

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2668867号

(45)発行日 平成9年(1997)10月27日

(24)登録日 平成9年(1997)7月4日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 15/40			G 0 6 F 15/72	4 2 0

発明の数1(全7頁)

(21)出願番号	特願昭61-251316	(73)特許権者	999999999 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(22)出願日	昭和61年(1986)10月21日	(72)発明者	上田 智章 草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイ キン工業株式会社滋賀製作所内
(65)公開番号	特開昭63-104192	(72)発明者	西口 和夫 草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイ キン工業株式会社滋賀製作所内
(43)公開日	昭和63年(1988)5月9日	(74)代理人	弁理士 津川 友士
		審査官	新宮 佳典

(54)【発明の名称】 断面図描画装置

1

(57)【特許請求の範囲】

1. 描画すべきピクセルデータを描画プロセッサから描画メモリに伝送し、描画メモリの内容に基づいてディスプレイ上に3次元図形を表示する3次元グラフィックディスプレイ装置において、描画図形の直線補間演算を行なって、描画図形を構成し、かつ描画メモリに描画されるべきピクセルデータを生成する補間手段と、切断面方程式に基づいて算出された複数の切断面の各点のz値と描画図形の各点のz値との大小関係を判別する複数の判別手段と、複数の判別手段により得られた複数の判別結果に基づいて、各ピクセル毎に、描画図形のz値が全ての切断面のz値を基準として描画側であるか否かを判別し、描画図形のz値が全ての切断面のz値を基準として描画側である場合上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリに書込み、描画図形のz値が少なくとも1

2

つの切断面のz値を基準として非描画側である場合上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリへの書込みを禁止する描画制御データを生成する描画制御データ生成手段とを有することを特徴とする断面図描画装置。

【発明の詳細な説明】

<産業上の利用分野>

この発明は断面図描画装置に関し、さらに詳細にいえば、3次元グラフィックディスプレイ装置において3次元図形の所望箇所を切断した状態を表示するための断面図描画装置に関する。

<従来の技術>

従来から3次元グラフィックディスプレイ装置においては、隠面処理機能、および断面処理機能が重要な役割を果たすので、上記両機能を具備させることが必須になってきている。

10

第 3 図は隠面処理機能、および断面処理機能を具備する 3 次元グラフィックディスプレイ装置の従来例を示すブロック図であり、図示しないホストコンピュータから座標データが供給される座標変換プロセッサ (91) と、座標変換プロセッサ (91) により変換が施されたデバイス座標データが供給されるクリッププロセッサ (92) と、クリッププロセッサ (92) によりクリッピングが施されたプリミティブデータが供給される描画プロセッサ (93) と、描画プロセッサ (93) から出力されるピクセルデータが供給される描画メモリ (94) と、描画プロセッサ (93) から出力されるピクセルデータが供給されることにより、以前に設定されている座標データとに基づいて描画メモリ (94) に書き込み許可信号を供給する Z バッファ (95) と、描画メモリ (94) に格納されているピクセルデータに基づいて可視的表示を行なわせるモニタ (96) とを具備している。

したがって、ホストコンピュータから供給されてきた座標データを座標変換プロセッサ (91) によりデバイス座標データに変換し、ユーザが指定する領域の外にあるプリミティブデータをクリッププロセッサ (92) によりクリッピングし、描画プロセッサ (93) に供給する。そして、描画プロセッサ (93) においては、上記指令領域内にあるプリミティブデータの各点を x, y, z の各方向に補間しながら Z バッファ (95) に z データを供給するとともに、描画メモリ (94) に (x, y, c) データを供給する。

上記 Z バッファ (95) においては、 (x, y) データ毎の z 値を記憶し、ピクセルデータ $(x, y, z1)$ と現在記憶している $(x, y, z0)$ とを比較し、 $0 < z1 < z0$ の状態であれば、 $(x, y, z1)$ を表示させるべき描画メモリ (94) に書き込み許可信号を供給し、 $z1$ を新たな $z0$ としてセットする。逆に、 $z0 < z1$ の場合には、書き込み許可信号を出力しない。したがって、Z バッファ (95) を使用して $z0$ 値を順次更新してゆくことにより、隠面処理を行なうことができる。

また、断面表示を行なう場合には、上記クリッププロセッサ (92) に断面の z 値を供給しておき、 x, y に関してクリッピングが施された各プリミティブデータを再びクリッププロセッサ (92) に供給しながら、上記 z 値より手前のプリミティブデータを排除するとともに、交差する場合にはクリップし、得られたプリミティブデータを描画プロセッサに供給すればよく、3 次元図形の断面表示を行なうことができる。

< 発明が解決しようとする問題点 >

上記の構成の断面表示機能を実行する場合には、断面との交差点を得るために中点分割法、直線方程式代入法が使用されるのであるが、何れもソフトウェア、ハードウェアが複雑であり、しかも処理時間が長くなってしまふという問題がある。即ち、中点分割法においては、収束が遅いため結果的に処理が遅くなるのであり、直線方

程式代入法においては乗算、および除算を行なわなければならないので、処理が複雑化するとともに、処理が遅くなるのである。

また、クリッププロセッサ (92) に対して断面の z 値を供給しておくのであるから、平面 1 枚程度の切断面しか定義することができず、折れ面等に基づく断面表示は、実際には殆ど行なうことができないという問題もある。

また、上記問題点を解消するために、予め切断平面をデブスバッファに描画しておいて、デブスバッファに描画された各ピクセルの z 値と実際に描画すべき描画図形の各ピクセルの z 値とを比較しながら必要なピクセルのみを描画することが考えられる。

そして、このようにすれば、切断面が平面であっても、折れ面であっても、自由曲面であっても、簡単に表面表示を行なうことができるという利点を有すると思われる。

しかし、この場合には、切断平面を描画した後、実際の図形を描画しなければならないのであるから、全体として断面図の描画速度を余り高速化することができないのみならず、切断平面を描画するためのデブスバッファのプレーン数を隠面処理を行なうための z バッファのプレーン数と等しくする必要があり、使用頻度が低い断面図描画のために多プレーン数のデブスバッファを常時準備しておく関係上、構成が複雑化し、しかもコストアップになるという問題がある。

< 発明の目的 >

この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、システム構成を簡素化することができるとともに、各種の切断面に基く断面表示を高速に、かつ簡単に行なうことができる断面図描画装置を提供することを目的としている。

< 問題点を解決するための手段 >

上記の目的を達成するための、この発明の断面図描画装置は、描画図形の直線補間演算を行なって、描画図形を構成し、かつ描画メモリに描画されるべきピクセルデータを生成する補間手段と、切断面方程式に基いて算出された複数の切断面の各点の z 値と描画図形の各点の z 値との大小関係を判別する複数個の判別手段と、複数個の判別手段により得られた複数個の判別結果に基いて、各ピクセル毎に、描画図形の z 値が全ての切断面の z 値を基準として描画側であるか否かを判別し、描画図形の z 値が全ての切断面の z 値を基準として描画側である場合に上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリに書き込み、描画図形の z 値が少なくとも 1 つの切断面の z 値を基準として非描画側である場合に上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリへの書き込みを禁止する描画制御データを生成する描画制御データ生成手段とを有するものである。

< 作用 >

50 以上の構成の断面図描画装置であれば、描画すべきピ

5

6

クセルデータを描画プロセッサから描画メモリに伝送し、描画メモリの内容に基いてディスプレイ上に3次元図形を表示する場合において、補間手段により描画図形の直線補間演算を行なって、描画図形を構成し、かつ描画メモリに描画されるべきピクセルデータを生成する。

また、切断面方程式に基いて算出された複数の切断面の各点のz値と描画図形の各点のz値との大小関係を複数個の判別手段によりそれぞれ判別して描画制御データ生成手段に供給する。

したがって、描画制御データ生成手段においては、上記各判別手段から出力される判別信号に基いて各ピクセル

$$\begin{aligned}
 &a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 = 0 \\
 &a_2 x + b_2 y + c_2 z + d_2 = 0 \\
 &\vdots \\
 &a_n x + b_n y + c_n z + d_n = 0
 \end{aligned}$$

で表現されるものである場合には、これらの切断面を境

$$\begin{aligned}
 &a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 * 1 = 0 \\
 \text{かつ、} &a_2 x + b_2 y + c_2 z + d_2 * 2 = 0 \\
 &\vdots \\
 \text{かつ、} &a_n x + b_n y + c_n z + d_n * n = 0
 \end{aligned}$$

(但し、*_iは>, <, , , =の何れか)で表現される。

以下、簡略化するために、*_iが>または<の何れか一方のみを表わすものとし、各*_iに対応するフラグfiを、>の場合に0、<の場合に1と定めれば、ディスプレイ上の画素のx,y座標値に対応する各切断面上の境界面のz座標zBLiは、

$$zBLi = - (aix + biy + di) / ci$$

で表わされる。

したがって、描画点(x,y,z)が上記任意の領域の内部に存在するか否かは、

$$z * i zBLi$$

を全て充足しているか否かにより判別することができる。

即ち、上記

$$z * i zBLi$$

を全て充足しているか否かを示す描画制御データを生成し、この描画制御データに基いて各ピクセル毎に描画すべきであるか否かを制御することにより、n個の切断面により切断された断面図を描画させることができる。

<実施例>

以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。

*ル毎に、描画図形のz値が全ての切断面のz値を基準として描画側であるか否かを判別し、描画図形のz値が全ての切断面のz値を基準として描画側である場合上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリに書込み、描画図形のz値が少なくとも1つの切断面のz値を基準として非描画側である場合上記描画されるべきピクセルデータを描画メモリへの書込みを禁止する描画制御データを生成することができ、この制御データに基いて各ピクセル毎に描画すべきか否かを制御することにより断面図を描画させることができる。

さらに詳細に説明すれば、例えば、n個の切断面が、

界面とする任意に領域は

第1図は断面図描画装置の一実施例の要部を示すブロック図であり、頂点データに基いて直線補間演算を行なうことにより描画すべき線分の始点、終点に対応する2点の座標データを得るx値、y値、z値、カラーデータ用の直線補間器(11)(12)(21)(22)(31)(32)(41)(42)を有しているとともに、各切断面のz値用の直線補間器(111)(112)(121)(122)...(1n1)(1n2)を有している。そして、上記各対の直線補間器から出力される2点の座標データに基いて直線補間演算を行なうことにより、描画すべき線分の各点の座標データを得る線分描画回路(13)(23)(33)(43)(113)(123)...(1n3)を有している。さらに、上記z値用の線分描画回路(33)からの出力データと、各切断面のz値用の線分描画回路(113)(123)...(1n3)からの出力データとを入力とするコンパレータ(114)(124)...(1n4)を有しているとともに、各コンパレータ(114)(124)...(1n4)からの出力信号、および各切断面に対応する条件フラグが格納してあるフラグレジスタ(51)からのフラグデータをそれぞれ入力として出力信号とフラグデータとが一致しているか否かを示す信号を出力するXNORゲート(115)(125)...(1n5)を有し、しかも、上記XNORゲート(115)(125)...(1n5)からの出力信号を入力とするANDゲート(52)を有して

いる。

尚、(53)はCPUであり、(54)はI/Oインターフェースであり、(55)はメモリである。

上記の構成の断面図描画装置の動作は次のとおりである。

上記直線補間器(11)(12)(21)(22)(31)(32)(41)(42)(111)(112)(121)(122)...(1n1)(1n2)により、描画すべき図形の互に対向する稜線データ(x値、y値、z値、およびカラーデータ)を得るとともに、各切断面の、前記稜線データに対応するz値を得る。

次いで、上記1対の稜線データ、および各切断面の1対のz値に基づいて、上記線分描画回路(13)(23)(33)(43)(113)(123)...(1n3)により線分描画データを得る。

そして、上記各線分描画回路(113)(123)...(1n3)により得られた線分描画データと、線分描画回路(33)により得られた線分描画データとをコンパレータ(114)(124)...(1n4)に供給することにより、各切断面毎に設定されている切断条件(例えば、手前側を描画する条件、向こう側を描画する条件等)に合致しているか否かを示す信号を出力し、それぞれXNORゲート(115)(125)...(1n5)に供給する。

また、上記XNORゲート(115)(125)...(1n5)には、フラグレジスタ(51)からの、各切断面毎に予め設定されている切断条件に対応するフラグが供給されているので、切断条件に合致している場合のみフラグ“1”を出力し、切断条件に合致していない場合には、フラグ“0”を出力する。そして、各XNORゲート(115)(125)...(1n5)からのフラグはANDゲート(52)に供給されているので、全てのXNORゲートからフラグ“1”が出力された場合のみ描画すべきことを示すフラグ“1”が出力し、少なくとも1つのXNORゲートからフラグ“0”が出力された場合には、描画しないことを示すフラグ“0”を出力する。

したがって、上記ANDゲート(52)からフラグ“1”が出力されている場合のみ上記線分描画回路(13)(23)(33)(43)から出力される座標データに基づいて定まる画素を表示し、逆に、上記ANDゲート(52)からフラグ“0”が出力されている場合には上記線分描画回路(13)(23)(33)(43)から出力される座標データに基づいて定まる画素の表示を行わない。

以上、要約すれば、描画図形の各ピクセルに対応する座標値を得るとともに、描画図形の頂点座標に基づいて各切断面のz値を各ピクセル毎に得、描画図形の各ピクセルに対応するz値と各切断面のz値との大小関係を判別して、全ての切断面に対して切断条件を満足するピクセルのみを表示することができるのであるから、複数の面による断面表示、複数の面により包囲された領域のみの表示(以下、領域セクションングという)等を簡単に

なうことができる。即ち、切断面が1枚増加する毎に上記直線補間器を1対ずつ増加させるとともに、直線描画回路、コンパレータ、およびXNORゲートを1個ずつ増加させるのみでよく、切断面の増加に簡単に対処することができる。

第2図は他の実施例を示すブロック図であり、上記実施例と異なる点は、各切断面のz値用の直線補間器(111)(112)(121)(122)...(1n1)(1n2)に代えて、描画図形のz値と各切断面のz値との差分値を直線補間する差分値用の直線補間器(211)(212)(221)(222)...(2n1)(2n2)を使用する点、上記各切断面のz値用の線分描画回路(113)(123)...(1n3)に代えて、上記直線補間器(211)(212)(221)(222)...(2n1)(2n2)からの出力データを入力として差分値を直線補間する線分描画回路(213)(223)...(2n3)を使用する点、およびコンパレータ(114)(124)...(1n4)を省略して、上記直線補間器(211)(212)(221)(222)...(2n1)(2n2)から出力される符号データを直接XNORゲート(115)(125)...(1n5)に供給している点のみである。

したがって、この実施例の場合には、各切断面のz値を直線補間する代わりに、直線補間器(211)(212)(221)(222)...(2n1)(2n2)によって描画図形のz値と各切断面のz値との差分値を直線補間することにより、描画すべき線分の始点、終点に対応する2点のz値と各切断面のz値との差分値を得、上記始点、および終点に対応する差分値を線分描画回路(213)(223)...(2n3)によって直線補間することにより、上記始点、および終点に対応する描画図形の線分を構成する各ピクセルのz値と各切断面のz値との差分値を得ることができる。

そして、上記各ピクセルのz値と各切断面のz値との差分値(絶対値データ、および符号データ)のうち、符号データが得られれば、各ピクセルが各切断面の何れの側に存在するかを判定することができるので、上記各符号データを、フラグレジスタ(51)からのフラグデータが供給されているXNORゲート(115)(125)...(1n5)に供給することにより、フラグレジスタ(51)において予め設定されている切断条件と一致している場合のみフラグ“1”を出力し、切断条件に合致していない場合には、フラグ“0”を出力する。そして、各XNORゲート(115)(125)...(1n5)からのフラグはANDゲート(52)に供給されているので、全てのXNORゲートからフラグ“1”が出力された場合のみ描画すべきことを示すフラグ“1”を出力し、少なくとも1つのXNORゲートからフラグ“0”が出力された場合には、描画しないことを示すフラグ“0”を出力する。

したがって、上記実施例の場合と同様にANDゲート(52)から出力されるフラグデータに基づいて、全ての切断条件に合致するピクセルのみを表示することにより、複

数の切断面により切断された状態の図形を表示することができる。即ち、この実施例においても、切断面が1枚増加する毎に、描画すべき線分の始点、終点に対応する2点のz値と各切断面のz値との差分値を直線補間する直線補間器を1対ずつ増加させるとともに、線分描画回路、およびXNORゲートを1個ずつ増加させるのみでよく、切断面の増加に簡単に対処することができる。

尚、上記の構成の断面図描画装置は、描画図形と切断面とが交差する場合、および全く交差しない場合（描画図形が切断面の手前側にある場合、および切断面の向こう側にある場合）の何れの場合にも適用することが可能であるが、線分をz値が連続的に一方向のみに変化するもの限定しておいて、この線分の両端のz値と切断境界面のz値との大小関係を予め判別し、線分の両端における大小関係の判別結果が同一でない場合（描画図形と切断面とが交差している場合）にのみ上記の動作を行なわせ、大小関係の判別結果が同一である場合（描画図形と切断面とが交差していない場合）には、大小関係に対応させて、線分全体を描画するか、或は線分全体の描画を行なわないように制御することができる。

尚、この発明は上記の実施例に限定されるものではなく、例えば線分の両端のz座標値と切断面の対応するz座標値との差分値の符号を判別し、或はポリゴンの全頂点のz座標値と切断面の対応するz座標値との差分値の符号を判別することにより、線分単位、或はポリゴン単位で描画すべきか否かを判別することにより、処理すべき線分数、或はポリゴン数を予め減少させ、断面図の表示をより一層高速化することが可能である他、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。

* < 発明の効果 >

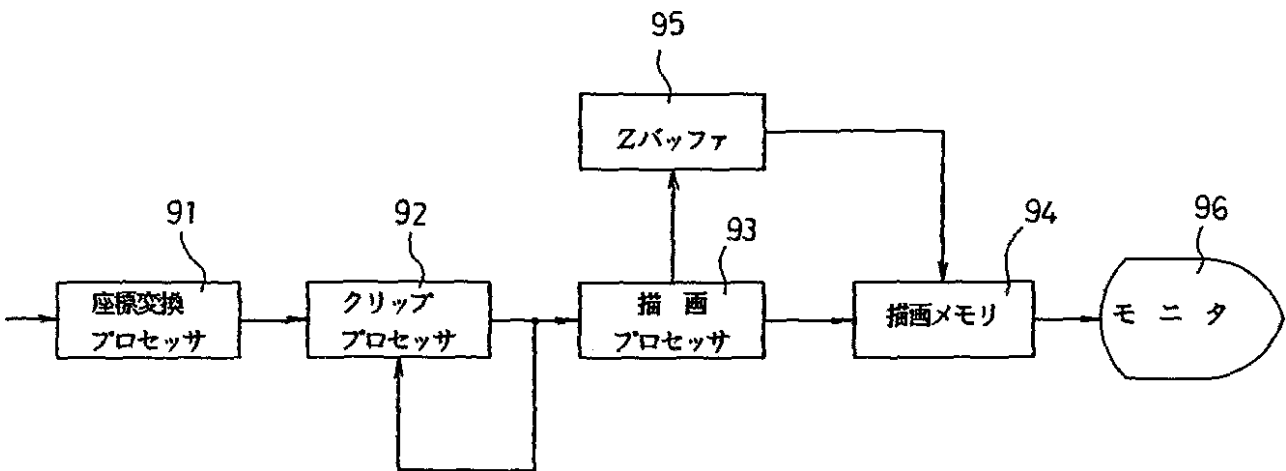
以上のようにこの発明は、複数の切断面による断面図の表示をセクションバッファ（切断面のz値を記憶しておく専用のデプスバッファ）を使用することなく行ない得るようにして、構成を簡素化するとともに、コストダウンを達成することができ、しかも、切断面をセクションバッファに描画する必要がなくなるので、切断面の数が増加した場合においても、断面図の表示を高速に行なうことができるという特有の効果奏する。

10 【図面の簡単な説明】

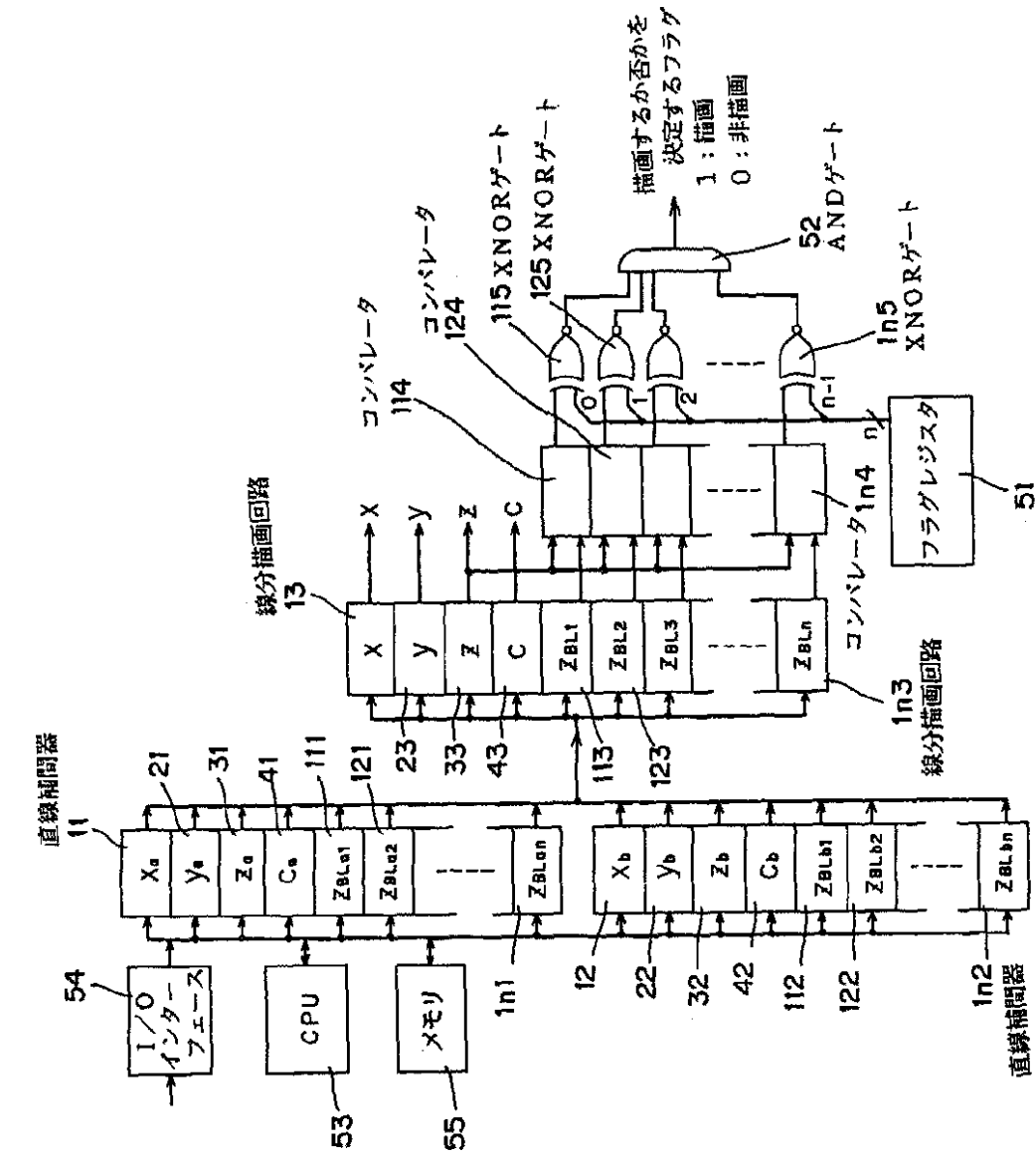
第1図はこの発明の断面図描画装置の一実施例の要部を示すブロック図、
第2図は他の実施例を示すブロック図、
第3図は従来例を示すブロック図。

- (11) (12) (21) (22) (31) (32) (41) (42)
- (111) (112) (121) (122) ... (1n1) (1n2) (211) (212) (221) (222) ... (2n1) (2n2)直線補間器、
- (13) (23) (33) (43) (113) (123) ... (1n3) ...
- 20 ...線分描画回路、
- (114) (124) ... (1n4)判別手段としてのコンパレータ、
- (213) (223) ... (2n3)判別手段としての線分描画回路、
- (51)描画制御データ生成手段を構成するフラグレジスタ、
- (52)描画制御データ生成手段を構成するANDゲート、
- (115) (125) ... (1n5)描画制御データ生成手段を構成するXNORゲート

【第3図】

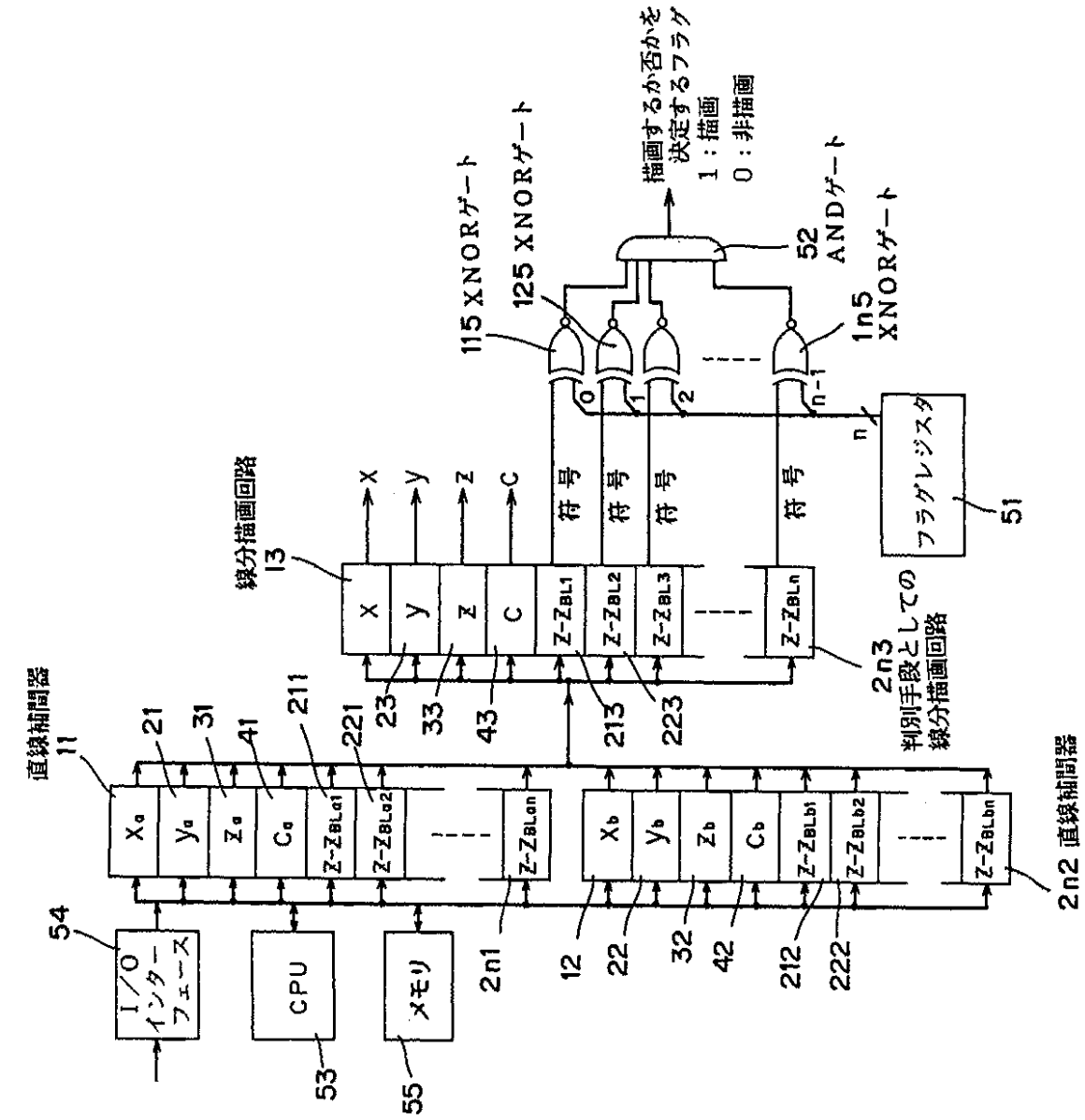


【第1図】



符号	名称
(11)(12)(21)(22)(31)(32)	直線補間器
(41)(42)(111)(112)	線分描画回路
(121)(122)...(1n1)(1n2)	
(13)(23)(33)(43)	
(113)(123)...(1n3)	

【第2図】



符号	名称
(11)(12)(21)(22)(31)(32)	直線補間器
(41)(42)(211)(212)	線分描画回路
(221)(222)···(2n1)(2n2)	判別手段としての線分描画回路
(13)(23)(33)(43)	
(213)(223)···(2n3)	