(19)日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11)国際公開番号
WO2008/123473

発行日　平成22年7月15日(2010.7.15)

(43)国際公開日　平成20年10月16日(2008.10.16)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G02B 27/22	(2006.01)	G02B 27/22		2H042
G03B 35/08	(2006.01)	G03B 35/08		2H059
G02B 3/00	(2006.01)	G02B 3/00	A	2H199
G02B 5/08	(2006.01)	G02B 5/08	Z	5C061
G02B 5/124	(2006.01)	G02B 5/124		

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 22 頁）　最終頁に続く

出願番号　特願2009-509240 (P2009-509240)
(21)国際出願番号　PCT/JP2008/056244
(22)国際出願日　平成20年3月28日(2008.3.28)
(31)優先権主張番号　特願2007-91787 (P2007-91787)
(32)優先日　平成19年3月30日(2007.3.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　301022471
独立行政法人情報通信研究機構
東京都小金井市貫井北町４－２－１
(74)代理人　100130498
弁理士　佐野　禎哉
(72)発明者　前川　聡
東京都小金井市貫井北町４－２－１　独立行政法人情報通信研究機構内

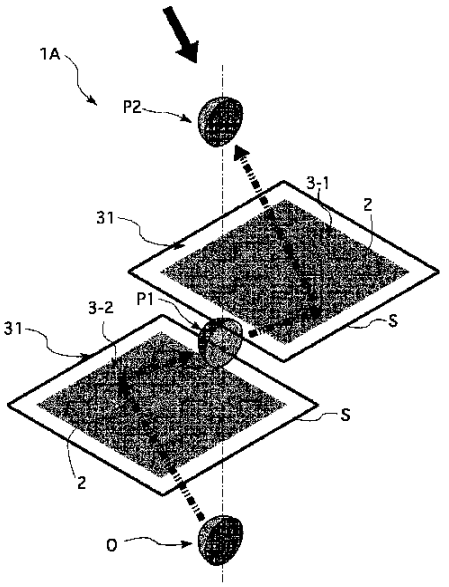
Ｆターム(参考)　2H042 DA01 DA11 DA19 DA22 DC08 DD04 EA02 EA15
2H059 AA07
2H199 BA32 BA54 BA61 BB03 BB18 BB20
5C061 AA06 AB12 AB16

最終頁に続く

(54)【発明の名称】伝送光学系

(57)【要約】
伝送光学系を、１つの平面を構成する対称面を光が透過する際に光線の屈曲を生じさせ当該対称面に対して前後関係を反転させて結像する光学系であって、前記対称面の一方面側に配置される被投影物の像を当該対称面の反対側に実像として結像可能な結像光学系を複数並べ相互に離間させて配置した構成のものとし、被投影物に最も近接する結像光学系を、当該被投影物をその対称面を透過して結像させて投影するものとするとともに、他の結像光学系を、被投影物側に隣接する結像光学系により結像されて投影された像を、対称面の反対側に結像させて投影するものとすることで、被投影物の像が各結像光学系を順次透過して結像することにより、３次元の対象は３次元の像として、２次元の対象は２次元の像として空間的に離れた位置に伝送されて結像する像を観察可能とした。

[図1]



【特許請求の範囲】
【請求項１】
１つの平面を構成する対称面を光が透過する際に光線の屈曲を生じさせ、当該対称面に対して前後関係を反転させて結像する光学系であって、前記対称面の一方面側に配置される被投影物の像を当該対称面の反対側に実像として結像可能な結像光学系を、複数並べ相互に離間させて配置してなり、
前記複数の結像光学系のうち、前記被投影物に最も近接する結像光学系は、当該被投影物をその対称面を透過して結像させて投影するものであり、
他の結像光学系は、前記被投影物側に隣接する結像光学系により結像されて投影された像を、対称面の反対側に結像させて投影するものであることを特徴とする伝送光学系。
【請求項２】
前記結像光学系のうち少なくとも一つを、前記対称面となる素子面に垂直もしくはそれに近い角度で配置された１つ以上の鏡面による光の反射を行う単位光学素子を複数配置したものとしている請求項１に記載の伝送光学系。
【請求項３】
前記単位光学素子を、直交する２つの鏡面を具備し２面コーナーリフレクタとして機能するものとし、前記結像光学系を、当該２面コーナーリフレクタを複数備えた２面コーナーリフレクタアレイとしている請求項２に記載の伝送光学系。
【請求項４】
前記結像光学系のうち少なくとも一つを、前記対称面となるハーフミラー面を備えたハーフミラーと、該ハーフミラーからの透過光若しくは反射光を再帰反射させる位置に配置される単位再帰反射素子の集合である再帰反射素子とを具備する実鏡映像結像光学系としている請求項１乃至３の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項５】
前記結像光学系のうち少なくとも一つを、屈折を利用したアフォーカル光学系である単位光学素子を前記対称面に複数配置したアフォーカルレンズアレイとしている請求項１乃至４の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項６】
前記複数の結像光学系を、それら全ての対称面が平行となるように配列している請求項１乃至５の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項７】
前記複数の結像光学系を、少なくとも隣接する一対の対称面が平行以外の角度をなし得るように配列している請求項１乃至５の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項８】
前記複数の結像光学系のうち、少なくとも１つの結像光学系を、その対称面が隣接する結像光学系の対称面に対して角度変更可能に配置している請求項１乃至５の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項９】
前記結像光学系の数を偶数としている請求項１乃至８の何れかに記載の伝送光学系。
【請求項１０】
前記結像光学系の数を奇数としている請求項１乃至８の何れかに記載の伝送光学系。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、結像光学系により被投影物を別の場所に伝送して結像させることができ、また、３次元物体又は３次元映像を奥行き方向への反転を生じさせつつ、あるいは反転を生じさせることなく実像としても結像させることが可能な伝送光学系に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来の結像光学系（例えば凸レンズ）を利用して物体の像を投影し、その像をさらに別

の離れた場所に伝送して結像させることができる光学系としては、例えばリレーレンズ系が代表例としてあげられる（例えば、非特許文献１参照）。リレーレンズ系では、投影対象となる物体（被投影物）に面する対物レンズに加えて複数のレンズを配置し、被投影物の像を複数回結像させることで、被投影物及び対物レンズから離れた場所で像を観察できるように構成されるのが一般的であり、硬性鏡として内視鏡等にも利用されることがある（例えば、非特許文献２参照）。

【０００３】

また、１つの平面を構成する対称面（素子面）を光が透過する際に光線の屈曲を生じさせる光学素子であって、前記対称面に対して前後関係が反転する結像を特徴とする結像光学系が案出されている。このような結像光学系では、光学系を適切に設定すると、鏡映像を実像として結像可能であることが知られており、この場合、２次元像だけでなく、３次元像の結像を歪み無く行えるという特徴を持つ。このような結像光学系の一つは光の屈折作用を利用するものであり、焦点距離が無限大であるアフォーカル光学系を単位光学素子とするアフォーカルレンズアレイである（特許文献２参照）。

【０００４】

もう一つの結像光学系は、本発明者の提案による鏡面による光の反射作用を利用するものであり、前記素子面に垂直もしくはそれに近い角度で配置された１つ以上の鏡面による光の反射を行う単位光学素子を複数配置した結像光学素子（２面コーナーリフレクタアレイ）である（特許文献１参照）。この２面コーナーリフレクタアレイは、その素子面の一方側に配置した被投影物（実体のある物体、映像を含む）から発せられる光を、単位光学素子内の鏡面でそれぞれ反射させつつ２面コーナーリフレクタアレイを透過させることで、素子面の他方側における空間に当該被投影物の実像を結像させるという結像様式を備えるものである。

【０００５】

さらに本発明者の提案による別の結像光学系は、再帰反射機能を備えたレトロリフレクタアレイとハーフミラーとを利用するものである（特許文献３参照）。この結像光学系は、被観察物から出てハーフミラーで反射した光をレトロリフレクタアレイにより再帰反射させ更にハーフミラーを透過させることにより、もしくは被観察物から出てハーフミラーを透過した光をレトロリフレクタアレイにより再帰反射させ更にハーフミラーで反射させることにより、ハーフミラー面を対称面として、被観察物の鏡映像を実像として面対称位置に歪み無く結像させるものであり、２面コーナーリフレクタアレイと同様に、２次元の被観察物であれば２次元の実像を、被観察物が３次元であれば３次元の実像を、ハーフミラー面に対して斜め方向から被観察物の実鏡映像の観察を可能とするものである。

【特許文献１】ＷＯ２００７／１１６６３９国際公開公報

【特許文献２】特開２００５－１０７５５号公報

【特許文献３】特願２００７－１６３３２３出願明細書参照

【非特許文献１】“Ｃｏｌｕｍ－５　リレーレンズ”、永田信一著、図解　レンズがわかる本、株式会社日本実業出版社、２００２年１１月２０日発行、ｐ．１１８

【非特許文献２】“ＩＶ．光学機器”、最新　光学技術ハンドブック、株式会社朝倉書店、２００２年９月２０日発行、ｐ．８３０－８３１

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

前述したリレーレンズ系では、対物レンズで結像させた像が複数のレンズを経て伝送され、反対側のレンズ（例えば接眼レンズ）で最終的に結像させた像を光学像として観察できるため、例えばファイバ内視鏡よりも優れた画質が得られる。しかしながら、リレーレンズ系は、全てのレンズを光軸が一直線となるように配置することによって、像の伝送が可能となるものであるため、対物レンズで結像させた像を多数の光ファイバ内を全反射させることで比較的自由な位置に伝送させられるファイバ内視鏡等と比較して、像の観察位置が物理的に制約されるという問題がある。また、このようなリレーレンズ系では、被投

影物が３次元物体であっても、収差の問題もあり実用上は２次元像として観察することしかできない。

【０００７】

そこで本発明は、１つの平面を構成する対称面を光が透過する際に光線の屈曲を生じさせる光学系であって、当該対称面に対して前後関係が反転する結像を特徴とする結像光学系を利用することで、被投影物の実像を遠く離れた位置に投影することができ、その投影位置も比較的自在に変更することが可能であり、しかも３次元の被投影物の実像をも得ることができるようにした、新しい結像様式を備えた伝送光学系を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

すなわち本発明に係る伝送光学系は、１つの平面を構成する対称面を光が透過する際に光線の屈曲を生じさせ、当該対称面に対して前後関係を反転させて結像する光学系であって、前記対称面の一方面側に配置される被投影物の像を当該対称面の反対側に実像として結像可能な結像光学系を、複数並べ相互に離間させて配置してなり、前記複数の結像光学系のうち、前記被投影物に最も近接する結像光学系は、当該被投影物をその対称面を透過して結像させて投影するものであり、他の結像光学系は、前記被投影物側に隣接する結像光学系により結像されて投影された像を、対称面の反対側に結像させて投影するものであることを特徴とするものである。

【０００９】

このような構成の伝送光学系では、各結像光学系により、被投影物（伝送光学系の一方に配置される物体又は表示装置の映写された映像からなる被投影物、２次元であっても３次元であってもよい）からの光線がその対称面を透過する際に屈曲して対称面の反対側に結像する。すなわち、本発明の伝送光学系を用いることで、被投影物に最も近くに対面させて配置した結像光学系によりその対称面に対する被投影物とは反対側に像を結像させ、さらにその像を次の被投影物として隣の結像光学系によりその対称面の反対側に像を結像させる、という結像様式を繰り返すことで、結像光学系の総数に応じて元の被投影物とそれに対面させた結像光学系から遠く離れた位置に伝送して被投影物の像を投影することが可能となる。

【００１０】

本発明の伝送光学系を構成する結像光学系としては、対称面となる素子面に垂直もしくはそれに近い角度で配置された１つ以上の鏡面による光の反射を行う単位光学素子を複数配置したものを採用することもできる。この場合、鏡面反射によって光線を素子面で大きく曲げることが可能であり、素子面に対して大きな角度を付けて結像させることができる。特に、単位光学素子を、直交する２つの鏡面とした２面コーナーリフレクタとして機能するものと、結像光学系を、この２面コーナーリフレクタを複数備えた２面コーナーリフレクタアレイとすることも可能である。この場合は、各結像光学素子において、被投影物（又は隣接する結像光学素子による実像）からの光線が２面コーナーリフレクタを構成する２つの鏡面で１回ずつ、合計２回反射することで、被投影物が素子面に対する面対称位置に実像として結像する実鏡映像結像光学系の一種になる。この場合には、奥行きが反転するものの３次元物体を歪み無く結像可能である。

【００１１】

また、本発明の伝送光学系を構成する結像光学系としては、対称面となるハーフミラー面を備えたハーフミラーと、このハーフミラーからの透過光若しくは反射光を再帰反射させる位置に配置される単位再帰反射素子の集合である再帰反射素子とを具備する実鏡映像結像光学系を採用することもできる。再帰反射素子は、ハーフミラー面に対して被投影物側に配置しても反対側に配置してもよく、その両方に配置しても構わない。再帰反射素子をハーフミラー面に対して被投影物側に配置する場合、被投影物から発してハーフミラー面で反射した光は、再帰反射素子で再帰反射し、さらにハーフミラーを透過して結像する。他方、再帰反射素子をハーフミラー面に対して被投影物とは反対側に配置する場合、被

投影物から発してハーフミラー面を透過した光は、再帰反射素子で再帰反射し、さらにハーフミラーで反射して結像する。

【００１２】

さらにまた、本発明の伝送光学系を構成する結像光学系としては、屈折を利用したアフォーカル光学系である単位光学素子を前記対称面に複数配置したアフォーカルレンズアレイを採用することができる。この場合、光の屈折角はそれほど大きくすることができないため、結像は素子面に対してほぼ垂直方向に限定される。なお、入射側と出射側を対称として，中点を焦点とすることにより、被投影物が素子面に対する面対称位置に実像として結像する実鏡映像結像光学系となる。この場合には、奥行きが反転するものの３次元物体を歪み無く結像可能である。

【００１３】

このような本発明の伝送光学系においては、複数の結像光学系にすべて同一種類のものを適用してもよいし、上述したような種類の結像光学系を混在させても構わない。

【００１４】

本発明の伝送光学系において、前記複数の結像光学系を、それら全ての対称面が平行となるように配列する場合には、全ての結像光学系の対称面に対して共通の垂線上に、被投影物の最終的に観察される像を投影することができる。したがって、このような構成は、被投影物の像を直線的に伝送する場合に役立つことになる。

【００１５】

一方、複数の結像光学系を、少なくとも隣接する一対の対称面が平行以外の角度をなし得るように配列する場合には、全ての結像光学系の対称面が垂線を共有することにはならないため、被投影物の像を非直線的に空間的にずらして投影する際に有効となる。

【００１６】

さらに、複数の結像光学系のうち、少なくとも１つの結像光学系を、その対称面が隣接する結像光学系の対称面に対して角度変更可能に配置すれば、例えばファイバ内視鏡のように比較的高い自由度で像の投影位置を変更することができる。

【００１７】

特に、伝送光学系を構成する結像光学系の数を偶数とすれば、被投影物から最も離れた位置に配置された結像光学系により結像されて観察される像を、奥行きが反転せず被投影物と同じ形態の像として投影することができる。それに対して、伝送光学系を構成する結像光学系の数を奇数とすれば、被投影物から最も離れた位置に配置された結像光学系により結像されて観察される像は、被投影物とは奥行きが反転した像として投影される。

【発明の効果】

【００１８】

本発明の伝送光学系によれば、複数の結像光学系を通じて被投影物の像を次々と伝送することができるため、被投影物が２次元であっても３次元であっても被投影物の像を遠く離れた位置に歪み無く投影して観察することが可能である。また、複数の結像光学系の配置姿勢の設定次第では、最終的に観察される実像の投影位置も比較的自由に変更することができる。さらに、複数の結像光学系の数を奇数とすれば、被投影物とは奥行きが反転した実像が得られるが、複数とすれば奥行きが反転しない実像が得られることになり、結像光学系の数の奇偶を選択することで、観察される像の見え方を変化させることができる。また、結像光学系を、実鏡映像結像光学系とした場合には、いずれを利用しても３次元物体の像を歪み無く伝送することが可能となる。そして、このような本発明の伝送光学系は、受動光学素子のみを用いて３次元物体の遠隔観察を可能とする実像の新しい観察方法を提供するものであり、例えば立体内視鏡等に適用して実用に供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】本発明の第１実施形態に係る伝送光学系の基本形態を斜視図として示す原理図。

【図２】同実施形態に適用される結像素子の一種である２面コーナーリフレクタを示す平

面図。
【図３】同２面コーナーリフレクタの一部を拡大して示す斜視図。
【図４】同２面コーナーリフレクタによる結像様式を模式的に示す平面図。
【図５】同２面コーナーリフレクタによる結像様式を模式的に示す側面図。
【図６】同２面コーナーリフレクタによる結像様式を模式的に示す斜視図。
【図７】同実施形態の変形例に係る伝送光学系を側面図として示す原理図。
【図８】本発明の第２実施形態に係る伝送光学系を側面図として示す原理図。
【図９】同実施形態に適用可能な２面コーナーリフレクタの他の例を示す斜視図。
【図１０】本発明の第３実施形態に係る伝送光学系を側面図として示す原理図。
【図１１】同伝送光学系に適用される実鏡映像結像光学系におけるレトロリフレクタアレイの一例を模式的に示す図。
【図１２】同伝送光学系に適用される実鏡映像結像光学系におけるレトロリフレクタアレイの他の例を模式的に示す図。
【図１３】同実鏡映像結像光学系による結像様式を模式的に示す原理図。
【図１４】複数種類の結像光学系を適用した伝送光学系の一例を側面図として示す模式図。
【図１５】本発明の第１実施形態に係る伝送光学系において虚像として伝送する態様の概要を示す側面図。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２０】
以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。
【００２１】
＜第１実施形態＞　図１に示す第１実施形態は、本発明に係る伝送光学系の基本態様の一つである。すなわち本実施形態の伝送光学系１Ａは、多数の２面コーナーリフレクタ２を備えた実鏡映像結像光学系（以下、「２面コーナーリフレクタアレイ」という）３を２枚（符号、３－１，３－２）使うことで、被投影物Ｏと同じ奥行き形態（凹凸）を持つ実像Ｐ２を結像させるようにしたものである。これら２つの２面コーナーリフレクタアレイ３－１，３－２は実質的に同等のものである。同図に示すように、この伝送光学系１Ａでは、２つの２面コーナーリフレクタアレイ３を、それらの素子面Ｓ，Ｓが互いに平行となるように配置している。なお、２面コーナーリフレクタ２は２面コーナーリフレクタアレイ３と比べて非常に微小であるので、同図においては２面コーナーリフレクタ２の集合全体をグレーで表し、その内角の向きをＶ字形状で誇張して大きく表し、また実像Ｐの観察方向を矢印で表している。
【００２２】
被投影物Ｏは、例えば紙に描いた図形のような２次元（的な）物体、３次元形状のある物体、２次元又は３次元の映像の何れでも採用することができる。被投影物Ｏとして物体を採用する場合、その物体が自ら発光するものではない場合には、物体に対して投光する照明器具（図示省略）を適宜配置することができる。また、被投影物Ｏとして映像を適用する場合には、その被投影物Ｏを表示する位置に必要に応じて映像をスクリーンやディスプレイに映し出す映写装置やコンピュータを接続することができる。図示例では、被投影物Ｏとして半球よりもやや小さい部分球体状の３次元物体を採用している。
【００２３】
まず、２面コーナーリフレクタアレイ３は、図２に示すように、平板状の基盤３１に、平らな基盤表面に対して垂直に肉厚を貫通する穴３２を多数形成し、各穴３２の内壁面を２面コーナーリフレクタ２として利用するために、穴３２の内壁面うち直交する２つにそれぞれ鏡面要素２１，２２を形成したものである。
【００２４】
基盤３１は、厚み寸法が例えば５０～２００μｍ、本実施形態では１００μｍの薄板状のものであり、本実施形態では、一辺がそれぞれ約５ｃｍの平面視正方形状のものを適用しているが、基盤３１の厚さや平面寸法はこれらに限られることなく適宜設定することが

できる。図２のＡ部を拡大して図３に示すように、各２面コーナーリフレクタ２は、光を透過させるために基盤３１に形成した物理的・光学的な穴３２を利用して形成したものである。本実施形態では、まず基盤３１に平面視ほぼ矩形状（具体的に本実施形態では正方形状）の穴３２を多数形成し、各穴３２のうち隣接して直交する２つの内壁面に平滑鏡面処理を施して鏡面要素２１，２２とし、これら鏡面要素２１，２２を反射面として機能する２面コーナーリフレクタ２としている。なお、穴３２の内壁面のうち２面コーナーリフレクタ２以外の部分には鏡面処理を施さず光が反射不能な面とするか、もしくは角度をつけるなどして多重反射光を抑制することが好ましい。各２面コーナーリフレクタ２は、基盤３１上において鏡面要素２１，２２がなす内角が全て同じ向きとなるように形成している。以下、この鏡面要素２１，２２の内角の向きを、２面コーナーリフレクタ１の向き（方向）と称することがある。鏡面要素２１，２２の形成にあたって本実施形態では、金属製の金型をまず作成し、鏡面要素２１，２２を形成すべき内壁面をナノスケールの切削加工処理をすることによって鏡面形成を行い、これらの面粗さを１０ｎｍ以下とし、可視光スペクトル域に対して一様に鏡面となるようにしている。

【００２５】

具体的に、各２面コーナーリフレクタ２を構成する鏡面要素２１，２２は、一辺が例えば５０～２００μｍ、本実施形態では基盤３１の厚さに対応させた１００μｍであり、先に作成した金型を用いたプレス工法をナノスケールに応用したナノインプリント工法又は電鋳工法により、１つの基盤２１に所定ピッチで複数形成されている。本実施形態では、各２面コーナーリフレクタ２を多数有する２面コーナーリフレクタアレイ３の素子面Ｓ上でＶ字形状をなす各辺を、基盤３１の巾方向又は奥行き方向に対して４５度傾斜させるとともに、全ての２面コーナーリフレクタ２が素子面Ｓ上に想定される規則的な格子点上に整列されて同一方向を向くようにしている。なお、隣り合う２面コーナーリフレクタ２同士の離間寸法を極力小さく設定することで、透過率を向上させることができる。そして、前記基盤３１のうち、２面コーナーリフレクタ２を形成した部分以外の部位には遮光処理を施し、基盤３１の上面及び下面に図示しない薄板状をなす透明な補強材を設けている。本実施形態では、このような２面コーナーリフレクタ２を基盤３１に数万ないし数十万個設けた２面コーナーリフレクタアレイ３を採用している。

【００２６】

なお、電鋳工法によりアルミやニッケル等の金属で基盤２１を形成した場合、鏡面要素２１，２２は、金型の面粗さが十分小さければ、それによって自然に鏡面となる。また、ナノインプリント工法を用いて、基盤３１を樹脂製などとした場合には、鏡面要素２１，２２を作成するには、スパッタリング等によって、鏡面コーティングを施す必要がある。

【００２７】

このようにして基盤３１に形成した２面コーナーリフレクタ２は、基盤３１の下面側（又は上面側）から穴３２に入った光を一方の鏡面要素（２１又は２２）で反射させ、さらにその反射光を他方の鏡面要素（２２又は２１）で反射させて基盤３１の上面側（又は下面側）へと通過させる機能を有し、この光の経路を側方から見れば光の進入経路と射出経路とが基盤３１（素子面Ｓ）を挟んで面対称をなすことから、上述のように基盤３１上に多数の２面コーナーリフレクタ２を形成することでは、２面コーナーリフレクタアレイ３として機能する。すなわち、斯かる２面コーナーリフレクタアレイ３の素子面Ｓ（基盤３１の肉厚の中央部を通り各鏡面要素と直交する面を仮定し、図中に想像線で示す。）は、基盤３１の一方側にある被投影物Ｏの実像（図１参照）を他方側の面対称位置に結像させる面となる。

【００２８】

ここで、本実施形態で用いられる２面コーナーリフレクタアレイ３による結像様式を、被投影物Ｏから発せられた光の経路とともに説明する。図４に平面的な模式図で、図５に側面から見た模式図で、それぞれ示すように、被投影物Ｏ（同図では点で表す）から発せられる光（矢印方向、実線で示す。３次元的には紙面奥側から紙面手前側へ進行する）は、２面コーナーリフレクタアレイ３の基盤３１に形成した穴３２を通過する際に、２面コ

ーナーリフレクタ２を構成する一方の鏡面要素２１（又は２２）で反射して更に他方の鏡面要素２２（又は２１）で反射することで（透過光の光線を破線で示す）、２面コーナーリフレクタアレイ３の素子面Ｓに対して被投影物Ｏの面対称位置に、実像Ｐ１として結像する。なお、図４では入射光と反射光とが平行をなすように表されているが、これは同図では被投影物Ｏに対して２面コーナーリフレクタ２を誇張して大きく記載しているためであり、実際には各２面コーナーリフレクタ２は極めて微小なものであるため、同図のように２面コーナーリフレクタアレイ３を上方から見た場合には、入射光と反射光とは殆ど重なってみえる。すなわち、結局は被投影物Ｏの素子面Ｓに対する面対称位置に透過光が集まり、図５においてＰ１の位置に実鏡映像として結像することになる。この実像Ｐ１は、図６に模式的に示すように、当該２面コーナーリフレクタアレイ３の２面コーナーリフレクタ２の鏡面要素２１，２２が見える位置である基盤３１の斜め上方（図中、矢印方向）から観察することで視認可能となる。詳述すれば、相互に直交する鏡面要素２１，２２に対して光が２回反射すると、光の成分のうち、基盤３１の面方向に平行な成分（換言すれば素子面Ｓと平行な成分）は入射方向に戻る一方、鏡面要素２１，２２の面方向に平行な成分（換言すれば素子面Ｓに対して垂直な成分）はその成分を保存する。その結果、２面コーナーリフレクタアレイ３を透過した２回反射光は、素子面Ｓに対して面対称な点を必ず通過することとなる。そして、光源である被投影物Ｏからはあらゆる方向の光の出ることから、それらの光が２面コーナーリフレクタアレイ３を透過する際に各２面コーナーリフレクタ２で２回反射し、全て同一点に集まって焦点を結ぶ。このように、２面コーナーリフレクタアレイ３を透過した２回反射光は面対称位置へ集束するため、深さ方向（素子面Ｓに対して垂直な方向）に対して広い範囲で焦点を結ぶことが可能となる。そして、基盤３１の下面側の空間に被投影物Ｏとして３次元物体又は３次元映像を配置する場合には、基盤３１の上面側に実像Ｐ１が浮かぶこととなるが、この実像Ｐ１は、被投影物Ｏと比較して奥行き方向、すなわち凹凸が反転している。同図では、被投影物Ｏ及び実像Ｐ１の光線の向きによる明暗（色の濃淡）の違いで、実像Ｐ１の凹凸が被投影物Ｏとは反転している状態を示している（図１についても同様である）。

【００２９】

本実施形態の伝送光学系１Ａでは、上述したように２つの２面コーナーリフレクタアレイ３－１，３－２を素子面Ｓ同士が平行となるように離間させて配置している（図１）。ただし、２面コーナーリフレクタアレイ３－１の２面コーナーリフレクタ２の内角と２面コーナーリフレクタアレイ３－２の２面コーナーリフレクタ２の内角とは、上方から見て相互に向き合うように、両２面コーナーリフレクタアレイ３－１，３－２が配置される。まず、被投影物Ｏから発せられた光は、この被投影物Ｏに近い方の２面コーナーリフレクタアレイ（第１の２面コーナーリフレクタアレイ）３－１を透過する際に、その２面コーナーリフレクタ２で合計２回反射して、素子面Ｓに対する面対称位置に結像する（実像Ｐ１）。上述したとおり、この実像Ｐ１の凹凸は被投影物Ｏの凹凸とは反転している。なお、この実像Ｐ１の結像位置が、第１の２面コーナーリフレクタアレイ３－１と次の２面コーナーリフレクタアレイ（第２の２面コーナーリフレクタアレイ）３－２との間となるように、両２面コーナーリフレクタアレイ３－１，３－２間の距離を設定しておく。次に、この実像Ｐ１から発せられた光は、第２の２面コーナーリフレクタアレイ３－２を透過する際に、その２面コーナーリフレクタ２で合計２回反射して、素子面Ｓに対する面対称位置に結像する（実像Ｐ２）。この実像Ｐ２の凹凸は、実像Ｐ１の凹凸とは反転しているため、被投影物Ｏの凹凸と同じこととなる。すなわち、被投影物Ｏからは凹凸が反転していない実像Ｐ２が観察されることとなる。

【００３０】

なお、上述した伝送光学系１Ａの変形例として、図７に側面図で示すように、３つの２面コーナーリフレクタアレイ３を平行に配置した伝送光学系１Ｂの場合について説明する。すなわち第２の２面コーナーリフレクタアレイ３－２の被投影物Ｏとは反対側に、２面コーナーリフレクタ２が第１の実鏡映像結像光学系３－１と同じ側を向くように第３の２面コーナーリフレクタアレイ３－３を配置すれば、第３の２面コーナーリフレクタアレイ

３－３の素子面Ｓに対する実像Ｐ２の面対称位置に、被投影物Ｏとは凹凸が反転した（つまり実像Ｐ１と凹凸が同じ）実像Ｐ３が結像されて観察可能となる。同様に、第４、第５・・・と２面コーナーリフレクタアレイ３を平行に配置して増やす場合、被投影物Ｏの実像Ｐを次々と空間を直線的に平行移動させることができることになるが、２面コーナーリフレクタアレイ３の数が偶数であれば観察される実像Ｐの凹凸は被投影物Ｏの凹凸と同じとなり、奇数であれば観察される実像Ｐの凹凸は被投影物Ｏの凹凸とは反転する。

【００３１】

＜第２実施形態＞　図８に側面図として示す本発明の第２実施形態に係る伝送光学系１Ｃは、第１実施形態で用いた２面コーナーリフレクタアレイ３と同等のものを複数、隣接する２面コーナーリフレクタアレイ３の素子面Ｓ，Ｓ同士が平行とはならないように配置したものである。具体的に図示例の伝送光学系１Ｃは、被投影物Ｏ側から順に４つの２面コーナーリフレクタアレイ３－１，３－２，３－３，３－４を順次離間させて配置しているが、第１の２面コーナーリフレクタアレイ３－１と第２の２面コーナーリフレクタアレイ３－２、第２の２面コーナーリフレクタアレイ３－２と第３の２面コーナーリフレクタアレイ３－３、第３の２面コーナーリフレクタアレイ３－３と第４の２面コーナーリフレクタアレイ３－４は、それぞれ素子面Ｓ，Ｓ同士が互いに傾斜した姿勢で配置されている。なお、各２面コーナーリフレクタアレイ３における結像様式は、第１実施形態で説明したとおりである。

【００３２】

このような伝送光学系３Ｃの場合、まず被投影物Ｏから発せられた光が、第１の２面コーナーリフレクタアレイ３－１によりその素子面Ｓに対する面対称位置に結像することで、凹凸が反転した実像Ｐ１が生じる。次に、この実像Ｐ１は、第２の２面コーナーリフレクタアレイ３－２によりその素子面Ｓに対する面対称位置に結像することで、さらに凹凸が反転して被投影物Ｏと同じ凹凸を有する実像Ｐ２が生じる。次に、この実像Ｐ２は、第３の２面コーナーリフレクタアレイ３－３によりその素子面Ｓに対する面対称位置に結像することで、また凹凸が反転した実像Ｐ３が生じる。最後に、実像Ｐ３は、第４の２面コーナーリフレクタアレイ３－４によりその素子面Ｓに対する面対称位置に結像することで、さらに凹凸が反転して被投影物Ｏと同じ凹凸を有する実像Ｐ４が生じ、この実像Ｐ４が観察されることになる。

【００３３】

同図から明らかなように、被投影物Ｏ、実像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４は順次非直線的な配置となる。このことは、各２面コーナーリフレクタアレイ３（の素子面Ｓ）の隣接する２面コーナーリフレクタアレイ３（の素子面Ｓ）に対する角度を適宜変更することで、比較的高い自由度で実像Ｐ４を観察できる、ということを意味する。特に、各２面コーナーリフレクタアレイ３の姿勢、すなわち隣接する２面コーナーリフレクタアレイに対する角度を変更するための角度変更機構を設ければ、さらに自在な位置に実像Ｐ４を投影できることになる。その場合、隣接する２面コーナーリフレクタアレイ同士が相互に平行となる可能性もあり、偶然或いは意識的に全ての２面コーナーリフレクタアレイ３が平行となるようにした場合は、第１実施形態のような態様の伝送光学系が構成されることとなる。

【００３４】

なお、本実施形態においても、２面コーナーリフレクタアレイ３の数は２以上であれば、適宜変更することができる。特に、２面コーナーリフレクタアレイ３の数を増加すればするほど、最終的に観察可能な実像の位置を自在に設定することができる。また、２面コーナーリフレクタアレイ３の数が複数であれば、観察される実像の凹凸は被投影物Ｏの凹凸と同じとなり、奇数であれば、観察される実像の凹凸は被投影物Ｏとは反転することとなるのは、第１実施形態で述べたとおりである。

【００３５】

したがって、上述した各実施形態を含む本発明の伝送光学系は、３次元の対象を３次元の像のまま空間的に離れた位置に結像させることができるという特徴を利用して、内視鏡等の光学機器に適用することが可能である。

【００３６】
なお、上述した各実施形態は上述した構成に限定されるものではない。２面コーナーリフレクタアレイ３を構成する２面コーナーリフレクタ２としては単に直交する２枚の反射面が存在すればよく、この反射面としては、光を反射する物質の鏡面精度の平坦度を持つ端面もしくは膜による反射および、屈折率の異なる透明な媒質同士の鏡面精度の平坦度を持つ境界における全反射などの現象を利用することができる。より具体的には、上述した実施形態では、２面コーナーリフレクタアレイ３において、光学的な穴として薄板状の基盤３１に正方形状の穴を形成し、その穴の内周壁のうち隣接する２つを鏡面２１，２２として２面コーナーリフレクタ２を形成した例を示したが、例えば、このような構成に変えて、図９に示すように、基盤３１’の厚み方向に突出する透明な筒状体により単位光学素子２’を構成し、このような筒状体を碁盤目状に多数形成した２面コーナーリフレクタアレイ３’であっても構わない。この場合、各筒状体３２’の内壁面のうち、直交する第１内壁面及び第２内壁面を鏡面２１’，２２’として２面コーナーリフレクタ２’を構成することができる。この場合、前記実施形態と同様に、２面コーナーリフレクタ２’で２回反射する光が、基盤３１’の面方向すなわち素子面Ｓ’に対して面対称な点を通過することにより、所定の空間に２次元像のみならず３次元像をも結像させることができる。なお、筒状体の鏡面２１’，２２’以外の壁面２３’，２４’を鏡面としないか、もしくは素子面Ｓ’に対して垂直以外の角度をつけることにより、余分な反射をなくして、より鮮明な像を得ることができる。また、２面コーナーリフレクタ２’を構成する２つの鏡面２１’，２２’は全反射を利用することもできるし、反射膜による反射を利用することも可能である。特に、鏡面２１’，２２’の全反射を利用する場合、全反射には臨界角が存在するため、多重反射は起こりにくくなることが期待できる。さらに、鏡面を形成すべき筒状体の２つの面に金属反射膜を付け、筒状体同士を接着することも可能である。この場合、鏡面以外の面への非鏡面化等の多重反射対策は必要であるが、開口率が高くなり、透過率が高い２面コーナーリフレクタアレイを得ることができる。

【００３７】
その他、２面コーナーリフレクタを構成する２つの鏡面は、直交する２枚の反射面さえ形成できれば相互に接触させずに相互に間隙を空けて配置されていてもよく、さらに上述した穴や筒状体において２面コーナーリフレクタを構成する鏡面として機能する２つの面と他の面同士の角度については特に制約はない。単位光学素子として、平面形状が矩形状以外の多角形状のもの、三角形のもの、或いは２つの鏡面の反交点側の端部同士を接続する面が平面視ほぼ部分円弧状のものを適用しても構わない。なお、単位光学素子の平面形状を直角三角形とした場合には、単位光学素子として直角プリズムを利用することを意味する。

【００３８】
＜第３実施形態＞　図１０に側面図として示す伝送光学系１Ｄは、結像光学系として、ハーフミラー４１と再帰反射素子（以下、「レトロリフレクタアレイ」）４２とを備えた実鏡映像結像光学系４を２つ（符号、４－１，４－２）使うことで、被投影物Ｏと同じ奥行き形態（凹凸）を持つ実像Ｐ２を結像させるようにしたものである。なお、被投影物Ｏと実像Ｐ（Ｐ１，Ｐ２）については、上述した各実施形態と同一の符号を用いて説明するものとする。

【００３９】
ハーフミラー４１は、例えば透明樹脂やガラス等の透明薄板の一方の面に薄い反射膜をコーティングしたものを利用することができる。ハーフミラー４１において光を透過し且つ反射する面であるハーフミラー面Ｓ”が、本実施形態の伝送光学系１Ｄにおける対称面として機能している。この透明薄板の反対側の面には、無反射処理（ＡＲコート）を施すことで、結像する実像Ｐが２重になるのを防止することができる。

【００４０】
一方、レトロリフレクタアレイ４２には、入射光を厳密に逆反射させるものであればあらゆる種類のものを適用することができ、素材表面への再帰反射膜や再帰反射塗料のコー

ティングなども考えられる。また、本実施形態ではレトロリフレクタアレイ４２として平面的な形状のものを利用しているが、その形状は曲面としてもよい。例えば、図１１（ａ）に正面図の一部を拡大して示すレトロリフレクタアレイ４２は、立方体内角の１つの角を利用するコーナーキューブの集合であるコーナーキューブアレイである。個々のレトロリフレクタ４２Ａは、３つの同形同大の直角二等辺三角形をなす鏡面４２Ａａ，４２Ａｂ，４２Ａｃを１点に集合させて正面視した場合に正三角形を形成するものであり、これら３つの鏡面４２Ａａ，４２Ａｂ，４２Ａｃは互いに直交してコーナーキューブを構成している。また、図１２（ａ）に正面図の一部を拡大して示すレトロリフレクタアレイ４２も、立方体内角の１つの角を利用するコーナーキューブの集合であるコーナーキューブアレイである。個々のレトロリフレクタ４２Ｂは、３つの同形同大の正方形をなす鏡面４２Ｂａ，４２Ｂｂ，４２Ｂｃを１点に集合させて正面視した場合に正六角形を形成するものであり、これら３つの鏡面４２Ｂａ，４２Ｂｂ，４２Ｂｃは互いに直交している。このレトロリフレクタアレイ４２は、図１１（ａ）のレトロリフレクタアレイ４２とは形状が異なるだけで再帰反射の原理は同じである。図１１（ｂ）及び図１２（ｂ）に、図１１（ａ）及び図１２（ａ）にそれぞれ示したレトロリフレクタアレイ４２を例にして説明すると、各レトロリフレクタ４２Ａ，４２Ｂの鏡面のうちの一つ（例えば４２Ａａ，４２Ｂａ）に入射した光は、他の鏡面（４２Ａｂ，４２Ｂｂ）、さらに他の鏡面（４２Ａｃ，４２Ｂｃ）で順次反射することで、レトロリフレクタ４２Ａ，４２Ｂへ光が入射してきた元の方向へ反射する。なおレトロリフレクタアレイ４２に対する入射光と出射光の経路は、厳密には重ならず平行であるが、レトロリフレクタ４２Ａ，４２Ｂがレトロリフレクタアレイ４２と比べて十分小さい場合には、入射光と出射光の経路が重なっているとみなしてもよい。これら２種類のコーナーキューブアレイの違いは、鏡面が二等辺三角形のものは比較的作成しやすいが反射率が若干低くなり、鏡面が正方形のものは二等辺三角形のものと比較して作成がやや難しい反面、反射率が高い、ということである。

【００４１】

図１３に、本実施形態に適用される実鏡映像結像光学系４の結像の原理図を、光線の反射・透過の状態を横方向から見た図で示す模式図として示す。この実鏡映像結像光学系４では、水平方向にハーフミラー４１を配置し、このハーフミラー４１の一端側（反観察側）にハーフミラー面Ｓ”の上下両面側に亘って１枚のレトロリフレクタアレイ４２を鉛直姿勢で配置することで、ハーフミラー４１とレトロリフレクタアレイ４２とがほぼ直交するようにしている。まず、被投影物Ｏ（図中、点光源として示す）から様々な方向に出た光がハーフミラー４１を直線的に透過し、ハーフミラー４１の上面側に突出しているレトロリフレクタアレイ４２で反射して同じ方向へ再帰反射し、さらにハーフミラー４１で反射することによって、ハーフミラー４１の上面の上方空間の一点で再び１点に集まる。すなわち、この集光は結像を意味する。この集光点は、被投影物Ｏのハーフミラー面Ｓ”に対する面対称位置である。一方、被投影物Ｏから様々な方向に出た光がハーフミラー４１で反射して、ハーフミラー４１の下面側に突出しているレトロリフレクタアレイ４２で同じ方向へ再帰反射し、さらにハーフミラー４１を直線的に透過することによって、ハーフミラー４１の上面の上方空間の一点で結像する。すなわち、いずれの光路を通る光線も、被投影物Ｏのハーフミラー４１（より詳細にはハーフミラー面Ｓ”）に対する面対称位置を通過するため、同じ位置に実像Ｐが共栄像として結像し、これを一定の視点から観察することができる。ここで、実像Ｐの被投影物Ｏに対する明るさ（光線の透過率）は、光路ごとに「ハーフミラー透過率」と「ハーフミラー反射率」と「コーナーキューブ反射率」の３つを乗じることによって得られる。仮に理想的な最大値として、「ハーフミラー透過率」及び「ハーフミラー反射率」を共に０．５、「コーナーキューブ反射率」をｒとすれば、何れか一方の光路を通った実像Ｐの透過率は共に０．２５ｒとなり、両光路Ｌ１、Ｌ２を合わせると実像Ｐ全体の透過率はその合計の０．５ｒとなる。

【００４２】

本実施形態の伝送光学系１Ｄでは、図１０に示すように、各実鏡映像結像光学系４におけるハーフミラー４１には同等のものを利用し、２つの実鏡映像結像光学系の対称面であ

るハーフミラー面Ｓ”を平行に配置している。なお、第２実施形態のように、ハーフミラー面Ｓ”同士のなす角度を平行又は平行以外の角度となるように適宜変更可能とすることができるし、そのために角度変更機構を設けてもよい。レトロリフレクタアレイ４２については、被投影物Ｏから発してハーフミラー４１で反射した光、又は被投影物Ｏから発してハーフミラー４１を透過した光、もしくはその両方の光が当たる位置に配置すれば、配置位置や形状は特に限定されない。本実施形態では一例として、被投影物Ｏに近い順に第１の実鏡映像結像光学系４－１ではレトロリフレクタアレイ４２をハーフミラー４１の上下両面側に亘って配置し，第３の実鏡映像結像光学系４－２ではレトロリフレクタアレイ４２をハーフミラー４１の下面側のみに配置している。これら各実鏡映像結像光学系４の機能は、レトロリフレクタアレイ４２の配置態様に拘わらず同一である。但し、ハーフミラー４１の上下どちらか一方側のみにレトロリフレクタアレイ４２を配置した実鏡映像結像光学系４では、ハーフミラー４１の上下両面側に亘って配置したものと比較して、結像する実像の明るさが半分となる。また、上述した２つの実鏡映像結像光学系４では、すべてのレトロリフレクタアレイ４２をハーフミラー４１に対して同一の関係で配置したものとしてもよいし、全てのレトロリフレクタアレイ４２をハーフミラー４１に対して異なる関係で配置したものとしてもよい。例えば、レトロリフレクタアレイ４２を円筒状として、適当な間隔で離間したハーフミラー４１を円筒を区切るように配置するということも可能である。

【００４３】

このような構成の伝送光学系１Ｄでは、まず、被投影物Ｏから発せられた光は、この被投影物Ｏに近い方の実鏡映像結像光学系である第１の実鏡映像結像光学系４－１におけるハーフミラー面Ｓ”で反射してハーフミラー面Ｓ”の下面側のレトロリフレクタアレイ４２で再帰反射し、更にハーフミラー面Ｓ”を透過して、被投影物Ｏのハーフミラー面Ｓ”に対する面対称位置に実像Ｐ１として結像すると同時に、ハーフミラー面Ｓ”を透過してハーフミラー面Ｓ”の上面側のレトロリフレクタアレイ４２で再帰反射し、更にハーフミラー面Ｓ”で反射して、同じ位置に実像Ｐ１として結像する。この実像Ｐ１の凹凸は被投影物Ｏの凹凸とは反転している。なお、第１実施形態の場合と同様に、この実像Ｐ１の結像位置が、第１の実鏡映像結像光学系４－１のハーフミラー面Ｓ”と第２の実鏡映像結像光学系４－２のハーフミラー面Ｓ”との間となるように、両実鏡映像結像光学系４－１，４－２間の距離を設定しておく。次に、この実像Ｐ１を被投影物として発せられた光は、第２の実鏡映像結像光学系４－２におけるハーフミラー面Ｓ”で反射してハーフミラー面Ｓ”の下面側のレトロリフレクタアレイ４２で再帰反射し、更にハーフミラー面Ｓ”を透過して、実像Ｐ１のハーフミラー面Ｓ”に対する面対称位置に実像Ｐ２として結像する。この実像Ｐ２の凹凸は、実像Ｐ１の凹凸とは反転しているため、被投影物Ｏの凹凸と同じこととなる。すなわち、被投影物Ｏからは凹凸が反転していない実像Ｐ２が観察されることとなる。

【００４４】

このように、結像光学系としてハーフミラー４１とレトロリフレクタアレイ４２を備えた実鏡映像結像光学系４を複数組み合わせた伝送光学系１Ｄであっても、結像光学系として２面コーナーリフレクタアレイ３を複数適用した伝送光学系１Ａと同様に、空間的に離れた位置に被投影物Ｏの実像Ｐを投影することができる。また、実鏡映像結像光学系４を３つ以上利用した伝送光学系を構成した場合も、第１実施形態等と同様に、実鏡映像結像光学系４の数が偶数であれば観察される実像Ｐの凹凸は被投影物Ｏの凹凸と同じとなり、奇数であれば観察される実像Ｐの凹凸は被投影物Ｏの凹凸とは反転する。さらに、隣接する対称面であるハーフミラー面Ｓ”同士の角度を平行以外の角度となるように傾斜させても、第２実施形態と同様の結果が得られる。

【００４５】

また、本発明の伝送光学系においては、結像光学系として、例えば第１実施形態の２面コーナーリフレクタアレイ３と第３実施形態の実鏡映像結像光学系４とを組み合わせることが可能である。例えば図１４に示す伝送光学系１Ｅは、被投影物Ｏに近い第１の結像光

学系に２面コーナーリフレクタアレイ３を適用し、観察側に近い第２の結像光学系に実鏡映像結像光学系４を適用したものである。このような場合でも、まず被投影物Ｏから出た光が２面コーナーリフレクタアレイ３の各２面コーナーリフレクタ２の各鏡面要素２１，２２で１回ずつ、合計２回反射して屈曲しつつ素子面Ｓを透過することで、被投影物Ｏの素子面Ｓに対して面対称位置に実像Ｐ１が結像する。次いで、この実像Ｐ１から出た光が、実鏡映像結像光学系４のハーフミラー４１で反射してレトロリフレクタアレイ４２で再帰反射し、さらにハーフミラー４２を直線的に透過するのと同時に、ハーフミラー４１を透過してレトロリフレクタアレイ４２で再帰反射し、さらにハーフミラー４２で反射することで、被投影物Ｏのハーフミラー面Ｓ“に対して面対称位置に実像Ｐ２が結像する。このように、複数種類の結像光学系を備えた伝送光学系であっても、上記各実施形態と同じように被投影物Ｏの実像を各対称面（素子面Ｓ、ハーフミラー面Ｓ”）に対する面対称位置に次々と結像させることができる。１つの伝送光学系における結像光学系の数を３つ以上に増やしたり、隣接する対称面同士の角度を傾斜させても同様である。

【００４６】

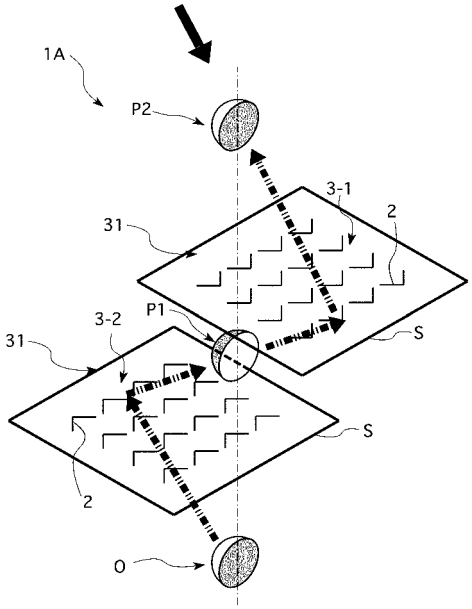
さらに、伝送光学系における結像光学系には、上述したようなマイクロミラーを用いた実鏡映像結像光学系の代わりにマイクロレンズを利用した実鏡映像結像光学系を用いることもでき、さらに複数種類の結像光学系を混在させることも可能である。また、結像光学系が実鏡映像結像光学系ではない場合には、３次元物体で歪みが生じるものの、それが問題ない用途においては用いることも可能である。また上述した実施形態においては結像光学系間に必ず実像を結像させた態様を示したが、図１５に結像光学系として２面コーナーリフレクタアレイを適用した場合を示すように、２つの隣接する結像光学系３－１，３－２同士の間隙をより狭くして、実像Ｐ１の結像距離よりも前に結像光学系３－２を配置したとしても、被投影物Ｏ（図示例では「Ｆ」の文字で表している）の虚像Ｐ’として伝送されるというだけであり、多段構成を行った途中段でこのような形態をとったとしても最終的な伝送そのものに影響はない。このような作用は、アフォーカルレンズアレイから構成される結像光学系や、ハーフミラーとレトロリフレクタアレイとから構成される結像光学系を適用した場合でも同様である。その他、各部の具体的構成についても上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【産業上の利用可能性】

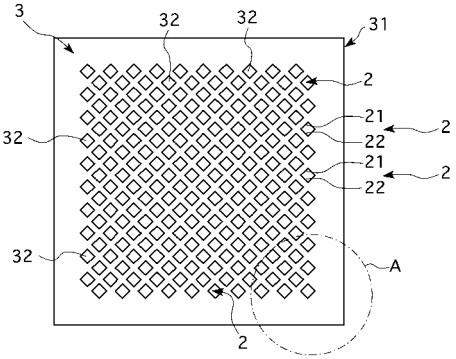
【００４７】

本発明の伝送光学系は、２次元か３次元かを問わず被投影物の実像を、複数の結像光学系を経て各結像光学系が有する対称面に対して順次面対称位置に結像させることで、最終的に被投影物から空間的に遠く離れた位置に被投影物の実像を結像させることができるものであるため、例えば立体内視鏡や、新規なディスプレイ装置等の画像（映像）投影装置や観察装置として利用することができる。

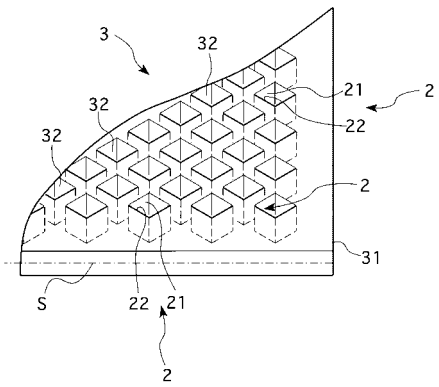
【図１】


1A
P2
3-1
2
31
P1
3-2
31
S
S
2
O

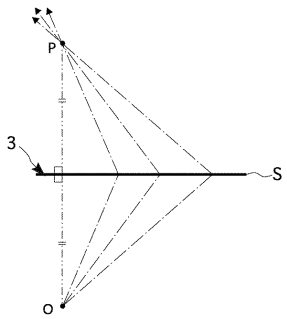
【図２】


3
32
32
31
2
21
2
22
32
21
2
22
32
A
2

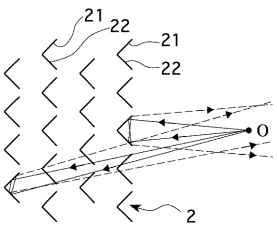
【図３】


3
32
32
32
21
2
22
2
31
S
22
21
2

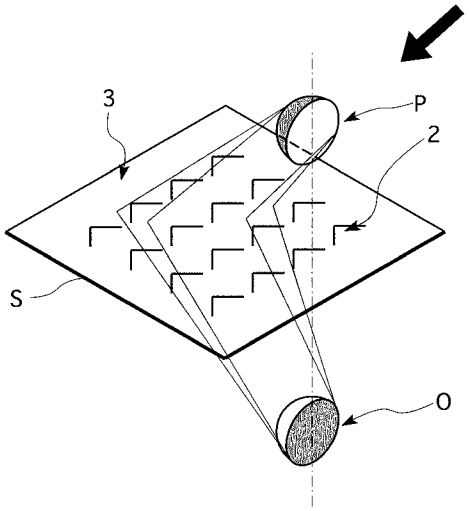
【図５】


P
3
S
O

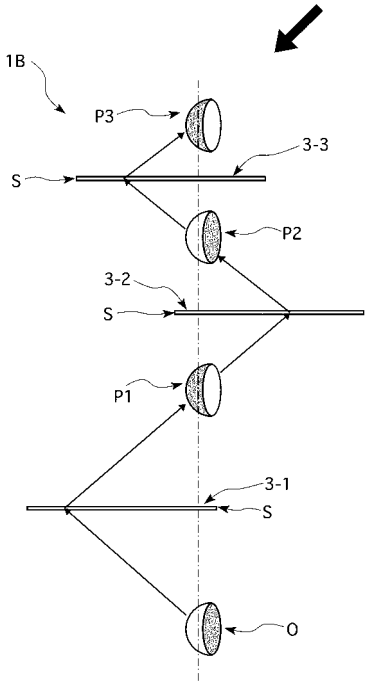
【図４】


21
22
21
22
O
2

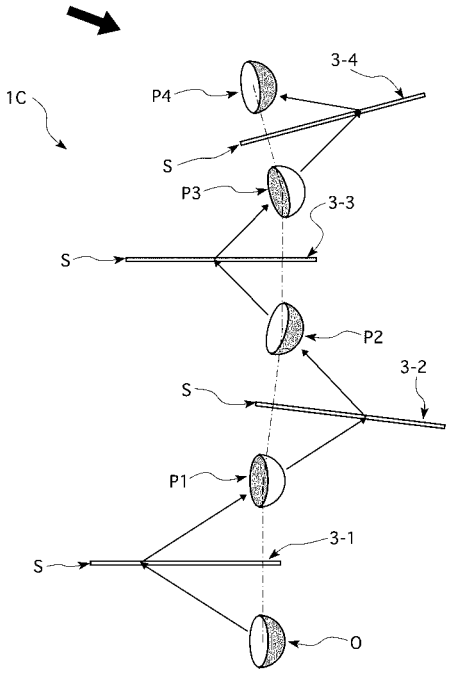
【図６】


3
P
2
S
O

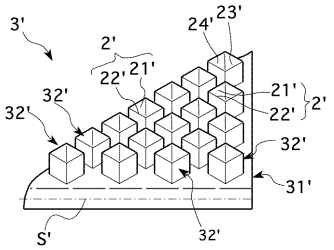
【図７】


1B
P3
3-3
S
P2
3-2
S
P1
3-1
S
O

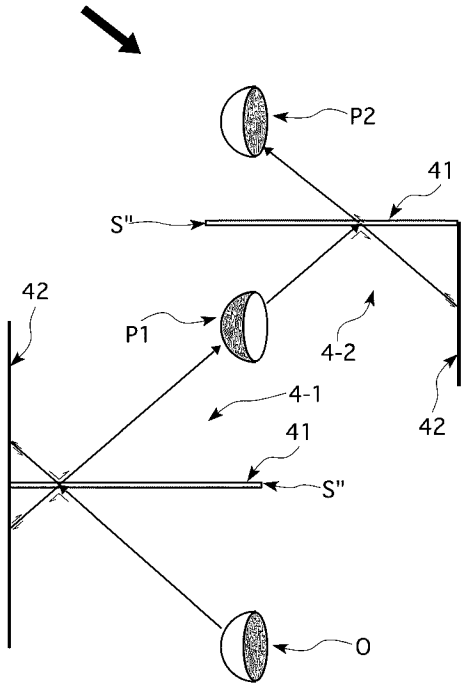
【図８】


1C
P4
3-4
S
P3
3-3
S
P2
3-2
S
P1
3-1
S
O

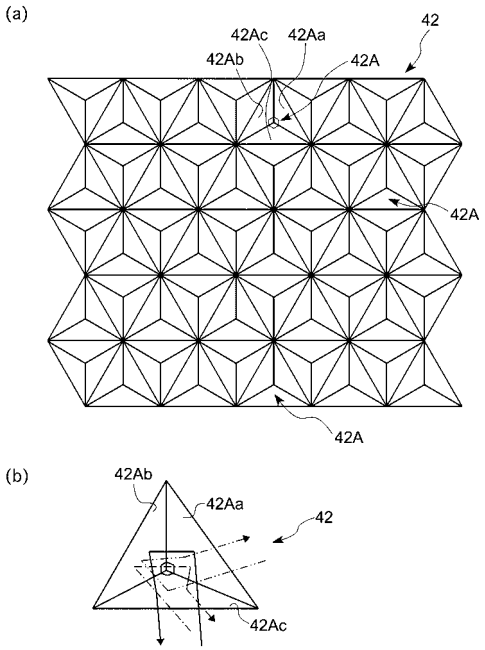
【図９】


3'
2'
24'
23'
22'
21'
32'
21'
22'
2'
32'
32'
31'
S'
32'

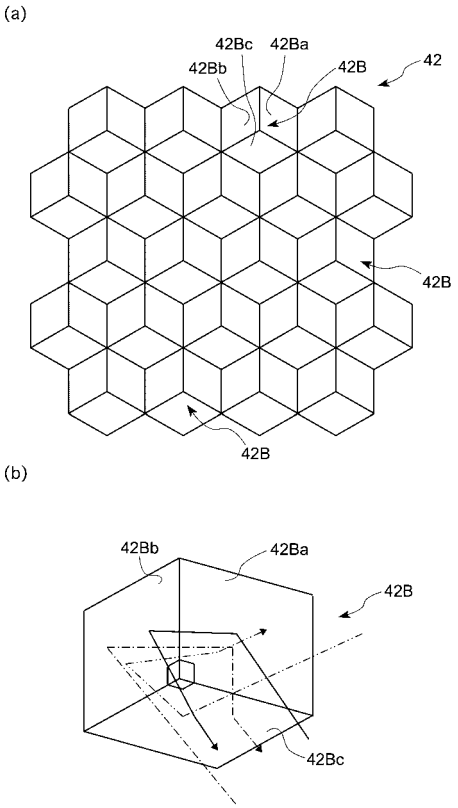
【図１０】



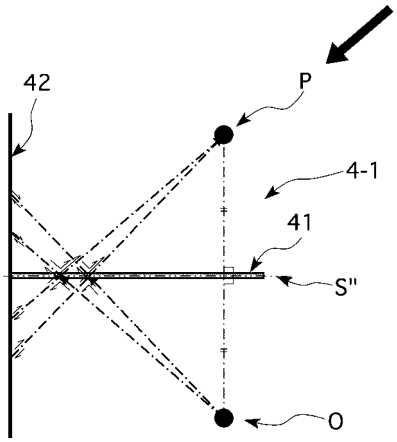
【図１１】



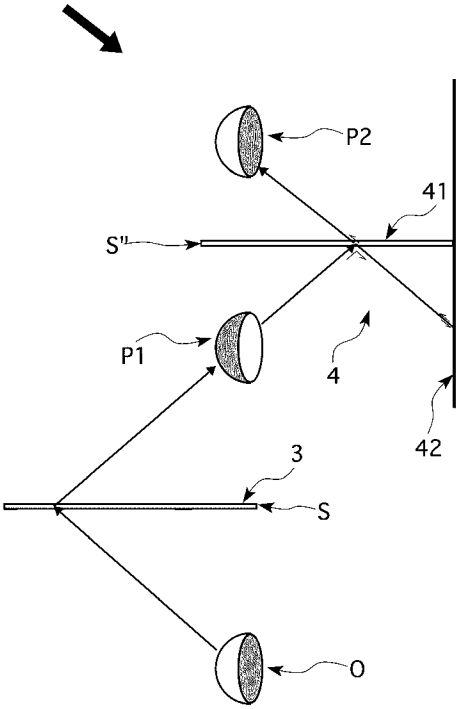
【図１２】



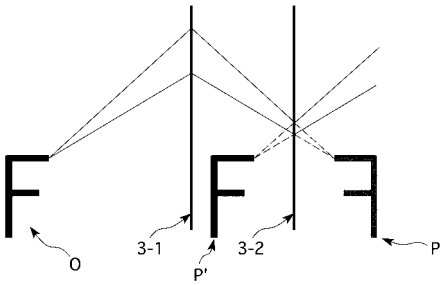
【図１３】



【図１４】



【図１５】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/056244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B27/22(2006.01)i, *G02B17/06*(2006.01)i, *G02B27/18*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B27/22, G02B17/06, G02B27/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-10755 A (Nippon Hoso Kyokai), 13 January, 2005 (13.01.05), Par. No. [0051]; Fig. 4 & US 2004/0263964 A1	1,5,6,8,9 2,3,10 4,7
X Y A	JP 2003-75946 A (Nippon Hoso Kyokai), 12 March, 2003 (12.03.03), Par. No. [0052]; Fig. 5 (Family: none)	1,5,6,8,9 2,3,10 4,7
Y A	Maekawa S. et al., 'Transmissive Optical Imaging Device with Micromirror Array', Proc. of SPIE, Vol.6392, October 2006, 63920E-1-63920E-8	2,3 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 June, 2008 (03.06.08)	17 June, 2008 (17.06.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/056244

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Satoshi MAEKAWA et al., 'Bisho 2 Men Corner Reflector Array o Mochiita Men Taisho Ketsuzo Kogaku Soshi', ITE Technical Report, Vol.30, No.52, 18 October, 2006 (18.10.06), pages 49 to 52	2,3 4
Y	JP 7-294827 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 November, 1995 (10.11.95), Par. Nos. [0002] to [0004]; Fig. 27 (Family: none)	10
A	JP 2004-151645 A (Pioneer Corp.), 27 May, 2004 (27.05.04), Par. Nos. [0009] to [0014]; Fig. 1 & US 2004/0085643 A1	7
A	JP 2001-356299 A (TDK Corp.), 26 December, 2001 (26.12.01), Par. No. [0067]; Fig. 9 & US 2002/0044349 A1	7
A	WO 2006/061959 A1 (Pioneer Corp.), 15 June, 2006 (15.06.06), Par. Nos. [0040] to [0049]; Fig. 7 (Family: none)	7

国際調査報告

国際出願番号 ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０５６２４４

Ａ． 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl. G02B27/22(2006.01)i, G02B17/06(2006.01)i, G02B27/18(2006.01)i

Ｂ． 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl. G02B27/22, G02B17/06, G02B27/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ． 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X Y A	ＪＰ ２００５－１０７５５ Ａ（日本放送協会）２００５．０１．１３，【００５１】，図４ &ＵＳ ２００４／０２６３９６４ Ａ１	1,5,6,8,9 2,3,10 4,7
X Y A	ＪＰ ２００３－７５９４６ Ａ（日本放送協会）２００３．０３．１２，【００５２】，図５ （ファミリーなし）	1,5,6,8,9 2,3,10 4,7

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０３．０６．２００８	国際調査報告の発送日 １７．０６．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員） 2X 9017 河原 正 電話番号 ０３－３５８１－１１０１ 内線 ３２９４

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２００７年４月）

国際調査報告 国際出願番号 ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０５６２４４

Ｃ（続き）． 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y A	Maekawa S. et al.,' Transmissive Optical Imaging Device with Micromirror Array', Proc. of SPIE, Vol.6392, October 2006, 63920E-1-63920E-8	2,3 4
Y A	前川 聡 他,'微小２面コーナーリフレクタアレイを用いた面対称結像光学素子', 映像情報メディア学会技術報告, Ｖｏｌ．３０，Ｎｏ．５２，２００６．１０．１８，ｐ．４９－５２	2,3 4
Y	ＪＰ ７－２９４８２７ Ａ（オリンパス光学工業株式会社）１９９５．１１．１０,【０００２】－【０００４】, 図２７ （ファミリーなし）	10
A	ＪＰ ２００４－１５１６４５ Ａ（パイオニア株式会社）２００４．０５．２７,【０００９】－【００１４】, 図１ &US ２００４／００８５６４３ Ａ１	7
A	ＪＰ ２００１－３５６２９９ Ａ（ティーディーケイ株式会社）２００１．１２．２６,【００６７】, 図９ &US ２００２／００４４３４９ Ａ１	7
A	WO２００６／０６１９５９ Ａ１（パイオニア株式会社）２００６．０６．１５,［００４０］－［００４９］, 図７ （ファミリーなし）	7

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
H04N 13/04 (2006.01)	H04N 13/04	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

（注）この公表は、国際事務局（ＷＩＰＯ）により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第１８４条の１０第１項(実用新案法第４８条の１３第２項）により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。