

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 305037

(P2003 - 305037A)

(43)公開日 平成15年10月28日(2003.10.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-コ-ド^{*} (参考)

A 6 1 B 6/03
5/055
G 0 1 R 33/32
G 0 6 T 17/40

360

A 6 1 B 6/03
G 0 6 T 17/40
A 6 1 B 5/05
G 0 1 N 24/02

360 G 4 C 0 9 3
A 4 C 0 9 6
380 5 B 0 5 0
520 Y

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 12数)

(21)出願番号 特願2003 - 133430(P2003 - 133430)
(62)分割の表示 特願平6 - 3492の分割
(22)出願日 平成6年1月18日(1994.1.18)

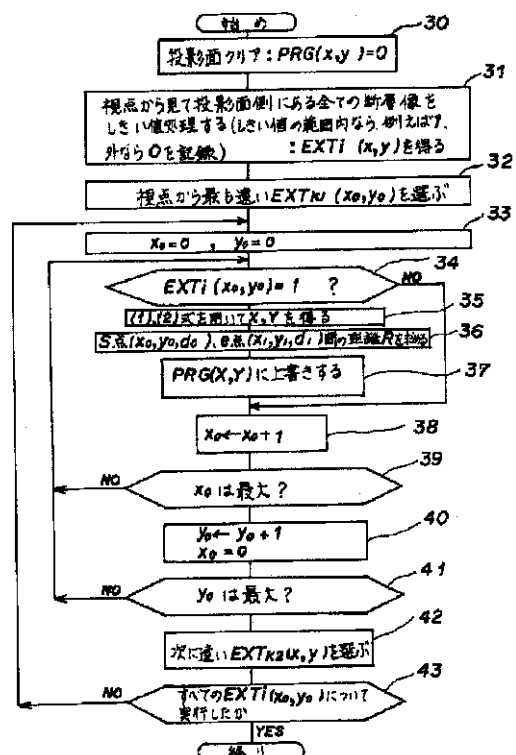
(71)出願人 000153498
株式会社日立メディコ
東京都千代田区内神田1丁目1番14号
(72)発明者 後藤 良洋
東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式
会社日立メディコ内
(74)代理人 100093872
弁理士 高崎 芳紘
Fターム(参考) 4C093 AA22 AA27 CA21 CA23 FF42
4C096 AB41 AD14 DC36 DC38
5B050 AA02 BA03 CA07 EA27 EA28
FA02

(54)【発明の名称】 三次元画像の構成方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げて積上げ三次元画像を得、これを任意の方向から見た二次元画像に陰影づけを行って三次元画像として構成する方法において、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得る。

【構成】 中心投影により複数の断層像を投影面に投影するステップ11と、投影された各断層像の画素座標に、陰影づけアルゴリズムに従って画素値を与えて陰影づけするステップ12とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体の積上げ画像を形成する複数の断層画像のうちの何れかの断層画像面上又は断層画像間に視点を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項 2】 視点、被検体の複数の断層画像及び投影面を設定する際に、前記複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から前記第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、前記視点、複数の断層画像及び投影面を配置するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項 3】 複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、視点、複数の断層画像及び投影面を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項 4】 複数の断層画像を得るステップと、視点を設定するステップと、前記選択した方向に選択した距離を離されるとともに、前記視点を少なくとも選択した方向に選択した距離を離されるように、投影面を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元

元画像構成方法。

【請求項 5】 複数の断層画像が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 1 の視点及び第 1 の投影面を配置するステップと、中心投影法によって第 1 の視点から見た第 1 の投影面上に第 1 の被検体の内部から見た三次元画像を得るステップと、第 2 の視点が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 2 の視点を設定すると共に、第 2 の投影面が第 2 の視点に対して第 1 の視点と第 1 の投影面との位置関係が変わらない位置とするように第 2 の投影面を設定するステップと、中心投影法によって第 2 の視点から見た第 2 の投影面上に第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を得るステップと、第 1 及び第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項 6】 断層画像を含む複数の二次元画像を表示するステップと、該表示された第 1 の二次元画像に第 1 の視点の位置を設定するステップと、該表示された第 1 の二次元画像上の前記第 1 の視点に対応する第 2 の視点を第 2 の二次元画像上に設定するステップと、該設定された第 1 及び第 2 の視点で規定される断層画像を積み上げて被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、該構成された三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法。

【請求項 7】 被検体の積上げ画像を形成する複数の断層画像のうちの何れかの断層画像面上又は断層画像間に視点を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項 8】 視点、被検体の複数の断層画像及び投影面を設定する際に、前記複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から前記第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、前記視点、複数の断層画像及び投影面を配置する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項 9】 複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から第

1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、視点、複数の断層画像及び投影面を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項 10】 複数の断層画像を得る手段と、視点を設定する手段と、前記選択した方向に選択した距離を離されるとともに、前記視点を少なくとも選択した方向に選択した距離を離されるように、投影面を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項 11】 複数の断層画像が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 1 の視点及び第 1 の投影面を配置する手段と、中心投影法によって第 1 の視点から見た第 1 の投影面上に第 1 の被検体の内部から見た三次元画像を得る手段と、第 2 の視点が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 2 の視点を設定すると共に、第 2 の投影面が第 2 の視点に対して第 1 の視点と第 1 の投影面との位置関係が変わらない位置とするように第 2 の投影面を設定する手段と、中心投影法によって第 2 の視点から見た第 2 の投影面上に第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を得る手段と、第 1 及び第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【請求項 12】 断層画像を含む複数の二次元画像を表示する手段と、該表示された第 1 の二次元画像に第 1 の視点の位置を設定する手段と、該表示された第 1 の二次元画像上の前記第 1 の視点に対応する第 2 の視点を第 2 の二次元画像上に設定する手段と、該設定された第 1 及び第 2 の視点で規定される断層画像を積み上げて被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、該構成された三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば X 線 CT 装置で得られた複数の断層像や、MRI 装置などの三次元計測によるボリューム画像を分解して得られた複数の断層像を積み上げて積上げ三次元画像を得、これを任意の方向

から見た二次元画像に陰影づけを行って三次元画像（ここでの三次元画像は、画素は二次元配列であって、それに陰影づけして三次元的に見せた画像を指す）として構成する方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種の三次元画像の構成方法は、従来から知られているが、従来方法では、表示画面に相当する投影面座標系への画素座標の変換には平行投影（平行投象）による座標変換が用いられていた。

10 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように従来技術では、画素座標の変換には平行投影が用いられていたが、これは、例えば臓器などの対象物を、その外側から見た三次元画像として構成するには有効であったが、その内側から見た（内部に視点を置いた）三次元画像を構成するには向いていなかった。このため、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得たいという最近の要望を満たすことができないという問題点があった。

20 【0004】 本発明の目的は、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像を得ることのできる三次元画像の構成方法及び装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、被検体の積上げ画像を形成する複数の断層画像のうちの何れかの断層画像面上又は断層画像間に視点を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。更に本発明は、視点、被検体の複数の断層画像及び投影面を設定する際に、前記複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から前記第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、前記視点、複数の断層画像及び投影面を配置するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。更に本発明は、複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、視点、複数の断層画像及び投

影面を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。更に本発明は、複数の断層画像を得るステップと、視点を設定するステップと、前記選択した方向に選択した距離を離されるとともに、前記視点を少なくとも選択した方向に選択した距離を離されるように、投影面を設定するステップと、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影するステップと、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定ステップによって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、この三次元画像構成ステップにより構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。更に本発明は、複数の断層画像が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 1 の視点及び第 1 の投影面を配置するステップと、中心投影法によって第 1 の視点から見た第 1 の投影面上に第 1 の被検体の内部から見た三次元画像を得るステップと、第 2 の視点が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 2 の視点を設定すると共に、第 2 の投影面が第 2 の視点に対して第 1 の視点と第 1 の投影面との位置関係が変わらない位置とするように第 2 の投影面を設定するステップと、中心投影法によって第 2 の視点から見た第 2 の投影面上に第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を得るステップと、第 1 及び第 2 の被検体の内部から見た三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。更に本発明は、断層画像を含む複数の二次元画像を表示するステップと、該表示された第 1 の二次元画像に第 1 の視点の位置を設定するステップと、該表示された第 1 の二次元画像上の前記第 1 の視点に対応する第 2 の視点を第 2 の二次元画像上に設定するステップと、該設定された第 1 及び第 2 の視点で規定される断層画像を積み上げて被検体の内部の三次元画像を構成するステップと、該構成された三次元画像を表示するステップと、を備えたことを特徴とする三次元画像構成方法を開示する。

【0006】更に本発明は、被検体の積上げ画像を形成する複数の断層画像のうちの何れかの断層画像面上又は断層画像間に視点を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記

視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。更に本発明は、視点、被検体の複数の断層画像及び投影面を設定する際に、前記複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から前記第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、前記視点、複数の断層画像及び投影面を配置する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。更に本発明は、複数の断層画像が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を離されるとともに、視点が投影面から第 1 の方向に第 1 の距離を少なくとも離され、視点、複数の断層画像及び投影面を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。更に本発明は、複数の断層画像を得る手段と、視点を設定する手段と、前記選択した方向に選択した距離を離されるとともに、前記視点を少なくとも選択した方向に選択した距離を離されるように、投影面を設定する手段と、前記各断層像の画素座標を中心投影法にて前記視点から投影面へ投影する手段と、該投影された各断層像の各画素座標に前記投影面からの距離に応じて各画素座標に画素値を与え、前記視点設定手段によって設定された視点から見た前記被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、この三次元画像構成手段により構成された前記被検体の内部の三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。更に本発明は、複数の断層画像が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 1 の視点及び第 1 の投影面を配置する手段と、中心投影法によって第 1 の視点から見た第 1 の投影面上に第 1 の被検体の内部から見た三次元画像を得る手段と、第 2 の視点が第 1 の視点と第 1 の投影面との間に位置するように第 2 の視点を設定すると共に、第 2 の投影面が第 2 の視点に対して第 1 の視点と第 1 の投影面との位置関係が変わらない位置とするように第 2 の投影面を設定する手段と、中心投影法によって

第2の視点から見た第2の投影面上に第2の被検体の内部から見た三次元画像を得る手段と、第1及び第2の被検体の内部から見た三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。更に本発明は、断層画像を含む複数の二次元画像を表示する手段と、該表示された第1の二次元画像に第1の視点の位置を設定する手段と、該表示された第1の二次元画像上の前記第1の視点に対応する第2の視点を第2の二次元画像上に設定する手段と、該設定された第1及び第2の視点で規定される断層画像を積み上げて被検体の内部の三次元画像を構成する手段と、該構成された三次元画像を表示する手段と、を備えたことを特徴とする三次元画像構成装置を開示する。

【0007】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、本発明による三次元画像の構成方法の一実施例を示すフローチャートである。

【0008】図1に示すように、本発明による三次元画像の構成方法は、ポリウム画像を含む複数の断層像を積み上げて積上げ三次元画像を得、これを任意の方向から見た二次元画像に陰影づけを行って三次元画像として構成する方法において、投影面への各断層像の投影に当たり、各断層像の画素座標の投影面上の座標への変換は中心投影を用いて行い(ステップ11)、投影面上での各画素座標に陰影づけアルゴリズムに従って画素値を与えて陰影づけを行い、三次元画像として構成する(ステップ12)ものである。

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

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

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

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

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、どの点が投影すべきかが決まる。断層像23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。

【0017】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3(a)に示す。この図3(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。

*【0009】ここで、MRI装置などでは、X線CT装置のように二次元的に1スライスずつ画像を計測せず、三次元的に複数スライスの画像を計測でき、したがって、二次元的な画像が三次元的に配列した画像が得られるが、これをポリウム画像という。このポリウム画像(三次元的に配列した画像)は、二次元的配列(スライス配列)画像に分解できるもので、本発明方法での「複数の断層像」にはポリウム画像も含まれる。

【0010】以下、前記中心投影による座標変換について詳述する。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。

【0011】図2に示す例では、説明を簡単化するために投影面と断層像面、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2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の交わる点、である。

【0012】また、Dは投影面21の投影面21の位置(z軸上)で、任意に設定可能である。

【0013】d0は断層像23Aの位置(z軸上)で、計測時に決まる。

【0014】d1は視点eのz座標、である。

【0015】これによれば、次の式が成り立つ。

【0016】

【0018】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、投影データC1、C2より投影データ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3(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む投影データ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。

【0019】図3(b)は、図3(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 2 1 と平行な面に向けられた断層像 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c ... を作っておく必要がある。その他は、図 3 (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 2 3 b , 2 3 c , 2 3 d 上の臓器領域 $b1$; $c1$, $c2$; $d1$ の投影データである。

【0020】図 4 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 ($x0$, $z0$, $y0$) の投影結果が投影面上の P 点 (x , y , z) になることを示す。

【0021】この図 4 において、中心投影による投影面 2 1 への断層像 2 3 の投影に当たっての、断層像 2 3 の*

まず、投影面 2 1 は $(x/a) + (y/b) + (z/c) = 1 \dots (5)$

で表わされる。また e 点 ($x1$, $y1$, $d1$) と P 点 * (x , y , z) を通る直線 2

2 は $(x0 - x) / (x1 - x) = (y0 - y) / (y1 - y) = (z0 - z) / ($

で与えられる。 $z1 - z) \dots (6)$

【0024】投影面 2 1 が C1 点 ($xc1$, $yc1$, zc

1) を通るとき、

$k1 = \sin \alpha$

$k2 = \cos \alpha / \sin \beta$

$z = [X \cdot k1 - Y \cdot k2 - yc1 \cdot k3 - \{ (ci \cdot k3 \cdot zc1) / b$

$i \} + \{$

$(ai \cdot k3 \cdot X) / (bi \cdot \cos \alpha) \} - \{ (ai \cdot k3 \cdot xc1) / b$

$i \}$

$] / [1 - \{ (ci \cdot k3) / bi \} + \{ (ai \cdot k3 \cdot \sin \alpha) / (bi$

$\cdot c$

$\cos \alpha) \}] \dots (7)$

ここで、上記 C1 点 ($xc1$, $yc1$, $zc1$) は、例えば、 α た垂線と投影面 2 1 の交わる点 (この点と視点 e 間の距離は、視点 e ($x1$, $y1$, $z1$) から投影面 2 1 に下ろした $zc1$ 離 h) として $(x - xc1) \}] / b$

$i \cdot zc1 = z1 + - [h / \sqrt{1 + (c2/a2) + (c2/b2}$

(9)

(「 $z1 + -$ 」の「 $-$ 」は $z0 < zc1$ のとき) $\dots (10)$

$xc1 = x1 + \{ c \cdot (z1 - zc1) / a \} \dots (11)$

を使ってもよい。 $yc1 = y1 + \{ c \cdot (z1 - zc1) / b \} \dots (12)$ 式により x , y が決まる。e 点の $x1$,

【0025】投影された画像を投影面 2 1 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) ,

$x0 = \{ (d0 - y) / (y1 - y) \} \times (x1 - x) + x \dots (13)$

$z0 = \{ (d0 - y) / (y1 - y) \} \times (z1 - z) + z \dots (14)$

断層像は複数あって、 $d0$ 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。

【0027】なお、図 4 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。

【0028】以上のような座標変換を、表示画面に相当

*画素座標の投影面 2 1 上の座標への変換は次のように行われる。ここで、 a は x 軸と投影面 2 1 の交わる点、 b は y 軸と投影面 2 1 の交わる点、 c は z 軸と投影面 2 1 の交わる点、である。

【0022】また、 α は原点から投影面 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 β は前記垂線が $x - z$ 面となす角 e 点 ($x1$, $y1$, $z1$) 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 ($x0$, $z0$, $y0$) は e 点 ($x1$, $y1$, $z1$) 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。

【0023】

* $k3 = \cos \alpha \cdot \cos \beta / \sin \beta$

$ai = 1 / a$

20 $bi = 1 / b$

$ci = 1 / c$

* として、

する投影面 2 1 上の全ての点について行う。また、全ての断層像 2 3 について行う。

【0029】本発明では、また二次元表示画面に表示するとき、遠近間が与えられて三次元画像として表示されるようにするために陰影づけを行う。陰影づけには、所定の陰影づけアルゴリズムが用いられるもので、その陰影づけアルゴリズムに従って前記投影面 2 1 上での各画素座標に画素値を与える。

【0030】まず、陰影づけアルゴリズムとしてデプス法を用いたときの三次元画像構成手順を図2及び図5を参照して説明する。ここでデプス法とは、断層像23上の各画素からそれを投影する箇所までの距離Rに応じて陰影を付ける方法で、本発明方法（中心投影）の場合は、断層像23上の各画素から視点eまでの距離Rに応じて陰影を付ける。なお、従来方法（平行投影）の場合は、断層像23上の各画素から投影面（視点面）に垂線を下ろし、その交点と画素までの距離Rに応じて陰影を付ける。いずれの場合にあっても、通常は、その距離R 10 が長い程、陰影を濃く（暗く）する。

【0031】図5中のステップ30では、表示画面に相当する投影面21をゼロクリアする。ここでは、投影面21として表示メモリ（図示せず）上に配列PRG（ x, y ）をとるので、 $PRG(x, y) = 0$ となる。

【0032】ステップ31では、視点eから見て、投影面21側にある全ての断層像23をしきい値処理する。断層像23の配列EXTi（ x, y ）に対し、該当する画素値（CT値）がしきい値の範囲内ならば1、範囲外ならば0をバッファメモリ（RAM）に記録する。なお 20 iは断層像番号を表わす。

【0033】ここでしきい値処理は、例えば骨だけ構成、表示するなど、特定の臓器、対象物を抽出して構成、表示したい時などに行われるもので、抽出対象物に応じてしきい値が定められる。

【0034】ステップ32では、視点eから最も遠い断層像EXTk1（ x_0, y_0 ）を選ぶ（この時 $i = k_1$ ）。ただし、Zバッファ法を応用する場合は、最初の（視点eに最も近い）断層像でよい。

【0035】ここでZバッファ法とは、平行投影の場合 30 における隠面消去法の1つで、断層像上の各画素から投影面（視点面）に垂線を下ろし、その交点と画素までの距離Rを計算して（したがって画素値も決まり）、それが投影面に近いとされたときだけ、メモリに上書きする方法である。

【0036】ステップ33では、断層像上の座標を $x_0 = 0, y_0 = 0$ とする。ステップ34では、二値化した断層像23の配列EXTiの画素（ x_0, y_0 ）が1か0かを判定する。0ならば、しきい値の範囲外なので何も 40 しないでステップ38に飛ぶ。1ならば、ステップ35に進む。

【0037】ステップ35では、 x_0, y_0, d_0 と視点eの座標及び前掲（1）、（2）式を使ってX、Yを得る。ステップ36では、S点（ x_0, y_0, d_0 ）と視点eの位置（ x_1, y_1, d_1 ）間の距離Rを求める。

【0038】ステップ37では、視点eに近い程明るくしたいので、 $PRG(X, Y) = \text{最大明るさ} - \text{定数} \times R$ とする。上記Zバッファ法を応用するときは、表示メモリの記憶値と比較して明るい方を残す。

【0039】ステップ38では、x軸方向に1画素だけ 50

進める（ x_0 の値を更新する）。ステップ39では、 x_0 が最大になるまでステップ34に戻り、それを繰り返す。最大になったら次のステップ40に進む。

【0040】ステップ40では、y軸方向に1ライン進める（ y_0 の値を更新する）。この際、 $x_0 = 0$ とする。ステップ41では、 y_0 が最大になるまでステップ34に戻り、それを繰り返す。最大になったら次のステップ42に進む。

【0041】ステップ42では、視点eから次に遠い断層像EXTk2を選ぶ。また $i = k_2$ とする。上記Zバッファ法を使うときは、2番目の断層像となるステップ43では、全ての断層像EXTi（ x_0, y_0 ）について、以上の処理をしたか否かを判定し、終わってなければステップ33に飛ぶ。終わっていれば、処理を終了する。以上で、対象物内部を内視鏡で見ているような三次元画像が構成される。

【0042】以上の説明では、ステップ31におけるしきい値処理に、二値化処理をしていたが、二値化せずに断層像の画素値（CT値）そのものを使うこともできる。この場合、ステップ37では画素値そのものを前記メモリ上書きすることになり、ステップ34においては1か否かではなく、画素値そのものについて、抽出対象物の画素値をしきい値としてしきい値処理することになる。また、上記二値化処理はステップ31で行わずに、その後の部分、例えばステップ34部分で行ってもよい。この場合も、ステップ34においては1か否かではなく、画素値そのものについて、抽出対象物の画素値をしきい値としてしきい値処理することになる。

【0043】この場合のしきい値処理する断層像の順序は、視点eに最も近い断層像から始め、P点に向けて順次行ったほうが、無駄な演算がなく、全体の処理時間が短くなる。これは、視点eに最も近い対象物が最後に残るように構成するため前後の関係、すなわち奥行が表示でき、三次元的に画像が見えるようになる（三次元画像が構成される）が、視点eに最も近い断層像から処理を開始する順序によれば、処理を開始して抽出対象物が見つかった場合にはそれ以後の処理が必要なくなるからである。

【0044】次に、陰影づけアルゴリズムとしてボリュームレンダリング法（例えば、Maec Levoy著「Display of Surfaces from Volume Data」；IEEE Computer Graphics & Applications May 1988 29-37ページ）を用いたときの三次元画像構成手順を図2及び図6を参照して説明する。

【0045】図6のステップ400では、画面に相当する投影面21をゼロクリアする。ステップ401では、投影面21上の座標のX、Yを $X = 0, Y = 0$ とし、構成されるべき三次元画像の濃度Iを初期値 $I = 0$ とする。

【0046】ステップ402では、視点eに最も近い断

層像 23 を選ぶ。ステップ 403 では、前掲 (3) , (4) 式を使って、断層像上の点 x_0, y_0 を求める。

【0047】ステップ 404 では、点 (x_0, y_0, d_0) での反射光、透過光 (各々光量) を、上掲などの一般的なボリュームレンダリング法で求める。なお、(x_0, y_0) はステップ 403 で求められたもの、 d_0, d_1 及び D は予め任意に与えられているので既知である。

【0048】ステップ 405 では、 $I \leftarrow (I + \text{反射光})$ とする (I の値を更新する)。ステップ 406 では、視点 e に次に近い断層像 23 を選ぶ。ステップ 407 では、視点 e から見て、投影面 21 方向の全ての断層像について実行したか否かを判定し、実行していなければステップ 403 に飛ぶ。実行終了していれば、次に進む。

【0049】ステップ 408 では、最終的に得られた濃度 I を表示メモリに格納する。ステップ 409 では、 X を 1 だけ増やす (X の値を更新する)。ステップ 410 では、 X が最大になるまでステップ 402 に戻し、それを繰り返す。最大になったら次のステップ 411 に進む。

【0050】ステップ 411 では、 Y 方向に 1 だけ進める (Y の値を更新する)。この際、 $X = 0$ とする。ステップ 412 では、 Y が最大になるまでステップ 402 に戻り、それを繰り返す。最大になったら処理を終了する。以上で、対象物内部を内視鏡で見ていたような三次元画像が構成される。

【0051】なお、上述陰影づけ処理 (デプス法及びボリュームレンダリング法共) において、視点 e の位置を図示しないマウスやトラックボールなどの位置入力装置の位置入力操作と連動させて移動させれば、対象物内部を内視鏡を動かしながら見ていたような三次元画像が得られる。この場合、視点 e の位置を移動させるに従って投影面 21 も同方向に移動させれば、上記三次元画像に急激な拡大が生じなく、画質の劣化も生じない。この際の投影面 21 の移動速度は、視点 e の位置移動速度と同一でもよく、また任意に調整可能としてもよい。

【0052】図 7 は本発明方法が適用可能なハードウェア構成例を示すブロック図である。この図 7 において、50 は CPU、51 は主メモリ、52 は磁気ディスク、53 は表示メモリ、54 はマウスコントローラで、これらは共通バス 57 に接続されている。磁気ディスク 52 には、複数の断層像及び座標変換や陰影づけのためのプログラムなどが格納されている。

【0053】CPU 50 は、これら複数の断層像及び座標変換や陰影づけのためのプログラムを読み出し、主メモリ 51 を用いて対象物内部を内視鏡で見ていたような三次元画像を構成し、その結果を表示メモリ 53 に送り、CRT モニタ 54 に表示させる。マウスコントローラ 55 に接続されたマウス 56 は、三次元画像を構成する際の、視点位置などを指定する。得られた三次元画像は、必要に応じて磁気ディスク 52 に格納される。

*【0054】マウス 56 による視点位置の指定は、例えばスキャノグラム像と CT 像 (断層像) を用いて図 8 に示すように行われる。図 8 において、56 はマウス、70 は前記 CRT モニタ 54 の画面、70a はスキャノグラム像、70b は CT 像で、マウス 56 により、スキャノグラム像 70a と CT 像 70b の所望位置に視点 71, 72 を指定することにより、対象物内部の三次元位置 (前記視点 e) が指定される。70c はこれにより構成、表示された三次元画像で、手前から腎臓、肝臓が見え、ほぼ中央から右手前側に向けて血管が走っている様子が三次元画像で表示されている。

【0055】また、視点を左右方向に僅かにずらした 2 つの視点 (左目用視点と右目用視点) を予め設定して 2 枚 1 組の投影像 (三次元画像) を構成し、左目用視点で得られた画像は左目だけで、右目用視点で得られた画像は右目だけで、各々見えるようにすれば、構成後の三次元画像をステレオ視可能である。

【0056】このようなステレオ視可能な三次元画像の構成例を図 9 に、同じくステレオ視可能としたハードウェア構成例を図 10 に示す。図 9 において、 e_L は左目用視点、 e_R は右目用視点、60L は左目用視点 e_L による三次元画像 (左目用三次元画像)、60R は右目用視点 e_R による三次元画像 (右目用三次元画像) であり、その他は図 2 と同様である。

【0057】図 10 において、90L は前記左目用三次元画像 60L の表示メモリ、90R は前記右目用三次元画像 60R の表示メモリ、91 は左目用三次元画像 60L は左目のみで、右目用三次元画像 60R は右目のみで、各々見られるように構成したディスプレイ (例えばヘッドマウンテッド・ディスプレイ) である。上記ディスプレイ 91 により、左目用三次元画像 60L を左目で、右目用三次元画像 60R を右目で見ることにより、構成後の三次元画像がステレオ視される。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、対象物内部を内視鏡で見ていたような三次元画像を得ることのできるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明方法の概略を示すフローチャートである。

【図 2】本発明方法における断層像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。

【図 3】同じく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。

【図 4】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。

【図 5】陰影づけアルゴリズムとしてデプス法を用いたときの三次元画像構成手順の一例を示すフローチャートである。

【図6】陰影づけアルゴリズムとしてボリュームレンダリング法を用いたときの三次元画像構成手順の一例を示すフローチャートである。

【図7】本発明方法が適用可能なハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図8】視点の位置をスキャノグラム像とCT像を用いて指定可能とした場合のCRTモニタ画面の表示の一例を示す図である。

【図9】ステレオ視可能な三次元画像の構成例を示す図である。

【図10】ステレオ視可能としたハードウェア構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

x x軸

*y y軸

z z軸

21 投影面

22 直線

23 (23A~23E) 断層像

e 視点(視点の位置)

P 投影面上の点、

S eとPを通る直線と断層像の交わる点

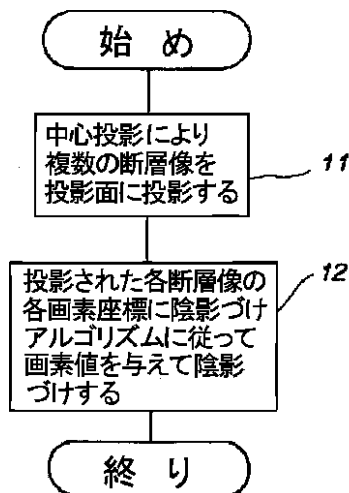
X 投影面上のX軸

10 Y 投影面上のY軸

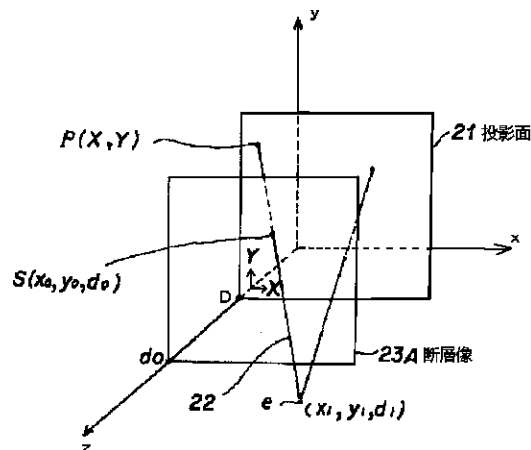
B1, B2, B3, C1, C2, b1, c1, c2, d1 臓器領域

B1', B2', B3', C1', C2, b1', c1', c2', d1' 投影データ

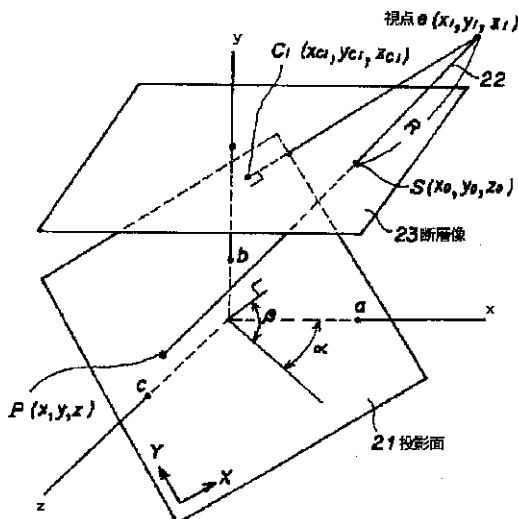
【図1】



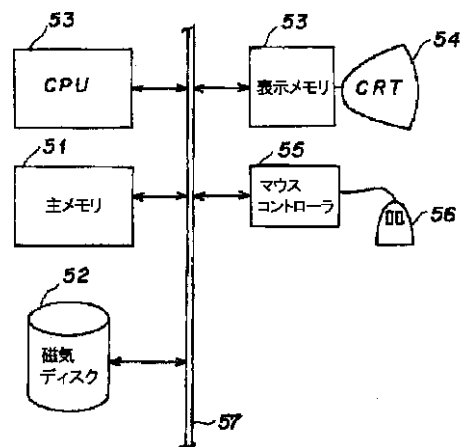
【図2】



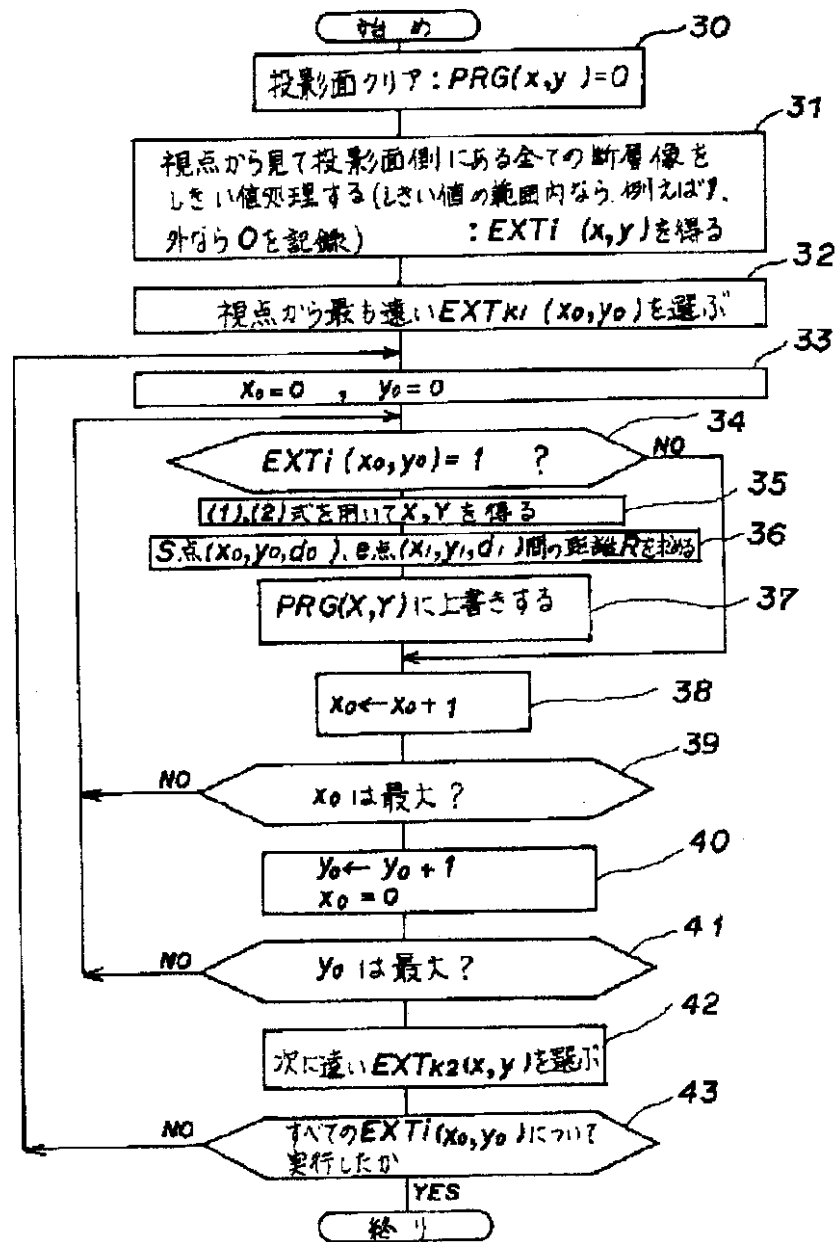
【図4】



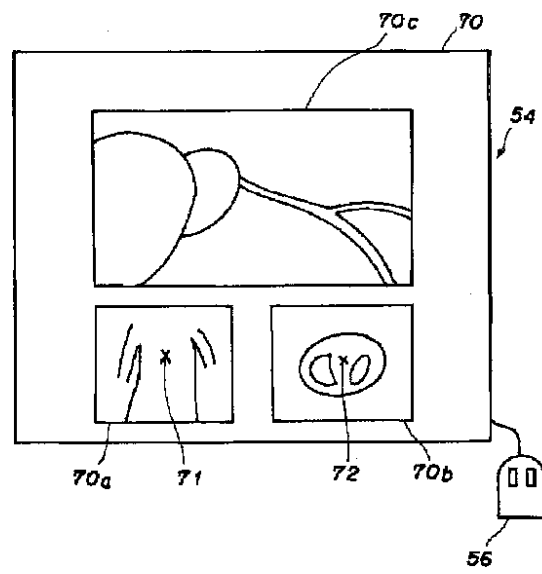
【図7】



【図5】



【図8】



专利名称(译)	用于构建三维图像的方法和设备		
公开(公告)号	JP2003305037A	公开(公告)日	2003-10-28
申请号	JP2003133430	申请日	2003-05-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	後藤良洋		
发明人	後藤 良洋		
IPC分类号	G01R33/32 A61B5/055 A61B6/03 G06T17/40		
FI分类号	A61B6/03.360.G G06T17/40.A A61B5/05.380 G01N24/02.520.Y A61B5/055.380 G01N24/00.520.Y G06T19/00.A		
F-TERM分类号	4C093/AA22 4C093/AA27 4C093/CA21 4C093/CA23 4C093/FF42 4C096/AB41 4C096/AD14 4C096/DC36 4C096/DC38 5B050/AA02 5B050/BA03 5B050/CA07 5B050/EA27 5B050/EA28 5B050/FA02		
其他公开文献	JP4113040B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[目的]在堆叠包括体积图像的多个断层图像以获取堆叠的三维图像并且对从任意方向观看的二维图像进行阴影化以构建三维图像的方法中，像使用内窥镜一样获得三维图像。提供通过中央投影在投影平面上投影多个断层图像的步骤11以及根据阴影算法和阴影将像素值赋予每个投影的断层图像的像素坐标的步骤12。

