

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4939831号
(P4939831)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.
G O 2 B 21/02 (2006.01)

F I
G O 2 B 21/02 A

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-119287 (P2006-119287)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成18年4月24日 (2006.4.24)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2007-292935 (P2007-292935A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成19年11月8日 (2007.11.8)	(72) 発明者	日下 健一
審査請求日	平成21年4月22日 (2009.4.22)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内
		審査官	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 実体顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体からの光をアフォーカル光束に変換する対物レンズと、その対物レンズを射出した光を受けて左右の像を形成する2つのズーム観察光学系を備えた単対物型双眼実体顕微鏡において、少なくとも2本の対物レンズを装着できる対物レンズ切替機構を備え、少なくとも2本の対物レンズの同焦距離が一定であり、以下の条件(1)、(2)、(3)を満たし、同焦距離が一定で最も焦点距離が短い対物レンズの最先端部のレンズの径が以下の条件(5)を満たすことを特徴とする実体顕微鏡。

- (1) $f_a / f_b \geq 2$
- (2) $1.4 < |L / f_{av}| < 2.2$
- (3) $D / f_b \leq 0.6$
- (5) $R < 1.9 \times \sin(\alpha + \theta) \times WD$

ここで f_a は同焦距離が一定の対物レンズのうち最も焦点距離が長い対物レンズの焦点距離、 f_b は同焦距離が一定の対物レンズのうち最も焦点距離が短い対物レンズの焦点距離を示す。 L は同焦距離、 f_{av} は f_a と f_b の平均焦点距離、 D は該ズーム観察光学系の最も対物レンズ側のレンズの有効径を示し、 R は前記最先端部のレンズ半径、 WD は前記最も焦点距離の短い対物レンズの作動距離である。

θ 、 α は以下の式で表される。

- (6) $\theta = \sin^{-1}(NA / n)$

$$(7) \quad \alpha = \sin^{-1}(1 / (2 \times f_b))$$

1 は変倍光学系の光軸間距離であり、NA は前記最も焦点距離の短い対物レンズの NA である。n は対物レンズと標本の間の媒質の屈折率を示す。

【請求項 2】

請求項 1 記載の実体顕微鏡において以下の条件式を満たすことを特徴とする実体顕微鏡。

$$f_a / f_b \geq 2.5$$

【請求項 3】

請求項 1 記載の実体顕微鏡において、同焦距離が一定な対物レンズが 3 種類以上あることを特徴とする実体顕微鏡。

【請求項 4】

請求項 1 記載の実体顕微鏡において、前記最も焦点距離が短い対物レンズの先端部が標本側が細く像側が太いテーパ - 部が設けられていることを特徴とする実体顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、標本を立体的に観察することができる実体顕微鏡において、対応する倍率範囲が低倍から高倍まで幅広く、作業性が良い実体顕微鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、製造業や生物実験などの現場で実体顕微鏡が広く利用されている。図 12 は、単対物型双眼実体顕微鏡が備える光学系の一般的な構成を示す図である。この図に示すように、実体顕微鏡は、ガラスプレート 21 上に載置された標本 S P ' の上部に対物レンズ 22、ズーム鏡体 23、鏡筒 24 を備える。ズーム鏡体 23 は、ズーム変倍可能な 2 つの変倍光学系 23 L, 23 R を有し、鏡筒 24 は、変倍光学系 23 L, 23 R の各々に対応して、標本 S P ' の標本像を結像する結像光学系 24 L, 24 R を有する。結像光学系 24 L, 24 R は、それぞれ結像レンズ 24 L a, 24 R a、プリズム 24 L b, 24 R b および接眼レンズ 24 L c, 24 R c を用いて構成されている。

【0003】

変倍光学系 23 L, 23 R は、標本 S P ' が異なる方向に発した光を、対物レンズ 22 を介して各々受光する。結像レンズ 24 L a, 24 R a は、それぞれ変倍光学系 23 L, 23 R が射出した光を受光して標本像を結像する。プリズム 24 L b, 24 R b は、結像レンズ 24 L a, 24 R a が結像する倒立像としての標本像を各々正立像に変換する。正立像に変換された各標本像は、接眼レンズ 24 L c, 24 R c を介して観察される。

【特許文献 1】特開平 10 - 26729

【特許文献 2】特開 2004 - 54259

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、近年マウスや線虫やゼブラフィッシュ、メダカ、ショウジョウバエなどの実験動物を観察する場合が非常に多くなっている。これらの実験動物において GFP 等の蛍光タンパクを発現させて観察する場合も多くなっている。この場合は、実験動物の全体をチェックや多くの固体から蛍光で光る固体をピックアップする低倍率の観察と実験動物の細胞レベルでの蛍光チェックを行うための高倍率の観察の両方が必要となる。

またこれら実験生物は生きたまま観察する場合が多く、実験生物が動くため低倍率から高倍率の切替は瞬時に行わないと観察していた個体を見失う場合がある。

【0005】

実体顕微鏡の蛍光観察は目視観察により実験動物の蛍光をチェックするため、明るい蛍光像が得られた方が効率良く標本を選別することが可能となる。このため、例えば図 2 に示した実体顕微鏡において、より明るく標本を観察できるように、対物レンズ 2 および変

10

20

30

40

50

倍光学系 3 a のレンズ径で決まる開口数 (NA) を大きくする必要がある。焦点距離の短い対物レンズを使用すれば NA を大きくすることができるため、複数の倍率の対物レンズを用意すれば、低倍率から高倍率まで高い NA で観察することが可能となる。

【0006】

特開平 10 - 26729 には同焦の等しい倍率の異なった対物レンズが開示されている。異なった倍率の対物レンズにて同焦距離が同じならば、レボルバ等で対物レンズを切り替えたときに焦点を合わせなおすことが不要となり作業性が格段に向上する。しかし、特開平 10 - 26729 が開示されている同焦距離の等しい対物レンズの倍率は $1 \times$ 対物レンズと $0.5 \times$ 対物レンズであり、細胞レベルでの蛍光チェックに必要な $1 \times$ を超える倍率の対物レンズの同焦距離対物レンズについてはなんら開示されていない。

10

【0007】

特開 2004 - 54259 では高倍率をもち、口径食なしで観察される実体顕微鏡対物レンズが開示されている。しかし、特開 2004 - 54259 では対物レンズ間の同焦距離には何も触れられていない。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、低倍から高倍までを複数の対物レンズで同焦距離が同じで作業性がよく明るい像観察が可能な実体顕微鏡を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

上述した課題を解決し、目的を達成するために、物体からの光をアフォーカル光束に変換する対物レンズと、その対物レンズを射出した光を受けて左右の像を形成する 2 つのズーム観察光学系を備えた単対物型双眼実体顕微鏡において、少なくとも 2 本の対物レンズを装着できる対物レンズ切替機構を備え、
少なくとも 2 本の対物レンズの同焦距離が一定であり、
以下の条件 (1)、(2)、(3) を満たし、同焦距離が一定で最も焦点距離が短い対物レンズの最先端部のレンズの径が以下の条件 (5) を満たすことを特徴とする実体顕微鏡。

$$(1) \quad f_a / f_b \geq 2$$

$$(2) \quad 1.4 < |L / f_{av}| < 2.2$$

$$(3) \quad D / f_b \leq 0.6$$

30

$$(5) \quad R < 1.9 \times \sin(\alpha + \theta) \times WD$$

ここで f_a は同焦距離が一定の対物レンズのうち最も焦点距離が長い対物レンズの焦点距離、 f_b は同焦距離が一定の対物レンズのうち最も焦点距離が短い対物レンズの焦点距離を示す。 L は同焦距離、 f_{av} は f_a と f_b の平均焦点距離、 D は該ズーム観察光学系の最も対物レンズ側のレンズの有効径を示し、 R は前記最先端部のレンズ半径、 WD は前記最も焦点距離の短い対物レンズの作動距離である。

θ 、 α は以下の式で表される。

$$(6) \quad \theta = \sin^{-1}(NA / n)$$

$$(7) \quad \alpha = \sin^{-1}(1 / (2 \times f_b))$$

40

l は変倍光学系の光軸間距離であり、 NA は前記最も焦点距離の短い対物レンズの NA である。 n は対物レンズと標本の間の媒質の屈折率を示す。

【0009】

また、請求項 2 にかかる実体顕微鏡は、上記の発明において、請求項 1 記載の実体顕微鏡において以下の条件式を満たすことを特徴とする実体顕微鏡

$$(4) \quad f_a / f_b \geq 2.5$$

【発明の効果】

【0011】

本発明にかかる実体顕微鏡によれば、低倍率から高倍率まで幅広い倍率領域で対物レンズの同焦距離が一定で、作業性の良い観察が可能となる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、添付図面を参照して、本発明にかかる実体顕微鏡の好適な実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付している。さらに、参照する図面には、本発明にかかる実体顕微鏡に対して便宜的に設定したX Y座標系を適宜付して示している。

【0013】

(実施の形態)

まず、本発明の実施の形態にかかる実体顕微鏡について説明する。図1は、本実施の形態にかかる実体顕微鏡の要部構成を示す図である。図1に示すように、本実施の形態の実体顕微鏡は、内部に照明光学系を有する照明架台1上に、2本の低倍対物レンズ2、高倍対物レンズ11と、2本の対物レンズを切替可能なレボルバ9と、変倍ユニットとしてのズーム鏡体3と、焦準機構4と、鏡筒ユニットとしての双眼実体鏡筒5と、双眼の接眼レンズ6とを備える。

【0014】

ズーム鏡体3は、焦準機構4を介して照明架台1上に設けられ、底部に対物レンズ2が取り付けられるとともに、上部に双眼実体鏡筒5および接眼レンズ6が搭載されている。また、ズーム鏡体3は、内部に2つの変倍光学系が設けられており、この変倍光学系は、ズーム鏡体3の側面部に突設されたズームハンドル3hの回動操作に連動し、ズーム変倍される。

【0015】

焦準機構4は、照明架台1上に突設された支持部7に固定される固定部4aと、固定部4aに対して上下動自在に取り付けられる可動部4bとを用いて構成されている。固定部4aと可動部4bとは図示しないラック・ピニオンによって係合され、可動部4bは、その側面部に突設された焦準ハンドル4cの回動操作に連動し、固定部4aに対して上下動する。これによって、焦準機構4は、可動部4bに取り付けられたズーム鏡体3とともに対物レンズ2、双眼実体鏡筒5および接眼レンズ6を昇降移動させ、標本SPに対する焦点合わせを行う。

【0016】

標本SPは、照明架台1の上面部に嵌設されたガラスプレート8上に載置され、対物レンズ2の光軸OA近傍に配置されるとともに、照明架台1の内部に設けられた図示しない照明光学系を用いて透過照明される。照明された標本SPは、対物レンズ2、ズーム鏡体3、双眼実体鏡筒5および接眼レンズ6を介して観察される。

【0017】

つづいて、本実施の形態の実体顕微鏡が内部に備える光学系について説明する。図2は、ズーム鏡体3および双眼実体鏡筒5が内部に備える光学系の要部構成を示す図である。

【0018】

ズーム鏡体3は、図2に示すように、ズーム変倍可能な2つのアフォーカル変倍光学系3L, 3Rを備える。変倍光学系3L, 3Rは、ともにレンズ3a~3cを用いて構成されており、それぞれ入射された平行光束を異なる光束径の平行光束に変換して射出する。変倍光学系3L, 3Rは、対物レンズ2の光軸OAに対して対称にX軸方向に並設されており、各光軸OL1, OR1間の光軸間距離L1は、標本SPの観察に適した立体視が可能な値として、例えば32mmに設定される。

【0019】

実体顕微鏡では変倍光学系の倍率が最大時にNAが最大となり、そのときのNAは以下の式で表される。

$$(8) \quad NA = D / (2 \times f)$$

ここでDは該ズーム変倍の最も対物レンズ側のレンズの有効径で、図2では3aの有効径に相当する。fは対物レンズの焦点距離を示す。(6)式の通り、明るい像観察をするために大きなNAを確保する場合は、ズーム変倍光学系のレンズ径を大きくするか対物レ

10

20

30

40

50

レンズの焦点距離を短くする必要がある。しかし、ズーム変倍光学系のレンズ径を大きくしすぎると対物レンズの径も大きくなり標本への作業性が悪くなるため、Dを大きくするのは制限がある。このため、変倍範囲を広くして、作業性がよく明るい像観察を行うためにはDをある程度大きくしつつ、複数の焦点距離の対物レンズを切り替えるのが望ましい。

【 0 0 2 0 】

本実施の形態では以下の倍率の対物レンズが使用可能であり、それぞれ同焦が同じとなっているので、レボルバに取り付けて倍率変換したときにピントを合わせなおす必要がない。高倍率の対物レンズは作動距離が短いため、標本の操作性が悪くなる傾向がある。このため、高倍対物レンズ11は先端部がテーパ状になっており、標本の作業性を向上させている。実施の形態では1×対物レンズの焦点距離を100mmとしている。各対物レンズの同焦距離は180mmであり、変倍レンズの先玉のレンズ径はφ31.25で設計を行っている。

10

表 1 . 実施の形態の対物レンズ

対物レンズの倍率	焦点距離	NA	WD
0.5	200	0.075	90
1	100	0.15	76
1.6	62.5	0.24	40
2	50	0.3	26

20

【 0 0 2 1 】

本実施の形態の対物レンズのレンズデータを以下に示す。それぞれ標本面からの追跡データである。またレンズの外観図を図3～6に、それぞれのズーム最高倍率時の横球面収差図を図7～10に示す。収差図中の実線は587.56nm、点線は656.27nm、1点鎖線は486.13nm、破線は435.84nmの波長の収差を表す。

表 2 . 0.5×対物レンズのレンズデータ

30

面数	曲率半径	肉厚	屈折率	アッペ数
1	INF	90.3613		
2	INF	7.5662	1.6134	44.27
3	-122.408	1.261		
4	114.3524	6.3052	1.48749	70.23
5	49.1642	32.2196		
6	-31.7253	5.9017	1.65412	39.68
7	-312.502	12.9887	1.497	81.54
8	-45.5563	1.6898		
9	-203.284	7.5032	1.48749	70.23
10	-76.0697	0.6305		
11	-157.895	8.7012	1.48749	70.23
12	-62.1189	4.8716		

40

180

表 3 . 1×対物レンズのレンズデータ

面数	曲率半径	肉厚	屈折率	アッベ数
1	INF	76.375		
2	INF	12.125	1.48749	70.23
3	-75.8787	3.15		
4	334.2088	12.5	1.497	81.54
5	-91.3638	1.9625		
6	-75.8787	6.5	1.65412	39.68
7	125.3825	14.375	1.497	81.54
8	-165.015	1		
9	69.7013	11.9625	1.5927	35.31
10	186.9425	12.5	1.65412	39.68
11	64.2438	9.475		
12	INF	10.625	1.48749	70.23
13	-98.1863	7.45		

180

10

20

表 4 . 1 . 6 × 対物レンズのレンズデータ

面数	曲率半径	肉厚	屈折率	アッベ数
1	INF	40		
2	470.8177	16.4347	1.48749	70.23
3	-54.6	0.9061		
4	-426.433	8	1.74951	35.33
5	176.4433	18.9553	1.43875	94.93
6	-73.557	0.375		
7	695.0729	20.875	1.43875	94.93
8	-54.1365	8.25	1.74951	35.33
9	-108.512	0.375		
10	67.7184	30.8054	1.60562	43.7
11	-87.894	8.25	1.6134	44.27
12	52.6759	10		
13	1705.796	5.5235	1.56883	56.36
14	-158.775	11.25		

180

30

表 5 . 2 × 対物レンズのデータ

40

面数	曲率半径	肉厚	屈折率	アッペ数
1	INF	25.9771		
2	INF	4.9375	1.755	52.32
3	116.8136	18.1453	1.497	81.54
4	-38.1779	0.6172		
5	INF	11.9734	1.497	81.54
6	-65.4699	8.8505		
7	291.2774	6.1719	1.6134	44.27
8	66.5352	18.7625	1.497	81.54
9	-96.3243	4.6412		
10	-73.1119	7.4062	1.6134	44.27
11	96.3243	16.0468	1.497	81.54
12	-122.861	0.6172		
13	76.5731	23.5765	1.7725	49.6
14	-76.5731	8.6406	1.741	52.64
15	56.7083	9.1467		
16	434.1684	8.0234	1.48749	70.23
17	-172.846	6.466		

180

本実施の形態では 0.5 × 対物レンズと 1 × 対物レンズ、1.6 × 対物レンズと 2 × 対物レンズの同焦がすべて揃っているため、標本全体の観察から細胞レベルまでの高倍率観察まで対物レンズの倍率を切替えたときのピント合わせが必要なく、作業性の良い観察が可能となる。

【0022】

本実施の形態の対物レンズは以下の条件式を満たす。

$$(1) \quad f_a / f_b \approx 2$$

$$(2) \quad 1.4 < |L / f_{av}| < 2.2$$

$$(3) \quad D / f_b \approx 0.6$$

(1) 式は、例えば 0.5 × 対物レンズと 1 × 対物レンズを使用した場合は 2 となり、0.5 × 対物レンズと 2 × 対物レンズを使用した場合は 4 となる。この条件式を下回ると対物レンズの切替時の倍率の差が少なくなり、低倍から高倍までの広い範囲への対応ができなくなる。

(1) 式は範囲が広いと対物レンズの切替時の変換倍率差が大きくなるため、以下の (4) 式を満たすのが望ましい。

$$(4) \quad f_a / f_b \approx 2.5$$

(2) 式は、 $L = 180$ 、 f_{av} は 0.5 × 対物レンズと 2 × 対物レンズの平均焦点距離なので 125 となり、1.44 となる。この条件式の下限を下回ると焦点距離に対して同焦が短くなり、焦点距離が長い低倍率対物レンズにおいて同焦を合わせるのが困難になる。上限を上回ると対物レンズの作動距離の確保や低倍対物レンズ設計では有利だが、対物レンズ自体が長くなることによる接眼レンズの位置が机上面よりも高くなりすぎて作業性が悪くなる。

また、同様な理由で以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$(2') \quad 1.3 < |L / f_{av}| < 1.7$$

(3) 式は明るい観察ができる条件であり、本実施の形態では $D = 31.25 \text{ mm}$ 、 f_b は 2 × 対物レンズの焦点距離 50 mm となり 0.625 となる。これの下限を下回ると対物レンズの NA を大きくできなくなり、対物レンズの倍率を切替る効果が少なくなってしまう。

また、本実施の形態の2×対物レンズは以下の条件式を満たす。

$$(5) \quad R < 1.9 \times \sin(\alpha + \theta) \times WD$$

ここでRは該最先端部のレンズ半径、 α は対物レンズの内角、 θ は対物レンズのNAで決まる光線取り込み角度で以下の式で表される。

$$(6) \quad \theta = \sin^{-1}(NA/n)$$

NAは対物レンズのNAであり、nは対物レンズと標本面の間の媒質の屈折率であり、実体顕微鏡では通常1である。本実施の形態ではNAが0.3であるため、 θ は17.46度となる。

内角 α は以下の式で表される。

$$(9) \quad \alpha = \sin^{-1}(1/(2 \times fob))$$

1は光軸間距離であり、本実施の形態では32、fobは対物レンズの焦点距離であり、本実施の形態では2×対物レンズの焦点距離で50であり、 α は18.66度となる。このため、本実施の形態では(5)式の左辺は21.43となり、Rは25.5mmとなっている。

表6．本実施の形態の2×対物レンズのデータ

	本実施の形態の値
光軸間距離L	32mm
2×対物レンズのNA	0.3
2×対物レンズのWD	25.98mm
2×対物レンズの焦点距離	50mm
α	18.66度
θ	17.46度
$\sin(\alpha + \theta) \times WD$	15.31mm
R	25.5mm

(5)式は同焦点距離が等しい対物レンズのうち最も高倍率の対物レンズの先端部を細くして作業性を向上させるための条件である。高倍率の対物レンズは作動距離が短くなるため、標本の作業性や標本の視認性が悪くなる。実体顕微鏡では最も標本側のレンズの径はズーム変倍光学系を最低倍率にしたときの光線径にて決まる。(5)式の範囲に入ると、ズームレンズの最低倍率の光線径よりも先端部のレンズの径が小さくなり、ズーム最低倍率で視野がけられることとなる。しかし、本実施の形態は同焦点距離が一致した低倍率の対物レンズを切替可能なため、低倍率観察は例えば0.5×対物レンズで観察し、高倍率での観察は2×対物レンズで観察するようにすれば問題ない。

2×対物レンズの先端部の断面図を図11に示す。図11の先端部の接合レンズ25はそれより像側の単レンズ26に比べ外径を小さくして先端部が細くなるようにしている。また対物レンズ先端部にはテーパ状のカバー27が取り付けられており、カバー27により先端部の凹凸がなく標本面への作業性を向上させる。

【0023】

(付記1)

付記1記載の実体顕微鏡において、同焦点距離が一定な対物レンズが3種類以上あることを特徴とする実体顕微鏡

(付記2)

付記1記載の実体顕微鏡において、以下の条件を満たすことを特徴とする実体顕微鏡

$$(2') \quad 1.3 < |L/fav| < 1.7$$

(付記 3)

付記 3 記載の実体顕微鏡において、該最も焦点距離が短い対物レンズの先端部が標本側が細く像側が太いテーパ - 部が設けられていることを特徴とする実体顕微鏡。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】本発明の実施の形態にかかる実体顕微鏡の構成を示す図である。

【図 2】図 1 に示した実体顕微鏡が備える光学系の構成を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態の 0.5 × 対物レンズの断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態の 1 × 対物レンズの断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態の 1.6 × 対物レンズの断面図である。

10

【図 6】本発明の実施の形態の 2 × 対物レンズの断面図である。

【図 7】0.5 × 対物レンズのズーム最高倍率時の縦球面収差図である。

【図 8】1 × 対物レンズのズーム最高倍率時の縦球面収差図である。

【図 9】1.6 × 対物レンズのズーム最高倍率時の縦球面収差図である。

【図 10】2 × 対物レンズのズーム最高倍率時の縦球面収差図である。

【図 11】2 × 対物レンズの先端部の断面図である。

【図 12】実体顕微鏡の構成を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 2 5 】

1 照明架台

20

2, 11 対物レンズ

3 ズーム鏡体

3 L, 3 R 変倍光学系

3 a ~ 3 c レンズ

3 h ズームハンドル

4 焦準機構

4 a 固定部

4 b 可動部 4 c 焦準ハンドル

5 双眼実体鏡筒

5 L a, 5 R a 結像レンズ

30

6 接眼レンズ

7 支持部

8 ガラスプレート

21 ガラスプレート

23 ズーム鏡体

24 鏡筒

24 L, 24 R 結像光学系

24 L a, 24 R a 結像レンズ

24 L b, 24 R b プリズム

24 L c, 24 R c 接眼レンズ

40

L 光軸間距離

O A, O L 1, O L 2, O R 1, 光軸

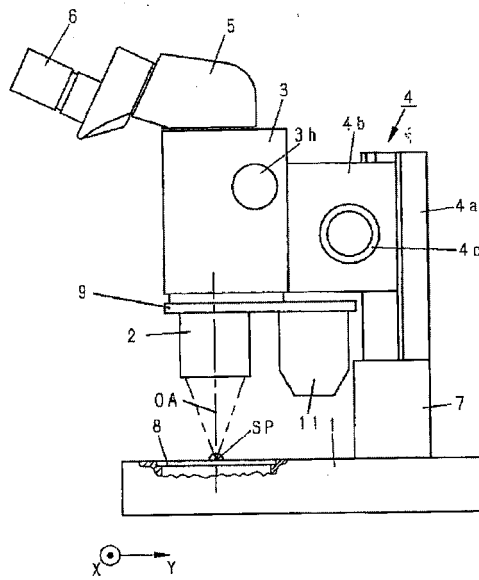
S P, S P' 標本

25 2 × 対物レンズ先端部レンズ

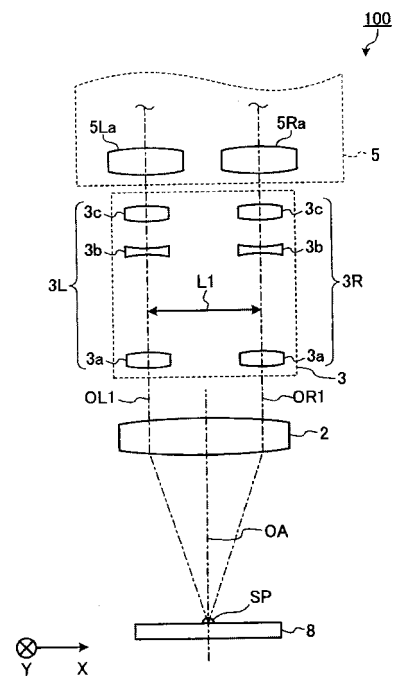
26 2 × 対物レンズの単レンズ

27 2 × 対物レンズのカバー

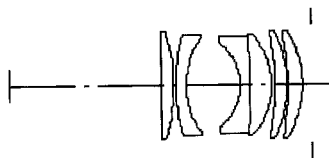
【図 1】



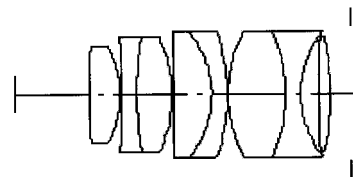
【図 2】



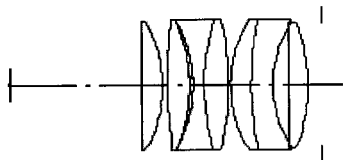
【図 3】



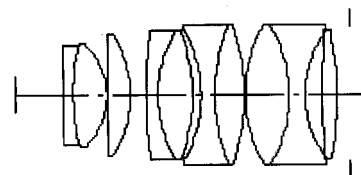
【図 5】



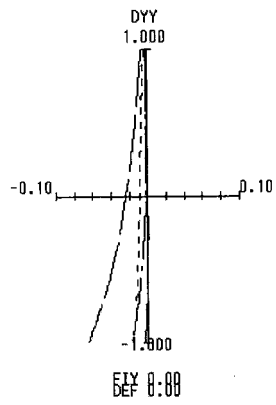
【図 4】



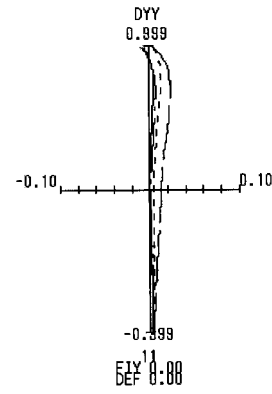
【図 6】



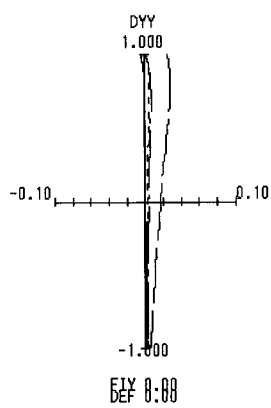
【図 7】



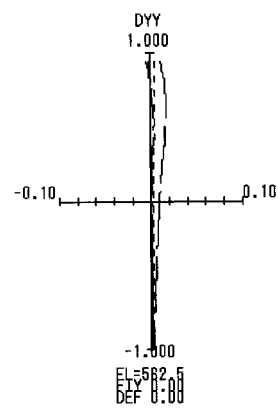
【図 8】



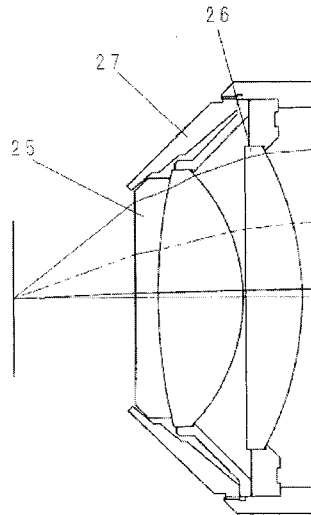
【図 9】



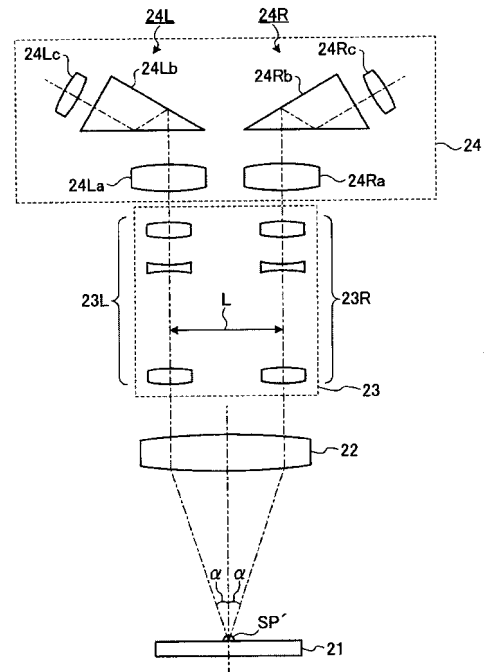
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 10 - 026729 (JP, A)
特開 2004 - 054259 (JP, A)
特開 2004 - 013162 (JP, A)
特開 2000 - 284184 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4