

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3552765号
(P3552765)

(45) 発行日 平成16年8月11日(2004.8.11)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int.Cl.⁷
GO2B 21/00

F I
GO2B 21/00

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平6-277355	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成6年11月11日(1994.11.11)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開平8-136811		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成8年5月31日(1996.5.31)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成13年4月25日(2001.4.25)		弁理士 篠原 泰司
		(72) 発明者	河野 芳弘
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	梶谷 和男
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス光学工業株式会社内
		審査官	里村 利光
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 倒立顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

標本像を無限遠にリレーする対物レンズと、無限遠にリレーされた前記標本像を結像させる結像レンズと、1次像をリレーして接眼レンズ近傍に2次像を形成する像リレー光学系とを備えた倒立顕微鏡において、前記像リレー光学系を前群と後群の2つのレンズ群で構成して、該2つのレンズ群間で像を無限遠にリレーし得るようにし、前記後群のレンズ群の焦点距離と前記結像レンズの焦点距離とが等しくなるように構成したことを特徴とする倒立顕微鏡。

【請求項2】

標本像を無限遠にリレーする対物レンズと、無限遠にリレーされた前記標本像を結像させる結像レンズと、該結像レンズと1次像との間に鋭角の1回反射面を有し且つ前記1次像をリレーして接眼レンズ近傍に2次像を形成する像リレー光学系とを備えた倒立顕微鏡において、前記像リレー光学系は前記1次像側から順に前群と後群で構成され、該2つのレンズ群の間に無限遠光路が形成され、前記無限遠光路にアイポイントを光軸方向へ移動せしめ得るレンズ系を付設することを特徴とする倒立顕微鏡。

【請求項3】

前記結像レンズと前記像リレー光学系に含まれるビノキュラープリズムとの間に、瞳観察用レンズを挿脱可能に配設したことを特徴とする請求項2に記載の倒立顕微鏡。

【請求項4】

位相差開口や各種観察時の光学系の芯出しを容易にするための瞳観察用レンズを、1次像

10

20

と２次像の間にある無限遠光路に配設して成る、請求項１に記載の倒立顕微鏡。

【請求項５】

１次像をリレーするリレー光路中の無限遠光路部に光路分割部材を設け、複数のビノキュラーや撮像装置を取り付け可能に構成した、請求項１に記載の倒立顕微鏡。

【請求項６】

ジードントップ型ビノキュラーを有し、該ビノキュラーの取り付け位置を１８０度回転可能に構成してなる、請求項１に記載の倒立顕微鏡。

【請求項７】

対物レンズと、該対物レンズ側から入射する平行光束を集光する結像レンズと、該結像レンズから射出する収束光を反射して標本の１次像を形成する反射部材と、該１次像をリレーして接眼レンズ近傍に２次像を形成する像リレー光学系を備えた倒立顕微鏡であって、前記像リレー光学系は複数のレンズ群で構成され、該複数のレンズ群のうち２つのレンズ群の間で無限遠光束が形成され、前記２つのレンズ群の間隔が可変であることを特徴とする倒立顕微鏡。

10

【請求項８】

前記複数のレンズ群は前記１次像側から順に前群と後群で構成され、該前群と該後群の間隔が可変であることを特徴とする請求項７に記載の倒立顕微鏡。

【請求項９】

前記前群は第１レンズ群と第２レンズ群とからなり、前記後群は第３レンズ群からなり、前記第２レンズ群と前記３レンズ群の間隔が可変であることを特徴とする請求項８に記載の倒立顕微鏡。

20

【請求項１０】

前記反射部材は前記結像レンズから射出された収束光を鋭角に反射するように配置されていることを特徴とする請求項７に記載の倒立顕微鏡。

【請求項１１】

プリズムを有するビノキュラーを備え、前記結像レンズと該プリズムの間にターレットを有することを特徴とする請求項７に記載の倒立顕微鏡。

【請求項１２】

前記ターレットは瞳観察用レンズを有することを特徴とする請求項１１に記載の倒立顕微鏡。

30

【請求項１３】

前記複数のレンズ群は前記１次像側から順に前群と後群で構成され、該後群の焦点距離と前記結像レンズの焦点距離が等しいことを特徴とする請求項７に記載の倒立顕微鏡。

【請求項１４】

前記無限遠光束中に光路分岐部材が配置され、該光路分岐部材によって分岐された一方の光路に副観察用またはテレビカメラ観察用のビノキュラーを配置したことを特徴とする請求項７に記載の倒立顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

40

本発明は、顕微鏡、特に倒立顕微鏡に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

一般に、倒立顕微鏡は、像の反射回数が多いことや、光学部品が多いため、像にフレアーやゴーストが現われやすい。そこで、近年、光学系を構成するレンズ部材や反射部材を極力少くして、これらからの有害な反射光によるフレアーやゴーストを最少にして観察することのできる倒立顕微鏡が求められるようになって来た。

【０００３】

又、倒立顕微鏡の使用者層も多様化し、最近では、膜電位測定等の様々な実験がやり易いこと、位相差やノマルスキーなどの様々な観察を容易に行えるようにすること等について

50

も改善が求められるようになって来ている。更に、複数人が疲れない姿勢で観察できるような倒立顕微鏡、つまり、操作性や人間工学を十分に考慮し、疲れない姿勢で複数の人間が同時に観察できるような倒立顕微鏡についてもユーザーの要求は強いが、これに対応する従来技術としては、本件出願人の出願に係る特願平5-114835号に開示されたものが知られているに過ぎない。しかしながら、この出願においても、複数人で同時観察できるようにするための光学系の詳細や操作上の改善の詳細については、記述されていない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術による倒立顕微鏡は、標本を下側から観察するようになっていたため、対物像を直接観察できる正立顕微鏡とは異なり、像をリレーするため反射部材若しくは反射面が多くなってしまうことや、有限位置に像を造る対物レンズを用いるのでレボルバー内部に凹レンズを内蔵させて像を無限遠にリレーすることが必要となりレンズ枚数が多くなって観察像が暗くフレアーやゴーストが発生しやすい構成となってしまうというような問題点があった。

【0005】

本発明は、従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、観察像の明るい倒立顕微鏡を提供することにある。

本発明の第2の目的は、フレアーの発生しない倒立顕微鏡を提供することにある。

本発明の第3の目的は、光学性能の改良された倒立顕微鏡を提供することにある。

本発明の第4の目的は、膜電位測定や卵細胞の操作、マニピュレータの操作等、操作性の良い倒立顕微鏡を提供することにある。

本発明の第5の目的は、位相差やノマルスキー等様々な観察のやり易い倒立顕微鏡を提供することにある。

本発明の第6の目的は、疲れない姿勢で複数の人間が同時観察することのできる倒立顕微鏡を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段及び作用】

上記目的を達成するために、本発明の倒立顕微鏡は、標本像を無限遠にリレーする対物レンズと、無限遠にリレーされた標本像を結像させる結像レンズと、1次像をリレーしてアイポイント近傍に2次像を形成する像リレー光学系とを備えた倒立顕微鏡において、像リレー光学系を前群と後群の2つのレンズ群で構成して、これらの2つのレンズ群間で像を無限遠にリレーし得るようにし、後群のレンズ群の焦点距離と結像レンズの焦点距離とが等しくなるようにしたことを特徴としている。

【0007】

これにより、アイポイントの調整は、像リレー光学系の前群と後群の間隔を変更するだけで容易に行うことができ、しかも正立顕微鏡用の無限遠対物レンズを特別の倍率補正光学系などを使用することなしに使用することが可能となる。

【0008】

又、本発明の倒立顕微鏡は、標本像を無限遠にリレーする対物レンズと、無限遠にリレーされた標本像を結像させる結像レンズと、該結像レンズと1次像との間に鋭角の反射面を有し且つ前記1次像をリレーして接眼レンズ近傍に2次像を形成する像リレー光学系とを備えた倒立顕微鏡において、前記像リレー光学系は前記1次像側から順に前群と後群で構成され、該2つのレンズ群の間で無限遠光路が形成され、前記無限遠光路にアイポイントを光軸方向へ移動せしめ得るレンズ系を付設することを特徴としている。

【0009】

これにより、従来必要であったレボルバー内部の凹レンズが不要となるため、レンズ枚数が少なく済むようになり、像に有害なゴーストやフレアー等の迷光を発生しにくくした。又、凹レンズによる収差の発生もなくなるので、良好な像性能が得られるようになる。

【0010】

10

20

30

40

50

更に、本発明によれば、結像レンズと像リレー光学系に含まれるビノキュラープリズムとの間に、瞳観察用レンズが挿脱可能に配設されている。これにより、3回の反射で構成される倒立顕微鏡においても、マニピュレータやレーザー顕微鏡用の光路の設置スペースを広くとることができるようになり、又、アイポイント近傍に瞳観察用レンズを挿入すると手を伸ばさずに操作できるようになるので、瞳観察用レンズの操作がし易くなる。

【0011】

【実施例】

図1乃至4は、本発明に係る倒立顕微鏡の第1実施例を示しており、図1及び2は使用状態を異にする全体の概略構成図、図3は光学系の構成図、図4は像リレー光学系の構成図である。図中、1は光源と光源からの照明光をリレーするリレー光学系とを含む光源装置、2はコンデンサーレンズ、3はステージ、4はレボルバに支持されていて標本像を無限遠にリレーする対物レンズ、5は無限遠にリレーされた標本像を結像させる結像レンズ、6はミラー、7は瞳リレーレンズ7aと像リレーレンズ7bを含む像リレー光学系の前群、8は像リレー光学系の後群、9は結像レンズとビノキュラープリズム9aが一体化されたユニット、10は接眼レンズである。この場合、結像レンズ5の焦点距離と像リレー光学系の後群8の焦点距離とは等しくなるように構成されている。

10

【0012】

図4において、7cは瞳リレーレンズ7aと像リレーレンズ7bとの間に出し入れ可能に配置された瞳変調器、Aは結像レンズ5によって形成される1次像の位置、Bは接眼レンズ10の手前に形成される実像の位置を夫々示している。

20

【0013】

以下、図4に示した像リレー光学系のレンズ数値データを示す。

倍率 = 1 , 開口数 = 0 . 0 4 , 像高 = 1 1 ,
瞳リレーレンズの焦点距離 = 8 7 . 0 1 7 ,
像リレーレンズ第1群の焦点距離 = 1 6 6 . 5 5 8 ,
像リレーレンズ第2群の焦点距離 = 1 8 0 ,
瞳投影倍率 = 0 . 5 6 2 6

【0014】

$\underline{d_0} = 17.7569$				
$r_1 = 80.631$				
$\underline{d_1} = 5.2$	$\underline{n_1} = 1.60311$	$\underline{\nu_1} = 60.7$		
$r_2 = -33.5740$				
$\underline{d_2} = 2.7$	$\underline{n_2} = 1.80518$	$\underline{\nu_2} = 25.43$		
$r_3 = -86.478$				
$\underline{d_3} = 7.5$				10
$r_4 = 20.316$				
$\underline{d_4} = 7.11$	$\underline{n_4} = 1.744$	$\underline{\nu_4} = 44.73$		
$r_5 = 130.487$				
$\underline{d_5} = 2.97$	$\underline{n_5} = 1.741$	$\underline{\nu_5} = 52.68$		
$r_6 = 14.935$				
$\underline{(d_6 + d_7 + d_8)} = 107.09$				
$r_9 = -172.563$				20
$\underline{d_9} = 3.24$	$\underline{n_9} = 1.50847$	$\underline{\nu_9} = 60.83$		
$r_{10} = 38.325$				
$\underline{d_{10}} = 5.72$				
$[0\ 0\ 1\ 5]$				
$r_{11} = 51.848$				
$\underline{d_{11}} = 7.51$	$\underline{n_{11}} = 1.456$	$\underline{\nu_{11}} = 90.31$		
$r_{12} = -27.45$				30
$\underline{d_{12}} = 3.04$	$\underline{n_{12}} = 1.50847$	$\underline{\nu_{12}} = 60.83$		
$r_{13} = -39.564$				
$\underline{d_{13}} = 35.1631$				
$r_{14} = 54.9349$				
$\underline{d_{14}} = 3$	$\underline{n_{14}} = 1.48749$	$\underline{\nu_{14}} = 70.2$		
$r_{15} = 278.88$				
$\underline{d_{15}} = 0.3359$				40
$r_{16} = 32.9209$				
$\underline{d_{16}} = 6$	$\underline{n_{16}} = 1.72342$	$\underline{\nu_{16}} = 37.95$		
$r_{17} = -90.9349$				
$\underline{d_{17}} = 2.6$	$\underline{n_{17}} = 1.7185$	$\underline{\nu_{17}} = 33.52$		
$r_{18} = 25.9272$				
$[0\ 0\ 1\ 6]$				

第 1 実施例は、上記のように構成されているから、ステージ 3 上に置かれた標本の 1 次像 50

Aが結像レンズ5と瞳リレーレンズ7aとの間に形成され、瞳リレーレンズ7aと像リレーレンズ7bとの間に対物レンズ4の瞳像が投影され、この1次像は像リレー光学系の前群7、後群8を介してリレーされ、ユニット9を介して2次像としての実像Bが接眼レンズ10の手前に形成されて、接眼レンズ10により標本像が観察されるが、結像レンズ5と1次像Aとの間に1回の鋭角な反射面があり且つ像を2つに分離して双眼での観察を可能にする1群のピノキュラープリズム9aが存在するだけであるから、反射回数は3回であり、従って明るく、フレアーやゴーストのない像を観察することができる。

【0017】又、対物レンズ4は標本像を平行光線にしてリレーするように構成され、且つ結像レンズ5は平行光線としてリレーされた標本像を結像するように構成されているから、従来必要であったレボルバー内部の凹レンズが不要となり、その結果レンズ枚数が少なくなるため、有害なゴーストやフレアーなどの迷光が発生しにくくなり、又、凹レンズによる収差の発生もなくなるので、良好な像性能が得られる。

【0018】

更に、1次像を2次像にリレーする像リレー光学系は、前群7と後群8によって構成され、且つ前群と後群の間で像を無限遠にリレーできるように構成されているから、前群7と後群8の間隔を変えても像性能は劣化せず、この間隔を変えることにより容易にアイポイントの位置を調整することができる。

【0019】

又、結像レンズ5の焦点距離と像リレー光学系の後群8の焦点距離とが等しくなるように構成されている。尚、結像レンズの焦点距離と像リレー光学系の後群の焦点距離とを等しくするという条件は、5回反射の光学系を用いた倒立顕微鏡にも適用することができる。

【0020】

又、倒立顕微鏡の場合、最適なアイポイント位置を確保しようとする、机面からアイポイントまでの高さを300乃至500mm程度にしなければならない。この場合、結像レンズの焦点距離を f_1 、像リレー光学系の前群の焦点距離を f_2 、後群の焦点距離を f_3 としたとき、 $0.5 \times f_3 < f_2 < 2 \times f_3$ なる条件を満たすのが好ましく、特に前述のように $f_1 = f_3$ なる条件を満たす構成とする場合には、更に $f_2 = f_3$ となり、像リレー光学系の後群の収差補正上も設計しやすく、また最適なアイポイント位置も確保できる。

【0021】

又、像リレー光学系の前群7は、対物レンズ4の瞳リレー倍率を制御するための瞳リレーレンズ7aと、像のリレー倍率を制御するための像リレーレンズ7bによって、最適な瞳投影倍率と像投影倍率を確保することができる。この場合、瞳リレーレンズ7aは少なくとも1枚の凸レンズで構成することで、瞳の投影倍率を最適にすることができる。又、瞳の色収差を補正するためには、少なくとも1つの接合レンズを有する方がよく、像の球面収差を劣化させずに像面湾曲を更に補正したい場合には、メニスカスレンズを使用するとよい。又、像リレーレンズ7bは、少なくとも1枚の凸レンズで構成することにより、像リレー光学系全体の投影倍率を最適の倍率にすることができる。又、像リレー光学系の像面湾曲を小さくしたい場合は、凹レンズと凸レンズを組合せてペッツバル和を補正するようにすると効果的である。

【0022】

尚、アイポイントの位置は、像リレー光学系の前群7と後群8が分離できるように構成し且つ後群8を含むユニット9を顕微鏡本体に対して回転できるように装着することにより、例えば図1の位置から図2の位置へ変えることができる。

【0023】

図5は本発明に係る倒立顕微鏡の第2実施例を示しており、第1実施例と異なる部分のみが拡大して示されている。即ち、この実施例は、像リレー光学系の後群8とピノキュラープリズム9aとの間に瞳観察用レンズ11が例えば周知のターレット機構12を介して挿脱可能に配設されている点で、第1実施例とは異なる。

【0024】

以下、この実施例における瞳観察用レンズ 1 1 の数値データを示す。

$$r_1 = 10.98$$

$$d_1 = 6.09 \quad n_1 = 1.4645 \quad \nu_1 = 66$$

$$r_2 = -21.86$$

$$d_2 = 2.15$$

$$r_3 = -14.7$$

$$d_3 = 3.52 \quad n_3 = 1.7725 \quad \nu_3 = 49.6$$

$$r_4 = 9.78$$

$$d_4 = A$$

$$r_5 = 14.28$$

$$d_5 = 5.55 \quad n_5 = 1.60311 \quad \nu_5 = 57$$

$$r_6 = -8.24$$

$$d_6 = 1 \quad n_6 = 1.72 \quad \nu_6 = 50.2$$

$$r_7 = -49.39$$

$$d_7 = B$$

$B = 34.79 - A$ (焦点調整による間隔変化)

【 0 0 2 5 】

第 2 実施例によれば、瞳観察用レンズ 1 1 は、像リレー光学系の後群 8 とピノキユラープリズム 9 a との間に配置されるので、3 回の反射で構成される倒立顕微鏡においても、マニピュレータやレーザー顕微鏡用の光路の設置スペースを広くとることができる。又、瞳観察用レンズ 1 1 はアイポイント近傍に配置されるので、手を伸ばさずにターレット 1 2 を操作することができ、瞳観察用レンズ自体の操作性も向上する。

【 0 0 2 6 】

図 6 は本発明に係る倒立顕微鏡の第 3 実施例を示しており、既述の実施例と異なる部分のみが拡大して示されている。即ち、この実施例は、像リレー光学系の前群 7 と後群 8 の間の無限遠光路に瞳観察用レンズ 1 1 が例えば周知のスライダー 1 3 を介して挿脱可能に配置されている点で既述の実施例とは異なる。

【 0 0 2 7 】

以下、この実施例における瞳観察用レンズ 1 1 の数値データを示す。

$$r_1 = -19.050$$

$$d_1 = 1.1 \quad n_1 = 1.54072 \quad \nu_1 = 47.2$$

$$r_2 = 33.3184$$

$$d_2 = 0.898$$

$$r_3 = 53.3160$$

$$d_3 = 2 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.7$$

$$r_4 = -17.3709$$

【 0 0 2 8 】

第 3 実施例によれば、瞳観察用レンズ 1 1 は、像リレー光学系の前群 7 と後群 8 との間、即ち像が無限遠にリレーされている部分に配置されるから、第 2 実施例の場合と同様の作

10

20

30

40

50

用効果を有する。この場合、瞳観察用レンズは、少なくとも1枚の凸レンズと、少なくとも1枚の凹レンズによって構成され得、これら両レンズの間隔を調整することによって、様々な瞳位置の対物レンズの瞳を観察することができる。

【0029】

図7及び8は本発明に係る倒立顕微鏡の第4実施例を示しており、図7は全体の概略構成図、図8は図7の平面図である。この実施例においては、像リレー光学系の前群7と後群8の間の無限遠に像をリレーする光路内に約30mm角のプリズム14が挿入されていて、像を2光路に分岐し、主観察者と同時に副観察者が像を観察できるようになっている。即ち、プリズム14によって分岐した光線は、副観察者に行く途中でリレー系15によって1度2次像を造り、更に無限遠像としてリレーされる。そして副観察者用のビノキュラープリズムの下部にあるプリズム16に入った無限遠像は、副観察者に向って折り返され、ユニット9'に内蔵されたビノキュラープリズムと一体化された結像レンズで結像されて、接眼レンズ10'を介して観察される。

10

【0030】

この実施例によれば、複数の人間が顕微鏡像を観察することができるため、マニピュレータなどによる細胞操作の方法を他の研究者や学生などに説明することができる。更に、アイポイント位置の近傍で光路を分割することができるので、標本回りにセットしたマニピュレータなどの実験器材の邪魔にならない構成で使いやすいこの種顕微鏡を提供できることになる。

【0031】

20

尚、上記各実施例において、像リレー光学系とビノキュラープリズム9aを一体構成にして、且つ像リレー光学系の前群7と後群8の間の無限遠に像をリレーする光路部分でリレー光学系を取り外し可能に構成すれば、目視観察用ビノキュラーのみならずテレビカメラ観察用光学系や変倍光学系など、種々の用途で使用するビノキュラーや光学系を用途に応じて組み合わせることができ、研究者の要求である観察の自由度を広げることができる。又、像リレー光学系の後群8は、凸レンズによって構成されているが、特に、前群7と後群8の間隔を変えても像の収差が変わらないようにするためには、瞳位置が変化しても収差の発生が少なくなければならず、そのためには、2枚以上の凸レンズによって球面収差を補正する必要がある。

【0032】

30

更に、ジードントップ型鏡筒の場合、ビノキュラーの取り付け位置、つまり、像リレー光学系の前群7と後群8の間にあるメカ取り付け部を180度回転可能な構造にすることにより、ジードントップ鏡筒の構造上アイポイントの位置を上下させことができる(図1及び図2参照)。その結果、観察者は、観察し易いアイポイントの位置を選ぶことができるので、疲れない姿勢での観察が可能になる。

【0033】

前記実施例の数値データにおいて、 r_1 , r_2 , ... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 , d_2 , ... は各レンズの肉厚又は空気間隔、 n_1 , n_2 , ... は各レンズの屈折率、 v_1 , v_2 , ... は各レンズのアツベ数を、夫々示している。

40

【0035】

【発明の効果】

上述の如く本発明によれば、フレアーやゴーストが現われず且つ明るい像が得られる光学性能の秀れた倒立顕微鏡を提供することができる。又、本発明によれば、極めて操作性の良い倒立顕微鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る倒立顕微鏡の第1実施例を示す概略全体構成図である。

【図2】アイポイント位置を異にする図1と同様の概略全体構成図である。

【図3】図1に示す倒立顕微鏡の光学系の構成図である。

【図4】図1に示す倒立顕微鏡の像リレー光学系の構成図である。

50

【図 5】本発明に係る倒立顕微鏡の第 2 実施例の拡大部分図である。

【図 6】本発明に係る倒立顕微鏡の第 3 実施例の拡大部分図である。

【図 7】本発明に係る倒立顕微鏡の第 4 実施例を示す概略全体構成図である。

【図 8】図 7 の平面図である。

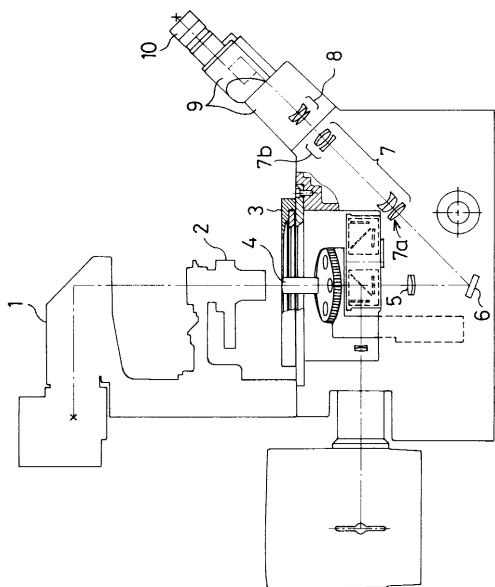
【符号の説明】

- 1 光源装置
- 2 コンデンサーレンズ
- 3 ステージ
- 4 対物レンズ
- 5 結像レンズ
- 6 ミラー
- 7 像リレー光学系の前群
- 8 像リレー光学系の後群
- 9 ビノキュラープリズム 9 a を含むユニット
- 10 接眼レンズ
- 11 瞳観察用レンズ
- 12 ターレット機構
- 13 スライダー
- 14 , 16 プリズム
- 15 リレー系

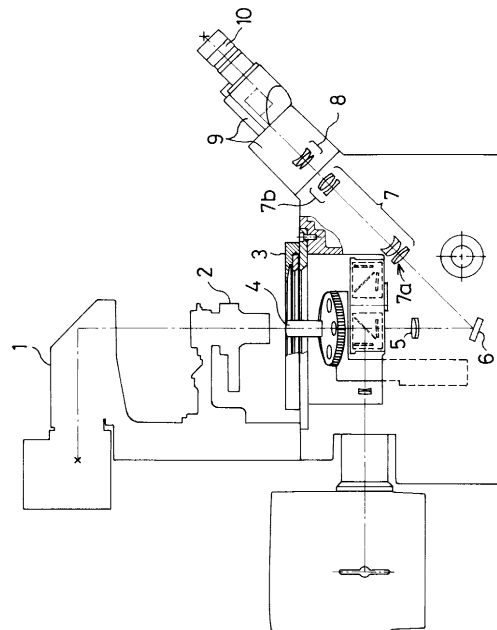
10

20

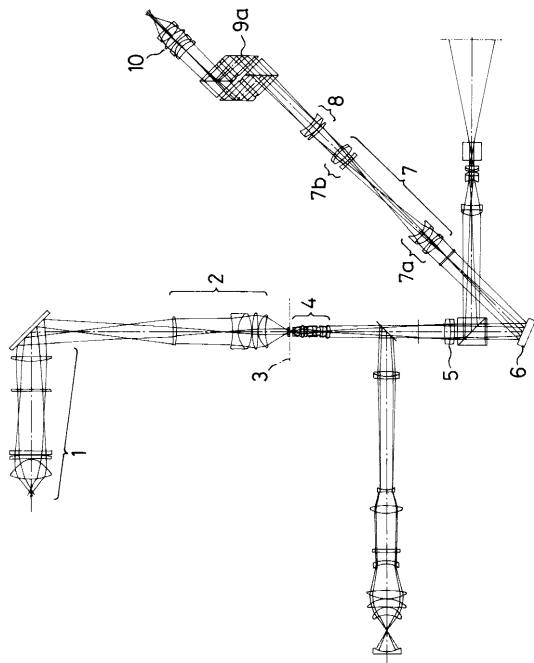
【図 1】



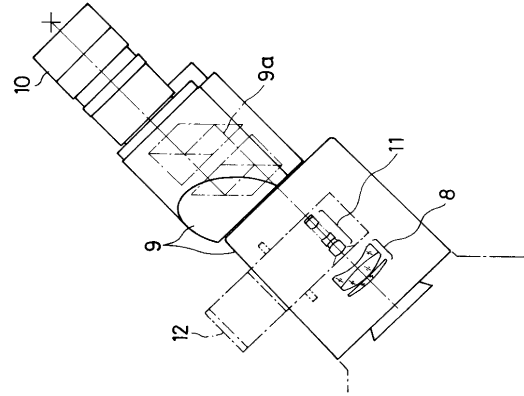
【図 2】



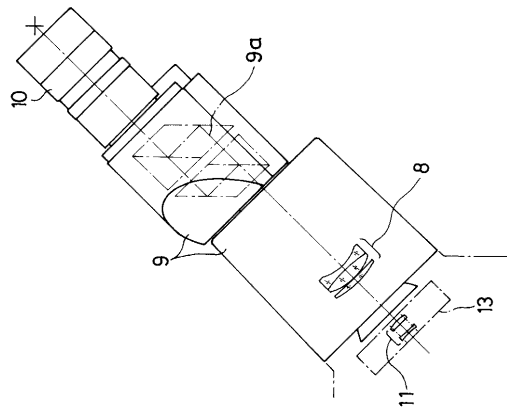
【図 3】



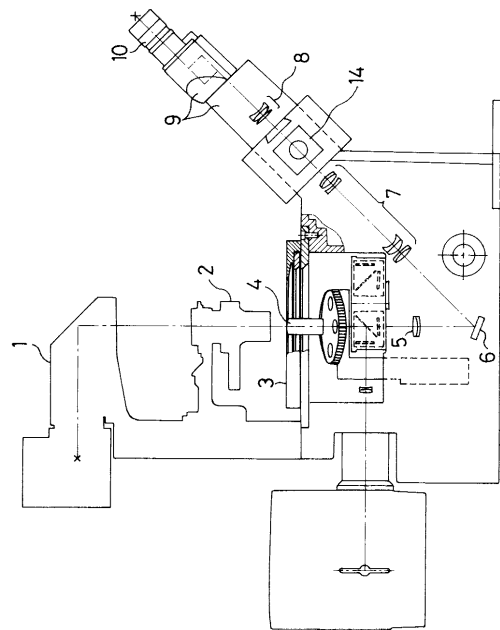
【図 5】



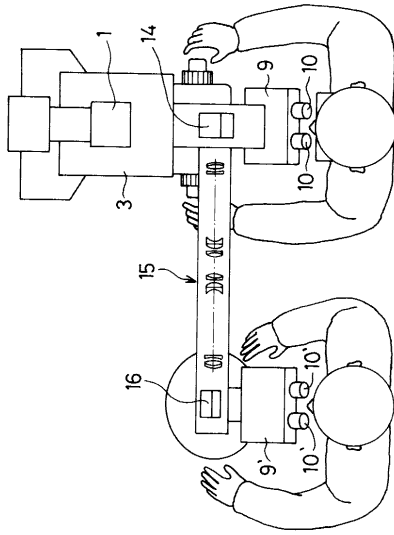
【図 6】



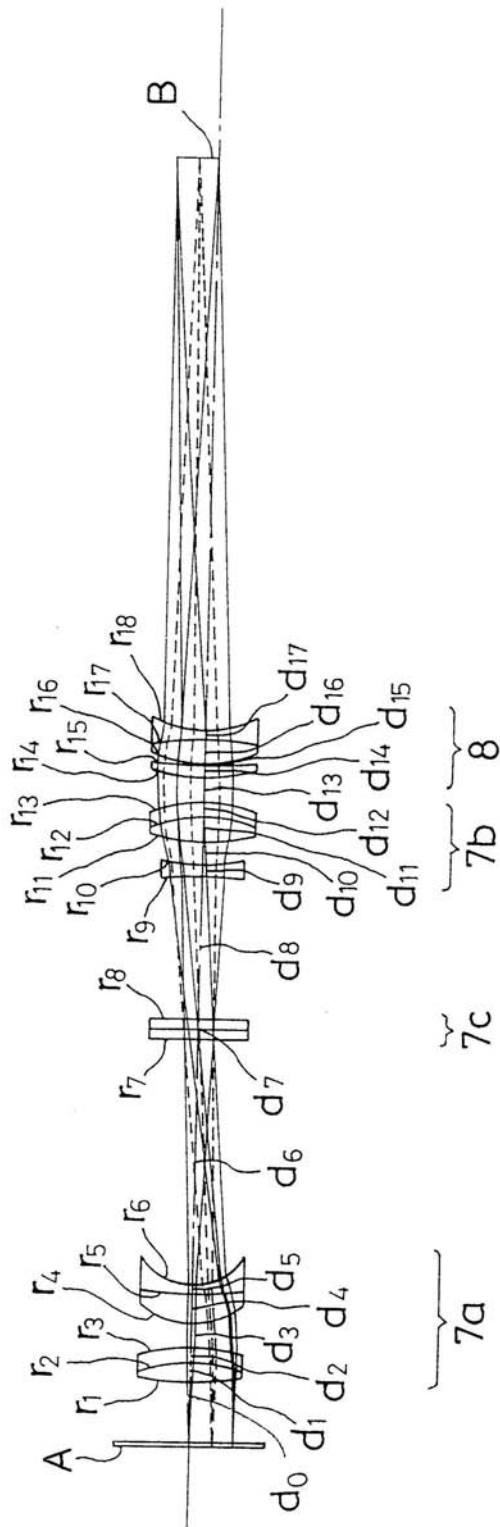
【図 7】



【 図 8 】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-172816(JP,A)
特開平05-045591(JP,A)
特公昭26-004484(JP,B1)
実開平02-121712(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B19/00-21/00、G02B21/06-36