数の投影すべき点 x_0, y_0 が決まる。

【0026】

なお、図11中の R は視点 e から S 点までの距離を示すもので、この R は P 点の画素値(輝度)を求める際のパラメータとなる。 P 点の画素値は、設定された画素値(輝度)の最大値 R_{max} から上記 R を引算した値に比例する。この P 点は表示メモリ上では(,)点に対応するので(,)点に前記画素値を格納する。

【0027】

以上のような座標変換を、表示画面に相当する投影平面21上の全ての点について行う。また、全ての断層像23について行う。更に、構成された結果像である三次元画像に対して行っても、あるいは構成前の1枚、1枚の断層像に対して行ってもよい。

次に本発明が適用される三次元画像構成装置について説明する。図1は、三次元画像構成装置のハードウェア構成を示すブロック図である。この三次元画像構成装置は、例えばX線CT装置やMRI装置などの医用画像診断装置で被検体の対象部位について収集した医用画像データを記録し表示するもので、各構成要素の動作を制御する中央演算処理装置(CPU)50と、装置の制御プログラムが格納された主メモリ52と、複数の断層像及び画像再構成プログラム等が格納された磁気ディスク54と、再構成された画像データを表示するために記憶する表示メモリ56と、この表示メモリ56からの画像データを表示する表示装置としてのCRT58と、位置入力装置としてのマウス60と、マウス60の状態を検出してCRT58上のマウスポインタの位置やマウス60の状態等の信号をCPU50に出力するマウスコントローラ62と、各種の操作指令等を入力するキーボード64と、上記各構成要素を接続する共通バス66とから構成される。

【0028】

このように構成された三次元画像構成装置の作用について図2のフローチャートを用いて説明する。

初めに、被検体の器官内部をCRT58に三次元画像表示する際の視点位置と視線方向を設定する(ステップ200)。具体的には、磁気ディスク54から対象領域の断層像の画像データを読み出し、この対象領域の断層像を順次CRT58に表示する。オペレータは所望の断層像の表示時に、マウス60を操作して視点位置 e を指定する。また、キーボー

10

20

30

40

50

ド 6 4 から前記視点位置 e からの視線方向を示す角度 θ を入力する。

【 0 0 2 9 】

即ち、図 3 に示すように視点位置 e を同図矢印 5 0 0 の基端に設定し、視線方向を同図矢印 5 0 0 の示す方向に設定する場合、被検体の置かれた空間に設定された三次元座標系 (x, y, z) (以下、絶対座標系と称す) における視点位置 e ($e x 0, e y 0, e z 0$) の座標を上述したように所望の断層像が表示された画面上でマウス 6 0 によって設定する。そして、原点を通り、方向が視線方向 (同図矢印 5 0 0 の方向) と等しい直線上の点を q ($q x, q y, q z$) とした場合に、線分 O q を x - z 平面に投影した線と x 軸とのなす角 θ と、線分 O q と x - z 平面とのなす角 ϕ をキーボード 6 4 から入力して視線方向を設定する。

10

【 0 0 3 0 】

視点位置 e 及び視線方向を入力すると、CPU 5 0 は磁気ディスク 5 4 から断層像の画像データを読み出し、上述した中心投影法を使用して視点位置 e から視線方向に器官内部を見た場合の疑似三次元画像を構成する。そして、この疑似三次元画像を表示メモリ 5 6 に出力し、図 4 (a) に示すような疑似三次元画像を CRT 5 8 に表示する (図 2 ステップ 2 0 2) 。

【 0 0 3 1 】

次に、この疑似三次元画像が表示された画面において、上記疑似三次元画像の視点位置 e 又は視線方向を確認したい場合や、視点位置 e 又は視線方向を変更したい場合には、マウス 6 0 又はキーボード 6 4 によって画面の切り替えを指示する。画面の切り替えを指示すると、図 4 (b) に示すような絶対座標系における視点位置 e 及び視線方向を示す画面が CRT 5 8 に表示される (図 2 ステップ 2 0 4) 。この表示画面では、対象部位が、視点位置 e を含み且つ視線方向に垂直な平面 5 0 3 と、視点位置 e 及び視線方向を含む平面 5 0 5 で切断され、その断面像が視点位置 e 及び視線方向を示す矢印 5 0 0 とともに平行投影法によって表示される。尚、平行投影法は、図 5 に示すように絶対座標系 (x, y, z) の角度 θ_1, θ_2 で示される所定方向に設定した投影面 (視点面) に対象部位を平行投影するものである。この投影面は、キーボード 6 4 からの指示によって任意方向に回転させるようにしてもよい。

20

【 0 0 3 2 】

また、図 4 (a) 、 (b) は、画像を切り替えて表示しているが、同一の画面上に左右上下に並べて表示してもよい。

30

この画面により視点位置 e 及び視線方向を確認することができるとともに視点位置 e 及び視線方向を変更することができる。尚、この視点位置 e 及び視線方向を示した画面においてマウス 6 0 又はキーボード 6 4 によって再度画面の切り替えを指示すると、再度上記疑似三次元画像が表示される。

【 0 0 3 3 】

さて、この図 4 (b) に示した画面を表示する際に、CPU 5 0 は以下の演算処理を行う。上述のように図 4 (b) に示した画面への切り替えが指示されると、CPU 5 0 は矢印 5 0 0 、平面 5 0 3 、平面 5 0 5 の式を求める幾何学的計算を行う。

まず、矢印 5 0 0 の方向を示す線分 (直線) の式について説明すると、CPU 5 0 は、キーボード 6 4 から又はプログラム中の定数として与えられた視線方向を示す θ, ϕ から図 3 で説明したように点 q ($q x, q y, q z$) を求め、マウス 6 0 から又はプログラム中の定数として与えられた視点位置 e ($e x 0, e y 0, e z 0$) を通り、点 q ($q x, q y, q z$) と原点を通る直線に平行な線分 (直線) の式を求める。

40

【 0 0 3 4 】

この直線は、

【 0 0 3 5 】

【 数 8 】

$$(x - e x 0) / q x = (y - e y 0) / q y = (z - e z 0) / q z \dots (1 0 0)$$

で与えられる。

50

ただし、 q_x , q_y , q_z は、

【0036】

【数9】

$$q_x = \cos \theta \cdot \cos \phi$$

$$q_y = \sin \theta$$

$$q_z = \cos \theta \cdot \sin \phi$$

である。

【0037】

この式から矢印500の方向を示す線分(直線)の通る座標点を求める。

次に、平面503と平面505の式を求める前に、まずこれらの平面の交線である直線1 10
の式を求める。直線1は、

【0038】

【数10】

$$(x - e_{x0}) / L = (y - e_{y0}) / M = (z - e_{z0}) / N \dots (101)$$

の式で与えられる。

ここで、 L , M , N は、

【0039】

【数11】

$L \cdot q_x + M \cdot q_y + N \cdot q_z = 0$ ((100)式で示した直線と(101)
式で示した直線1との直交条件)、

20

かつ、

【0040】

【数12】

$$\sin \theta = M / \sqrt{L^2 + M^2 + N^2}$$

を満たす相対値(実数倍したものも許す)である。

ただし、 θ は直線1と $x-z$ 平面のなす角で、初期値はキーボード64から入力するよう
にしてもよいし、または、プログラム中の定数として与えてもよい。

【0041】

そして、平面503は視点位置 $e(e_{x0}, e_{y0}, e_{z0})$ を通り視線方向に垂直であ
るという条件から、

30

【0042】

【数13】

$$q_x \cdot (x - e_{x0}) = q_y \cdot (y - e_{y0}) = q_z \cdot (z - e_{z0}) \dots (102)$$

の式で与えられる。

また、平面505は、

【0043】

【数14】

$$A \cdot (x - e_{x0}) = B \cdot (y - e_{y0}) = C \cdot (z - e_{z0}) \dots (103)$$

となる。

ただし、 A , B , C は、平面505の式が視線方向に平行であるという条件から

40

【0044】

【数15】

$$A \cdot q_x + B \cdot q_y + C \cdot q_z = 0$$

また、直線1にも平行な平面であるという条件から、

【0045】

【数16】

$$A \cdot L + B \cdot M + C \cdot N = 0$$

を満たす相対値である。

これらの平面503及び平面505の式から、MPR(任意断面変換表示)の手法を用い
て対象部位の平面503及び平面505上の断面像を構成する。

50

【 0 0 4 6 】

以上、矢印 5 0 0、平面 5 0 3 及び平面 5 0 5 で切断された対象部位の表面像から図 4 (b) で示した画面を C R T 5 8 に表示することができる。尚、図 4 (b) に点線で示した矢印は以下に示す視点位置 e 及び視線方向の変更の際にマウス 6 0 やキーボード 6 4 によって変更可能な方向を示すものであり、実際にはこれらの矢印は表示されず図 5 (a) のように表示される。

【 0 0 4 7 】

尚、図 4 (b) で示した各断面の境界線は、表示しても表示しなくてもよい。また、図 4 (b) で示した各断面を含む画像は、M P R 画像に限らず、デプス法やポリウムレンダリング法を用いた画像でもよい。

10

次に上記図 4 (b) の画面において、視点位置 e 又は視線方向を変更する場合について説明する。視点位置 e 又は視線方向を変更する場合、画面上においてマウス 6 0 等で矢印 5 0 0 の位置又は方向を移動させる (図 2 ステップ 2 0 6) 。 C P U 5 0 はこの結果、変更された矢印 5 0 0 の位置と方向を検出し、新たな視点位置 e 及び視線方向を決定し、上述したようにこの視点位置 e 及び視線方向における疑似三次元画像を構成する (図 2 ステップ 2 0 8) 。

【 0 0 4 8 】

まず、視点位置 e を変更する場合について説明すると、この場合には、矢印 5 0 0 の基端を図 4 (b) の点線矢印 5 0 0 A の方向にマウス 6 0 でドラッグし、視点位置 e を直線 1 に沿った方向に移動させる。又は、キーボード 6 4 からの指示によって矢印 5 0 0 の基端を図 4 (b) の点線矢印 5 0 0 B 又は 5 0 0 C の方向に移動させ、視点位置 e を平面 5 0 3 又は平面 5 0 5 内で且つ x - z 面に平行な方向に移動させる。これにより、視点位置 e を任意位置に変更することができる。例えば、図 6 (a) に示した視点位置 e を図 6 (b) のように直線 1 に沿った方向に移動させる場合、直線 1 の方程式 (1 0 0) を、

20

【 0 0 4 9 】

【 数 1 7 】

$$(x - e x 0) / L = (y - e y 0) / M = (z - e z 0) / N = v$$

とすると、

【 0 0 5 0 】

【 数 1 8 】

$$x = e x 0 + L \cdot v$$

$$y = e y 0 + M \cdot v$$

$$z = e z 0 + N \cdot v$$

となるので、マウス 6 0 のドラッグ距離を v に比例させれば新たな視点位置が決まる。

【 0 0 5 1 】

また、図 6 (c) のように視点位置 e を平面 5 0 3 内で x - z 面に平行に移動させる場合、上記視点位置 e を直線 1 上で移動させる場合と同様に、視点位置 e を通り、直線 1 と垂直方向な直線にそって視点を移動するように変更すればよい。

次に視線方向を変更する場合について説明すると、この場合には、図 4 (b) に示した P T 3 を図 4 (b) の点線矢印 5 0 0 D の方向にマウス 6 0 でドラッグし、直線 1 を回転軸として平面 5 0 5 とともに視線方向を回転させる。又は、矢印 5 0 0 の先端 d を図 4 (b) の点線矢印 5 0 0 E の方向にマウス 6 0 でドラッグし、平面 5 0 5 内で視線方向を回転させる。これにより、視線方向を任意方向に変更することができる。

40

【 0 0 5 2 】

例えば、図 6 (d) のように P T 3 をマウス 6 0 でドラッグして直線 1 を回転軸として視線方向を回転させる場合、視線方向はマウス 6 0 でドラッグされた長さに比例した角度だけ直線 1 を中心にして回転する (図 7 (b) 参照) 。

このとき、新たな視線方向と平行な直線は、

【 0 0 5 3 】

50

【数19】

$$(x - e_x 0) / q_x' = (y - e_y 0) / q_y' = (z - e_z 0) / q_z' \quad \dots (104)$$

ここで q_x' , q_y' , q_z' は、

【0054】

【数20】

$$q_x' \cdot q_x' + q_y' \cdot q_y' + q_z' \cdot q_z' = 1$$

で、新たな視線方向は、直線 1 に垂直で視点位置 e を通る平面

【0055】

【数21】

$$L \cdot (x - e_x 0) + M \cdot (y - e_y 0) + N \cdot (z - e_z 0) = 0 \dots (105)$$

と平行なので、

【0056】

【数22】

$$q_x' \cdot L + q_y' \cdot M + q_z' \cdot N = 0$$

であり、直線 (100) と角度 θ で交わるので、

【0057】

【数23】

$$\cos \theta = q_x' \cdot q_x + q_y' \cdot q_y + q_z' \cdot q_z$$

を満たす相対値である。

従って、新たな視線方向を示す q_x' , q_y' , q_z' は、

【0058】

【数24】

$$q_x' = \cos \theta \cdot \cos \alpha$$

$$q_y' = \sin \alpha$$

$$q_z' = \cos \theta \cdot \sin \alpha$$

を満たす角度として求まる。当然、平面 505 も新たな視線方向に平行に再設定する(式 (103) 参照)。平面 503 を平面 505 に直角に再設定するには式 (102) を使えるが、必ずしも直角にする必要はない。

【0059】

また、図 6 (e) のように矢印 500 の先端 d をマウス 60 でドラッグして平面 505 内で視線方向を回転させる場合、視線方向はマウス 60 でドラッグされた長さに比例した角度 θ だけ平面 505 内で回転させる。

このとき、新たな視線方向と平行な直線は、

【0060】

【数25】

$$(x - e_x 0) / q_x' = (y - e_y 0) / q_y' = (z - e_z 0) / q_z' \quad \dots (104)$$

ここで q_x' , q_y' , q_z' は

【0061】

【数26】

$$q_x' \cdot q_x' + q_y' \cdot q_y' + q_z' \cdot q_z' = 1$$

で、新たな視線方向は、平面 505

【0062】

【数27】

$$A \cdot (x - e_x 0) + B \cdot (y - e_y 0) + C \cdot (z - e_z 0) = 0$$

と平行なので、

【0063】

10

20

30

40

50

【数28】

$$q x' \cdot A + q y' \cdot B + q z' \cdot C = 0$$

であり、直線(100)と角度で交わるので、

【0064】

【数29】

$$\cos = q x' \cdot q x + q y' \cdot q y + q z' \cdot q z$$

を満たす相対値である。

従って、新たな視線方向、は、

【0065】

【数30】

$$q x' = \cos \cdot \cos$$

$$q y' = \sin$$

$$q z' = \cos \cdot \sin$$

を満たす角度として求まる。平面503を視線方向に垂直に再設定するには、式(102)を使えるが、必ずしも垂直にする必要はない。

【0066】

このようにして、視点位置e、視線方向を変更して、マウス60又はキーボード64によって再度画面の切り替えを指示すると、新たな視点位置eと視線方向で器官内部の疑似三次元画像が構成されてCRT58に表示される。

尚、視点の周囲をより広く見たい場合は、図8のように対象部位を視点位置eを含み且つ視線方向に垂直な平面(上記平面503に相当)で切断した断面像と、視点位置e及び視線方向を含む平面(上記平面505に相当)で切断した断面像とを交互に切り替え表示するようにしてもよい。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、視点位置及び視線方向を初期設定し、初期設定した視点位置及び視線方向を含む第1の面で三次元画像を切断してなる第1の断面像を構成し、この第1の断面像をモニタ画面に表示させる。そして、第1の断面像の平面上に視点位置及び視線方向を示すマーカを表示させる。これにより、モニタ表示された疑似三次元画像の視点位置及び視線方向の把握及び設定が容易になる。

【0068】

また、前記マーカの位置及び方向を移動させる移動指令を出力し、この移動指令に基づいて前記マーカを前記第1の断面像の平面上で移動させるとともに前記視点位置及び視線方向を更新するようにしたことにより、視点位置及び視線方向の設定が容易になり、短時間で視点位置及び視線方向の設定を行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、三次元画像構成装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、三次元画像構成装置の作用を示したフローチャートである。

【図3】図3は、視点位置及び視線方向を示した説明図である。

【図4】図4は、疑似三次元画像及び視点位置及び視線方向を示す断面像を示した図である。

【図5】図5は、平行投影法の説明図である。

【図6】図6は、視点位置、視線方向の内容を示した説明図である。

【図7】図7は、視点位置、視線方向を変更する際の幾何学的計算の説明に用いた説明図である。

【図8】図8は、視点位置及び視線方向を示す断面像の一表示例を示した図である。

【図9】図9は、三次元画像構成方法における断層像画素座標の投影面上の座標への変換を説明するための図である。

【図10】図10は、複数の断層像についての画素座標の投影面上の座標への変換を説明するための図である。

10

20

30

40

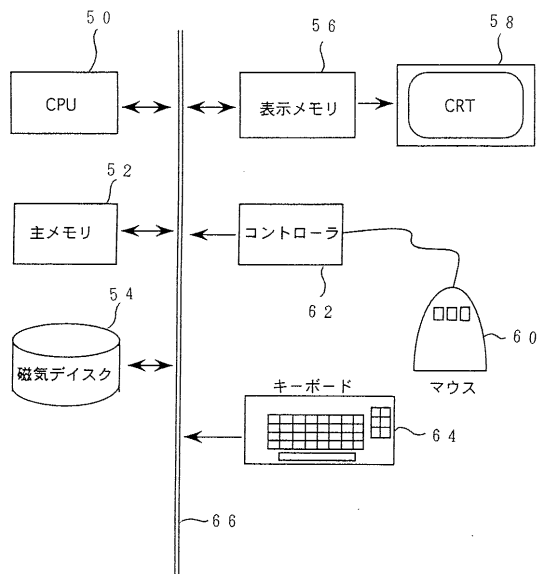
50

【図11】図11は、視点、断層像及び投影面がより複雑な位置関係をもった場合の中心投影による座標変換を説明するための図である。

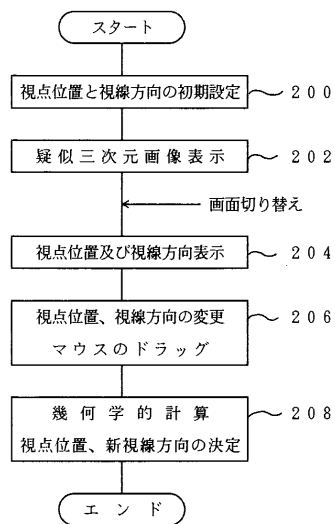
【符号の説明】

- 50 ... CPU
- 52 ... 主メモリ
- 54 ... 磁気ディスク
- 56 ... 表示メモリ
- 58 ... CRT
- 60 ... マウス
- 62 ... マウスコントローラ
- 64 ... キーボード

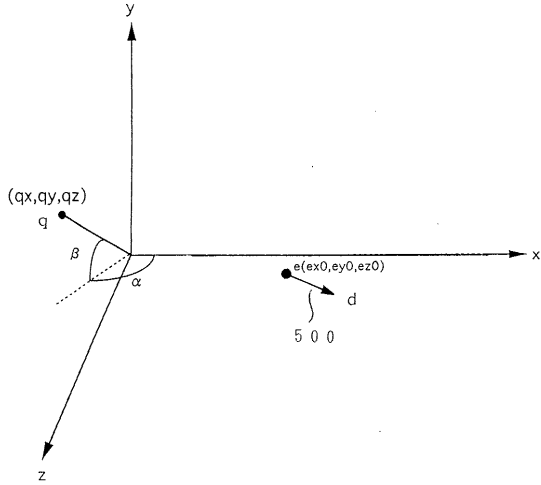
【図1】



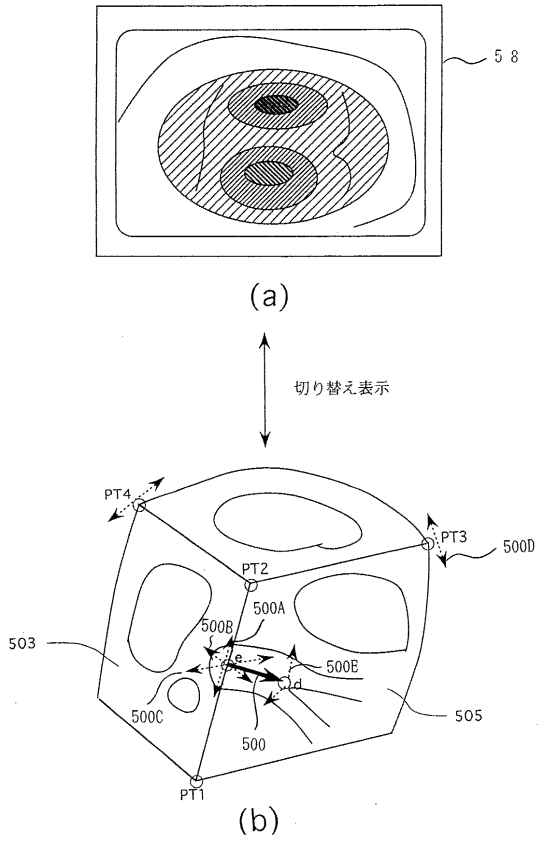
【図2】



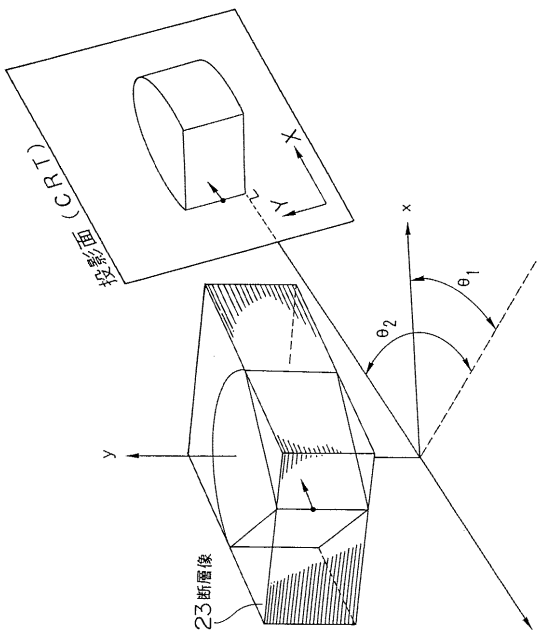
【 図 3 】



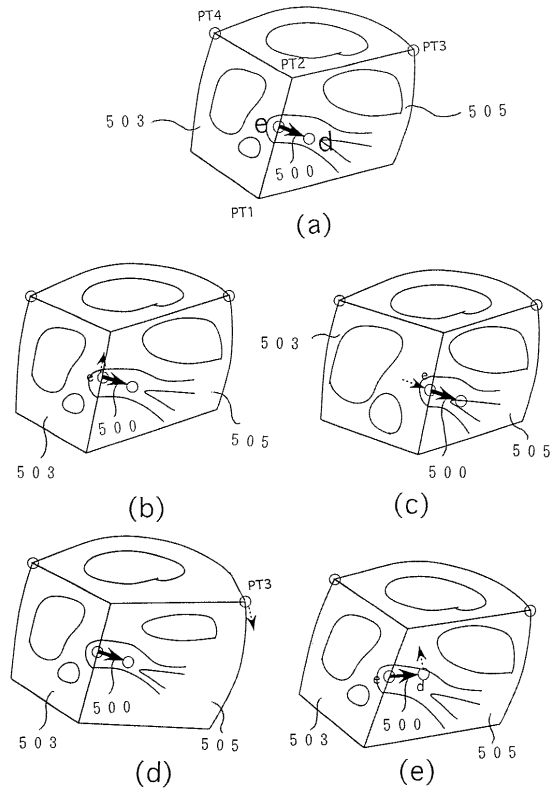
【 図 4 】



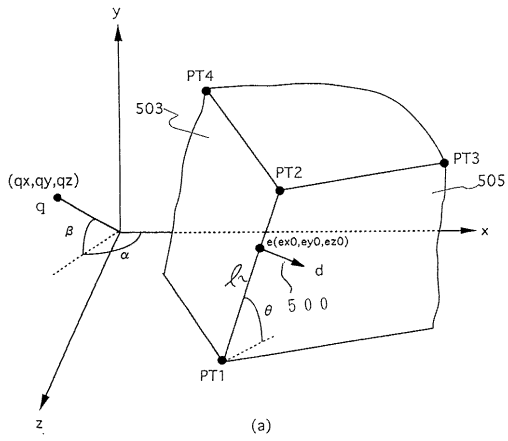
【 図 5 】



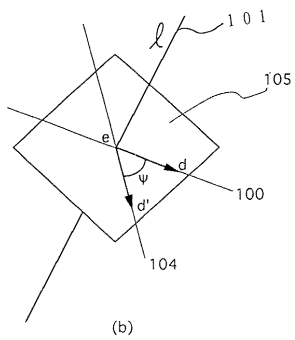
【 図 6 】



【図7】

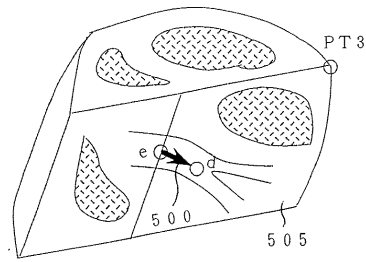


(a)

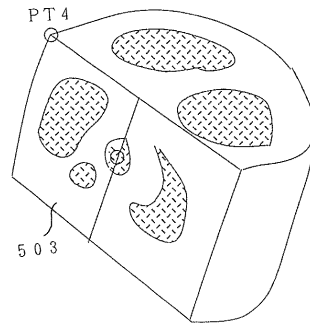


(b)

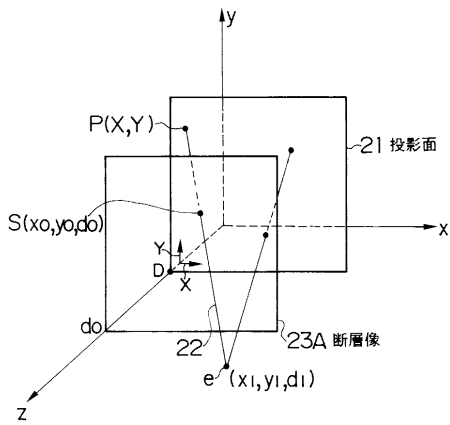
【図8】



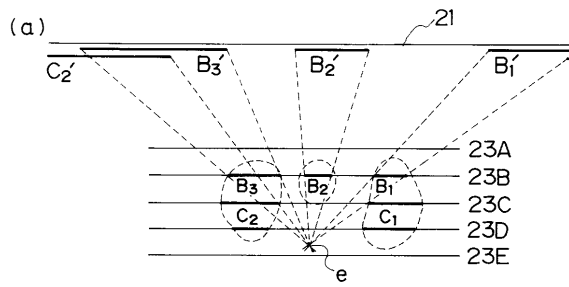
切り換え表示



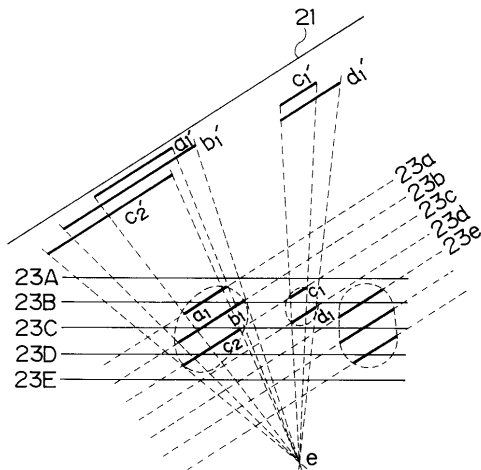
【図9】



【図10】



(b)



フロントページの続き

- (72)発明者 齋藤 巻江
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 永尾 朋洋
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

審査官 岡本 俊威

- (56)参考文献 特開平7-210704(JP,A)
特開平3-231643(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G06T 1/00,7/00,15/00
A61B 6/03