



(10) **DE 10 2016 104 439 A1** 2017.03.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 104 439.3**

(22) Anmeldetag: **10.03.2016**

(43) Offenlegungstag: **02.03.2017**

(51) Int Cl.: **G01N 21/27** (2006.01)

G01N 21/35 (2006.01)

G01N 21/359 (2014.01)

G01N 21/64 (2006.01)

G02B 21/00 (2006.01)

A61B 90/20 (2016.01)

A61B 1/05 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2015 114 485.9 **31.08.2015**

(71) Anmelder:

Carl Zeiss Meditec AG, 07745 Jena, DE

(74) Vertreter:

**PATERIS Theobald Elbel Fischer, Patentanwälte,
PartmbB, 10117 Berlin, DE**

(72) Erfinder:

Guckler, Roland, 73434 Aalen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

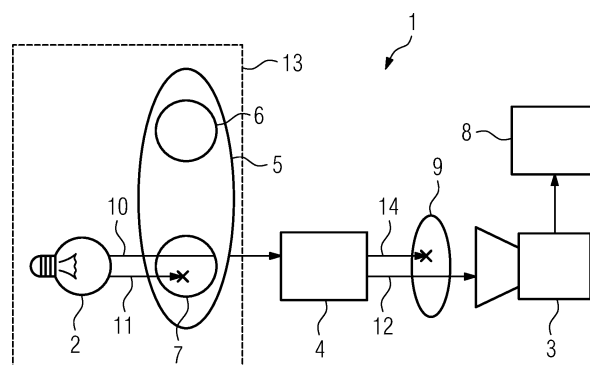
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bildaufnahmeanordnung, optisches Beobachtungsgerät und Verfahren zum Aufnehmen von Bildern**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Bildaufnahmeanordnung (1) zur Verfügung gestellt. Diese ist ausgestattet mit

- einer Lichtquellenanordnung (13) zur Emission von Licht, welches sichtbares Licht (11) und Anregungslicht (10) zum Anregen einer Infrarotemission in einem Beobachtungsobjekt (4) umfasst,
- einer Aufnahmeeinrichtung (3) mit einem Bildsensor zur Aufnahme eines Bildes von einem mit dem Licht der Lichtquellenanordnung (13) bestrahlten Beobachtungsobjekt (4), und
- einen zwischen dem Beobachtungsobjekt (4) und dem Bildsensor der Aufnahmeeinrichtung (3) angeordneten Aufnahmefilter (9), dessen Transmissionscharakteristik derart ausgestaltet ist, dass sie vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes sichtbares Licht (16) und vom Beobachtungsobjekt (4) emittiertes Infrarotlicht (12) passieren lässt, vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes Anregungslicht (10) jedoch blockiert.

Die Lichtquellenanordnung (13) ist derart einstellbar, dass sie entweder nur sichtbares Licht (11) oder nur Anregungslicht (10) in Richtung auf das Beobachtungsobjekt (4) aussendet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bildaufnahmeanordnung sowie ein optisches Beobachtungsgerät mit einer Bildaufnahmeanordnung. Daneben betrifft die Erfindung Verfahren zum Aufnehmen von Bildern im sichtbaren Spektralbereich und von Infrarotbildern von einem Beobachtungsobjekt.

[0002] Im medizinischen Bereich werden häufig Kontrastmittel/Indikatorsubstanzen eingesetzt, um Vorgänge und Zustände im Körper sichtbar zu machen, die durch den Einsatz von sichtbarem Licht (Weißlicht) allein nicht oder nur unzureichend erkennbar sind. Als Indikatorsubstanzen kommen insbesondere fluoreszierende Farbstoffe wie zum Beispiel Indocyaningrün (ICG) in Frage. Wird Indocyaningrün mit Licht im nahinfraroten Spektralbereich von etwa 600 nm bis etwa 900 nm (Absorptionsspektrum) bestrahlt, fluoresziert Indocyaningrün, indem es Licht im nahinfraroten Spektralbereich von etwa 750 nm bis etwa 950 nm (Fluoreszenzspektrum) abgibt. Das von Indocyaningrün emittierte Licht kann von einer nahinfrarotlichtempfindlichen Kamera detektiert werden. Da Indocyaningrün die Fähigkeit besitzt, sich an Plasmaproteine zu binden, lässt sich beispielsweise durch die intravaskuläre Verabreichung von Indocyaningrün in den Blutkreislauf die Perfusion von Geweben und Organen mit Hilfe von Nah-Infrarotlichtaufnahmen beurteilen (siehe beispielsweise <https://de.wikipedia.org/wiki/Indocyaningrün>).

[0003] Existierende Operationsmikroskope weisen jedoch häufig nur eine Kamera mit einem Infrarotsperrfilter auf, sodass nur sichtbares Licht bzw. Weißlicht auf die Kamera treffen kann. Für Aufnahmen von fluoreszierendem Indocyaningrün müsste daher entweder eine zusätzliche Kamera mit einem Infrarotlicht durchlassenden Filter oder eine Kamera ohne Infrarotsperrfilter mit einem vorgelagerten Filterrad mit einem Infrarotlicht durchlassenden und einem Infrarotlicht blockierenden Filter nachgerüstet werden. Dies hätte allerdings zur Folge, dass entweder zusätzlich zum Operationsmikroskop ein weiteres Gerät verwendet werden müsste, nämlich eine zusätzliche Kamera mit einem Infrarotlicht durchlassenden Filter, oder dass ein bestehendes Operationsmikroskop umgebaut und mit einem größeren Kopf/Bildaufnahmebereich ausgestattet werden müsste, in welchem die zusätzliche Kamera oder das der Kamera vorgelagerte Filterrad Platz finden.

[0004] Aus der Patentanmeldung US 2008/0251694 A1 ist eine Bildaufnahmevorrichtung für den medizinischen Bereich bekannt, mit der ein Bild aufgenommen werden kann, in dem eine Abbildung im sichtbaren Spektralbereich mit einer Abbildung im infraroten Spektralbereich kombiniert ist. Die Bildaufnahmevorrichtung weist eine erste Lichtquelle für sichtbares Licht und eine zweite Lichtquel-

le für Licht zum Anregen einer im Infraroten fluoreszierenden Substanz auf. Licht aus beiden Lichtquellen trifft auf das zu untersuchende, mit einer fluoreszierenden Substanz versehene Objekt. Zur Aufnahme eines Bildes Objekts ist ein CCD-Lichtsensor vorhanden, dem ein Filter vorgeschaltet ist, welcher das Licht zum Anregen der Infrarotlicht fluoreszierenden Substanz blockiert und von dem Objekt emittiertes Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich und im Infrarotlichtbereich passieren lässt. Um im aufgenommenen Bild das vom Objekt emittierte Infrarotlicht gegenüber dem emittierten sichtbaren Licht hervorzuheben, weist der Filter im sichtbaren Spektralbereich eine erheblich geringere Transmission als im nahinfraroten Spektralbereich auf. Dadurch wird ein zusammengesetztes Bild erhalten, in dem ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Abbildung im sichtbaren Spektralbereich und der Abbildung im nahen infraroten Spektralbereich vorliegt.

[0005] Es ist eine erste Aufgabe der Erfindung, eine Bildaufnahmeanordnung bereitzustellen, mit der in vorteilhafter Weise von einem Beobachtungsobjekt wahlweise ein Infrarotbild oder ein Bild im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen werden kann. Es ist eine zweite Aufgabe der Erfindung, ein optisches Beobachtungsgerät bereitzustellen, mit dem in vorteilhafter Weise von einem Beobachtungsobjekt wahlweise ein Infrarotbild oder ein Bild im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen werden kann. Eine dritte Aufgabe der Erfindung ist es, ein vorteilhaftes Verfahren zum Aufnehmen von Bildern im sichtbaren Spektralbereich und von Infrarotbildern von einem Beobachtungsobjekt zur Verfügung zu stellen.

[0006] Die erste Aufgabe wird durch eine Bildaufnahmeanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, die zweite Aufgabe durch ein optisches Beobachtungsgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 11. Die dritte Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Aufnehmen von Bildern im sichtbaren Spektralbereich und von Infrarotbildern nach Anspruch 14 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Eine erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung umfasst eine Lichtquellenanordnung zur Emission von Licht, welches sichtbares Licht und Anregungslicht zum Anregen einer Infrarotemission in einem Beobachtungsobjekt umfasst. Das sichtbare Licht kann hierbei insbesondere Weißlicht sein.

[0008] Weiterhin umfasst die erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung eine Aufnahmeeinrichtung mit einem Bildsensor zur Aufnahme eines Bildes von einem mit dem Licht der Lichtquellenanordnung bestrahlten Beobachtungsobjekt sowie einen zwischen dem Beobachtungsobjekt und der Aufnahmeeinrichtung angeordneten oder anzuordnenden Aufnahme- filter, dessen Transmissionscharakteristik derart aus-

gestaltet ist, dass sie vom Beobachtungsobjekt reflektiertes sichtbares Licht und vom Beobachtungsobjekt emittiertes Infrarotlicht passieren lässt, vom Beobachtungsobjekt reflektiertes Anregungslicht jedoch blockiert. Insbesondere kann die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters derart gewählt sein, dass er Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm sowie in einem Wellenlängenbereich von 800 nm bis 950 nm passieren lässt und Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm blockiert.

[0009] Darüber hinaus ist die Lichtquellenanordnung derart einstellbar, dass sie entweder nur sichtbares Licht oder nur Anregungslicht in Richtung auf das Beobachtungsobjekt aussendet.

[0010] In einer ersten Variante umfasst die Lichtquellenanordnung eine sowohl sichtbares Licht als auch Anregungslicht emittierende Lichtquelle und einen Filterwechsler, der zwischen der Lichtquelle und dem Beobachtungsobjekt angeordnet oder anzuordnen ist und der wenigstens mit einem ersten Filter und einem zweiten Filter ausgestattet ist. Der erste Filter weist eine erste Filtercharakteristik auf, die nur das sichtbare Licht passieren lässt, der zweite Filter eine zweite Filtercharakteristik, die nur das Anregungslicht passieren lässt. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn sich das Spektrum des von der Lichtquelle ausgesandten Lichtes wenigstens über den Spektralbereich von 400 nm bis 800 nm erstreckt. Mittels des Filterwechslers kann die Lichtquellenanordnung somit derart eingestellt werden, dass sie entweder nur sichtbares Licht oder nur Anregungslicht in Richtung auf das Beobachtungsobjekt aussendet. Als Lichtquelle kann in der Lichtquellenanordnung hierbei beispielsweise eine Xenonlampe oder eine Halogenleuchte zum Einsatz kommen. Die erste Filtercharakteristik kann insbesondere derart gewählt sein, dass der erste Filter nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm passieren lässt, und die zweite Filtercharakteristik kann insbesondere derart gewählt sein, dass der zweite Filter nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm passieren lässt. Der Filterwechsler kann bspw. als Filterrad, als Schieber, als verschwenkbarer Filterträger, etc. ausgebildet sein. Andere Ausgestaltungen sind jedoch auch möglich.

[0011] In einer zweiten Variante umfasst die Lichtquellenanordnung eine nur sichtbares Licht emittierende erste Lichtquelle, eine nur Anregungslicht emittierende Lichtquelle und eine Schalteinrichtung, wobei die Schalteinrichtung es ermöglicht, die Lichtquellenanordnung entweder nur mit der ersten Lichtquelle oder nur mit der zweiten Lichtquelle zu betreiben. Mittels der Schalteinrichtung kann die Lichtquellenanordnung somit derart eingestellt werden, dass sie entweder nur sichtbares Licht oder nur Anregungslicht in Richtung auf das Beobachtungsobjekt aussendet.

Die erste Lichtquelle kann hierbei insbesondere derart ausgestaltet sein, dass sie nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm emittiert, und die zweite Lichtquelle kann insbesondere derart ausgestaltet sein, dass sie nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm emittiert. Als erste Lichtquelle eignen sich bspw. neutralweißes oder tagweißes Licht emittierende Lampen wie etwa LED-Lampen oder Metaldampflampen, die mit geringer Emission im Spektralbereich über 700 nm, also im nahen Infrarot, erhältlich sind. Als zweite Lichtquelle kann bspw. eine Anregungslicht emittierende LED oder eine Anregungslicht emittierende Laserdiode Verwendung finden.

[0012] Als Aufnahmeeinrichtung kann im Rahmen der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung bspw. auch eine Standardkamera, bei der der standardmäßig eingebaute Infrarotsperrfilter durch den beschriebenen Aufnahmefilter ersetzt ist, Verwendung finden.

[0013] Mit der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufnehmen von Bildern von einem Beobachtungsobjekt im sichtbaren Spektralbereich und von Infrarotbildern von dem Beobachtungsobjekt durchführen. In diesem Verfahren wird das Beobachtungsobjekt ausschließlich mit sichtbarem Licht, d.h. Licht im sichtbaren Spektralbereich, beleuchtet, wenn ein Bild im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen werden soll, und ausschließlich mit einem Anregungslicht zum Anregen einer Infrarotemission in dem Beobachtungsobjekt, wenn ein Bild im infraroten Spektralbereich aufgenommen werden soll. Als Lichtquelle kann hierbei bspw. eine Lichtquelle zur Emission von Licht, welches das sichtbare Licht und das Anregungslicht zum Anregen einer Infrarotemission in einem Beobachtungsobjekt emittiert, Verwendung finden. Zum Bestrahlen des Beobachtungsobjekts ausschließlich mit sichtbarem Licht kann dann der erste Filter zwischen der Lichtquelle und dem Beobachtungsobjekt angeordnet werden, der nur das sichtbare Licht passieren lässt, und zum Bestrahlen des Beobachtungsobjekts ausschließlich mit Anregungslicht der zweite Filter, der nur das Anregungslicht passieren lässt. Alternativ können eine nur sichtbares Licht emittierende erste Lichtquelle und eine nur Anregungslicht emittierende Lichtquelle Verwendung finden. In diesem Fall wird zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts ausschließlich mit dem sichtbaren Licht nur die erste Lichtquelle betrieben und zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts ausschließlich mit dem Anregungslicht nur die zweite Lichtquelle. Das zum Bildsensor der Aufnahmeeinrichtung gelangende Licht wird vor Erreichen des Bildsensors mit einem Aufnahmefilter, dessen Transmissionscharakteristik derart ausgestaltet ist, dass er vom Beobachtungsobjekt reflektiertes sichtbares Licht sowie vom Beobachtungsobjekt emittiertes In-

frarotlicht passieren lässt, vom Beobachtungsobjekt reflektiertes Anregungslicht jedoch blockiert, gefiltert.

[0014] Dadurch, dass bei der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung bzw. bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das sichtbare Licht bzw. das Anregungslicht auf Seiten der Lichtquelle von Infrarotlicht außerhalb des Spektralbereiches des Anregungslichtes getrennt wird, und dadurch, dass das Anregungslicht durch den Aufnahmefilter blockiert wird, wird es möglich, zum Aufnehmen von Fluoreszenzbildern im infraroten Spektralbereich und zum Aufnehmen von Bildern im sichtbaren Spektralbereich auf Seiten des Bildsensors der Aufnahmeeinrichtung lediglich einen einzigen Filter zu verwenden, so dass ein Filterrad vor der Kamera oder die Verwendung zweier Kameras nicht nötig ist. Die erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung benötigt daher im Bereich der Aufnahmeeinrichtung nur wenig Bauraum. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Bildaufnahmeanordnung bspw. in einem Operationsmikroskop oder einem Endoskop zum Einsatz kommen soll, wo eine zweite Kamera oder ein Filterwechsler vor der Kamera zusätzliches Volumen im Bereich des Beobachtungsstrahlengangs des Operationsmikroskops benötigen würde und so zu Einschränkungen der Bewegungsfreiheit des behandelnden Arztes führen könnte. Das Anordnen eines Filterwchslers zwischen der Lichtquelle und dem Operationssitus ist dagegen in der Regel wenig störend, da die Lichtquelle – und somit auch der Filterwechsler – für gewöhnlich in größerer Entfernung von dem Operationssitus angeordnet werden kann als die Beobachtungsoptik des Operationsmikroskops oder des Endoskops.

[0015] In der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung kann die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters derart gewählt sein, dass sich die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt reflektierte sichtbare Licht nicht mehr als 10%, insbesondere nicht mehr als 5%, von der Transmission für das vom Beobachtungsobjekt emittierte Infrarotlicht unterscheidet. Dabei kann die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters derart gewählt sein, dass die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt reflektierte sichtbare Licht und die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt emittierte Infrarotlicht jeweils mindestens 80% und vorzugsweise jeweils mindestens 90% betragen. Auf diese Weise kann bei einem insgesamt hohen Transmissionsgrad von mindestens 80%, vorzugsweise von mindestens 90%, eine hohe Empfindlichkeit der Aufnahmeeinrichtung sowohl im sichtbaren Spektralbereich als auch im infraroten Spektralbereich realisiert werden.

[0016] Ein erfindungsgemäßes optisches Beobachtungsgerät, das insbesondere als Operationsmikroskop oder als Endoskop ausgestaltet sein kann, ist mit einer erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung ausgestattet. In einer speziellen Ausgestaltung

kann das optische Beobachtungsgerät eine Abbildungsoptik umfassen, die wenigstens ein Bild des Beobachtungsobjekts generiert, und in der am Ort des Bildes des Beobachtungsobjekts ein Bildsensor angeordnet ist, wobei die Abbildungsoptik dann zusammen mit dem Bildsensor die Aufnahmeeinrichtung bildet.

[0017] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung können sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren ergeben.

[0018] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung bei der Aufnahme eines Infrarotbildes.

[0019] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des ersten Ausführungsbeispiels bei der Aufnahme eines Farbbildes.

[0020] Fig. 3 zeigt die Transmissionscharakteristika des im ersten Ausführungsbeispiel verwendeten ersten Filters und des im ersten Ausführungsbeispiel verwendeten zweiten Filters (oben) sowie des Aufnahmefilters (unten), wobei die Transmission in Abhängigkeit von der Wellenlänge dargestellt ist.

[0021] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung bei der Aufnahme eines Infrarotbildes.

[0022] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung des zweiten Ausführungsbeispiels bei der Aufnahme eines Farbbildes.

[0023] Fig. 6 zeigt ein Beispiel für den grundsätzlichen Aufbau eines Operationsmikroskops mit Unendlichstrahlengang in einer schematischen Darstellung.

[0024] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleich wirkende Komponenten.

[0025] Die Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung **1** mit einer Lichtquellenanordnung **13** und einer Kamera **3** als Aufnahmeeinrichtung. Die Lichtquellenanordnung **13** des Ausführungsbeispiels umfasst eine Lichtquelle **2**, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Xenonlampe ist. Als solche ist sie eine Breitbandlichtquelle, die im Betrieb sowohl Weißlicht **11** im sichtbaren Spektralbereich als auch Licht mit einem Spektrum zum Anregen einer Infrarotfluoreszenz in einem Beobachtungsobjekt **4**, im Folgenden Anregungslicht **10** genannt, emittiert. Das Spektrum der Xenonlampe **2** umfasst dabei einen Spektralbereich von 400 nm bis 900 nm, wobei das Weißlicht **11** dem Spektralbe-

reich von 400 nm bis 700 nm und das Anregungslicht **10** im vorliegenden Ausführungsbeispiel dem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 900 nm entsprechen. Damit ist die Lichtquelle **2** insbesondere zum Anregen der Fluoreszenz in einem Indocyaningrün enthaltenden Beobachtungsobjekt **4** geeignet. Indocyaningrün wird im medizinischen Anwendungsbereich häufig als Kontrastmittel eingesetzt, um durch sichtbares Licht nicht erkennbare Gewebe-/Gefäßzustände sichtbar zu machen. Indocyaningrün absorbiert Licht im Wellenlängenbereich von 600 nm bis 900 nm und emittiert Fluoreszenzstrahlung von 750 nm bis 950 nm, also in einem Ausschnitt des nahinfraroten Wellenlängenbereiches. Bei einer Anregung im Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm kann daher eine Fluoreszenz mit Indocyaningrün versehener Objektbereiche im Wellenlängenbereich über 800 nm beobachtet werden.

[0026] Mit der Lichtquelle **2** der Lichtquellenanordnung **13** wird im Betrieb der Bildaufnahmeanordnung **1** ein Beobachtungsobjekt **4**, beispielsweise ein Operationsbereich, beleuchtet. Dabei kann die Lichtquelle **2** in ausreichendem Abstand zum Beobachtungsobjekt **4** angeordnet sein, um bspw. eine Operation nicht zu behindern. Insbesondere kann die Lichtquelle **2** entfernt vom Beobachtungsobjekt **4** angeordnet sein, wobei dann das Licht der Lichtquelle bspw. über einen Lichtleiter zum Beobachtungsobjekt **4** bzw. zu einer in der Nähe des Beobachtungsobjekts **4** befindlichen Beleuchtungsoptik (nicht dargestellt) geleitet wird.

[0027] Die Lichtquellenanordnung **13** umfasst außerdem einen zwischen der Lichtquelle **2** und dem Beobachtungsobjekt **4** angeordneten oder anzuordnenden Filterwechsler **5**, der im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Filterrad ausgebildet ist, jedoch auch durch jede andere Filterwechseleinrichtung gebildet werden kann. Vorzugsweise ist das Filterrad **5** in der Nähe der Lichtquelle **2** angeordnet. Wenn das Filterrad bzw. die Filterwechseleinrichtung nicht fest zwischen der Lichtquelle **2** und dem Beobachtungsobjekt **4** angeordnet ist, kann es bzw. sie zwischen die Lichtquelle **2** und das Beobachtungsobjekt **4** einbringbar, bspw. einschwenkbar oder einschiebbar, ausgestaltet sein. Das Filterrad **5** umfasst einen ersten Filter **6** und einen zweiten Filter **7** und ist derart drehbar bzw. verstellbar in dem Strahlengang der Lichtquelle **2** angeordnet, dass das von der Lichtquelle **2** ausgehende Licht entweder nur den ersten Filter **6** oder nur den zweiten Filter **7** passiert. Der erste Filter **6** weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine derartige Transmissionscharakteristik auf, dass ihn nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm passieren kann (vgl. **Fig. 3**, oberes Diagramm). Mit anderen Worten, der erste Filter **6** lässt nur das von der Lichtquelle **2** ausgesendete Weißlicht **11** im sichtbaren Spektralbereich passieren und blockiert alles Licht mit Wellenlängen größer 700

nm, also auch das von der Lichtquelle **2** ebenfalls ausgesendete Anregungslicht **10**. Der zweite Filter **7** weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel dagegen eine derartige Transmissionscharakteristik auf, dass ihn nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm passieren kann (vgl. **Fig. 3**, oberes Diagramm). Mit anderen Worten, der zweite Filter **7** lässt nur das von der Lichtquelle **2** ausgesendete Anregungslicht **10** passieren und blockiert das von der Lichtquelle **2** ebenfalls ausgesendete Weißlicht **11** im sichtbaren Spektralbereich sowie alles Licht mit Wellenlängen größer 800 nm. Mit Hilfe des Filterwechslers **5** kann das Beobachtungsobjekt **4** also entweder nur mit Weißlicht **11** im sichtbaren Spektralbereich oder nur mit Anregungslicht **10** beleuchtet werden.

[0028] Die Kamera **3** der Bildaufnahmeanordnung **1** ist auf das Beobachtungsobjekt **4** gerichtet und dient der Aufnahme eines Bildes von dem mit dem Licht der Lichtquelle **2** beleuchteten Beobachtungsobjekts **4**. Für die Aufnahme des Bildes umfasst die Kamera **3** wenigstens einen Bildsensor, der bspw. ein CCD-Sensor oder ein CMOS-Sensor sein kann. Der Kamera **3** ist ein Aufnahmefilter **9** vorgeschaltet, welcher zwischen dem Beobachtungsobjekt **4** und dem Bildsensor Kamera **3** angeordnet ist. Dabei kann der Aufnahmefilter in die Kamera **3** integriert sein und sich bspw. unmittelbar vor dem Bildsensor befinden, oder er kann der Kamera **3** vorgeschaltet sein. Der Aufnahmefilter **9** weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine derartige Transmissionscharakteristik auf, dass ihn nur Licht in den Wellenlängenbereichen von 400 nm bis 700 nm und von 830 nm bis 900 nm passieren kann (siehe **Fig. 3**, unteres Diagramm). Licht mit anderen Wellenlängen, insbesondere Anregungslicht wird vom Aufnahmefilter **9** dagegen blockiert.

[0029] **Fig. 1** zeigt die erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung **1** im Infrarotlichtmodus, in dem bspw. ein Bild von fluoreszierendem Indocyaningrün im Beobachtungsobjekt **4** aufgenommen wird. In diesem Modus befindet sich der Filterwechsler **5** in einer Stellung, in der sich der zweite Filter **7** im Beleuchtungsstrahlengang der Lichtquelle **2** befindet, wohingegen sich der erste Filter **6** außerhalb des Beleuchtungsstrahlengangs befindet. Vom zweiten Filter **7** wird nur das Anregungslicht **10** durchgelassen, wohingegen das Weißlicht **11** im sichtbaren Spektralbereich und Licht mit Wellenlängen über 800 nm blockiert werden. Das Beobachtungsobjekt **4** wird daher ausschließlich mit dem Anregungslicht zum Anregen der Fluoreszenz im Indocyaningrün beleuchtet. Entsprechend emittiert im Beobachtungsobjekt **4** vorhandenes Indocyaningrün Infrarotlicht im Bereich von 750 nm bis 950 nm, von dem über den Aufnahmefilter **9** Licht im Wellenlängenbereich von 830 nm bis 900 nm auf den Bildsensor der Kamera **3** gelangt. Der Aufnahmefilter **9** lässt also Licht **12** aus dem Fluoreszenzspektrum von Indocyaningrün zur

Kamera **3** gelangen und blockiert das vom Beobachtungsobjekt **4** reflektierte Anregungslicht **14**. Im Infrarotlichtmodus nimmt die Kamera **3** somit ein Infrarotlichtbild der Fluoreszenz in dem Beobachtungsobjekt **4** auf. Dadurch dass, der Aufnahmefilter **9** das reflektierte Anregungslicht **14** blockiert, treffen dabei nur diejenigen Wellenlängen auf die Kamera, die zwar im Fluoreszenzspektrum, nicht aber im Absorptionsspektrum von Indocyaningrün enthalten sind, so dass das Infrarotbild nicht durch das reflektierte Anregungslicht **14** beeinflusst ist. Dies ist bei Verwendung von Indocyaningrün besonders relevant, da sich bei das Absorptionsspektrum und das Fluoreszenzspektrum von Indocyaningrün teilweise überlappen. Eventuell vom Beobachtungsobjekt **4** reflektiertes Streulicht im sichtbaren Spektralbereich kann den Aufnahmefilter **9** wegen seiner Transmissionscharakteristik ebenfalls passieren. Das Streulicht kann im medizinischen Anwendungsbereich bei Bedarf daher zum gleichzeitigen Erfassen und/oder Darstellen von anatomischen Strukturen im sichtbaren Spektralbereich und von fluoreszierenden Strukturen herangezogen werden.

[0030] Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung **1** im Weißlichtmodus, in dem ein Bild im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen wird. In diesem Modus befindet sich der Filterwechsler **5** in einer Stellung, in der sich der erste Filter **6** im Beleuchtungsstrahlengang der Lichtquelle **2** befindet, wohingegen sich der erste Filter **7** außerhalb des Beleuchtungsstrahlengangs befindet. Vom ersten Filter **6** wird nur das sichtbare Licht **11** durchgelassen, wohingegen das Anregungslicht **10** und Licht mit Wellenlängen über 800 nm blockiert werden. Das Beobachtungsobjekt **4** wird daher ausschließlich mit Weißlicht im sichtbaren Spektralbereich beleuchtet. Entsprechend reflektiert das Beobachtungsobjekt **4** Weißlicht **16** im Bereich von 400 nm bis 700 nm, das über den Aufnahmefilter **9** auf den Bildsensor der Kamera **3** gelangt. Im Weißlichtmodus nimmt die Kamera **3** somit ein Farbbild von dem Beobachtungsobjekt **4** auf, wobei aufgrund der Transmissionscharakteristik des ersten Filters **6** kein Infrarotlicht, sondern nur Weißlicht zum Beobachtungsobjekt **4** gelangt – und somit auch kein reflektiertes Infrarotlicht, sondern nur reflektiertes Weißlicht **16** zur Kamera **3** gelangt –, so dass ein Infrarotsperrfilter in der Kamera nicht nötig ist. Im Weißlichtmodus erfasst die Kamera **3** im medizinischen Anwendungsbereich daher insbesondere die anatomischen Strukturen des Beobachtungsobjekts **4**.

[0031] Der Kamera **3** kann eine Auswerteeinrichtung (nicht dargestellt) zur Auswertung der aufgenommenen Bilder, insbesondere aufgenommener Infrarotbilder zugeordnet sein. Die Auswerteeinheit kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass sie bestimmte Gefäße und insbesondere Abweichungen von einem normalen Zustand der Gefäße erkennt.

Ferner kann der Kamera **3** ein Anzeigemodul oder Display **8** zugeordnet sein, welches das Kamerabild vor und/oder nach der Auswertung durch die Auswerteeinrichtung anzeigt. Neben dem Anzeigemodul **8** kann der Kamera **3** auch ein Aufzeichnungsmodul (nicht dargestellt) zugeordnet sein, welches die aufgenommenen Bilder und/oder die Ergebnisse der Auswerteeinheit aufzeichnet.

[0032] Die Fig. 4 und Fig. 5 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung. Elemente des zweiten Ausführungsbeispiels, die sich nicht von Elementen des ersten Ausführungsbeispiels unterscheiden sind in den Fig. 4 und Fig. 5 mit denselben Bezugsziffern wie in den Fig. 1 und Fig. 2 bezeichnet und werden nicht noch einmal erläutert, um Wiederholungen zu vermeiden. Es wird im Folgenden daher nur auf die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsbeispielen eingegangen.

[0033] Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel in der Ausgestaltung der Lichtquellenanordnung **13**. Statt einer Xenonlampe und eines Filterrades umfasst die Lichtquellenanordnung **13** im zweiten Ausführungsbeispiel einen Schieber **19** mit zwei Lampen **17**, **18**, die wahlweise den Ausgangspunkt des Beleuchtungsstrahlengangs bilden können. Die erste Lampe **17** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Metaldampflampe die derart ausgelegt ist, dass sie sichtbares Licht **11** emittiert, aber kaum oder gar kein Anregungslicht **10** im nahinfraroten Spektralbereich über 700 nm. Insbesondere kann die erste Lampe **17** im Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm emittieren. Derartige Emissionscharakteristika können bspw. von taglichtweißes oder neutralweißes Licht emittierenden Metaldampflampen erfüllt werden. Die zweite Lampe ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine ausschließlich Anregungslicht **10** (bspw. im nahen Infrarot) emittierende Lichtquelle. Insbesondere kann sie eine im nahen Infrarot emittierende LED oder eine im nahen Infrarot emittierende Laserdiode sein, die im Spektralbereich zwischen 700 nm und 800 nm emittiert. Mit Hilfe des Schiebers **19** kann entweder die erste Lichtquelle **17** oder die zweite Lichtquelle **18** den Ausgangspunkt des Beleuchtungsstrahlengangs zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts **4** bilden. Der Schieber **19** bildet somit eine Schalteinrichtung, die es ermöglicht, die Lichtquellenanordnung **13** entweder mit der ersten Lichtquelle **17** oder mit der zweiten Lichtquelle **18** zu betreiben. Die Schalteinrichtung braucht jedoch nicht in Form eines Schiebers ausgebildet zu sein. Sie kann stattdessen durch optische Elemente wie Spiegel, Prismen, etc. gebildet sein, die es ermöglichen, das Licht der ersten Lichtquelle **17** und das Licht der zweiten Lichtquelle **18** in den Beleuchtungsstrahlengang einzukoppeln. Durch wahlweises Einschalten der ersten Lichtquelle **17** oder der zweiten

Lichtquelle **18** kann die Lichtquellenanordnung dann das entsprechende Licht in den Beobachtungsstrahlengang einkoppeln.

[0034] Fig. 4 zeigt die Bildaufnahmeanordnung **1** des zweiten Ausführungsbeispiels im Infrarotlichtmodus, in dem bspw. ein Bild von im Beobachtungsobjekt **4** fluoreszierendem Indocyaningrün aufgenommen wird. In diesem Modus ist der Schieber **19** so eingestellt, dass die Lichtquellenanordnung **19** mit der zweiten Lichtquelle **18** betrieben wird. Das Beobachtungsobjekt **4** wird demnach ausschließlich mit dem Anregungslicht zum Anregen der Fluoreszenz im Indocyaningrün beleuchtet. Entsprechend emittiert im Beobachtungsobjekt **4** vorhandenes Indocyaningrün Infrarotlicht im Bereich von 750 nm bis 950 nm, von dem über den Aufnahmefilter **9** Licht im Wellenlängenbereich von 830 nm bis 900 nm auf den Bildsensor der Kamera **3** gelangt. Der Aufnahmefilter **9** lässt also Licht **12** aus dem Fluoreszenzspektrum von Indocyaningrün zur Kamera **3** gelangen und blockiert das vom Beobachtungsobjekt **4** reflektierte Anregungslicht **14**. Im Infrarotlichtmodus nimmt die Kamera **3** somit ein Infrarotlichtbild der Fluoreszenz in dem Beobachtungsobjekt **4** auf. Eventuell vom Beobachtungsobjekt **4** reflektiertes Streulicht im sichtbaren Spektralbereich kann den Aufnahmefilter **9** wegen seiner Transmissionscharakteristik ebenfalls passieren. Das Streulicht kann im medizinischen Anwendungsbereich bei Bedarf daher zum gleichzeitigen Erfassen und/oder Darstellen von anatomischen Strukturen im sichtbaren Spektralbereich und von fluoreszierenden Strukturen herangezogen werden.

[0035] Fig. 5 zeigt die Bildaufnahmeanordnung **1** des zweiten Ausführungsbeispiels im Weißlichtmodus, in dem ein Bild im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen wird. In diesem Modus ist der Schieber **19** so eingestellt, dass die Lichtquellenanordnung **13** mit der ersten Lichtquelle **17** betrieben wird. Das Beobachtungsobjekt **4** wird demnach mit Licht **11** im sichtbaren Spektralbereich beleuchtet. Licht mit Wellenlängen über 700 nm wird von der ersten Lichtquelle **17** im Wesentlichen nicht emittiert. Das Beobachtungsobjekt **4** wird daher ausschließlich mit Licht im Spektralbereich bis 700 nm beleuchtet. Entsprechend reflektiert das Beobachtungsobjekt **4** Licht **16** im Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Somit gelangt lediglich Weißlicht im Bereich von 400 nm bis 700 nm über den Aufnahmefilter **9** auf den Bildsensor der Kamera **3**. Im Weißlichtmodus nimmt die Kamera **3** somit ein Farbbild von dem Beobachtungsobjekt **4** auf.

[0036] Die erfindungsgemäße Bildaufnahmeanordnung **1** kann bspw. Teil eines Operationsmikroskops sein. Nachfolgend wird mit Bezug auf die Fig. 4 und Fig. 5 ein möglicher Aufbau eines Operationsmikroskops **102** mit einer erfindungsgemäßen Bildaufnah-

meanordnung beschrieben, das als Beispiel für ein optisches Beobachtungsgerät mit einer erfindungsgemäßen Bildaufnahmeanordnung dient.

[0037] Das in Fig. 6 gezeigte Operationsmikroskop **102** umfasst ein einem Objektfeld **103** zuzuwendendes Objektiv **105**. Das Objektfeld **103** wird in der Brennebene des Objektivs **105** angeordnet, so dass es vom Objektiv **105** nach Unendlich abgebildet wird. Mit anderen Worten, ein vom Objektfeld **103** ausgehendes divergentes Strahlenbündel **107** wird bei seinem Durchgang durch das Objektiv **105** in ein paralleles Strahlenbündel **109** umgewandelt. Ein solcher Strahlengang wird auch Unendlichstrahlengang genannt.

[0038] In Fig. 6 ist das Objektiv **105** der Einfachheit halber lediglich schematisch als Achromatlinse dargestellt. Um den Arbeitsabstand des Operationsmikroskops **102**, d.h. den Abstand der objektseitigen Brennebene von der Unterseite des Operationsmikroskops **102** variieren zu können, ohne das Operationsmikroskop **102** selbst verfahren zu müssen, kann in einem erfindungsgemäß ausgebildeten Operationsmikroskop **102** statt einer einfachen Achromatlinse ein Objektivlinsensystem aus mehreren Linsen Verwendung finden, mit dem sich der Arbeitsabstand des Operationsmikroskops **102** durch Verändern des Fokusabstands variieren lässt. Ein solches Objektiv, mit dem sich der Fokusabstand variieren lässt, ist auch als Vario-Objektiv bekannt.

[0039] Beobachterseitig des Objektivs **105** ist ein Vergrößerungswechsler **111** angeordnet, der entweder wie im dargestellten Ausführungsbeispiel als Zoom-System zur stufenlosen Änderung des Vergrößerungsfaktors oder als so genannter Galilei-Wechsler zur stufenweisen Änderung des Vergrößerungsfaktors ausgebildet sein kann. In einem Zoom-System, das bspw. aus einer Linsenkomination mit drei Linsen aufgebaut ist, können die beiden objektseitigen Linsen verschoben werden, um den Vergrößerungsfaktor zu variieren. Tatsächlich kann das Zoom-System aber auch mehr als drei Linsen, bspw. vier oder mehr Linsen aufweisen, wobei die äußeren Linsen dann auch fest angeordnet sein können. In einem Galilei-Wechsler existieren dagegen mehrere feste Linsenkombinationen, die unterschiedliche Vergrößerungsfaktoren repräsentieren und im Wechsel in den Strahlengang eingebracht werden können. Sowohl ein Zoom-System, als auch ein Galilei-Wechsler wandeln ein objektseitiges paralleles Strahlenbündel in ein beobachterseitiges paralleles Strahlenbündel mit einem anderen Bündeldurchmesser um. Der Vergrößerungswechsler **111** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel bereits Teil des binokularen Strahlengangs des Operationsmikroskops **102**, d.h. er weist eine eigene Linsenkomination für jeden stereoskopischen Teilstrahlengang **109A**, **109B** des Operationsmikroskops **102** auf. Das Einstellen eines Ver-

größerungsfaktors mittels des Vergrößerungswechslers **111** erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel über ein motorisch angetriebenes Stellglied, das zusammen mit dem Vergrößerungswechsler **111** Teil einer Vergrößerungswechseleinheit zum Einstellen des Vergrößerungsfaktors ist.

[0040] An den Vergrößerungswechsler **111** schließt sich beobachterseitig eine Schnittstellenanordnung **113A**, **113B** an, über die externe Geräte an das Operationsmikroskop **102** angeschlossen werden können und die im vorliegenden Ausführungsbeispiel Strahlteilerprismen **115A**, **115B** umfasst. Grundsätzlich können aber auch andere Arten von Strahlteilern Verwendung finden, bspw. teildurchlässige Spiegel. Die Schnittstellen **113A**, **113B** dienen im vorliegenden Ausführungsbeispiel zum Auskoppeln eines Strahlenbündels aus dem Strahlengang des Operationsmikroskops **102** (Strahlteilerprisma **115B**) bzw. zum Einkoppeln eines Strahlenbündels in den Strahlengang des Operationsmikroskops **102** (Strahlteilerprisma **115A**). Es können jedoch auch beide Schnittstellen **113A**, **113B** zum Einkoppeln oder beide Schnittstellen **113A**, **113B** zum Auskoppeln von Strahlenbündeln dienen.

[0041] Das Strahlteilerprisma **115A** in dem Teilstrahlengang **109A** dient im vorliegenden Ausführungsbeispiel dazu, mit Hilfe eines Displays **137**, bspw. einer Digital Mirror Device (DMD) oder eines LCD-Displays, und einer zugehörigen Optik **139** über das Strahlteilerprisma **115A** Informationen oder Daten für einen Betrachter in den Teilstrahlengang **109A** des Operationsmikroskops **102** einzuspiegeln. Im anderen Teilstrahlengang **109B** ist an der Schnittstelle **113B** ein Kameraadapter **119** mit einer daran befestigten Kamera **121** angeordnet, die mit einem elektronischen Bildsensor **123**, bspw. mit einem CCD-Sensor oder einem CMOS-Sensor, ausgestattet ist. Mittels der Kamera **121** kann ein elektronisches und insbesondere ein digitales Bild des Gewebebereichs **103**, der das betrachtete Objektfeld darstellt, aufgenommen werden. Der Kameraadapter **119** dient dabei dazu, die Abbildungsoptik des Operationsmikroskops **102** derart anzupassen, dass am Ort des Bildsensors **123** ein Bild des Gewebebereichs **103** entsteht. Im vorliegenden Operationsmikroskop **102** weist die Kamera **121** anstelle eines konventionellen Infrarotsperrefilters einen Aufnahmefilter auf, wie er oben beschrieben worden ist.

[0042] An die Schnittstelle **113** schließt sich beobachterseitig ein Binokulartubus **127** an. Dieser weist zwei Tubusobjektive **129A**, **129B** auf, welche das jeweilige parallele Strahlenbündel **109A**, **109B** auf eine Zwischenbildebene **131** fokussieren, also das Beobachtungsobjekt **103** auf die jeweilige Zwischenbildebene **131A**, **131B** abbilden. Die in den Zwischenbildebenen **131A**, **131B** befindlichen Zwischenbilder werden schließlich von Okularlinsen **135A**, **135B** wie-

derum nach Unendlich abgebildet, so dass ein Betrachter das Zwischenbild mit entspanntem Auge betrachten kann. Außerdem erfolgt im Binokulartubus mittels eines Spiegelsystems oder mittels Prismen **133A**, **133B** eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den beiden Teilstrahlenbündeln **109A**, **109B**, um diesen an den Augenabstand des Betrachters anzupassen. Mit dem Spiegelsystem oder den Prismen **133A**, **133B** erfolgt zudem eine Bildaufrichtung.

[0043] Das Operationsmikroskop **102** ist außerdem mit einer Beleuchtungsvorrichtung ausgestattet, mit der das Objektfeld **103** mit breitbandigem Beleuchtungslicht beleuchtet werden kann. Hierzu weist die Beleuchtungsvorrichtung im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Weißlichtquelle **141**, wie bspw. eine Halogenglühlampe oder eine Gasentladungslampe, etwa eine Xenonlampe, auf. Das von der Weißlichtquelle **141** ausgehende Licht wird über einen Umlenkspiegel **143** oder ein Umlenkprisma in Richtung auf das Objektfeld **103** gelenkt, um dieses auszu-leuchten. In der Beleuchtungsvorrichtung ist weiterhin eine Beleuchtungsoptik **145** vorhanden, die für eine gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten beobachteten Objektfeldes **103** sorgt. Der Weißlichtquelle **141** ist ein Filterwechsler in Form eines Schiebers **147** zugeordnet, welcher wenigstens den oben beschriebenen ersten Filter **6** und den oben beschriebenen zweiten Filter **7** umfasst. Durch Verschieben des Schiebers **147** in Richtung des Doppelpfeils kann zwischen einer Position des Schiebers **147**, in der sich der erste Filter **6** im Beleuchtungsstrahlengang befindet (wie dies in **Fig. 6** dargestellt ist), und einer Position des Schiebers **147**, in der sich der zweite Filter **7** im Beleuchtungsstrahlengang befindet, hin und her gewechselt werden.

[0044] Es sei darauf hingewiesen, dass der in **Fig. 6** dargestellte Beleuchtungsstrahlengang stark schematisiert ist und nicht notwendigerweise den tatsächlichen Verlauf des Beleuchtungsstrahlengangs wiedergibt. Grundsätzlich kann der Beleuchtungsstrahlengang als sogenannte Schrägbeleuchtung ausgeführt sein, die der schematischen Darstellung in **Fig. 6** am nächsten kommt. In einer solchen Schrägbeleuchtung verläuft der Strahlengang in einem relativ großen Winkel (6° oder mehr) zur optischen Achse des Objektivs **105** und kann, wie in **Fig. 6** dargestellt, vollständig außerhalb des Objektivs **105** verlaufen. Alternativ besteht jedoch auch die Möglichkeit, den Beleuchtungsstrahlengang der Schrägbeleuchtung durch einen Randbereich des Objektivs **105** hindurch verlaufen zu lassen. Eine weitere Möglichkeit zur Anordnung des Beleuchtungsstrahlengangs ist die sogenannte 0° -Beleuchtung, bei der der Beleuchtungsstrahlengang durch das Objektiv **105** hindurch verläuft und zwischen den beiden Teilstrahlengängen **109A**, **109B**, entlang der optischen Achse des Objektivs **105** in Richtung auf das Objektfeld **103** in das Objektiv **105** eingekoppelt wird. Schließlich besteht

auch die Möglichkeit, den Beleuchtungsstrahlengang als sogenannte koaxiale Beleuchtung auszuführen, in der ein erster und ein zweiter Beleuchtungsteilstrahlengang vorhanden sind. Die beiden Beleuchtungsteilstrahlengänge werden über einen oder mehrere Strahlteiler parallel zu den optischen Achsen der Beobachtungsteilstrahlengänge **109A**, **109B** in das Operationsmikroskop eingekoppelt, so dass die Beleuchtung koaxial zu den beiden Beobachtungsteilstrahlengängen verläuft.

[0045] Mit dem beschriebenen Operationsmikroskop **102** lässt sich von einem im Objektfeld **103** gelegenen Beobachtungsobjekt mit nur einer Kamera **121**, bei der der üblicherweise vorhandene Infrarotsperrfilter durch den beschriebenen Aufnahmefilter ersetzt ist, und ohne Filterwechsler im Bereich der Kamera **121** wahlweise ein Farbbild oder ein Infrarotbild aufnehmen. Voraussetzung ist lediglich der Filterwechsler **147**, mit dessen Hilfe zwischen einer Beleuchtung des Objektfeldes **103** nur mit Weißlicht im sichtbaren Spektralbereich und einer Beleuchtung des Objektfeldes **103** nur mit Anregungslicht zum Anregen einer Fluoreszenz hin und her gewechselt werden kann. Der Filterwechsler **147** im Bereich der Beleuchtungslichtquelle **141** ist dabei weniger störend als dies ein Filterwechsler **147** im Bereich der Kamera **121** wäre, da die Beleuchtungslichtquelle **141** weiter vom Objektfeld **103** entfernt angeordnet werden kann als die Kamera **121**.

[0046] Die vorliegende Erfindung wurde anhand von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. Die Beschreibung der Ausführungsbeispiele dient dabei in erster Line der Darstellung von Konzepten zur Ausführung der vorliegenden Erfindung, nicht jedoch der Beschränkung der Erfindung auf die in den Ausführungsbeispielen dargestellten konkreten Ausgestaltungen. Wie ein Fachmann ohne weiteres erkennt, können Ausführungsformen der Erfindung von den dargestellten Ausführungsbeispielen abweichen, ohne den Rahmen der Erfindung, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, zu verlassen. Beispielsweise können in einer Bildaufnahmeanordnung, wie sie mit Bezug auf die **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben worden ist, statt Xenonlampen Halogenglühlampen oder andere Breitbandlichtquellen ebenso Verwendung finden wie Lichtquellen, die im Wesentlichen in einzelnen Spektrallinien emittiert. Außerdem können andere Fluoreszenzfarbstoffe als das beispielhaft beschriebene Indocyaningrün Verwendung finden. Je nach verwendetem Fluoreszenzfarbstoff kann dabei der Wellenlängenbereich des Anregungslichtes breiter oder enger als der mit Bezug auf die Ausführungsbeispiele beschriebene Wellenlängenbereich sein, oder er kann gegenüber dem mit Bezug auf die Ausführungsbeispiele beschriebenen Wellenlängenbereich verschoben sein. Die vorliegende Erfindung soll daher nur durch die Ansprüche beschränkt sein.

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

- US 2008/0251694 A1 [0004]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Indocyanningrün>
[0002]

Patentansprüche

1. Bildaufnahmeanordnung (1) mit
 - einer Lichtquellenanordnung (13) zur Emission von Licht, welches sichtbares Licht (11) und Anregungslicht (10) zum Anregen einer Infrarotemission in einem Beobachtungsobjekt (4) umfasst,
 - einer Aufnahmeeinrichtung (3) mit einem Bildsensor zur Aufnahme eines Bildes von einem mit dem Licht der Lichtquellenanordnung (13) bestrahlten Beobachtungsobjekt (4), und
 - einen zwischen dem Beobachtungsobjekt (4) und dem Bildsensor der Aufnahmeeinrichtung (3) angeordneten oder anzuordnenden Aufnahmefilter (9), dessen Transmissionscharakteristik derart ausgestaltet ist, dass sie vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes sichtbares Licht (16) und vom Beobachtungsobjekt (4) emittiertes Infrarotlicht (12) passieren lässt, vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes Anregungslicht (14) jedoch blockiert, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquellenanordnung (13) derart einstellbar ist, dass sie entweder nur sichtbares Licht (11) oder nur Anregungslicht (10) in Richtung auf das Beobachtungsobjekt (4) aussendet.
2. Bildaufnahmeanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquellenanordnung (13) eine sowohl sichtbares Licht (11) als auch Anregungslicht (10) emittierende Lichtquelle (2) und einen zwischen der Lichtquelle (2) und dem Beobachtungsobjekt (4) angeordneten oder anzuordnenden Filterwechsler (5) mit wenigstens einem ersten Filter (6) und einem zweiten Filter (7) umfasst, wobei der erste Filter (6) eine erste Filtercharakteristik aufweist, die nur das sichtbare Licht (11) passieren lässt, und der zweite Filter (7) eine zweite Filtercharakteristik aufweist, die nur das Anregungslicht (10) passieren lässt.
3. Bildaufnahmeanordnung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Spektrum der Lichtquelle (2) wenigstens über den Spektralbereich von 400 nm bis 800 nm erstreckt.
4. Bildaufnahmeanordnung (1) nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Filtercharakteristik derart gewählt ist, dass der erste Filter (6) nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm passieren lässt.
5. Bildaufnahmeanordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Filtercharakteristik derart gewählt ist, dass der zweite Filter (7) nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm passieren lässt.
6. Bildaufnahmeanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquellenanordnung (13) eine nur bis 700 nm emittierende erste

Lichtquelle (17), eine nur Anregungslicht (10) emittierende zweite Lichtquelle (18) und eine Schalteinrichtung (19) umfasst, wobei die Schalteinrichtung (19) es ermöglicht, die Lichtquellenanordnung (13) entweder nur mit der ersten Lichtquelle (17) oder nur mit der zweiten Lichtquelle (18) zu betreiben.

7. Bildaufnahmeanordnung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das sichtbare Licht (11) Weißlicht ist.

8. Bildaufnahmeanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters (9) derart gewählt ist, dass er Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm sowie in einem Wellenlängenbereich von 800 nm bis 950 nm passieren lässt und Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm blockiert.

9. Bildaufnahmeanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters (9) derart gewählt ist, dass sich die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt (4) reflektierte sichtbare Licht (16) nicht mehr als 10% von der Transmission für das vom Beobachtungsobjekt (4) emittierte Infrarotlicht (12) unterscheidet.

10. Bildaufnahmeanordnung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transmissionscharakteristik des Aufnahmefilters (9) derart gewählt ist, dass die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt (4) reflektierte sichtbare Licht (16) und die Transmission für das vom Beobachtungsobjekt (4) emittierte Infrarotlicht (12) jeweils mindestens 80% betragen.

11. Optisches Beobachtungsgerät (102) mit einer Bildaufnahmeanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche.

12. Optisches Beobachtungsgerät (102) nach Anspruch 11, welches als Operationsmikroskop oder als Endoskop ausgestaltet ist.

13. Optisches Beobachtungsgerät (102) nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, das eine Abbildungsoptik umfasst, die wenigstens ein Bild des Beobachtungsobjekts (103) generiert, und in dem am Ort des Bildes des Beobachtungsobjekts (103) ein Bildsensor (123) angeordnet ist der zusammen mit der Abbildungsoptik die Aufnahmeeinrichtung bildet.

14. Verfahren zum Aufnehmen von Bildern von einem Beobachtungsobjekt (4) im sichtbaren Spektralbereich und von Infrarotbildern des Beobachtungsobjekts (4), in dem

- das Beobachtungsobjekt (4) ausschließlich mit sichtbarem Licht (11) beleuchtet wird, wenn ein Bild

im sichtbaren Spektralbereich aufgenommen werden soll, und

- das Beobachtungsobjekt (4) ausschließlich mit einem Anregungslicht (10) zum Anregen einer Infrarotemission in dem Beobachtungsobjekt (4) beleuchtet wird, wenn ein Bild im infraroten Spektralbereich aufgenommen werden soll, und
- das zu dem Bildsensor einer Aufnahmeeinrichtung (3) gelangende Licht vor Erreichen des Bildsensors mit einem Aufnahmefilter (9) gefiltert wird, dessen Transmissionscharakteristik derart ausgestaltet ist, dass sie vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes sichtbares Licht (16) sowie vom Beobachtungsobjekt (4) emittiertes Infrarotlicht (12) passieren lässt, vom Beobachtungsobjekt (4) reflektiertes Anregungslicht (14) jedoch blockiert.

einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm blockiert.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

15. Verfahren nach Anspruch 14, in dem

- eine Lichtquelle (2) zur Emission von Licht, welches das sichtbare Licht (11) und das Anregungslicht (10) umfasst, Verwendung findet,
- zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts (4) ausschließlich mit dem sichtbaren Licht (11) ein erster Filter (6) zwischen der Lichtquelle (2) und dem Beobachtungsobjekt (4) angeordnet wird, der nur das sichtbare Licht (11) passieren lässt, und
- zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts (4) ausschließlich mit dem Anregungslicht (10) ein zweiter Filter (7) zwischen der Lichtquelle (2) und dem Beobachtungsobjekt (4) angeordnet wird, der nur das Anregungslicht (10) passieren lässt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, in dem ein erster Filter (6) verwendung findet, der nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm passieren lässt.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder Anspruch 16, in dem ein zweiter Filter (7) Verwendung findet, der nur Licht in einem Wellenlängenbereich von 700 nm bis 800 nm passieren lässt.

18. Verfahren nach Anspruch 14, in dem

- eine nur sichtbares Licht (11) emittierende erste Lichtquelle (17) und eine nur Anregungslicht (10) emittierende Lichtquelle (18) Verwendung finden,
- zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts (4) ausschließlich mit dem sichtbaren Licht (11) nur die erste Lichtquelle (17) betrieben wird und
- zum Beleuchten des Beobachtungsobjekts (4) ausschließlich mit dem Anregungslicht (10) nur die zweite Lichtquelle (18) betrieben wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, in dem ein Aufnahmefilter (9) Verwendung findet, der Licht in einem Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm sowie Licht in einem Wellenlängenbereich von 800 nm bis 950 nm passieren lässt und Licht in

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

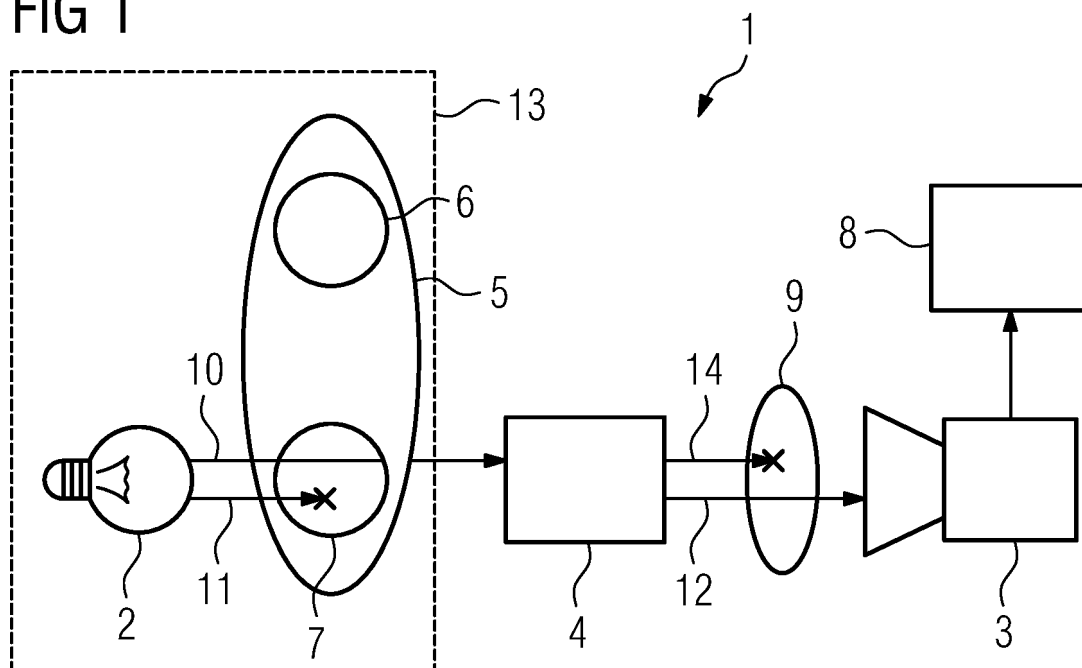


FIG 2

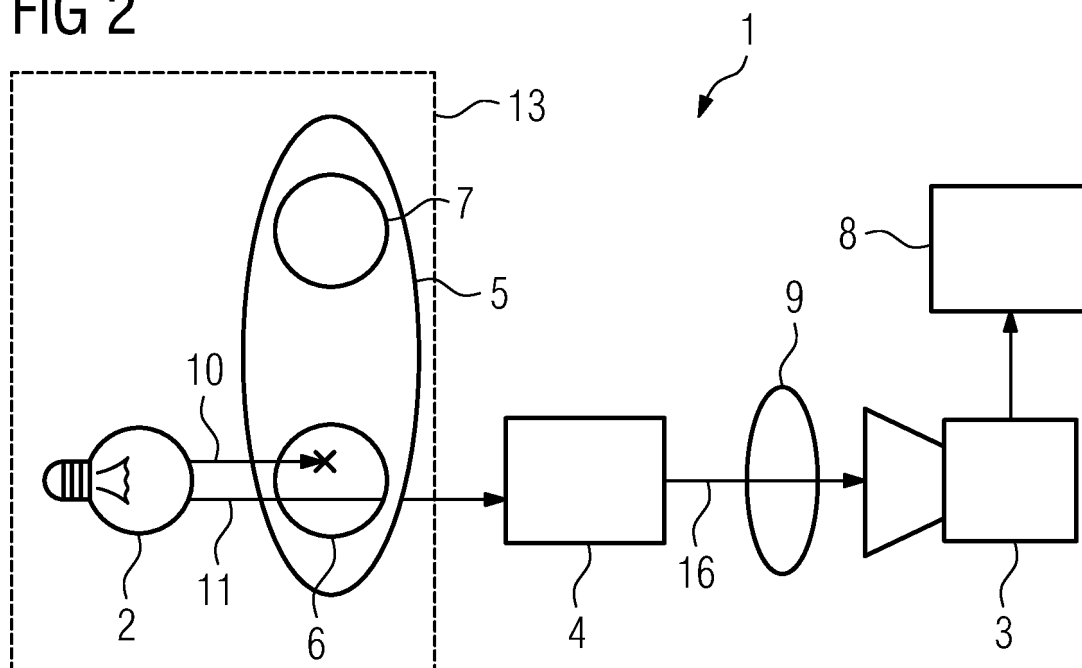


FIG 3

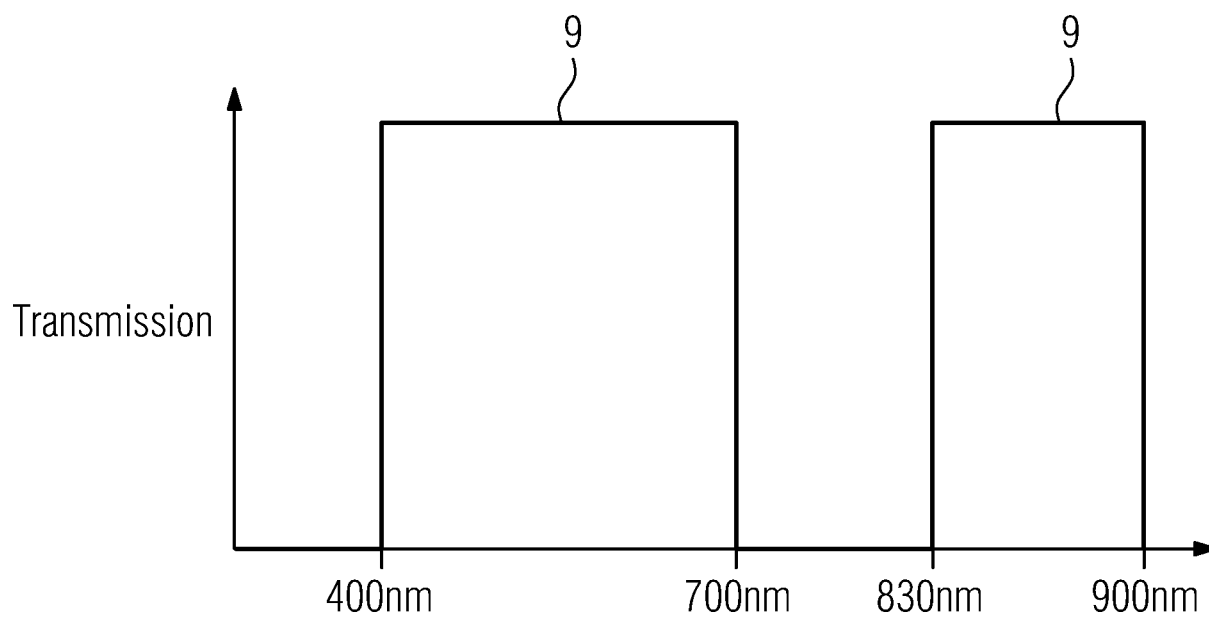
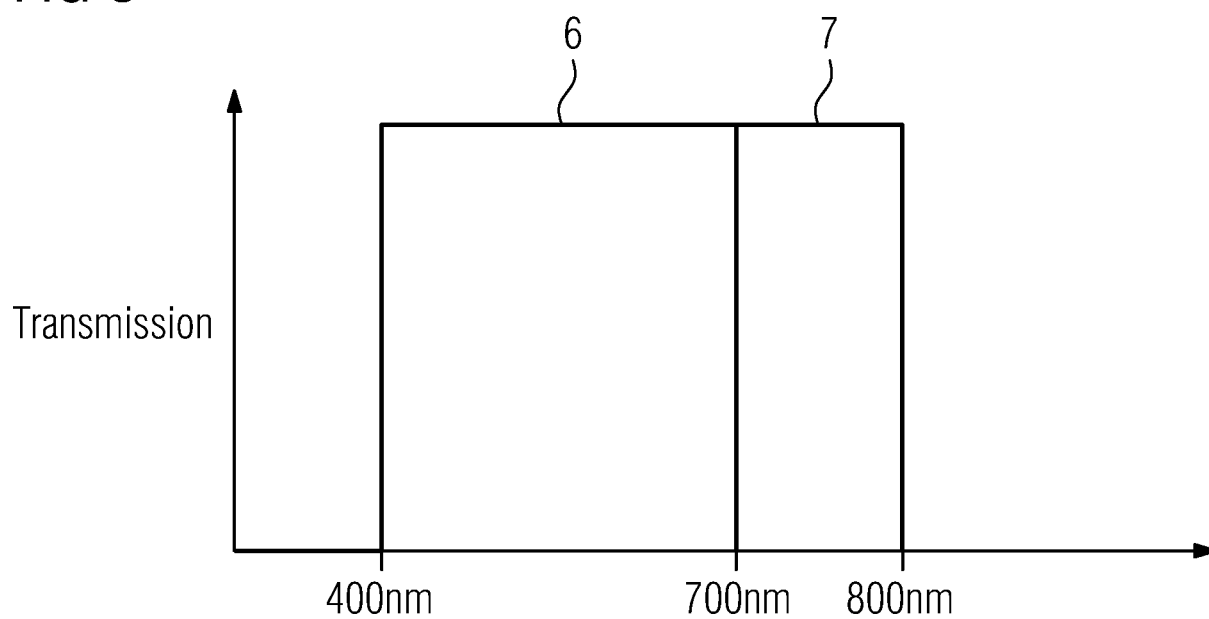


FIG 4

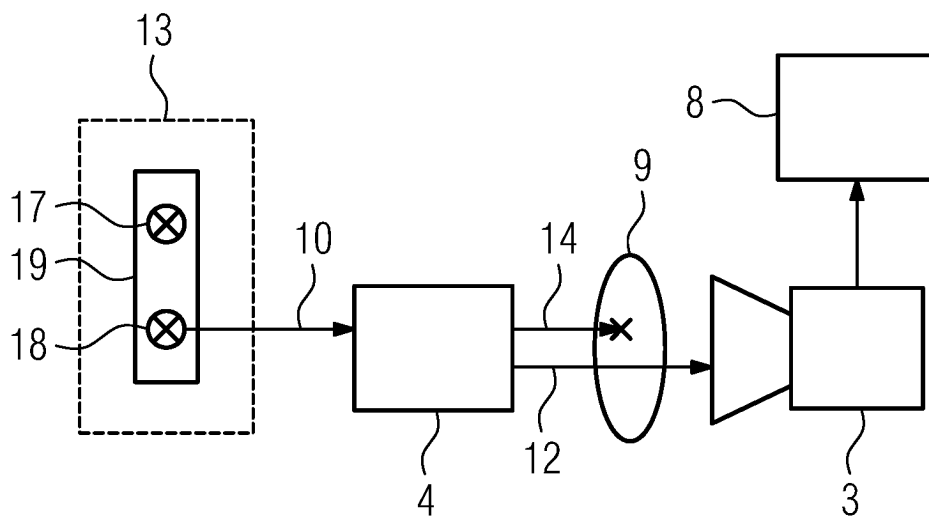


FIG 5

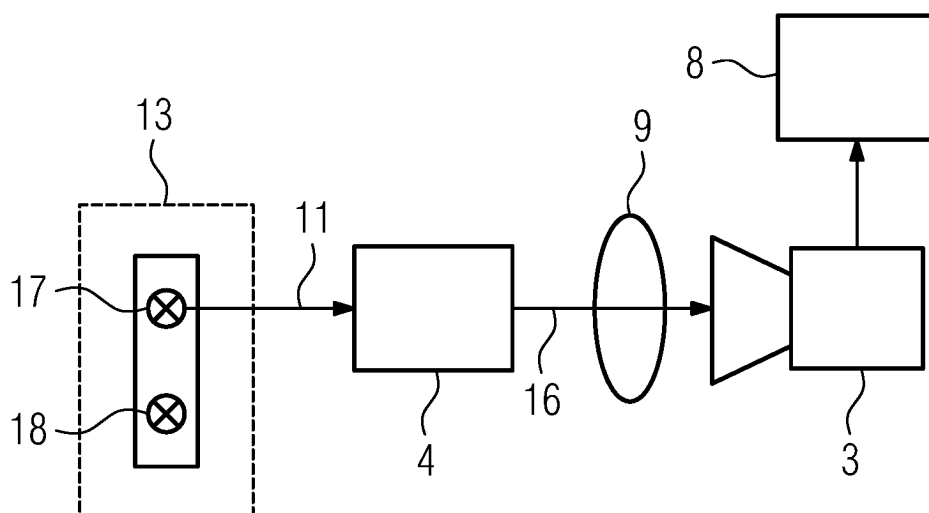


FIG 6

