(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3685818号
(P3685818)
(45)発行日　平成17年8月24日(2005.8.24)　(24)登録日　平成17年6月10日(2005.6.10)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G06T 15/00　G06T 15/00　200
G06T 1/00　G06T 1/00　290B

請求項の数 3　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平6-173972
(22)出願日　平成6年7月26日(1994.7.26)
(65)公開番号　特開平8-36652
(43)公開日　平成8年2月6日(1996.2.6)
審査請求日　平成13年7月2日(2001.7.2)

(73)特許権者　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
(74)代理人　100093872
弁理士　高崎　芳紘
(72)発明者　後藤　艮洋
東京都千代田区内神田一丁目１番１４号
株式会社　日立メディコ　内
(72)発明者　佐藤　一弘
東京都千代田区内神田一丁目１番１４号
株式会社　日立メディコ　内

審査官　村松　貴士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元画像構成方法及びその装置

(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て積み上げ三次元画像を得、これを任意の方向に設定した投影面に二次元画像として投影し、その二次元画像に陰影付けを行って三次元画像として構成すると共に、前記投影面への各断層像の座標変換は視点からの中心投影法を用いる三次元画像構成方法において、

前記視点と前記投影面の間に位置するように投影対象となる積み上げ三次元画像を配置するステップと、前記視点を内部に含む腹腔鏡を模した円筒モデルを前記積み上げ三次元画像内に設定するステップと、前記積み上げ三次元画像の画素が前記設定された円筒モデルの内／外の何れかに存在するかを判別するステップと、前記円筒モデルの外に存在すると判別された画素についてのみ前記陰影付けを行うステップと、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】

前記視点と前記円筒モデルとは、所定間隔を保持しつつ、両者が同方向に移動可能であることを特徴とする請求項１に記載の三次元画像構成方法。

【請求項３】

ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げて積み上げ三次元画像を得、これを任意の方向に設定した投影面に二次元画像として投影し、その二次元画像に陰影付けを行って三次元画像として構成すると共に、前記投影面への各断層像の座標変換は視点からの中心投影法を用いる三次元画像構成装置において、

前記視点と前記投影面の間に位置するように投影対象となる積み上げ三次元画像を配置する手段と、前記視点を内部に含む腹腔鏡を模した円筒モデルを前記積み上げ三次元画像内に設定する手段と、前記積み上げ三次元画像の画素が前記設定された円筒モデルの内／外の何れに存在するかを判別する手段と、前記円筒モデルの外に存在すると判別された画素についてのみ前記陰影付けを行う手段と、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。）として構成する三次元画像構成方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

この種の三次元画像構成方法は、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平行投影法が用いられていた。

【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（内部に視点をおいた）三次元画像を構成するには向いていなく、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要望を満たすことができなかった。

【０００４】

そこで、特願平６－３４９２号で示される三次元画像の構成方法が考えられた。これは、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法を用いて行い、陰影づけアルゴリズムに従って前記投影面上での各画素座標に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もので、以下、図６を参照してこのような三次元画像構成方法を説明する。

【０００５】

図６は、中心投影法による座標変換を説明するための図で、断層像３０上のＳ点（ｘ0，ｚ0，ｙ0）の投影結果が投影面２０上のＰ点（ｘ，ｙ，ｚ）になることを示す。

【０００６】

この図６において、中心投影法による投影面２０への断層像３０の投影に当たっての、断層像３０の画素座標の投影面２０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２０の交わる点、

ｂはｙ軸と投影面２０の交わる点、

ｃはｚ軸と投影面２０の交わる点、

である。

【０００７】

また、

αは原点から投影面２０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）２１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２２と断層像３０の交わる点、

とすると、次の式が成り立つ。

【０００８】

まず、投影面２０は

（ｘ／ａ）＋（ｙ／ｂ）＋（ｚ／ｃ）＝１　　…（１）

で表わされる。

また、ｅ点（ｘ1，ｙ1，ｚ1）とＰ点（ｘ，ｙ，ｚ）　を通る直線２２は

$$(x0-x)/(x1-x)=(y0-y)/(y1-y)=(z0-z)/(z1-z) \quad \cdots(2)$$

で与えられる。

【０００９】

投影面２０がＣ1点（ｘｃ1，ｙｃ1，ｚｃ1）を通るとき、

ｋ1＝ｓｉｎα

ｋ2＝ｃｏｓα／ｓｉｎβ

ｋ3＝ｃｏｓα・ｃｏｓβ／ｓｉｎβ

ａｉ＝１／ａ

ｂｉ＝１／ｂ

ｃｉ＝１／ｃ

として、

$$z=[X\cdot k1-Y\cdot k2-yc1\cdot k3-\{(ci\cdot k3\cdot zc1)/bi\}+\{(ai\cdot k3\cdot X)/(bi\cdot\cos\alpha)\}-\{(ai\cdot k3\cdot xc1)/bi\}]/[1-\{(ci\cdot k3)/bi\}+\{(ai\cdot k3\cdot\sin\alpha)/(bi\cdot\cos\alpha)\}] \quad \cdots(3)$$

$$x=(X-z\cdot\sin\alpha)/\cos\alpha \quad \cdots(4)$$

$$y=[yc1+\{-ci\cdot(z-zc1)-ai\cdot(x-xc1)\}]/bi \quad \cdots(5)$$

ここで、上記Ｃ1点（ｘｃ1，ｙｃ1，ｚｃ1）には、例えば、視点ｅ（ｘ1，ｙ1，ｚ1）から投影面２０に下ろした垂線と投影面２０の交わる点（この点と視点ｅ間の距離はｈ）として、

$zc1=z1+-[h/\mathrm{sqrt}\{1+(c^2/a^2)+(c^2/b^2)\}]$

（「ｚ1＋－」の「－」はｚ0＜ｚｃ1のとき）　　…（６）

ｘｃ1＝ｘ1＋｛ｃ・（ｚ1－ｚｃ1）／ａ｝　　…（７）

ｙｃ1＝ｙ1＋｛ｃ・（ｚ1－ｚｃ1）／ｂ｝　　…（８）

を使ってもよい。

【００１０】

投影された画像を投影面２０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（３），（４），（５）式によりｘ，ｙが決まる。ｅ点のｘ1，ｙ1，ｚ1は任意に与えるので、下掲（９），（１０）式により、ｙ0＝ｄ0の断層像上で画素Ｓ点の座標ｘ0，ｚ0が決まる。

【００１１】

ｘ0＝｛（ｄ0－ｙ）／（ｙ1－ｙ）｝×（ｘ1－ｘ）＋ｘ　　…（９）

ｚ0＝｛（ｄ0－ｙ）／（ｙ1－ｙ）｝×（ｚ1－ｚ）＋ｚ　　…（１０）

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。

【００１２】

なお、図６中のＬは視点ｅからＳ点までの距離を示すもので、このＬ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Ｌmax から上記Ｌを引算した値に比例する。

【００１３】

以上のような座標変換を、表示画面に相当する投影面２０上の全ての点について行う。また、全ての断層像３０について行う。

【００１４】

また二次元表示画面に表示するときに、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、例えばデプス法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２０上での各画素座標に画素値を与えるものである。

【００１５】

この方法によれば、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ができる。

【００１６】

しかし上述方法は、食道、気管、腸などのように、対象物内部に元々あいている空間内に視点ｅが置かれることを前提としたもので、小さい穴から内部（広がりのある内部）を覗き込んだような三次元画像、特に図７に示すように、腹腔鏡６０で観察しながらそれを被検体６１内に挿入してゆく時に見えるような三次元画像を構成することはできず、そのような画像を得たいという要望を満たすことができなかった。

【００１７】

本発明の目的は、小さい穴から内部（広がりのある内部）を覗き込んだような三次元画像、特に、腹腔鏡で観察しながらそれを被検体内に挿入してゆく時に見えるような三次元画像を得ることのできる三次元画像構成方法を提供することにある。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げて積み上げ三次元画像を得、これを任意の方向に設定した投影面に二次元画像として投影し、その二次元画像に陰影付けを行って三次元画像として構成すると共に、前記投影面への各断層像の座標変換は視点からの中心投影法を用いる三次元画像構成方法において、

前記視点と前記円筒モデルの間に位置するように投影対象となる積み上げ三次元画像を配置するステップと、前記視点を内部に含む腹腔鏡を模した円筒モデルを前記積み上げ三次元画像内に設定するステップと、前記積み上げ三次元画像の画素が前記設定された円筒モデルの内／外の何れかに存在するかを判別するステップと、前記円筒モデルの外に存在すると判別された画素についてのみ前記陰影付けを行うステップと、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、ボリューム画像を含む複数の断層像を積み上げて積み上げ三次元画像を得、これを任意の方向に設定した投影面に二次元画像として投影し、その二次元画像に陰影付けを行って三次元画像として構成すると共に、前記投影面への各断層像の座標変換は視点からの中心投影法を用いる三次元画像構成装置において、

前記視点と前記投影面の間に位置するように投影対象となる積み上げ三次元画像を配置する手段と、前記視点を内部に含む腹腔鏡を模した円筒モデルを前記積み上げ三次元画像内に設定する手段と、前記積み上げ三次元画像の画素が前記設定された円筒モデルの内／外の何れに存在するかを判別する手段と、前記円筒モデルの外に存在すると判別された画素についてのみ前記陰影付けを行う手段と、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。

【００１９】

【作用】

視点を含んで設定された円筒モデルが小さい穴の役割を果たし、断層像の画素座標の変換には中心投影法を使うので、上記穴の大きさより大きなものが見えるようになる。

【００２０】
　これにより、円筒モデルによる小さい穴から内部（広がりのある内部）を覗き込んだような三次元画像、特に図７に示すように、腹腔鏡６０で観察しながらそれを被検体６１内に挿入してゆく時に見えるような三次元画像が得られることになる。
【００２１】
【実施例】
以下、図面を参照して本発明の実施例を説明するが、それに先立ってまずその原理につき図２及び図３に基づき述べておく。
本発明方法においては、投影面２０への各断層像３０の投影に当たり、各断層像３０の画素座標の投影面２０上の座標への変換は中心投影法を用いて行い、陰影づけアルゴリズムに従って前記投影面２０上での各画素座標に画素値を与えて陰影づけを行う。
【００２２】
この時、図２，図３に示すように、視点ｅの回りに断層像３０を貫いて一定の領域２１を設定しておき、この領域２１内に含まれる断層像３０の画素を無視し、座標変換及び陰影づけの処理対象から外す。そして、領域２１外の断層像３０の画素についてのみ前記座標変換及び陰影づけを行う。
【００２３】
このように、領域２１内に含まれる断層像３０の画素を無視することが、腹腔鏡を使った時などのように、被検体に穴をあけることに相当する。
これを図３で説明する。ここで、前記領域２１の形状を円柱形とし、その半径をｒ、視点ｅから円柱（領域２１）の先端面までの距離をｄとする。
【００２４】
この図３において、投影面２０上の点（Ｘ，Ｙ）と視点ｅを結ぶ直線と断層像３０との交点をｐ（ｐ1，ｐ2…）としたとき、視点ｅと交点ｐとの距離Ｌを考え、下記（イ），（ロ）の場合にのみ座標変換及び陰影づけをする。なお、Ａ1は視点ｅと投影面２０を結ぶ直線ｌ1と、視点ｅと円柱（領域２１）の角ｃ1を結ぶ直線とでなす角度である。また、Ｄは投影面２０から視点ｅへの垂線の距離、Ｒは前記直線ｌ1と投影面２０の交点から前記点（Ｘ，Ｙ）までの距離である。
【００２５】
（イ）交点ｐが円柱（領域２１）の側面にある場合、すなわち、Ａ＞　Ａ1の場合、
Ｌ＞ｒ／ｓｉｎＡ　ならば座標変換及び陰影づけをする。
【００２６】
（ロ）交点ｐが円柱（領域２１）の先端面にある場合、すなわち、Ａ＜＝Ａ1の場合、
Ｌ＞ｄ／ｃｏｓＡ　ならば座標変換及び陰影づけをする。
【００２７】
ここで、

$$tanA = R/D$$
$$= sqrt(X^2+Y^2)/D$$
$$tanA1 = r/D$$

である。
【００２８】
このように、領域２１の形状を円柱形としたとき、上記（イ），（ロ）の場合のみが領域２１外に断層像３０の画素が存在しているもので、この場合にのみ座標変換及び陰影づけをするものである。
【００２９】
座標変換は前述中心投影法で行われる。陰影づけには、所定の陰影づけアルゴリズム、例えばデプス法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２０上での各画素座標に画素値を与えるものである。

【００３０】
図１は、本発明による三次元画像構成方法の一実施例を示すフローチャートである。以下、この図１のステップに従い、かつ図２，図３を併用して本発明方法の一実施例を説明する。
【００３１】
ここでは、予め、図２に示すように視点ｅの回りに断層像３０を貫いて一定の領域２１が設定されており、またこの領域２１は図２，図３に示すように円柱形で、その半径はｒ、視点ｅから円柱（領域２１）の先端面までの距離はｄであるものとする。
【００３２】
ステップ１
投影面２０上の座標（Ｘ，Ｙ）をＸ＝－２５６，Ｙ＝－２５６とする。
ステップ２
座標ｙを視点ｅに最も近い断層像３０の位置とする。
ステップ３
座標（Ｘ，Ｙ）と視点ｅを結ぶ直線と断層像３０との交点ｐ（ｚ，ｘ）を求め、視点ｅから交点ｐまで距離Ｌを求める。
【００３３】
ステップ４
交点ｐが円柱（領域２１）の側面か先端面かを判定する。側面であるときにはステップ５に、先端面であるときにはステップ６に跳ぶ。
ステップ５
交点ｐが円柱（領域２１）の側面の場合は、Ｌ＞ｄ／ｃｏｓＡかどうかを判定する。これを満たせばステップ７に跳び、満たさなければステップ９に跳ぶ。
【００３４】
ステップ６
交点ｐが円柱（領域２１）の先端面の場合は、Ｌ＞ｒ／ｓｉｎＡ　かどうかを判定する。これを満たせばステップ８に跳び、満たさなければステップ９に跳ぶ。
【００３５】
ステップ７，８
前述座標変換及び陰影づけ処理をする。
ステップ９
次の断層像３０について処理をするためにｙを更新する。
ステップ１０
全ての断層像３０について上記処理が終了したかどうかを判定する。終了してなければステップ３に跳ぶ。
【００３６】
ステップ１１
投影点のＸ位置を１画素ずらす。
ステップ１２
Ｘが最大値（＋２５６）かどうかを判定する。最大値でなければステップ２に戻り、最大値になるまで処理を繰り返す。
ステップ１３
投影点を次のライン上にして（Ｙに１を加えて）、Ｘ＝－２５６とする。
ステップ１４
Ｙが最大値（＋２５６）かどうかを判定する。最大値でなければステップ２に戻り、最大値になるまで処理を繰り返し、最大値で全ての処理を終了する。
【００３７】
以上により、小さい穴から内部（広がりのある内部）を覗き込んだような三次元画像が構成される。
【００３８】

なお、視点ｅの座標は可変であるが、この視点ｅと領域２１先端の座標移動を平行移動（所定間隔を保持しつつ同方向移動）となるようにし、この平行移動を領域２１先端方向へ行えば、あたかも腹腔鏡で観察しながらそれを被検体内に挿入してゆく時に見えるような三次元画像が得られる。

【００３９】

また、図４に示すように、複数の断層像３０のうち前記領域２１内に含まれる部分４０の画素値を所定の値、例えば陰影づけ処理上のしきい値から外れるような極端に大きな値に変更し、陰影づけ処理から除外されるようにしてもよい。これによっても、被検体に穴をあけたことに相当する効果が得られる。

【００４０】

また上述実施例では、視点ｅを含む一定の領域２１の形状を円柱形としたが、これに代えて球形としてもよい。球形にすれば、図１中のステップ４におけるような場合分けの必要はなくなり、Ｌと球の半径だけを比較すればよい。

【００４１】

図５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５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、５５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（図１に示したもの）のためのプログラムなどが格納されている。

【００４２】

ＣＰＵ５０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腹腔鏡で見ている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。

【００４３】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、小さい穴から内部（広がりのある内部）を覗き込んだような三次元画像、特に、腹腔鏡で観察しながらそれを被検体内に挿入してゆく時に見えるような三次元画像を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明方法の一実施例を示すフローチャートである。

【図２】本発明による三次元画像構成方法の原理説明図である。

【図３】本発明による三次元画像構成方法の原理説明図である。

【図４】本発明方法の他の実施例を示すフローチャートである。

【図５】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６】中心投影法による座標変換を説明するための図である。

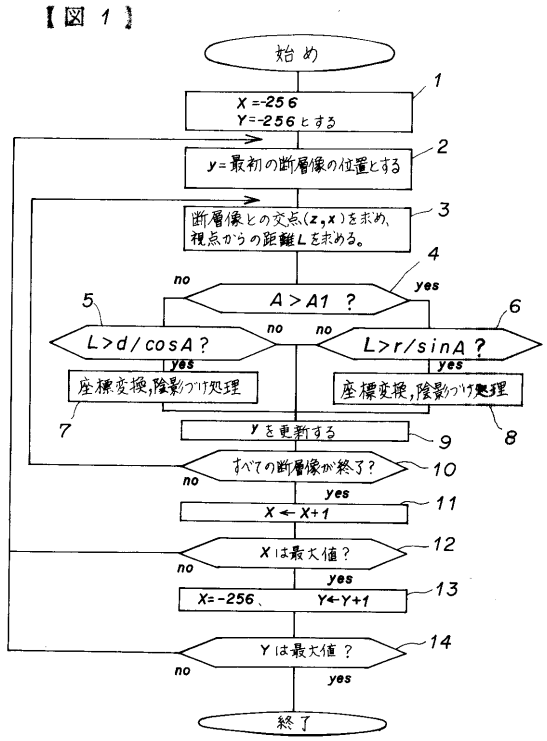
【図７】腹腔鏡の使用例を示す図である。

【符号の説明】

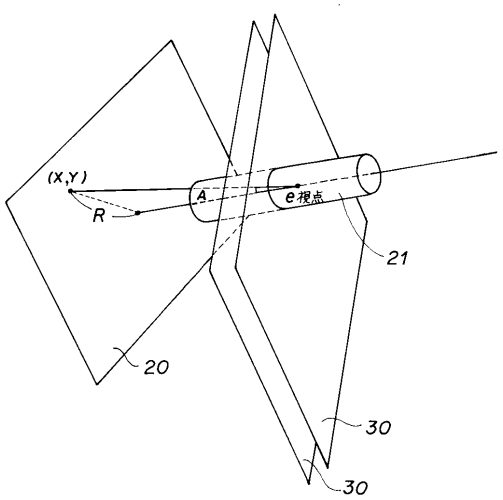
２０　　投影面
２１　　視点を含む一定の領域
３０　　断層像
６０　　腹腔鏡
６１　　被検体
ｘ　　断層像のｘ軸又はｘ座標
ｙ　　断層像の積上げ方向の軸
ｚ　　断層像のｚ軸又はｚ座標
ｅ　　視点（視点の位置）
Ｘ　　投影面上のＸ軸又はＸ座標
Ｙ　　投影面上のＹ軸又はＹ座標

ｒ　　円柱形領域の半径
ｄ　　視点から円柱形領域の先端面までの距離
Ａ１　　視点と投影面を結ぶ直線と、視点と円柱形領域の角を結ぶ直線とでなす角度
Ｄ　　投影面から視点への垂線の距離

【図１】

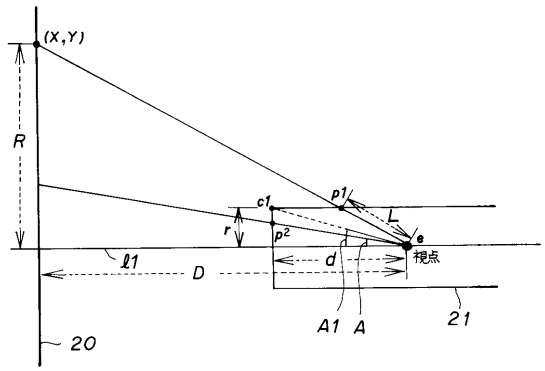


【図２】



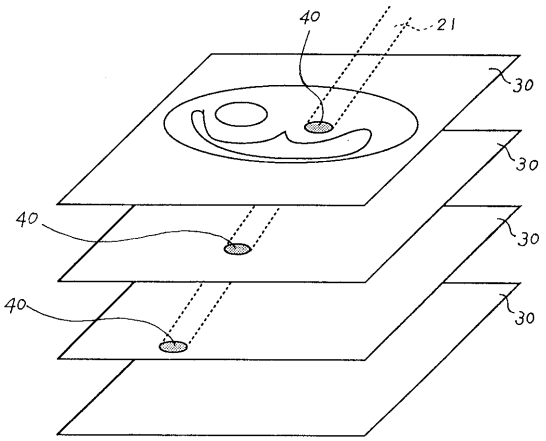
【図３】

【図３】



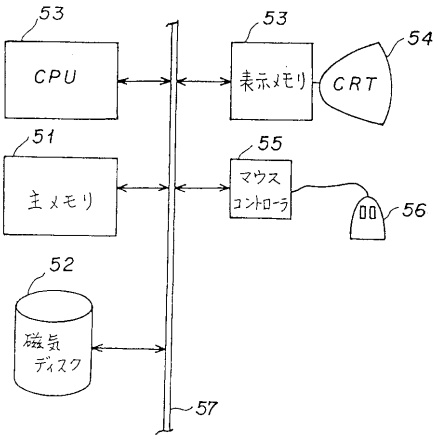
【図４】

【図４】



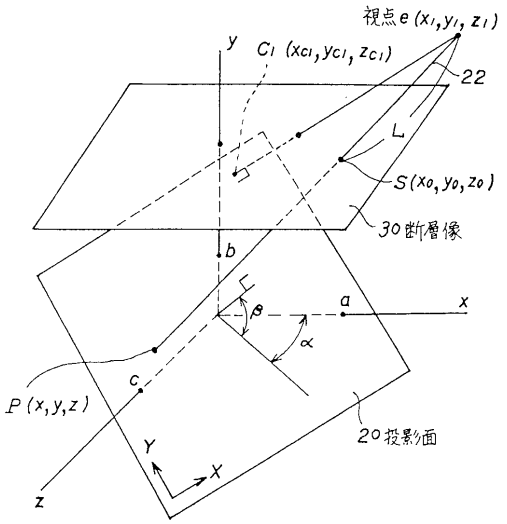
【図５】

【図５】



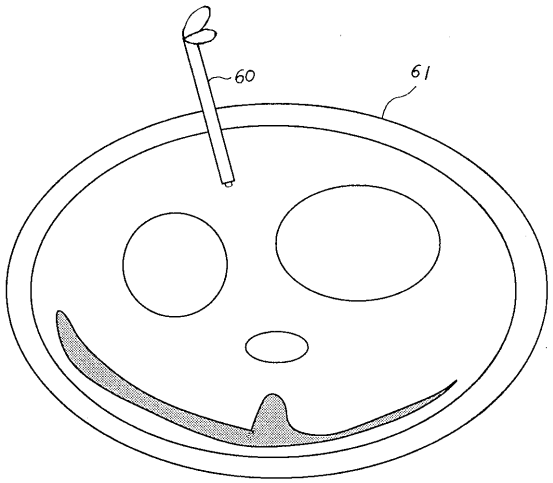
【図６】

【図６】



【図７】

【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６２－１５０３８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２０９５８３（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０５５９９１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２２３８８５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G06T 1/00 - 17/50