

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-238789

(P2013-238789A)

(43) 公開日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 21/00 (2006.01)	G 0 2 B 21/00	2 H 0 5 2
G 0 2 B 25/00 (2006.01)	G 0 2 B 25/00	2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2012-112810 (P2012-112810)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成24年5月16日 (2012. 5. 16)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100123962
			弁理士 斎藤 圭介
		(74) 代理人	100120204
			弁理士 平山 巖
		(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
			リンパス株式会社内
		(72) 発明者	後藤 尚志
			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

最終頁に続く

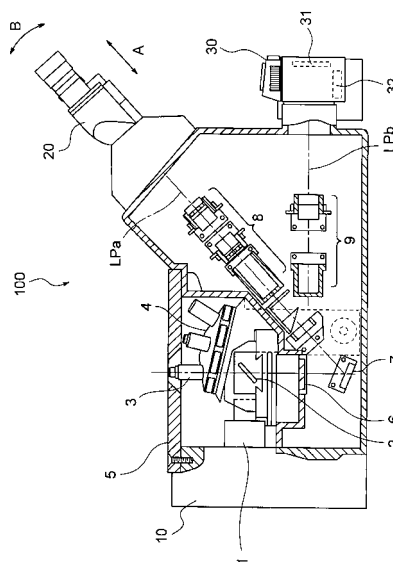
(54) 【発明の名称】 観察ユニット、及びこの観察ユニットを備えた顕微鏡システム

(57) 【要約】

【課題】従来の双眼鏡筒では、高い光学性能を有し、観察倍率を一定に保つことができ、集中して長時間の観察が難しい。

【解決手段】顕微鏡と、顕微鏡と別体に設けられた観察ユニットと、を備えた顕微鏡システムであって、顕微鏡は、顕微鏡対物レンズと、顕微鏡対物レンズを介して形成された像位置に配置された撮像素子と、撮像素子に接続された第1制御装置と、を有し、観察ユニットは、第2制御装置と、第2制御装置に接続された表示素子と、表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、更に、第1制御装置と第2制御装置との間で通信を行なう通信手段を備え、撮像素子で取得した画像を表示素子に表示することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

顕微鏡と、該顕微鏡と別体に設けられた観察ユニットと、を備えた顕微鏡システムであって、

前記顕微鏡は、顕微鏡対物レンズと、該顕微鏡対物レンズを介して形成された像位置に配置された撮像素子と、該撮像素子に接続された第 1 制御装置と、を有し、

前記観察ユニットは、第 2 制御装置と、該第 2 制御装置に接続された表示素子と、該表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、

更に、前記第 1 制御装置と前記第 2 制御装置との間で通信を行なう通信手段を備え、

前記撮像素子で取得した画像を前記表示素子に表示することを特徴とする顕微鏡システム。 10

【請求項 2】

以下の条件式 (1A)、(2) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

$$0.9 \times \omega_c < (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1A)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_l)) < 35^\circ \quad (2)$$

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

L_d は前記表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は前記撮像素子の撮像範囲の対角長、 20

f_l は前記ルーペ光学系の焦点距離、

である。

【請求項 3】

前記顕微鏡対物レンズから前記撮像素子までの間に、中間結像レンズを有し、

以下の条件式 (1B)、(2) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

$$0.9 \times \omega_c < q \times (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1B)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_l)) < 35^\circ \quad (2)$$

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、 30

q は前記中間結像レンズの倍率、

L_d は前記表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は前記撮像素子の撮像範囲の対角長、

f_l は前記ルーペ光学系の焦点距離、

である。

【請求項 4】

以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の顕微鏡システム。

$$8 \times \omega_c \leq 30 \quad (3)$$

ここで、 40

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

である。

【請求項 5】

前記観察ユニットは、前記表示素子とは別の表示素子と、前記ルーペ光学系とは別のルーペ光学系と、を更に有し、

前記表示素子と、前記ルーペ光学系と、が第 1 の光路に配置され、

前記別の表示素子と、前記別のルーペ光学系と、が第 2 の光路に配置され、

前記ルーペ光学系と、前記別のルーペ光学系とが、並んで配置されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡システム。

【請求項 6】 50

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

$$12\text{ mm} < f_1 < 50\text{ mm} \quad (4)$$

ここで、

f_1 は前記ルーペ光学系の焦点距離、
である。

【請求項7】

前記観察ユニットは、反射部材を有し、

前記反射部材は、前記表示素子からの光を、前記ルーペ光学系に向けて反射する位置に配置されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の顕微鏡システム

10

【請求項8】

前記観察ユニットは、前記表示素子とは別の表示素子と、前記ルーペ光学系とは別のルーペ光学系と、前記反射部材とは別の反射部材と、を更に有し、

前記別の反射部材は、前記別の表示素子からの光を、前記別のルーペ光学系に向けて反射する位置に配置されていることを特徴とする請求項7に記載の顕微鏡システム。

【請求項9】

以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1から4、7、8のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

$$50\text{ mm} < f_1 < 150\text{ mm} \quad (5)$$

20

ここで、

f_1 は前記ルーペ光学系の焦点距離、
である。

【請求項10】

前記観察ユニットは、前記ルーペ光学系とは別のルーペ光学系を更に有し、

前記表示素子に対向する位置に、前記ルーペ光学系と、前記別のルーペ光学系とが、並んで配置されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

【請求項11】

以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1から4、10のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

30

$$100\text{ mm} < f_1 < 300\text{ mm} \quad (6)$$

ここで、

f_1 は前記ルーペ光学系の焦点距離、
である。

【請求項12】

前記観察ユニットは、前記表示素子を着脱可能な着脱部を有することを特徴とする請求項1から4、10、11のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

【請求項13】

前記表示素子は、携帯型の情報端末装置であることを特徴とする請求項12に記載の顕微鏡システム。

40

【請求項14】

前記ルーペ光学系と、前記別のルーペ光学系との間隔を変化させる調節機構を有することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

【請求項15】

前記ルーペ光学系を、その光軸方向に沿って移動させる移動機構を有することを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

【請求項16】

前記観察ユニットの仰角を変化させる調節機構を有することを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載の顕微鏡システム。

50

【請求項 17】

前記観察ユニットを、水平方向または垂直方向に移動させる移動機構を有することを特徴とする請求項 1 から 16 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡システム。

【請求項 18】

前記観察ユニットを複数有することを特徴とする請求項 1 から 17 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡システム。

【請求項 19】

入力された所定の画像を表示する表示素子と、

該表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、

前記所定の画像が、顕微鏡対物レンズを介して形成された像を撮像素子で撮像した画像であって、

以下の条件式 (1A) と (1B) のいずれか一方と、条件式 (2) を満足することを特徴とする観察ユニット。

$$0.9 \times \omega_c < (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1A)$$

$$0.9 \times \omega_c < q \times (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1B)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_l)) < 35^\circ \quad (2)$$

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

q は中間結像レンズの倍率、

L_d は前記表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は前記撮像素子の撮像範囲の対角長、

f_l は前記ルーペ光学系の焦点距離、

である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観察ユニット、及びこの観察ユニットを備えた顕微鏡システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

光学顕微鏡は、もともとは、観察者が標本（標本の光学像）を肉眼で観察するための光学機器であった。しかしながら、標本の様子（色や形態等）を記録したいという要望に応えるために、静止画用カメラや動画用カメラを光学顕微鏡に付加して来た歴史がある。

【0003】

光学顕微鏡では、観察者は、双眼鏡筒（観察鏡筒）を介して標本を肉眼で観察する。そのため、双眼鏡筒には、結像レンズ系とプリズムが内蔵され、更に接眼レンズが装着されている。

【0004】

また、双眼鏡筒の中には、観察者の観察時の姿勢に合わせるために、アイポイントの位置を水平方向や垂直方向に移動させる機構や、観察者が接眼レンズを覗き込むときの角度（仰角）を調節する機構を備えたものもある（特許文献 1、特許文献 2）。

【0005】

また、教育用途として、同じ標本を、多人数（2～10人以上）で観察できる双眼鏡筒もある。このような鏡筒は、ディスカッション鏡筒と呼ばれる（引用文献 3）。

【0006】

また、近年、電子撮像素子と画像表示装置は、その性能の著しい向上により、肉眼で標本を観察する場合に匹敵するほどの解像力、階調を備え始めた。そこで、肉眼での観察の代わりに、モニタのような画像表示装置に標本の画像を表示し、表示された標本の画像を、観察者が観察するということが行われるようになった。このような観察を行う顕微鏡の中には、双眼鏡筒を持たない顕微鏡もある（特許文献 4）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平8-278448号公報

【特許文献2】特開平11-072708号公報

【特許文献3】特開平10-213752号公報

【特許文献4】特開2006-162765号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

従来の双眼鏡筒には、結像レンズ系とプリズムが内蔵され、更に接眼レンズが装着されている。このように、従来の双眼鏡筒では光学部品が多く用いられるため、光学的には、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下等が生じやすい。また、構造的には、機構の複雑化、それに伴う調節箇所や調節機構の増大、費用的には、製造コストの増加が生じやすい。

【0009】

また、特許文献1や文献2に開示された顕微鏡では、アイポイントの位置や仰角を調節するために、顕微鏡対物レンズと双眼鏡筒の間に、リレー光学系や多数のプリズムを配置する必要がある。そのため、従来の双眼鏡筒よりも、光学的、構造的、費用的な面で更に不利になる。

20

【0010】

また、引用文献3に開示された顕微鏡においても、引用文献1、2と同様に、光学的、構造的、費用的な面で不利になる。また、双眼鏡筒の配置位置が制限されるため、観察者は窮屈な姿勢を要求される。また、ディスカッション鏡筒の代わりに、標本の画像を1つの大型表示装置に表示し、表示された画像を全員で見ることや、各人に用意したモニタで標本の画像を観察することも行われている。しかしながら、ディスカッション、あるいは教育という観点では、各人が先生である主検鏡者から遠くなってしまうので、コミュニケーションが取りづらくなる。

【0011】

また、引用文献4に開示された顕微鏡では、画像表示装置の画面から観察者の目までの距離を一定に保つことが難しい。これは、観察倍率を一定に保つことが困難であることを意味する。そのため、一定の観察倍率で標本を観察する病理診断では、診断の判断を誤る恐れがある。また、大きなモニタは見やすいが、広いスペースを必要とする。また、大きなモニタでの観察では、標本を覗きこむような姿勢にならない。そのため、没入感が得られないことから、集中した観察が長時間できない可能性がある。

30

【0012】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、高い光学性能を有し、観察倍率を一定に保つことができ、集中して長時間の観察が可能な顕微鏡システムを提供することを目的とする。また、移動機構や調節機構を設ける場合に、これらの機構を簡素にできる顕微鏡システムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の顕微鏡システムは、

顕微鏡と、顕微鏡と別体に設けられた観察ユニットと、を備えた顕微鏡システムであって、

顕微鏡は、顕微鏡対物レンズと、顕微鏡対物レンズを介して形成された像位置に配置された撮像素子と、撮像素子に接続された第1制御装置と、を有し、

観察ユニットは、第2制御装置と、第2制御装置に接続された表示素子と、表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、

更に、第1制御装置と第2制御装置との間で通信を行なう通信手段を備え、

50

撮像素子で取得した画像を表示素子に表示することを特徴とする。

また、本発明の観察ユニットは、入力された所定の画像を表示する表示素子と、表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、

所定の画像が、顕微鏡対物レンズを介して形成された像を撮像素子で撮像した画像であって、

以下の条件式(1A)と(1B)のいずれか一方と、条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$0.9 \times \omega_c < (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1A)$$

$$0.9 \times \omega_c < q \times (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \omega_c \quad (1B)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_l)) < 35^\circ \quad (2)$$

10

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

q は中間結像レンズの倍率、

L_d は表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は撮像素子の撮像範囲の対角長、

f_l はルーペ光学系の焦点距離、

である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、高い光学性能を有し、観察倍率を一定に保つことができ、集中して長時間の観察が可能な顕微鏡システムを提供することができる。また、移動機構や調節機構を設ける場合に、これらの機構を簡素にできる顕微鏡システムを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1実施形態の顕微鏡システムの構成を示す図である。

【図2】第1実施形態の顕微鏡システムにおける観察ユニットの構成を示す図である。

【図3】第1実施形態の顕微鏡システムにおけるルーペ光学系を示す図であって、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図4】第1実施形態の顕微鏡システムにおける別のルーペ光学系を示す図である。

【図5】(a)は第2実施形態の顕微鏡システムの概観図、(b)は画像処理ユニットの概観図である。

30

【図6】第2実施形態の顕微鏡システムにおける顕微鏡の構成を示す図である。

【図7】第2実施形態の顕微鏡システムにおける観察ユニットの構成を示す図である。

【図8】第2実施形態の顕微鏡システムにおけるルーペ光学系を示す図であって、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図9】第3実施形態の顕微鏡システムの概観図である。

【図10】第3実施形態の顕微鏡システムにおける観察ユニットの構成を示す図である。

【図11】第3実施形態の顕微鏡システムにおけるルーペ光学系を示す図であって、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図12】第4実施形態の顕微鏡システムにおける観察ユニットの構成を示す図である。

40

【図13】(a)は、実施例1に係るルーペ光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面、(b)~(d)は、ルーペ光学系の収差図である。

【図14】(a)は、実施例2に係るルーペ光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面、(b)~(d)は、ルーペ光学系の収差図である。

【図15】(a)は、実施例3に係るルーペ光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面、(b)~(d)は、ルーペ光学系の収差図である。

【図16】(a)は、実施例4に係るルーペ光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面、(b)~(d)は、ルーペ光学系の収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

50

以下に、本発明に係る顕微鏡システムの実施形態、及び、ルーペ光学系の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例により、この発明が限定されるものではない。

【0017】

本実施形態の顕微鏡システムは、顕微鏡と、顕微鏡と別体に設けられた観察ユニットと、を備えた顕微鏡システムであって、顕微鏡は、顕微鏡対物レンズと、顕微鏡対物レンズを介して形成された像位置に配置された撮像素子と、撮像素子に接続された第1制御装置と、を有し、観察ユニットは、第2制御装置と、第2制御装置に接続された表示素子と、表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、更に、第1制御装置と第2制御装置との間で通信を行なう通信手段を備え、撮像素子で取得した画像を表示素子に表示することを特徴とする。

10

【0018】

以下、本実施形態の顕微鏡システムの基本構成について、第1実施形態の顕微鏡システムを例に説明する。図1は第1実施形態の顕微鏡システムの構成を示す図、図2は観察ユニットの構成を示す図である。

【0019】

図1に示すように、顕微鏡システム100は、顕微鏡10と、観察ユニット20と、を備えている。顕微鏡10は、光源ユニット1と、ハーフミラー2と、顕微鏡対物レンズ3と、レボルバ4と、ステージ5と、結像光学系6と、ミラー7と、アフォーカル光学系8と、撮像光学系9と、撮像装置30と、を備える。また、撮像装置30は、撮像素子31と、制御装置(第1制御装置)32と、を備えている。

20

【0020】

光源ユニット1は、照明光を出射する。照明光は、ハーフミラー2で反射された後、顕微鏡対物レンズ3に入射する。ここで、顕微鏡対物レンズ3はレボルバ4に保持され、ステージ5の下方に位置している。また、ステージ5上には、標本が載置されている。よって、顕微鏡対物レンズ3から出射した照明光は、標本に照射される。標本からの光は、顕微鏡対物レンズ3とハーフミラー2を通過して、結像光学系6に入射する。結像光学系6から出射した光は、ミラー7で反射された後、所定の位置に集光される。この所定の位置に、標本の1次像(光学像)が形成される。

【0021】

30

ミラー7で反射された光の進行方向には、観察光路LPaと撮像光路LPbが形成されている。観察光路LPaには、アフォーカル光学系8が配置され、撮像光路LPbには、撮像光学系9が配置されている。また、ミラー7とアフォーカル光学系8の間には、撮像光路LPbへ光を導くための光学素子が配置されている。

【0022】

後述するように、本実施形態における観察ユニット20は、顕微鏡10に対して着脱可能になっている。よって、観察ユニット20は、顕微鏡10に取り付けて使用する。また、観察ユニット20を取り外し、従来の双眼鏡筒を顕微鏡10に取り付けることで、観察者は標本の像(光学像)を肉眼で観察することができる。

【0023】

40

また、撮像装置30を顕微鏡10に取り付けることで、標本の像を撮像することができる。そのため、撮像装置30は撮像素子31を有している。この撮像素子31としては、例えば、CCDイメージセンサや、CMOSイメージセンサがある。標本の像は、撮像素子31によって画像データ(デジタルデータ)に変換され、外部に出力される。画像データを外部に出力するために、撮像装置30は、制御装置32を有している。なお、制御装置32は撮像素子31に含まれていても良い。

【0024】

本実施形態における観察ユニット20は、顕微鏡10と別体で、顕微鏡10に対して着脱可能になっている。よって、標本の観察を行なう場合は、観察ユニット20を顕微鏡10に取り付ける。そして、観察ユニット20では、表示装置に標本の画像(デジタル画像

50

）を表示して、画像を観察者が観察する。そのため、本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像データ取得するために、顕微鏡 10 は撮像装置 30 を必ず有している。

【0025】

なお、撮像素子 31 を顕微鏡 10 の内部に配置して、撮像装置 30 が顕微鏡 10 に対して着脱不可になるようにしても良い。また、図 1 では、撮像光学系 9 を介して標本の像を撮像している。しかしながら、撮像光学系 9 を介さずに、標本の 1 次像の位置に撮像素子 31 を配置して、標本の像を撮像しても良い。

【0026】

観察ユニット 20 の構造を、図 2 を用いて説明する。観察ユニット 20 は、制御装置（第 2 制御装置）21 と、表示素子 22 と、ルーペ光学系 23 と、を有する。また、EP はアイポイントを示している。

10

【0027】

表示素子 22 は制御装置 21 に接続されている。制御装置 21 は、撮像装置 30 の制御装置 32 との間で通信を行なう。この通信に使われる手段は、有線であっても、無線であっても構わない。また、ルーペ光学系 23 は、表示素子 22 から所定の間隔をおいて配置されている。表示素子 22 としては LCD や有機 EL ディスプレイがある。なお、制御装置 21 は表示素子 22 に含まれていても良い。

【0028】

上述のように、撮像装置 30 によって、標本の画像データが取得される。取得された標本の画像データは、制御装置 32 と制御装置 21 を介して表示素子 22 に入力される。これにより、表示素子 22 に、標本の画像が表示される。そして、観察者は、この表示された標本の画像を、ルーペ光学系 23 を介して肉眼で観察する。このように、観察ユニット 20 では標本の画像、すなわち、デジタル画像を観察する点が、標本の光学像を観察する従来の双眼鏡筒と異なる。

20

【0029】

本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像を観察するために必要な光学部品は、ルーペ光学系 23 のみである。このように、本実施形態の顕微鏡システムでは、使用される光学部品が従来の双眼鏡筒に比べて少ないので、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下を防止することができる。

【0030】

また、観察者は観察ユニット 20 を介して標本の画像を観察する。この場合、観察ユニット 20（アイポイント EP）に対して、観察者の目の位置を一定保つことができる。そのため、一定の観察倍率が維持できると共に、没入感が得られることから、集中して長時間の観察が可能となる。

30

【0031】

以上、本実施形態の基本構成について説明した。なお、この基本構成は、以下の実施形態の顕微鏡システムも備えている。

【0032】

また、上述のように、本実施形態の顕微鏡システムでは、観察ユニット 20 内に、表示装置 22 とルーペ光学系 23 が配置されている。そのため、標本の画像データを観察ユニット 20 に入力するだけで、観察ユニット 20 のみで標本の観察が行なえる。これは、顕微鏡 10 の観察光路 L P a とは無関係に、観察ユニット 20 の設置位置や姿勢を決定できることを意味している。

40

【0033】

そのため、アイポイントの位置を水平方向や垂直方向に移動させる場合、観察ユニット 20 を、矢印 A の方向に動かすための機械的な移動機構（スライド機構）があれば良い。また、観察者が接眼レンズを覗き込むときの角度（仰角）を調節する場合、矢印 B の方向に動かすための機械的な調節機構（回転機構）があれば良い。

【0034】

従来、このような移動や調節を行うにあたっては、観察光路 L P a と双眼鏡筒の光路を

50

一致させるために、リレー光学系や多数のプリズムを必要としていた。しかしながら、本実施形態の顕微鏡システムでは、このような光学部品は必要ない。そのため、本実施形態の顕微鏡システムでは、移動機構や調節機構を設けた場合であっても、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下を防止することができる。また、これらの機構も簡素にできる

【0035】

また、本実施形態の顕微鏡システムは、上記の基本構成を備えた上で、以下の条件式(1A)、(2)を満足することが好ましい。

$$0.9 \times \omega_c < (L_d / L_i) \times (250 / f_1) < 1.1 \times \omega_c \quad (1A)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_1)) < 35^\circ \quad (2)$$

10

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

L_d は表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は撮像素子の撮像範囲の対角長、

f_1 はルーペ光学系の焦点距離、

である。

【0036】

条件式(1A)、(2)は、適切な観察倍率と視野角(2)を得るための条件式である。本実施形態の顕微鏡システムでは、観察ユニットを使って標本の画像を観察する。この場合の観察倍率や視野角は、従来の観察倍率や視野角と同じか、又は、ほぼ同等であることが好ましい。特に、適切な観察倍率は、従来の観察倍率の $\pm 10\%$ 以内であることが好ましい。

20

【0037】

なお、ここでの「従来の観察倍率」とは、従来の接眼レンズの倍率のことである。従来の顕微鏡では、顕微鏡対物レンズを介して形成された光学像(1次像)を、接眼レンズを用いて観察している。従来の接眼レンズとは、この接眼レンズのことである。また、「従来の視野角」とは、従来の接眼レンズで観察した時の視野角のことである。

【0038】

条件式(1A)を満足することで、観察ユニットで標本の画像を観察したときの観察倍率を、従来の観察倍率と同じか、又は、ほぼ同等にすることができる。また、条件式(2)を満足することで、観察ユニットで標本の画像を観察したときの視野角を、従来の視野角と同じか、又は、ほぼ同等にすることができる。

30

【0039】

条件式(2)の下限値を下回ると、視野角が小さくなりすぎる。これは、視野数にすると、視野数が18よりも小さくなるので、顕微鏡としての観察範囲が小さくなりすぎる。

条件式(2)の上限値を上回ると、視野角が大きくなりすぎる。これは、視野数にすると、視野数が35よりも大きくなるので、顕微鏡対物レンズにおいて像の平坦性(像面湾曲)を保てない。

【0040】

なお、条件式(1A)は、顕微鏡対物レンズのみで形成された像(1次像)を撮像素子で撮像する場合、あるいは、顕微鏡対物レンズと結像レンズのみで形成された像(1次像)を撮像素子で撮像する場合に満足することが好ましい。また、顕微鏡対物レンズは、有限系対物レンズと無限遠補正対物レンズの、いずれであっても良い。

40

【0041】

また、本実施形態の顕微鏡システムは、上記の基本構成を備えた上で、更に、顕微鏡対物レンズから撮像素子までの間に、中間結像レンズを有し、以下の条件式(1B)、(2)を満足することが好ましい。

$$0.9 \times \omega_c < q \times (L_d / L_i) \times (250 / f_1) < 1.1 \times \omega_c \quad (1B)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_1)) < 35^\circ \quad (2)$$

ここで、

50

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、
 q は中間結像レンズの倍率、
 L_d は表示素子の表示範囲の対角長、
 L_i は撮像素子の撮像範囲の対角長、
 f_i はルーペ光学系の焦点距離、

である。

【0042】

条件式(1B)の技術的意義(作用効果)は、条件式(1A)と同じである。また、条件式(2)の技術的意義(作用効果)は前述のとおりである。

【0043】

10

なお、条件式(1B)は、顕微鏡対物レンズのみで形成された像(1次像)を、中間結像レンズを介して撮像素子で撮像する場合、あるいは、顕微鏡対物レンズと結像レンズのみで形成された像を、中間結像レンズを介して撮像素子で撮像する場合に満足することが好ましい。また、顕微鏡対物レンズは、有限系対物レンズと無限遠補正対物レンズの、いずれであっても良い。なお、中間結像レンズの倍率が1倍の場合、条件式(1B)は条件式(1A)と同じになる。

【0044】

また、本実施形態の顕微鏡システムは、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$8 \leq \omega_c \leq 30 \quad (3)$$

20

ここで、

ω_c は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、
 である。

【0045】

なお、条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満足すると良い。

$$10 \leq \omega_c \leq 15 \quad (3')$$

さらに、条件式(3)に代えて、以下の条件式(3'')を満足するとなお良い。

$$\omega_c = 10 \quad (3'')$$

【0046】

30

図2に示したルーペ光学系の好ましい具体例を説明する。図3はルーペ光学系を示す図であって、(a)は斜視図、(b)はz軸方向に沿う断面図である。図3に示すように、観察ユニット20は、表示素子とルーペ光学系とを、それぞれ2つ有する。図3に示すルーペ光学系は、後述の実施例1のルーペ光学系である。

【0047】

観察ユニット20は、表示素子22aとは別に、表示素子22bを有すると共に、ルーペ光学系23aとは別に、ルーペ光学系23bを有する。表示素子22aとルーペ光学系23aは、第1の光路LP1に配置されている。また、表示素子22bとルーペ光学系23bは、第2の光路LP2に配置されている。このようにルーペ光学系23aとルーペ光学系23bは、並んで配置されている。また、表示素子22aと表示素子22bも、並んで配置されている。なお、光路は、アイポイントEPの中心と、表示素子22の中心を結んだ線で定義される。

40

【0048】

また、ルーペ光学系23aの光軸(中心軸)とアイポイントEPaの中心は、一致している。同様に、ルーペ光学系23bの光軸(中心軸)とアイポイントEPbの中心も、一致している。また、第1の光路LP1と第2の光路LP2は、平行となっている。また、第1の光路LP1と第2の光路LP2の間隔は、観察者の平均的な眼幅と同じである。

【0049】

図4は、図3に示すルーペ光学系とは別のルーペ光学系を示す図であって、z軸方向に沿う断面図である。図4に示すルーペ光学系は、後述の実施例2のルーペ光学系である。図4に示すように、表示素子24aとルーペ光学系25aは、第1の光路LP1に配置さ

50

れている。また、表示素子 2 4 b とルーペ光学系 2 5 b は、第 2 の光路 L P 2 に配置されている。このように、ルーペ光学系 2 5 a とルーペ光学系 2 5 b は、並んで配置されている。また、表示素子 2 4 a と表示素子 2 4 b も、並んで配置されている。

【0050】

なお、第 1 実施形態における観察ユニットは、表示素子とルーペ光学系を、それぞれ 2 つ有するものの、反射部材は有していない。このような構成の場合、以下の条件式 (4) を満足することが好ましい。

$$12\text{ mm} < f_1 \leq 50\text{ mm} \quad (4)$$

ここで、

f_1 はルーペ光学系の焦点距離、
である。

10

【0051】

なお、観察ユニット 2 0 に、2 つのルーペ光学系の間隔を変化させる調節機構を設けても良い。このようにすれば、観察者に応じて、ルーペ光学系 2 3 a とルーペ光学系 2 3 b との間隔、すなわち、アイポイント E P a とアイポイント E P b の間隔を、調節することができる。このような調節機構は、後述の第 2 ~ 第 4 実施形態の顕微鏡システムにも設けて良い。

【0052】

また、2 つのルーペ光学系のうちの、少なくとも一方を、その光軸方向に沿って移動させる移動機構を有することが好ましい。このようにすれば、ピントの調節が容易になる。このような移動機構は、後述の第 2 ~ 第 4 実施形態の顕微鏡システムにも設けて良い。

20

【0053】

第 2 実施形態の顕微鏡システムを、図 5、6 を用いて説明する。図 5 (a) は顕微鏡システムの概観図、(b) は画像処理ユニットの概観図、図 6 は顕微鏡システムにおける顕微鏡の構成を示す図である。

【0054】

図 5 (a) に示すように、顕微鏡システム 2 0 0 は、顕微鏡 4 0 と、観察ユニット 5 0 と、を備えている。なお、必要に応じて、顕微鏡システム 2 0 0 に、図 5 (b) に示すような画像処理システム I P S を組み合わせても良い。この画像処理ユニット I P S は、画像処理装置 I P S 1 と表示装置 I P S 2 を備えている。

30

【0055】

顕微鏡 4 0 は、図 6 に示すように、光源ユニット 4 1 と、ステージ 4 2 と、ホルダ 4 3 と、顕微鏡対物レンズ 4 4 と、レボルバ 4 5 と、結像光学系 4 6 と、撮像光学系 4 7 と、撮像装置 6 0 と、を備えている。また、撮像装置 6 0 は、撮像素子 6 1 と、制御装置 (第 1 制御装置) 6 2 と、を備えている。なお、顕微鏡 4 0 の基本的な構成は、第 1 実施形態における顕微鏡 1 0 と同様であるため、各構成の説明は省略する。

【0056】

本実施形態における観察ユニット 5 0 は、顕微鏡 4 0 と別体で、顕微鏡 4 0 に対して着脱できない。よって、観察ユニット 5 0 は、顕微鏡 4 0 とは分離して使用される。そして、観察ユニット 5 0 では、表示装置に標本の画像を表示して、画像を観察者が観察する。そのため、本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像データ取得するために、顕微鏡 4 0 は撮像装置 6 0 を必ず有している。

40

【0057】

観察ユニット 5 0 は、接眼部 5 1 と、支柱 5 2 と、ベース 5 3 と、第 1 の操作部 5 4 と、第 2 の操作部 5 5 と、を有する。ベース 5 3 に、支柱 5 2 と、第 1 の操作部 5 4 と、第 2 の操作部 5 5 と、が接続され、支柱 5 2 に接眼部 5 1 が接続されている。

【0058】

第 1 の操作部 5 4 と第 2 の操作部 5 5 は、いずれも回転式のつまみである。第 1 の操作部 5 4 のつまみを回転させることで、顕微鏡 4 0 において、標本にピントを合わせることができる。また、第 2 の操作部 5 5 のつまみを回転させることで、顕微鏡 4 0 において、

50

標本を移動させることができる。なお、直交する２方向に標本の移動ができるように、第２の操作部５５には、２つのつまみ５５ａ、５５ｂが設けられている。観察者は、接眼部５１を覗きながら第１の操作部５４と第２の操作部５５を操作することで、標本のピント合わせと、観察位置の調節を行うことができる。

【００５９】

観察ユニット５０の接眼部５１の構造を、図７を用いて説明する。図７は接眼部５１の構成を示す図である。接眼部５１は、制御装置（第２制御装置）５６と、表示素子５７と、ミラー（反射部材）５８と、ルーペ光学系５９と、を有する。

【００６０】

表示素子５７は制御装置５６に接続されている。制御装置５６は、撮像装置６０の制御装置６２との間で通信を行なう。この通信は、有線であっても、無線であっても構わない。また、ルーペ光学系５９は、表示素子５７から所定の間隔をおいて配置されている。更に、表示素子５７とルーペ光学系５９との間に、ミラー５８が配置されている。よって、表示素子５７に表示された画像の光はミラー５８で反射され、ルーペ光学系５９に入射することになる。

【００６１】

上述のように、撮像装置６０によって、標本の画像データが取得される。取得された標本の画像データは、制御装置６２と制御装置５６を介して表示素子５７に入力される。これにより、表示素子５７に、標本の画像が表示される。そして、観察者は、この表示された標本の画像を、ミラー５８とルーペ光学系５９を介して肉眼で観察する。このように、観察ユニット５０では標本の画像、すなわち、デジタル画像を観察する点が、標本の光学像を観察していた従来の双眼鏡筒と異なる。

【００６２】

本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像を観察するために必要な光学部品は、ミラー５８とルーペ光学系５９のみである。このように、本実施形態の顕微鏡システムでは、使用される光学部品が従来の双眼鏡筒に比べて少ないので、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下を防止することができる。

【００６３】

また、観察者は観察ユニット５０を介して標本の画像を観察する。この場合、観察ユニット５０（アイポイントＥＰ）に対して、観察者の目の位置を一定に保つことができる。そのため、一定の観察倍率が維持できると共に、没入感が得られることから、集中して長時間の観察が可能となる。

【００６４】

なお、第１実施形態の顕微鏡システムと同様に、本実施形態の顕微鏡システムにおいても、アイポイントの位置や仰角を調節する機構を設けることができる。例えば、接眼部５１を２つの構造体とし、一方の構造体に表示素子５７、ミラー５８及びルーペ光学系５９を配置する。そして、一方の構造体を、他方の構造体に対して回転させることで、仰角の調節を行なうことができる（矢印Ｃ）。また、支柱５２の長さを変更できるようにすれば、アイポイントの位置を垂直方向に移動させることができる（矢印Ｄ）。また、接眼部５１と支柱５２との接続部にスライド機構を設ければ、アイポイントの位置を水平方向に移動させることができる（矢印Ｅ）。

【００６５】

図７に示したルーペ光学系の好ましい具体例を説明する。図８はルーペ光学系を示す図であって、（ａ）は斜視図、（ｂ）はｚ軸方向に沿う断面図である。図８に示すように、観察ユニット５０の接眼部５１は、表示素子と、ミラー（反射部材）と、ルーペ光学系とを、それぞれ２つ有する。図８に示すルーペ光学系は、後述の実施例３のルーペ光学系である。

【００６６】

観察ユニット５０は、表示素子５７ａとは別に、表示素子５７ｂを有し、ミラー５８ａとは別に、ミラー５８ｂを有し、更に、ルーペ光学系５９ａとは別に、ルーペ光学系５９

10

20

30

40

50

bを有する。表示素子57aと、ミラー58aと、ルーペ光学系59aは、第1の光路LP1に配置されている。また、表示素子57bと、ミラー58bと、ルーペ光学系59bは、第2の光路LP2に配置されている。このようにルーペ光学系23aとルーペ光学系23bは、並んで配置されている。また、表示素子22aと表示素子22b、ミラー58aとミラー58bも、並んで配置されている。

【0067】

また、ルーペ光学系59aの光軸（中心軸）とアイポイントEpaの中心は、一致している。同様に、ルーペ光学系59bの光軸（中心軸）とアイポイントEpbの中心も、一致している。また、第1の光路LP1と第2の光路LP2は、平行となっている。また、第1の光路LP1と第2の光路LP2の間隔は、観察者の平均的な眼幅と同じである。

10

【0068】

なお、第2実施形態における観察ユニットは、表示素子、反射部材及びルーペ光学系を、それぞれ2つ有する。このような構成の場合、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$50\text{ mm} < f_1 < 150\text{ mm} \quad (5)$$

ここで、

f_1 はルーペ光学系の焦点距離、
である。

【0069】

本実施形態における観察ユニット50は、第1実施形態の観察ユニット20と同様に、表示素子とルーペ光学系を備え、観察者は、表示素子に表示された画像をルーペ光学系で観察する。よって、本実施形態の顕微鏡システムにおいても、第1実施形態の顕微鏡システムと同様の作用効果を奏する。

20

【0070】

なお、顕微鏡システム200に画像処理ユニットIPSを組み合わせた場合、顕微鏡40の撮像装置60で取得した画像を、画像処理装置IPS1を経由して、観察ユニット50に出力することができる。そのため、画像処理装置IPS1において、画像データに対して各種の画像処理を施すことができる。また、観察ユニット50で観察している画像を、表示装置IPS2に表示させることもできる。

【0071】

第3実施形態の顕微鏡システムを、図9、10を用いて説明する。図9は顕微鏡システムの概観図、図10は観察ユニット（接眼部）の構成を示す図である。

30

【0072】

図9に示すように、顕微鏡システム300は、顕微鏡70と、観察ユニット80と、を備えている。顕微鏡70は、光源ユニット71と、顕微鏡対物レンズ72と、レボルバ73と、ステージ74と、撮像光学系75と、双眼鏡筒76と、撮像装置90と、を備える。また、撮像装置90は、撮像素子と、制御装置（第1制御装置）と、を備えているが、図9では図示されていない。なお、顕微鏡70の基本的な構成は、第1実施形態における顕微鏡10と同様であるため、各構成の説明は省略する。

【0073】

本実施形態における観察ユニット80は、顕微鏡70と別体で、顕微鏡70に対して着脱できない。よって、観察ユニット80は、顕微鏡70とは分離して使用される。そして、観察ユニット80では、表示装置に標本の画像を表示して、画像を観察者が観察する。そのため、本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像データ取得するために、顕微鏡70は撮像装置90を必ず有している。

40

【0074】

観察ユニット80は、接眼部81と、支柱82と、ベース83と、を有する。ベース83に支柱82が接続され、支柱82に接眼部81が接続されている。

【0075】

観察ユニット80の接眼部81の構造を、図10を用いて説明する。接眼部81は、制

50

御装置（第2制御装置）84と、表示素子85と、ルーペ光学系86と、を有する。

【0076】

表示素子85は制御装置84に接続されている。制御装置84は、撮像装置90の制御装置との間で通信を行なう。この通信は、有線であっても、無線であっても構わない。また、ルーペ光学系86は、表示素子85から所定の間隔をおいて配置されている。

【0077】

上述のように、撮像装置90によって、標本の画像データが取得される。取得された標本の画像データは、制御装置と制御装置84を介して表示素子85に入力される。これにより、表示素子85に、標本の画像が表示される。そして、観察者は、この表示された標本の画像を、ルーペ光学系86を介して肉眼で観察する。このように、観察ユニット80では標本の画像、すなわち、デジタル画像を観察する点が、標本の光学像を観察していた従来の双眼鏡筒と異なる。

【0078】

本実施形態の顕微鏡システムでは、標本の画像を観察するために必要な光学部品は、ルーペ光学系86のみである。このように、本実施形態の顕微鏡システムでは、使用される光学部品が従来の双眼鏡筒に比べて少ないので、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下を防止することができる。

【0079】

また、観察者は観察ユニット80を介して標本の画像を観察する。この場合、観察ユニット80（アイポイントEP）に対して、観察者の目の位置を一定に保つことができる。そのため、一定の観察倍率が維持できると共に、没入感が得られることから、集中して長時間の観察が可能となる。

【0080】

なお、第1、第2実施形態の顕微鏡システムと同様に、本実施形態の顕微鏡システムにおいても、アイポイントの位置や仰角を調節する機構を設けることができる。

【0081】

図10に示したルーペ光学系の好ましい具体例を説明する。図11はルーペ光学系を示す図であって、(a)は斜視図、(b)はz軸方向に沿う断面図である。図11に示すように、観察ユニット80の接眼部81は、1つの表示素子と、2つのルーペ光学系と、を有する。図11に示すルーペ光学系は、後述の実施例4のルーペ光学系である。

【0082】

接眼部81は、ルーペ光学系86aとは別に、ルーペ光学系86bを有する。ルーペ光学系86aは、第1の光路LP1に配置されている。また、ルーペ光学系86bは、第2の光路LP2に配置されている。このようにルーペ光学系86aとルーペ光学系86bは、並んで配置されている。そして、表示素子85は、第1の光路LP1と第2の光路LP2を含むように、配置されている。

【0083】

また、ルーペ光学系86aの光軸（中心軸）とアイポイントEPaの中心は、一致していない。アイポイントEPaの中心は、ルーペ光学系86aの光軸よりも外側に位置している。同様に、ルーペ光学系86bの光軸（中心軸）とアイポイントEPbの中心は、一致していない。アイポイントEPbの中心は、ルーペ光学系86bの光軸よりも外側に位置している。

【0084】

なお、第1の光路LP1と第2の光路LP2は、非平行となっている。また、第1の光路LP1と第2の光路LP2の間隔は、観察者の平均的な眼幅と同じである。

【0085】

なお、第3実施形態における観察ユニットは、1つの表示素子と2つのルーペ光学系を有するものの、反射部材は有していない。このような構成の場合、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$100\text{ mm} < f_1 < 300\text{ mm} \quad (6)$$

10

20

30

40

50

ここで、

f_l はルーペ光学系の焦点距離、
である。

【0086】

本実施形態における観察ユニット80は、第1実施形態の観察ユニット20と同様に、表示素子とルーペ光学系を備え、観察者は、表示素子に表示された画像をルーペ光学系で観察する。よって、本実施形態の顕微鏡システムにおいても、第1実施形態の顕微鏡システムと同様の作用効果を奏する。

【0087】

また、本実施形態の顕微鏡システムは、観察ユニット80を複数有している。ここで、顕微鏡70と各観察ユニット80との間や、観察ユニット80同士の間には、光学部品が存在しない。このように、本実施形態の顕微鏡システムでは、使用される光学部品が従来の双眼鏡筒に比べて少ないので、諸収差の悪化、色再現性の低下、像の明るさの低下を防止することができる。

【0088】

また、顕微鏡70と各観察ユニット80の間には、両者の位置を規制する構造物がない。また、観察ユニット80同士の間にも、互いの位置を規制する構造物がない。そのため、顕微鏡70、各観察ユニット80は、いずれも自由に配置することができる。

【0089】

そして、各観察ユニット80には、撮像装置90で取得した標本の画像が表示される。よって、複数の観察者が、同じ標本を観察することができる。ここで、上述のように、顕微鏡70、各観察ユニット80は、いずれも自由に配置することができる。そのため、各観察者は窮屈な姿勢を強いられることがない。

【0090】

第4実施形態の顕微鏡システムを、図12を用いて説明する。なお、本実施形態の顕微鏡システムでは、顕微鏡は、第2実施形態の顕微鏡、又は第3実施形態の顕微鏡を用いる。そのため、図12には、観察ユニットのみを図示している。また、観察ユニットには、第3実施形態におけるルーペ光学系を用いているため、ルーペ光学系の構成は図示されていない。

【0091】

本実施形態における観察ユニット500は、本体部501と、表示素子502と、を有する。本体部501には、ルーペ光学系86aと86bが設けられている。表示素子502は、本体部501に対して着脱可能になっている。そのため、本体部501には、表示素子502を装着するための、装着部(溝)503が設けられている。また、表示素子502としては、携帯型の情報端末を用いることができる。そのため、情報端末の利用用途が広がる。

【0092】

また、本実施形態における観察ユニット500は、第1実施形態の観察ユニット20と同様に、表示素子とルーペ光学系を備え、観察者は、表示素子に表示された画像をルーペ光学系で観察する。よって、本実施形態の顕微鏡システムにおいても、第1実施形態の顕微鏡システムと同様の作用効果を奏する。また、第4実施形態における観察ユニットも、条件(6)を満足することが好ましい。

【0093】

また、本実施形態の観察ユニットは、入力された所定の画像を表示する表示素子と、表示素子から所定の間隔をおいて配置されたルーペ光学系と、を有し、所定の画像が、顕微鏡対物レンズを介して形成された像を撮像素子で撮像した画像であって、以下の条件式(1A)と(1B)のいずれか一方と、条件式(2)を満足することの特徴とする。

$$0.9 \times \text{ }_{oc} < (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \text{ }_{oc} \quad (1A)$$

$$0.9 \times \text{ }_{oc} < q \times (L_d / L_i) \times (250 / f_l) < 1.1 \times \text{ }_{oc} \quad (1B)$$

$$20^\circ < \tan^{-1}(L_d / (2 \times f_l)) < 35^\circ \quad (2)$$

10

20

30

40

50

ここで、

β_o は光学像を観察する際の接眼レンズの倍率、

q は中間結像レンズの倍率、

L_d は表示素子の表示範囲の対角長、

L_i は撮像素子の撮像範囲の対角長、

f_l はルーペ光学系の焦点距離、

である。

【0094】

本実施形態の観察ユニットによれば、高い光学性能を有し、観察倍率を一定に保つことができ、集中して長時間の観察が可能な観察ユニットを提供することができる。また、移動機構や調節機構を設ける場合に、これらの機構を簡素にできる観察ユニットを提供することができる。

10

【0095】

以下、ルーペ光学系の実施例1～4について説明する。実施例1～4に係るルーペ光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面を、それぞれ図13(a)～図16(a)に示す。これらの断面図中、 $L_1 \sim L_6$ は各レンズ、 EP はアイポイントを示している。また、紙面左側を物体側、右側を像側とする。

【0096】

実施例1のルーペ光学系は、平凸正レンズ L_1 と、両凹負レンズ L_2 と、両凸正レンズ L_3 と、両凸正レンズ L_4 と、平凸正レンズ L_5 と、からなる。ここで、両凹負レンズ L_2 と両凸正レンズ L_3 とが接合されている。

20

【0097】

実施例2のルーペ光学系は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_1 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_2 と、両凸正レンズ L_3 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_4 と、平凸正レンズ L_5 と、平凹負レンズ L_6 と、からなる。ここで、正メニスカスレンズ L_1 と負メニスカスレンズ L_2 とが接合されている。また、平凸正レンズ L_5 と平凹負レンズ L_6 とが接合されている。

【0098】

実施例3のルーペ光学系は、両凸正レンズ L_1 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_2 と、からなる。ここで、両凸正レンズ L_1 と負メニスカスレンズ L_2 とが接合されている。

30

【0099】

実施例4のルーペ光学系は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_2 と、からなる。ここで、正メニスカスレンズ L_1 と負メニスカスレンズ L_2 とが接合されている。

【0100】

次に、上記各実施例のルーペ光学系を構成する光学部材の数値データを掲げる。なお、各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 、... は各レンズの肉厚または空気間隔、 nd_1 、 nd_2 、... は各レンズの d 線での屈折率、 d_1 、 d_2 、... は各レンズのアッペ数、 f は焦点距離、 NA' は開口数、 EPL は、レンズ最終面からアイポイントまでの距離を示している。

40

【0101】

また、物面には表示素子が配置されている。また、像高は、ルーペ光学系と理想レンズとによって像を形成したときの像の高さである。理想レンズは、ルーペ光学系の像側（アイポイント側）に配置され、焦点距離は25mmである。また、 NA' は、理想レンズを配置した時の像側における開口数である。

【0102】

数値実施例1

単位 mm

50

面 データ

面 番号	r	d	nd	d
物 面		8.45		
1		4.80	1.7859	44.2
2	-31.253	4.94		
3	-21.275	2.81	1.8052	25.4
4	39.37	7.40	1.6516	58.6
5	-39.37	0.18		
6	100.551	4.50	1.7440	44.8
7	-59.027	0.18		
8	29.478	5.40	1.5688	56.4
9				

10

各 種 データ

f 25
 N A ' 0.12
 像 高 11.4
 瞳 半 径 3
 E P L 21

【 0 1 0 3 】

20

数 値 実 施 例 2

単 位 m m

面 データ

面 番号	r	d	nd	d
物 面		9.13		
1	-53.774	27.91	1.5750	41.5
2	-30.872	4.50	1.6433	48.0
3	-56.704	0.19		
4	141.445	10.81	1.6138	56.4
5	-117.503	0.19		
6	54.814	9.89	1.6138	56.4
7	688.631	0.19		
8	28.793	11.25	1.6138	56.4
9		1.35	1.698951	30.1
10	31.975			

30

各 種 データ

f 31.5
 N A ' 0.16
 像 高 16.7
 瞳 半 径 4
 E P L 20

【 0 1 0 4 】

40

数 値 実 施 例 3

単 位 m m

面 データ

面 番号	r	d	nd	d
物 面		117.8		

50

1	72.200	13.7	1.5163	64.1
2	-53.9	4.0	1.6477	33.8
3	-173.889			

各種データ

f	120.3
NA'	0.2
像高	12.7
瞳半径	5
EPL	30

10

【0105】

数値実施例4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面		117.8		
1	41.732	12.0	1.5952	67.7
2	189.230	4.0	1.7205	34.7
3	56.966			

20

各種データ

f	250
NA'	0.2
像高	12.1
瞳半径	5
EPL	30

【0106】

また、実施例1～4にかかるルーペ光学系の収差図を、それぞれ図13(b)、(c)、(d)～図16(b)、(c)、(d)に示す。これらの収差図において、“FIY”は像高である。また、(b)、(c)、(d)は、それぞれ、球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)を示している。なお、これらの収差図は、ルーペ光学系と理想レンズとによって像を形成したときの収差図である。

30

【0107】

次に、各実施例における条件式(1B)、(2)の値を掲げる。

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1B) $q \times (L_d/L_i) \times (250/f_i)$	10	11.31	10.50	10.1
(2) $\tan^{-1}(L_d/(2 \times f_i))$	24.5	33.7	25.5	24.7

【0108】

また、各実施例における要素値を掲げる。

40

要素値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
ϕ_c	10	10	10	10
q	0.5	0.35	0.5	0.5
L_d	22.8	42	115	230
L_i	11.4	13	11.4	11.4
f_i	25	31.5	120.3	250

【0109】

なお、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形例をとることができる。

【産業上の利用可能性】

【0110】

50

以上のように、本発明は、高い光学性能を有し、観察倍率を一定に保つことができ、集中して長時間の観察が可能な顕微鏡システムや、移動機構や調節機構を設ける場合に、これらの機構を簡素にできる顕微鏡システムに適している。

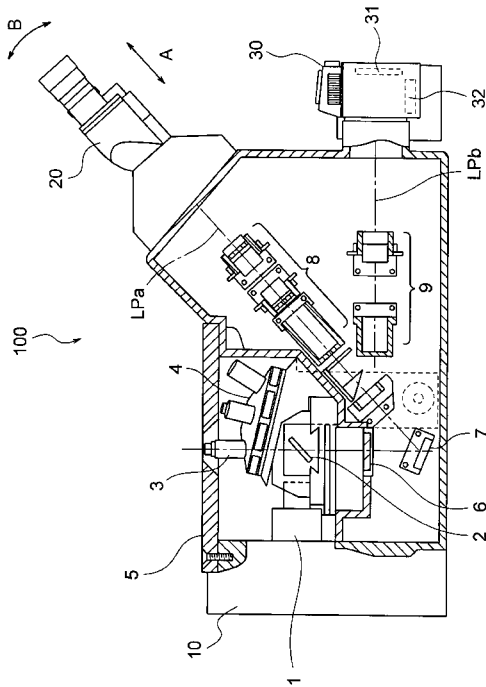
【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

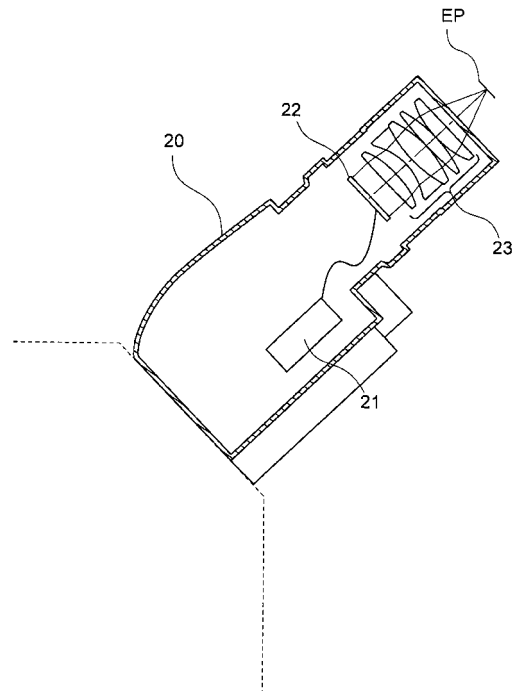
1	光源ユニット	
2	ハーフミラー	
3	顕微鏡対物レンズ	
4	レボルバ	
5	ステージ	10
6	結像光学系	
7	ミラー	
8	アフォーカル光学系	
9	撮像光学系	
10	顕微鏡	
20	観察ユニット	
21	制御装置（第2制御装置）	
22、22a、22b	表示素子	
23、23a、23b	ルーペ光学系	
24a、24b	表示素子	20
25a、25b	ルーペ光学系	
30	撮像装置	
31	撮像素子	
32	制御装置（第1制御装置）	
40	顕微鏡	
41	光源ユニット	
42	ステージ	
43	ホルダ	
44	顕微鏡対物レンズ	
45	レボルバ	30
46	結像光学系	
47	撮像光学系	
50	観察ユニット	
51	接眼部	
52	支柱	
53	ベース	
54	第1の操作部	
55	第2の操作部	
55a、55b	つまみ	
56	制御装置（第2制御装置）	40
57、57a、57b	表示素子	
58、58a、58b	ミラー（反射部材）	
59、59a、59b	ルーペ光学系	
60	撮像装置	
61	撮像素子	
62	制御装置（第1制御装置）	
70	顕微鏡	
71	光源ユニット	
72	顕微鏡対物レンズ	
73	レボルバ	50

7 4	ステージ	
7 5	双眼鏡筒	
7 6	撮像光学系	
8 0	観察ユニット	
8 1	接眼部	
8 2	支柱	
8 3	ベース	
8 4	制御装置（第 2 制御装置）	
8 5	表示素子	
8 6、8 6 a、8 6 b	ルーペ光学系	10
9 0	撮像装置	
1 0 0	顕微鏡システム	
2 0 0	顕微鏡システム	
3 0 0	顕微鏡システム	
5 0 0	観察ユニット	
5 0 1	本体部	
5 0 2	表示素子	
5 0 3	装着部（溝）	
E P、E P a、E P b	アイポイント	
I P S	画像処理システム	20
I P S 1	画像処理装置	
I P S 2	表示装置	
L P a	観察光路	
L P b	撮像光路	
L P 1	第 1 の光路	
L P 2	第 2 の光路	

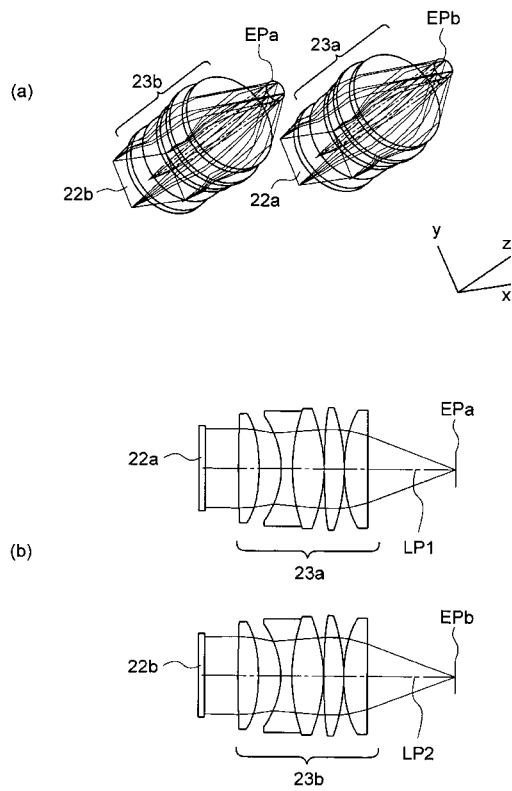
【図 1】



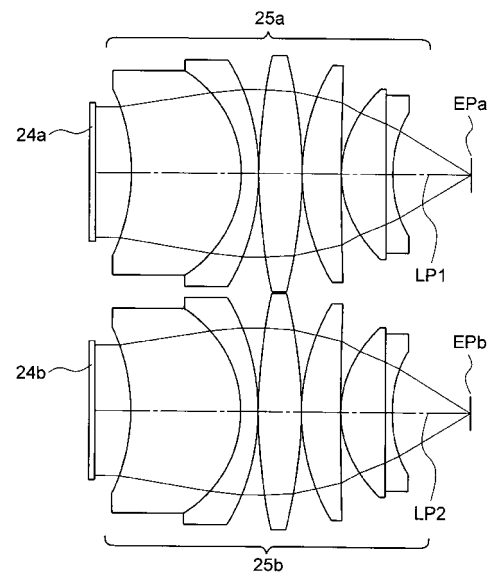
【図 2】



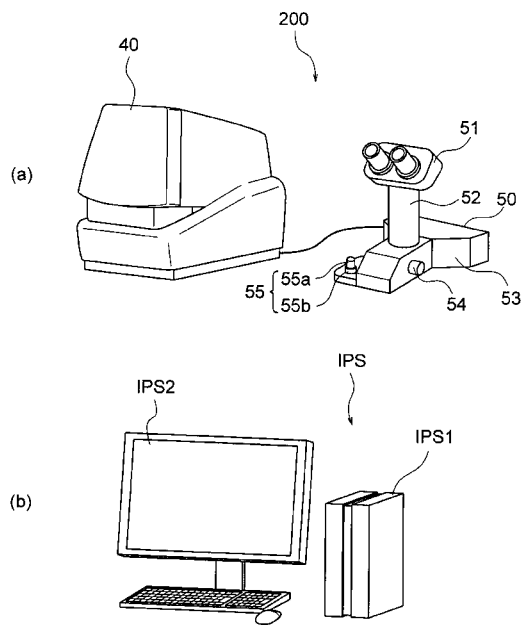
【図 3】



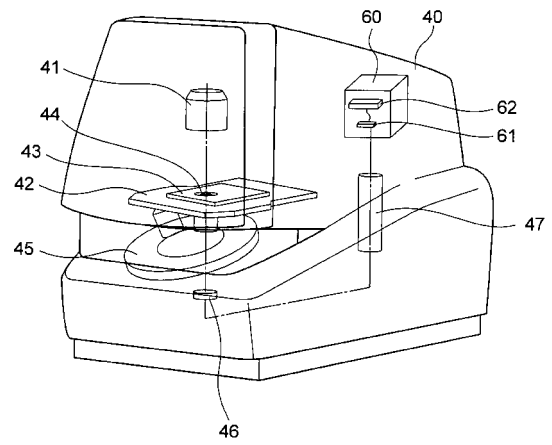
【図 4】



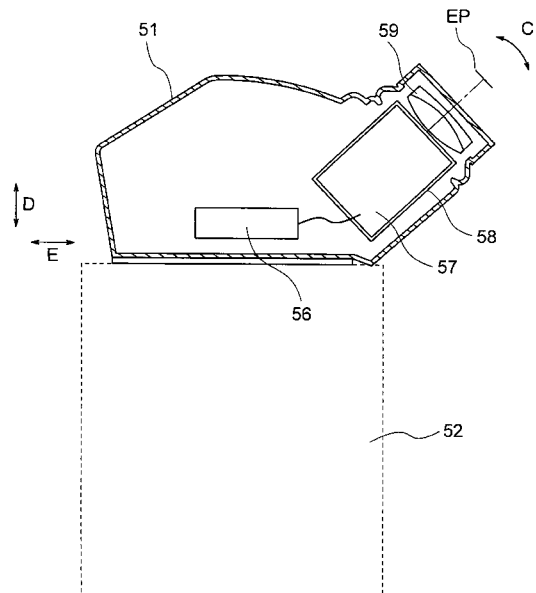
【図 5】



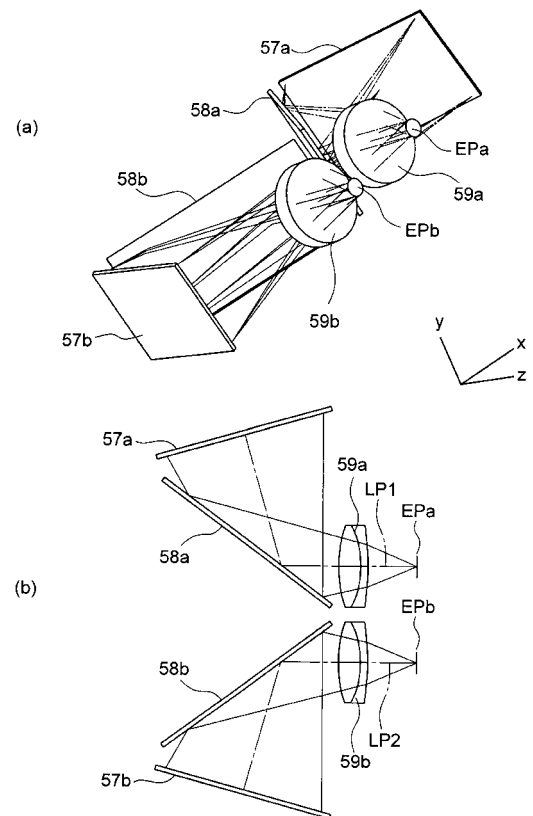
【図 6】



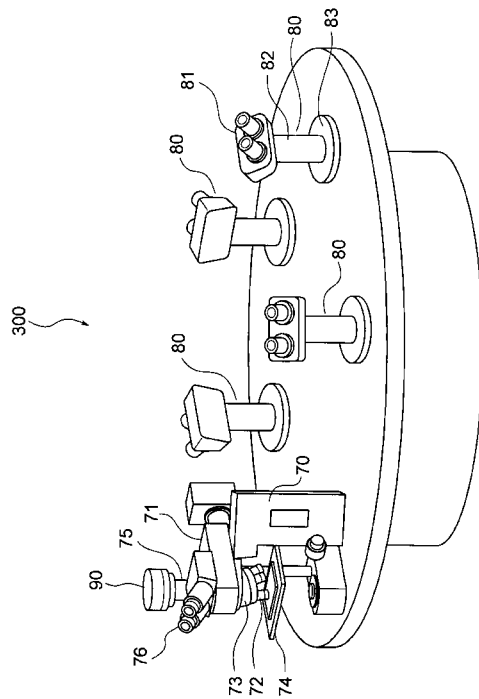
【図 7】



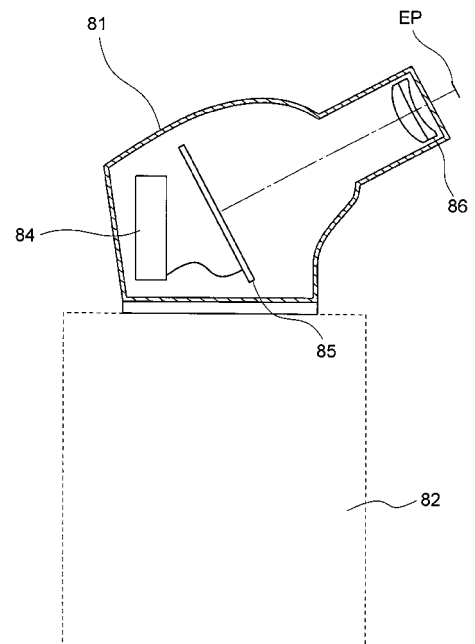
【図 8】



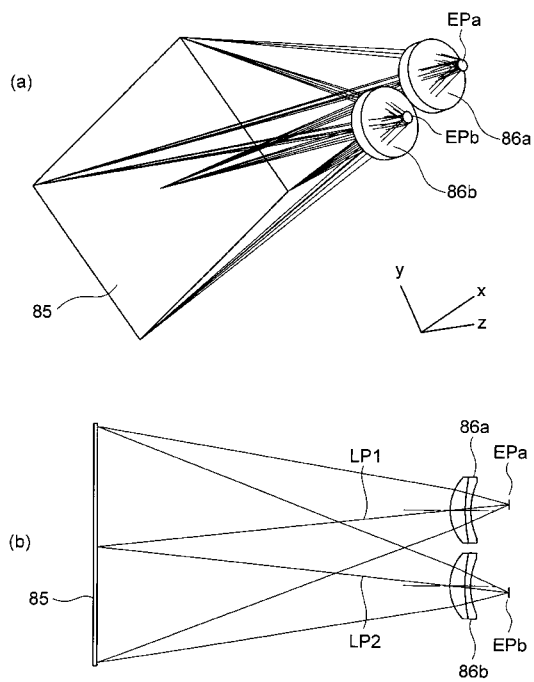
【図 9】



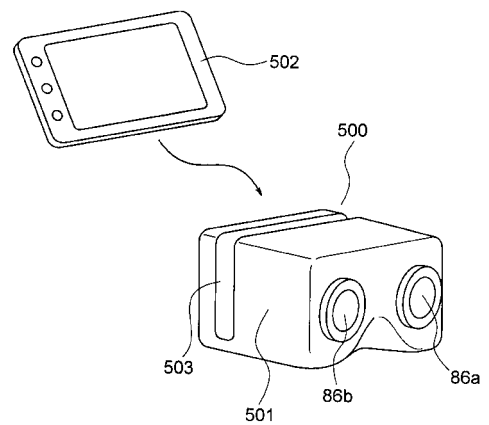
【図 10】



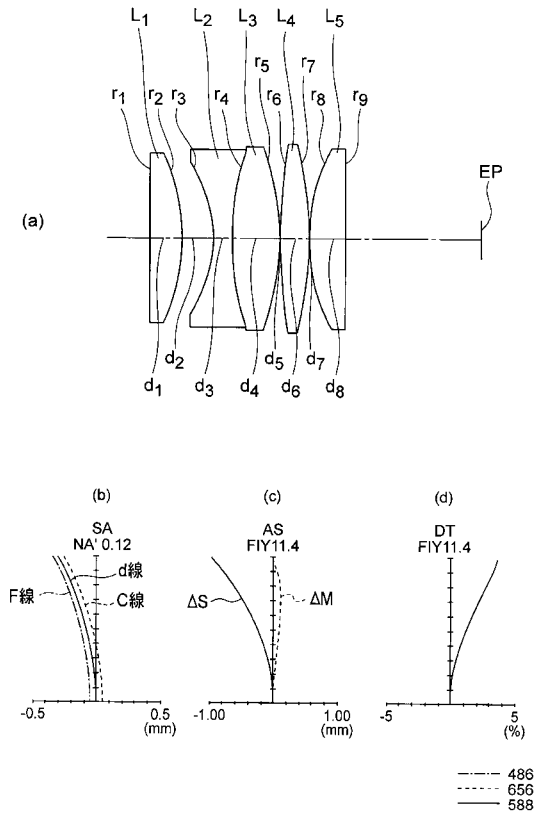
【図 11】



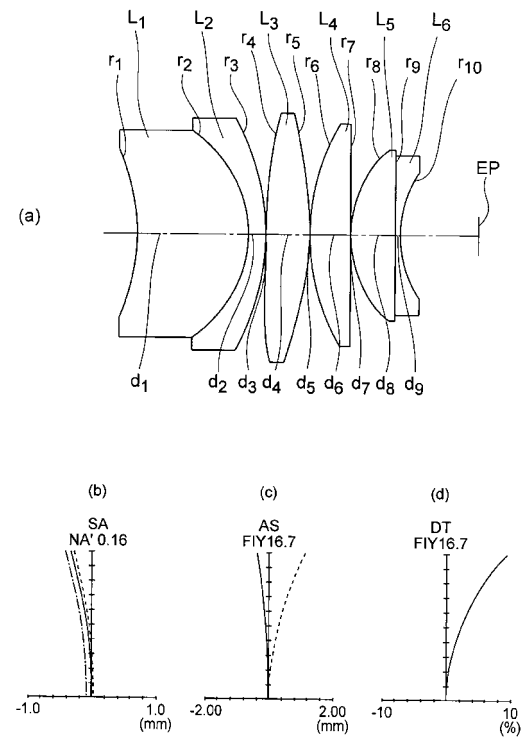
【図 12】



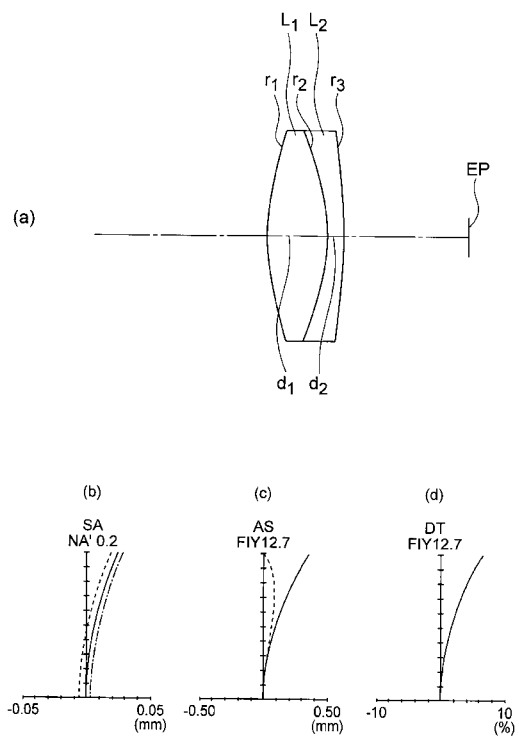
【図 13】



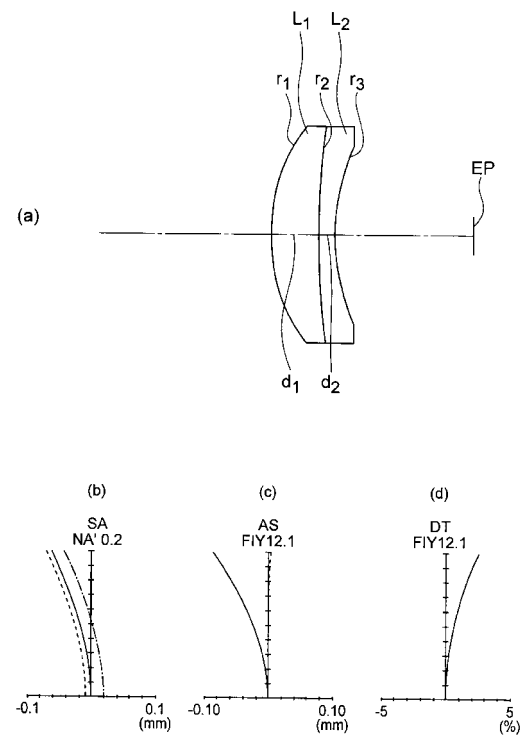
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 良政

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H052 AA00 AB06 AB10 AB18 AF14 AF22 AF25

2H087 KA09 KA14 LA11 PA01 PA04 PA18 PA19 PB02 PB05 PB06

QA02 QA03 QA06 QA07 QA12 QA13 QA14 QA22 QA25 QA33

QA37 QA38 QA41 QA45