

(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2006-139727

(P2006-139727A)

(43) 公開日 平成18年6月1日(2006.6.1)

(51) Int. Cl.

G06T 15/00 (2006.01)

F I

G06T 15/00 400

テーマコード (参考)

5B080

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2004-331224 (P2004-331224)
(22) 出願日 平成16年11月15日 (2004.11.15)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 100078282
弁理士 山本 秀策
(74) 代理人 100062409
弁理士 安村 高明
(74) 代理人 100107489
弁理士 大塩 竹志
(72) 発明者 福井 弘明
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 中村 功
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内

最終頁に続く

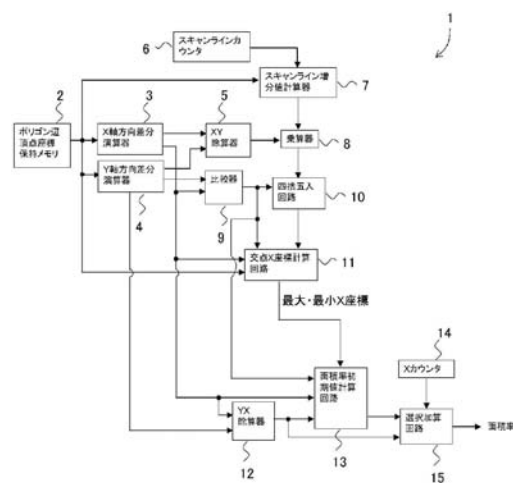
(54) 【発明の名称】 3次元図形描画処理装置、画像表示装置、3次元図形描画処理方法、これをコンピュータに実行させるための制御プログラムおよび、これを記録したコンピュータ読み取り可能な可読記録媒体

(57) 【要約】

【課題】領域DDAを用いず、表示画像データ保存領域としてラインバッファの利用を可能にしてメモリ領域を節約でき、かつ精度をできるだけ落とさずにポリゴン辺に適合した計算で計算時間の増加を抑えて良好にアンチエイリアシングを行う。

【解決手段】 3次元図形描画処理装置1において、ポリゴン辺の始頂点・終頂点の情報とスキャンラインの情報のみからポリゴン辺とスキャンラインとの交点座標をポリゴン辺の特性に従って計算方法を変化させながら求め、さらにピクセルにおけるポリゴン内部領域の占める面積率を計算することによりアンチエイリアシングのためのブレンディング係数も得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元ポリゴンを構成する各ポリゴン辺であって左辺・右辺に分けられたポリゴン辺を、さらに2次元XY座標上での該ポリゴン辺の傾きの大きさにより分類するポリゴン辺分類手段と、

該ポリゴン辺分類手段で分類された該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの各交点に対応した各描画点において、少なくともX座標が最も小さい描画点とX座標が最も大きい描画点の各座標値を求める座標計算手段と、

該座標計算手段で求めた描画点の各座標値から、該各交点に対応する所定単位領域のピクセル内にポリゴン内部領域が占める面積率を求める面積率計算手段とを有する3次元図形描画処理装置。 10

【請求項 2】

前記ポリゴン辺分類手段は、

前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いたX座標の差分値を求めるX軸方向差分演算手段と、

該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のY座標の値から他方のY座標の値を引いたY座標の差分値を求めるY軸方向差分演算手段と、

該X座標の差分値と該Y座標の差分値との大小関係を比較して、該ポリゴン辺の傾きの大きさを判定することにより該ポリゴン辺を分類する比較判定手段とを有する請求項1に記載の3次元図形描画処理装置。 20

【請求項 3】

前記比較判定手段は、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが1を超える場合に、該ポリゴン辺が左辺であれば「左」、該ポリゴン辺が右辺であれば「右」のように該ポリゴン辺を分類する請求項2に記載の3次元図形描画処理装置。

【請求項 4】

前記比較判定手段は、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが1以下の場合に、前記X座標の差分値が負の値になる左辺であれば「上」、該X座標の差分値が負の値になる右辺であれば「下」、該X座標の差分値が正の値になる左辺であれば「下」、該X座標の差分値が正の値になる右辺であれば「上」のように該ポリゴン辺を分類する請求項2または3に記載の3次元図形描画処理装置。 30

【請求項 5】

前記座標計算手段は、

前記ポリゴン辺分類手段で得られたポリゴン辺の傾き情報に基づいて、前記始頂点からスキャンラインとの交点までのX軸方向の距離に0.5を加算して、小数点以下を切捨てることにより四捨五入を行うかまたは、該始頂点から該スキャンラインとの交点までのX軸方向の距離は小数点以下を切り捨てて切り下げとすることを判定して、該始頂点から現スキャンラインまたは次のスキャンラインとの交点までの整数化されたX軸方向の距離を求めるX軸方向距離獲得手段を有する請求項1に記載の3次元図形描画処理装置。

【請求項 6】

前記X軸方向距離獲得手段は、 40

前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いたX座標の差分値を求めるX軸方向差分演算手段と、

該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のY座標の値から他方のY座標の値を引いたY座標の差分値を求めるY軸方向差分演算手段と、

該Y座標の差分値で該X座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上でのY軸方向に対するX軸方向の増加率を求めるXY除算手段と、

該始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしたスキャンラインの本数を計算するスキャンライン増分値計算手段と、

該XY除算手段で得たY軸方向に対するX軸方向の増加率に、該スキャンライン増分値計算手段で得た始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を乗算すること 50

により、始頂点から現スキャンラインまでの間のX軸方向の距離を求める乗算手段と、

該ポリゴン辺の傾き情報に基づいて、該乗算手段で求めたX軸方向の距離に0.5を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化したX軸方向の距離を求める四捨五入手段とを有する請求項5に記載の3次元図形描画処理装置。

【請求項7】

前記座標計算手段は、

前記ポリゴン辺分類手段によって得られたポリゴン辺の傾き情報および、前記X軸方向距離獲得手段により求めたX軸方向の距離、前記始頂点のX座標の値により、該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの交点間にある各描画点においてX座標が最も小さい描画点からX座標が最も大きい描画点までのX座標値を求める交点X座標計算手段を有する請求項5に記載の3次元図形描画処理装置。

10

【請求項8】

前記面積率計算手段は、前記ピクセルにポリゴン内部領域が占める面積率を求める際に、前記ポリゴン辺分類手段で得られたポリゴン辺の情報と、前記座標計算手段で得られたX座標が最も小さい描画点およびX座標が最も大きい描画点のX座標情報とに基づいて、該ピクセルの左右上下端いずれの側から占める面積率を使うかを判別して面積率の計算を行う請求項1に記載の3次元図形描画処理装置。

【請求項9】

前記面積率計算手段は、前記ポリゴン辺が前記ポリゴン辺分類手段により、該ポリゴン辺の傾きの大きさが1を超える場合に、「左」または「右」と分類されたポリゴン辺であって、かつ現スキャンラインと交差してから次のスキャンラインと交差するまでの間に二つの前記ピクセル間に跨るかどうかによって、一定の面積率とするか詳細な計算を行うかを決定する計算方法決定手段を有する請求項8に記載の3次元図形描画処理装置。

20

【請求項10】

3次元ポリゴンを構成する各ポリゴン辺であって左辺・右辺に分けられたポリゴン辺を、さらに2次元XY座標上での該ポリゴン辺の傾きの大きさにより分類するポリゴン辺分類ステップと、

該ポリゴン辺分類ステップで分類された該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの各交点に対応した各描画点において、少なくともX座標が最も小さい描画点とX座標が最も大きい描画点の各座標値を求める座標計算ステップと、

30

該座標計算ステップで求めた描画点の各座標値から、該各交点に対応する所定単位領域のピクセル内にポリゴン内部領域が占める面積率を求める面積率計算ステップとを有する3次元図形描画処理方法。

【請求項11】

前記ポリゴン辺分類ステップは、

前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のY座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

40

該X座標の差分値と該Y座標の差分値の大小関係を比較して、該ポリゴン辺の傾きの大きさを判定することにより該ポリゴン辺を分類する比較判定ステップとを有する請求項10に記載の3次元図形描画処理方法。

【請求項12】

前記座標計算ステップは、

前記ポリゴン辺分類ステップで得られたポリゴン辺の傾き情報に基づいて、前記始頂点からスキャンラインとの交点までのX軸方向の距離に0.5を加算して、小数点以下を切り捨てることにより四捨五入を行うかまたは、該始頂点から該スキャンラインとの交点までのX軸方向の距離は小数点以下を切り捨てて切り下げとすることを判定して、該始頂点から現スキャンラインまたは次のスキャンラインとの交点までの整数化されたX軸方向の距離

50

を求める X 軸方向距離獲得ステップと、

該ポリゴン辺の傾き情報および、該 X 軸方向距離獲得ステップにより求めた X 軸方向の距離、前記始頂点の X 座標の値により、該ポリゴン辺のスキャンラインとの交点である描画点において X 座標が最も小さい描画点と X 座標が最も大きい描画点の各座標値を求める交点 X 座標計算ステップとを有する請求項 10 に記載の 3 次元図形描画処理方法。

【請求項 13】

前記 X 軸方向距離獲得ステップは、

前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の X 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の Y 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、 10

前記 Y 座標の差分値で前記 X 座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上での Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率を求める X Y 除算ステップと、

該始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしてきたスキャンラインの本数を計算するスキャンライン増分値計算ステップと、

該 X Y 除算ステップで得た Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率に、該スキャンライン増分値計算ステップで得た始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を乗算することにより、該始頂点から現スキャンラインまでの間の X 軸方向の距離を求める乗算ステップと、

前記ポリゴン辺の傾き情報に基づいて、該乗算ステップで求めた X 軸方向の距離に 0.5 を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化した X 軸方向の距離を求める四捨五入ステップとを有する請求項 12 に記載の 3 次元図形描画処理方法。 20

【請求項 14】

前記面積率計算ステップは、

前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の X 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の Y 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

該 Y 座標の差分値で該 X 座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上での X 軸方向に対する Y 軸方向の増加率を求める Y X 除算ステップと、 30

スキャンラインとポリゴン辺が交差するピクセルにおいて、前記座標計算ステップにより求めた各座標値と、前記 Y X 除算ステップにより求めた Y 軸方向の増加率とにより、該ピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求めるに際し、該ポリゴン辺の傾きの大きさおよび該 X 座標の差分値の符号に応じて、該ピクセルの左右上下どの端から見た場合の該ポリゴン辺までの距離を面積率とするかを選択して計算する面積率選択計算ステップとを有する請求項 10 に記載の 3 次元図形描画処理方法。

【請求項 15】

前記面積率選択計算ステップは、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが 1 を超え、該ポリゴン辺が現スキャンラインと次のスキャンラインとの間にピクセル境界を跨ぐ場合に一定の面積率を適用し、そうでない場合は計算により面積率を求める請求項 14 に記載の 3 次元図形描画処理方法。 40

【請求項 16】

請求項 10 ~ 15 のいずれかに記載の 3 次元図形描画処理方法の各処理ステップをコンピュータに実行させるための制御プログラム。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の制御プログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な可読記録媒体。

【請求項 18】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の 3 次元図形描画処理装置を用いて表示画面を表示可能 50

とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばコンピュータグラフィックス（ＣＧ）を表示可能なゲーム装置の表示部などに用いられ、限られた演算器を効率よく利用することが可能であり、精度を落とさずかつ高速に整合性の高いポリゴンエッジ描画とアンチエイリアシングを容易にする３次元図形描画処理装置、これを用いた画像表示装置、この３次元図形描画処理装置を用いた３次元図形描画処理方法、これをコンピュータに実行させるための制御プログラムおよび、これを記録したコンピュータ読み取り可能な可読記録媒体に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、コンピュータグラフィックス（ＣＧ）における３次元図形描画時のアンチエイリアシング手段（ぎざぎざを目立たなくする処理手段）としてフィルタリング法が知られている。このフィルタリング法とは、生成した画像データを各描画点に対して、重み付けした係数値を元に周囲の描画点の色データとブレンディングした結果を表示画面とする方法である。

【0003】

このフィルタリング法では、品位は比較的低いが計算量が少なく済むことと、スキャンライン毎に独立してライン上の描画点のブレンディング結果を求めることもできるため、他のフレームバッファを必要とする描画方法に比べて回路構成をより簡単にすることができ、リソースの節約が可能である。

20

【0004】

また、フィルタリング法の中でも従来技術としてポリゴン（多角形面）辺から描画点までの変位を基に描画点の色を変える方法がある。この方法によれば、ポリゴン辺の描画に際してポリゴン辺から各描画点までの変位を求め、この変位に基づき、ポリゴン辺の近辺と判定された描画点について、この変位の大きさにより色を変えることでアンチエイリアシングされたポリゴン辺を描くことができる。

【0005】

これが例えば特許文献１の「イメージ処理装置」に開示されており、多角形の各辺（ポリゴン辺）に対応して２次元座標系の１次式を順次計算し、描画点の多角形に対する相対位置関係を判定し、各描画点の多角形の辺からの変位を求める計算手段と、この計算手段で求められた変位に基づき、多角形の辺の近辺の描画点の色または色調を変える変換手段とを有し、ビットマップメモリ上で多角形の内部を塗りつぶす、または陰影付けを行うものである。

30

【特許文献１】特開平６－４６７９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来のアンチエイリアシング手段では、ポリゴン辺から各描画点までの変位を求める際に、ポリゴン辺を直線式

40

$$f(x, y) = a \times x + b \times y + c$$

で表し、この直線式 $f(x, y)$ を領域 DDA (Digital Differential Analyzer; 直線補間回路) を用いて計算して、ポリゴン辺から各描画点までの変位を求めている。このポリゴン辺から各描画点までの変位およびポリゴン辺の傾きの値からテーブルを引いて各描画点での色の値を決定し、これを実際の画面分の表示画像データ保存領域であるフレームバッファに書き込んでいる。

【0007】

ところが、この方法では、領域 DDA を用いているため、表示画像データ保存領域として少なくとも１フレーム分以上のフレームバッファが必要になり、ドット数が増えると多

50

くのメモリ領域を必要とすること、および計算方法がポリゴン辺の特性（左辺・右辺の区分、X軸方向の増分の正・負、傾きの大きさ）に関わらず同じであるため、ポリゴン辺の特性によらず一定の計算量が発生するので計算時間が長くなるなどの問題がある。

【0008】

本発明は、上記従来の問題を解決するもので、領域DDAおよびこれに用いるフレームバッファを用いることなく、表示画像データ保存領域としてラインバッファの利用を可能にしてメモリ領域を節約でき、かつ精度をできるだけ落とさずにポリゴン辺に適合した計算で計算時間の増加を抑えて良好にアンチエイリアシングができる3次元図形描画装置、これを用いた画像表示装置、この3次元図形描画処理装置を用いた3次元図形描画処理方法、これをコンピュータに実行させるための制御プログラムおよび、これを記録したコンピュータ読み取り可能な可読記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の3次元図形描画装置は、3次元ポリゴンを構成する各ポリゴン辺であって左辺・右辺に分けられたポリゴン辺を、さらに2次元XY座標上での該ポリゴン辺の傾きの大きさにより分類するポリゴン辺分類手段と、該ポリゴン辺分類手段で分類された該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの各交点に対応した各描画点において、少なくともX座標が最も小さい描画点とX座標が最も大きい描画点の各座標値を求める座標計算手段と、該座標計算手段で求めた描画点の各座標値から、該各交点に対応する所定単位領域のピクセル内にポリゴン内部領域が占める面積率を求める面積率計算手段とを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0010】

また、本発明の3次元図形描画装置におけるポリゴン辺分類手段は、前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いたX座標の差分値を求めるX軸方向差分演算手段と、該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のY座標の値から他方のY座標の値を引いたY座標の差分値を求めるY軸方向差分演算手段と、該X座標の差分値と該Y座標の差分値との大小関係を比較して、該ポリゴン辺の傾きの大きさを判定することにより該ポリゴン辺を分類する比較判定手段とを有する。

【0011】

さらに、本発明の3次元図形描画装置における比較判定手段は、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが1を超える場合に、該ポリゴン辺が左辺であれば「左」、該ポリゴン辺が右辺であれば「右」のように該ポリゴン辺を分類する。

【0012】

さらに、本発明の3次元図形描画装置における比較判定手段は、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが1以下の場合に、前記X座標の差分値が負の値になる左辺であれば「上」、該X座標の差分値が負の値になる右辺であれば「下」、該X座標の差分値が正の値になる左辺であれば「下」、該X座標の差分値が正の値になる右辺であれば「上」のように該ポリゴン辺を分類する。

【0013】

さらに、本発明の3次元図形描画装置における座標計算手段は、前記ポリゴン辺分類手段で得られたポリゴン辺の傾き情報に基づいて、前記始頂点からスキャンラインとの交点までのX軸方向の距離に0.5を加算して、小数点以下を切捨てることにより四捨五入を行うかまたは、該始頂点から該スキャンラインとの交点までのX軸方向の距離は小数点以下を切り捨てて切り下げとすることを判定して、該始頂点から現スキャンラインまたは次のスキャンラインとの交点までの整数化されたX軸方向の距離を求めるX軸方向距離獲得手段を有する。

【0014】

さらに、本発明の3次元図形描画装置におけるX軸方向距離獲得手段は、前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いたX座標の差分値を求めるX軸方向差分演算手段と、該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のY座標

の値から他方の Y 座標の値を引いた Y 座標の差分値を求める Y 軸方向差分演算手段と、該 Y 座標の差分値で該 X 座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上での Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率を求める X Y 除算手段と、該始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしたスキャンラインの本数を計算するスキャンライン増分値計算手段と、該 X Y 除算手段で得た Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率に、該スキャンライン増分値計算手段で得た始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を乗算することにより、始頂点から現スキャンラインまでの間の X 軸方向の距離を求める乗算手段と、該ポリゴン辺の傾き情報に基づいて、該乗算手段で求めた X 軸方向の距離に 0.5 を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化した X 軸方向の距離を求める四捨五入手段とを有する。

10

【0015】

さらに、本発明の 3 次元図形描画装置における座標計算手段は、前記ポリゴン辺分類手段によって得られたポリゴン辺の傾き情報および、前記 X 軸方向距離獲得手段により求めた X 軸方向の距離、前記始頂点の X 座標の値により、該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの交点間にある各描画点において X 座標が最も小さい描画点から X 座標が最も大きい描画点までの X 座標値を求める交点 X 座標計算手段を有する。

【0016】

さらに、本発明の 3 次元図形描画装置における面積率計算手段は、前記ピクセルにポリゴン内部領域が占める面積率を求める際に、前記ポリゴン辺分類手段で得られたポリゴン辺の情報と、前記座標計算手段で得られた X 座標が最も小さい描画点および X 座標が最も大きい描画点の X 座標情報とに基づいて、該ピクセルの左右上下端いずれの側から占める面積率を使うかを判別して面積率の計算を行う。

20

【0017】

さらに、本発明の 3 次元図形描画装置における面積率計算手段は、前記ポリゴン辺が前記ポリゴン辺分類手段により、該ポリゴン辺の傾きの大きさが 1 を超える場合に、「左」または「右」と分類されたポリゴン辺であって、かつ現スキャンラインと交差してから次のスキャンラインと交差するまでの間に二つの前記ピクセル間に跨るかどうかによって、一定の面積率とするか詳細な計算を行うかを決定する計算方法決定手段を有する。

【0018】

本発明の 3 次元図形描画方法は、3 次元ポリゴンを構成する各ポリゴン辺であって左辺・右辺に分けられたポリゴン辺を、さらに 2 次元 X Y 座標上での該ポリゴン辺の傾きの大きさにより分類するポリゴン辺分類ステップと、該ポリゴン辺分類ステップで分類された該ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの各交点に対応した各描画点において、少なくとも X 座標が最も小さい描画点と X 座標が最も大きい描画点の各座標値を求める座標計算ステップと、該座標計算ステップで求めた描画点の各座標値から、該各交点に対応する所定単位領域のピクセル内にポリゴン内部領域が占める面積率を求める面積率計算ステップとを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

30

【0019】

また、本発明の 3 次元図形描画方法におけるポリゴン辺分類ステップは、前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の X 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方の X 座標の値から他方の Y 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、該 X 座標の差分値と該 Y 座標の差分値の大小関係を比較して、該ポリゴン辺の傾きの大きさを判定することにより該ポリゴン辺を分類する比較判定ステップとを有する。

40

【0020】

さらに、本発明の 3 次元図形描画方法における座標計算ステップは、前記ポリゴン辺分類ステップで得られたポリゴン辺の傾き情報に基づいて、前記始頂点からスキャンラインとの交点までの X 軸方向の距離に 0.5 を加算して、小数点以下を切り捨てることにより四捨五入を行うかまたは、該始頂点から該スキャンラインとの交点までの X 軸方向の距離は小数点以下を切り捨てて切り下げとすることを判定して、該始頂点から現スキャンラインま

50

たは次のスキャンラインとの交点までの整数化されたX軸方向の距離を求めるX軸方向距離獲得ステップと、該ポリゴン辺の傾き情報および、該X軸方向距離獲得ステップにより求めたX軸方向の距離、前記始頂点のX座標の値により、該ポリゴン辺のスキャンラインとの交点である描画点においてX座標が最も小さい描画点とX座標が最も大きい描画点の各座標値を求める交点X座標計算ステップとを有する。

【0021】

さらに、本発明の3次元図形描画方法におけるX軸方向距離獲得ステップは、前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いた差分値を求めるステップと、該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のY座標の値を引いた差分値を求めるステップと、前記Y座標の差分値で前記X座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上でのY軸方向に対するX軸方向の増加率を求めるXY除算ステップと、該始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしてきたスキャンラインの本数を計算するスキャンライン増分値計算ステップと、該XY除算ステップで得たY軸方向に対するX軸方向の増加率に、該スキャンライン増分値計算ステップで得た始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を乗算することにより、該始頂点から現スキャンラインまでの間のX軸方向の距離を求める乗算ステップと、前記ポリゴン辺の傾き情報に基づいて、該乗算ステップで求めたX軸方向の距離に0.5を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化したX軸方向の距離を求める四捨五入ステップとを有する。

10

【0022】

さらに、本発明の3次元図形描画方法における面積率計算ステップは、前記ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のX座標の値を引いた差分値を求めるステップと、該ポリゴン辺の終頂点および始頂点の一方のX座標の値から他方のY座標の値を引いた差分値を求めるステップと、該Y座標の差分値で該X座標の差分値を割ることにより該ポリゴン辺上でのX軸方向に対するY軸方向の増加率を求めるYX除算ステップと、スキャンラインとポリゴン辺が交差するピクセルにおいて、前記座標計算ステップにより求めた各座標値と、前記YX除算ステップにより求めたY軸方向の増加率とにより、該ピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求めるに際し、該ポリゴン辺の傾きの大きさおよび該X座標の差分値の符号に応じて、該ピクセルの左右上下どの端から見た場合の該ポリゴン辺までの距離を面積率とするかを選択して計算する面積率選択計算ステップとを有する。

20

30

【0023】

さらに、本発明の3次元図形描画方法における面積率選択計算ステップは、前記ポリゴン辺の傾きの大きさが1を超え、該ポリゴン辺が現スキャンラインと次のスキャンラインとの間にピクセル境界を跨ぐ場合に一定の面積率を適用し、そうでない場合は計算により面積率を求める。

【0024】

本発明の制御プログラムは、請求項10～15のいずれかに記載の3次元図形描画処理方法の各処理ステップをコンピュータに実行させるためのものであり、そのことにより上記目的が達成される。

40

【0025】

本発明の可読記録媒体は、請求項16に記載の制御プログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能なものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0026】

本発明の画像表示装置は、請求項1～9のいずれかに記載の3次元図形描画処理装置を用いて表示画面を表示可能とするものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0027】

上記構成により、以下、本発明の作用を説明する。

【0028】

本発明においては、ポリゴン辺の始頂点・終頂点の情報とスキャンラインの情報のみか

50

らポリゴン辺とスキャンラインとの交点座標をポリゴン辺の特性に従って計算方法を変化させながら求め、さらに、ポリゴン辺とスキャンラインとの交点に対応する所定単位領域のピクセルにおけるポリゴン内部領域の占める面積率を計算することによりアンチエイリアシングのためのブレンディング係数も得る事が可能となる。これによって、従来のように領域DDAおよびこれに用いるフレームバッファを用いることなく、表示画像データ保存領域としてラインバッファの利用を可能にしてメモリ領域を節約でき、かつ精度をできるだけ落とさずにポリゴン辺に適合した計算で計算時間の増加を抑えて良好なアンチエイリアシングを可能とする。

【発明の効果】

【0029】

以上により、本発明のよれば、ポリゴン辺の始頂点・終頂点の情報とスキャンラインの情報のみからポリゴン辺とスキャンラインの交点座標を求める際に、ポリゴン辺の傾きの大小および始頂点と終頂点のX座標値の大小により場合分けを行いそれぞれに最も適した計算方法を適用することで、より高速でかつ精度を保った描画点の特定が可能になるとともに、上下の描画点の情報に依存しないためラインバッファなどの保存領域の非常に少ない描画方法の使用ができる。

【0030】

さらに、ポリゴン辺が他のポリゴンとの共有辺である場合にも2つのポリゴンの境界が一意に決定される。また各描画点におけるピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求める際にも同様の分類を行うことに加えて、ポリゴン辺とピクセル境界との関係によっても計算方法を変えることにより精度を損なわず高速に面積率の決定が行われ、アンチエイリアシングにおいてもラインバッファ方式に対応させることができる。その結果、従来技術のように大量の記憶領域や処理時間を必要とすることなく、より良好なアンチエイリアシングを行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下に、本発明の3次元図形描画装置および3次元図形描画方法の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0032】

図1は、本発明の3次元描画処理装置の一実施形態における構成例を示すブロック図である。

【0033】

図1において、本実施形態の3次元描画処理装置1は、ポリゴン辺頂点座標保持メモリ2と、X軸方向差分演算手段としてのX軸方向差分演算器3と、Y軸方向差分演算手段としてのY軸方向差分演算器4と、XY除算手段としてのXY除算器5と、スキャンラインカウンタ手段としてのスキャンラインカウンタ6と、スキャンライン増分値計算手段としてのスキャンライン増分値計算器7と、乗算手段としての乗算器8と、比較判定手段としての比較器9と、四捨五入手段としての四捨五入回路10と、交点X座標計算手段としての交点X座標計算回路11と、YX除算手段としてのYX除算器12と、面積率初期値計算手段としての面積率初期値計算回路13と、Xカウンタ手段としてのXカウンタ14と、選択加算手段としての選択加算回路15とを有している。

【0034】

ポリゴン辺頂点座標保持メモリ2は、各ポリゴン(多角形面)辺について左辺・右辺別に始頂点・終頂点のXY座標値が格納されており、この座標値は以下のX軸方向差分演算器3と、Y軸方向差分演算器4との入力になる。また、ポリゴン辺頂点座標保持メモリ2から得られるX座標値は交点X座標計算回路11に入力されて使用され、また、ポリゴン辺頂点座標保持メモリ2から得られるY座標値はスキャンライン増分値計算器7に入力されて使用される。この場合に、各ポリゴン(多角形面)辺について左辺・右辺とは、ポリゴンをスキャンラインが横切る場合に二つのポリゴン辺を横切るが、スキャンラインが横切った二つのポリゴン辺の左側を左辺とし、右側を右辺とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

X 軸方向差分演算器 3 は、左辺・右辺に分けられたポリゴン辺（多角形辺）についてポリゴン辺の終頂点の X 座標の値から始頂点の X 座標の値を引いた X 座標の差分値を求める。

【 0 0 3 6 】

Y 軸方向差分演算器 4 は、左辺・右辺に分けられたポリゴン辺（多角形辺）についてポリゴン辺の終頂点の Y 座標の値から始頂点の Y 座標の値を引いた Y 座標の差分値を求める。

【 0 0 3 7 】

X Y 除算器 5 は、Y 座標の差分値で X 座標の差分値を割ることでポリゴン辺上での Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率を求める。 10

【 0 0 3 8 】

スキャンラインカウンタ 6 は、スキャンラインをカウントしており、次のスキャンラインの描画に移る時にカウントアップする。

【 0 0 3 9 】

スキャンライン増分値計算器 7 は、この現スキャンライン値 ScanY から始頂点の Y 座標値 sy_left を引いて始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしてきたスキャンラインの本数を計算する。

【 0 0 4 0 】

乗算器 8 は、X Y 除算器 5 で得た Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率に、スキャンライン増分値計算器 7 で得た始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を乗算することにより、始頂点から現スキャンラインまでの間の X 軸方向の距離を求める。 20

【 0 0 4 1 】

比較器 9 は、X 軸方向差分演算器 3 からの X 座標の差分値における絶対値と、Y 軸方向差分演算器 4 からの Y 座標の差分値との大小関係を比較して、即ちポリゴン辺の傾きの大きさを判定する。このポリゴン辺の傾きの大きさの判定として、ポリゴン辺の Y 軸方向の傾きの大きさが 1 を超える場合にポリゴン辺が左辺であれば「左」、ポリゴン辺が右辺であれば「右」とポリゴン辺を分類する。また、図 4 に示すように、ポリゴン辺の傾きの大きさの判定として、ポリゴン辺の Y 軸方向の傾きの大きさが 1 以下の場合に、X 座標の差分値が負の値になる左辺であれば「上」、X 座標の差分値が負の値になる右辺であれば「下」、X 座標の差分値が正の値になる左辺であれば「下」、X 座標の差分値が正の値になる右辺であれば「上」とポリゴン辺を分類する。これらのポリゴン辺頂点座標保持メモリ 2、X 軸方向差分演算器 3、Y 軸方向差分演算器 4 および比較器 9 によりポリゴン辺分類手段が構成され、このポリゴン辺分類手段は、3 次元ポリゴンを構成する各ポリゴン辺であって左辺・右辺に分けられたポリゴン辺を、さらに 2 次元 X Y 座標上でのポリゴン辺の傾きの大きさに応じて分類する。 30

【 0 0 4 2 】

四捨五入回路 10 は、比較器 9 からの比較結果、即ちポリゴン辺の傾きの大きさに応じて、始頂点から現スキャンライン上のポリゴン辺との交点までの間の X 軸方向の距離（乗算器 8 からの出力値）に 0.5 を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化した X 軸方向距離を求める。即ち、以上のポリゴン辺頂点座標保持メモリ 2、X 軸方向差分演算器 3、Y 軸方向差分演算器 4、X Y 除算器 5、スキャンラインカウンタ 6、スキャンライン増分値計算器 7、乗算器 8 および四捨五入回路 10 により X 軸方向距離獲得手段が構成されている。この X 軸方向距離獲得手段は、ポリゴン辺分類手段で得られたポリゴン辺の傾き情報に基づいて、始頂点からスキャンラインとの交点までの X 軸方向の距離に 0.5 を加算して、小数点以下を切り捨てることで四捨五入を行うかまたは、該始頂点からスキャンラインとの交点までの X 軸方向の距離は小数点以下を切り捨てて切り下げとすることを判定して、該始頂点から現スキャンラインまたは次のスキャンラインとの交点までの整数化された X 軸方向の距離を求める。 40

【 0 0 4 3 】

交点 X 座標計算回路 11 は、現スキャンラインと次のスキャンラインまでの間にポリゴン辺が交差する所定単位領域のピクセルにおける各描画点のうち X 座標が最も小さい描画点から X 座標が最も大きい描画点までの X 座標値を、X 軸方向差分演算器 3 からの X 座標の差分値の符号に従って四捨五入回路 10 によって求められた整数化した X 軸方向の距離を用いて選択的に計算する。

【0044】

Y X 除算器 12 は、X 座標の差分値で Y 座標の差分値の絶対値を割ることでポリゴン辺上での X 軸方向に対する Y 軸方向の増加率を求める。

【0045】

面積率初期値計算回路 13 は、スキャンラインとポリゴン辺が交差するピクセルにおいて、交点 X 座標計算回路 11 による描画点 X 座標値と、Y X 除算器 12 による Y 軸方向の増加率とにより、ピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求めるに際し、ポリゴン辺の傾きの大きさと、X 座標の差分値の符号とに従って、ピクセルの左右上下どの端から見た場合のポリゴン辺までの距離を面積率とするかを選択して X 座標が最も小さい描画点でのピクセルにおける面積率を計算する。

10

【0046】

X カウンタ 14 は、スキャンラインに沿って次のピクセルに進むときの描画点 X 座標をカウントする。

【0047】

選択加算回路 15 は、このカウントされた描画点 X 座標を用いて、図 10 (b) のエッジタイプ「上」での例のように左隣のピクセルにおける面積率の値に X 座標 + 1 当たりの Y 座標増加分 ldL を加算する。このようにして順次 X 座標が最も大きい描画点までの面積率を求める。

20

【0048】

以上の Y X 除算器 12、面積率初期値計算回路 13、X カウンタ 14 および選択加算回路 15 により面積率計算手段が構成され、面積率計算手段は、座標計算手段で求めた描画点の各座標値から、ポリゴン辺の隣接スキャンラインとの各交点に対応する所定単位領域のピクセル内にポリゴン内部領域が占める面積率を求める。この面積率計算手段は、このピクセルにポリゴン内部領域が占める面積率を求める際に、ポリゴン辺分類時に得られたポリゴン辺の情報と、座標計算時に得られた X 座標が最も小さい描画点および X 座標が最も大きい描画点の X 座標情報とに基づいて、ピクセルの左右上下端いずれの側から占める面積率を使うかを判別して面積率の計算を行う。さらに、この面積率計算手段は、ポリゴン辺が「左」または「右」と分類されたポリゴン辺であって、かつ現スキャンラインと交差してから次のスキャンラインと交差するまでの間に二つのピクセル間に跨るかどうかによって、一定の面積率とするか詳細な計算を行うかを決定する計算方法決定手段を有する。

30

【0049】

以下、上記構成を更に詳細に説明すると共に、その動作を説明する。

【0050】

まず、X 軸方向差分演算器 3 では、ポリゴン辺頂点座標保持メモリ 2 にアクセスして得たポリゴン辺終頂点 X 座標値からポリゴン辺始頂点 X 座標値を引いた差を符号付きで求める。このとき求めた X 軸方向差分値の最上位ビット m は符号を表し、それ以下のビットは差分値の絶対値となっている。左辺の場合の X 軸方向差分値を dx_left 、右辺の場合の X 軸方向差分値を dx_right とすると、

40

左辺の場合、

X 軸方向差分値 (符号付き) : $dx_left = ex_left - sx_left$

X 軸方向差分値 (絶対値) : $d_left = dx_left [m-1:0]$

X 軸方向差分値 (符号) : $dx_left [m]$ (1 : 負 0 : 正)

右辺の場合、

X 軸方向差分値 (符号付き) : $dx_right = ex_right - sx_right$

50

X 軸方向差分値（絶対値）： $d_right = dy_right [m-1:0]$

X 軸方向差分値（符号）： $dx_right [m]$ （ 1 : 負 0 : 正 ）

となる。

【 0 0 5 1 】

また、Y 軸方向差分演算器 4 でも、ポリゴン辺頂点座標保持メモリ 2 にアクセスして得たポリゴン辺終頂点 Y 座標値からポリゴン辺始頂点 Y 座標値を引いた差を求める。この場合には、ポリゴン辺の始頂点は、図 2 のように、常に、Y 座標の小さい方の頂点を始頂点と決めてあるため、始頂点の Y 座標値は、常に、終頂点の Y 座標値よりも小さくなるので、この Y 座標値の差分値は常に正の値である。左辺の場合の Y 軸方向差分値を dy_left 、右辺の場合の Y 軸方向差分値を dy_right とすると、

Y 軸方向差分値（正の値）： $dy_left = ey_left - sy_left$

Y 軸方向差分値（正の値）： $dy_right = ey_right - sy_right$

となる。

【 0 0 5 2 】

このようにして得られた X 軸方向差分値の絶対値および Y 軸方向差分値を元に、X Y 除算器 5 により、ポリゴン辺上で始頂点から終頂点の方向に、Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率を符号なしで求める。

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 を用いて左辺の場合を例に挙げて、ポリゴン辺とスキャンラインとの交点にある描画点のうち X 座標が最も小さい描画点（以下、交差開始描画点と表記）X 座標整数値 sxL と、X 座標が最も大きい描画点（以下、交差終了描画点と表記）X 座標整数値 exL とを求める方法について説明する。なお、右辺の場合においても同様の手順で求めることができる。

【 0 0 5 4 】

スキャンラインカウンタ 6 では、現在の現スキャンライン値 $ScanY$ を示しており、次のスキャンラインの描画に移る時にカウントアップされる。

【 0 0 5 5 】

スキャンライン増分値計算器 7 により、この現スキャンライン値 $ScanY$ から始頂点の Y 座標値 sy_left を引いて始頂点から現スキャンラインの間にスキャンしてきたスキャンラインの本数を計算する。これは始頂点から現スキャンラインまでの Y 軸方向の増分値に対応している。

【 0 0 5 6 】

乗算器 8 では、X Y 除算器 5 の出力値にスキャンライン増分値計算器 7 からの出力値を乗じて（掛け算して）、始頂点からポリゴン辺の現スキャンラインとの交点までの X 軸方向を増分値 sL_tmp を、小数点以下を含めて求める。また、次のスキャンラインの Y 座標値までの Y 座標の増分値 eL_tmp も同時に求めておく。

【 0 0 5 7 】

次に、ポリゴン辺と隣接スキャンラインとの各交点となる描画点の X 座標を求める処理に入る。ここでは、図 4（左辺の場合の例、右辺の場合は図 5 参照）に示すように比較器 9 の X 軸方向差分値の絶対値 d_left と Y 軸方向差分値 dy_left との比較結果（大小関係）および、X 軸方向差分演算器 3 の符号出力 $dx_left [m]$ によりポリゴン辺の分類を行う。即ち、X 軸方向差分値の絶対値 d_left が Y 軸方向差分値 dy_left よりも小さければ（ $d_left < dy_left$ ）、エッジタイプ「左」と分類し、そうでない場合（ $d_left \geq dy_left$ ）さらに符号出力 $dx_left [m] = 1$ であればエッジタイプ「上」、符号出力 $dx_left [m] = 0$ であればエッジタイプ「下」と分類する。

【 0 0 5 8 】

エッジタイプ「左」のように X 軸に対する Y 軸方向の傾きが 1 を超えるような立っているポリゴン辺については（ $d_left < dy_left$ ）、現スキャンラインから次のスキャンラインまで一つ進んでも X 軸方向への変化は ± 1 未満であるため、この間の描画点は一つだけであるが、エッジタイプ「上」または「下」のように X 軸に対する Y 軸方向の傾きが 1 以

10

20

30

40

50

下の寝ているポリゴン辺では (d_left dy_left)、スキャンラインが1進むとX軸方向への変化が2以上になり得るため、この二つの場合に分けて計算処理する。

【0059】

実際の計算処理の流れは以下になる。

【0060】

四捨五入回路10では、比較器9からの識別信号により、図6に示すフローチャートに従って、まず、ステップS1でエッジタイプの判定を行い、ステップS1でエッジタイプ「左」または「右」でない場合 (No) には、ステップS2で sL_tmp (左辺の場合、右辺では sR_tmp 、以下同様) に 0.5 を加算し sL' とする。また、ステップS1でエッジタイプ「左」または「右」の場合には、ステップS3でそのままの sL_tmp を sL' とする。

10

【0061】

さらに、四捨五入回路10では、ステップS4で、得られた値の小数点以下を切捨てして整数値化し、これを始頂点からスキャンラインとポリゴン辺の交差開始描画点までのX軸方向距離 sL とする。これにより、エッジタイプ「上」または「下」のポリゴン辺については sL_tmp の値が四捨五入されたことになる。またエッジタイプ「左」または「右」については前述のように1スキャンライン間に1描画点しかいないため、見た目に大差ないのでこのような四捨五入処理を行わない。始頂点からスキャンラインとポリゴン辺の交差終了描画点までのX軸方向距離 eL についても同様の手順で eL_tmp より算出する。

【0062】

次に、交点X座標計算回路11では、最終的な sxL 、 exL を求めるために、比較器9からの識別信号と、X軸方向差分演算器3からの符号出力 $dx_left[m]$ とにより、図7に示すフローチャートに従って、四捨五入回路10からの sL と eL およびポリゴン辺頂点座標保持メモリ2からの始頂点X座標値 sx_left を使って描画点X座標整数値 sxL および exL を求める。

20

【0063】

図7に示すように、交点X座標計算回路11により、ステップS11で、まず、エッジタイプ「左」または「右」の判定を行い、ステップS12で始頂点からスキャンラインとポリゴン辺の交差開始描画点までのX軸方向距離補正值 sxL' 、始頂点からスキャンラインとポリゴン辺の交差終了描画点までのX軸方向距離補正值 exL' を求めるために、エッジタイプで場合分けを行う。

30

【0064】

即ち、ステップS11でエッジタイプが「左」または「右」の場合 (Yes) には、ステップS12で sL のみを使い、X軸方向差分演算器3からの符号出力 $dx_left[m]$ が1、即ち、負ならば (Yes)、ステップS13で sxL' 、 exL' の両方とも $-sL - 1$ とし、ステップS12でX軸方向差分演算器3からの符号出力 $dx_left[m]$ が0、即ち正ならば (No)、ステップS14で sxL' と exL' の両方とも sL とする。前述のようにエッジタイプが「左」または「右」については、1スキャンライン間に1描画点しかいないため、 sxL' と exL' は sL がわかった時点で両方とも同じ値で即座に求まる。

【0065】

また、ステップS11でエッジタイプが「左」または「右」ではないと判定された場合 (No) には、ステップS15でX軸方向差分演算器3からの符号出力 $dx_left[m]$ が1、即ち負ならば (Yes)、ステップS16で sxL' を $-eL$ とし、 exL' を $-sL - 1$ とし、ステップS15でX軸方向差分演算器3からの符号出力 $dx_left[m]$ が0、即ち正ならば (No)、ステップS17で sxL' を sL とし、 exL' を $eL - 1$ とする。

40

【0066】

最後に、ステップS18で、この sxL' 、 exL' に sx_left を足してスキャンラインとポリゴン辺の交差開始描画点X座標 sxL と交差終了描画点X座標 exL が求まる。また、 sxL と exL の間の描画点は sxL から exL までのX座標が整数の点である。このように、 sxL' と exL' を計算することによって、仮に、あるポリゴン辺が隣接するポリゴン辺との共有辺であった場合にも、図8のように両方のポリゴン辺について描画点が揃い矛盾なく描画できる。

50

【 0 0 6 7 】

上記で説明した処理方法の図解例として図 3 の丸で囲んだ部分の拡大図を図 9 に示している。この図 9 の図解例では、左辺でエッジタイプが「下」の場合における実際の値の変化を図解している。

【 0 0 6 8 】

ここまでで、ポリゴン辺が現スキャンラインから次のスキャンラインとの間に交わる部分の描画点 X 座標が求まったことになり、ポリゴンエッジの描画を効率よく行うことができる。

【 0 0 6 9 】

次に、上記処理過程で作成された sxL 、 exL の値を用いてスキャンラインとポリゴン辺が交差する描画点におけるピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積を求める。 10

【 0 0 7 0 】

図 10 (a) および図 10 (b) は、左辺の場合についてのスキャンラインとポリゴン辺が交差する描画点において、この描画点に対応する描画すべき所定単位領域 (ピクセル) 内に占めるポリゴン内部領域の面積を求める例を示している。ここで、描画点として X 座標値 1 × Y 座標値 1 のピクセル (1 画素に対応) の左上角 (整数値) を例示しているが、描画点は正方形四隅の 4 点ある。

【 0 0 7 1 】

Y X 除算器 1 2 により、X 軸方向差分演算器 3 からの X 軸方向差分値の絶対値 d_left および Y 軸方向差分演算器 4 からの Y 軸方向差分値 dy_left を元に、ポリゴン辺上で始頂点から終頂点の方向に X 軸方向の値に対する Y 軸方向の値の増加割合 ldL を求める。図 2 のように始頂点と終頂点を決めてあるため、この増加割合 ldL は常に正の値である。 20

【 0 0 7 2 】

面積率初期値計算回路 1 3 において、X 軸方向差分演算器 3 からの符号出力 $dx_left [m]$ と、比較器 9 の識別信号により判定を行った上で、Y X 除算器 1 2 の出力 ldL と交点 X 座標計算回路 1 1 で発生する交点情報 sL' 、 eL' 、 sL 、 eL とから中間変数 aL を求めた後、スキャンラインとポリゴン辺の交差開始描画点および交差終了描画点におけるピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積 a_left を求める。

【 0 0 7 3 】

以下、図 1 1 のフローチャートにより、面積率計算のアルゴリズムについて詳細に説明する。 30

【 0 0 7 4 】

最初にポリゴンエッジの傾きの大きさが 1 を超える場合、ステップ S 2 1 でエッジタイプを判断し、エッジタイプが「左」または「右」の場合 (Yes) については、さらにステップ S 2 2 で $sL < eL$ であるかどうか、即ちポリゴン辺が現スキャンラインと次のスキャンラインとの間に二つのピクセル間に跨るかどうかにより場合分けを行い、ステップ S 2 2 で跨る時 (Yes) は、ステップ S 2 3 で中間変数 aL に最大値を代入する。ここで最大値とは面積率 100 %、即ちピクセルがポリゴン内部に含まれた状態に相当する aL の値であり、 sL' などの小数点以下有効桁の最大値に等しいものとする。

【 0 0 7 5 】

また、ステップ S 2 2 で、ポリゴン辺が現スキャンラインと次のスキャンラインとの間に二つのピクセル間に跨らない場合 (No) は、ステップ S 2 4 で中間変数 aL を sL' と eL' の小数部分の平均値とする。これは図 10 (a) のエッジタイプ「左」の例のようにピクセル Y 中心における始頂点側ピクセル端からのポリゴン辺までの距離を表す。 40

【 0 0 7 6 】

さらに、ステップ S 2 5 では、始頂点と終頂点との X 座標の大小に従って、ステップ S 2 6 で最大値から中間変数 aL を引くかまたは、ステップ S 2 7 で中間変数 aL そのままとするかを選択、計算しその値を sxL のピクセルにおけるポリゴン内部領域の面積率 a_left とする。この選択は、常に、ポリゴン内部側のピクセル端からの距離によって面積率を求めるための処理である。以上のようにポリゴン辺の傾きが 1 を超える場合、ポリゴン辺がピ 50

クセル間に跨るかどうかでさらに計算方法を変えることにより精度を落とさずに計算を簡略化している。

【 0 0 7 7 】

次に、ポリゴンエッジの傾きの大きさが 1 以下の場合、ステップ S 2 1 でエッジタイプ「左」または「右」ではないと判断された場合 (N o) には、まず、ステップ S 2 8 で X 軸方向差分演算器 3 の符号出力 $dx_left [m]$ により場合分けして、その符号出力 $dx_left [m]$ が 1 ではない場合 (N o) 、ステップ S 2 9 で始頂点から描画点 sxL までの Y 幅 $ldL \times eL$ に描画点 sxL からピクセル X 中心までの Y 幅分 $ldL \div 2$ を加算して中間変数 aL を求める。また、ステップ S 2 8 でその符号出力 $dx_left [m]$ が 1 の場合 (Y e s) 、ステップ S 3 0 で始頂点から描画点 sxL までの Y 幅 $ldL \times eL$ に描画点 sxL からピクセル X 中心までの Y 幅分 $ldL \div 2$ を減算して中間変数 aL を求める。

【 0 0 7 8 】

この中間変数 aL の小数部分は図 1 0 (b) のエッジタイプ「上」の例のようにピクセルの X 中心における始頂点側ピクセル端からのポリゴン辺までの距離を表す。前述のエッジタイプ「左」または「右」の場合と同様にステップ S 3 1 ~ ステップ S 3 3 で始頂点と終頂点との X 座標の大小によりポリゴンの内部側のピクセル端からの距離となるようにして sxL のピクセルにおけるポリゴン内部領域の面積率 a_left を算出する。結果的に図 4 および図 5 のエッジタイプ「上」に相当する場合はピクセルの下端からの面積率を、エッジタイプ「下」に相当する場合はピクセルの上端からの面積率を求めるようにする。

【 0 0 7 9 】

これでポリゴン辺がスキャンラインと交わる描画点のうち交差開始描画点 sxL のピクセル内でのポリゴン内部領域の面積率 a_left の値が求まったことになる。エッジタイプ「上」または「下」の場合にはさらに残りの交点の描画点、即ち X 座標が $sxL + 1$ から exL までの描画点のピクセルについて面積率を求めなければならない。

【 0 0 8 0 】

その計算法は、図 1 0 (b) のエッジタイプ「上」での例のように左隣のピクセルにおける面積率の値に X 座標 + 1 当たりの Y 座標増加分 ldL を加算することにより求まる。エッジタイプ「上」または「下」の場合には Y 方向の面積率を計算するため、このように ldL の加算で順次面積率を計算することができる。この処理は図 1 の X カウンタ 1 4 の示す描画点 X 座標を使って選択加算回路 1 5 において行われる。

【 0 0 8 1 】

このようにして、ポリゴン辺とスキャンラインの交点での全ての描画点においてピクセル内部領域におけるポリゴン内部の面積率が得られる。

【 0 0 8 2 】

以上により、本実施形態によれば、3 次元図形描画装置 1 によれば、ポリゴンを構成する各辺について左辺・右辺に分けられたポリゴン辺をその Y 軸方向の傾きの大きさによって、また、各辺の始頂点・終頂点の X 座標の大小関係によってそれぞれ最適な計算方法を選択することができ、そのため精度の低下をできるだけ抑えた上でハードウェアリソースを増やすことなくポリゴンとスキャンライン交点の描画点座標計算を実現することができる。

【 0 0 8 3 】

さらに、アンチエイリアシングに必要なピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を同時に求めることができる。この場合にも、また同様の場合分けを行うことにより計算時間の増加を抑えるようになっている。

【 0 0 8 4 】

なお、本実施形態では、3 次元図形描画処理装置 1 をハードウェア構成で説明したが、これに限らず、ソフトウェア構成でもよい。

【 0 0 8 5 】

この場合、上記 3 次元図形描画処理方法は、例えば光ディスク (C D) 、ハードディスクおよび磁気ディスク (F D) などのコンピュータ読み出し可能な可読記録媒体として、

10

20

30

40

50

R O M (記憶手段) からワークメモリの R A M 内に読み出された 3 次元図形描画処理用の制御プログラムおよびその各種データにしたがって、制御手段としての C P U (中央演算処理装置) が、

左辺・右辺に分けられたポリゴン辺についてポリゴン辺の終頂点の X 座標の値から始頂点の X 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

左辺・右辺に分けられたポリゴン辺についてポリゴン辺の終頂点の X 座標の値から始頂点の Y 座標の値を引いた差分値を求めるステップと、

左辺・右辺の終頂点の Y 座標の値から始頂点の Y 座標の値を引いた差分値で X 座標の差分値の絶対値を割ることでポリゴン辺上での Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率を求めるステップと、

Y 軸方向に対する X 軸方向の増加率に始頂点から現スキャンラインまでのスキャンラインの本数を掛けて始頂点から現スキャンラインまでの間の X 軸方向の距離を求めるステップと、

X 座標の差分値の絶対値と Y 座標の差分値との大小関係、即ちポリゴン辺の傾きの大きさを求めるステップと、

このポリゴン辺の傾きの大きさに従って、始頂点から現スキャンライン上のポリゴン辺との交点までの間の X 軸方向の距離に 0 . 5 を加算するかどうかを判断し、得られた値の小数点以下を切り捨てることにより整数化した X 軸方向の距離を求め、また、次のスキャンラインに対しても同様の処理を行う X 軸方向距離獲得ステップと、

現スキャンラインと次のスキャンラインまでの間にポリゴン辺が交差するピクセルの描画点のうち X 座標が最も小さい描画点から X 座標が最も大きい描画点までの X 座標値を、X 座標の差分値の符号に従って X 軸方向距離獲得ステップで求められた X 軸方向の距離を用いて選択的に計算する交点 X 座標計算ステップと、

Y 座標の差分値で X 座標の差分値の絶対値を割ることでポリゴン辺上での X 軸方向に対する Y 軸方向の増加率を求める Y 軸方向増加率獲得ステップと、

スキャンラインとポリゴン辺が交差するピクセルにおいて、交点 X 座標計算ステップによる描画点 X 座標値と、Y 軸方向増加率獲得ステップによる Y 軸方向の増加率とにより、ピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求めるに際し、ポリゴン辺の傾きの大きさ及び X 座標の差分値の符号に従ってピクセルの左右上下どの端から見た場合のポリゴン辺までの距離を面積率とするかを選択し計算するステップと、

当該ステップにおいて、さらにポリゴン辺の傾きの大きさが 1 を超える時はポリゴン辺が現スキャンラインと次のスキャンラインとの間にピクセル境界を跨ぐ場合には一定の面積率を適用し、そうでない場合には計算により面積率を求めるステップとの各ステップ (機能手段) の処理手順を順次実行する。これによって、領域 D D A およびこれに用いるフレームバッファを用いることなく、表示画像データ保存領域としてラインバッファの利用を可能にしてメモリ領域を節約でき、かつ精度をできるだけ落とさずにポリゴン辺に適合した計算で計算時間の増加を抑えて良好にアンチエイリアシングができる本発明の効果を奏する。

【 0 0 8 6 】

以上の本発明の 3 次元図形描画処理装置を、コンピュータグラフィックスを表示可能な 3 D のゲーム装置などの画像表示装置に用いることができ上記本発明の効果を奏する。

【 0 0 8 7 】

以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができるということが理解される。本明細書において引用した特許、特許出願および文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 8 】

本発明は、例えばコンピュータグラフィックス（ＣＧ）を表示可能なゲーム装置の表示部などに用いられ、限られた演算器を効率よく利用することが可能であり、精度を落とさずかつ高速に整合性の高いポリゴンエッジ描画とアンチエイリアシングを容易にする３次元図形描画処理装置、これを用いた画像表示装置、この３次元図形描画処理装置を用いた３次元図形描画処理方法、これをコンピュータに実行させるための制御プログラムおよび、これを記録したコンピュータ読み取り可能な可読記録媒体の分野において、ポリゴン辺の始頂点・終頂点の情報とスキャンラインの情報のみからポリゴン辺とスキャンラインの交点座標を求める際に、ポリゴン辺の傾きの大小および始頂点と終頂点のＸ座標値の大小により場合分けを行いそれぞれに最も適した計算方法を適用することでより高速でかつ精度を保った描画点の特定が可能になるとともに、上下の描画点の情報に依存しないためラインバッファ等の保存領域の非常に少ない描画方法の使用が可能である。さらにポリゴン辺が他のポリゴンとの共有辺である場合にも２つのポリゴンの境界が一意に決定される。また各描画点におけるピクセルに占めるポリゴン内部領域の面積率を求める際にも同様の分類を行うことに加えて、ポリゴン辺とピクセル境界との関係によっても計算方法を変えることにより精度を損なわず高速に面積率の決定が行われ、アンチエイリアシングにおいてもラインバッファ方式に対応可能となる。その結果、従来技術のように大量の記憶領域や処理時間を必要とすることなくアンチエイリアシングを行うことができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 9 】

20

【 図 １ 】 本発明の３次元描画処理装置の一実施形態における構成例を示すブロック図である。

【 図 ２ 】 本発明においてポリゴン辺の始頂点・終頂点の決め方を示す図である。

【 図 ３ 】 本発明においてポリゴン辺とスキャンラインの関係の一例を示す図である。

【 図 ４ 】 本発明の左辺のポリゴン辺分類方法を示す図である。

【 図 ５ 】 本発明の右辺のポリゴン辺分類方法を示す図である。

【 図 ６ 】 図 １ の四捨五入回路の処理動作を示すフローチャートである。

【 図 ７ 】 図 １ の交点Ｘ座標計算回路の処理動作を示すフローチャートである。

【 図 ８ 】 本発明において、隣接する二つのポリゴン境界となっているポリゴン辺の場合の描画点計算結果の一例を示す図である。

30

【 図 ９ 】 図 ３ のポリゴン辺とスキャンラインの交点付近の始頂点からの距離の関係を詳細に示す図である。

【 図 １ ０ 】 (a) および (b) は、本発明のピクセルにおけるポリゴン内部領域の面積率をエッジタイプにより異なる計算で求める方法の一例を示す図である。

【 図 １ １ 】 図 １ の面積率初期値計算回路の処理動作を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

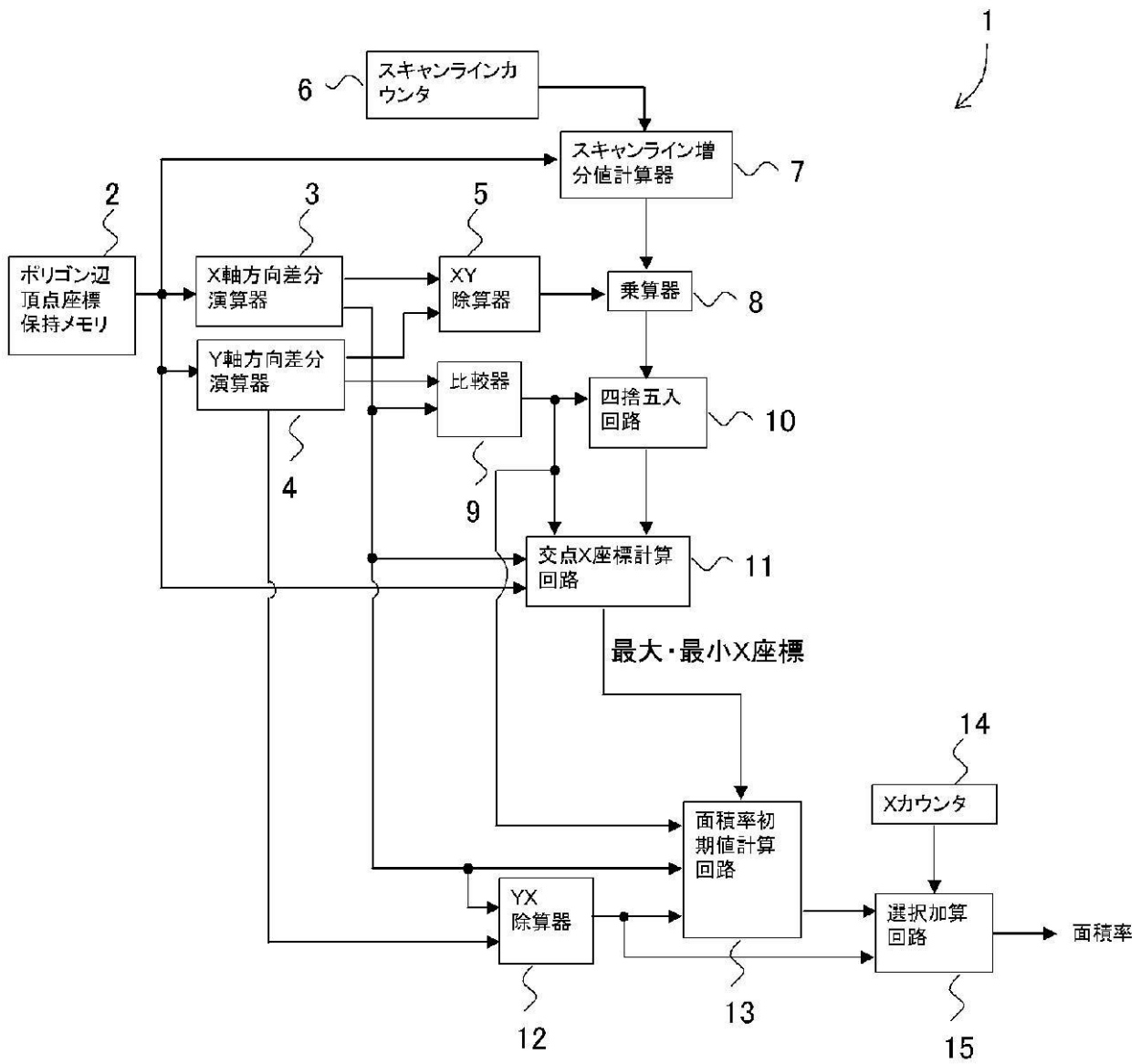
- 1 ３次元図形描画処理装置
- 2 ポリゴン辺頂点座標保持メモリ
- 3 X軸方向差分演算器
- 4 Y軸方向差分演算器
- 5 X Y 除算器
- 6 スキャンラインカウンタ
- 7 スキャンライン増分値計算器
- 8 乗算器
- 9 比較器
- 1 0 四捨五入回路
- 1 1 交点X座標計算回路
- 1 2 Y X 除算器
- 1 3 面積率初期値計算回路

40

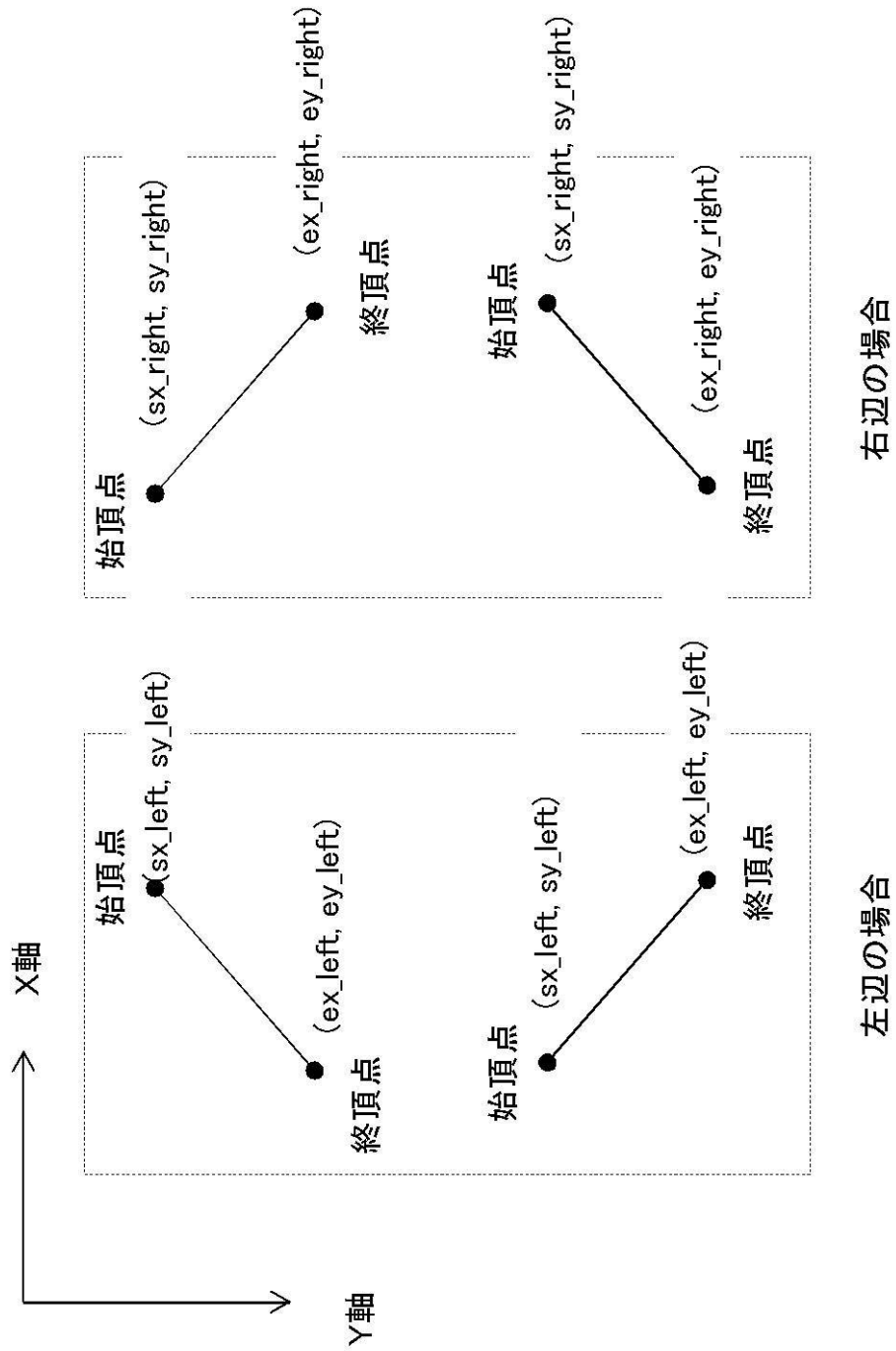
50

- 1 4 X カウンタ
- 1 5 選択加算回路

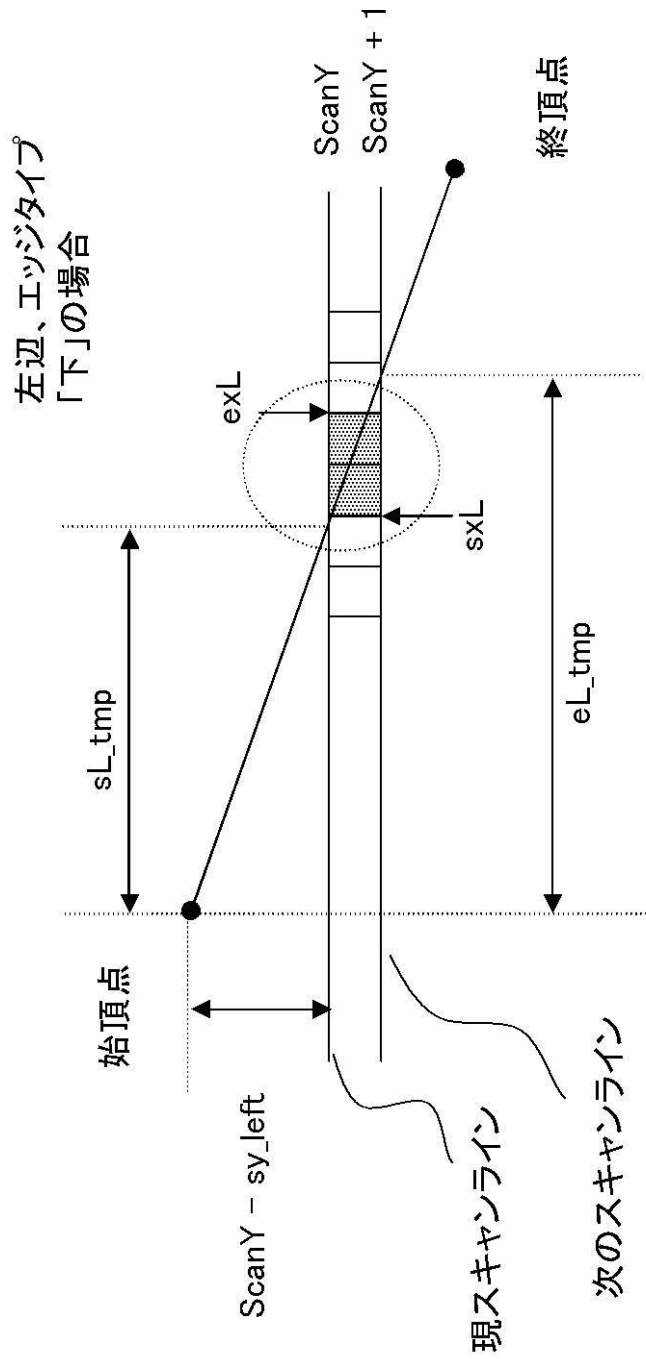
【 図 1 】



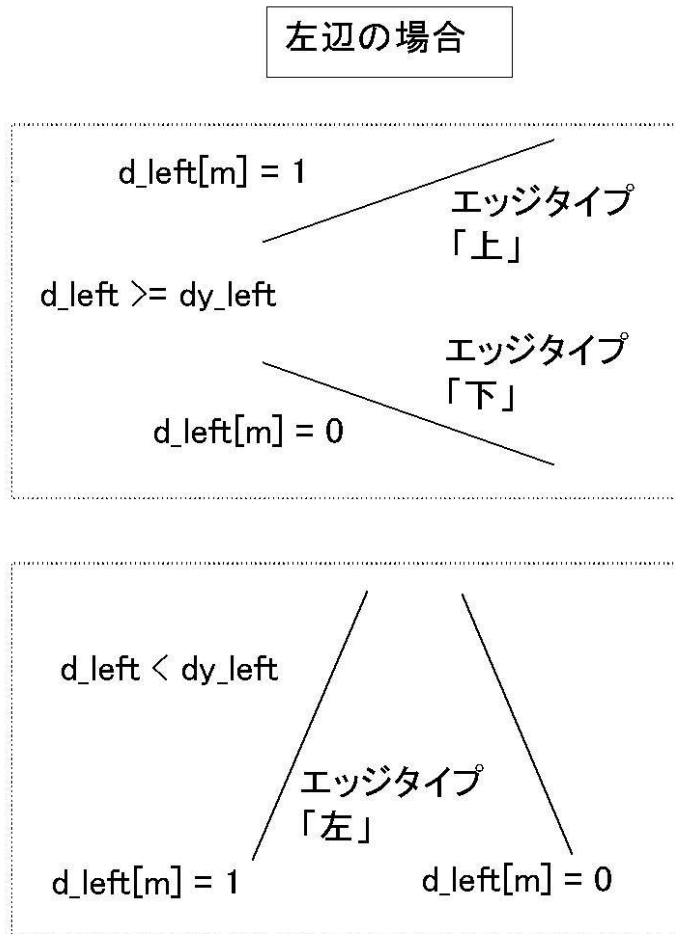
【 図 2 】



【 図 3 】

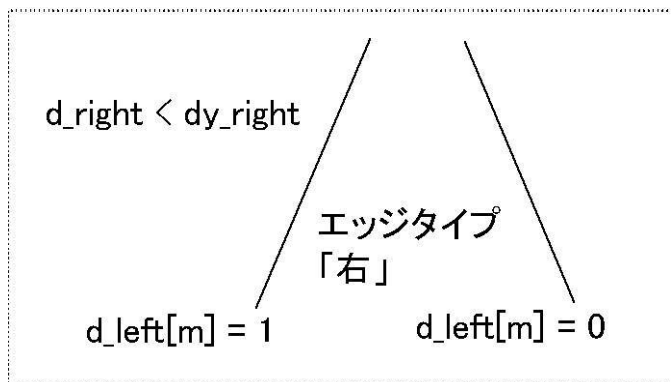
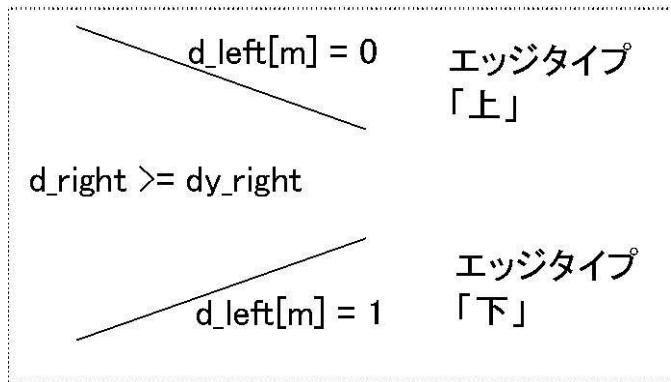


【 図 4 】

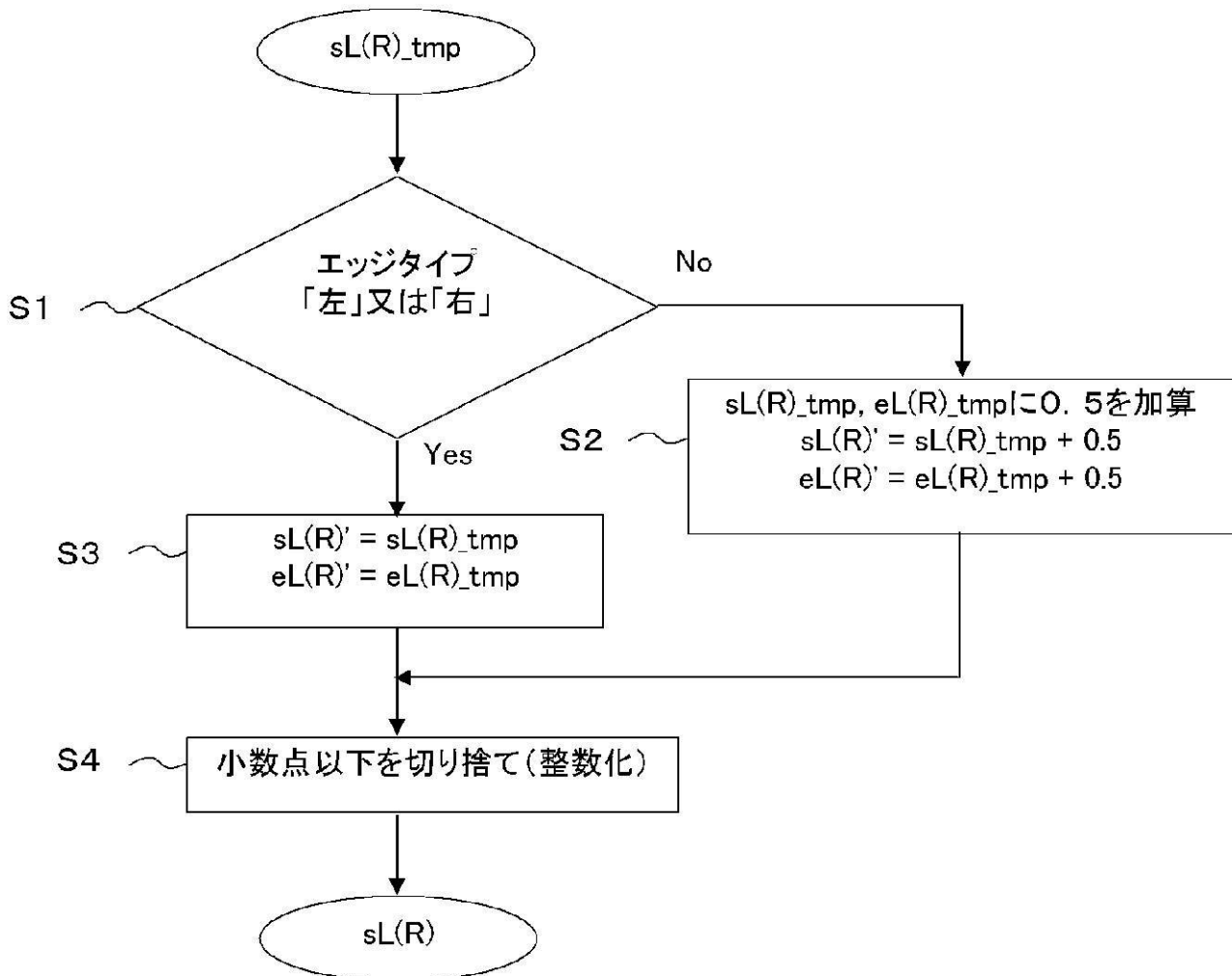


【図 5】

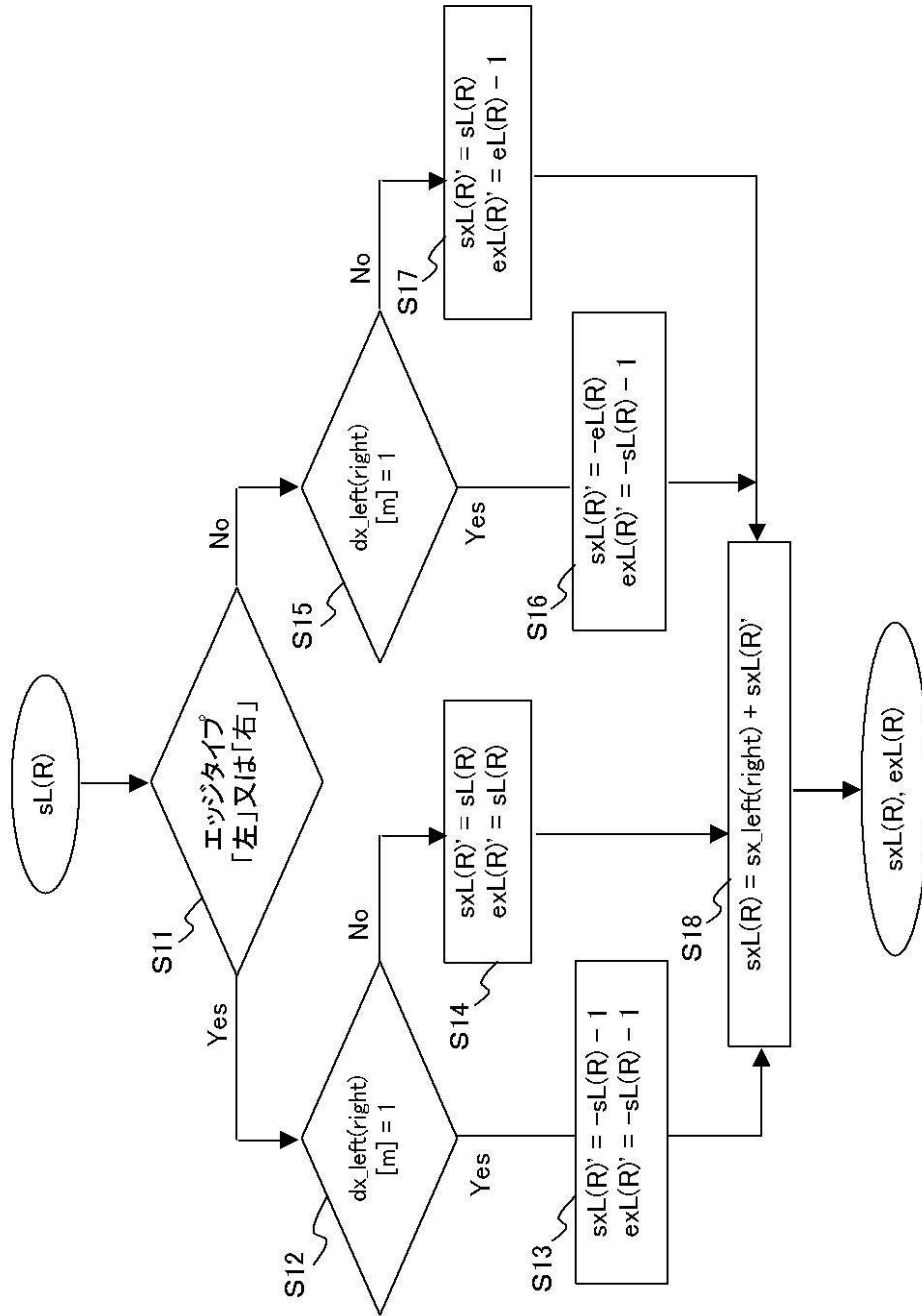
右辺の場合



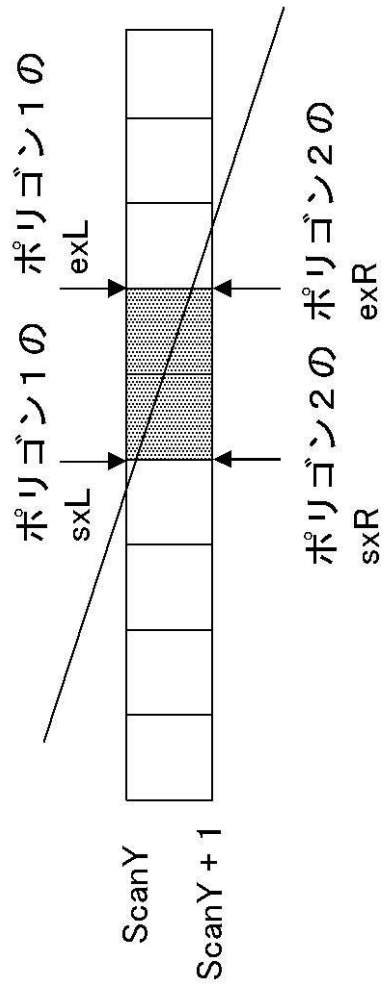
【 図 6 】



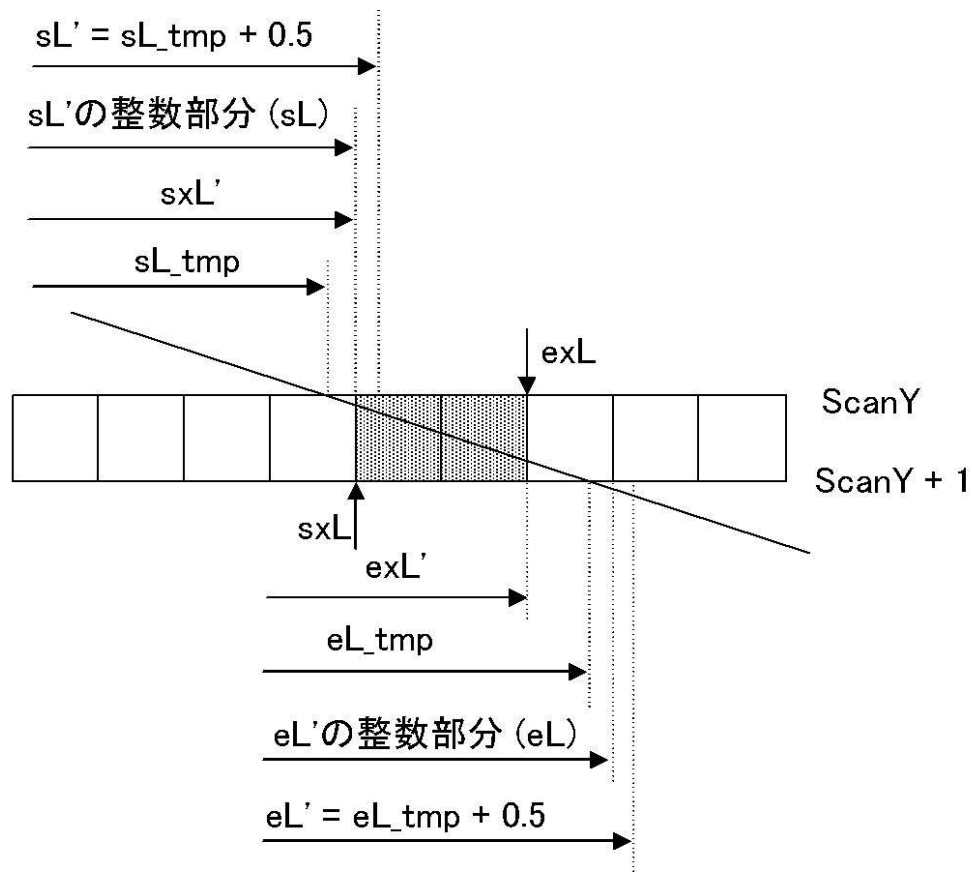
【図 7】



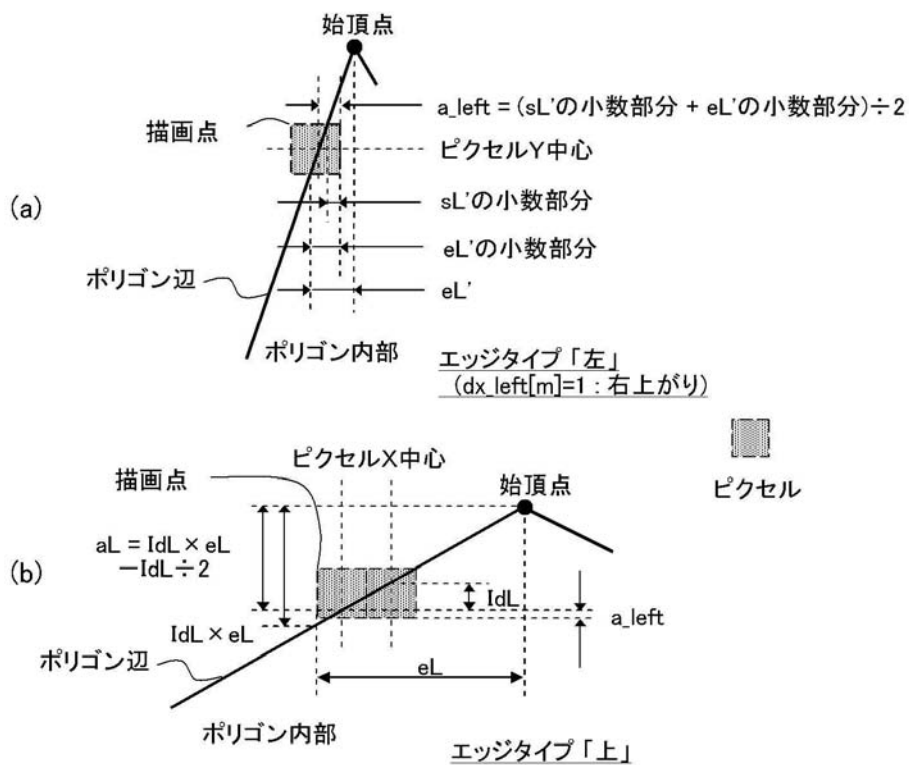
【図 8】



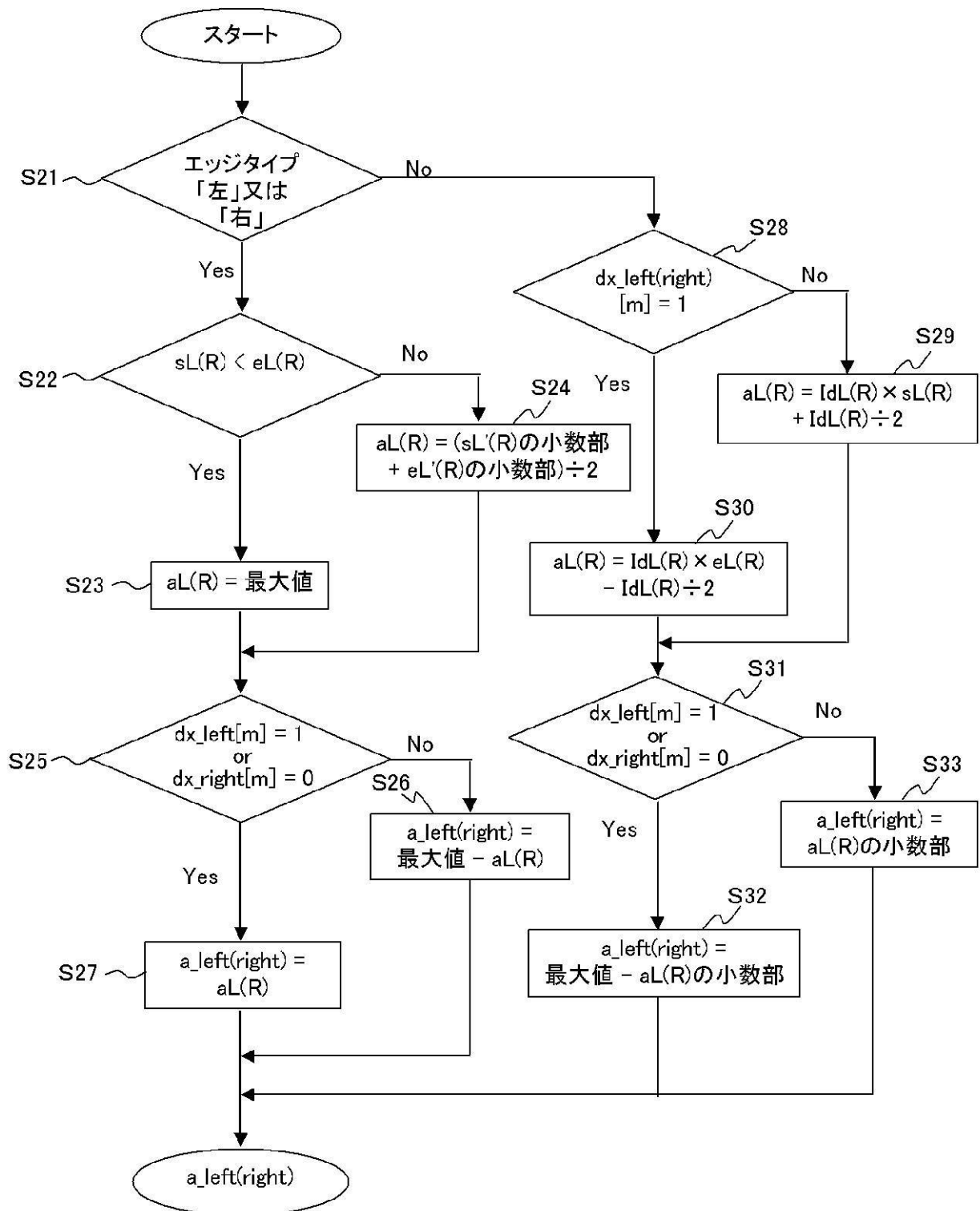
【 図 9 】



【 図 10 】



【図 11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B080 AA13 CA01 DA07 DA08 FA14 GA25