(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第4958362号
(P4958362)

(45)発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)　(24)登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

| (51)Int.Cl. | | F I | | |
|---|---|---|---|---|
| G02B 13/00 | (2006.01) | G02B | 13/00 | |
| A61B 1/00 | (2006.01) | A61B | 1/00 | 300Y |
| G02B 13/18 | (2006.01) | G02B | 13/18 | |
| G02B 23/26 | (2006.01) | G02B | 23/26 | A |

請求項の数 23　(全 42 頁)

(21)出願番号 特願2001-562241 (P2001-562241)
(86)(22)出願日 平成13年2月23日 (2001.2.23)
(65)公表番号 特表2003-524204 (P2003-524204A)
(43)公表日 平成15年8月12日 (2003.8.12)
(86)国際出願番号 PCT/US2001/006084
(87)国際公開番号 WO2001/063334
(87)国際公開日 平成13年8月30日 (2001.8.30)
審査請求日 平成20年2月20日 (2008.2.20)
(31)優先権主張番号 09/511,662
(32)優先日 平成12年2月23日 (2000.2.23)
(33)優先権主張国 米国(US)

(73)特許権者 502307036
ホーグランド、 ジャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92629 ダナ ポイント シー アイランド ドライブ 35211
(74)代理人 100079049
弁理士 中島 淳
(74)代理人 100084995
弁理士 加藤 和詳
(74)代理人 100085279
弁理士 西元 勝一
(72)発明者 ホーグランド、 ジャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92629 ダナ ポイント シー アイランド ドライブ 35211
最終頁に続く

(54)【発明の名称】内視鏡などのための統合型光学系

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の光学要素を含んでいる色補正された内視鏡であって、前記内視鏡が、
視野拡張器を有する対物レンズ系と、
前記対物レンズ系と光学的に配列されている少なくとも３つのリレー系と、
を備え、
前記少なくとも３つのリレー系は棒状体からなり、前記少なくとも３つのリレー系における棒状体の1つのみにレンズである光学パワーを有する光学要素が接合されており、
前記少なくとも３つのリレー系及び前記対物レンズ系の光学要素の各々は、曲率半径Ｒ、曲率Ｃ＝１／Ｒで定義される光学表面を有し、
Σ｜１／Ｒ｜
と表される、前記少なくとも３つのリレー系及び前記対物レンズ系の光学要素全ての曲率Ｃの絶対値の合計は、３．６５／ｍｍより小さい、
色補正された内視鏡。
【請求項２】
開口数が０．０５７であり視野が約１１０度に等しい場合、山から谷までの波面収差は約０．８１波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項３】
開口数が０．０６１であり視野が約１１０度に等しい場合、山から谷までの波面収差は約０．５１波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。

【請求項４】
開口数が０．０６１であり視野が約１１０度に等しい場合、山から谷までの波面収差は約０．３４波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項５】
開口数が０．０５７であり視野が約１１０度に等しい場合、最大の軸方向色収差は約０．６８波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項６】
開口数が０．０６１であり視野が約１１０度に等しい場合、最大の軸方向色収差は約０．２２波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項７】
開口数が０．０６１であり視野が約１１０度に等しい場合、最大の軸方向色収差は約０．１７波以下である、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項８】
前記レンズである光学パワーを有する光学要素のみが、前記内視鏡に対して色補正を行う、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項９】
前記少なくとも３つのリレー系の内の１つのみが、前記内視鏡に対して色補正を行う、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１０】
前記少なくとも３つのリレー系の各々が棒状体からなる、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１１】
色補正のほぼ全ては前記レンズである光学パワーを有する光学要素の単一の光学表面によって行われる、請求項8に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１２】
前記棒状体はガラス又はプラスティックからなる、請求項１０に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１３】
前記棒状体はガラスからなる、請求項１２に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１４】
前記棒状体はプラスティックからなる、請求項１２に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１５】
前記少なくとも３つのリレー系は非球面状光学表面を更に備え、該非球面状光学表面は前記棒状体の１つに成形される、請求項１に記載の色補正された内視鏡。
【請求項１６】
前記少なくとも３つのリレー系の１つは、色補正をもたらす少なくとも１つの湾曲型光学表面を用いて前記内視鏡について実質的にすべての色補正をもたらすリレー系であり、
前記対物レンズ系および前記少なくとも３つのリレー系が、前記対物レンズ系の入射面から前記内視鏡の出射面へ像を伝達するために光学的に配列され、前記複数の光学要素のそれぞれが、ｅ、ＦおよびＣスペクトル線のうちの少なくとも１つに用いるのに適している、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項１７】
前記少なくとも３つのリレー系の１つは、前記内視鏡について実質的にすべての色補正をもたらす曲率を有している光学表面を含んでおり、
前記対物レンズ要素と前記少なくとも３つのリレー系とが、前記対物レンズ系の入射面から前記内視鏡の出射面へ像を伝達するために光学的に配列され、前記複数の光学要素が、ＦからＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部に用いるのに適している、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項１８】
前記少なくとも３つのリレー系の１つは、前記内視鏡について色補正をもたらす少なく

とも１つの光学表面を有しており、
前記対物レンズ系が、実質的に色補正をもたらさず、
前記対物レンズおよび前記少なくとも３つのリレー系が、共通の光軸に沿って配列され、前記複数の光学要素が、ＦＮスペクトル線からＣＮスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部に用いるのに適している、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項１９】
前記少なくとも３つのリレー系の第１のリレー系は、色補正をもたらす少なくとも１つの湾曲型光学表面を用いて前記内視鏡についての実質的にすべての色補正をもたらす色補正用リレー系であり、
前記少なくとも３つのリレー系の第２のリレー系は、色補正用ではないリレー系であり、
前記対物レンズ系および前記少なくとも３つのリレー系は、前記対物レンズ系の入射面から前記内視鏡の出射面へ像を伝達するために光学的に配列されており、前記複数の光学要素のそれぞれが、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部に用いるのに適している、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項２０】
前記対物レンズ系および前記少なくとも３つのリレー系は１２以下の湾曲面を含んでいる、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項２１】
前記少なくとも３つのリレー系の第１のリレー系は、該第１のリレー系に必要な収差補正よりも多く収差補正を有しており、
前記少なくとも３つのリレー系の第２のリレー系は、該第２のリレー系に必要な収差補正よりも少ない収差補正を有しており、
前記第１のリレー系の収差補正により前記第２のリレー系における収差補正の不足が補償されるように前記内視鏡が作成され、前記対物レンズ系および前記少なくとも３つのリレー系は、共通の光軸に沿って配列されている、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項２２】
前記少なくとも３つのリレー系の各々が２つの棒状体を含む、請求項１に記載の内視鏡。
【請求項２３】
棒状体の１つのみが負の光学パワーを有する、請求項１に記載の内視鏡。
【発明の詳細な説明】
（発明の分野）
この発明は、一般に光学レンズ系に関するものであり、より詳しくは、内視鏡などに適したレンズ系に関するものである。
【０００１】
（発明の背景）
内視鏡の分野や、ボアスコープ、デンタルスコープのような関連分野では、完全な光学系は、基本的で別々の４つの光学要素からなるものとして考えられている。これらの要素は、光が進む方向の順に、次のとおりである。
（１）監視下にある対象物の第１像を形成する対物レンズ
（２）その対物レンズのひとみを次の像伝達レンズ上に結像させる視野レンズ
（３）第１像を次の視野レンズ上に再結像させる像伝達レンズ
ひとみおよび像伝達段階は、所望の筒長を得ることが必要になるたびに繰り返される。
（４）最終像を人間の目、ＣＣＤカメラあるいは写真フィルムのような感知部分に提供する焦点合わせレンズ
このようなアプローチは、古典的なアプローチであり、次の理由から適切なものである。
（１）この光学系の設計は、ただ１つにかつはっきりと画定されるとともに別々である諸要素が備わっており、それらのそれぞれに設計者がかなりの経験を生かすことができるい

くつかの部品に分けられる。
（２）内視鏡の光伝達能および情報伝達能は、光学パワーが結像面およびひとみ形成面に集中したときに最大である。このようなアプローチの好都合さは、全体の系における別々の部品としての対物レンズ、リレー（中継）系および接眼レンズを取り扱う内視鏡に関するおびただしい数の米国特許に発表されている。

【０００２】

相異なる光学部品を別々の構成要素として取り扱うことの欠点は、光学パワーの分布がきわめて不均等であることと、非点収差、視野湾曲および色収差のようないくつかの収差が必然的に最大であることである。これらの収差の補正には、比較的短い曲率半径が必要になる。これらの短い曲率半径では、組み立てるのが難しく、緊密な公差を要求するのが難しいので、短い曲率半径は、内視鏡組立のかなりのコストを占める主な要因である。使い捨て用品として提供されるために充分に安価な、本当に安価な内視鏡は、従来の設計では今のところ実用的ではない。

【０００３】

（発明の概要）
この発明の代表的ないくつかの実施形態が開示され、それらは、内視鏡、ボアスコープ、デンタルスコープなどに適した統合型光学系を与える。この発明の１つの態様は、従来の内視鏡と比べて構成要素の数が減っている内視鏡に関するものである。それらの構成要素には、大量生産を容易にする、比較的長い曲率半径が備わっているのが好ましい。さらにまた、それらの構成要素は必ずしも半月（メニスクス）形である必要はない。

【０００４】

これらの代表的ないくつかの実施形態には、外側入射ひとみ位置が備わっており（すなわち、ひとみは具体物と結像される対象物との間に位置しており）、その結果、これらの代表的ないくつかの実施形態は、先細プローブ（例えば隠蔽のための）に適しており、あるいは、ひとみ位置の結像側に視線そらし用プリズムを収容するために適している。他のいくつかの実施形態は、視野拡張器を含んでおり、あるいは視野拡張器と組み合わすことができ、この視野拡張器によって、ひとみ位置は視線そらし用プリズムを収容するように位置決めすることができる。さらに、本明細書で開示された多くの実施形態は、それらの構成要素の傾斜および非共軸に対してほとんど反応しない。

【０００５】

この明細書における代表的ないくつかの実施形態では、前記利点は、構成要素の位置が対物レンズおよびリレーの光学機能によって指定されることのない統合型設計に特徴のあるレンズ系で達成される。さらに、収差補正は、有利には、２以上の群にわたって施され、それによって、第１群（従来は、一番高い光学パワーが備わっており、また、収差補正の必要性がもっとも大きい）への救済がもたらされるとともに、光学素子の曲率半径を減らすことができ、その結果、全パワー必要量がより小さくなる（すなわち、光学素子のパワーの絶対値の合計がより小さくなる）。この明細書における代表的ないくつかの実施形態では、さらなる統合のためにリレー系の対称性からの偏差が用いられている。光学要素のこのような統合および収差補正は、対称性からの外れと同様に、湾曲性および複雑性を緩和することによって光学系を大幅に簡素化する点できわめて有益であり得る、ということがわかってきた。光学系が簡素化される結果、コストが削減されるとともに、それを使い捨て用品として使うことができるようになる。

【０００６】

この明細書に記載されたいくつかの実施形態では、平凸レンズあるいは両凸レンズは、このようなレンズがそのストップ位置から除外されるので、非点収差が補正されることができる。このようにして、きわめて短い曲率半径の光学面が得られるので、光学系全体の非点収差を補正する必要はなくなる。さらにまた、この明細書におけるいくつかの実施形態に用いられた平凸レンズの球面収差は、大幅に緩和されるとともに、単一の要素について可能性な最小値に近付き得る。この明細書における多くの実施形態では、色収差は、従来の多くの系に比べて大幅に緩和することができる。例えば、色収差は、色収差緩和用要素

が存在していなくても、２～４つの因子によって緩和することができる。従って、いくつかの実施形態では、それ以上の色補正は必要でない。

【０００７】

１つの実施形態では、この発明に係る、複数の要素からなる色補正ずみ光学内視鏡系には、対物レンズ要素と、色補正をもたらす少なくとも１つの湾曲型光学インターフェイスを用いてこの内視鏡系について実質的にすべての色補正をもたらすリレー系とが備わっている。このような対物レンズ要素およびリレー系は、対物レンズ要素の入射面から内視鏡系の出射面へ像を伝達するために光学的に配列され、複数の光学要素のそれぞれは、均一な屈折性を有し、ｅ、ＦおよびＣスペクトル線のうちの少なくとも１つとともに用いるのに適している。

【０００８】

他のいくつかの実施形態は、この明細書に開示されており、いくつかの伝達（トランスファー）を含むとともに、適度な光学パワーの単一色補正用要素を用いることで、基本的には充分に色補正することができる。多くの種類の光学的ひずみは、対物レンズにおいてきわめて大きいものであるが、より便利で効果的な位置で補正することができ、その結果、複雑さが大幅に緩和された単一の統合系を得ることができる。クローズアップレンズ、視野拡張器、視野平坦化レンズあるいは付加的なリレー群のような付加的な光学部品類を、この明細書に開示された特許性のある実施形態のいくつかとともに用いることができる。

【０００９】

この発明のさらに別の実施形態は、複数の光学要素を有する光学系が含まれている色補正ずみ光学内視鏡系に関するものであり、これには、対物レンズ要素と、第１の数の湾曲面がある第１リレー系とが備わっている。第１リレー系には、この内視鏡系について実質的にすべての色補正をもたらす曲率が備わっている光学インターフェイスが含まれており、対物レンズ要素と第１リレー系とは、対物レンズ要素の入射面から内視鏡系の出射面へ像を伝達するために光学的に配列され、複数の光学要素は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適している。

【００１０】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正ずみ光学内視鏡に関するものであり、これには対物レンズおよびリレー系が備わっており、リレー系には、この内視鏡について色補正をもたらす少なくとも１つの光学インターフェイスがあり、色補正は対物レンズによって実質的にもたらされず、対物レンズおよびリレー系は、共通の光軸に沿って配列され、複数の光学要素は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適している。

【００１１】

この発明のもっと別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正された内視鏡結像系に関するものであり、これには、対象物を焦平面に結像させるための対物レンズと、共通の光軸に沿って対物レンズに光学的に配列されている少なくとも１つのリレーとが備わっており、リレーにはいくつかの湾曲面が含まれ、少なくとも１つの湾曲型インターフェースによってこの内視鏡結像系についての色補正がもたらされ、ここでのリレーの湾曲面の数は５以下である。

【００１２】

この発明のさらに別の実施形態は、内視鏡とともに用いられ、かつ、複数の光学要素が含まれている色補正ずみ結像系に関するものであり、これには、光軸がある対物レンズと、その光軸に沿って対物レンズに配列されている少なくとも１つのリレーとが備わっており、対物レンズには３以下の湾曲面があり、少なくとも１つの光学要素によってこの結像系についての色補正がもたらされる。

【００１３】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正された内視鏡に関するものであり、この内視鏡には、対物レンズ系と、この対物レンズ系に光学的に配列されて

いる少なくとも３つのリレー系とが備わっており、この対物レンズ系と少なくとも３つのリレー系における３つのリレー系とには、１３以下の湾曲面が含まれている。

【００１４】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正された内視鏡に関するものであり、この内視鏡には、対物レンズ系と、光学要素が含まれている少なくとも２つのリレー系とが備わっており、ここでの少なくとも２つのリレー系は対物レンズ系に光学的に配列されており、この対物レンズ系と少なくとも２つのリレー系における２つのリレー系とには、１０以下の湾曲面が含まれ、これらの光学要素は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適しているとともに、少なくとも１つの光学要素によってこの内視鏡への色補正がもたらされる。

【００１５】

この発明の別の実施形態は、複数のレンズ要素が含まれている色補正された内視鏡に関するものであり、この内視鏡には、対物レンズと少なくとも１つのリレーとが備わっており、ここでの少なくとも１つのリレーの１つには３以下のレンズ要素が含まれ、この対物レンズと少なくとも１つのリレーとは、対物レンズの入射面から内視鏡の出射面へ像を伝達するために光学的に配列され、少なくとも１つのレンズ要素によってこの内視鏡への色補正がもたらされる。

【００１６】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正された内視鏡系に関するものであり、この内視鏡系には、対物レンズ群と、光軸に沿って対物レンズ群に配列されている少なくとも２つのリレー群とが備わっており、これらのリレー群の１つには負の光学パワーがある光学要素はまったく含まれておらず、これらのリレー群における別のものによってこの内視鏡系への色補正がもたらされる。

【００１７】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正された内視鏡系に関するものであり、この内視鏡系には、対物レンズと、光軸に沿って対物レンズに配列されている少なくとも１つのリレー群とが備わっており、この対物レンズと少なくとも１つのリレー群とには負の光学パワーがある２以下の光学要素がともに含まれており、複数の光学要素の少なくとも１つによってこの内視鏡系についての色補正がもたらされる。

【００１８】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている色補正ずみ光学内視鏡に関するものであり、この光学内視鏡には、対象物の第１像を形成するための手段と、この第１像を中継して第２像を形成するための手段とが備わっており、ここでの中継手段には色収差を補正するための手段が含まれ、第１像を形成するための手段には色収差を補正するための手段は実質的にまったく含まれておらず、第１像を形成するための手段と中継手段とは共通の光軸に沿って配列されており、複数の光学要素は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適している。

【００１９】

この発明の別の実施形態は、複数の光学要素が含まれている光学系に関するものであり、この光学系には、対物レンズと、色補正をもたらす少なくとも１つの湾曲型インターフェイスを用いてこの系についての実質的にすべての色補正をもたらす色補正用リレーと、色補正用でないリレーとが備わっており、ここでの色補正用でないリレー、対物レンズおよび色補正用リレーは、共通の光軸に沿って配列されているとともに、対物レンズの入射面からこの光学系の出射面へ像を伝達するために光学的に配列されており、複数の光学要素のそれぞれは、均等に屈折性であり、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適している。

【００２０】

この発明の別の実施形態は、対象物を結像させる方法に関するものであり、この方法には、色補正用でない対物レンズ系で対象物の第１像を形成し、少なくとも第１リレー系および第２リレー系を用意し、対物レンズ系、第１リレー系および第２リレー系を共通の光軸

に沿って整列させ、第１リレー系で対物レンズ系からの第１像を受けて第２像を形成し、この第２像を第２リレー系を用いて第１リレー系から伝達して対象物の第３像を形成し、少なくとも１つの光学インターフェイスを用いることによってこれらのリレー系の１つで色収差を補正することからなり、ここでの対物レンズ系および複数のリレー系は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適している。

【００２１】

この発明の別の実施形態は、対象物を結像させる方法に関するものであり、この方法は、対象物の第１像を形成するための対物レンズを用意し、この対物レンズに光学的に配列された少なくとも３つのリレー系を用意し、ここでの対物レンズおよびリレー系には、１３以下の湾曲面が含まれており、対物レンズおよびリレー系は、Ｆスペクトル線からＣスペクトル線まで延びているスペクトルの少なくとも一部とともに用いるのに適しており、リレー系の１つで第１像を受け、リレー系の別のもので出力像を形成し、この出力像はビューアーによって受けることができ、少なくとも１つの湾曲型インターフェイスで出力像への色補正をもたらすことからなる。

【００２２】

この発明の別の実施形態は、収差補正ずみ統合型内視鏡を設計する方法に関するものであり、この方法は、複数の光学群を用意し、ここで、これらの群は共通の光軸に沿って配列されているとともに、これらの群のそれぞれはそれぞれの焦平面でそれぞれの像を作り出し、これらの群には対物レンズおよび少なくとも１つのリレーが含まれており、これらの群の第１群を、収差補正するのに第１群に必要な量よりも多い収差補正で用意し、これらの群の第２群を、収差補正するのに第２群に必要な量よりも少ない収差補正で用意することからなり、第１群の収差補正により第２群における収差補正の不足が補償されて、収差補正ずみ内視鏡が作られる。

【００２３】

この発明の別の実施形態は、収差補正ずみ統合型内視鏡に関するものであり、この内視鏡には第１光学群と少なくとも第２光学群とが備わっており、その第１群には、収差補正するのに第１群に必要な量よりも多い収差補正があり、その第２群には、収差補正するのに第２群に必要な量よりも少ない収差補正があり、第１群の収差補正により第２群における収差補正の不足が補償されて、収差補正ずみ内視鏡が作られ、ここで、これらの群は共通の光軸に沿って配列されているとともに、これらの群のそれぞれはそれぞれの焦平面でそれぞれの像を作り出し、これらの群には対物レンズおよび少なくとも１つのリレーが含まれている。

【００２４】

この発明の別の実施形態は、像を第１面から中間面を介して第２面へ伝達するための光学系に関するものであり、この光学系には、その第１面とその中間面との間に配置され、あまり補正されなかった像をその中間面に形成するための、少なくとも１つの光学要素からなる対物レンズと、その中間面とその第２面との間に配置され、比較的よく補正された像をその第２面に形成するための、少なくとも１つの光学要素からなるリレーとが備わっている。

【００２５】

（好適な実施形態の詳細な説明）

代表的な実施形態１～１１は、以下に説明する図２～図１２に対応しており、対物レンズおよび第１リレー（中継レンズ）に約１００ミリメートルの長さが備わるように、かつ、ほとんどが単一の公称倍率が備わっている、規格化されている。このようにして、実施形態１～１１の性能は都合よく比較することができる。他の倍率、視界、開口数および付加的なリレーの備わったいくつかの実施形態は、この発明の一般的概念が広範囲の用途にわたって効果的であるということを説明するために、紹介されている。この明細書に説明された実施形態（１～１８）では、従来の非ＧＲＩＮ（非勾配屈折率）レンズ要素が用いられており、従って、他の型のレンズを同様に用いることができるが、それぞれのレンズに

は均等な屈折率が備わっている。

【００２６】

図１～図１８において、対象物面および結像面は、それぞれ「Ｏｂｊ」および「Ｉｍ」によって表示されている。中間の焦平面およびひとみ面は、光学列におけるさまざまな箇所で、それぞれ「Ｆ」および「$\mathrm{P}_{int}$」によって表示されている。対象物面（図１～図１８における「表面０」）、第１ひとみ面（あるいは絞り；図１～図１１における「表面１」および図１２～図１８における「表面４」に対応している）、レンズ表面および最終結像面の光学系の特徴は、連続的に番号が付けられている。図１～図１１では入射ひとみ$\mathrm{P}_{ent}$と絞りとは一致しているが、他の実施形態ではそれらは互いに入れ替わることができる。周縁光線および主光線の伝播は、これらの図を通じて点線で表示されている。

【００２７】

表１～表１８には、図１～図１８に示されたいくつかの実施形態の構成パラメータが紹介されている。表１は図１に示された系に関し、表２は図２に示された系に関し、他の表および図に関しても同様である。第１列にはこれらの図に示された表面数（「ＳＵＲＦ」）が表示され、第２列には表面の曲率半径（「ＲＤ」）が表示され、第３列には軸分離（「ＴＨ」）が表示されている。第４列には光学要素材料（「ＭＥＤＩＵＭ」）が紹介されている。常として、空気は、媒体がはっきりと表示されないときにおける言外の伝播媒体である。第５列には、それぞれの構成要素、対象物、ひとみあるいは像の直径（「ＤＩＡＭＥＴＥＲ」）がもたらされている。実施形態１２～１８については、クリアな開口は、表２０に表示されたように直径が２．５ｍｍまでに制限されているのが好ましく、他の実施形態においては、クリアな開口は直径がより大きいものでもよい。第６列には、非球面レンズのデータが紹介されている。円錐定数（「ＣＣ」）が定義されており、これは等式（１）と関連して以下に考察される。表１～１８における表面数および平面数は図におけるそれらを指している。この明細書に開示されたさまざまな光学要素の屈折率（ｅ、ＦおよびＣスペクトル線についての）、分散度および好ましい製造業者は表１９に紹介されている。実施形態１～１８についての光学性能パラメータは表２０に表示されている。

【００２８】

図１は、さまざまな要素を分離するという古典的な従来の概念に従って構成されている内視鏡系の光学的模式図である。群Ｉは入射ひとみ面（$\mathrm{P}_{ent}$）が含まれている対物レンズであり、群ＩＩには、対物レンズの焦平面（Ｆ）に配置されている視野レンズが紹介されている。群ＩＩＩには、対物レンズによって形成された像を次の焦平面（ここでは結像面、Ｉｍ）の上へ伝達する伝達レンズが紹介されている。これらの群はすべて、ひとみ面あるいは焦平面に配置されている。図１と、表２０の曲率半径のデータとから明らかなように、光学パワーの分布はきわめて不均等である。曲率の絶対値を合計した値は、組立の困難性の尺度であり、この従来技術の実施形態について１．６２／ｍｍであり（表２０の第５列を参照のこと）、これは色収差に対する補正がなされていない。この実施形態について色収差に対する補正がなされていると、曲率の絶対値の合計は２倍以上になると思われる。一般に、曲率の絶対値の合計が大きくなればなるほど製造コストが高くなるので、このことは欠点になる。関連する性能データは表２０に示されており、また、構成パラメータは表１に示されている。

【００２９】

図２には、ごく少ない数の構成要素が用いられている内視鏡である、この発明における１つの実施形態が示されている。この設計によれば、ひとみの位置および中間像の位置をそれらの古典的位置（図１を参照）から適度に離すことで、曲率の絶対値の合計（ＳＣ）を（実施形態１におけるような１．６２／ｍｍから…表２０を参照のこと）１．１５／ｍｍまで減らすことができ、さらに光学性能を改善することができる（例えば、山から谷までの波面ひずみは、実施形態１におけるような０．７９波に比べて、わずかに０．３２波である…表２０を参照のこと）。単色収差についての回折限界性能をもたらすためには、非半月（メニスクス）形状が備わり、かつ、鋭利な曲線部がない、わずか３つのプラスチック製要素が必要になるだけである。視線そらし用プリズムが備わっていないような多くの

用途では、円錐形の先端が含まれていてもよい。このような先端は、検査される対象物へのどのような乱れも減らすために、あるいはこの実施形態自体の露出を減らすために、プローブとして好都合に用いることができる。関連する性能データは表２０に示されており、また、構成パラメータは表２に示されている。

【００３０】

図３は、この発明における別の実施形態の光学的模式図である。この内視鏡もまた、わずかな構成要素を用いるだけであり、構成が簡単であるが、それにもかかわらず、色収差を含む収差について充分に補正が行われており、最大の軸方向色（波面）収差はわずかに０．２１波である（表２０の第２３列を参照のこと）。色収差を補正するためにどのような負要素も追加されなかったが、軸方向色収差は、古典的配置図（０．９０波；図１および表２０を参照）における場合の４分の１になるように小さい１つの因子以上であり、回折限界内にある。従って、この例には、パワーの再分配の利点が示されており、それは、この例ではひとみ（$P_{int}$）の付随的変位に関する。実施形態３にあっては、実施形態２の場合よりも古典的配置図からさらに離れていても、ＳＣはわずかに０．５５であり、また、山から谷までの波面収差は０．２１波に減っている（表２０を参照のこと）。

【００３１】

図４は、２つの構成要素からなる内視鏡の光学的模式図である。第２群ＩＩおよび第３群ＩＩＩは棒状要素に接合されており、その結果、わずかに４つのガラス／空気表面が備わっているだけである。この実施形態では比較的わずかな要素にもかかわらず、収差は回折限界にある。例えば、表２０に示されるように、山から谷までの波面収差はわずか０．２７波であり、また、最大の軸方向色収差はわずかに０．３１波である。この例には、棒状要素をこの発明に好都合に用いることができるということが示されている。棒状要素を用いる利点は、光学系の直径を増大することなく、対象物から結像面までの光学距離が増大している、ということである。この実施形態には、棒状要素によって中間ひとみ面の位置（$P_{int}$）と対象物の焦平面（Ｆ）とを変えることができ、これらは今や第３（ＩＩＩ）群および第２（ＩＩ）群をそれぞれ越えて移動した、ということも説明されている。この発明におけるいくつかの実施形態には半月形のいくつかの光学要素は必要ではないが、この例に示されたように、それらの組み入れは除外されていない。必要であれば、より短い棒状要素は中間焦点およびひとみ面（Ｆおよび$P_{int}$）を第２（ＩＩ）および第３（ＩＩＩ）要素に置くことができる。しかしながら、半月形を用いることの利点は適度なものである。

【００３２】

図５は、全体としてガラス製要素から構成されている内視鏡の光学的模式図である。他の実施形態では、他の代表的な実施形態に示されたように、ガラス製要素に加えてあるいは代えて、プラスチック製レンズを用いることができる。曲率は軽度であって球形であり、また、表面には、１つを除いて全部に、８ｍｍよりも大きい曲率半径が備わっている。第１群Ｉによって、視野が比較的大きい（７０度）ときであっても、入射ひとみ$P_{ent}$と第１群（Ｉ）との間に視線そらし用プリズム（表面２および表面３が含まれている）のための必要な空間が容易にもたらされる。付加的な色補正をもたらすことができ、また、付加的な負要素を用いることができるとしても、第１群（Ｉ）が色補正されないという事実にもかかわらず、系全体の色収差が単一の負要素によって表面１０で基本的に充分補正される（最大の軸方向色収差はわずかに０．１２波である。表２０を参照のこと）点に留意することは重要である。３つの群（Ｉ，ＩＩ，ＩＩＩ）は、充分に一体化されるが、対象物の焦平面（Ｆ）および中間ひとみ面（$P_{int}$）からはるかに移動してずれている。

【００３３】

図６は、部分的にガラスから、部分的にプラスチックから構成されている内視鏡の光学的模式図であり、相異なる材料からなるいくつかのレンズをどのようにして単一の内視鏡に組み立てるかを説明している。さらに、０．０２５という比較的大きい開口数（Ｎ．Ａ．）を実現するためには、そのような要素を用いることができるとしても、鋭利な曲線部あるいは半月形要素は必要でない。ひずみは充分に補正され、最大像ひずみはわずかに－３

％である（表２０を参照のこと）。基本的設計が、一般に内視鏡の場合がそうであるように、倍率の変化によって影響されない、ということを示すために、対象物は無限遠に置かれた。色補正は、表面６によって基本的にもたらされている。

【００３４】

図７は、付加的な光学パワー群（ＩＶ）が追加され、その結果、単色性能が適度に改善された内視鏡に関するものである。追加された要素ＩＶは、その要素ＩＶがもっとも効果的な位置である対物レンズの結像面（Ｆ）に近接して配置されている。要素ＩＶの比較的弱いパワー（正である）は、光学機能の負担の大部分は、収差補正と同様に、焦平面およびひとみ面から移動させられた第１群Ｉ、第２群ＩＩおよび第３群ＩＩＩによって行われる、ということが示されている。この例によれば、結像面あるいはひとみ面の近傍における追加要素はこの発明に用いることができる、ということが示されている。

【００３５】

図８は、０．０２５という比較的大きいＮ．Ａ．の備わったプラスチック製要素を用いてかなり補正された内視鏡に関するものである。いくつかの要素のうちのただ１つ、要素ＩＶは、結像面あるいはひとみ面の近傍に配置されているのが好ましいが、やはり、低いパワーのものである。４つの光学要素が用いられているが、ＳＣはまだ、わずかに１．０６であり、また、最大の軸方向色収差はわずかに０．３１波である。色補正は、表面８によって基本的にもたらされている。

【００３６】

図９は、図８に示されたものと類似した内視鏡に関するものである。倍率は２倍に増大しているが、これは、一般に内視鏡の場合のように、１倍の設計および０倍の設計のものときわめて類似した設計のままであることが示されている。さらに、この発明にはいくつかの半月形要素を使用しないことも可能という事実にもかかわらず、それらの使用は決して除外されない、ということを示すために、半月形要素が使用されている。この実施形態では、第４群（ＩＶ；半月形要素）が負パワーのものであり、さらに、この第４要素はこの発明における他の３つの群に対しての非必須付加要素である、ということが示されている。色補正は、表面９によって基本的にもたらされている。

【００３７】

図１０は、第２リレー（第４群ＩＶとして表示されている）が用いられている内視鏡に関するものである。この実施形態では、８０度というきわめて大きい視野と、０．０２５という比較的大きいＮ．Ａ．とが備わっている。これらの大きい値にもかかわらず、図１０に示されるように、対物レンズ（Ｉ）と入射ひとみ（$P_{ent}$）との間に偏向プリズム（表面２および表面３が備わっている）を容易に収容することができる。系全体としてはなお、低パワーの単一色補正用要素によって、表面１０できわめて良好に補正されている。この色補正用要素によって、色収差の充分な補正が基本的にもたらされ、例えば、最大の軸方向色収差はわずかに０．３５波である（表２０を参照のこと）。初めの３つの群（Ｉ，ＩＩ，ＩＩＩ）は充分な補正をすることができるので、これら初めの３つの群に古典的なリレーを追加することは除外されない。

【００３８】

図１１には、なおきわめて良好に補正された３つの像リレーが備わっており、最大の軸方向色収差がわずかに０．０４である（表２０を参照のこと）内視鏡が示されている。さらに、色収差は、追加要素を用いることができるものの、負の光学パワーの単一要素で表面１０において基本的に充分補正されている。他の実施形態では、追加の色補正用要素が必要な場合もある。図１１では、充分な色補正が基本的にもたらされるものの、色補正用要素の光学パワーは、他の構成要素のそれらに匹敵する値に近い。特に、表面９および表面１０にはそれぞれ、５０ｍｍおよび４．５ｍｍの曲率半径が備わっている。これらの要素はガラスからなるものであり、また、非球面状表面はまったく使用されていない。

【００３９】

表１２～１８に対応している図１２～１８には、対物レンズ（図１２～１８のそれぞれにおける表面１～６に対応している）の中にあるいはこの対物レンズとともに視野拡張器（

図１２～１８のそれぞれにおける表面１～２に対応している）が含まれた、この発明の代表的な実施形態が示されている。なお、図１６及び図１８に記載された実施形態は、参考例とする。これらの実施形態では、視野拡張器によって、大きい視野（１１０度）で結像させせることが可能になるとともに、視野の曲率（ペッツヴァルの計がそれに対応していっそう小さい）についての補正もすることができる。実施形態１２～１８には３つのリレー系が含まれており、表１２～１８に表示されたそれらの長さは、医療用途に用いることのできるシステムに対応している。実施形態１２～１８では、単一の色補正用要素によって、すべての色補正が基本的にもたらされる。

【００４０】

図１２Ａ～１２Ｄには、ただ９つのレンズ要素および１２の湾曲表面が備わり、光学要素の曲率の絶対値の合計が３．６５／ｍｍに等しい（表２０を参照のこと）実施形態が示されている。これらの値によれば、３０～３５の光学要素が含まれるとともにそれに対応して曲率の絶対値の合計がより大きい従来の系に比べて、かなりの改善が表されている。表２０に表されたように、また、以下に考察するように、これらの設計による利点は実施形態１３～１８にも反映されている。図１２Ａでは、第１リレーが「表面８」と表面１４との間に延びている。図１２Ｂでは、第２リレーが表面１６と表面１９との間に延びており、また、図１２Ｃでは、第３リレーが表面２１と表面２４との間に延びている。実施形態１２における色補正は、第１の伝達レンズあるいはリレーによって行なわれ、とりわけ表面１１で行なわれる。この系の光学性能はきわめて良好であり、山から谷までの波面収差および最大の軸方向色収差はそれぞれ０．３４および０．２２波である。

【００４１】

図１３Ａ～１３Ｄの実施形態は、実施形態１２に類似しているが、ここでは、第１リレーよりもむしろ第２リレーが色補正用リレーであり、基本的に、この系における色補正はすべて、光学表面１８によって行なわれる。さらに、その色補正は、図１２Ａ～１２Ｄの実施形態ではその色補正が色補正用リレーの第１半体において行なわれるのに対して、色補正用リレーの第２半体において行なわれる。このように、色補正は任意の要素群において行なうことができる。

【００４２】

図１３Ａでは、第１リレーが「表面８」と表面１３との間に延びている。図１３Ｂでは、第２リレーが表面１５と表面１９との間に延びており、また、図１３Ｃでは、第３リレーが表面２１と表面２４との間に延びている。この系の光学性能はきわめて良好であり、山から谷までの波面収差および最大の軸方向色収差はそれぞれ０．３２および０．１９波である。

【００４３】

図１４Ａ～１４Ｄの実施形態では、色補正用表面（表面２３）が第３リレーまで移動しており、その第３リレーは、図１４Ｄにおいて表面２０と表面２４との間に延びている。（図１４Ａでは、第１リレーが「表面８」（すなわち、入射焦平面での焦点表面）と表面１３との間に延びており、図１４Ｂでは、第２リレーが表面１５と表面１８との間に延びている。）それにもかかわらず、実施形態１２～１４の光学性能は、実質的に同等であり、実施形態１４における山から谷までの波面収差および最大の軸方向色収差はそれぞれ０．５１および０．１７波である。

【００４４】

図１５Ａ～１５Ｄの実施形態には、光学パワーのあるわずか８つの光学要素が備わっている。この設計は、３つのリレーが含まれるこの明細書における他の実施形態と同様に、３つのリレーからなる内視鏡に必要とされる７つの湾曲面の理論限界に近づいている。この限界は、それぞれのリレーに２以上の湾曲面が備わっており、かつ、対物レンズに少なくとも１つの湾曲面が備わっている、という事実に基づいている。実施形態１５における山から谷までの波面収差の最大値および最大の軸方向色収差（それぞれ０．８１波および０．６８波）は図１２～１８における他の視野拡大器付き実施形態の場合よりも大きいが、全体の性能はなお良好であり、ペッツヴァルの計はわずかに０．０４／ｍｍである。図

１５Ａでは、第１リレーが「表面８」と表面１３との間に延びている。図１５Ｂでは、第２リレーが表面１５と表面１８との間に延びており、また、図１５Ｃでは、第３リレーが表面２０と表面２３との間に延びている。色補正は基本的に表面１１によってもたらされている。

【００４５】

図１６Ａ～１６Ｄに示された実施形態では、湾曲面の備わった構成要素はこれらの構成要素を比較的安価にするプラスチック、ＣＯＣあるいはポリスチレンから作られているのが好ましい。平坦な表面の備わった棒状体はガラスあるいはプラスチックから作ることができ、あるいは、それらは湾曲面の備わった構成要素の一部として成型することができる。しかしながら、プラスチック材料を使用すると、例えばこれらの材料の屈折率が比較的小さいなどの特別な問題が生じるおそれがある。プラスチックとガラスとの魅力的な特徴構成のいくつかを組み合わせるために、この実施形態では１つのアプローチが用いられている。とりわけ、プラスチック要素はガラス製棒状体の平坦面の上に接合され、その結果、内視鏡は安価であるが良好な性能が備わっているものになる。例えば、山から谷までの波面収差は０．４１波であり、最大の軸方向色収差は０．１９波である。図１６Ａでは、第１リレーが「表面８」と表面１７との間に延びている。図１６Ｂでは、第２リレーが表面１９と表面２３との間に延びており、また、図１６Ｃでは、第３リレーが表面２５と表面３０との間に延びている。色補正は基本的に表面１３によってもたらされている。

【００４６】

図１７Ａ～１７Ｄの実施形態では、ガラス製棒状体の中に非球面状表面が成型されて棒状体とレンズとが単一片に形成され、それによって、光学要素の数が減ることになる。山から谷までの波面ひずみは、実施形態１６の場合よりも小さい０．２８波に減少しており、また、最大の軸方向色収差はわずかに０．２８波である。色補正は基本的に表面１１によってもたらされている。

【００４７】

図１８Ａ～１８Ｄの実施形態は、図１２Ａ～１２Ｄの実施形態に類似しているが、ここでは、図１２Ａ～１２Ｄにおけるより長い要素が、それらのより長い要素のそれぞれの内部に平坦－平坦インターフェイスを導入することによって、より短い２つのセグメントに分けられている。これによって、内視鏡における光学片の数は増えるが、内視鏡の可撓性は、光学性能を悪くすることなく、大きく高められている（その結果、内視鏡が使用中に破損するおそれが減っている）。図１８Ａでは、第１リレーが「表面８」と表面２０との間に延びている。第２リレー（図１８Ｂ）が表面２２と表面３２との間に延びており、また、第３リレーが表面３４と表面４３との間に延びている。色補正は基本的に表面１４によってもたらされている。

【００４８】

　このように、この明細書におけるいくつかの実施形態から明らかなように、３つの群（対物レンズ、視野レンズおよびリレー）を一体化して、個々の光学要素における パワーの絶対値の合計を大幅に減らすようにして内視鏡を生産することができる。光学 パワーが減ると、補正すべき収差の量が減り、また、光学系の複雑度がかなり減ることになり、それによって、そのコストが減る。いくつかの実施形態における付加的でしばしば貴重な特徴は、入射ひとみがこの系の外側に配置され、それによって、プリズムのような他の光学要素の付加を容易にする、ということである。

【００４９】

表１～１８では、次の略語が用いられている。

「ＣＣ」は、「円錐定数」を表し、等式１では「ｋ」に等しい。

「ＡＤ」は、等式１における非球面定数「ｄ」を表す。

「ＡＥ」は、等式１における非球面定数「ｅ」を表す。

【００５０】

以下の等式１は非球面状表面を説明するための公知の数式である。

【数１】

$$Z = \frac{c\rho^2}{[1+\sqrt{1-(\kappa+1)c^2\rho^2}]} + d\rho^4 + e\rho^6 + f\rho^8 + g\rho^{10} \qquad (1)$$

【００５１】
ここで、ｚは光軸の方向におけるものであり、ρは光軸からの距離であり、また、ｃはその表面の曲率（１／ＲＤ）である。代表的な実施形態１～１８における非球面定数ｆおよびｇはゼロに等しい。
【００５２】
この発明は、その精神あるいは本質的特徴から逸脱することなく、他の特定形態に具体化することができる。説明されたいくつかの実施形態は、あらゆる点で、単に例示的なものであって限定的なものではない、とみなされるべきである。従って、この発明の範囲は、いままでの説明よりもむしろ、特許請求の範囲によって表されている。この特許請求の範囲と均等の意味および範囲に含まれる変化はすべて、この発明の範囲に包含される。
【００５３】
【表１】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 6.510 | | 7.517 | 0.000 |
| 1 | Infinity | -0.510 | | 0.260 | 0.000 |
| 2 | 2.600 | 1.400 | アクリル | 4.000 | -52.000 |
| 3 | -1.600 | 3.000 | | 4.000 | -7.500 |
| 4 | 4.000 | 3.000 | アクリル | 6.000 | -12.000 |
| 5 | -3.800 | 33.000 | | 6.000 | 0.000 |
| 6 | 18.000 | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 7 | -24.760 | 51.640 | | 6.000 | 0.000 |
| 8 | Infinity | | | 7.473 | 0.000 |
| EFL | -5.517 | | | | |

表面０＝対象物面
表面１＝入射ひとみ面
表面８＝結像面
【００５４】
【表２】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity<br>無限大 | 6.000 | | 6.928 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.600 | | 0.240 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 1.200 | アクリル | 2.400 | 0.000 |
| 3 | -1.100 | 7.400 | | 2.400 | -0.400 |
| 4 | Infinity | 1.500 | LAH66 | 6.000 | 0.000 |
| 5 | -6.300 | 36.800 | | 6.000 | 0.000 |
| 6 | Infinity | 1.500 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 7 | -11.810 | 44.850 | | 6.000 | -3.000 |
| 8 | Infinity | | | 6.852 | 0.000 |
| EFL | -5.544 | | | | |

表面０＝対象物面
表面１＝入射ひとみ面
表面８＝結像面

【００５５】
【表３】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 6.000 | | 7.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 6.000 | | 0.240 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 3.000 | アクリル | 9.200 | 0.000 |
| 3 | -4.700 | 51.300 | | 9.200 | -0.650 |
| 4 | 25.700 | 7.000 | アクリル | 21.800 | 0.000 |
| 5 | -11.700 | 18.000 | | 21.800 | -2.900 |
| 6 | 7.000 | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 7 | -13.477 | 6.717 | | 6.000 | -560.000 |
| 8 | Infinity | | | 7.038 | 0.000 |
| EFL | -3.217 | | | | |

表面０＝対象物面
表面１＝入射ひとみ面
表面８＝結像面

【００５６】
【表４】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 6.000 | | 6.928 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 2.000 | | 0.240 | 0.000 |
| 2 | -5.000 | 1.800 | アクリル | 4.400 | 0.000 |
| 3 | -2.100 | 1.700 | | 4.400 | -0.560 |
| 4 | 5.830 | 2.000 | PHM52 | 6.400 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 48.000 | SF6 | 6.400 | 0.000 |
| 6 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.400 | 0.000 |
| 7 | -7.010 | 36.500 | | 6.400 | -1.300 |
| 8 | Infinity | | | 6.979 | 0.000 |
| EFL | -4.845 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面８＝結像面

【００５７】

【表５】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity<br>無限大 | 6.000 | | 8.402 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.200 | | 0.180 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 3.000 | LAK8 | 3.600 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.500 | LAH66 | 3.600 | 0.000 |
| 4 | -4.000 | 0.200 | | 5.000 | 0.000 |
| 5 | 13.500 | 1.500 | LAH66 | 5.000 | 0.000 |
| 6 | -13.500 | 9.500 | | 5.000 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 1.500 | LAH66 | 6.000 | 0.000 |
| 8 | -10.900 | 30.800 | | 6.000 | 0.000 |
| 9 | Infinity | 1.200 | LASF32 | 6.000 | 0.000 |
| 10 | 8.800 | 2.000 | SK5 | 6.000 | 0.000 |
| 11 | -8.470 | 42.550 | | 6.000 | 0.000 |
| 12 | Infinity | | | 7.112 | 0.000 |
| EFL | -5.492 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面１２＝結像面

【００５８】

【表６】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity<br>無限大 | Infinity | | 0.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 3.200 | | 0.312 | 0.000 |
| 2 | 4.900 | 2.500 | アクリル | 6.000 | -1.500 |
| 3 | -2.900 | 18.600 | | 6.000 | -2.500 |
| 4 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 5 | -8.800 | 24.000 | | 6.000 | -0.700 |
| 6 | -7.000 | 1.200 | ポリカーボネイト | 4.000 | 1.400 |
| 7 | Infinity | 2.000 | LAKN7 | 6.000 | 0.000 |
| 8 | -6.550 | 40.510 | | 6.000 | 0.000 |
| 9 | Infinity | | | 8.794 | 0.000 |
| EFL | -7.817 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面９＝結像面

【００５９】

【表７】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 6.000 | | 8.402 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 1.900 | | 0.240 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 2.500 | アクリル | 5.000 | 0.000 |
| 3 | -2.000 | 2.700 | | 5.000 | -0.660 |
| 4 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 5 | -16.800 | 25.000 | | 6.000 | 32.000 |
| 6 | Infinity | 2.000 | アクリル | 7.000 | 0.000 |
| 7 | -9.600 | 31.200 | | 7.000 | -1.200 |
| 8 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 9 | -17.850 | 24.680 | | 6.000 | -28.000 |
| 10 | Infinity | | | 7.917 | 0.000 |
| EFL | -5.302 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面１０＝結像面

【００６０】
【表８】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity<br>無限大 | 6.000 | | 6.928 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 3.200 | | 0.300 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 2.500 | アクリル | 5.400 | 0.000 |
| 3 | -2.500 | 3.000 | | 5.400 | -0.640 |
| 4 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.400 | 0.000 |
| 5 | -26.000 | 24.700 | | 6.400 | 57.000 |
| 6 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.400 | 0.000 |
| 7 | -9.200 | 25.000 | | 6.400 | -1.000 |
| 8 | -4.300 | 1.200 | ポリカーボネイト | 4.400 | -0.300 |
| 9 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 10 | -3.610 | 28.350 | | 6.000 | -0.700 |
| 11 | Infinity | | | 6.930 | 0.000 |

EFL -5.602

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面１１＝結像面

【００６１】

【表９】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 3.000 | | 3.464 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 2.400 | | 0.300 | 0.000 |
| 2 | 12.400 | 3.000 | アクリル | 5.400 | 0.000 |
| 3 | -2.320 | 9.700 | | 5.400 | -0.800 |
| 4 | -7.600 | 2.000 | アクリル | 6.400 | 0.000 |
| 5 | -8.100 | 15.900 | | 6.400 | 2.800 |
| 6 | Infinity | 2.000 | アクリル | 6.400 | 0.000 |
| 7 | -10.000 | 28.500 | | 6.400 | -1.200 |
| 8 | -24.000 | 1.200 | ポリカーボネイト | 6.000 | 70.000 |
| 9 | 5.000 | 2.500 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 10 | -6.360 | 29.820 | | 6.000 | 0.000 |
| 11 | Infinity | | | 7.031 | 0.000 |
| EFL | -4.891 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面１１＝結像面

【００６２】
【表１０】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity | 8.000 | | 13.426 | 0.000 |
| 1 | 無限大 Infinity | 0.100 | | 0.200 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 3.800 | SF6 | 5.380 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.800 | LAH66 | 5.380 | 0.000 |
| 4 | -4.300 | 0.200 | | 6.400 | 0.000 |
| 5 | 11.400 | 1.500 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 6 | -17.000 | 10.000 | | 6.400 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 8 | -18.900 | 40.300 | | 6.400 | 0.000 |
| 9 | 13.000 | 2.000 | TIH53 | 6.400 | 0.000 |
| 10 | 8.500 | 2.500 | FPL51 | 6.400 | 0.000 |
| 11 | -19.300 | 39.800 | | 6.400 | 0.000 |
| 12 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 13 | -8.340 | 20.000 | | 6.400 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | SP15 | 6.400 | 0.000 |
| 15 | -8.830 | 14.040 | | 6.400 | 0.000 |
| 16 | Infinity | | | 6.607 | 0.000 |
| EFL | 3.782 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面１６＝結像面

【００６３】

【表１１】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 12.000 | | 13.856 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.100 | | 0.200 | 0.000 |
| 2 | Infinity | 4.500 | SF6 | 5.380 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 4 | -4.300 | 0.200 | | 6.400 | 0.000 |
| 5 | 38.000 | 1.500 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 6 | -14.000 | 15.000 | | 6.400 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 1.600 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 8 | -14.000 | 27.000 | | 6.400 | 0.000 |
| 9 | 50.000 | 1.200 | TIH53 | 6.400 | 0.000 |
| 10 | 4.500 | 3.000 | FPL51 | 6.400 | 0.000 |
| 11 | -4.700 | 28.800 | | 6.400 | 0.000 |
| 12 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 13 | -11.000 | 26.700 | | 6.400 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 15 | -9.900 | 27.300 | | 6.400 | 0.000 |
| 16 | -14.700 | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 17 | -8.000 | 40.700 | | 6.400 | 0.000 |
| 18 | Infinity | 2.000 | LAH66 | 6.400 | 0.000 |
| 19 | -20.330 | 50.400 | | 6.400 | 0.000 |
| 20 | Infinity | | | 6.215 | 0.000 |
| EFL | -5.739 | | | | |

表面０＝対象物面

表面１＝入射ひとみ面

表面２０＝結像面

【００６４】
【表１２】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | 無限大 Infinity | 0.300 | サファイア | 1.620 | 0.000 |
| 2 | 0.700 | 0.800 | | 1.056 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.900 | TIH6 | 0.880 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.600 | TIH6 | 0.552 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 0.800 | LAH53 | 0.808 | 0.000 |
| 6 | -1.600 | 2.700 | | 1.106 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH53 | 1.628 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 2.850 | LAH53 | 1.938 | 0.000 |
| 9 | -4.300 | 0.300 | | 2.497 | 0.000 |
| 10 | Infinity | 30.600 | TIH6 | 2.490 | 0.000 |
| 11 | 3.600 | 1.200 | PHM52 | 2.418 | 0.000 |
| 12 | -7.160 | 0.300 | | 2.504 | 0.000 |
| 13 | 10.100 | 23.750 | LAH53 | 2.486 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | | 2.094 | 0.000 |
| 15 | Infinity | 2.000 | | 2.033 | 0.000 |
| 16 | 7.160 | 28.200 | LAH53 | 2.493 | 0.000 |
| 17 | Infinity | 0.400 | | 2.469 | 0.000 |
| 18 | 7.540 | 28.700 | LAH53 | 2.490 | 0.000 |
| 19 | -16.000 | 2.000 | | 2.448 | 0.000 |
| 20 | Infinity | 2.000 | | 2.230 | 0.000 |
| 21 | 10.100 | 30.000 | LAH53 | 2.491 | 0.000 |
| 22 | -7.540 | 0.400 | | 2.425 | 0.000 |
| 23 | Infinity | 28.200 | LAH53 | 2.427 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 1.955 | | 2.489 | 0.000 |
| 25 | Infinity | | | 2.497 | 0.000 |
| EFL | -1.455 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面２５＝結像面

【００６５】

【表１３】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | 無限大 Infinity | 0.300 | サファイア | 1.620 | 0.000 |
| 2 | 0.700 | 0.800 | | 1.056 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.900 | TIH6 | 0.880 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.600 | TIH6 | 0.552 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 0.800 | LAH53 | 0.808 | 0.000 |
| 6 | -1.470 | 2.200 | | 1.103 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH53 | 1.408 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 2.850 | LAH53 | 1.628 | 0.000 |
| 9 | -4.000 | 0.300 | | 2.342 | 0.000 |
| 10 | Infinity | 29.500 | TIH6 | 2.341 | 0.000 |
| 11 | Infinity | 0.300 | | 2.493 | 0.000 |
| 12 | 7.570 | 27.000 | LAH53 | 2.518 | 0.000 |
| 13 | Infinity | 2.000 | | 2.189 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | | 2.155 | 0.000 |
| 15 | 7.570 | 32.700 | LAH53 | 2.505 | 0.000 |
| 16 | -7.570 | 0.400 | | 2.415 | 0.000 |
| 17 | 10.060 | 1.500 | PHM52 | 2.383 | 0.000 |
| 18 | -2.760 | 27.000 | TIH6 | 2.262 | 0.000 |
| 19 | -7.000 | 2.000 | | 2.567 | 0.000 |
| 20 | Infinity | -2.000 | | 2.028 | 0.000 |
| 21 | Infinity | 24.000 | LAH53 | 2.080 | 0.000 |
| 22 | -7.000 | 0.400 | | 2.508 | 0.000 |
| 23 | Infinity | 29.500 | LAH53 | 2.506 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 1.850 | | 2.442 | 0.000 |
| 25 | Infinity | | | 2.443 | 0.000 |
| EFL | -1.447 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面２５＝結像面

【００６６】

【表１４】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | 無限大 Infinity | 0.300 | サファイア | 1.619 | 0.000 |
| 2 | 0.700 | 0.800 | | 1.055 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.900 | LAH53 | 0.880 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.600 | LAH53 | 0.552 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 1.300 | LAH53 | 0.808 | 0.000 |
| 6 | -1.730 | 3.000 | | 1.307 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH53 | 1.707 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 3.300 | LAH53 | 1.920 | 0.000 |
| 9 | -4.800 | 0.300 | | 2.480 | 0.000 |
| 10 | Infinity | 31.500 | TIH6 | 2.477 | 0.000 |
| 11 | Infinity | 0.300 | | 2.397 | 0.000 |
| 12 | 7.500 | 25.700 | LAH53 | 2.415 | 0.000 |
| 13 | Infinity | 2.000 | | 2.174 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | | 2.154 | 0.000 |
| 15 | 6.900 | 31.500 | LAH53 | 2.499 | 0.000 |
| 16 | -6.900 | 0.400 | | 2.511 | 0.000 |
| 17 | Infinity | 21.900 | LAH53 | 2.489 | 0.000 |
| 18 | Infinity | 2.000 | TIH6 | 2.128 | 0.000 |
| 19 | Infinity | 2.000 | | 2.087 | 0.000 |
| 20 | 7.500 | 31.500 | LAH53 | 2.500 | 0.000 |
| 21 | -6.100 | 0.400 | | 2.475 | 0.000 |
| 22 | 21.400 | 1.500 | BAFN11 | 2.318 | 0.000 |
| 23 | -2.270 | 25.700 | TIH6 | 2.192 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 2.100 | | 2.471 | 0.000 |
| 25 | Infinity | | | 2.512 | 0.000 |
| EFL | -1.443 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面２５＝結像面

【００６７】

【表１５】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.300 | LAH66 | 1.486 | 0.000 |
| 2 | 0.600 | 0.800 | | 0.937 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.800 | LAH66 | 0.819 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.700 | LAH66 | 0.611 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 1.000 | LAH66 | 0.908 | 0.000 |
| 6 | -1.600 | 2.900 | | 1.277 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH66 | 1.577 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 4.000 | LAH66 | 1.745 | 0.000 |
| 9 | -4.600 | 0.300 | | 2.405 | 0.000 |
| 10 | Infinity | 31.000 | TIH6 | 2.405 | 0.000 |
| 11 | 4.500 | 0.010 | | 2.449 | 5.300 |
| 12 | 2.700 | 28.000 | LAH66 | 2.550 | 0.000 |
| 13 | Infinity | 2.000 | | 1.927 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.100 | | 1.864 | 0.000 |
| 15 | 7.600 | 28.000 | LAH66 | 2.159 | -2.700 |
| 16 | Infinity | 0.300 | | 2.438 | 0.000 |
| 17 | 7.100 | 20.500 | LAH66 | 2.445 | 11.300 |
| 18 | Infinity | 2.000 | | 1.832 | 0.000 |
| 19 | Infinity | 2.000 | | 1.872 | 0.000 |
| 20 | 5.620 | 31.000 | LAH66 | 2.463 | -1.000 |
| 21 | -6.800 | 0.300 | | 2.420 | -10.700 |
| 22 | Infinity | 31.000 | LAH66 | 2.420 | 0.000 |
| 23 | Infinity | 1.970 | | 2.514 | 0.000 |
| 24 | Infinity | | | 2.688 | 0.000 |
| EFL | -1.563 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面２４＝結像面

【００６８】

【表１６】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.400 | COC | 1.810 | 0.000 |
| 2 | 0.530 | 0.400 | | 0.944 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 2.000 | SF6 | 0.899 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 1.000 | SF6 | 0.459 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 1.300 | COC | 0.948 | 0.000 |
| 6 | -1.200 | 2.400 | | 1.541 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 4.200 | SF6 | 1.717 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 2.800 | SF6 | 1.870 | 0.000 |
| 9 | Infinity | 0.300 | | 2.320 | 0.000 |
| 10 | 3.700 | 1.500 | COC | 2.503 | -0.300 |
| 11 | Infinity | 29.200 | LAH66 | 2.473 | 0.000 |
| 12 | Infinity | 1.500 | ポリスチレン | 2.175 | 0.000 |
| 13 | 3.120 | 1.500 | COC | 2.287 | 0.000 |
| 14 | -4.310 | 0.500 | | 2.487 | -3.450 |
| 15 | Infinity | 29.200 | LAH66 | 2.487 | 0.000 |
| 16 | Infinity | 1.500 | COC | 2.503 | 0.000 |
| 17 | -5.120 | 2.300 | | 2.504 | -4.300 |
| 18 | Infinity | 2.200 | | 2.167 | 0.000 |
| 19 | Infinity | 25.000 | SF6 | 2.120 | 0.000 |
| 20 | Infinity | 0.300 | | 2.458 | 0.000 |
| 21 | 4.470 | 1.500 | COC | 2.495 | 1.080 |
| 22 | Infinity | 19.600 | LAH66 | 2.322 | 0.000 |
| 23 | Infinity | 2.300 | | 1.756 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 2.200 | | 1.775 | 0.000 |
| 25 | 3.420 | 1.500 | COC | 2.482 | -7.200 |
| 26 | Infinity | 25.000 | SF6 | 2.482 | 0.000 |
| 27 | Infinity | 1.500 | COC | 2.488 | 0.000 |
| 28 | -5.120 | 0.300 | | 2.489 | -1.800 |
| 29 | Infinity | 25.000 | SF6 | 2.465 | 0.000 |
| 30 | Infinity | 5.520 | | 2.495 | 0.000 |
| 31 | Infinity | | | 2.620 | 0.000 |
| EFL | -1.626 | | | | |

表面０＝対象物面
表面４＝ひとみ面
表面３１＝結像面

【００６９】
【表１７】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity<br>無限大 | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.300 | TIH6 | 1.513 | 0.000 |
| 2 | 0.650 | 0.800 | | 0.979 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.800 | TIH6 | 0.836 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.700 | TIH6 | 0.591 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 1.500 | LAH51 | 0.887 | 0.000 |
| 6 | -1.680 | 2.800 | | 1.457 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH51 | 1.546 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 5.000 | LAH51 | 1.597 | 0.000 |
| 9 | -4.600 | 0.300 | | 2.493 | 0.580 |
| 10 | Infinity | 25.700 | TIH6 | 2.464 | 0.000 |
| 11 | 3.470 | 1.200 | PHM52 | 2.286 | 0.000 |
| 12 | -3.860 | 0.300 | | 2.490 | 0.700 |
| 13 | Infinity | 21.600 | LAH51 | 2.478 | 0.000 |
| 14 | Infinity | 2.000 | | 2.205 | 0.000 |
| 15 | Infinity | 2.100 | | 2.159 | 0.000 |
| 16 | 7.400 | 33.800 | LAH51 | 2.494 | -6.600 |
| 17 | Infinity | 0.400 | | 2.470 | 0.000 |
| 18 | 6.920 | 27.900 | LAH51 | 2.497 | -9.200 |
| 19 | Infinity | 2.100 | | 2.181 | 0.000 |
| 20 | Infinity | 2.000 | | 2.141 | 0.000 |
| 21 | 7.400 | 29.400 | LAH51 | 2.494 | -6.600 |
| 22 | -7.700 | 0.400 | | 2.492 | 5.600 |
| 23 | Infinity | 27.900 | LAH51 | 2.348 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 1.980 | | 2.496 | 0.000 |
| 25 | Infinity | | | 2.634 | 0.000 |
| EFL | -1.509 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面２５＝結像面

【００７０】

【表１８】

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity 無限大 | 8.600 | | 26.000 | 0.000 |
| 1 | Infinity | 0.300 | サファイア | 1.593 | 0.000 |
| 2 | 0.680 | 0.800 | | 1.032 | 0.000 |
| 3 | Infinity | 1.863 | TIH6 | 0.864 | 0.000 |
| 4 | Infinity | 0.672 | TIH6 | 0.559 | 0.000 |
| 5 | Infinity | 0.728 | LAH53 | 0.845 | 0.000 |
| 6 | -1.508 | 2.170 | | 1.110 | 0.000 |
| 7 | Infinity | 3.000 | LAH53 | 1.439 | 0.000 |
| 8 | Infinity | 3.750 | LAH53 | 1.680 | 0.000 |
| 9 | -4.230 | 0.311 | | 2.492 | 0.000 |
| 10 | Infinity | 13.700 | TIH6 | 2.484 | 0.000 |
| 11 | Infinity | 0.500 | | 2.428 | 0.000 |
| 12 | Infinity | 13.700 | TIH6 | 2.425 | 0.000 |
| 13 | Infinity | 1.000 | TIH6 | 2.385 | 0.000 |
| 14 | 3.483 | 1.200 | PHM52 | 2.395 | 0.000 |
| 15 | -6.510 | 0.308 | | 2.493 | 0.000 |
| 16 | 11.050 | 1.600 | LAH53 | 2.490 | 0.000 |
| 17 | Infinity | 7.670 | LAH53 | 2.463 | 0.000 |
| 18 | Infinity | 0.500 | | 2.328 | 0.000 |
| 19 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.312 | 0.000 |
| 20 | Infinity | 2.000 | | 2.078 | 0.000 |
| 21 | Infinity | 2.085 | | 2.014 | 0.000 |

| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 6.830 | 1.800 | LAH53 | 2.490 | 0.000 |
| 23 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.472 | 0.000 |
| 24 | Infinity | 0.500 | | 2.333 | 0.000 |
| 25 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.324 | 0.000 |
| 26 | Infinity | 0.400 | | 2.353 | 0.000 |
| 27 | 7.850 | 1.400 | LAH53 | 2.487 | 0.000 |
| 28 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.488 | 0.000 |
| 29 | Infinity | 0.500 | | 2.491 | 0.000 |
| 30 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.492 | 0.000 |
| 31 | Infinity | 1.200 | LAH53 | 2.495 | 0.000 |
| 32 | -14.020 | 2.044 | | 2.496 | 0.000 |
| 33 | Infinity | 2.044 | | 2.187 | 0.000 |
| 34 | 14.020 | 1.200 | LAH53 | 2.429 | 0.000 |
| 35 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.427 | 0.000 |
| 36 | Infinity | 0.500 | | 2.395 | 0.000 |
| 37 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.393 | 0.000 |
| 38 | Infinity | 1.400 | LAH53 | 2.433 | 0.000 |
| 39 | -7.850 | 0.400 | | 2.473 | 0.000 |
| 40 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.373 | 0.000 |
| 41 | Infinity | 0.500 | | 2.427 | 0.000 |
| 42 | Infinity | 13.300 | LAH53 | 2.431 | 0.000 |
| 43 | Infinity | 3.573 | | 2.493 | 0.000 |
| 44 | Infinity | | | 2.524 | 0.000 |
| EFL | -1.475 | | | | |

表面０＝対象物面

表面４＝ひとみ面

表面４４＝結像面

【００７１】

【表１９】

| MEDIUM | $<_d$ | $N_{480nm}$ | $N_{546nm}$ | $N_{644nm}$ | 製造業者 |
|---|---|---|---|---|---|
| アクリル | 57.4 | 1.498 | 1.494 | 1.489 | |
| BAFN 11 | 48.4 | 1.677 | 1.670 | 1.633 | Schott |
| COC | 55.7 | 1.541 | 1.536 | 1.531 | |
| FPL 51 | 81.6 | 1.495 | 1.498 | 1.502 | Ohara |
| LAH51 | 44.2 | 1.799 | 1.790 | 1.781 | Ohara |
| LAH 53 | 40.9 | 1.821 | 1.811 | 1.801 | Ohara |
| LAH 66 | 49.6 | 1.784 | 1.776 | 1.769 | Ohara |
| LAK 8 | 53.8 | 1.723 | 1.716 | 1.710 | Schott |
| LAKN 7 | 58.5 | 1.660 | 1.654 | 1.649 | Schott |
| LASF 32 | 30.4 | 1.824 | 1.810 | 1.797 | Schott |
| サファイア | 72.2 | 1.776 | 1.771 | 1.765 | |
| SF6 | 25.4 | 1.830 | 1.813 | 1.798 | Schott |
| SF15 | 30.1 | 1.693 | 1.704 | 1.717 | Schott |
| SK5 | 61.3 | 1.596 | 1.591 | 1.587 | Schott |
| TIH6 | 25.4 | 1.830 | 1.813 | 1.798 | Ohara |
| PHM52 | 63.4 | 1.625 | 1.620 | 1.616 | Ohara |
| ポリカーボネイト | 29.9 | 1.601 | 1.590 | 1.581 | |
| ポリスチレン | 30.9 | 1.605 | 1.595 | 1.586 | |

【００７２】

【表２０】

## TABLE 20

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No | NA | FOV deg | Mag | SC | Rl no | Oe tot | Le tot +,- | Le obj +,- | Le rel1 +,- | Le rel2 +,- | Le rel3 +,- | lng mm | c.s. tot. | c.s. tot v,c | c.s obj v,c | c.s rel1 v,c | c.s. rel2 v,c | c.s. rel3 v,c | dis | ptz | wvf | axc | NP | CA | s/r |
| 1 | .020 | 60 | 1.0 | 1.62 | 1 | 3 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | | | 100 | 6 | 6,0 | 2,0 | 4,0 | | | -2 | -.54 | .79 | .90 | -.5 | 5.0 | 1.62 |
| 2 | .020 | 60 | 1.0 | 1.15 | 1 | 3 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | | | 100 | 3 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | | | -2 | -.40 | .32 | .80 | 0.6 | 5.3 | 1.15 |
| 3 | .020 | 60 | 1.0 | 0.55 | 1 | 3 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | | | 100 | 5 | 5,0 | 1,0 | 4,0 | | | -1 | -.18 | .10 | .21 | 6.0 | 20 | 0.55 |
| 4 | .020 | 60 | 1.0 | 0.99 | 1 | 4 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | | | 100 | 4 | 3,1 | 2,1 | 1,0 | | | 2 | -.20 | .27 | .31 | 2.0 | 5.1 | 0.99 |
| 5 | .015 | 70 | 1.0 | 0.84 | 1 | 5 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | | | 100 | 7 | 6,1 | 3,0 | 3,1 | | | -16 | -.25 | .31 | .12 | 1.9 | 5.2 | 0.84 |
| 6 | .020 | 60 | 0.0 | 0.96 | 1 | 4 | 3,1 | 1,0 | 2,1 | | | 94 | 5 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | | | -3 | -.23 | .46 | .14 | 3.2 | 5.2 | 0.96 |
| 7 | .020 | 70 | 1.0 | 0.72 | 1 | 4 | 4,0 | 2,0 | 2,0 | | | 100 | 4 | 4,0 | 2,0 | 2,0 | | | -6 | -.24 | .27 | .63 | 1.9 | 5.2 | 0.72 |
| 8 | .025 | 60 | 1.0 | 1.06 | 1 | 5 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | | | 100 | 5 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | | | -1 | -.19 | .21 | .31 | 3.2 | 5.2 | 1.06 |
| 9 | .025 | 60 | 2.0 | 1.47 | 1 | 5 | 3,2 | 1,0 | 2,2 | | | 100 | 9 | 6,3 | 2,0 | 4,3 | | | 1 | -.23 | .15 | .03 | 2.4 | 5.8 | 1.47 |
| 10 | .025 | 80 | -0.5 | 1.03 | 2 | 7 | 6,1 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | | 150 | 10 | 9,1 | 3,0 | 4,1 | 2,0 | | -2 | -.33 | .31 | .35 | 2.2 | 5.5 | 0.52 |
| 11 | .017 | 60 | 0.5 | 1.51 | 3 | 9 | 8,1 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 250 | 13 | 11,2 | 3,0 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | -11 | -.36 | .48 | .04 | 2.6 | 5.5 | 0.50 |
| 12 | .061 | 110 | .157 | 3.65 | 3 | 10 | 7,2 | 1,1 | 3,1 | 2,0 | 1,0 | 195 | 12 | 10,2 | 1,1 | 4,1 | 3,0 | 2,0 | -39 | -.10 | .34 | .22 | -.8 | 2.5 | 1.22 |
| 13 | .061 | 110 | .156 | 3.86 | 3 | 10 | 6,2 | 1,1 | 2,0 | 2,1 | 1,0 | 195 | 11 | 9,2 | 1,1 | 2,0 | 5,1 | 1,0 | -40 | -.12 | .32 | .19 | -.8 | 2.5 | 1.29 |
| 14 | .061 | 110 | .156 | 3.86 | 3 | 10 | 6,2 | 1,1 | 2,0 | 1,0 | 2,1 | 195 | 11 | 9,2 | 1,1 | 2,0 | 2,0 | 4,1 | -39 | -.05 | .51 | .17 | -.8 | 2.5 | 1.29 |
| 15 | .057 | 110 | .170 | 3.70 | 3 | 9 | 6,2 | 1,1 | 2,1 | 2,0 | 1,0 | 195 | 9 | 7,2 | 1,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | -40 | .04 | .81 | .68 | -.7 | 2.5 | 1.23 |
| 16 | .055 | 110 | .174 | 4.77 | 3 | 16 | 7,2 | 1,1 | 3,1 | 1,0 | 2,0 | 194 | 10 | 8,2 | 1,1 | 4,1 | 1,0 | 2,0 | -42 | -.12 | .41 | .19 | -.9 | 2.5 | 1.59 |
| 17 | .059 | 110 | .164 | 3.73 | 3 | 10 | 6,2 | 1,1 | 2,1 | 2,0 | 1,0 | 195 | 10 | 8,2 | 1,1 | 3,1 | 2,0 | 2,0 | -40 | .01 | .28 | .28 | -.7 | 2.5 | 1.24 |
| 18 | .060 | 110 | .160 | 3.73 | 3 | 23 | 9,2 | 1,1 | 3,1 | 3,0 | 2,0 | 195 | 12 | 10,2 | 1,1 | 4,1 | 3,0 | 2,0 | -38 | -.09 | .23 | .26 | -.8 | 2.5 | 1.24 |

【００７３】

第１列　　例の数
第２列　　像での開口数（縁軸光線角度の正弦が屈折率に合っている）
第３列　　度で表した全視界
第４列　　倍率
第５列　　１／ｍｍで表したすべての曲率の絶対値の合計
第６列　　リレーの数
第７列　　平－平の棒状体を含み、プリズムを含まない光学要素の全数
第８列　　正および負のレンズ要素の全数
第９列　　対物部分における正および負のレンズ要素の数
第１０列　第１リレーにおける正および負のレンズ要素の数
第１１列　第２リレーにおける正および負のレンズ要素の数
第１２列　第３リレーにおける正および負のレンズ要素の数
第１３列　ｍｍで表した第１表面あるいは対象物面から結像面までの距離
第１４列　湾曲表面の全数

第１５列　湾曲した凸状表面および凹状表面の数
第１６列　対物部分における凸状表面および凹状表面の数
第１７列　第１リレーにおける凸状表面および凹状表面の数
第１８列　第２リレーにおける凸状表面および凹状表面の数
第１９列　第３リレーにおける凸状表面および凹状表面の数
第２０列　％で表した最大像ひずみ
第２１列　１／ｍｍで表したペッツヴァルの曲率
第２２列　波動におけるｅ光での全視野にわたる山から谷までの波面収差
第２３列　波動におけるＦ光とＣ光との間における最大の軸方向波面収差
第２４列　第１レンズの第１表面に向いている、ｍｍで表した入射ひとみ位置（空気等値）
第２５列　　ｍｍで表した内視鏡の最大貫通開口
第２６列　　１／ｍｍで表した、リレーの数によって分割された曲率の絶対値の合計
【図面の簡単な説明】
【図１】　図１は、それぞれの構成要素にこの系の単一要素が備わっている、従来の配置図に従って構成された内視鏡の光学的模式図である。
【図２】　図２は、入射ひとみを第１群の外側に比較的小さい距離だけ離れて配置した、この発明の第１実施形態の光学的模式図である。
【図３】　図３は、入射ひとみを第１群の外側に大きい距離だけ離して配置したことでパワー緩和および収差補正の充分な利点が得られている、この発明の第２実施形態の光学的模式図である。
【図４】　図４は、棒状要素が組み入れられている、この発明の第３実施形態の光学的模式図である。
【図５】　図５は、すべての要素がガラスから作られているとともに、図示された系についての色収差補正をもたらす単一の負要素が組み入れられている、この発明の第４実施形態の光学的模式図である。
【図６】　図６は、基本的に色収差についての充分な補正が行われる、ガラスおよびプラスチックからなる簡単な系である、この発明の第５実施形態の光学的模式図である。
【図７】　図７は、第１群の焦平面の近傍における要素とともに３つの基本群が増やされている、この発明の第６実施形態の光学的模式図である。
【図８】　図８は、第１群の焦平面（Ｆ）の近傍に低い光学パワーの第４群（ＩＶ）が加えられ、この第４群に色収差を補正するための単一の負要素が含まれている、この発明の第７実施形態の光学的模式図である。
【図９】　図９は、半月形要素が組み入れられている、この発明の第８実施形態の光学的模式図である。
【図１０】　図１０は、第２像リレーが組み入れられているとともに、負の光学パワーの単一要素で色収差について基本的に充分な補正が行われる、この発明の第９実施形態の光学的模式図である。
【図１１】　図１１は、第３像リレーが組み入れられているとともに、負の光学パワーのただ１つの要素を用いて色収差についてさらに基本的に充分な補正が行われる、この発明の第１０実施形態の光学的模式図である。
【図１２】　図１２Ａ～図１２Ｃは、３つの像リレーが含まれ、第１光学リレーにおける単一要素によって色補正が基本的に行われる、この発明の第１１実施形態の光学的模式図を与える。
　図１２Ｄは、図１２Ａの対物レンズの拡大図である。
【図１３】　図１３Ａ～図１３Ｃは、３つの像リレーが含まれ、第２光学リレーにおける単一要素によって色補正が基本的に行われる、この発明の第１２実施形態の光学的模式図を与える。
　図１３Ｄは、図１３Ａの対物レンズの拡大図である。
【図１４】　図１４Ａ～図１４Ｃは、３つの像リレーが含まれ、第３光学リレーにおける

単一要素によって色補正が基本的に行われる、この発明の第１３実施形態の光学的模式図を与える。

　図１４Ｄは、図１４Ａの対物レンズの拡大図である。

【図１５】　図１５Ａ～図１５Ｃは、３つの像リレーが含まれているが、光学パワーのある９つの光学要素だけが備わっている、この発明の第１４実施形態の光学的模式図を与える。

図１５Ｄは、図１５Ａの対物レンズの拡大図である。

【図１６】　図１６Ａ～図１６Ｃは、プラスチック製の諸要素からなる３つの像リレーが含まれている、この発明の第１５実施形態の光学的模式図を与える。

図１６Ｄは、図１６Ａの対物レンズの拡大図である。

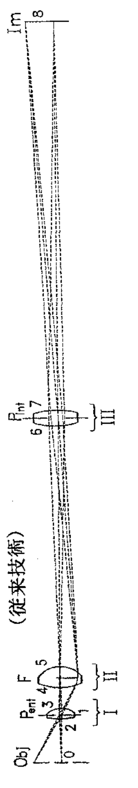
【図１７】　図１７Ａ～図１７Ｃは、ガラスから成型された諸要素からなる３つの像リレーが含まれている、この発明の第１６実施形態の光学的模式図を与える。

　図１７Ｄは、図１７Ａの対物レンズの拡大図である。

【図１８】　図１８Ａ～図１８Ｃは、３つの像リレーが含まれており、内視鏡が曲げられたときに破壊されにくいように、複数の像リレーが平ー平インターフェイスによっていくつかの分割片に分けられている、この発明の第１７実施形態の光学的模式図を与える。

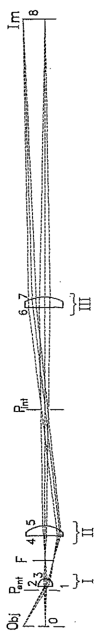
　図１８Ｄは、図１８Ａの対物レンズの拡大図である。

【図１】




【図２】

FIG. 2



【図３】

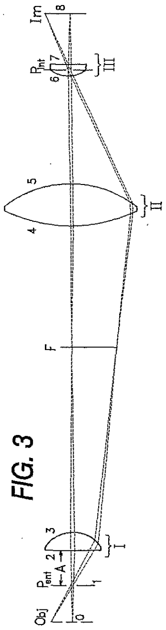



FIG. 3

【図４】

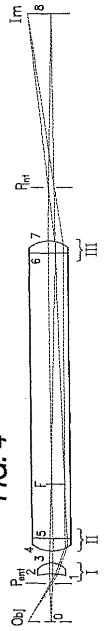



FIG. 4

【図５】

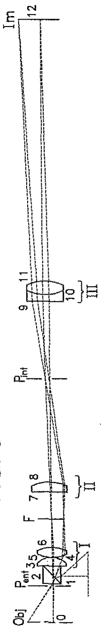



FIG. 5

【図６】

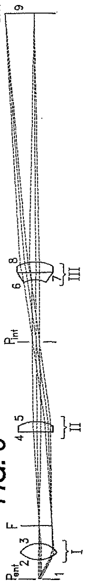



FIG. 6

【図７】

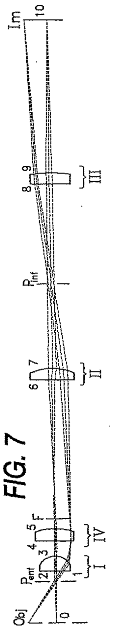



FIG. 7

【図８】

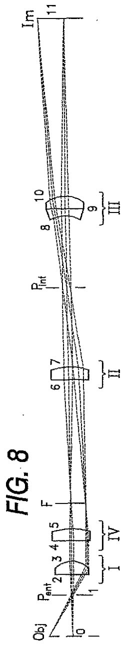



FIG. 8

【図９】

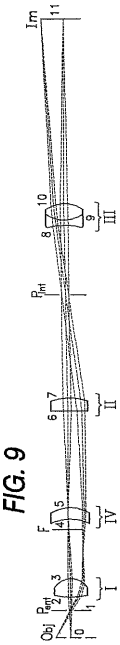



FIG. 9

【図１０】

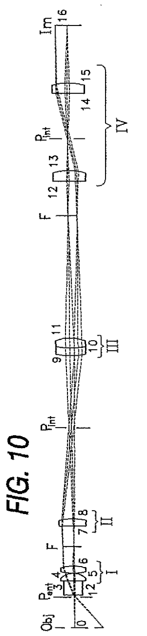
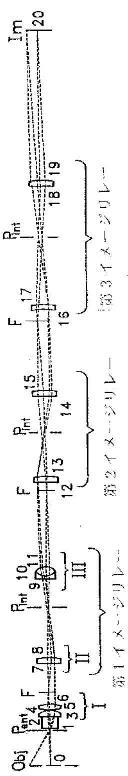



FIG. 10

【図１１】




【図１２Ｄ】

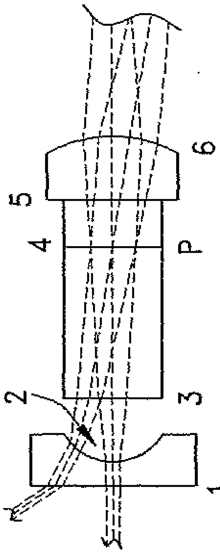



FIG. 12D

【図１２Ａ－Ｃ】

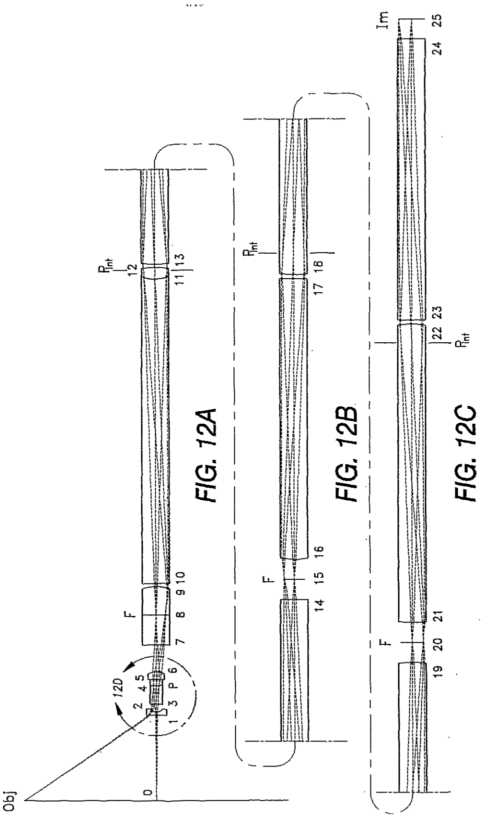



FIG. 12A

FIG. 12B

FIG. 12C

【図１３Ｄ】

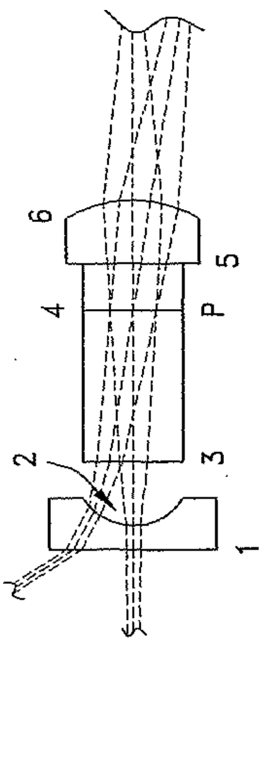
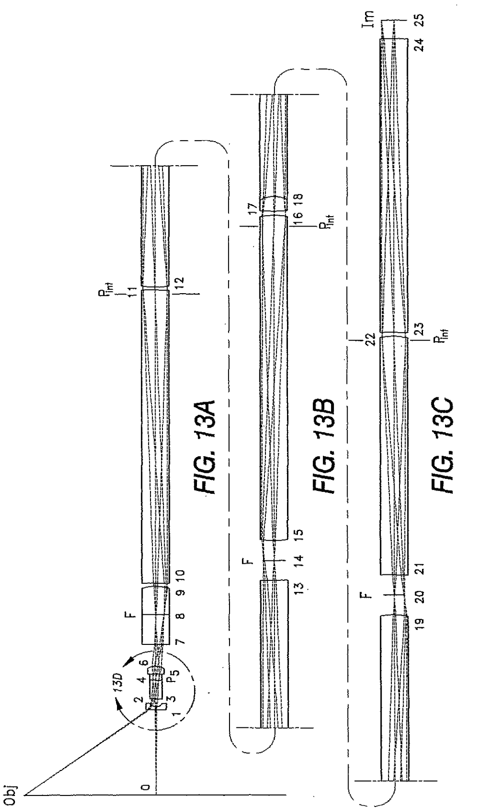
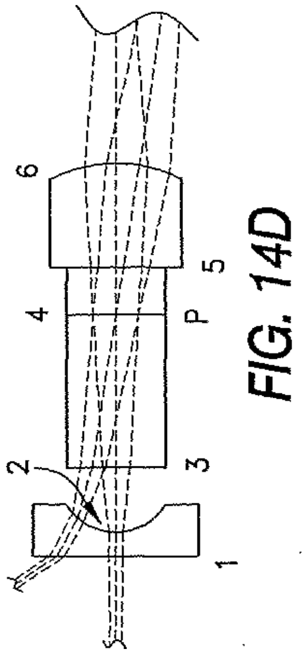



FIG. 13D

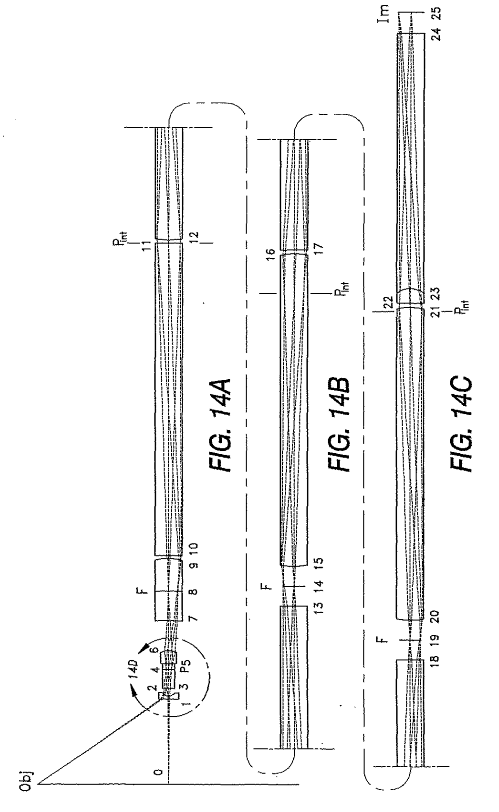
【図１３Ａ－Ｃ】



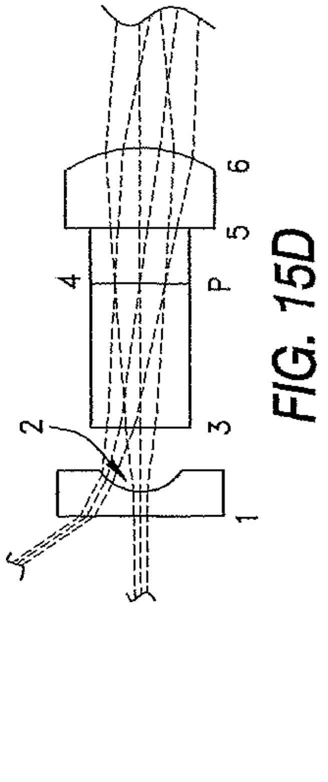

【図１４Ｄ】



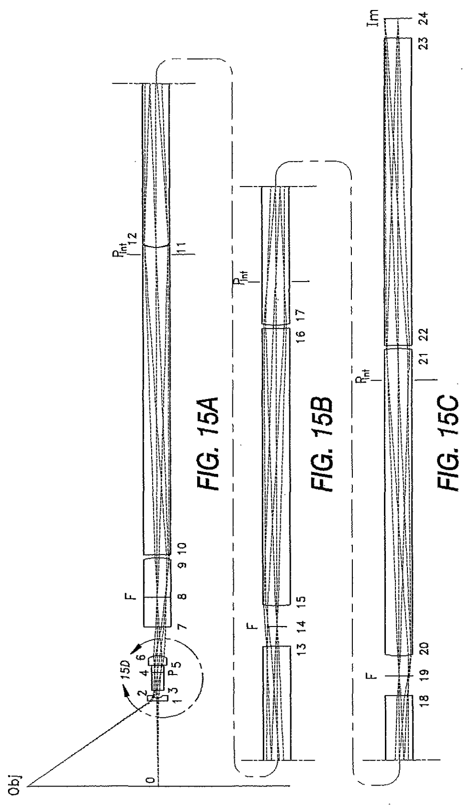

【図１４Ａ－Ｃ】



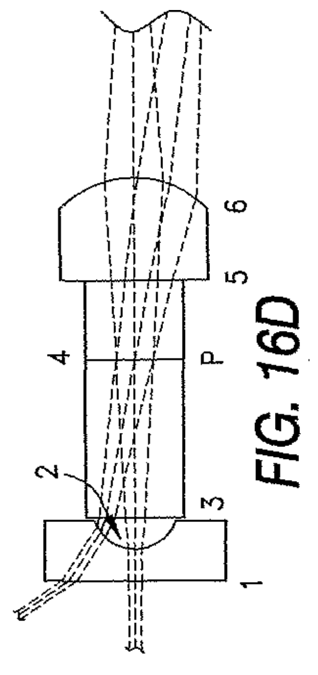

【図１５Ｄ】



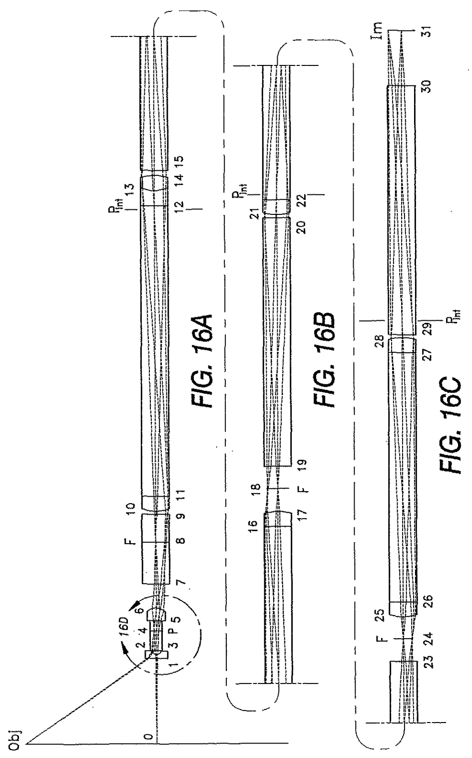
【図１５Ａ－Ｃ】



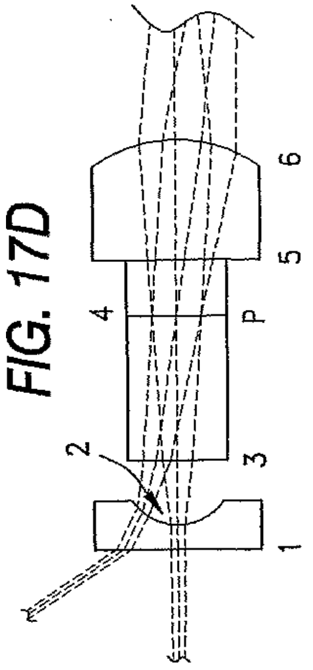

【図１６Ｄ】



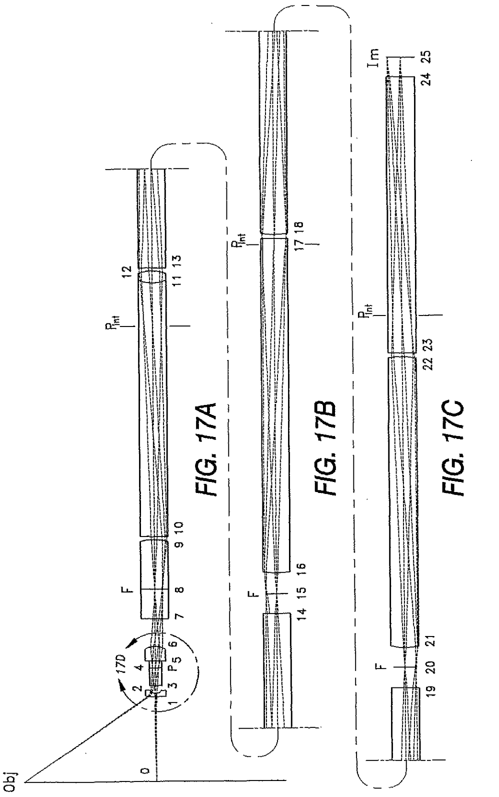

【図１６Ａ－Ｃ】



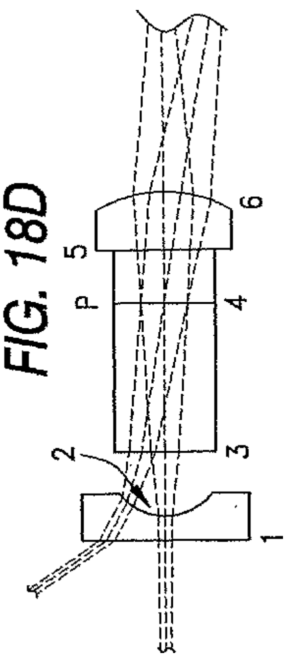

【図１７Ｄ】



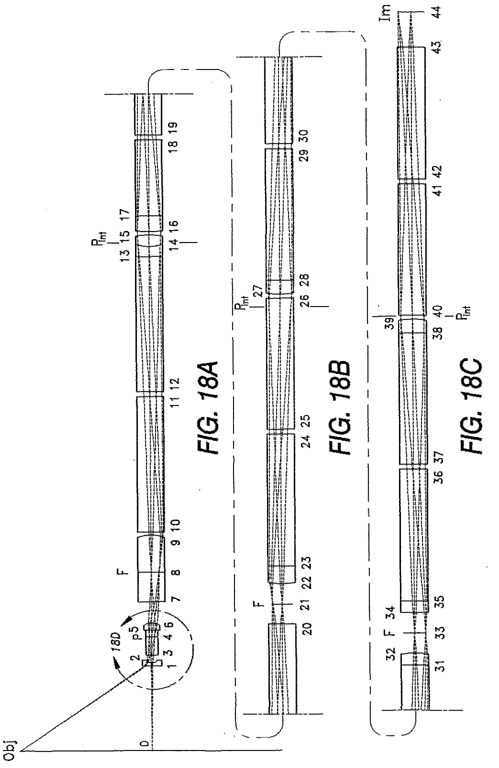
【図１７Ａ－Ｃ】




【図１８Ｄ】




【図１８Ａ－Ｃ】



フロントページの続き

審査官　原田　英信

(56)参考文献　特開平０７－１３４２４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１２２６６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１１３７９６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04

| | | | |
|---|---|---|---|
| 专利名称(译) | 用于内窥镜等的集成光学系统 | | |
| 公开(公告)号 | [JP4958362B2](JP4958362B2) | 公开(公告)日 | 2012-06-20 |
| 申请号 | JP2001562241 | 申请日 | 2001-02-23 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 让·霍格兰 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 霍格兰，吉恩 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 霍格兰，吉恩 | | |
| [标]发明人 | ホーグランドジャン | | |
| 发明人 | ホーグランド、 ジャン | | |
| IPC分类号 | G02B13/00 A61B1/00 G02B13/18 G02B23/26 G02B23/24 | | |
| CPC分类号 | G02B23/243 G02B23/2446 | | |
| FI分类号 | G02B13/00 A61B1/00.300.Y G02B13/18 G02B23/26.A | | |
| 代理人(译) | 中岛敦 | | |
| 审查员(译) | 荣信原田 | | |
| 优先权 | 09/511662 2000-02-23 US | | |
| 其他公开文献 | JP2003524204A5<br>JP2003524204A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |


摘要(译)

内窥镜等的光学系统（1-19）不再受到物镜（1-6）和中继透镜（7-19）的光学元件，组件的位置和像差校正的限制， 它的特点是集成设计，其中中继透镜与对称关系分开。 因此，可以将放大倍率要求从一个组转移到另一组，从而降低总体放大率要求。 此外，像差校正可以分布在该集成系统的光学组之间。


| SURF | RD (mm) | TH (mm) | MEDIUM | DIAMETER (mm) | CC |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Infinity | 6.510 | | 7.517 | 0.000 |
| 1 | 無限大 Infinity | -0.510 | | 0.260 | 0.000 |
| 2 | 2.600 | 1.400 | アクリル | 4.000 | -52.000 |
| 3 | -1.600 | 3.000 | | 4.000 | -7.500 |
| 4 | 4.000 | 3.000 | アクリル | 6.000 | -12.000 |
| 5 | -3.800 | 33.000 | | 6.000 | 0.000 |
| 6 | 18.000 | 2.000 | アクリル | 6.000 | 0.000 |
| 7 | -24.760 | 51.640 | | 6.000 | 0.000 |
| 8 | Infinity | | | 7.473 | 0.000 |
| EFL | -5.517 | | | | |

表面 0 ＝対象物面
表面 1 ＝入射ひとみ面