

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7188902号  
(P7188902)

(45)発行日 令和4年12月13日(2022.12.13)

(24)登録日 令和4年12月5日(2022.12.5)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 6 T 19/00 (2011.01) G 0 6 T 19/00 6 0 0

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号	特願2018-70420(P2018-70420)	(73)特許権者	390031897 東京ガス i ネット株式会社 東京都港区浜松町二丁目3番1号
(22)出願日	平成30年3月30日(2018.3.30)	(74)代理人	100104880 弁理士 古部 次郎
(65)公開番号	特開2019-185070(P2019-185070 A)	(74)代理人	100125346 弁理士 尾形 文雄
(43)公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)	(74)代理人	100166981 弁理士 砂田 岳彦
審査請求日	令和3年2月17日(2021.2.17)	(72)発明者	大田 政文 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京 ガス i ネット株式会社内
		(72)発明者	湯本 吉宏 東京都港区海岸一丁目5番20号 東京 ガス i ネット株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理システム及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

現実空間を直接視認するユーザの網膜に仮想の画像を投影する網膜投射型デバイスと、ユーザの視界前方を少なくとも含む周囲を撮像するカメラと、前記カメラによって撮像された現実空間の画像から現実空間に存在する光源の情報を取得する第1の取得手段と、

現実空間を撮像した前記画像から仮想の物体を配置する周囲に存在する現実の物体の情報を取得する第2の取得手段と、

取得された前記光源の情報に基づいて、当該光源からの光の光路上に位置する仮想の物体を透過した又は反射した光が、当該仮想の物体の周囲に位置する他の現実の物体又は他の仮想の物体に与える効果を推定する推定手段と、

推定された効果を表現する仮想の画像を、前記網膜投射型デバイスを通じて前記他の現実の物体又は他の仮想の物体の位置に描画する描画手段と、

を有し、

前記第1の取得手段は、前記カメラによって撮像された現実空間の前記画像に含まれる現実の物体の輪郭と、当該現実の物体の周囲に現れる濃度が濃い暗部の輪郭と濃度が薄い暗部の輪郭とを抽出し、抽出された輪郭の組の位置と対応する当該現実の物体の位置との関係から、現実空間に存在する前記光源の位置と数を取得する、

情報処理システム。

【請求項2】

前記仮想の物体は透過性を有する物体であり、前記推定手段は、当該仮想の物体を透過した前記光源からの光が形成する透過像を推定する、請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 3】

現実空間に存在する前記光源が画像を投影する投影機である場合、前記透過像は当該投影機により投影される画像の影響を含む、請求項 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 4】

前記仮想の物体が反射性を有する場合、前記推定手段は、当該仮想の物体の表面の色調及び又は模様、当該表面と対向する前記他の現実の物体又は他の仮想の物体に形成する像を推定する、請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 5】

前記仮想の物体が反射性を有する物体であり、現実空間に存在する前記光源が画像を投影する投影機である場合、前記推定手段は、当該仮想の物体による反射として、当該投影機から投影された画像と当該仮想の物体の光学特性の影響とを反映させる、請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 6】

コンピュータに、

網膜投射型デバイスを用い、現実空間を直接視認するユーザの網膜に仮想の画像を投影する機能と、

ユーザの視界前方を少なくとも含む周囲をカメラで撮像する機能と、

前記カメラによって撮像された現実空間の画像から現実空間に存在する光源の情報を取得する機能と、

現実空間を撮像した前記画像から仮想の物体を配置する周囲に存在する現実の物体の情報を取得する機能と、

取得された前記光源の情報に基づいて、当該光源からの光の光路上に位置する仮想の物体を透過した又は反射した光が、当該仮想の物体の周囲に位置する他の現実の物体又は他の仮想の物体に与える効果を推定する機能と、

推定された効果を表示する仮想の画像を、前記網膜投射型デバイスを通じて前記他の現実の物体又は他の仮想の物体の位置に描画する機能と、

を実現させるためのプログラムであり、

前記光源の情報を取得する機能は、前記カメラによって撮像された現実空間の前記画像に含まれる現実の物体の輪郭と、当該現実の物体の周囲に現れる濃度が濃い暗部の輪郭と濃度が薄い暗部の輪郭とを抽出し、抽出された輪郭の組の位置と対応する当該現実の物体の位置との関係から、現実空間に存在する前記光源の位置と数を取得する、

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理システム及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

現在、仮想現実 (Virtual Reality または VR) や拡張現実 (Augmented Reality または AR) ではなく、現実の空間 (現実空間) と、コンピュータを用いて仮想的に作成する空間 (仮想空間) との複合を意味する複合現実 (Mixed Reality または MR) なる技術が注目されている。複合現実が実現された空間 (複合現実空間) では、現実空間の物体と仮想空間の物体とが、現実空間と仮想空間の 2 つの三次元空間の形状情報を重ね合わせて、実時間で影響し合う体験が可能である。

例えば特許文献 1 には、仮想の物体の背後に現実の物体が位置する場合に (ユーザからは現実の物体が見えない場合に)、ユーザに近づいてきている現実の物体の存在を事前に知らせる技術が記載されている。具体的には、現実の物体とユーザとの距離とが予め定められた距離以内になると、手前側に位置する仮想の物体の表示を半透明又は輪郭線の表示に制

10

20

30

40

50

御して背後に位置する現実の物体の視認を可能にする技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-4493号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一方で、現在の技術では、仮想の物体の描画に、現実空間に存在する光源からの光の影響が反映されていない。例えば現実空間は暗がりであるのに、仮想の物体は明るい場所にあるかのように描画されている。また例えば現実の物体であれば光源の位置に対して反対側に影や透過像が形成されるが、現在の技術では、現実空間に存在する光源からの光によって生じるはずの仮想の物体の影や透過像が描画されていない。

10

【0005】

本発明は、現実空間に存在する光源からの光の光路上に位置する仮想の物体がその周囲に位置する現実の物体又は他の仮想の物体に与える影響を描画して現実空間に存在する光源の光路上に仮想の物体が実在するのに近い体験を可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1に記載の発明は、現実空間を直接視認するユーザの網膜に仮想の画像を投影する網膜投射型デバイスと、ユーザの視界前方を少なくとも含む周囲を撮像するカメラと、前記カメラによって撮像された現実空間の画像から現実空間に存在する光源の情報を取得する第1の取得手段と、現実空間を撮像した前記画像から仮想の物体を配置する周囲に存在する現実の物体の情報を取得する第2の取得手段と、取得された前記光源の情報に基づいて、当該光源からの光の光路上に位置する仮想の物体を透過した又は反射した光が、当該仮想の物体の周囲に位置する他の現実の物体又は他の仮想の物体に与える効果を推定する推定手段と、推定された効果を表示する仮想の画像を、前記網膜投射型デバイスを通じて前記他の現実の物体又は他の仮想の物体の位置に描画する描画手段と、を有し、前記第1の取得手段は、前記カメラによって撮像された現実空間の前記画像に含まれる現実の物体の輪郭と、当該現実の物体の周囲に現れる濃度が濃い暗部の輪郭と濃度が薄い暗部の輪郭とを抽出し、抽出された輪郭の組の位置と対応する当該現実の物体の位置との関係から、現実空間に存在する前記光源の位置と数を取得する、情報処理システムである。

20

30

請求項2に記載の発明は、前記仮想の物体は透過性を有する物体であり、前記推定手段は、当該仮想の物体を透過した前記光源からの光が形成する透過像を推定する、請求項1に記載の情報処理システムである。

請求項3に記載の発明は、現実空間に存在する前記光源が画像を投影する投影機である場合、前記透過像は当該投影機により投影される画像の影響を含む、請求項2に記載の情報処理システムである。

請求項4に記載の発明は、前記仮想の物体が反射性を有する場合、前記推定手段は、当該仮想の物体の表面の色調及び又は模様が、当該表面と対向する前記他の現実の物体又は他の仮想の物体に形成する像を推定する、請求項1に記載の情報処理システムである。

40

請求項5に記載の発明は、前記仮想の物体が反射性を有する物体であり、現実空間に存在する前記光源が画像を投影する投影機である場合、前記推定手段は、当該仮想の物体による反射として、当該投影機から投影された画像と当該仮想の物体の光学特性の影響とを反映させる、請求項1に記載の情報処理システムである。

請求項6に記載の発明は、コンピュータに、網膜投射型デバイスを用い、現実空間を直接視認するユーザの網膜に仮想の画像を投影する機能と、ユーザの視界前方を少なくとも含む周囲をカメラで撮像する機能と、前記カメラによって撮像された現実空間の画像から現実空間に存在する光源の情報を取得する機能と、現実空間を撮像した前記画像から仮想の物体を配置する周囲に存在する現実の物体の情報を取得する機能と、取得された前記光

50

源の情報に基づいて、当該光源からの光の光路上に位置する仮想の物体を透過した又は反射した光が、当該仮想の物体の周囲に位置する他の現実の物体又は他の仮想の物体に与える効果を推定する機能と、推定された効果を表示する仮想の画像を、前記網膜投射型デバイスを通じて前記他の現実の物体又は他の仮想の物体の位置に描画する機能と、を実現させるためのプログラムであり、前記光源の情報を取得する機能は、前記カメラによって撮像された現実空間の前記画像に含まれる現実の物体の輪郭と、当該現実の物体の周囲に現れる濃度が濃い暗部の輪郭と濃度が薄い暗部の輪郭とを抽出し、抽出された輪郭の組の位置と対応する当該現実の物体の位置との関係から、現実空間に存在する前記光源の位置と数を取得する、プログラムである。

【発明の効果】

10

【0007】

請求項1記載の発明によれば、現実空間に存在する光源からの光の光路上に位置する仮想の物体がその周囲に位置する現実の物体又は他の仮想の物体に与える影響を描画して現実空間に存在する光源の光路上に仮想の物体が実在するのに近い体験を可能にできる。

請求項2記載の発明によれば、光路上に仮想の物体が実在するかのように現実の物体又は他の仮想の物体の見え方を表現することができる。

請求項3記載の発明によれば、光路上に仮想の物体が実在するかのように現実の物体又は他の仮想の物体の見え方を表現することができる。

請求項4記載の発明によれば、光路上に仮想の物体が実在するかのように現実の物体又は他の仮想の物体の見え方を表現することができる。

20

請求項5記載の発明によれば、光路上に仮想の物体が実在するかのように現実の物体又は他の仮想の物体の見え方を表現することができる。

請求項6記載の発明によれば、現実空間に存在する光源からの光の光路上に位置する仮想の物体がその周囲に位置する現実の物体又は他の仮想の物体に与える影響を描画して現実空間に存在する光源の光路上に仮想の物体が実在するのに近い体験を可能にできる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】外界を透過的に視認可能なメガネ型の端末を装着したユーザが、複合現実を体感する原理を説明する図である。

【図2】メガネ型の端末のハードウェア構成の一例を示す図である。

30

【図3】メガネ型の端末の機能構成の一例を示す図である。

【図4】現実の物体を撮像した画像から現実空間に存在する光源の情報を推定する手法の一例を説明するフローチャートである。

【図5】実光源の数と位置を推定する手法を説明する図である。(A)は暗部を伴う現実物体の画像を示し、(B)は暗部を強調した画像から抽出される輪郭の情報を示し、(C)は実光源の数の推定の過程を示し、(D)は光源位置を特定する過程を示す。

【図6】メガネ型の端末で仮想物体を描画する場合に実行される処理動作の一例を説明するフローチャートである。

【図7】実光源と現実物体の間に仮想物体を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの一例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

40

【図8】実光源と現実物体の間に仮想物体を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの他の例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

【図9】実空間にある光源が実投影機であり、実投影機と現実物体の間に仮想物体を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの一例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

【図10】実空間にある光源が実投影機であり、実投影機と現実物体の間に仮想物体を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの他の例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例で

50

ある。

【図 1 1】複合現実の体験に、実時間で撮像される外界の画像に仮想物体を合成した画像を表示する表示装置を装着したユーザが、複合現実を体感する原理を説明する図である。

【図 1 2】表示装置の機能構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

<実施の形態 1 >

本実施の形態では、複合現実の体験に、外界を透過的に視認可能なメガネ型の端末を使用する場合について説明する。

図 1 は、外界を透過的に視認可能なメガネ型の端末 1 を装着したユーザが、複合現実を体感する原理を説明する図である。

【0010】

この種の端末 1 のハードウェア部分は、既に複数のメーカーによって実用化されている。例えばマイクロソフト社の H o l o L e n s ( 商標 )、ソニー社の S m a r t E y e g l a s s ( 商標 )、コニカミノルタ社のウェアラブルコミュニケーター ( 商標 ) がある。この種の端末 1 は、透過型デバイス、網膜投射型デバイス等とも呼ばれる。

図 1 に示すメガネ型の端末 1 は、透明度が高い導光板 2 と、画像を表示する小型の表示部 3 と、仮想の物体 ( 仮想物体 1 1 ) を描画する仮想物体描画部 4 とを有している。

ここでのメガネ型の端末 1 は、情報処理装置の一例であるとともに情報処理システムの一例でもある。

【0011】

導光板 2 は、例えば 8 5 % 以上の透明度を有する部材で構成され、その内部には、不図示の可視光透過型回折格子が配置されている。可視光透過型回折格子には、例えばホログラフィック回折格子が用いられる。

可視光透過型回折格子は、導光板 2 の前方から入射する外光 B 1 を直線的に透過してユーザの眼球 5 に導くように作用する。一方で、可視光透過型回折格子は、表示部 3 から導光板 2 に入射した表示光 B 2 を屈折させて導光板 2 の内部を伝搬させ、その後、眼球 5 の方向に表示光 B 2 を屈折させるように作用する。

外光 B 1 と表示光 B 2 は、眼球 5 内で合成される。この結果、端末 1 を装着したユーザは、現実の物体 ( 現実物体 1 2 ) に仮想の物体 ( 仮想物体 1 1 ) を合成した複合現実の風景を知覚する。因みに、図 1 の例では、仮想物体 1 1 が現実物体 1 2 よりも手前側に位置している。

【0012】

<メガネ型の端末 1 のハードウェア構成 >

図 2 は、メガネ型の端末 1 のハードウェア構成の一例を示す図である。

図 2 に示す端末 1 は、プログラム ( 基本ソフトウェアを含む ) の実行を通じて装置全体を制御する CPU ( Central Processing Unit ) 2 1 と、BIOS ( Basic Input Output System ) や基本ソフトウェア等のプログラムを記憶する ROM 2 2 と、プログラムの実行領域として使用される RAM ( Random Access Memory ) 2 3 と、を有している。

ROM 2 2 は、例えば電氣的にデータの書き換えが可能な不揮発性の半導体メモリで構成される。

CPU 2 1、ROM 2 2、RAM 2 3 は、コンピュータ 2 0 として機能する。

【0013】

コンピュータ 2 0 には、仮想の物体を表示する表示部 3 L 及び 3 R と、外界を撮像するカメラ 2 4 L 及び 2 4 R と、角度、角速度、加速度等の慣性情報を計測する慣性計測センサ 2 5 と、現実の物体までの距離を測定する深度センサ 2 6 と、周囲の明るさを検知する照度センサ 2 7 と、外部との通信に用いられる無線通信部 2 8 と、が接続されている。

左目用の表示部 3 L には、左目用の画像が表示され、右目用の表示部 3 R には、右目用の画像が表示される。左目用の画像と右目用の画像には視差が再現されている。このため

10

20

30

40

50

、端末 1 を装着したユーザは、仮想物体 1 1 を立体視できる。

#### 【 0 0 1 4 】

カメラ 2 4 L はユーザの左目側に配置され、カメラ 2 4 R はユーザの右目側に配置される。カメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって、端末 1 の周囲がステレオ撮影される。カメラ 2 4 L 及び 2 4 R で撮像された画像は、現実の物体の認識や現実の物体の表面までの距離の測定に用いられる。なお、現実の物体までの距離の測定に用いるカメラと、現実の物体の認識に用いられるカメラは、それぞれ別に用意されてもよい。

慣性計測センサ 2 5 は、頭の位置や向き of 計測に用いられ、視線の追跡などに使用される。

深度センサ 2 6 は、赤外線や超音波を使用して現実空間に存在する物体までの距離を計測する。

10

#### 【 0 0 1 5 】

<メガネ型の端末 1 の機能構成>

図 3 は、メガネ型の端末 1 の機能構成の一例を示す図である。

図 3 に示す機能構成は、CPU 2 1 によるプログラムの実行を通じて実現される。

図 3 に示す機能構成は、プログラムの実行を通じて実現される各種の機能のうち、現実の光源（すなわち実光源）と現実の物体との間に仮想の物体が配置される複合現実空間をユーザに知覚させる機能について表している。

#### 【 0 0 1 6 】

図 3 の場合、CPU 2 1 は、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって撮像される画像から現実空間の情報を取得する現実空間情報取得部 3 1 と、現実空間に存在する 1 つ又は複数の光源に関する情報を推定する光源情報推定部 3 2 と、推定された光源からの光が仮想物体 1 1（図 1 参照）やその背後に位置する現実物体 1 2（図 1 参照）に与える効果を推定する光源光効果推定部 3 3 と、推定された光源光の効果に対応するフィルタ（画像を含む）を生成する光源光効果生成部 3 4 と、仮想物体 1 1 を描画するとともに生成された効果を表示部 3 L 及び 3 R（図 2 参照）に描画する仮想物体描画部 4 と、を有している。

20

#### 【 0 0 1 7 】

現実空間情報取得部 3 1 は、撮像された画像から現実空間に関する様々な情報を取得し、現実空間情報 4 1 として RAM 2 3 に保存する。

現実空間情報 4 1 として保存される情報の種類は、メガネ型の端末 1 を使用する場面や用途によって異なる。

30

ただし、情報の種類が増えることで、複合現実空間における体験を、現実空間の体験に近づけることができる。

本実施の形態の場合、現実空間情報 4 1 には、実時間で追加される現実物体 1 2 に関する情報に加え、事前に与えられた又は事前に取得された現実物体 1 2 に関する情報も含まれる。

#### 【 0 0 1 8 】

現実物体 1 2 に関する情報は、撮像された画像から推定（計算）される場合もあれば、現実物体 1 2 毎に既知の情報として RAM 2 3 の不揮発性領域に保存されている場合もある。

40

撮像された画像から推定される情報には、色情報のように撮像された画像から直接的に取得可能な情報もあれば、後述する手法などを用いて推定される情報もある。

本実施の形態の場合、RAM 2 3 の不揮発性領域には、現実物体 1 2 の透過性を有する部分の全てに適用される情報（透過情報を計算するための式や透過情報の代表値を含む）や反射性を有する部分の全てに適用される情報（反射情報を計算するための式や反射情報の代表値）も記憶される。

なお、RAM 2 3 の不揮発性領域には、透過性を有する部分別の情報と反射性を有する部分別の情報が記憶されていてもよい。

本実施の形態における現実空間情報取得部 3 1 は、RAM 2 3 から、画像認識によって特定された個々の現実物体 1 2 に関する情報を取得する。

50

## 【 0 0 1 9 】

また、RAM 2 3 に記憶される情報には、ある現実物体 1 2 が他の現実物体 1 2 を透過して視認される場合やある現実物体 1 2 の反射像が他の現実物体 1 2 の表面で視認される場合の見え方を再現する複数種類のフィルタの情報が含まれてもよい。個々のフィルタは、透過率、屈折率、偏光度、反射率などの項目のうちの 1 つの項目、又は、複数の項目の組み合わせで与えられる。

本実施の形態における現実空間情報取得部 3 1 には、現実物体 1 2 の透過性を有する部分を撮像した画像と同様の見え方を実現するフィルタを取得する機能や現実物体 1 2 の反射性を有する部分を撮像した画像と同様の見え方を実現するフィルタを取得する機能が設けられていてもよい。ここでのフィルタは、透過情報や反射情報の一例である。

なお、反射性を有する部分とは、物体の表面に他の物体の像が映り込むような反射性、言い換えると、正反射が起こる鏡面的な反射性を有する部分をいうものとする。

## 【 0 0 2 0 】

現実物体 1 2 に関する情報には、例えば個別の物体（人を含む）の情報、ユーザが位置する現実空間の情報、ユーザの位置から画像内の各位置までの距離の情報、光源に関する情報（光源情報）、撮像に関する情報などが含まれる。

ここで、個別の物体の情報には、例えば形状、色調、材質、透過情報、反射情報、現実空間内での位置を特定する情報が含まれる。物体の認識には、既存の技術を使用する。例えばエッジや色領域を特徴量として検出する手法が用いられる。物体の認識には、人工知能を用いてもよい。

撮像に関する情報には、現実の空間内におけるカメラ 2 4 L 及び 2 4 R の位置の情報、現実の空間内におけるカメラ 2 4 L 及び 2 4 R の移動の方向、現実の空間内におけるカメラ 2 4 L 及び 2 4 R が撮像する向きの情報等が含まれる。なお、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって撮像された画像には、撮像の日時に関する情報なども付属する。

## 【 0 0 2 1 】

透過性に関する各種の情報を与える透過情報には、例えば透過性を有する部分と有しない部分の情報、透過性を有する部分の透過率の情報、透過性を有する部分の屈折率、透過性を有する部分の色調、透過性を有する部分の偏光度、透過性を有する部分の模様が含まれる。

因みに、透過性を有しない部分の透過率は 0（ゼロ）である。

透過率等の情報は、画像の処理を通じて推定される場合もあれば、事前に与えられる場合もある。透過性を推定する手法には、複数の時点で撮像された複数の画像の比較による方法、人工知能によって特定された物体に対応する透過情報をデータベースから取得する方法等がある。データベースは、例えばクラウドネットワーク上の不図示のサーバに記憶されていてもよい。なお、特定された物体に対応する透過情報がデータベースに存在しない場合、人工知能は、特定された物体に対応する透過情報を、データベースに存在する類似する物品の情報に基づいて推定してもよい。

透過情報に含まれる個々の要素の組み合わせにより、物体の質感が変化する。

## 【 0 0 2 2 】

反射性に関する情報には、例えば反射性を有する部分と有しない部分の情報、反射性を有する部分の色調、模様、形状が含まれる。

反射には、一般に、正反射と拡散反射が存在する。正反射とは、拡散がない反射であり、入射光が一定の方向に反射するものである。拡散反射とは、肉眼で見えるような正反射がない反射であり、入射光が様々な方向に反射するものである。

例えば鏡の場合、極めて平滑な鏡面の全ての位置で正反射が起こることで、元の物体の像を正確に見ることができる。一方、例えば紙や布のような表面がざらざらした物体では拡散反射が起こり、入射した光が表面の微細な凹凸により様々な方向に反射するため、像が崩れてしまい、元の物体の形がわからない状態になる。

## 【 0 0 2 3 】

反射率等の情報は、画像の処理を通じて推定される場合もあれば、事前に与えられる場

10

20

30

40

50

合もある。反射性を推定する手法には、現実物体 1 2 の表面に現れる模様と他の現実物体 1 2 との関連性の発見による方法、人工知能によって特定された物体に対応する反射情報をデータベースから取得する方法等がある。データベースは、例えばクラウドネットワーク上の不図示のサーバに記憶されていてもよい。特定された物体に対応する反射情報がデータベースに存在しない場合、人工知能は、特定された物体に対応する反射情報を、データベースに存在する類似する物品の情報に基づいて推定してもよい。

反射情報に含まれる個々の要素の組み合わせにより、物体の質感が変化する。

#### 【 0 0 2 4 】

光源に関する情報には、例えばカメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって撮像中の画像から推定された現実空間内に存在する光源の数、現実空間内における位置、種類、光の色、光源の光度（カンデラ）又は光束（ルーメン）の他、以前に推定された又は予め与えられた情報が含まれる。

10

光源は、太陽、月、生物等の自然物と、照明器具、表示装置、投影機等の人工物（人工光源）とに分類が可能である。

なお、現実空間情報 4 1 は、例えばクラウドネットワーク上の不図示のサーバに記憶されていてもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

本実施の形態における現実空間情報取得部 3 1 には、現実空間を模した 3 次元モデルを生成又は更新する機能（すなわち、現実空間を仮想化する機能）も設けられている。

現実空間情報取得部 3 1 は、現実空間から取得された複数の情報を仮想空間上で統合的に統合し、3 次元モデルを生成又は更新する。ここでの 3 次元モデルは、現実空間仮想化情報 4 2 として R A M 2 3 に記憶される。現実空間仮想化情報 4 2 には、光源情報推定部 3 2 で推定された光源の情報も含まれる。

20

現実空間を仮想化した空間に仮想物体 1 1 を配置したものが複合現実空間である。

#### 【 0 0 2 6 】

本実施の形態における光源情報推定部 3 2 は、現実の物体を撮像した画像から現実空間に存在する光源に関する情報を推定する。ここでの光源情報推定部 3 2 は、光源の情報を取得する取得手段の一例である。

例えばカメラ 2 4 L 及び 2 4 R で撮像された画像に光源が被写体として含まれる場合、光源情報推定部 3 2 は、撮像された画像から光源を抽出し、抽出された光源の位置、種類、光の色、光源の光度（カンデラ）又は光束（ルーメン）などの情報を取得する。取得された情報は、前述したように現実空間情報 4 1 の一部として記録される。

30

#### 【 0 0 2 7 】

例えば撮像された光源が壁などに固定的に取り付けられている照明器具等であれば、画像から取得された位置の情報は何度でも使用できる。

ただし、照明器具は点灯している場合だけでなく、消灯している場合もある。また、光の色を調整できる場合もあれば、明るさを調整できる場合もある。

また、卓上スタンド、懐中電灯その他のように、位置の移動が可能な照明器具もある。また、太陽や月等の自然物は、時間の経過に伴って移動する。

#### 【 0 0 2 8 】

40

このため、光源情報推定部 3 2 は、撮像中の画像に基づいて、光源の位置、種類、光の色、光源の光度（カンデラ）又は光束（ルーメン）などの状態を推定する。

ここで、光源の種類には、例えば点光源、線光源、スポット光源、平行光源、面光源等が含まれる。

光が全方向に広がる点光源には、例えば白熱電球がある。発光部が線形状の線光源には、例えば蛍光灯がある。1 点から指定の向きに円錐状の光が出力されるスポット光源には、例えば L E D ( Light Emitting Diode ) ライトがある。平行光を一方向に出力する平行光源には、例えば高い指向性を有する照明器具や太陽がある。発光部が面形状の面光源には、例えば液晶ディスプレイや投影機（プロジェクタ）がある。

#### 【 0 0 2 9 】

50



以下では、図 4 及び図 5 を使用して、光源情報推定部 3 2 による光源情報の推定手法を説明する。

図 4 は、現実の物体を撮像した画像から現実空間に存在する光源（以下「実光源」ともいう）の情報を推定する手法の一例を説明するフローチャートである。

図 4 に示す処理動作は、CPU 2 1（図 2 参照）によるプログラムの実行を通じて実現される。なお、図中では、ステップを記号の S で表している。

図 5 は、実光源の数と位置を推定する手法を説明する図である。（A）は暗部 6 0、6 1、6 2 を伴う現実物体 1 2 の画像を示し、（B）は暗部を強調した画像から抽出される輪郭の情報を示し、（C）は実光源の数の推定の過程を示し、（D）は光源位置を特定する過程を示す。

#### 【0030】

まず、CPU 2 1 は、図 4 に示すように、現実空間情報 4 1（図 3 参照）を取得する（ステップ 0）。具体的には、現実空間に存在する現実物体 1 2 の形状に関する情報が取得される。

次に、CPU 2 1 は、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって撮像されている画像の中から現実物体 1 2 の周囲に暗部が出現する部分を取得する（ステップ 1）。この際、CPU 2 1 は、現実物体 1 2 の 3 次元的な形状も取得する。

図 5（A）に示す画像 5 0 には、現実物体 1 2（ここでは筆記具）の周囲に、現実物体 1 2 の形状に類似する棒状の暗部 6 0、6 1、6 2 が現れている。

#### 【0031】

次に、CPU 2 1 は、暗部の形状を抽出する（ステップ 2）。ここで、CPU 2 1 は、画像 5 0 内の暗部を強調し、強調後の暗部に現れる輪郭を抽出する。

図 5（B）に示す画像 5 1 は、画像 5 0 の暗部を強調した後の画像である。経験的に知られているように、光の回り込みの影響で、現実物体 1 2 の周囲には濃い影とその周囲の薄い影が生じる。図 5（B）では、濃度が濃い暗部の輪郭 7 1 と濃度が薄い暗部の輪郭 7 2 を抽出する。

#### 【0032】

続いて、CPU 2 1 は、現実物体 1 2 の輪郭 1 2 1 と暗部の輪郭 7 1、7 2 から実光源の数を推定する（ステップ 3）。

図 5（C）に示す画像 5 2 は、現実物体 1 2 の輪郭 1 2 1 と、その影である暗部の輪郭 7 1、7 2 の位置関係を表している。

CPU 2 1 は、現実物体 1 2 の輪郭 1 2 A と類似する形状を有する輪郭 7 1、7 2 の組を抽出し、抽出された数を実光源の数として推定する。図 5（C）の場合は、輪郭 1 2 A と類似する輪郭 7 1 と輪郭 7 1 を取り囲む輪郭 7 2 の組 7 0 A、7 0 B、7 0 C がある。従って、CPU 2 1 は、実光源の数を 3 つと推定する。

#### 【0033】

次に、CPU 2 1 は、抽出された 3 つの輪郭の組 7 0 A、7 0 B、7 0 C の位置と、現実物体 1 2 の位置との関係から実光源の位置を推定する（ステップ 4）。

図 5（D）に示すように、CPU 2 1 は、輪郭の組 7 0 A と現実物体 1 2 との位置関係から光源 1 の位置を推定し、輪郭の組 7 0 B と現実物体 1 2 との位置関係から光源 2 の位置を推定し、輪郭の組 7 0 C と現実物体 1 2 との位置関係から光源 3 の位置を推定する。

推定には光線追跡法（レイトレーシング）法を使用する。

なお、本実施の形態における光源の位置の推定は、描画される仮想物体 1 1 の現実感を高める効果を加えられればよいので、厳密な位置の推定は不要である。

勿論、推定される位置の精度が高いほど、仮想物体 1 1 とその周囲に存在する現実物体 1 2 の見え方を、仮想物体 1 1 が実在する場合に近づけることができる。

#### 【0034】

次に、CPU 2 1 は、推定された実光源の位置と、棒状の暗部 6 0、6 1、6 2 を形成する現実物体 1 2 の位置と、棒状の暗部 6 0、6 1、6 2 が形成された現実物体 1 2 の位置と、撮像された棒状の暗部 6 0、6 1、6 2 の濃度から実光源の明るさに関する情報を

10

20

30

40

50

推定する（ステップ5）。実光源の明るさに関する情報には、例えば光度（カンデラ）、光束（ルーメン）がある。ステップ5では、単に明るさと表記している。

【0035】

なお、CPU21は、図5（A）に示す画像50から光源光の色を推定する（ステップ6）。例えばCPU21は、画像50に含まれる現実物体12（筆記具の背後に位置する現実物体12も含む）の像の色調と本来の色調との違いから光源光の色を推定する。例えば白色であるはずの壁が暖色系の色味を帯びている場合、CPU21は、光源光が電球色であると推定する。

また、CPU21は、濃度が濃い暗部の輪郭71と濃度が薄い暗部の輪郭72の関係から実光源の種類を推定する（ステップ7）。例えば輪郭71と輪郭72が一致し、輪郭71と輪郭72の幅が広がりを持たない場合、CPU21は、平行光源であると推定する。

10

【0036】

また例えば実光源の位置と現実物体12との距離にしては輪郭71の広がりが大きく、輪郭71と輪郭72の幅も広い場合、CPU21は、点光源であると推定する。

なお、実光源の位置と現実物体12との距離にしては輪郭71の広がりが狭く、輪郭71と輪郭72の幅も狭い場合、CPU21は、スポット光源であると推定する。

光源情報推定部32によって推定された実光源の情報は、光源情報として現実空間情報41に保存される。

【0037】

図3の説明に戻る。

20

光源光効果推定部33は、推定された実光源が仮想物体11に与える効果と、仮想物体11の背後に位置する現実物体12に与える効果を推定する。ここでの光源光効果推定部33は、実光源からの光が仮想物体11に与える効果を推定する推定手段の一例である。

光源光効果推定部33は、各実光源が仮想物体11に与える効果と、仮想物体11の背後に位置する現実物体12に与える効果を推定する。

ここで、光源光効果推定部33は、端末1（図1参照）を装着しているユーザの眼球5の位置を基準として、仮想物体11や実光源に対して仮想物体11の背後に位置する現実物体12に対する効果を推定する。

なお、ユーザの眼球5の位置は、実測されるのではなく、端末1との関係で与えられる。

【0038】

30

仮想物体11に与える効果には、例えば以下の効果がある。

（1）実光源と対向する面のうち光源光で照射されている部分（明部）の輝度を高める効果

例えば特定の実光源の位置、仮想物体の形状と位置に基づいて輝度が計算される。ここでの計算は、仮想化された空間内に、計算の対象としている実光源のみが存在するとの仮定の下で実行される。他の効果の説明についても同様である。

なお、光源情報と、仮想物体11の形状と、実光源と仮想物体11との距離との関係に基づいて仮想物体11の表面に明るさの濃淡（分布）を表現してもよい。また、仮想物体11の透過性や反射性を表現してもよい。この効果によって、仮想物体11が実在するかのように仮想物体11の見え方を表現することができる。その結果、仮想の物体が現実空間に存在する光源からの光で実際に照らされているのに近い体験を可能にできる。後述する他の効果についても同様である。

40

【0039】

（2）実光源と対向する面に光源光を遮る他の現実物体12の影が形成される効果

例えば推定された実光源の位置、他の現実物体12の形状と位置、仮想物体11の形状と位置の関係から影の形状や描画される位置が計算される。

（3）実光源と対向する面に光源光を遮る他の現実物体12の反射像（他の現実物体12のうち仮想物体11と対面する側の面の像）や透過像が形成される効果

例えば仮想物体11の反射特性、他の現実物体12の透過特性等に基づいて反射像や透過像が計算される。

（4）実光源と対向しない面に陰（暗部）が形成される効果

50

例えば推定された光源の位置、仮想物体 1 1 の形状と位置から陰（暗部）になる部位が計算される。

( 5 ) 実光源が投影機である場合に、投影機が投影する画像（投影像）が形成される効果  
 なお、現実空間に存在する投影機が投影している画像の内容は、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R（図 2 参照）を通じて撮像され、投影機の位置と仮想物体 1 1 との位置との関係から仮想物体 1 1 に投影される。

【 0 0 4 0 】

実光源を基準として仮想物体 1 1 の周囲に位置する現実物体 1 2 に与える効果には、例えば以下の効果がある。周囲には、実光源を基準として仮想物体 1 1 の背後だけでなく、仮想物体 1 1 の前方（すなわち、実光源との間）も含まれる。

( 1 ) 仮想物体 1 1 が透過性を有しない場合に、仮想物体 1 1 の影が形成される効果

この効果は、実光源を基準として仮想物体 1 1 の背後に現れる。なお、影は、現実物体 1 2 だけでなく、他の仮想物体 1 1 にも形成される。この効果によって、光路上に仮想物体 1 1 が実在するかのように現実物体 1 2 又は他の仮想の物体 1 1 の見え方を表現できる。その結果、現実空間に存在する光源の光路上に仮想物体 1 1 が実在するのに近い体験を可能にできる。後述する他の効果についても同様である。

( 2 ) 仮想物体 1 1 が透過性を有する場合に、仮想物体 1 1 の透過像が形成される効果

この効果も、実光源を基準として仮想物体 1 1 の背後に現れる。なお、透過像には、仮想物体 1 1 の透過率、屈折率、色調、模様等が反映される。また、透過像には、光源の種類や色等の情報が考慮される。透過像は、現実物体 1 2 だけでなく、他の仮想物体 1 1 にも形成される。

( 3 ) 仮想物体 1 1 が透過性を有し、実光源が投影機である場合に、投影機が投影する画像（投影像）の透過像が形成される効果

この効果も、実光源を基準として仮想物体 1 1 の背後に現れる。投影機が投影する画像（透過像）は、現実物体 1 2 だけでなく、他の仮想物体 1 1 にも形成される。

( 4 ) 仮想物体 1 1 が反射性を有する場合に、仮想物体 1 1 には周囲に存在する他の物体（仮想物体 1 1 か現実物体 1 2 かを問わない）を反射光で照らす効果

この効果は、実光源によって照明されている仮想物体 1 1 の面と対向している物体に現れる。反射光には、仮想物体 1 1 の反射率、屈折率、色調、模様等が反映される。なお、実光源が投影機である場合には、反射像には、投影機が投影する画像（投影像）も影響する。

( 5 ) 仮想物体 1 1 が鏡面である場合には、仮想物体 1 1 の表面に、仮想物体 1 1 の周囲に存在する他の物体（仮想物体 1 1 か現実物体 1 2 かを問わない）の反射像が形成される効果

この効果は、仮想物体 1 1 の鏡面部分に現れる。他の物体の反射像には、仮想物体 1 1 の反射率、屈折率、色調、模様等が反映される。なお、実光源が投影機である場合には、反射像には、投影機が投影する画像（投影像）も影響する。

【 0 0 4 1 】

光源光効果生成部 3 4 は、光源光効果推定部 3 3 で推定された効果に対応するフィルタ（画像）を生成し、RAM 2 3 に光源光効果情報 4 4 として保存する。

なお、RAM 2 3 には、仮想物体 1 1 が配置される位置（3次元モデル内での位置）、形状、色調、材質などの情報が、仮想物体情報 4 3 として記憶されている。仮想物体情報 4 3 には、透過率、反射率、屈折率その他の光学特性の情報が含まれる。

仮想物体描画部 4 は、現実空間仮想化情報 4 2、仮想物体情報 4 3、光源光効果情報 4 4 を用い、表示部 3 L（図 2 参照）用の仮想物体 1 1 の画像と表示部 3 R（図 2 参照）用の仮想物体 1 1 の画像を描画する。

本実施の形態における仮想物体描画部 4 は、描画手段の一例である。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態における仮想物体描画部 4 は、仮想物体 1 1 だけでなく、仮想物体 1 1 に対する光源光の効果や仮想物体 1 1 の背後に位置する現実物体 1 2 に対する光源光の効果

10

20

30

40

50

も描画の対象に含める。

光源光の効果に対応するフィルタを作用させた後の仮想物体 1 1 の描画により、仮想物体情報 4 3 には変更を加えずに済み、演算量も少なく済む。演算量が少なく済むので、現実物体 1 2 の背後に隠れる領域の変化が早い場合でも、現実物体 1 2 の透過情報を仮想物体 1 1 の描画に実時間で反映させることができる。

このように、仮想物体描画部 4 は、実光源からの光の効果仮想物体 1 1 と一緒に描画するので、従前の技術に比して、複合現実の現実感を高めることができる。

また、仮想物体描画部 4 は、実光源からの光の光路上に位置する仮想物体 1 1 がその背後に位置する現実物体 1 2 に与える効果を現実物体 1 2 の位置に描画するので、従前の技術に比して、複合現実の現実感を高めることができる。

10

#### 【 0 0 4 3 】

<メガネ型の端末 1 で実行される処理動作>

図 6 は、メガネ型の端末 1 で仮想物体 1 1 を描画する場合に実行される処理動作の一例を説明するフローチャートである。

図 6 に示す処理動作は、CPU 2 1 によるプログラムの実行を通じて実現される。なお、図中では、ステップを記号の S で表している。

#### 【 0 0 4 4 】

まず、CPU 2 1 は、現実空間の情報を取得する（ステップ 1 1）。この処理により、CPU 2 1 は、端末 1 を装着しているユーザが導光板 2 を透して視認している現実物体 1 2 を認識する。

20

次に、CPU 2 1 は、例えばカメラ 2 4 L 及び 2 4 R で撮像中の現実空間に関する光源情報を取得する（ステップ 1 2）。例えば既知の実光源については、現在の光の色や明るさが取得される。また、未知の実光源については、前述した光源情報推定部 3 2（図 3 参照）により光源情報が推定される。

#### 【 0 0 4 5 】

続いて、CPU 2 1 は、描画の対象である 1 つ又は複数の仮想物体 1 1 のうちで未選択の 1 つを選択する（ステップ 1 3）。

CPU 2 1 は、選択された仮想物体 1 1 を処理の対象として、現実空間に存在する実光源の光が仮想物体 1 1 の描画によって生じる効果を推定する（ステップ 1 4）。この処理は、光源光効果推定部 3 3 としての CPU 2 1 が実行する。

30

ここで、CPU 2 1 は、端末 1 を装着しているユーザの眼球 5（図 1 参照）の位置を基準として、処理対象とする仮想物体 1 1 のうちユーザから見える面、仮想物体 1 1 に影響を与える現実物体 1 2、仮想物体 1 1 が影響する現実物体 1 2 を推定し、各効果を推定する。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、CPU 2 1 は、推定された効果を表示するフィルタを生成する（ステップ 1 5）。この処理は、光源光効果生成部 3 4 としての CPU 2 1 が実行する。

なお、仮想物体 1 1 の背後に位置する現実物体 1 2 が複数ある場合、CPU 2 1 は、個々の現実物体 1 2 に対する効果を表示するフィルタを生成する。

次に、CPU 2 1 は、全ての仮想物体 1 1 が選択済みであるか否かを判定する（ステップ 1 6）。

40

ステップ 1 6 で否定結果が得られた場合、CPU 2 1 は、ステップ 1 3 に戻る。ステップ 1 3 では未選択の仮想物体 1 1 の中から 1 つが処理の対象として選択される。

一方、ステップ 1 6 で肯定結果が得られた場合、CPU 2 1 は、全ての仮想物体 1 1 と対応する全ての効果を描画する（ステップ 1 7）。

#### 【 0 0 4 7 】

<描画例>

以下では、具体例を用いて、本実施の形態における仮想物体 1 1 の描画例について説明する。

<例 1 >

50

図7は、実光源13と現実物体12の間に仮想物体11Aを描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの一例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

図7では、従前の技術による描画例を比較例と記している。

図7の場合、円筒形状の仮想物体11Aは、透過性を有していないもの(すなわち透過性なし)とする。

図7において、端末1を装着するユーザの眼球5(図1参照)は、紙面から手前方向に伸びる法線上に位置している。

#### 【0048】

従前の技術では、仮想物体情報43(図3参照)の通りに仮想物体11Aが描画される。すなわち、実光源13からの光の存在は考慮されない。また、実光源13の光で照らされている現実物体12の表面は明るいままであり、仮想物体11Aの影は描画されていない。一方で、本実施の形態の場合、仮想物体11Aのうち実光源13の光で照らされる部位11A1は明るく描画され、実光源13の光で照らされない部位11A2は暗く描画される。すなわち、仮想物体11Aの表面に明部(ハイライト)と暗部(陰)が表現される。

10

#### 【0049】

なお、図7の場合、仮想物体11Aは円筒形状であるので、実光源13から光源光で照らされる表面までの距離が部位によって異なる。このため、実際には、実光源13からの距離が最も短い部位の輝度が最も高くなり、距離が長くなるほど輝度が低下するように描画される。

20

図7では、仮想物体11Aが円筒形状であるが、仮想物体11Aが平板状の場合にも平面内の位置に応じて輝度差が発生する。点光源である実光源13から出力された光は四方に広がるように進むため、平板状の仮想物体11Aの位置に応じて光路長の違いが生じるためである。このため、輝度値が高い領域を中心として同心円状に輝度が低下する効果を描画することで現実感を高めることができる。

#### 【0050】

なお、仮想物体11Aの描画では、実光源13の光源光の色の影響も再現してもよい。

また、図7では描画していないが、仮想物体11Aと実光源13との間に存在する不図示の現実物体12の影を仮想物体11Aの表面に描画してもよい。

30

また、図7では描画していないが、仮想物体11Aの表面が鏡面である場合、実光源13との間に存在する不図示の仮想物体11や現実物体12の反射像を仮想物体11Aの表面に描画してもよい。

因みに、反射像の描画に際しては、仮想物体11Aの表面における反射光の影響を付加することが望ましい。仮想物体11Aと対面する不図示の現実物体12の背面は、実光源13とは反対側の面であるので実光源13からの光源光による陰が生じる部位(11A2参照)であるが、仮想物体11Aの表面を含む周辺から反射光により陰が少し薄くなる。従って、(B)における部位11A1も厳密には周囲からの反射光(又は環境光)の影響により陰の濃度が薄くなる。

更に、実光源13との間に存在する不図示の仮想物体11や現実物体12による影や透過像を描画してもよい。

40

このように、仮想物体11Aの表面を照らす実光源13の光による効果を描画することにより、仮想物体11Aが実光源13からの光で実際に照らされているのに近い体験が可能になる。

#### 【0051】

また、(B)に示す現実物体12には、仮想物体11Aの影12Aを描画している。影12Aを描画する位置や形状、影12Aの濃さは、仮想物体11Aと現実物体12との距離によっても異なる。

また、影12Aを描画する位置の現実物体12の図柄や構造を画像から抽出して影12Aを生成することにより、影12Aを描画する部分が周囲(影12Aが存在しない部分)

50

に対して違和感を与えないようにできる。

このように、仮想物体 1 1 A が実光源 1 3 の光を妨げることで生じる効果を現実物体 1 2 の位置に描画することにより、実光源 1 3 の光路上に仮想物体 1 1 A が実在するのに近い体験が可能になる。

なお、図 7 の場合には実光源 1 3 が 1 つの場合を表しているが、複数の実光源 1 3 が存在する場合にも、個々の実光源 1 3 に対応する効果を描画することにより、現実感を高めることができる。

#### 【 0 0 5 2 】

< 例 2 >

図 8 は、実光源 1 3 と現実物体 1 2 の間に仮想物体 1 1 B を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの他の例を説明する図である。( A ) は従前の技術による描画例であり、( B ) は本実施の形態による描画例である。

図 8 でも、従前の技術による描画例を比較例と記している。

図 8 の場合、平板形状の仮想物体 1 1 B は、透過性を有するもの(すなわち透過性あり)とする。

図 8 の場合も、端末 1 を装着するユーザの眼球 5 (図 1 参照)は、紙面から手前方向に延びる法線上に位置している。

図 8 の場合も、従前の技術では、例 1 (図 7 参照)の場合と同じく、仮想物体情報 4 3 (図 3 参照)の通りに仮想物体 1 1 B が描画される。なお、本例の仮想物体 1 1 B には全面に網目状の模様が形成されている。

#### 【 0 0 5 3 】

一方で、本実施の形態の場合、仮想物体 1 1 B のうち実光源 1 3 の光で照らされる部位は明るく描画され、実光源 1 3 の光で照らされない部位は暗く描画される。ただし、図 8 における仮想物体 1 1 B は平板形状であるので、陰の部分は表示していない。

例 1 との違いは、実光源 1 3 に対して仮想物体 1 1 B の背後に位置する現実物体 1 2 の表面に仮想物体 1 1 B の透過像 1 2 B が描画されている点である。

本例の場合、仮想物体 1 1 B には網目状の模様が形成されているので、透過像 1 2 B にも網目状の模様が表現されている。なお、図 8 では実光源 1 3 からの光が広がる性質を有するため、現実物体 1 2 の表面には仮想物体 1 1 B の模様を拡大した透過像 1 2 B が描画されている。

#### 【 0 0 5 4 】

図 8 の場合、透過像 1 2 B は、仮想物体 1 1 B の投影像に相当する。実光源 1 3 からの光は、仮想物体 1 1 B の透過率だけ減衰されて現実物体 1 2 に達するため、透過像 1 2 B の輝度は、実光源 1 3 からの光が直接照らす部分(仮想物体 1 1 B の周囲を通った光が照らす部分)に比して低くなる。透過率は、仮想物体情報 4 3 として記憶されている光学特性の一例である。

#### 【 0 0 5 5 】

また、透過像 1 2 B には、仮想物体 1 1 B の透過部分の色が再現される。勿論、透過像 1 2 B が投影される部分の現実物体 1 2 の表面の図柄や構造は、透過像 1 2 B に反映されることが望ましい。

なお、仮想物体 1 1 B に光を透過する部分と光を透過しない部分が混在する場合には、例 1 (図 7 参照)による影 1 2 A と本例による透過像 1 2 B の混在した画像が、現実物体 1 2 の表面に描画される。

このように、仮想物体 1 1 B が実光源 1 3 の光を妨げることで生じる効果を現実物体 1 2 の位置に描画することにより、実光源 1 3 の光路上に仮想物体 1 1 B が実在するのに近い体験が可能になる。

#### 【 0 0 5 6 】

< 例 3 >

図 9 は、実空間にある光源が実投影機 1 3 A であり、実投影機 1 3 A と現実物体 1 2 の間に仮想物体 1 1 C を描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違

10

20

30

40

50

いの一例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

図9でも、従前の技術による描画例を比較例と記している。

図9における仮想物体11Cも平板形状とする。ただし、仮想物体11Cは、透過性を有しないもの(すなわち透過性なし)とする。

図9の場合も、端末1を装着するユーザの眼球5(図1参照)は、紙面から手前方向に伸びる法線上に位置している。

#### 【0057】

従前の技術では、実投影機13Aから投影された画像(ここでは帯状の物体の画像)の全体が現実物体12の表面に投影されたままであり、投影光を遮る位置に存在する仮想物体11Cの影は描画されていない。

10

また、従前の技術では、実投影機13Aから投影された画像を遮る位置の仮想物体11Cの表面に、実投影機13Aが投影する画像が描画されていない。

これでは、描画された仮想物体11Cの存在が違和感を与えてしまう。

#### 【0058】

一方で、本実施の形態の場合、仮想物体11Cのうち実投影機13Aの光で照らされる部位は明るく描画され、実投影機13Aの光で照らされない部位は暗く描画される。

しかも、実投影機13Aから投影された画像の一部(帯状の物体の画像のうち仮想物体11Cと重なる部分)が、仮想物体11Cの表面に描画されることになる。

なお、図9では実投影機13Aからの光が広がる性質を有するため、仮想物体11Cの表面に描画される画像は、現実物体12の表面に描画される画像の一部よりも縮小された形状で描画される。その際、仮想物体11Cに描画される画像にボケが生じることもあれば、ボケが無い明瞭な画像が描画されることもある。これらは、実投影機13Aと仮想物体11Cとの光学距離に応じて決まる。

20

このように、仮想物体11Cの表面を照らす実投影機13Aの光による効果を描画することにより、仮想物体11Cが実投影機13Aからの光で実際に照らされているのに近い体験が可能になる。

#### 【0059】

また、本実施の形態では、仮想物体11Cが実投影機13Aから投影される画像を遮る範囲が影12Aとして現実物体12の表面に描画される。

30

このように、仮想物体11Cが実投影機13Aの光を妨げることで生じる効果を現実物体12の位置に描画することにより、実投影機13Aの光路上に仮想物体11Cが実在するのに近い体験が可能になる。

#### 【0060】

<例4>

図10は、実空間にある光源が実投影機13Aであり、実投影機13Aと現実物体12の間に仮想物体11Cを描画する場合における従前の技術と本実施の形態による見え方の違いの他の例を説明する図である。(A)は従前の技術による描画例であり、(B)は本実施の形態による描画例である。

図10でも、従前の技術による描画例を比較例と記している。

40

図10における仮想物体11Cは、例2(図8参照)と同じである。すなわち、仮想物体11Cは、平板形状を有し、更に透過性を有している。

図10の場合も、端末1を装着するユーザの眼球5(図1参照)は、紙面から手前方向に伸びる法線上に位置している。

#### 【0061】

図10の場合も、従前の技術では、例3(図9参照)の場合と同様に、仮想物体情報43(図3参照)の通りに仮想物体11Cが描画される。

一方で、本実施の形態の場合、例3の場合と同様に、仮想物体11Cの表面には実投影機13Aから投影された画像の一部(帯状の物体の画像のうち仮想物体11Cと重なる部分)が描画される。

50

なお、本例の仮想物体 1 1 C では、例 2 ( 図 8 参照 ) の場合と同じく、全面に網目状の様子が形成されている。このため、仮想物体 1 1 C の表面には、網目状の模様と投影される画像とが混在した画像が描画されている。従って、仮想物体 1 1 C が実投影機 1 3 A からの光で実際に照らされているのに近い体験が可能になる。

#### 【 0 0 6 2 】

また、本実施の形態では、例 2 ( 図 8 参照 ) の場合と同様に、実投影機 1 3 A から投影される画像のうち仮想物体 1 1 C を透過した透過像 1 2 B が、現実物体 1 2 の表面に描画される。

図 1 0 の場合には、仮想物体 1 1 C を透過する際の光の屈折の影響により、透過像 1 2 B を構成する帯状の物体の画像と、実投影機 1 3 A から直接投影された帯状の物体の画像との間にズレが生じている。

10

また、仮想物体 1 1 C に形成されている網目状の模様も、透過像 1 2 B に表現されている。

このため、透過像 1 2 B は、仮想物体 1 1 C を透過した画像であることの実感が高くなる。

このように、仮想物体 1 1 C が実投影機 1 3 A の光を妨げることで生じる効果を現実物体 1 2 の位置に描画することにより、実投影機 1 3 A の光路上に仮想物体 1 1 C が実在するのに近い体験が可能になる。

#### 【 0 0 6 3 】

##### < 実施の形態 2 >

本実施の形態では、複合現実の体験に頭部に装着された表示装置を使用する場合について説明する。

20

図 1 1 は、複合現実の体験に、実時間で撮像される外界の画像に仮想物体を合成した画像を表示する表示装置 1 0 0 を装着したユーザが、複合現実を体感する原理を説明する図である。

#### 【 0 0 6 4 】

図 1 1 には、図 1 及び図 2 と対応する部分に対応する符号を付して示している。

表示装置 1 0 0 は、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R によって撮像された外界の画像と、仮想物体描画部 4 が描画した仮想物体 1 1 の画像とを画像合成部 1 0 1 で合成した画像を、ユーザの眼球 5 の前方に配置された表示部 3 L 及び 3 R に表示する。

30

ここでの表示装置 1 0 0 は、情報処理装置の一例であるとともに情報処理システムの一例でもある。

なお、表示装置 1 0 0 のハードウェア構成は、メガネ型の端末 1 ( 図 2 参照 ) と同様である。このため、表示装置 1 0 0 のハードウェア構成の説明は省略する。

#### 【 0 0 6 5 】

図 1 2 は、表示装置 1 0 0 の機能構成の一例を示す図である。

図 1 2 には、図 3 との対応部分に対応する符号を付して示している。

表示装置 1 0 0 の基本的な機能構成は、メガネ型の端末 1 ( 図 2 参照 ) と同様である。表示装置 1 0 0 に特有の機能構成は、画像合成部 1 0 1 である。

画像合成部 1 0 1 は、仮想物体描画部 4 が描画した画像と、カメラ 2 4 L 及び 2 4 R で撮像されている外界の画像とが整合するように 2 つの画像を合成する機能を有している。

40

例えば画像合成部 1 0 1 は、現実空間仮想化情報 4 2 として記憶されている 3 次元モデルとカメラ 2 4 L 及び 2 4 R で撮像されている外界の画像とを照合して、仮想物体 1 1 の画像を合成する領域を決定する。

このように、本実施の形態が複合現実を知覚させる方式は実施の形態 1 と異なるが、ユーザによって知覚される複合現実の現実感が従前の技術に比して高くなる点は、実施の形態 1 と同じである。

#### 【 0 0 6 6 】

##### < 他の実施形態 >

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の技術的範囲は上述の実施の形

50



態に記載の範囲に限定されない。前述した実施の形態に、種々の変更又は改良を加えたものも、本発明の技術的範囲に含まれることは、特許請求の範囲の記載から明らかである。

例えば前述の実施の形態では、左右両目用の表示部 3 L 及び 3 R を用いているが、表示部は 1 つでも構わない。例えばメガネ型の端末 1 ( 図 1 参照 ) の場合には、左右どちらか一方の前方に表示部を 1 つ配置してもよい。また例えば表示装置 1 0 0 ( 図 1 1 参照 ) の場合には、両目の前に表示部を 1 つ配置してもよい。

【 0 0 6 7 】

また、前述の実施の形態では、仮想物体描画部 4 をメガネ型の端末 1 ( 図 1 参照 ) や表示装置 1 0 0 ( 図 1 2 参照 ) の機能の 1 つとして実現しているが、外部ネットワーク ( 例えばクラウドネットワーク ) に接続されているサーバなどの情報処理装置において、仮想物体描画部 4 の機能を実行してもよい。ここでのメガネ型の端末 1 と仮想物体描画部 4 の機能を実行する外部ネットワーク上のサーバは、情報処理システムの一例である。

10

また、前述の実施の形態では、仮想物体描画部 4 の機能を汎用的な演算装置である CPU 2 1 を用いて実現しているが、実時間での画像処理に特化した演算装置である GPU ( Graphics Processing Unit ) を用いて実現してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

1 ...メガネ型の端末、 2 ...導光板、 3、 3 L、 3 R ...表示部、 4 ...仮想物体描画部、 1 1、 1 1 A、 1 1 B、 1 1 C ...仮想物体、 1 2 A ...影、 1 2 B ...透過像、 1 2 ...現実物体、 1 3 ...実光源、 1 3 A ...実投影機、 3 1 ...現実空間情報取得部、 3 2 ...光源情報推定部、 3 3 ...光源光効果推定部、 3 4 ...光源光効果生成部、 4 1 ...現実空間情報、 4 2 ...現実空間仮想化情報、 4 3 ...仮想物体情報、 4 4 ...光源光効果情報、 1 0 0 ...表示装置、 1 0 1 ...画像合成部、 B 1 ...外光、 B 2 ...表示光

20

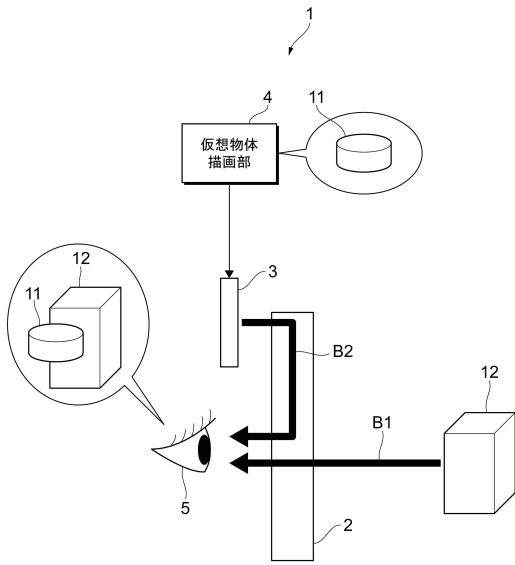
30

40

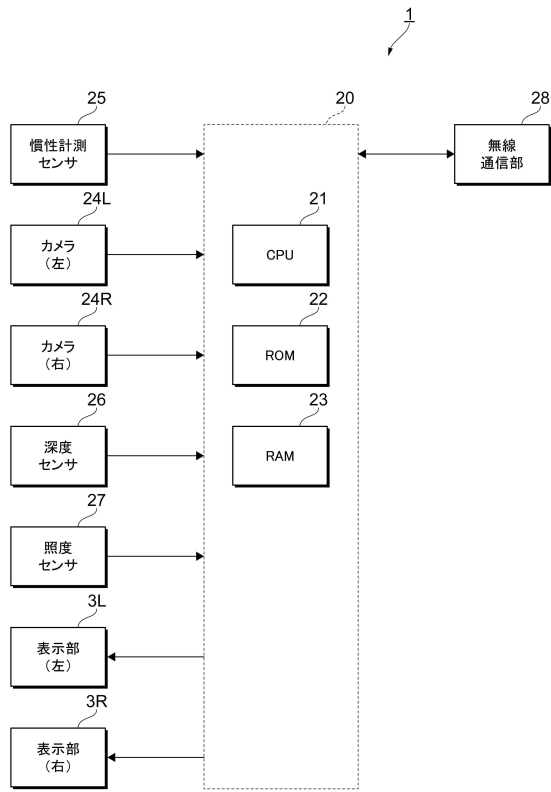
50

【図面】

【図 1】



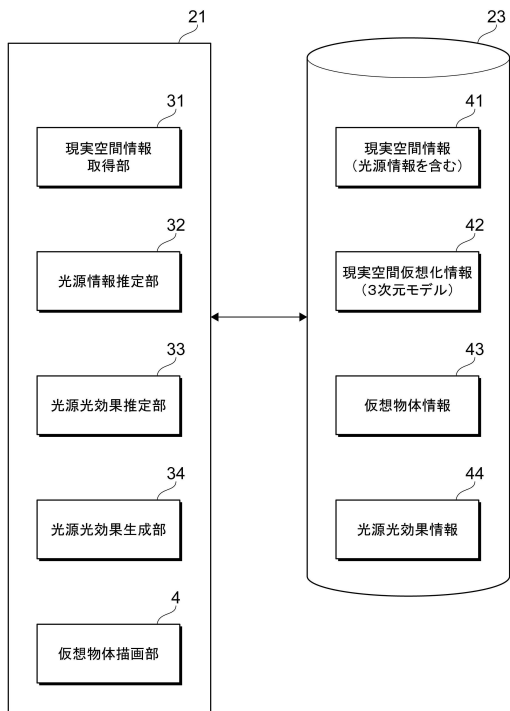
【図 2】



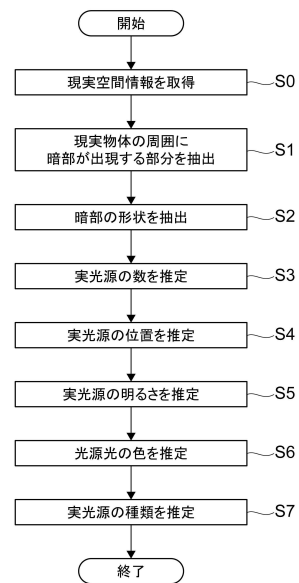
10

20

【図 3】



【図 4】

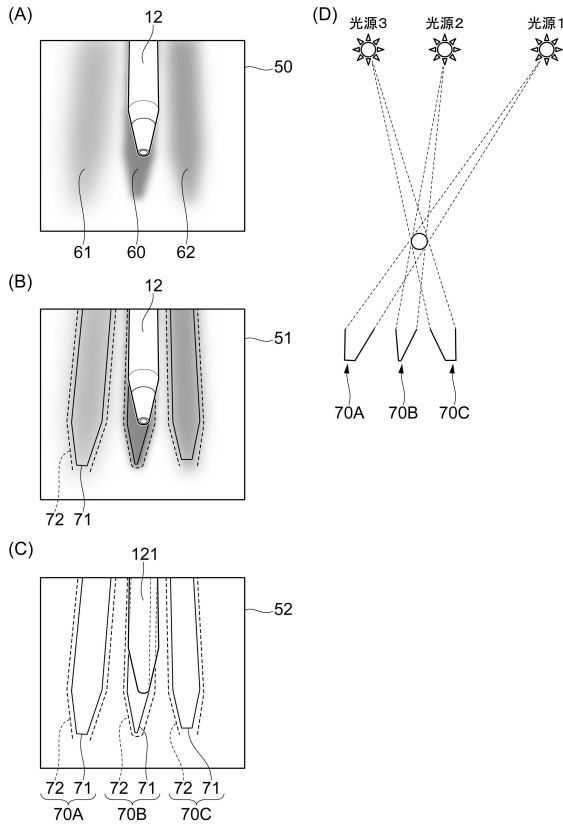


30

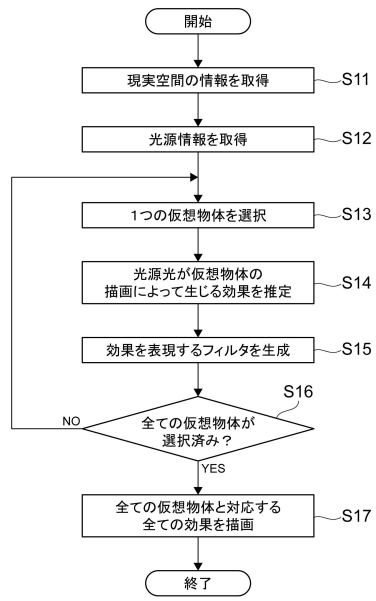
40

50

【図 5】



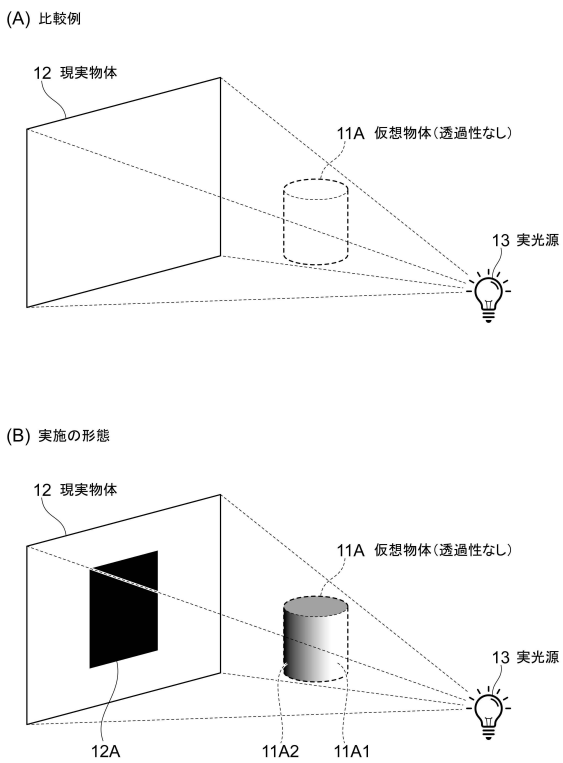
【図 6】



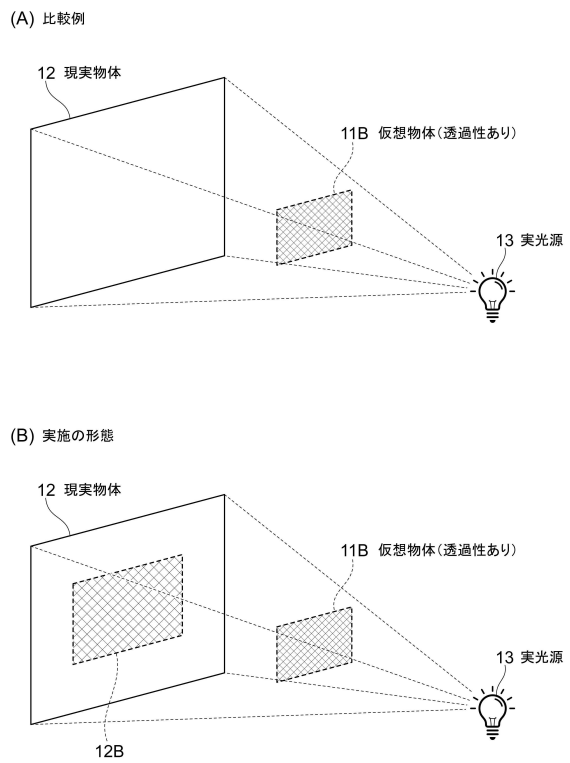
10

20

【図 7】



【図 8】



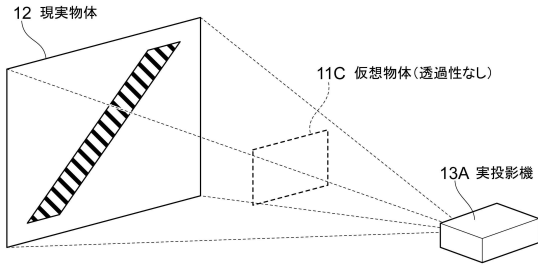
30

40

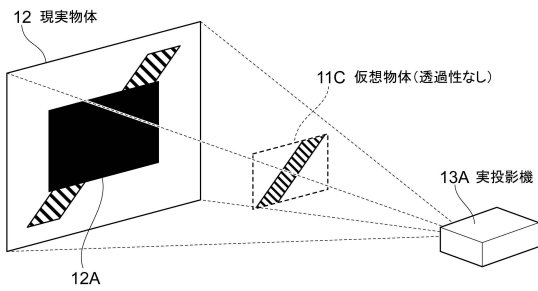
50

【図 9】

(A) 比較例

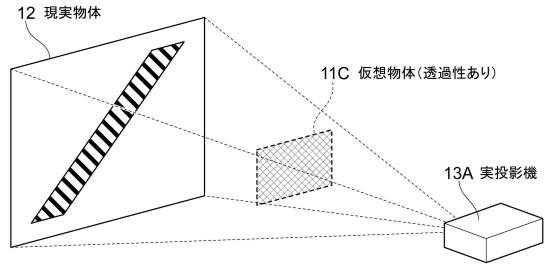


(B) 実施の形態

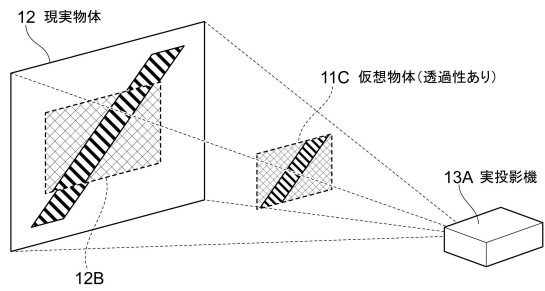


【図 10】

(A) 比較例



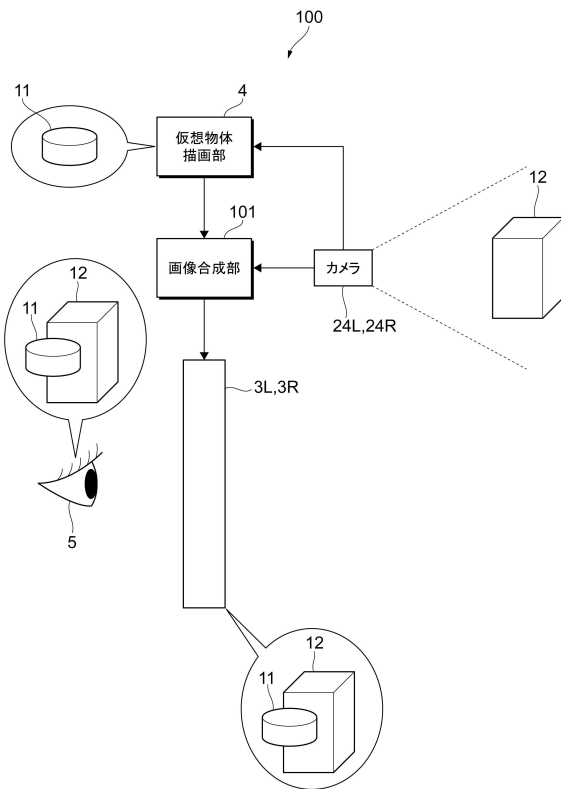
(B) 実施の形態



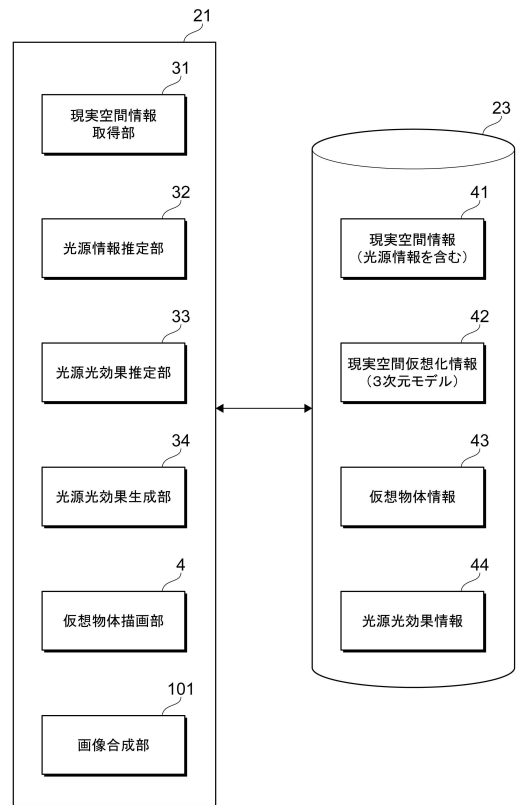
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

## フロントページの続き

- (72)発明者 鶴岡 美緒  
東京都港区海岸一丁目5番20号 東京ガスiネット株式会社内
- (72)発明者 小林 賢知  
東京都港区海岸一丁目5番20号 東京ガスiネット株式会社内
- (72)発明者 白木 俊  
東京都新宿区西新宿二丁目7番1号 小田急第一生命ビル9階 株式会社オープンストリーム内
- 審査官 片岡 利延
- (56)参考文献 特開2009-134681(JP,A)  
国際公開第2017/217296(WO,A1)  
特開2017-072999(JP,A)  
特開2016-091348(JP,A)  
特開2011-060195(JP,A)  
特開2009-163610(JP,A)  
米国特許出願公開第2017/0200302(US,A1)  
ITmedia NEWS, 網膜に映像を投影する眼鏡型ディスプレイ、ブラザーが開発, [online], 2008年04月15日, <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/0804/15/news021.html>  
Mogura VR News, 落合陽一氏ら、広視野角・網膜投影のメガネ型HMD発表, [online], 2017年11月16日, <https://www.moguravr.com/glasses-hmd/>  
MANABE, Shinnosuke, et al., Casting Virtual Shadows Based on Brightness Induction for OpticalSee-Through Displays, [online], 2018年03月22日, pp.627-628, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8446052>  
佐藤いまり,外2名, 物体の陰影に基づく光源環境の推定, 情報処理学会論文誌, 日本, 社団法人情報処理学会 Information Processing Society of Japan, 2000年12月, pp.31-40
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G 0 6 T 1 9 / 0 0