

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4522129号
(P4522129)

(45) 発行日 平成22年8月11日(2010.8.11)

(24) 登録日 平成22年6月4日(2010.6.4)

(51) Int. Cl.		F I			
G06T 15/00	(2006.01)	G06T 15/00	100A		
G06T 3/00	(2006.01)	G06T 3/00	300		
G06T 5/50	(2006.01)	G06T 5/50			
G06T 17/40	(2006.01)	G06T 17/40	E		
H04N 5/272	(2006.01)	H04N 5/272			

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-106244 (P2004-106244)
 (22) 出願日 平成16年3月31日(2004.3.31)
 (65) 公開番号 特開2005-293142 (P2005-293142A)
 (43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)
 審査請求日 平成19年3月8日(2007.3.8)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (72) 発明者 鈴木 雅博
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法および画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理方法であって、

描画手段が、

前記仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成し、

仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を前記仮想物体の位置よりも前記複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して前記予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された前記仮想物体の画像のうち、前記予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画工程と、

合成手段が、前記描画工程で生成した前記第一の仮想画像を前記現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに前記合成画像上に前記第二の仮想画像を合成して、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される前記複合現実感映像を生成する合成工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】

衝突判定手段が、前記現実物体を表すモデルと前記仮想物体とが衝突するか否かを判定する衝突判定工程をさらに有し、

前記衝突判定工程により前記モデルと前記仮想物体とが衝突すると判定された場合、前

記描画手段は、前記描画工程において前記仮想物体のみを半透明物体として描画することにより前記第一の仮想画像を生成し、

前記衝突判定工程により前記モデルと前記仮想物体とが衝突しないと判定された場合、前記描画手段は、前記描画工程において前記仮想物体を不透明物体として、前記モデルを透明物体として描画することにより前記第一の仮想画像を生成することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】

撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理装置であって、

前記仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成するとともに、

仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を前記仮想物体の位置よりも前記複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して前記予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された前記仮想物体の画像のうち、前記予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画手段と、

前記描画手段で生成した前記第一の仮想画像を前記現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに前記合成画像上に前記第二の仮想画像を合成して、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される前記複合現実感映像を生成する合成手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

コンピュータを、

撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理装置であって、

前記仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成するとともに、

仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を前記仮想物体の位置よりも前記複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して前記予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された前記仮想物体の画像のうち、前記予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画手段と、

前記描画手段で生成した前記第一の仮想画像を前記現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに前記合成画像上に前記第二の仮想画像を合成して、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される前記複合現実感映像を生成する合成手段とを有することを特徴とする画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 5】

コンピュータを、

撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理装置であって、

前記仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成するとともに、

仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を前記仮想物体の位置よりも前記複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して前記予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された前記仮想物体の画像のうち、前記予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画手段と、

前記描画手段で生成した前記第一の仮想画像を前記現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに前記合成画像上に前記第二の仮想画像を合成して、前記仮想物体が前記

10

20

30

40

50

予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、前記仮想物体が前記予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される前記複合現実感映像を生成する合成手段とを有することを特徴とする画像処理装置の各手段として機能させるためのプログラム、を格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合現実感を実現するための画像処理技術に関し、特に、現実物体と仮想物体との奥行き関係を正しく、かつ簡便に表現することが可能な画像処理技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現実空間と仮想空間とを違和感なく自然に合成する複合現実感(MR: Mixed Reality)の技術を応用したシステムが盛んに提案されている。代表的な複合現実感システムでは、カメラなどの撮像装置によって撮影した現実空間の映像に対し、コンピュータグラフィックス(CG: Computer Graphics)で描画した仮想空間の映像を位置合わせして合成して生成した複合現実感映像を、ユーザ(観察者/体験者)が装着するヘッドマウントディスプレイ(HMD: Head-Mounted Display)などの表示装置に表示することで、複合現実感をユーザに与える構成を有する。

【0003】

また、バーチャル・リアリティ(VR: Virtual Reality)の分野においては、ユーザが現実物体であるスタイラス(ペンに似た形状をした指示棒)を用いて、仮想物体(仮想空間中の物体)を操作(選択・移動など)することを可能にする技術が広く知られている。この現実物体であるスタイラスにはセンサが備えられており、スタイラスの位置・姿勢を計測することができる。また、スタイラスにはボタンなどのスイッチ類が備えられており、ユーザは例えばボタンをON/OFFすることでスタイラスで指示している仮想物体に対して選択などの操作を行うことができる。

【0004】

【特許文献1】特開2003-296759号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

通常複合現実感システムにおいては、複合現実感映像を生成する際、現実空間を表す現実映像の上に、仮想空間を表す仮想映像を重ねて合成するため、常に現実物体よりも仮想物体が手前にあるような映像となる。ユーザが単に複合現実感映像を観察するだけであれば特に問題はないが、ユーザが、現実物体であるスタイラスを手を持って動かして、仮想物体の操作を行うような、奥行きを考慮する必要がある場合には問題が生じる。

【0006】

つまり、ユーザが手で操作するスタイラスは現実空間を撮像する撮像装置の視野内に現れることがあり、さらには、スタイラスはユーザの手の届く範囲内程度の奥行き位置に存在している。従って、ユーザの手が届く範囲外(ユーザから見てスタイラスよりも遠く)に仮想物体があり、その仮想物体にスタイラスを用いて何らかの操作を行う場合、本来はスタイラスが仮想物体よりも手前に、つまり仮想物体に隠されずに表示されるべきである。しかし、単に現実映像の上に仮想映像を合成した場合、現実映像に含まれるスタイラスが仮想物体に隠れた複合現実感映像が生成されてしまう。そして、このような、仮想物体と現実物体(スタイラス)の奥行き関係が逆になった複合現実感映像を観察するユーザは違和感をおぼえる。

【0007】

このような問題に対処するため、スタイラスを含む現実空間の奥行き情報を測定し、現実空間と仮想空間との奥行き関係を正しく表現する方法が提案されている。しかし、現実空間の奥行き情報をリアルタイムに、かつ精度良く測定するためには、大掛かりな測量器

10

20

30

40

50

や多眼ステレオカメラシステムなど、高価な装置を利用する必要がある。そのため、費用的に採用が難しい場合があり、改善が求められていた。

【0008】

比較的廉価に実現できる奥行き情報取得方法として、ユーザが装着するHMDに備えた2眼ステレオカメラによって撮影した現実映像を画像処理して現実空間の奥行き情報を得る方法がある。しかし、2眼ステレオカメラ映像から得られる奥行き情報は、精度も分解能も低い。よって、奥行き関係の正確な表現が重要なアプリケーションでは採用することが難しかった。

【0009】

このような課題を解決するために、出願人は特許文献1において、仮想映像より手前に表示すべき現実物体(被写体)の色情報を予め登録し、この色情報を用いて現実映像から被写体領域を抽出し、被写体領域には仮想映像の描画を禁止することで、奥行き関係を正しく表現する技術を提案した。しかし、この方法では、被写体領域を検出するための色情報を手作業でシステムに登録する必要があった。そして、手作業による色情報の登録には知識と慣れが必要であり、誰でもが簡単にできる作業ではないという課題があった。

【0010】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みなされたものであり、簡便な構成により現実物体と仮想物体との奥行き関係を正しく表現可能な画像処理方法及び装置を提供することをその主な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述の目的は、撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理方法であって、描画手段が、前記仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成し、仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を仮想物体の位置よりも複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された仮想物体の画像のうち、予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画工程と、合成手段が、描画工程で生成した第一の仮想画像を現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに合成画像上に第二の仮想画像を合成して、仮想物体が予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、仮想物体が予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される複合現実感映像を生成する合成工程とを有することを特徴とする画像処理方法によって達成される。

【0012】

また、上述の目的は、撮像された現実空間画像に、位置姿勢情報を有する仮想物体の画像を合成することにより複合現実感映像を生成する画像処理装置であって、仮想物体を半透明物体として描画することにより、第一の仮想画像を生成するとともに、仮想物体を不透明物体として描画し、また、予め定めた現実物体の位置を仮想物体の位置よりも複合現実感映像の観察視点側の位置に設定して予め定めた現実物体の画像を透明物体として描画することにより、不透明物体として描画された仮想物体の画像のうち、予め定めた現実物体の画像に対応する領域の画素を削除して第二の仮想画像を生成する描画手段と、描画手段で生成した第一の仮想画像を現実空間画像上に合成して合成画像を生成し、さらに合成画像上に第二の仮想画像を合成して、仮想物体が予め定めた現実物体と交わらない部分は不透明に、仮想物体が予め定めた現実物体と交わる領域は半透明に示される複合現実感映像を生成する合成手段とを有することを特徴とする画像処理装置によっても達成される。

【0013】

また、上述の目的は、コンピュータに本発明の画像処理方法を実施させるプログラムもしくはこのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によっても達成される。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

以上述べたように、本発明によれば、現実物体と仮想物体との奥行き関係を正しく、かつ簡便に表現することが可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、添付の図面を参照して本発明をその好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

[第 1 の実施形態]

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理装置を用いた複合現実感システムの構成例を示すブロック図である。

図 1 において、複合現実感システムは、本実施形態に係る画像処理装置としての演算処理部 100 と、ユーザが頭部に装着する頭部装着部 200 と、スタイラスやユーザ視点の位置姿勢を検出するためのセンサ部 300 とから構成される。

【 0 0 1 6 】

演算処理部 100 は、例えばコンピュータなどの計算機から構成され、CPU 101、RAM 102、画像出力装置 103、システムバス 104、ディスク装置 105、入力装置 106、画像入力装置 107 を備える。

【 0 0 1 7 】

CPU 101 は、例えばディスク装置 105 に記憶される画像処理プログラムを実行し、演算処理部 100 内の各部を制御することで、後述する画像処理を実現する。CPU 101 はシステムバス 104 に接続され、RAM 102、画像出力装置 103、ディスク装置 105、入力装置 106、画像入力装置 107 と相互に通信することが可能である。

【 0 0 1 8 】

RAM 102 は、システムバス 104 を介して、画像処理プログラムのプログラムコードやプログラムの制御情報、画像入力装置 107 から入力した実写画像（現実映像）データのほか、CG モデルや仮想物体の配置情報などの仮想空間データ、センサ計測値、センサ較正データ等の各種データを一時的に保持する。また、RAM 102 は、図示しないビデオバッファを備え、画像データはビデオバッファに保持される。仮想空間データには、後述する仮想物体モデル 402 やスタイラスモデル 403 といった CG モデル（形状やテクスチャなどの情報）と、仮想物体モデル 402 やスタイラスモデル 403 が仮想空間内に配置される位置・姿勢情報、などが含まれる。仮想物体モデル 402、スタイラスモデル 403 については、後述する。なお、本明細書においては、仮想物体モデルのことを仮想物体とも呼ぶ。

【 0 0 1 9 】

画像出力装置 103 は、グラフィックスカードなどの機器によって実現される。一般的に、画像出力装置 103 は図示しないグラフィックスメモリを保持している。CPU 101 上で実行されるプログラムによって生成された画像情報は、システムバス 104 を介して、画像出力装置 103 が保持するグラフィックスメモリに書き込まれる。画像出力装置 103 は、グラフィックスメモリに書き込まれた画像情報を適切な画像信号に変換して表示装置 201 に送出する。グラフィックスメモリは必ずしも画像出力装置 103 が保持する必要はなく、RAM 102 がグラフィックスメモリの機能を実現してもよい。

【 0 0 2 0 】

システムバス 104 は、演算処理部 100 を構成する各部が相互に通信するための通信路である。

ディスク装置 105 は、ハードディスクドライブ等によって実現される。ディスク装置 105 は、画像処理プログラムのプログラムコードやプログラムの制御情報、仮想空間データ、センサ較正データなどを保持する。

【 0 0 2 1 】

入力装置 106 は、各種インタフェース機器によって実現され、演算処理部 100 の外部に接続された機器からの信号をデータとして入力し、システムバス 104 を介して、RAM 102 にデータを書き込む。また、入力装置 106 はキーボードやマウスなどの機器

10

20

30

40

50

を備え、本装置のユーザからの操作入力を受け付ける。

【 0 0 2 2 】

画像入力装置 1 0 7 は、ビデオキャプチャカードなどの機器によって実現され、頭部装着部 2 0 0 の撮像装置 2 0 2 から送出される実写画像を入力し、システムバス 1 0 4 を介して、RAM 1 0 2 に画像データを書き込む。なお、表示装置 2 0 1 に光学シースルー型の表示装置を用いる場合には、画像入力装置 1 0 7 は具備しなくてもよい。

【 0 0 2 3 】

頭部装着部 2 0 0 は、複合現実感を体験するユーザが頭部に装着するビデオシースルー型 HMD などによって実現される。頭部装着部 2 0 0 は表示装置 2 0 1、撮像装置 2 0 2、センサ 3 0 1 から構成される。本実施形態では、表示装置 2 0 1、撮像装置 2 0 2 及びセンサ 3 0 1 をユーザが頭部に装着する構成を有するが、同等の複合現実感をユーザが体験できれば、これらは必ずしもユーザ頭部に装着する必要はない。

【 0 0 2 4 】

表示装置 2 0 1 は、ビデオシースルー型 HMD に備えられるディスプレイによって実現される。表示装置 2 0 1 は画像出力装置 1 0 3 から送出される画像信号を表示し、ユーザの眼前に複合現実感映像を提示するために用いられる。表示装置 2 0 1 は頭部装着部 2 0 0 を構成する装置であるが、必ずしもユーザが装着する必要はない。ユーザが映像を確認することができる手段であれば、例えば表示装置 2 0 1 として据え置き型のディスプレイ装置を用いてもよいし、手持ち可能なディスプレイを用いてもよい。

【 0 0 2 5 】

撮像装置 2 0 2 は、CCD カメラなどの 1 つ以上の撮像装置によって実現される。撮像装置 2 0 2 はユーザの視点から見た現実空間の実写画像を撮像するために用いられる。そのため、撮像装置 2 0 2 はユーザの頭部の中でも視点位置に近い場所に装着することが望ましいが、ユーザの視点から見た画像を生成可能な実写画像を取得できる手段であれば、これに限定されない。また、ハーフミラーやプリズムなどを用いて撮像装置 2 0 2 の光軸と、表示装置 2 0 1 の中心軸を一致させてもよい。撮像装置 2 0 2 が撮像した実写画像は、(アナログ信号もしくは例えば IEEE 1394 規格のデジタル信号などからなる) 画像信号として画像入力装置 1 0 7 に送出される。なお、表示装置 2 0 1 に光学シースルー型の表示装置を用いる場合には、本装置のユーザは表示装置 2 0 1 を通して現実世界を直接観察することになるため、撮像装置 2 0 2 は具備しなくてもよい。

【 0 0 2 6 】

センサ部 3 0 0 は、例えば磁気センサなどの 6 自由度の位置姿勢計測装置によって実現され、本装置を利用するユーザの視点(センサ 3 0 1)およびスタイラス 3 0 2 の位置・姿勢を計測し、演算処理部 1 0 0 の入力装置 1 0 6 に送出する。センサ部 3 0 0 は、センサ 3 0 1、スタイラス 3 0 2、センサ制御装置 3 0 3 から構成される。

【 0 0 2 7 】

センサ 3 0 1 は、センサ制御装置 3 0 3 の制御により、本装置のユーザの視点位置・姿勢を計測し、センサ制御装置 3 0 3 に送出する。厳密にはセンサ 3 0 1 が存在(測定)する位置と、ユーザの視点位置とは一致しない。しかし、ユーザは頭部装着部 2 0 0 を頭部に装着しているため、センサ 3 0 1 の位置とユーザの視点位置との位置ずれ量(オフセット量)は一定とみなせる。よって、あらかじめその位置ずれ量(オフセット量)を求め、センサ 3 0 1 の測定値をオフセット量で補正すればよい。本明細書においては、説明及び理解を容易にするため、位置ずれ量(オフセット量)の扱いについての説明を省略し、センサ 3 0 1 によって計測する位置姿勢と、ユーザの視点位置・姿勢とが同じものとして取り扱う。また、センサ 3 0 1 は、ユーザが頭部に装着する頭部装着部 2 0 0、センサ部 3 0 0 双方の構成要素である。

【 0 0 2 8 】

スタイラス 3 0 2 は、ペンに似た形状をしたデバイスであり、ユーザが手に持って使用する。また、スタイラス 3 0 2 はセンサ 3 0 1 と同様のセンサを備え、スタイラス 3 0 2 の位置・姿勢を計測することができる。図 2 はスタイラス 3 0 2 の形状および構成の例を

10

20

30

40

50

示す外觀図である。スタイラス302は、センサ制御装置303の制御により、先端部305の位置・姿勢を計測し、センサ制御装置303に送出する。以後、本明細書では、スタイラスの先端部305の位置をスタイラス302の位置、スタイラスの軸（先端部305を通り、スタイラス302の長さ方向に平行な軸）が向いている方向をスタイラス302の姿勢と表記する。また、スタイラス302には押しボタンスイッチ304が1つ以上取り付けられている。押しボタンスイッチ304のオン/オフはセンサ制御装置303へ通知される。

【0029】

センサ制御装置303は、センサ301、スタイラス302に制御命令を送出し、また、センサ301、スタイラス302から位置・姿勢計測値や、押しボタンスイッチ304の操作情報を取得する。センサ制御装置303は、取得したセンサ301、スタイラス302の位置・姿勢計測値を、センサ301、スタイラス302の位置姿勢情報として入力装置106に送出する。また、取得した押しボタンスイッチ304の操作情報を入力装置106に送出する。

10

【0030】

以上のような構成を備えたシステムにおける処理の流れについて、図3に示すフローチャートを用いて説明する。なお、図3の処理を実現するためのプログラムコードは、ディスク装置105やRAM102などの記憶装置内に格納され、CPU101により読み出され、実行される。

【0031】

まず、ステップS1000では、初期化処理を行う。初期化とは、システムを構成する各機器の電源を入れたり、プログラムを起動したりといった、本実施形態の処理手順を進めるにあたり最初に行なう処理である。

20

【0032】

ステップS1010では、頭部装着部200の構成要素である撮像装置202で撮像された現実空間の映像を、画像入力装置107を通して演算処理部100に取り込む。そして、取り込んだ現実空間の映像データをビデオバッファなどのメモリに描画する。

【0033】

ステップS1020では、頭部装着部200の構成要素であるセンサ301とセンサ制御装置303とを利用して、ユーザの視点位置姿勢を計測する。また、スタイラス302とセンサ制御装置303とを利用して、スタイラス302の位置姿勢を計測する。次に、計測したユーザの視点位置姿勢情報、およびスタイラス302の位置姿勢情報を、入力装置106を通して演算処理部100に取り込む。そして、取り込んだユーザの視点位置姿勢情報、およびスタイラス302の位置姿勢情報を、ディスク装置105もしくはRAM102に記憶する。

30

【0034】

次に、仮想空間データに含まれる仮想物体モデル（仮想物体）402と、スタイラス302との位置関係に基づいて、表示装置201に表示する画像領域に対応した視界領域（HMD視界領域）を分割する処理を行う。ここで、HMD視界領域は、ビデオバッファによって構成される。しかし、スタイラス302は現実空間中に存在する現実の物体であるため、仮想空間中に存在する仮想モデル402との位置関係を求めることはできない。そこでステップS1030ではまず、スタイラス302の代わりに、スタイラス302の形状と同一（もしくは似せた形状）の仮想物体を表すスタイラスモデル403を用意する。そして、スタイラスモデル403を、ステップS1020で計測したスタイラス302の位置姿勢に合わせて仮想空間中に配置する。

40

【0035】

なお、スタイラスモデル403を仮想空間に配置するには、現実空間の座標系と仮想空間の座標系を完全に一致させる必要があるが、それは例えば特開2002-229730号公報、特開2003-269913号公報などに記載される方法で実現することができる。こうすることで、スタイラスモデル403と、仮想モデル402とは同じ仮想空間内

50

に配置されるので、それらの位置関係を求めることができる。そして、表示装置 201 に表示する画像領域に対応した視界領域（HMD 視界領域）を分割する。具体的には、スタイラスモデル 403 と仮想モデル 402 とを HMD 視界領域に透視投影変換した像の位置関係によって、HMD 視界領域の分割処理を行う。分割する領域区分は以下のとおりである。

【0036】

- ・領域 A：仮想モデル 402 のみ描画する領域。
- ・領域 B：スタイラスモデル 403 のみ描画する領域、もしくはスタイラスモデル 403 と仮想モデル 402 とを描画するが、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル 403 の表面が一番手前にある領域。（すなわち所謂 CG 技術における Z - バッファ値を考えた場合、最も小さい Z - バッファ値がスタイラスモデル 403 の表面による値である領域。）
- ・領域 C - 1：スタイラスモデル 403 と仮想モデル 402 とを描画するが、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル 403 の表面の手前に仮想モデル 402 の表面が 1 枚だけある領域。（すなわち所謂 CG 技術における Z - バッファ値を考えた場合、最も小さい Z - バッファ値が仮想モデル 402 の表面による値であり、また 2 番目に小さい Z - バッファ値がスタイラスモデル 403 の表面による値である領域。）
- ・領域 C - 2：スタイラスモデル 403 と仮想モデル 402 とを描画するが、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル 403 の表面の手前に仮想モデル 402 の表面が 2 枚ある領域。（すなわち所謂 CG 技術における Z - バッファ値を考えた場合、最も小さい Z - バッファ値および 2 番目に小さい Z - バッファ値が仮想モデル 402 の表面による値であり、3 番目に小さい Z - バッファ値がスタイラスモデル 403 の表面による値である領域。）
- ・領域 C - n：スタイラスモデル 403 と仮想モデル 402 とを描画するが、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル 403 の表面の手前に仮想モデル 402 の表面が n 枚ある領域。（すなわち所謂 CG 技術における Z - バッファ値を考えた場合、最も小さい Z - バッファ値から n 番目に小さい Z - バッファ値までが仮想モデル 402 の表面による値であり、(n + 1) 番目に小さい Z - バッファ値がスタイラスモデル 403 の表面による値である領域。）
- ・領域 D：上記 A ~ C - n 以外の領域。

【0037】

図 7 は、ステップ S1030 で行う領域分割を説明するための図であり、仮想モデル 402 と、スタイラスモデル 403 とが仮想空間中において交わっている状態が示されている。図 7 (a) は、仮想空間中に配置された仮想モデル 402 と、スタイラスモデル 403 とをユーザが観察している様子を、ユーザの上方から見た図である。なお、図 7 (a) ではユーザ視点位置を 1 つのみ示しているが、頭部装着部 200 がステレオ型（立体表示型）のビデオシースルー HMD である場合は、右眼左眼用それぞれのためにユーザ視点位置が 2 つあってもよい。この場合、それぞれの視点位置に応じて右眼左眼用それぞれの複合現実感映像（視差画像）が生成され、立体表示がなされる。

【0038】

図 7 (b) は、表示装置 201 に表示する画像領域に対応した視界領域（HMD 視界領域）を上記 A ~ D の領域区分に分割した図である。なお、図 7 (b) は表示装置 201 に直接表示する画像を示しているのではなく、あくまでメモリ上に記憶管理されるビデオバッファにすぎない。同様に、図 7 (b) で分割した領域（領域 A、領域 B、領域 C - 1、領域 C - 2、領域 D）を異なるパターンで記載しているのも、そのパターンで表示装置 201 に表示をするという意味ではなく、各領域範囲を区別して示すためであることは言うまでもない。

【0039】

ステップ S1040 では、ステップ S1030 で分割した領域情報と、ステップ S1020 で計測した視点位置姿勢情報およびスタイラス位置姿勢情報と、ディスク装置 105 や RAM 102 に記憶している仮想モデル 402 の位置姿勢・色情報とを用いて、仮想モ

10

20

30

40

50

デル402およびスタイラスモデル403をビデオバッファなどのメモリに描画する。仮想モデル402およびスタイラスモデル403の描画は、図7(b)の各領域情報をもとに、描画パラメータである透過率を領域毎に変化させるべく以下のように行う。(なお、図7(b)は、表示装置201に表示する画像領域に対応した視界領域であるため、そのまま仮想モデル402およびスタイラスモデル403を描画するバッファに対応させることができる。)

【0040】

- ・領域A：仮想モデル402を背景透過率0%で描画する。背景は全く透過されない。
- ・領域B：背景（現実映像）を透過すべく、スタイラスモデル403のみを、かつ透明物体として描画する。(すなわち、カラーバッファの値を0として描画する。)これにより、領域Bについては背景（現実映像）がそのまま透過されることになる（背景透過率100%となる）。
- ・領域C-1：仮想モデル402を背景透過率(100 -)%で描画する。スタイラスモデル403は透明物体として描画する。背景が透過率(100 -)%で透過する。
- ・領域C-2：仮想モデル402を背景透過率(100 - x 2)%で描画する。スタイラスモデル403は透明物体として描画する。背景が透過率(100 - x 2)%で透過する。
- ・領域C-n：仮想モデル402を背景透過率(100 - x n)%で描画する。スタイラスモデル403は透明物体として描画する。背景が透過率(100 - x n)%で透過する。
- ・領域D：何も描画しない。(背景を透過すべく背景透過率を100%とする。)

ここで、仮想モデルの透明度を示す既定の数値であり、仮想モデルはその色情報にを乗算して描画される。(ただし $0 < x n \leq 100$)

【0041】

ステップS1050では、ステップS1010で描画した現実映像の上に、ステップS1040で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403を重畳合成して、画像出力装置103を通して表示装置201に表示する。図8は、合成表示された映像を示す図である。図7(b)の領域Aに対応する領域は、仮想モデル402の背景透過率が0%であるので、背景である現実映像が透けて見えることはない。また、図7(b)の領域Bに対応する領域は、スタイラスモデル403が透明物体として描画されているので、背景である現実映像が透けて見える。すなわち、現実映像に写っている現実物体であるスタイラス302が、仮想物体402に隠されずにそのまま見えることになる。また、図7(b)の領域C-1に対応する領域(スタイラスの、仮想物体内部にある領域)は、仮想モデル402の背景透過率が(100 -)%であるので、背景である現実映像が、ある程度透けて見える。例えば、 $x = 20$ とすると、仮想モデル402の背景透過率は80%になる。すなわち、現実映像に写っている現実物体であるスタイラス302が、仮想物体402に完全に隠されることなく、80%の透過率で見えることになる。また、図7(b)の領域C-2に対応する領域(スタイラスの、仮想物体の後ろにある領域)は、仮想モデル402の背景透過率が(100 - x 2)%であるので、背景である現実映像が、ある程度透けて見える。例えば、 $x = 20$ とすると、仮想モデル402の背景透過率は60%になる。すなわち、現実映像に写っている現実物体であるスタイラス302が、仮想物体402に完全に隠されることなく、60%の透過率で見えることになる。以後、同様に、領域(C-n)は仮想モデル402の背景透過率が(100 - x n)%となる。

【0042】

このようにすることで、仮想モデル402と、動いている現実物体であるスタイラス302とがどのような奥行き関係で交わり重なっているかを、ユーザに対して正確に、かつ簡便に提示することができる。

【0043】

ステップS1060では、ユーザが装置の終了処理を行っていた場合、装置を終了させる。装置を終了させるとは、プログラムを終了させたり、装置を構成する各機器の電源

10

20

30

40

50

を切ったりといった本実施形態の処理手順を終わらせるために最後に行なう処理である。ユーザが終了処理を行っていない場合は、処理をステップ S 1 0 1 0 に戻す。

【 0 0 4 4 】

以上述べたように、第 1 の実施形態によれば、仮想物体に隠されずに表示すべき状態になりうる現実物体の位置姿勢を検出すると共に、この現実物体を表すモデルを用い、仮想空間で判定した仮想物体とモデルとの位置関係に応じて仮想空間画像を描画することにより、簡便な方法により、奥行き関係を精度良く表し、ユーザに違和感を与えない複合現実感映像を生成できる。

【 0 0 4 5 】

[第 2 の実施形態]

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る画像処理装置を用いた複合現実感システムについて説明する。第 2 の実施形態に係る複合現実感システムは、第 1 の実施形態において図 1 及び図 2 を用いて説明したシステム構成と同じであるため、ここでの説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、本実施形態に係る複合現実感システムの全体的な動作を説明するフローチャートである。なお、以下に説明する処理を実現するためのプログラムコードは、本実施形態の装置内のディスク装置 1 0 5 や R A M 1 0 2 などの記憶装置内に格納され、C P U 1 0 1 により読み出され、実行される。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 0 0 0 ~ S 2 0 2 0 は、図 3 におけるステップ S 1 0 0 0 ~ S 1 0 2 0 と同じである。まず、ステップ S 2 0 0 0 では、装置を初期化する処理を行う。初期化とは、装置を構成する各機器の電源を入れたり、プログラムを起動したりといった、本実施形態の処理手順を進めるにあたり最初に行なう処理である。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 0 1 0 では、頭部装着部 2 0 0 の構成要素である撮像装置 2 0 2 で撮像された現実空間の映像を、画像入力装置 1 0 7 を通して演算処理部 1 0 0 に取り込む。そして、取り込んだ現実空間の映像データをビデオバッファなどのメモリに描画する。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 2 0 2 0 では、頭部装着部 2 0 0 の構成要素であるセンサ 3 0 1 とセンサ制御装置 3 0 3 とを利用して、ユーザの視点位置姿勢を計測する。また、スタイラス 3 0 2 とセンサ制御装置 3 0 3 とを利用して、スタイラス 3 0 2 の位置姿勢を計測する。次に、計測したユーザの視点位置姿勢情報、およびスタイラス 3 0 2 の位置姿勢情報を、入力装置 1 0 6 を通して演算処理部 1 0 0 に取り込む。そして、取り込んだユーザの視点位置姿勢情報、およびスタイラス 3 0 2 の位置姿勢情報を、ディスク装置 1 0 5 もしくは R A M 1 0 2 に記憶する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 0 3 0 では、まずスタイラス 3 0 2 の形状と同一（もしくは似せた形状）の仮想のスタイラスモデル 4 0 3 を用意する。そして、スタイラスモデル 4 0 3 を、ステップ S 2 0 2 0 で計測したスタイラス 3 0 2 の位置姿勢に合わせて仮想空間中に配置する。なお、スタイラスモデル 4 0 3 を正しく仮想空間に配置するには、現実空間の座標系と仮想空間の座標系を完全に一致させる必要があるが、それは上述のように特開 2 0 0 2 - 2 2 9 7 3 0 号公報、特開 2 0 0 3 - 2 6 9 9 1 3 号公報などが示している方法で実現することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、ステップ S 2 0 2 0 で計測した視点位置姿勢情報およびスタイラス位置姿勢情報と、ディスク装置 1 0 5 や R A M 1 0 2 に記憶している仮想モデル 4 0 2 の位置姿勢・色情報とを用いて、仮想モデル 4 0 2（仮想物体）を（描画パラメータである透過率を変化させて）半透明物体として、またスタイラスモデル 4 0 3 を透明物体としてビデオバッファなどのメモリに描画する。仮想モデル 4 0 2 については、あらかじめディスク装置 1 0 5 や R A M 1 0 2 に用意された、色情報と半透明情報（所謂 C G 技術における値）とを

10

20

30

40

50

利用して、色情報に 値を乗算して描画する。また、スタイラスモデル 4 0 3 については、透明物体として（すなわちカラーバッファの値を 0 として）描画する。これにより、領域 B については背景（現実映像）がそのまま透過されることになる。なお、仮想モデル 4 0 2 およびスタイラスモデル 4 0 3 以外の領域は、背景を透過すべく背景透過率を 1 0 0 % としておく。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、ステップ S 2 0 3 0 での処理を説明するための図であり、仮想モデル 4 0 2 と、スタイラスモデル 4 0 3 とが仮想空間中において交わっている様子が示されている。図 9 (a) は、仮想空間中に配置された仮想モデル 4 0 2 と、スタイラスモデル 4 0 3 とをユーザが観察している様子を、ユーザの上方から見た図である。なお、図 7 (a) ではユーザ視点位置を 1 つのみ示しているが、頭部装着部 2 0 0 がステレオ型（立体表示型）のビデオシースルー H M D である場合は、右眼左眼用それぞれのためにユーザ視点位置が 2 つあってもよい。この場合、それぞれの視点位置に応じて右眼左眼用それぞれの複合現実感映像（視差画像）が生成され、立体表示がなされる。

10

【 0 0 5 3 】

図 9 (b) は、表示装置 2 0 1 に表示する画像領域に対応した視界領域（H M D 視界領域）を示す図である。（H M D 視界領域は、ビデオバッファによって構成される。）図 9 (b) では、仮想モデル 4 0 2 は半透明物体として、またスタイラスモデル 4 0 3 は透明物体として描画されている。すなわち、仮想モデル 4 0 2 は、背景を半透過すべく本来の色よりも薄い色で描画されており、また仮想モデル 4 0 2 とスタイラスモデル 4 0 3 との交わりも正確に表現されている。なお、図 9 (b) では、便宜上、スタイラスモデル 4 0 3 が描画される位置を点線で示しているが、実際にこの点線がビデオバッファに描画されることはない。なお、図 9 (b) において、スタイラスモデル 4 0 3 と仮想モデル 4 0 2 とが重なる領域（スタイラスモデル 4 0 3 の先端部分）には、仮想モデル 4 0 2 が半透明描画される。

20

【 0 0 5 4 】

ステップ S 2 0 4 0 では、ステップ S 2 0 1 0 で描画した現実映像の上に、ステップ S 2 0 3 0 において描画した仮想モデル 4 0 2 およびスタイラスモデル 4 0 3 をビデオバッファなどのメモリ上で重畳合成する。（ただし、ステップ S 2 0 4 0 の時点では、この合成した映像を表示装置 2 0 1 に表示することはない。）こうすることで、仮想モデル 4 0 2 およびスタイラスモデル 4 0 3 は、色情報はそのまま、Z - バッファ値の情報だけを失うことになり、背景映像と同じ扱いになる。（Z - バッファ値とは、所謂 C G 技術において、視点位置からの奥行き情報を画素単位に定義するための値であり、ディスク装置 1 0 5 や R A M 1 0 2 で記憶管理されている。）

30

【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 0 5 0 では、ステップ S 2 0 2 0 で計測した視点位置姿勢情報およびスタイラス位置姿勢情報を用いて、スタイラスモデル 4 0 3 を透明物体として（すなわちカラーバッファの値を 0 として）、ステップ S 2 0 4 0 で合成したビデオバッファとは別のビデオバッファなどのメモリに描画する。なお、ステップ S 2 0 5 0 においてスタイラスモデル 4 0 3 を描画する際には、スタイラスモデル 4 0 3 に対応する領域の背景透過率が 1 0 0 % となり、背景が見えるように描画することが好ましい。

40

【 0 0 5 6 】

具体的には、Z - バッファ値を小さく変化させて設定することが望ましい。具体的には、スタイラスモデル 4 0 3 が仮想モデル 4 0 2 と交わらない程度に、ユーザ視点位置から見て手前にあるようにスタイラスモデル 4 0 3 の Z - バッファ値を変化させればよい。

【 0 0 5 7 】

従って、このような Z - バッファ値の調整は、例えば仮想モデル 4 0 2 とスタイラスモデル 4 0 3 の衝突判定を行い、仮想モデル 4 0 2 とスタイラスモデル 4 0 3 が仮想空間中において衝突せずに、かつスタイラスモデル 4 0 3 がユーザ視点位置から見て手前にあるように、スタイラスモデル 4 0 3 の Z - バッファ値をリアルタイムに設定することにより

50

実現できる。他の方法としては、あらかじめスタイラスモデル403のZ-バッファ値を100分の1にするなど、仮想モデル402とは交わらないと想定できる範囲内で、Z-バッファの設定方法を事前に決定しておいてもよい。

【0058】

ステップS2060では、ステップS2020で計測した視点位置姿勢情報と、ディスク装置105やRAM102に記憶している仮想モデル402の位置姿勢・色情報とを用いて、ステップS2050で使用したビデオバッファに仮想モデル402（仮想物体）を通常の不透明物体として描画する。一つ前のステップであるステップS2050では、スタイラスモデル403をZ-バッファ値を小さくして描画したため、スタイラスモデル403がユーザ視点位置から見て手前に、仮想モデル402はユーザ視点位置から見て後ろに描画されることになる。図10(b)は、ステップS2050およびステップS2060で、スタイラスモデル403および仮想モデル402を描画した結果である。なお、図10(b)では、スタイラスモデル403を描画する位置を点線で描くことで分かりやすく示しているが、実際にこの点線がビデオバッファに描画されることはない。また、ステップS2050およびステップS2060では、仮想モデル402およびスタイラスモデル403以外の領域は、背景を透過すべく背景透過率を100%としておく。

10

【0059】

ステップS2070では、ステップS2050で小さく設定したスタイラスモデル403のZ-バッファ値を、元の値に戻す。（リセットする。）

ステップS2080では、ステップS2040で合成したビデオバッファの上に、ステップS2050およびステップS2060で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403を重畳合成して、画像出力装置103を通して表示装置201に表示する。

20

【0060】

図10は、ステップS2080で合成表示される映像を説明するための図である。図10(a)は、ステップS2040で合成したビデオバッファ（すなわちステップS2010で描画した現実映像と、ステップS2030で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403とを合成したもの）であり、半透明の仮想モデル402と、現実映像に写っている現実物体であるスタイラス302が交わっている様子を示している。図10(b)は、先述したとおりステップS2050およびステップS2060で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403を示す図である。図10(a)(b)では、スタイラスモデル403を描画する位置を点線で描くことで分かりやすく示しているが、実際にこの点線がビデオバッファに描画されることはない。

30

【0061】

そして図10(c)は、図10(a)の上に図10(b)を重畳合成したものであり、最終的に表示装置201に表示する映像である。図10(c)を見ると分かるとおり、最終的に表示装置201に表示する映像では、スタイラス部分は図10(a)の対応部分が現われ、それ以外の仮想モデル部分は図10(b)の対応部分が現われる。すなわち、最終的に表示装置201に表示する映像では、スタイラス302と仮想モデル402が重なっている様子が表示されることになる（スタイラスモデル403と仮想モデル402が重なっている部分については、半透明描画された仮想モデル402を透して現実画像が見え、スタイラスモデル403が仮想モデル402と重なっていない部分は直接現実画像（スタイラスの実写画像）が見える）。

40

【0062】

このようにすることで、仮想モデル402と、ユーザが操作する現実物体であるスタイラス302とがどのような奥行き関係で交わり重なっているかを、ユーザに対して正確に、かつ簡便に提示することができる。

【0063】

ステップS2090では、ユーザが装置の終了処理を行なっていた場合、装置を終了させる。装置を終了させるとは、プログラムを終了させたり、装置を構成する各機器の電源を切ったりといった本実施形態の処理手順を終わらせるために最後に行なう処理である。

50

ユーザが終了処理を行っていない場合は、処理をステップS2010に戻す。

【0064】

以上述べたように、第2の実施形態によっても、仮想物体に隠されずに表示すべき状態になりうる現実物体の位置姿勢を検出すると共に、この現実物体を表すモデルを用い、仮想空間で判定した仮想物体とモデルとの位置関係に応じて仮想空間画像を描画することにより、簡便な方法により、奥行き関係を精度良く表し、ユーザに違和感を与えない複合現実感映像を生成できる。

【0065】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3の実施形態に係る画像処理装置を用いた複合現実感システムについて説明する。第3の実施形態に係る複合現実感システムは、第1の実施形態において図1及び図2を用いて説明したシステム構成と同じであるため、ここでの説明は省略する。

【0066】

図5は、本実施形態に係る複合現実感システムの全体的な動作を説明するフローチャートである。なお、以下に説明する処理を実現するためのプログラムコードは、本実施形態の装置内のディスク装置105やRAM102などの記憶装置内に格納され、CPU101により読み出され、実行される。

【0067】

図5のステップS3000～S3020は、図3におけるステップS1000～S1020と同じであるため、説明を省略する。

【0068】

ステップS3030では、仮想モデル402（仮想物体）と、スタイラス302との位置関係に基づいて衝突判定の処理を行う。しかし、第1の実施形態において説明したように、スタイラス302は現実空間中に存在する現実の物体であるため、仮想空間中に存在する仮想モデル402との衝突判定を行うことはできない。そこで本実施形態においてもスタイラス302の代わりに、スタイラス302の形状と同一（もしくは似せた形状）の仮想物体を表すスタイラスモデル403を用意する。そして、スタイラスモデル403を、ステップS3020で計測したスタイラス302の位置姿勢に合わせて仮想空間中に配置する。

【0069】

なお、スタイラスモデル403を仮想空間に配置するには、現実空間の座標系と仮想空間の座標系を完全に一致させる必要があるが、それは例えば特開2002-229730号公報、特開2003-269913号公報などに記載される方法で実現することができる。こうすることで、スタイラスモデル403と、仮想モデル402とは同じ仮想空間内に配置されるので、それらの衝突判定を行うことができる。ステップS3030で求めた衝突判定結果は、ディスク装置105もしくはRAM102に記憶する。なお、モデル同士の衝突判定処理はCG技術においては公知の技術であり、本明細書においてその説明は行わない。

【0070】

ステップS3040では、ステップS3030で求めた衝突判定結果と、ステップS3020で計測した視点位置姿勢情報およびスタイラス位置姿勢情報と、ディスク装置105やRAM102に記憶している仮想モデル402の位置姿勢・色情報とを用いて、仮想モデル402およびスタイラスモデル403をビデオバッファなどのメモリに描画する。

【0071】

ステップS3040の処理は、ステップS3030で求めた衝突判定結果をもとに、図11に従って行う。

すなわち、ステップS3041で、仮想モデル402とスタイラスモデル403との衝突があったと判定された場合は、処理をステップS3042に進ませる。ステップS3042では、図11(a)に示すように、仮想モデル402を（描画パラメータである透過率を変化させて）半透明物体として描画し、スタイラスモデル403を描画しない。（図

10

20

30

40

50

11(a)は、表示装置201に表示する画像領域に対応した視界領域(HMD視界領域)を示す図である。(HMD視界領域は、ビデオバッファによって構成される。)

【0072】

また、ステップS3041で、仮想モデル402とスタイラスモデル403との衝突がなかったと判定された場合は、処理をステップS3043に進ませる。ステップS3043では、図11(b)もしくは図11(c)に示すように、仮想モデル402を通常の不透明物体として描画し、スタイラスモデル403を透明物体として(すなわちカラーバッファの値を0として)描画する。なお、図11(b)は、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも手前にある場合を示しており、逆に、図11(c)は、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも後

10

【0073】

なお、図11では、スタイラスモデル403の位置を点線で描くことで分かりやすく示しているが、実際にこの点線がビデオバッファに描画されることはない。また、仮想モデル402およびスタイラスモデル403以外の領域は、背景を透過すべく背景透過率を100%としておく。

【0074】

ステップS3050では、ステップS3010で描画した現実映像の上に、ステップS3040で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403を重畳合成して、画像出力装置103を通して表示装置201に表示する。図12は、合成表示された映像を示す図である。図12(a)は、図11(a)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突しているとき、図12(a)に示すように、仮想モデル402が半透明表示される。こうすることで、スタイラスの衝突部分が仮想物体を透かして見え、仮想モデル402とスタイラス302が交わっているような状況を示すことができる。

20

【0075】

図12(b)は、図11(b)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突していなく、かつユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも手前にある場合には、図12(b)に示すように、ユーザ視点位置から見てスタイラス302が仮想モデル402よりも手前にあるように示すことができる。図12(c)は、図11(c)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突していなく、かつユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも後ろにある場合には、図12(c)に示すように、ユーザ視点位置から見てスタイラス302が仮想モデル402よりも後ろにあるように示すことができる。

30

【0076】

また、ステップS3042の変形例として、仮想モデル402とスタイラスモデル403とが衝突している場合に、その位置関係を比較して、ユーザ視点位置から見たスタイラスモデル403が、仮想モデル402に対して奥に移動するに従って、仮想モデル402の透明度を高めるように半透明情報(所謂CG技術における値)を制御してもよい。

40

【0077】

このようにすることで、仮想モデル402と、動いている現実物体であるスタイラス302とがどのような奥行き関係で交わり重なっているかを、ユーザに対して正確に、かつ簡便に提示することができる。

【0078】

ステップS3060では、ユーザが装置の終了処理を行なっていた場合、装置を終了させる。装置を終了させるとは、プログラムを終了させたり、装置を構成する各機器の電源を切ったりといった本実施形態の処理手順を終わらせるために最後に行なう処理である。

50

ユーザが終了処理を行っていない場合は、処理をステップS3010に戻す。

【0079】

また、本実施形態のステップS3030において、スタイラスモデル403と仮想モデル402との衝突があったことを判定した瞬間に、衝突があったことを表現するための効果音を出してもよい。また、スタイラス302に振動素子を備え、ステップS3030において、スタイラスモデル403と仮想モデル402との衝突があったことを判定した瞬間に、スタイラス302を既定の時間だけ振動させて、衝突があったことをユーザに知らせてもよい。

【0080】

また、本実施形態のステップS3042では、スタイラスモデル403が交わり重なっている状態を示すことができれば、仮想モデル402の全ての面のうち、一部分の面のみ半透明表示してもよい。

【0081】

以上述べたように、第3の実施形態によっても、仮想物体に隠されずに表示すべき状態になりうる現実物体の位置姿勢を検出すると共に、この現実物体を表すモデルを用い、仮想空間で判定した仮想物体とモデルとの位置関係に応じて仮想空間画像を描画することにより、簡便な方法により、奥行き関係を精度良く表し、ユーザに違和感を与えない複合現実感映像を生成できる。

【0082】

[第4実施形態]

次に、本発明の第4の実施形態に係る画像処理装置を用いた複合現実感システムについて説明する。第4の実施形態に係る複合現実感システムは、第1の実施形態において図1及び図2を用いて説明したシステム構成と同じであるため、ここでの説明は省略する。

【0083】

図6は、本実施形態に係る複合現実感システムの全体的な動作を説明するフローチャートである。なお、以下に説明する処理を実現するためのプログラムコードは、本実施形態の装置内のディスク装置105やRAM102などの記憶装置内に格納され、CPU101により読み出され、実行される。

【0084】

図6のステップS4000～S4030は、図5におけるステップS3000～S3030と同じであるため、説明を省略する。

【0085】

ステップS4040では、まずステップS4030で求めた衝突判定結果に従って、スタイラスモデル403に対して分割もしくは非分割処理を施す。そして、ステップS4020で計測した視点位置姿勢情報およびスタイラス位置姿勢情報と、ディスク装置105やRAM102に記憶している仮想モデル402の位置姿勢・色情報と、ディスク装置105やRAM102に記憶しているスタイラスモデルパーツの色情報とを用いて、仮想モデル402およびスタイラスモデル403（分割した場合は各パーツ）をビデオバッファなどのメモリに描画する。

【0086】

ステップS4040の処理は、ステップS4030で求めた衝突判定結果をもとに、図13に従って行う。すなわち、ステップS4041で、仮想モデル402とスタイラスモデル403との衝突があったと判定された場合は、処理をステップS4042に進ませる。ステップS4042ではまず、図13(a)に示すように、衝突面（交差面）を境界面として、スタイラスモデルをスタイラスモデルパーツ（P1～P3）に分割する。ここでのパーツP1～P3は、第1の実施形態における領域B、領域C-1及び領域C-2にそれぞれ対応する。

【0087】

次に、仮想モデル402内にあるスタイラスモデルパーツ（P2）に色を付けて描画し、仮想モデル402外のスタイラスモデルパーツ（P1、P3）を透明物体として（すな

10

20

30

40

50

わちカラーバッファの値を0として)描画する。P2は、奥行き情報を無視して、仮想物体よりも手前にあるものとして描画するとともに、その存在が目立つように描画パラメータを変化させて行う。例えば、あらかじめ定めた色で描画しても、半透明で描画しても、メッシュ模様の網模様で描画しても、ワイアフレームで描画しても、点滅させるように描画してもよい。また、仮想モデル402自体は、通常の不透明物体として描画する。(図13(a)は、表示装置201に表示する画像領域に対応した視界領域(HMD視界領域)を示す図である。(HMD視界領域は、ビデオバッファによって構成される。))

【0088】

また、ステップS4041で、仮想モデル402とスタイラスモデル403との衝突がなかったと判定された場合は、処理をステップS4043に進ませる。ステップS4043ではスタイラスモデル403を分割せずに、図13(b)もしくは図13(c)に示すように、仮想モデル402を通常の不透明物体として描画し、スタイラスモデル403を透明物体として(すなわちカラーバッファの値を0として)描画する。なお、図13(b)は、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも手前にある場合を示しており、逆に、図13(c)は、ユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも後ろにある場合を示している。(図13(b)(c)は、表示装置201に表示する画像領域に対応した視界領域(HMD視界領域)を示す図である。(HMD視界領域は、ビデオバッファによって構成される。))

【0089】

なお、図13では、スタイラスモデル403(分割した場合はスタイラスモデルパーツP1~3)の位置を点線で描くことで分かりやすく示しているが、実際にこの点線がビデオバッファに描画されることはない。また、仮想モデル402およびスタイラスモデル403(分割した場合はスタイラスモデルパーツP1~3)以外の領域は、背景を透過すべく背景透過率を100%としておく。

【0090】

ステップS4050では、ステップS4010で描画した現実映像の上に、ステップS4040で描画した仮想モデル402およびスタイラスモデル403(分割した場合はスタイラスモデルパーツP1~3)を重畳合成して、画像出力装置103を通して表示装置201に表示する。図14は、合成表示された映像を示す図である。図14(a)は、図13(a)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突しているとき、図14(a)に示すように、スタイラスモデル403と仮想モデル402が交わっている部分の色が変わる。こうすることで、仮想モデル402とスタイラス302が交わっているような状況を示すことができる。図14(a)の変形例として、図14(a')が考えられる。図14(a')では、スタイラスモデルパーツP1~3の輪郭線を、奥行き情報を無視して一番手前になるように再描画している。こうすることで、ユーザ視点位置から見て仮想モデル402の奥にあるスタイラスモデルパーツP1の位置を示すことができる。

【0091】

図14(b)は、図13(b)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突していなく、かつユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも手前にある場合には、図14(b)に示すように、ユーザ視点位置から見てスタイラス302が仮想モデル402よりも手前にあるように示すことができる。図14(c)は、図13(c)に示したビデオバッファと、現実映像を合成した映像である。仮想モデル402とスタイラスモデル403が衝突していなく、かつユーザ視点位置から見てスタイラスモデル403が仮想モデル402よりも後ろにある場合には、図14(c)に示すように、ユーザ視点位置から見てスタイラス302が仮想モデル402よりも後ろにあるように示すことができる。

【0092】

このようにすることで、仮想モデル402と、動いている現実物体であるスタイラス302とがどのような奥行き関係で交わり重なっているかを、ユーザに対して正確に、かつ

10

20

30

40

50

簡便に提示することができる。

【0093】

ステップS4060では、ユーザが装置の終了処理を行っていた場合、装置を終了させる。装置を終了させるとは、プログラムを終了させたり、装置を構成する各機器の電源を切ったりといった本実施形態の処理手順を終わらせるために最後に行なう処理である。ユーザが終了処理を行っていない場合は、処理をステップS4010に戻す。

【0094】

本実施形態においても、第3の実施形態と同様、ステップS4030において、スタイラスモデル403と仮想モデル402との衝突があったことを判定した瞬間に、衝突があったことを表現するための効果音を出してもよい。また、スタイラス302に振動素子を備え、ステップS4030において、スタイラスモデル403と仮想モデル402との衝突があったことを判定した瞬間に、スタイラス302を既定の時間だけ振動させて、衝突があったことをユーザに知らせてもよい。

10

【0095】

以上述べたように、第3の実施形態によっても、仮想物体に隠されずに表示すべき状態になりうる現実物体の位置姿勢を検出すると共に、この現実物体を表すモデルを用い、仮想空間で判定した仮想物体とモデルとの位置関係に応じて仮想空間画像を描画することにより、簡便な方法により、奥行き関係を精度良く表し、ユーザに違和感を与えない複合現実感映像を生成できる。

【0096】

20

[その他の実施形態]

上述の実施形態では、位置・姿勢を計測する手段として磁気を使った装置を例に説明したが、発明の本質としてはこれに限定されるものではなく、光学的な位置姿勢計測装置や、機械的な位置姿勢計測装置や、測量機など他の手段で実現できることはいうまでもない。

【0097】

また、第1の実施形態のステップS1040や第2の実施形態のステップS2030、第3の実施形態のステップS3042などにおいて半透明描画を行っているが、網模様のメッシュ表現で描画してもよいし、ワイアフレーム表現で描画してもよいことはいうまでもない。要は、仮想物体とユーザが手に持って操作するデバイス(スタイラス)との奥行き関係が視覚的に把握できる表示形態であれば、分割した領域毎に背景透過率以外の描画パラメータを変更することができる。

30

【0098】

また、第1の実施形態において背景透過率を減らすの値を固定にしたが、nの数に応じての値を変更したり、背景透過率を(100 -)%とし、予めnの数に応じての値を設定しておくことも可能である。

【0099】

また、上述の実施形態においては、仮想物体に隠されずに表示すべき現実物体として、ユーザが手に持って操作するスタイラスを例にして説明したが、それ以外の現実物体であってもよく、またユーザが操作するデバイスで無くても良い。少なくとも位置姿勢を検出することが可能である任意の現実物体に対して上述の方法を適用可能であることはいうまでもない。

40

【0100】

また、各図に示されている各構成について、同じ符号を有する構成は同じ機能を実現するものであることはいうまでもない。

【0101】

また、上述の実施形態においてはいずれも、センサや表示装置などを有する複合現実感システムに本発明を適用した場合について説明したが、ユーザの視点位置・姿勢及びスタイラスの位置姿勢が得られさえすれば、センサや表示装置自体を有する必要はない。すなわち、演算処理部100のみの構成であってもよい。

50

【 0 1 0 2 】

なお、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。

【 0 1 0 3 】

この場合、記憶媒体から読出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【 0 1 0 4 】

プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどを用いることができる。

【 0 1 0 5 】

また、コンピュータが読出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【 0 1 0 6 】

さらに、記憶媒体から読出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 7 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る画像処理装置を用いた複合現実感システムの構成例を示すブロック図である。

【 図 2 】本発明の実施形態で用いるスタイラスの構成例を示す図である。

【 図 3 】本発明の第 1 の実施形態における画像処理手順を説明するためのフローチャートである。

【 図 4 】本発明の第 2 の実施形態における画像処理手順を説明するためのフローチャートである。

【 図 5 】本発明の第 3 の実施形態における画像処理手順を説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】本発明の第 4 の実施形態における画像処理手順を説明するためのフローチャートである。

【 図 7 】本発明の第 1 の実施形態における仮想モデルおよびスタイラスモデルの描画処理を説明するための図である。

【 図 8 】本発明の第 1 の実施形態における合成表示画像を説明するための図である。

【 図 9 】本発明の第 2 の実施形態における仮想モデルおよびスタイラスモデルの描画処理を説明するための図である。

【 図 1 0 】本発明の第 2 の実施形態における合成表示画像を説明するための図である。

【 図 1 1 】本発明の第 3 の実施形態における仮想モデルおよびスタイラスモデルの描画処理を説明するための図である。

【 図 1 2 】本発明の第 3 の実施形態における合成表示画像を説明するための図である。

【 図 1 3 】本発明の第 4 の実施形態における仮想モデルおよびスタイラスモデルの描画処理を説明するための図である。

【 図 1 4 】本発明の第 4 の実施形態における合成表示画像を説明するための図である。

10

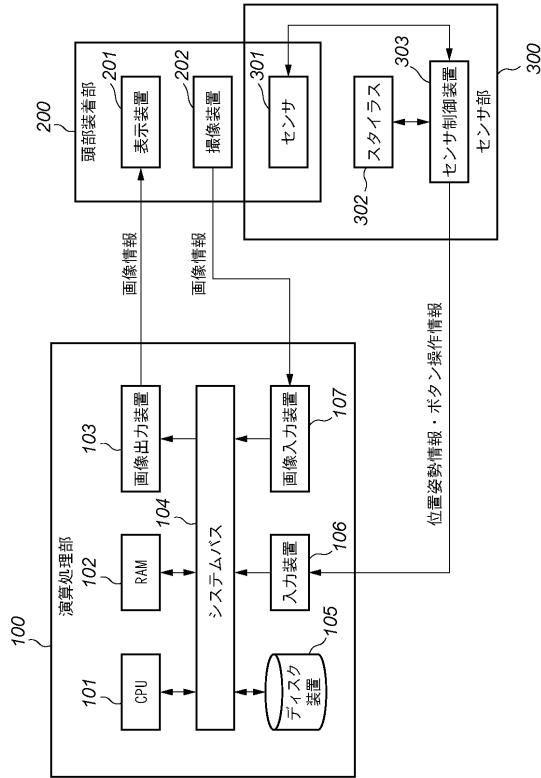
20

30

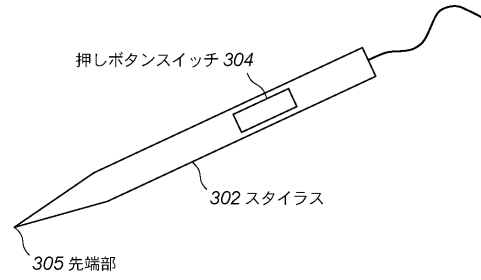
40

50

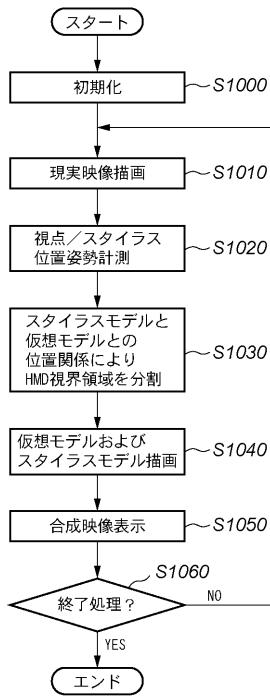
【図1】



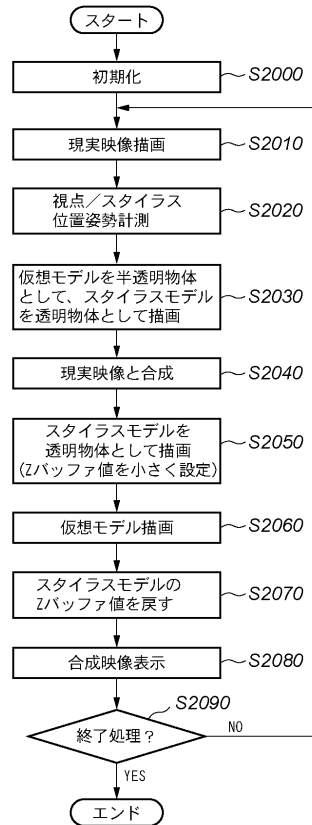
【図2】



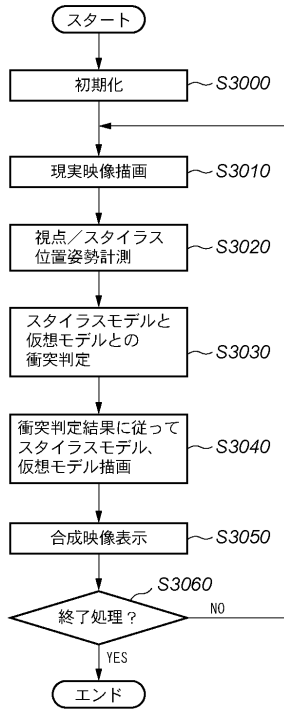
【図3】



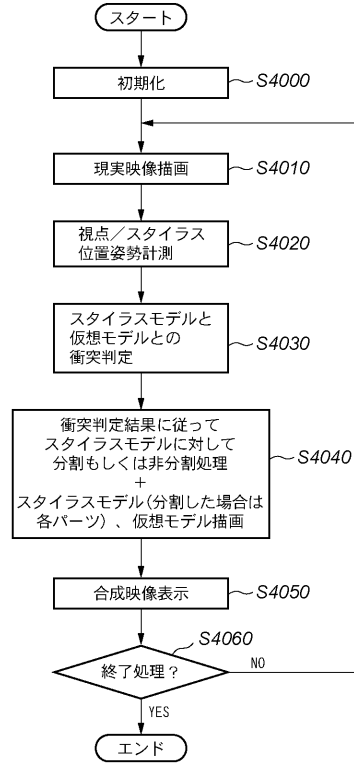
【図4】



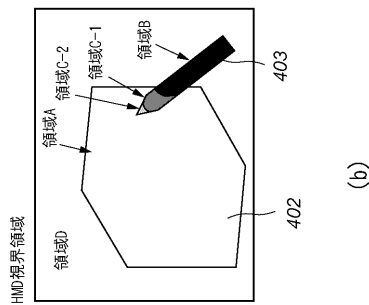
【図5】



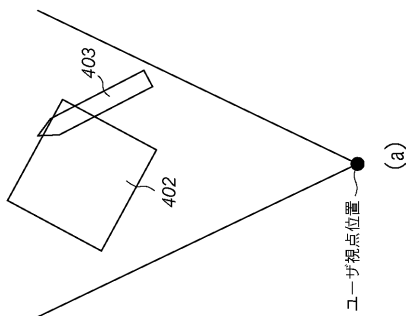
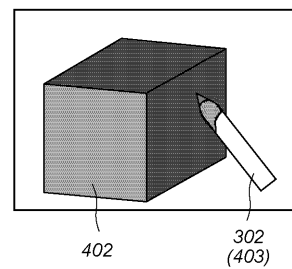
【図6】



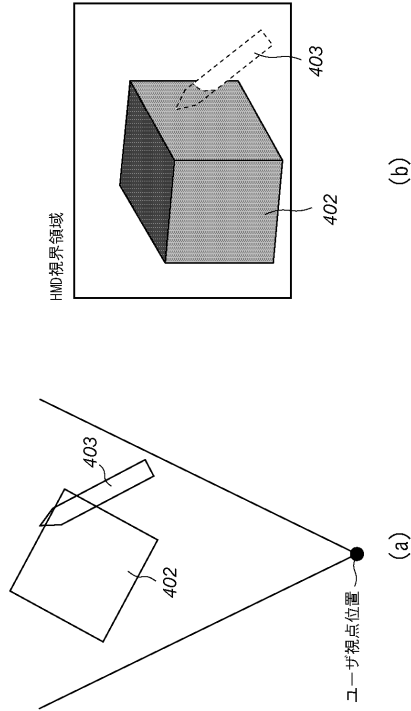
【図7】



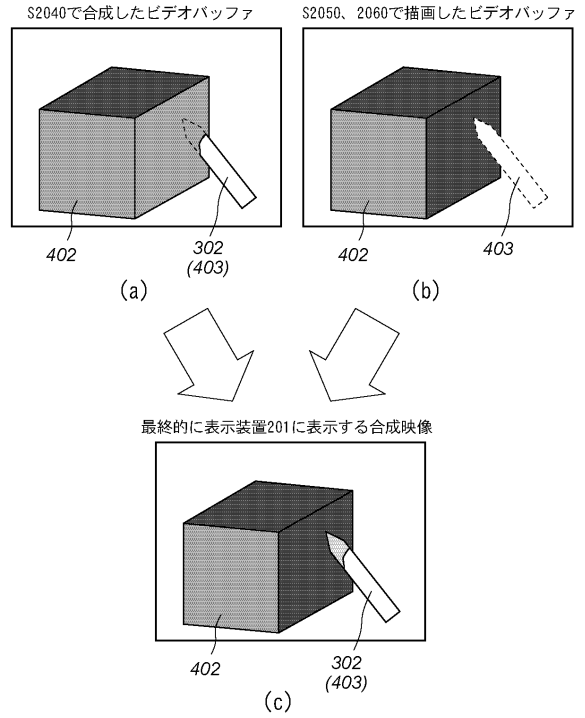
【図8】



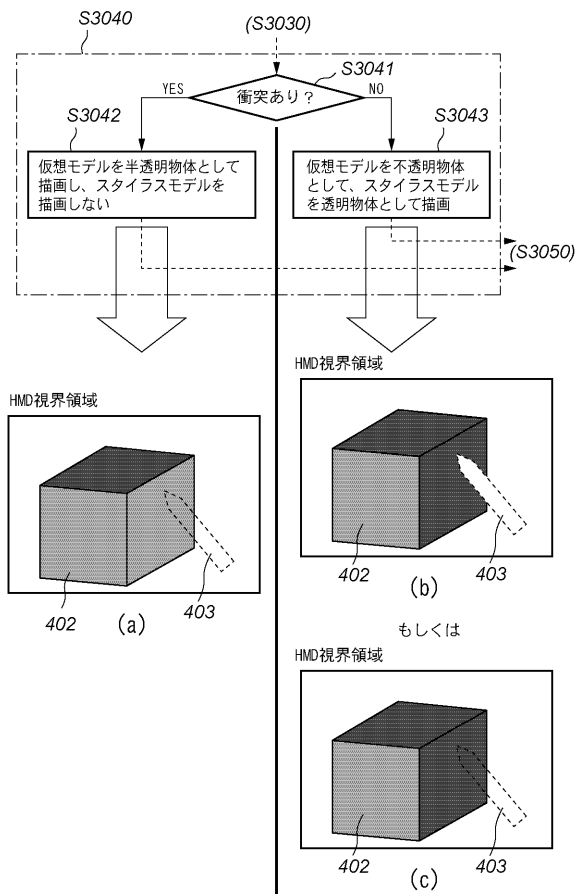
【図9】



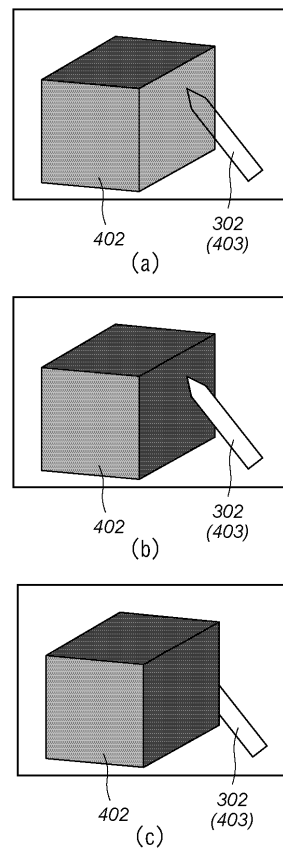
【図10】



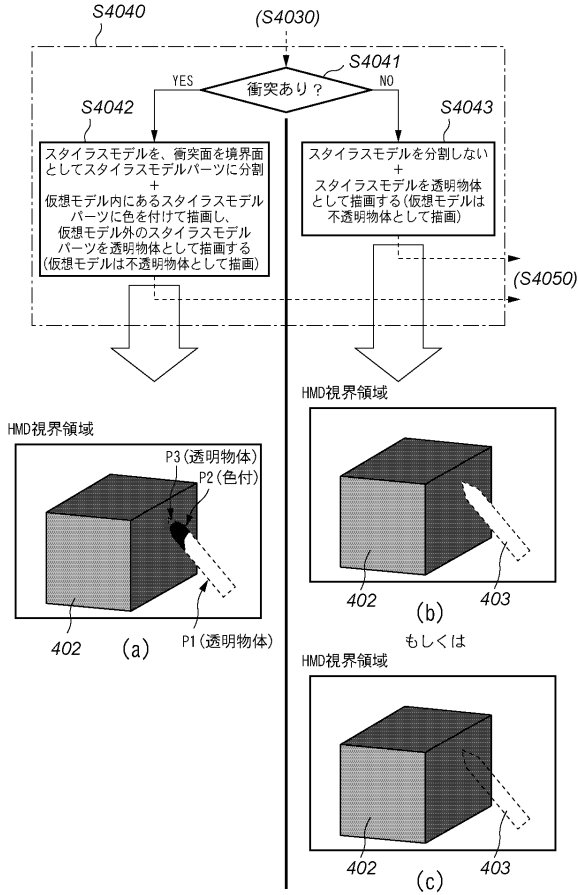
【図11】



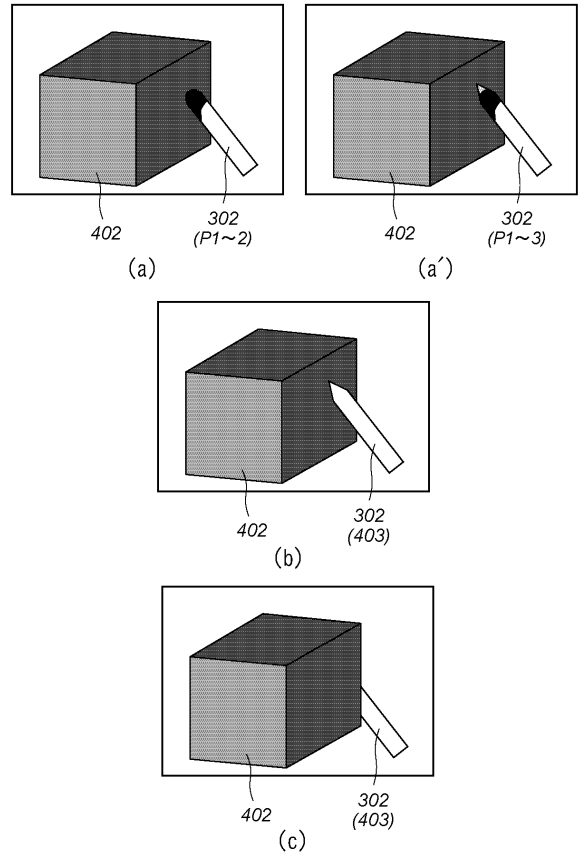
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 守田 憲司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 千葉 久博

(56)参考文献 特開2003-296759(JP,A)
特開2003-103045(JP,A)
特開2002-157607(JP,A)
特開2002-112286(JP,A)
特開2002-042156(JP,A)
特開2000-341721(JP,A)
特開平04-074282(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 15/00
G06T 3/00-5/50
G06T 17/40
H04N 5/262-5/28