



(10) **DE 10 2015 203 351 A1 2016.08.25**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 203 351.1**

(22) Anmeldetag: **25.02.2015**

(43) Offenlegungstag: **25.08.2016**

(51) Int Cl.: **A61B 1/04 (2006.01)**

A61B 17/94 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

(71) Anmelder:

Olympus Winter & Ibe GmbH, 22045 Hamburg, DE

(72) Erfinder:

Kiedrowski, Gregor, 22397 Hamburg, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Seemann & Partner, 20095
Hamburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2011 007 875 A1

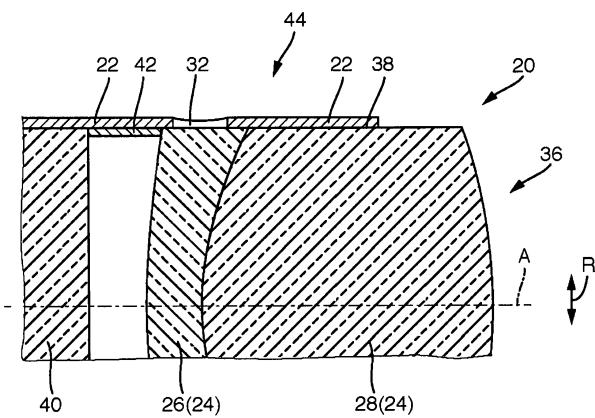
DE 10 2012 200 146 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Okulareinrichtung für ein chirurgisches Instrument**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Okulareinrichtung (20), ein Okular (44) sowie ein chirurgisches Instrument (2), wobei die Okulareinrichtung (20) für ein chirurgisches Instrument (2) eine Okularfassung (22) und zumindest eine optische Einheit (24) umfasst, wobei die optische Einheit (24) in der Okularfassung (22) aufgenommen ist. Die optische Einheit (24) umfasst ein erstes optisches Element (26) und ein damit verbundenes zweites optisches Element (28), wobei die optischen Elemente (26, 28) ein bezüglich chromatischer Aberration korrigierte optische Einheit (24) bilden und das zweite optische Element (28) aus einem Material mit abnormaler Dispersion hergestellt ist. Die Okulareinrichtung (20) ist dadurch fortgebildet, dass zum Aufnehmen der optischen Einheit (24) in der Okularfassung (22) zumindest ein mechanisches Verbindungselement (30) zwischen der Okularfassung (22) und dem ersten optischen Element (26) vorhanden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Okulareinrichtung für ein chirurgisches Instrument, insbesondere für ein Endoskop, wobei die Okulareinrichtung eine Okularfassung und zumindest eine optische Einheit, die in der Okularfassung aufgenommen ist, umfasst, wobei die optische Einheit zumindest ein erstes optisches Element und ein damit verbundenes zweites optisches Element umfasst, wobei das zweite optische Element aus einem zweiten Material mit anomaler Dispersion hergestellt ist und das erste und das zweite optische Element gemeinsam eine bezüglich chromatischer Aberration korrigierte optische Einheit bilden. Ferner betrifft die Erfindung ein Okular umfassend eine solche Okulareinrichtung sowie ein chirurgisches Instrument mit einem solchen Okular.

[0002] Chirurgische Instrumente, beispielsweise Endoskope, für minimalinvasive Eingriffe am menschlichen oder tierischen Körper sind allgemein bekannt. Bei einem Endoskop wird mit Hilfe einer Optik an einer distalen Spitze eines Endoskopschafts ein Operations- oder Untersuchungsfeld im Körperinneren betrachtet. Hierzu sind im Endoskopschaft mehrere optische Baugruppen angeordnet, mit denen Licht aus einem Körperhohlraum hinaus zu einem proximalen Ende des Endoskops geführt wird.

[0003] Am proximalen Ende des Endoskops, beispielsweise an einem Griff mit dem das Endoskop bedient wird, befindet sich vielfach ein Okulartrichter mit einem Okular. An dieser optischen Baugruppe tritt das an der distalen Spitze des Endoskops eintrittende Licht wieder aus dem Endoskop aus. Das Okular dient teilweise zur direkten Beobachtung des Operationsfelds mit bloßem Auge. Vielfach ist jedoch vorgesehen, dass an das Okular ein Kamerakopf geschlossen ist, so dass das Operationsfeld auf einem Monitor betrachtet oder die erfassten Bilddaten einer Bildverarbeitung bereitgestellt werden können. Ein solches Endoskop geht beispielsweise aus EP 0 501 088 A1 hervor.

[0004] In optischen Abbildungssystemen treten unvermeidbar Abbildungsfehler auf, beispielsweise chromatische Aberration. Sie entsteht durch die Dispersion optischer Gläser, da Licht unterschiedlicher Wellenlänge unterschiedlich stark abgelenkt wird. Der Brechungsindex eines Glases ist keine konstante, sondern eine wellenlängenabhängige Funktion. Die chromatischen Aberrationen werden reduziert, indem Linsen mit unterschiedlicher Dispersion verwendet werden. So wird bei einem Achromat die axiale chromatische Aberration für zwei Wellenlängen korrigiert. Bei einem Apochromat wird die axiale chromatische Aberration für drei Wellenlängen korrigiert.

[0005] Bei einer als Achromat oder Apochromat ausgeführten optischen Einheit werden Gläser mit chro-

maler bzw. besonders geringer Dispersion eingesetzt. Diese Gläser werden als ED-Glas für „extra low dispersion glass“, als SLD-Glas für „special low dispersion glass“, als ELD-Glas für „extraordinary low dispersion glass“ oder auch als UL-Glas für „ultra low dispersion glass“ bezeichnet. Im Kontext der vorliegenden Beschreibung sollen solche Gläser allgemein als „ED-Glas“ bezeichnet werden.

[0006] Chirurgische Instrumente, beispielsweise Endoskope, werden nach ihrer Benutzung aufbereitet. Hierzu werden sie mit einer Spül- und Reinigungslösung behandelt und vielfach in einem Desinfektionsschritt einer Wärmebehandlung in einem Autoklaven unterzogen.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Okulareinrichtung für ein chirurgisches Instrument, ein Okular umfassend eine Okulareinrichtung sowie ein chirurgisches Instrument mit einem Okular anzugeben, wobei eine Temperaturfestigkeit der Okulareinrichtung, des Okulars und des chirurgischen Instruments, vor allem bei Temperaturen wie sie typischerweise beim Autoklavieren auftreten, verbessert werden soll.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Okulareinrichtung für ein chirurgisches Instrument, insbesondere für ein Endoskop, wobei die Okulareinrichtung eine Okularfassung und zumindest eine optische Einheit, die in der Okularfassung aufgenommen ist, umfasst, wobei die optische Einheit zumindest ein erstes optisches Element und ein damit verbundenes zweites optisches Element umfasst, wobei das zweite optische Element aus einem zweiten Material mit anomaler Dispersion hergestellt ist und das erste und das zweite optische Element gemeinsam eine bezüglich chromatischer Aberration korrigierte optische Einheit bilden, wobei die Okulareinrichtung dadurch fortgebildet ist, dass die Okularfassung einen Ausdehnungsraum für das zweite optische Element umfasst, wobei der Ausdehnungsraum einen für die optische Einheit vorgesehenen Bauraum in einer radialen Richtung erweitert.

[0009] Die erfindungsgemäße technische Lehre beruht auf der folgenden Erkenntnis: Die optischen Elemente einer bezüglich chromatischer Aberration korrigierten optischen Einheit, beispielsweise eines Achromaten oder eines Apochromaten, weisen neben unterschiedlichen Dispersionseigenschaften auch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten auf. Die zur Korrektur chromatischer Aberrationen verwendeten Materialien, beispielsweise Gläser mit anomaler Dispersion, dehnen sich bei Erwärmung stärker aus als Gläser mit normaler Dispersion. Außerdem sind Materialien mit anomaler Dispersion vielfach deutlich spröder als konventionelle Gläser.

[0010] Während die vorhandenen Unterschiede der thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei vielen Anwendungen, beispielsweise bei Objektiven für die Fotografie, unkritisch sind, kommt ihnen beim Einsatz optischer Einheiten in einem chirurgischen Instrument eine nicht zu vernachlässigende Bedeutung zu. Bei der Aufbereitung des chirurgischen Instruments wird dieses in einem Autoklaven Temperaturen von über 100° C ausgesetzt. Bei dieser gegenüber Raumtemperatur deutlich erhöhten Temperatur tritt eine nennenswert unterschiedliche Ausdehnung der optischen Elemente der optischen Einheit auf. Das optische Element mit anomaler Dispersion zeigt eine größere thermische Ausdehnung als das optische Element mit normaler Dispersion.

[0011] Um einer Beschädigung der optischen Einheit, insbesondere des zweiten optischen Elementes, vorzubeugen, ist erfahrungsgemäß vorgesehen, dass die Okularfassung einen Ausdehnungsraum für das zweite optische Element umfasst, wobei der Ausdehnungsraum einen für die optische Einheit vorgesehenen Bauraum in einer radialen Richtung erweitert. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist außerdem in der Okularfassung lediglich das erste optische Element mechanisch aufgenommen. Mit anderen Worten ist also zum Aufnehmen der optischen Einheit in der Okularfassung zumindest ein mechanisches Verbindungselement zwischen der Okularfassung und dem ersten optischen Element vorhanden.

[0012] Die infolge der Wärmebehandlung und der daraus resultierenden Materialausdehnung auftretenden Kräfte treten somit zwischen dem ersten optischen Element und der Okularfassung auf. Das zweite optische Element, welches vielfach aus einem mechanisch spröderen Material hergestellt ist, wird keiner oder einer deutlich geringeren mechanischen Belastung ausgesetzt. Im Ergebnis wird die Temperaturfestigkeit der Okulareinrichtung deutlich verbessert, vor allem im Hinblick auf die bei einer Autoklavierbehandlung auftretenden Temperaturen.

[0013] Insbesondere ist vorgesehen, dass ausschließlich ein oder mehrere mechanische Verbindungselemente zwischen der Okularfassung und dem ersten optischen Element vorhanden sind. Mit anderen Worten ist keine direkte mechanische Verbindung zwischen dem zweiten optischen Element und der Okularfassung vorhanden.

[0014] Durch den vorgesehenen Ausdehnungsraum, der den für die optische Einheit vorgesehenen Bauraum in einer radialen Richtung erweitert, wird außerdem vorteilhaft ein mechanischer Kontakt zwischen dem zweiten optischen Element und der Okularfassung vermieden. Dieses dehnt sich während der Temperaturbehandlung in den vorhandenen Ausdehnungsraum hinein aus. Diese Maßnahme verbessert die Temperaturfestigkeit der Okulareinrichtung.

[0015] Ferner ist die Okulareinrichtung insbesondere dadurch fortgebildet, dass der Ausdehnungsraum einen Durchmesser der Okularfassung im Bereich des zweiten optischen Elements gegenüber einem Durchmesser der Okularfassung im Bereich des ersten optischen Elements vergrößert, wobei als Ausdehnungsraum insbesondere eine in die Okularfassung eingelassene, ferner insbesondere in Umfangsrichtung des zweiten Elements geschlossene, Nut oder Ausnehmung vorhanden ist. Die Nut oder Ausnehmung hat beispielsweise die Form eines Hohlzylinders, wobei auf dessen Innenseite der von dem zweiten optischen Element eingenommene Bauraum und auf dessen Außenseite die Innenseite der Okularfassung angrenzt.

[0016] Im Kontext der vorliegenden Beschreibung wird unter einem Bereich eines optischen Elementes ein bevorzugt zylinderförmiger Bereich verstanden, in dem sich das optische Element in Radialrichtung und in Längsrichtung, also entlang der optischen Achse, erstreckt. Mit anderen Worten ist der Durchmesser der Okularfassung auf der gesamten Länge des zweiten optischen Elements gegenüber den daran angrenzenden Bereichen erweitert. So wird vorteilhaft ein mechanischer Kontakt zwischen dem zweiten optischen Element und einer Innenseite der Okularfassung vermieden.

[0017] Ein mechanischer Kontakt zwischen dem zweiten optischen Element und einer Innenseite der Okularfassung kann ferner vermieden werden, indem die Okulareinrichtung bevorzugt dadurch fortgebildet ist, dass das zweite optische Element einen geringeren Durchmesser als das erste optische Element aufweist. Dies gilt insbesondere, wenn es sich bei den optischen Elementen um Linsen handelt.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist ferner vorgesehen, dass das mechanische Verbindungselement, mit der das erste optische Element in der Okularfassung gehalten ist, eine mit Klebstoff gefüllte Klebebohrung ist. Insbesondere sind mehrere mit Klebstoff gefüllte Klebebohrungen in der Okularfassung vorgesehen, durch die das erste optische Element entlang seines Umfangs in der Okularfassung gehalten ist.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Okulareinrichtung dadurch fortgebildet, dass das erste Material einen ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten und das zweite Material einen zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, wobei der zweite thermische Ausdehnungskoeffizient, insbesondere zumindest um einen Faktor zwei, größer ist als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient.

[0020] Die Okulareinrichtung ist ferner vorteilhaft dadurch weitergebildet, dass das erste optische Ele-

ment aus einem ersten Material mit einer ersten Abbé-Zahl und das zweite optische Element aus einem zweiten Material mit einer zweiten Abbé-Zahl hergestellt ist, wobei die zweite Abbé-Zahl größer als die erste Abbé-Zahl ist.

[0021] Die Abbé-Zahl V wird im Kontext der vorliegenden Beschreibung aus den wellenlängenabhängigen Brechungssindizes n des verwendeten Materials wie folgt berechnet:

$$V = \frac{n_s - 1}{n_{Fr} - n_{C'}}$$

[0022] Die Abbé-Zahl ist ein Maß für die Dispersion des Materials, wobei eine niedrige Abbé-Zahl für eine hohe Dispersion und eine hohe Abbé-Zahl für eine niedrige Dispersion steht. In der oben genannten Formel stehen die Indizes e, F' und C' für die Fraunhofer-Linien e (Quecksilber, Wellenlänge 546,074 nm), F' (Cadmium bei 479,9915 nm) und C' (Cadmium bei 643,8469 nm).

[0023] Ferner ist insbesondere vorgesehen, dass das zweite Glas ein ED-Glas ist. Im Kontext der vorliegenden Beschreibung werden auch Gläser, die als SLD-Glas, ELD-Glas oder als UL-Glas bezeichnet werden als ED-Glas angesehen. Das ED-Glas hat insbesondere eine Abbé-Zahl größer als 75. Beispielsweise liegt die Abbé-Zahl des zweiten Materials zwischen 77 und 95, ferner insbesondere zwischen 77 und 80. Das als zweites Material verwendete Glas ist ferner insbesondere ein Fluoridglas, beispielsweise ein Calciumfluoridglas oder auch ein Fluorphosphatglas. Die zuvor genannten Materialparameter haben sich als vorteilhaft für die Herstellung der optischen Elemente der bezüglich chromatischer Aberration korrigierten optischen Einheit herausgestellt.

[0024] Handelt es sich bei den optischen Elementen um Linsen, so ist die optische Einheit ferner bevorzugt ein Achromat oder ein Apochromat. Ferner bevorzugt ist das zweite optische Element eine Okularlinse. Mit anderen Worten handelt es sich um eine außenliegende Linse der Okulareinrichtung. Diese wird ferner bevorzugt in einem chirurgischen Instrument verwendet.

[0025] Die Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch ein Okular umfassend eine Okulareinrichtung nach einem oder mehreren der genannten Ausführungsformen, wobei das Okular dadurch fortgebildet ist, dass die optische Einheit eine Okularlinse des Okulars umfasst. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein chirurgisches Instrument, insbesondere ein Endoskop, umfassend ein solches Okular.

[0026] Für das Okular bzw. das chirurgische Instrument mit einem solchen Okular treffen gleiche oder ähnliche Vorteile zu, wie sie bereits im Hinblick auf die Okulareinrichtung erwähnt wurden. Auf eine erneute Vorstellung wird daher verzichtet.

[0027] Das erste und das zweite optische Element, bei dem es sich bevorzugt um Linsen handelt, sind ferner bevorzugt miteinander verkittet oder verklebt. Es handelt sich bei den Linsen beispielsweise um bikonvexe, bikonkav oder konkavkonvexe Linsen. Die einander zugewandten Oberflächen des ersten und des zweiten optischen Elements sind bevorzugt formkomplementär ausgebildet. Neben verklebten oder verkitteten Linsensystemen sind auch Systeme mit Luftspalt vorgesehen. Dieser befindet sich zwischen dem ersten und zweiten optischen Element.

[0028] Die optischen Elemente sind gemeinsam mit ihrer Okularfassung bevorzugt in einem proximalen Bereich eines Endoskops angeordnet. Das Endoskop ist ferner bevorzugt ein Endoskop mit einem starren Endoskopschaft.

[0029] Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung erfindungsgemäßer Ausführungsformen zusammen mit den Ansprüchen und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllen.

[0030] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei bezüglich aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich auf die Zeichnungen verwiesen wird. Es zeigen:

[0031] **Fig. 1** eine schematische und vereinfachte Seitenansicht eines chirurgischen Instruments, beispielhaft eines Endoskops,

[0032] **Fig. 2** eine schematisch vereinfachte Längsschnittsansicht durch eine Okulareinrichtung und

[0033] **Fig. 3** einen weiteren schematisch vereinfachten Längsschnitt.

[0034] In den Zeichnungen sind jeweils gleiche oder gleichartige Elemente und/oder Teile mit denselben Bezugsziffern versehen, so dass von einer erneuten Vorstellung jeweils abgesehen wird.

[0035] **Fig. 1** zeigt in schematischer und vereinfachter Seitenansicht ein chirurgisches Instrument **2**, beispielhaft ein Endoskop. An seinem distalen Ende umfasst dieses einen rohrförmigen Schaft **4** mit einer Optik, welches erlaubt, einen Operations- und Untersuchungsbereich, der distal vor einem freien En-

de des Schafts **4** liegt, zu beobachten. Der Schaft **4** mündet in ein Gehäuse **6**, das am proximalen Ende einen Okulartrichter **8** aufweist. Das Gehäuse **6** dient der Handhabung des chirurgischen Instruments **2**. Seitlich an dem Gehäuse **6** befindet sich eine Lichtquelle **10**, beispielsweise eine LED-Lichtquelle. Diese ist über ein Anschlusskabel **12** mit einer geeigneten Stromversorgung verbunden.

[0036] Am Okulartrichter **8** ist, schematisch dargestellt, ein Kamerakopf **14** mit einem nicht dargestellten Okularadapter angeordnet. Der Kamerakopf **14** erfasst das aus dem nicht dargestellten Okular des chirurgischen Instruments **2** austretende Licht mit einer geeigneten Optik und bildet dieses auf einen optischen Flächensensor ab, beispielsweise einem CCD- oder CMOS-Chip. Mittels eines Anschlusses **16** wird der Kamerakopf **14** mit Strom versorgt. Ferner ist es über den Anschluss **16** möglich, Bildsignale von dem Flächensensor des Kamerakopfs **14** an eine externe Auswerteeinheit zu übermitteln und Steuersignale an den Kamerakopf **14** zu übertragen.

[0037] **Fig. 2** zeigt in einem schematischen und vereinfachten Längsschnitt einen Teil einer Okulareinrichtung **20**, wie sie im Bereich des Okulartrichters **8** am proximalen Ende des chirurgischen Instruments **2**, beispielsweise eines Endoskops, vorgesehen ist (vgl. **Fig. 1**).

[0038] Die Okulareinrichtung **20** umfasst eine Okularfassung **22**, in der eine optische Einheit **24** aufgenommen ist. Diese umfasst wiederum ein erstes optisches Element **26** und ein zweites optisches Element **28**. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den optischen Elementen **26**, **28** beispielhaft um Linsen. Die beiden optischen Elemente **26**, **28** bilden gemeinsam die optische Einheit **24**, welche bezüglich chromatischer Aberration korrigiert ist. Ebenfalls beispielhaft ist ein Achromat dargestellt. Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen umfasst die optische Einheit **24** weitere optische Elemente, so dass beispielsweise ein Apochromat bereitgestellt wird.

[0039] Das erste optische Element **26** ist aus einem ersten Material, beispielsweise einem ersten Glas oder einer ersten Glassorte, hergestellt. Das zweite optische Element **28** ist aus einem zweiten Material, beispielsweise aus einem zweiten Glas oder einer zweiten Glassorte, hergestellt. Das zweite Material, also beispielsweise die zweite Glassorte, ist ein Material mit anormaler Dispersion. Beispielsweise handelt es sich um ein ED-Glas. Im Kontext der vorliegenden Beschreibung werden als ED-Glas auch Gläser angesehen, die beispielsweise als SLD-Glas, ELD-Glas oder UL-Glas bezeichnet werden. Eine Abbé-Zahl des zur Herstellung des zweiten optischen Elements **28** verwendeten Glases ist insbesondere größer als **75**. Beispielsweise wird zur Herstellung des

zweiten optischen Elements **28** ein Fluorid-Glas verwendet.

[0040] Das zur Herstellung des ersten optischen Elements **26** verwendete erste Material, beispielsweise die erste Glassorte, weist eine erste Abbé-Zahl auf, während das zweite Material, aus dem das zweite optische Element **28** hergestellt ist, eine zweite Abbé-Zahl aufweist. Die zweite Abbé-Zahl ist bevorzugt größer als die erste Abbé-Zahl.

[0041] Die beiden optischen Elemente **26**, **28**, beispielsweise eine als erstes optisches Element **26** verwendete konkav-konvexe Linse und eine als zweites optisches Element **28** eingesetzte bikonvexe Linse sind bevorzugt miteinander verklebt oder verkittet. Die beiden optischen Elemente **26**, **28** sind auf diese Weise miteinander verbunden. Es ist ebenso vorgesehen, dass zwischen den einander zugewandten Oberflächen des ersten und zweiten optischen Elements **26**, **28**, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel miteinander verkittet oder verklebt sind, ein Luftpalt vorgesehen ist. Bei einer solchen Ausführungsform sind die beiden optischen Elemente **26**, **28** auf andere Weise miteinander verbunden, beispielsweise durch ein Hüllrohr.

[0042] Die optische Einheit wird in die Okularfassung **22** von rechts nach links eingesetzt. Da nur eine relativ kurze Führungslänge vorhanden ist, ist eine Montagehilfe **34** vorgesehen. **Fig. 3** zeigt in einer Detailansicht die Okulareinrichtung **20**, ebenfalls in einer vereinfachten und schematischen Längsschnittsansicht mit aufgesetzter Montagehilfe **34**.

[0043] Die optische Einheit **24** ist in der Okularfassung **22** durch zumindest ein mechanisches Verbindungsselement **30** aufgenommen. Beispielsweise handelt es sich bei diesem mechanischen Verbindungsselement **30** um eine mit Klebstoff gefüllte Klebebohrung **32**. Das mechanische Verbindungsselement **32** greift lediglich am ersten optischen Element **26** an. Mit anderen Worten ist also das zweite optische Element **28** nicht direkt, sondern lediglich indirekt über das erste optische Element **26** mit der Okularfassung **22** verbunden.

[0044] Zur Verdeutlichung ist in **Fig. 3** auf der oben dargestellten Seite der Okulareinrichtung **20** eine nicht mit Klebstoff gefüllte Klebebohrung **32** dargestellt. Die an der unteren Seite der Okulareinrichtung **20** dargestellte Klebebohrung **32** ist hingegen mit einem Klebstoff gefüllt, der in Kreuzscharten dargestellt ist. Er bildet im ausgehärten Zustand das mechanische Verbindungsselement aus. Die Klebebohrung **32** erstreckt sich durch die Okularfassung **22** hindurch. Sie erstreckt sich zumindest näherungsweise in einer Radialrichtung R senkrecht zu einer optischen Achse A der optischen Einheit **24** durch die Wandung der Okularfassung **20** hindurch.

[0045] Die dargestellte Montagehilfe **34**, welche die Okularfassung **22** an ihrer Außenseite bereichsweise umschließt, ist mit einer Freibohrung versehen, die über der Klebebohrung **32** angeordnet wird, so dass eine Klebedüse bis direkt an die Klebebohrung **32** verbracht werden kann. Die Montagehilfe **34** erstreckt sich an einer Okularaustrittsseite **36** über das zweite optische Element **28** hinweg. Die optische Einheit **24** wird so während der Montage, bis der Klebstoff ausgehärtet ist, sowohl in einer Längsrichtung, also parallel zur optischen Achse A, als auch in Radialrichtung R gehalten.

[0046] Von der Okularaustrittsseite **36** her wird die Okulareinrichtung **20** betrachtet. Sofern diese in einem Endoskop vorhanden ist, wird ein am distalen Ende des Endoskopschafts **4** vorhandenes Untersuchungsfeld aus dieser Richtung betrachtet (Fig. 1). Mit anderen Worten treten die distal in den Schaft **4** des chirurgischen Instruments **2** eintretenden Lichtstrahlen an der Okularaustrittsseite **36** aus dem chirurgischen Instrument **2** wieder aus und treffen beispielsweise auf einen flächigen Bildsensor des Kameraskopfes **14**.

[0047] Die bezüglich chromatischer Aberration korrigierte optische Einheit **24** umfasst, wie bereits erwähnt, ein erstes optisches Element **26** aus einem ersten Material und ein zweites optisches Element **28** aus einem zweiten Material. Das erste Material weist einen ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten und das zweite Material einen zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf. Wird die beispielsweise in einem chirurgischen Instrument **2** vorhandene Okulareinrichtung **20** erwärmt, z.B. weil das chirurgische Instrument **2** in einem Autoklaven sterilisiert wird, so dehnen sich das erste optische Element **26** und das zweite optische Element **28** unterschiedlich stark aus. Diese durch den ersten bzw. zweiten Ausdehnungskoeffizienten bestimmte thermische Ausdehnung unterscheidet sich mitunter stark, da der zweite thermische Ausdehnungskoeffizient des zweiten optischen Elements **28** beispielsweise um einen Faktor zwei oder mehr größer ist als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient des ersten optischen Elements **26**. Um eine Beschädigung des zweiten optischen Elements **28** infolge seiner thermischen Ausdehnung, insbesondere in radialer Richtung R, also senkrecht zur optischen Achse A, vorzubeugen, ist ein Ausdehnungsraum **38** vorgesehen.

[0048] Der Ausdehnungsraum **38** für das zweite optische Element **28** erweitert den für die optische Einheit **24** in der Okularfassung **22** vorgesehenen Bauraum in Radialrichtung R. Aufgrund der annähernd maßstabsgetreuen Darstellung in den Fig. 2 und Fig. 3 ist der Ausdehnungsraum **38** in Radialrichtung R sehr klein und unterhalb der zur Darstellung verwendeten Strichbreite.

[0049] Der Ausdehnungsraum **38** erweitert einen Durchmesser der Okularfassung **22** in einem zweiten Bereich B2 des zweiten optischen Elements **28** gegenüber einem Durchmesser der Okularfassung **22** in einem ersten Bereich B1 des ersten optischen Elements **26**. Der Ausdehnungsraum **38** hat beispielsweise die Form einer in die Okularfassung **22** eingelassenen Nut oder Ausnehmung. Diese Nut oder Ausnehmung ist insbesondere in Umfangsrichtung des zweiten optischen Elements **28** geschlossen.

[0050] Als Bereich B1, B2 des ersten bzw. zweiten optischen Elements **26**, **28** werden bevorzugt diejenigen Bereiche verstanden, an denen das entsprechende optische Element **26**, **28** mit seiner Außenkante an eine Innenseite der Okularfassung **22** anschlägt (im Fall des ersten optischen Elements **26**) oder dieser zugewandt ist (im Fall des zweiten optischen Elements **28**). Der Ausdehnungsraum **38** hat beispielsweise die Form eines Hohlzylinders. An eine Innenseite dieses Hohlzylinders grenzt eine Außenseite bzw. Mantelfläche des zweiten optischen Elements **28** an. An eine Außenseite bzw. äußere Mantelfläche dieses Hohlzylinders grenzt eine Innenseite bzw. innere Mantelfläche der Okularfassung **22** an. Der Ausdehnungsraum **38** bzw. die Nut oder Ausnehmung sind insbesondere in Umfangsrichtung des zweiten optischen Elements **28** geschlossen, so dass sich dieses gleichmäßig in alle Radialrichtungen R ausdehnen kann.

[0051] Alternativ oder zusätzlich zu einer in die Okularfassung **22** eingelassene Nut oder Ausnehmung ist ferner vorgesehen, dass das zweite optische Element **28** einen geringeren Durchmesser als das erste optische Element **26** aufweist. Auch dieser Durchmesser wird in Radialrichtung R betrachtet. Auf diese Weise wird ebenfalls ein Ausdehnungsraum **38** entlang der äußeren Mantelfläche des zweiten optischen Elements **28** geschaffen.

[0052] In der Okularfassung **22** befindet sich ferner eine weitere Linse **40** (vgl. Fig. 3), die über einen Distanzring **42** von der optischen Einheit **24** beabstandet und auf diese Weise auch in der Okularfassung **22** gehalten ist. Die optische Einheit **24** bildet gemeinsam mit der weiteren Linse **40** ein Okular **44**, wie es beispielsweise von dem chirurgischen Instrument **2** (Fig. 1) in seinem Okulartrichter **8** umfasst ist. Dabei ist das zweite optische Element **28**, welches aus einem Material mit abnormaler Dispersion, beispielsweise einem ED-Glas, hergestellt ist, die Okularlinse dieses Okulars **44**.

[0053] Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden sowie auch einzelne Merkmale, die in Kombination mit anderen Merkmalen offenbart sind, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen. Erfindungsgemäße Ausführungsformen können durch

einzelne Merkmale oder eine Kombination mehrerer Merkmale erfüllt sein. Im Rahmen der Erfindung sind Merkmale, die mit „insbesondere“ oder „vorzugsweise“ gekennzeichnet sind, als fakultative Merkmale zu verstehen.

Bezugszeichenliste

- 2** chirurgisches Instrument
- 4** Schaft
- 6** Gehäuse
- 8** Okulartrichter
- 10** Lichtquelle
- 12** Anschlusskabel
- 14** Kamerakopf
- 16** Anschluss
- 20** Okulareinrichtung
- 22** Okularfassung
- 24** optische Einheit
- 26** erstes optisches Element
- 28** zweites optisches Element
- 30** mechanisches Verbindungselement
- 32** Klebebohrung
- 34** Montagehilfe
- 36** Okularaustrittsseite
- 38** Ausdehnungsraum
- 40** weitere Linse
- 42** Distanzring
- 44** Okular
- A** optische Achse
- R** Radialrichtung
- B1** Bereich des ersten optischen Elements
- B2** Bereich des zweiten optischen Elements

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0501088 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Okulareinrichtung (20) für ein chirurgisches Instrument (2), insbesondere für ein Endoskop, wobei die Okulareinrichtung (20) eine Okularfassung (22) und zumindest eine optische Einheit (24), die in der Okularfassung (22) aufgenommen ist, umfasst, wobei die optische Einheit (24) zumindest ein erstes optisches Element (26) und ein damit verbundenes zweites optisches Element (28) umfasst, wobei das zweite optische Element (28) aus einem zweiten Material mit anomaler Dispersion hergestellt ist und das erste und das zweite optische Element (26, 28) gemeinsam eine bezüglich chromatischer Aberration korrigierte optische Einheit (24) bilden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Okularfassung (22) einen Ausdehnungsraum (38) für das zweite optische Element (28) umfasst, wobei der Ausdehnungsraum (38) einen für die optische Einheit (24) vorgesehenen Bauraum in einer radialen Richtung (R) erweitert.

2. Okulareinrichtung (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufnehmen der optischen Einheit (24) in der Okularfassung (22) zumindest ein mechanisches Verbindungselement (30) zwischen der Okularfassung (22) und dem ersten optischen Element (26) vorhanden ist.

3. Okulareinrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ausdehnungsraum (38) einen Durchmesser der Okularfassung (22) im Bereich (B2) des zweiten optischen Elements (28) gegenüber einem Durchmesser der Okularfassung (22) im Bereich (B1) des ersten optischen Elements (26) vergrößert, wobei als Ausdehnungsraum (38) insbesondere eine in die Okularfassung (22) eingelassene, ferner insbesondere in Umfangsrichtung des zweiten optischen Elements (28) geschlossene, Nut oder Ausnehmung vorhanden ist.

4. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite optische Element (28) einen geringeren Durchmesser als das erste optische Element (26) aufweist.

5. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mechanische Verbindungselement (30), mit der das erste optische Element (26) in der Okularfassung (22) gehalten ist, eine mit Klebstoff gefüllte Klebebohrung ist.

6. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Material einen ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten und das zweite Material einen zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, wobei der zweite thermische Ausdehnungskoeffizient, insbesondere zumindest um einen Faktor zwei,

größer als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient ist.

7. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste optische Element (26) aus einem ersten Material mit einer ersten Abbé-Zahl und das zweite optische Element (28) aus einem zweiten Material mit einer zweiten Abbé-Zahl hergestellt ist, wobei die zweite Abbé-Zahl größer als die erste Abbé-Zahl ist.

8. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Material ein ED-Glas ist und insbesondere eine Abbé-Zahl des zweiten Glases größer als 75 ist.

9. Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optischen Elemente (26, 28) Linsen sind und die optische Einheit (24) ein Achromat oder ein Apochromat ist.

10. Okular (44) umfassend eine Okulareinrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Einheit (24) eine Okularlinse des Okulars (44) umfasst.

11. Chirurgisches Instrument (2), insbesondere Endoskop, umfassend ein Okular (44) nach Anspruch 10.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

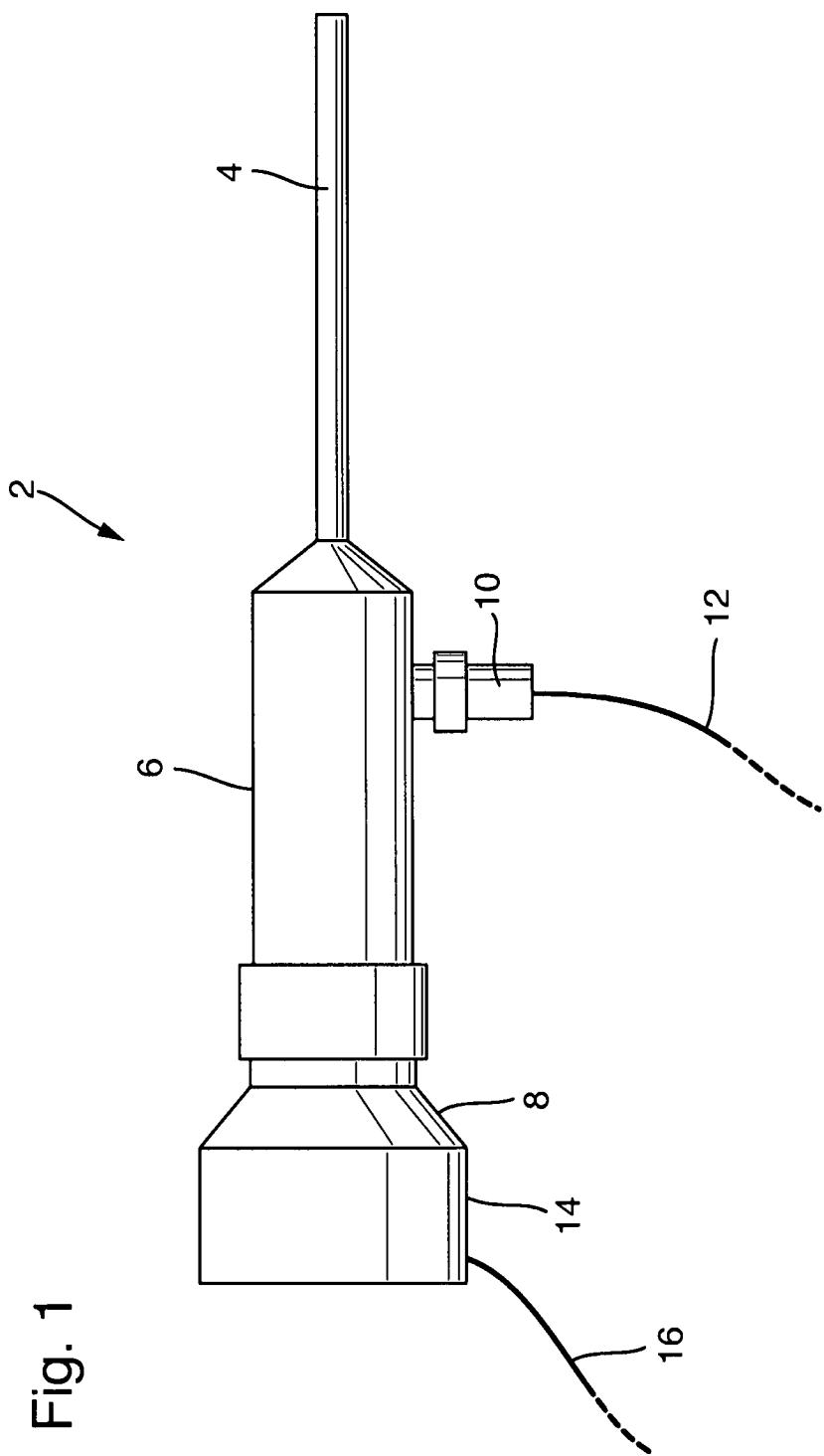


Fig. 1

Fig. 2

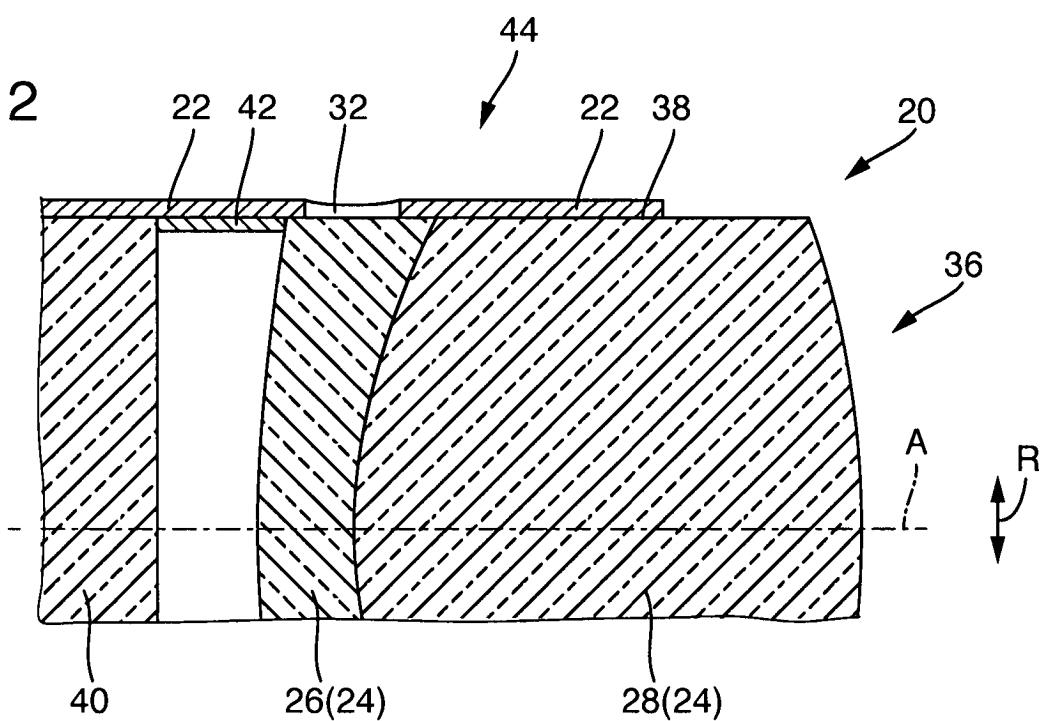


Fig. 3

