

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-305203

(P2006-305203A)

(43) 公開日 平成18年11月9日(2006.11.9)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 6/03 (2006.01)** A 6 1 B 6/03 3 6 0 G 4 C 0 9 3

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-133685 (P2005-133685)	(71) 出願人	000138185 株式会社モリタ製作所 京都府京都市伏見区東浜南町680番地
(22) 出願日	平成17年4月28日(2005.4.28)	(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
		(74) 代理人	100098280 弁理士 石野 正弘
		(72) 発明者	定兼 知行 京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株式会社モリタ製作所内
		(72) 発明者	鈴木 正和 京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株式会社モリタ製作所内
		Fターム(参考)	4C093 CA23 FF28 FF42 FF43 FG05 FG07 FG11

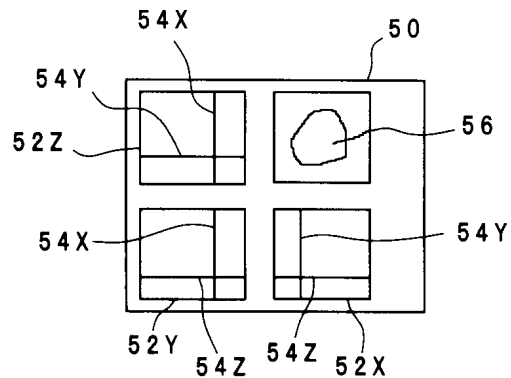
(54) 【発明の名称】 CT画像表示方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 3次元関心領域の全体の位置と方向を理解すると同時に、局所的理解もできるようにする。

【解決手段】 CT画像表示において、3次元領域の再構成データを基に、前記3次元領域の中の関心点を通り相互に直交するXYZ座標系のX断層面、Y断層面およびZ断層面の断層画像およびボリューム・レンダリング画像を、相互に関連して表示装置の画面に表示する。ここで、投影データを再構成して3次元領域の再構成データを生成し、X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を再構成データを基に生成し、被写体の関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を再構成データを基に生成する。そして、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルとともに表示装置の画面上に表示する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

C T 撮影により得られた 3 次元領域の再構成データを基に、前記 3 次元領域の中の関心点を通り相互に直交する X Y Z 座標系の X 断層面、Y 断層面および Z 断層面の断層画像およびボリューム・レンダリング画像を、相互に関連して表示装置の画面に表示する画像表示方法であって、

被写体から収集された投影データを再構成して被写体の 3 次元領域の再構成データを生成し、

被写体内の関心点を通る X 断層面、Y 断層面および Z 断層面の画像である X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像を、前記再構成データを基に生成し、

被写体の関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を前記再構成データを基に生成し、

前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記 X 断層面、Y 断層面および Z 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X カーソル、Y カーソルおよび Z カーソルとともに表示装置の画面上に表示する

C T 画像表示方法。

## 【請求項 2】

前記ボリューム・レンダリング画像において関心点の位置が操作者により指示されると

、指示された関心点を通る X 断層面、Y 断層面および Z 断層面の画像である X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像を、前記再構成データを基に生成し、

指示された関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記 X カーソル、Y カーソルおよび Z カーソルとともに画面上に表示する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の C T 画像表示方法。

## 【請求項 3】

前記 X カーソル、Y カーソルおよび / または Z カーソルが前記画面上で操作者により移動されると、移動されたカーソルに対応した前記 X 断層画像、Y 断層画像、Z 断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像を生成して画面に表示することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の断層画像の C T 画像表示方法。

## 【請求項 4】

前記ボリューム・レンダリング画像において操作者により関心点を中心とする像の回転が指示されると、指示された回転に対応してボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記回転による X ' W ' Z ' 座標系への変換に対応して設定される X ' 断層面、W ' 断層面および / または Z ' 断層面の X ' 断層画像、W ' 断層画像および / または Z ' 断層画像を生成し、

生成された前記ボリューム・レンダリング画像及び前記 X ' 断層画像、W ' 断層画像および Z ' 断層画像を、前記 X ' 断層面、Y ' 断層面、Z ' 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X ' カーソル、Y ' カーソル、Z ' カーソルとともに画面上に表示することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の C T 画像表示方法。

## 【請求項 5】

前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像のいずれかにおいて操作者により像の回転が指示されると、他の 2 つの断層画像を、指示された角度だけ回転して生成し、かつ、指示された角度だけ回転されたボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記回転による X ' Y ' Z ' 座標系への変換に対応して設定される X ' 断層面、Y ' 断層面、Z ' 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X ' カーソル、Y ' カーソル、Z ' カーソルとともに画面上に表示することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の C T 画像表示方法。

## 【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記ボリューム・レンダリング画像の生成において、前記3つの断層面のいずれかで切断された切断面の画像を含むボリューム・レンダリング画像を生成することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のCT画像表示方法。

【請求項7】

前記前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルのいずれかが移動されると、その移動に対応して前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を作成し表示することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のCT画像表示方法。

【請求項8】

あらかじめ前記X断層面、Y断層面およびZ断層面に平行な複数の断層面の断層画像を所定の間隔で切り出して記憶装置に記憶しておき、前記3次元領域内の任意の点についての前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像の表示の際に、対応する断層画像を前記記憶手段から読み出して画面上に表示することを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のCT画像表示方法。

10

【請求項9】

前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルの移動とは独立した操作により、前記ボリューム・レンダリング画像の拡大表示または縮小表示を行うことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のCT画像表示方法

【請求項10】

CT撮影により得られた3次元領域の再構成データを基に、前記3次元領域の中の関心点を通り相互に直交するXYZ座標系のX断層面、Y断層面およびZ断層面の断層画像およびボリューム・レンダリング画像を、相互に関連して表示装置の画面上に表示する画像表示装置であって、

20

被写体から収集された投影データを再構成して被写体の3次元領域の再構成データを生成する再構成データ生成手段と、

被写体の関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成する断層画像生成手段と、

被写体の関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を前記再構成データを基に生成するボリューム・レンダリング画像生成手段と、

前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記X断層面、Y断層面およびZ断層面のそれぞれの他の断層面への投影線であるXカーソル、YカーソルおよびZカーソルとともに表示装置の画面上に表示する表示手段と

30

を備えるCT画像表示装置。

【請求項11】

前記ボリューム・レンダリング画像において関心点の位置を操作者が指示する指示手段を前記画面に設け、

前記断層画像生成手段は、前記指示手段により指示された関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成し、

40

前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、指示された関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記表示手段は、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルとともに画面上に表示する

ことを特徴とする請求項9に記載のCT画像表示装置。

【請求項12】

前記Xカーソル、Yカーソルおよび/またはZカーソルを操作者が前記画面上で移動する指示手段を設け、

前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段

50

により移動されたカーソルに対応した前記 X 断層画像、Y 断層画像、Z 断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記表示手段は、作成された前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記 X カーソル、Y カーソルおよび Z カーソルとともに画面上に表示することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の断層画像の CT 画像表示方法。

【請求項 13】

前記ボリューム・レンダリング画像において関心点を中心とする像の回転を操作者が指示する指示手段を設け、

前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段により指示された回転に対応してボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記断層画像生成手段は、前記回転による X' Y' Z' 座標系への変換に対応して設定される X' 断層面、Y' 断層面および / または Z' 断層面の X' 断層画像、Y' 断層画像および / または Z' 断層画像を生成し、

前記表示手段は、生成された前記 X' 断層画像、Y' 断層画像および Z' 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記 X' 断層面、Y' 断層面、Z' 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X' カーソル、Y' カーソル、Z' カーソルとともに画面上に表示することを特徴とする請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の CT 画像表示装置。

【請求項 14】

前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像のいずれかにおける像の回転を操作者が指示する指示手段を設け、

前記断層画像生成手段は、他の 2 つの断層画像を、指示された角度だけ回転して生成し、

前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、指示された角度だけ回転されたボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記表示手段は、生成された前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記回転による X' Y' Z' 座標系への変換に対応して設定される X' 断層面、Y' 断層面、Z' 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X' カーソル、Y' カーソル、Z' カーソルとともに画面上に表示することを特徴とする請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の CT 画像表示装置。

【請求項 15】

前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記ボリューム・レンダリング画像の生成において、前記 3 つの断層面のいずれかで切断された断面の画像を含むボリューム・レンダリング画像を生成し表示することを特徴とする請求項 9 ~ 13 のいずれかに記載の CT 画像表示装置。

【請求項 16】

前記前記 X カーソル、Y カーソルおよび Z カーソルのいずれかが移動されると、前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、その移動に対応して前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を作成し表示することを特徴とする請求項 9 ~ 14 のいずれかに記載の CT 画像表示装置。

【請求項 17】

さらに、あらかじめ前記 X 断層面、Y 断層面および Z 断層面に平行な所定の間隔の複数の断層面の断層画像を記憶する記憶装置を備え、前記 3 次元領域内の任意の点についての前記 X 断層画像、Y 断層画像および Z 断層画像の表示の際に、対応する断層画像を前記記憶手段から読み出して画面上に表示することを特徴とする請求項 9 ~ 15 のいずれかに記載の CT 画像表示装置。

【請求項 18】

前記 X カーソル、Y カーソルおよび / または Z カーソルを操作者が前記画面上で移動す

10

20

30

40

50

る指示手段を設け、

前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段により移動されたカーソルに対応した前記X断層画像、Y断層画像、Z断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルの移動とは独立した操作により、前記ボリューム・レンダリング画像の拡大表示または縮小表示を行う倍率変更手段を有することを特徴とする請求項10～18のいずれかに記載のCT画像表示方法

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、CT画像の表示に関するものである。

【背景技術】

【0002】

X線CT撮影では、X線の投影データを収集し、そのデータを基を再構成して、断面像が得られる。また被写体の3次元データはたとえばボクセルデータとして表現され、ボクセルデータを基に表面形状が表示される。

【0003】

再構成データを表示する方法には、スライス断面法(MPR)がある。再構成データを直感的に分かりやすく表示するため、たとえば、特開2002-11000号公報に記載された3次元表示では、任意の点を通るX断層画像、Y断層画像及びZ断層画像を1つの画面内に、通常の正面図、平面図、側面図のように互いに関連づけて表示する。正面、上面、側面から見た断層画像が表示されるので画像が直感的に分かりやすい。ここで、Xカーソル、Yカーソル、Zカーソルを画面に表示し、いずれかのカーソルを移動すると、そのカーソルに対応する軸方向での移動位置に対応した断層画像が選択され表示される。また、任意の方向に回転して見た画像も作成し表示できる。たとえば、カーソルの移動に対応して画像を表示する。なお、X断層画像、Y断層画像及びZ断層画像は複数の断層面に対してあらかじめ作成され記憶されている。

20

【特許文献1】特開2002-11000号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のスライス断面法によるCT画像表示では、スライス断面はアキシャル、コロナル、サジタルの3方向に固定されていた。この方法は、ほぼ体全体といえるような大きな領域の撮像データを表示、把握するにはよい方法である。しかし局所を観察するためには、必ずしもよい方法ではない。なぜなら、この際には体軸の向きよりも関心領域特有の方向が重要であるからである。したがって、3次元関心領域の全体の位置と方向を理解すると同時に、局所的理解もできるようにすることが望ましい。

【0005】

本発明の目的は、3次元関心領域の全体の位置と方向を理解すると同時に、局所的理解もできるようにすることである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るCT画像表示方法は、CT撮影により得られた3次元領域の再構成データを基に、前記3次元領域の中の関心点を通り相互に直交するXYZ座標系のX断層面、Y断層面およびZ断層面の断層画像およびボリューム・レンダリング画像を、相互に関連して表示装置の画面に表示する画像表示方法である。ここで、被写体から収集された投影データを再構成して被写体の3次元領域の再構成データを生成し、被写体内の関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成し、被写体の関心点を中心としてボリューム・レンダ

50

リング画像を前記再構成データを基に生成する。そして、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記X断層面、Y断層面およびZ断層面のそれぞれの他の断層面への投影線であるXカーソル、YカーソルおよびZカーソルとともに表示装置の画面上に表示する。

【0007】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像において関心点の位置が操作者により指示されると、指示された関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成し、さらに、指示された関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を生成する。そして、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルとともに画面上に表示する。

10

【0008】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記Xカーソル、Yカーソルおよび/またはZカーソルが前記画面上で操作者により移動されると、移動されたカーソルに対応した前記X断層画像、Y断層画像、Z断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像を生成して画面に表示する。

【0009】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像において操作者により関心点を中心とする像の回転が指示されると、指示された回転に対応してボリューム・レンダリング画像を生成し、また、前記回転によるX'Y'Z'座標系への変換に対応して設定されるX'断層面、Y'断層面および/またはZ'断層面のX'断層画像、Y'断層画像および/またはZ'断層画像を生成する。次に、生成された前記ボリューム・レンダリング画像及び前記X'断層画像、Y'断層画像およびZ'断層画像を、前記X'断層面、Y'断層面、Z'断層面のそれぞれの他の断層面への投影線であるX'カーソル、Y'カーソル、Z'カーソルとともに画面上に表示する。

20

【0010】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像のいずれかにおいて操作者により像の回転が指示されると、他の2つの断層画像を、指示された角度だけ回転して生成し、かつ、指示された角度だけ回転されたボリューム・レンダリング画像を生成し、次に、前記回転によるX'Y'Z'座標系への変換に対応して設定されるX'断層面、Y'断層面、Z'断層面のそれぞれの他の断層面への投影線であるX'カーソル、Y'カーソル、Z'カーソルとともに画面上に表示する。

30

【0011】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像の生成において、前記3つの断層面のいずれかで切断された切断面の画像を含むボリューム・レンダリング画像を生成する。

【0012】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルのいずれかが移動されると、その移動に対応して前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を作成し表示する。

40

【0013】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、あらかじめ前記X断層面、Y断層面およびZ断層面に平行な複数の断層面の断層画像を所定の間隔で切り出して記憶装置に記憶しておく。そして、前記3次元領域内の任意の点についての前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像の表示の際に、対応する断層画像を前記記憶手段から読み出して画面上に表示する。

【0014】

前記CT画像表示方法において、好ましくは、前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルの移動とは独立した操作により、前記ボリューム・レンダリング画像の拡大表示ま

50

たは縮小表示を行う。

【0015】

本発明に係るCT画像表示装置は、CT撮影により得られた3次元領域の再構成データを基に、前記3次元領域の中の関心点を通り相互に直交するXYZ座標系のX断層面、Y断層面およびZ断層面の断層画像およびボリューム・レンダリング画像を、相互に関連して表示装置の画面に表示する画像表示装置であって、被写体から収集された投影データを再構成して被写体の3次元領域の再構成データを生成する再構成データ生成手段と、被写体の関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成する断層画像生成手段と、被写体の関心点を中心としてボリューム・レンダリング画像を前記再構成データを基に生成するボ  
リューム・レンダリング画像生成手段と、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像  
および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記X断層面、Y断層面およびZ断層面の  
それぞれの他の断層面への投影線であるXカーソル、YカーソルおよびZカーソルととも  
に表示装置の画面上に表示する表示手段とを備える。

10

【0016】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像にお  
いて関心点の位置を操作者が指示する指示手段を前記画面に設ける。前記断層画像生成手  
段は、前記指示手段により指示された関心点を通るX断層面、Y断層面およびZ断層面の  
画像であるX断層画像、Y断層画像およびZ断層画像を、前記再構成データを基に生成し  
、前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、指示された関心点を中心としてボ  
リューム・レンダリング画像を生成する。前記表示手段は、前記X断層画像、Y断層画像およ  
びZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記Xカーソル、Yカーソル  
およびZカーソルとともに画面上に表示する。

20

【0017】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記Xカーソル、Yカーソルおよび/ま  
たはZカーソルを操作者が前記画面上で移動する指示手段を設け、

前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段  
により移動されたカーソルに対応した前記X断層画像、Y断層画像、Z断層画像、および  
、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画  
像を生成し、

30

前記表示手段は、作成された前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記  
ボリューム・レンダリング画像を、前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルととも  
に画面上に表示することを特徴とする請求項9または10に記載の断層画像のCT画像表  
示方法。

【0018】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像にお  
いて関心点を中心とする像の回転を操作者が指示する指示手段を設け、

前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段により指示された回転に  
対応してボリューム・レンダリング画像を生成し、

前記断層画像生成手段は、前記回転によるX'Y'Z'座標系への変換に対応して設定  
されるX'断層面、Y'断層面および/またはZ'断層面のX'断層画像、Y'断層画像  
および/またはZ'断層画像を生成し、

40

前記表示手段は、生成された前記X'断層画像、Y'断層画像およびZ'断層画像およ  
び前記ボリューム・レンダリング画像を、前記X'断層面、Y'断層面、Z'断層面のそ  
れぞれの他の断層面への投影線であるX'カーソル、Y'カーソル、Z'カーソルととも  
に画面上に表示することを特徴とする請求項9~11のいずれかに記載のCT画像表示装  
置。

【0019】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記X断層画像、Y断層画像およびZ断  
層画像のいずれかにおける像の回転を操作者が指示する指示手段を設ける。前記断層画像

50

生成手段は、他の2つの断層画像を、指示された角度だけ回転して生成し、前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、指示された角度だけ回転されたボリューム・レンダリング画像を生成する。前記表示手段は、生成された前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を、前記回転によるX'Y'Z'座標系への変換に対応して設定されるX'断層面、Y'断層面、Z'断層面のそれぞれの他の断層面への投影線であるX'カーソル、Y'カーソル、Z'カーソルとともに画面上に表示する。

#### 【0020】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記ボリューム・レンダリング画像の生成において、前記3つの断層面のいずれかで切断された断面の画像を含むボリューム・レンダリング画像を生成し表示する。 10

#### 【0021】

前記CT画像表示装置において、好ましくは、前記前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルのいずれかが移動されると、前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、その移動に対応して前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像を作成し表示する。

#### 【0022】

前記CT画像表示装置は、好ましくは、さらに、あらかじめ前記X断層面、Y断層面およびZ断層面に平行な所定の間隔の複数の断層面の断層画像を記憶する記憶装置を備える。前記3次元領域内の任意の点についての前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像の表示の際に、対応する断層画像を前記記憶手段から読み出して画面上に表示する。 20

#### 【0023】

前記CT画像表示装置は、好ましくは、前記Xカーソル、Yカーソルおよび/またはZカーソルを操作者が前記画面上で移動する指示手段を設け、前記断層画像生成手段と前記ボリューム・レンダリング画像生成手段は、前記指示手段により移動されたカーソルに対応した前記X断層画像、Y断層画像、Z断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像を生成し、前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルの移動とは独立した、倍率変更手段での操作によって、前記ボリューム・レンダリング画像の拡大表示または縮小表示を行う。

#### 【発明の効果】

30

#### 【0024】

三面図とボリューム・レンダリング画像をリアルタイムに連動させて表示することで、操作者は関心体積の認識と観察が容易かつ迅速に行える。操作者は、3次元関心領域全体の位置と方向を理解できるとともに、関心領域が適切に表示され、関心領域の理解が容易になる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

以下、添付の図面を参照して発明の実施の形態を説明する。

図1は、CT撮影により得られた断層画像の表示をするCT画像表示装置の1例であるコンピュータ10の一例の構成を示す。コンピュータ10は、全体を制御する中央処理装置12、プログラムなどを記憶するROM14、ワークエリアとして使用されるRAM16、使用者の入力を受け入れるキーボード、マウスなどの入力装置18、画面に各種データなどを表示するディスプレイ装置20、補助記憶装置であるハードディスク装置22を備える。 40

#### 【0026】

補助記憶装置であるハードディスク装置22には、OSなどの各種プログラムやデータ(図示しない)が記憶されるほか、被写体から収集された投影データ30、投影画像データの再構成により得られた3次元領域の再構成データ(ボリュームデータ)32、再構成データから作成された断層画像であるスライス画像データ34、投影データから画像を再構成する画像再構成プログラム36(再構成データ生成手段)、3次元表示を実現する表 50



示プログラム 38 (断層画像生成手段、ボリューム・レンダリング画像生成手段)が記憶される。再構成データを表示する方法には、スライス断面法とボリューム・レンダリング法があり、両方の長所を取り入れることが望ましい。そこで、表示プログラム 38 は、後で説明するように、3つのスライス画像とボリューム・レンダリング画像をディスプレイ装置 20 の画面に表示する。

#### 【0027】

画像再構成プログラム 36 による画像再構成計算により、被写体の 3次元領域において、その 3次元領域を構成する各点(ボクセル)について再構成データが得られる。この 3次元領域について相互に直交する XYZ 直交座標系を設定すると、この XYZ 座標系において、ある点  $P(x, y, z)$  のボクセル値  $V(x, y, z)$  が決まる。いいかえれば、3次元領域の任意の点  $P$  を X 断層面、Y 断層面、Z 断層面が通っている。この任意の点  $P$  は、後述の関心点として設定される。

10

#### 【0028】

図 2 に示すように、ディスプレイ装置 20 の画面 50 に、こうして得られた X、Y、Z 断層画像の内、3次元領域内の任意の 1点  $P$  (たとえば 3次元領域の中心)を含む X 断層画像 52 X、Y 断層画像 52 Y、Z 断層画像 52 Z を取り出して、同時に表示する。ここで、3枚の断層画像を通常の正面図、平面図、側面図のように左上、左下及び右下に配列する。このため、任意の 1点を通る断面を、正面、上面、側面から見た 3面の断層画像が対比されて表示されるので、それらの断層画像の相対的な関係が直感的に分かりやすくなる。また、X 断層画像 52 X、Y 断層画像 52 Y、Z 断層画像 52 Z のそれぞれには、他の二つの断層面の投影線である Xカーソル 54 X、Yカーソル 54 Y、Zカーソル 54 Z (指示手段)をも表示する。つまり、X 断層画像 52 X には Yカーソル 54 Y、Zカーソル 54 Z を、Y 断層画像 52 Y には Zカーソル 54 Z、Xカーソル 54 X を、Z 断層画像 52 Z には Xカーソル 54 X、Yカーソル 54 Y を表示する。つまり、それぞれ、X 断層画像 52 X に表示された Yカーソル 54 Y は、X 断層面を横切る Y 断層面の位置を示し、Zカーソル 54 Z は Z 断層面の位置を示し、Y 断層画像 52 Y に表示された Zカーソル 54 Z は Z 断層面の位置を示し、Xカーソル 54 X は X 断層面の位置を示し、Z 断層画像 52 Z に表示された Xカーソル 54 X は X 断層面の位置を示し、Yカーソル 54 Y は Y 断層面の位置を示している。したがって、3つの X 断層画像 52 X、Y 断層画像 52 Y、Z 断層画像 52 Z の相対的な関係が直感的に分かりやすい。各断面の交点は関心点すなわち被写体の関心領域の中心である。

20

30

#### 【0029】

さらに、右上にボリューム・レンダリング画像 56 を表示する。ボリューム・レンダリング画像 56 は、そのときの関心領域の中心を画面の中心として描かれる。三面図の左上をアキシャル図、左下をコロナル図、右下をサジタル図とすると、ボリューム・レンダリング図の視線方向はコロナル図の断面法線ベクトルと平行である。3つの断面像 52 X、52 Y、52 Z とボリューム・レンダリング像 56 を同時に 1つの画面に表示することにより、操作者は、3次元関心領域全体の位置と方向を理解すると同時に、関心領域特有の方向にスライス断面図を得ることができる。ボリューム・レンダリング画像 56 において、関心点の位置は、操作者により Xカーソル 54 X、Yカーソル 54 Y、Zカーソル 54 Z で指示されるようになっている。すなわち、関心領域にスライスカーソルを合わせることができ、ボリューム・レンダリング画像 56 とリアルタイムで連動される。図 3 は、画面表示の 1例を示す。

40

#### 【0030】

いま、ボリューム・レンダリング画面内でマウス(指示手段)で関心領域の回転が指示されると、また、3面図の画像内でマウスをドラッグすると、それに応じて、回転による XYZ 座標系から X' Y' Z' 座標系への変換に対応して設定される X' 断層面、Y' 断層面および/または Z' 断層面の X' 断層画像、Y' 断層画像および/または Z' 断層画像とボリューム・レンダリング画像 56 とを作成し表示する。ここで、また、X' 断層面、Y' 断層面、Z' 断層面のそれぞれの他の断層面への投影線である X'カーソル、Y'

50

カーソル、Z'カーソルとともに画面上に表示する。画像回転の際、「関心領域の中心」は常に元の3次元位置に追従する。また、3面図52X、52Y、52Zに同時に表示されているXカーソル54X、Yカーソル54Y、Zカーソル54Zが画面上で平行に移動され、又は、回転されるのに伴い、移動されたカーソルに対応した3面の断層画像52X、52Y、52Zとボリューム・レンダリング画像56を作成して表示する。このように、ボリューム・レンダリングされた3次元画像と3つの断面図の表示と操作を連動させることで、操作者の3次元オブジェクト理解を容易にする。

#### 【0031】

本願においては、3次元の座標をX、Y、Zのアルファベットを用いて示すが、この座標から新たに画像の回転による変換が行われる場合は、特にその変換時のみ、変換後の座標をX'、Y'、Z'のアルファベットを用いて示し、変換が完了した後は、元通りに3次元の座標をX、Y、Zのアルファベットを用いて示すものとする。

10

#### 【0032】

図11は、Zカーソル54Zを移動させて、図3の関心領域のZ座標を変更した例である。Z座標の変更に伴い、Z断層画像52Zが新たなスライス画像を表示している。ボリューム・レンダリング画像56は、そのときの関心領域の中心を画面の中心として描かれるので、Z座標の変更に伴い、新たな関心領域の中心が画面の中心になるよう、移動する。このように、Xカーソル54X、Yカーソル54Y、Zカーソル54Zが前記画面上で操作者により移動されると、移動されたカーソルに対応した前記X断層画像、Y断層画像、Z断層画像、および、移動されたカーソルの位置に対応する関心点を中心とするボリューム・レンダリング画像が生成されて画面に表示されるようになっている。

20

すなわち、前記前記Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルのいずれかが移動されると、その移動に対応して前記X断層画像、Y断層画像およびZ断層画像および前記ボリューム・レンダリング画像が新たに作成され表示される。

#### 【0033】

図4に、図3のアキシャル図を回転させたとき、または、ボリューム・レンダリング画像56を横方向に回転させたときの状況を示す。関心領域の中心は図3と同じ点を示している。ここで、コロナル図、サジタル図は断面の方向が変更されている。Zスライスカーソルが移動され、Z断面(左上)はそれに応じて変化される。また、たとえばZ断面が回転されると、それに応じて、Y断面(左下)とX断面(右下)が変換され、ボリューム・レンダリング画像もそれに応じて方向を変える。このように、関心領域の位置だけでなく、方向も任意に設定できる。

30

#### 【0034】

画像表示プログラム38は、座標軸の回転処理を行うことによって、元のXYZ座標系に対して希望の角度回転させたX'Y'Z'座標系について、同様に、3つの断層画像とボリューム・レンダリング画像の作成と表示をすることができる。なお、画像の回転の指示が長時間連続的になされるとき、その途中でも、適当な回転間隔で3面とボリューム・レンダリング画像が作成され表示される。その間隔は任意に設定すればよい。

#### 【0035】

画像の回転の計算について説明すると、いま図5に示すように、3次元空間の単位ベクトルnを軸に、画像の中の1点の位置を表す3次元空間のベクトルa<sub>0</sub>を右ネジの方向に角度θだけ回転させたとき、回転により得られたベクトルa<sub>1</sub>は以下のように表される。

40

#### 【数1】

$$\vec{a}_1 = (\vec{n} \cdot \vec{a}_0) \vec{n} + \cos \theta ((\vec{n} \times \vec{a}_0) \times \vec{n}) + \sin \theta (\vec{n} \times \vec{a}_0)$$

したがって、単位ベクトルnと角度θを元に回転後の位置が計算できる。画像の各点についてこの計算を行うことにより回転された画像が得られる。

#### 【0036】

ボリューム・レンダリング画像56及び断層画像の回転をするとき、ボリュームと観察

50

者の相対関係を表すため、次の5つのベクトルを考える必要がある。

- (1) 視点の位置ベクトル  $p_e$
- (2) 関心領域の中心の位置ベクトル  $p_c$
- (3) 視線方向の単位ベクトル  $Y = (p_c - p_e) / |p_c - p_e|$
- (4) 画面の「上方向」の単位ベクトル  $Z$  (ベクトル  $Y$  に垂直)
- (5) 画面の「右方向」の単位ベクトル  $X = Y \times Z$

これらの5ベクトルを基にボリューム・レンダリング及びスライス処理を行う。ただし、独立に設定できるパラメータは  $p_c$ 、 $p_e$  および  $Z$  のみである。

【0037】

画面の中でボリューム・レンダリング画像を反時計回りに 回転させるためには2とおりの方法がある。 10

(1) ボリュームを画面の奥行きベクトルを軸として 回転させる。

(2) 画面枠を画面奥行きベクトルを軸として - 回転させる。

ここでは、後者の方法を採用、ベクトルの成分を表すための座標軸はボリューム・レンダリング画像56に固定する。

【0038】

図6は、ボリューム・レンダリング画面で画面に垂直な軸を中心にボリュームを回転させた場合の表示の例を示す。この場合、視線方向の単位ベクトル  $Y$  の周りに、画面の「上方向」の単位ベクトル  $Z$  と画面の「右方向」の単位ベクトル  $X$  を 回転させればよい。

【数2】

$$Z' = R(\vec{n}, \theta)[Z]$$

$$X' = R(\vec{n}, \theta)[X]$$

ここで、 $R(n, \theta)$  は、回転軸方向の単位ベクトル  $n$  の周りの角  $\theta$  回転させる演算子である。この場合、視点の位置ベクトル  $p_e$  と関心領域の中心の位置ベクトル  $p_c$  は動いていないので、再描画は  $(p_e, p_c, Z')$  を元に行う。

【0039】

図7は、ボリューム・レンダリング画面で、画面に平行な軸を中心にボリューム・レンダリング画像56を回転させて表示する例を示す。ユーザーは、ボリューム・レンダリング画面でマウスをドラッグして回転を指示する。ドラッグした距離が角度  $\theta$  に対応し、ドラッグ方向に垂直な方向がベクトル  $n$  である。そこで、画面平面内のベクトル  $n$  を軸として、画像を - 回転させる。 30

【数3】

$$X' = R(\vec{n}, \theta)[X]$$

$$Y' = R(\vec{n}, \theta)[Y]$$

$$Z' = R(\vec{n}, \theta)[Z]$$

このとき、関心領域の中心を回転中心としたため、 $p_c$  は不動であり ( $p_c = p'_c$ )、視点と関心領域の中心との距離は不変である ( $|p'_c - p'_e| = |p_c - p_e|$ )。したがって視点を

【数4】

$$\vec{Y}' = \frac{\vec{p}_c - \vec{p}'_e}{|\vec{p}_c - \vec{p}'_e|}$$

$$\vec{p}'_e = \vec{p}_c - |\vec{p}_c - p_e| \vec{Y}'$$

によって与えられる  $p'_e$  に動かさなくてはならない。このようにして求めたベクトルを元に再描画を行う。

【0040】

スライス断面画像(断層画像)は以下のように作成できる。いまボリュームの中心をとりベクトル  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  に平行な直線を  $X$  軸、 $Y$  軸、 $Z$  軸と呼ぶことにする。これらの軸 50

に垂直な面でスライス断面像を作成する。たとえば、Xスライス断面として、Y軸とZ軸を含む面（X平面）に平行な面をとり、さらに画面の中心にX軸が来るようにスライス像を作成する。これにより、Xスライス断面のX平面からの距離を変化させたときに、一貫性のある表示が得られる。Yスライス断面像とZスライス断面像も同様に作成できる。スライスの厚さは適当に設定する。なお、スライス断面画像の回転の計算は、上述のボリューム・レンダリング画像の回転の計算において、回転軸 $n$ がベクトルX、Y、Zのいずれかである場合であり、上述の計算の特殊な場合にすぎない。

#### 【0041】

図8は、画面において操作者によりスライスの回転を指示された場合の画像表示のフローチャートである。上向き単位ベクトルZの周りの回転が指示されると（S10でYES）10  
、前向き単位ベクトルYと右向き単位ベクトルXを回転する（S12）。（なお、 $X = Y \times Z$ の関係がある。）また、右向き単位ベクトルXの周りの回転が指示されると（S16でYES）20  
、前向き単位ベクトルYとZ軸を回転する（S18）。いずれの場合でも、次に、前向き単位ベクトルYと関心領域中心位置ベクトル $p_c$ から視点位置ベクトル $p_e$ を計算する（S14）。また、前向き単位ベクトルYの周りの回転が指示されると（S20）20  
、上向き単位ベクトルZと右向き単位ベクトルXを回転する（S22）。次に、これらのベクトル値を元に画像を生成する。まず、関心領域中心位置ベクトル $p_c$ 、前向き単位ベクトルY、右向き単位ベクトルXおよび上向き単位ベクトルZを元にスライス図を描画し（S24）20  
、次に、視点位置ベクトル $p_e$ 、関心領域中心位置ベクトル $p_c$ 、前向き単位ベクトルY、右向き単位ベクトルXおよび上向き単位ベクトルZを元にボリューム・レンダリング(VoIR)像を描画する（S26）。

#### 【0042】

図9は、画面において操作者によりボリューム・レンダリング画像の回転を指示された場合のフローチャートである。操作者の指示から回転軸単位ベクトル $n$ と回転角 $\theta$ を求め20  
る（S40）。次に、前向き単位ベクトルY、右向き単位ベクトルX、上向き単位ベクトルZを回転軸単位ベクトル $n$ の周りに角度 $\theta$ で回転し（S42）20  
、また、前向き単位ベクトルYと関心領域中心位置ベクトル $p_c$ から視点ベクトル $p_e$ を計算する（S44）。そして、関心領域中心位置ベクトル $p_c$ 、前向き単位ベクトルY、右向き単位ベクトルXおよび上向き単位ベクトルZを元にスライス図を描画し（S46）30  
、また、視点位置ベクトル $p_e$ 、関心領域中心位置ベクトル $p_c$ 、前向き単位ベクトルY、右向き単位ベクトルXおよび上向き単位ベクトルZを元にボリューム・レンダリング像を描画する（S48）。

#### 【0043】

また、ボリューム・レンダリング画像としては、X、Y、Zまたは $X'$ 、 $Y'$ 、 $Z'$ の3つの断層面のいずれかで切断された切断面の画像を含むように表示してもよい。図10は、そのようなボリューム・レンダリング画像の1例を示す。ここで、たとえば関心点が含まれる切断面58において切断されたボリューム・レンダリング画像が表示される。また、画面上での切断面の位置（座標）と方向を固定しておく、操作者により視点の移動が指示されるとき、切断面の位置を固定したまま、画面内で画像が移動していく。

#### 【0044】

なお、あらかじめ3次元領域の再構成データから所定の間隔でX断層画像、Y断層画像 40  
、Z断層画像をスライス画像データとして切り出して記憶しておき、要求に応じてディスプレイ装置20の画面に表示してもよい。この場合、画像表示プログラム38は、あらかじめ、3次元領域を所定間隔で切り出して、断層画像を作成しておく。ここで、X軸に垂直な面つまりX断層面についてのX断層画像の切り出しは、所定の間隔のx座標（ $x = x_0, x_1, \dots, x_n$ ）を決めて、このx座標を持つX断層面上のボクセル値 $V(x, y, z)$ を2次元平面に並べれば良い。座標 $x_m$ においてこうして得られたX断層画像を $X(y, z)_{x_m}$ と記述する。この方法で予めX軸に垂直なX断層面の画像すなわち $X(y, z)_{x_0}, X(y, z)_{x_1}, \dots, X(y, z)_{x_n}$ をで切り出しておく。同様にして、Y軸に垂直なY断層面の画像 $Y(z, x)_{y_0}, Y(z, x)_{y_1}, \dots, Y(z, x)_{y_n}$ を所定間隔で切り出し、Z軸に垂直なZ断層面の画像 $Z(x, y)_{z_0}, Z(x, y)_{z_1}$  50

、・・・、 $Z(x, y)_{z_n}$  を所定間隔で切り出しておく。1例では、41枚のX断層面、41枚のY断層面および31枚のZ断層面を作成する。カーソルが移動されると、その位置に対応した断層面の画像が読み出され表示される。

【0045】

Xカーソル、YカーソルおよびZカーソルの移動とは独立した操作により、ボリューム・レンダリング画像56の拡大表示または縮小表示を行うようにしても構わない。

例えば、Xカーソル54X、Yカーソル54Y、Zカーソル54Zの移動はマウスのドラッグアンドドロップ等の操作で行い、ボリューム・レンダリング画像56の拡大表示または縮小表示は、コンピュータのシフトキーを押しつつ汎用のローラー付きマウスのローラー（倍率変更手段）操作で行うようにしてもよい。このように構成することで、鳥瞰図的に遠い視点からボリューム・レンダリング画像56見る効果、狙いを付けた部位に近い視点からボリューム・レンダリング画像56見る効果が生じる。

10

【0046】

また、ボリューム・レンダリング画像56を半透明に表示して、関心領域の全体構造が視認できるようにしてもよい。そのためには、例えば画像再構成を粗に行って、表示画面手前のボリューム・レンダリング画像のデータの隙間から表示画面奥のボリューム・レンダリング画像のデータが見えるようにしてもよいし、ボリューム・レンダリング画像のデータ全体の不透明度を下げる、つまり透明度を高めることにより、表示画面手前のボリューム・レンダリング画像のデータを透かして表示画面奥のボリューム・レンダリング画像のデータが見えるようにしてもよい。この場合、カーソル上の前述の関心点を、特に目立つように点表示すると、さらに関心領域中の関心点の視認が容易である。

20

【0047】

なお、この画像表示は、たとえば、歯列弓のCT画像に適用されるが、それに限られず、耳鼻科用のCT画像、脊髄のCT画像の表示などにも適用できることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】画像表示装置であるコンピュータのブロック図

【図2】画面におけるCT画像の表示の図

【図3】画面表示の1例の図

30

【図4】図3の表示から回転が指示された後の画面の1例の図

【図5】回転の計算を説明するための図

【図6】ボリューム・レンダリング画面で画面に垂直な軸を中心にボリュームを回転させた状況を示す図

【図7】ボリューム・レンダリング画面で画面に平行な軸を中心にボリュームを回転させた状況を示す図

【図8】画面において操作者によりスライスの回転を指示された場合の画像表示のフローチャート

【図9】画面において操作者によりボリューム・レンダリング画像の回転を指示された場合のフローチャート

40

【図10】切断面を含むボリューム・レンダリング画像の図

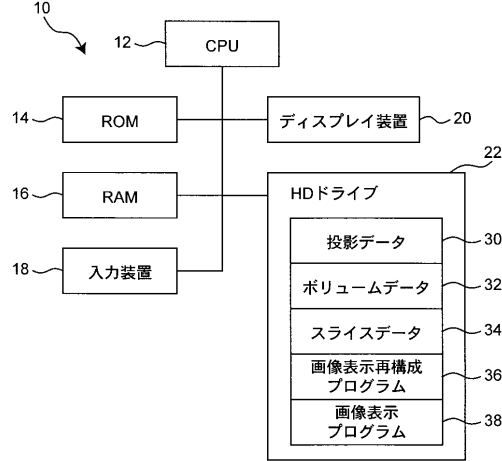
【図11】画面表示の1例の図

【符号の説明】

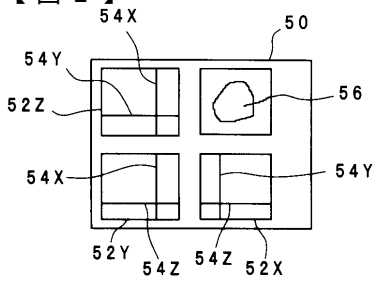
【0049】

10 コンピュータ、 12 中央処理装置、 20 ディスプレイ装置、  
22 ハードディスク装置、 30 投影データ、 32 3次元領域の再構成データ（ボリュームデータ）、 34 スライス画像データ、 36 画像再構成プログラム36、 38 表示プログラム

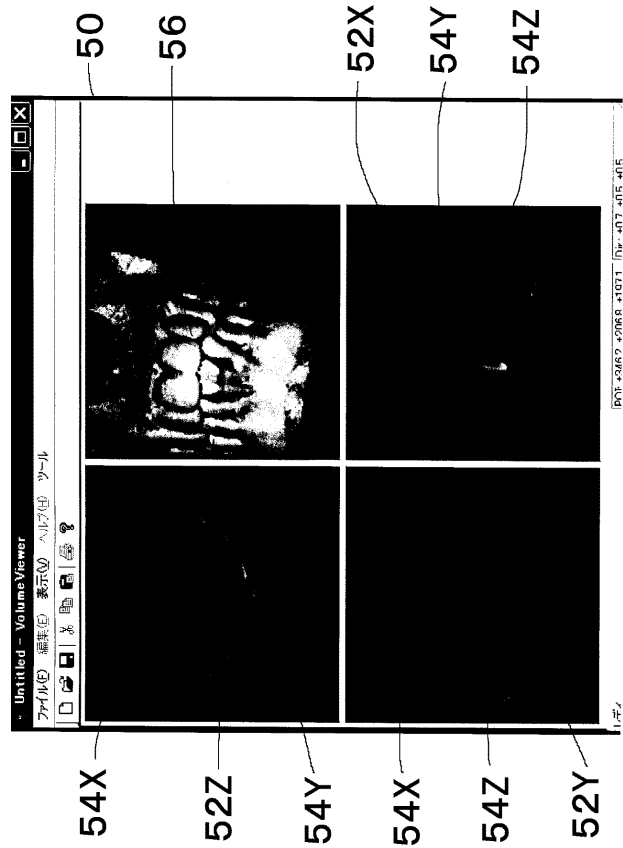
【図1】



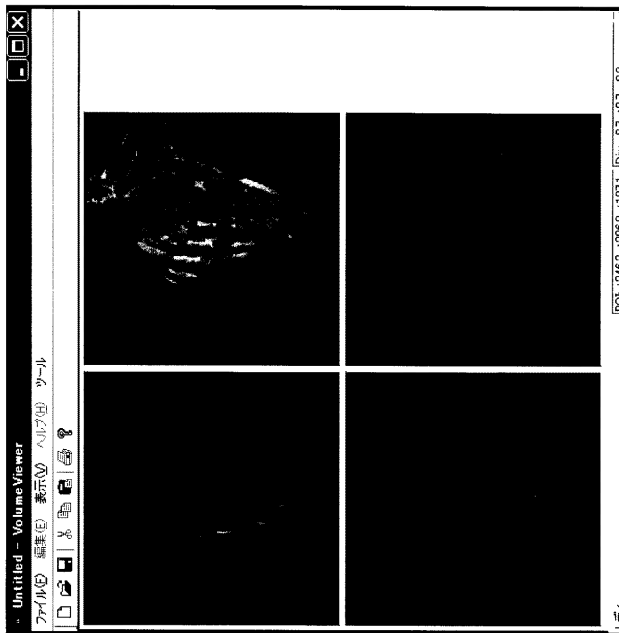
【図2】



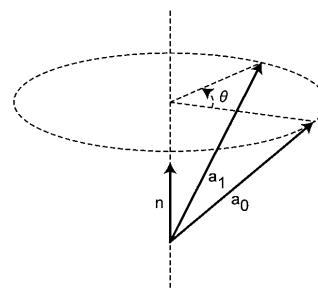
【図3】



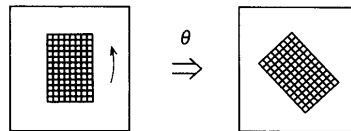
【図4】



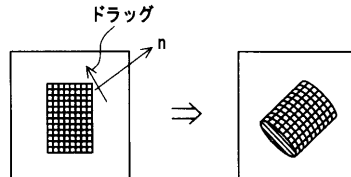
【図5】



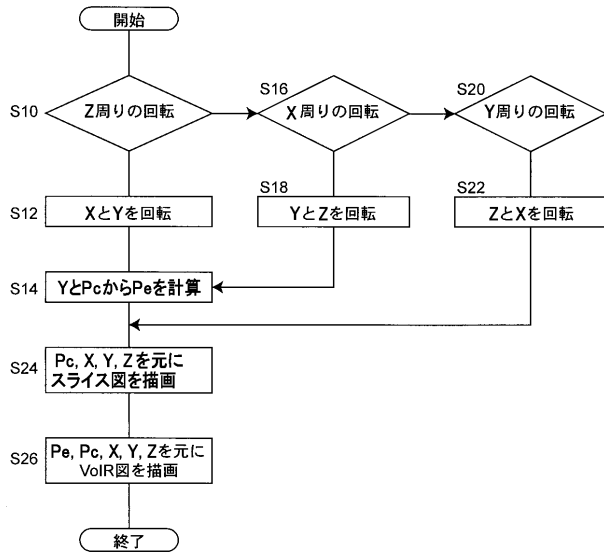
【図6】



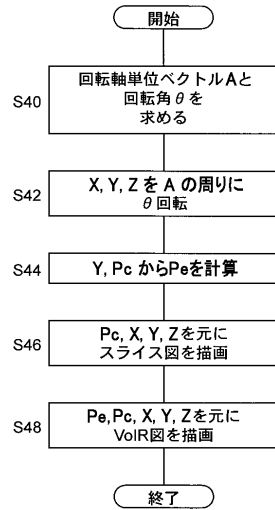
【図7】



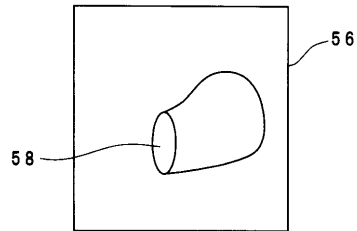
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

