(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3556283号
(P3556283)
(45)発行日　平成16年8月18日(2004.8.18)　(24)登録日　平成16年5月21日(2004.5.21)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 21/06　G02B 21/08

請求項の数 4　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平6-236934
(22)出願日　平成6年9月30日(1994.9.30)
(65)公開番号　特開平8-101344
(43)公開日　平成8年4月16日(1996.4.16)
審査請求日　平成13年4月11日(2001.4.11)

(73)特許権者　000000376
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　100065824
弁理士　篠原　泰司
(72)発明者　川崎　健司
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】顕微鏡用照明光学系

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

光源，コンデンサレンズ及び開口絞りを備えた透過型ケーラー照明光学系において、
前記コンデンサレンズは入射側から順に、全体として正のパワーを有する第一レンズ群と、全体として正のパワーを有する第二レンズ群とから構成され、
前記第一レンズ群及び前記第二レンズ群は、負レンズと正レンズとを含み、
前記第二レンズ群の最も入射側に位置する面は入射側に凹面を向け、最も射出側に位置する面は射出側に凸面を向け、
更に、前記第一レンズ群と第二レンズ群との間には前記開口絞りが配置され、
且つ、前記最も入射側に位置する面の曲率半径をR_1とし，前記最も射出側に位置する面の曲率半径をR_2とし、標本面上の有効照明範囲の直径をＤとするとき、以下に示す条件式を満足するようにしたことを特徴とする顕微鏡用照明光学系。
（１）$R_1／R_2＞0$
（２）$f_2／D＞1．7$

【請求項２】

前記第一レンズ群の焦点距離をf_1、前記第二レンズ群の焦点距離をf_2、前記コンデンサレンズ全体の焦点距離をｆ、該コンデンサレンズの最も入射側に位置する面から該コンデンサレンズの後側焦点位置までの距離をＬとするとき、以下に示す条件式を満足するようにしたことを特徴とする請求項１に記載の顕微鏡用照明光学系。
（３）$f_1／f_2＞0．5$

（４）ｆ／Ｌ＞０．９
【請求項３】
前記第二レンズ群に含まれる正レンズの最大のアッベ数をνＰ、該第二レンズ群に含まれる負レンズの最小のアッベ数をνｎとするとき、以下に示す条件式を満足するようにしたことを特徴とする請求項１に記載の顕微鏡用照明光学系。
（５）νＰ＞４５，νｎ＜３０
【請求項４】
倍率が１倍乃至４倍の対物レンズに用いられることを特徴とする請求項１に記載の顕微鏡用照明光学系。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、顕微鏡において使用される照明光学系に関する。
【０００２】
【従来の技術】
顕微鏡の透過照明光学系としては、ケーラー照明光学系が知られている。これは、少なくとも、光源，コレクタレンズ，視野絞り，開口絞り及びコンデンサレンズにより構成されている。そして、前記光源像をコレクタレンズにより開口絞りの位置に投影し、この光源像を二次光源としてコンデンサレンズにより対物レンズの瞳に投影することによって物体を照明するようにしたものである。一方、前記視野絞りの像はコンデンサレンズによって標本面に投影されるようになっている。このようにして、ケーラー照明光学系によると、照明視野が明確に定まり、且つ、照明ムラが少なくなる。
又、通常の顕微鏡では、対物レンズの瞳を無限遠方に設定されることが多いため、照明光学系としてはテレセントリック（主光線が光軸に平行になる）な配置が採用されているのが一般的である（さもないと、開口絞りを絞ったときにケラレが発生する）。従って、開口絞りがコンデンサレンズの前側焦点位置と一致するように配置されることが多い。
【０００３】
又、顕微鏡は、１～１００倍程度の比較的広い観察倍率に亘って使用されるものである。しかし、１倍と１００倍とでは、視野の大きさ，対物レンズの開口数が全く異なるため、前記ケーラー照明系を実現するための条件を一つの光学系によって全ての観察倍率に亘って実現することは困難である。このため、照明光学系を観察倍率に応じて何段階かに分け、各観察倍率毎に異なる光学系を用いて、全ての観察倍率においてケーラー照明の条件を満足するようにしている。
例えば、特開平５－１３４１９０号公報に開示された装置はその一例であり、高倍用開口絞り及び高倍用コンデンサレンズからなる高倍用照明光学系と、低倍用開口絞り及び低倍用コンデンサレンズからなる低倍用光学系とを備えており、この両者を選択的に照明光路中に挿入することで、より広い観察倍率に亘って適用可能なケーラー照明系を実現している（尚、光源，コレクタレンズ，視野絞り等は高倍，低倍で共通に使用されている）。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、この照明光学系では、低倍用のコンデンサレンズが第一の正レンズ，負レンズ，第二の正レンズから構成され、低倍用開口絞りは前記負レンズの近傍に配置されている。又、前記開口絞りを無限遠方に投影する第二の正レンズが比較的簡単な構成のレンズから構成されているため、この部分での収差補正が十分にできず、周辺光量が不足したり照明ムラが生じたりという問題がある。
【０００５】
この問題の原因を図４及び５を用いて説明する。図４及び５は照明光学系の開口絞りより後側の部分のみを図示したもので、１は開口絞りを、２はコンデンサレンズの第二正レンズを、３は標本面を、示している。又、４は標本面３上の最大像高の点を、５は中間像高の点を、F_f　は第二正レンズ２の前側焦点を、示している。上記の問題が生ずる原因は

、第二正レンズ２の球面収差が十分に補正されていないことである。この第二正レンズ２が負の大きな球面収差を有しているため、視野周辺でのテレセントリックの条件が満足されるように（主光線６が標本面３に対して垂直となるように）するためには、開口絞り１の位置を第二正レンズ２の前側焦点位置F_f　よりもこの第二正レンズ２側に寄せることになる。このように配置すると、主光線６と光軸L_C　とのなす角θが大きくなるため、ｃｏｓ４乗則により視野周辺部の光量低下が開口絞り１が第二正レンズ２の前側焦点位置F_f　にある場合よりも著しくなり、周辺光量の低下を招くことになる。
又、図５に示すように、中間像高５の主光線７は第二正レンズ２の前側焦点位置F_f　と開口絞り１との間の位置で光軸L_C　と交わることになる。このため、開口絞り１を絞ってその開口径を小さくすると、上側周辺光線（ｍａｒｇｉｎａｌ　ｒａｙ）が開口絞り１によってケラレてしまい、中間像高５の光量が減少する。これが照明ムラとなって現れる。
尚、色収差の補正が十分に行われていないと、これらに加えて色ムラも生じることになるため、使用に耐えないものとなる。

【０００６】

従来タイプの照明光学系に用いられているコンデンサレンズ（低倍用）の一例を図６に示す。この図のように、従来用いられているコンデンサレンズ１０は、正レンズL_1　と負レンズL_2　とからなる第一レンズ群G_1　と、正レンズL_3　からなる第二レンズ群G_2　とにより構成されている。又、開口絞り２が第一レンズ群G_1　と第二レンズ群G_2　との間の第一レンズ群G_1　よりに配置されている。又、F_f　は第二レンズ群G_2　の前側焦点位置を、F_b　は第一レンズ群G_1　及び第二レンズ群G_2　の合成後側焦点位置を、夫々示している。

【０００７】

以下、従来の照明光学系に用いられているコンデンサレンズ１０を構成するレンズの数値データを示す。

$r_1 = 23.83$
$d_1 = 8$　　$n_1 = 1.6779$　　$\nu_1 = 55.33$
$r_2 = 108.255$
$d_2 = 16$
$r_3 = -22.599$
$d_3 = 2$　　$n_3 = 1.64769$　　$\nu_3 = 33.8$
$r_4 = -267.886$
$d_4 = 30.7$
$r_5 = 39.982$
$d_5 = 5.5$　　$n_5 = 1.7725$　　$\nu_5 = 49.66$
$r_6 = -74.922$
$d_6 = 9.2$

【０００８】

第一レンズ群G_1　の焦点距離f_1　＝１００．０２６
第二レンズ群G_2　の焦点距離f_2　＝７４．９
コンデンサレンズ１０の焦点距離ｆ＝６７．３５２
物体面の有効照明範囲Ｄ＝φ２２

【０００９】

但し、上記各数値データにおいて、r_1　，r_2　，・・・・は各レンズ面の曲率半径を

、d_1　，d_2　，・・・・は各レンズの肉厚又は間隔を、n_1　，n_2　，・・・・は各レンズの屈折率を、ν_1　，ν_2　，・・・・は各レンズのアッベ数を、夫々示している。

【００１０】

	理論値	従来の照明光学系	
		ASを開いた時（※１）	ASを絞った時（※２）
軸上	100	100	100
中間	99	92	76
最周辺	96	94	78

表－１

【００１１】

表１では、軸上の光量を１００として、各像高における光量を、収差をゼロとした理論値と従来の照明光学系とにおいて比較した数値を示したものである。従来の照明光学系においては、対物レンズの開口数（ＮＡ）が０．０４で最大像高の主光線が光軸と平行になるように設定する条件の下に、開口絞り（ＡＳ）を開口数が０．０８になるようにした場合（※１）と、開口絞りを開口数が０．０４になるように絞り径を小さくした場合（※２）とが夫々示されている。このデータから、従来の光学系では、軸上の光量と比較して周辺部の光量低下が著しいと共に中間像高が暗くなり、前記光量低下に加えて照明ムラも生じていることが分かる。

【００１２】

そこで、本発明は、上記のような従来技術の問題点に鑑み、軸上の光量に対するその周辺光量を理論値に近い値に維持し、照明ムラ及び色ムラの発生を抑制し得るコンデンサレンズを備えた顕微鏡用照明光学系を提供することを目的とする。

【００１３】

【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、本発明による顕微鏡用照明光学系は、光源，コンデンサレンズ及び開口絞りを備えた透過型ケーラー照明光学系において、前記コンデンサレンズは入射側から順に、全体として正のパワーを有する第一レンズ群と、全体として正のパワーを有する第二レンズ群とから構成され、前記第一レンズ群及び前記第二レンズ群は、負レンズと正レンズとを含み、前記第二レンズ群の最も入射側に位置する面は入射側に凹面を向け、最も射出側に位置する面は射出側に凸面を向け、更に、前記第一レンズ群と第二レンズ群との間には前記開口絞りが配置され、且つ、前記最も入射側に位置する面の曲率半径をR_1とし，前記最も射出側に位置する面の曲率半径をR_2とし、標本面上の有効照明範囲の直径をＤとするとき、以下に示す条件式を満足するようにしたことを特徴とする。

$R_1／R_2＞0$　　・・・・（１）

$f_2／D＞1．7$　　・・・・（２）

【００１４】

又、本発明の照明光学系は、前記第一レンズ群の焦点距離をf_1、前記第二レンズ群の焦点距離をf_2、前記コンデンサレンズ全体の焦点距離をｆ、該コンデンサレンズの最も入射側に位置する面から該コンデンサレンズの後側焦点位置までの距離をＬとするとき、以

下に示す条件式を満足するようにしたことも特徴としている。

$f_1/f_2>0.5$ ・・・・（３）

$f/L>0.9$ ・・・・（４）

【００１５】

又、本発明の照明光学系では、前記第二レンズ群に含まれる正レンズの最大のアッベ数をνP、該第二レンズ群に含まれる負レンズの最小のアッベ数をνnとするとき、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

$\nu P>45,\ \nu n<30$ ・・・・（５）

更に、本発明の照明光学系は、倍率が１倍乃至４倍の対物レンズに用いられることをも特徴としている。

【００１６】

上記のように、本発明の照明光学系は、コンデンサレンズが光の入射側から第一レンズ群と第二レンズとからなり、更にこれらレンズ群の間に開口絞りを配置して構成されている。そして、第二レンズ群を構成するレンズの球面収差を補正して、第二レンズ群の前側焦点位置と開口絞りの配置位置とを一致させるようにしたことが本発明の趣旨である。

【００１７】

本発明の照明光学系では、コンデンサレンズの第一レンズ群は、特に視野絞り像を標本面上に投影する作用を有しており、この視野絞り像の球面収差を補正するために、その第一レンズ群に負レンズを備えている。又、開口絞り位置においてコンデンサレンズの第二レンズ群による球面収差の発生を抑制するためには、その第二レンズ群にも負レンズを備えることが好ましい。そこで、本発明の照明光学系に用いるコンデンサレンズでは、その第二レンズ群が全体として入射側に凹面を向けたメニスカス形状となるように構成している。このためには、前記第二レンズ群の最も入射側に位置する面の曲率半径をR_1，最も射出側に位置する面の曲率半径をR_2とするとき、

$R_1/R_2>0$ ・・・・（１）

が満たされることが必要となる。

このように構成することにより、球面収差の発生を抑え、第二レンズ群の前側焦点位置と開口絞り位置との一致度を向上せしめることができる。

もし、上記条件式（１）の値が０より小さくなるような場合には、球面収差を良好に補正することができず、不具合が生じることになる。

更に、標本面上の有効照明範囲の直径をＤとするとき、前記第二レンズ群のＦナンバf_2/Dは１．７より大きく（即ち暗く）なければ、この第二レンズ群の前側焦点位置と前記開口絞り位置とを一致させることができなくなる。そこで、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

$f_2/D>1.7$ ・・・・（２）

【００１８】

又、本発明の照明光学系において、コンデンサレンズ全長を短くしてその焦点距離を長く、且つ、開口絞りをかかるコンデンサレンズに内蔵し得るようにするためには、コンデンサレンズの第一レンズ群の焦点距離をf_1、コンデンサレンズの第二レンズ群の焦点距離をf_2、前記コンデンサレンズ全体の焦点距離をｆ、このコンデンサレンズの最も入射側に位置する面からコンデンサレンズの後側焦点位置までの距離をＬとしたとき、以下の条件式を満足することが好ましい。

$f_1/f_2>0.5$ ・・・・（３）

$f/L>0.9$ ・・・・（４）

この条件式（３）及び（４）は前記コンデンサレンズのパワー配置と望遠比を定めるものである。前記コンデンサレンズを条件式（３）及び（４）を満たすように構成することにより、かかるコンデンサレンズの望遠比を小さくすることによってその全長を短くしながら焦点距離を長くして大きな視野を照明することが可能になり、且つ、パワー配置を適切に定めそのコンデンサレンズの第一レンズ群と第二レンズ群との間に前記開口絞りを配置することが可能になる。

【００２０】
加えて、前記コンデンサレンズの第二レンズ群に含まれる正レンズの最大のアッベ数をνＰ、第二レンズ群に含まれる負レンズの最小のアッベ数をνｎとするとき、
νＰ＞４５，νｎ＜３０　　・・・・（５）
の条件を満足するように前記コンデンサレンズを構成すれば、前記第二レンズ群の軸上色収差を良好に補正することができる。そして、色収差を除去することにより、色ムラが発生することなく、理想的なケーラー照明を実現することができる。
尚、前記第二レンズ群に非球面を使用すれば、一層効果的な球面収差補正を行うことができるため、より好ましい。
【００２１】
以上のように、本発明によれば、軸上の光量に対する周辺光量を理論値に近い値に維持し、周辺光量不足，照明ムラ及び色ムラの発生を抑制し得る高性能な顕微鏡用照明系を提供することができる。
尚、本発明の照明光学系は、主として顕微鏡の低倍用照明光学系として用いた場合に優れた効果を発揮するが、必ずしもこの用途のみに限られるものではない。
【００２２】
【実施例】
以下、図示した実施例に基づき本発明を説明する。
図１は、本発明による顕微鏡用照明光学系の原理構成を示す図である。同図（ａ）は高倍用の照明光学系の配置を示しており、光の入射側から順に、光源１１，コレクタレンズ１２，視野絞り１３，窓レンズ１４，高倍用開口絞り１５及び高倍用コンデンサレンズ１６が夫々光軸L_C　上に配置されている。光源１１から出射された光は、コレクタレンズ１２及び窓レンズ１４により高倍用開口絞り１５の近傍に光源像１７を形成し、更にこの像は高倍用コンデンサレンズ１６により図示しない対物レンズの瞳位置近傍に投影される。又、視野絞り１３は、窓レンズ１４及び高倍用コンデンサレンズ１６によって標本面１８に投影されるようになっている。
【００２３】
又、同図（ｂ）は低倍用の照明光学系の配置を示しており、同図（ａ）に示した高倍用の照明光学系の構成と比較して、窓レンズ１４より後側の構成を異にしている。即ち、窓レンズ１４の後側には、光の入射側から順に、低倍用コンデンサレンズ１９の第一レンズ群G_1　，低倍用開口絞り２０，低倍用コンデンサレンズ１９の第二レンズ群G_2　が夫々光軸L_C　上に配置されている。そして、光源１１から射出された光は、コレクタレンズ１２，窓レンズ１４及び低倍用コンデンサレンズの第一レンズ群G_1　により低倍用開口絞り２０の近傍に光源像１７’を形成し、更にこの像は低倍用コンデンサレンズ１９の第二レンズ群G_2　によって図示しない対物レンズの瞳位置近傍に投影される。又、視野絞り１３は窓レンズ１４，低倍用コンデンサレンズ１９の第一レンズ群G_1　及び第二レンズ群G_2　により、標本面１８に投影されるようになっている。
このように、低倍用の照明光学系では、低倍用コンデンサレンズ１９を二群で構成し、その第一レンズ群G_1　にリレーレンズしての作用を備えさせたことにより、光源像１７’を標本面１８から窓レンズ１４側へ移動させている。又、光源像１７’の位置に低倍用開口絞り２０を配置することにより、コンデンサレンズ１９の第二レンズ群G_2　に焦点距離の長いレンズを用いることを可能にしている。
【００２４】
更に、本発明による照明光学系においては、図１（ａ）及び（ｂ）に示したように、窓レンズ１４より後側の構成を選択的に交換（即ち、「高倍用開口絞り１５及び高倍用コンデンサレンズ１６」と「第一レンズ群G_1　，第二レンズ群G_2　からなる低倍用コンデンサレンズ１９及び低倍用開口絞り２０」との挿脱）可能になっている。
従って、本発明の照明光学系を用いれば、高倍用のケーラー照明を行う場合にも、又、低倍用のケーラー照明を行う場合にも、一つの光学系によって実施することができるため、好適である。

【００２５】
以下、本発明による照明光学系に用いられる低倍用のコンデンサレンズの構成を詳細に説明する。
図２は、低倍用コンデンサレンズの構成の一例を示す光軸に沿う断面図である。図のように、低倍用コンデンサレンズ１９は、光の入射側から順に、正レンズ３１及び負レンズ３２からなり全体として正のパワーを有する第一レンズ群G_1と、負レンズと正レンズとを接合して形成した接合負レンズ３３及び正レンズ３４からなり全体として正のパワーを有する第二レンズ群G_2とにより構成されている。更に、低倍用開口絞り２０が、第一レンズ群G_1と第二レンズ群G_2との間に設けられ、第二レンズ群G_2の前側焦点位置F_fと一致するように配置されている。又、F_bは第一レンズ群G_1と第二レンズ群G_2との合成系の後側焦点位置を、L_Cは光軸を、夫々示している。
【００２６】
以下、この低倍用コンデンサレンズ１９を構成しているレンズの数値データを示す。

$r_1 = 27.892$
$d_1 = 5.3 \quad n_1 = 1.7725 \quad \nu_1 = 49.6$
$r_2 = \infty$
$d_2 = 2.34$
$r_3 = -92.482$
$d_3 = 2.8 \quad n_3 = 1.74077 \quad \nu_3 = 27.79$
$r_4 = 92.482$
$d_4 = 48.92$

【００２７】

$r_5 = -19.919$
$d_5 = 2.45 \quad n_5 = 1.84666 \quad \nu_5 = 23.78$
$r_6 = \infty$
$d_6 = 5.55 \quad n_6 = 1.59551 \quad \nu_6 = 39.21$
$r_7 = -18.184$
$d_7 = 0.2$
$r_8 = \infty$
$d_8 = 3.59 \quad n_8 = 1.7725 \quad \nu_8 = 49.6$
$r_9 = -34.61$
$d_5 = 3.8$

【００２８】
第一レンズ群G_1の焦点距離f_1＝４１．７
第二レンズ群G_2の焦点距離f_2＝６９．９
コンデンサレンズ１９の焦点距離ｆ＝７８．３
コンデンサレンズ１９の最も入射側の面からコンデンサレンズ１９の後側焦点位置F_bまでの距離Ｌ＝７４．９４
標本面の有効照明範囲Ｄ＝φ２２
【００２９】
図３は、低倍用コンデンサレンズの構成の別の一例を示す光軸に沿う断面図である。図の

ように、低倍用コンデンサレンズ１９’は、光の入射側から順に、正レンズ４１及び負レンズ４２からなり全体として正のパワーを有する第一レンズ群G_1と、負レンズ４３及び正レンズ４４からなり全体として正のパワーを有する第二レンズ群G_2とにより構成されている。更に、低倍用開口絞り２０が、第一レンズ群G_1と第二レンズ群G_2との間に設けられ、第二レンズ群G_2の前側焦点位置F_fと一致するように配置されている。又、F_bは第一レンズ群G_1と第二レンズ群G_2との合成系の後側焦点位置を、L_Cは光軸を、夫々示している。

【００３０】

以下、この低倍用コンデンサレンズ１９’を構成しているレンズの数値データを示す。

$r_1 = 28.76$

$d_1 = 4.47 \quad n_1 = 1.7725 \quad \nu_1 = 49.6$

$r_2 = \infty$

$d_2 = 3.33$

$r_3 = -79.81$

$d_3 = 3.01 \quad n_3 = 1.74077 \quad \nu_3 = 27.79$

$r_4 = 113.87$

$d_4 = 50.0$

$r_5 = -137.89$

$d_5 = 3.64 \quad n_5 = 1.80518 \quad \nu_5 = 25.43$

$r_6 = 38.71$

$d_6 = 2.2$

$r_7 = 65.86$

$d_7 = 4.5 \quad n_7 = 1.7865 \quad \nu_7 = 50.0$

$r_8 = -22.48$

$d_8 = 3.8$

【００３１】

第一レンズ群G_1の焦点距離f_1＝７１．８

第二レンズ群G_2の焦点距離f_2＝４０．６３

コンデンサレンズ１９’の焦点距離ｆ＝７３．１

コンデンサレンズ１９’の最も入射側の面からコンデンサレンズ１９’の後側焦点位置F_bまでの距離Ｌ＝７４．９２

標本面の有効照明範囲Ｄ＝φ２２

【００３２】

但し、上記各数値データにおいて、r_1，r_2，・・・・は各レンズ面の曲率半径を、d_1，d_2，・・・・は各レンズの肉厚又は間隔を、n_1，n_2，・・・・は各レンズの屈折率を、ν_1，ν_2，・・・・は各レンズのアッベ数を、夫々示している。

【００３３】

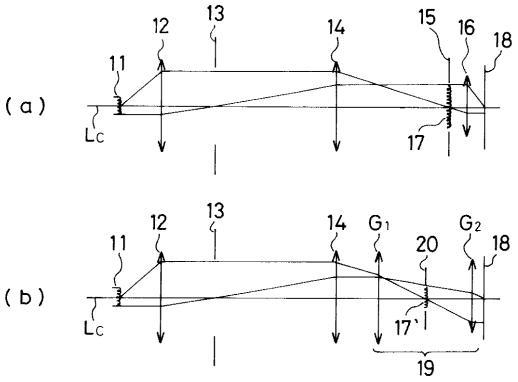
	理論値	本発明の照明光学系	
		ASを開いた時（※1）	ASを絞った時（※2）
軸上	100	100	100
中間	99	98	98
最周辺	96	95	95

表－2

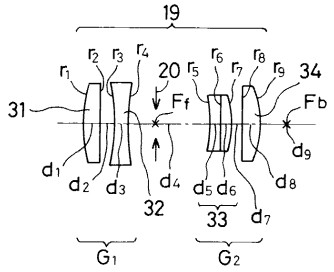
【００３４】
表２では、軸上を１００として、各像高における光量を、収差ゼロとした理論値と本発明による照明光学系とにおいて比較した数値で示したものである。本発明の照明光学系においては、対物レンズの開口数（ＮＡ）が０．０４で最大像高の主光線が光軸と平行になるように設定する条件の下に、低倍用開口絞り（ＡＳ）２０を開口数が０．０８になるようにした場合（※１）と、低倍用開口絞り（ＡＳ）２０の開口数を０．０４になるように絞り径を小さくした場合（※２）とが夫々示されている。
【００３５】
このデータから、本発明による照明光学系を用いれば、ほぼ理論値に近い数値データが得られることが分かる。
従って、前述した従来タイプの照明光学系程、軸上と周辺部との光量の差を生ぜず、中間像高においても暗くなることはなく、光量の低下と照明ムラの発生を十分に抑制することができる。
尚、本実施例では、非球面を用いたコンデンサレンズの例は特に示していないが、前記コンデンサレンズの第二レンズ群に非球面を使用すれば、一層効果的な球面収差の補正を行うことができるため、より好ましい。
本発明の低倍用コンデンサレンズは、対物レンズの倍率で１～４倍程度の極低倍領域のコンデンサレンズとして好適なものである。
【００３６】
【発明の効果】
上述のように、本発明による顕微鏡用照明光学系は、軸上の光量に対する周辺光量を理論値に近づけることができ、照明ムラ及び色ムラの発生を抑制することができるという優れた利点を有する。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明による顕微鏡用照明光学系の原理構成図であり、（ａ）は高倍用の構成図，（ｂ）は低倍用の構成図である。
【図２】本発明の顕微鏡用照明光学系に用いられる低倍用コンデンサレンズの構成の一例を示す光軸に沿う断面図である。
【図３】本発明の顕微鏡用照明光学系に用いられる低倍用コンデンサレンズの構成の別の一例を示す光軸に沿う断面図である。
【図４】従来の照明光学系の構成を説明するための図である。
【図５】従来の照明光学系の構成を説明するための図である。
【図６】従来の照明光学系に用いられているコンデンサレンズの構成の一例を示す光軸に沿う断面図である。
【符号の説明】

１１　　光源
１２　　コレクタレンズ
１３　　視野絞り
１４　　窓レンズ
１５　　高倍用開口絞り
１６　　高倍用コンデンサレンズ
１７，１７’　光源像
１８　　標本面
１９　　低倍用コンデンサレンズ
２０　　低倍用開口絞り
３１，３４，４１，４４　正レンズ
３２，３３，４２，４３　負レンズ
G_1　　第一レンズ群
G_2　　第二レンズ群
F_b　　コンデンサレンズ１９の後側焦点位置
F_f　　第二レンズ群G_2　の前側焦点位置
L_C　　光軸

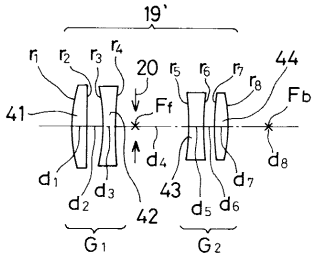
【図１】



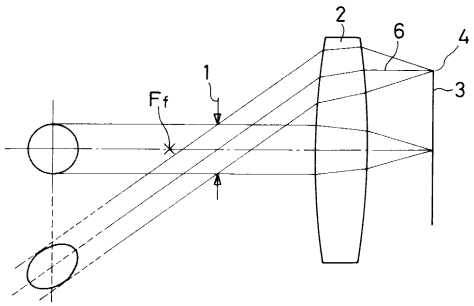
【図２】



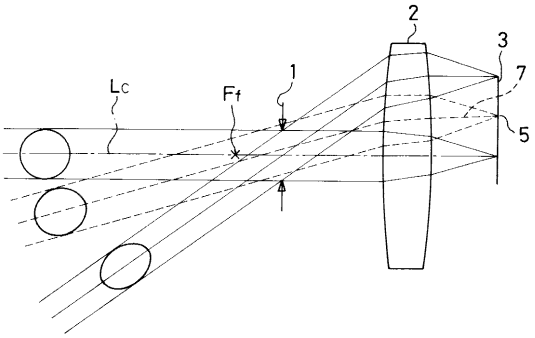
【図３】



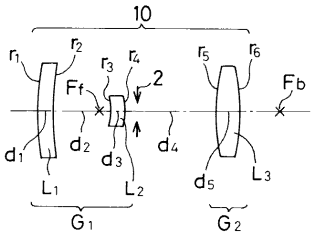
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－１３４１９０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５４－１２４７５０（ＪＰ，Ａ）

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