

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6687642号
(P6687642)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月6日(2020.4.6)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 T
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 1 1
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 1 5
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 1 6
G 0 2 B 13/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 1

請求項の数 22 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-555117 (P2017-555117)	(73) 特許権者 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(86) (22) 出願日 平成28年12月7日(2016.12.7)	(74) 代理人 100104318 弁理士 深井 敏和
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/086453	(72) 発明者 藤井 隆春 東京都青梅市小曾木3-1778 京セラ オブテック株式会社内
(87) 国際公開番号 W02017/099153	(72) 発明者 五月女 翔 東京都青梅市小曾木3-1778 京セラ オブテック株式会社内
(87) 国際公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)	(72) 発明者 田岡 裕規 東京都青梅市小曾木3-1778 京セラ オブテック株式会社内
審査請求日 令和1年8月5日(2019.8.5)	
(31) 優先権主張番号 特願2015-238969 (P2015-238969)	
(32) 優先日 平成27年12月7日(2015.12.7)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	
(31) 優先権主張番号 特願2016-24898 (P2016-24898)	
(32) 優先日 平成28年2月12日(2016.2.12)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トロカール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

医療器具を体内に挿入するためのパイプ部を有するトロカールであって、
前記パイプ部が、相対的に軸方向にスライド可能なパイプ部外筒とパイプ部内筒とを含むトロカール本体と、

前記パイプ部内筒の先端切り欠き部に配置され、パイプ部の外に回転する展開状態と、パイプ部に格納される格納状態との間を回転自在に軸支されたカメラ部と、

前記パイプ部内筒に前記カメラ部を展開状態に付勢する弾性部材を有し、前記スライド可能なパイプ部外筒がパイプ部先端に向かってスライドした状態で、パイプ部外筒が前記弾性部材の付勢力に抗してカメラ部をパイプ部に格納する展開格納機構とを、
備えたことを特徴とするトロカール。

【請求項2】

前記カメラ部は、パイプ部と直交する前記カメラ部幅方向両端が、前記パイプ部内筒に回転自在に軸支され、この軸支点よりパイプ部の半径方向外向き位置で、前記弾性部材の一端が接続され、カメラ部をパイプ部後方に付勢しているカメラ部保持機構を備えた請求項1に記載のトロカール。

【請求項3】

前記カメラ部は、ハウジングと、このハウジングの前面に取り付けられ且つレンズおよび撮像センサを取り付けたカメラマウントとを備えており、前記ハウジングは、前記格納状態で前記パイプ部内筒と同一面となる背面を有しており、前記展開状態で前記レンズが

パイプ部の前方に臨んでいる請求項 1 または 2 に記載のトロカール。

【請求項 4】

前記カメラマウントは、前記レンズの前面に取り付けられた透光性保護カバーをさらに備えている請求項 3 に記載のトロカール。

【請求項 5】

前記パイプ部に対して術者側に位置するヘッド部をさらに備え、ヘッド部は、前記パイプ部内に前記医療器具を挿通させるための開口部を有する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 6】

前記撮像センサを制御する制御手段が、前記ヘッド部の外面に設けたコネクタ部内に設けられている請求項 3 または 4 に記載のトロカール。

10

【請求項 7】

前記パイプ部外筒とパイプ部内筒との間にケーブルが挿通されており、このケーブルの一端は前記撮像センサに接続され、他端が前記制御手段に接続されている請求項 6 に記載のトロカール。

【請求項 8】

前記制御手段には、外部へ画像信号を送信する外部ケーブルが接続されている請求項 6 または 7 に記載のトロカール。

【請求項 9】

前記コネクタ部は、前記ヘッド部の周方向において、前記カメラ部の取り付け位置とは異なる位置に配置されている請求項 6 ~ 8 のいずれかに記載のトロカール。

20

【請求項 10】

前記コネクタ部は、前記ヘッド部の周方向において、パイプ部 2 の軸心に対して、前記カメラ部の取り付け位置と対称な位置に配置されている請求項 9 に記載のトロカール。

【請求項 11】

前記カメラ部を前記パイプ部内への格納状態でロックするためのロック手段を備えた請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 12】

前記パイプ部外筒は、前記カメラ部が前記パイプ部内筒の先端の切り欠き部からパイプ部の外に展開した状態で、カメラ部よりも後方に位置するように、前記パイプ部内筒よりも長さが短く形成されている請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載のトロカール。

30

【請求項 13】

前記パイプ部外筒と前記パイプ部内筒の間にチューブ状のシール材が介在している請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 14】

前記カメラ部は、第 1 の光学要素、第 2 の光学要素および撮像センサを備え、

第 1 の光学要素が第 2 の光学要素の前面に配置された第 1 レンズ L 1 としての前記透光性保護カバーであり、

第 2 の光学要素が、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3 および第 4 レンズ L 4 を備え、物体側より順に、負のパワーを有する第 1 レンズ L 1、負のパワーを有する第 2 レンズ L 2、正のパワーを有する第 3 レンズ L 3 および正のパワーを有する第 4 レンズ L 4 から構成され、

40

第 1 レンズ L 1 は像面側が凹面で構成された平凹レンズ、

第 2 レンズ L 2 は物体側に凸面を構成したメニスカス凹レンズ、

第 3 レンズ L 3 は物体側に凸面を構成したメニスカス凸レンズ、および

第 4 レンズ L 4 は両凸レンズであって、

第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 の間に絞り S 7 を備えると共に、第 2 から第 4 レンズは全て両面が非球面で構成されている請求項 1 に記載のトロカール。

【請求項 15】

前期第 1 レンズ L 1 は、物体側が平面であり、像面側が球面で構成された平凹面レンズ

50

である請求項 14 に記載のトロカール。

【請求項 16】

前記第 1 レンズ L1 から第 4 レンズ L4 までの全てのレンズが樹脂レンズであり、第 1 レンズが光学要素を構成する平凹レンズ部と前記低背光学系を使用する装置本体への装着を可能とする周壁部とを一体に構成した請求項 14 または 15 に記載のトロカール。

【請求項 17】

第 1 レンズ L1 の焦点距離を f 、第 2 レンズ、第 3 レンズおよび第 4 レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式：

【数 5】

$$0.80 < \frac{f}{f_{234}} < 0.96 \quad (\text{式1})$$

10

を満足する請求項 14 ~ 16 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 18】

第 1 レンズ L1 の焦点距離を f 、第 1 レンズ L1 と第 2 レンズ L2 との光軸上面間隔を t_2 としたとき、以下の条件式：

【数 6】

$$0.11 < \frac{t_2}{f} < 1.40 \quad (\text{式2})$$

20

を満足する請求項 14 ~ 17 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 19】

第 2 レンズ L2 の焦点距離を f_2 、第 2 レンズ、第 3 レンズおよび第 4 レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式：

【数 7】

$$1.50 < \frac{|f_2|}{f_{234}} < 2.30 \quad (\text{式3})$$

30

を満足する請求項 14 ~ 18 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 20】

前記カメラ部は、前記レンズを収容した鏡筒、前記撮像センサおよび回路基板が取り付けられたカメラマウントと、このカメラマウントが取り付けられ前記パイプ部に回転自在に軸支されたハウジングを備えている請求項 14 に記載のトロカール。

【請求項 21】

前記カメラマウントは、前記鏡筒を筒内に収容する有底筒形で構成され、底部に前記撮像センサおよび回路基板が取り付けられ、先端開口が前記透光性保護カバーで覆われていると共に、透光性保護カバーの周縁がカメラマウントの開口周縁部に水密的に取り付けられている請求項 14 または 20 に記載のトロカール。

40

【請求項 22】

前記医療器具は、前記パイプ部内筒内を経て体内に挿入される請求項 1 ~ 21 のいずれかに記載のトロカール。

【請求項 23】

物体側より順に、負のパワーを有する第 1 レンズ L1、負のパワーを有する第 2 レンズ L2、正のパワーを有する第 3 レンズ L3 および正のパワーを有する第 4 レンズ L4 を備

50

え、

第1レンズL1は像面側が凹面で構成された平凹レンズ、
 第2レンズL2は物体側に凸面を構成したメニスカス凹レンズ、
 第3レンズL3は物体側に凸面を構成したメニスカス凸レンズ、
 第4レンズL4は両凸レンズであって、
 第3レンズL3と第4レンズL4の間に絞りS7を備えると共に、第2から第4レンズは全て両面が非球面で構成されていることを特徴とする低背型光学系レンズ。

【請求項24】

前期第1レンズL1は、物体側が平面であり、像面側が球面で構成された平凹面レンズである請求項23に記載の低背型光学系レンズ。

10

【請求項25】

前記第1レンズL1から第4レンズL4までの全てのレンズが樹脂レンズであり、第1レンズが光学要素を構成する平凹レンズ部と前記低背光学系を使用する装置本体への装着を可能とする周壁部とを一体に構成した請求項23または24に記載の低背型光学系レンズ。

【請求項26】

第1レンズL1の焦点距離を f 、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式：

【数8】

20

$$0.80 < f/f_{234} < 0.96 \quad (\text{式1})$$

を満足する請求項23～25のいずれかに記載の低背光学系レンズ。

【請求項27】

第1レンズL1の焦点距離を f 、第1レンズL1と第2レンズL2との光軸上面間隔を t_2 としたとき、以下の条件式：

【数9】

30

$$0.11 < \frac{t_2}{f} < 1.40 \quad (\text{式2})$$

を満足する請求項23～26のいずれかに記載の低背光学系レンズ。

【請求項28】

第2レンズL2の焦点距離を f_2 、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式：

【数10】

40

$$1.50 < \frac{|f_2|}{f_{234}} < 2.30 \quad (\text{式3})$$

を満足する請求項23～27のいずれかに記載の低背光学系レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、内視鏡外科手術に用いられるトロカールおよび低背型光学系レンズに関する。

50

【背景技術】

【0002】

近年、患者のQOL (quality of life) 維持・向上のために腹腔内に内視鏡を挿入する腹腔鏡下手術などの低侵襲外科手術が求められている。腹腔鏡下手術は腹腔内に炭酸ガスを注入して腹壁を膨らませ、手技のための空間と視野を確保する。そして腹壁に小さい孔を設け、トロカールと呼ばれる器具を挿入し、そこから内視鏡 (CCDカメラ等) や鉗子等の外科器具を患者の体内に挿入し、内視鏡によってモニターに表示される映像を観察しながら手術を行うのが一般的である (特許文献1, 2)。

【0003】

このような従来の内視鏡外科手術では、通常、挿入される内視鏡は1本であるので、視野が限られ、術者が処置中にモニターを見て判断できる情報が非常に少ない。一方、内視鏡をさらに追加挿入することでより広い視野を確保することができるが、内視鏡を挿入するために新たに体壁に穴を開ける必要があり、患者への負担が大きくなってしまふ。そこで、腹腔鏡手術に使用するトロカールに小型カメラを装着することで、腹腔鏡手術において観察視野の拡大を目指した提案がなされている (特許文献3)。

10

【0004】

すなわち、特許文献3には、腹腔内にトロカールを挿入する際は、カメラをトロカール内に格納し、腹腔内にトロカールの先端部分が挿入された時点において、トロカール外にカメラを展開する機構が採用されている。

しかし、カメラの格納や展開を操作するための機構をトロカール内に設置する必要があるため、トロカール自体の内径、外形が大きくなり、そのため患者への負担が大きくなってしまふという問題がある。

20

また、トロカールのカメラには複数枚のレンズと、表面保護カバーとを必要とし、さらにトロカールに装着するカメラは防水構造であることが求められる。そのため、カメラの低背化 (薄型化) を実現することは容易ではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-046789号公報

【特許文献2】特開2006-167475号公報

【特許文献3】特開2014-132979号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示の課題は、OLE_LINK10LE_LINK6省スペースなカメラ展開機構を備えたトロカールを提供するOLE_LINK10LE_LINK6ことである。

本開示の他の課題は、低背化した光学系レンズを備えたトロカールおよび低背型光学系レンズを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示のトロカールは、医療器具を体内に挿入するためのパイプ部を有するトロカールであって、前記パイプ部が、相対的に軸方向にスライド可能なパイプ部外筒とパイプ部内筒とを含むトロカール本体と、前記パイプ部内筒の先端切り欠き部に配置され、パイプ部の外に回動する展開状態と、パイプ部内に格納される格納状態との間を回動自在に軸支されたカメラ部と、前記パイプ部内筒に、前記カメラ部を展開状態に付勢する弾性部材を有し、前記スライド移動可能なパイプ部外筒がパイプ部先端に向かってスライドした状態で、パイプ部外筒が前記弾性部材の付勢力に抗してカメラ部をパイプ部内に格納する展開格納機構とを、備える。

40

【0008】

本開示のトロカールにおけるカメラ部は、第1の光学要素、第2の光学要素および撮像

50

センサを備える。第1の光学要素は、第2の光学要素の前面に配置された第1レンズL1としての前記透光性保護カバーであり、第2の光学要素が、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4を備え、物体側より順に、負のパワーを有する第1レンズL1、負のパワーを有する第2レンズL2、正のパワーを有する第3レンズL3および正のパワーを有する第4レンズL4から構成され、第1レンズL1は像面側が凹面で構成された平凹レンズ、第2レンズL2は物体側に凸面を構成したメニスカス凹レンズ、第3レンズL3は物体側に凸面を構成したメニスカス凸レンズ、および第4レンズL4は両凸レンズであり、第3レンズL3と第4レンズL4の間に絞りS7を備えると共に、第2から第4レンズは全て両面が非球面で構成されている。

【0009】

10

本開示の低背型光学系レンズは、物体側より順に、負のパワーを有する第1レンズL1、負のパワーを有する第2レンズL2、正のパワーを有する第3レンズL3および正のパワーを有する第4レンズL4から構成される。第1レンズL1は像面側が凹面で構成された平凹レンズ、第2レンズL2は物体側に凸面を構成したメニスカス凹レンズ、第3レンズL3は物体側に凸面を構成したメニスカス凸レンズ、および第4レンズL4は両凸レンズであって、第3レンズL3と第4レンズL4の間に絞りS7を備えると共に、第2から第4レンズは全て両面が非球面で構成されている。

【発明の効果】

【0010】

本開示によれば、カメラ部の展開・格納が、パイプ部内筒に対してスライド可能に外挿されたパイプ部外筒によって行われるため、大きなスペースをとることなくカメラ部の展開・格納が可能である。そのため、トロカールの外径を小さく、内径を大きくすることができ、トロカールの小型化により患者への負担が軽減されると共に、鉗子等の外科器具を体内に挿入するのに支障をきたすことがない。

20

また、体内でカメラ部を展開した状態で、トロカールを体内から抜去したとしても、カメラ部は、抜去時にパイプ部の軸方向を後端側から先端側に向かって加わる外力で回転してパイプ部内筒内に格納されるので、安全である。

【0011】

本開示の低背型光学系レンズによれば、第1レンズに負のパワーを持たせたことで、第2から第4レンズの設計において収差補正が容易となり、安定した光学系レンズを提供できる。また、第2レンズから第4レンズは全て両面が非球面で構成されているので、収差補正を良好に実施することができる。

30

第1レンズの凹面を球面で構成する場合には、第1レンズの組立て公差を緩和することが可能となる。

さらに、カメラ部前面の透光性保護カバーは、それ自体で光学的性能を有し、レンズ機能を有するため、レンズの枚数が少なくなり、かつ透光性保護カバーとレンズとを近接させることができる。そのため、カメラの低背化（薄型化）が可能となり、従来のように、カメラ装着によりトロカールが大型化するのを回避することができる。

また、透光性保護カバーとカメラマウントとを水密的に一体化できるので、カメラをより一層低背化できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の一実施形態に係る、カメラ展開状態のトロカールを示す斜視図である。

【図2A】図1に示すトロカールの側面図である。

【図2B】図1に示すトロカールの断面図である。

【図3A】図1に示すトロカールのカメラ格納状態での側面図である。

【図3B】図1に示すトロカールのカメラ格納状態での断面図である。

【図4A】図2Aに示すトロカールからトロカール・シャフトを抜去した状態におけるトロカールの側面図である。

【図4B】図2Bに示すトロカールからトロカール・シャフトを抜去した状態におけるト

50

ロカールの断面図である。

【図5】トロカールのヘッド部を示す断面図である。

【図6】本開示の一実施形態に係るトロカールの分解斜視図である。

【図7】本開示の一実施形態における気密構造ユニットの分解斜視図である。

【図8】図7の破断分解斜視図である。

【図9】気密構造ユニットの組立て状態を示す破断斜視図である。

【図10】図9に示す気密構造ユニットを90°回転させた状態を示す断面図である。

【図11A】カメラ部展開状態におけるトロカールの先端部を示す斜視図である。

【図11B】カメラ部展開状態におけるトロカールの先端部を示す断面図である。

【図12】カメラ部の断面図である。

10

【図13】カメラ部展開状態におけるトロカールの先端部を術者側（手前側）から見た斜視図である。

【図14】カメラ部の回動機構を説明するための斜視図である。

【図15A】カメラ部の構造を示す破断斜視図である。

【図15B】光学系レンズの断面図である。

【図15C】光学系レンズを構成するレンズL4の斜視図である。

【図16A】カメラ格納状態におけるパイプ部外筒の動作を示す断面図である。

【図16B】カメラ展開状態におけるパイプ部外筒の動作を示す断面図である。

【図17A】トロカール・シャフトによるカメラ部のロック機構を説明するための模式図である。

20

【図17B】トロカール・シャフトによるカメラ部のロック機構を説明するための模式図である。

【図18】栓部材の形態を示す斜視図である。

【図19A】トロカールの使用方法を示す斜視図である。

【図19B】トロカールの使用方法を示す斜視図である。

【図19C】トロカールの使用方法を示す斜視図である。

【図19D】トロカールの使用方法を示す斜視図である。

【図20】トロカールの使用状態を示す説明図である。

【図21】本開示の他の実施形態に係るトロカールを示す斜視図である。 OLE_LINK20

LE_LINK3

30

【図22A】本開示のさらに他の実施形態に係るトロカールを示す斜視図である。

【図22B】図22Aに示すトロカールの側面図である。OLE_LINK20LE_LINK3

【図23】実施例1におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図24】実施例2におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図25】実施例3におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図26】実施例4におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図27】実施例5におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図28】実施例6におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図29】実施例7におけるレンズ構成を示す説明図である。

【図30】実施例1の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

40

【図31】実施例2の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

【図32】実施例3の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

【図33】実施例4の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

【図34】実施例5の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

【図35】実施例6の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示

50

すグラフである。

【図36】実施例7の光学系レンズの収差図（球面収差、非点収差および像面湾曲）を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本開示の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

<トロカールの全体構造>

図1は本開示の一実施形態に係るトロカール1を示している。このトロカール1は、例えば腹腔鏡下手術に用いられるものであって、術時に挿入する方向に見て先端側（以下、「遠方位置」という場合がある）にあるパイプ部2と、術者側（以下、「手前側」という場合がある）の位置にあるヘッド部3とから構成される。

10

【0014】

トロカール1には、ヘッド部3からパイプ部2を貫通したトロカール・シャフト4が装着されている。トロカール・シャフト4は、先端に、体壁を通して腹腔内に穿刺するための穿刺部4aが形成され、後端にはハンドル部4bが形成されている。穿刺部4aは先端がパイプ部2の内径に略一致するような円錐形状を有する。ハンドル部4bは、術者がトロカール・シャフト4のトロカール1への挿入および抜き取りの操作を行うためのものである。

【0015】

トロカール1は、図1および図2A、Bに示すように、パイプ部2の先端に撮像手段としてのカメラ部5が取り付けられている、図1および図2A、Bは、カメラ部5を展開した状態を示している。一方、図3A、Bは、カメラ部5をパイプ部2内に格納した状態を示している。図3Bに示すように、トロカール・シャフトの穿刺部4aに続く先端部4cは、パイプ部内径と実質的に同じ外径を有する柱状に形成され、カメラ部5の格納状態では、カメラ部5の格納スペースを確保するために、その一部に切り欠き部6が形成されている。そして先端部4cからハンドル部4bにいたる連結部4dは先端部4cに比べ外径が小さく形成されている。かかる構造を採用しているのは、外径を大きく形成した先端部4cにより、カメラ部5を備えたパイプ部2の先端をその内部から支えることでトロカール1を挿入する際にかかる大きな力に対して十分な強度を確保するためである。

20

ちなみに、パイプ部2の内径が12.7mmであるとき、柱状の先端部4cの外径は12.6mm程度であるのが好ましい。

30

【0016】

図4A、Bは、図2A、Bに示す状態からトロカール・シャフト4を抜き取ったトロカール1を示している。トロカール1のパイプ部2は、図4Bに示すように、パイプ部外筒21とパイプ部内筒22とを含む二重構造となっている。ヘッド部3は、パイプ部外筒21と一体に形成されたヘッド部外筒31と、パイプ部内筒22と一体に形成されたヘッド部内筒32とを含む。

なお、パイプ部外筒21とヘッド部外筒31、およびパイプ部内筒22とヘッド部内筒32とは、一体に連結もしくは接続されたものであってもよい。

【0017】

<ヘッド部>

次にヘッド部の構造について説明する。ヘッド部内筒32は、腹腔内に炭酸ガス、空気等のガスを送り込む送気管10を備える（図1を参照）。ヘッド部内筒32に取り付けられた送気管10から送り込まれるガスは、パイプ部内筒22を通過して腹腔内に送り込まれ、腹腔内が与圧される。

40

【0018】

ヘッド部3は、図5および図6に示すように、前記したヘッド部外筒31とヘッド部内筒32とを備えた二重構造となっている。さらにヘッド部内筒32内には、気密構造ユニット44が収容されており、この気密構造ユニット44をヘッド部内筒32内の所定位置に固定するために、ヘッド部内筒32の基端側には栓部材40を備える。ヘッド部外筒3

50

1と、気密構造ユニット44を収容したヘッド部内筒32は、ヘッド部本体を構成する。栓部材40は、中央部にトロカール・シャフト4を挿通させるための開口部7を有する。図5では、開口部7にトロカール・シャフト4が挿入され、ハンドル部4bが栓部材40に係止している。そして、トロカール・シャフト4を引き抜いた後、開口部7から鉗子等の医療器具(図示せず、以下、術具ということがある。)が挿入可能になる。

栓部材40の外周面には、カメラ部5から延びるフレキシブルケーブル28(信号・電源用ケーブル・FPCケーブル)が接続されるコネクタ部11が形成されている。

【0019】

次に気密構造ユニット44について図7乃至図10を参照して説明する。

気密構造ユニット44は、図7および図8に示すように、ヘッド部内筒32の先端側(遠方位置)にダックビル弁8を有し、さらに、ダックビル弁8から手前側(術者側)に向かって配置したシールユニット60とから構成されている。

ダックビル弁8は、外周面にフランジ8aを有している。一方、気密構造ユニット44を装着するヘッド部内筒32の内周面には、フランジ8aが当接する段部50が形成されている(図6を参照)。そして、フランジ8aの先端側には凹部51が形成され、一方、これに対応して、段部50には凸部52が形成されている。そのため、ダックビル弁8を含む気密構造ユニット44の装着時に、ダックビル弁8を所定の位置に確実に位置決めすることができる。なお、凹部51および凸部52は、それぞれ1つだけであってもよく、複数設けてもよい。

シールユニット60は、ダックビル弁8から手前側(術者側)に向かって順にシールホルダー42、ドーム型シール固定用先端側マウント91、ドーム型シール92、気密用ゴムカバー37およびドーム型シール固定用手前側マウント93を備える。このシールユニット60は、術具を挿入し使用する際に術具と密着することで腹腔内に与圧されたガスの漏洩を防止するためのシール構造体であり、このような複数の部材より構成されている。

【0020】

ダックビル弁8は、アヒルの口ばし形の弁機構であり、開口部7とパイプ部2内とを仕切っている。ダックビル弁8は、図9に示すように、トロカール・シャフト4や鉗子等の術具を挿入する前の状態において腹腔内に与圧されたガスの漏洩を防止するために閉じており、トロカール・シャフト4や術具は、開閉口81を押し開くようにしてパイプ部2内に挿入される。ダックビル弁8は、弾性材料としてのシリコンゴムなどのエラストマー材から形成される。

図10は、図9の状態から90°回転させた気密構造ユニット44を示している。

【0021】

図7及び図8に戻り、シールユニット60を説明する。シールホルダー42は、ポリカーボネートやアセタールなどの樹脂材料から形成され、ダックビル弁8のフランジ8aより手前側の円筒部8bに嵌合する大径部42aと、ドーム型シール固定用先端側マウント91のフランジ部91bを位置決めする小径部42bを備えた平面部42cとから構成される。そして、後述する気密ゴムカバーを保持するためのホルダーとして機能している。

ドーム型シール固定用先端側マウント91は、ポリカーボネート樹脂などから形成され、ドーム型シール92と嵌合する周壁部91aとフランジ部91bとから構成され、フランジ部91bには複数本(図では6本)のピン91cが一体に形成されている。

【0022】

ドーム型シール92は、弾性材料としてのシリコンゴムなどのエラストマー材から形成され、トロカール・シャフト4やその他の術具を挿入するための器具挿入口41を有するシール部本体92aとフランジ部92bとから構成される。フランジ部92bにはドーム型シール固定用先端側マウント91に設けたピン91cが挿通する位置決め用の孔45が設けられている。

【0023】

気密用ゴムカバー37は、弾性材料としてのシリコンゴムなどのエラストマー材から形成され、ダックビル弁8とドーム型シール92とを接続し、それらの間の気密性を高め

10

20

30

40

50

る機能を有する。気密用ゴムカバー 37 は、筒状部 37 a と、その先端側に設けた第 1 小径部 37 b と、手前側に設けた第 2 小径部 37 c とを備え、第 2 小径部 37 c にはドーム型シール 92 の動きに追従できるように蛇腹部 37 l が形成される。また、第 2 小径部 37 c に設けた蛇腹部 37 l の更に内径側の開口 39 周縁には平坦な周縁部（平坦部）37 d が形成され、この周縁部（平坦部）37 d にはピン 91 c が挿通する位置決め用の孔 46 が形成されている。

【0024】

ドーム型シール固定用手前側マウント 93 は、ポリカーボネートやポリアセタールなどの樹脂材料から形成され、ドーム型シール 92 と嵌合する周壁部 93 a とフランジ部 93 b とから構成され、フランジ部 93 b にはドーム型シール固定用先端側マウント 91 に設けたピン 91 c が挿通する位置決め用の孔 47 が設けられている。

10

【0025】

気密構造ユニット 44 の組立て状態を図 5、図 9 および図 10 に示す。組立てにあたっては、ドーム型シール固定用先端側マウント 91、ドーム型シール 92、気密用ゴムカバー 37 およびドーム型シール固定用手前側マウント 93 の 4 つの部品の各々の平面部 42 c、フランジ部 91 b、92 b、37 d 及び 93 b を重ね合わせ、先端側マウント 91 に設けたピン 91 c を、気密用ゴムカバー 37 およびドーム型シール固定用手前側マウント 93 に設けた孔 45、46、47 に順に挿通させる。そして、最後にピン 91 c の先端を熱でかしめることにより一体化した後、気密用ゴムカバー 37 の先端側に設けた第 1 小径部 37 b にてシールホルダー 42 の遠方位置側端縁 42 d を保持することで、シールユニット 60 が組み立てられる。

20

なお、ドーム型シール固定用手前側マウント 93 のフランジ部 93 b の外周縁には、フランジ部 93 b の平面部分よりも手前側に向かって伸びた突出縁 93 d が形成されている（図 7 参照）。この突出縁 93 d の突出量は、図 9 に示すように、熱でカシメられたピン 91 c が突出縁 93 d から突出することなく、突出縁 93 d 内に収納される程度あればよい。

このように、フランジ部 91 b、92 b、37 d 及び 93 b を重ね合わせ、ドーム型シール 92 を一体化させることで、ドーム型シール 92 の器具挿入口 41 に挿入された術具の動きに連動して、ドーム型シール 92 が気密用ゴムカバー 37 に設けた蛇腹部 37 l に作用し、器具挿入口 41 の密着状態を維持しつつドーム型シールを動かすことが可能となる。

30

【0026】

ついで、シールユニット 60 を構成する気密用ゴムカバー 37 の先端側に設けた第 1 小径部 37 b をダックビル弁 8 のフランジ部 8 a の手前側の面と密接させることで気密構造ユニット 44 を得る。この状態で、図 6 に示すように、気密構造ユニット 44 をパイプ内筒 32 内に挿入し、パイプ内筒 32 の内面に形成された段部 32 a にダックビル弁 8 のフランジ部 8 a を係止させ、さらに手前側より栓部材 40 をパイプ内筒 32 に嵌着させる。

このとき、栓部材 40 の先端面 40 a（図 5 参照）が、ドーム型シール固定用手前側マウント 93 の突出縁 93 d と当接し、この当接力が熱でカシメられたピン 91 c を介してドーム型シール固定用手前側マウント 91 に伝達され、更にこのドーム型シール固定用手前側マウント 91 と当接したシールホルダー 42 の先端側（遠方位置側端縁 42 d）を介して、気密用ゴムカバー 37 の先端側に設けた第 1 小径部 37 b に伝わり、ダックビル弁 8 のフランジ部 8 a の手前側の面と密接させることが可能となる。

40

これにより、上記 4 つの部品が一体となってダックビル弁 8 のフランジ部 8 a に押さえつけられることで、ダックビル弁 8 およびドーム型シール 92 が気密状態で連結される。

この実施例では、気密構造ユニット 44 をシールユニット 60 とダックビル弁 8 とを密接させた構造を採用したが、シールユニット 60 の気密用ゴムカバー 37 を用いてダックビル弁 8 まで一体化することも勿論可能である。すなわち、気密用ゴムカバー 37 とダックビル弁 8 とを接合したり、一体に成形してもよい。

【0027】

50

< カメラ部 >

カメラ部 6 は、後述するように、パイプ部 2 内に格納でき、腹腔内でパイプ部 2 の外周面から外方に展開される。図 2 および図 3 は、それぞれトロカール 1 におけるカメラ部 5 の展開状態および格納状態を示している。図 4 A、B は、トロカール 1 からトロカール・シャフト 4 を抜き取り、かつカメラ部 5 を展開した状態を示している。

【 0 0 2 8 】

図 1 1 A、B は、図 4 A、B の先端部を拡大した図であり、カメラ部 5 は、パイプ部 2 の外に展開した状態となっている。カメラ部 5 は、パイプ部内筒 2 2 の先端切り欠き部 2 3 内に収容できるように、両端が回転自在に軸支されている。これにより、カメラ部 5 は、パイプ部 2 の外に撮影可能に回転する展開状態と、パイプ部 2 内に格納される格納状態との間を自在に回転することができる。このように、展開状態のカメラ部 5 は、パイプ部内筒 2 2 の先端部に位置しているため、パイプ部 2 に視界を遮られることがないため、術野を撮影するのに好適である。

【 0 0 2 9 】

すなわち、カメラ部 5 は、略コ字形ハウジング 1 3 と、このハウジング 1 3 の前面（本実施形態ではコ字形内底面）に取り付けられたカメラマウント 1 7 とを備えており、カメラマウント 1 7 には、光の透過方向に沿って順にレンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c、撮像センサ保護用透光板 1 5 および撮像センサ 1 6（CMOS など）が取り付けられている。レンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c は、鏡筒 2 5 内に積層配置されている。

撮像センサ 1 6 にはフレキシブルケーブル 2 8 が接続される。フレキシブルケーブル 2 8 は、パイプ部外筒 2 1 とパイプ部内筒 2 2 との間を通り、各々パイプ部外筒 2 1、パイプ部内筒 2 2 と接続されたヘッド部外筒 3 1 とヘッド部内筒 3 2 との間隙を通して、ヘッド部外筒 3 1 の手前側単縁よりヘッド部 3 の外側に引き出され、コネクタ部 1 1 のヘッド部 3 側の面に形成された開口（図示せず）よりコネクタ部 1 1 に引き込まれ、後述する回路基板 1 0 0（図 5 参照）に接続される。また、レンズ 1 4 a の前面には、透光性保護カバー 1 8 が取り付けられている。

レンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c 及び保護用透光板 1 5 は光学硝子や光学樹脂で作成することができるが、安価に製造できることや非球面成形が容易な樹脂材料で作成することが望ましい。

これらレンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c および保護用透光板 1 5 より構成される光学系の詳細については後述する。

【 0 0 3 0 】

撮像センサ 1 6 に接続されたフレキシブルケーブル 2 8 の裏面側には、撮像センサ補強用金属板 1 9（裏板）が配置される。この撮像センサ補強用金属板 1 9 は、フレキシブルケーブル 2 8 に直接実装しているため、撮像センサ 1 6 の平面性を維持し、センサを保護するためである。補強用金属板 1 9 としては、撮像センサ 1 6 の放熱効果もあるアルミニウム板を使用するのが好ましい。かくして、図 1 5 A に示すように、金属板 1 9 で補強されたフレキシブルケーブル 2 8 に直接実装された撮像センサ 1 6 が、カメラマウント 1 7 の背面側開口部 1 7 a より挿入され、鏡筒 2 5 が装着される小径円筒部 1 7 b との境界部に形成された段差（平面）部 1 7 c に撮像センサを有するフレキシブルケーブル 2 8 を接着固定し、カメラマウント 1 7 に保護カバー 1 6 をその表面に備えた撮像センサ 2 5 が位置決め固定される。そして、この補強用金属板 1 9 とハウジング 1 3 との間は例えばシリコーン材のような充填材 1 9' で封止されている（図 1 1 B）。

【 0 0 3 1 】

ハウジング 1 3 は、カメラ部 5 の格納状態でパイプ部内筒 2 2 と同一面となる曲面状の背面部 1 3 a を有しており、背面部 1 3 a の両側部には側面部 1 3 b が形成されている。背面部 1 3 a が上記のような曲面状であるため、カメラ部 5 の格納時および展開時におけるパイプ部外筒 2 1 のスライドを円滑に行うことができる。また、カメラ部 5 の展開状態では、レンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c はパイプ部 2 の前方に臨んでいる。そして、ハウジング 1 3 の内面部はカメラ部 5 のレンズ 1 4 のフードとしても機能しており、術中、腹腔

10

20

30

40

50

鏡の照明光の一部が迷光として入射しないように遮光することができる。

なお、図14を参照し、ハウジング13の図中上部（カメラ収納状態ではトロカールの遠方位置）には側面部13bに隣接して傾斜部13eが設けられている。この傾斜部13eは背面部13a側より側面部13bの端縁13fに向かって遠方端側13gとの幅が狭幅（ $d_1 > d_2$ ）となるよう形成されている。これは、カメラ収納時において、傾斜部13eがパイプ部内筒22の遠方端（先端部）に設けた傾斜部22e（図2A参照）と接触させるものであるが、旋回収納する際のハウジングと内筒との接触面を確保し易いように角部を鈍角とし、同時に接触面面積を確保することでカメラ部5を確実に保持するための構造である。

【0032】

図11から図14を用いて、本開示のカメラ部保持機構ならびに展開格納機構110を説明する。

ハウジング13の両側面部13b、13bには、図12および図13に示すように、下端部にパイプ部内筒22内を下方に延びる突出部13cがそれぞれ形成されており、各突出部13cには、軸部20がパイプ部2の軸方向に対して直交する外向きにそれぞれ突出して形成されている。

そして、軸部20は、図11A、Bおよび図13に示すように、パイプ部内筒22の先端切り欠き部23の両側部から手前側に向かって斜めに切り欠かれた傾斜溝24を挿通して、傾斜溝24に係合している。この軸部20の中心はカメラ部5を回転させる軸支点Sとなる。これにより、コンパクトでありながら、後述するコイルバネ12（弾性部材）の引く力を利用してカメラ部5を起倒させる際のモーメントを確保することができる。また、上記のように傾斜した傾斜溝24を採用しているため、カメラ部5の装着が容易である。

【0033】

図14に示すように、ハウジング13の底部13dの両側部には、L形部45が下方にそれぞれ突設されており、このL形部45にコイルバネ12の一端にあるリング状部12aに係止される。2本のコイルバネ12は、図13に示すように、パイプ部内筒22の先端切り欠き部23から手前側（術者側）にパイプ部2の軸方向に沿って延びる凹溝46内に収容されており、コイルバネ12の手前側他端にあるリング状部12bは凹溝46内に固定されている。

【0034】

コイルバネ12の一端（リング状部12a）は、軸部20より手前側で、かつ軸部20よりパイプ部2の半径方向外向き位置に係止されている。これにより、カメラ部5を手前側に付勢している。これにより、カメラ部5は、軸支点Sを回転中心として後方に回転し、展開状態となる。

そのため、体内でカメラ部5を展開した状態で、トロカール1を体内から引き抜いた場合、カメラ部5は、抜去時にパイプ部2の軸方向を後端側から先端側に向かって加わる外力で回転してパイプ部内筒22内に格納されるので、安全である。

特にカメラ部5に後端側から先端側に向かって想定していない大きな力が作用した場合、L形部45とコイルバネ12一端のリング状部12aとの係合が外れるように構成されており、軸部20はパイプ部内筒22の傾斜溝24に係合しているため、軸部20が傾斜溝24をすべるように離脱して、カメラ部5を離脱させることができる。これにより、緊急時等において、カメラ部5を破損させることなく、トロカール1から離脱させることが可能になり、安全性を高め、かつカメラ部5の破損リスクを少なくすることができる。

このとき、コイルバネ12は他端が固定されているので、腹腔内への落下することはない。

【0035】

本実施形態では、カメラ部5をできる限り小さくするために、フレキシブルケーブル28に撮像センサ16を直接実装している。そして、この実装部には、撮像センサ16を制御するコントローラ機能を備えておらず、クロック制御などのコントローラ機能は、ヘッ

10

20

30

40

50

ド部 3 に設けた回路基板 100 (制御手段、図 5 参照) に配置されている。したがって、撮像センサ 16 に直接実装されたフレキシブルケーブル 28 の端部は、ヘッド部 3 のコネクタ部 11 において回路基板 100 に接続され、この回路基板 100 からハンダ付けされた外部ケーブル 102 (USBケーブル) にて外部へ画像信号が送り出される。

【0036】

透光性保護カバー 18 を透明性の光学用樹脂から形成する場合、図 15 A、15 B に示すように、レンズ 14 a に隣接する内面が凹曲面 181 となって、光学性能を有させることが可能となる。そのため、透光性保護カバー 18 自体がレンズの機能を発揮するため、使用するレンズの数を低減でき、また、透光性保護カバー 18 とレンズ 14 a、14 b、14 c との間隔も小さくすることができ、カメラ部 5 の薄型化・小型化が可能となる。また後述する周壁などの構造を一体成形することが可能となる。

10

また、透光性保護カバー 18 は周壁 182 を有しており、この周壁 182 には孔 26 が形成されている。一方、カメラマウント 17 は先端側に爪部 27 を有しており、透光性保護カバー 18 の取り付け時に孔 26 に爪部 27 が係止することにより一体化される。その際、防水性を確保するために、ゴム等のシール材 29 がカメラマウント 17 と透光性保護カバー 18 との間に嵌着されている。そのため、カメラ部 5 は水密構造となり、体壁内で使用するのに好適である。

【0037】

<ロック機構(1)>

次に、カメラ部 5 を展開状態または格納状態で保持させ、不用意にカメラ部 5 が動作するのを防止するためのロック機構を説明する。図 16 A、B は、それぞれ格納状態を示す図 3 B および展開状態を示す図 2 B の各断面図を 90° 回転させた断面図を示している。

20

図 16 A、B に示すように、パイプ部内筒 22 が接続されるヘッド部内筒 32 の外周面には軸方向に 2 つの凹部 30 a、30 b が並設されている。一方、パイプ部外筒 21 が接続されるヘッド部外筒 31 には爪状の凸部 33 を有するロックレバー 34 が取り付けられている。

なお、凹部 30 a、30 b 及びロックレバー 34 は、180 度対称の位置に一对設けられている。

カメラ部 5 の格納状態 (図 16 B) では、ロックレバー 34 の先端に設けられた凸部 33 は、先端側の凹部 30 a に係止して、パイプ部外筒 21 をロックしている。一方、カメラ部 5 の展開状態 (図 16 A) では手前側の凹部 30 b に係止して、パイプ部外筒 21 をロックしている。これらの操作は、ヘッド部外筒 31 から外部に延びるロックレバー 34 によって行うことができる。すなわち、ロックレバー 34 の外部に露出した一端を指で押すことにより、ロックレバー 34 の他端に設けた凸部 33 を上方に回動させて、凹部 30 a または 30 b から離脱させ、この状態でパイプ部外筒 21 をスライドさせる。

30

【0038】

また、パイプ部外筒 21 は、パイプ部内筒 22 よりも長さが短く形成されている。これは、カメラ部 5 がパイプ部内筒 22 の先端切り欠き部 23 からパイプ部 2 の外に展開した状態 (図 16 B の状態) で、パイプ部外筒 21 がカメラ部 5 よりも後方に位置するようにするためである。

40

また、図 17 A、B に示すように、パイプ部外筒 21 とパイプ部内筒 22 の間にはチューブ状シール材 49 が介在している。このチューブ状シール材 49 は、シリコンゴム等から形成されており、パイプ部内筒 22 上に、前述したフレキシブルケーブル 28 を挟むように外装し、フレキシブルケーブル 28 の存在下においても、パイプ部外筒 21 を、気密状態を維持しつつ摺動させることができる。なお、チューブ状シール材 49 の摩擦係数が低減させるために、シリコンオイル等の医療用途として使用可能な油脂で潤滑作用を確保するようにしてもよい。

【0039】

<ロック機構(2)>

また、本実施形態では、カメラ部 5 の格納状態において、カメラ部 5 が不用意に展開し

50

ないように、トロカール・シャフト4でカメラ部5をロックしている。すなわち、図17Aに示すように、トロカール・シャフト4に形成された切り欠き部6内にカメラ部5が格納された状態では、カメラ部5の先端面は当該切り欠き部6の先端壁部6に当接して回転するのが阻止されている。従って、前記したロックレバー34によるロック機構と協働して、確実にロック状態を維持することができる。

一方、トロカール・シャフト4によるロックを解除するには、図17Bに示すように、トロカール・シャフト4の先端壁部6と、カメラ部5の先端面との間に隙間を形成すれば、簡単にカメラ部5を展開させることができる。

【0040】

トロカール・シャフト4によるロックおよび解除を行うために、図18に示すように、トロカール1の手前側（術者側）に位置する栓部材40の端面外周部にカメラ部格納位置クリック溝47aおよびカメラ部展開位置クリック溝47bが所定感覚で並設される。トロカール・シャフト4を栓部材40の開口部7内に挿入し、ハンドル部4bを栓部材40の端面に装着する際に、カメラ部5の格納状態では、ハンドル部4bに設けた突起（図示せず）をカメラ部格納位置クリック溝47aに係合させる。一方、展開時には、ハンドル部4bを持ってトロカール・シャフト4を回転させて突起をカメラ部展開位置クリック溝47bに係合させる。これにより、トロカール・シャフト4の先端壁部6と、カメラ部5の先端面との間に隙間Dが形成され（図19Bを参照）、カメラ部5を展開することができる。

すなわち、カメラ部展開位置クリック溝47bはカメラ部格納位置クリック溝47aよりも溝深さが深いために、トロカール・シャフト4を先端側に移動させ、カメラ部5の先端面との間に隙間Dを形成することができる。

【0041】

次に、本実施形態に係るトロカール1の使用方法を図19A～Dに基づいて説明する。まず、図19Aに示す初期状態（カメラ部5の格納状態）において、トロカール・シャフト4をカメラ部格納位置クリック溝47aからカメラ部展開位置クリック溝47bに回転させ、トロカール・シャフト4の先端壁部6とカメラ部5の先端面との間に隙間Dを形成させる（図19B）。

【0042】

ついで、図19Cに示すように、パイプ部外筒21のロックレバー34を押して、パイプ部外筒21を手前側にスライドさせる。これにより、コイルバネ12（図11参照）の付勢力によりカメラ部5が展開され、トロカール・シャフト4が引き抜き可能になる。

この状態で、図19Dに示すように、トロカール・シャフト4を引き抜き、トロカールポートして使用可能となる。

【0043】

実際の使用に際しては、図19Aに示す初期状態（カメラ部5の格納状態）において、トロカール・シャフト4の先端に形成された穿刺部4aで、体壁を通して腹腔内に穿刺する。ついで、上記のようにカメラ部5を体壁35内で展開し、トロカール・シャフト4をトロカール1から抜き取り、図20に示すように、腹腔内の幹部36を撮影しながら、手術を行う。

【0044】

そのため、術者は、モニター（図示せず）に映し出された撮像を見ながら、トロカール1の開口部7から鉗子等（図示せず）を挿入して手術を行うことができるので、視野が拡大し、手術が容易になり手術の安全性も向上する。特に、カメラ部5はパイプ部2の先端部に設けられているので、視野がパイプ部2などに邪魔されることがないという利点がある。

【0045】

なお、収納する際は、この逆の手順にて行なう。具体的には、トロカール・シャフト4をトロカール1に挿入し、カメラ部5の先端面との間に隙間Dを形成させた状態でカメラ部5を収納した後、隙間Dを閉じる。すなわち、カメラ部5の収納は、前述したハウジング13の傾斜部13eとパイプ部内筒の遠方端傾斜部22eとを面接触させ、パイプ部外

10

20

30

40

50

筒 2 1 を元の位置にスライドさせる。

【 0 0 4 6 】

< 光学系レンズ >

次にレンズ 1 4 a、1 4 b、1 4 c 及び透光性保護カバー 1 8 から構成される光学系レンズ 4 について、図 1 5 A、1 5 B、1 5 C を用いて説明する。本実施例では、光学系 1 4 は、物体側（図 1 5 B の図中左側）より順に保護用透明板 1 8 の機能を備えた平凹レンズ（負のパワーを有する第 1 レンズ L 1）、物体側に凸面を構成したメニスカス凹レンズ 1 4 a（負のパワーを有する第 2 レンズ L 2）、物体側に凸面を構成したメニスカス凸レンズ 1 4 b（正のパワーを有する第 3 レンズ L 3）および両凸レンズ 1 4 c（正のパワーを有する第 4 レンズ L 4）から構成されている。第 3 レンズ L 3 と第 4 レンズ L 4 の間には絞り S 7 が設けられる。

10

第 1 レンズ L 1 は像面側が凹面で構成され、この凹面は球面で構成されている。第 2 ~ 第 4 レンズは全て両面が非球面で構成されている。そして、撮像センサ 1 6 は、撮像センサ保護カバー 1 5 によって撮像面 S 1 2 を保護しているため、光学系 1 4 は、撮像センサ保護カバー 1 5 を介して撮像面 S 1 2 に被写体の像を結像する。

なお、本実施形態では、後述の実施例において説明する図 2 3 ~ 2 9 に示すように、光学系レンズ 1 4 を構成する各面は、透光性保護カバー 1 8 の物体側の面より撮像センサ 1 6 の受光面までを順に S 1、S 2、・・・S 1 2 と称している。

【 0 0 4 7 】

第 1 レンズ L 1 は透光性保護カバー 1 8 としての機能を備えたものであり、物体側面（S 1）は平面で構成され、像側面（S 2）は球面に形成されて、全体としては平凹面レンズを構成している。この第 1 レンズ L 1 は、前述したように、周壁 1 8 2 を有しており、この周壁 1 8 2 に形成した孔 2 6 をカメラマウント 1 7 の爪 2 7 に係止することにより一体化され組付けられている。

20

そのため、第 1 レンズ L 1 として光学的性能を発揮させるためには、本来高精度の組付けを行う必要があるが、本実施例ではこうした簡便な組付け機構を採用できるように、物体側面 S 1 を平面とし、像面側 S 2 を球面として、組付け時の公差を後述する第 2 レンズ L 2 から第 4 レンズ L 4 との関係において吸収できる設計としている。

【 0 0 4 8 】

次に第 2 レンズ L 2 から第 4 レンズ L 4 について説明する。この 3 枚のレンズは両面が非球面で構成された樹脂レンズであり、その外観は第 4 レンズ L 4 を代表として図 1 5 C に示した形状を有している。具体的には直線部 1 4 1 を有する略 D 字状の外観形状をしている。この中央にはレンズ部 1 4 2 が成形され、その周りに平面部 1 4 3 を有するフランジ部 1 4 4 が形成されている。また前述した直線部 1 4 1 には、成形時にレンズ金型に樹脂を注入するゲート部 1 4 5 を有している。

30

このような第 4 レンズ L 4 のレンズ部 1 4 2 の周辺にフランジ部 1 4 3 を形成することで、3 枚のレンズ形状をほぼ同一の外径並びに外周形状に揃えることができる。また、フランジ部 1 4 4 の平面部 1 4 3 を使って、3 枚のレンズを重ね合わせることで精度良く各レンズの面間隔を揃えることも可能としている。

【 0 0 4 9 】

40

図 1 5 B を参照して、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、絞り S 7、第 4 レンズ L 4 の鏡胴 2 5 への組付けについて説明する。鏡胴 2 5 は、その外観が略円筒形状であり、外周面にはネジが形成され、また図 1 5 B に示したような断面形状を有している。この断面形状は、物体側から開口部 2 5 a、開口部 2 5 a より像面側に向かって内径が拡大する傾斜部 2 5 b、平面部 2 5 c、同一の内径を有する円筒部 2 5 d とこの円筒部 2 5 d より内径が拡大した開口部 2 5 e を備えている。

一方、第 2 レンズ L 2 の物体面側は、非球面形状に成形された光学面 S 3 に延設してテーパ形状のリング部 1 5 0 を有するフランジ部 1 5 2 が形成され、このリング部 1 5 0 が、鏡胴 2 5 の傾斜部 2 5 b と嵌合し、レンズのフランジ部 1 5 2 が鏡胴の平面部 2 5 c と当接することで、第 2 レンズ L 2 を所定の位置に配置できる。

50

そして、第3レンズL3を鏡胴25に挿入し、その物体側フランジ部160を第2レンズの像面側フランジ部153に重ね合わせ、ついで絞りS7を挿入し、最後に第4レンズL4を挿入する。なお、鏡胴の円筒部25eは第4レンズL4のフランジ外周面146の一部が開口部25eに位置付けられるような長さに設計されている。

これらのレンズL2, L3, L4の固定は、第4レンズL4を挿入後、第4レンズL4のフランジ外周面146と開口部25eに接着剤154を塗布することで固定している。

そしてレンズL2, L3、絞り、およびレンズL4を組込んだ鏡胴25をカメラマウント17にねじ込み、あらかじめカメラマウント17の背面開口部17aより既に装着されている撮像センサ15と位置調整を行う。最後の保護カバーを兼ねた第1のレンズL1をカメラマウント17に前述した方法で装着することで、カメラが完成する。

10

【0050】

ここで、レンズL1からL4に使用する素材について説明する。本開示における光学系は、主として、トロカール1に組込んだカメラ部5に組込まれ、腹腔鏡手術で使用される。そのため、腹腔内に直接接する第1のレンズL1は医療用途に使用する樹脂材料を用いるのが望ましい。そして、その表面には親水性コートを施すことで、表面に体液が付着した場合においても結像性能を乱すことを防止することが可能となる。

一方、レンズL2、L3及びL4は、第1のレンズL1が保護カバーとして機能し、シール材29（Oリング）を介して水密構造となっていることから、通常の光学グレードの樹脂素材を使用することができる。

【0051】

20

次に光学的特徴について説明する。本実施形態におけるレンズL1からL4は、以下の光学的特徴を有するのが好ましい。

(1) 第1レンズL1の焦点距離を f 、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式を満足する。

【数1】

$$0.80 < \frac{f}{f_{234}} < 0.96 \quad (\text{式1})$$

これにより、ディストーション（歪曲収差）を効果的に抑えることが可能となる。なお、 f/f_{234} は、より好ましくは0.81~0.89とすることで一層効果的ディストーションの発生を抑えることが可能となる。

30

(2) 第1レンズL1の焦点距離を f 、第1レンズL1と第2レンズL2との光軸上面間隔を t_2 としたとき、以下の条件式を満足する。

【数2】

$$0.11 < \frac{t_2}{f} < 1.40 \quad (\text{式2})$$

これにより、ディストーション（歪曲収差）を効果的に抑えることが可能となると共に像面湾曲を抑制することが可能となる。なお、 t_2/f は、より好ましくは0.70~1.30とすることで、一層効果的な補正が可能となる。

40

(3) 第2レンズL2の焦点距離を f_2 、第2レンズ、第3レンズおよび第4レンズの合成焦点距離を f_{234} としたとき、以下の条件式を満足する。

【数3】

$$1.50 < \frac{|f_2|}{f_{234}} < 2.30 \quad (\text{式3})$$

これにより、MTFのピーク値を高めると共に、視野中心から視野周辺まで高い解像度

50

を得ることが可能となる。なお、 f_2/f_{234} は、より好ましくは1.70~1.85とすることで、一層効果的な補正が可能となる。

従って、これら(式1)~(式3)を満足することにより、本実施形態に係る光学系レンズは、広画角を確保でき、安定した光学系を提供することができる。

【0052】

<他の実施形態>

上記実施形態では、パイプ部2に対して、カメラ部5とコネクタ部11とが同じ側に配置されている場合を説明したが、カメラ部5とコネクタ部11とを異なる位置に配置してもよい。例えば、図21に示すように、カメラ部5とコネクタ部11とをパイプ部2の軸心に対して対称位置またはその近傍位置に配置することも可能である。

この場合、術中における外部ケーブル102が術者の手の位置よりも下側に配置でき、外部ケーブル102に術者の手が触れることでカメラ部5が動き、パイプ部2を回転軸として回転し、映し出された術野が回転することを効果的に防止できる。

なお、カメラ部5とコネクタ部11の位置は、術者の手が外部ケーブル102に触れないように、前記ヘッド部の周方向において、前記カメラ部の取り付け位置とは異なる位置に配置されていればよく、例えばコネクタ部11を、パイプ部2の軸心に対してカメラ部5から左右それぞれ、90°以上の角度で配置していてもよい。

その他は、上記実施形態と同じである。

【0053】

<さらに別の実施形態>

以上の実施形態では、パイプ部2に対して、1つのカメラ部5が設けられているが、パイプ部2に対して、複数のカメラ部5が設けられていてもよい。図22A、Bはパイプ部2に対して、対称位置に2つのカメラ部5'、5'が設けられている。

このように、像を異なる方向から同時に撮影することにより、その奥行き方向の情報も得ることができ、迅速にかつ安全に手術することが可能になる。

その他は、前述の実施形態と同じであるので、同じ符号を付して説明を省略する。

【0054】

以上、本開示の実施形態に係るトロカールおよびこれに用いる低背型光学系レンズを説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、種々の改善や改良が可能である。例えば、カメラ部5に照明装置を設けて術野が明るくなるようにしてもよい。低背型光学系レンズは、トロカール以外の用途にも使用可能である。なお、本開示のトロカールは、胸腔内の内視鏡外科手術にも好適に用いることができる。

【実施例】

【0055】

以下、本開示における低背型光学系レンズについて実施例を挙げて説明する。実施例1~7の光学系レンズのレンズ断面はそれぞれ図23~図29に示す。図23~図29において、図の左側が物体側、右側が像側であり、絞りS7も図示している。各図の絞りS7は形状や大きさを示すものではなく、光軸上の位置を示すものである。

【0056】

面番号は第1レンズL1の物体側の面S1から順にSi(i=1~12)で示し、S0は物体面、S7は絞り、S10はカバーガラスCGの物体側の面、S11はカバーガラスCGの像側の面、S12は撮像センサ16の撮像面である。本実施例の光学系では、腹腔内での撮像を前提としているため、物体を第1レンズL1の物体側面の前方50mmに設定した光学設計を行なっている。

次に実施例1のレンズデータを表1に、非球面データを表2に示す。表1は光学系の結像レンズ各面Siの面番号、曲率半径(単位mm)、面間隔、各レンズのレンズ材料、及び波長550nmに対する屈折率を表している。また、面番号に対して*印は非球面であることを示している。

【0057】

【表 1】

実施例 1 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50		
S1	inf	0.8	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	3.598	0.3		
S3 *	3.842	0.4	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.400	0.45		
S5 *	0.603	0.62		
S6 *	9.080	0.05	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.07		
S8 *	2.916	0.56	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.380	0.11		
S10 CG	inf	0.4	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.17		
S12 像面	inf			

10

20

非球面は、下記の非球面式によって表される。この非球面式において、「Z」は非球面の深さ (mm)、「h」は光軸からのレンズ面までの距離 (mm)、「c」は近軸曲率 (すなわち近軸曲率半径 R (mm) とする場合に $c = 1/R$ である)、「K」は円錐定数、「 A_i 」は非球面係数である。表 2 には、実施例の各非球面 (表 1 * 印参照) の「K」および「 A_i 」を示す。表 2 において、数値の「E - n」(n は整数) は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、「E + n」は「 $\times 10^n$ 」を示す。

30

【数 4】

$$Z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2h^2}} + \sum A_i h^i$$

h: レンズ中心からの距離

$$c = 1/R$$

【表 2】

実施例 1 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	3.8417E+00	4.0000E-01	6.0281E-01	9.0801E+00	2.9165E+00	-3.8000E-01
K	1.5048E+01	-8.0851E-01	-5.0150E-01	5.0000E+01	1.0090E+01	-1.9927E-01
A4	1.4009E+00	8.0743E+00	1.8200E+00	4.6817E+00	2.3088E+00	1.3640E+00
A6	-4.6719E+00	-7.8113E+01	-2.6709E+01	-3.3389E+01	-6.0585E+00	5.7822E+01
A8	5.5008E+00	2.4367E+02	1.4825E+02	-3.1465E+03	1.4107E+03	-4.7248E+02
A10	-2.3533E+00	-2.6768E+02	-2.6379E+02	1.1099E+05	-1.9924E+04	2.1571E+03

10

【0058】

実施例 1 と同様にして求めた、実施例 2 ~ 7 に係る光学系レンズの面データおよび非球面データをそれぞれ表 3 ~ 14 にそれぞれ示す。表中の記号の意味は実施例と同じである。

【0059】

【表 3】

実施例 2 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	2.900	0.500		
S3 *	4.626	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.418	0.371		
S5 *	0.526	0.603		
S6 *	3.649	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	3.831	0.602	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.350	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.148		
S12 像面	inf			

20

30

【表 4】

実施例 2 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	4.6257E+00	4.1796E-01	5.2622E-01	3.6494E+00	3.8306E+00	-3.5000E-01
K	1.3974E+01	-8.0376E-01	-5.1974E-01	-5.0000E+01	3.7094E+00	-4.7379E-01
A4	1.4512E+00	7.9960E+00	2.0374E+00	5.1828E+00	-1.0700E+00	1.6350E-01
A6	-4.6479E+00	-7.7623E+01	-2.7902E+01	-8.1709E+01	7.0690E+01	6.0214E+01
A8	5.5230E+00	2.4394E+02	1.3574E+02	-2.3768E+03	6.9938E+02	-5.1149E+02
A10	-2.3207E+00	-2.7168E+02	-2.3867E+02	8.8041E+04	-1.6088E+04	1.9255E+03

10

【0060】

【表 5】

実施例 3 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	10.611	0.400		
S3 *	4.470	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.377	0.445		
S5 *	0.524	0.461		
S6 *	3.900	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	2.337	0.447	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.352	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.110		
S12 像面	inf			

20

30

【表 6】

実施例 3 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	4.4695E+00	3.7717E-01	5.2353E-01	3.9003E+00	2.3368E+00	-3.5162E-01
K	2.0701E+01	-8.4479E-01	-6.0206E-01	-1.8327E+01	-2.6256E+01	-7.0569E-01
A4	1.3988E+00	9.4398E+00	1.4378E+00	8.5794E+00	1.6577E+00	-1.8093E+00
A6	-4.5460E+00	-9.1538E+01	-1.6781E+01	-3.2320E+02	5.6108E+01	1.5819E+02
A8	5.2096E+00	2.7548E+02	5.0674E+01	1.3146E+04	1.0063E+03	-1.9087E+03
A10	-2.1447E+00	-2.5764E+02	3.2224E+02	-1.5447E+05	-1.9386E+04	9.6476E+03

40

50

【 0 0 6 1 】

【 表 7 】

実施例 4 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	2.900	0.507		
S3 *	3.770	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.400	0.420		
S5 *	0.463	0.527		
S6 *	1.317	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	2.473	0.519	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.338	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.130		
S12 像面	inf			

10

20

【 表 8 】

実施例 4 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	3.7701E+00	4.0002E-01	4.6307E-01	1.3172E+00	2.4727E+00	-3.3792E-01
K	1.4407E+01	-8.0592E-01	-4.7440E-01	2.2041E+01	-5.0000E+01	-5.4878E-01
A4	1.4839E+00	7.9298E+00	1.9382E+00	3.7811E+00	1.1711E+00	6.8188E-01
A6	-4.6681E+00	-7.7604E+01	-2.8015E+01	8.5000E+00	1.8177E+01	5.7403E+01
A8	5.4962E+00	2.4454E+02	1.4352E+02	-3.9555E+03	9.6781E+02	-5.4085E+02
A10	-2.3446E+00	-2.6949E+02	-1.7748E+02	1.2699E+05	-1.3455E+04	2.4039E+03

30

【 0 0 6 2 】

【表 9】

実施例 5 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	2.936	0.050		
S3 *	3.295	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.375	0.451		
S5 *	0.454	0.496		
S6 *	1.137	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	2.943	0.485	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.351	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.179		
S12 像面	inf			

10

20

【表 10】

実施例 5 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	3.2950E+00	3.7485E-01	4.5372E-01	1.1373E+00	2.9434E+00	-3.5062E-01
K	1.0587E+01	-8.5384E-01	-4.1255E-01	3.9439E+01	-5.0000E+01	-7.4124E-01
A4	1.4081E+00	7.6336E+00	1.6268E+00	2.8444E+00	-2.5486E-02	-7.1660E-01
A6	-4.6542E+00	-7.7678E+01	-2.3271E+01	-1.3050E+02	6.9389E+01	6.2110E+01
A8	5.4844E+00	2.4582E+02	1.0891E+02	2.0617E+03	2.0715E+01	-6.7790E+02
A10	-2.3302E+00	-2.7030E+02	-3.8129E+01	-6.6593E+04	-5.5797E+03	3.1162E+03

30

【 0 0 6 3 】

【表 1 1】

実施例 6 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	2.500	0.500		
S3 *	2.451	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.300	0.331		
S5 *	0.421	0.530		
S6 *	1.874	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	1.503	0.473	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.341	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.100		
S12 像面	inf			

10

20

【表 1 2】

非球面データ

実施例 6 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	2.4515E+00	3.0000E-01	4.2144E-01	1.8738E+00	1.5028E+00	-3.4097E-01
K	5.4597E+00	-9.0147E-01	-3.7598E-01	5.0000E+01	-1.4128E+01	-8.9524E-01
A4	1.3335E+00	7.9058E+00	4.7254E-01	4.3884E+00	-1.0111E-01	-6.4720E-01
A6	-4.3076E+00	-8.7092E+01	-1.0419E+01	-8.4711E+01	8.5533E+01	8.6263E+01
A8	5.1375E+00	2.7591E+02	-2.1835E+01	6.0430E+02	-7.2769E+02	-9.2159E+02
A10	-2.1921E+00	-2.5960E+02	2.6798E+02	3.5259E+04	2.2038E+03	4.1801E+03

30

【 0 0 6 4 】

【表 1 3】

実施例 7 面データ

面番号	曲率半径	面間隔	材料	屈折率 550nm
S0 物体面	inf	50.000		
S1	inf	0.800	COC (医療用グレード)	1.5434
S2	2.900	0.500		
S3 *	2.610	0.400	COC (光学用グレード)	1.5434
S4 *	0.438	0.445		
S5 *	0.586	0.613		
S6 *	2.708	0.050	PC (光学用グレード)	1.6355
S7 絞り	inf	0.070		
S8 *	2.775	0.498	COC (光学用グレード)	1.5434
S9 *	-0.310	0.110		
S10 CG	inf	0.400	S-BSL7 (BK7相当)	1.5163
S11 CG	inf	0.100		
S12 像面	inf			

10

20

【表 1 4】

実施例 7 非球面データ

面番号	S3	S4	S5	S6	S8	S9
R	2.6103E+00	4.3803E-01	5.8605E-01	2.7081E+00	2.7752E+00	-3.0963E-01
K	5.9060E+00	-6.1380E-01	-4.9807E-01	-3.9077E+01	1.5071E+01	-8.5695E-01
A4	1.7449E+00	1.0341E+01	2.2755E+00	5.5394E+00	-3.6267E-01	-1.8872E+00
A6	-4.9782E+00	-8.4807E+01	-2.7337E+01	-8.0827E+01	7.4807E+01	1.0173E+02
A8	5.3139E+00	2.3990E+02	1.4019E+02	-1.2694E+02	-2.8209E+02	-1.0458E+03
A10	-2.0877E+00	-2.4785E+02	-2.4528E+02	3.9794E+04	-1.4729E+03	4.4562E+03

30

【0065】

以上の実施例 1 ~ 7 の光学系レンズにおける、全系の焦点距離 f と、第 1 ~ 第 4 レンズの各焦点距離、式 (1) ~ (3) に対応する値を表 1 5 に示す。実施例 1 ~ 7 は全て式 (1) ~ (3) の条件式を満たしている。

なお、表 1 5 において、長さについての数値の単位は mm を用いているが、これは一例であり、光学系は比例拡大または比例縮小しても使用可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

40

【0066】

【表 15】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7
焦点距離 f	0.408	0.409	0.390	0.390	0.420	0.358	0.361
開放 F 値	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
画角 (2ω)	120	119	118	119	115	124	123
L1の焦点距離 f_1	-6.577	-5.302	-19.398	-5.302	-5.367	-4.570	-5.302
L2の焦点距離 f_2	-0.851	-0.869	-0.780	-0.854	-0.813	-0.869	-1.029
L3の焦点距離 f_3	0.979	0.892	0.896	0.898	0.917	0.742	1.048
L4の焦点距離 f_4	0.654	0.618	0.594	0.581	0.604	0.559	0.540
L2~3の合成焦点距離 f_{234}	0.468	0.500	0.410	0.476	0.473	0.444	0.448
L1とL2との面間隔 t_2	0.300	0.500	0.400	0.507	0.050	0.500	0.500
式 (1)	0.872	0.818	0.951	0.820	0.888	0.806	0.807
式 (2)	0.735	1.222	1.026	1.300	0.119	1.398	1.384
式 (3)	1.819	1.738	1.903	1.796	1.718	1.508	2.300

10

【0067】

上記実施例 1 ~ 7 の光学系レンズの各収差図を、それぞれ図 30 ~ 図 36 に示す。各図は、光学系レンズにおける球面収差、非点収差および像面湾曲（ディストーション）をそれぞれ示している。

20

球面収差のグラフにおいて、破線は波長 656.3 nm を、実線は波長 546.1 nm を、一点鎖線は波長 436.8 nm を示している。

また、非点収差のグラフにおいて、破線はタンジェンシャルを、実線はサジタルを意味している。

【0068】

上述した実施例から、本開示の低背型光学系レンズを使用する場合には、画角110度を超える広角視野を確保でき、また第1レンズに球面を用いたことで、組立て上の公差を緩和でき、安定した光学系を提供できる。

【符号の説明】

【0069】

- 1 トロカール
- 2 パイプ部
- 3 ヘッド部
- 4 トロカール・シャフト
- 4 a 穿刺部
- 4 b ハンドル部
- 5 カメラ部
- 6 切り欠き部
- 7 開口部
- 8 ダックピル弁
- 10 送気管
- 11 コネクタ部
- 12 コイルバネ（弾性部材）
- 13ハウジング
- 14 a、14 b、14 c レンズ
- 15 撮像センサ保護カバー
- 16 撮像センサ
- 17 カメラマウント
- 18 透光性保護カバー
- 19 撮像センサ補強用金属板

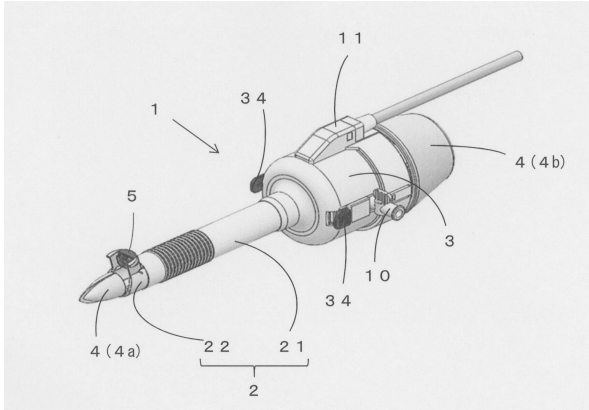
30

40

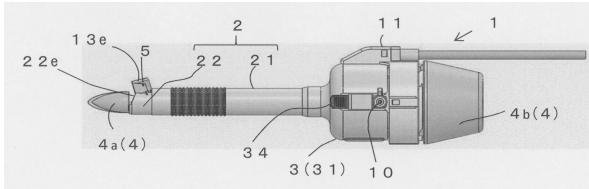
50

2 0	軸部	
2 1	パイプ部外筒	
2 2	パイプ部内筒	
2 3	先端切り欠き部	
2 4	傾斜溝	
2 5	鏡筒	
2 6	孔	
2 7	爪部	
2 8	フレキシブルケーブル	
2 9	シール材	10
3 0 a、3 0 b	凹部	
3 1	ヘッド部外筒	
3 2	ヘッド部内筒	
3 3	凸部	
3 4	ロックレバー	
3 5	体壁	
3 7	気密用ゴムカバー	
4 0	栓部材	
4 2	シールホルダー	
4 4	気密構造ユニット	20
5 0	段部	
5 1	凹部	
5 2	凸部	
6 0	シールユニット	
9 1	ドーム型シール固定用先端側マウント	
9 2	ドーム型シール	
9 3	ドーム型シール固定用手前側マウント	
1 0 0	回路基板（制御手段）	
1 0 2	ケーブル	
1 1 0	カメラ部保持機構および展開格納機構	30
3 7 1	蛇腹部	

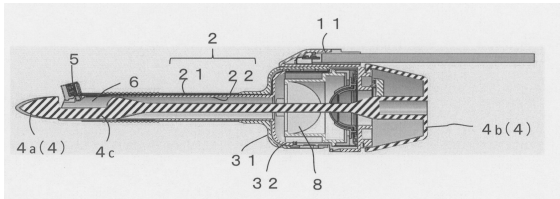
【図 1】



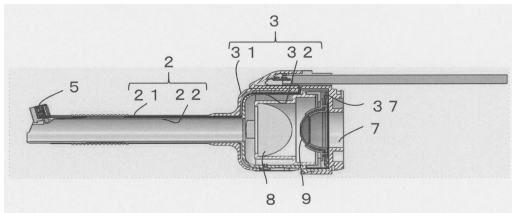
【図 2 A】



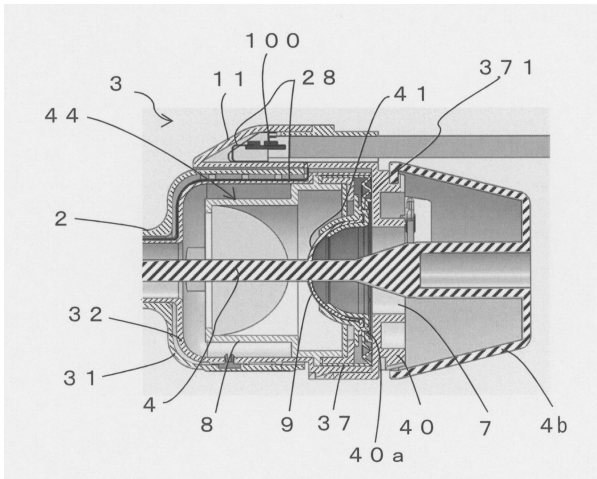
【図 2 B】



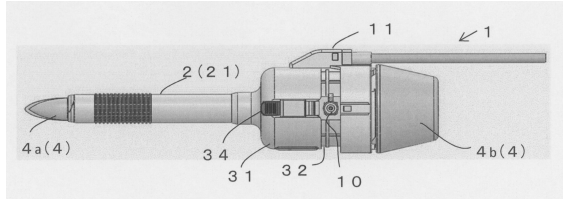
【図 4 B】



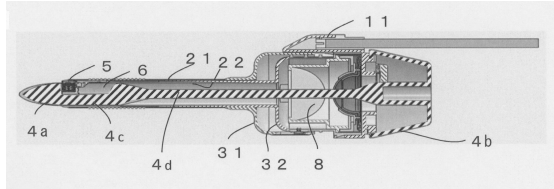
【図 5】



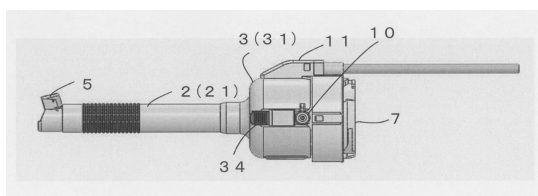
【図 3 A】



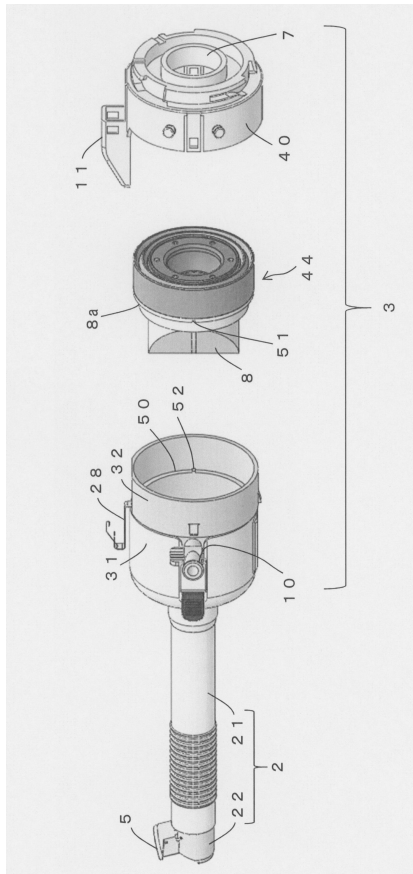
【図 3 B】



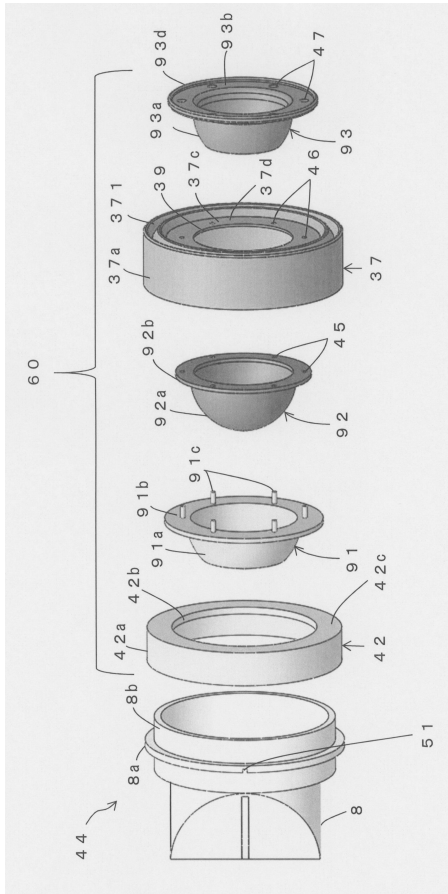
【図 4 A】



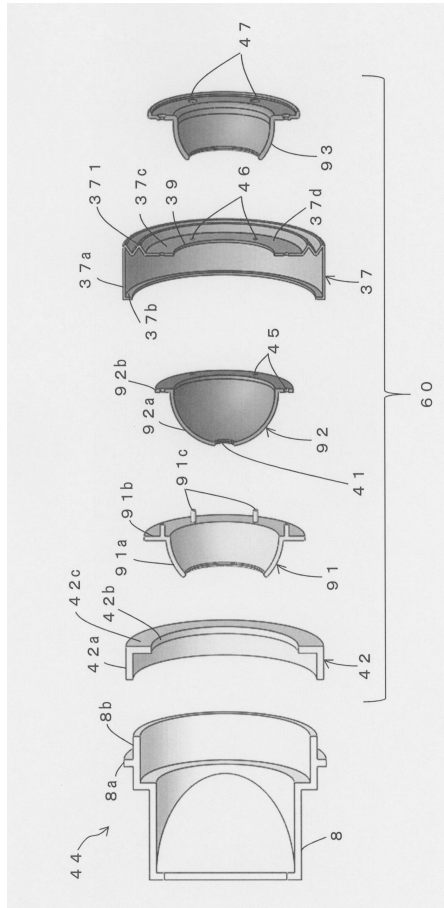
【図 6】



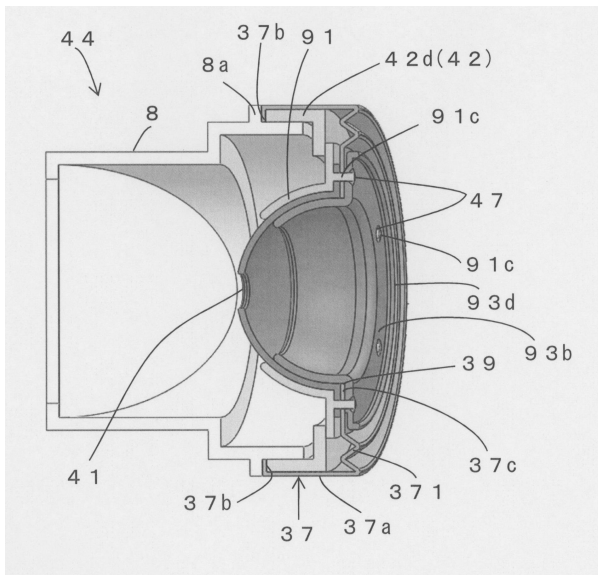
【図7】



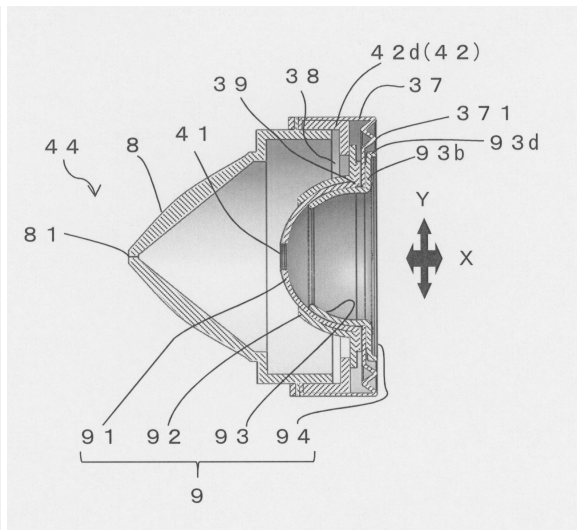
【図8】



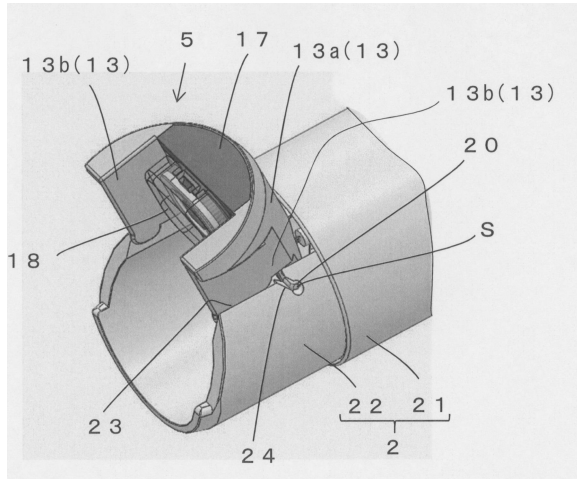
【図9】



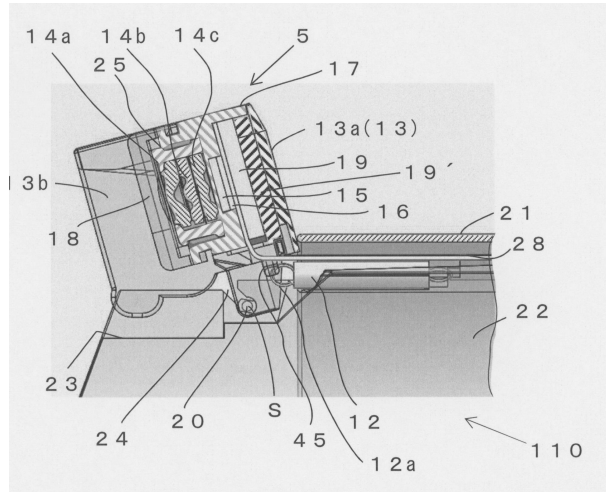
【図10】



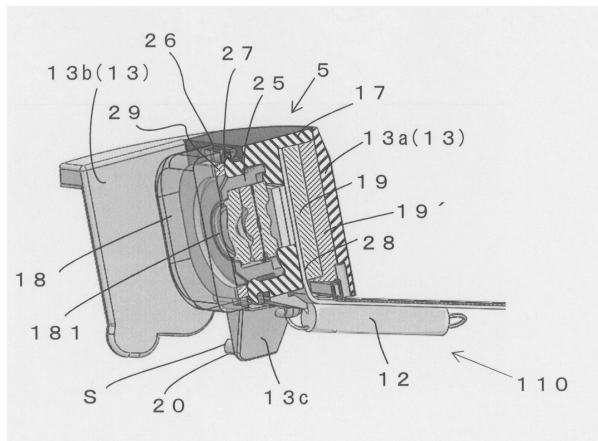
【図 11 A】



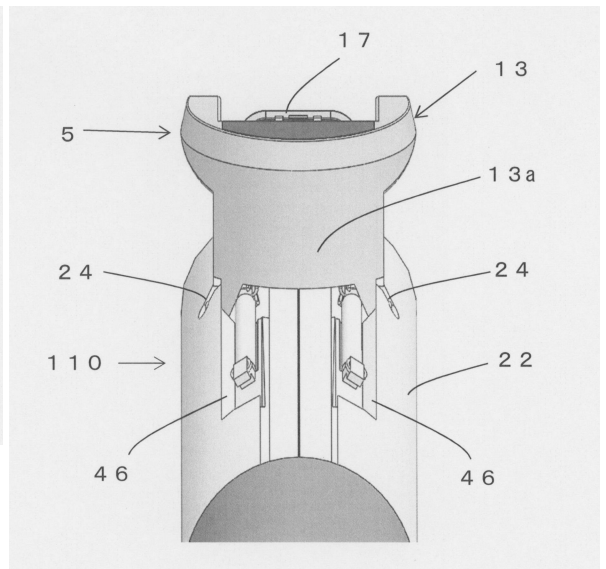
【図 11 B】



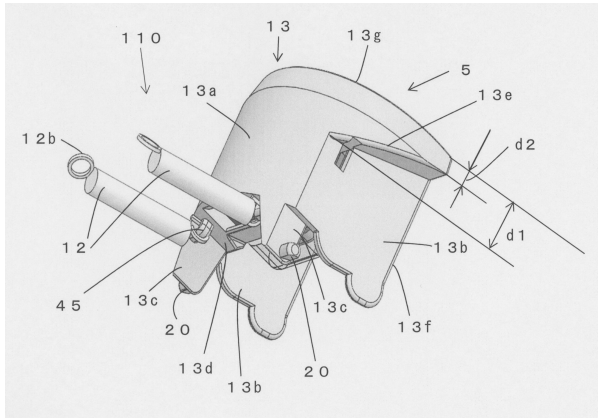
【図 12】



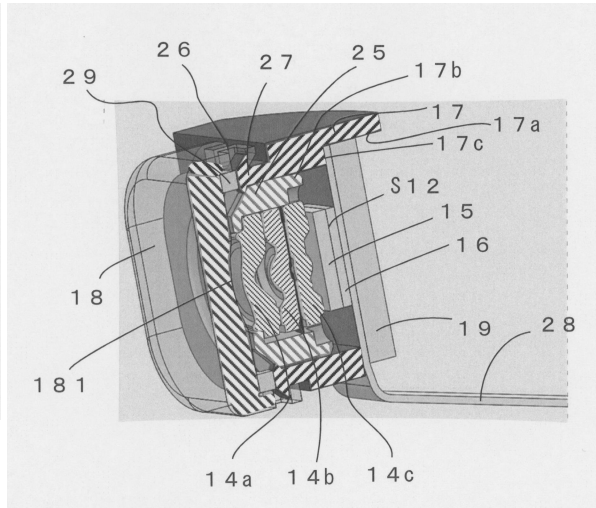
【図 13】



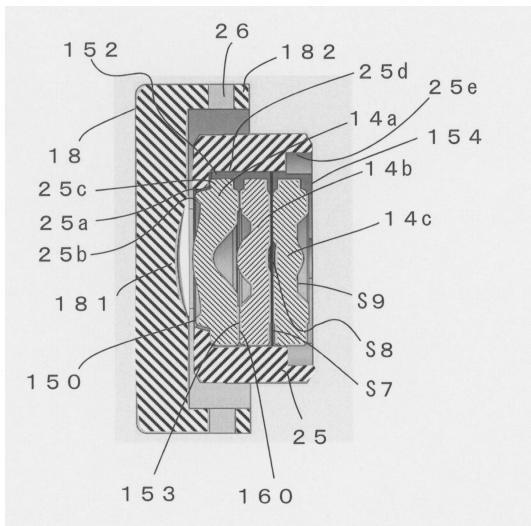
【図14】



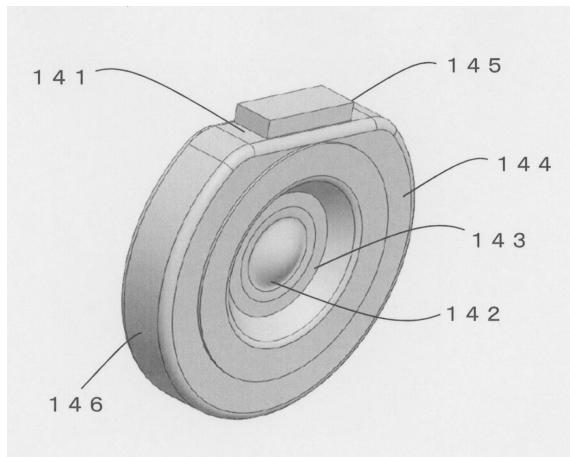
【図15A】



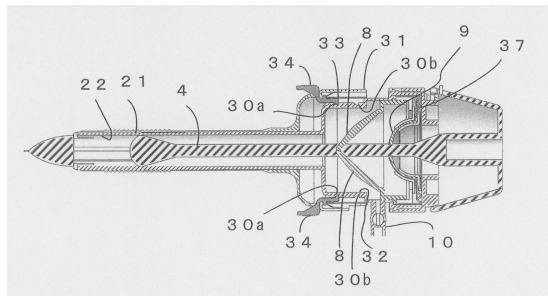
【図15B】



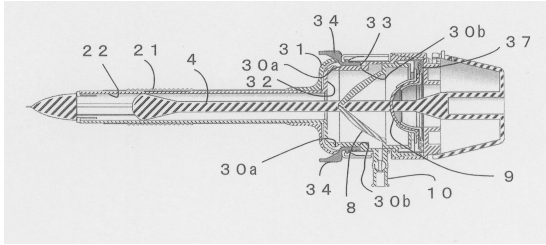
【図15C】



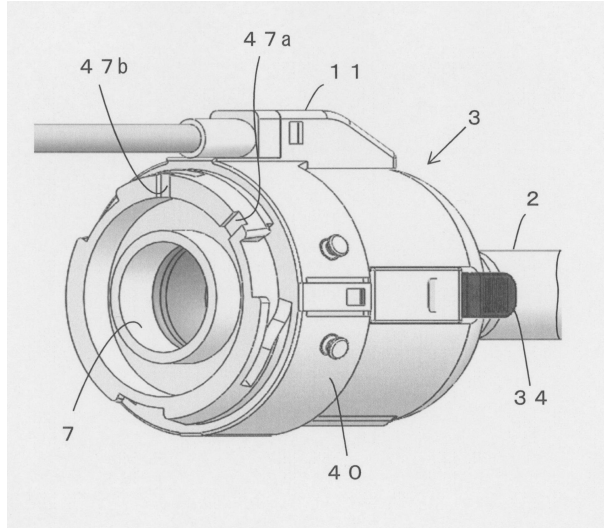
【図16A】



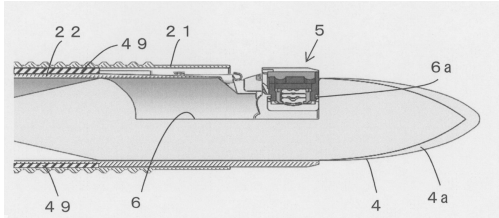
【図16B】



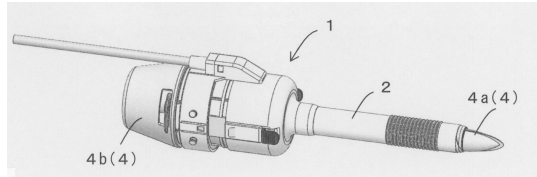
【図18】



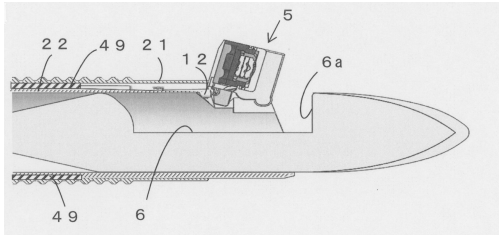
【図17A】



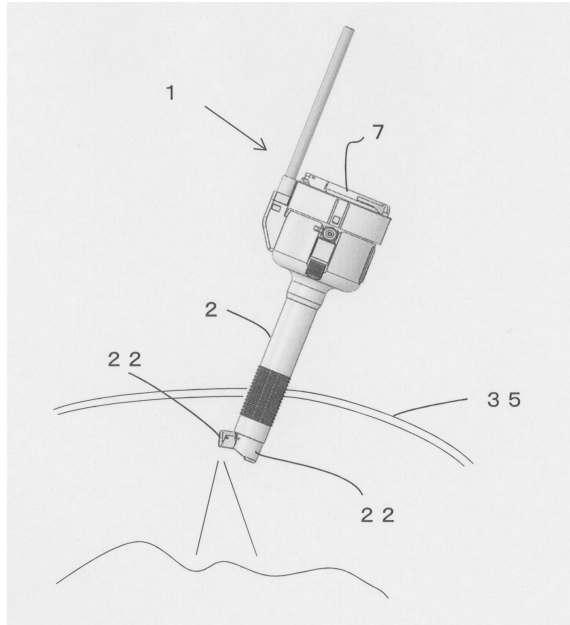
【図19A】



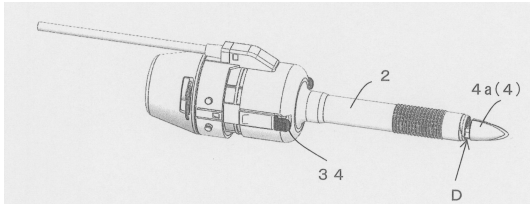
【図17B】



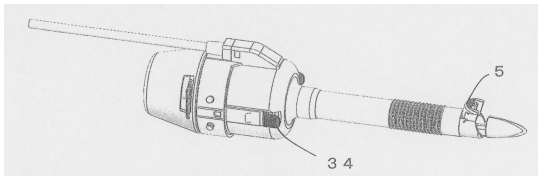
【図20】



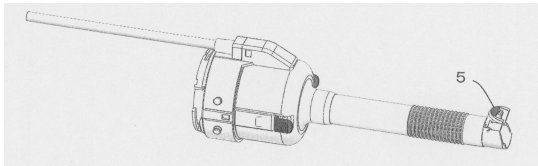
【図19B】



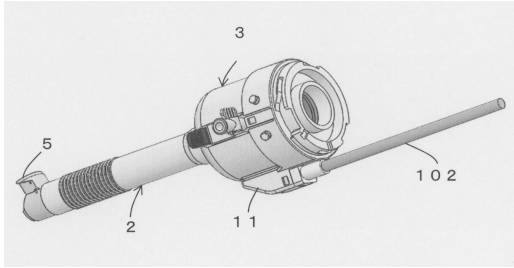
【図19C】



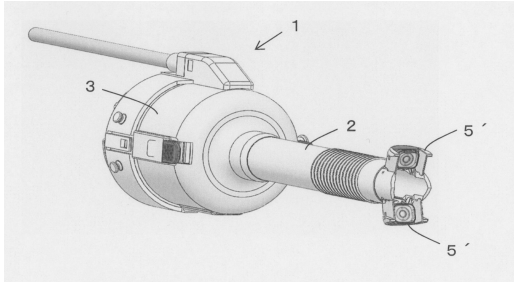
【図19D】



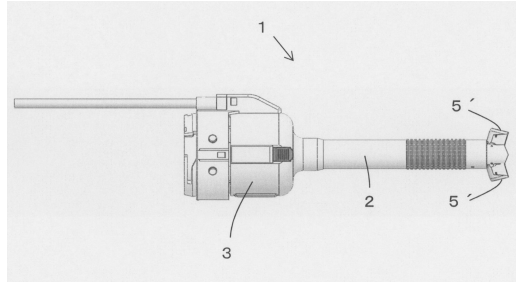
【図 2 1】



【図 2 2 A】

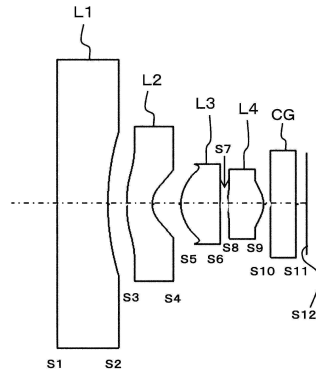


【図 2 2 B】



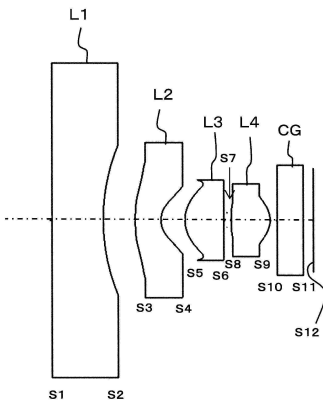
【図 2 3】

実施例 1



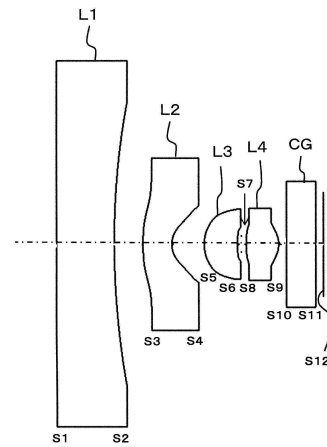
【図 2 4】

実施例 2



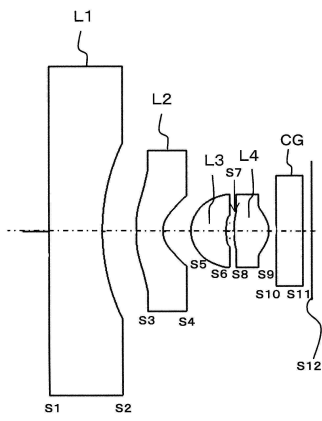
【図 2 5】

実施例 3



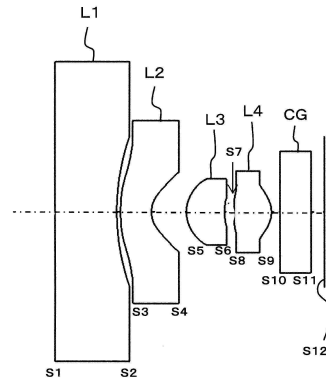
【図 26】

実施例4



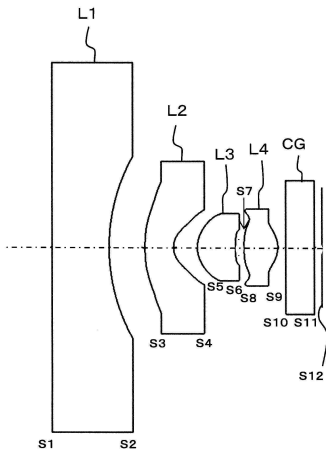
【図 27】

実施例5



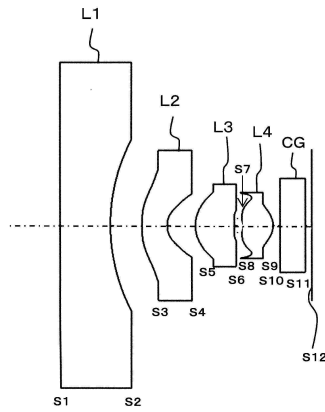
【図 28】

実施例6



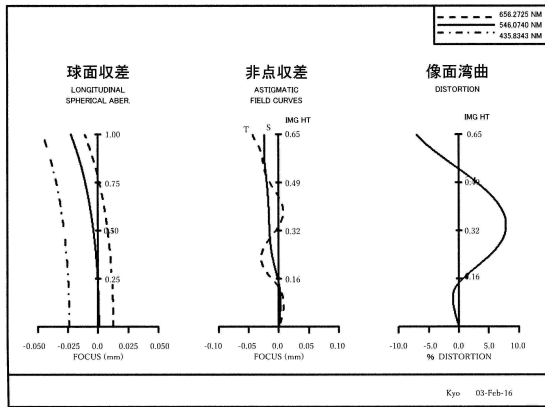
【図 29】

実施例7



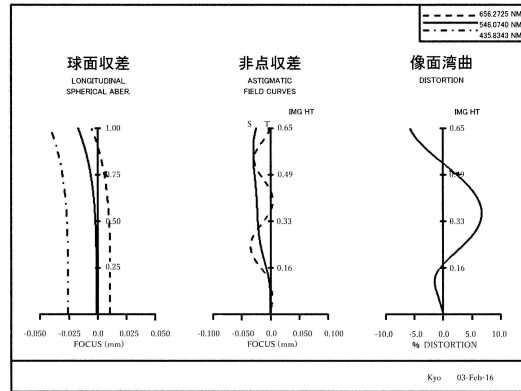
【图 30】

实施例1



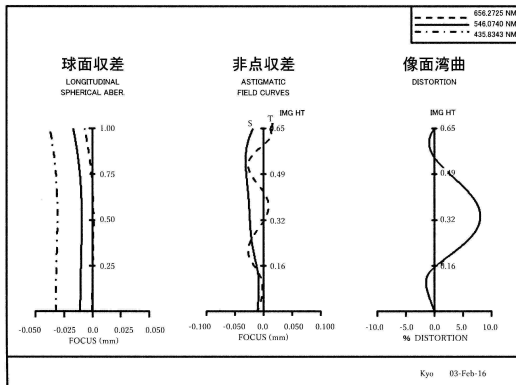
【图 31】

实施例2



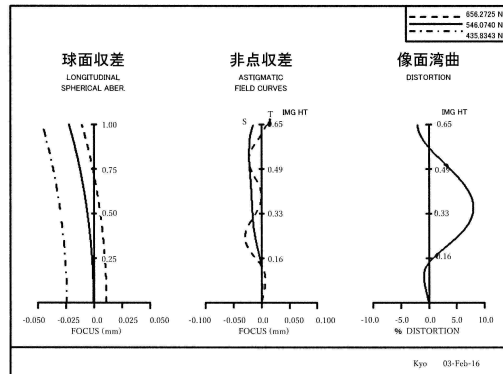
【图 32】

实施例3



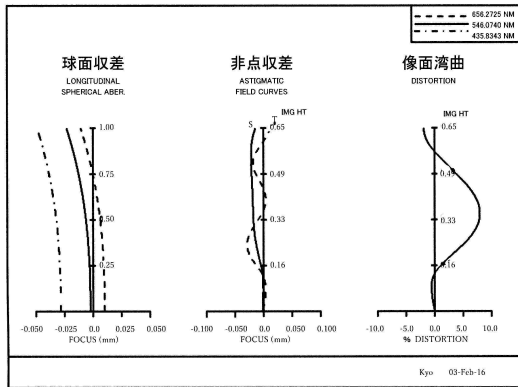
【图 33】

实施例4



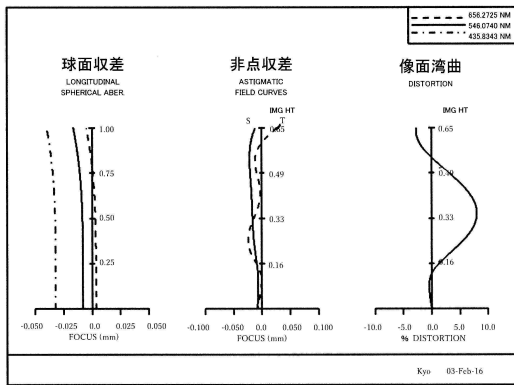
【图 3 4】

实施例5



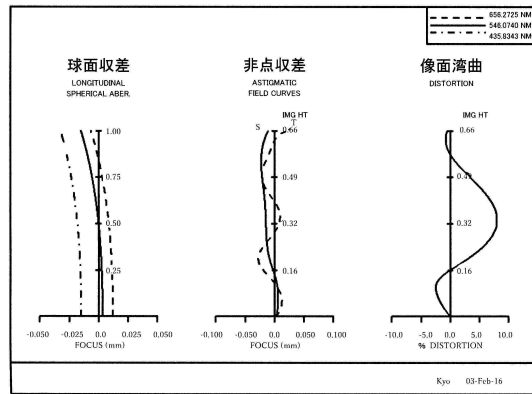
【图 3 5】

实施例6



【图 3 6】

实施例7



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
G 0 2 B	13/18	(2006.01)	A 6 1 B	1/04 5 3 0
A 6 1 B	17/34	(2006.01)	G 0 2 B	23/24 B
			G 0 2 B	23/26 D
			G 0 2 B	13/04 D
			G 0 2 B	13/18
			A 6 1 B	17/34

(出願人による申告)平成27年度、国立研究開発法人日本医療研究開発機構、医工連携事業化推進事業「より安全な鏡視下手術実現のためのカメラ付きトロカールの開発」委託研究開発、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

審査官 安田 明央

(56)参考文献 特開2014-132979(JP,A)
 特開2015-136460(JP,A)
 特開2015-73663(JP,A)
 国際公開第2015/159592(WO,A1)
 国際公開第2014/203720(WO,A1)
 国際公開第2013/073061(WO,A1)
 国際公開第2013/021739(WO,A1)
 特開2012-50487(JP,A)
 特開平7-327916(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2
 G 0 2 B 2 3 / 2 4 - 2 3 / 2 6
 A 6 1 B 1 7 / 3 4