

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5269554号
(P5269554)

(45) 発行日 平成25年8月21日 (2013. 8. 21)

(24) 登録日 平成25年5月17日 (2013. 5. 17)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

G 0 2 B 23/26 (2006. 01)

G 0 2 B 23/26 B

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-289234 (P2008-289234)
 (22) 出願日 平成20年11月11日 (2008. 11. 11)
 (65) 公開番号 特開2010-115281 (P2010-115281A)
 (43) 公開日 平成22年5月27日 (2010. 5. 27)
 審査請求日 平成23年9月9日 (2011. 9. 9)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 立山 徳之
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパス株式会社内

審査官 大塚 裕一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡照明光学系の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を光学部材を介して物体に照射する内視鏡照明光学系の製造方法において

、
 前記光学部材の光学機能面の少なくとも1面が凹凸状の山と谷を有する砂目状の面で、
 その砂目面を、中央に逃げ溝が形成された成形面、又は、前記光学部材が嵌合する有底孔
 の底面の中央に形成された成形面に接触させた状態で加熱溶解させることによって、前記
 凹凸状の山と谷の高さの差を部分的に異ならせた

ことを特徴とする内視鏡照明光学系の製造方法。

【請求項 2】

前記光学部材の光学機能面の少なくとも1面が前記光源側に凸球面又は凹球面を有する
 ことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡照明光学系の製造方法。

【請求項 3】

前記光学部材の光学機能面の少なくとも1面が前記光源側に凸非球面又は凹非球面を有
 する

ことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡照明光学系の製造方法。

【請求項 4】

前記光学部材の光学機能面が前記物体側に平面、前記光源側に凸球面又は凹球面を有す
 る

ことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡照明光学系の製造方法。

10

20

【請求項 5】

前記光学部材の光学機能面が前記物体側に平面、前記光源側に凸非球面又は凹非球面を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源からの光をレンズ等の光学部材を介して物体に照射する内視鏡照明光学系の製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

内視鏡の分野においては、観察対象物を隔々にまで十分明るく、かつ照明ムラがないように照明可能な内視鏡照明光学系が求められている。また、近年では、体内の病変部を迅速に発見できるように、広範囲の視野角による観察が可能な内視鏡照明光学系も要望されている。一方、体内の細径部位を観察するためには、細径の内視鏡照明光学系が必要となる。

【0003】

このため、従来から、照明光学系のレンズ面を粗面にして、配光ムラが起きないように砂目状の面を利用した内視鏡照明光学系が提案されている。

例えば、特許文献 1 では、レンズ面に砂目状の面を形成する方法として、1 次加工において、レンズを加工ヤトイに固定し砥石を用いてレンズを研削することで砂目状の面と凸非球面とを同時に形成している。さらに、2 次加工において、研磨シートで砂目状の面を磨くようにした点が開示されている。

20

【特許文献 1】特開 2006 - 51345 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 では、照明光学系のレンズ面の全面に砂目状の面を形成していた。このため、総光量が減少してしまうという課題があった。

本発明は斯かる課題を解決するためになされたもので、総光量の減少を抑え、配光ムラを防止するとともに、配光特性の制御を可能とした内視鏡照明光学系の製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的を達成するため、請求項 1 に係る発明は、

光源からの光を光学部材を介して物体に照射する内視鏡照明光学系の製造方法において、

前記光学部材の光学機能面の少なくとも 1 面が凹凸状の山と谷を有する砂目状の面で、その砂目面を、中央に逃げ溝が形成された成形面、又は、前記光学部材が嵌合する有底孔の底面の中央に形成された成形面に接触させた状態で加熱溶解させることによって、前記凹凸状の山と谷の高さの差を部分的に異ならせたことを特徴とする。

40

【0006】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系の製造方法において、

前記光学部材の光学機能面の少なくとも 1 面が前記光源側に凸球面又は凹球面を有することを特徴とする。

【0007】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系の製造方法において、

前記光学部材の光学機能面の少なくとも 1 面が前記光源側に凸非球面又は凹非球面を有することを特徴とする。

【0008】

50

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系の製造方法において、前記光学部材の光学機能面が前記物体側に平面、前記光源側に凸球面又は凹球面を有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 に係る発明は、請求項 1 に記載の内視鏡照明光学系の製造方法において、前記光学部材の光学機能面が前記物体側に平面、前記光源側に凸非球面又は凹非球面を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、総光量の減少を抑えつつ、配光ムラを防止すると共に、配光特性の制御を可能とした内視鏡照明光学系及びその製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、図面に基づき本発明の実施の形態を説明する。

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、内視鏡照明光学系 1 0 の構成を示す図である。

【 0 0 1 4 】

この内視鏡照明光学系 1 0 は、内視鏡先端部に設けられており、光学部材としてのライトガイド 1 2、ロッドレンズ 1 3、両凸レンズ 1 4、及び平凸レンズ 1 5 を組み合わせて構成されている。

【 0 0 1 5 】

本実施形態では、これら光学部材において、光の入射面及び出射面を光学機能面と称する。このため、例えば 1 個のレンズは光軸方向の両端側に 2 つの光学機能面を有する。

まず、不図示の光源から出射された照明光は、ライトガイド 1 2、ロッドレンズ 1 3、両凸レンズ 1 4、及び平凸レンズ 1 5 を介して不図示の物体に照射される。そして、その反射光が不図示の観察光学系に取り込まれ、撮像素子（ＣＣＤ等）に画像として撮像される。

【 0 0 1 6 】

ライトガイド 1 2 は光ファイバーの束で構成されている。また、ロッドレンズ 1 3 はライトガイド 1 2 の出射端面（平面）側に配置されている。このロッドレンズ 1 3 は、コアガラス 1 3₁ 及びクラッドガラス 1 3₂ を有している。このロッドレンズ 1 3 は、物体側（図の左側）は凸球面部 1 3 a に形成され、光源側（図の右側）の端面は平面部 1 3 b に形成されている。また、これら凸球面部 1 3 a と平面部 1 3 b は、いずれも鏡面に仕上げられている。

【 0 0 1 7 】

両凸レンズ 1 4 は、物体側に凸球面部 1 4 a を有し、光源側に凸球面部 1 4 b を有している。これら凸球面部 1 4 a 及び凸球面部 1 4 b はいずれも鏡面に仕上げられている。

平凸レンズ 1 5 は、物体側に平面部 1 5 a を有し、光源側に凸球面部 1 5 b を有している。平面部 1 5 a は鏡面に仕上げられている。また、凸球面部 1 5 b は凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。さらに、この凸球面部 1 5 b は、その砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差が部分的に異なる値に形成されている。これについては、図 2 及び図 3 で後述する。

【 0 0 1 8 】

なお、本実施形態では、平凸レンズ 1 5 の凸球面部 1 5 b を砂目状の面に形成した場合について説明するが、これに限らない。例えば、平凸レンズ 1 5 の平面部 1 5 a を砂目状の面に形成してもよいし、両凸レンズ 1 4 の凸球面部 1 4 a、1 4 b を砂目状の面に形成してもよい。

【 0 0 1 9 】

また、本実施形態では、平凸レンズ 1 5 は光源側に凸球面部 1 5 b を有するとして説明したが、これに限らない。例えば、凸球面部 1 5 b の代わりに凸非球面部を有するとして

10

20

30

40

50

もよい。光学機能面を非球面とするのは、照明光学系の配光角を変化させる等の対応が可能となるためである。

【 0 0 2 0 】

なお、平凸レンズ 1 5 の凸球面部 1 5 b を砂目状の面とすることによって、配光ムラ、色ムラの発生が抑制される。砂目状の面の凹凸状の山と谷により、入射した光又は出射する光が散乱するためである。また、光学機能面を砂目状の面とするには、例えば砥石や研磨シート等で研削、研磨加工することによって得られるが、ここではその説明を省略する。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、平凸レンズ 1 5 の凸球面部 1 5 b を光源方向から見た正面図であり、図 3 は、平凸レンズ 1 5 の光軸方向に沿う断面図である。

10

図 2 及び図 3 において、凸球面部 1 5 b を平坦面に投影したときの半径を R としたとき、半径が $0 \sim 0.5 R$ の領域（中心部）A では、凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。図 2 の中心部 A に、この砂目状の面を明示的に ## の記号で示した。この砂目状の面の凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_0 は、 $h_0 = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ に形成されている。また、この砂目状の面の表面粗さは、 $R_a = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ である（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。

【 0 0 2 2 】

なお、砂目状の面の光透過特性については、凹凸状の山と谷の高さの差の他、山（谷）と山（谷）のピッチも影響すると思われるが、便宜上、全ての実施形態を通じてピッチは等しいものとして説明する。

20

【 0 0 2 3 】

次に、凸球面部 1 5 b を投影したときの半径を R としたとき、半径が $0.5 R \sim 1.0 R$ の領域すなわち半径 $0.5 R$ よりも外側の領域（周辺部）B では、凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_1 は、 $h_1 = 0.17 \mu m$ よりも小さく形成されている。また、この周辺部 B の表面粗さは、 $R_a = 0.17 \mu m$ よりも小さい（細かい）粗さである（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。すなわち、中心部 A の表面粗さは、周辺部 B の表面粗さよりも粗くなっている。

【 0 0 2 4 】

なお、凸球面部 1 5 b の周辺部 B の表面粗さのみを細かくする方法については後述する。また、上記凹凸状の山と谷の高さの差（ h_0 、 h_1 ）は例示であり、これらの数値に限定されるものではない。

30

【 0 0 2 5 】

本実施形態の内視鏡照明光学系 1 0 によれば、光軸方向に長いロッドレンズ 1 3 等を有することで全長は長くなるが、平凸レンズ 1 5 の凸球面部 1 5 b を、その中心部 A では砂目状の面とし、周辺部 B の表面粗さのみを細かくしたことで、凸球面部 1 5 b の中心から周辺に至るまで配光ムラのない均一な明るさの照明光を得ることができる。しかも、周辺部 B の表面粗さを中心部 A の表面粗さよりも細かくしたことで、光量のロスを少なくし総光量をアップすることができる。

[第 2 の実施の形態]

40

図 4 は、内視鏡照明光学系 2 0 の構成を示す図である。

【 0 0 2 6 】

この内視鏡照明光学系 2 0 は、内視鏡先端部に設けられており、光学部材としてのライトガイド 2 2 及び平凸レンズ 2 5 を組み合わせて構成されている。また、これらの光学部材において、光の入射面及び出射面を光学機能面と称する。

【 0 0 2 7 】

ライトガイド 2 2 は光ファイバーの束であり、照明光は、ライトガイド 2 2 を介して平凸レンズ 2 5 から不図示の物体に照射される。

平凸レンズ 2 5 は、物体側（図の左側）に平面部 2 5 a を有し、光源側（図の右側）、すなわちライトガイド 2 2 の出射端面側に凸球面部 2 5 b を有している。平面部 2 5 a は

50

鏡面に仕上げられている。また、凸球面部 2 5 b は、ライトガイド 2 2 の出射端面（平面）と接触するように配置されている。

【 0 0 2 8 】

ここで、凸球面部 2 5 b は凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。さらに、この凸球面部 2 5 b は、その砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差が部分的に異なる高さに形成されている。この点については、図 5 で後述する。なお、本実施形態では、平凸レンズ 2 5 は光源側に凸球面部 1 5 b を有するとして説明したが、これに限らない。例えば、凸球面部 2 5 b の代わりに凸非球面部を有するとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、平凸レンズ 2 5 の凸球面部 2 5 b を光源方向から見た正面図である。

10

前述した図 3 と同様に、この凸球面部 2 5 b を投影したときの半径を R としたとき、半径が $0 \sim 0.5R$ の領域（中心部）A では、凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。図 5 の中心部 A に、この砂目状の面を明示的に ## の記号で示した。

【 0 0 3 0 】

この砂目状の面の凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_0 は、 $h_0 = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ に形成されている。また、この砂目状の面の表面粗さは、 $R_a = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ である（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。

【 0 0 3 1 】

次に、凸球面部 2 5 b を平坦面に投影したときの半径を R としたとき、半径が $0.5R \sim 1.0R$ の領域すなわち半径 $0.5R$ よりも外側の領域（周辺部）B では、凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_1 は、 $h_1 = 0.17 \mu m$ よりも小さく形成されている。また、この周辺部 B の表面粗さは、 $R_a = 0.17 \mu m$ よりも小さい（細かい）粗さである（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。すなわち、中心部 A の表面粗さは、周辺部 B の表面粗さよりも粗くなっている。

20

【 0 0 3 2 】

なお、凸球面部 2 5 b の周辺部 B の表面粗さのみを細かくする方法については後述する。

本実施形態の内視鏡照明光学系 2 0 によれば、第 1 の実施の形態のようなロッドレンズ 1 3 等をなくしたことで全長を短くでき、しかも広角照明化を図ることができる。また、平凸レンズ 2 5 の凸球面部 2 5 b を、その中心部 A では砂目状の面とし、周辺部 B の表面粗さのみを細かくしたことで、配光ムラをなくしつつ光量のロスを少なくして総光量をアップすることができる。

30

[第 3 の実施の形態]

図 6 は、内視鏡照明光学系 3 0 の構成を示す図である。

【 0 0 3 3 】

第 2 の実施の形態と同様に、この内視鏡照明光学系 3 0 は、内視鏡先端部に設けられており、光学部材としてのライトガイド 3 2 及び平凸レンズ 3 5 を組み合わせて構成されている。また、これらの光学部材において、光の入射面及び出射面を光学機能面と称する。

【 0 0 3 4 】

ライトガイド 3 2 は光ファイバーの束であり、照明光は、ライトガイド 3 2 を介して平凸レンズ 3 5 から不図示の物体に照射される。

40

平凸レンズ 3 5 は、物体側に平面部 3 5 a を有し、光源側（図の右側）、すなわちライトガイド 3 2 の出射端面側に凸球面部 3 5 b を有している。平面部 3 5 a は鏡面に仕上げられている。また、凸球面部 3 5 b は、ライトガイド 3 2 の出射端面（平面）と接触するように配置されている。

【 0 0 3 5 】

ここで、凸球面部 3 5 b は凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。さらに、この凸球面部 3 5 b は、その砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差が部分的に異なる高さの差に形成されている。これについては、図 7 及び図 8 で後述する。

【 0 0 3 6 】

50

なお、本実施形態では、平凸レンズ 35 は光源側に凸球面部 35 b を有するとして説明したが、これに限らない。例えば、凸球面部 35 b の代わりに凸非球面部を有するとしてもよい。

【0037】

図 7 は、平凸レンズ 35 の凸球面部 35 b を光源方向から見た正面図であり、図 8 は、平凸レンズ 35 の光軸方向に沿う断面図である。

図 7 及び図 8 において、凸球面部 35 b を投影したときの半径を R としたとき、半径が $0.5R \sim 1.0R$ の領域すなわち半径 $0.5R$ よりも外側の領域（周辺部）B では、凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。図 7 の周辺部 B に、この砂目状の面を明示的に ## の記号で示した。この砂目状の面の凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_1 は、 $h_1 = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ に形成されている。また、この砂目状の面の表面粗さは、 $Ra = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ である（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。

10

【0038】

次に、凸球面部 35 b を投影したときの半径を R としたとき、半径が $0 \sim 0.5R$ の領域（中心部）A では、凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_0 は、 $h_0 = 0.17 \mu m$ よりも小さく形成されている。また、この中心部 A の表面粗さは、 $Ra = 0.17 \mu m$ よりも小さい（細かい）粗さである（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。すなわち、周辺部 B の表面粗さは、中心部 A の表面粗さよりも粗くなっている。

【0039】

20

なお、凸球面部 35 b の中心部 A の表面粗さのみを細かくする方法については後述する。

本実施形態のように、平凸レンズ 35 の凸球面部 35 b の中心部 A の表面粗さのみを細かくすることで、中心を明るくして中心光量をアップし、周辺を暗くする照明特性にすることができる。

【0040】

本実施形態の内視鏡照明光学系 30 によれば、全長を短くして照明の広角化を図ることができる。また、平凸レンズ 35 の凸球面部 35 b を、その周辺部 B では砂目状の面とし、中心部 A の表面粗さのみを細かくしたことで、配光ムラをなくしつつ中心光量をアップすることができる。

30

[第4の実施の形態]

図 9 は、内視鏡照明光学系 40 の構成を示す図である。

【0041】

この内視鏡照明光学系 40 は、内視鏡先端部に設けられており、光学部材としてのライトガイド 42 及び平凹レンズ 45 を組み合わせて構成されている。また、これらの光学部材において、光の入射面及び出射面を光学機能面と称する。

【0042】

ライトガイド 42 は光ファイバーの束であり、照明光は、ライトガイド 42 を介して平凹レンズ 45 から不図示の物体に照射される。

平凹レンズ 45 は、物体側に平面部 45 a を有し、光源側（図の右側）、すなわちライトガイド 42 の出射端面側に凹球面部 45 b を有している。平面部 45 a は鏡面に仕上げられている。また、凹球面部 45 b の周端面 45 c（平面）は、ライトガイド 42 の出射端面（平面）と接触するように配置されている。

40

【0043】

ここで、凹球面部 45 b は凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。さらに、この凹球面部 45 b は、その砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差が部分的に異なる高さに形成されている。これについては、図 10 及び図 11 で後述する。

【0044】

なお、本実施形態では、平凹レンズ 45 は光源側に凹球面部 45 b を有するとして説明したが、これに限らない。例えば、凹球面部 45 b の代わりに凹非球面部を有するとして

50

もよい。また、凹球面部 4 5 b の周端面 4 5 c はライトガイド 4 2 の出射端面と接触させなくてもよい。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 は、平凹レンズ 4 5 の凹球面部 4 5 b を光源方向から見た正面図であり、図 1 1 は、平凹レンズ 4 5 の光軸方向に沿う断面図である。

図 1 0 及び図 1 1 において、凹球面部 4 5 b を平坦面に投影したときの半径を R としたとき、半径が $0 \sim 0.5 R$ の領域（中心部）A では、凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。図 1 0 の中心部 A に、この砂目状の面を明示的に ## の記号で示した。

【 0 0 4 6 】

この砂目状の面の凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_0 は、 $h_0 = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ に形成されている。また、この砂目状の面の表面粗さは、 $Ra = 0.17 \mu m \sim 0.37 \mu m$ である（テーラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。

【 0 0 4 7 】

次に、凹球面部 4 5 b を投影したときの半径を R としたとき、半径が $0.5 R \sim 1.0 R$ の領域すなわち半径 $0.5 R$ よりも外側で且つ周端面 4 3 c よりも内側の領域（周辺部）B では、凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h_1 は、 $h_1 = 0.17 \mu m$ よりも小さく形成されている。また、この周辺部 B の表面粗さは、 $Ra = 0.17 \mu m$ よりも小さい（細かい）粗さである（テーラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。すなわち、中心部 A の表面粗さは、周辺部 B の表面粗さよりも粗くなっている。

【 0 0 4 8 】

なお、凹球面部 4 5 b の周辺部 B の表面粗さのみを細かくする方法については後述する。

本実施形態の内視鏡照明光学系 4 0 によれば、平凹レンズ 4 5 の凹球面部 4 5 b を、その中心部 A では砂目状の面とし、周辺部 B の表面粗さのみを細かくしたことで、照明の広角化を図ることができるとともに、配光ムラをなくしつつ光量のロスを少なくして総光量をアップすることができる。

[比較例について]

図 1 2 は、内視鏡照明光学系 2 0 ' の構成を示す図である。

【 0 0 4 9 】

第 2 の実施の形態の図 4 及び図 5 と同様に、この内視鏡照明光学系 2 0 ' は、光学部材としてのライトガイド 2 2 ' 及び平凸レンズ 2 5 ' を組み合わせて構成されている。また、これらの光学部材において、光の入射面及び出射面を光学機能面と称する。

【 0 0 5 0 】

ライトガイド 2 2 ' は光ファイバーの束であり、照明光は、ライトガイド 2 2 ' を介して平凸レンズ 2 5 ' から不図示の物体に照射される。

平凸レンズ 2 5 ' は、物体側に平面部 2 5 a ' を有し、光源側（図の右側）、すなわちライトガイド 2 2 ' の出射端面側に凸球面部 2 5 b ' を有している。平面部 2 5 a ' は鏡面に仕上げられている。また、凸球面部 2 5 b ' は、ライトガイド 2 2 ' の出射端面（平面）と接触するように配置されている。

【 0 0 5 1 】

ここで、凸球面部 2 5 b ' は全面が凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。

図 1 3 は、平凸レンズ 2 5 ' の凸球面部 2 5 b ' を光源方向から見た正面図であり、図 1 4 は、平凸レンズ 3 5 の光軸方向に沿う断面図である。

【 0 0 5 2 】

図 1 3 及び図 1 4 において、凸球面部 2 5 b ' を平坦面に投影したときの半径を R としたとき、半径が $0 \sim 1.0 R$ の範囲の表面の全部が凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。図 1 3 の全面に、この砂目状の面を明示的に ## の記号で示した。

【 0 0 5 3 】

この砂目状の面の凹凸状の山と谷の法線方向の高さの差 h は、 $h = 0.17 \mu\text{m} \sim 0.37 \mu\text{m}$ に形成されている。また、この砂目状の面の表面粗さは $Ra = 0.17 \mu\text{m} \sim 0.37 \mu\text{m}$ である（テラーホブソン社製フォームタリサーフの測定による）。

【0054】

この比較例によれば、凸球面部 25b' の全面が砂目状の面を有するため、光量ロスが多くなる。また、全面を均一な砂目状の面にするのは困難であり、部分的に配光ムラが起きおそれがある。

[配光特性について]

図15は、内視鏡照明光学系20を例として、その照明光と配光角 $\pm\theta$ との関係を示す図である。

10

【0055】

同図15で明らかなように、内視鏡照明光学系20はライトガイド22と平凸レンズ25を有し、照明光は、その光軸中心から配光角 $\pm\theta$ が $\pm 80^\circ$ に至るまで広がっている。

図16は、中心光量を1として規格化した場合の配光特性を示す図であり、図17は、光の強度の絶対値で示した図である。

【0056】

図16及び図17において、破線は内視鏡照明光学系20（図4参照）の配光特性を示し、一点鎖線は内視鏡照明光学系30（図6参照）の配光特性を示している。また、実線は比較例の内視鏡照明光学系20'（図12参照）の配光特性を示している。

20

【0057】

図16及び図17において、破線の内視鏡照明光学系20（図4参照）のように、照明レンズの周辺部の表面粗さを中心部の表面粗さよりも小さく（細かく）すると、中心～周辺までムラのない均一な明るさは得られるが、中心光量は低下する。

【0058】

また、一点鎖線の内視鏡照明光学系30（図6参照）のように、逆に中心部の表面粗さを周辺部の表面粗さよりも小さく（細かく）することで中心は明るい、周辺は暗い照明特性にすることも可能である。

【0059】

一方、実線の比較例の内視鏡照明光学系20'（図12参照）のように、全面を砂目面にすると、光量ロスが大きくなる。

30

以上のように、平凸レンズ25の凸球面部25bの砂目面の一部を、部分的に表面粗さの異なる面に変更することで照明系の配光特性を変えることができる。すなわち、一点鎖線の内視鏡照明光学系30のように、凸球面部25b等の周辺部を砂目面とし、中心部の表面粗さのみを細かくすると中心光強度は強くなり視野角度はシャープになる。

【0060】

一方、破線の内視鏡照明光学系20のように、凸球面部25bの中心部を砂目面とし、周辺部の表面粗さのみを細かくすると照射角度は広角となる。しかも、配光ムラのない均一な明るさが得られる。しかし、中心光量は低下する。

【0061】

さらに、実線の比較例の内視鏡照明光学系20'のように、凸球面部25bの全面を砂目面とすると、内視鏡照明光学系20と内視鏡照明光学系30の中間の特性を有する。

40

[第5の実施の形態]

本実施形態では、平凸レンズ75の砂目状の面を部分的に加熱して、表面粗さを小さくする内視鏡照明光学系の製造方法について説明する。

【0062】

図18は、平凸レンズ75を加熱して表面粗さを小さく形成する加熱装置50を示す図である。

この加熱装置50は、筐体51に覆われた加熱室52と、この加熱室52に型セット70を投入する投入室54と、加熱室52から搬出された型セット70を冷却する冷却室55とを有している。

50

【 0 0 6 3 】

加熱室 5 2 内には、予熱ステージ 5 6 と本加熱ステージ 5 7、及び徐冷ステージ 5 8 が設けられている。加熱室 5 2 の入口と出口には、上下に開閉自在なシャッタ 5 9 , 6 0 が設けられている。この入口側のシャッタ 5 9 を開いて、型セット 7 0 を矢印方向に加熱室 5 2 内に搬入する。

【 0 0 6 4 】

搬入された型セット 7 0 は、順次加熱室 5 2 の予熱ステージ 5 6、本加熱ステージ 5 7、徐冷ステージ 5 8 を移送される。また、出口側のシャッタ 6 0 を開いて工程完了後の型セット 7 0 を加熱室 5 2 から矢印方向に冷却室 5 5 に搬出する。

【 0 0 6 5 】

また、投入室 5 4 には、真空チャンバ 6 6 が設けられている。これらの真空チャンバ 6 6 には、図示しないがホースを介して真空ポンプが接続されている。この真空ポンプにより、真空チャンバ 6 6 内の真空度は任意に設定することができる。

【 0 0 6 6 】

なお、真空下で成形等するのは、型セット 7 0 や内部のレンズの酸化防止、及びガス溜り等を防止するためである。また、投入室 5 4 と冷却室 5 5 には、図示しないが型セット 7 0 の搬入口と搬出口が設けられている。

【 0 0 6 7 】

型セット 7 0 は、投入室 5 4 の真空チャンバ 6 6 内で組み込まれる。組み込まれた型セット 7 0 は、入口側のシャッタ 5 9 を開いて加熱室 5 2 内に搬入される。このとき、加熱室 5 2 内の真空度が維持されるように考慮されている。加熱室 5 2 から型セット 7 0 を冷却室 5 5 に移送するときも同様である。

【 0 0 6 8 】

型セット 7 0 は、予熱ステージ 5 6 で所定温度に予熱され、また、本加熱ステージ 5 7 で加熱された後、徐冷ステージ 5 8 で徐冷される。この工程が終わると、冷却室 5 5 に搬出される。型セット 7 0 はこの冷却室 5 5 で冷却された後外部に搬出され、分解されて製品としてのレンズが取り出される。

【 0 0 6 9 】

加熱室 5 2 には、不図示の気体流入口と気体流出口が設けられていて、加熱室 5 2 内は、所定の真空圧で真空引き可能な構造になっている。投入室 5 4 や冷却室 5 5 も同様の構成を有している。なお、加熱室 5 2 内等は、窒素 (N_2) 等の非酸化性ガスにより置換可能な構造とするのがより望ましい。こうして、型セット 7 0 やレンズと酸素との接触が遮断され、レンズ等が酸化するのが防止される。

【 0 0 7 0 】

予熱ステージ 5 6、本加熱ステージ 5 7、徐冷ステージ 5 8 には、夫々基台 6 2₁, 6 2₂, 6 2₃ に支持された加熱プレート 6 3₁, 6 3₂, 6 3₃ を有している。この加熱プレート 6 3 上に型セット 7 0 が載置される。加熱プレート 6 3₁, 6 3₂, 6 3₃ にはカートリッジヒータ 6 4₁, 6 4₂, 6 4₃ が内蔵されている。このカートリッジヒータ 6 4₁, 6 4₂, 6 4₃ により、型セット 7 0 内の平凸レンズ 7 5 (図 1 9 等参照) が各ステージ 5 6, 5 7, 5 8 で予熱、本加熱、徐冷される。

【 0 0 7 1 】

図 1 9 は、型セット 7 0 の構成を示す断面図である。

図 1 9 に示すように、型セット 7 0 は、下プレート 7 1、型本体 7 2、スリーブ 7 3、及び中リング 7 4 を有している。下プレート 7 1 は平板状をなし、その上面に型本体 7 2 及びスリーブ 7 3 の端面が当接載置されている。型本体 7 2 は円柱状をなし、先端に凹状の成形面 7 2 a を有している。中リング 7 4 は平板状をなし、中心に平凸レンズ 7 5 を保持する孔 7 4 a が形成されている。型本体 7 2 と中リング 7 4 は、円筒状のスリーブ 7 3 に嵌挿されている。

【 0 0 7 2 】

平凸レンズ 7 5 は、型本体 7 2 の凹状の成形面 7 2 a に挿入され、さらに中リング 7 4

10

20

30

40

50

の孔 7 4 a で支持されている。

本実施形態では、型本体 7 2 の径 D が $D = \phi 9.2 \text{ mm}$ で、高さ H が $H = 5.45 \text{ mm}$ 、中リング 7 4 の孔 7 4 a の径 d が $d = \phi 1.5 \text{ mm}$ である。しかし、形状や寸法はこれに限らない。

【0073】

図 2 0 及び図 2 1 は、図 1 9 の要部拡大を示す図である。

図 2 0 は、平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a の周辺部を加熱するときの工程を示している。

【0074】

すなわち、型本体 7 2 には凹非球面状の成形面 7 2 a が形成されており、その成形面 7 2 a の中央に逃げ溝 7 2 b が形成されている。

そして、型セット 7 0 の組み付け時に、型本体 7 2 の成形面 7 2 a に平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a（例えば凸非球面部）を密接させる。加熱前の平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a は、一様に凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。この砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差は、例えば $h_0 = 0.17 \mu\text{m} \sim 0.37 \mu\text{m}$ に形成されているとする（図 3 参照）。

【0075】

この状態で、型セット 7 0 を投入室 5 4 から加熱室 5 2 に搬入する。続いて、予熱ステージ 5 6 で型本体 7 2 を所定温度に予備加熱する。さらに、本加熱ステージ 5 7 で本加熱する。この本加熱により、平凸レンズ 7 5 は光学機能面 7 5 a の中心部を除く周辺部のみが加熱される。すなわち、平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a は、型本体 7 2 の成形面 7 2 a に接触している周辺部のみが加熱される。

【0076】

この加熱により、光学機能面 7 5 a の周辺部の砂目状の面は、加熱により溶けて凹凸状の山の先端が丸みを帯びる。このため、光学機能面の周辺部の凹凸状の山と谷の高さの差は小さくなって、例えば $h_1 = 0.17 \mu\text{m}$ よりも小さくなる（図 3 参照）。

【0077】

次いで、型セット 7 0 を徐冷ステージ 5 8 に移送して徐冷する。その後、冷却室 5 5 で常温に冷却し、外部に取り出す。

本実施形態によれば、平凸レンズ 7 5 の周辺部の凹凸状の山と谷の高さの差を中心部よりも小さくすることができる。この平凸レンズ 7 5 を用いることにより、光学機能面の周辺部の光量増加を図ることができる。

【0078】

図 2 1 は、平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a（例えば凸非球面部）の中心部を加熱するときの工程を示している。

すなわち、型本体 7 2 には平凸レンズ 7 5 と嵌合する内径を有する有底孔 7 2 c が形成されている。この有底孔 7 2 c の底面の中央に非球面状の成形面 7 2 d が形成されている。

【0079】

そして、有底孔 7 2 c に平凸レンズ 7 5 を挿入し、その光学機能面 7 5 a を中央の成形面 7 2 d に密接させる。平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a は、一様に凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。この砂目状の面の凹凸状の山と谷の高さの差は、例えば $h_1 = 0.17 \mu\text{m} \sim 0.37 \mu\text{m}$ に形成されているとする（図 8 参照）。

【0080】

この状態で、型セット 7 0 を投入室 5 4 から加熱室 5 2 に搬入する。続いて、予熱ステージ 5 6 で型本体 7 2 を所定温度に予備加熱する。さらに、本加熱ステージ 5 7 で本加熱する。この本加熱により、平凸レンズ 7 5 は周辺部を除く中心部のみが加熱される。すなわち、平凸レンズ 7 5 の光学機能面 7 5 a は、型本体 7 2 の成形面 7 2 d に接触している中心部のみが加熱される。

【0081】

10

20

30

40

50

これにより、中心部の砂目状の面は加熱により溶けて凹凸状の山の先端が丸みを帯びる。このため、中心部の凹凸状の山と谷の高さの差は小さくなって、例えば $h_0 = 0.17 \mu\text{m}$ よりも小さくなる（図 8 参照）。

【 0 0 8 2 】

次いで、型セット 70 を徐冷ステージ 58 に移送して徐冷する。その後、冷却室 55 で常温に冷却し、外部に取り出す。

本実施形態によれば、平凸レンズ 75 の中心部の凹凸状の山と谷の高さの差を周辺部よりも小さくすることができる。この平凸レンズ 75 を用いることにより、中心部の表面粗さを周辺部の表面粗さよりも小さく（細かく）して広角化を図りつつ、中心部の光量増加を図ることができる。

10

【 第 6 の実施の形態 】

本実施形態では、平凸レンズ 75 を研削により、表面粗さを小さくする内視鏡照明光学系の製造方法について説明する。

【 0 0 8 3 】

図 22 ~ 図 24 は、研削により平凸レンズ 75 の表面粗さを小さくする工程を示す図である。

図 22 に示すように、ホルダ 77 に支持された円盤状のダイヤモンド砥石 78₁ が、中心軸 O を中心として自転しながら、平凸レンズ 75 の光学機能面に沿って矢印 C, D 方向に移動する。

【 0 0 8 4 】

20

こうして、平凸レンズ 75 の光学機能面の全面を球面又は非球面に荒研削加工する。これにより、平凸レンズ 75 の光学機能面 75 a は、一様に凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成される。

【 0 0 8 5 】

次に、図 23 に示すように、平凸レンズ 75 の光学機能面の周辺部の表面粗さのみを部分的に小さく（細かく）仕上げる。

すなわち、精研削用のカップ形状のダイヤモンド砥石 78₂ の研削面（先端面）を凹状の球面又は非球面に形成する。また、研削面の中央には逃げ溝 79 が形成されている。こうして、ダイヤモンド砥石 78₂ を中心軸 O を中心として矢印 E 方向に回転させる。すると、平凸レンズ 75 の光学機能面は、中心部を除く周辺部の表面粗さのみが小さく仕上げられる。

30

【 0 0 8 6 】

一方、図 24 に示すように、平凸レンズ 75 の光学機能面の中心部の表面粗さのみを部分的に小さく（細かく）仕上げることもできる。

すなわち、平凸レンズ 75 の光学機能面 75 a は、一様に凹凸状の山と谷を有する砂目状の面に形成されている。次いで、精研削用の円柱形状のダイヤモンド砥石 78₃ の研削面（先端面）の中心部のみを凸状の球面又は非球面に形成する。こうして、ダイヤモンド砥石 78₃ を中心軸 O を中心として矢印 E 方向に回転させる。すると、平凸レンズ 75 の光学機能面は、周辺部を除く中心部の表面粗さのみが小さく仕上げられる。

【 0 0 8 7 】

40

本実施形態によれば、ダイヤモンド砥石 78 を用いることで、平凸レンズ 75 の中心部又は周辺部のみの凹凸状の山と谷の高さの差を異ならせることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 8 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態の内視鏡照明光学系の構成を示す図である。

【 図 2 】 平凸レンズの凸球面部を光源方向から見た正面図である。

【 図 3 】 平凸レンズの光軸方向に沿う断面図である。

【 図 4 】 第 1 の実施の形態の内視鏡照明光学系の構成を示す図である。

【 図 5 】 平凸レンズの凸球面部を光源方向から見た正面図である。

【 図 6 】 第 3 の実施の形態の内視鏡照明光学系の構成を示す図である。

50

【図 7】平凸レンズの凸球面部を光源方向から見た正面図である。

【図 8】平凸レンズの光軸方向に沿う断面図である。

【図 9】第 4 の実施の形態の内視鏡照明光学系の構成を示す図である。

【図 10】平凹レンズの凹球面部を光源方向から見た正面図である。

【図 11】平凹レンズの光軸方向に沿う断面図である。

【図 12】比較例の内視鏡照明光学系の構成を示す図である。

【図 13】平凸レンズの凸球面部を光源方向から見た正面図である。

【図 14】平凸レンズの光軸方向に沿う断面図である。

【図 15】内視鏡照明光学系の照明光と配光角との関係を示す図である。

【図 16】中心光量を 1 として規格化した場合の配光特性を示す図である。

10

【図 17】光の強度の絶対値で示した図である。

【図 18】第 5 の実施の形態の平凸レンズを加熱して表面粗さを小さくする加熱装置を示す図である。

【図 19】型セットの構成を示す断面図である。

【図 20】同上の要部拡大を示す図である。

【図 21】同上の要部拡大を示す図である。

【図 22】第 6 の実施の形態の研削により平凸レンズの表面粗さを小さくする工程を示す図である。

【図 23】同上の研削により平凸レンズの表面粗さを小さくする工程を示す図である。

【図 24】同上の研削により平凸レンズの表面粗さを小さくする工程を示す図である。

20

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

1 0	内視鏡照明光学系
1 2	ライトガイド
1 3	ロッドレンズ
1 3 ₁	コアガラス
1 3 ₂	クラッドガラス
1 3 a	凸球面部
1 3 b	平面部
1 4	両凸レンズ
1 4 a	凸球面部
1 4 b	凸球面部
1 5	平凸レンズ
1 5 a	平面部
1 5 b	凸球面部
2 0	内視鏡照明光学系
2 2	ライトガイド
2 5	両凸レンズ
3 0	内視鏡照明光学系
3 2	ライトガイド
3 5	両凸レンズ
4 0	内視鏡照明光学系
4 2	ライトガイド
4 5	両凹レンズ
5 0	加熱装置
5 1	筐体
5 2	加熱室
5 4	投入室
5 5	冷却室
5 6	予熱ステージ

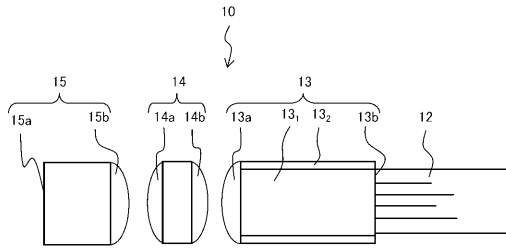
30

40

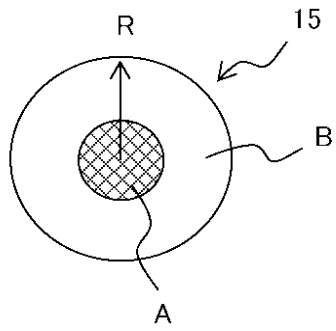
50

5 7	本加熱ステージ	
5 8	徐冷ステージ	
5 9	シャッタ	
6 0	シャッタ	
6 2 ₁	基台	
6 2 ₂	基台	
6 2 ₃	基台	
6 3 ₁	加熱プレート	
6 3 ₂	加熱プレート	
6 3 ₃	加熱プレート	10
6 4 ₁	カートリッジヒータ	
6 4 ₂	カートリッジヒータ	
6 4 ₃	カートリッジヒータ	
6 6	真空チャンバ	
7 0	型セット	
7 1	下プレート	
7 2	型本体	
7 2 a	成形面	
7 3	スリーブ	
7 4	中リング	20
7 4 a	孔	
7 5	平凸レンズ	
7 5 a	光学機能面	
7 7	ホルダ	
7 8 ₁	ダイヤモンド砥石	
7 8 ₂	ダイヤモンド砥石	
7 8 ₃	ダイヤモンド砥石	
7 9	逃げ溝	

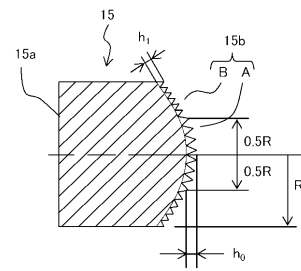
【図 1】



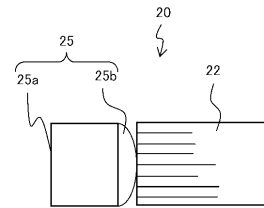
【図 2】



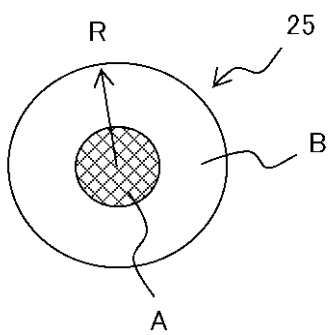
【図 3】



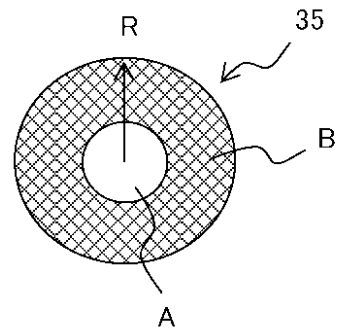
【図 4】



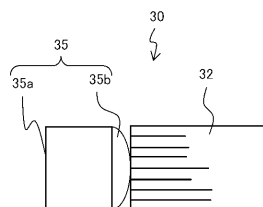
【図 5】



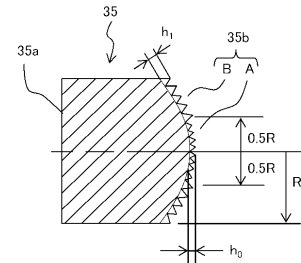
【図 7】



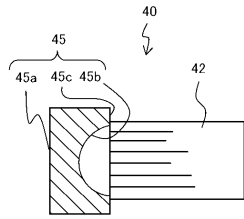
【図 6】



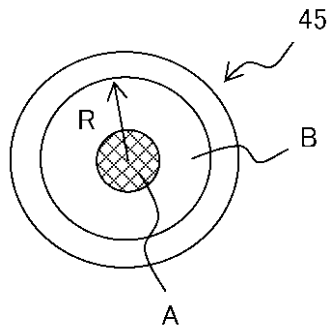
【図 8】



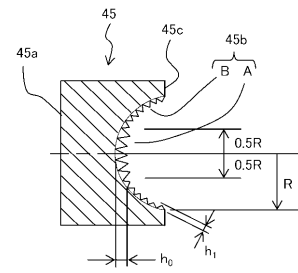
【図 9】



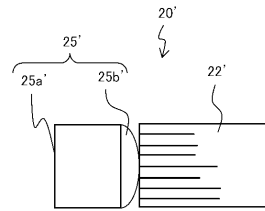
【図 10】



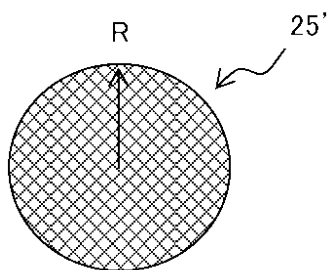
【図 11】



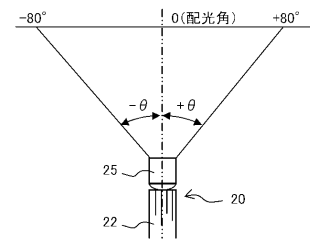
【図 12】



【図 13】

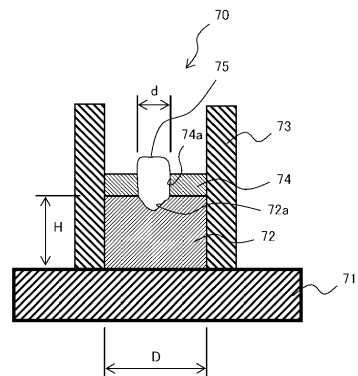
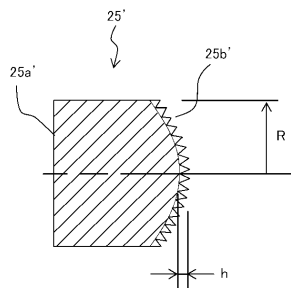


【図 15】

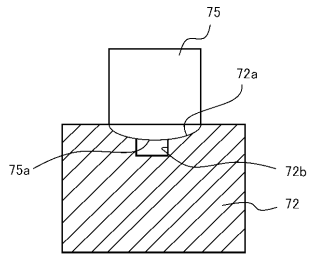


【図 19】

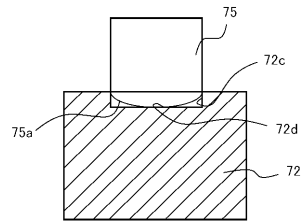
【図 14】



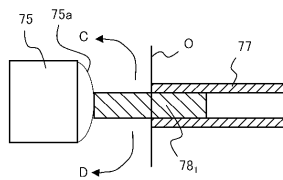
【図 20】



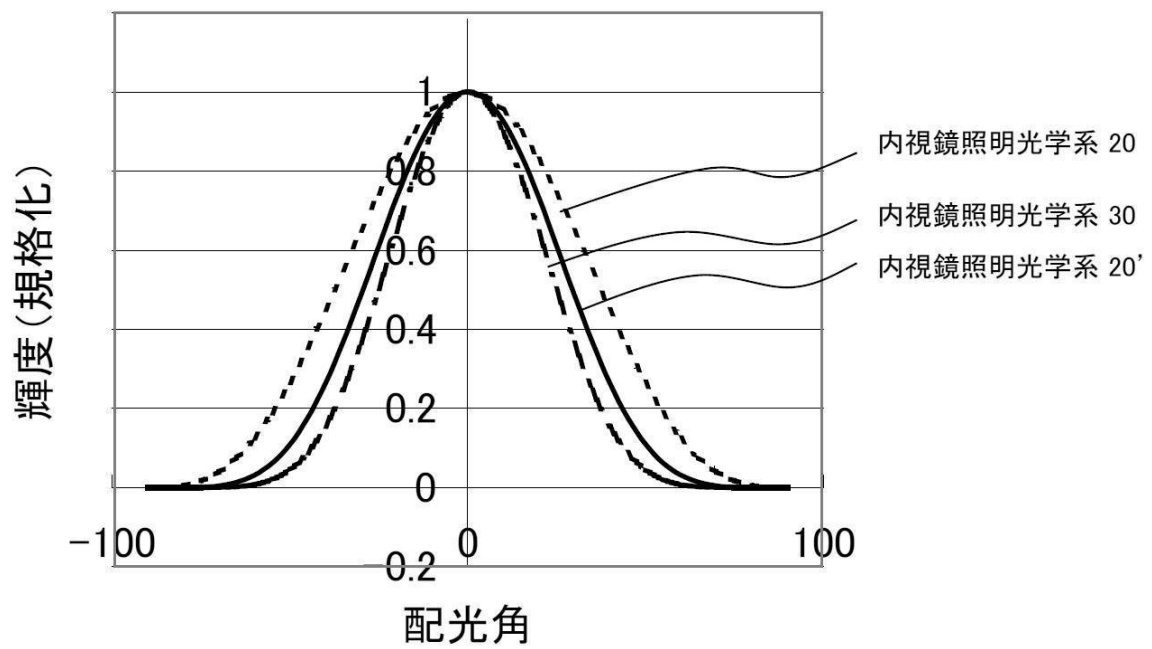
【図 21】



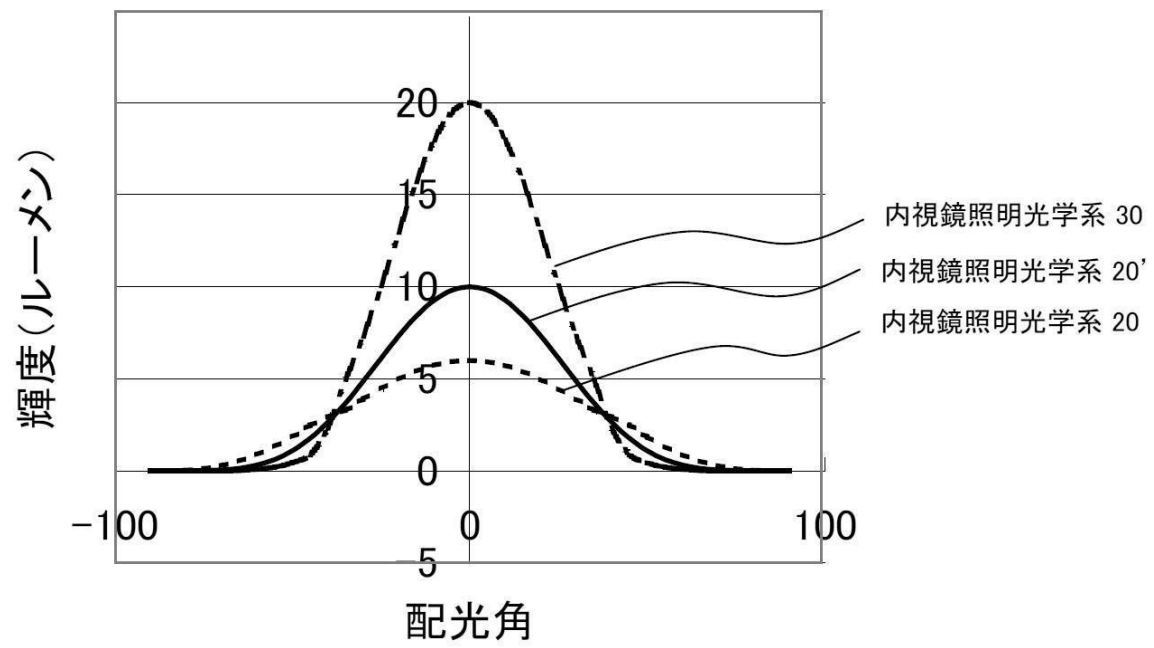
【図 22】



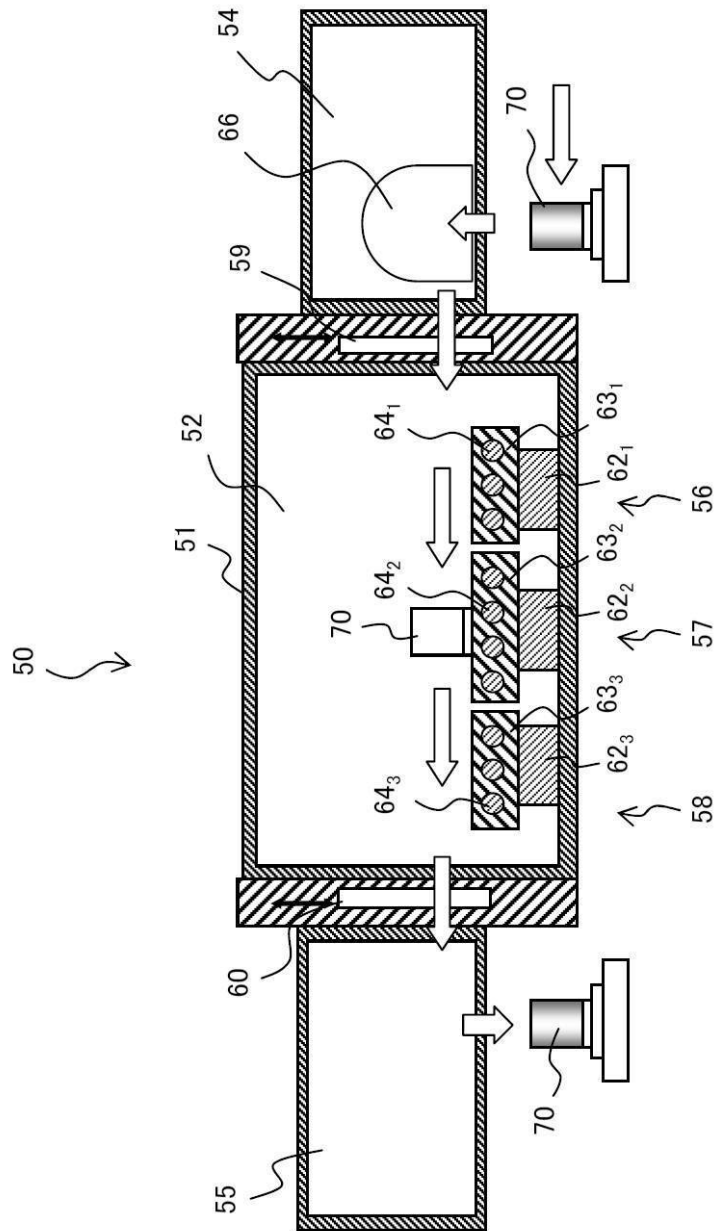
【図 16】



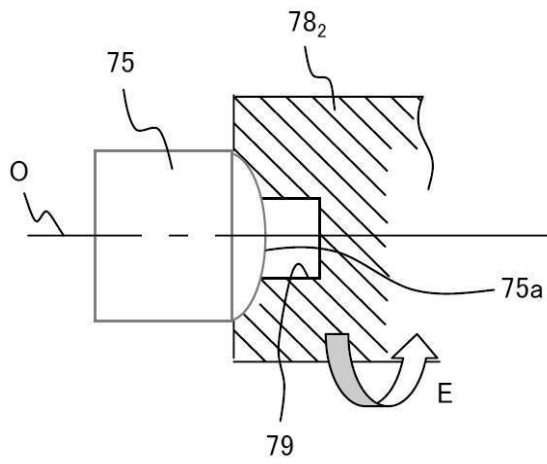
【図 17】



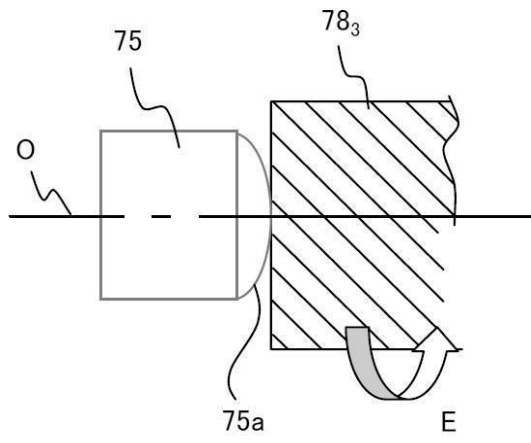
【図 18】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 8 1 5 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 3 9 0 4 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 3 1 5 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 5 1 3 4 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 1 / 0 0 ~ 1 / 3 2
G 0 2 B 5 / 0 2
G 0 2 B 2 3 / 2 4 ~ 2 3 / 2 6

专利名称(译)	内窥镜照明光学系统的制造方法		
公开(公告)号	JP5269554B2	公开(公告)日	2013-08-21
申请号	JP2008289234	申请日	2008-11-11
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	立山德之		
发明人	立山 德之		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.300.Y G02B23/26.B A61B1/00.731 A61B1/07.733 G02B5/02.C		
F-TERM分类号	2H040/BA13 2H040/CA12 2H042/BA04 2H042/BA13 2H042/BA16 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/JJ06 4C061/NN01 4C061/QQ10 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/JJ06 4C161/NN01 4C161/QQ10		
审查员(译)	大冢雄一		
其他公开文献	JP2010115281A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：使粒状部分的一部分部分半透明，以减少光量损失并实现广角照明。 解决方案：在用于通过平凸透镜15将光从光源照射到物体的内窥镜照明光学系统10中，平凸透镜15的光学功能表面15a，15b的一个表面15b具有凸峰和凹峰使中央部分A和周边部分B之间的高度差成为具有谷的颗粒状表面，并且使不均匀峰的高度与谷粒表面的谷之间的差异不同。 点域1

