

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-90688
(P2002-90688A)

(43)公開日 平成14年3月27日(2002.3.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 2 B 27/02		G 0 2 B 27/02	Z 2 H 0 4 9
5/18		5/18	5 G 4 3 5
5/32		5/32	
G 0 9 F 9/00	3 5 9	G 0 9 F 9/00	3 5 9 Z
H 0 4 N 5/64	5 1 1	H 0 4 N 5/64	5 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-275744(P2000-275744)

(22)出願日 平成12年9月12日(2000.9.12)

(71)出願人 593147173

稲見 昌彦

東京都葛飾区水元3-13-16

(71)出願人 593147184

川上 直樹

鳥取県鳥取市大工町頭9

(71)出願人 598072722

柳田 康幸

東京都田無市緑町1丁目1番2-405号東

大多摩第2 宿舍

(74)代理人 100107113

弁理士 大木 健一

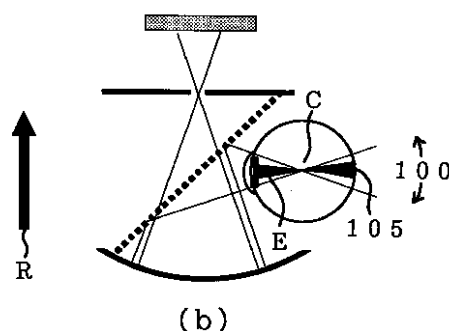
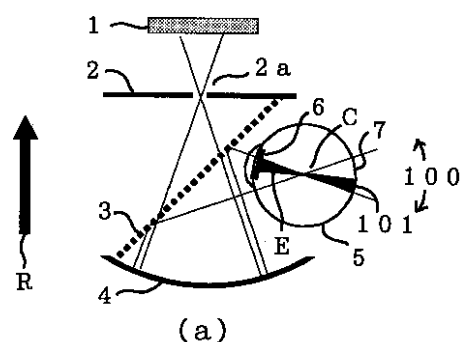
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置

(57)【要約】

【課題】 光学的手法を用いて、観察者の視線に依存して点映像を重畳することができる視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置を提供する。

【解決手段】 この発明に係る網膜ディスプレイ装置は、網膜に投影される現実世界の映像にコンピュータにより生成された映像や情報等の仮想映像を重畳させる場合において、前記光学系の射出瞳孔位置を眼球回転の略中心部に設定して映像の視野角を瞳孔の大きさにより制限させることにより、利用者が視線を向けた方向にのみ前記表示装置の映像を表示する。このことにより、利用者が積極的に仮想映像から情報を得ようと意識したときのみ、利用者は当該仮想映像を見ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 仮想映像及び／又は付加情報を表示する表示装置と、前記表示装置の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系と、前記表示装置と前記光学系の間に配置されて前記表示装置の映像を絞り込む小絞りとを備える網膜ディスプレイ装置において、

前記光学系の射出瞳位置を眼球回転の略中心部に設定して映像の視野角を瞳孔の大きさにより制限させることにより、利用者が視線を向けた方向にのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 2】 仮想映像及び／又は付加情報を表示する表示装置と、前記表示装置の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系と、前記表示装置と前記光学系の間に配置されて前記表示装置の映像を絞り込む小絞りとを備える網膜ディスプレイ装置において、

前記光学系の射出方向を眼球の正面からずらして設定することにより、利用者が前記光学系 方向に視線を向けたときにのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 3】 前記光学系は、前記小絞りから出射された光を反射する球面鏡と、眼球の前に配置され、前記小絞りから出射された光を透過するとともに前記球面鏡で反射された光を反射して眼球に導くハーフミラーとを備え、前記ハーフミラーを通じて現実世界を見ることができる、マックスウエル光学系であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 4】 前記球面鏡に代えて、ホログラフィック素子又は回折格子を用いることを特徴とする請求項 3 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 5】 前記光学系は、前記小絞りから出射された光を屈折させる凸レンズと、眼球の前に配置され、前記凸レンズで屈折された光を眼球に導くハーフミラーとを備え、前記ハーフミラーを通じて現実世界を見ることができる、マックスウエル光学系であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 6】 前記凸レンズに代えて、ホログラフィック素子又は回折格子を用いることを特徴とする請求項 5 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 7】 前記仮想映像及び／又は付加情報が現実世界に対応するものであるとき、前記表示装置は、前記仮想映像及び／又は付加情報を対応する現実世界の映像上に重畳するように、前記仮想映像及び／又は付加情報を所定の位置に表示することを特徴する請求項 1 又は請求項 2 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 8】 前記表示装置は、現実世界の映像を補足

する前記仮想映像及び／又は付加情報を表示することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 9】 仮想映像及び／又は付加情報を表示するためのレーザー発信器と、前記レーザー発信器の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系とを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の集光点を眼球回転の略中心部に設定して映像の視野角を瞳孔の大きさにより制限させることにより、利用者が視線を向けた方向にのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【請求項 10】 仮想映像及び／又は付加情報を表示するレーザー発信器と、前記レーザー発信器の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系とを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の射出方向を眼球の正面からずらして設定することにより、利用者が前記光学系の方向に視線を向けたときにのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、眼の網膜に直接映像を書き込むことができる網膜ディスプレイ装置に関し、特に、観察者の視線の動きに応じて当該視線方向の点映像を重畳することができる視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ヘッドアップディスプレイ(HUP)やシースルー型ヘッドマウンテッドディスプレイ(ST-HMD)等を用いて、現実世界の映像にコンピュータにより生成された映像や情報を適切に重畳する技術が提案されている。この種の現実世界での行動を支援する技術についての研究はAugmented Reality(AR)やMixed Reality(MR)として活発に行われている。

【0003】AR/MRの分野で多用されているST-HMDにおいて、現実空間とCGとを合成するための技術としてハーフミラーによる光学的な合成や頭部搭載カメラによる電子的な合成が適用されている。

【0004】ディスプレイ自体を頭部に装着して映像を提示するHMDは、利用者の頭部周辺の映像空間を近似的に再構成するデバイスであると換言できる。よって提示される映像も一般的なデバイス構成の場合、必然的に利用者の頭部運動にのみ依存したものととなり、現実空間に「面」としてCGの映像を重畳することとなる。この面としての映像の重畳は、夜間時における赤外映像の重畳提示や診察時における身体への超音波映像の重畳提示等のバーチャルな映像空間自体を提示すること自体に意味のあるシチュエーションにおいては極めて有効な方法である。HMDにおいては、いかに多くの情報を正確にかつ精

密に提示可能であるかが重要な設計ポイントとなるため、ディスプレイとしてはより広視野で高解像であることが求められることになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】これに対し、本発明は、観察者の視線に依存した「点」としての映像の重畳を提供するものである。この点としての情報重畳ディスプレイにおいて、いかに情報を適切に削減した上で利用者に提示するかという点が重要な設計ポイントとなる。

【0006】この視線方向依存の情報提示を実現するための方法として、ST-HMDにアイトラッカーを装着し、利用者の視線方向を他覚的に計測し、そのデータに応じ、重畳映像を選択的に提示するという電子的な手法が考えられる。視線方向を検出可能なHMDはすでに各所で試作されている（福島省吾，眼球画像撮像機能付きヘッドマウントディスプレイの開発，第39回ヒューマン・インタフェース研究会資料，vol.11，pp.197-202，1997、杉原，宮里，中津，焦点調節補償機能を有するHMD:3DDAC Mk.4，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.4，No.1，pp.261-288，1999）ので、キャリブレーション等の問題は残っているものの比較的容易に提案手法の実装は可能であると考えられる。

【0007】これに対し、本発明は光学系を工夫することにより、アイトラッカー等を利用することなく視線方向依存の情報提示を可能にする装置を提供する。すなわち、この発明は、光学的手法を用いて、観察者の視線に依存して点映像を重畳することができる視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】係る課題を解決するために、本発明に係る網膜ディスプレイ装置は、網膜に投影される現実世界の映像にコンピュータにより生成された映像や情報等の仮想映像を重畳させる場合において、前記仮想映像の領域を積極的に制限する点を特徴とする。このことにより、利用者が積極的に仮想映像から情報を得ようと意識したときのみ、利用者は当該仮想映像を見ることができる。この発明は、いわば視線方向依存型の映像提示手法である。

【0009】高倍率の顕微鏡や望遠鏡等利用時に少々視線方向を変えるだけで対象の映像が見えなくなる現象があり、これは「ケラレ」として知られている。これは接眼光学系から出てくる光束つまり射出瞳の大きさが目の可動域より狭い場合に起こり、HMDやカメラのファインダー等においてはいかに射出瞳を大きくするかということが設計上のポイントの一つとなっている。発明者らは従来の二眼式立体ディスプレイの奥行き認知の誤差や、疲労の原因と指摘されている輻輳と調節の不一致を低減する方法として、マクスウエル光学系を用いる手法をすでに提案している（稲見，川上，柳田，前田，館，マクスウエル光学系による広視野立体ディスプレイ，日本バー-

チャルリアリティ学会論文誌，Vol.4，No.1，pp.287-294，1999）。瞳孔によるケラレは、網膜直接投影型ディスプレイが本質的にかかえるデメリットとして従来から指摘されていた。

【0010】このマクスウエル光学系は様々なメリットがある反面、原理的に射出瞳の大きさは極めて小さくなるため、瞳孔によるケラレは重要な課題となっていた。しかし、マクスウエル光学系をはじめとする小射出瞳の光学系に起因するケラレを適切に利用することにより、容易に視線依存型の情報提示を実現することが可能となる。本発明は、係る着想に基づくものである。

【0011】この発明においては、ケラレ、つまり瞳孔がいわばマスクの役割を果たす。通常の光学系の場合、ちょうど眼鏡のフレームが気にならないのと同様に瞳孔は光量の増減にのみ役割を果たすが、小絞りを通した光学系を用いることにより、瞳孔は明るさではなく空間的なマスクとしての役割を果たすようになる。

【0012】この発明に係る視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置は、仮想映像及び/又は付加情報を表示する表示装置と、前記表示装置の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系と、前記表示装置と前記光学系の間配置されて前記表示装置の映像を絞り込む小絞りとを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の射出瞳位置を眼球回転の略中心部に設定して映像の視野角を瞳孔の大きさにより制限させることにより、利用者が視線を向けた方向にのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする。

【0013】この発明に係る視線方向依存型の網膜ディスプレイ装置は、仮想映像及び/又は付加情報を表示する表示装置と、前記表示装置の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系と、前記表示装置と前記光学系の間配置されて前記表示装置の映像を絞り込む小絞りとを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の射出方向を眼球の正面からずらして設定することにより、利用者が前記光学系の方向に視線を向けたときにのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする。

【0014】好ましくは、前記光学系は、前記小絞りから出射された光を反射する球面鏡と、眼球の前に配置され、前記小絞りから出射された光を透過するとともに前記球面鏡で反射された光を反射して眼球に導くハーフミラーとを備え、前記ハーフミラーを通じて現実世界を見ることができる、マクスウエル光学系である。

【0015】前記球面鏡に代えて、ホログラフィック素子又は回折格子を用いることもできる。

【0016】好ましくは、前記光学系は、前記小絞りから出射された光を屈折させる凸レンズと、眼球の前に配置され、前記凸レンズで屈折された光を眼球に導くハーフミラーとを備え、前記ハーフミラーを通じて現実世界を見ることができる、マクスウエル光学系である。

【0017】前記凸レンズに代えて、ホログラフィック素子又は回折格子を用いることもできる。

【0018】好ましくは、前記仮想映像及び/又は付加情報が現実世界に対応するものであるとき、前記表示装置は、前記仮想映像及び/又は付加情報を対応する現実世界の映像上に重畳するように、前記仮想映像及び/又は付加情報を所定の位置に表示する。

【0019】好ましくは、前記表示装置は、現実世界の映像を補足する前記仮想映像及び/又は付加情報を表示する。

【0020】本発明に係る網膜ディスプレイ装置は、仮想映像及び/又は付加情報を表示するためのレーザー発信器と、前記レーザー発信器の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系とを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の集光点を眼球回転の略中心部に設定して映像の視野角を瞳孔の大きさにより制限させることにより、利用者が視線を向けた方向にのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする。

【0021】本発明に係る網膜ディスプレイ装置は、仮想映像及び/又は付加情報を表示するレーザー発信器と、前記レーザー発信器の映像を利用者の眼球の網膜に導いて網膜上に直接映像を表示させる光学系とを備える網膜ディスプレイ装置において、前記光学系の射出方向を眼球の正面からずらして設定することにより、利用者が前記光学系の方向に視線を向けたときにのみ前記表示装置の映像を表示することを特徴とする。

【0022】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態1. この発明の実施の形態1に係る装置について、図1に基づき説明する。図1(a)(b)は、この発明の実施の形態1の概略構成を示す図である。ディスプレイ1に表示された映像は、小絞り2の開口部2a及びハーフミラー3を通過して球面鏡4に達する。球面鏡4で反射された映像は、さらにハーフミラー3で反射されて眼球5に達する。ディスプレイ1で表示される映像の大部分は、眼球5の瞳孔6で遮られ、その一部が瞳孔6を通過して網膜7に達する。これは図1の灰色で色づけされた領域Eに対応する。網膜7に達した一部の映像101が現実世界の像Rと重畳されて認識される。

【0023】図1(a)(b)において、眼球の中心Cと小絞り2による像の位置が一致していることに注意されたい。この位置関係は、ディスプレイ1、小絞り2、ハーフミラー3及び球面鏡4の位置関係、並びに球面鏡4の焦点距離を適当に選択することにより達成される。

【0024】図1において実線で表示された範囲100は、ディスプレイ1に表示された映像全体を示す。範囲100は、仮に瞳孔6で遮られないとしたら認識されたであろう範囲を意味する。これに対して、灰色で色づけされた範囲(図1(a)における101、図1(b)に

おける105)は、瞳孔6を通過して網膜7に達して認識される映像の一部を示す。以上の説明から明らかなように、発明の実施の形態1に係る装置において、ディスプレイ1の映像の一部のみが網膜7に達して認識される。網膜に達する映像の一部は、前述のように眼球の中心Cと小絞り2による像の位置が一致しているところから、映像のどの部分が網膜7に達するかは、瞳孔6の位置、すなわち利用者の視線方向に依存する。

【0025】このことを図2を用いて具体的に説明する。ディスプレイ1の映像全体は図2(c)に示すような表示101~105を含んでいる。従来の網膜ディスプレイにおいては映像全体つまり表示101~105の全部が認識され、これらが現実世界の映像と重畳されていた。そのため、直接必要のない情報も認識されて却って煩わしかった。それに対して、この発明の実施の形態の装置によれば、必要な情報、つまり視線方向の情報のみが表示される。例えば、図2(a)のように視線を上側に向ければ、その部分に表示されるべき表示101のみが表示され、図2(b)のように下側に向ければ、その部分に表示されるべき表示105のみが表示される。これらの表示は視線方向の現実世界の映像と対応づけられているので、利用者にとって必要な情報のみ表示されることになる。もっともこの点は必須ではない。例えば、上側あるいは下側に現在位置あるいは視線方向の情報を表示するようにしておき、必要なときに上側あるいは下側に視線を向けることにより情報を得ることができる。この場合、通常視線方向では現実世界の映像が認識され、仮想映像あるいは付加情報は認識されない。必要なときに視線を動かすことにより仮想映像あるいは付加情報を得ることができる。これに適する装置について、発明の実施の形態2で説明する。

【0026】このように、この発明の実施の形態1に係る装置は、光学系の射出瞳位置を眼球の回転中心部に設定することにより、重畳映像の視野角は瞳孔の大きさにより制限され、その結果、図2に示すように利用者が視線を向けた方向のみに映像を重畳することが可能となる。

【0027】図2はその実現イメージを示すものである。従来の情報重畳は、図2(c)のように視野全域に渡り増強情報が重畳される。この表現は、一覽性はあるものの実際に注視している場所以外の領域の情報も目に入る。したがって、例えば自動車の運転時や機械の操作時等瞬時の判断が求められるような場合においては余分な情報がかえって利用者の注意を逸らし、混乱をもたらすことが想定される。

【0028】そこで、図2(a)(b)に示すように示すように、利用者が注視しているポイントにのみ重畳映像を提示することにより、敢えて重畳情報を積極的に減らし、これにより利用者の本来目的としている対象への注意を妨げることのない情報の自然な提示を行うことが

できる。

【0029】なお、本発明の実施の形態1及び2に係る装置の光学系による瞳孔によるケラレの影響と視線方向依存性を確認するための効果を確認するため、以下のような実験を行った。

【0030】図3に示すように、点光源(0.2mm)の実像を焦点距離70mmのフレネル凸レンズを用い結像させる。次に眼球の回転中心と点光源像が一致するように調節し、被験者に瞳孔によりケラレていない明るい領域の範囲を答えさせた。実験は200lx程度の通常の屋内光の下で行い、実験時の被験者の瞳孔径は6mmであった。その結果、被験者が正面を注視したとき明域は円形に観察され、その径は25°となった。また、視線に依存して明域が移動することも確認することができた。

【0031】なお、図1において球面鏡を用いたが、これに代えてホログラフィック光学素子や回折格子を用いることもできる。

【0032】発明の実施の形態2。この発明の実施の形態2に係る装置の概略構成を図4に示す。ディスプレイ1、小絞り2、ハーフミラー3、眼球5、瞳孔6は、図1に示されたものと同一あるいは相当部分である。符号10は凸レンズである。凸レンズ10は、図1の球面鏡4に相当する。

【0033】図4の装置において、予め眼球周囲に射出瞳位置が設定されている。これにより、特定の方向に視線を向けたとき(図4の場合、図4(a)のように下側に視線を向けたとき)のみ映像が提示される。この装置を用いることにより、利用者が正面を注視している状態では余計な映像が全く映像が重畳されず、特定の方向を向いたときのみ映像を広画角提示することが可能となる。本発明の実施の形態2の装置は、バーチャルなコントロールパネルのような用途に応用可能である。

【0034】なお、図4において凸レンズを用いたが、これに代えてホログラフィック光学素子や回折格子を用いることもできる。

【0035】発明の実施の形態3。図5は、この発明の実施の形態3に係る装置の構成を示す。この装置は、レーザー発信器20を備え、この出射光をミラースキャナー21に動かして、凸レンズ(あるいは凹面鏡、ホログラフィック光学素子、回折格子)22を介して眼球5の網膜に直接導く。スキャナー21の動きに同期させてレーザー発信器20の出力を変調すれば、網膜上に所望の文字や映像を直接表現することができる。この装置においては、小絞りは不要である。

【0036】この発明の実施の形態3の装置においても、光学系の集光点を眼球の中心Cに一致させることにより、発明の実施の形態1の場合と同様の作用効果を奏する。

【0037】発明の実施の形態4。図6は、この発明の実施の形態4に係る装置の構成を示す。この装置は、発明の実施の形態2のディスプレイ1、小絞り2の代わりに、発明の実施の形態3のレーザー発信器20、ミラースキャナー21を用いたものである。

【0038】この発明の実施の形態4の装置においても、発明の実施の形態2の場合と同様の作用効果を奏する。

【0039】本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

【0040】本明細書において、一つの手段の機能が、二つ以上の物理的手段により実現されても、若しくは、二つ以上の手段の機能が、一つの物理的手段により実現されてもよい。

【0041】

【発明の効果】この発明によれば、網膜に直接表示される情報のうちの一部を意図的に削減することにより、視線方向に依存した点としての情報提示を行うことができる。これにより、従来のAR/MRにおける問題点を解決し、利用者の本来目的としている対象への注意を妨げることのない情報の自然な提示を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る装置の概略構成を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る装置の動作説明図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る装置の実証実験の説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態2に係る装置の概略構成を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態3に係る装置の実証実験の説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態4に係る装置の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ディスプレイ
- 2 小絞り
- 3 ハーフミラー
- 4 球面鏡
- 5 眼球
- 6 瞳孔
- 7 網膜
- 10 凸レンズ
- 20 レーザー発信器
- 21 ミラースキャナー
- 22 凸レンズ

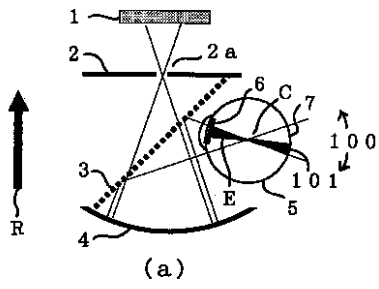
10

20

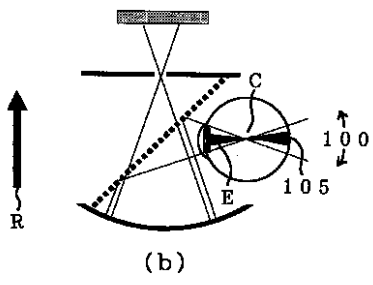
30

40

【図1】

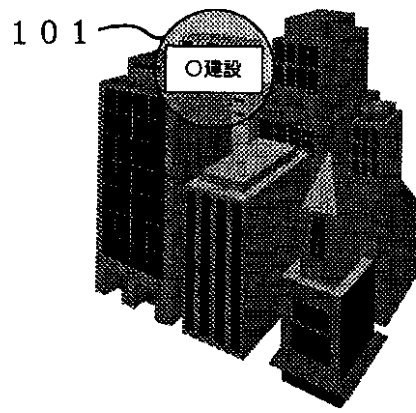


(a)

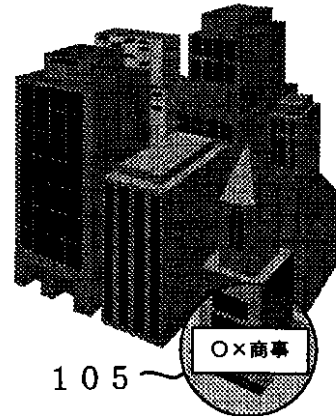


(b)

【図2】

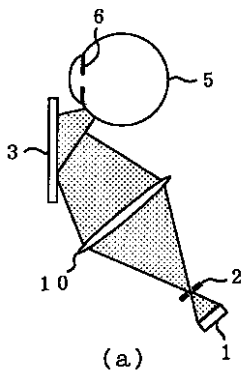


(a)

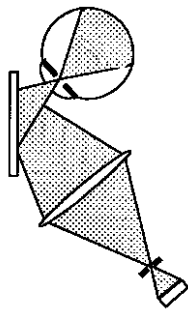


(b)

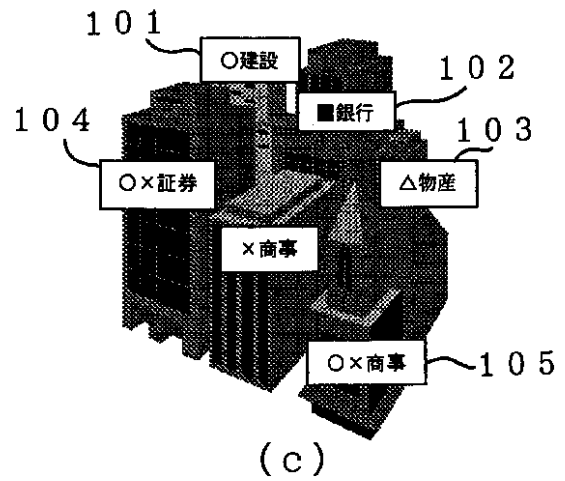
【図4】



(a)

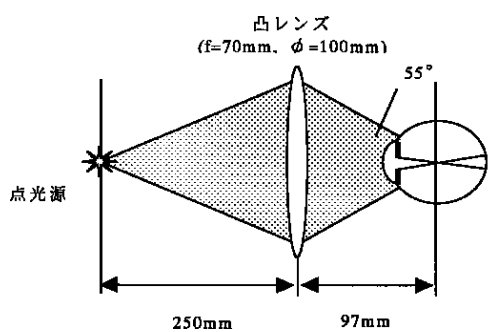


(b)

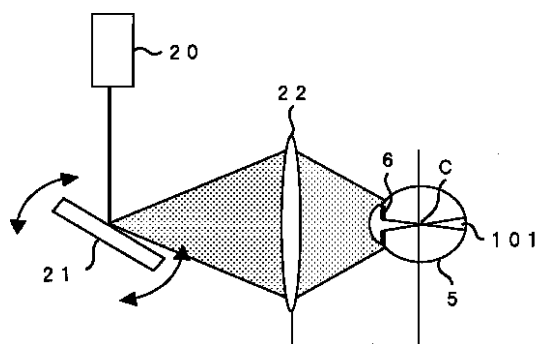


(c)

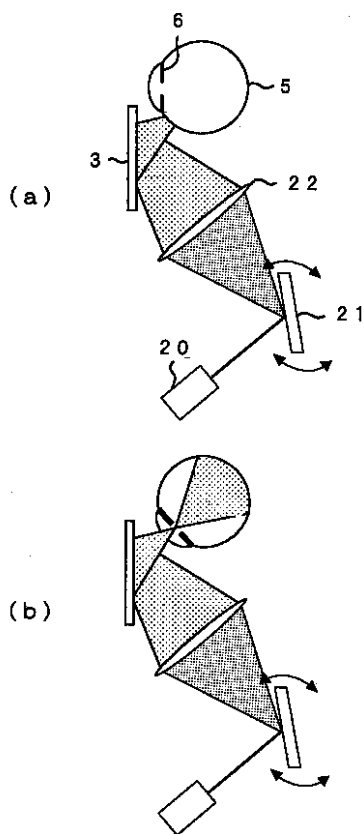
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(71)出願人 598072733
 前田 太郎
 東京都台東区谷中1丁目2番19号

(71)出願人 596145318
 たち すすむ
 茨城県つくば市梅園2-31-14

(72)発明者 稲見 昌彦
 東京都葛飾区水元3-13-16

(72)発明者 川上 直樹
 鳥取県鳥取市大工町頭9

(72)発明者 柳田 康幸
 東京都田無市緑町1丁目1番2 405号
 東大多摩第2 宿舍

(72)発明者 前田 太郎
 東京都台東区谷中1丁目2番19号

(72)発明者 たち すすむ
 茨城県つくば市梅園2-31-14

Fターム(参考) 2H049 AA08 AA14 AA55 AA64 CA05
CA08 CA09 CA11 CA17
5G435 AA01 BB19 DD02 GG01 GG02
GG08 GG09