

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Oktober 2011 (06.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/120688 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 5/00 (2006.01) A61B 1/04 (2006.01)
G02B 21/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/001603

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2011 (30.03.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 016 264.7 31. März 2010 (31.03.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT
MÜNCHEN [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Platz 1,
80539 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STEPP, Herbert [DE/
DE]; Richard-Wagner-Strasse 63, 82152 Planegg (DE).
SCHACHENMAYR, Hilmar [DE/AU]; 22 Edenbrook
Terrace, Clarkson, WA 6030 (AU).

(74) Anwälte: LUCKE, Andreas et al.; Boehmert & Boeh-
mert, Pettenkoferstrasse 20-22, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

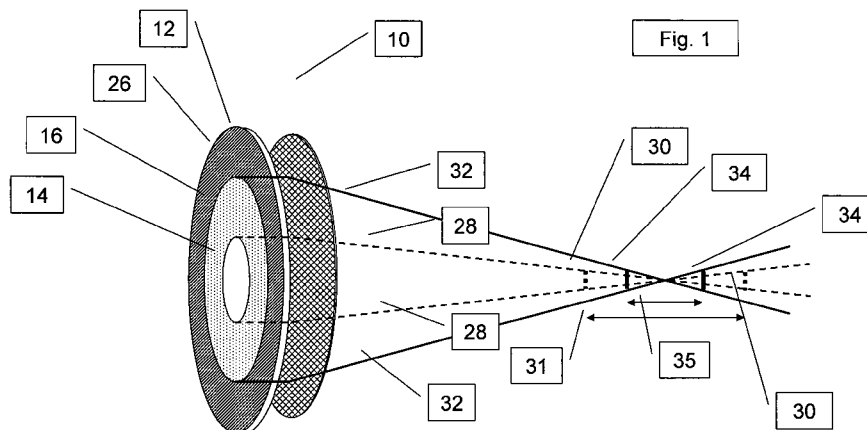
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: WAVELENGTH-DEPENDENT APERTURE AND FLUORESCENCE ENDOSCOPY

(54) Bezeichnung : WELLENLÄNGENABHÄNGIGE BLENDE UND FLUORESZENZENDOSKOPIE



(57) Abstract: The invention relates to an aperture device (10), in particular for fluorescence endoscopy. The aperture device (10) comprises a first, radial inner region (14) transparent to light at least for a predetermined spectral range. Said device further comprises a second region (16) radially outwardly enclosing the first region (14) and comprising an increased transmission for one or more spectral segments of said predetermined spectral range relative to the remainder of the predetermined spectral range. The second region (16) is radially outwardly enclosed by a third region (26) that is opaque to light or substantially opaque to light for the entire predetermined spectral range.

(57) Zusammenfassung: Gezeigt wird eine Blendenvorrichtung (10), insbesondere für die Fluoreszenzendoskopie. Die Blendenvorrichtung (10) umfasst einen ersten, radial inneren Bereich (14), der zumindest für einen vorbestimmten Spektralbereich lichtdurchlässig ist. Ferner umfasst sie einen zweiten Bereich (16), der den ersten Bereich (14) radial außen umgibt und der für einen oder mehrere spektrale Ausschnitte aus dem genannten vorbestimmten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/120688 A1



Spektralbereich eine gegenüber dem Rest des vorbestimmten Spektralbereichs erhöhte Transmission aufweist. Der zweite Bereich (16) wird radial außen von einem dritten Bereich (26) umgeben, der für den gesamten vorbestimmten Spektralbereich lichtundurchlässig oder im Wesentlichen lichtundurchlässig ist.

Wellenlängenabhängige Blende und Fluoreszenzendoskopie

5 GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Blendenvorrichtung, insbesondere für die Fluoreszenzendoskopie sowie ein Endoskop mit einer derartigen Blendenvorrichtung. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Detektieren von Licht, welches insbesondere in einem Fluoreszenzendoskop oder -mikroskop zum Einsatz kommen kann.

HINTERGRUND UND STAND DER TECHNIK

Die Fluoreszenzendoskopie ist ein spezielles endoskopisches Untersuchungsverfahren, bei dem Substanzen eingesetzt werden, die mit fluoreszierenden Farbstoffen, sogenannten Fluorochromen markiert sind. Diese Substanzen werden Patienten als Arzneimittel verabreicht und reichern sich aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften verstärkt in Dysplasien oder Tumoren an. Die Fluorochrome können mit einer bestimmten Anregungswellenlänge angeregt werden und emittieren dann Licht mit einer bestimmten Emissionswellenlänge, die größer als die Anregungswellenlänge ist. Da die Konzentration der Fluorochrome in den Dysplasien oder Tumoren größer als im gesunden Gewebe ist, können diese durch verstärkte Fluoreszenzmission sichtbar gemacht werden. Dadurch lassen sich auch solche Tumoren oder Dysplasien erkennen, die in der herkömmlichen Weißlichtendoskopie nicht ohne Weiteres an typischen morphologischen Kriterien erkennbar wären.

Ein Fluoreszenzendoskop ist typischerweise sowohl zur Weißlichtendoskopie als auch zur Fluoreszenzendoskopie ausgelegt. Zu diesem Zweck hat das Fluoreszenzendoskop üblicherweise eine Beleuchtungseinrichtung, mit der das zu untersuchende Gewebe sowohl mit Weißlicht als auch mit Licht mit der Anregungsfrequenz der eingesetzten Fluorochrome beleuchtet werden kann. Zur Aufnahme der Bilder werden dabei üblicherweise in beiden Betriebsmodi dieselbe Optik und derselbe Bildsensor verwendet, bei dem es sich beispielsweise um einen

CCD-Sensor handeln kann. Aufgrund des geringen verfügbaren Platzes in einer Endoskopspitze ist die Optik verhältnismäßig einfach gestaltet und enthält daher in der Regel ein sogenanntes Fix-Fokus-Objektiv, d.h. ein Objektiv, dessen Brennweite nicht verstellbar ist. Damit trotz der unveränderlichen Brennweite des Objektivs Gewebe aus unterschiedlichen Abständen mit einer ausreichenden Bildschärfe aufgenommen werden kann, ist eine entsprechend hohe Schärfentiefe erforderlich, die ihrerseits durch eine entsprechend kleine Blendenapertur im Objektiv realisiert wird. Allerdings sinkt mit der Apertur auch die Lichtstärke des aufgenommenen Bildes. Während dies für die Weißlichtendoskopie in der Regel unproblematisch ist, stellt dies für die Bildaufnahme im Fluoreszenzmodus ein erhebliches Problem dar, da das Fluoreszenzsignal wesentlich schwächer als das Weißlichtsignal ist und daher mit einer erhöhten Empfindlichkeit detektiert werden muss. In der Praxis muss daher ein Kompromiss zwischen ausreichender Schärfentiefe einerseits und ausreichender Lichtstärke der Optik andererseits gefunden werden. Solange ein und dieselbe unveränderliche Optik sowohl für die Aufnahme von Weißlicht- als auch von Fluoreszenzbildern verwendet werden soll, scheint dieser Kompromiss unauflösbar zu sein.

Das deutsche Gebrauchsmuster DE 298 10 959 U1 offenbart ein Objektiv mit einer Blende zur Verbesserung der Schärfentiefe bei einer CCD-Kamera in einem Endoskop. Diese Schrift befasst sich nicht mit der Lichtstärke, sondern lediglich damit, eine möglichst große Schärfentiefe zu erzeugen. Wird nämlich die Apertur zur Erhöhung der Schärfentiefe extrem klein gewählt, treten Beugungseffekte auf, die ihrerseits die Auflösung der Bilddarstellung begrenzen. Das Gebrauchsmuster schlägt hierzu eine Blende vor, die in einem zentralen Bereich eine radial gleichmäßige Transmissionsfunktion aufweist, jedoch in einem an diesen zentralen Bereich angrenzenden, radialen Übergangsbereich nach und nach gegen Null abfällt. Dadurch wird im Vergleich zu einer üblichen radial-rechteckförmigen Transmissionsfunktion bei gleicher Schärfentiefe eine Verringerung der Beugungseffekte und daher eine verbesserte Auflösung erhalten. Der Effekt ist nicht wellenlängenselektiv und bietet daher keine Lösung des Schärfentiefeproblems bei kombinierten Fluoreszenz/Weißlichtendoskopen.

Aus der DE 10 2006 006 014 ist ein Mikroskopie-System zur Beobachtung von Fluoreszenzlicht eines Fluorochroms bekannt, bei dem das Beleuchtungssystem ein steuerbares Filterrad

umfasst, mit dem unterschiedliche Filter in den Beleuchtungsstrahlengang eingeschwenkt werden können. Dadurch ist es möglich, aus dem Beleuchtungslicht den Spektralbereich auszufiltern, der der Wellenlänge der Fluoreszenzemission des Fluorochroms entspricht. Das Mikroskop enthält ferner ein kombiniertes Blenden- und Filterradd, in dem Blenden mit unterschiedlicher Apertur und Filter mit unterschiedlichen Transmissionscharakteristika enthalten sind. Beim Moduswechsel zwischen Weißlicht und Fluoreszenz muss jedoch die Blendenöffnung mechanisch verändert bzw. angepasst werden.

10 ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung für den oben beschriebenen Kompromiss zwischen Schärfentiefe und Lichtstärke aufzufinden, ohne mechanisch oder anderweitig veränderbare Komponenten im Bereich des Objektives und/oder Sensors vorzusehen.

Diese Aufgabe wird durch eine Blendenvorrichtung, insbesondere für die Fluoreszenzendoskopie, nach Anspruch 1 gelöst. Diese Aufgabe wird ferner durch ein Endoskop nach Anspruch 10 und ein Verfahren nach Anspruch 14 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung schlägt eine Blendenvorrichtung vor, die einen ersten, radial inneren Bereich umfasst, der zumindest für einen vorbestimmten Spektralbereich lichtdurchlässig ist. Bei dem vorbestimmten Spektralbereich kann es sich beispielsweise um den für das menschliche Auge sichtbaren Spektralbereich und einen Teil des IR-Spektrums handeln, in das Fluoreszenzemissionen fallen können. Die Blendenvorrichtung umfasst ferner einen zweiten Bereich, der den ersten Bereich radial außen umgibt und der für einen oder mehrere spektrale Ausschnitte aus dem genannten vorbestimmten Spektralbereich eine gegenüber dem Rest des vorbestimmten Spektralbereichs erhöhte Transmission aufweist. Ferner umfasst die Blendenvorrichtung optional einen dritten Bereich, der den zweiten Bereich radial außen umgibt und für den gesamten vorbestimmten Spektralbereich lichtundurchlässig oder im Wesentlichen lichtundurchlässig ist. Dieser dritte Bereich kann auf vielfältige Weise gebildet sein, und muss nicht notwendi-

gerweise Teil der Blende im eigentlichen Sinne sein. Stattdessen kann der dritte Bereich auch durch einen Abschnitt eines Gehäuses gebildet sein, in dem die Blendeneinrichtung angeordnet ist.

- 5 Da der zweite Bereich den ersten Bereich radial außen umgibt, definiert er eine erste Apertur für den Teil des Lichtspektrums, für den die Transmission im zweiten Bereich gering ist oder im Idealfall verschwindet. Da die erste Apertur verhältnismäßig klein gewählt werden kann, lässt sich für Licht aus diesem Spektralbereich eine erhöhte Schärfentiefe erhalten. Der zweite Bereich hat jedoch eine erhöhte Transmission für einen oder mehrere spektrale Ausschnitte
- 10 aus dem vorbestimmten Spektralbereich, wirkt also mit anderen Worten wie ein Bandpass-Filter für bestimmte bevorzugte Frequenzen bzw. Frequenzbereiche. Für diese bevorzugten Frequenzen wird die effektive Apertur der Blende erst durch den lichtundurchlässigen dritten Bereich definiert, der radial außen an den zweiten Bereich anschließt. Diese effektive zweite Apertur ist größer als die erste Apertur, was bedeutet, dass die Lichtstärke für den speziellen
- 15 spektralen Ausschnitt bzw. das vom zweiten Bereich bevorzugte Frequenzband erhöht wird, freilich auf Kosten der Schärfentiefe für diesen Spektralbereich.

Im Ergebnis erhält man also eine wellenlängenselektive Blende mit einer ersten, kleineren Apertur, die für den größten Teil des Lichtspektrums gilt und einer zweiten, größeren Apertur,

20 die nur für das oder die von dem zweiten Bereich bevorzugten Frequenzband bzw. Frequenzbänder gilt.

Unter Bezugnahme auf das obige Beispiel der Fluoreszenzendoskopie kann dann der zweite Bereich so gewählt werden, dass er gerade die Frequenzen der Fluoreszenzemission durch-

25 lässt, so dass die Fluoreszenzbilder mit der zweiten Apertur und folglich mit erhöhter Lichtstärke aufgenommen werden können. Die Weißlichtbilder hingegen sind zumindest annähernd so scharf wie bei einer gewöhnlichen Blende mit der ersten Apertur, jedenfalls dann, wenn der größte Teil des Weißlichtspektrums von dem zweiten Bereich geblockt wird. Im Ergebnis lassen sich also mit ein und derselben Optik lichtstarke Fluoreszenzbilder mit ver-

30 ringter Schärfentiefe und Weißlichtbilder mit erhöhter Schärfentiefe erhalten.

Man beachte, dass der „vorbestimmte Spektralbereich“ der sichtbare Spektralbereich sein kann. In diesem Fall liegt bzw. liegen das oder die bevorzugten Frequenzbänder des zweiten Bereichs, d. h. die Durchlassbänder, ebenfalls im sichtbaren Bereich. Dies ist bei Anwendungen der Fall, in denen die zu berücksichtigenden Fluoreszenzemissionen ebenfalls im sichtbaren Bereich liegen. Die Erfinder haben erkannt, dass falls eine verringerte Schärfentiefe nur für einen Ausschnitt aus dem sichtbaren Spektrum gilt, auch eine daraus resultierende Unschärfe nur für die entsprechende Farbkomponente eines Weißlichtbildes zum Tragen kommt, das Weißlichtbild als Ganzes dadurch jedoch kaum oder nur wenig an Schärfe verliert, wie unten anhand eines Ausführungsbeispiels demonstriert wird.

10

Je nach Anwendung kann es von Vorteil sein, wenn der zweite Bereich mehrere Transmissionsbänder aufweist, die unterschiedlichen Fluorochromen entsprechen. Beispielsweise kommen für die Fluoreszenzvideoendoskopie die Fluorochrome durch 5-ALA induziertes Porphyrin (zugelassen für die fluoreszenzgestützte Resektion des Glioblastoms), durch h-ALA induziertes Porphyrin (zugelassen für die Fluoreszenzzystoskopie) oder Hypericinanwendungen in Frage. Um ein universell einsetzbares Gerät zu schaffen, könnte man beispielsweise zwei jeweils 15 nm breite Transmissionsbänder im zweiten Bereich vorsehen, die um die Fluoreszenzemissionswellenlängen für Porphyrine bzw. Hypericin bei 635 nm bzw. 600 nm zentriert wären. Falls der zweite Bereich zur selektiven Transmission von mehreren Fluoreszenzfrequenzen ausgebildet ist, kann der seinerseits unterteilt werden, um an die typischen Intensitäten des Fluoreszenzemissionslichts für die betreffenden Fluorochrome angepasst zu werden. Nehmen wir beispielsweise an, dass dieselbe Blendenvorrichtung wahlweise in Verbindung mit einem ersten Fluorochrom und einem zweiten Fluorochrom eingesetzt werden soll, und die Intensität der Fluoreszenzemission für das zweite Fluorochrom in der Praxis geringer ist als für das erste. Dann könnte der zweite Bereich einen radial inneren Abschnitt aufweisen, der für die Fluoreszenzemissionswellenlängen des ersten und des zweiten Fluorochroms durchlässig wäre, und einen radial äußeren Abschnitt, der nur für die Fluoreszenzwellenlänge des zweiten Fluorochroms durchlässig wäre und speziell für diese eine größere Apertur bereitstellt, als für die Fluoreszenzwellenlänge des ersten Fluorochroms.

30

Obwohl die erfindungsgemäße Blendenanordnung besonders geeignet für die Fluoreszenzen-
doskopie ist, ist sie nicht auf diese Anwendung beschränkt, sondern kann ganz allgemein
dann zum Einsatz kommen, wenn bestimmte spektrale Bereiche eines Lichtsignals mit erhöh-
ter Empfindlichkeit detektiert werden sollen.

5

Vorzugsweise ist der Außenumfang des ersten Bereiches und/oder der Außenumfang des
zweiten Bereiches kreisförmig. Wenn beide Außenumfänge kreisförmig sind, hat der zweite
Bereich eine ringförmige Gestalt.

- 10 Optimalerweise beträgt die Transmission des zweiten Bereiches in dem genannten spektralen
Ausschnitt nahezu 100% und außerhalb des Ausschnittes nahezu 0%. Jedoch kann der be-
schriebene gewünschte Effekt auch für weniger ideale Transmissionscharakteristika erzielt
werden. Vorzugsweise übersteigt jedoch im zweiten Bereich die mittlere Transmission für
Licht im genannten spektralen Ausschnitt die mittlere Transmission für den Rest des vorbe-
15 stimmten Spektrums um einen Faktor von mindestens 3, vorzugsweise von mindestens 5.

- Vorzugsweise beträgt im zweiten Bereich die mittlere Transmission für Licht innerhalb des
spektralen Ausschnittes mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 75%. Für Licht im Rest
des vorbestimmten Spektralbereichs beträgt die mittlere Transmission im zweiten Bereich
20 jedoch vorzugsweise höchstens 25%, besonders vorzugsweise höchstens 10%.

- In einer bevorzugten Ausführungsform wird der zweite Bereich durch einen Bereich auf ei-
nem Substrat gebildet, der mit einer wellenlängenselektiven Beschichtung beschichtet ist.
Eine geeignete Beschichtung könnte beispielsweise eine Interferenzfilter-Beschichtung sein.

25

- Der erste Bereich zeichnet sich dadurch aus, dass er zumindest für einen vorbestimmten
Spektralbereich lichtdurchlässig ist. Er könnte beispielsweise durch einen unbeschichteten
Bereich auf einem Substrat gebildet sein, oder durch einen Bereich mit einer Breitband-
Antireflexbeschichtung, d.h. einer Antireflexbeschichtung, die innerhalb des vorbestimmten
30 Spektralbereiches nicht wellenlängenselektiv ist. Der erste Bereich kann jedoch auch einfach
durch eine Öffnung in einem Substrat gebildet sein.

Das Verhältnis der Lichtstärken für den spektralen Ausschnitt und den Rest des vorbestimmten Spektralbereichs hängt von dem Verhältnis der Fläche A_2 des zweiten Bereichs zur Fläche A_1 des ersten Bereichs ab. Das Verhältnis $A_2 : A_1$ beträgt vorzugsweise 0,75 bis 4, besonders vorzugsweise 1 bis 3.

Die Erfindung betrifft ferner ein Endoskop, insbesondere ein Endoskop zur Fluoreszenzendoskopie, das eine Blendenvorrichtung nach einer der oben beschriebenen Ausführungsformen enthält.

Vorzugsweise enthält das Endoskop ferner eine Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen von Beleuchtungslicht in dem genannten vorbestimmten Spektralbereich, dessen mittlere Intensität in einem Ausschnitt des vorbestimmten Spektralbereichs, für den die Transmission des zweiten Bereiches der Blendenvorrichtung erhöht ist, geringer ist als die mittlere Intensität im Rest des Spektrums des Beleuchtungslichtes. Hierbei umfasst der vorbestimmte Spektralbereich zumindest den gesamten Spektralbereich, der für die Weißlicht-Endoskopie benötigt wird. Nach dieser Weiterbildung wird in dem Weißlicht-Beleuchtungsspektrum der Frequenzbereich unterdrückt, der von dem zweiten Bereich der Blendenvorrichtung durchgelassen würde, also der Bereich, für den die größere, zweite Apertur gilt und der somit ein Bild mit verringerter Schärfentiefe erzeugen würde. Dadurch wird die Schärfentiefe des – um den unterdrückten Spektralbereich verringerten – Weißlichtbildes erhöht. In der Tat ist die Schärfentiefe des Weißlichtbildes in diesem Fall nicht geringer als im Falle einer herkömmlichen Blende mit der ersten Apertur.

Allerdings ist das erhaltene Bild kein echtes Weißlichtbild mehr, weil der unterdrückte Spektralbereich fehlt. Wenn der unterdrückte Spektralbereich jedoch nicht einen vollständigen Farbkanal abdeckt, was in der Praxis nicht zu erwarten ist, kann das erhaltene Bild durch einen Weißabgleich zu einem naturgetreuen Weißlichtbild korrigiert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Beleuchtungsvorrichtung eine Lichtquelle und einen Filter, der im Lichtweg des Beleuchtungslichtes angeordnet ist und dessen Trans-

mission in dem genannten Ausschnitt des vorbestimmten Spektrums verringert ist. Durch den Filter können daher genau die Frequenzen des vorbestimmten Spektrums geblockt werden, die von dem zweiten Bereich der Blendenvorrichtung durchgelassen würden und somit die Schärfentiefe des Bildes verschlechtern würden.

5

Vorzugsweise ist bei dem Endoskop die Blendenvorrichtung zwischen einem CCD-Sensor und einem Objektiv angeordnet, und/oder im Objektiv integriert. Bei dem Bildsensor handelt es sich vorzugsweise um einen CCD-Sensor. Bei dem Objektiv kann es sich um ein Fix-Fokus-Objektiv handeln, welches sich aufgrund seiner geringen Größe besonders für ein Endoskop eignet. Durch die im Rahmen der Erfindung verbesserte Schärfentiefe bei einer gleichzeitig erhöhten Lichtstärke für selektive Frequenzen lassen sich auch mit einem Fix-Fokus-Objektiv in der Praxis ausreichend scharfe Bilder für die Weißlicht-Bildgebung und ausreichend lichtstarke Bilder für die Fluoreszenzbildgebung ohne mechanische oder elektronische Blenden-Veränderung erzeugen.

15

BESCHREIBUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, in der die Blendenvorrichtung und das Endoskop anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahmen auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden. Darin zeigen:

20

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Blendenvorrichtung nach einer Weiterbildung der Erfindung;
- Fig. 2 das Fluoreszenzemissionsspektrum eines Fluorochroms sowie die Transmissionscharakteristik des zweiten Blendenbereiches und eines Filters im Lichtweg des Beleuchtungslichtes und
- Fig. 3A bis 3G eine Abfolge von Endoskopiebildern zur Demonstration der Funktionsweise der Blendenvorrichtung.

25

In Fig. 1 ist eine Blendenvorrichtung 10 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Die Blendenvorrichtung 10 umfasst ein lichtdurchlässiges kreisförmiges Substrat 12, welches

30

in einem ersten, radial inneren Bereich 14 unbeschichtet ist und damit für Licht im gesamten sichtbaren Spektrum durchlässig ist.

Der erste Bereich ist von einem ringförmigen zweiten Bereich 16 umgeben, der mit einer wellenlängenselektiven Beschichtung beschichtet ist. Die Beschichtung des zweiten Bereiches 16 ist so geartet, dass sie einen Bandpassfilter für die Transmission von Licht bildet, der ein bestimmtes Frequenzband, hier einen spektralen Ausschnitt aus dem Spektrum sichtbaren Lichtes, mit einer Transmission von nahezu 100% durchlässt und Licht mit Frequenzen außerhalb dieses Frequenzbandes nahezu vollständig blockt. Die Transmissionscharakteristik des zweiten Bereiches 16 der Blendenvorrichtung 10 ist in Fig. 2 durch die durchgezogene Linie 18 dargestellt. Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, liegt das durchgelassene Band vollständig im roten Bereich 20 des Lichtspektrums, deckt diesen jedoch nicht vollständig ab. Neben dem roten Bereich 20 sind in Fig. 2 auch der grüne Bereich 22 und der blaue Bereich 24 des sichtbaren Spektrums gekennzeichnet.

Radial außerhalb des zweiten Bereiches 16 befindet sich bei der Blendenvorrichtung 10 ein dritter ringförmiger Bereich 26, der für das gesamte sichtbare Spektrum lichtundurchlässig ist. In der Darstellung von Fig. 1 ist hinter der Blendenvorrichtung 10 ein schematisch dargestelltes Linsensystem 27 gezeigt, welches selbst jedoch nicht Teil der Blendenvorrichtung ist.

Im Folgenden wird die Funktionsweise der Blendenvorrichtung 10 von Fig. 1 beschrieben. Für alle Frequenzen außerhalb des Transmissionsbandbereiches 18 ist der zweite Bereich 16 der Blendenvorrichtung 10 undurchlässig, so dass für diese Frequenzen die Apertur der Blendenvorrichtung 10 durch die Grenze zwischen dem zweiten Bereich 16 und dem ersten Bereich 14 gebildet wird. Mit anderen Worten entspricht die wirksame Blendenöffnung für diese Frequenzen dem Durchmesser des ersten Bereiches 14 und wird im Folgenden „erste Apertur“ genannt. Für Licht innerhalb des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches ist der zweite Bereich 16 hingegen durchlässig, so dass für dieses Licht eine zweite, größere Apertur durch die Grenze zwischen dem zweiten Bereich 16 und dem dritten Bereich 26 definiert wird.

Je größer die Apertur einer Blende, desto größer ist die Lichtstärke und desto kleiner ist die Schärfentiefe der Optik. Für Licht außerhalb des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches 16 wirkt die erste, kleine Apertur, so dass in diesem Spektralbereich ein lichtschwächeres Bild mit höherer Schärfentiefe erzeugt wird. In Fig. 1 sind Lichtstrahlen aus diesem Spektralbereich gestrichelt gezeichnet und mit Bezugszeichen 28 bezeichnet. Zwei exemplarische Unschärfekreise 30 sind für diesen Spektralbereich eingezeichnet. Der Abstand 31 zwischen diesen beiden Unschärfekreisen in Längsrichtung der optischen Achse entspricht dem zugehörigen Schärfentiefebereich. Für Licht mit Frequenzen innerhalb des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches 16 gilt die zweite, größere Apertur, wie durch die durchgezogenen Lichtstrahlen 32 in Fig. 1 angedeutet ist. Für diese Frequenzen wird die Optik aufgrund der größeren Apertur lichtstärker, allerdings nimmt die Schärfentiefe ab, wie durch die entsprechenden Unschärfekreise 34 und den zugehörigen Schärfentiefebereich 35 angedeutet ist.

Wenn mit der Blendenvorrichtung 10 ein Weißlicht abgebildet wird, ergibt sich ein unterschiedliches Abbildungsverhalten für unterschiedliche Farbkomponenten desselben, je nachdem ob sie innerhalb oder außerhalb des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches 16 liegen: die Farbkomponenten innerhalb des Durchlassbandes sind aufgrund der verringerten Schärfentiefe in der Regel weniger scharf und in der Lichtstärke aufgrund der vergrößerten Apertur im Weißlichtbild überrepräsentiert. Da das Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 jedoch nur einen verhältnismäßig geringen Ausschnitt des gesamten Weißlichtspektrums darstellt, erscheint das Weißlichtbild als Ganzes wesentlich schärfer als ein Weißlichtbild, welches mit einer herkömmlichen Blendenvorrichtung mit der zweiten, größeren Apertur aufgenommen wäre. Die Überrepräsentierung der Farbkomponente aus dem Transmissionsband kann in einem der Blendenvorrichtung 10 nachgeschalteten Bildsensor, beispielsweise einem CCD-Sensor (nicht gezeigt) durch einen Weißabgleich kompensiert werden. Konkret würden in diesem Falle die Messwerte der roten Pixel eines CCD-Sensors nach unten korrigiert, weil der rote Teil des Weißlichtspektrums im Bild überrepräsentiert wäre (siehe Fig. 2). Zusätzlich oder alternativ dazu kann auch in der Beleuchtungslichtquelle die Intensität des sonst überrepräsentierten Wellenlängenbereiches passend reduziert werden, z. B. durch Einbau eines Bandpass-Blocking-Filters oder bei RGB-Lichtquellen durch entsprechend elektronisch heruntergeregelter Lichtleistung der entsprechenden Einzelquelle oder Einzelquellen. Im Ergebnis ges-

tattet es die Blendenvorrichtung 10 somit, Weißlichtbilder zu erzeugen, deren Schärfentiefe annähernd so groß ist wie diejenige einer herkömmlichen Blende mit der ersten, kleineren Apertur.

5 Gleichzeitig gestattet die Blendenvorrichtung 10 es jedoch, Licht innerhalb des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches mit einer größeren Lichtstärke abzubilden, die der zweiten Apertur entspricht. Dies kann beispielsweise in dem Fluoreszenzmodus eines Fluoreszenz-

10 doskops ausgenutzt werden, nämlich wenn die Lage des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches 16 auf die Fluoreszenzemissionswellenlänge des betreffenden Fluorochroms angepasst ist. In Fig. 2 ist unter Bezugszeichen 36 das Fluoreszenzemissionsspektrum eines Fluorochroms gezeigt. Wie Fig. 2 weiter zu entnehmen ist, befindet sich fast das ganze Fluoreszenzemissionsspektrum 36 des Fluorochroms in dem Transmissionsband 18 des zweiten Be-

reiches 16, sodass für die Fluoreszenzemission effektiv die zweite, größere Apertur wirksam ist, die die für den Fluoreszenzmodus erforderliche höhere Lichtstärke bereitstellt.

15 Obwohl also ein und dieselbe Blendenvorrichtung 10 sowohl für den Weißlichtmodus als auch den Fluoreszenzmodus verwendet wird, wird der eingangs beschriebene Kompromiss zwischen Lichtstärke und Schärfentiefe aufgelöst. Verglichen mit einer herkömmlichen Blende, deren Apertur beispielsweise genau zwischen der ersten und der zweiten Apertur der

20 Blendenvorrichtung 10 von Fig. 1 läge, ergibt sich ein Weißlichtbild mit einer verbesserten Schärfentiefe und ein Fluoreszenzbild mit einer verbesserten Lichtstärke.

Die Blendenvorrichtung 10 erweist sich insbesondere bei der Verwendung für Fluoreszenz-

25 doskope als besonders nützlich, weil man bei diesen in der Regel aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Platzes gezwungen ist, ein und dieselbe Abbildungsoptik für beide Betriebsmodi, nämlich Weißlichtbetrieb und Fluoreszenzbetrieb zu verwenden. In diesem Zusammenhang gestattet es die Blendenvorrichtung 10 der Erfindung eine nicht verstellbare, Fix-Fokus-Abbildungsoptik zu schaffen, die trotzdem auf die Bedürfnisse der einzelnen Betriebsmodi optimal abgestimmt ist.

Die Blendenvorrichtung 10 kann jedoch auch in anderen Anwendungen vorteilhaft zum Einsatz kommen, beispielsweise bei Fluoreszenzmikroskopen, bei denen im Prinzip derselbe Widerstreit zwischen Lichtstärke und Schärfentiefe besteht. Noch allgemeiner kann die Blendenvorrichtung 10 in jeglichen Verfahren zum Detektieren von Licht vorteilhaft zum Einsatz kommen, bei denen Licht in einem bestimmten spektralen Ausschnitt eines vorbestimmten Spektralbereiches mit einer erhöhten Empfindlichkeit zu detektieren ist, und bei dem das Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 dann so gewählt wird, dass der mit der erhöhten Empfindlichkeit zu detektierende spektrale Ausschnitt von diesem durchgelassen wird.

Die Schärfe des Weißlichtbildes kann weiter verbessert werden, wenn der Farbanteil des Weißlichtbildes, der in dem Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 liegt und daher tendenziell weniger scharf ist, unterdrückt wird. Dies kann beispielsweise durch eine geeignete Beleuchtungsquelle zum Erzeugen von Beleuchtungslicht erreicht werden, dessen mittlere Intensität in dem dem Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 entsprechenden Spektralbereich verringert oder unterdrückt ist. Dazu kann beispielsweise eine gewöhnliche Weißlicht-Lichtquelle in Verbindung mit einem Filter verwendet werden, der im Lichtweg des Beleuchtungslichtes angeordnet ist und dessen Transmission in dem Frequenzbereich des Transmissionsbandes des zweiten Bereiches 16 verringert ist. In Fig. 2 ist die Transmissionscharakteristik dieses Filters durch eine gestrichelte Linie 38 dargestellt. Dies hat zur Folge, dass die unscharfe Komponente des Weißlichtbildes geschwächt wird oder vollständig fehlt, wodurch das Weißlichtbild insgesamt schärfer wird. Gleichzeitig führt das Unterdrücken der unscharfen Farbkomponente des Weißlichtbildes natürlich zu einer Verfälschung des Farbeindrucks des Weißlichtbildes. Solange jedoch der unterdrückte Bereich nicht einen vollständigen Farbkanal ausblendet, kann dieser Fehler durch einen Weißabgleich korrigiert werden. Unter Bezugnahme wiederum auf Fig. 2 ist zu erkennen, dass durch die Filtercharakteristik 38 für das Beleuchtungslicht zwar die grüne Farbkomponente in geringerem Umfang und die rote Farbkomponente in größerem Umfang geschwächt wird, dies jedoch durch eine geeignete Skalierung der Messsignale der grünen bzw. roten Pixel des Bildsensors ohne Weiteres kompensiert werden kann.

Abschließend wird unter Bezugnahme auf Fig. 3A bis 3G der technische Effekt der erfindungsgemäßen Blendenvorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Endoskops illustriert. Fig. 3A zeigt ein endoskopisch gewonnenes Weißlichtbild einer Mundhöhle, bei dem eine herkömmliche Blende mit einer ersten, kleineren Apertur verwendet wurde. Fig. 3B zeigt das Ergebnis einer Simulation, die anzeigt, wie sich das Bild verändert hätte, wenn statt der ersten, kleineren Apertur eine zweite, größere Apertur verwendet worden wäre. Dazu wurden alle drei Farbkanäle des endoskopischen Bildes von Fig. 3A durch Anwendung eines sogenannten Gauss-blur-Filters verschmiert, dessen Effekt dem Effekt einer verringerten Schärfentiefe auf das Bild sehr nahe kommt. Wie Fig. 3B zu entnehmen ist, ist das entsprechende Weißlichtbild wesentlich unschärfer als das Bild von Fig. 3A und zeigt sehr realistisch den Effekt, den eine verringerte Schärfentiefe auf das Bild hat, wenn der Abstand zwischen dem Objektiv und dem betrachteten Objekt nicht mit der Brennweite des Objektivs übereinstimmt.

Figuren 3C bis 3E zeigen die unterschiedlichen Farbkomponenten des Weißlichtbildes von Fig. 3A, nämlich Fig. 3C die rote Komponente (die hier am hellsten ist, da das rote Licht bei dem Bild einer Mundhöhle überwiegt), Fig. 3D die grüne Komponente und Fig. 3E die blaue Komponente.

Die erfindungsgemäße Blendenvorrichtung basiert auf der Überlegung, dass falls eine verringerte Schärfentiefe nur für einen Ausschnitt aus dem Weißlichtspektrum gilt, auch eine daraus resultierende Unschärfe nur für die entsprechende Komponente des Weißlichtbildes zum Tragen kommt, das Weißlichtbild als Ganzes jedoch dadurch kaum oder nur wenig an Schärfe verliert. Um dies zu illustrieren, wurde bei der Simulation von Fig. 3 nur der rote Farbkanal durch den Gauss-blur-Filter verschmiert, was der Annahme entspricht, dass für den roten Farbkanal die zweite, für den grünen oder blauen Farbkanal jedoch die erste Apertur wirksam ist. Fig. 3G zeigt das zusammengesetzte Weißlichtbild, dessen Schärfe offensichtlich wesentlich besser ist als diejenige von Fig. 3B.

Das Resultat ist in der Tat bemerkenswert, wenn man bedenkt, dass in der Simulation von Fig. 3 der gesamte rote Farbkanal verschmiert wurde. In einer typischen Anwendung der Blendenvorrichtung der Erfindung beträfe die Unschärfe jedoch nur denjenigen Ausschnitt

des sichtbaren Spektrums, dessen Frequenzen in das Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 fallen, und der in der Regel weitaus weniger als einen vollständigen Farbkanal abdecken wird. Man kann daher erwarten, dass die Schärfe des Weißlichtbildes in praktischen Anwendungen durch die Verwendung der zweiten Apertur für Frequenzen im Transmissionsband sogar weniger beeinträchtigt wird, als dies durch den Vergleich von Fig. 3A und Fig. 3G suggeriert wird. Schließlich kann die Schärfe des Weißlichtbildes weiter erhöht werden, wenn die unscharfe Komponente des Weißlichtbildes, d.h. die Farbkomponente, die dem Transmissionsband des zweiten Bereiches 16 entspricht, im Weißlichtbild unterdrückt wird, beispielsweise durch eine Unterdrückung des entsprechenden Teils des Spektrums der Beleuchtungsvorrichtung. In diesem Fall ist gar keine Beeinträchtigung in der Schärfe des Weißlichtbildes zu erwarten, sondern lediglich eine Farbverfälschung, die jedoch z. B. durch einen Weißabgleich ausgeglichen werden kann.

Obgleich in den Zeichnungen und der vorhergehenden Beschreibung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel aufgezeigt und detailliert beschrieben ist, sollte dies als rein beispielhaft und die Erfindung nicht einschränkend angesehen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass nur das bevorzugte Ausführungsbeispiel dargestellt und beschrieben ist, und sämtliche Veränderungen und Modifizierungen, die derzeit und künftig im Schutzzumfang der Erfindung liegen, geschützt werden sollen.

Patentansprüche

1. Blendenvorrichtung (10), insbesondere für die Fluoreszenzendoskopie, mit
 - einem ersten, radial inneren Bereich (14), der zumindest für einen vorbestimmten Spektralbereich lichtdurchlässig ist,
 - einem zweiten Bereich (16), der den ersten Bereich (14) radial außen umgibt, und der für einen oder mehrere spektrale Ausschnitte aus dem genannten vorbestimmten Spektralbereich eine gegenüber dem Rest des vorbestimmten Spektralbereiches erhöhte Transmission aufweist, und
 - einem dritten Bereich (26), der den zweiten Bereich (16) radial außen umgibt und für den gesamten vorbestimmten Spektralbereich lichtundurchlässig oder im Wesentlichen lichtundurchlässig ist.
2. Blendenvorrichtung (10) nach Anspruch 1, bei der der genannte vorbestimmte Spektralbereich der Spektralbereich sichtbaren Lichtes ist.
3. Blendenvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Außenumfang des ersten Bereiches (14) und/oder der Außenumfang des zweiten Bereiches (16) kreisförmig ist.
4. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der im zweiten Bereich (16) die mittlere Transmission für Licht im genannten mindestens einen spektralen Ausschnitt die mittlere Transmission für den Rest des vorbestimmten Spektralbereiches um einen Faktor von mindestens 3, vorzugsweise von mindestens 5 übersteigt.
5. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der im zweiten Bereich (16) die mittlere Transmission für Licht innerhalb des genannten mindestens einen spektralen Ausschnittes mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 75% beträgt.

6. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der im zweiten Bereich (16) die mittlere Transmission für Licht im Rest des vorbestimmten Spektralbereiches höchstens 25%, vorzugsweise höchstens 10% beträgt.
7. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der zweite Bereich (16) durch einen Bereich auf einem Substrat (12) gebildet wird, der mit einer wellenlängenselektiven Beschichtung beschichtet ist.
8. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der erste Bereich (14) durch eine Öffnung in einem Substrat (12), einen unbeschichteten Bereich eines Substrates (12) oder einen Bereich eines Substrates (12) gebildet ist, der mit einer Breitband-Antireflexbeschichtung beschichtet ist.
9. Blendenvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Verhältnis $A_2 : A_1$ der Fläche A_2 des zweiten Bereiches (16) zur Fläche A_1 des ersten Bereiches (14) 0,75 bis 4, vorzugsweise 1 bis 3 beträgt.
10. Optisches Gerät, insbesondere Endoskop zur Fluoreszenzendoskopie, mit einer Blendenvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
11. Gerät nach Anspruch 10, mit einer Beleuchtungsvorrichtung zum Erzeugen von Beleuchtungslicht in dem vorbestimmten Spektralbereich, dessen mittlere Intensität in einem Ausschnitt des vorbestimmten Spektralbereichs, für den die Transmission des zweiten Bereiches (16) der Blendenvorrichtung (10) erhöht ist, geringer ist als die mittlere Intensität im Rest des Spektrums des Beleuchtungslichtes.
12. Gerät nach Anspruch 11, bei dem die Beleuchtungsvorrichtung eine Lichtquelle und einen Filter umfasst, der im Lichtweg des Beleuchtungslichtes angeordnet ist und dessen Transmission in dem genannten Ausschnitt des vorbestimmten Spektrums verringert ist.
13. Gerät nach Anspruch 11, bei dem die Beleuchtungsquelle mehrere farbige Lichtquellen umfasst, deren Leistung so einstellbar ist, dass die mittlere Intensität des erzeugten Lichtes in einem Ausschnitt des vorbestimmten Spektralbereichs, für den die Trans-

mission des zweiten Bereiches (16) der Blendenvorrichtung (10) erhöht ist, geringer ist als die mittlere Intensität im Rest des Spektrums des Beleuchtungslichtes.

14. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei dem die Blendenvorrichtung (10) zwischen einem Bildsensor, insbesondere einem CCD-Sensor und einem Objektiv, insbesondere einem Fix-Fokus-Objektiv angeordnet oder in ein solches integriert ist.
15. Verfahren zum Detektieren von Licht in einem vorbestimmten Spektralbereich, bei dem Licht in einem spektralen Ausschnitt des vorbestimmten Spektralbereiches mit einer erhöhten Empfindlichkeit zu detektieren ist,
bei dem das zu detektierende Licht durch eine Blendenvorrichtung (10) geführt wird, die einen ersten, radial inneren Bereich (14) aufweist, der für den vorbestimmten Spektralbereich lichtdurchlässig ist,
einen zweiten Bereich (16) aufweist, der den ersten Bereich (14) radial außen umgibt und dessen Transmission in dem genannten spektralen Ausschnitt im Mittel höher ist als im Rest des vorbestimmten Spektralbereiches,
und die einen dritten Bereich (26) aufweist, der den zweiten Bereich (16) radial außen umgibt und für den gesamten vorbestimmten Spektralbereich lichtundurchlässig oder im Wesentlichen lichtundurchlässig ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem der vorbestimmte Spektralbereich der Spektralbereich sichtbaren Lichtes ist.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei dem das Licht in einem Fluoreszenzendoskop oder einem Fluoreszenzmikroskop detektiert wird und der mit erhöhter Empfindlichkeit zu detektierende Spektralbereich die Wellenlänge einer zu detektierenden Fluoreszenzemission enthält.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem die Blendenvorrichtung (10) eine Blendenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, bei dem in einem Verfahrensschritt ein Weißlichtbild eines mit Beleuchtungslicht beleuchteten Objektes detektiert wird, wobei die mittlere Intensität des Beleuchtungslichtes in einem Ausschnitt des vorbe-

stimmten Spektralbereichs, für den die Transmission des zweiten Bereiches (16) der Blendenvorrichtung (10) erhöht ist, geringer ist als die mittlere Intensität im Rest des Spektrums des Beleuchtungslichtes.

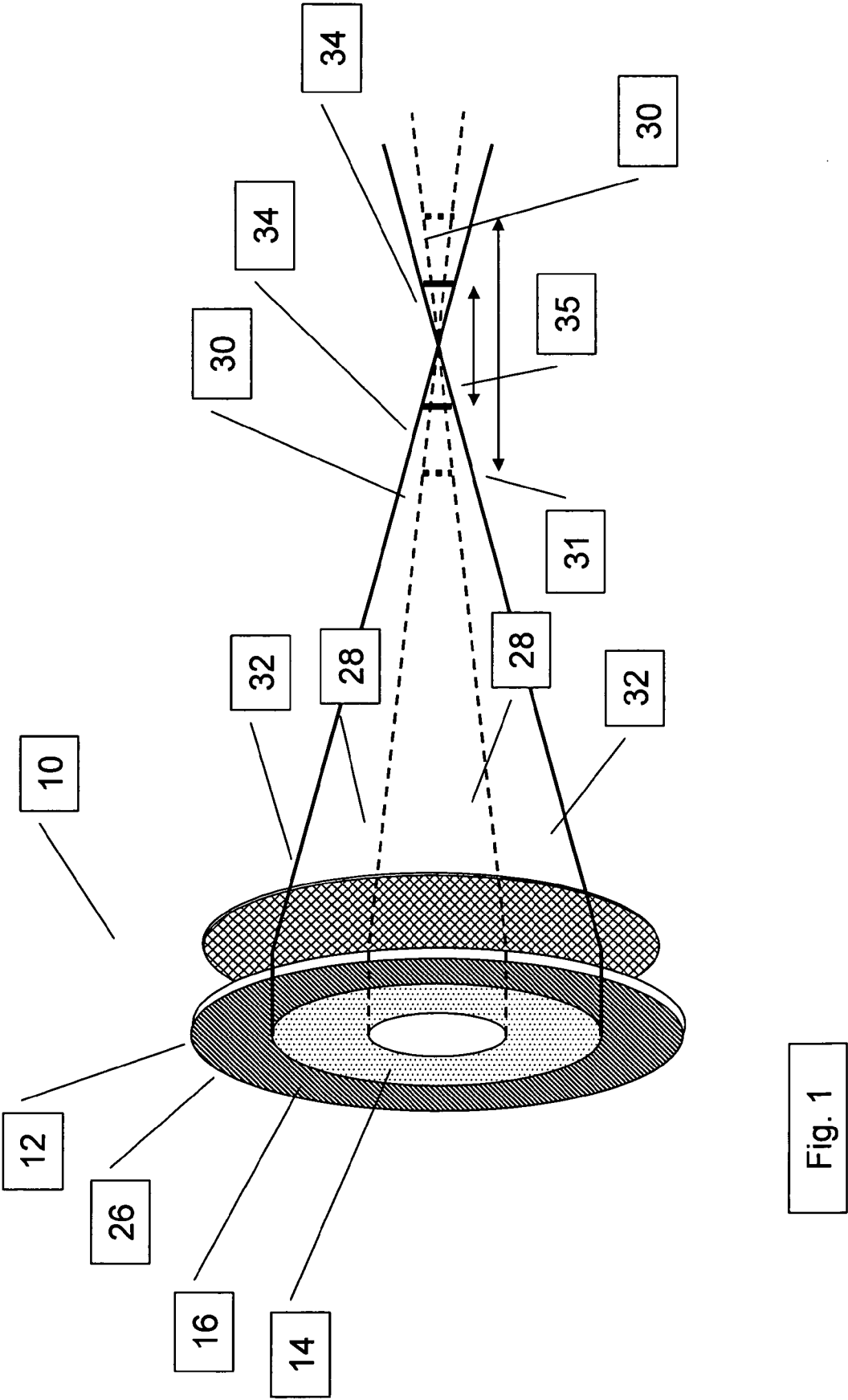
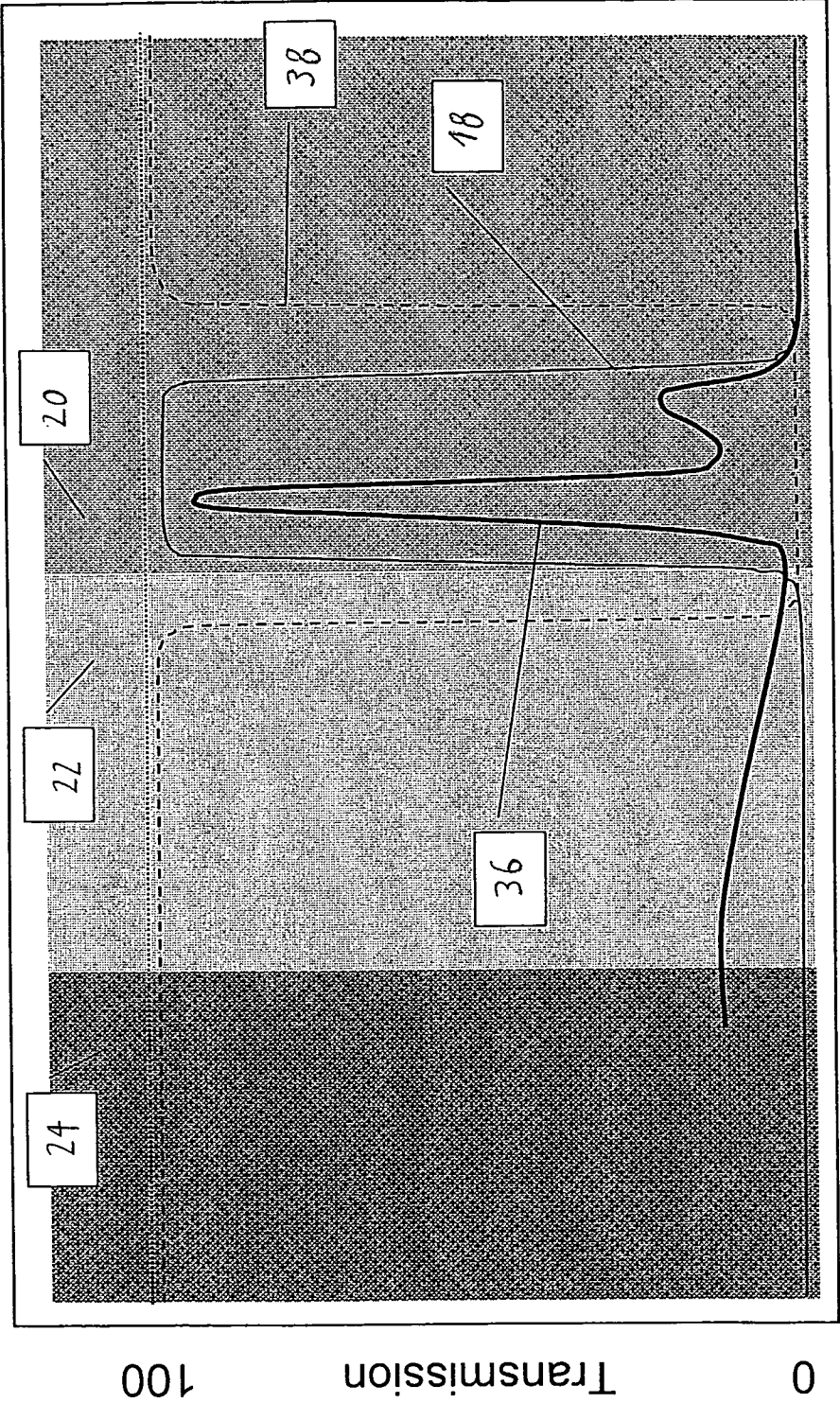
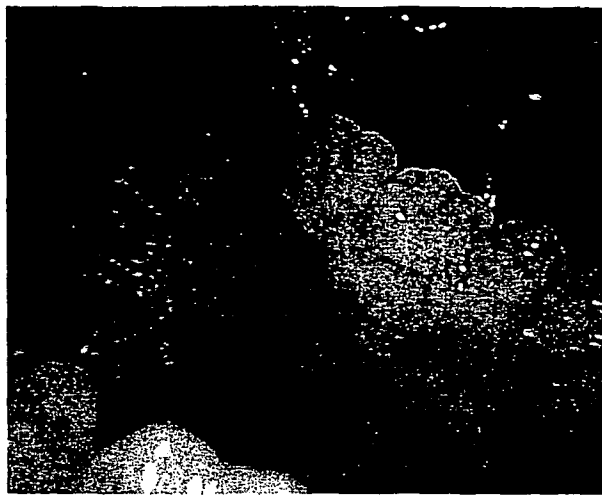


Fig. 1

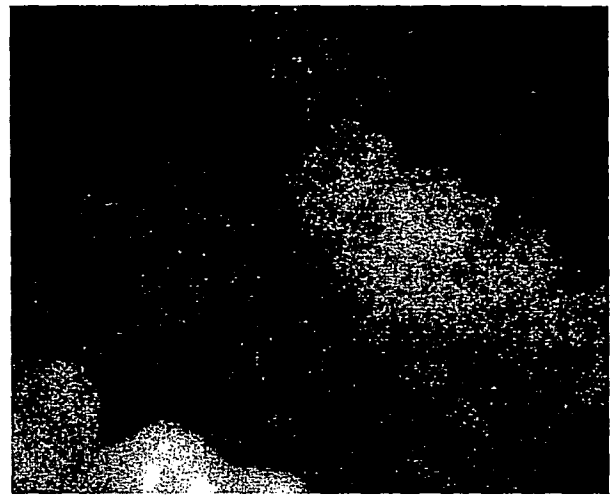


Wellenlänge

Fig. 2



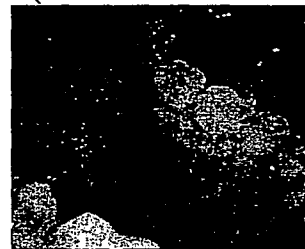
A(Original)



B (Gauss-blur auf alle Kanäle)



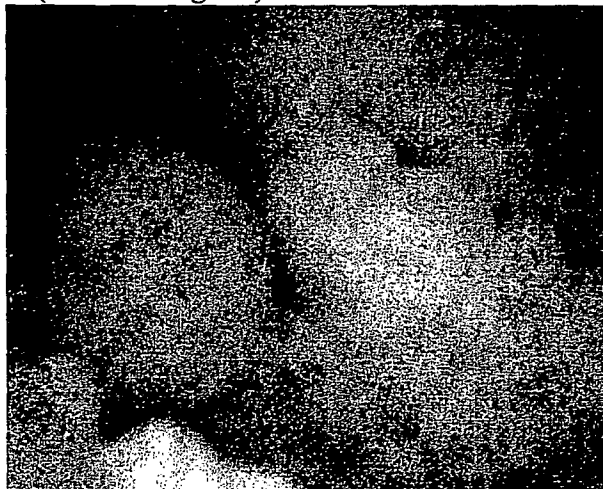
C (rot von Original)



D (grün von Original)



E (blau von Original)



F (rot nach Gauss-blur)



G (zusammengesetzt aus F, D, E)

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/001603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B5/00 G02B21/16 A61B1/04
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 607 771 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 December 2005 (2005-12-21)	1-11, 14-16, 18,19
Y	the whole document	12,13,17
Y	US 6 184 535 B1 (KASHIMA SHINGO [JP] ET AL) 6 February 2001 (2001-02-06) column 11, line 31 - column 12, line 11	12,13,17
X	DE 21 53 198 A1 (AGFA GEVAERT AG) 3 May 1973 (1973-05-03) page 3; figure 1	1-10, 14-16, 18,19
X	CH 694 174 A5 (LEICA VECTRONIX AG [CH]) 13 August 2004 (2004-08-13) column 8, line 33 - column 9, line 33 ----- -/-	1-10, 14-16, 18,19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 May 2011

Date of mailing of the international search report

08/06/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mollenhauer, Ralf

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/001603

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 720 050 A1 (TAMRON KK [JP]) 8 November 2006 (2006-11-08) paragraph [0029]; figures 2,9,15 -----	1-10, 14-16,18
X	EP 1 465 002 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 6 October 2004 (2004-10-06) column 28 -----	1-5
X	US 5 212 589 A (GOODMAN DOUGLAS S [US]) 18 May 1993 (1993-05-18) column 4, lines 31-49 -----	1
X,P	WO 2010/111649 A1 (KENNEDY GUY [US]) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraph [0034] -----	1,10-13
A	US 2007/139764 A1 (VODYANOV VITALY [US] ET AL) 21 June 2007 (2007-06-21) abstract; figures 5-8 -----	1,10,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/001603

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1607771	A1	21-12-2005	DE 102004028616 A1	02-02-2006
US 6184535	B1	06-02-2001	JP 11095120 A	09-04-1999
DE 2153198	A1	03-05-1973	JP 48052248 A	23-07-1973
CH 694174	A5	13-08-2004	DE 202004005497 U1	09-06-2004
EP 1720050	A1	08-11-2006	CN 1918499 A	21-02-2007
			WO 2005076049 A1	18-08-2005
			KR 20060129372 A	15-12-2006
EP 1465002	A1	06-10-2004	DE 10315741 A1	04-11-2004
			US 2004195508 A1	07-10-2004
US 5212589	A	18-05-1993	NONE	
WO 2010111649	A1	30-09-2010	US 2011075255 A1	31-03-2011
US 2007139764	A1	21-06-2007	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G02B5/00 G02B21/16 A61B1/04
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G02B A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 607 771 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Dezember 2005 (2005-12-21)	1-11, 14-16, 18,19
Y	das ganze Dokument	12,13,17
Y	US 6 184 535 B1 (KASHIMA SHINGO [JP] ET AL) 6. Februar 2001 (2001-02-06) Spalte 11, Zeile 31 - Spalte 12, Zeile 11	12,13,17
X	DE 21 53 198 A1 (AGFA GEVAERT AG) 3. Mai 1973 (1973-05-03) Seite 3; Abbildung 1	1-10, 14-16, 18,19
X	CH 694 174 A5 (LEICA VECTRONIX AG [CH]) 13. August 2004 (2004-08-13) Spalte 8, Zeile 33 - Spalte 9, Zeile 33 -/-	1-10, 14-16, 18,19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Mai 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/06/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mollenhauer, Ralf

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 720 050 A1 (TAMRON KK [JP]) 8. November 2006 (2006-11-08) Absatz [0029]; Abbildungen 2,9,15 -----	1-10, 14-16,18
X	EP 1 465 002 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 6. Oktober 2004 (2004-10-06) Spalte 28 -----	1-5
X	US 5 212 589 A (GOODMAN DOUGLAS S [US]) 18. Mai 1993 (1993-05-18) Spalte 4, Zeilen 31-49 -----	1
X,P	WO 2010/111649 A1 (KENNEDY GUY [US]) 30. September 2010 (2010-09-30) Absatz [0034] -----	1,10-13
A	US 2007/139764 A1 (VODYANOV VITALY [US] ET AL) 21. Juni 2007 (2007-06-21) Zusammenfassung; Abbildungen 5-8 -----	1,10,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/001603

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1607771	A1	21-12-2005	DE 102004028616 A1	02-02-2006
US 6184535	B1	06-02-2001	JP 11095120 A	09-04-1999
DE 2153198	A1	03-05-1973	JP 48052248 A	23-07-1973
CH 694174	A5	13-08-2004	DE 202004005497 U1	09-06-2004
EP 1720050	A1	08-11-2006	CN 1918499 A	21-02-2007
			WO 2005076049 A1	18-08-2005
			KR 20060129372 A	15-12-2006
EP 1465002	A1	06-10-2004	DE 10315741 A1	04-11-2004
			US 2004195508 A1	07-10-2004
US 5212589	A	18-05-1993	KEINE	
WO 2010111649	A1	30-09-2010	US 2011075255 A1	31-03-2011
US 2007139764	A1	21-06-2007	KEINE	