

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2003 - 524204

(P2003 - 524204A)

(43)公表日 平成15年8月12日(2003.8.12)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* (参考)
G 0 2 B 13/00		G 0 2 B 13/00	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/00	300	A 6 1 B 1/00	300 Y 2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18		G 0 2 B 13/18	4 C 0 6 1
23/26		23/26	A

審査請求 未請求 予備審査請求 (全 91数)

(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)

(85)翻訳文提出日 平成14年8月23日(2002.8.23)

(86)国際出願番号 PCT/US01/06084

(87)国際公開番号 W001/063334

(87)国際公開日 平成13年8月30日(2001.8.30)

(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)

(71)出願人 ホーランド、 ジャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9262
9 ダナ ポイント シー アイランド ド
ライブ 35211

(72)発明者 ホーランド、 ジャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9262
9 ダナ ポイント シー アイランド ド
ライブ 35211

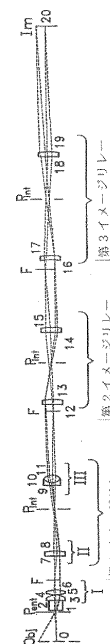
(74)代理人 弁理士 中島 淳 (外 2 名)

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)【要約】

内視鏡などのための光学系 (1 - 1 9) 等は、構成要素の位置と収差補正とが対物レンズ (1 - 6) および中継レンズ (7 - 1 9) の光学要素にもはや拘束されず、かつ、中継レンズが対称関係から離れている統合型設計によって特徴付けられている。従って、倍率所要量は、1つの群から別の群へ移すことができ、それによって、全体の倍率所要量が減る。さらにまた、収差補正は、この統合系の光学群どうしの間で配分することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の要素を含んでいる色補正された光学内視鏡系であって、

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前記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、
を備えてなり、前記対物レンズ要素および前記リレー系が、前記対物レンズ要素の入射面から前記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、前記複数の光学要素のそれぞれが、均等に屈折性であり、e、FNおよびCN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色補正された光学内視鏡系。

【請求項2】 複数の光学要素を有する光学系を含んでいる色補正された光学内視鏡系であって、

対物レンズ要素と、

第1の数の湾曲面を有する第1リレー系と、

を備えてなり、前記第1リレー系が、前記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を有している光学インターフェイスを含んでおり、前記対物レンズ要素と前記第1リレー系とが、前記対物レンズ要素の入射面から前記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、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色補正された光学内視鏡系。

【請求項3】 複数の光学要素を含んでいる色補正された光学内視鏡であって、

対物レンズと、

リレー系と、

を備えてなり、前記リレー系が、前記内視鏡について色補正をもたらす少なくとも1つの光学インターフェイス有しており、前記対物レンズが、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、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色補正された光学内視鏡。

【請求項4】 複数の光学要素を含んでいる色補正された内視鏡結像系であって、

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前記対物レンズと光学的に配列されている少なくとも1つのリレーと、

を備えてなり、前記リレーが、湾曲面を含み、少なくとも1つの湾曲インターフェイスが、前記内視鏡結像系についての色補正をもたらし、前記リレーの前記湾曲面の数は5以下である色補正された内視鏡結像系。

【請求項5】 内視鏡と用いられ、かつ、複数の光学要素を含んでいる色補正された結像系であって、

光軸を有している対物レンズと、

光軸に沿って前記対物レンズと配列されている少なくとも1つのリレーと、

を備えてなり、前記対物レンズが、3以下の湾曲面を有し、少なくとも1つの前記光学要素が、前記結像系についての色補正をもたらす色補正された結像系。

【請求項6】 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、

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、

を備えてなり、前記対物レンズ系と前記少なくとも3つのリレー系における3つのリレー系とが13以下の湾曲面を含んでいる色補正された内視鏡。

【請求項7】 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、

対物レンズ系と、

光学要素を含んでいる少なくとも2つのリレー系と、

を備えてなり、前記少なくとも2つのリレー系が、前記対物レンズ系と光学的に配列されており、前記対物レンズ系と前記少なくとも2つのリレー系における2つのリレー系とが10以下の湾曲面を含み、前記光学要素が、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とともに、少なくとも1つの前記光学要素が、前記内視鏡への色補正をもたらす色補正された内視鏡。

【請求項8】 複数のレンズ要素を含んでいる色補正された内視鏡であって、

対物レンズと

少なくとも1つのリレーと、

を備えてなり、前記少なくとも1つのリレーの1つが、3以下のレンズ要素を含み、前記対物レンズと前記少なくとも1つのリレーとが、前記対物レンズ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配列され、少なくとも1つの前記レンズ要素が、前記内視鏡への色補正をもたらす色補正された内視鏡。

【請求項9】 複数の光学要素を含んでいる色補正された内視鏡系であって、

対物レンズ群と、

光軸に沿って前記対物レンズ群と配列されている少なくとも2つのリレー群と

を備えてなり、前記リレー群の1つが、負の光学倍率の光学要素を含んでおらず、前記リレー群における他のリレー群が、前記内視鏡系への色補正をもたらす色補正された内視鏡系。

【請求項10】 複数の光学要素を含んでいる色補正された内視鏡系であって、

対物レンズと、

光軸に沿って前記対物レンズと配列されている少なくとも1つのリレー群と、を備えてなり、前記対物レンズと前記少なくとも1つのリレー群とが、負の光学倍率の2以下の光学要素をともに含んでおり、前記複数の光学要素の少なくとも1つが、前記内視鏡系についての色補正をもたらす色補正された内視鏡系。

【請求項11】 複数の光学要素を含んでいる色補正された光学内視鏡であって、

対象物の第1像を形成するための手段と、

第1像を中継して第2像を形成するための手段と、
を備えてなり、前記中継手段が、色収差を補正するための手段を含み、第1像を形成するための前記手段が、色収差を補正するための手段を実質的に含んでおらず、第1像を形成するための前記手段と前記中継手段とが、共通の光軸に沿って配列されており、前記複数の光学要素が、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色補正された光学内視鏡。

【請求項12】 複数の光学要素を含んでいる光学系であって、
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前記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、
色補正用ではないリレーと、
が備わっており、前記色補正用でない前記リレー、前記対物レンズおよび前記色補正用リレーは、共通の光軸に沿って配列されているとともに、前記対物レンズの入射面から前記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、前記複数の光学要素のそれぞれが、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に用いるのに適している光学系。

【請求項13】 対象物を結像させる方法であって、
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リレー系を提供し、
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配列させ、
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、
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前記リレー系の1つで色収差を補正し、
ことからなり、対物レンズ系および複数のリレー系が、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、対象物を結像させる方法。

【請求項14】 対象物を結像させる方法であって、
対象物の第1像を形成するための対物レンズを提供し、
対物レンズと光学的に配列された少なくとも3つのリレー系を提供し、対物レンズおよびリレー系が13以下の湾曲面を含んでおり、対物レンズおよびリレー系が、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おり、
リレー系の1つで第1像を受け、
リレー系の他のリレー系で出力像を形成し、この出力像はビューアーによって受け取ることができ、
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、対象物を結像させる方法。

【請求項15】 収差補正された統合型内視鏡を設計する方法であって、
複数の光学群を提供し、前記群は、共通の光軸に沿って配列されているとともに、前記群のそれぞれは、それぞれの焦平面でそれぞれの像を作り出し、前記群は、対物レンズおよび少なくとも1つのリレーを含んでおり、
前記群の第1群を、第1群に必要な収差補正よりも多い収差補正で、提供し、
前記群の第2群を、第2群に必要な収差補正よりも少ない収差補正で、提供する、
ことからなり、前記第1群の収差補正により前記第2群における収差補正の不足が補償されて、収差補正済み内視鏡が作成される、収差補正済み統合型内視鏡を設計する方法。

【請求項16】 収差補正された統合型内視鏡であって、
第1光学群と少なくとも第2光学群とを備えてなり、前記第1群が、前記第1群に必要な収差補正よりも多く収差補正を有しており、前記第2群が、前記第2群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群の収差補正により前記第2群における収差補正の不足が補償されて、収差補正済み統合型内視鏡が作成され、前記群は、共通の光軸に沿って配列されているとともに、前記

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、前記群は、対物レンズおよび少なくとも1つのリレーを含んでいる収差補正された統合型内視鏡。

【請求項17】 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であって、

第1面とその中間面との間に配置され、相対的に補正されていない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、

中間面と第2面との間に配置され、相対的に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、
を備えてなる光学系。

【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、光学倍率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、光学倍率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十分に安価な、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、ポアスコープ、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せることができ、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、一番高い光学倍率が備わっており、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、全倍率必要量がより小さくなる（すなわち、光学素子の倍率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済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、FNおよびCN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、適度な光学倍率の単一色補正用要素を用いることで、基本的には十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、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、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済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つのリレー系とは、10以下の湾曲面が含まれ、これらの光学要素は、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つには負の光学倍率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倍率がある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済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 Nスペクトル線からC N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 Nスペクトル線からC N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 Nスペクトル線からC N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 Nスペクトル線からC N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も出力像を形成し、この出力像はビューアーによって受け取ることができ、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、収差補正済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、収差補正済み内視鏡が作られる。

【0023】

この発明の別の実施形態は、収差補正済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、収差補正済み内視鏡が作られ、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り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「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(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、光学倍率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十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、倍率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_{in1})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_{in1})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 (I I) 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 (I I) および第3 (I I I) 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 , I I , I I I) 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、付加的な光学倍率群(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の比較的弱い倍率(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、低い光学倍率のものである。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)が負倍率のものであり、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、低倍率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、色収差の十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）は十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、負の光学倍率の単一要素で表面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、十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倍率は、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。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 $3.65/\text{mm}$ 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、光学倍率のあるわずか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。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ブ

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倍率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。光学倍率が減ると、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】

$$Z = \frac{cp^2}{[1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1)c^2\rho^2}]} + dp^4 + ep^6 + fp^8 + gp^{10} \quad (1)$$

【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 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

【 0 0 5 6 】

【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 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 1 2 = 結像面

【 0 0 5 8 】

【表 6】

SURF	RD (mm)	TH (mm)	MEDIUM	DIAMETER (mm)	CC
0	Infinity 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

【 0 0 5 9 】

【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

【 0 0 6 0 】

【表 8】

SURF	RD (mm)	TH (mm)	MEDIUM	DIAMETER (mm)	CC
0	Infinity 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 1 1 = 結像面

【 0 0 6 1 】

【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

【 0 0 6 2 】

【表 1 0】

SURF	RD (mm)	TH (mm)	MEDIUM	DIAMETER (mm)	CC
0	Infinity 無限大	8.000		13.426	0.000
1	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

【 0 0 6 3 】

【表 1 1】

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	SF8	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	2.483	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 2 5 = 結像面

【 0 0 6 5 】

【表 1 3】

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	0.800	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		28.000	0.000
1	Infinity	0.300	LAH66	1.486	0.000
2	0.800	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	TH6	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		1.884	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 2 4 = 結像面

【 0 0 6 8 】

【表 1 6】

SURF	RD (mm)	TH (mm)	MEDIUM	DIAMETER (mm)	CC
0	Infinity 無限大	8.800		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	19.800	LAH66	2.322	0.000
23	Infinity	2.300		1.758	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	2.485	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	8.600		26.000	0.000
1	無限大 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 2 5 = 結像面

【 0 0 7 0 】

【表 1 8】

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 4 4 = 結像面

【 0 0 7 1 】

【表 1 9】

MEDIUM	$<d$	N_{480nm}	N_{546nm}	N_{644nm}	製造業者
<u>アクリル</u>	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
<u>サファイア</u>	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
<u>ポリカーボネイト</u>	29.9	1.601	1.590	1.581	
<u>ポリスチレン</u>	30.9	1.605	1.595	1.586	

【 0 0 7 2 】

【表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	De tot	Le tot	Le obj	Le rel	Le rel	Le rel	Ing m	c. to	c.s. tot	c.s. obj	c.s. rel	c.s. rel	dis	ptz	wv	ax	NP	CA	s/r	
														<c	<	<	<	<							
1	.020	60	1.0	1.62	1	3	3.0	1.0	2.0			10	6	6.0	2.0	4.0		-2	-.5	.7	.90	-.5	5.0	1.62	
2	.020	60	1.0	1.15	1	3	3.0	1.0	2.0			10	3	3.0	1.0	2.0		-2	-.4	.3	.80	0.6	5.3	1.15	
3	.020	60	1.0	0.55	1	3	3.0	1.0	2.0			10	5	5.0	1.0	4.0		-1	-.1	.1	.21	6.0	20	0.55	
4	.020	60	1.0	0.99	1	4	3.0	2.0	1.0			10	4	3.1	2.1	1.0		2	-.2	.2	.31	2.0	5.1	0.99	
5	.015	70	1.0	0.84	1	5	4.1	2.0	2.1			10	7	6.1	3.0	3.1		-16	-.2	.3	.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	-.2	.4	.14	3.2	5.2	0.96	
7	.020	70	1.0	0.72	1	4	4.0	2.0	2.0			10	4	4.0	2.0	2.0		-6	-.2	.2	.63	1.9	5.2	0.72	
8	.025	60	1.0	1.06	1	5	4.1	2.0	2.1			10	5	4.1	2.0	2.1		-1	-.1	.2	.31	3.2	5.2	1.06	
9	.025	60	2.0	1.47	1	5	3.2	1.0	2.2			10	9	6.3	2.0	4.3		1	-.2	.1	.03	2.4	5.8	1.47	
10	.025	80	-0.5	1.03	2	7	6.1	2.0	2.1	2.0		15	1	9.1	3.0	4.1	2.0		-2	-.3	.3	.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	25	1	11,	3.0	4.1	2.0	2.1	-11	-.3	.4	.04	2.6	5.5	0.50
12	.061	110	.15	3.65	3	10	7.2	1.1	3.1	2.0	1.0	19	1	10,	1.1	4.1	3.0	2.0	-39	-.1	.3	.22	-.8	2.5	1.22
13	.061	110	.15	3.86	3	10	6.2	1.1	2.0	2.1	1.0	19	1	9.2	1.1	2.0	5.1	1.0	-40	-.1	.3	.19	-.8	2.5	1.29
14	.061	110	.15	3.86	3	10	6.2	1.1	2.0	1.0	2.1	19	1	9.2	1.1	2.0	2.0	4.1	-39	-.0	.5	.17	-.8	2.5	1.29
15	.057	110	.17	3.70	3	9	6.2	1.1	2.1	2.0	1.0	19	9	7.2	1.1	2.1	2.0	2.0	-40	.04	.8	.68	-.7	2.5	1.23
16	.055	110	.17	4.77	3	16	7.2	1.1	3.1	1.0	2.0	19	1	8.2	1.1	4.1	1.0	2.0	-42	-.1	.4	.19	-.9	2.5	1.59
17	.059	110	.16	3.73	3	10	6.2	1.1	2.1	2.0	1.0	19	1	8.2	1.1	3.1	2.0	2.0	-40	.01	.2	.28	-.7	2.5	1
18	.060	110	.16	3.73	3	23	9.2	1.1	3.1	3.0	2.0	19	1	10,	1.1	4.1	3.0	2.0	-38	-.0	.2	.26	-.8	2.5	1

【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倍率緩和および収差補正の十分な利点を得られている、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十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)の近傍に低い光学倍率の第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、負の光学倍率の単一要素で色収差について基本的に十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、負の光学倍率のただ1つの要素を用いて色収差についてさらに基本的に十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、光学倍率のある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。

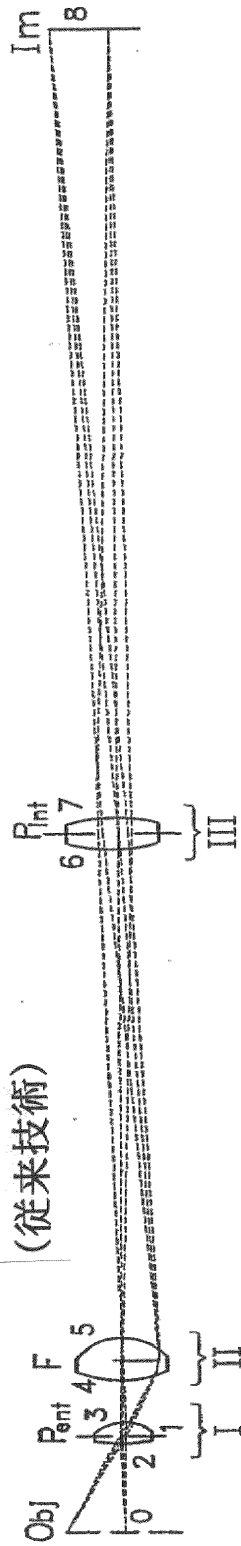
図17Dは、図17Aの対物レンズの拡大図である。

【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-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。

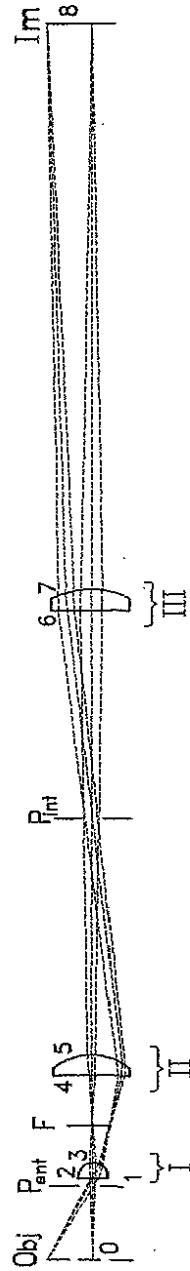
図18Dは、図18Aの対物レンズの拡大図である。

【図1】



【図2】

FIG. 2



【図3】

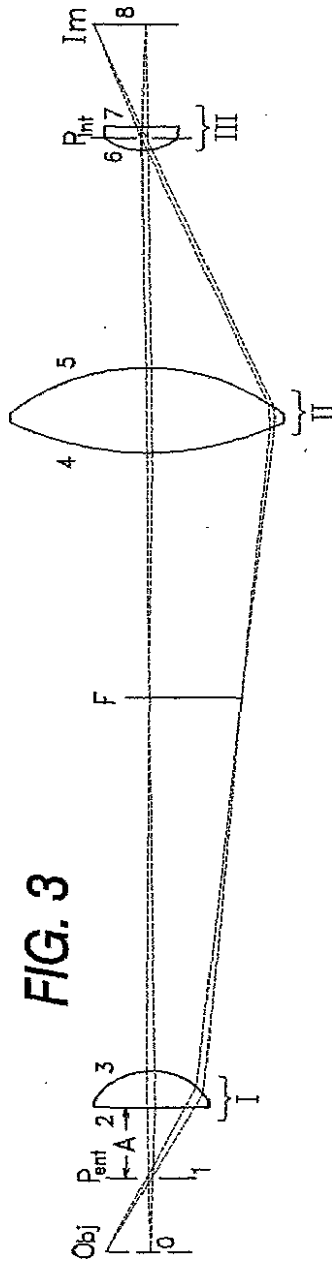
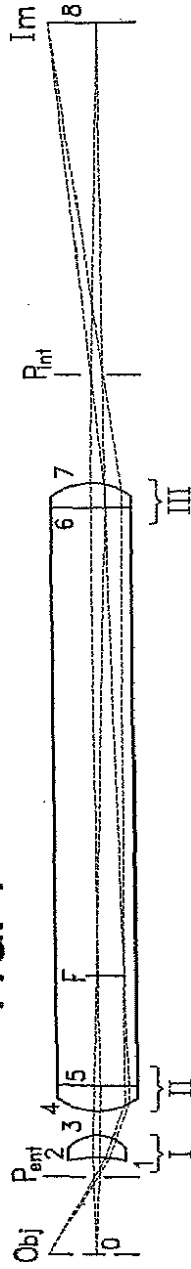


FIG. 3

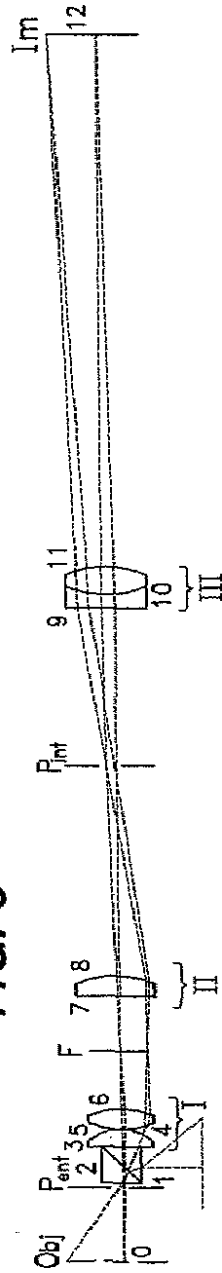
【図4】

FIG. 4

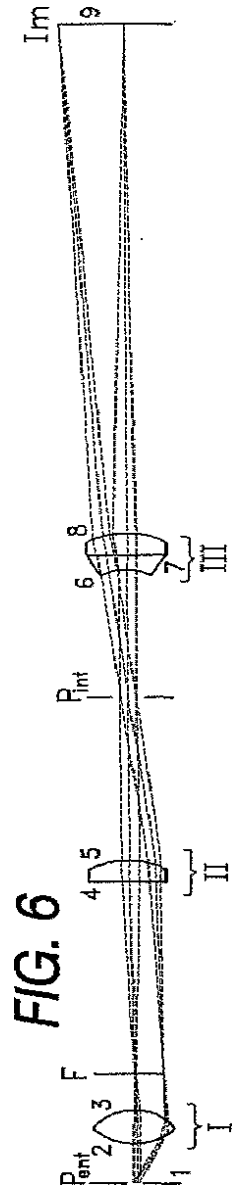


【図5】

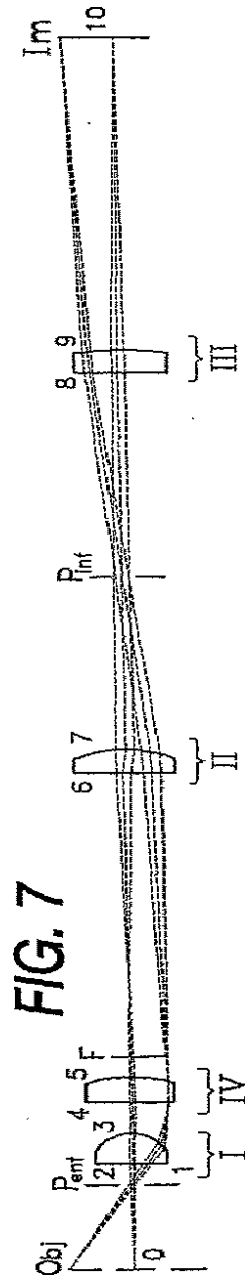
FIG. 5



【図6】

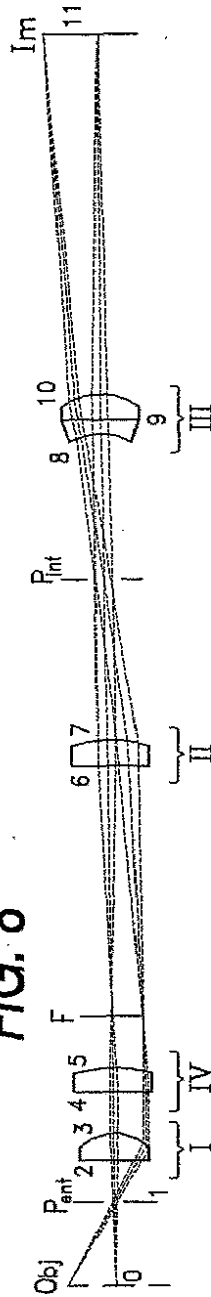


【図7】



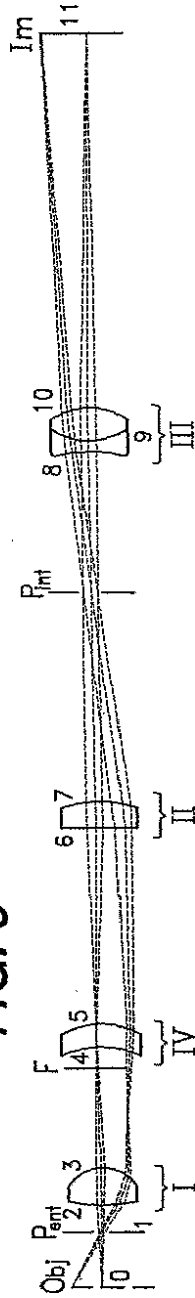
【図8】

FIG. 8



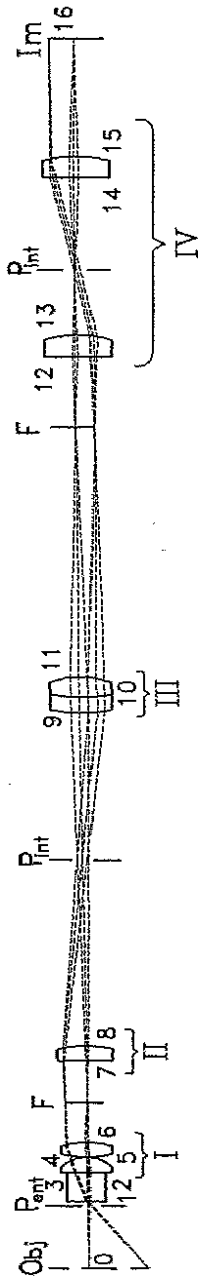
【図9】

FIG. 9

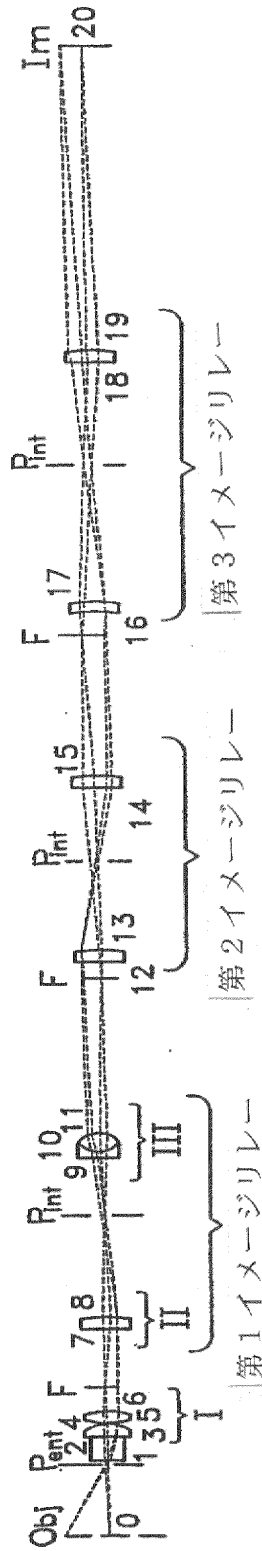


【図10】

FIG. 10



【図11】



【図12A】

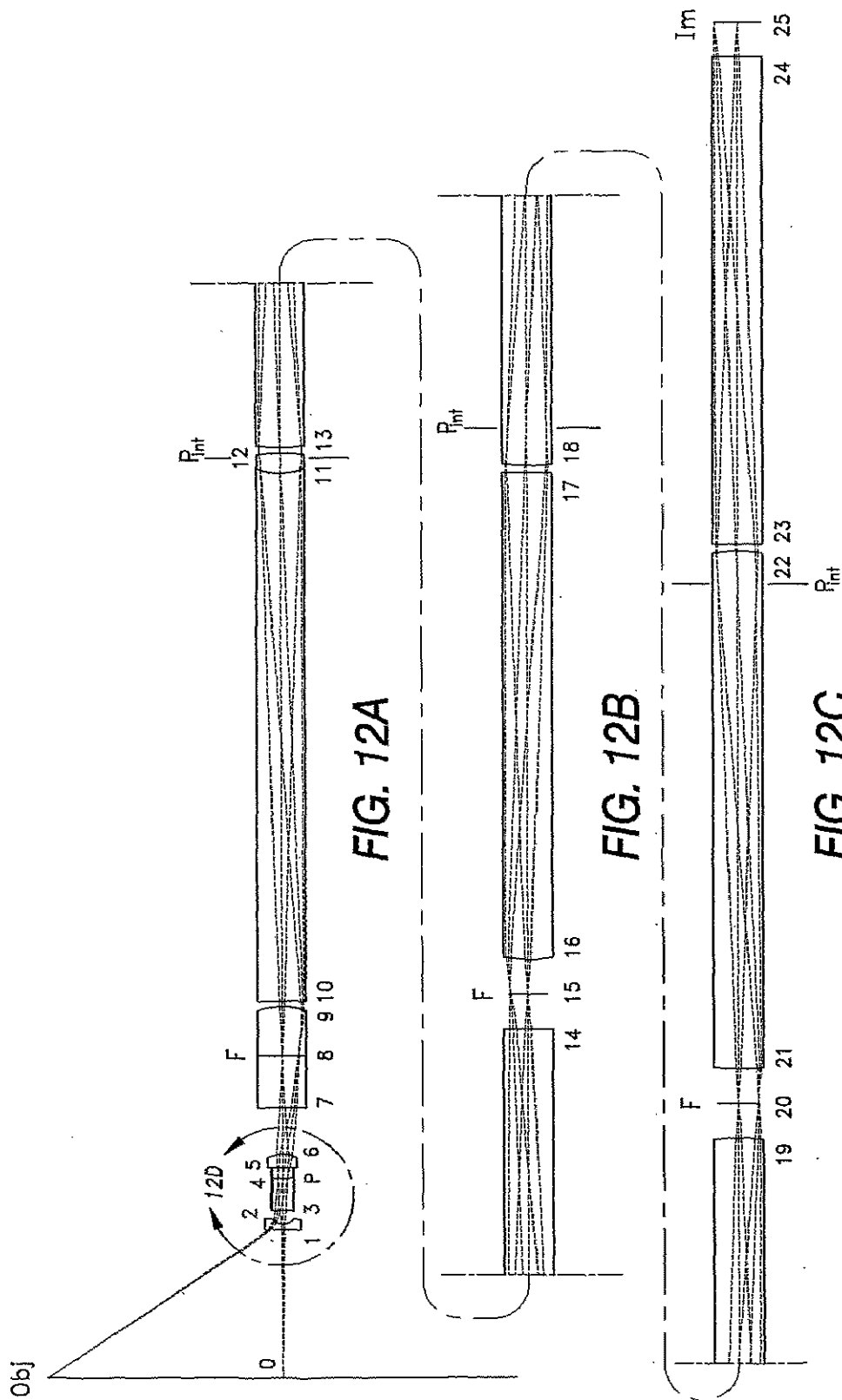
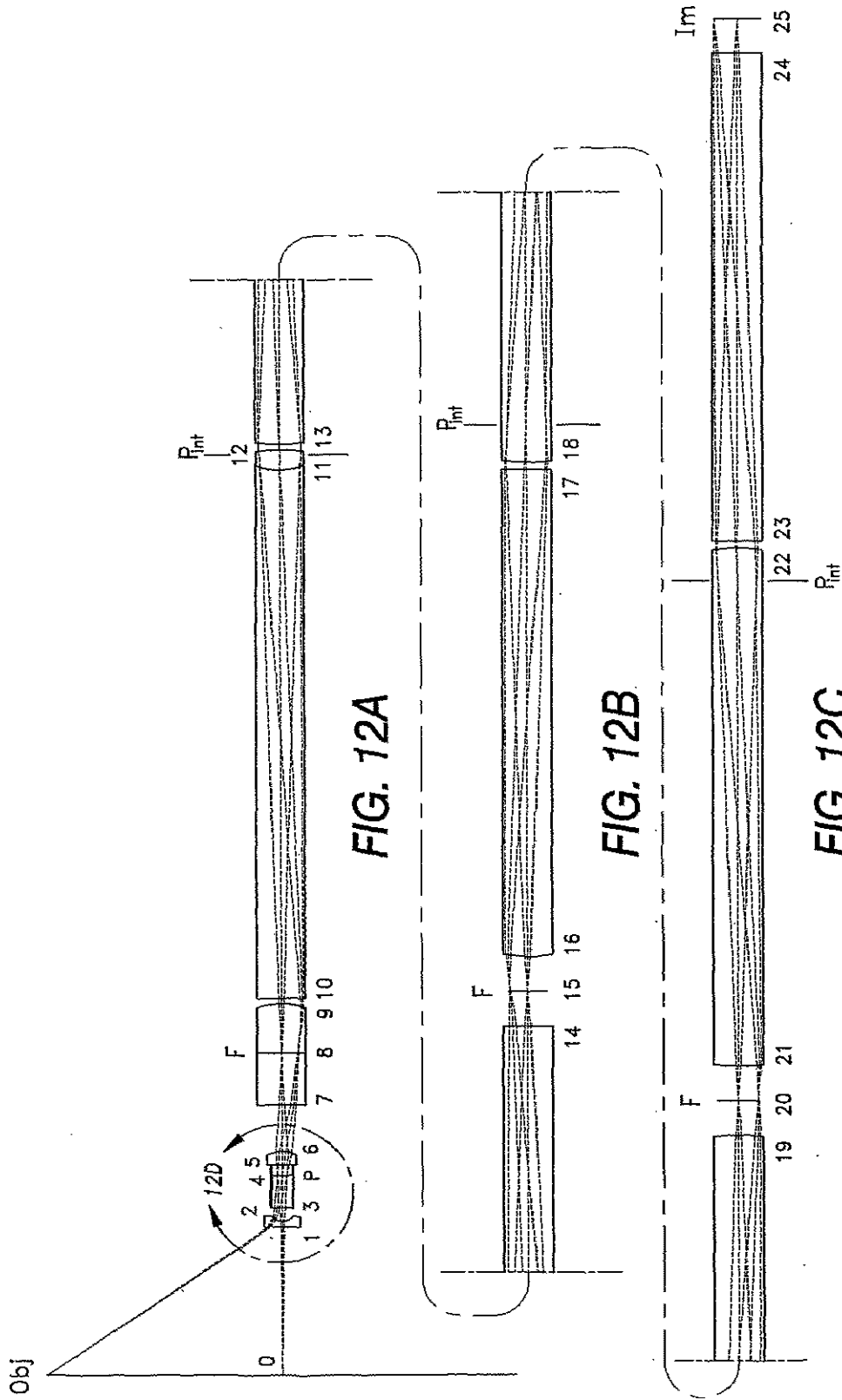


FIG. 12A

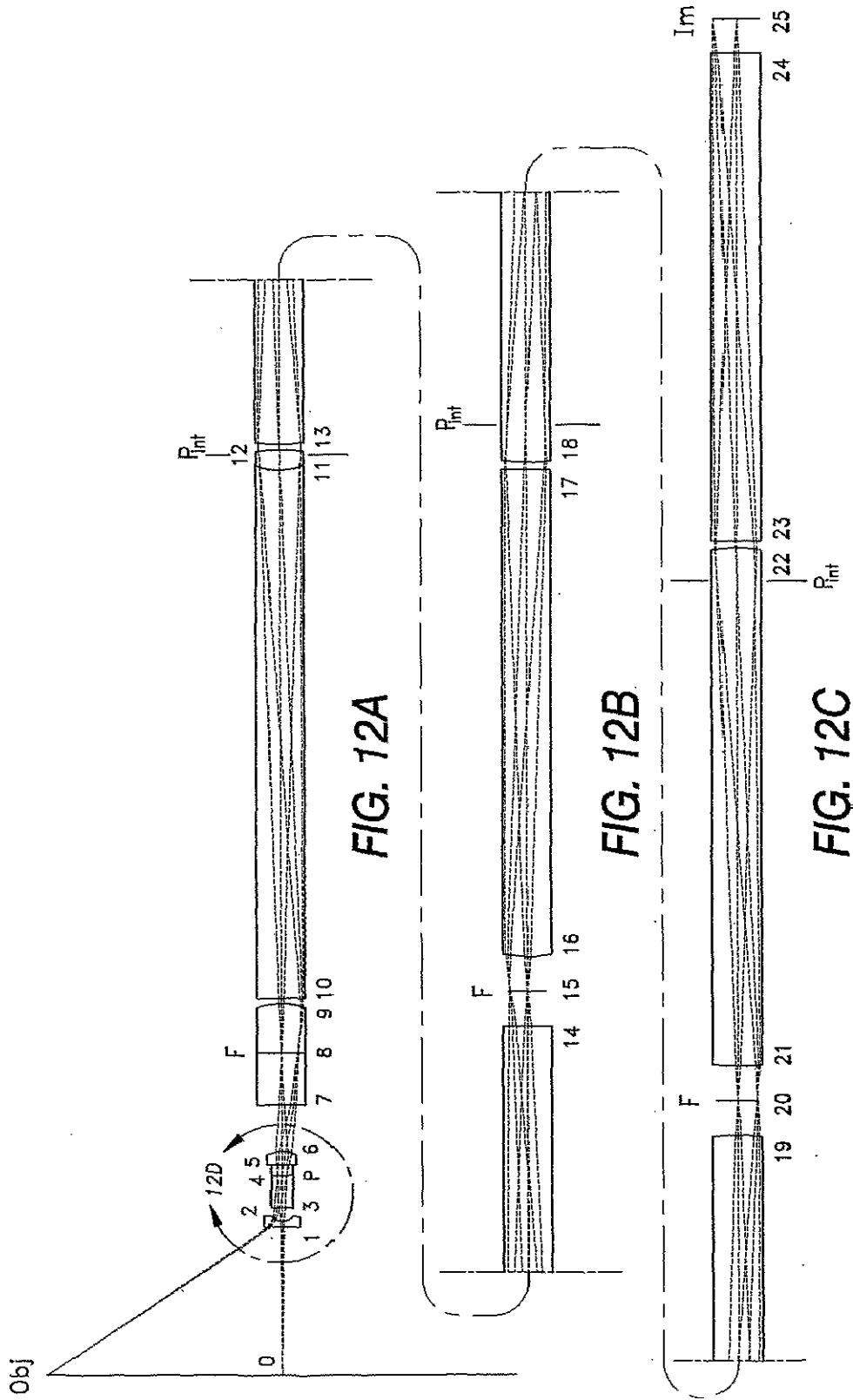
FIG. 12B

FIG. 12C

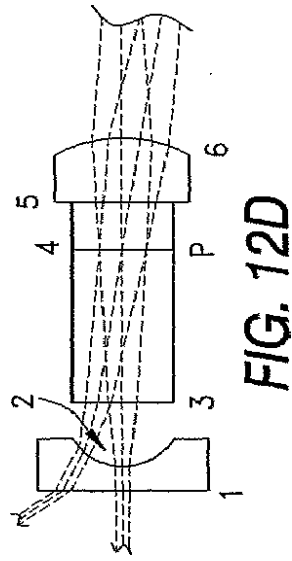
【図12B】



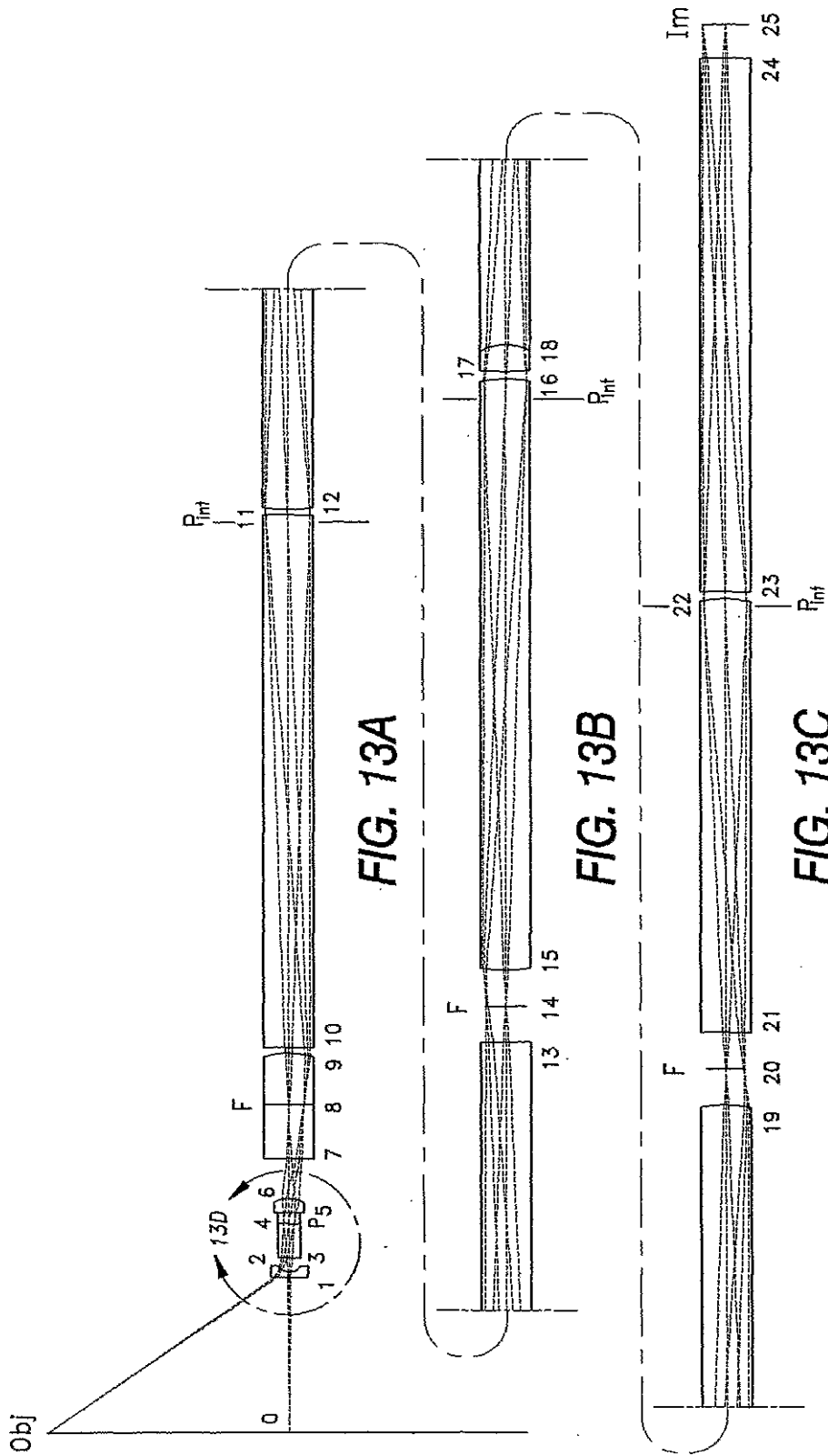
【図12C】



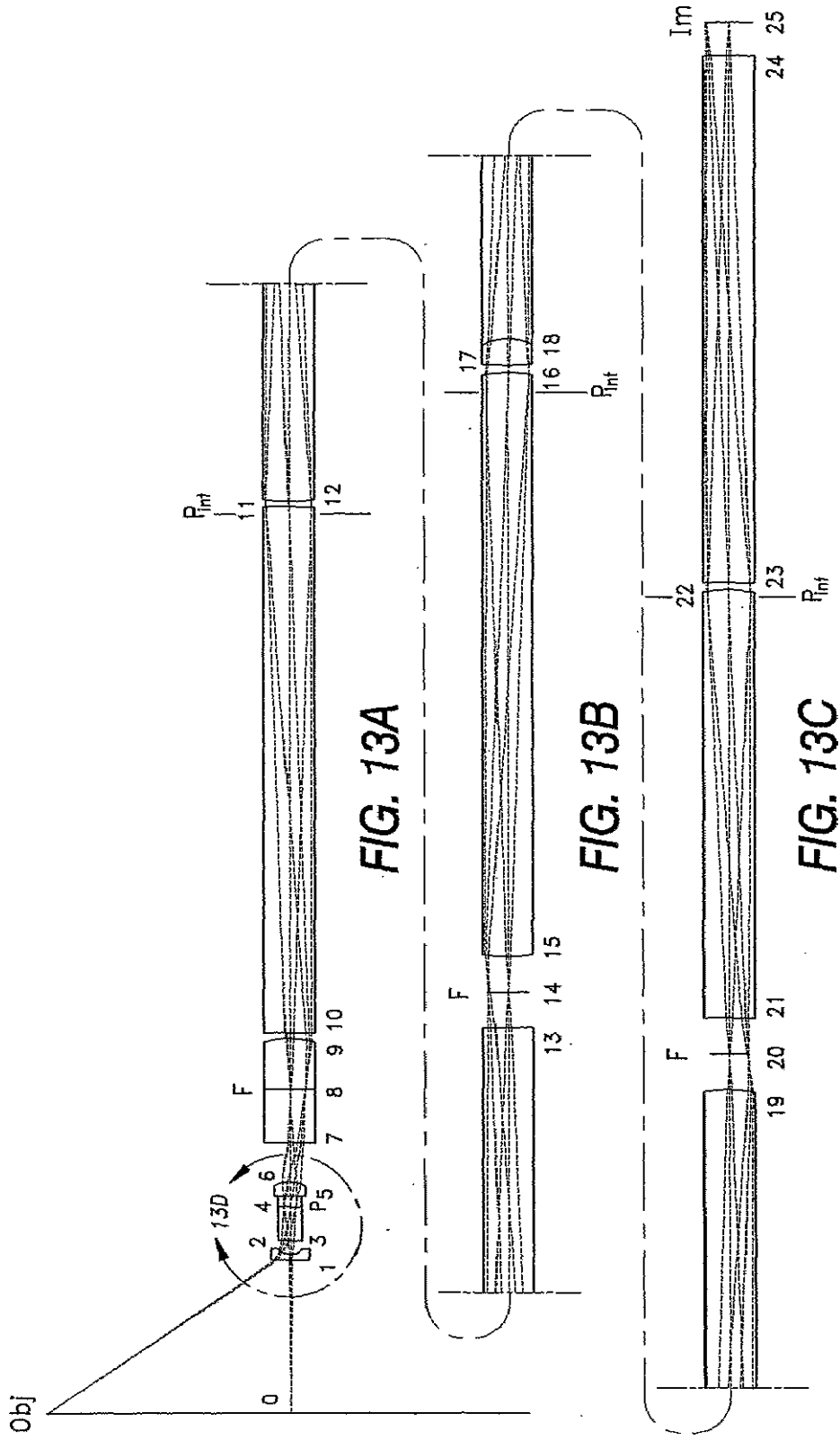
【図12D】



【図13A】



【図13B】



【図13C】

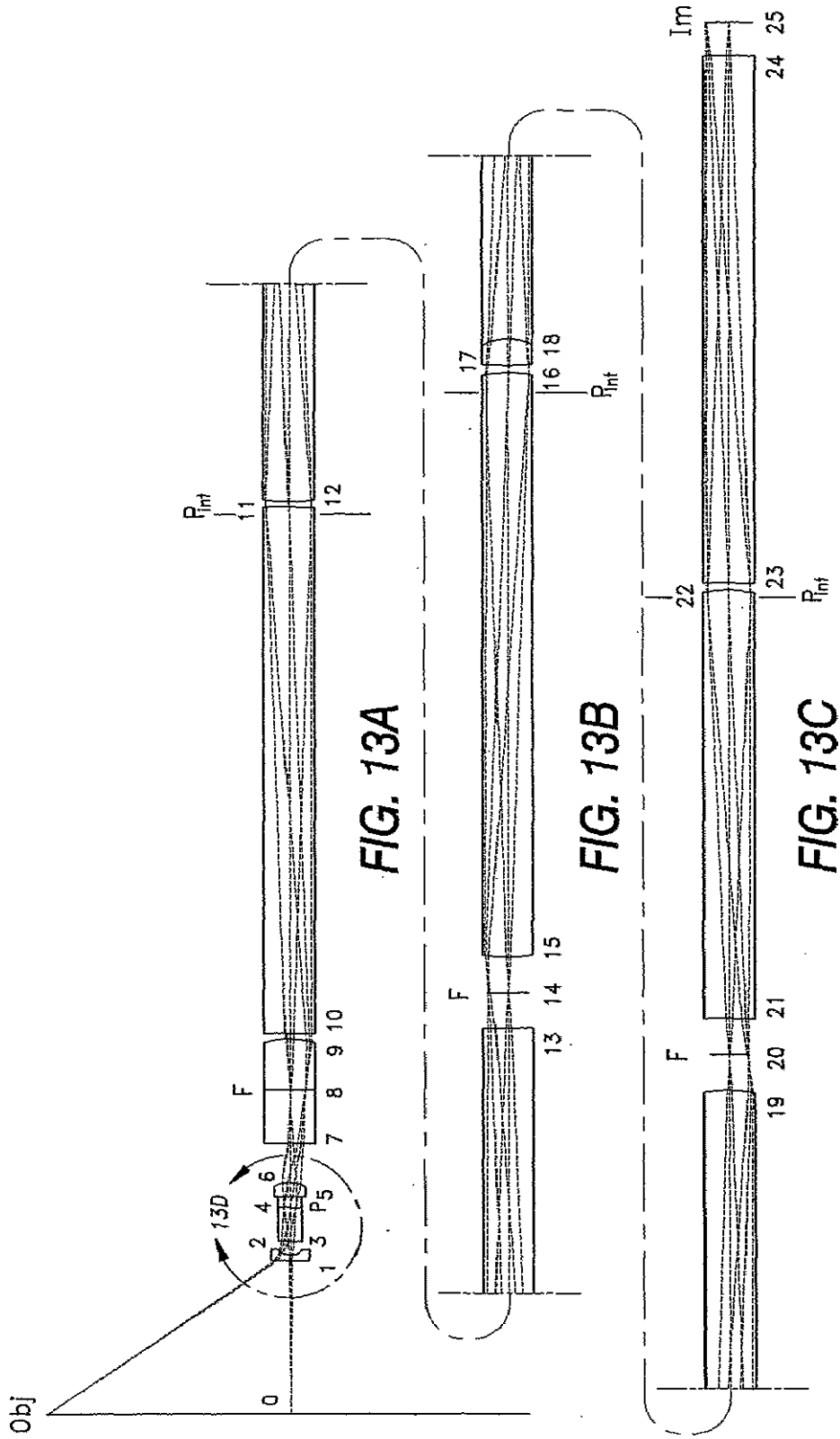


FIG. 13A

FIG. 13B

FIG. 13C

【図13D】

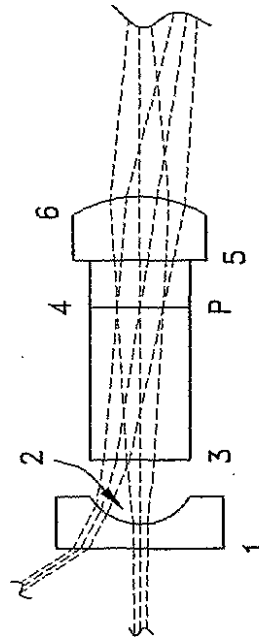


FIG. 13D

【図14A】

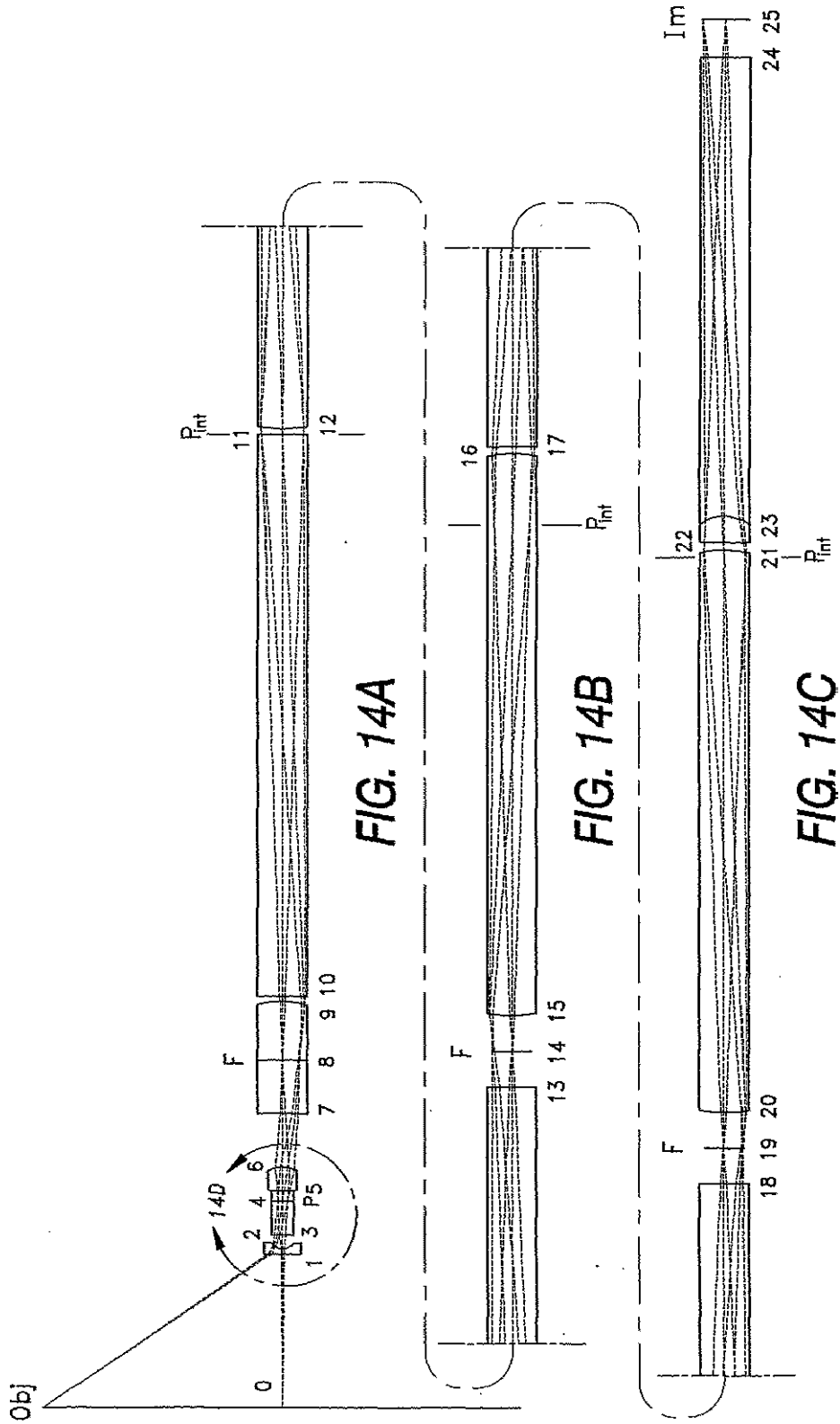
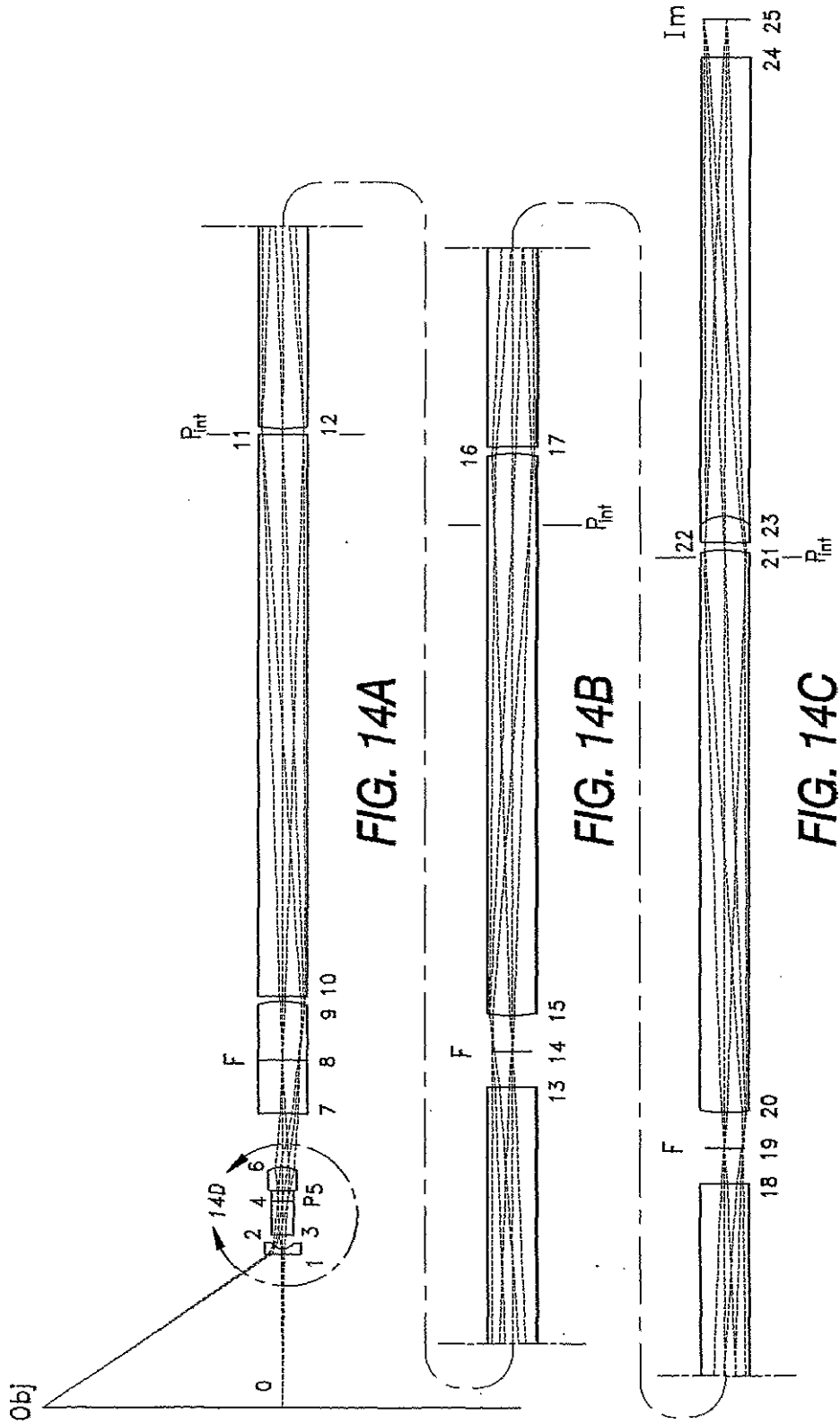


FIG. 14A

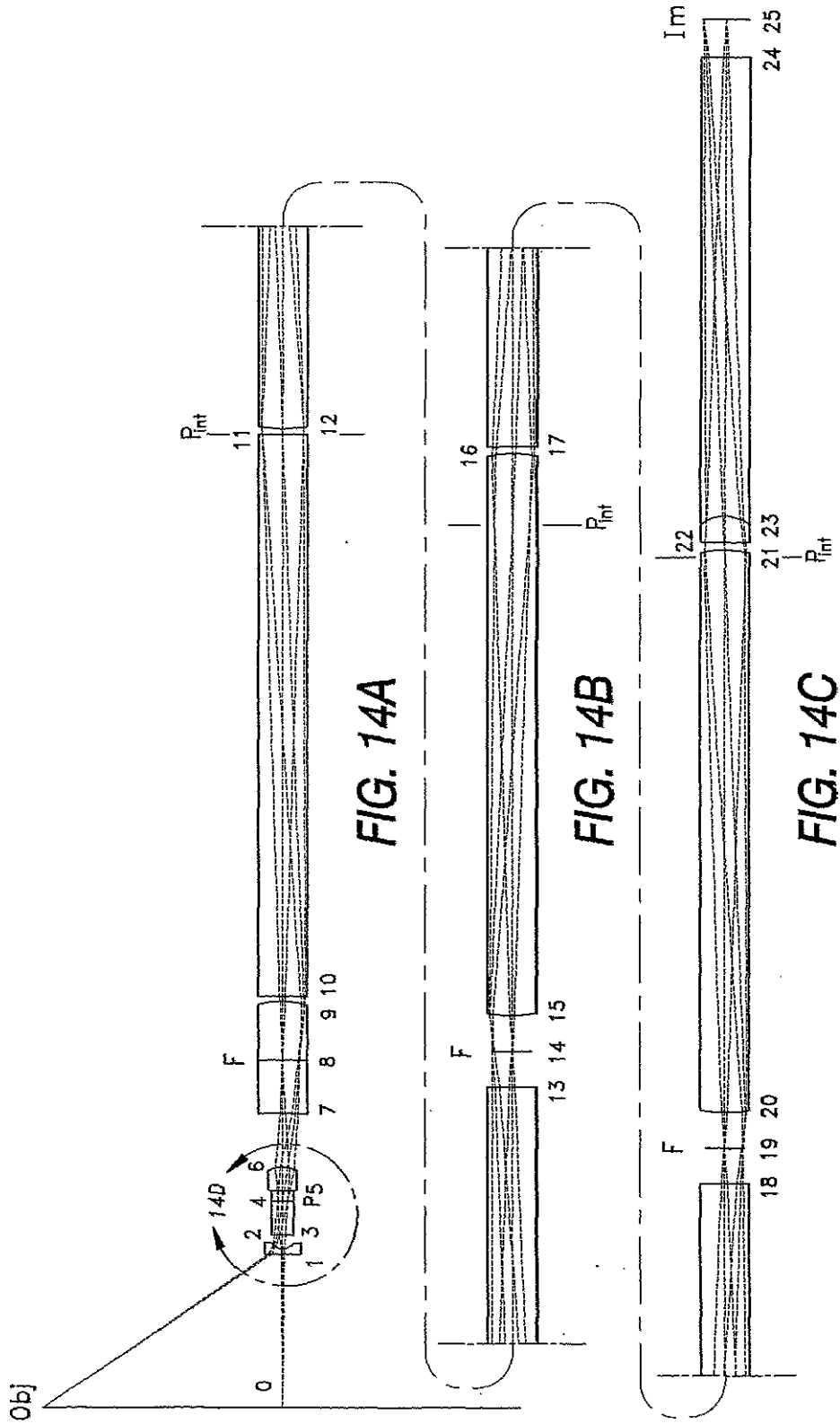
FIG. 14B

FIG. 14C

【図14B】



【図14C】



【図14D】

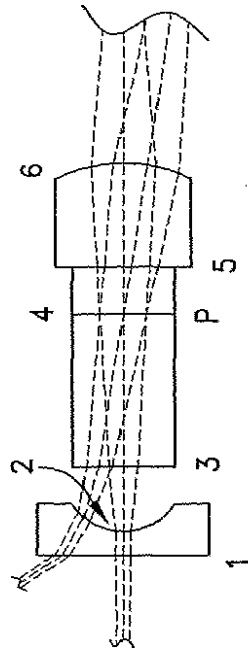
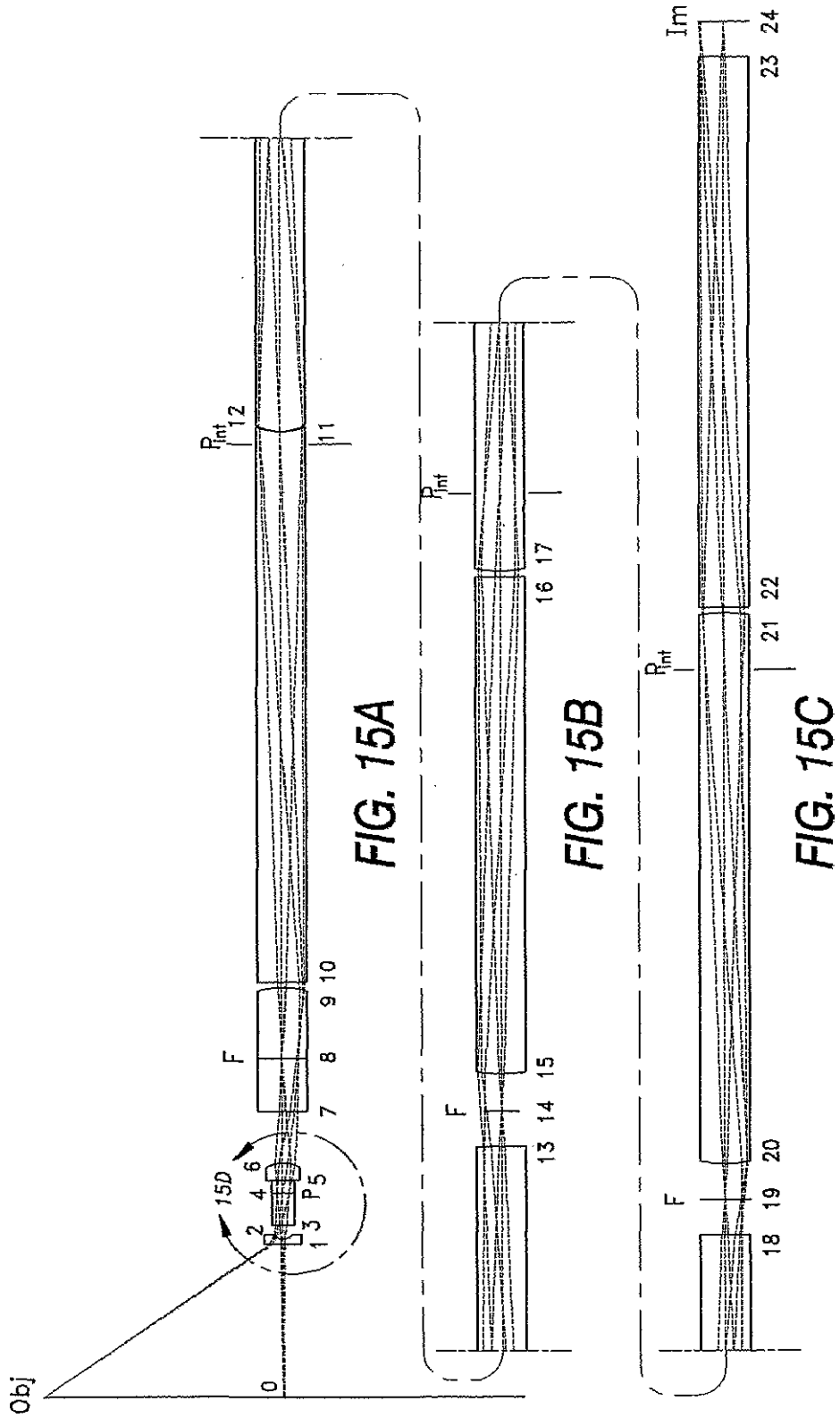
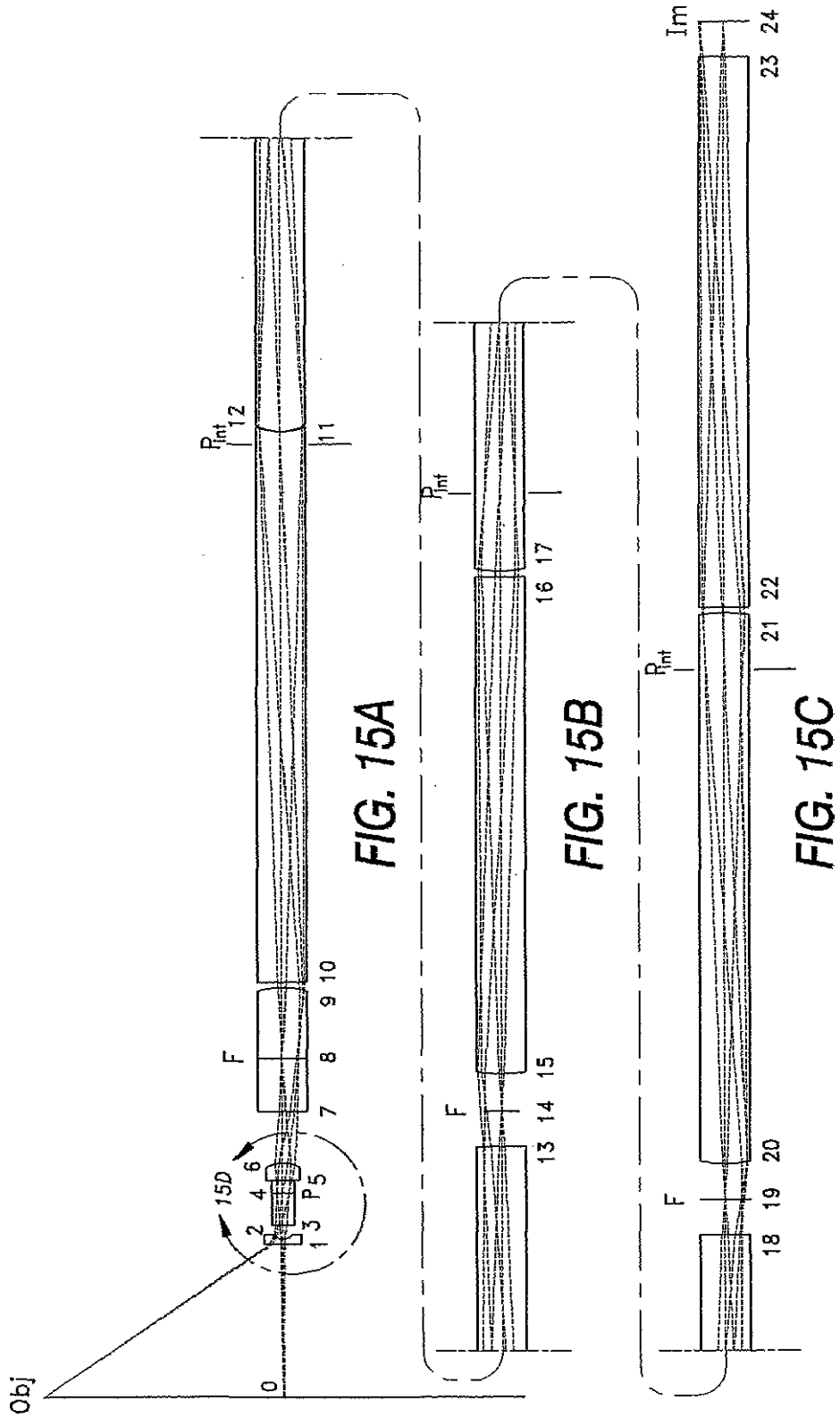


FIG. 14D

【図15A】



【図15B】



【図15C】

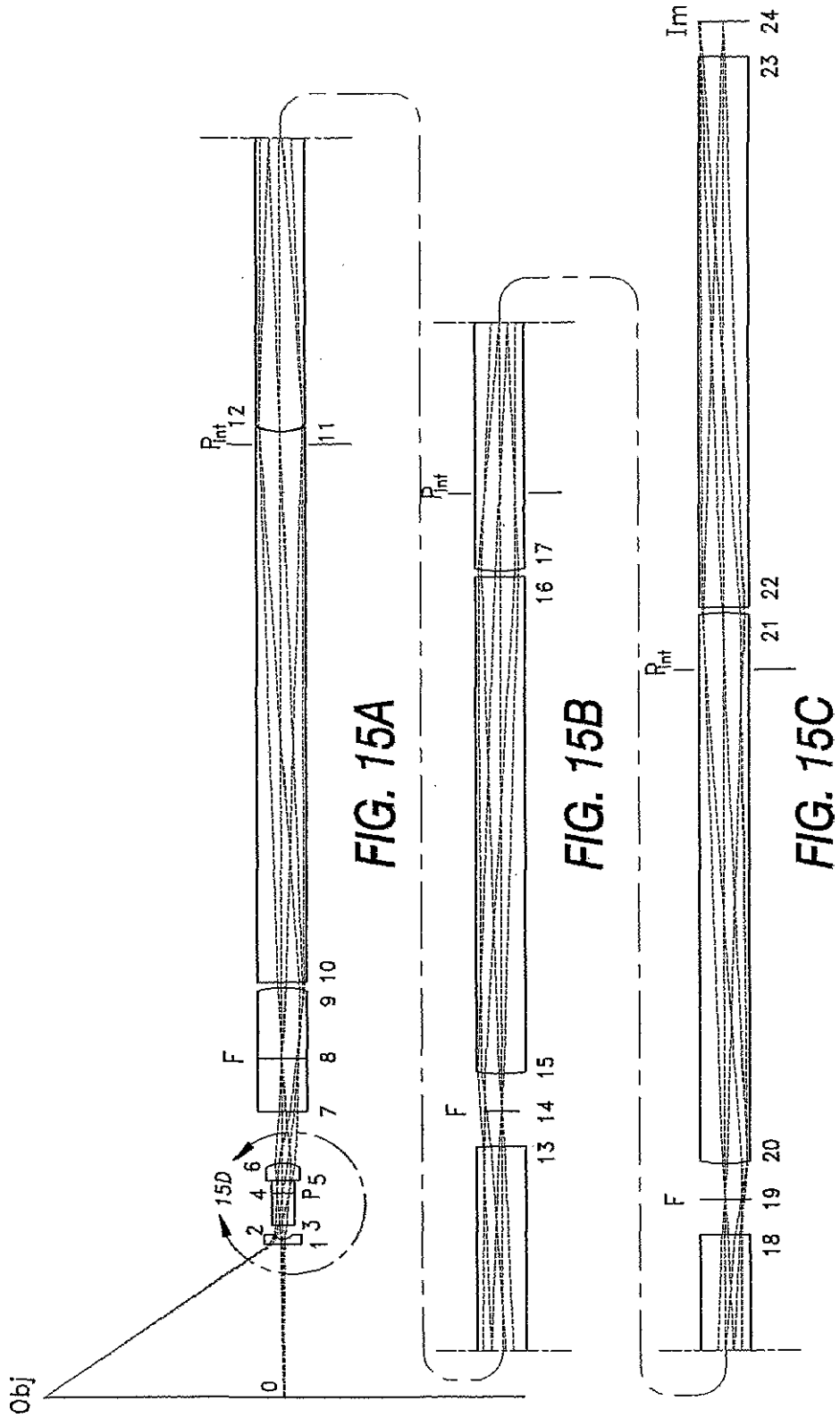


FIG. 15A

FIG. 15B

FIG. 15C

【図15D】

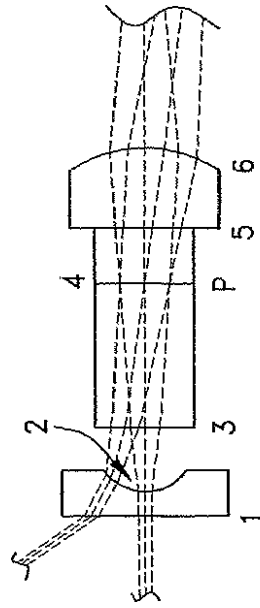
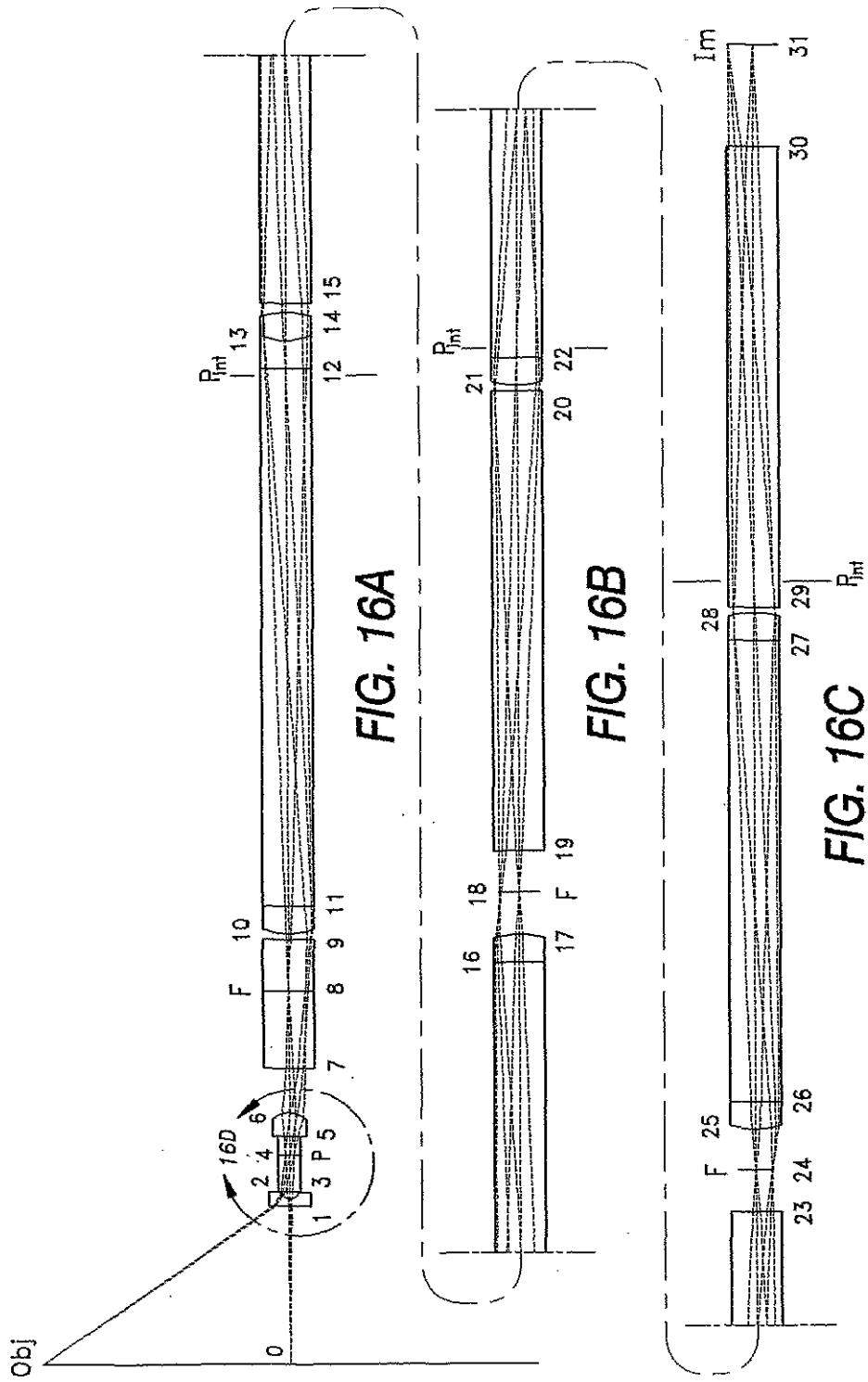
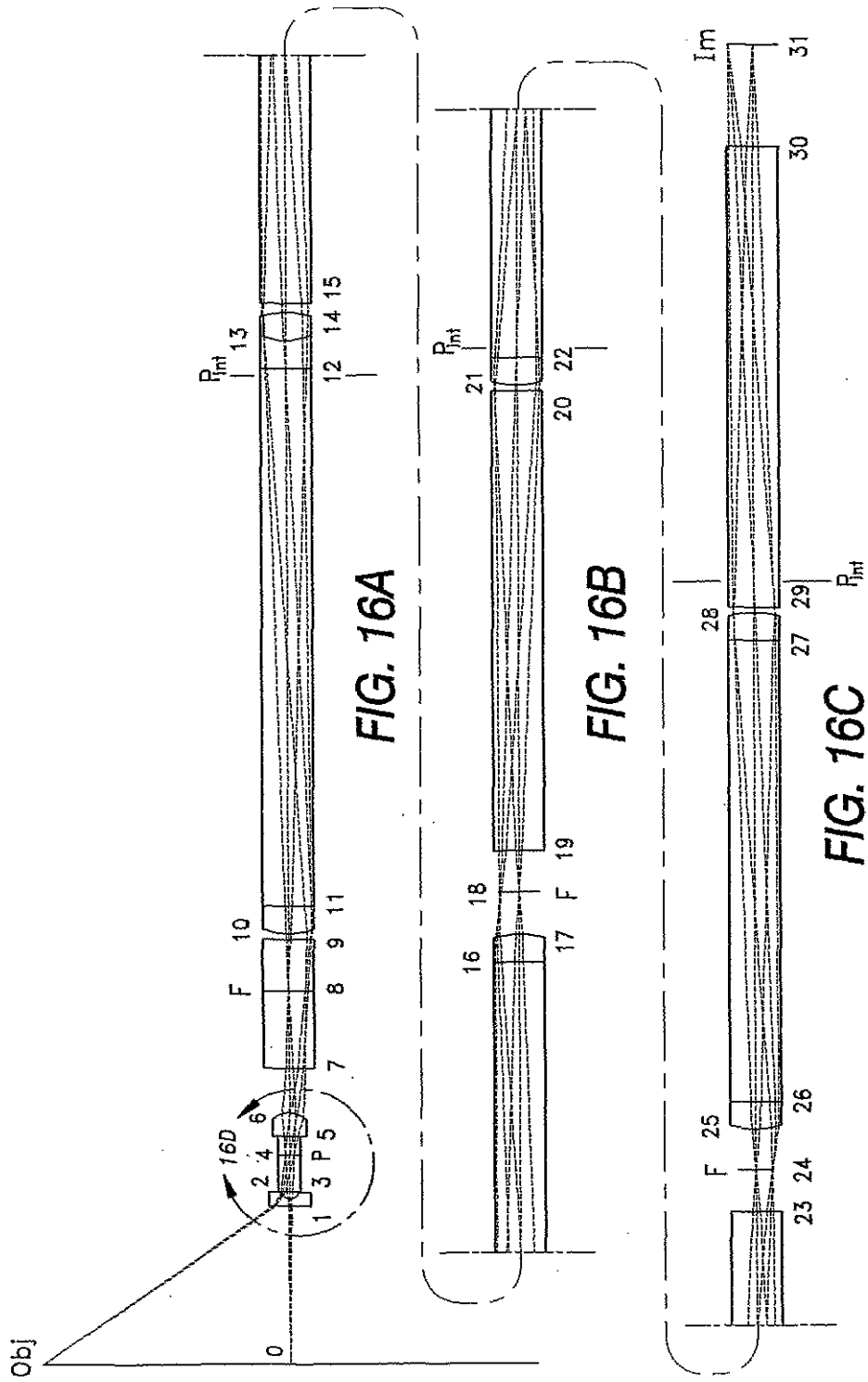


FIG. 15D

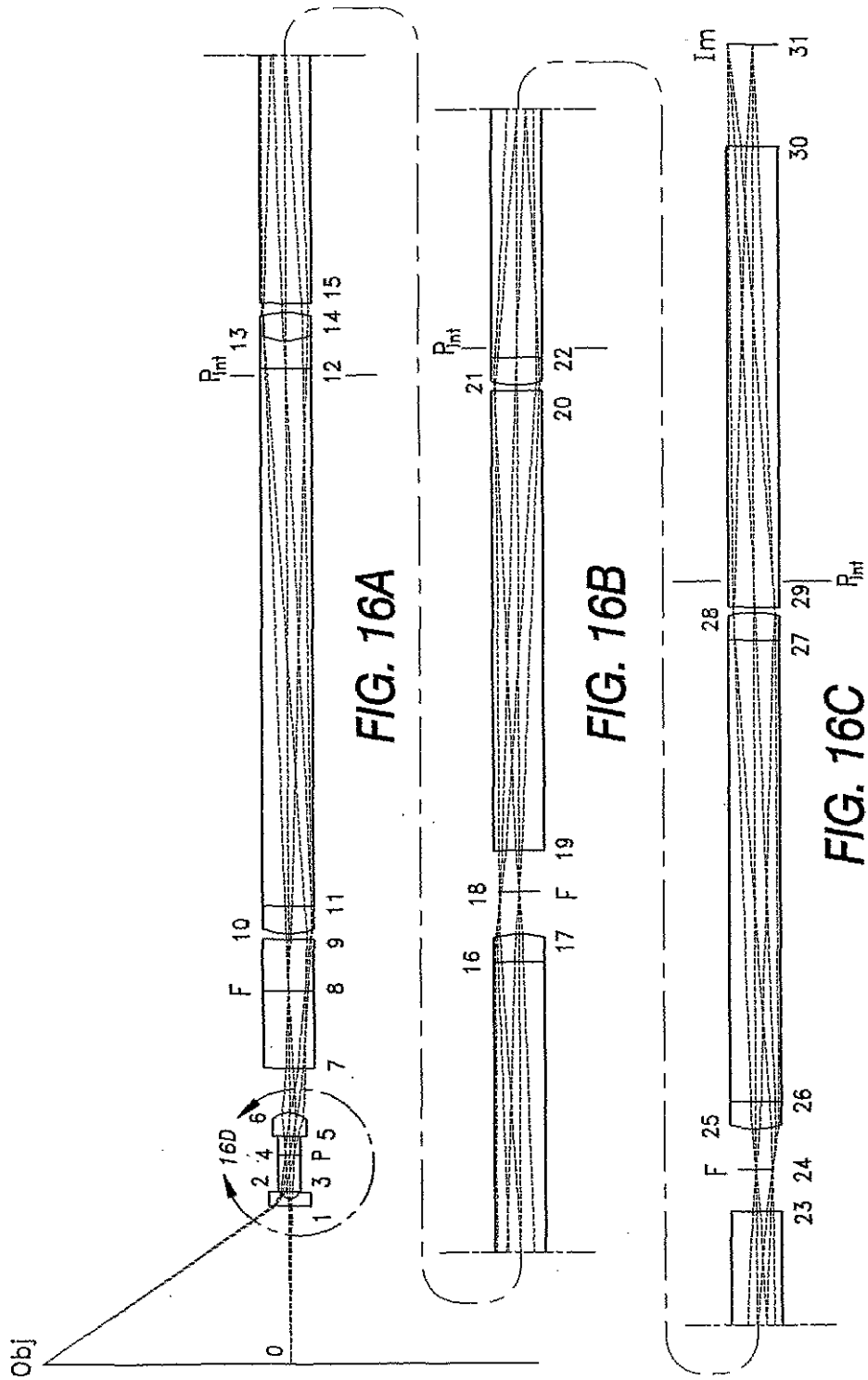
【図16A】



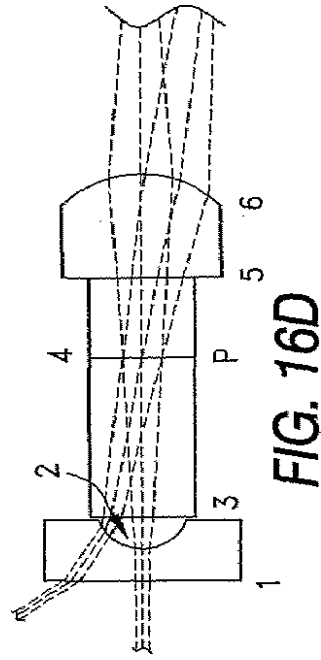
【図16B】



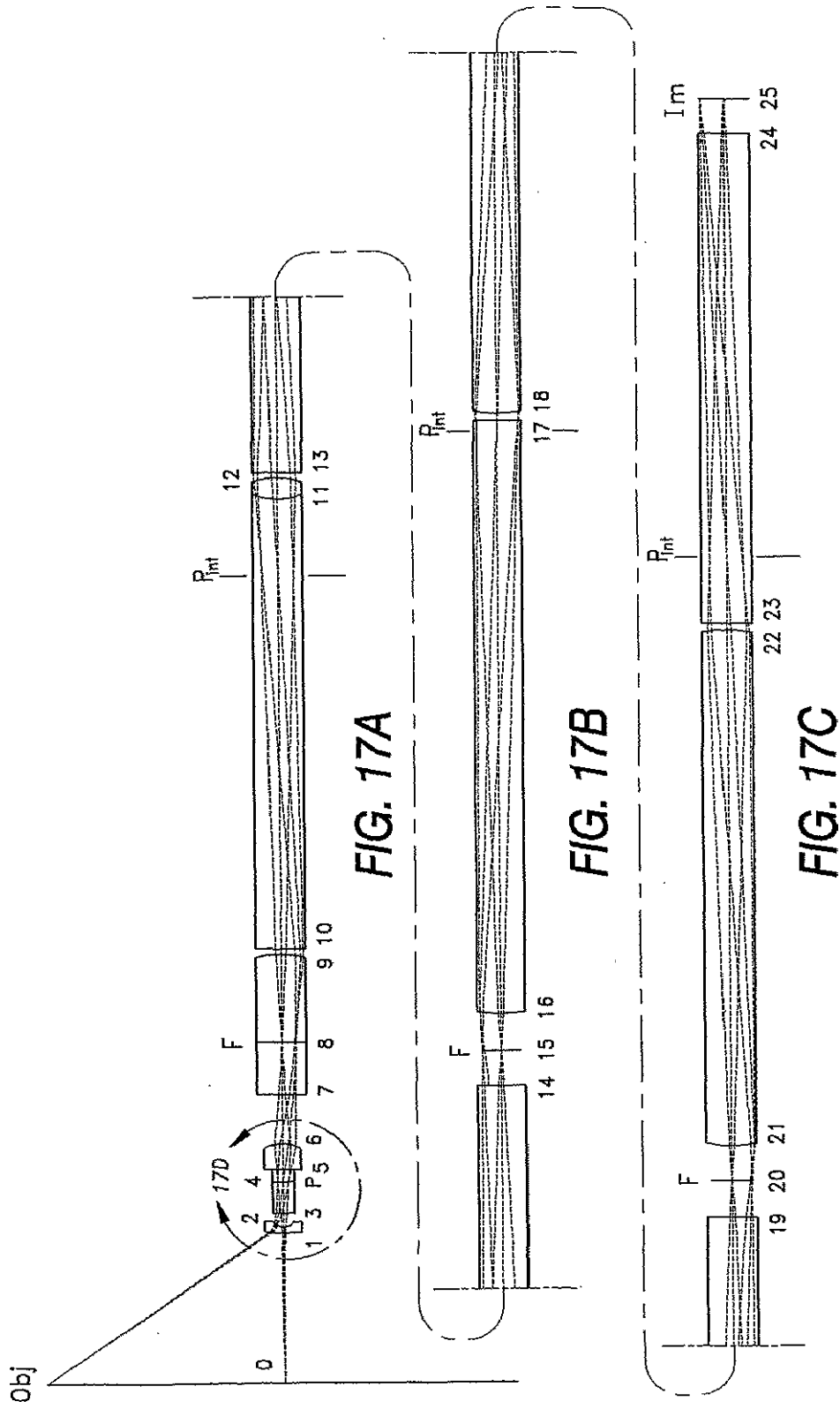
【図16C】



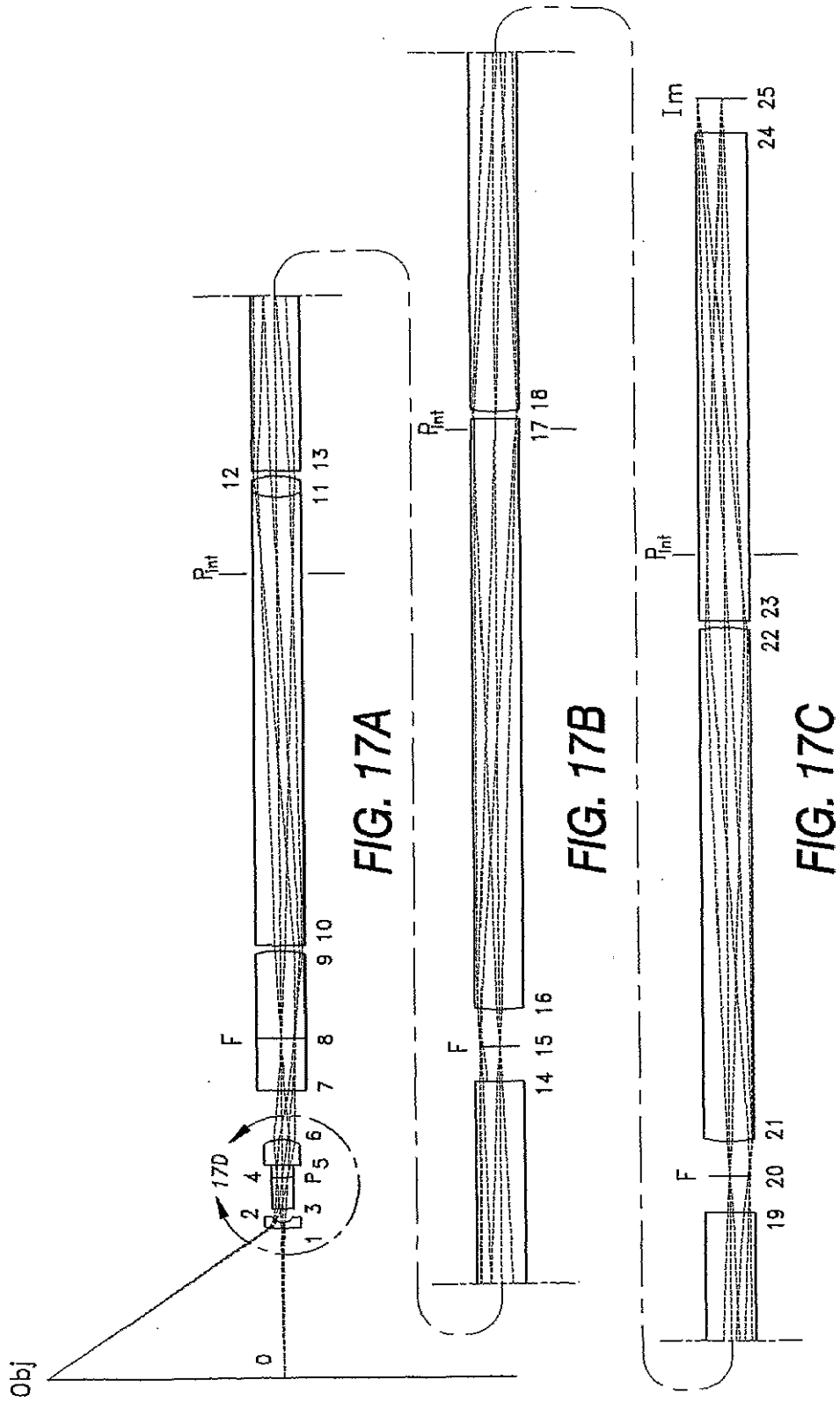
【図16D】



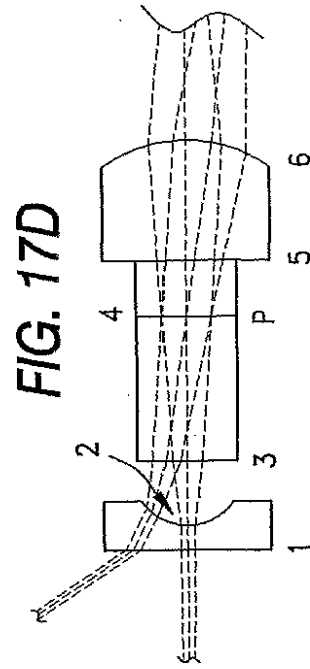
【図17A】



【図17B】



【図17D】



【図18A】

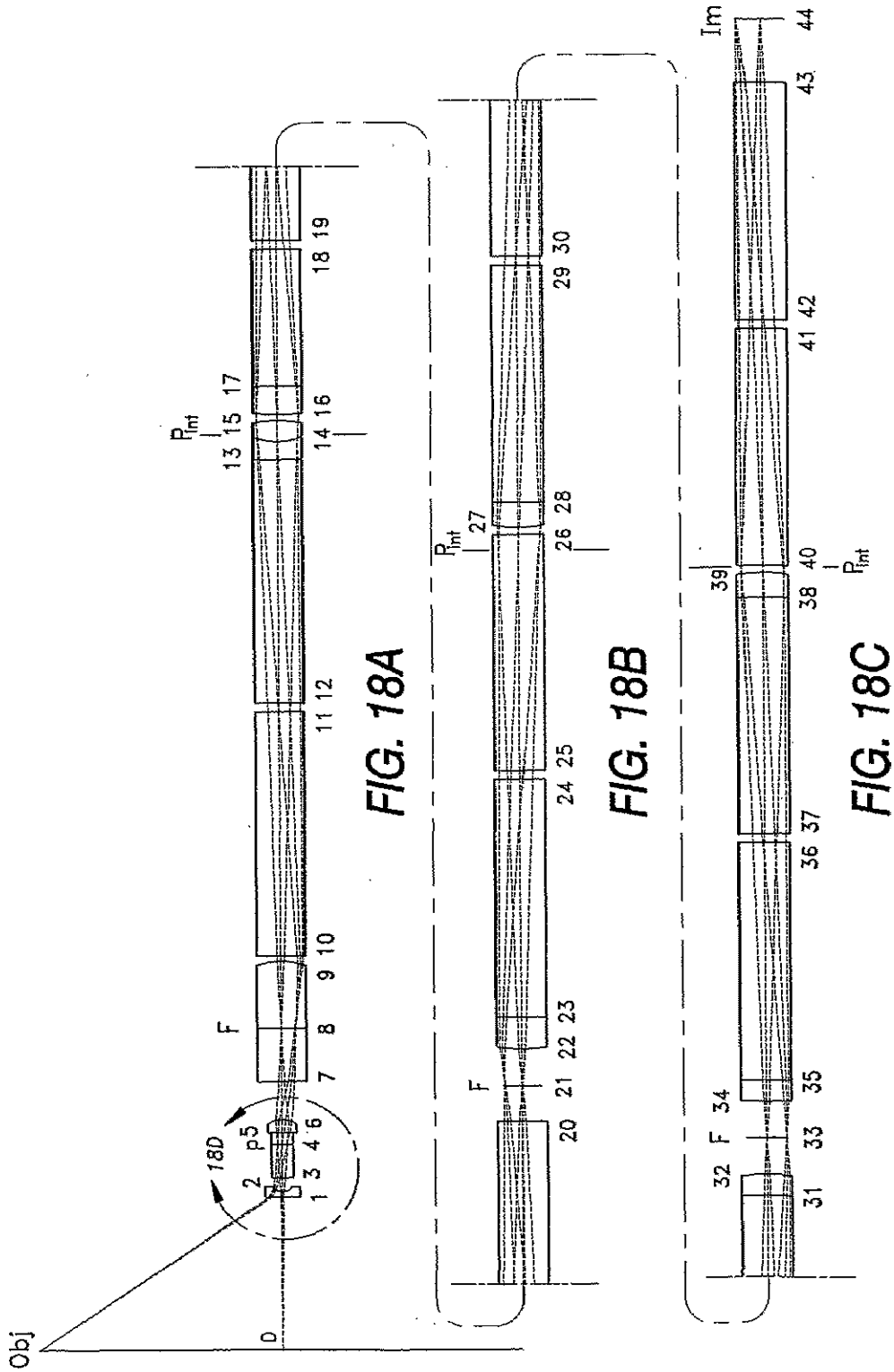
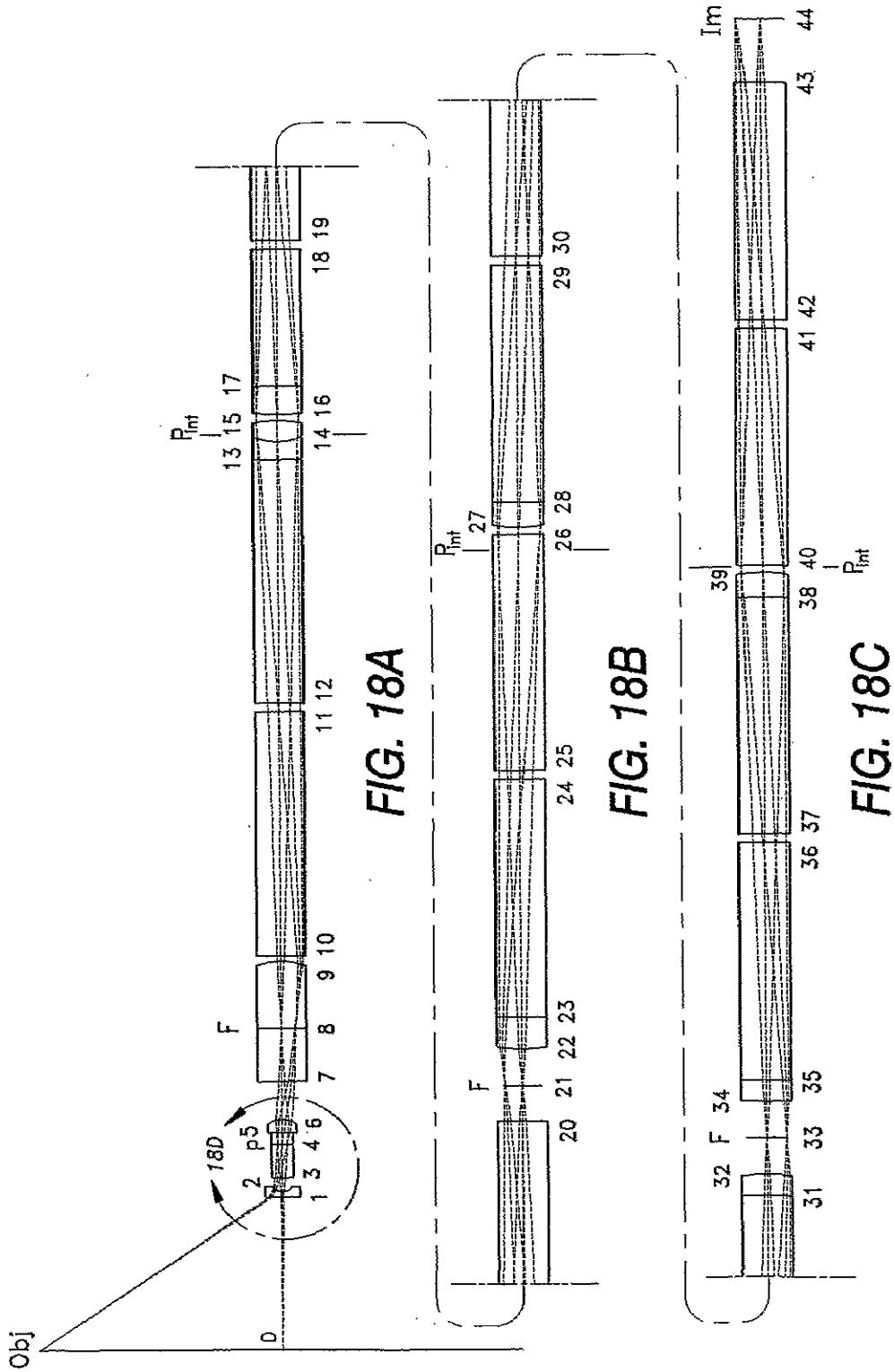


FIG. 18A

FIG. 18B

FIG. 18C

【図18B】



【図18C】

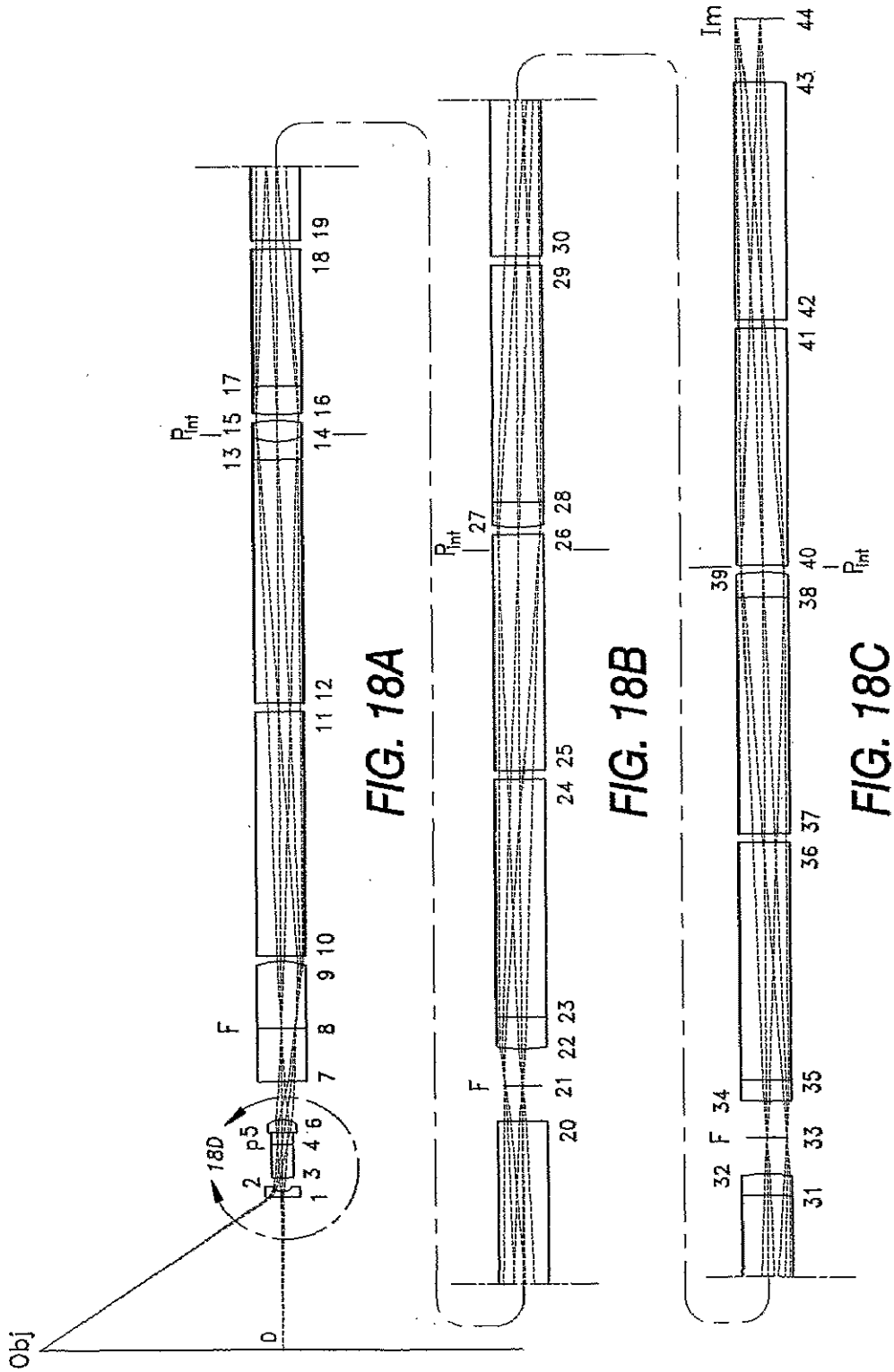
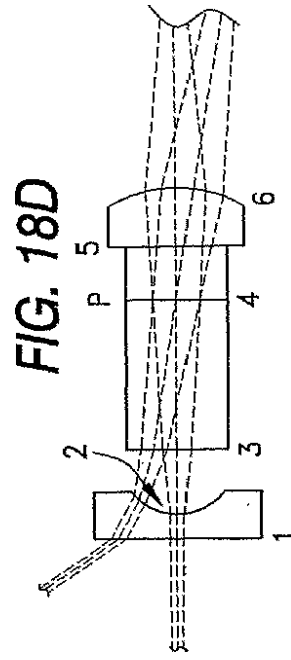


FIG. 18A

FIG. 18B

FIG. 18C

【図18D】



【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US01/06084
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : G02B 21/36, 23/00; G/06; A61B 1/06, 1/12. US CL : 359/362-363, 423, 434-435; 600/138-142, 160-174; 385/117-119 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 359/362-363, 423, 434-435; 600/138-142, 160-174; 385/117-119 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Hecht-Zajac's Optic textbook. Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) endoscopes, relay\$, aberrations near\$ correcti\$, (cemented or bonded or adhesive) near\$ curved, lenses.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,341,240 A (BROOME) 23 August 1994 (23.08.1994), see columns 5-10 and fig. 4.	1-3, 11, 13, 16 and 17
X	US 4,300,812 A (NAKHASHI) 17 November 1981 (17.11.1981), see columns 1-4 and the sole figure.	4, 8 and 17
X	FR 1,450,280 A (NATIONAL RESEARCH DEVELOPMENT CORPORATION) 19 August 1966 (19.08.1966), see columns 2-4 and fig. 1.	6
Y		1-5, 7-17
Y	DOBSON et al "The primary aberration characteristics of thin-lens models of common relay systems", Meas. Sci. technol. 5, January 1994, pages 32-36.	1-5 and 7-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	
"C" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 11 MAY 2001	Date of mailing of the international search report 07 JUN 2001	
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer <i>Shawn S. Happe</i> THONG Q. NGUYEN Telephone No. (703) 308 4814	

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

Fターム(参考) 2H040 CA22 CA28

2H087 KA10 LA01 LA27 PA01 PA02
PA03 PA04 PA17 PA18 PB01
PB02 PB03 PB04 QA01 QA07
QA13 QA14 QA18 QA21 QA22
QA25 QA26 QA32 QA33 QA34
QA41 QA42 QA45 RA05 RA12
RA13 RA32 RA42
4C061 BB02 CC03 DD01 FF40

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2003524204A5	公开(公告)日	2011-07-21
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		
CPC分类号	G02B23/2446 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/00 A61B1/00.300.Y G02B13/18 G02B23/26.A		
F-TERM分类号	2H040/CA22 2H040/CA28 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/LA27 2H087/PA01 2H087/PA02 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA17 2H087/PA18 2H087/PB01 2H087/PB02 2H087/PB03 2H087/PB04 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA13 2H087/QA14 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA32 2H087/QA33 2H087/QA34 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 4C061/BB02 4C061/CC03 4C061/DD01 4C061/FF40		
优先权	09/511662 2000-02-23 US		
其他公开文献	JP4958362B2 JP2003524204A		

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。