

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-510198

(P2004-510198A)

(43) 公表日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G02B 21/18

F I

G02B 21/18

テーマコード (参考)

2H052

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 61 頁)

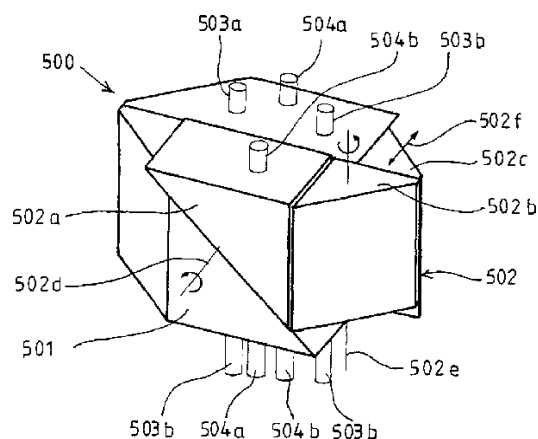
(21) 出願番号	特願2002-530901 (P2002-530901)	(71) 出願人	390032414 カール・ツァイス・スチフツング CARL-ZEISS-STIFTUNG ドイツ連邦共和国ハイデンハイム アン デア プレンツ (番地なし)
(86) (22) 出願日	平成13年9月1日 (2001.9.1)	(74) 代理人	100061815 弁理士 矢野 敏雄
(85) 翻訳文提出日	平成15年3月26日 (2003.3.26)	(74) 代理人	100094798 弁理士 山崎 利臣
(86) 国際出願番号	PCT/EP2001/010094	(74) 代理人	100099483 弁理士 久野 琢也
(87) 国際公開番号	W02002/027379	(74) 代理人	100114890 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ ンハルト
(87) 国際公開日	平成14年4月4日 (2002.4.4)		
(31) 優先権主張番号	100 47 617.1		
(32) 優先日	平成12年9月26日 (2000.9.26)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(31) 優先権主張番号	101 40 402.6		
(32) 優先日	平成13年8月17日 (2001.8.17)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, US		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 像反転系、検眼鏡補助モジュール、手術用顕微鏡

## (57) 【要約】

像反転系(500)は、同時に像反転と複数観察光路(503a, 503b, 504a及び504b)の光路交換を行う。像反転系(500)は、少なくとも1つのポロプリズム系を有しており、収束光路内に装置構成するように構成されている。像反転系(500)の構造高さが小さいので、検眼鏡内で使用される手術用顕微鏡用の補助モジュール内の像反転系として適している。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

像反転系（100，500，600）であって、

- 光束（104）を、入射方向から該入射方向に対して横方向の第1の方向に偏向するための第1の鏡と、
- 前記第1の鏡で偏向された光束を、前記第1の方向に対して横方向の第2の方向に偏向するための第2の鏡（107）と、
- 前記第2の鏡（107）で偏向された光束を、前記第2の方向に対して横方向の第3の方向に偏向するための第3の鏡（108）と、
- 前記第3の鏡（108）で偏向された光束を、前記第3の方向に対して横方向の所定方向に偏向するための第4の鏡（109）とを有しており、
- 前記第1、第2、第3及び第4の鏡は、各々相互に所定角度をなす面法線を有しており、
- 少なくとも2つの鏡（107）は、90°プリズム（102，103）の表面によって形成されている

像反転系において、

- 少なくとも1つの鏡（109）は、ポロプリズム（101）の表面である

ことを特徴とする像反転系。

## 【請求項 2】

ポロプリズムは、短縮ⅡⅡ型ポロプリズム（101）として構成されている請求項1記載の像反転系。 20

## 【請求項 3】

例えば、請求項1又は2記載の像反転系（100，200，300）において、

- 光束を、入射方向から該入射方向に対して横方向の第1の方向に偏向するための第1の鏡と、
- 前記第1の鏡で偏向された光束を、前記第1の方向に対して横方向の第2の方向に偏向するための第2の鏡（107，208，308）と、
- 前記第2の鏡（107，208，308）で偏向された光束を、前記第2の方向に対して横方向の第3の方向に偏向するための第3の鏡（108，209，309）と、
- 前記第3の鏡（108，209，309）で偏向された光束を、前記第3の方向に対して横方向の所定方向に偏向するための第4の鏡（109，210，310）とを有しており、
- 第1、第2、第3及び第4の鏡（107，208，308，108，209，309，109，210，310）は、各々相互に所定角度をなす面法線（116，216，217，315）を有しており、
- 少なくとも2つの鏡（107，208，308，108，209，309，109，210，310）は、90°プリズム（102，103，201，202，203，204，301，302，303，304）の表面によって形成されている

像反転系において、

- 少なくとも1つの鏡（107，208，209）は、鏡の面法線（116，216，315）に対して横方向の軸（115，214，314）を中心にして回転可能である

ことを特徴とする像反転系。

## 【請求項 4】

少なくとも1つの鏡（108，208，209，308，309）が、鏡面に対して横方向（113，218，314）にシフト可能である請求項1から3迄の何れか1記載の像反転系。

## 【請求項 5】

少なくとも1つの鏡（107，208，308，309）が、90°プリズム（102，103，202，302，303）の側面として構成されており、前記90°プリズム（102，103，202，302，303）は、当該プリズムの前記側面に対してほぼ平 50

行な軸（１１４，１１５，２１４，２１５，３１４，３１６）を中心にして回転可能である請求項３又は４記載の像反転系。

【請求項６】

少なくとも２つの鏡（１０７，２０８，２０９，３０８，３０９）が回転可能であり、少なくとも２つの鏡（１０８，１０９，２０８，２０９，３０８，３０９）がシフト可能に支承されている請求項３から５迄の何れか１記載の像反転系。

【請求項７】

像反転系（５００，６００）が対称的に互いに相手の中に組み入れられた２つのポロプリズム系（５０１，５０２，６０１，６０２）を有している請求項７記載の像反転系。

【請求項８】

例えば、手術用顕微鏡（７０４）用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系（７５１）付の補助モジュール（７５０）において、像反転系が請求項１から７迄の何れか１により構成されていることを特徴とする補助モジュール（７５０）。

【請求項９】

例えば、手術用顕微鏡（７０４）用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系（７５１）付の補助モジュール（７５０）において、像反転系は、ⅡⅡ型ポロプリズムを有していることを特徴とする補助モジュール（７５０）。

【請求項１０】

例えば、手術用顕微鏡（７０４）用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系（７５１）付の補助モジュール（７５０）において、像反転系は、２つのⅡⅡ型ポロプリズムを有していることを特徴とする補助モジュール（７５０）。

【請求項１１】

顕微鏡の主対物レンズ（７０４）に取り付けるための、請求項８，９又は１０記載の補助モジュール（７５０）であって、

- 前記顕微鏡の主対物レンズ（７０４）の焦点距離を変えるための調整可能なフォーカス光学系（７５２）と、

- 前記フォーカス光学系（７５２）に対応して設けられた像反転系（７５１）とを有して  
おり、

- 前記補助モジュール（７５０）を顕微鏡の主対物レンズ（７０４）に取り付けるために、前記像反転系（７５１）は、前記補助モジュール（７５０）の、前記顕微鏡主対物レンズ（７０４）側の面に設けられている

補助モジュール（７５０）において、

- 像反転系（７５１）は、少なくとも２つのビノクラール観察光路（７０２，７０３，７０８）の光路交換用の系として構成されている

ことを特徴とする補助モジュール（７５０）。

【請求項１２】

像反転系（７５１）は、少なくとも４つのビノクラール観察光路（７０２，７０３，７０８）の光路交換用の系として構成されている請求項１１記載の補助モジュール（７５０）

。

【請求項１３】

フォーカス光学系（７５２）は、少なくとも１つの分散レンズ（７５２ｂ）を有している請求項１１又は１２記載の補助モジュール（７５０）。

【請求項１４】

フォーカス光学系（７５２）は、少なくとも１つの収束レンズ（７５２ｂ）を有しており、該収束レンズ（７５２ｂ）は、フォーカス光学系（７５２）の光学軸（８１４）に沿って可動である請求項１１から１３迄の何れか１記載の補助モジュール（７５０）。

【請求項１５】

10

20

30

40

50

分散レンズ(152b)は、フォーカス光学系(752)の光学軸(814)に沿って可動である請求項13記載の、又は、請求項14が請求項13に関係している場合に請求項14記載の補助モジュール(750)であって、分散レンズ(152b)は、フォーカス光学系(752)の光学軸(814)に沿って可動である補助モジュール(750)。

【請求項16】

像反転系(751)は、光路内に挿入したり、出したり切り換え可能である請求項8から15迄の何れか1記載の補助モジュール(750)。

【請求項17】

請求項11記載の、又は、請求項12から16が請求項11に関係している場合に請求項12から16迄の何れか1記載の補助モジュール(750)において、フォーカス光学系(752)は、光路内に挿入したり、出したり切り換えられるように構成されている補助モジュール(750)。

10

【請求項18】

人間の眼(720)の中間画像を形成するために、補助モジュール(750)は、検眼鏡ルーペ(753)を有している請求項8から17迄の何れか1記載の補助モジュール(750)。

【請求項19】

フォーカス光学系(752)と検眼鏡ルーペ(753)の各焦点距離は相互に調整されている請求項18記載の補助モジュール(750)。

【請求項20】

請求項1～7の何れか1記載の像反転系を有する顕微鏡、例えば、手術用顕微鏡(700)。

20

【請求項21】

請求項8～19の何れか1記載の補助モジュール(750)を有する顕微鏡、例えば、手術用顕微鏡(700)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、像反転系であって、光束を、入射方向から該入射方向に対して横方向の第1の方向に偏向するための第1の鏡と、第1の鏡で偏向された光束を、第1の方向に対して横方向の第2の方向に偏向するための第2の鏡と、第2の鏡で偏向された光束を、第2の方向に対して横方向の第3の方向に偏向するための第3の鏡と、第3の鏡で偏向された光束を、第3の方向に対して横方向の所定方向に偏向するための第4の鏡とを有しており、第1、第2、第3及び第4の鏡は、各々相互に所定角度をなす面法線を有しており、少なくとも2つの鏡は、90°プリズムの表面によって形成されている像反転系に関する。その際、相互に所定角度をなす面法線とは、0°～180°の所定角度をなす面法線のことである。つまり、これら各面法線は、相互に平行か又は逆平行である。本発明は、更に、そのような像反転系が設けられた手術用顕微鏡補助モジュール、及び、そのような補助モジュールが設けられた顕微鏡、例えば、手術用顕微鏡に関する。

30

【0002】

冒頭に記載した形式の像反転系は、ドイツ連邦共和国特許公開第3826069号公報から公知である。そこでは、像反転及び2つの観察光路の横方向での交換用のビノкуляр手術用顕微鏡のために、8個の90°プリズムから構成されたプリズム系を設けることが提案されている。これら各90°プリズムでは、90°角度で対向するプリズム面は鏡面として作用する。各観察光路は、そのような90°プリズムを用いて顕微鏡レンズ系の光軸に対して垂直方向面で出射して、2回反射して像が反転された後、各々他方の観察光路に案内される。この像反転系は、顕微鏡内に顕微鏡筒と倍率転換器との間に設けられている。手術用顕微鏡の観察光路内に挿入したり、出したり切り換えることができる。

40

【0003】

"Neumann-Schroeder: Bauelemente der Optik, Hanser Verlag Muenchen, 1992"、176ページに、ボロ

50

プリズム及び短縮ボロプリズムの表面で複数回反射することによって像反転された光路を形成することができるやり方について記載されている。

【0004】

ドイツ連邦共和国特許公開第20021995号公報には、補助モジュール付の手術用顕微鏡が開示されており、この補助モジュールは、眼球後部に手術を行うために検眼鏡ルーペが取り付けられている。この補助モジュールは、プリズム構成に基づく系を像反転のために有している。

【0005】

この補助モジュールは、手術用顕微鏡主対物レンズの下側に設けられており、眼底を側方にいる観察者の方に表示することができる。

10

【0006】

ドイツ連邦共和国特許公開第4114646号公報からは、検眼鏡補助モジュール付の手術用顕微鏡が公知であり、この補助モジュールは、顕微鏡主対物レンズの下側の顕微鏡筒の延長部内に設けられている。この検眼鏡補助モジュールは、対物レンズ側に1つ又は複数の検眼鏡レンズを有しており、この検眼鏡レンズは、第1の中間像で、患者の目の眼底の、高さ及び横方向が反転された像を形成するために使われる。像を正立させて開口絞りを交換する光学系を介して、この第1の中間像面の画像が正立され、横方向が第2の中間像面に結像される。この第2の中間像面の画像は、顕微鏡の観察者が、顕微鏡主対物レンズ及び顕微鏡主対物レンズの方にシフト可能なレンズを通して視ることができる。補助モジュールを用いて、患者の目の関心部分をフォーカシングすることができる。

20

【0007】

そのような検眼鏡補助モジュールを手術用顕微鏡に用いると、オペレータのために比較的僅かな作業スペースしか利用することができなくなる。つまり、患者の目の眼底を結像するために、検眼鏡レンズ系は目の角膜の上側ギリギリの所に設ける必要があるからである。検眼鏡ルーペに応じて、目の眼底を見えるようにすることができて、オペレータのために比較的広いスペースが可能となるコンタクトレンズ(Kontaktglas)のためには、そのような検眼鏡補助モジュールは設けられていない。

【0008】

ドイツ連邦共和国特許公開第4114646号公報に記載されている検眼鏡補助モジュールは、手術アシスタントによって同じように手術領域を共同して一緒に観察するようにも構成されていない。手術領域を共同して観察することができるようにするためには、使われている手術用顕微鏡に光路の一部をシフトするユニット(Strahlaußkoppeleinheiten)を顕微鏡筒の領域内に設けて、1つの観察光路を、主観察者及び副観察者用の各々2つの部分光路に分割する必要がある。このような構成により、主観察者と副観察者は基本的に同じ像を視ることができるようになるが、主観察者と副観察者が知覚する像の輝度は明らかに損失を生じる。

30

【0009】

目の手術のために、患者の目の眼底を結像するのに、検眼鏡ルーペ乃至コンタクトレンズを使うことができる別の手術用双眼顕微鏡が、ドイツ連邦共和国特許公開第29905969号公報に記載されている。この手術用顕微鏡は、光路内の顕微鏡主対物レンズの前で回動可能な付加レンズを有している。倍率転換器の上側に、顕微鏡筒内に像反転のためにシフトして光路内に挿入したり出したりする系が設けられており、この系により、オペレータのために、目の眼底を横方向及び瞳孔が正立した結像を形成することができるようになる。しかし、このような、像反転系の装置構成は、比較的高い顕微鏡構造となってしまう。従って、視る高さが相応に高くなってしまい、その際、オペレータは不利な作業姿勢しかとれなくなってしまう。更に、この構成方式では、観察者が視ることができる顕微鏡像は、顕微鏡主対物レンズの大きさによってではなく、像反転系のディメンションによって限定されてしまう。その結果、観察者はぼやけた顕微鏡像しか視ることができなくなってしまう。更に、顕微鏡が一方では患者の目の眼底を検査するために、検眼鏡ルーペ乃至コンタクトレンズと一緒に使われ、しかも、目の角膜を観察するために検眼鏡ルーペ乃至

40

50

コンタクトレンズを光路から外す場合、顕微鏡のシャープさの調整を換えて作業する必要がある。一方では、これにより手術過程が妨げられ、他方では、これにより、光学系の焦点面も移動してしまう。結局、観察者にとって、不所望な倍率転換となってしまう。更に、この構成方式では、付加レンズ、検眼鏡ルーペ乃至コンタクトレンズの不所望な結像誤差を補正することはできない。

【 0 0 1 0 】

ドイツ連邦共和国特許公開第 3 5 3 9 0 0 9 号公報からは、顕微鏡主対物レンズの前側に設けられた像反転系を有していて、検眼鏡レンズを有する、双眼手術用顕微鏡用の補助モジュールが公知である。この検眼鏡レンズを用いて、目の眼底が、補助モジュール内に設けられた中間像面内に結像される。この中間像面の画像は、フィールドレンズと像反転系を介して顕微鏡主対物レンズに投射される。更に、そのような顕微鏡構成では、オペレータにとって極めて僅かな作業スペースしかなく、患者の目の上に設けられるコンタクトレンズを使うことができない。更に、手術中、交互に患者の目の眼底又は網膜を観察する必要がある場合、補助モジュールを光路から外して、顕微鏡主対物レンズのフォーカシング調整を変更する必要がある。

10

【 0 0 1 1 】

従って、本発明が基づく課題は、手術を行うために目の後部に設けられた、手術顕微鏡用の補助モジュールを使用することができ、並びに、補助モジュールを手術顕微鏡用及び顕微鏡用に構成して、オペレータ用の最大可能な作業スペースを確保しつつ、網膜及び眼底を各々側方から正立像で観察することができる、構造高さが小さな像反転系を提供することである。

20

【 0 0 1 2 】

本発明によると、この課題は、冒頭に記載した形式の像反転系を、少なくとも 1 つの鏡は、ポロプリズムの表面であるようにすることにより解決される。そのような、本発明の像反転系では、鏡として作用するポロプリズムの表面は、それと同時に 90°プリズムの表面である。このようにして、像反転系の構造形状をコンパクトにすることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の実施例では、ポロプリズムは、短縮 II 型ポロプリズムとして構成されている。従って、II 型ポロプリズム系は、光路交換に必要であるような、光路入射光束と出射光束とを所望のようにならずのに卓越して適している光学系コンポーネントであることが分かる。それと同時に、II 型ポロプリズム系を用いると、像反転される。II 型ポロプリズム系は、比較的コンパクトに構成される。そのようなプリズム系を手術用顕微鏡用の構造群内に用いると、手術用顕微鏡の寸法を、最大可能作業スペース又は手術領域の各部によって不所望に覆い隠される点に関して最適化することができる。その際、像反転及び光路交換を光学コンポーネントを用いて達成することができ、それにより、光束の全光路を比較的短い光路長にすることができる。

30

【 0 0 1 4 】

像反転系は、鏡の面法線に対して横方向の軸を中心にして回転可能な、即ち、鏡の面法線に対して平行でない軸に回転可能に固定された、少なくとも 1 つの鏡を有しているので、所定の収束光路で使用するのに適した、調整可能な像反転系を提供することができる。

40

【 0 0 1 5 】

本発明の実施例では、像反転系は、少なくとも 1 つの鏡を有しており、この鏡は、鏡面に対して横方向にシフト可能である。その際、所定の鏡面に対して横方向とは、この鏡面に対して平行でない各方向のことである。このようにして、光路シフトを調整可能な像反転系を提供することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の実施例では、像反転系は、少なくとも 1 つの鏡を有しており、この鏡は、90°プリズムの表面として構成されており、その際、90°プリズムは、このプリズムの表面に対してほぼ平行な軸を中心にして回転可能である。その際、面に対してほぼ平行な軸とは、この面に対して垂直方向でない各軸のことである。このようにして、像反転系を簡単

50

に構成することができる。

【0017】

本発明の実施例では、像反転系は少なくとも2つの回転可能な鏡と、少なくとも2つのシフト可能な鏡を有している。このようにして、像反転系を透過する光束を結像系の光軸に関して配向することができる。

【0018】

本発明の実施例では、像反転系は、対称な装置構成となるように互いに相手の中に組み入れられた2つのポロプリズム系を有している。このようにして、系の構造高さを最小にすることができる。

【0019】

像反転系として1つ又は2つのII型ポロプリズムを有する手術用顕微鏡用の補助モジュールを、特にコンパクトに構成することができる。

10

【0020】

従って、本発明の像反転系を有する補助モジュールを用いて、横方向に正立の顕微鏡像での高い画質を達成することができる。手術用顕微鏡の光路内に、顕微鏡主対物レンズの前側に、正確に調整可能な像反転系を有する補助モジュールが設けられているので、観察者の目でのビノクラール誤差の限界値が超過しないようにすることができる。

【0021】

像反転系の対物レンズ側に設けられた補助モジュール内のフォーカス光学系を用いて、目の手術の際に、検眼鏡ルーペとコンタクトレンズとを選択的に使用することができる。補助モジュールのフォーカス光学系は調整可能に保持されているので、補助モジュール自体を患者の目の屈折を補償することができ、更に、種々異なる検眼鏡ルーペ乃至コンタクトレンズ及び顕微鏡主対物レンズに容易に適合させることができる。有利には、フォーカス光学系は、少なくとも1つの収束レンズを有している。このようにして、補助モジュールが接続された顕微鏡主対物レンズのフォーカス面を移動させることができる。フォーカス光学系は、補助モジュール内に少なくとも1つの分散レンズを有しているので、補正フォーカス光学系を提供することができる。更に、構造高さを小さくして、フォーカス光学系のシフト経路を小さくすることができる。更に、検眼鏡ルーペ又はコンタクトレンズに起因する結像誤差を補償することができる。有利には、補助モジュールで、収束レンズ又は分散レンズを、フォーカス光学系の光軸に沿って可動に保持することができる。この構成では、光学系のフォーカス面は、手術用顕微鏡及び補助モジュールから変えることができ、その際、手術用顕微鏡の調整を変える必要はない。像反転系及びフォーカス光学系が、補助モジュール内に光路内での切り換えのために構成されている場合、患者の目の角膜を観察したり、網膜を観察したり、快適に切り換えることができる。

20

30

【0022】

本発明の実施例では、補助モジュールは、患者の目の網膜の中間像を形成するための検眼鏡ルーペを有している。このようにして、特にコンパクトな補助モジュールを提供することができる。

【0023】

本発明の実施例では、補助モジュールで、フォーカス光学系と検眼鏡ルーペの各焦点距離が相互に調整される。

40

【0024】

従って、補助モジュールが挿入されている場合には、顕微鏡主対物レンズとフォーカス光学系の焦点面は、検眼鏡ルーペによって形成された中間画像の面の領域内に位置しており、それに対して、像反転系が切り換えられて挿入されていない場合には、手術用顕微鏡のフォーカスは、患者の角膜上に位置しているようになり、その際、このためにリフォーカシングする必要はない。このようにして、目の手術用のために、手術用顕微鏡補助モジュールを容易に調整することができ、目の角膜の観察と目の網膜の観察とを相互に切り換える必要がある。

【0025】

50

補助モジュール内で、少なくとも2つの観察光路の光路交換が行われるので、空間的な像の印象で、眼底の双眼正立結像が可能となる。

【0026】

少なくとも4つのビノクラール観察光路の光路交換及び像反転系を有する補助モジュールにより、手術領域を共同して観察することができるようになり、その際、こうすることにより、主観察像内の輝度が損失を生じるようなことはない。

【0027】

本発明の像反転系又は補助モジュールを装着した手術用顕微鏡は、手術を実施するために、目の後部に最適化される。

【0028】

以下、本発明について図示の有利な実施例を用いて詳細に説明する。

【0029】

その際、

図1は、像反転系の第1の実施例、

図2は、像反転系の第2の実施例、

図3は、像反転系の第3の実施例、

図4は、像反転系の第4の実施例、

図5aは、ビノクラール主観察光路及び随伴観察用の光路用の光路交換系及び像反転系の第1の実施例、

図5bは、前面から見た光路交換系及び像反転系の第1の実施例、

図6は、ビノクラール主観察光路及び随伴観察用の光路用の光路交換系及び像反転系の第2の実施例、

図7は、補助モジュール付手術用顕微鏡、

図8は、光路交換系及び像反転系が光路内で切り換えられる補助モジュール付の手術用顕微鏡主対物レンズを通る光路の一部、

図9は、光路交換系及び像反転系が光路内で切り換えられる補助モジュール付の手術用顕微鏡主対物レンズを通る光路の一部

である。

【0030】

図1の像反転系100は、2つの90°プリズム102及び103が対応して設けられた部分プリズム101から構成されている。ポロプリズムの特殊な場合として、部分プリズム101は、半分の短縮II型ポロプリズムとして構成されている。側面106を通して部分プリズム102に入る光路105の入射光束104は、90°角度で対向する鏡として作用する側面で反射されて、その入射方向から、入射方向に対して横方向である90°プリズム103の方に偏向される。そこで、鏡として作用する側面107で全反射して、光路が部分プリズム101に偏向される。部分プリズム101の、鏡として作用する側面108及び109での反射後、共同して観察するための光路が、部分プリズム101の底面を透過して横方向にずれる。

【0031】

光路105が偏向される部分プリズム101及び両90°プリズムの側面の面法線は、その際、相互に所定角度である。約120°の角度で、光路105が偏向される部分プリズム101の側面の各面法線が相互に形成される。光路105が偏向される両90°プリズム102及び103の各面法線は、同様に約120°の角度をなし、それに対して、側面107及び108の面法線は、90°の領域内の所定角度を形成する。

【0032】

像反転系100の側面での反射により、像反転系100を透過する、像110を結像する光路が、反転像111を形成する。

【0033】

双眼顕微鏡の観察光路内にこの像反転系を使用する際に、種々異なる像反転系に起因する、各観察光路間でのフォーカス及びパララックス差が生じるのを回避するために、一方で

10

20

30

40

50



は、種々の像反転系による結像時の焦点面の位置が、他方では、入射光路及び出射光路の配向、並びに、光軸 1 1 2 に対して相対的なずれが調整可能に保持される。このために、部分プリズム 1 0 1 及び両 9 0 ° プリズム 1 0 2 及び 1 0 3 は、図示されていない保持フレーム内に調整装置を用いて固定されている。この調整装置により、一方では、部分プリズム 1 0 1 を鏡として作用する側面 1 0 8 に対して横方向の軸 1 1 3 の方向に、両方の向きにシフトして、この部分プリズム 1 0 1 と 9 0 ° プリズム 1 0 2 及び 1 0 3 との間隔を調整することができる。他方では、保持フレーム内に、9 0 ° プリズム 1 0 2 が、調整のために、回転軸 1 1 4 を中心にして回転運動するように固定されており、この回転軸 1 1 4 は、9 0 ° の角度で対向しあった、鏡として作用する 9 0 ° プリズム 1 0 2 の両側面に対して平行である。9 0 ° プリズム 1 0 3 は、9 0 ° プリズム 1 0 3 の、鏡として作用する側面 1 0 7 の面法線に対して横方向の回転軸 1 1 4 を中心にして回転することができる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 2 には、4 つの 9 0 ° プリズム 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 及び 2 0 4 を有する像反転系 2 0 0 が示されている。9 0 ° プリズム 2 0 1 の側面 2 0 7 を透過する光路 2 0 6 の光束 2 0 5 は、9 0 ° の角度で対向する側面で反射され、光束 2 0 5 の入射方向に対して横方向の、9 0 ° プリズム 2 0 2 の方向に偏向される。そこでは、側面 2 0 8 で全反射して、光路が横方向に 9 0 ° プリズム 2 0 3 に偏向される。9 0 ° プリズム 2 0 3 の側面 2 0 9 での反射後、光路は 9 0 ° プリズム 2 0 4 に達して、それから、新たに反射した後、側面 2 1 0 で左右が逆になって 9 0 ° プリズム 2 0 4 から出射する。図 1 の像反転系 1 0 0 に相応して、面法線は、9 0 ° プリズム 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 及び 2 0 4 の、光路 2 0 6 が偏向される面の面法線は、相互に所定角度である。

#### 【 0 0 3 5 】

像反転系 2 0 0 の側面での反射により、像反転系 2 0 0 を透過する、像 2 1 1 を結像する光路は、反転像 2 1 2 となる。

#### 【 0 0 3 6 】

双眼顕微鏡の観察光路内にこの像反射系を用いた場合に、種々異なる像反転系に起因して、複数の観察光路間でフォーカス及びパララックス差が生じるのを回避するために、一方では、種々異なる像反転系による結像の際に焦点面の位置、他方では、入射及び出射光路の配向、並びに、光軸 2 1 3 に対して相対的なずれを調整可能に保持される。このために、図示していない保持フレーム内に、9 0 ° プリズム 2 0 1 , 2 0 2 , 2 0 3 及び 2 0 4 が収容されている調整装置が設けられている。

#### 【 0 0 3 7 】

この保持フレーム内に、9 0 ° プリズム 2 0 1 及び 2 0 4 が動かないように支承されており、それに対して、9 0 ° プリズム 2 0 2 は、調整のために、回転軸 2 1 4 を中心にして回転することができる。この回転軸 2 1 4 は、鏡として作用する、両 9 0 ° プリズム 2 0 2 及び 2 0 3 の両側面 2 0 8 及び 2 0 9 に対して平行である。更に、保持フレーム内で、この 9 0 ° プリズム 2 0 2 及び 2 0 3 が共に、このプリズムの側面 2 0 8 及び 2 0 9 の面法線に対して横方向の傾斜軸 2 1 5 を中心にして調整することができ、付加的に、プリズム 2 0 2 及び 2 0 3 の側面 2 0 8 及び 2 0 9 に対して横方向の軸 2 1 8 に沿って共に両方の向きにシフトする。

#### 【 0 0 3 8 】

図 3 には、構造が、ほぼ図 2 の像反転系 2 0 0 に相応する像反転系 3 0 0 が示されている。この像反転系は、9 0 ° プリズム 3 0 1 , 3 0 2 , 3 0 3 及び 3 0 4 を有している。9 0 ° プリズム 3 0 1 の側面 3 0 7 を透過する光路 3 0 6 の光束 3 0 5 は、9 0 ° の角度で対向する側面で反射され、9 0 ° プリズム 3 0 2 に偏向される。そこで、側面 3 0 8 で全反射して、光路 3 0 6 が 9 0 ° プリズム 3 0 3 に偏向される。この側面 3 0 9 での反射により、光路 3 0 6 は 9 0 ° プリズム 3 0 4 に案内されて、それから、側面 3 1 0 で新たに反射した後、9 0 ° プリズム 3 0 4 から出射する。像反転系 3 0 0 の側面での反射により、像反転系 2 0 0 を透過した、像 3 1 1 を結像する光路は、横方向にずらした反転像 3 1

2を形成する。

【0039】

一方では、種々の系による結像時の焦点面の位置、並びに、他方では、像反転系300によって生じる光路ずれ、及び、入射及び出射光路の、光軸313に対する相対的な配向は、調整可能に保持される。このために、図示していない保持フレーム内に、90°プリズム301、302、303及び304が収容されている調整装置が設けられている。この保持フレーム内に、90°プリズム301及び302が動かないように支承されており、それに対して、90°プリズム302は、調整のために、鏡として作用する、90°プリズム302の側面に対して平行な回転軸314を中心にして回転し、90°プリズム303は、傾斜運動して、側面309の面法線315に対して横方向の回転軸316を中心にして調整することができる。更に、保持フレーム内には、90°プリズム302及び303が、図2の像反転系200に相応して、共に、90°プリズム302及び303の側面308及び309に対して横方向の軸317に沿って両方の向きにシフトする。

10

【0040】

図4には、図1の像反転系400が示されており、この像反転系400は、2つの同一部分プリズム401及び402から構成されており、このプリズムは、各々特別な場合として、1/2の短縮II型ポロプリズムの形式で構成されている。部分プリズム401及び402は、各々その大きな側面403及び404の面が相互に当接していて、相互に相応の側面407及び408の外側を向いた面法線405、406が相互に平行であるようにされている。

20

【0041】

部分プリズム401の側面407を透過する光路410の光束409は、鏡として作用する側面411で反射され、その入射方向から、当該入射方向に対して横方向に偏向され、その方向で、部分プリズム401の側面412に当たる。そこで、鏡として作用する側面412で全反射して、光路が部分プリズム402内に、その側面413の方向に偏向される。光路は、側面413で反射され、部分プリズム402の側面414に対して横方向に偏向される。更に、光路はここで反射され、部分プリズム402の底面を通して像反転系400から出射される。像反転系400の側面での反射により、像反転系400を透過した、像415を結像する光路は、左右が逆になって反転像416に結像される。

30

【0042】

像反転系400では、各面法線417、418は相互に約120°の角度である。面法線419及び420にも相応し、それに対して、面法線418及び419は、90°の領域内の角度で相互に配向されている。光路410が偏向される部分プリズム401及び402の側面の面法線は、相互に所定角度をなす。

【0043】

図5aには、ビノクラール主観察光路とビノクラール共同観察光路用の光路交換と像反転を同時に行う系が示されている。光路交換及び像反転系500は、図4の像反転系400に相応する第1の像反転系501から構成されており、像反転系502は、詳細に図示されていない保持フレームを有しており、この保持フレームは、図1の像反転系100に相応して構成されている。この第1の像反転系501及び第2の像反転系502は、対称的な装置構成になるように一緒に接合され、図5aには詳細に示されていない保持部内に取り付けられている。この保持部には、像反転系502の保持フレームが固定されている。この保持フレームは、90°プリズム502a及び502b並びに短縮ポロプリズムとして構成された部分プリズム502cを保持しており、その際、90°プリズム502aは、調整のために回転軸502dを中心にして回転し、90°プリズム502bは、調整のために回転軸502eを中心にして回転する。更に、保持フレーム内に、部分プリズム502cが軸502fに沿ってシフトするようにしてもよい。

40

【0044】

光束503a及び503bのビノクラール光路の場合、像反転系501は像反転系としても光路交換系としても作用する。それに対して、光束504a及び504bからなるビノ

50

クラール光路の光束 5 0 4 a の場合、像反転系 5 0 1 は、横方向にずれると同時に像反転しか行わない。対応して設けられているビノクラール光路の光束 5 0 4 b は、像反転系 5 0 2 を透過するので、光路交換及び像反転系 5 0 0 は、4 つの光路から形成される。

【 0 0 4 5 】

9 0 ° プリズム 5 0 2 a 及び 5 0 2 b 並びに像反転系 5 0 2 内の部分プリズムの調整手段により、光束 5 0 4 a 及び 5 0 4 b の光路用のフォーカス及びパララックス差は、プリズムの相応の調整によって補償される。従って、光路交換及び像反転系 5 0 0 は、正確に、収束光路内の装置構成用に調整することができ、例えば、手術用顕微鏡の主対物レンズの前に設けられている。

【 0 0 4 6 】

図 5 b には、光路交換及び像反転系 5 0 0 の正面図が示されている。観察光束 5 0 3 a 及び 5 0 3 b 並びに 5 0 4 a 及び 5 0 4 b は、例えば、手術用顕微鏡主対物レンズの直径によって決められる非常に狭いスペースに保持されている。

【 0 0 4 7 】

図 6 には、ビノクラール主観察光路とビノクラール共同観察光路の光路交換及び像反転を同時に行う系の別の実施例 6 0 0 が示されている。更に、光路交換及び像反転系 6 0 0 は、図 4 の像反転系 4 0 0 に相応する第 1 の像反転系 6 0 1 から構成されており、像反転系 6 0 2 は、図 2 の像反転系 2 0 0 に相応して、又は、図 3 の像反転系 3 0 0 に相応して構成されている詳細に図示されていない保持フレームを有している。この第 1 の像反転系 6 0 1 及び第 2 の像反転系 6 0 2 は、対称的な装置構成となるように一緒に接合されている。光路交換及び像反転系 6 0 0 は、更に、図 6 に詳細に示されていない保持部に取り付けられている。この保持部には、像反転系 6 0 2 の保持フレームが設けられている。この保持フレームは、9 0 ° プリズム 6 0 2 a , 6 0 2 b , 6 0 2 c 及び 6 0 2 d を有しており、その際、9 0 ° プリズムの位置は、図 2 及び 3 を用いて説明した択一的な、運動軸用の構成に相応して調整可能である。

【 0 0 4 8 】

像反転系 6 0 1 は、光束 6 0 3 a 及び 6 0 3 b のビノクラール光路の場合、光路交換及び像反転系として作用する。それに対して、光束 6 0 4 a 及び 6 0 4 b からなるビノクラール光路の光束 6 0 4 a の場合、光路の横方向ずれを生じると同時に像を反転する系としてのみ作用する。対応して設けられているビノクラール光路の光束 6 0 4 b は、像反転系 5 0 2 を通って案内されるので、光路交換と同時に像反転を行う系 5 0 0 は、4 つの光路から形成される。

【 0 0 4 9 】

4 つの 9 0 ° プリズム ( 像反転系 6 0 2 内の 4 つの 9 0 ° プリズム 6 0 2 a , 6 0 2 b , 6 0 2 c 及び 6 0 2 d が可能である ) の調整手段により、光路の、光束 6 0 4 a 及び 6 0 4 b からのフォーカス、及びパララックス差を、プリズムの相応の調整によって補償することができ、その結果、光路交換及び像反転系 6 0 0 を同様に正確に調整することができ、つまり、殊に、収束光路内に装置構成することができる。

【 0 0 5 0 】

図 7 には、主観察者及び副観察者用のビノクラール観察光路 7 0 2 , 7 0 3 及び 7 0 8 を有する双眼顕微鏡式手術用顕微鏡として構成された顕微鏡 7 0 0 が示されている。顕微鏡 7 0 0 は、各々別個に左側観察光路及び右側観察光路 7 0 2 , 7 0 3 用のレンズ系が設けられた筒 7 0 1 を有している。左側の観察光路 7 0 2 及び右側の観察光路 7 0 3 は、共通の顕微鏡主対物レンズ 7 0 4 を透過する。図 1 に詳細に示されていない主観察者用に、顕微鏡 7 0 0 に接眼レンズユニット 7 0 5 が設けられている。この接眼レンズユニット 7 0 5 によって、手術領域が人間の眼 7 2 0 に見えるようになる。

【 0 0 5 1 】

手術用顕微鏡 7 0 0 の筒 7 0 1 内に、顕微鏡主対物レンズ 7 0 4 の上側に、偏向鏡系 7 0 6 が設けられていて、共同観察者が、接眼レンズユニット 7 0 7 及びビノクラール観察光路 7 0 8 によって同様に手術領域を観察することができるようになる。ビノクラール観察

10

20

30

40

50

光路 708 は、更に左側及び右側の観察光路を有しており、この光路は、左側及び右側観察光路 702 及び 703 に対して、顕微鏡主対物レンズ 704 によってずれて透過する。従って、手術領域の共同観察が、ビームスプリッタ技術を用いる場合に比較して輝度の損失なしに行うことができる。

#### 【0052】

手術用顕微鏡 700 の筒 701 には、顕微鏡主対物レンズ 704 の下側に、横方向及び像正立で結像するために、目 720 の眼底 721 の補助モジュール 750 が設けられている。この補助モジュール 750 は、パヨネットロックを用いて筒 701 と迅速且つ容易に交換できるように結合されている。補助モジュール 750 は、像反転及び光路交換系 751、フォーカス光学系 752 並びに検眼鏡ルーペ 753 を有している。補助モジュール 750 内の像反転及び光路交換系は、ビノクラール観察光路を同時に像反転及び光路交換するように構成されている。この系は、顕微鏡主対物レンズ側の補助モジュール 750 の領域内に設けられている。フォーカス光学系 752 は、像反転及び光路交換系 751 の下側に、補助モジュール 750 の、手術領域側の領域内に設けられている。この光学系は、収束レンズ 752a 及び分散レンズ 752b を有している。フォーカス光学系 752 には、検眼鏡ルーペ 753 が対応して設けられている。

10

#### 【0053】

人間の眼 720 の手術を行うために、顕微鏡 700 の顕微鏡主対物レンズ 704 が、人間の眼 720 の網膜 722 上にシャープに調整される。

#### 【0054】

フォーカス光学系 752 は、観察光路 702、703 及び 708 を、検眼鏡ルーペ 753 が眼底 721 の横方向にずれた像を投影する中間像面 754 にフォーカシングする。この中間像面 754 の位置は、一方では、検眼鏡ルーペ 753 自体の屈折力によって決められ、他方では、目の距離、目の幾何状態自体及び眼のレンズの屈折力によっても決められる。フォーカス光学系 752 は、調整可能に構成されており、その際、収束レンズ 752a は、フォーカス光学系 722 の光軸に沿ってシフト可能に支承されている。従って、補助モジュール 750 付の顕微鏡 700 の作動距離は、人間の眼 120 によって調整可能に保持することができ、非正視又は無水晶体症の患者の目に適合させることができる。

20

#### 【0055】

フォーカス光学系を、分散光が種々異なるようにし、収束レンズが動かないように保持されるか、又は、両レンズがフォーカス光学系の光軸に沿ってシフトすることができるよう構成してもよい。

30

#### 【0056】

図 8 には、図 7 の顕微鏡 700 の筒の下側領域 801 の一部分が、副観察者用の観察光路 804、805 の経過特性と一緒に示されている。

#### 【0057】

主対物レンズ 802 によって形成される、副観察者の観察瞳用のビノクラール観察光路 804、805 は、フォーカス光学系 806 を用いて、患者の目 808 の網膜 807 にフォーカシングされた顕微鏡主対物レンズ 802 で、検眼鏡ルーペ 810 の中間像 809 に調整される。検眼鏡ルーペ 810 は、眼底 812 の横方向にずれた像が中間像面 811 に投影される。

40

#### 【0058】

像反転及び光路交換系 813 は、ビノクラール観察光路の各々に対して、眼底 812 の、横方向にずれた像を中間像面 811 内で反転させる。中間像面 811 から見て、像反転及び光路交換系 813 内で、フォーカス光学系 806 の光軸 814 の上側に形成される光路 805a が、左右が逆になって、フォーカス光学系 806 の光軸 814 の下側に形成される光路 805b に偏向される。フォーカス光学系 806 の光軸 814 の下側に形成される光路 804a は、像反転及び光路交換系 813 によって、フォーカス光学系 806 の光軸 814 の上側の光路 804b に変換される。相応して、像反転及び光路交換系 813 は、中間像面 811 から見て、図 2 に示されていない、フォーカス光学系の光軸 814 の左側

50

のビノクラール光路を、この光軸の右側の光路に偏向する。フォーカス光学系の光軸 8 1 4 の右側の光路は、像反転及び光路交換系 8 1 3 によって、この光軸の左側の光路に偏向する。従って、観察光路の双眼特性により、主観察者にも副観察者にも、眼底 8 1 2 の横方向及び瞳の正立像が空間的な印象で形成される。

#### 【0059】

補助モジュール 8 0 3 では、検眼鏡ルーペ 8 1 0、フォーカス光学系 8 0 6 及び像反転及び光路交換系 8 1 3 は、詳細に図示していない機構を用いて、例えば、シフトして入ったり、又は、回転して入ったりする機構を用いて光路内に挿入したり出したりすることができるように保持される。

#### 【0060】

図 9 には、図 1 の顕微鏡 1 の筒 9 0 1 の下側領域の一部が、顕微鏡主対物レンズ 9 0 2 に接続された補助モジュール 9 0 3 と共に示されている。ここでは、像反転系 9 1 3、フォーカス光学系及び検眼鏡ルーペ 9 1 0 は、光路からスイッチングされている。この場合、フォーカス面は、顕微鏡主対物レンズの観察光路に相応し、検査すべき患者の目 9 0 8 の角膜 9 0 7 のところに位置している。

#### 【0061】

像反転及び光路交換系 9 1 3 の場合と同様に、補助モジュール 9 0 3 は、検眼鏡ルーペ 9 1 0 とフォーカス光学系 9 0 6 の、各々適切な回転又はシフト機構の光路内へのスイッチング、及び、光路内からのスイッチング用に有している。この実施例に対して択一的に、補助モジュールを全体として光路から取り外すための機構を設けてもよい。有利には、そのような機構に制御可能な駆動部を対応して設けてもよい。

#### 【0062】

4 つの観察光路で構成された光路反転及び像反転系を用いて、顕微鏡主対物レンズでの輝度損失なしに、0°の視角及び主観察者と同じ立体の角度で手術領域を完全に等価にビノクラール副観察することができるようになる。

#### 【0063】

観察光路は、相互に依存せずに顕微鏡主対物レンズを透過するので、ビームスプリッタ技術を用いた場合に較べて主観察者及び副観察者に対して輝度損失なしに手術領域を副観察することができる。

#### 【0064】

像反転及び光路交換系を、4 つのビノクラール観察光路の像反転及び光路交換用に構成する代わりに、系を、3 つの観察光路の像反転及び光路交換用にだけ構成してもよい。例えば、2 つのビノクラール主観察光路及び副観察光路用の像反転及び光路交換部を設けてもよい。1 つ又は 2 つの観察光路用に像反転部を 1 つだけ設けてもよい。この場合、しかし、観察者には、立体的な顕微鏡像は呈示されない。任意選択的に、そのような系を、像反転用にも主観察光路用にも、更に、3 つの副観察光路用に構成してもよい。

#### 【0065】

顕微鏡主対物レンズに取り付けるための、補助モジュールの図示されていない変形実施例は、患者の目の眼底を結像するために、外部検眼鏡ルーペ乃至コンタクトガラスと共に使用するように構成されている。従って、そのような補助モジュールは、検眼鏡ルーペ乃至コンタクトレンズを用いて形成された、患者の目の中間像にフォーカシングすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

像反転系の第 1 の実施例

##### 【図 2】

像反転系の第 2 の実施例

##### 【図 3】

像反転系の第 3 の実施例

10

20

30

40

50

## 【図 4】

像反転系の第 4 の実施例

## 【図 5】

ビノクラール主観察光路及び随伴観察用の光路用の光路交換系及び像反転系の第 1 の実施例及び前面から見た光路交換系及び像反転系の第 1 の実施例

## 【図 6】

ビノクラール主観察光路及び随伴観察用の光路用の光路交換系及び像反転系の第 2 の実施例

## 【図 7】

補助モジュール付手術用顕微鏡

10

## 【図 8】

光路交換系及び像反転系が光路内で切り換えられる補助モジュール付の手術用顕微鏡主対物レンズを通る光路の一部

## 【図 9】

光路交換系及び像反転系が光路内で切り換えられる補助モジュール付の手術用顕微鏡主対物レンズを通る光路の一部

## 【国際公開パンフレット】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. April 2002 (04.04.2002)

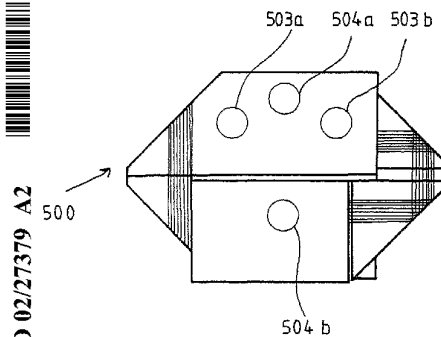
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/27379 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: G02B 21/22, 21/00 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOTTWALDT, Klaus [DE/DE]; Langerstrasse 15, D-73447 Oberkochen (DE). MERZ, Franz [DE/DE]; Weibrechtstrasse 7, D-73433 Aalen (DE). REIMER, Peter [DE/DE]; Grenadierstrasse 12, D-73479 Ellwangen (DE). STRÄHLE, Fritz [DE/DE]; Im Brühl 41, D-73540 Henbach (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/10094
- (22) Internationales Anmeldedatum: 1. September 2001 (01.09.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 47 617.1 26. September 2000 (26.09.2000) DE 101 40 402.6 17. August 2001 (17.08.2001) DE
- (71) Anmelder (nur für AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR): CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE).
- (71) Anmelder (nur für GB, JP): CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS CARL ZEISS [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE).
- Veröffentlicht: — ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: IMAGE REVERSION SYSTEM, ADDITIONAL OPHTHALMOSCOPY MODULE AND OPERATIONAL MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: BILDUMKEHRSYSTEM, OPHTHALMOSKOPIE-VORSATZMODUL UND OPERATIONSMIKROSKOP



(57) Abstract: The invention relates to an image reversion system (500) which enables an image reversion and beam transposition of a plurality of observation beam paths (503a, 503b, 504a and 504b) to be carried out simultaneously. Said system comprises at least one Porro prism system and is designed in such a way that it can be arranged in a convergent beam path. The inventive system is suitable as an image reversion system in an additional module for operational microscopes used in ophthalmoscopy due to the low overall height thereof.

(57) Zusammenfassung: Ein System zur Bildumkehr (500) bewirkt eine gleichzeitige Bildumkehr und Strahlvertauschung mehrerer Beobachtungsstrahlengänge (503a, 503b, 504a und 504b). Es umfasst wenigstens ein Porro-Prismensystem und ist zur Anordnung in einem konvergenten Strahlengang ausgelegt. Aufgrund

seiner geringen Bauhöhe eignet es sich als Bildumkehrsystem in einem Vorsatzmodul für Operationsmikroskope, die in der Ophthalmoskopie eingesetzt werden.

WO 02/27379 A2

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Beschreibung:

Bildumkehrsystem, Ophthalmoskopie-Vorsatzmodul und Operationsmikroskop

Die Erfindung betrifft System zur Bildumkehr mit einem ersten Spiegel zur Umlenkung eines Strahlenbündels aus einer Einfallsrichtung in eine erste Richtung, die quer zu der Einfallsrichtung ist, einem zweiten Spiegel zur Umlenkung des an dem ersten Spiegel umgelenkten Strahlenbündels in eine zweite Richtung, die quer zu der ersten Richtung ist, einem dritten Spiegel zur Umlenkung des an dem zweiten Spiegel umgelenkten Strahlenbündels in eine dritte Richtung, die quer zu der zweiten Richtung ist, und einem vierten Spiegel zur Umlenkung des an dem dritten Spiegel umgelenkten Strahlenbündels in eine Richtung, die quer zu der dritten Richtung ist, wobei die ersten, zweiten, dritten und vierten Spiegel jeweils Flächennormalen haben, welche in einem Winkel zueinander stehen, und wenigstens zwei Spiegel von einer Oberfläche eines 90°-Prismas gebildet werden. Unter Flächennormalen, die zueinander in einem Winkel stehen, sind dabei Flächennormalen zu verstehen, die einen Winkel einschließen, der von 0° und 180° verschieden ist. Dies bedeutet, daß diese Flächennormalen zueinander weder parallel noch antiparallel sind. Die Erfindung betrifft weiter ein mit einem solchen System zur Bildumkehr ausgestattetes Operationsmikroskop-Vorsatzmodul und ein mit einem solchen Vorsatzmodul ausgestattetes Mikroskop, insbesondere Operationsmikroskop.

Ein System zur Bildumkehr der eingangs genannten Art ist aus der DE 38 26 069 C2 bekannt. Dort wird vorgeschlagen, für ein binokulares Operationsmikroskop zur Bildumkehr und seitlichen Vertauschung zweier Beobachtungsstrahlengänge ein Prismensystem vorzusehen, das aus acht 90°-Prismen aufgebaut ist. Bei jedem dieser 90°-Prismen wirkt einem dem 90°-Winkel gegenüberliegende Prismenfläche als Spiegel. Ein jeder Beobachtungsstrahlengang wird mittels eines solchen 90°-Prismas in eine zur optischen Achse des Mikroskop-Linsensystems senkrechte Ebene ausgekoppelt, um nach zweifacher Reflexion bildverkehrt dem jeweils anderen Beobachtungsstrahlengang zugeführt zu werden. Dieses System zur Bildumkehr ist im Mikroskop zwischen dem Mikroskoptubus



WO 02/27379

PCT/EP01/10094

und einem Vergrößerungswechsler angeordnet. Es kann in den Beobachtungsstrahlengang des Operationsmikroskops ein- und ausgeschaltet werden.

In „Neumann-Schröder: Bauelemente der Optik, Hanser Verlag München, 1992“ ist auf Seite 174 beschrieben, wie durch Mehrfachreflexion an den Oberflächen von Porro-Prismen und von verkürzten Porro-Prismen ein bildumkehrender Strahlengang bereitgestellt werden kann.

Die DE 200 21 955 U1 offenbart ein Operationsmikroskop mit Vorsatzmodul, das für die Durchführung von Operationen im hinteren Augenabschnitt mit einer Ophthalmoskopierlupe ausgelegt ist. Dieses Vorsatzmodul umfaßt ein auf einer Prismenkonstruktion basierendes System zur Bildumkehr.

Es wird unterhalb des Operationsmikroskop-Hauptobjektivs angeordnet und ermöglicht einem Betrachter eine seitenrichtige Darstellung des Augenhintergrunds.

Aus der DE 41 14 646 A1 ist ein Operationsmikroskop mit Ophthalmoskopie-Vorsatzmodul bekannt, das unterhalb des Mikroskops-Hauptobjektivs in Verlängerung des Mikroskoptubus angeordnet ist. Dieses Ophthalmoskopie-Vorsatzmodul hat eine oder mehrere zum Objektiv weisende Ophthalmoskopierlinsen, die dazu dienen, in einer ersten Zwischenbildebene ein höhen- und seitenverkehrtes Bild des Augenhintergrunds eines Patienten zu erzeugen. Über ein optisches System zur Bildaufrichtung und Pupillenvertauschung wird das Bild dieser ersten Zwischenbildebene aufgerichtet und seitenrichtig in eine zweite Zwischenbildebene abgebildet. Das Bild dieser zweiten Zwischenbildebene kann ein Mikroskop-Betrachter durch das Mikroskop-Hauptobjektiv und eine zum Mikroskop-Hauptobjektiv weisende verschiebbare Linse sehen. Mittels des Vorsatzmoduls vermag er so den interessierenden Abschnitt eines Patienten Auges zu fokussieren.

Bei Verwendung eines solchen Ophthalmoskopie-Vorsatzmoduls an einem Operationsmikroskop steht einem Operateur allerdings nur ein relativ geringer Arbeitsraum zur Verfügung. Dies liegt daran, daß zur Abbildung des Augenhintergrunds eines

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Patienten Auges das Ophthalmoskopier-Linsensystem knapp oberhalb der Augenhornhaut angeordnet werden muß. Für Kontaktgläser, mit denen entsprechend einer Ophthalmoskopierlupe der Augenhintergrund sichtbar gemacht werden kann und bei denen ein vergleichsweise großer Arbeitsraum für den Operateur möglich ist, sind solche Ophthalmoskopie-Vorsatzmodule nicht ausgelegt.

Das in der DE 41 14 646 A1 beschriebene Ophthalmoskopie-Vorsatzmodul ist auch nicht für eine gleichwertige Operationsgebiet-Mitbeobachtung durch einen Operationsassistenten ausgelegt. Um eine Operationsgebiet-Mitbeobachtung zu ermöglichen, muß das verwendete Operationsmikroskop mit Strahlauskoppeleinheiten im Bereich des Mikroskoptubus versehen werden, die einen Beobachtungsstrahlengang in jeweils zwei Teilstrahlen für Hauptbeobachter und Mitbeobachter aufteilen. Diese Bauweise gewährleistet zwar, daß Haupt- und Mitbeobachter grundsätzlich das gleiche Bild sehen, sie hat jedoch einen deutlichen Helligkeitsverlust des von Haupt- und Mitbeobachter wahrgenommen Bildes zur Folge.

Ein weiters stereoskopisches Operationsmikroskop, bei dem für Augenoperationen zur Abbildung des Augenhintergrundes eines Patienten Auges Ophthalmoskopierlupen bzw. Kontaktgläser eingesetzt werden können, ist in der DE 299 05 969 U1 beschrieben. Dieses Operationsmikroskop umfaßt eine in den Strahlengang vor dem Mikroskop-Hauptobjektiv einschwenkbare Zusatzlinse. Oberhalb des Vergrößerungswechslers befindet sich im Mikroskoptubus ein ein- und ausschiebbares System zur Bildumkehr, das es ermöglicht, für einen Operateur ein seiten- und pupillenrichtiges Abbild des Augenhintergrundes zu generieren. Diese Anordnung des Systems zur Bildumkehr hat jedoch einen relativ hohen Mikroskopaufbau zur Folge. Dies führt zu einer entsprechend hohen Einblickhöhe und ein Operateur kann dann nur eine ungünstige Arbeitshaltung einnehmen. Außerdem wird bei diesem Konstruktionsprinzip das für einen Beobachter zu sehende Mikroskopbild nicht durch die Größe des Mikroskop-Hauptobjektivs, sondern durch die Dimensionierung des Systems zur Bildumkehr begrenzt. Dies hat zur Folge, daß ein Beobachter ein vignettiertes Mikroskopbild wahrnimmt. Wird ferner das Mikroskop einerseits zur Untersuchung des Augenhintergrundes eines Patienten Auges zusammen mit Ophthalmoskopierlupe bzw. Kon-

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

taktglas eingesetzt und muß dann zur Betrachtung der Augenhornhaut die Ophthalmoskopierlupe bzw. das Kontaktglas aus dem Strahlengang entfernt werden, so ist es erforderlich, mit wechselnden Scharfeinstellungen des Mikroskops zu arbeiten. Zum einen behindert dies den Operationsablauf, zum anderen wird hierdurch auch die Brennebene des optischen Systems verlagert. Letzteres hat für den Beobachter einen unerwünschten Vergrößerungswechsel zur Folge. Außerdem ist es bei diesem Konstruktionsprinzip nicht möglich, unerwünschte Abbildungsfehler von Zusatzlinse, Ophthalmoskopierlupen bzw. Kontaktgläsern zu korrigieren.

Aus der DE 35 39 009 A1 ist ein Vorsatzmodul für ein stereoskopisches Operationsmikroskop bekannt, das ein vor dem Mikroskop-Hauptobjektiv angeordnetes System zur Bildumkehr umfaßt und eine Ophthalmoskopierlinse aufweist. Mittels dieser Ophthalmoskopierlinse wird der Augenhintergrund in eine Zwischenbildebene abgebildet, die sich im Vorsatzmodul befindet. Das Bild dieser Zwischenbildebene wird über eine Feldlinse und das System zur Bildumkehr in das Mikroskop-Hauptobjektiv geworfen. Wiederum bedingt ein solcher Mikroskopaufbau einen lediglich geringen Arbeitsraum für einen Operateur und ermöglicht nicht einen Einsatz von Kontaktgläsern, die auf dem Patientenauge angeordnet werden. Soll außerdem während einer Operation abwechselnd der Augenhintergrund oder die Netzhaut eines Patienten Auges betrachtet werden, so muß das Vorsatzmodul aus dem Strahlengang entfernt und die Fokussierungseinstellung des Mikroskop-Hauptobjektivs geändert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein System zur Bildumkehr mit geringer Bauhöhe zu schaffen, das in einem zur Durchführung von Operationen im hinteren Augenabschnitt ausgelegten Vorsatzmodul für Operationsmikroskope eingesetzt werden kann, sowie ein Vorsatzmodul für ein Operationsmikroskop und ein Mikroskop bereitzustellen, das eine jeweils seitenrichtige Betrachtung von Netzhaut und Augenhintergrund bei größtmöglichem Arbeitsraum für einen Operateur ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein System zur Bildumkehr der eingangs genannten Art gelöst, bei dem wenigstens ein Spiegel eine Oberfläche eines Porro-Prismas ist. Bei einem solchen

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

erfindungsgemäßen System zur Bildumkehr ist die als Spiegel wirkende Oberfläche des Porro-Prismas nicht gleichzeitig eine Oberfläche eines 90°-Prismas. Auf diese Weise wird eine kompakte Bauform des Systems zur Bildumkehr ermöglicht.

In Weiterbildung der Erfindung ist das Porro-Prisma als verkürztes Porro-Prisma zweiter Art ausgebildet. Es hat sich herausgestellt, daß ein Porro-Prismensystem zweiter Art eine optische Systemkomponente ist, die sich in hervorragender Weise dazu eignet, einen gewünschten Versatz zwischen einem eintretenden und einem austretenden Strahlenbündel hervorgerufen, wie dies für eine Strahlvertauschung erforderlich ist. Gleichzeitig wird mit dem Porro-Prismensystem zweiter Art eine Bildumkehr bewirkt. Ein Porro-Prismensystem zweiter Art ist vergleichsweise kompakt aufgebaut. Die Verwendung eines solchen Prismensystems in Baugruppen für Operationsmikroskope ermöglicht es, die Abmessungen von Operationsmikroskopen hinsichtlich eines größtmöglichen Arbeitsraumes oder einer unerwünschten Verdeckung von Teilen des Operationsfeldes zu optimieren. Dabei wird die Bildumkehr und die Strahlvertauschung mit optischen Komponenten erreicht, die zum gesamten Lichtweg der Strahlbündel mit nur einer vergleichsweise kurzen optischen Weglänge beitragen.

Indem das System zur Bildumkehr wenigstens einen Spiegel aufweist, der um eine quer zu der Flächennormalen des Spiegels verlaufende Achse drehbar ist, d.h. drehbeweglich an einer Achse festgelegt ist, die zur Flächennormalen des Spiegels nicht parallel ist, wird ein justierbares System zur Bildumkehr geschaffen, das sich zum Einsatz in einem konvergenten Strahlengang eignet.

In Weiterbildung der Erfindung umfaßt das System zur Bildumkehr wenigstens einen Spiegel, der in quer zur Spiegelfläche verlaufender Richtung verschiebbar ist. Unter einer zu einer Spiegelfläche queren Richtung wird dabei jede Richtung verstanden, die nicht parallel zu dieser Spiegelfläche ist. Auf diese Weise wird ein System zur Bildumkehr mit einstellbarem Strahlversatz geschaffen.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

In Weiterbildung der Erfindung umfaßt das System zur Bildumkehr wenigstens einen Spiegel, der als Mantelfläche eines 90°-Prismas ausgebildet ist, wobei das 90°-Prisma um eine zu der Mantelfläche des Prismas in etwa parallele Achse drehbar ist. Unter einer zu einer Fläche in etwa parallelen Achse soll dabei jede Achse verstanden werden, die nicht senkrecht zu dieser Fläche steht. Auf diese Weise wird ein einfacher Aufbau des Systems zur Bildumkehr ermöglicht.

In Weiterbildung der Erfindung umfaßt das System zur Bildumkehr wenigstens zwei drehbare und wenigstens zwei verschiebbare Spiegel. Auf diese Weise ist es möglich, ein das System zur Bildumkehr durchlaufendes Strahlenbündel bezüglich der optischen Achse eines Abbildungssystems auszurichten.

In Weiterbildung der Erfindung umfaßt das System zur Bildumkehr zwei zu einer symmetrischen Anordnung ineinandergefügte Porro-Prismensysteme. Auf diese Weise kann die Bauhöhe des Systems minimiert werden.

Ein Vorsatzmodul für Operationsmikroskope, das als System zur Bildumkehr ein oder zwei Porro-Prismen zweiter Art umfaßt, läßt sich besonders kompakt aufbauen.

Mit einem das erfindungsgemäße System zur Bildumkehr enthaltenden Vorsatzmodul läßt sich daher eine hohe Bildqualität bei seitengerichtetem Mikroskopbild erzielen. Indem im Strahlengang eines Operationsmikroskops vor dem Mikroskop-Hauptobjektiv ein Vorsatzmodul mit genau justierbarem System zur Bildumkehr angeordnet wird, kann errechnet werden, daß Grenzwerte für Binokularfehler im Auge eines Beobachters nicht überschritten werden.

Mit einem Fokus-Optiksystem im Vorsatzmodul, das auf der zum Objekt weisenden Seite des Systems zur Bildumkehr angeordnet ist, ist bei Augenoperationen eine wahlweise Verwendung von Ophthalmoskopierlupen und Kontaktgläsern möglich. Indem das Fokus-Optiksystem des Vorsatzmoduls einstellbar gehalten ist, ermöglicht das Vorsatzmodul selbst einen Refraktionsausgleich eines Patientenauges und kann außerdem leicht an unter-

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

schiedliche Ophthalmoskopierlupe bzw. Kontaktgläser und das Mikroskop-Hauptobjektiv angepaßt werden. Vorzugsweise hat das Fokus-Optiksystem wenigstens eine Sammellinse. Auf diese Weise ist es möglich, die Fokusebene des Mikroskop-Hauptobjektivs, an die das Vorsatzmodul angeschlossen ist, zu verlagern. Indem das Fokus-Optiksystem im Vorsatzmodul wenigstens eine Streulinse aufweist, wird ein in sich korrigiertes Fokus-Optiksystem geschaffen. Außerdem können so eine geringe Bauhöhe und kleine Verschiebungswege des Fokus-Optiksystems erreicht werden. Es können ferner Abbildungsfehler korrigiert werden, die auch auf eine Ophthalmoskopierlupe oder ein Kontaktglas zurückgehen. Vorzugsweise ist bei dem Vorsatzmodul die Sammellinse oder die Streulinse entlang der optischen Achse des Fokus-Optiksystems bewegbar gehalten. Bei dieser Bauweise kann die Fokusebene des optischen Systems aus Operationsmikroskop und Vorsatzmodul variiert werden, ohne daß Änderungen von Einstellungen des Operationsmikroskops vorgenommen werden müssen. Wird das System zur Bildumkehr und das Fokus-Optiksystem im Vorsatzmodul zum Ein- und Ausschalten in den Strahlengang ausgelegt, so ist es möglich, zwischen einer Betrachtung der Cornea und einer Betrachtung des Augenhintergrunds eines Patienten Auges bequem hin- und her zu schalten.

In Weiterbildung der Erfindung weist das Vorsatzmodul eine Ophthalmoskopierlupe zur Erzeugung eines Zwischenbildes des Augenhintergrunds eines Patienten Auges auf. Auf diese Weise wird ein besonders kompaktes Vorsatzmodul geschaffen.

In Weiterbildung der Erfindung sind bei dem Vorsatzmodul die Brennweiten von Fokus-Optiksystem und Ophthalmoskopierlupe aufeinander abgestimmt.

Hierunter ist zu verstehen, daß bei eingeschaltetem Vorsatzmodul die Brennebene von Mikroskop-Hauptobjektiv und Fokus-Optiksystem im Bereich der Ebene des von der Ophthalmoskopierlupe erzeugten Zwischenbildes liegt, bei ausgeschaltetem System zur Bildumkehr dagegen der Fokus des Operationsmikroskops auf der Cornea eines Patienten Auges zu liegen kommt ohne daß es hierfür einer Nachfokussierung bedarf. Auf diese Weise wird eine leichte Einstellung des Operationsmikroskop-Vorsatzmoduls für

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Augenoperationen ermöglicht, bei denen zwischen einer Betrachtung der Augenhornhaut und Augennetzhaut hin- und hergewechselt werden muß.

Indem in dem Vorsatzmodul eine Strahlvertauschung von wenigstens zwei Beobachtungsstrahlengängen vorgesehen ist, wird eine stereoskopisch richtige Abbildung des Augenhintergrunds bei räumlichem Bildeindruck ermöglicht.

Ein Vorsatzmodul, das ein System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr von wenigstens vier binokularen Beobachtungsstrahlengängen umfaßt, gestattet eine Operationsgebiet-Mitbeobachtung ohne daß dies zu einem Helligkeitsverlust im Hauptbeobachtungsbild führt.

Ein mit dem erfindungsgemäßen System zur Bildumkehr oder dem Vorsatzmodul ausgerüstetes Operationsmikroskop ist für die Durchführung von Operationen am hinteren Augenabschnitt optimiert.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

Es zeigen:

Figur 1: eine erste Ausführungsform eines Systems zur Bildumkehr;

Figur 2: eine zweite Ausführungsform eines Systems zur Bildumkehr;

Figur 3: eine dritte Ausführungsform eines Systems zur Bildumkehr;

Figur 4: eine vierte Ausführungsform eines Systems zur Bildumkehr;

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

- Figur 5a: eine erste Ausführungsform eines Systems zur Strahlvertauschung und Bildumkehr für einen binokularen Hauptbeobachtungs- und Mitlebeobachtungsstrahlengang;
- Figur 5b: die erste Ausführungsform des Systems zur Strahlvertauschung und Bildumkehr in Frontansicht;
- Figur 6: eine zweite Ausführungsform eines Systems zur Strahlvertauschung und Bildumkehr für einen binokularen Hauptbeobachtungs- und Mitlebeobachtungsstrahlengang;
- Figur 7: ein Operationsmikroskop mit Vorsatzmodul;
- Figur 8: einen Schnitt des Strahlengangs durch ein Operationsmikroskop-Hauptobjektiv mit Vorsatzmodul, bei dem ein System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr in den Strahlengang geschaltet ist; und
- Figur 9: einen Schnitt des Strahlengangs durch ein Operationsmikroskop-Hauptobjektiv mit Vorsatzmodul, bei dem ein System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr aus dem Strahlengang geschaltet ist.

Das System zur Bildumkehr 100 aus Figur 1 besteht aus einem Teilprisma 101, dem zwei 90°-Prismen 102 und 103 zugeordnet sind. Als Spezialfall eines Porro-Prismas ist das Teilprisma 101 als halbes, verkürztes Porro-Prisma zweiter Art ausgebildet. Ein einfallendes Strahlenbündel 104 mit einem Strahlengang 105, das durch die Seitenfläche 106 von Teilprisma 102 tritt, wird an der dem 90°-Winkel gegenüberliegenden als Spiegel wirkenden Seitenfläche reflektiert und aus seiner Einfallrichtung hin zu dem 90°-Prisma 103 in eine Richtung umgelenkt, die quer zur Einfallrichtung ist. Dort führt die Totalreflexion an der als Spiegel wirkenden Seitenfläche 107 zur Umlenkung des Strahlengangs in das Teilprisma 101. Nach Reflexion an den als Spiegel wirkenden Seitenflächen 108 und



WO 02/27379

PCT/EP01/10094

109 von Teilprisma 101 tritt der Mitbeobachtungsstrahlengang seitlich versetzt durch die Grundfläche von Teilprisma 101.

Die Flächennormalen derjenigen Seiten des Teilprismas 101 und der beiden 90°-Prismen 102 und 103, an denen der Strahlengang 105 umgelenkt wird, stehen dabei in einem Winkel zueinander: In einem Winkel von ca. 120° stehen zueinander die Flächennormalen derjenigen Seiten des Teilprismas 101, an denen der Strahlengang 105 umgelenkt wird. Die Flächennormalen der beiden 90°-Prismen 102 und 103, an denen ein Umlenken des Strahlengangs 105 erfolgt, schließen ebenfalls einen Winkel von ca. 120° ein, wogegen die Flächennormalen der Seitenflächen 107 und 108 einen Winkel bilden, der im Bereich von 90° liegt.

Aufgrund der Reflexionen an den Seitenflächen des Systems zur Bildumkehr 100 bewirkt ein das Bild 110 abbildender Strahlengang, der das System zur Bildumkehr 100 durchläuft, ein umgekehrtes Bild 111.

Um beim Einsatz des Systems im Beobachtungsstrahlengang eines Stereomikroskops eine Fokus- und Parallaxe-Differenz zwischen Beobachtungsstrahlengängen zu vermeiden, die durch verschiedene Systeme zur Bildumkehr geführt werden, ist einerseits die Lage der Brennebenen bei der Abbildung durch die verschiedenen Systeme und andererseits die Orientierung von Eintritts- und Austrittsstrahlengang sowie deren Versatz relativ zu einer optischen Achse 112 einstellbar gehalten. Hierzu sind das Teilprisma 101 und die beiden 90°-Prismen 102 und 103 in einem in der Figur nicht dargestellten Halterahmen mit Justiervorrichtungen festgehalten. Diese Justiervorrichtungen ermöglichen es einerseits, das Teilprisma 101 in Richtung einer Achse 113 quer zur als Spiegel wirkenden Seitenfläche 108 hin und her zu verschieben, um so den Abstand dieses Teilprismas 101 zu den 90°-Prismen 102 und 103 einstellen zu können. Andererseits ist in dem Halterahmen das 90°-Prisma 102 zur Justierung um eine Drehachse 114 drehbeweglich festgelegt, die zu der dem 90°-Winkel gegenüberliegenden, als Spiegel wirkenden Seitenfläche von 90°-Prisma 102 parallel ist. Das 90°-Prisma 103 kann um eine Drehachse 114 bewegt werden, die quer

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

zur Flächennormalen der als Spiegel wirkenden Seitenfläche 107 von 90°-Prisma 103 verläuft:

Die Figur 2 zeigt ein System zur Bildumkehr 200 mit vier 90°-Prismen 201, 202, 203 und 204. Ein Strahlenbündel 205 mit einem Strahlengang 206, das durch die Seitenfläche 207 von 90°-Prisma 201 tritt, wird an der dem 90°-Winkel gegenüberliegenden Seitenfläche reflektiert und in einer Richtung zu dem 90°-Prisma 202 umgelenkt, die quer zu seiner Einfallrichtung ist. Dort führt die Totalreflexion an der Seitenfläche 208 zur Umlenkung des Strahlengangs in querer Richtung in das 90°-Prisma 203. Nach Reflexion an dessen Seitenfläche 209 gelangt der Strahlengang in 90°-Prisma 204, um dann nach neuerlicher Reflexion an der Seitenfläche 210 seitlich versetzt das 90°-Prisma 204 zu verlassen. Entsprechend dem System zur Bildumkehr 100 aus Figur 1 stehen wiederum die Flächennormalen derjenigen Seiten der 90°-Prismen 201, 202, 203 und 204, an denen der Strahlengang 206 umgelenkt wird, in einem Winkel zueinander.

Durch die Reflexionen an den Seitenflächen des Systems zur Bildumkehr 200 führt ein das Bild 211 abbildender Strahlengang, der das System zur Bildumkehr 200 durchläuft, zu einem umgekehrten Bild 212.

Um beim Einsatz dieses Systems im Beobachtungsstrahlengang eines Stereomikroskops wiederum Fokus- und Parallaxe-Differenzen zwischen mehreren Beobachtungsstrahlengängen, die durch verschiedene Systeme zur Bildumkehr geführt werden, zu vermeiden, ist einerseits die Lage der Brennebenen bei der Abbildung durch die verschiedenen Systeme zur Bildumkehr und andererseits die Orientierung von Eintritts- und Austrittsstrahlengang sowie der Versatz relativ zu einer optischen Achse 213 einstellbar gehalten. Hierzu ist ein in der Figur nicht dargestellter Halterahmen mit Justiervorrichtungen vorgesehen, in den die 90°-Prismen 201, 202, 203 und 204 aufgenommen sind.

In diesem Halterahmen sind die 90°-Prismen 201 und 204 unbeweglich gelagert, wogegen das 90°-Prisma 202 zur Justierung um eine Drehachse 214 bewegt werden kann. Diese Drehachse 214 ist zu den als Spiegel wirkenden Seitenflächen 208 und 209 der beiden

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

90°-Prismen 202 und 203 parallel. Weiter können in dem Halterahmen diese 90°-Prismen 202 und 203 gemeinsam um eine Kippachse 215 eingestellt werden, die quer zu den Flächennormalen 216 und 217 der Seitenflächen 208 und 209 dieser Prismen verläuft, und zusätzlich entlang einer Achse 218 gemeinsam hin- und hergeschoben werden, die wiederum quer zu den Seitenflächen 208 und 209 der Prismen 202 und 203 ist.

In der Figur 3 ist ein weiteres System zur Bildumkehr 300 gezeigt, das in seinem Aufbau weitestgehend dem System zur Bildumkehr 200 aus Figur 2 entspricht. Dieses System umfaßt wiederum vier 90°-Prismen 301, 302, 303 und 304. Ein Strahlenbündel 305 mit einem Strahlengang 306, das durch die Seitenfläche 307 von 90°-Prisma 301 tritt, wird an der dem 90°-Winkel gegenüberliegenden Seitenfläche reflektiert und in das 90°-Prisma 302 gelenkt. Dort führt die Totalreflexion an der Seitenfläche 308 zur Umlenkung des Strahlengangs 306 in das 90°-Prisma 303. Durch Reflexion an dessen Seitenfläche 309 wird der Strahlengang 306 in das 90°-Prisma 304 geführt, um dann nach neuerlicher Reflexion an der Seitenfläche 310 das 90°-Prisma 304 zu verlassen. Aufgrund der Reflexionen an den Seitenflächen des Systems zur Bildumkehr 300 führt ein das Bild 311 abbildender Strahlengang, der das System zur Bildumkehr 200 durchläuft, zu einem seitlich versetzten und umgekehrten Bild 312.

Die Lage der Brennebene bei der Abbildung durch die verschiedenen Systeme einerseits sowie der vom System zur Bildumkehr 300 hervorgerufene Strahlversatz und die Orientierung von Eintritts- und Austrittsstrahlengang relativ zu einer optischen Achse 313 andererseits sind wiederum einstellbar gehalten. Hierzu ist ein in der Figur nicht dargestellter Halterahmen mit Justiervorrichtungen vorgesehen, in den die 90°-Prismen 301, 302, 303 und 304 aufgenommen sind. In diesem Halterahmen sind die 90°-Prismen 301 und 304 unbeweglich gelagert, wogegen das 90°-Prisma 302 zur Justierung um eine Drehachse 314, die parallel zu der als Spiegel wirkenden Seitenfläche 308 des 90°-Prisma 302 verläuft, bewegt werden und das 90°-Prisma 303 unter Ausführung einer Kippbewegung um eine zur Flächennormalen 315 der Seitenfläche 309 quere Drehachse 316 justiert werden kann. Außerdem können in dem Halterahmen die 90°-Prismen 302 und 303 entsprechend dem System zur Bildumkehr 200 aus Figur 2 gemeinsam entlang einer Achse

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

317 hin- und hergeschoben werden, die wiederum quer zu den Seitenflächen 308 und 309 der 90°-Prismen 302 und 303 ist.

Die Figur 4 zeigt ein System zur Bildumkehr 400 aus Figur 1, das aus zwei identischen Teilprismen 401 und 402 besteht, die jeweils als Spezialfall von Porro-Prismen in Form von halben, verkürzten Porro-Prismen zweiter Art ausgebildet sind. Die Teilprismen 401 und 402 liegen jeweils an der Seite ihrer größten Seitenflächen 403 und 404 so aneinander, daß die nach außen weisenden Flächennormalen 405, 406 der einander entsprechenden Seitenflächen 407 und 408 zueinander parallel stehen.

Ein Strahlenbündel 409 mit einem Strahlengang 410, das durch die Seitenfläche 407 von Teilprisma 401 tritt, wird an der als Spiegel wirkenden Seitenfläche 411 reflektiert und aus seiner Einfallsrichtung in eine Richtung umgelenkt, die quer zur Einfallsrichtung ist und in der es auf die Seitenfläche 412 von Teilprisma 401 trifft. Dort führt die Totalreflexion an der als Spiegel wirkenden Seitenfläche 412 zur Umlenkung des Strahlengangs in das Teilprisma 402 in Richtung von dessen Seitenfläche 413. Der Strahlengang wird an der Seitenfläche 413 reflektiert und quer zur Seitenfläche 414 von Teilprisma 402 umgelenkt. Wiederum wird der Strahlengang hier reflektiert um über die Grundfläche von Teilprisma 402 das System zur Bildumkehr 400 zu verlassen. Durch die Reflexionen an den Seitenflächen des Systems zur Bildumkehr 400 bildet ein das Bild 415 abbildender Strahlengang, der das System zur Bildumkehr 400 durchläuft, unter seitlichen Versatz in ein umgekehrtes Bild 416 ab.

Bei dem System zur Bildumkehr 400 stehen die Flächennormalen 417, 418 zueinander in einem Winkel von ca. 120°. Entsprechendes gilt für die Flächennormalen 419 und 420, wogegen die Flächennormalen 418 und 419 mit einem im Bereich von 90° liegenden Winkel zueinander orientiert sind. Die Flächennormalen derjenigen Seiten der Teilprismen 401 und 402, an denen der Strahlengang 410 umgelenkt wird, stehen also wiederum zueinander in einem Winkel.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Die Figur 5a zeigt ein System zur gleichzeitigen Strahlvertauschung und Bildumkehr für einen binokularen Hauptbeobachtungsstrahlengang und einen binokularen Mitbeobachtungsstrahlengang. Das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 500 ist aus einem ersten System zur Bildumkehr 501 aufgebaut, das demjenigen System zur Bildumkehr 400 aus Figur 4 entspricht, und umfaßt ein System zur Bildumkehr 502 mit nicht weiter dargestellten Halterahmen, das entsprechend dem System zur Bildumkehr 100 aus Figur 1 aufgebaut ist. Dieses erste System zur Bildumkehr 501 und das zweite System zur Bildumkehr 502 sind zu einer symmetrischen Anordnung zusammengefügt, die auf eine in der Figur 5a nicht weiter dargestellte Halterung montiert ist. An dieser Halterung ist der Halterahmen des Systems zur Bildumkehr 502 festgelegt. Er hält die 90°-Prismen 502a und 502b sowie das als verkürztes Porro-Prisma ausgebildete Teilprisma 502c, wobei das 90°-Prisma 502a zur Justierung um die Drehachse 502d und das 90°-Prisma 502b zur Justierung um die Drehachse 502e bewegt werden können. Weiter ist es in dem Halterahmen möglich, das Teilprisma 502c entlang der Achse 502f zu verschieben.

Für einen binokularen Strahlengang mit Strahlenbündeln 503a und 503b wirkt das System zur Bildumkehr 501 sowohl als System zur Bildumkehr als auch zur Strahlvertauschung. Für das Strahlenbündel 504a eines aus den Strahlenbündeln 504a und 504b bestehenden binokularen Strahlengangs ruft das System zur Bildumkehr 501 dagegen nur eine Bildumkehr unter gleichzeitigem seitlichen Versatz hervor. Indem das Strahlenbündel 504b des zugehörigen binokularen Strahlengangs über das System zur Bildumkehr 502 geführt wird, wird ein System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 500 von vier Strahlengängen geschaffen.

Aufgrund der Justiermöglichkeit der 90°-Prisma 502a und 502b sowie des Teilprismas 502c im System zur Bildumkehr 502 können Fokus- und Parallaxedifferenzen für den Strahlengang aus den Strahlenbündeln 504a und 504b durch entsprechendes Einstellen der Prismen ausgeglichen werden. Somit kann das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 500 präzise insbesondere für eine Anordnung in einem konvergenten Strahlengang eingestellt werden, wie dies beispielsweise vor dem Hauptobjektiv eines Operationsmikroskopes der Fall ist.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Die Figur 5b zeigt das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 500 in Frontansicht. Die Beobachtungsstrahlenbündel 503a und 503b sowie 504a und 504b können auf einem sehr engen Raum gehalten werden, der beispielsweise durch den Durchmesser eines Operationsmikroskop-Hauptobjektives bestimmt ist.

In Figur 6 ist eine weitere Ausführungsform 600 für ein System zur gleichzeitigen Strahlvertauschung und Bildumkehr eines binokularen Hauptbeobachtungsstrahlenganges und eines binokularen Mitbeobachtungsstrahlenganges gezeigt. Das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 600 ist wiederum aus einem ersten System zur Bildumkehr 601 aufgebaut, das demjenigen System zur Bildumkehr 400 aus Figur 4 entspricht, und umfaßt ein System zur Bildumkehr 602 mit nicht weiter dargestelltem Halterahmen, das entsprechend dem System zur Bildumkehr 200 aus Figur 2 oder dem System zur Bildumkehr 300 aus Figur 3 aufgebaut ist. Dieses erste System zur Bildumkehr 601 und das zweite System zur Bildumkehr 602 sind zu einer symmetrischen Anordnung zusammengefügt. Das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 600 ist wiederum auf eine in der Figur 6 nicht weiter dargestellte Halterung montiert. An dieser Halterung ist der Halterahmen des Systems zur Bildumkehr 602 angeordnet. Dieser Halterahmen nimmt die vier 90°-Prismen 602a, 602b, 602c und 602d auf, wobei die Lage der 90°-Prismen entsprechend den anhand der Figuren 2 und 3 erläuterten alternativen Konfigurationen für Bewegungsachsen einstellbar ist.

Das System zur Bildumkehr 601 wirkt für einen binokularen Strahlengang mit Strahlenbündeln 603a und 603b als System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr. Für das Strahlenbündel 604a eines aus den Strahlenbündeln 604a und 604b bestehenden binokularen Strahlengangs fungiert es dagegen nur als System zur Bildumkehr, das gleichzeitig einen seitlichen Versatz des Strahlengangs hervorruft. Indem das Strahlenbündel 604b des zugehörigen binokularen Strahlengangs über das System zur Bildumkehr 502 geführt wird, wird ein System zur gleichzeitigen Strahlvertauschung und Bildumkehr 500 von vier Strahlengängen geschaffen.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Aufgrund der Justiermöglichkeit der vier 90°-Prisma die vier 90°-Prismen 602a, 602b, 602c und 602d in dem System zur Bildumkehr 602 ist es wiederum möglich, Fokus- und Parallaxendifferenzen für den Strahlengang aus den Strahlenbündeln 604a und 604b durch entsprechendes Einstellen der Prismen auszugleichen, so daß das System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr 600 ebenfalls präzise justiert werden kann, was insbesondere eine Anordnung in einem konvergenten Strahlengang ermöglicht.

Die Figur 7 zeigt ein als stereoskopisches Operationsmikroskop ausgebildetes Mikroskop 700 mit binokularen Beobachtungsstrahlengängen 702, 703 und 708 für einen Haupt- und Mitbeobachter. Das Mikroskop 700 umfaßt einen Tubus 701, in dem jeweils getrennte Linsensysteme für den linken und rechten Beobachtungsstrahlengang 702, 703 vorgesehen sind. Der linke Beobachtungsstrahlengang 702 und der rechte Beobachtungsstrahlengang 703 treten durch ein gemeinsames Mikroskop-Hauptobjektiv 704 hindurch. Für einen in Fig. 1 nicht weiter dargestellten Hauptbeobachter ist beim Mikroskop 700 eine Okulareinheit 705 vorgesehen. Durch diese Okulareinheit 705 kann ein Operationsgebiet an einem menschlichen Auge 720 betrachtet werden.

Im Tubus 701 des Operationsmikroskopes 700 ist oberhalb des Mikroskop-Hauptobjektivs 704 ein Umlenkspiegelsystem 706 vorgesehen, um für einen Mitbeobachter durch eine Okulareinheit 707 und einen binokularen Beobachtungsstrahlengang 708 ebenfalls die Beobachtung des Operationsgebietes zu ermöglichen. Der binokulare Beobachtungsstrahlengang 708 umfaßt wiederum einen linken und rechten Beobachtungsstrahlengang, die zu den linken und rechten Beobachtungsstrahlengängen 702 und 703 durch das Mikroskop-Hauptobjektiv 704 versetzt hindurchtreten. Somit wird eine Mitbeobachtung des Operationsgebietes im Vergleich zum Einsatz einer Strahlteilertechnik ohne Helligkeitsverlust ermöglicht.

Am Tubus 701 des Operationsmikroskopes 700 befindet sich unterhalb des Mikroskop-Hauptobjektivs 704 ein Vorsatzmodul 750 zur seiten- und bildrichtigen Abbildung des Augenhintergrundes 721 des Auges 720. Dieses Vorsatzmodul 750 ist zum schnellen und leichten Wechsel mittels Bajonettverschluß mit dem Tubus 701 verbunden. Das Vorsatz-

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

modul 750 umfaßt ein System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 751, eine Fokus-Optik 752 sowie eine Ophthalmoskopierlupe 753. Das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 751 im Vorsatzmodul 750 ist für gleichzeitige Bildumkehr und Strahlvertauschung von vier binokularen Beobachtungsstrahlengängen ausgelegt. Es ist im zum Mikroskop-Hauptobjektiv weisenden Bereich des Vorsatzmoduls 750 angeordnet. Die Fokus-Optik 752 befindet sich unterhalb des Systems zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 751 in dem zum Operationsgebiet weisenden Bereich des Vorsatzmoduls 750. Sie umfaßt eine Sammellinse 752a und eine Streulinse 752b. Der Fokus-Optik 752 ist eine Ophthalmoskopierlupe 753 zugeordnet.

Zur Durchführung einer Operation an einem menschlichen Auge 720 ist das Mikroskop-Hauptobjektiv 704 des Mikroskops 700 auf dessen Netzhaut 722 scharf gestellt.

Die Fokus-Optik 752 fokussiert die Beobachtungsstrahlengänge 702, 703 und 708 in einer Zwischenbildebene 754, in welche die Ophthalmoskopierlupe 753 ein seitenverkehrtes Bild des Augenhintergrundes 721 wirft. Die Lage dieser Zwischenbildebene 754 wird zum einen durch die Brechkraft der Ophthalmoskopierlupe 753 selbst bestimmt, zum anderen aber auch durch deren Abstand vom Auge, die Augengeometrie selbst und die Brechkraft der Augenlinsen festgelegt. Die Fokus-Optik 752 ist einstellbar ausgeführt, indem die Sammellinse 752a entlang der optischen Achse der Fokus-Optik 722 verschiebbar gelagert ist. Somit kann der Arbeitsabstand des Mikroskops 700 mit Vorsatzmodul 750 von einem menschlichen Auge 120 einstellbar gehalten werden und es ist möglich, Anpassungen an ein ametropes oder aphakes Patientenauge vorzunehmen.

Es ist auch möglich, die Fokus-Optik derart auszuführen, daß die Streulinse verschiebbar ist und die Sammellinse unbeweglich gehalten wird oder beide Linsen entlang der optischen Achse der Fokus-Optik verschoben werden können.

Die Figur 8 zeigt einen Schnitt des unteren Bereiches 801 des Tubus von Mikroskop 700 aus Figur 7 mit einem Verlauf der Beobachtungsstrahlengänge 804, 805 für einen Mitbeobachter.



WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Die durch das Hauptobjektiv 802 tretenden binokularen Beobachtungsstrahlengänge 804, 805 für die Beobachtungspupillen des Mitbeobachters werden mit der Fokus-Optik 806 bei auf die Netzhaut 807 eines Patienten Auges 808 fokussiertem Mikroskop-Hauptobjektiv 802 auf das Zwischenbild 809 der Ophthalmoskopierlupe 810 eingestellt. Die Ophthalmoskopierlupe 810 wirft in eine Zwischenbildebene 811 ein seitenverkehrtes Bild des Augenhintergrundes 812.

Das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 bewirkt für einen jeden der binokularen Beobachtungsstrahlengänge eine Bildumkehr des seitenverkehrten Bildes von Augenhintergrund 812 in der Zwischenbildebene 811. Von der Zwischenbildebene 811 aus gesehen wird im System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 der oberhalb der optischen Achse 814 der Fokus-Optik 806 verlaufende Strahlengang 805a seitenverkehrt in einen unterhalb der optischen Achse 814 der Fokus-Optik 806 verlaufenden Strahlengang 805b gelenkt. Ein unterhalb von der optischen Achse 814 der Fokus-Optik 806 verlaufender Strahlengang 804a wird durch das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 in einen Strahlengang 804b gewandelt, der oberhalb der optischen Achse 814 der Fokus-Optik 806 verläuft. Entsprechend lenkt das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 von der Zwischenbildebene 811 aus gesehen einen in Figur 2 nicht dargestellten binokularen Strahlengang, der links der optischen Achse 814 der Fokus-Optik verläuft, in einen rechts dieser Achse liegenden Strahlengang. Ein Strahlengang rechts von der optischen Achse 814 der Fokus-Optik wird durch das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 in einen links dieser Achse verlaufenden Strahlengang umgelenkt. Aufgrund des stereoskopischen Verlauf der Beobachtungsstrahlengänge ergibt sich damit sowohl für Haupt- als auch Mitbeobachter ein seiten- und pupillenrichtiges Bild von Augenhintergrund 812 mit räumlichem Eindruck.

Beim Vorsatzmodul 803 sind Ophthalmoskopierlupe 810, Fokus-Optik 806 und das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 813 mittels eines nicht weiter dargestellten Mechanismus beispielsweise durch Einschieben oder Einschwenken in den optischen Strahlengang ein- und ausschaltbar gehalten.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Figur 9 zeigt einen Schnitt des unteren Bereiches des Tubus 901 von Mikroskop 1 aus Figur 1 mit an das Mikroskop-Hauptobjektiv 902 angeschlossenem Vorsatzmodul 903. Hier sind das System zur Bildumkehr 913, die Fokus-Optik und die Ophthalmoskopierlupe 910 aus dem Strahlengang geschaltet. In diesem Fall entspricht die Fokus-Ebene der Beobachtungsstrahlengänge derjenigen des Mikroskop-Hauptobjektivs und liegt bei der Augenhornhaut 907 eines untersuchten Patienten Auges 908.

Wie bei dem System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung 913 umfaßt das Vorsatzmodul 903 zur Schaltung von Ophthalmoskopierlupe 910 und Fokus-Optik 906 in und aus dem Strahlengang jeweils geeignete Schwenk- oder Verschiebemechanismen. Alternativ zu dieser Ausführung ist es auch möglich, einen Mechanismus zur Entfernung des Vorsatzmodules als Ganzes aus dem Strahlengang vorzusehen. Vorteilhafterweise sind solchen Mechanismen steuerbare Antriebe zugeordnet.

Mit dem auf vier Beobachtungsstrahlengänge ausgelegten System zur Strahlvertauschung und Bildumkehr kann ohne Helligkeitsverlust mit einem Mikroskop-Hauptobjektiv eine vollwertige binokulare Mitbeobachtung eines Operationsgebietes bei 0° Blickwinkel und gleichem Stereowinkel wie ein Hauptbeobachter bereitgestellt werden.

Indem Beobachtungsstrahlengänge unabhängig voneinander das Mikroskop-Hauptobjektiv durchdringen, ist die Mitbeobachtung eines Operationsfeldes ohne Helligkeitsverlust für Haupt- und Mitbeobachter im Vergleich zum Einsatz einer Strahlertechnik möglich.

Anstatt das System zur Bildumkehr und Strahlvertauschung für eine Bildumkehr und eine Strahlvertauschung von vier binokularen Beobachtungsstrahlengängen auszulegen, ist es auch möglich, das System lediglich für Bildumkehr und Strahlvertauschung von drei Beobachtungsstrahlengängen auszuführen. Etwa können Bildumkehr und Strahlvertauschung für zwei binokulare Hauptbeobachtungsstrahlengänge und einen Mitbeobachtungsstrahlengang vorgesehen werden. Möglich ist auch, lediglich eine Bildumkehr für ein oder zwei Beobachtungsstrahlengänge vorzusehen. In diesem Fall wird jedoch einem Beobachter kein räumliches Mikroskopbild dargeboten. Optional kann ein solches System zur

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Bildumkehr auch für einen Hauptbeobachtungsstrahlengang und drei Mitbeobachtungsstrahlengänge ausgelegt werden.

Eine modifizierte, in den Figuren nicht dargestellte Ausführungsform des Vorsatzmoduls zum Anbau an ein Mikroskop-Hauptobjektiv ist zur Abbildung des Hintergrundes eines Patienten Auges für den Einsatz mit einer externen Ophthalmoskopierlupe bzw. einem Kontaktglas ausgelegt. Ein solches Vorsatzmodul ist demnach ohne Ophthalmoskopierlupe ausgeführt. Jedoch ermöglicht die Fokus-Optik im Vorsatzmodul eine Fokussierung auf das mit Ophthalmoskopierlupe bzw. Kontaktglas erzeugte Zwischenbild des Patienten Auges.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

Patentansprüche:

1. System zur Bildumkehr (100, 500, 600) mit
  - einem ersten Spiegel zur Umlenkung eines Strahlenbündels (104) aus einer Einfallrichtung in eine erste Richtung, die quer zu der Einfallrichtung ist,
  - einem zweiten Spiegel (107) zur Umlenkung des an dem ersten Spiegel umgelenkten Strahlenbündels in eine zweite Richtung, die quer zu der ersten Richtung ist,
  - einem dritten Spiegel (108) zur Umlenkung des an dem zweiten Spiegel (107) umgelenkten Strahlenbündels in eine dritte Richtung, die quer zu der zweiten Richtung ist, und
  - einem vierten Spiegel (109) zur Umlenkung des an dem dritten Spiegel (108) umgelenkten Strahlenbündels in eine Richtung, die quer zu der dritten Richtung ist,
  - wobei die ersten, zweiten, dritten und vierten Spiegel jeweils Flächennormalen haben, welche in einem Winkel zueinander stehen, und
  - wenigstens zwei Spiegel (107) von einer Oberfläche eines 90°-Prismas (102, 103) gebildet werden,dadurch gekennzeichnet, daß
  - wenigstens ein Spiegel (109) eine Oberfläche eines Porro-Prismas (101) ist.
2. System zur Bildumkehr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Porro-Prisma als verkürztes Porro-Prisma zweiter Art (101) ausgebildet ist.
3. System zur Bildumkehr (100, 200, 300), insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, mit
  - einem ersten Spiegel zur Umlenkung eines Strahlenbündels aus einer Einfallrichtung in eine erste Richtung, die quer zu der Einfallrichtung ist,

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

- einem zweiten Spiegel (107, 208, 308) zur Umlenkung des an dem ersten Spiegel umgelenkten Strahlenbündels in eine zweite Richtung, die quer zu der ersten Richtung ist
- einem dritten Spiegel (108, 209, 309) zur Umlenkung des an dem zweiten Spiegel (107, 208, 308) umgelenkten Strahlenbündels in eine dritte Richtung, die quer zu der zweiten Richtung ist, und
- einem vierten Spiegel (109, 210, 310) zur Umlenkung des an dem dritten Spiegel (108, 209, 309) umgelenkten Strahlenbündels in eine Richtung, die quer zu der dritten Richtung ist,
- wobei die ersten, zweiten, dritten und vierten Spiegel (107, 208, 308, 108, 209, 309, 109, 210, 310) jeweils Flächennormalen (116, 216, 217, 315) haben, welche in einem Winkel zueinander stehen, und
- wenigstens zwei Spiegel (107, 208, 209, 210, 308, 309, 310) von einer Oberfläche eines 90°-Prismas (102, 103, 201, 202, 203, 204, 301, 302, 303, 304) gebildet werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- wenigstens ein Spiegel (107, 208, 209) um eine quer zu der Flächennormalen (116, 216, 315) des Spiegels verlaufende Achse (115, 214, 314) drehbar ist.
4. System zur Bildumkehr nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Spiegel (108, 208, 209, 308, 309) in quer zur Spiegelfläche verlaufender Richtung (113, 218, 314) verschiebbar ist.
5. System zur Bildumkehr nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Spiegel (107, 208, 308, 309) als Mantelfläche eines 90°-Prismas (102, 103, 202, 302, 303) ausgebildet ist und das 90°-Prisma (102, 103, 202, 302, 303) um eine zu der Mantelfläche des Prismas in etwa parallele Achse (114, 115, 214, 215, 314, 316) drehbar ist.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

6. System zur Bildumkehr nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Spiegel (107, 208, 209, 308, 309) drehbar und wenigstens zwei Spiegel (108, 109, 208, 209, 308, 309) verschiebbar gelagert sind.
7. System zur Bildumkehr nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das System zur Bildumkehr (500, 600) zwei zu einer symmetrischen Anordnung ineinandergefügte Porro-Prismensysteme (501, 502, 601, 602) umfaßt.
8. Vorsatzmodul (750) mit einem System zur Bildumkehr (751) zum Anbau an ein Mikroskop-Hauptobjektiv, insbesondere für ein Operationsmikroskop (704),  
  
dadurch gekennzeichnet, daß  
  
das System zur Bildumkehr nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist.
9. Vorsatzmodul (750) mit einem System zur Bildumkehr (751) zum Anbau an ein Mikroskop-Hauptobjektiv, insbesondere für ein Operationsmikroskop (704),  
  
dadurch gekennzeichnet, daß  
  
das System zur Bildumkehr ein Porro-Prisma zweiter Art umfaßt.
10. Vorsatzmodul (750) mit einem System zur Bildumkehr (751) zum Anbau an ein Mikroskop-Hauptobjektiv, insbesondere für ein Operationsmikroskop (704),  
  
dadurch gekennzeichnet, daß  
  
das System zur Bildumkehr zwei Porro-Prismen zweiter Art umfaßt.
11. Vorsatzmodul (750), insbesondere nach Anspruch 8, 9 oder 10, zum Anbau an ein Mikroskop-Hauptobjektiv (704) mit

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

- einem einstellbaren Fokus-Optiksystem (752) zur Variation der Brennweite des Mikroskop-Hauptobjektivs (704) und
- einem dem Fokus-Optiksystem (752) zugeordneten System zur Bildumkehr (751),
- wobei für den Anbau des Vorsatzmoduls (750) an das Mikroskop-Hauptobjektiv (704) das System zur Bildumkehr (751) auf der zum Mikroskop-Hauptobjektiv (704) weisenden Seite des Vorsatzmoduls (750) vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- das System zur Bildumkehr (751) als System zur Strahlvertauschung von wenigstens zwei binokularen Beobachtungsstrahlengängen (702, 703, 708) ausgelegt ist.
12. Vorsatzmodul (750) gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das System zur Bildumkehr (751) als System zur Strahlvertauschung von wenigstens vier binokularen Beobachtungsstrahlengänge (702, 703, 708) ausgelegt ist.
13. Vorsatzmodul (750) gemäß einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Fokus-Optiksystem (752) wenigstens eine Streulinse (752b) aufweist.
14. Vorsatzmodul (750) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Fokus-Optiksystem (752) wenigstens eine Sammellinse (752b) aufweist, die entlang der optischen Achse (814) des Fokus-Optiksystems (752) bewegbar ist.
15. Vorsatzmodul (750) gemäß Anspruch 13 oder gemäß Anspruch 14, soweit Anspruch 14 auf Anspruch 13 zurückbezogen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Streulinse (152b) entlang der optischen Achse (814) des Fokus-Optiksystems (752) bewegbar ist.
16. Vorsatzmodul (750) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das System zur Bildumkehr (751) in den Strahlengang ein- und ausschaltbar ist.

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

17. Vorsatzmodul (750) gemäß Anspruch 11 oder gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16, soweit die Ansprüche 12 bis 16 auf Anspruch 11 zurückbezogen sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Fokus-Optiksystem (752) zum Ein- und Ausschalten in den Strahlengang ausgelegt ist.
18. Vorsatzmodul (750) gemäß einem der Ansprüche 8-17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines Zwischenbildes eines menschlichen Auges (720) das Vorsatzmodul (750) eine Ophthalmoskopierlupe (753) umfaßt.
19. Vorsatzmodul (750) gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennweiten von Fokus-Optiksystem (752) und Ophthalmoskopierlupe (753) aufeinander abgestimmt sind.
20. Mikroskop, insbesondere Operationsmikroskop (700), mit System zur Bildumkehr nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
21. Mikroskop, insbesondere Operationsmikroskop (700), mit Vorsatzmodul (750) nach einem der Ansprüche 8-19.



FIG.1

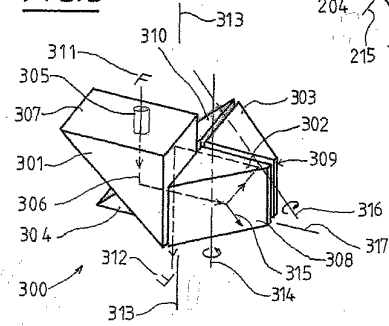
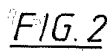
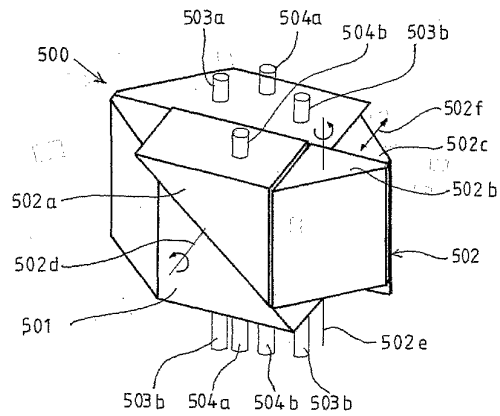
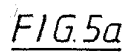


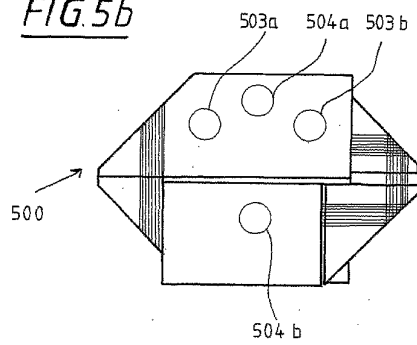
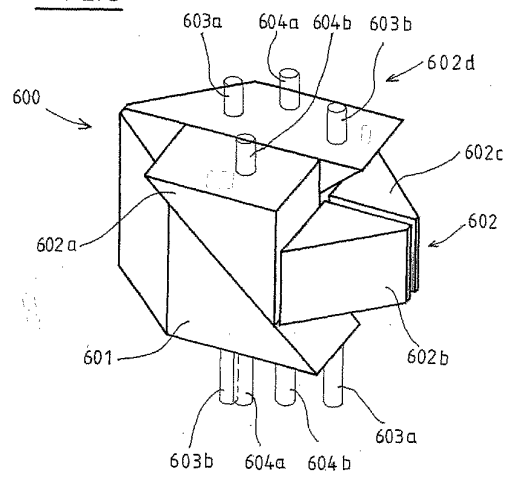
FIG. 4



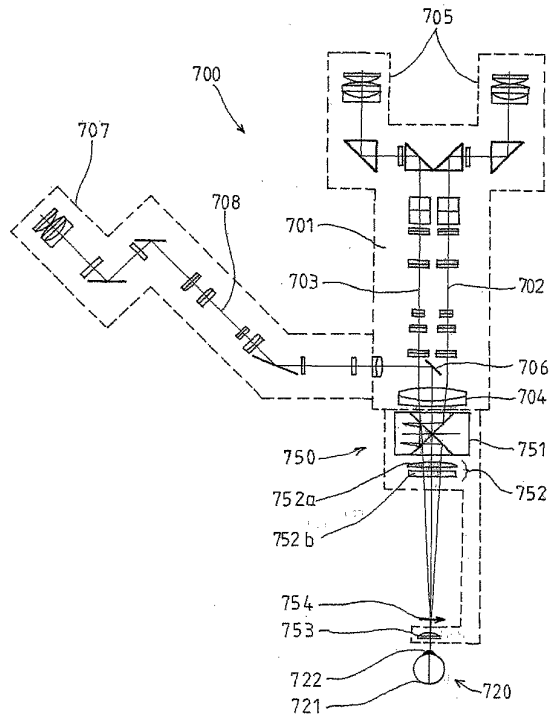
WO 02/27379

PCT/EP01/10094

3/5

FIG. 5bFIG. 6

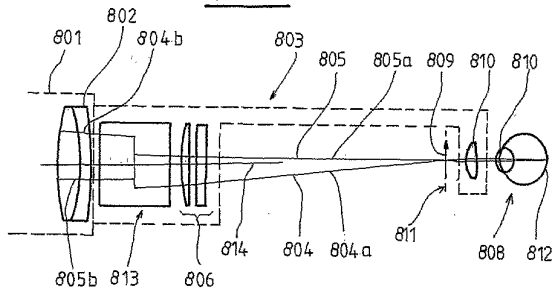
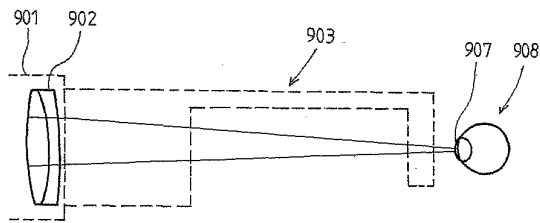
4/5

FIG. 7

WO 02/27379

PCT/EP01/10094

5/5

FIG. 8FIG. 9

## 【国際公開パンフレット（コレクション）】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

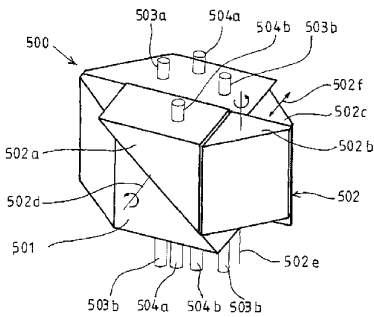
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/027379 A3**

- (51) Internationale Patentklassifikation: **G02B 21/22**, 21A00, 17A04 (71) Anmelder (nur für AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR): **CARL ZEISS** [DE/DL]; D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/10094 (71) Anmelder (nur für GB, JP): **CARL ZEISS-STIFTUNG TRADING AS CARL ZEISS** [DE/DE]; D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 1. September 2001 (01.09.2001) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GOTTWALDT, Klaus** [DE/DL]; Langertstrasse 15, D-73447 Oberkochen (DE). **MERZ, Franz** [DE/DE]; Weibrechtstrasse 7, D-73433 Aalen (DE). **REIMER, Peter** [DE/DE]; Grenadierstrasse 12, D-73479 Hiltwangen (DE). **STRÄHLE, Fritz** [DE/DL]; Im Brühl 41, D-73540 Heubach (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 47 617.1 26. September 2000 (26.09.2000) DE; 101 40 402.6 17. August 2001 (17.08.2001) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IMAGE REVERSION SYSTEM, ADDITIONAL OPHTHALMOSCOPY MODULE AND OPERATIONAL MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: BILDUMKEHRSYSTEM, OPHTHALMOSKOPIE-VORSATZMODUL UND OPERATIONSMIKROSKOP



(57) Abstract: The invention relates to an image reversion system (500) which enables an image reversion and beam transposition of a plurality of observation beam paths (503a, 503b, 504a and 504b) to be carried out simultaneously. Said system comprises at least one Porro prism system and is designed in such a way that it can be arranged in a convergent beam path. The inventive system is suitable as an image reversion system in an additional module for operational microscopes used in ophthalmoscopy due to the low overall height thereof.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/027379 A3

WO 02/027379 A3



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, B1, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SI, TR).

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:** 6. Februar 2003

**Veröffentlicht:**  
*mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Ein System zur Bildumkehr (500) bewirkt eine gleichzeitige Bildumkehr und Strahlvertauschung mehrerer Beobachtungsstrahlengänge (503a, 503b, 504a und 504b). Es umfasst wenigstens ein Porro-Prismensystem und ist zur Anordnung in einem konvergenten Strahlengang ausgelegt. Aufgrund seiner geringen Bauhöhe eignet es sich als Bildumkehrsystem in einem Vorsatzmodul für Operationsmikroskope, die in der Ophthalmoskopie eingesetzt werden.

## 【手続補正書】

【提出日】平成14年11月29日(2002.11.29)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

像反転系(100, 500, 600)であって、

- 光束(104)を、入射方向から該入射方向に対して横方向の第1の方向に偏向するための、第1の90°プリズム(102)の底面として構成された第1の鏡と、
- 前記第1の鏡で偏向された光束を、前記第1の方向に対して横方向の第2の方向に偏向するための、第2の90°プリズム(103)の底面として構成された第2の鏡(107)と、
- 前記第2の鏡(107)で偏向された光束を、前記第2の方向に対して横方向の第3の方向に偏向するための第3の鏡(108)と、
- 前記第3の鏡(108)で偏向された光束を、前記第3の方向に対して横方向の所定方向に偏向するための第4の鏡(109)とを有しており、
- 前記第1、第2、第3及び第4の鏡は、各々相互に所定角度をなす面法線を有している像反転系において、
- 第3の鏡(108)及び第4の鏡(109)は、1/2ポロプリズム(101)の表面を形成し、
- 第2の90°プリズム(103)は、当該第2の90°プリズムの底面の面法線(116)に対して横方向に、前記第2の90°プリズム(103)の面の傾きを、第1の90°プリズム(102)の対向面に対して調整することができるように回転可能であることを特徴とする像反転系。

【請求項2】

像反転系(200, 300)であって、

- 光束(205)を、入射方向から該入射方向に対して横方向の第1の方向に偏向するための、第1の90°プリズム(201, 301)の底面として構成された第1の鏡と、
- 前記第1の鏡で偏向された光束を、前記第1の方向に対して横方向の第2の方向に偏向するための、第2の90°プリズム(202, 302)の底面として構成された第2の鏡(208, 308)と、
- 前記第2の鏡(107, 208, 308)で偏向された光束を、前記第2の方向に対して横方向の第3の方向に偏向するための第3の鏡(209, 309)と、
- 前記第3の鏡(108, 209, 309)で偏向された光束を、前記第3の方向に対して横方向の所定方向に偏向するための第4の鏡(210, 310)とを有しており、
- 前記第1、第2、第3及び第4の鏡(107, 208, 308, 108, 209, 309, 109, 210, 310)は、各々相互に所定角度をなす面法線(116, 216, 217, 315)を有しており、
- 前記第3の鏡(209, 309)は、第3の90°プリズム(203, 303)の底面として構成されており、前記第4の鏡(210, 310)は、第4の90°プリズム(204, 304)の底面として構成されており、
- 前記第1、第2、第3及び第4の鏡(107, 208, 308, 108, 209, 309, 109, 210, 310)は、一緒に1/2ポロプリズムを形成する

像反転系において、

- 第2の90°プリズム(203, 303)は、当該第2の90°プリズム(203, 303)の底面の面法線(216, 315)に対して横方向の軸(214, 314)を中心にして、前記第2の90°プリズム(202, 302)の面の傾きを、第1の90°プリ



ズム(201, 301)の対向面に対して調整することができるように回転可能であることを特徴とする像反転系。

【請求項3】

少なくとも1つの鏡(108, 208, 209, 308, 309)が、鏡面に対して横方向(113, 218, 314)にシフト可能である請求項1又は2記載の像反転系。

【請求項4】

第2の90°プリズム(102, 103, 202, 302, 303)は、当該プリズムの側面に対してほぼ平行な軸(114, 115, 214, 215, 314, 316)を中心にして回転可能である請求項1～3迄の何れか1記載の像反転系。

【請求項5】

少なくとも2つの鏡(107, 208, 209, 308, 309)が回転可能であり、少なくとも2つの鏡(108, 109, 208, 209, 308, 309)がシフト可能に支承されている請求項1から4迄の何れか1記載の像反転系。

【請求項6】

像反転系(500, 600)が対称的に互いに相手の中に組み入れられた2つのポロプリズム系(501, 502, 601, 602)を有している請求項5記載の像反転系。

【請求項7】

例えば、手術用顕微鏡(704)用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系(751)付の補助モジュール(750)において、  
像反転系が請求項1から6迄の何れか1により構成されている  
ことを特徴とする補助モジュール(750)。

【請求項8】

例えば、手術用顕微鏡(704)用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系(751)付の補助モジュール(750)において、  
像反転系は、II型ポロプリズムを有している  
ことを特徴とする補助モジュール(750)。

【請求項9】

例えば、手術用顕微鏡(704)用の、顕微鏡の主対物レンズに取り付けるための像反転系(751)付の補助モジュール(750)において、  
像反転系は、2つのII型ポロプリズムを有している  
ことを特徴とする補助モジュール(750)。

【請求項10】

顕微鏡の主対物レンズ(704)に取り付けるための、例えば、請求項7記載の補助モジュール(750)であって、

- 前記顕微鏡の主対物レンズ(704)の焦点距離を変えるための調整可能なフォーカス光学系(752)と、
- 前記フォーカス光学系(752)に対応して設けられた像反転系(751)とを有しており、

- 前記補助モジュール(750)を顕微鏡の主対物レンズ(704)に取り付けるために、前記像反転系(751)は、前記補助モジュール(750)の、前記顕微鏡主対物レンズ(704)側の面に設けられている

補助モジュール(750)において、

- 像反転系(751)は、少なくとも2つのビノクラール観察光路(702, 703, 708)の光路交換用の系として構成されている

ことを特徴とする補助モジュール(750)。

【請求項11】

像反転系(751)は、少なくとも4つのビノクラール観察光路(702, 703, 708)の光路交換用の系として構成されている請求項10記載の補助モジュール(750)。

【請求項12】

フォーカス光学系(752)は、少なくとも1つの分散レンズ(752b)を有している請求項10又は11記載の補助モジュール(750)。

【請求項13】

フォーカス光学系(752)は、少なくとも1つの収束レンズ(752b)を有しており、該収束レンズ(752b)は、フォーカス光学系(752)の光軸(814)に沿って可動である請求項9から12迄の何れか1記載の補助モジュール(750)。

【請求項14】

分散レンズ(152b)は、フォーカス光学系(752)の光軸(814)に沿って可動である請求項12記載の、又は、請求項13が請求項12に関係している場合に請求項13記載の補助モジュール(750)。

【請求項15】

像反転系(751)は、光路内に挿入したり出したり切り換え可能である請求項7から14迄の何れか1記載の補助モジュール(750)。

【請求項16】

請求項10記載の、又は、請求項11から15が請求項10に関係している場合に請求項11から15迄の何れか1記載の補助モジュール(750)において、フォーカス光学系(752)は、光路内に挿入したり出したり切り換えられるように構成されている補助モジュール(750)。

【請求項17】

人間の眼(720)の中間画像を形成するために、補助モジュール(750)は、検眼鏡ルーペ(753)を有している請求項7から16迄の何れか1記載の補助モジュール(750)。

【請求項18】

フォーカス光学系(752)と検眼鏡ルーペ(753)の各焦点距離は相互に調整されている請求項17記載の補助モジュール(750)。

【請求項19】

請求項1～6の何れか1記載の像反転系を有する顕微鏡、例えば、手術用顕微鏡(700)。

【請求項20】

請求項7～18の何れか1記載の補助モジュール(750)を有する顕微鏡、例えば、手術用顕微鏡(700)。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/EP 01/10094
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G02B21/22 G02B21/00 G02B17/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 535 060 A (GRINBLAT AVI) 9 July 1996 (1996-07-09)	1, 2, 18, 20
Y	column 4 - column 5; figures 1-5	8-10
Y	US 5 200 773 A (VOLK DONALD A) 6 April 1993 (1993-04-06)	8-10
	abstract; figures 2, 12	
X	ES 2 116 933 A (DIAZ ESTEVEZ FERNANDO) 16 July 1998 (1998-07-16)	1, 2, 20
	abstract; figures 1, 7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 June 1999 (1999-06-30) - & JP 11 084263 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 26 March 1999 (1999-03-26)	1, 2, 20
	abstract; figure 6	
	---	
	--- --	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 March 2002		Date of mailing of the international search report 28.03.02
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer von Moers, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 01/10094

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 227 914 A (ISHIKAWA TOMONORI ET AL) 13 July 1993 (1993-07-13) column 4, line 26 - column 5, line 61; figures 8,9 ----	1,3
X	US 2 625 853 A (ROGER HAYWARD) 20 January 1953 (1953-01-20) column 19, line 10 - line 70; claim 3; figures 15-19 ----	1,3-5,20
X	US 4 597 644 A (SCHINDL KLAUS P) 1 July 1986 (1986-07-01) column 4, line 22 - column 5, line 2; figures 3,4 ----	3,4,20
A	US 6 081 371 A (FUKAYA TAKASHI ET AL) 27 June 2000 (2000-06-27) column 18, line 1 - line 15; figure 13 ----	4
A	WO 91 15150 A (LEUVEN K U RES & DEV) 17 October 1991 (1991-10-17) page 3, line 29 - page 4, line 12; claim 8; figure 2 ----	11,14, 16,17
A	US 5 321 447 A (LIEGEL JURGEN ET AL) 14 June 1994 (1994-06-14) column 4; figures 1,4 -----	11-15, 18,19

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP01/10094
<b>Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)</b>		
This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:		
1.	<input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2.	<input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3.	<input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).
<b>Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)</b>		
This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:		
see supplemental sheet		
1.	<input checked="" type="checkbox"/>	As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.	<input type="checkbox"/>	As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.	<input type="checkbox"/>	As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.	<input type="checkbox"/>	No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
<b>Remark on Protest</b>		
	<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
	<input checked="" type="checkbox"/>	No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP01/10094

The International Searching Authority has determined that this international application contains more than one invention or group of inventions, namely

1. Claims: 1, 2, 8-10, 20. Claims 3-7 (where dependent on Claim 1) and 11-19 and 21 (where dependent on Claims 1, 8, 9 or 10)

Image reversion system consisting of four mirrors, the surface normals of which have an angle that deviates from zero, two mirrors being surfaces of a 90 prism and one being the surface of a Porro prism.

Auxiliary system comprising Porro prism of the second type.

2. Claims: 3-7 (where not dependent on Claim 1)

Image reversion system consisting of four mirrors, the surface normals of which have an angle that deviates from zero, one mirror being rotatable about an axis extending perpendicular to the surface normals.

3. Claims: 11-19, 21 (where not dependent on 1, 8, 9 or 10)

Auxiliary module for microscope main lens, which comprises a system for focussing adjustment and an image reversion system, said image reversion system being disposed on the side facing the main lens and configured as a beam transposition system.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 01/10094

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5535060	A	09-07-1996	US 5438456 A	01-08-1995
US 5200773	A	06-04-1993	US 5046836 A	10-09-1991
			AT 175557 T	15-01-1999
			DE 69130772 D1	25-02-1999
			DE 69130772 T2	10-06-1999
			EP 0555367 A1	18-08-1993
			WO 9207501 A1	14-05-1992
			AT 175853 T	15-02-1999
			AU 656127 B2	27-01-1995
			AU 6746790 A	31-05-1991
			DE 69032910 D1	04-03-1999
			DE 69032910 T2	22-07-1999
			EP 0542745 A1	26-05-1993
			JP 3225358 B2	05-11-2001
			JP 5504270 T	08-07-1993
			WO 9106240 A1	16-05-1991
ES 2116933	A	16-07-1998	ES 2116933 A1	16-07-1998
JP 11084263	A	26-03-1999	NONE	
US 5227914	A	13-07-1993	JP 3030058 B2	10-04-2000
			JP 4076514 A	11-03-1992
			JP 2958096 B2	06-10-1999
			JP 4156412 A	28-05-1992
			DE 4123279 A1	06-02-1992
			US 5331457 A	19-07-1994
US 2625853	A	20-01-1953	NONE	
US 4597644	A	01-07-1986	DE 3334691 A1	11-04-1985
			FR 2552556 A1	29-03-1985
			GB 2147118 A	01-05-1985
			JP 60091323 A	22-05-1985
			PT 79263 A ,B	01-10-1984
US 6081371	A	27-06-2000	JP 2000089123 A	31-03-2000
			JP 11258514 A	24-09-1999
			EP 0928981 A2	14-07-1999
WO 9115150	A	17-10-1991	BE 1003017 A4	22-10-1991
			WO 9115150 A1	17-10-1991
US 5321447	A	14-06-1994	DE 4114646 A1	05-11-1992
			US 5612816 A	18-03-1997
			US 5825534 A	20-10-1998
			CH 683875 A5	31-05-1994
			FR 2677461 A1	11-12-1992
			GB 2255651 A	11-11-1992
			IT 1254344 B	14-09-1995
			JP 3208499 B2	10-09-2001
			JP 5130974 A	28-05-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/10094
A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G02B21/22 G02B21/00 G02B17/04		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EP0-Internal, PAJ, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 535 060 A (GRINBLAT AVI) 9. Juli 1996 (1996-07-09)	1,2,18, 20
Y	Spalte 4 - Spalte 5; Abbildungen 1-5	8-10
Y	US 5 200 773 A (VOLK DONALD A) 6. April 1993 (1993-04-06)	8-10
	Zusammenfassung; Abbildungen 2,12	
X	ES 2 116 933 A (DIAZ ESTEVEZ FERNANDO) 16. Juli 1998 (1998-07-16)	1,2,20
	Zusammenfassung; Abbildungen 1,7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30. Juni 1999 (1999-06-30) -& JP 11 084263 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 26. März 1999 (1999-03-26)	1,2,20
	Zusammenfassung; Abbildung 6	
	---	
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Bedeutung anzusehen ist "B" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung bezeugt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angehängt ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. März 2002		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 28.03.02
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5518 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter von Moers, F

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter  
ies Aktenzeichen  
PCT/EP 01/10094

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 227 914 A (ISHIKAWA TOMONORI ET AL) 13. Juli 1993 (1993-07-13) Spalte 4, Zeile 26 - Spalte 5, Zeile 61; Abbildungen 8,9 ----	1,3
X	US 2 625 853 A (ROGER HAYWARD) 20. Januar 1993 (1993-01-20) Spalte 19, Zeile 10 - Zeile 70; Anspruch 3; Abbildungen 15-19 ----	1,3-5,20
X	US 4 597 644 A (SCHINDL KLAUS P) 1. Juli 1986 (1986-07-01) Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 5, Zeile 2; Abbildungen 3,4 ----	3,4,20
A	US 6 081 371 A (FUKAYA TAKASHI ET AL) 27. Juni 2000 (2000-06-27) Spalte 18, Zeile 1 - Zeile 15; Abbildung 13 ----	4
A	WO 91 15150 A (LEUVEN K U RES & DEV) 17. Oktober 1991 (1991-10-17) Seite 3, Zeile 29 - Seite 4, Zeile 12; Anspruch 8; Abbildung 2 ----	11,14, 16,17
A	US 5 321 447 A (LIEGEL JURGEN ET AL) 14. Juni 1994 (1994-06-14) Spalte 4; Abbildungen 1,4 -----	11-15, 18,19

Formblatt PCT/SAZ/10 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

<b>INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT</b>  <b>INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT</b>	Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 01/10094</b>
<b>Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)</b>	
Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:	
1. <input type="checkbox"/> Ansprüche Nr. _____ weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich _____	
2. <input type="checkbox"/> Ansprüche Nr. _____ weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich _____	
3. <input type="checkbox"/> Ansprüche Nr. _____ weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.	
<b>Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)</b>	
Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:	
siehe Zusatzblatt	
1. <input checked="" type="checkbox"/> Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.	
2. <input type="checkbox"/> Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.	
3. <input type="checkbox"/> Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. _____.	
4. <input type="checkbox"/> Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen enthalten: _____	
<b>Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs</b>	
<input type="checkbox"/> Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.	
<input checked="" type="checkbox"/> Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.	

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/0094

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1,2,8-10,  
20. Ansprüche 3-7 (soweit sie von Anspruch 1 abhängen) und 11-19 und 21 (soweit sie von Anspruch 1,8,9 oder 10 abhängen)

Bildumkehrsystem aus vier Spiegeln, deren Flächennormalen einen von null abweichenden Winkel aufweisen, wobei zwei Spiegel Oberflächen eines 90° Prismas und einer die Oberfläche eines Porro-Prismas ist.  
Vorsatzsystem mit Porro-Prisma 2. Art.

2. Ansprüche: 3-7 (soweit sie nicht von Anspruch 1 abhängen)

Bildumkehrsystem aus vier Spiegeln, deren Flächennormalen einen von null abweichenden Winkel aufweisen, wobei ein Spiegel um eine quer zur Flächennormalen verlaufende Achse drehbar ist.

3. Ansprüche: 11-19,21 (soweit nicht von 1, 8, 9 oder 10 abhängig)

Vorsatz für Mikroskophauptobjektiv, welches ein System zur Brennweiteinstellung und ein Bildumkehrsystem aufweist, wobei das Bildumkehrsystem auf der zum Hauptobjektiv zeigenden Seite angeordnet und als Strahlvertauschungssystem ausgelegt ist.

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/10094

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5535060 A	09-07-1996	US 5438456 A	01-08-1995
US 5200773 A	06-04-1993	US 5046836 A	10-09-1991
		AT 175557 T	15-01-1999
		DE 69130772 D1	25-02-1999
		DE 69130772 T2	10-06-1999
		EP 0555367 A1	18-08-1993
		WO 9207501 A1	14-05-1992
		AT 175853 T	15-02-1999
		AU 656127 B2	27-01-1995
		AU 6746790 A	31-05-1991
		DE 69032910 D1	04-03-1999
		DE 69032910 T2	22-07-1999
		EP 0542745 A1	26-05-1993
		JP 3225358 B2	05-11-2001
		JP 5504270 T	08-07-1993
		WO 9106240 A1	16-05-1991
ES 2116933 A	16-07-1998	ES 2116933 A1	16-07-1998
JP 11084263 A	26-03-1999	KEINE	
US 5227914 A	13-07-1993	JP 3030058 B2	10-04-2000
		JP 4076514 A	11-03-1992
		JP 2958096 B2	06-10-1999
		JP 4156412 A	28-05-1992
		DE 4123279 A1	06-02-1992
		US 5331457 A	19-07-1994
US 2625853 A	20-01-1953	KEINE	
US 4597644 A	01-07-1986	DE 3334691 A1	11-04-1985
		FR 2552556 A1	29-03-1985
		GB 2147118 A	01-05-1985
		JP 60091323 A	22-05-1985
		PT 79263 A ,B	01-10-1984
US 6081371 A	27-06-2000	JP 2000089123 A	31-03-2000
		JP 11258514 A	24-09-1999
		EP 0928981 A2	14-07-1999
WO 9115150 A	17-10-1991	BE 1003017 A4	22-10-1991
		WO 9115150 A1	17-10-1991
US 5321447 A	14-06-1994	DE 4114646 A1	05-11-1992
		US 5612816 A	18-03-1997
		US 5825534 A	20-10-1998
		CH 683875 A5	31-05-1994
		FR 2677461 A1	11-12-1992
		GB 2255651 A	11-11-1992
		IT 1254344 B	14-09-1995
		JP 3208499 B2	10-09-2001
		JP 5130974 A	28-05-1993

---

フロントページの続き

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 クラウス ゴットヴァルト

ドイツ連邦共和国 オーバーコッヘン ランゲルトシュトラッセ 1 5

(72)発明者 フランツ メルツ

ドイツ連邦共和国 アーレン ヴァイトブレヒトシュトラッセ 7

(72)発明者 ペーター ライマー

ドイツ連邦共和国 エルヴァンゲン グレナディーアシュトラッセ 1 2

(72)発明者 フリッツ シュトレーレ

ドイツ連邦共和国 ホイバッハ イム ブリュール 4 1

Fターム(参考) 2H052 AA13 AB17 AD04