

(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2005-173473

(P2005-173473A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl.⁷

G09G 5/36

G06T 17/40

G09G 5/00

F I

G09G 5/36 510V

G06T 17/40 A

G09G 5/00 510V

G09G 5/00 555D

テーマコード (参考)

5B050

5C082

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-416694 (P2003-416694)

(22) 出願日 平成15年12月15日 (2003.12.15)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 100066474

弁理士 田澤 博昭

(74) 代理人 100088605

弁理士 加藤 公延

(74) 代理人 100123434

弁理士 田澤 英昭

(74) 代理人 100101133

弁理士 濱田 初音

(72) 発明者 鈴木 靖子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

最終頁に続く

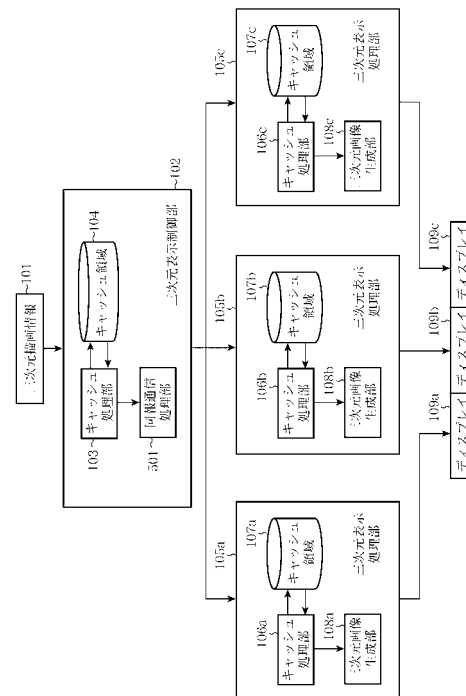
(54) 【発明の名称】 マルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置

(57) 【要約】

【課題】 三次元表示制御部から三次元表示処理部への転送量を削減したマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置を得る。

【解決手段】 三次元描画情報101を格納するキャッシュ領域104と、取得した三次元描画情報101がキャッシュ領域104に格納されている場合は格納先情報を取得し、格納されていない場合は複製をキャッシュ領域104に格納するキャッシュ処理部103と、受信した三次元描画情報101を格納するキャッシュ領域107a～cと、受信した情報が三次元描画情報である場合はその複製をキャッシュ領域107a～cに格納し、格納先情報である場合は三次元描画情報を取り出すキャッシュ処理部106a～cと、キャッシュ処理部106a～cが受信した三次元描画情報に基づいて三次元画像を生成し、接続されるディスプレイ109a～cに表示させる三次元画像生成部108a～cとを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の表示ユニットを組み合わせて一体となって表示するマルチディスプレイの各表示ユニットに表示させる画像をそれぞれ生成する複数の三次元表示処理手段と、

表示すべき物体の三次元描画情報を取得し、前記三次元表示処理手段に送信して三次元グラフィックスを表示させる三次元表示制御手段とを備えたマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置において、

前記三次元表示制御手段が、

三次元描画情報を格納する制御用キャッシュ領域と、

前記制御用キャッシュ領域を探索して、取得した三次元描画情報が格納されているか否かを判定し、格納されている場合は格納先情報を取得して前記三次元表示処理手段に送信し、格納されていない場合は取得した三次元描画情報の複製を前記制御用キャッシュ領域に格納すると共に前記三次元表示処理手段に送信する制御用キャッシュ処理手段とを備え、

前記各三次元表示処理手段が、

前記三次元表示制御手段から受信した三次元描画情報を格納する表示用キャッシュ領域と、

前記三次元表示制御手段から受信した情報が三次元描画情報であるか格納先情報であるかを判定し、三次元描画情報である場合はその複製を前記表示用キャッシュ領域に格納し、格納先情報である場合は当該格納先情報に対応する場所から三次元描画情報を取り出す表示用キャッシュ処理手段と、

前記表示用キャッシュ処理手段が受信または取り出した三次元描画情報に基づいて、当該三次元表示処理手段の表示領域に対応する三次元画像を生成し、前記表示ユニットに表示させる三次元画像生成手段とを備えたことを特徴とするマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【請求項 2】

三次元表示制御手段は、三次元表示処理手段に対して同報通信によって格納先情報または三次元描画情報を送信する同報通信処理手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【請求項 3】

三次元表示制御手段は、取得した三次元描画情報が、複数の三次元表示処理手段のいずれの表示領域に含まれるかを判定するカリング処理手段を備え、

制御用キャッシュ領域は、前記カリング処理手段によって判定された表示領域に対応するように三次元描画情報を格納する複数のキャッシュ領域を有し、

制御用キャッシュ処理手段は、前記カリング処理手段によって含まれると判定された三次元表示処理手段に対してのみ情報を送信することを特徴とする請求項 1 記載のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【請求項 4】

制御用キャッシュ処理手段は、表示させる画像を構成する頂点に関する三次元描画情報を一単位として処理することを特徴とする請求項 1 記載のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【請求項 5】

制御用キャッシュ処理手段は、表示させる画像を構成するプリミティブに関する三次元描画情報を一単位として処理することを特徴とする請求項 1 記載のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【請求項 6】

制御用キャッシュ処理手段は、ハッシュ法を用いて制御用キャッシュ領域の探索を行うことを特徴とする請求項 1 記載のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

この発明は、複数のディスプレイを組み合わせて高解像度の大きな画面表示環境を提供するマルチディスプレイ表示装置における三次元グラフィックス表示に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、複数のディスプレイを組み合わせて1つの大きな画面として取り扱うことが可能な表示装置が提供されている。このような表示装置を用いて、組み合わせた画面数分の解像度を持つ高解像度の表示を行うためには、あらかじめ高解像度の画像または映像を計算機で保持し、これらを画面解像度にあわせて分割して表示させる必要がある。

【0003】

一方、三次元グラフィックスを画面表示する場合でも、三次元グラフィックス処理後の高解像表示画像を生成し、画面解像度にあわせて分割して画面表示させることができる。しかし、一つの計算機で三次元グラフィックス表示の画像生成処理を行う場合は、通常、画像解像度を上げるほど処理負荷が高くなるため、この方法では大きな画面になるほど対話的に三次元グラフィックスを表示させることが困難となる。

【0004】

そこで、複数の計算機を利用し、各ディスプレイに対応する計算機によって、それぞれの画面解像度にあわせて表示画像を生成する方式が提案されている。この方式では、大きな画面を構成している各ディスプレイの解像度は変わらず、また各計算機の処理負荷も変わらないので、全体の処理性能を低下されることなく三次元グラフィックスを表示することができる。

【0005】

例えば、特許文献1に記載の発明には、複数のディスプレイおよび複数の三次元表示処理部を備え、各三次元表示処理部に対して三次元描画情報を同報通信するマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置が開示されている。各三次元表示処理部は、三次元表示制御部から送られてきた三次元描画情報を保持し、表示領域に対応する表示画像の生成および表示を行う。三次元表示処理部はそれぞれ、カリング処理手段、三次元画像生成手段を備える。

【0006】

ここで、三次元描画情報とは三次元グラフィックスアプリケーションから発行される情報であり、描画すべき物体（モデル）の形状、色、およびその他の属性、周囲の環境等、描画シーンに関するさまざまな情報を含むものである。

【0007】

三次元描画情報が三次元表示制御部に供給されると、三次元表示制御部は複数の三次元表示処理部に対して同報通信により三次元描画情報を送信する。続いて、各三次元表示処理部は、カリング処理手段によってどのモデルが表示領域に入るかを判定し、表示すべきモデルを限定する。続いて、三次元画像生成手段によって各三次元表示処理部の表示領域に含まれるモデルから表示画像を生成して、接続されるディスプレイに表示する。

【0008】

ここで、表示領域とは、視点位置・視界・投影面に基づいて設定された三次元空間上の領域であり、表示領域内に存在するモデルは投影面に投影されて表示画像として生成される。この生成された表示画像は、視点位置から投影面を通して三次元空間を見た画像となる。表示領域、投影面は三次元表示処理部ごとに設定されるものである。

【0009】

各三次元表示処理部は同一の構成であるが、各々が異なる表示領域を保持している。したがって、各三次元表示処理部は各々が保持する表示領域に含まれるモデルに対して表示画像の生成を行なう。最後に、三次元表示処理部で生成された画像は、三次元表示処理部に接続されるディスプレイ上に表示される。

【0010】

【特許文献1】特開2001-338310号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置は上記のように構成され、三次元表示制御部が三次元描画情報を各三次元表示処理部に対して転送する。マルチディスプレイによる高解像度環境では、単一ディスプレイ環境に比べて多くのモデルを表示することが要求されるため、三次元表示制御部は多数のモデルに関する三次元描画情報を三次元表示処理部に転送する必要がある。三次元表示処理部は、表示領域に含まれるモデルを保持しておくことができるが、静的なモデルしか保持することができず、モデルの構成が変化すると、そのたびに再度モデルを転送しなおさなければならない。このとき、三次元グラフィックス表示処理における情報転送処理の負荷が高くなるため、表示効率が低下するという課題があった。 10

【0012】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、大量の情報の転送が要求されるマルチディスプレイ三次元グラフィックス装置において、三次元表示制御部から三次元表示処理部への転送量を削減したマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明に係るマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置は、三次元表示制御手段が、三次元描画情報を格納する制御用キャッシュ領域と、制御用キャッシュ領域を探索して、取得した三次元描画情報が格納されているか否かを判定し、格納されている場合は格納先情報を取得して前記三次元表示処理手段に送信し、格納されていない場合は取得した三次元描画情報の複製を前記制御用キャッシュ領域に格納すると共に三次元表示処理手段に送信する制御用キャッシュ処理手段とを備え、各三次元表示処理手段が、三次元表示制御手段から受信した三次元描画情報を格納する表示用キャッシュ領域と、三次元表示制御手段から受信した情報が三次元描画情報であるか格納先情報であるかを判定し、三次元描画情報である場合はその複製を前記表示用キャッシュ領域に格納し、格納先情報である場合は当該格納先情報に対応する場所から三次元描画情報を取り出す表示用キャッシュ処理手段と、表示用キャッシュ処理手段が受信または取り出した三次元描画情報に基づいて、当該三次元表示処理手段の表示領域に対応する三次元画像を生成し、表示ユニットに表示させる三次元画像生成手段とを備えたものである。 20 30

【発明の効果】

【0014】

この発明によれば、三次元表示制御手段と三次元表示処理手段との間の転送量を削減したグラフィックス表示を実現できるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置のブロック図である。図に示すように、マルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置は、三次元表示制御部（三次元表示制御手段）102、三次元表示処理部（三次元表示処理手段）105a, 105b, 105cを備える。各三次元表示処理部には、それぞれディスプレイ109a, 109b, 109cが接続される。 40

【0016】

マルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置は、三次元グラフィックスアプリケーションから表示すべきモデルに関する三次元描画情報101を取得する。三次元描画情報101とは、描画すべきモデルの形状、色、およびその他の属性、周囲の環境等、描画シーンに関するさまざまな情報を含むものである。三次元グラフィックスにおけるモデルの定義方法としては、モデルの表面を複数の平面の組み合わせで定義するサーフェスモデ 50

ルという方法が一般的に使用されている。このサーフェスモデルはプリミティブと呼ばれる基本図形の組み合わせによって構成される。さらに、このプリミティブはポリゴンとよばれる多角形パッチから構成される。

【0017】

図2(a)～(e)はサーフェスモデルについて説明する図である。図2(a)に示す家型モデル201は、図2(b)に示すように2つのプリミティブ202、203から構成される。また、図2(c)に示すように、プリミティブ202は5つのポリゴン204、205、206、207、208から構成される。これらのポリゴンを構成する頂点の三次元座標や法線ベクトル、頂点における色などの属性情報は頂点データとよばれ、三次元描画情報101は、これらの頂点データおよび頂点データ間の関係を示すポリゴンデータを含む。また、三次元描画情報101はその他の光源情報、テクスチャ情報、視点に関する配置情報など、シーン描画に関するさまざまな情報を含む。

10

【0018】

ところで、三次元グラフィックスでは、同一シーンフレーム内および連続するシーンフレーム間において、同一の三次元描画情報が発行されることがある。同一シーンフレーム内では、例えば図2(c)のポリゴン204、205、206、207は、図2(d)に示すようにそれぞれ複数の頂点2041、2042、2043、頂点2051、2052、2053、頂点2061、2062、2063、頂点2071、2072、2073から構成されているが、2041、2051、2061、2071は同一の頂点である。したがって、家型モデル201を描画する際には、三次元描画情報101として同一の頂点データが繰り返し発行されることになる。同様に、他の頂点に関しても重複する情報が発行されることになる。

20

【0019】

一方、連続するシーンフレーム間では、例えばモデル全体を保持して再利用することができない場合に同一の三次元描画情報が繰り返し発行されることがある。例えば、CADなどの設計用グラフィックスアプリケーションでは、連続するシーンフレーム間で表示するモデルを変更するときはそのモデルの局所的な頂点データのみ修正を加えればよい。そのため、大部分の頂点は変更する必要がない。しかしながら、モデルとしては修正されたことになるため、モデル全体を更新しなければならず、三次元表示処理部がモデルデータを保持して次のシーンで再利用するということはできない。

30

【0020】

例えば、図2(e)に示す家型モデル209は、図2(a)の家型モデル201の1つの頂点のみを変更したものである。このように局所的な修正のみを加えて次のシーン、すなわち家型モデル201から家型モデル209を描画するには、家型モデル209を構成する全ての頂点データを三次元表示処理部に送信しなおさなければならない。よって、重複した情報を送信していることになる。従来の三次元グラフィックス表示にはこのような特徴がある。そこで、本発明では以下のように重複した情報の送信を防ぐようにする。

【0021】

図1の三次元表示制御部102は、キャッシュ処理部(キャッシュ処理手段)103、キャッシュ領域(制御用キャッシュ領域)104、同報通信処理部(同報通信処理手段)501を備える。三次元表示制御部102は、三次元グラフィックスアプリケーションから三次元描画情報101を受信し、キャッシュ処理部103に通知する。キャッシュ処理部103は、取得した三次元描画情報101を保持すべきか否かを判定し、保持すべきと判定した場合はキャッシュ領域104に蓄積すると共に、必要な情報を同報通信処理部501に通知する。キャッシュ領域104は、キャッシュ処理部103から通知される三次元描画情報101を蓄積する。同報通信処理部501はキャッシュ処理部103から取得した情報を三次元表示処理部105a～cに同報通信する。

40

【0022】

三次元表示処理部105a～cは、三次元表示制御部102の同報通信処理部501から同報通信により送信される情報を受信し、表示画像の生成および表示を行う。各三次元

50

表示処理部105a～cは、それぞれキャッシュ処理部106a, 106b, 106c、キャッシュ領域（表示用キャッシュ領域）107a, 107b, 107c、三次元画像生成部（三次元画像生成手段）108a, 108b, 108cを備える。

【0023】

キャッシュ処理部106a～cは、それぞれ同報通信処理部501から受信した情報の蓄積またはキャッシュ領域107a～cからの情報の取り出しを行うと共に、必要な情報を三次元画像生成部108a～cに送信する。キャッシュ領域107a～cは、それぞれキャッシュ処理部106a～cから通知される三次元描画情報101を蓄積する。また、三次元画像生成部108a～cは、キャッシュ処理部106a～cから取得する三次元描画情報101に基づいて、表示すべき領域の表示画像を生成し、ディスプレイ109a～cに供給する。ディスプレイ109a～cは、取得した表示画像を表示する。

10

【0024】

次に動作について説明する。

三次元グラフィックスアプリケーションから三次元描画情報101が発行されると、三次元表示制御部102は三次元描画情報101を取得する。図3は三次元表示制御部102の動作を示すフローチャートである。この図を参照して三次元表示制御部102の動作について説明する。三次元表示制御部102は、キャッシュ処理部103において、取得した三次元描画情報101と同一の情報がキャッシュ領域104内に格納されているか否かを判定する（ステップST301）。

【0025】

20

キャッシュ処理部103は、同一の情報がすでに格納されていると判定すると、キャッシュ領域104から該当する三次元描画情報101の格納先情報を取得し（ステップST302）、この格納先情報を送信情報として同報通信処理部501に通知する（ステップST303）。一方、ステップST301において、キャッシュ処理部103は同一の情報が格納されていないと判定すると、取得した三次元描画情報101を複製してキャッシュ領域104に格納する（ステップST304）と共に、三次元描画情報101を送信情報として同報通信処理部501に通知する（ステップST305）。同報通信処理部501は取得した格納先情報または三次元描画情報101を、三次元表示処理部105a～cに対して同報通信により送信する。

【0026】

30

図4はキャッシュ処理部106a～cの動作を示すフローチャートである。三次元表示処理部105a～cはそれぞれ同報通信処理部501から情報を受け取ると、受信した情報が三次元描画情報101であるか格納先情報であるかをキャッシュ処理部106a～cにおいて判定する（ステップST401）。

【0027】

受信情報が格納先情報である場合、キャッシュ処理部106a～cはその格納先に存在する三次元描画情報をキャッシュ領域107a～cから取り出す（ステップST402）。一方、受信情報が三次元描画情報101である場合、キャッシュ処理部106a～cは三次元描画情報の複製をキャッシュ領域107a～cに蓄積する（ステップST403）。キャッシュ処理部106a～cは取り出した、または蓄積した三次元描画情報を三次元画像生成部108a～cに供給する。三次元画像生成部108a～cは、取得した三次元描画情報から、ディスプレイ109a～cに表示すべき領域の表示画像を生成する。三次元画像生成部108a～cは生成した表示画像をディスプレイ109a～cに供給し、ディスプレイ109a～cは取得した表示画像を表示する。

40

【0028】

以上のように、この実施の形態1によれば、三次元表示制御部102がキャッシュ領域104を、三次元表示処理部105a～cがそれぞれキャッシュ領域107a～cを備え、三次元表示制御部102が同報通信により全ての情報を全ての三次元表示処理部に送信するため、キャッシュ領域104およびキャッシュ領域107a～cが同一の情報を保持することができる。このため、キャッシュ処理部103はキャッシュ領域104にすでに

50

格納済みの三次元描画情報 101 が送信されたと判断した場合は、格納先情報のみを三次元表示処理部 105 a～c に送信すればよいため、送信情報量が削減できる効果が得られる。

【0029】

また、三次元表示制御部 102 は同報通信により全ての情報を全ての三次元表示処理部 105 a～c に送信するため、キャッシュ処理部 103 は三次元表示処理部によって送信情報を振り分ける必要がない。

【0030】

実施の形態 2.

図 5 はこの発明の実施の形態 2 によるマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置のブロック図である。図において、図 1 と共通する構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。この実施の形態 2 では、三次元表示制御部 102 は、カリング処理部（カリング処理手段）601、キャッシュ処理部 103、キャッシュ領域 104 a～c を備える。カリング処理部 601 は、受け取った三次元描画情報 101 が、ディスプレイ 109 a～c のいずれの表示領域に含まれるかを判定し、そのディスプレイの情報と三次元描画情報 101 とをキャッシュ処理部 103 に通知する。三次元表示処理部 105 a～c は、実施の形態 1 と同様に、キャッシュ処理部 106 a～c、キャッシュ領域 107 a～c、三次元画像生成部 108 a～c を備える。三次元表示処理部 105 a～c はそれぞれ三次元表示制御部 102 から 1 対 1 通信により情報を受け取り、表示画像を生成する。

【0031】

次に動作について説明する。

三次元グラフィックスアプリケーションから三次元描画情報 101 が発行されると、三次元表示制御部 102 は三次元描画情報 101 を受け取り、カリング処理部 601 に通知する。カリング処理部 601 は、受け取った三次元描画情報 101 が、ディスプレイ 109 a～c のいずれのディスプレイの表示領域に含まれるかを判定し、そのディスプレイの情報と三次元描画情報 101 とをキャッシュ処理部 103 に通知する。キャッシュ処理部 103 は、取得した情報に基づいてキャッシュ領域 104 a～c のいずれに蓄積すべきかを判定し、判定に応じて対応するキャッシュ領域に蓄積する。続いて、キャッシュ処理部 103 は、三次元描画情報 101 が含まれるディスプレイに対応する三次元表示処理部 105 a、105 b または 105 c に三次元描画情報 101 または格納先情報を送信する。

【0032】

三次元表示処理部 105 a～c は受信情報をキャッシュ処理部 106 a～c で取得する。キャッシュ処理部 106 a～c は取得した情報が三次元描画情報か格納先情報かを判定する。格納先情報である場合、その情報に基づいてキャッシュ処理部 106 a～c はそれぞれキャッシュ領域 107 a～c から三次元描画情報を取り出す。一方、受信情報が三次元描画情報 101 である場合、キャッシュ処理部 106 a～c は三次元描画情報の複製をキャッシュ領域 107 a～c に蓄積する。キャッシュ処理部 106 a～c は取り出した、または蓄積した三次元描画情報を三次元画像生成部 108 a～c に供給する。三次元画像生成部 108 a～c は、取得した三次元描画情報からディスプレイ 109 a～c に表示すべき領域の表示画像を生成し、生成した表示画像をディスプレイ 109 a～c に供給する。ディスプレイ 109 a～c は取得した表示画像を表示する。

【0033】

例えば、三次元表示制御部 102 において、カリング処理部 601 が、取得した三次元描画情報 101 はディスプレイ 109 a と 109 b の表示画像を生成するのに必要であると判定すると、キャッシュ処理部 103 は、キャッシュ領域 104 a および 104 b に三次元描画情報 101 と同一の情報がすでに格納されているかを判定する。例えばキャッシュ領域 104 a には同一の情報が格納されていると判定すると、キャッシュ処理部 103 はキャッシュ領域 104 a から該当する三次元描画情報 101 の格納先情報を取得し、送信情報として三次元表示処理部 105 a に送信する。

【0034】

10

20

30

40

50

一方、キャッシュ処理部103はキャッシュ領域104bには三次元描画情報101と同一の情報が格納されていないと判断すると、三次元描画情報101の複製をキャッシュ領域104bに格納すると共に、三次元描画情報101を送信情報として三次元表示処理部105bに送信する。なお、カリング処理部601によって三次元描画情報101が必要ないと判定されたディスプレイ109c用の表示画像を生成する三次元表示処理部105cに対しては、何も送信されない。

【0035】

三次元表示処理部105aは三次元表示制御部102から情報を受け取ると、受信した情報が三次元描画情報101であるか格納先情報であるかをキャッシュ処理部106aにおいて判定する。キャッシュ処理部106aは受信情報が格納先情報であると判定すると、キャッシュ領域107aから格納先情報に対応する三次元描画情報を取り出す。また、三次元表示処理部105bはキャッシュ処理部106bにおいて受信情報が三次元描画情報101であると判定すると、キャッシュ処理部106bは三次元描画情報101の複製をキャッシュ領域107bに蓄積する。キャッシュ処理部106a, bは取り出した、または蓄積した三次元描画情報をそれぞれ三次元画像生成部108a, bに供給する。三次元画像生成部108a, bは、取得した三次元描画情報から、ディスプレイ109a, bに表示すべき領域の表示画像を生成する。三次元画像生成部108a, bは生成した表示画像をディスプレイ109a, bに供給し、ディスプレイ109a, bは取得した表示画像を表示する。

【0036】

以上のように、この実施の形態2によれば、三次元表示制御部102が、取得した三次元描画情報101がいずれのディスプレイの表示領域に含まれるかを判定するカリング処理部103と、各ディスプレイに対応する三次元描画情報101を格納するキャッシュ領域104a～cを備え、表示するディスプレイに対応する三次元表示処理部のみに三次元描画情報101を送信するようにしたので、各表示領域に対応する最小量の情報を1対1通信により送信すればよく、送信をさらに削減できる効果が得られる。

【0037】

実施の形態3.

上記実施の形態1で述べたように、三次元グラフィックスの表示では、連続するグラフィックスシーン内で同一の三次元描画情報が繰り返し使用される可能性が高いという性質がある。特に重複して使用されるのは、モデルの形状、色を決定する頂点データに関する三次元描画情報である。そこで、この実施の形態3では図1および図5に示した構成のマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置を用いて、キャッシュ対象を頂点データに限定して効果的なキャッシュを行う方法を示す。

【0038】

図6はこの実施の形態3に係るキャッシュ処理部103の動作を示すフローチャートである。図に示すように、キャッシュ処理部103は、三次元グラフィックスアプリケーションから発行された三次元描画情報が頂点データであるか否かを判定する(ステップST701)。頂点データでない場合は、そのまま三次元描画情報を送信情報とする(ステップST702)。一方、頂点データである場合は、キャッシュ処理部103はさらに、三次元描画情報101と同一の情報がキャッシュ領域104内に格納されているか否かを判定する(ステップST703)。格納されている場合は、格納先情報を取得し(ステップST704)、格納先情報を送信情報とする(ステップST705)。格納されていない場合は、頂点データである三次元描画情報の複製をキャッシュ領域104に格納し(ステップST706)、この三次元描画情報(頂点データ)を送信情報とする(ステップST707)。キャッシュ処理部103は、実施の形態1のように同報通信処理部501によって送信情報を三次元表示処理部105a～cに同報通信してもよいし、実施の形態2のようにディスプレイ109a～cの表示領域に対応する三次元表示処理部105a～cに送信してもよい。

【0039】

図7はこの実施の形態3によるキャッシュ処理部106a～cの動作を示すフローチャートである。図に示すように、キャッシュ処理部106a～cは、三次元表示制御部102から送信情報を受信すると、受信した情報が格納先情報であるか否かを判定する（ステップST801）。格納先情報である場合、キャッシュ処理部106a～cはそれぞれキャッシュ領域107a～cから格納先情報に対応する三次元描画情報（頂点データ）を取り出す（ステップST803）。一方、格納先情報でない場合は、キャッシュ処理部106a～cは、取得した情報が頂点データであるか否かを判定し（ステップST802）、頂点データである場合はキャッシュ領域107a～cに三次元描画情報（頂点データ）の複製を格納する（ステップST804）キャッシュ処理部106a～cは、取り出した、または蓄積した三次元描画情報を三次元画像生成部108a～cに供給する。なお、受信情報が格納先情報でなく頂点データでない三次元描画情報である場合は、そのまま三次元画像生成部108a～cに三次元描画情報を供給する。以降の動作は実施の形態1、2で説明した動作と同様である。

【0040】

以上のように、この実施の形態3によれば、重複して更新されることの多い頂点データのみをキャッシュ領域104が格納するようにしたので、重複して更新されることの少ないモデルを構成する以外の情報、例えば光源などに関する情報はキャッシュしないため、キャッシュ領域を節約した効率のよいキャッシュが実現できる効果が得られる。

【0041】

実施の形態4.

上記実施の形態3では、モデルを構成する最小単位である頂点データの単位でキャッシュを行うようにしていた。これに対してこの実施の形態4では、図2（b）の202、203で示したような、各モデルを構成する基本図形であるプリミティブ単位でキャッシュを行うようにする。プリミティブデータは、プリミティブに含まれる一連の頂点データおよび頂点データ間の関係を示すポリゴンデータを含む。

【0042】

図8はこの実施の形態4に係るキャッシュ処理部103の動作を示すフローチャートである。図に示すように、キャッシュ処理部103は三次元グラフィックスアプリケーションから発行された三次元描画情報が、プリミティブデータであるか否かを判定する（ステップST901）。プリミティブデータでない場合は、そのまま三次元描画情報を送信情報とする（ステップST902）。一方、プリミティブデータである場合は、キャッシュ処理部103はさらに、三次元描画情報101と同一の情報がキャッシュ領域104内に格納されているか否かを判定する（ステップST903）。格納されている場合は、格納先情報を取得し（ステップST904）、格納先情報を送信情報とする（ステップST905）。格納されていない場合は、プリミティブデータである三次元描画情報の複製をキャッシュ領域104に格納し（ステップST906）、この三次元描画情報（プリミティブデータ）を送信情報とする（ステップST907）。キャッシュ処理部103は、実施の形態1のように同報通信処理部501によって送信情報を三次元表示処理部105a～cに同報通信してもよいし、実施の形態2のようにディスプレイ109a～cの表示領域に対応する三次元表示処理部105a～cに送信してもよい。

【0043】

図9はこの実施の形態4によるキャッシュ処理部106a～cの動作を示すフローチャートである。図に示すように、キャッシュ処理部106a～cは、三次元表示制御部102から送信情報を受信すると、受信した情報が格納先情報であるか否かを判定する（ステップST1001）。格納先情報である場合、三次元表示制御部102はキャッシュ領域107a～cから格納先情報に対応する三次元描画情報（プリミティブデータ）を取り出す（ステップST1003）。格納先情報でない場合は、キャッシュ処理部106a～cは取得した情報がプリミティブデータであるか否かを判定し（ステップST1002）、プリミティブデータである場合はキャッシュ領域107a～cに三次元描画情報（プリミティブデータ）の複製を格納する（ステップST1004）。キャッシュ処理部106a

～cは、取り出した、または蓄積した三次元描画情報を三次元画像生成部108a～cに供給する。なお、受信情報が格納先情報でなくプリミティブデータでない三次元描画情報である場合は、そのまま三次元画像生成部108a～cに三次元描画情報を供給する。以降の動作は実施の形態1, 2で説明した動作と同様である。

【0044】

以上のように、この実施の形態4によれば、各モデルを構成する基本図形であるプリミティブ単位でキャッシュを行うため、実施の形態3よりもキャッシュ作業の回数をおさえられ、かつモデルに関する情報のみをキャッシュ対象とした効率的な三次元グラフィックス表示を行える効果が得られる。

【0045】

実施の形態5.

上記実施の形態1～4では、マルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置の構成、動作および効率的にキャッシュを行う方法について説明した。これに対して、この実施の形態5では上記実施の形態1～4に示したマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置において、キャッシュ処理部がキャッシュ領域に格納される三次元描画情報を探索する際の探索方法について説明する。

【0046】

この実施の形態5では、キャッシュ領域の探索方法としてハッシュ法を利用する。ハッシュ法とは、探索対象に関する情報から一定の規則、すなわちハッシュ関数に従ってキーとなる値を生成し、このキー値からハッシュテーブルを参照して探索を行う方式である。この実施の形態5に係るキャッシュ処理部は、このハッシュ法のアプローチを用いて生成したキーからキャッシュ領域における三次元描画情報の格納場所を決定するとする。

【0047】

例えば、三次元描画情報として頂点データを用いて説明する。頂点データは頂点座標、色等を示すために整数値、浮動少数値を取り扱っている。そこで、これらの整数値、浮動少数値から一定のビットを抽出してキー値とする。ここで、浮動少数値は一般に符号部、指数部、仮数部に分けられる。指数部は浮動少数値の桁を決定するビットであるため、頂点データごとに大きな差がない。一つのグラフィックスシーンで描画対象となるモデルの座標値等の大きさは保持できる範囲が限定されるため、浮動少数値からキーを取り出す場合は、頂点データごとにあまり違いのない指数部は使用せず、差異の大きい符号部または仮数部からキーを抽出することが望ましい。

【0048】

図10(a), (b)は実施の形態5に係るキャッシュ処理部が三次元描画情報をキャッシュ領域に格納する場所を決定するためのキー値生成について説明する図である。図10(a)は頂点Vの座標を浮動少数値で示す頂点データ1101の構成を説明する図である。頂点データ1101は、頂点座標情報であることを示す描画命令部Vop、頂点座標値Vx, Vy, Vzを含む。ここではVopは2バイトの情報量の整数値であるとし、Vx, Vy, Vzは各々4バイトの情報量の浮動少数値であるとする。このとき頂点データ1101の情報量は14バイトである。

【0049】

図10(b)は頂点座標値Vx, Vy, Vzの各構成を説明する図である。図に示すように、浮動少数値である頂点座標値Vx, Vy, Vzは、各々1ビットの符号部、8ビットの指数部および23ビットの仮数部から構成される。ここでは、符号部および仮数部から合計2バイト分のビットを抽出し、キー値Vkeyを生成する。例えば、図10(b)に示すように、Vxの仮数部から5ビット、Vyの仮数部から5ビット、Vzの符号部から1ビット、Vzの仮数部から5ビットを抽出し、合計2バイトのVkeyを生成する。この2バイトのVkeyと、キーであることを示す2バイトの描画命令Kopとを組み合わせる4バイトの送信情報1102を生成し、これをキー値とする。このキー値を格納先情報とみなしてキャッシュ領域における格納場所を決定し、送信情報として送信する。このように14バイトの三次元描画情報が4バイトの送信情報に変換され、ここでは転送情報量が7

10

20

30

40

50

0%以上も削減されたこととなる。

【0050】

上記実施の形態1～4に示したキャッシュ処理部103は、キャッシュ領域104に三次元描画情報101を格納する際は、上記のようにキー値を生成してこのキー値から決定されるキャッシュ領域104内の場所に情報を格納する。また、三次元表示制御部102は三次元表示処理部105a～cに格納先情報を送信する際は、三次元描画情報101からキー値を生成し、このキー値を送信情報として送信する。

【0051】

また、実施の形態4で示したプリミティブ単位でのキャッシュにおいては、例えばプリミティブに含まれるある1頂点の頂点座標値からキー値を生成すればよく、さらに大幅に送信情報を削減できる。 10

【0052】

次に動作について説明する。

図11は実施の形態5に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。このキャッシュ処理部103は頂点データ単位でキャッシュを行い、キャッシュ時にはハッシュ法を用いて格納先を決定する。図11に示すように、キャッシュ処理部103は三次元グラフィックスアプリケーションから発行された三次元描画情報を受け取ると、頂点データであるか否かを判定する（ステップST1201）。頂点データでないと判定された三次元描画情報は、そのまま送信情報となる（ステップST1202）。一方、頂点データであると判定された三次元描画情報については、キャッシュ処理部103は例えば図10（b）に示したようにビットを抽出してキー値を生成する（ステップST1203）。続いて、生成したキー値から決定されるキャッシュ領域104内の場所に同一の頂点データが格納されているか否かを判定する（ステップST1204）。 20

【0053】

格納されている場合は、キー値を格納先情報として送信情報に設定する（ステップST1205）。格納されていない場合は、キャッシュ領域104内でキー値から決定される場所に頂点データの複製を格納し（ステップST1206）、この三次元描画情報（頂点データ）を送信情報とする（ステップST1207）。キャッシュ処理部103は、実施の形態1のように同報通信処理部501によって送信情報を三次元表示処理部105a～cに同報通信してもよいし、実施の形態2のようにディスプレイ109a～cの表示領域に対応する三次元表示処理部105a～cに送信してもよい。 30

【0054】

図12は実施の形態5に係るキャッシュ処理部106a～cの動作を示すフローチャートである。このキャッシュ処理部106a～cはハッシュ法のアプローチで情報の取り出しを行う。キャッシュ処理部106a～cは三次元表示制御部102から送信情報を受信すると、受信した情報がキー値であるか否かを判定する（ステップST1301）。キー値である場合、キャッシュ処理部106a～cはキャッシュ領域107a～c内でキー値から決定される場所に格納されている頂点データを取り出して三次元画像生成部108a～cに供給する。一方、キー値でない場合、頂点データであるか否かを判定し（ステップST1302）、頂点データである場合はキャッシュ領域107a～cに三次元描画情報（頂点データ）の複製を格納する（ステップST1304）と共に三次元画像生成部108a～cに供給する。頂点データでない場合は、受信情報をそのまま三次元画像生成部108a～cに供給する。 40

【0055】

以上のように、この実施の形態5によれば、キャッシュ処理部103および106a～cがハッシュ法のアプローチによってキャッシュ領域の探索を行うようにしたので、転送量を削減でき、かつ情報量に依存しない高速な探索を行うことができる効果が得られる。

【0056】

なお、異なる三次元描画情報から同一のキー値が生成された場合は、新たな情報での上書き、リスト構造での連結、キー値の再生成などによる処理が必要となるが、同一のキー 50

値が生成される可能性の低いキー生成法を工夫することで、キャッシュ領域への格納を効率的に分散し、効果的なキャッシュ処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】この発明の実施の形態1によるマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置のブロック図である。

【図2】(a)～(e)はサーフェスモデルについて説明する図である。

【図3】この発明の実施の形態1に係る三次元表示制御部の動作を示すフローチャートである。

【図4】同実施の形態1に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

10

【図5】この発明の実施の形態2によるマルチディスプレイ三次元グラフィックス表示装置のブロック図である。

【図6】この発明の実施の形態3に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

【図7】この発明の実施の形態3に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

【図8】この発明の実施の形態4に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

【図9】この発明の実施の形態4に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

20

【図10】(a), (b)はこの発明の実施の形態5に係るキャッシュ処理部が三次元描画情報をキャッシュ領域に格納する場所を決定するためのキー値生成について説明する図である。

【図11】この発明の実施の形態5に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

【図12】この発明の実施の形態5に係るキャッシュ処理部の動作を示すフローチャートである。

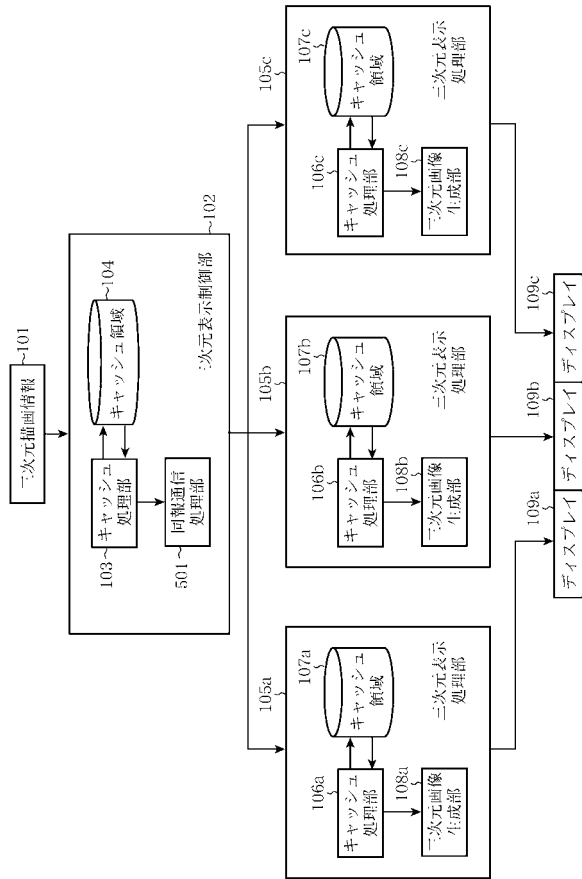
【符号の説明】

【0058】

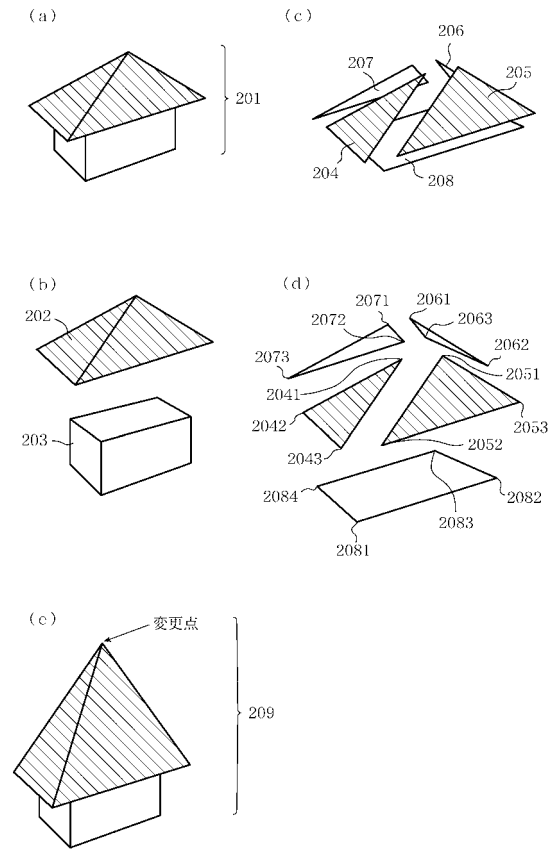
101 三次元描画情報、102 三次元表示制御部、103 キャッシュ処理部、104, 104a～c キャッシュ領域、105a～c 三次元表示処理部、106a～c キャッシュ処理部、107a～c キャッシュ領域、108a～c 三次元画像生成部、109a～c ディスプレイ、201, 209 家型モデル、202, 203 プリミティブ、204～208 ポリゴン、501 同報通信処理部、601 カリング処理部、1101 頂点データ、1102 キー値、2041～2043, 2051～2053, 2061～2063, 2071～2073, 2081～2084 頂点。

30

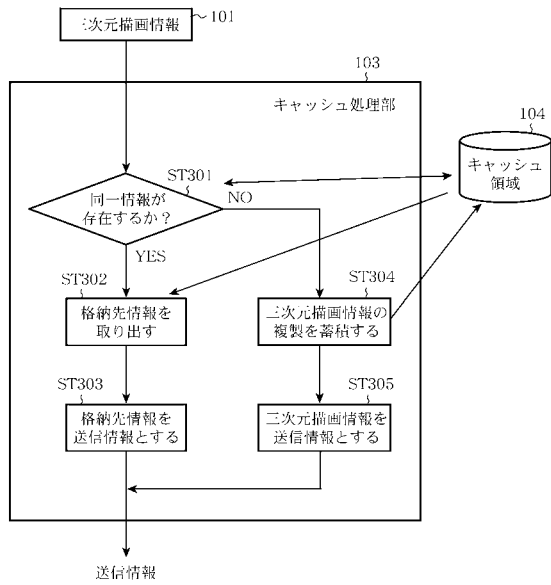
【図 1】



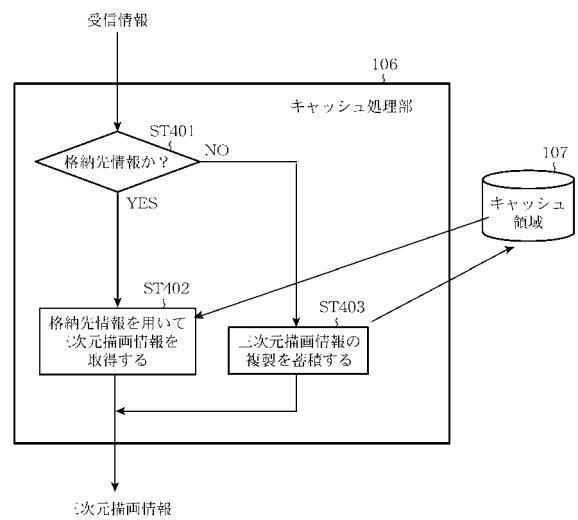
【図 2】



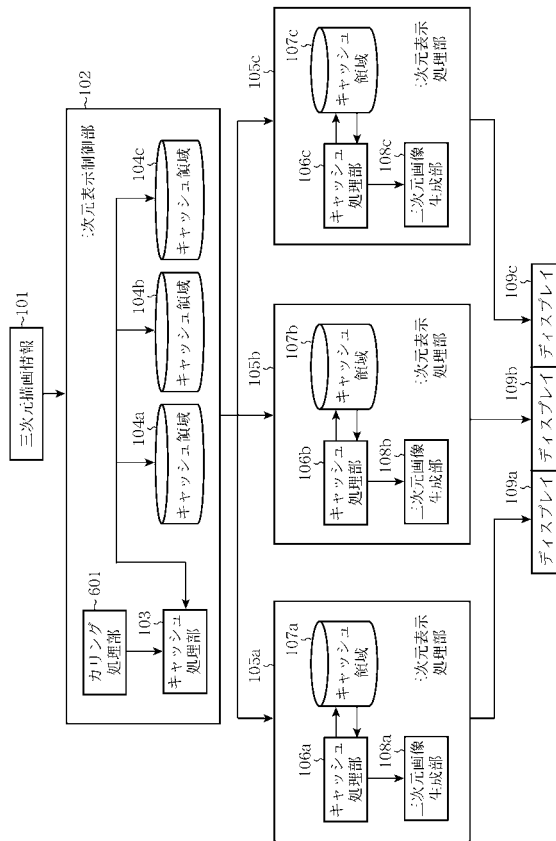
【図 3】



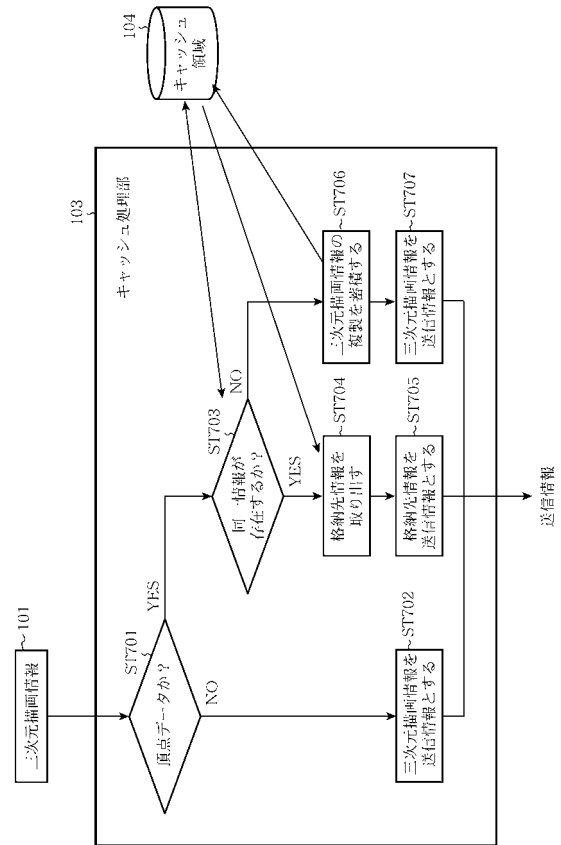
【図 4】



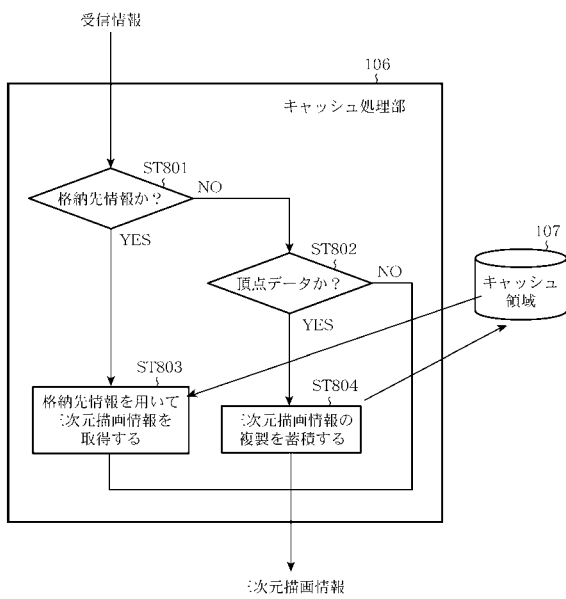
【図 5】



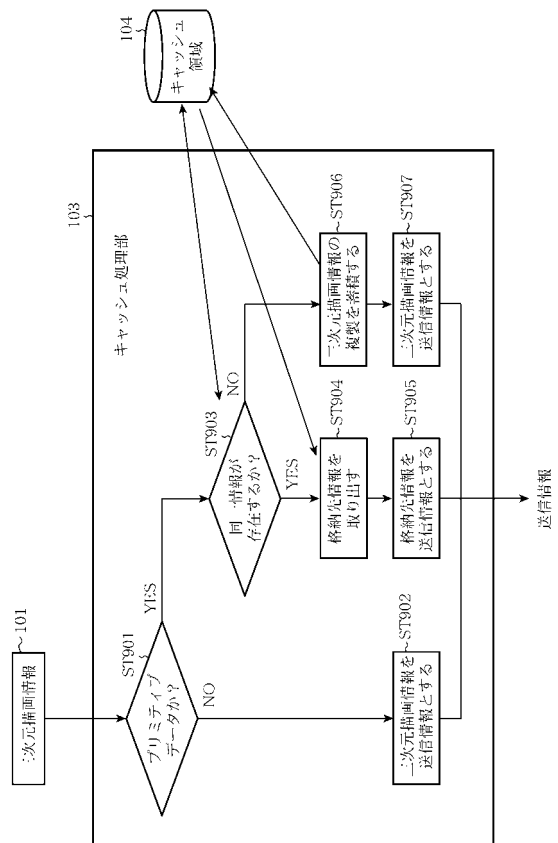
【図 6】



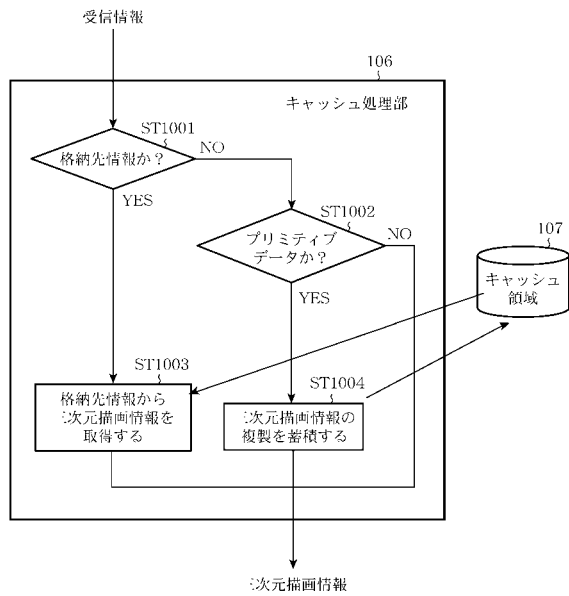
【図 7】



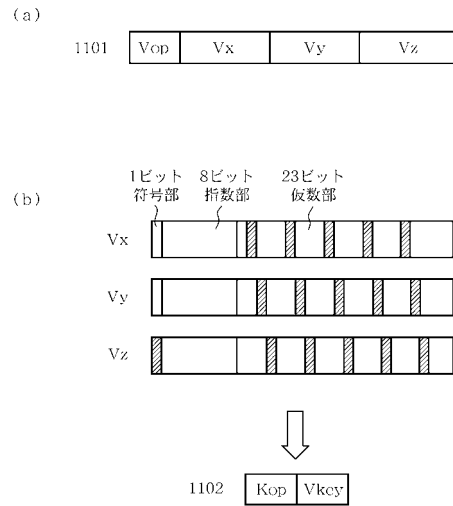
【図 8】



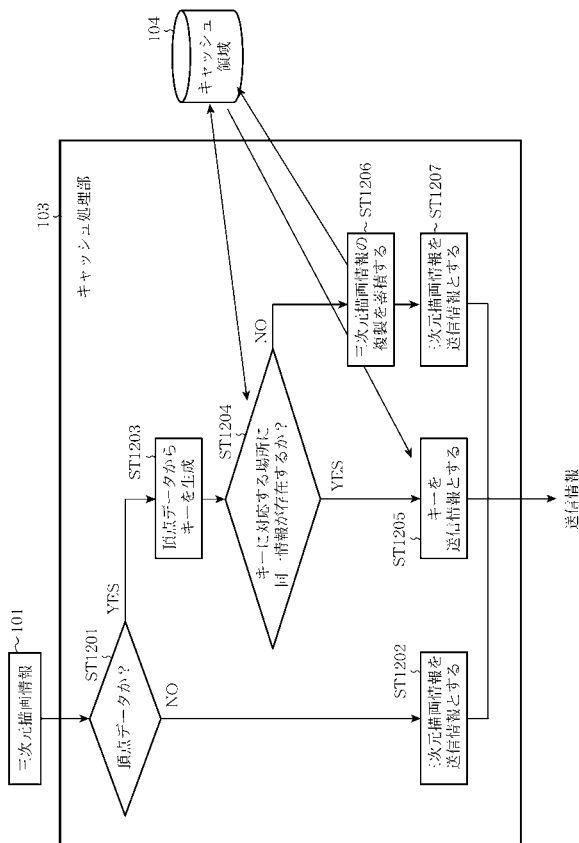
【図 9】



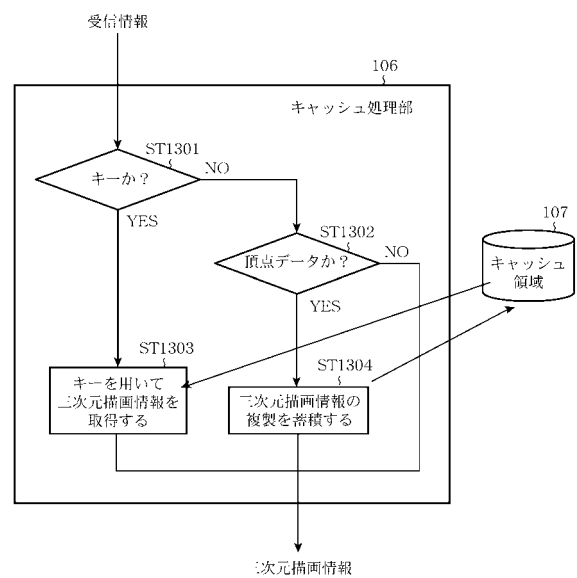
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 櫻井 満将
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 藤本 仁志
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 亀山 正俊
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5B050 BA04 BA09 CA05 EA19 EA26 FA02
5C082 AA34 BA12 BA46 BB26 BB42 BD06 DA22 DA42 DA86 DA89
MM02