

(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2008-83973

(P2008-83973A)

(43) 公開日 平成20年4月10日(2008.4.10)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
<b>G06T</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	15/00	200	4C093
<b>A61B</b>	<b>6/03</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	6/03	360G	4C096
<b>A61B</b>	<b>5/055</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	5/05	380	5B080

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-262892 (P2006-262892)	(71) 出願人	500109320 ザイオソフト株式会社 東京都港区三田1丁目2番18号
(22) 出願日	平成18年9月27日 (2006.9.27)	(74) 代理人	100105647 弁理士 小栗 昌平
		(74) 代理人	100105474 弁理士 本多 弘徳
		(74) 代理人	100108589 弁理士 市川 利光
		(72) 発明者	松本 和彦 東京都港区三田1丁目2番18号 ザイオソフト株式会社内
		Fターム(参考)	4C093 AA22 FF42 FF43 4C096 AD14 DC36 5B080 AA17 DA06 FA03 FA15 FA17 GA06 GA11

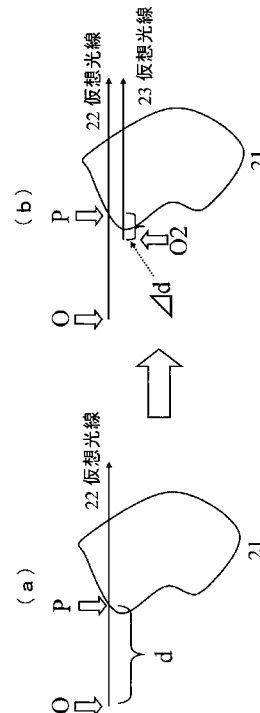
(54) 【発明の名称】 画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】ポリウムデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理方法において、前処理を行うことなく高速化を実現することができる画像処理方法を提供する。

【解決手段】視点Oから仮想光線22を物体21に投射し、仮想光線22の残光量が最初に減衰する位置Pを取得し、位置Pにおける仮想光線22の進行した距離dを取得する。そして、隣接する仮想光線23を投射する場合に、仮想光線23を、視点Oから進行した距離dより所定値小さい距離 d手前の位置O2から投射する。このように、投影処理を行う際に仮想光線上で最初に物体が見つかった位置Pの奥行き情報dを記憶し、隣接の仮想光線では、奥行きdの若干手前 dの位置O2から仮想光線を投射することによって計算を省略する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ボリュームデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理方法であって、  
第 1 の視点から第 1 の仮想光線を投射し、  
前記第 1 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置を取得し、  
前記第 1 の視点から前記減衰位置までの前記第 1 の仮想光線の進行距離を取得し、  
前記第 1 の仮想光線に隣接する第 2 の仮想光線を投射するに当たって、  
第 2 の仮想光線の投射開始位置は、第 2 の視点から前記進行距離進行させた位置より所  
定値第 2 の視点側に戻った位置である画像処理方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の画像処理方法であって、  
前記第 2 の視点側に所定値だけ戻った位置のボクセルが透明でない場合は、更に前記第  
2 の視点側に所定値だけ戻った位置から前記第 2 の仮想光線を投射する画像処理方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の画像処理方法であって、  
前記第 1 の仮想光線を所定間隔毎に投射する画像処理方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載の画像処理方法であって、  
第 3 の視点から第 3 の仮想光線を投射し、  
前記第 3 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置を取得し、  
前記第 3 の視点から前記第 3 の仮想光線の減衰位置までの前記第 3 の仮想光線の進行距  
離を取得し、  
前記第 2 の仮想光線の投射開始位置を第 2 の視点側に戻す所定値の算出に、更に前記第  
3 の仮想光線の進行距離を利用する画像処理方法。

**【請求項 5】**

請求項 4 記載の画像処理方法であって、  
第 1 の仮想光線と第 3 の仮想光線の前記進行距離を比較し、  
前記進行距離の差が所定値以上の場合に、前記第 2 の仮想光線を前記第 2 の視点から投  
射する画像処理方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 記載の画像処理方法であって、  
仮想内視鏡画像を作成する画像処理方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 記載の画像処理方法であって、  
並列処理により画像を作成する画像処理方法。

**【請求項 8】**

ボリュームデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理プログラムであって、  
コンピュータに、請求項 1 ないし 7 のいずれか一項記載の各ステップを実行させるプロ  
グラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ボリュームデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理方法に関す  
る。

**【背景技術】****【0002】**

従来、コンピュータ断層撮影 (CT: computed tomography) 装置、核磁気共鳴映像 (M  
RI: magnetic resonance imaging) 装置等で得られる 3 次元画像を、所望の方向に投  
影して投影画像を得ることが行われている。このような投影画像を得るための処理として  
はボリュームレンダリングが広く用いられている。ボリュームレンダリングには例えば、

10

20

30

40

50

投影方向について最大画素値を抽出して投影する MIP (最大値投影法: Maximum Intensity Projection) 処理や最小画素値を抽出して投影する MinIP (最小値投影法: Minimum Intensity Projection) 処理、投影方向に仮想光線を投射し物体からの反射光を計算するレイキャスティング法等が知られている。

#### 【0003】

また、視点と投影面を設定し、ポリウムデータを、その投影面に視点から見たように投影する投影法が存在する。この投影法には、平行投影法と透視投影法とが知られている。

#### 【0004】

平行投影法は、視点が面で構成されており、この視点から平行に投影面に投影を行うものであり、ポリウムデータに変換された臓器などの対象物をその外側からみた画像として構成する場合に適している。一方、透視投影法は、視点は点であり、視点と投影面との間に存在するポリウムデータを、視点を中心位置として放射状に投影面に投影するものであり、臓器に対する仮想内視鏡 (Virtual Endoscope) 検査を行うことができる。尚、医療画像においてはその他、視点が線である円筒投影法が用いられている。

#### 【0005】

図13は、レイキャスティング法を説明するための図である。レイキャスティング法では、図13(a)に示すように、仮想光線62をポリウムデータ61に投射し、仮想光線62上のボクセル(0, 1, …, n)の反射光と残光量を求める。すなわち、ポリウムデータ61を仮想光線62上の一定間隔でサンプリングし、各サンプリング点で反射する光の強度を計算し、反射光を加算し、残光量を減算していくことで、投影面63上の各座標におけるピクセル値を求める。

#### 【0006】

図13(b)は、i番目のボクセルとi+1番目のボクセルにおける反射光の求め方を示す。i番目のボクセルへの残光量(入射光)を「 $I_i$ 」、i番目のボクセルの不透明度を「 $\alpha_i$ 」、i番目のボクセルの反射係数を「 $\rho_i$ 」とすると、i+1番目のボクセルへの残光量「 $I_{i+1}$ 」および投影値「R」は、

$$I_{i+1} = (1 - \alpha_i) I_i \cdot \rho_i \quad (1)$$

$$R = \rho_i I_i \quad (2)$$

となる。

#### 【0007】

図14は、従来のレイキャスティング法のフローチャートを示す。従来のレイキャスティング法では、まず、投影面Image[p,q]を設定し(ステップS51)、ポリウムデータVol[x,y,z]を取得する(ステップS52)。

#### 【0008】

次に、投影面のパラメータp, qで2重ループを形成し投影面上を走査する(ステップS53)。そして、パラメータp, qに対応する視点である投影開始点O(x,y,z)、ステップベクトルS(x,y,z)を設定し、現在座標X(x,y,z)をO(x,y,z)とし、残光量Iを1とし、反射光Fを0とする(ステップS54)。

#### 【0009】

次に、ポリウムデータVol(X)より部分反射光および透過光を計算し、残光量Iおよび反射光Fを計算する(ステップS55)。そして、残光量I > 0 および現在座標X(x,y,z) 光線終端座標かどうかを判断する(ステップS56)。

#### 【0010】

そして、残光量I > 0 および現在座標X(x,y,z) 光線終端座標の場合(yes)は、現在座標XをX + Sとし(ステップS57)、ステップS55に戻る。一方、残光量I > 0 および現在座標X(x,y,z) 光線終端座標でない場合(no)は、反射光Fを投影面Image[p,q]の画素値とし(ステップS58)、ステップS53に戻る。

#### 【0011】

図15は、従来のレイキャスティング法の問題点を説明するための図である。従来のレ

10

20

30

40

50

レイキャスティング法では、図15(a)に示すように、仮想光線68をボリュームデータ65に投射し、仮想光線68上のすべてのボクセルから反射光を求めるが、仮想光線68上には、物体67の領域に相当する不透明なボクセルが存在するだけでなく、空気66しかない領域、観察対象でない組織の領域など最終的な投影値に貢献しない透明なボクセル(空ボクセル)が多く存在する。

【0012】

図15(b)は、透明なボクセルを通過する仮想光線を示す。例えば、 $i$ 番目のボクセルが透明の場合、 $i$ 番目のボクセルの不透明度 $\alpha_i$ は0のため、 $i+1$ 番目のボクセルの残光量「 $I_{i+1}$ 」は、

$$I_{i+1} = (1 - \alpha_i) I_i = I_i \cdot \dots \quad (3)$$

となつて $i$ 番目のボクセルの残光量「 $I_i$ 」と等しくなるため、サンプリングしても投影値に影響しない。そこで、空ボクセルのサンプリング演算を省略してレイキャスティング法の高速化を図る手法が考えられた。

【0013】

図16は、従来のレイキャスティング法における高速化手法を説明するための図である(非特許文献1参照)。従来の高速化手法では、前処理を行ってあらかじめ空ボクセルに印をつけておき、投影する際、空ボクセルの領域はサンプリングしない。これにより、レンダリングの精度を落とさずに、高速化を可能にする。

【0014】

この場合、図16(a)に示すように、ボリュームデータ71に対して、空のボクセル領域72を「0」とし、空でないボクセル領域73を「1」とするマスクを作成する。そして、図16(b)に示すように、ボリュームデータ74に対して投影処理を行う際、そのマスクを参照して、空でないボクセル領域76のみサンプリングを行い、空ボクセルのサンプリングを省略する(仮想光線75の点線部分はサンプリングしない)。

【0015】

なお、関連事項として、不透明度が1のボクセル以降の計算を省略する手法が知られている(例えば、特許文献1参照)。また、サブボクセル内での計算を省略する手法が知られている(例えば、非特許文献1参照)。

【特許文献1】米国特許第6,654,012号明細書(Early ray termination in a parallel pipelined volume rendering system)

【非特許文献1】Light Weight Space Leaping using Ray Coherence Sarang Lakare and Arie Kaufman IEEE Visualization 2004, pp. 19 - 26, October 2004, Austin, Texas, USA. <http://sled.sourceforge.net/pub/papers/LWSpaceLeapingVis2004.pdf>

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

図17は、従来のレイキャスティング法における高速化手法の問題点を説明するための図である。上述した従来のレイキャスティング法における高速化手法では、空ボクセルのサンプリング演算を省略して高速化を図るために、前処理を行ってあらかじめ空ボクセルを記録したマスクを作成する必要がある。

【0017】

しかしながら、ボクセル値から透明度を取得するLUT関数が変更されると、前処理をやり直さなければならない。すなわち、図17(a)に示すLUT関数(ボクセル値と透明度の関数)に基づいてボリュームデータ81内でボクセル領域82が作成された場合、LUT関数が図17(b)に示すように変更されると、ボリュームデータ81内のボクセル領域83が変わってくる。

【0018】

また、不透明度が1のボクセル以降の計算を省略する手法(例えば、特許文献1参照)は効果的ではあるが、不透明度が1のボクセル以降の計算のみを省略するので、この手法単体では効果は不十分である。また、サブボクセル内での計算を省略する手法(例えば、

10

20

30

40

50

非特許文献 1 参照) では、省略が行える仮想光線の数が非常に限られているので効果が不十分である。

【0019】

本発明は、上記従来事情に鑑みてなされたものであって、ポリウムデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理方法において、前処理を行うことなく高速化を実現することができる画像処理方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は、ポリウムデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理方法であって、第 1 の視点から第 1 の仮想光線を投射し、前記第 1 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置を取得し、前記第 1 の視点から前記減衰位置までの前記第 1 の仮想光線の進行距離を取得し、前記第 1 の仮想光線に隣接する第 2 の仮想光線を投射するに当たって、第 2 の仮想光線の投射開始位置が、第 2 の視点から前記進行距離進行させた位置より所定値第 2 の視点側に戻った位置である画像処理方法である。

10

【0021】

本発明の画像処理方法によれば、視点から第 1 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置までの進行距離に対応する計算を省略することができるため、前処理を行うことなく画像処理の高速化を実現することができる。また、視点側に所定値だけ戻す事によってサブピクセルの範囲を超えて多数の仮想光線の省略を行うことができる。

【0022】

また、本発明の画像処理方法は、前記第 2 の視点側に所定値だけ戻った位置のピクセルが透明でない場合は、更に前記第 2 の視点側に所定値だけ戻った位置から前記第 2 の仮想光線を投射する。

20

【0023】

本発明の画像処理方法によれば、視点側に所定値だけ戻った位置のピクセルが透明でなかった場合など、仮想光線上で不正常的な状態を検知した場合は、更に手前の位置から仮想光線を投射するので、観察対象の物体の全体を描画するとともに、計算量を減らして高速に処理することができる。

【0024】

また、本発明の画像処理方法は、前記第 1 の仮想光線を所定間隔毎に投射するものである。

30

【0025】

また、本発明の画像処理方法は、視点から第 3 の仮想光線を投射し、前記第 3 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置を取得し、前記第 3 の視点から前記第 3 の仮想光線の減衰位置までの前記第 3 の仮想光線の進行距離を取得し、前記第 2 の仮想光線の投射開始位置を第 2 の視点側に戻す所定値の算出に、更に前記第 3 の仮想光線の進行距離を利用する。

【0026】

また、本発明の画像処理方法は、第 1 の仮想光線と第 3 の仮想光線の前記進行距離を比較し、前記進行距離の差が所定値以上の場合に、前記第 2 の仮想光線を前記第 2 の視点から投射する。

40

【0027】

本発明の画像処理方法によれば、所定間隔毎に計算の省略をせずに仮想光線を投射し、所定間隔内の仮想光線に対する計算を省略するので、最初に描画した物体から離れて存在する物体を検知でき、対象物体すべてを正確かつ高速に描画することができる。

【0028】

また、本発明の画像処理方法は、仮想内視鏡画像を作成する画像処理方法である。また、本発明の画像処理方法は、並列処理により画像を作成する画像処理方法である。また、本発明の画像処理プログラムは、ポリウムデータに仮想光線を投射して画像を作成する画像処理プログラムであって、コンピュータに、本発明の画像処理方法を実行させるもの

50

である。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、視点から第1の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置までの進行距離に対応する計算を省略することができるため、前処理を行うことなく画像処理の高速化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

図1は、本発明の画像処理方法の基本概念を説明するための図である。本発明の画像処理方法は、ボリュームデータを用いるレイキャスティング法に適用可能であり、図1(a)に示す視点Oから仮想光線12を物体11に投射し、仮想光線12の残光量が最初に減衰する位置Pを取得し、位置Pにおける仮想光線12の進行した距離(O-P)を取得する。

10

【0031】

そして、図1(b)に示すように、隣接する仮想光線13を投射する場合に、仮想光線13を、視点Oから進行した距離(O-P)14より所定値小さい距離d手前の位置から投射する。これによって、前処理を行うことなく最初の不透明(半透明を含む)なボクセルまでの処理を省略し、レイキャスティング法の高速化を実現することができる。

【0032】

このように本発明の画像処理方法は、仮想光線の投影開始位置を動的に変化させ、空のボクセルに関する演算を省略することができるため、特に、前処理と組合せにくい仮想内視鏡(Virtual Endoscope)画像の作成において有効である。

20

【0033】

図2は、本発明の画像処理方法を実行する際の注意点を説明するための図である。本発明の画像処理方法は、仮想光線の開始位置を動的に変化させ、空のボクセルに関する演算を省略することができるが、不用意に計算を省略すると描画されない物体が生じてしまう可能性がある。

【0034】

すなわち、図2に示すように、視点Oより仮想光線12を物体11に投射し、仮想光線12の残光量が最初に減衰する位置Pを取得し、位置Pにおける仮想光線12の進行した距離(O-P)を取得するが、隣接する仮想光線13を投射する場合に、位置Pに対応する点(d=0)から投射すると、物体11の中に描画されない部分16が生じる。また、位置Pに対応する点から投射した仮想光線15では、まったく描画されない物体17が生じる。

30

【0035】

そこで、本発明の実施形態にかかる画像処理方法においては、隣接の仮想光線はほぼ同一の位置で物体と交わる事を利用し、隣接の仮想光線が初めて物体と交差した位置の所定距離手前から仮想光線を投射する(実施例1に対応)。また、物体表面を確実に描画するために、計算を行う仮想光線上で不正常な状態を検知する(実施例2に対応)。さらに描画されない物体を検知するために、一定間隔毎に計算の省略をせずに仮想光線を投射する(実施例3に対応)。

40

【実施例1】

【0036】

図3は、本発明の画像処理方法における実施例1を説明するための図である。本実施形態では、隣接の仮想光線が初めて物体と交差した位置の所定距離手前から仮想光線を投射する。

【0037】

すなわち、図3(a)に示す視点Oから仮想光線22を物体21に投射し、仮想光線22の残光量が最初に減衰する位置Pを取得し、位置Pにおける仮想光線22の進行した距離dを取得する。そして、図3(b)に示すように、隣接する仮想光線23を投射する場

50

合に、仮想光線 2 3 を、視点 O から進行した距離 d より所定値小さい距離 d 手前の位置 O 2 から投射する。なお、距離 d は、所定数のボクセルに対応した距離を予め決定しておいてもよい。

【0038】

このように本実施形態では、投影処理を行う際に仮想光線上で最初に物体が見つかった位置 P の奥行き情報 d を記憶し、隣接の仮想光線では、奥行き d の若干手前 d の位置 O2 から仮想光線を投射する事によって計算を省略する。これによって観察対象の物体の表面形状が凸凹していても対応できる。

【実施例 2】

【0039】

図 4 は、本発明の画像処理方法における実施例 2 を説明するための図である。本実施形態では、計算を行う仮想光線上で不正常的な状態を検知する。すなわち、図 4 ( a ) に示すように、視点 O から仮想光線 2 2 を物体 2 1 に投射し、仮想光線 2 2 の残光量が最初に減衰する位置 P を取得する。そして、仮想光線 2 2 に隣接する仮想光線 2 5 を投射する場合に、仮想光線 2 5 を位置 P より距離 d 手前の位置 O 2 から投射するが、本実施例では、位置 O 2 のボクセルの不透明度が 0 でない場合を検知する。

10

【0040】

この場合、位置 O 2 のボクセルの不透明度が 0 でないということは、物体 2 1 の中から仮想光線 2 5 の投射を開始していることを意味する。これは、位置 O 2 の手前に本来描画されるべき領域があることを意味する。

20

【0041】

したがって、本実施例では、図 4 ( b ) に示すように、仮想光線上で位置 O 2 のボクセルの不透明度が 0 でない事を検知した場合に、位置 O 2 より更に手前 ( d ' ) の位置 ( O 2 ' ) から仮想光線 2 6 を投射する。これにより、物体 2 1 の全体を描画するとともに、計算量を減らして高速に処理することができる。更に位置 O 2 ' のボクセルの不透明度までもが 0 でない場合には更に手前の位置から仮想光線を投射する。なお、簡略化のために位置 O 2 のボクセルの不透明度が 0 でない場合に省略を一切行わないで位置 O に相当する位置から仮想光線を投射してもよい。また、以後の処理に於いて、 d の量は直前に求めた d ' を利用すれば更に効率が良くなる。

【実施例 3】

30

【0042】

図 5 は、本発明の画像処理方法における実施例 3 を説明するための図である。本実施形態では、仮想光線を所定値小さい距離 d 手前の位置から投射する時の、距離 d と複数の仮想光線を用いて求めるために、一定間隔毎に計算の省略をせずに仮想光線を投射する。すなわち、一定間隔の仮想光線 3 3 , 3 4 , 3 5 , 3 6 , 3 7 を、視点から投射する。そして、各仮想光線 ( 3 3 ~ 3 7 ) の間の仮想光線 4 1 ~ 4 3 , 4 4 ~ 4 6 , 4 7 , 5 0 ~ 5 2 は、物体 3 1 , 3 2 の d 手前から投射することによって計算を省略する。ここで、仮想光線 4 8 , 4 9 は、視点から投射する。このようにすれば、最初に描画した物体 3 1 から離れて存在する物体 3 2 も描画することができ、観察対象の物体すべてを描画することができる。

40

【0043】

図 6 は、本実施例 3 の処理フローチャートであり、図 7 , 8 , 9 , 1 0 は、本実施例 3 の詳細を説明するための図である。以下、図 6 ~ 図 1 0 を参照して詳細に説明する。

【0044】

本実施例の画像処理方法では、まず、図 7 に示すように、一定間隔毎に視点から仮想光線 3 3 , 3 4 , 3 5 , 3 6 , 3 7 を投射する ( ステップ S 1 ) 。この際、物体 3 1 , 3 2 を感知するように、間隔は観察対象として予測される物体 3 1 , 3 2 の大きさから決定する。そして、仮想光線 3 3 , 3 4 , 3 5 , 3 6 , 3 7 において、最初に感知した不透明ボクセルの位置 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 , P 5 をそれぞれ記録する ( ステップ S 2 ) 。尚、間隔は観察において必要とされる最小の物体の径より小さければ良い。

50

## 【 0 0 4 5 】

次に、図 8 に示すように、位置 P 1、P 2、P 3、P 4、P 5 から仮想光線 3 3、3 4、3 5、3 6、3 7 上で d さかのぼった座標 O 2 ( 1 )、O 2 ( 2 )、O 2 ( 3 )、O 2 ( 4 )、O 2 ( 5 ) を求める ( ステップ S 3 )。この場合、矢印 5 5 に示すように、隣接する座標 O 2 間の距離 ( 座標 O 2 ( 3 ) と座標 O 2 ( 4 ) の距離 ) が一定距離以上の箇所が存在するか判定する ( ステップ S 4 )。離れていなければ、隣接する座標 O 2 間の距離が一定距離以下の座標 O 2 間を点線で示すように補間する ( ステップ S 5 )。一方、離れている場合には、矢印 5 5 に示すように、物体 3 1、3 2 が離れていると判断し、補間を行わない。このような場合には、仮想光線を視点から投射する一定間隔を狭めることにより描画の精度を上げることが出来る。仮想光線を視点から投射する一定間隔を小さくし、補間がなされなかった箇所 ( 仮想光線 3 5 と 3 6 の間 ) に対して再帰的に処理を行う ( ステップ S 7 )。

10

## 【 0 0 4 6 】

次に、図 9 に示すように、再帰的な処理を説明する。補間がなされなかった箇所 ( 仮想光線 3 5 と 3 6 の間 ) に、改めて仮想光線 4 8 ( 矢印 a ) を視点から投射し、対応する物体表面から d 視点側に戻った位置の座標 O 2 ( 6 ) を取得する ( 再帰したステップ S 1 )。これによって不正な処理の省略が行われることが阻止できる。よって、新しく追加された仮想光線 4 8 ( 矢印 a ) に対して上記のステップ S 1 ~ S 5 の処理を繰り返す。この時、新しく追加された仮想光線に対して、更に隣接する座標 O 2 間の距離 ( 座標 O 2 ( 7 ) と座標 O 2 ( 4 ) が一定距離以上の箇所が存在するか判定する ( 再帰したステップ S 4 )。存在する場合には、以前のステップと同様に物体 3 1、3 2 が離れていると判断し、補間を行わない。このような場合には、仮想光線を視点から投射する一定間隔を更に小さくし、再帰を更に行うことになる。尚、仮想光線を視点から投射する一定間隔が、最終的な補間後の仮想光線の間隔より小さければ一定間隔はそれ以上狭くすることに益はないので、再帰計算を終了する ( ステップ S 6 : y e s )。そうでなければ ( ステップ S 6 : n o )、仮想光線を視点から投射する一定間隔を更に小さくし、補間がなされなかった箇所 ( 仮想光線 4 8 と 3 6 の間 ) に対して更に再帰的に処理を行う ( 再帰したステップ S 7 )。再帰を繰り返すことによって作成されたのが座標 O 2 ( 7 )、仮想光線 4 9 ( 矢印 b ) である。

20

## 【 0 0 4 7 】

次に、図 1 0 に示すように、補間がされた箇所を位置 O 2 ( 1 1 ) ~ O 2 ( 1 8 ) として各 O 2 から仮想光線 4 1 ~ 5 2 を投射する ( ステップ S 8 )。このように本実施例によれば、一定間隔毎に計算の省略をせずに仮想光線を投射し、一定間隔内の仮想光線に対する計算を省略するので、最初に描画した物体から離れて存在する物体を検知でき、対象物体すべてを高速に描画することができる。

30

## 【 0 0 4 8 】

図 1 1 は、本実施形態の画像処理方法において計算を終了する座標を説明するための図である。上記各実施例では、便宜上仮想光線が光線終端座標まで届くように表現したが、仮想光線は残光量が 0 になったら計算を終了するので、実際に計算する範囲は以下のようになる。

40

## 【 0 0 4 9 】

すなわち、仮想光線 3 3 ' ~ 3 7 '、4 8 '、4 9 ' の計算範囲は、視点から物体 3 1、3 2 内で残光量が 0 になる座標までであり、仮想光線 4 1 ' ~ 4 7 '、5 0 ' ~ 5 2 ' の計算範囲は、物体 3 1、3 2 の表面の d 手前から物体 3 1、3 2 内で残光量が 0 になる座標までである。なお、視点から投射した仮想光線の残光量が所定量減衰する減衰位置と、視点から減衰位置までの仮想光線の進行距離に基づいて予測した、この仮想光線に隣接する仮想光線の投射開始位置と、の仮想光線投射方向における距離 d は、ボクセル 5 6 ~ 5 9 等のサイズより大きい。同一ボクセル内では、補間によって値が変わることはあるが、不透明度が 0 と非 0 が同居することは通常用いる線形補間やスプライン補間では有り得ないからである。

50

## 【 0 0 5 0 】

図 1 2 は、本実施形態のレイキャスティング法における進行距離が予測された仮想光線を投射するフローチャートを示す。本実施形態では、まず、投影面 Image[p,q]を設定し（ステップ S 1 1）、ポリウムデータ Vol[x,y,z]を取得する（ステップ S 1 2）。

## 【 0 0 5 1 】

次に、投影面のパラメータ p , q で 2 重ループを形成し投影面上を走査する（ステップ S 1 3）。そして、パラメータ p , q に対応する本来の投影開始点（視点に相当）O(x,y,z)、ステップベクトル S(x,y,z)を設定する（ステップ S 1 4）。

## 【 0 0 5 2 】

次に、処理を省略できる範囲を取得し（図 6）、投影開始点（視点から減衰位置までの仮想光線の進行距離に基づいて予測した投影開始位置）O2(x,y,z)を求める。すなわち、現在座標 X(x,y,z)を位置 O2とし、残光量 I を 1 とし、反射光 F を 0 とする（ステップ S 1 5）。また、ポリウムデータ Vol(X)より部分反射光、透過光を計算し残光量 I、反射光 F を計算する（ステップ S 1 6）。

10

## 【 0 0 5 3 】

次に、残光量  $I > 0$  および現在座標 X(x,y,z) 光線終端座標を判断し（ステップ S 1 7）、残光量  $I > 0$  および現在座標 X(x,y,z) 光線終端座標の場合（yes）は、現在座標 X を  $X + S$  とし（ステップ S 1 8）、ステップ S 1 6 に戻る。一方、残光量  $I > 0$  および現在座標 X(x,y,z) 光線終端座標でない場合（no）は、反射光 F を投影面 Image[p,q]の画素値とし（ステップ S 1 9）、ステップ S 1 3 に戻る。

20

## 【 0 0 5 4 】

このように本実施形態の画像処理方法では、視点から第 1 の仮想光線を投射し、第 1 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置（最初の不透明（半透明を含む）なボクセルの位置）を取得し、視点から減衰位置までの第 1 の仮想光線の進行距離を取得し、第 1 の仮想光線の進行距離に基づいて、第 1 の仮想光線に隣接する第 2 の仮想光線の投射開始位置を、第 1 の仮想光線の進行距離から、視点側に所定値戻った位置と予測する。この方法によれば、予測した投影開始位置から第 2 の仮想光線を投射することにより、視点から第 1 の仮想光線の残光量が所定量だけ減衰する減衰位置までの進行距離に対応する計算を省略することができるため、前処理を行うことなく画像処理の高速化を実現することができる。

30

## 【 0 0 5 5 】

また、本実施形態の画像処理方法は、ポリウムレンダリングの計算を所定の角度単位、画像の領域、ポリウムの領域等で分割し、後で重ね合わせることができるので、並列処理やネットワーク分散処理、専用プロセッサ、或いはそれらの複合により行うことができる。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 5 6 】

本発明は、前処理を行うことなく最初の不透明なボクセルまでの処理を省略し、高速化を実現することができる画像処理方法として利用可能である。

## 【 図面の簡単な説明 】

40

## 【 0 0 5 7 】

【 図 1 】 本発明の画像処理方法の基本概念を説明するための図

【 図 2 】 本発明の画像処理方法を実行する際の注意点を説明するための図

【 図 3 】 本発明の画像処理方法における実施例 1 を説明するための図

【 図 4 】 本発明の画像処理方法における実施例 2 を説明するための図

【 図 5 】 本発明の画像処理方法における実施例 3 を説明するための図

【 図 6 】 本発明の画像処理方法における実施例 3 の処理フローチャート

【 図 7 】 本発明の画像処理方法における実施例 3 の詳細を説明するための図（ 1 ）

【 図 8 】 本発明の画像処理方法における実施例 3 の詳細を説明するための図（ 2 ）

【 図 9 】 本発明の画像処理方法における実施例 3 の詳細を説明するための図（ 3 ）

50

【図10】本発明の画像処理方法における実施例3の詳細を説明するための図(4)

【図11】本実施形態の画像処理方法において計算を終了する座標を説明するための図

【図12】本実施形態のレイカスティング法におけるフローチャート

【図13】レイカスティング法を説明するための図

【図14】従来のレイカスティング法のフローチャート

【図15】従来のレイカスティング法の問題点を説明するための図

【図16】従来のレイカスティング法における高速化手法を説明するための図

【図17】従来のレイカスティング法における高速化手法の問題点を説明するための図

【符号の説明】

【0058】

11, 21, 31, 32, 67 物体

12, 13, 15, 22, 23, 26, 62, 68, 75 仮想光線

17 描画されない物体

56, 57, 58, 59 ボクセル

61, 65, 71, 74, 81 ボリュームデータ

53 投影面

66 空気

72 空のボクセル領域

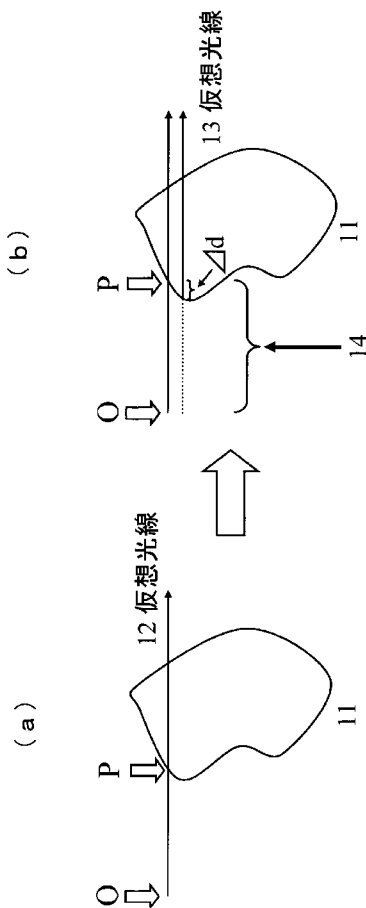
73, 76 空でないボクセル領域

82, 83 ボクセル領域

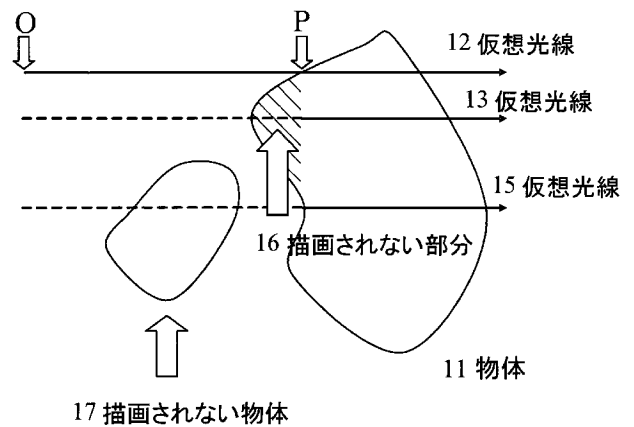
10

20

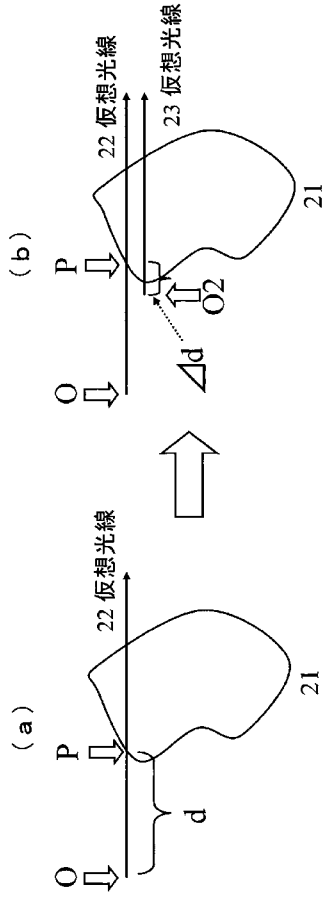
【図1】



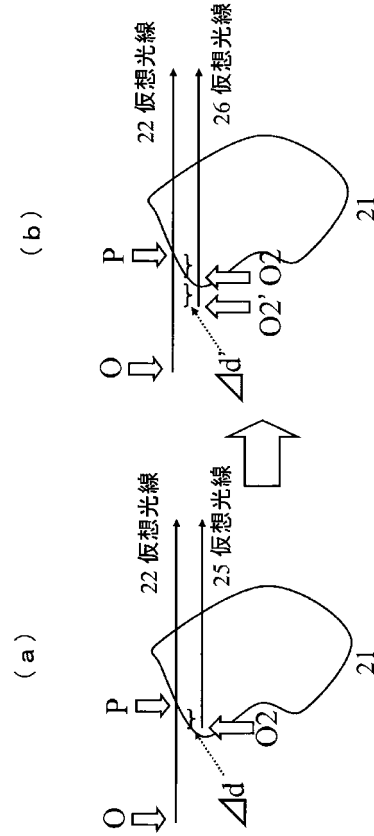
【図2】



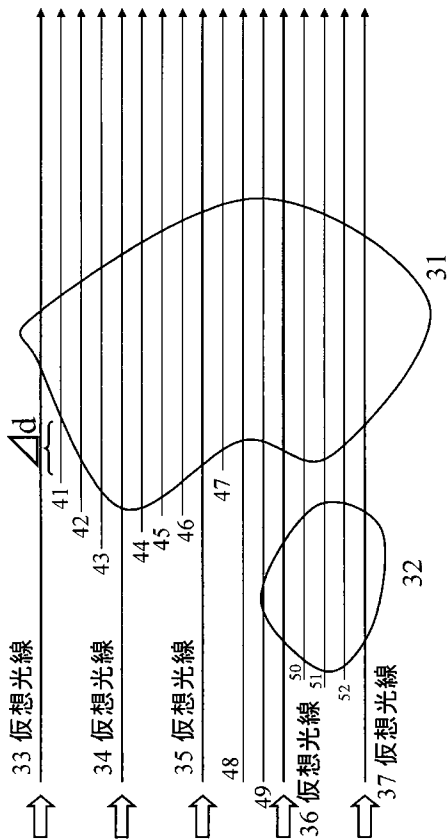
【 図 3 】



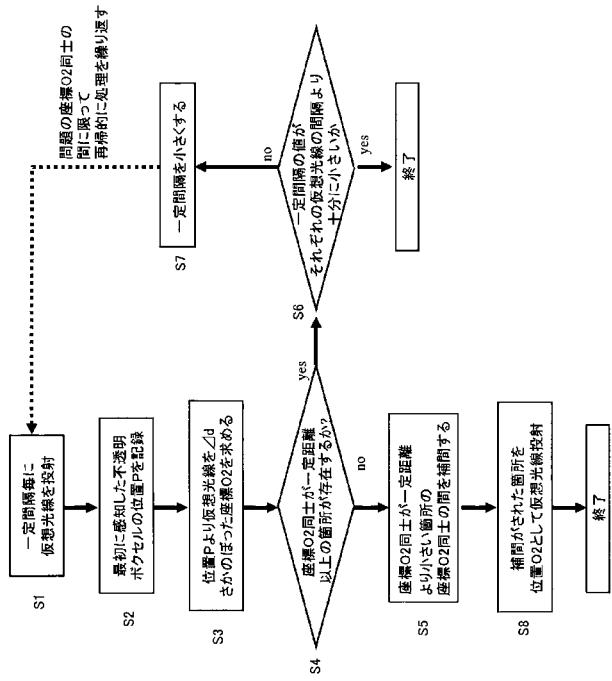
【 図 4 】



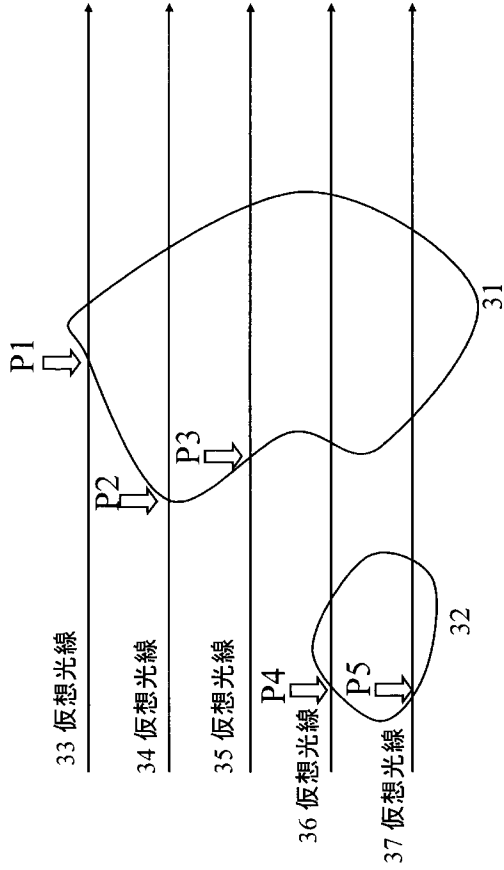
【 図 5 】



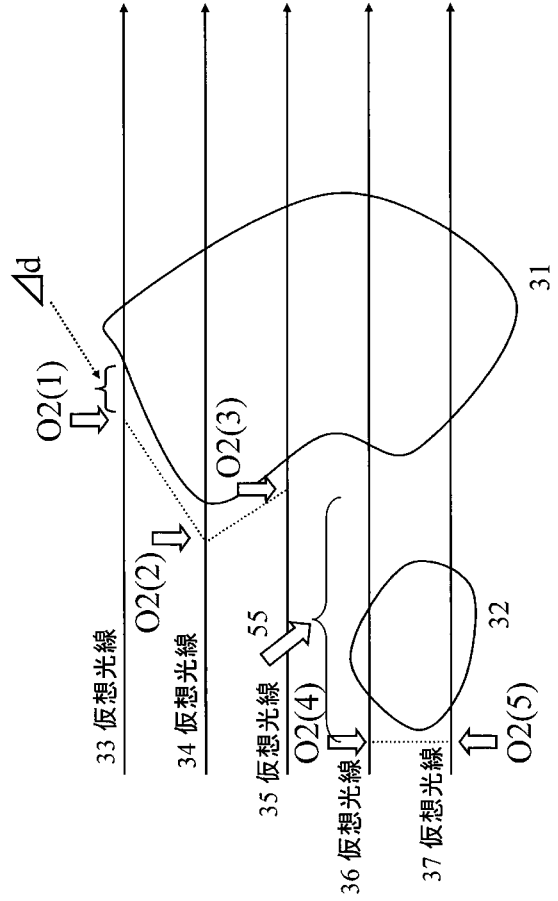
【 図 6 】



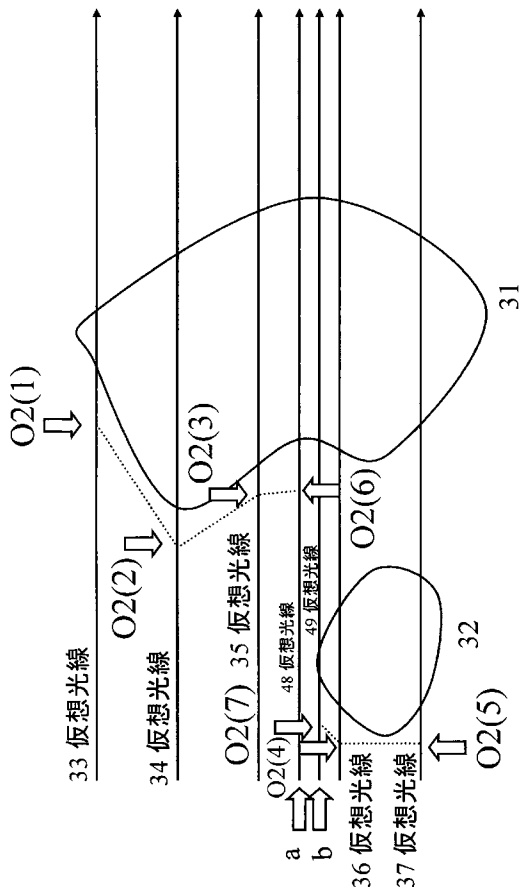
【 図 7 】



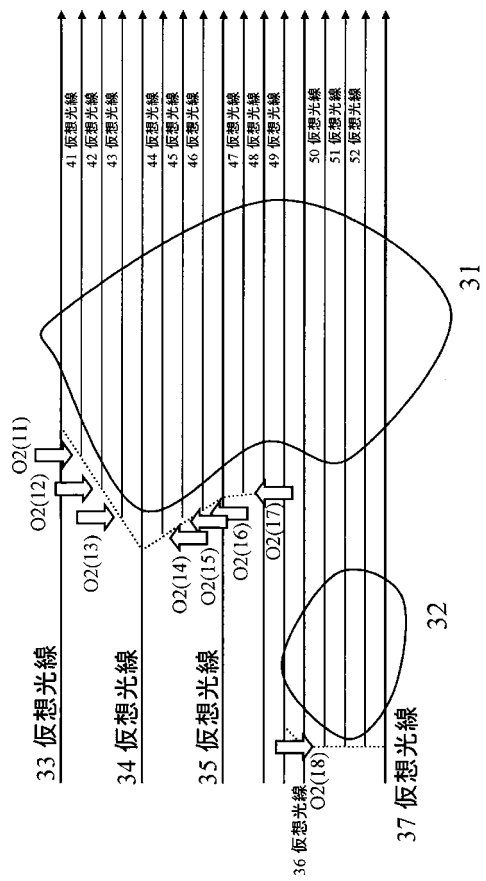
【 図 8 】



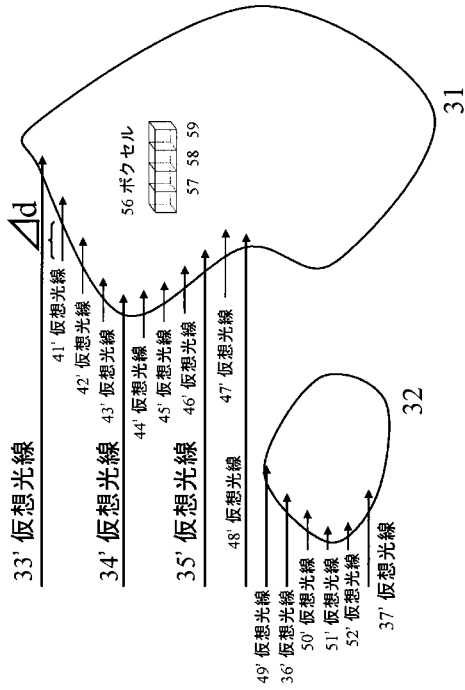
【 図 9 】



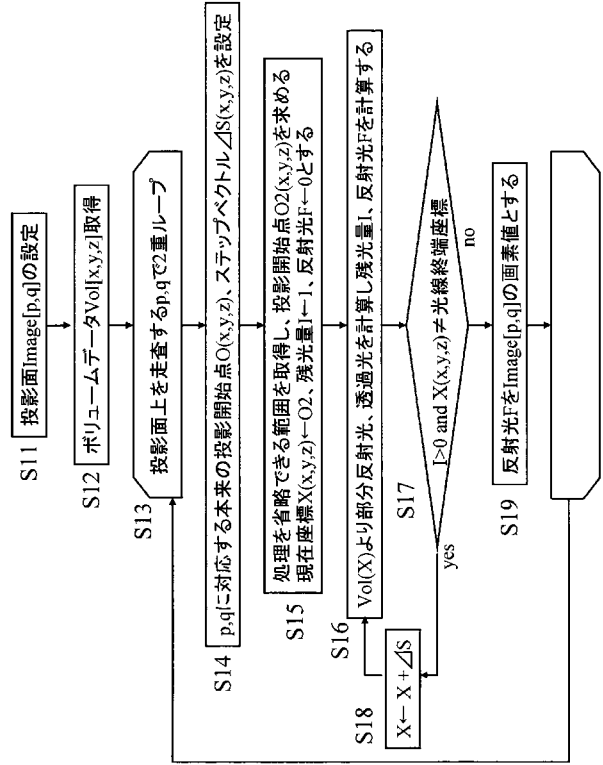
【 図 10 】



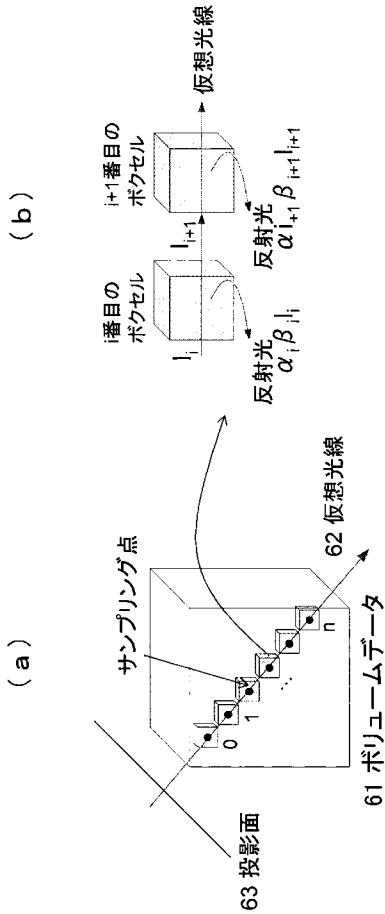
【 図 1 1 】



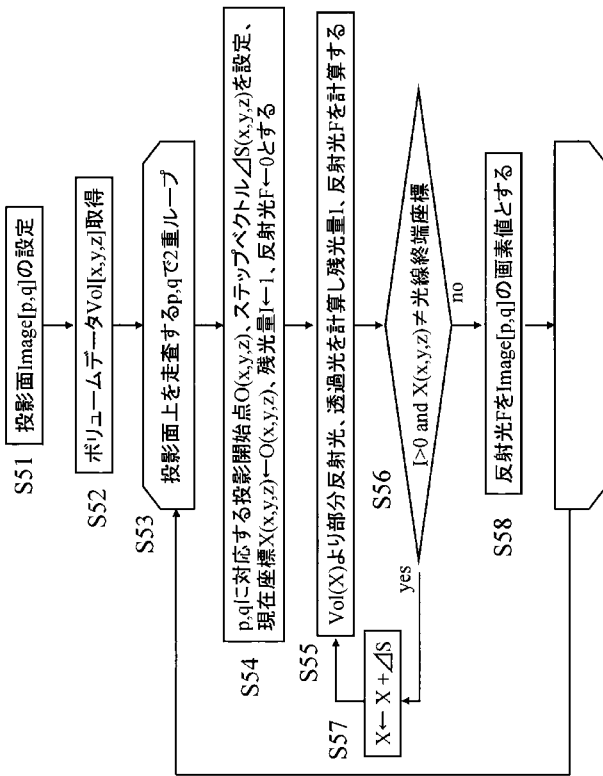
【 図 1 2 】



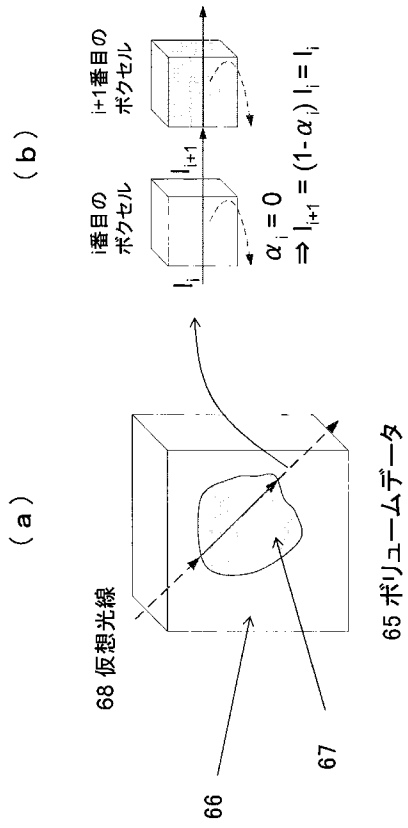
【 図 1 3 】



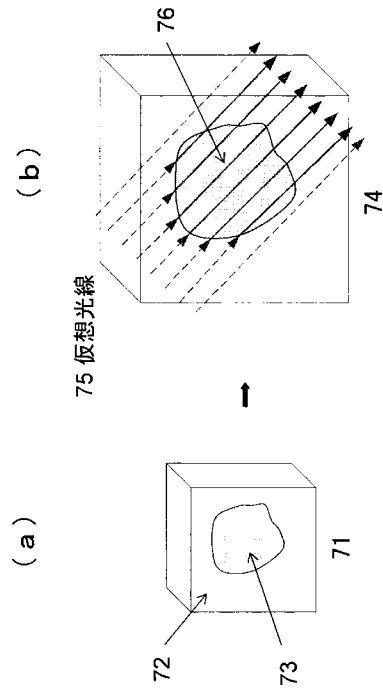
【 図 1 4 】



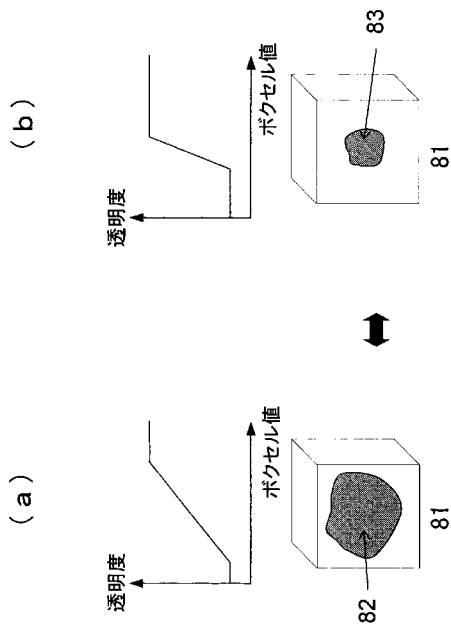
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



专利名称(译)	图像处理方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2008083973A</a>	公开(公告)日	2008-04-10
申请号	JP2006262892	申请日	2006-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	ZIOSOFT		
申请(专利权)人(译)	ザイオンソフト株式会社		
[标]发明人	松本和彦		
发明人	松本 和彦		
IPC分类号	G06T15/00 A61B6/03 A61B5/055 G06T15/08		
CPC分类号	G06T15/08		
FI分类号	G06T15/00.200 A61B6/03.360.G A61B5/05.380 A61B5/055.380 G06T15/08		
F-TERM分类号	4C093/AA22 4C093/FF42 4C093/FF43 4C096/AD14 4C096/DC36 5B080/AA17 5B080/DA06 5B080/FA03 5B080/FA15 5B080/FA17 5B080/GA06 5B080/GA11		
其他公开文献	JP4260177B2		

摘要(译)

要解决的问题：在通过将虚拟光束投影到体数据上来生成图像的图像处理方法中，提供一种在不执行预处理的情况下实现高速的图像处理方法。  
 ŽSOLUTION：虚拟光束22从视点O投射到物体21，以便获得虚拟光束22的残余光量首先衰减的位置P，并获得到达位置P的距离d然后，当投射相邻的虚拟光束23时，虚拟光束23从距离视点O的距离d比预定距离Δd短的位置O2投射。在投影处理中，深度信息d为0。存储在虚拟光束上首先找到物体的位置P，并且关于相邻的虚拟光束，从比深度d略短Δd的位置O2投射虚拟光束，因此省略计算。Ž

