

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3967465号
(P3967465)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int.C1.

F 1

GO2B 13/22 (2006.01)

GO2B 13/22

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-183293
 (22) 出願日 平成10年6月16日(1998.6.16)
 (65) 公開番号 特開2000-2836(P2000-2836A)
 (43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)
 審査請求日 平成16年10月26日(2004.10.26)

(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 100075867
 弁理士 向 寛二
 (72) 発明者 古賀 さやか
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 オリ
 パス光学工業株式会社内

審査官 濱川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】対物レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、負の単レンズ1枚からなる第1レンズ群と、正の単レンズ1枚からなる第2レンズ群と、明るさ絞りと、2枚の単レンズからなり全体として正の第3レンズ群からなり、前記正の第3レンズ群を構成するすべての単レンズの曲率を有する各面がいずれもその曲率中心が該面よりも物体側に位置し、下記条件(1)を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$(1) \quad 0.7 < D(T) / f < 3.5$$

ただし、D(T)は対物レンズ中の曲面を持つすべてのレンズの中心肉厚の和、fは対物レンズ全系の焦点距離である。

【請求項2】

前記第3レンズ群の2枚の単レンズの物体側の面がいずれも平面であることを特徴とする請求項1の対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレンズ枚数の少ない小型なレンズ系で、内視鏡、デジタルカメラ、監視用テレビカメラ等に適した対物レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、気管支等細い管腔を観察、治療するための細径内視鏡が実用化されている。これら細径内視鏡に用いられる対物レンズは、実用上十分に収差が補正されていることと、操作性向上のために内視鏡挿入部の細径化や内視鏡挿入部の先端硬質部の短縮化が望まれている。

【0003】

また、ファイバースコープにおいて、対物レンズにより形成された像をイメージファイバーにて伝送する場合や、硬性鏡において対物レンズの像をリレーレンズにて伝送する場合や、ビデオスコープにおいて固体撮像素子の受光面上に形成された像を電気信号に変換する場合等、対物レンズからの光束が受光面に対して概ね垂直に入射するようにすることが望ましい。つまりレンズ系がテレセントリックであることが望ましい。それは、像伝送系等においては像伝送の際の光量のロスを防止する必要があり、固体撮像素子にて受光する場合は、輝度シェーディングや色シェーディングの発生による画質の劣化防止する必要があるためである。10

【0004】

又デジタルカメラや監視用テレビカメラに用いるレンズ系も、小型軽量化が望まれ又前述のようなテレセントリックな構成にすることが望まれている。

【0005】

以上の要望に沿った小型な細径内視鏡用対物レンズの従来例として、特開平5-10747号公報に記載されたレンズ系が知られている。例えは前記公報に実施例3として記載されたレンズ系は、図6に示す通り、物体側より順に、負の単レンズからなる第1レンズと、正の単レンズからなる第2レンズと、明るさ絞りと、正の単レンズからなる第3レンズよりなる三つの単レンズにて構成されたレンズ系である。20

【0006】

この従来例は、倍率の色収差は補正されているが第1レンズである凹レンズのパワーが強くそのため像面湾曲が大になり、その後に配置された2枚の凸レンズ（第2レンズと第3レンズ）にては、十分に補正することが困難である。又、内視鏡挿入部の先端硬質部の短縮化のために対物レンズの全長を短くしようとすると、明るさ絞りの後の凸レンズ（第3レンズ）1枚のみでは、テレセントリックな構成にすることが困難である。

【0007】

又、他の従来例として、特開平7-84179号公報に記載されたレンズ系が知られている。この従来例は、図7に示す通りの構成で、物体側より順に、負の単レンズからなる第1レンズと、明るさ絞りと、正の単レンズからなる第2レンズと、正の単レンズからなる第3レンズの3枚のレンズにて構成されており、前記従来例に比べればテレセントリックな構成にしやすいレンズ系である。しかし、像面湾曲は十分補正されておらず、又倍率の色収差の補正も十分ではない。30

【0008】

他の従来例として特公平8-27429号公報に記載された対物レンズが知られている。この従来例は、図8に示すように、物体側より順に、負の単レンズからなる第1レンズと、正の単レンズからなる第2レンズと、明るさ絞りと、接合レンズで全体として正である第3レンズとより構成されている。40

【0009】

この従来例のレンズ系は、倍率の色収差、像面湾曲が良好に補正されており、又テレセントリックな構成にすることも可能である。

【0010】

しかし、第3レンズとして接合レンズを用いているため、単レンズに比べて加工の際に芯出しや貼り合わせ等の工程を必要とし、コストが増加するため好ましくない。また、接合レンズは、加工上構成する正レンズの縁肉厚や負レンズの中肉厚をある程度確保しなければならず、対物レンズの全長の短縮化が困難である。

【0011】

他の従来例として特開平9-61710号公報に記載されたレンズ系が知られている。こ50

の従来例は、図9に示す通りで、物体側から順に、負の単レンズからなる第1レンズと、正の単レンズからなる第2レンズと、明るさ絞りと、正の単レンズからなる第3レンズと、正の単レンズからなる第4レンズにて構成された4枚のレンズからなるレンズ系である。

【0012】

この従来例は、倍率の色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差は良好に補正されており、また実用上十分なテレセントリックなレンズ系にすることは可能である。

【0013】

しかし、この従来例は、第4レンズが物体側に凸の面でありバックフォーカスが短くなる。内視鏡挿入部の先端硬質部の短縮化のためには、レンズ系の全長を短くする必要があるが、レンズ系のピント調整のためには、バックフォーカスが長いことが望ましい。

10

【0014】

又、この従来例のレンズ系は、前述のように第4レンズが物体側に凸の面であり、このレンズをCCD等の撮像素子のカバーガラスと接着させる場合、用いられる接着剤は組立性から紫外線硬化材が用いられる。そのためこの従来例のような構成の場合、撮像素子に紫外線を当てる回数が多くなり、撮像素子上に配置される色補正フィルターを変質させる等の悪影響を与える可能性が大である。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、小型化のために全長を短くし外径を小にし、又テレセントリックな構成になし得るものでかつ諸収差が良好に補正された対物レンズを提供するものである。

20

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の対物レンズは、物体側から順に、負の単レンズ1枚からなる第1レンズ群と、正の単レンズ1枚からなる第2レンズ群と、明るさ絞りと、2枚の単レンズからなり全體として正の第3レンズ群からなり、前記正の第3レンズ群を構成するすべての単レンズの曲率を有する各面がいずれもその曲率中心が該面よりも物体側に位置し、下記条件(1)を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 0.7 < D(T) / f < 3.5$$

ただし、 $D(T)$ は対物レンズ中の曲面を持つすべてのレンズの中心肉厚の和、 f は対物レンズ全系の焦点距離である。

30

【0017】

本発明の対物レンズは、明るさ絞りと像面との間に複数の単レンズ(2枚以上の単レンズ)よりなり全體として正のレンズ群である第3レンズ群を配置することによってレンズ系を十分なテレセントリック性を有する構成とししかも像面湾曲を良好に補正し得るようにした。

【0018】

又、第3レンズ群を構成するすべての単レンズを曲率を持つ面の曲率中心がその面に対して物体側に位置するようにしてレンズ系の全長を短くしながら長いバックフォーカスを有するレンズ系にした。又、本発明のレンズ系は、明るさ絞りよりも像側の第3レンズ群を複数の単レンズにて構成することによって球面収差、コマ収差、非点収差、像面湾曲、倍率の色収差といった諸収差を十分良好に補正するようにした。

40

【0019】

つまり、本発明の対物レンズは、上記構成のレンズ系にすることにより、全長が短く、バックフォーカスが長く、十分なテレセントリック性を有し、しかも諸収差を十分良好に補正し得たものである。

【0020】

前記本発明の対物レンズにおいて、第3レンズ群を2枚の単レンズにて構成すれば前記の諸収差を良好に補正でき、したがって、レンズ枚数が少ない小型なレンズ系で本発明の目的を達成し得るレンズ系になし得る。

50

【0021】

又、本発明のレンズ系において、第3レンズ群を構成する単レンズを平凸レンズにすれば、各単レンズの加工が容易になり又組立性が良くなる。更に単レンズの平面に、干渉型YAGレーザカットコート等、特定波長の光をカットするコートをする場合、コーティングが容易である。又コートに入射するレーザ光等の角度が球面に入射する場合に比べて小さくできるため、レーザ光をより効果的にカットできる。

【0022】

又、レンズ系中に平面があれば赤外カットフィルター等のフィルター類も、無駄なスペースを設けることなしに配置することが可能である。しかも株式会社ホーヤ製のC5000(製品番号、カタログ番号)のようなやわらかく傷のつきやすい材質よりなるフィルターをレンズに接するように配置する場合も、レンズの平面側に配置することにより、フィルターにゴミ等が付きにくく、フィルターに傷がつくのを防止し得る。

10

【0023】

又、本発明の対物レンズにおいて、次の通りの構成にすることが望ましい。即ち、物体側より順に、負の単レンズ1枚よりなる第1レンズ群と、正の単レンズ1枚よりなる第2レンズ群と、明るさ絞りと、正の単レンズ2枚よりなる第3レンズ群とよりなり、第1レンズ群の物体側の面が平面であるレンズ系である。これにより第1レンズ群の加工性をよくし又第1面が平面であるため水切れがよい。

【0024】

更に第3レンズ群を2枚の単レンズにて構成し、第2レンズ群の像側の面および第3レンズ群の2枚の単レンズの物体側の面をいずれも平面にすれば好ましい。これにより、第2レンズ群と第3レンズのレンズ間にフィルターを配置する場合、大きなスペースをとることなく又配置が容易にできるため好ましい。

20

【0025】

又、本発明は、前記の各構成のレンズ系、即ち、物体側より順に、負の単レンズ1枚からなる第1レンズ群と、正の単レンズ1枚からなる第2レンズ群と、明るさ絞りと、複数の単レンズよりなる正のレンズ群である第3レンズ群とにて構成され、(イ)第3レンズ群のすべての単レンズが曲率をもつ面の曲率中心がその面の物体側に位置することを特徴とするレンズ、(ロ)第3レンズ群が2枚の単レンズよりなり、これら単レンズが曲率をもつ面の曲率中心がその面の物体側にあることを特徴とするレンズ系、(ハ)第3レンズ群が2枚の単レンズよりなり、この2枚の単レンズの物体側の面がいずれも平面であることを特徴とするレンズ系、(ニ)第1レンズ群の物体側の面が平面であり又第2レンズ群の像側の面と第3レンズ群の2枚の単レンズの物体側の面が平面であることを特徴とするレンズ系において、下記条件(1)を満足することが望ましい。

30

$$(1) \quad 0.7 < D(T) / f < 3.5$$

ただし、D(T)は対物レンズ中の曲面を持つすべてのレンズの中心肉厚の和、fは対物レンズ全系の焦点距離である。

【0026】

条件(1)においてD(T) / fは小さい方がレンズ系を短縮することができる。条件(1)の上限は内視鏡その他において実用上許容できる値で、上限の3.5を超えるとレンズ系の全長を短くできない。又下限の0.7を超えるとレンズの中心肉厚が小になりレンズの加工性が悪くなる。

40

【0027】

又条件(1)の上限値を3.5の変わりに2にして下記条件(1-1)を満足するようすれば、レンズ系の短縮化にとってより好ましい。

$$(1-1) \quad 0.7 < D(T) / f < 2$$

【0028】

又、本発明のレンズ系において、赤外線吸収素材からなる光学部品を除いたレンズ系を構成する光学素子(レンズ)の屈折率nが1.7以上であることが望ましい。

【0029】

50

レンズの屈折率 n が 1.7 以上であれば、レンズの曲率を緩くすることができ（曲率半径を大にすることができる）、レンズの加工が容易になり、又肉厚の薄いレンズになし得る。なお、レンズを赤外線吸収素材にて形成する場合、例えば、株式会社ホーヤ製の C 5000 や H A 15（いずれも製品番号：カタログ番号）を用いた場合、これら赤外線吸収素材の屈折率は 1.5 前後である。したがって、このような目的のレンズを導入する場合は、このレンズの屈折率は 1.7 以下になる。

【0030】

又、本発明の対物レンズにおいて、レンズ系を構成するレンズのうち第 1 レンズ群である負の単レンズ以外のレンズの外径を等しくし第 1 レンズ群より小さくすることが望ましい。このようにすれば、レンズを収容する枠の内部構造を簡単にでき、枠の加工性やレンズの組立性を向上できる。

【0031】

又、本発明のレンズ系において、正の第 2 レンズ群が物体側に凸の単レンズの場合、この凸の単レンズの物体側の凸面を枠により受けることにより偏芯等を抑えることができる。

【0032】

この正の第 2 レンズ群は位置ずれ、偏芯による光学性能への影響（ピントや画角等に対する影響）の大きいレンズである。このレンズを物体側に凸面を有するレンズとし、この凸面を保持枠に一体に形成したレンズ受け部により受けるようにすれば、このレンズの偏芯等を抑えることができ光学性能の劣化防止し得る。

【0033】

又、本発明のレンズ系による像を C C D 等の固体撮像素子にて受像し電気信号に交換する場合、対物レンズと固体撮像素子との間に 2 枚以上のほぼ透明な平行平面板を配置して、これら平行平面板のうちの最も物体側の平行平面板をレンズ系と同一の枠に固定するようすれば、レンズ系のピント調整時に対物レンズの最終曲面と C C D カバーガラスとの干渉を防ぐことができる。この場合、平行平面板の外径が下記条件（2）を満足することが望ましい。

$$(2) \quad (4) < (5) < (6)$$

ただし、（4）は第 3 レンズ群の最も像側のレンズの外径、（5）は複数の平行平面板のうちの最も物体側の平行平面板の外径、（6）は平行平面板のうちの物体側より 2 番目に位置する平行平面板の外径である。

【0034】

【発明の実施の形態】

次の本発明の対物レンズの実施の形態を下記データを有する各実施例をもとに説明する。

【0035】

10

20

30

実施例 1

物体距離=12.0000, 像高=0.917, $f=0.915$ $F_{N0}=3.820$, 物体側NA=-0.0096, 像側NA=0.1309

全長(第1面～最終面)=5.110

$r_1=\infty$	$d_1=0.3000$	$n_1=1.88300$	$\nu_1=40.78$	
$r_2=0.9013$	$d_2=0.3500$			
$r_3=\infty$	$d_3=0.4000$	$n_2=1.52287$	$\nu_2=59.89$	10
$r_4=\infty$	$d_4=0.1000$			
$r_5=1.8175$	$d_5=0.442$	$n_3=1.84666$	$\nu_3=23.78$	
$r_6=\infty$	$d_6=0.2516$			
$r_7=-2.3885$	$d_7=0.4444$	$n_4=1.88300$	$\nu_4=40.76$	
$r_8=-1.0768$	$d_8=0.1000$			
$r_9=\infty$	$d_9=0.4000$	$n_5=1.52287$	$\nu_5=59.89$	
$r_{10}=\infty$	$d_{10}=0.0300$			20
$r_{11}=\infty$	$d_{11}=0.5122$	$n_6=1.51633$	$\nu_6=64.14$	
$r_{12}=-2.3586$	$d_{12}=0.3600$			
$r_{13}=\infty$	$d_{13}=1.0100$	$n_7=1.51633$	$\nu_7=64.15$	
$r_{14}=\infty$	$d_{14}=0.4100$	$n_8=1.51100$	$\nu_8=64.14$	
$r_{15}=\infty$				

 $D(T) \neq f=1.86$

【0036】

実施例 2

物体距離=12.5000, 像高=1.204, $f=1.327$ $F_N0=7.952$, 物体側NA=-0.0065, 像側NA=0.0629

全長（第1面～最終面）=5.679

$r_1=\infty$	$d_1=0.3900$	$n_1=1.88300$	$\nu_1=40.78$	
$r_2=0.9610$	$d_2=0.5000$			
$r_3=1.5340$	$d_3=0.6500$	$n_2=1.84666$	$\nu_2=23.78$	10
$r_4=\infty$	$d_4=0.3800$			
$r_5=\infty$	$d_5=0.4500$	$n_3=1.88300$	$\nu_3=40.76$	
$r_6=-3.6540$	$d_6=0.2200$			
$r_7=\infty$	$d_7=0.5500$	$n_4=1.72916$	$\nu_4=54.68$	
$r_8=-2.1320$	$d_8=0.9095$			
$r_9=\infty$	$d_9=0.6490$	$n_5=1.51400$	$\nu_5=75.00$	
$r_{10}=\infty$	$d_{10}=0.9800$	$n_6=1.53172$	$\nu_6=48.91$	20
$r_{11}=\infty$				
D (T) $\neq f=1.54$				

【0 0 3 7】

実施例 3

物体距離=12.5000, 像高=1.204, $f=1.327$ $F_N0=7.950$, 物体側NA=-0.0065, 像側NA=0.0629

全長（第1面～最終面）=5.664

$r_1=\infty$	$d_1=0.3900$	$n_1=1.88300$	$\nu_1=40.78$	
$r_2=0.9610$	$d_2=0.5000$			
$r_3=1.4611$	$d_3=0.6358$	$n_2=1.80645$	$\nu_2=24.40$	
$r_4=\infty$	$d_4=0.3800$			
$r_5=\infty$	$d_5=0.4500$	$n_3=1.88300$	$\nu_3=40.76$	
$r_6=-3.6540$	$d_6=0.2200$			
$r_7=\infty$	$d_7=0.5500$	$n_4=1.72916$	$\nu_4=54.68$	40
$r_8=-2.1320$	$d_8=0.9095$			
$r_9=\infty$	$d_9=0.6490$	$n_5=1.51400$	$\nu_5=75.00$	
$r_{10}=\infty$	$d_{10}=0.9800$	$n_6=1.53172$	$\nu_6=48.91$	
$r_{11}=\infty$				
D (T) $\neq f=1.53$				

【0 0 3 8】

50

実施例 4

物体距離=12.5000, 像高=1.204, $f=1.327$

$F_{N0}=8.011$, 物体側NA=-0.0065, 像側NA=0.0624

全長(第1面～最終面)=5.611

$r_1=\infty$ $d_1=0.3900$ $n_1=1.88300$ $\nu_1=40.78$

$r_2=0.9610$ $d_2=0.5000$

$r_3=1.5340$ $d_3=0.6500$ $n_2=1.84666$ $\nu_2=23.78$

$r_4=\infty$ $d_4=0.3800$

$r_5=\infty$ $d_5=0.4500$ $n_3=1.88300$ $\nu_3=40.76$

$r_6=-3.6540$ $d_6=0.2200$

$r_7=\infty$ $d_7=0.4816$ $n_4=1.51400$ $\nu_4=75.00$

$r_8=-1.5029$ $d_8=0.9095$

$r_9=\infty$ $d_9=0.6500$ $n_5=1.51633$ $\nu_5=64.14$

$r_{10}=\infty$ $d_{10}=0.9800$ $n_6=1.53172$ $\nu_6=48.91$

$r_{11}=\infty$

$D(T) \neq f=1.49$

【0039】

実施例 5

物体距離=12.5000, 像高=1.204, $f=1.327$

$F_{N0}=7.952$, 物体側NA=-0.0065, 像側NA=0.0629

全長（第1面～最終面）=5.890

$r_1=\infty$	$d_1=0.3900$	$n_1=1.88300$	$\nu_1=40.78$	
$r_2=0.9610$	$d_2=0.5000$			
$r_3=1.5340$	$d_3=0.6500$	$n_2=1.84666$	$\nu_2=23.78$	10
$r_4=\infty$	$d_4=0.3800$			
$r_5=\infty$	$d_5=0.4500$	$n_3=1.88300$	$\nu_3=40.76$	
$r_6=-3.6540$	$d_6=0.2200$			
$r_7=\infty$	$d_7=0.5500$	$n_4=1.72916$	$\nu_4=54.68$	
$r_8=-2.1320$	$d_8=0.1000$			
$r_9=\infty$	$d_9=0.6200$	$n_5=1.51400$	$\nu_5=75.00$	
$r_{10}=\infty$	$d_{10}=0.4000$			20
$r_{11}=\infty$	$d_{11}=0.6500$	$n_6=1.51633$	$\nu_6=64.14$	
$r_{12}=\infty$	$d_{12}=0.9800$	$n_7=1.53172$	$\nu_7=48.91$	
$r_{13}=\infty$				

$D(T) \neq f=1.54, \phi(4)=1.6, \phi(5)=2.1, \phi(6)=3.1$

ただし、 r_1, r_2, \dots はレンズ各面の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 n_1, n_2, \dots は各レンズの屈折率、 ν_1, ν_2, \dots は各レンズのアッベ数である。

【0040】

実施例 1 は、図 1 に示す通りの構成で、物体側より順に負の単レンズの第 1 レンズ群と平行平面板と、正の単レンズの第 2 レンズ群と明るさ絞りと、平行平面板を挟んで 2 枚の正の単レンズを配置した第 2 レンズ群と平行平面板とよりなる。

【0041】

この実施例のレンズ系は、第 3 レンズ群の正の単レンズの曲面がいずれもその曲率中心が面よりも物体側にある球面にて形成されている。

【0042】

又、この実施例は、第 3 レンズ群が 2 枚の正の単レンズよりなり、そのうちの像側の正の単レンズは平凸レンズである。又第 1 レンズ群の負の単レンズの物体側の面と第 2 レンズ群の正の単レンズの像側の面が平面である。

【0043】

又、この実施例 1 のレンズ系は、条件 (1) を満足し、これによって全長が 5.110 と短くなっている。

【0044】

この実施例 1 は、像面湾曲、非点収差、コマ収差、倍率の色収差等の諸収差が実用上十分に補正されている。又平行平面板には、治療用レーザー光をカットコーティングがなされている。又第 1 面が平面であり、水切れがよい。

【0045】

実施例 2 は図 2 に示す通りの構成で、第 3 レンズ群を構成する 2 枚の正の単レンズがいす 50

れも物体側の面が平面である点で実施例 1 と相違するが他は実施例 1 と同じ構成である。

【0046】

これら第 3 レンズ群のレンズの平面側にはレーザー光カットコーティングを容易に施すことができ、曲面に比べて入射する光線の角度のばらつきが少なく効果的である。各レンズはいずれも屈折率が 1.7 以上で、これにより、曲率半径が大であり、加工性がよく、薄肉であって全長が短い。

【0047】

更に実施例 2 は、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群のすべてのレンズの外径が等しく第 1 レンズ群の外径より小である。これにより保持枠の構造が簡単である。又第 2 レンズ群は、その物体側の凸面をレンズ受け部にて受けるようにでき、これにより、ピントや画角に最も影響する面の偏芯を抑えることができる。

【0048】

実施例 3 および実施例 4 は図 3, 図 4 に示す通りの構成のレンズ系で、実施例 2 と同様の構成である。

【0049】

又実施例 3 は、低融点硝材（住田光学社製 SFLD60、 $n = 1.80645$, $\gamma = 24$. 4, 転移点 503 ）を用いてモールドによりレンズ n_2 を成形しえるようにした例であり、実施例 4 は赤外線吸収素材（HOYA 社製 C5000、 $n = 1.514$, $\gamma = 75$ ）からなるレンズ n_4 を用いた例で、したがってこのレンズの屈折率は 1.7 以下である。

【0050】

実施例 5 は、図 5 に示す通りで、レンズ系の構成は、第 3 レンズ群の像側に平行平面板を 1 枚多く配置した点で実施例 2 ~ 4 と相違するが、その他の点ではこれら実施例と類似の構成である。

【0051】

又、図 5 は実施例 5 の対物レンズをレンズ枠に取り付けた状態を示している。この実施例 5 は、負の単レンズ L1 の第 1 レンズ群と、正の単レンズ L2 の第 2 レンズ群と正の単レンズ L3 と正の単レンズ L4 よりなる第 3 レンズ群の 4 枚のレンズよりなる。これらレンズを保持する保持枠 1 は、ほぼ筒状で内径の大きい大径部 2 と内径が小さい小径部 3 と大径部 2 と小径部 3 との中間の内径を有する中径部 4 とを有し、大径部 2 と小径部 3 との境に内側へ突出するレンズ受け部 5 を有する構成である。

【0052】

このような、枠 1 の大径部 2 には、板状のフレア絞り 6 と負の単レンズ L1 が接着剤により固定される。又小径部 3 には正の単レンズ L2 と、間隔環 7 と、正の単レンズ L3 と、間隔環 9 と正の単レンズ L4 とが順次挿入される。つまり、小径部 3 内に平凸レンズ L2 が凸面を先方に向け挿入され、レンズ受け部 5 が挿入されて当てつけることにより位置決めされる。続いて間隔環 7 と板状明るさ絞り 8 とレンズ L3 と間隔環 9 と板状フレア絞り 10 とが順次小径部 3 内に挿入され、最後にレンズ L4 が挿入される。更に間隔環 11 が小径部 3 の端より一部中径部 4 の側に突出するように挿入され、板状フレア絞り 12 とフィルター 13 とが間隔環 11 に押し付けられるようにして中径部 4 内に挿入され、小径部 3 と中径部 4 とに挿入された各要素がレンズ受け部 5 とフィルター 13 との間で位置決め保持される。図示するように、フィルター 13 は、その一部が保持枠 1 より外部に露出しており、このフィルター 13 の露出部分の側面と保持枠 1 の中径部 4 の端面との間で接着剤 14 により接着固定される。

【0053】

このようにして一体化された対物レンズユニット U は外枠により撮像素子と一体化される。つまり、外枠 15 は、その一端部（像側の端部）の内径が他と比べて若干大になっており、ここにフレア絞り 16 を有する第 2 のフィルター 17 と、この第 2 のフィルター 17 に接合されたカバーガラス 18 が固着されている。又カバーガラス 18 は、図示しない固体撮像素子の撮像面を保護するためのものであり、撮像素子に対し固定された位置関係に

10

20

30

40

50

ある。

【0054】

このように前記各要素を固定した外枠15の反対側(図面左側)より対物レンズユニットUを挿入して、矢印A方向である光軸に沿った方向の位置調整を行ない、撮像面と対物レンズユニットUとの間隔調整、いわゆるピント調整を行なった上で、接着剤19により保持枠1と外枠15とを固定する。このようにして対物レンズから撮像素子までを一体化した撮像ユニットが完成する。

【0055】

この実施例5は、レンズL2からレンズL4まで(第2レンズ群と第3レンズ群)のレンズの外径を等しくしてあり、これにより保持枠1の小径部3の内面を単純な筒状にすればよいので、枠の加工が極めて簡単である。

10

【0056】

また、対物レンズの最も像側の要素(レンズL4)の外径4と、その射出側に設けられた複数の平行平面板の対物レンズに近い側から順に見た二つの平行平面板(フィルター13、17)の外径5、6が条件(2)を満足するように構成されている。この条件(2)を満足することにより、レンズ組立の際に、これら要素を保持枠あるいは外枠のような保持部材に取り付けることが容易である。

【0057】

また、この実施例では、明るさ絞りをレンズ系の中央付近に設けてあり、そのために主光線が像面に近づくにつれて高くなり、光線のけられを防ぐためにも上記条件(2)を満足するように構成して要素の外径が徐々に大になるようにすることが望ましい。

20

【0058】

又、第2レンズ群のレンズL2は、偏芯や前後の位置ずれ等による光学性能の劣化に大きく影響するレンズであるため、このレンズL2を保持枠1に設けたレンズ受け部5にその凸面を当てるつけるようにして保持することにより、後方(像側)よりの押圧力によりレンズL2のセンタリングを容易に行ない得、しかも受け部5が保持枠1と一緒に形成され保持枠の一部をなすため間隔環を介して押し付け保持する方法に比べて、レンズ保持の安定性が高く、長期にわたって位置ずれが起こりにくい。

【0059】

以上述べたように、本発明の対物レンズは、特許請求の範囲に記載するレンズ系のほか、次の各項に記載する構成のものもその目的を達成し得るものである。

30

【0060】

(1) 特許請求の範囲の請求項3に記載するレンズ系で、第1レンズ群の負の単レンズの物体側の面が平面であることを特徴とする対物レンズ。

【0061】

(2) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)の項に記載するレンズ系で、下記条件(1)を満足することを特徴とする対物レンズ。

(1) $0.7 < D(T) / f < 3.5$

【0062】

(3) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)又は(2)の項に記載するレンズ系で、第1、第2、第3レンズ群のすべてのレンズの屈折率が1.7以上であることを特徴とする対物レンズ。

40

【0063】

(4) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)、(2)又は(3)の項に記載するレンズ系で、第2レンズ群と第3レンズ群のすべてのレンズの外径が等しく、これらレンズの外径が第1レンズ群の外径よりも小であることを特徴とする対物レンズ。

【0064】

(5) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)、(2)、(3)又は(4)の項に記載するレンズ系で、第2レンズ群が物体側に凸のレンズで該レンズの凸

50

の面を保持枠に一体に形成されたレンズ受け部にて受けるようにして保持枠に固定することを特徴とする対物レンズ。

【0065】

(6) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)又は(5)の項に記載するレンズ系で、レンズ系により形成される像を電気信号に変換する固体撮像素子と、レンズ系と固体撮像素子との間に配置された少なくとも2枚のほぼ透明な平行平面板とを備え、前記平行平面板のうち最も物体側に位置する平行平面板がレンズ系と同一の枠に固定され、下記条件(2)を満足することを特徴とする対物レンズ。

(2) (4) < (5) < (6)

10

【0066】

【発明の効果】

本発明は、単レンズのみの簡単な構成で、しかも実用上十分な収差補正がなされた小型で全長の短い対物レンズである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の断面図

【図2】 本発明の実施例2の断面図

【図3】 本発明の実施例3の断面図

【図4】 本発明の実施例4の断面図

【図5】 本発明の実施例5の断面図

20

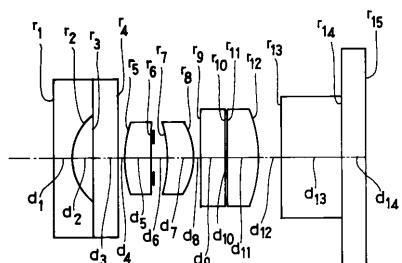
【図6】 従来の対物レンズの断面図

【図7】 他の従来の対物レンズの断面図

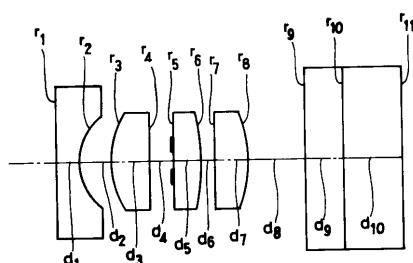
【図8】 他の従来の対物レンズの断面図

【図9】 他の従来の対物レンズの断面図

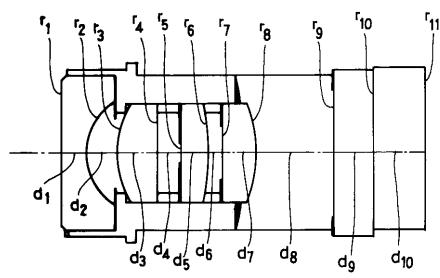
【図1】



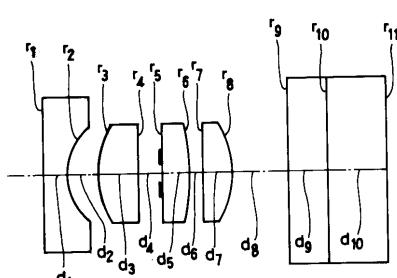
【図3】



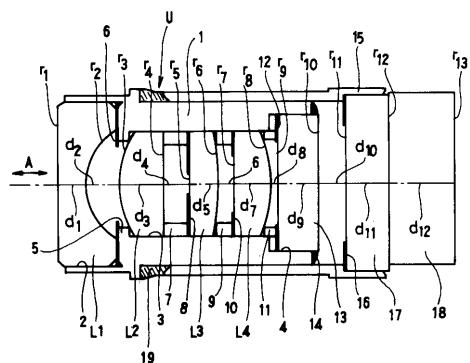
【図2】



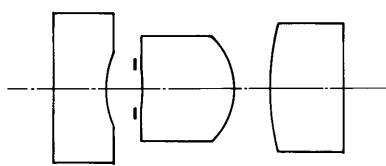
【図4】



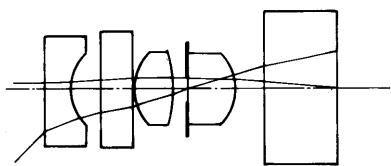
【図5】



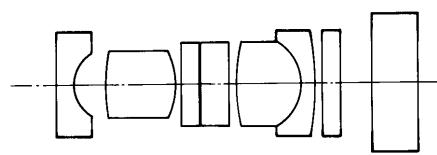
【図7】



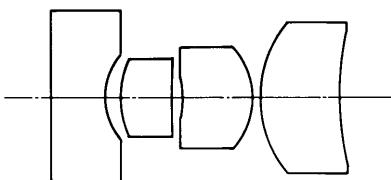
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-176611(JP, A)
特開平08-122632(JP, A)
特開平06-308381(JP, A)
特開平09-281388(JP, A)
特開平09-061710(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00-17/08