



(10) **DE 10 2008 063 634 B4** 2021.03.11

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 063 634.7**
(22) Anmeldetag: **18.12.2008**
(43) Offenlegungstag: **24.06.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.03.2021**

(51) Int Cl.: **H01S 5/022 (2021.01)**
H01S 5/028 (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:
10 2008 064 948.1

(73) Patentinhaber:
**OSRAM Opto Semiconductors Gesellschaft mit
beschränkter Haftung, 93055 Regensburg, DE**

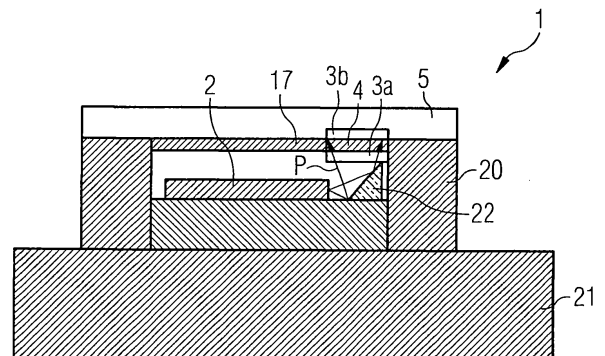
(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Lell, Alfred, 93142 Maxhütte-Haidhof, DE; Strauß,
Uwe, Dr., 93077 Bad Abbach, DE; Tautz, Sönke,
Dr., 93105 Tegernheim, DE; Behringer, Martin
Rudolf, Dr., 93051 Regensburg, DE; Brüninghoff,
Stefanie, 93197 Zeitlarn, DE; Dini, Dimitri, Dr.,
93059 Regensburg, DE; Eisert, Dominik, Dr.,
93049 Regensburg, DE; Eichler, Christoph, Dr.,
93105 Tegernheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Leuchtmittel und Projektor mit mindestens einem solchen Leuchtmittel**

(57) Hauptanspruch: Leuchtmittel (1) mit
- mindestens einem Halbleiterlaser (2), der dazu eingerichtet ist, eine Primärstrahlung (P) mit einer Wellenlänge zwischen einschließlich 360 nm und 485 nm zu emittieren, und
- mehreren Konversionsmitteln (3), die dem Halbleiterlaser (2) nachgeordnet und dazu eingerichtet sind, wenigstens einen Teil der Primärstrahlung (P) in eine Sekundärstrahlung (S) mit einer von der Primärstrahlung (P) verschiedenen, größeren Wellenlänge zu konvertieren, wobei die vom Leuchtmittel (1) emittierte Strahlung (R) eine optische Kohärenzlänge aufweist, die höchstens 50 µm beträgt, wobei
- eine Leuchtdichte der Sekundärstrahlung (S) beim Austritt aus den Konversionsmitteln (3) wenigstens stellenweise mindestens 100 kW/cm² beträgt,
- sich der Halbleiterlaser (2) vollständig in einem Gehäuse (20), welches auf einem Kühlkörper (21) angebracht ist, befindet,
- die Primärstrahlung (P) vom Halbleiterlaser (2) in einer Richtung parallel zu einer Hauptseite (23) des Kühlkörpers (21) emittiert wird und nachfolgend über ein Prisma (22) in eine Richtung senkrecht zur Hauptseite (23) umgelenkt wird,
- sich die Konversionsmittel (3) an einer dem Kühlkörper (21) zugewandten Seite eines Trägers (4) befinden, der dem Prisma (22) entlang eines Laufwegs der Primärstrahlung (P) nachgeordnet ist, und
- der Träger (4) mechanisch beweglich gelagert ist und wenigstens zwei Bereiche (41) aufweist, die mit den voneinander verschiedenen Konversionsmitteln (3) versehen ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 45 495	A1
DE	10 2007 009820	A1
DE	10 2005 045 587	A1
DE	693 17 027	T2
US	2008 / 0 169 480	A1
US	2007/01 89 352	A1
US	2008/01 28 728	A1
US	2008/02 97 731	A1
EP	19 76 304	A1
WO	08/0 89 712	A1

Beschreibung

[0001] Es wird ein Leuchtmittel angegeben. Darüber hinaus wird ein Projektor mit mindestens einem solchen Leuchtmittel angegeben.

[0002] Die Druckschrift DE 10 2005 045 587 A1 betrifft eine Baugruppe mit einem Licht emittierenden Halbleiterelement und verfügt über ein Verbundsubstrat, einen Schaltungslayoutträger, eine Verbindungsstruktur, eine Aussparung und ein Lichtemissionselement. Die Verbindungsstruktur wird dazu verwendet, das Verbundsubstrat mit dem Schaltungslayoutträger zu verbinden. Die Aussparung ist im Schaltungslayoutträger ausgebildet, wobei sie sich zum Verbundsubstrat hin erstreckt. Das Lichtemissionselement ist in der Aussparung angeordnet und es ist elektrisch mit dem Schaltungslayoutträger verbunden.

[0003] Aus der Druckschrift DE 103 45 495 A1 ist ein Lichtemissions-Bauteil bekannt, das umfasst: einen Halbleiterlaserchip, der einen Laserstrahl emittiert; ein Kohärenzverringerelement, das den Laserstrahl empfängt und die Kohärenz desselben verringert, um einen Lichtstrahl geringerer Kohärenz zu erzeugen; und ein Gehäuse, das den Halbleiterlaserchip und das Kohärenzverringerelement aufnimmt und über eine Öffnung verfügt.

[0004] In der Druckschrift US 2008 / 0 169 480 A1 findet sich ein optoelektronisches Bauteil mit einem Leuchtstoff an bzw. in einem Gehäuse, wobei das Gehäuse eine Reflektorstruktur umfasst.

[0005] Die Druckschrift DE 693 17 027 T2 ist auf ein speckelfreies Abbildungssystem mit kohärentem Licht gerichtet.

[0006] Ein Laserprojektionssystem mit reduzierten, wahrnehmbaren Speckle-Mustern findet sich in der Druckschrift US 2008 / 0 297 731 A1.

[0007] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein Leuchtmittel mit einer hohen Leuchtdichte anzugeben. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, einen Projektor mit zumindest einem solchen Leuchtmittel anzugeben.

[0008] Erfindungsgemäß umfasst das Leuchtmittel wenigstens einen optoelektronischen Halbleiterchip. Der Halbleiterchip ist dazu ausgestaltet, elektromagnetische Strahlung im ultravioletten oder sichtbaren Spektralbereich zu erzeugen. Bei dem Halbleiterchip kann es sich um eine Leuchtdiode oder einen Halbleiterlaser handeln.

[0009] Erfindungsgemäß weist das Leuchtmittel mindestens einen Halbleiterlaser auf, der dazu eingerichtet ist, eine Primärstrahlung mit einer Wellenlänge

zwischen einschließlich 360 nm und 485 nm, insbesondere zwischen einschließlich 380 nm und 460 nm, zu emittieren. Mit anderen Worten ist die Primärstrahlung über wenigstens einen Halbleiterlaser erzeugt. Das Leuchtmittel kann insbesondere frei von Leuchtdioden sein, sodass die Primärstrahlung ausschließlich über Halbleiterlaser erzeugt ist.

[0010] Erfindungsgemäß umfasst das Leuchtmittel mehrere Konversionsmittel. Die Konversionsmittel sind dem Halbleiterlaser in Strahlrichtung der Primärstrahlung nachgeordnet und dazu eingerichtet, wenigstens einen Teil der Primärstrahlung in eine Sekundärstrahlung zu konvertieren. Die Sekundärstrahlung weist eine von der Primärstrahlung verschiedene, bevorzugt größere Wellenlänge auf. Nachfolgend wird zur sprachlichen Vereinfachung teilweise auch nur von einem Konversionsmittel gesprochen, obwohl mehrere Konversionsmittel gemeint sind.

[0011] Erfindungsgemäß ist eine vom Leuchtmittel emittierte Strahlung durch die Sekundärstrahlung oder durch eine Mischung aus Sekundärstrahlung und Primärstrahlung gebildet. Handelt es sich bei der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung um eine Mischstrahlung, so ist die Strahlung bevorzugt bereits beim Verlassen des Leuchtmittels gemischt. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung ist insbesondere über einen gesamten Strahlquerschnitt der Strahlung homogen. Mit anderen Worten weicht ein Farbort der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung über den gesamten Strahlquerschnitt um höchstens 0,05 Einheiten, insbesondere um höchstens 0,025 Einheiten in der Normfarbtafel von einem Mittelwert, gebildet über den gesamten Strahlquerschnitt, ab.

[0012] Erfindungsgemäß weist die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung eine optische Kohärenzlänge auf, die höchstens 50 µm beträgt. Bevorzugt beträgt die optische Kohärenzlänge höchstens 10 µm, insbesondere höchstens 2,5 µm. Mit anderen Worten handelt es sich bei der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung um inkohärente Strahlung, die nicht interferenzfähig ist. Hierdurch sind Effekte wie Speckle-Muster, die bei der Verwendung einer kohärenten Strahlung beispielsweise zu Projektionszwecken auftreten können, vermeidbar.

[0013] Dem Einsatz des Konversionsmittels im Leuchtmittel liegt unter anderem folgende Idee zugrunde: Die Primärstrahlung des Leuchtmittels ist von einem Halbleiterlaser erzeugt, der damit eine vergleichsweise große Kohärenzlänge aufweist und interferenzfähig ist. Durch die Verwendung des Konversionsmittels, das insbesondere eine Vielzahl von voneinander unabhängigen Farbzentren oder Leuchtpunkten beinhaltet, wird eine inkohärente Sekundärstrahlung erzeugt. Die Sekundärstrahlung ist insbesondere deshalb inkohärent, da die Vielzahl von beispielsweise Farbzentren entkoppelt vonein-

ander die Primärstrahlung absorbieren und zeitlich versetzt und nicht miteinander korreliert die konvertierte Strahlung, die Sekundärstrahlung, emittieren. Auch eine räumlich definierte Beziehung zwischen einzelnen beispielsweise Farbzentren ist im Regelfall nicht gegeben. Daher weist die von den einzelnen beispielsweise Farbzentren emittierte Sekundärstrahlung keine feste oder definierte Phasenbeziehung zu von benachbarten Farbzentren emittierter Sekundärstrahlung auf. Zudem weist die Sekundärstrahlung, im Vergleich zu Primärstrahlung, eine vergleichsweise große spektrale Breite auf. Hierdurch ist die Kohärenzlänge ebenfalls reduziert.

[0014] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist die optische Kohärenzlänge kleiner als oder gleich dem Quotienten aus dem Quadrat einer mittleren Wellenlänge der Strahlung und einer spektralen Bandbreite der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung, multipliziert mit einem konstanten Faktor:

$$L \leq k \lambda_0^2 / \Delta\lambda$$

L bezeichnet hierbei die optische Kohärenzlänge der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung, λ_0 die mittlere Wellenlänge der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung und $\Delta\lambda$ deren spektrale Breite. Insbesondere beträgt die optische Kohärenzlänge höchstens 90 %, insbesondere höchstens 75 % des über obige Formel sich ergebenden Werts.

[0015] Über die oben angegebene Formel kann die optische Kohärenzlänge einer Strahlung, abhängig von der Bandbreite und der mittleren Wellenlänge der Strahlung, abgeschätzt werden. Der Faktor k, der eine reelle Zahl in der Größenordnung von 1 ist, ist abhängig von einer Einhüllenden eines Spektrums der Strahlung. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung kann mit anderen Worten eine kürzere Kohärenzlänge aufweisen, als sich für eine Strahlung mit einer entsprechenden spektralen Breite gemäß obiger Formel ergibt. Die optische Kohärenzlänge kann also insbesondere kürzer als für eine spektral breitbandige Lichtquelle sein, die beispielsweise auf einem Laser basiert.

[0016] Ist die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung eine Mischstrahlung aus Sekundärstrahlung und Primärstrahlung, so weist die Strahlung auch in diesem Fall eine geringe Kohärenzlänge auf, da über ein Mischen von Primärstrahlung und Sekundärstrahlung die Phasenbeziehung und somit die Interferenzfähigkeit zerstört ist.

[0017] Die optische Kohärenzlänge kann beispielsweise über ein Interferometer bestimmt werden. Das Interferometer weist zum Beispiel zwei Interferometerarme auf, die einen variierbaren Längenun-

terschied zueinander aufzeigen. Wird die Strahlung über die beiden Arme gelenkt und anschließend überlagert, so zeigt sich in Abhängigkeit vom Längenunterschied der Arme ein Interferenzmuster. Diejenige Länge des Armlängenunterschieds, ab der sich kein Interferenzmuster mehr zeigt, ist dann die optische Kohärenzlänge.

[0018] Erfindungsgemäß beinhaltet das Leuchtmittel mindestens einen Halbleiterlaser, der dazu eingerichtet ist, eine Primärstrahlung mit einer Wellenlänge zwischen einschließlich 360 nm und 485 nm zu emittieren. Weiterhin umfasst das Leuchtmittel mehrere Konversionsmittel, die dem Halbleiterlaser nachgeordnet und dazu eingerichtet sind, wenigstens einen Teil der Primärstrahlung in eine Sekundärstrahlung mit einer von der Primärstrahlung verschiedenen, größeren Wellenlänge zu konvertieren. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung zeigt hierbei eine optische Kohärenzlänge auf, die höchstens 50 μm beträgt.

[0019] Über den Halbleiterlaser, der kohärente Strahlung emittiert, ist die Primärstrahlung effizient formbar, insbesondere fokussierbar. Hierdurch sind hohe Leistungsdichten der Primärstrahlung im Konversionsmittel erzielbar. Damit einhergehend kann auch eine hohe Leuchtdichte der Sekundärstrahlung und eine nahezu punktförmige Abstrahlung der Sekundärstrahlung erreicht werden. Durch die kleine optische Kohärenzlänge lassen sich zum Beispiel Speckle-Muster etwa bei einer Projektion der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung vermeiden.

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist das Konversionsmittel frei oder überwiegend frei von einem organischen Material. Zum Beispiel beinhaltet das Konversionsmittel ein Matrixmaterial aus einem Glas oder einer gesinterten Keramik. In das Matrixmaterial sind beispielsweise Leuchtstoffpartikel oder -pigmente eingebettet. Organische Materialien sind gegenüber photochemischer Beschädigung, die bei hohen Leuchtdichten insbesondere der Primärstrahlung auftreten kann, oft nur bedingt widerstandsfähig. Umfasst das Konversionsmittel kein organisches Material, so kann eine hohe Leuchtdichte der Sekundärstrahlung erzielt werden.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst das mindestens eine Konversionsmittel wenigstens einen Cer- oder Europium-dotierten Leuchtstoff.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist das mindestens eine Konversionsmittel eine Konzentration von Farbzentren oder Leuchtpunkten auf, die mindestens $10^7/\mu\text{m}^3$ beträgt, bevorzugt mindestens $5 \cdot 10^7/\mu\text{m}^3$, insbesondere mindestens $10^8/\mu\text{m}^3$. Die Farbzentren oder Leuchtpunkte sind bevorzugt statistisch im Konversionsmittel ver-

teilt, sodass keine feste beziehungsweise regelmäßige, gitterähnliche räumliche Beziehung zwischen einander benachbarten Farbzentren oder Leuchtpunkten besteht, und emittieren die Sekundärstrahlung unabhängig voneinander. Durch eine solche hohe Dichte der unabhängig voneinander emittierenden Farbzentren oder Leuchtpunkte ist eine besonders kleine optische Kohärenzlänge der Sekundärstrahlung realisierbar.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels sind durch die Primärstrahlung im Konversionsmittel mindestens so viele Farbzentren oder Leuchtpunkte angeregt, wie dem Produkt aus der Vakuumlichtgeschwindigkeit mit einer Abklingzeit des Konversionsmittels, geteilt durch die Kohärenzlänge, entspricht:

$$N \geq (c T) / L$$

L bezeichnet hierbei die optische Kohärenzlänge, c die Vakuumlichtgeschwindigkeit, T die insbesondere exponentielle Abklingzeit des Konversionsmittels und N die Anzahl durch die Primärstrahlung angeregter Farbzentren oder Leuchtpunkte. Bevorzugt ist N größer oder gleich dem Zehnfachen der rechten Seite obiger Formel, insbesondere größer oder gleich dem Fünfzigfachen.

[0024] Mit anderen Worten werden umso mehr Farbzentren oder Leuchtpunkte angeregt, je größer die Abklingzeit des Konversionsmittels ist. Beispielsweise ist N größer als 10^6 , insbesondere größer als 10^8 . Die große Anzahl angeregter Farbzentren oder Leuchtpunkte, bezogen auf die Abklingzeit, kann eine kleine Kohärenzlänge erlauben.

[0025] Erfindungsgemäß beträgt eine Leuchtdichte der Sekundärstrahlung beim Austritt aus dem Konversionsmittel wenigstens stellenweise mindestens 100 kW/cm^2 , insbesondere mindestens 1000 kW/cm^2 .

[0026] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst dieses einen thermisch leitfähigen, ersten Träger. Das mindestens eine Konversionsmittel ist zumindest mittelbar, insbesondere unmittelbar auf dem ersten Träger angebracht. Bevorzugt steht das Material des Konversionsmittels in direktem Kontakt zu einem Material des ersten Trägers. Hierdurch ist eine effiziente thermische Ankopplung und ein effizientes Abführen von Wärme aus dem Konversionsmittel über den ersten Träger gewährleistet.

[0027] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist der erste Träger mindestens für einen Teil der Sekundärstrahlung transparent oder reflektierend gestaltet. Transparent bedeutet hierbei,

dass mindestens 90 %, bevorzugt mindestens 95 % der Sekundärstrahlung den ersten Träger durchlaufen, ohne eine Streuung oder Absorption zu erfahren. Reflektierend bedeutet, dass mindestens 90 %, bevorzugt mindestens 95 % der auf den ersten Träger treffenden Sekundärstrahlung an diesem reflektiert werden.

[0028] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist der erste Träger für die Primärstrahlung transparent oder undurchlässig gestaltet. Transparent bedeutet, dass mindestens 90 %, bevorzugt mindestens 95 % der Primärstrahlung den ersten Träger durchdringen, ohne absorbiert oder gestreut zu werden. Undurchlässig bedeutet, dass höchstens 1 ‰ der Primärstrahlung den ersten Träger durchdringen kann.

[0029] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst dieses zumindest eine Kollimatoroptik. Diese Kollimatoroptik ist dem Konversionsmittel in Strahlrichtung der Primär- und/oder der Sekundärstrahlung nachgeordnet. Über die Kollimatoroptik kann ein Divergenzwinkel der durch die Konversion erzeugten Sekundärstrahlung vermindert und/oder eingestellt werden. Die Kollimatoroptik kann ein Achromat sein.

[0030] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels beträgt der Divergenzwinkel der Sekundärstrahlung nach Durchgang durch die Kollimatoroptik zumindest stellenweise höchstens 10° , bevorzugt höchstens 5° , insbesondere höchstens 1° , 5° . Eine geringe Divergenz der Sekundärstrahlung erleichtert die Strahlführung der Sekundärstrahlung und deren Strahlformung, zum Beispiel in nachgeordneten optischen Elementen.

[0031] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist die mindestens eine Kollimatoroptik dazu eingerichtet, aus der Sekundärstrahlung ein paralleles Strahlbündel zu formen. Parallel kann hierbei bedeuten, dass der Divergenzwinkel des Strahlbündels höchstens 1° , bevorzugt höchstens 0° , 5° beträgt. Dies ist dadurch ermöglicht, dass die Sekundärstrahlung mit einer hohen Leuchtdichte in einem kleinen Raumbereich erzeugt ist.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist dieses zumindest einen von der Primärstrahlung bestrahlten Leuchtfleck des Konversionsmittels auf. Der Leuchtfleck ist hierbei insbesondere diejenige, bevorzugt zusammenhängende Fläche des Konversionsmittels, über den die Primärstrahlung in das Konversionsmittel eindringt.

[0033] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist das Konversionsmittel an einer Lichteintrittsfläche, insbesondere im Bereich des Leuchtflecks und/oder an einer Lichtaustrittsfläche

aufgeraut. Hierdurch verbessert sich eine Lichtein- und Lichtauskopplung aus beziehungsweise in das Konversionsmittel. Auch erfolgt an der Lichtein- und an der Lichtaustrittsfläche eine Lichtstreuung, über die die Kohärenzlänge der Strahlung reduziert sein kann.

[0034] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist der mindestens eine Leuchtfleck eine Fläche von höchstens $0,5 \text{ mm}^2$ auf, bevorzugt von höchstens $0,1 \text{ mm}^2$. Zum Beispiel liegt die Fläche des Leuchtflecks im Intervall zwischen einschließlich $10 \text{ }\mu\text{m}^2$ und $10000 \text{ }\mu\text{m}^2$, insbesondere zwischen einschließlich $100 \text{ }\mu\text{m}^2$ und $2000 \text{ }\mu\text{m}^2$. Mit anderen Worten ist die Sekundärstrahlung in einem punktartigen Bereich erzeugt. Ist eine Strahlungseintrittsfläche bezüglich der Primärstrahlung des Konversionsmittels aufgeraut, so ist unter der Fläche des Leuchtflecks diejenige Fläche zu verstehen, die sich aus einer Projektion der real von der Primärstrahlung beleuchteten Fläche auf eine insbesondere fiktive Ebene senkrecht zu einer Strahlachse der Primärstrahlung ergibt.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist dieses zumindest zwei Halbleiterlaser auf, die denselben Leuchtfleck bestrahlen. Mit anderen Worten bestrahlen die zumindest zwei Halbleiterlaser, im Rahmen der Herstellungs- und Justagegenauigkeiten, dieselbe Stelle des Konversionsmittels. Über die Verwendung zweier Halbleiterlaser zur Beleuchtung desselben Leuchtflecks können besonders hohe Leuchtdichten bezüglich der Sekundärstrahlung realisiert sein. Ist das Konversionsmittel eine Mischung aus zumindest zwei verschiedenen Leuchtstoffen, so können die den Leuchtfleck bestrahlenden Halbleiterlaser unterschiedliche Wellenlängen der Primärstrahlung aufweisen, um eine besonders effiziente Erzeugung der Sekundärstrahlung zu gewährleisten.

[0036] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist dieses, neben dem ersten Träger, wenigstens einen zweiten Träger auf. Das Konversionsmittel befindet sich jeweils in mindestens mittelbarem Kontakt zu den Trägern, insbesondere in direktem Kontakt.

[0037] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels befindet sich das Konversionsmittel zwischen dem ersten Träger und dem zweiten Träger. Insbesondere kann das Material des Konversionsmittels in direktem Kontakt jeweils zu den Materialien des ersten und des zweiten Trägers stehen.

[0038] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels durchläuft die Primärstrahlung zumindest einen der Träger. Insbesondere kann die Primärstrahlung sowohl den ersten als auch den zweiten Träger durchlaufen.

[0039] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist das Konversionsmittel auf einer Hauptseite des ersten Trägers aufgebracht. Diese Hauptseite ist bezüglich der Sekundärstrahlung reflektierend gestaltet oder mit einer bezüglich der Sekundärstrahlung reflektierend wirkenden Beschichtung versehen, sodass an der Hauptseite mindestens 90 %, insbesondere mindestens 95 % der Sekundärstrahlung reflektiert werden. Ebenso ist die Hauptseite bevorzugt bezüglich der Primärstrahlung reflektierend gestaltet oder mit einer reflektierenden Beschichtung versehen. Mit anderen Worten erfolgt die Konversion nicht durch Transmission durch das Konversionsmittel hindurch, sondern über Reflexion am ersten Träger. Und ein Strahlweg, eine Strahlachse oder eine Hauptstrahlrichtung der Primär- und/oder Sekundärstrahlung erfährt an der Hauptseite des ersten Trägers eine Richtungsänderung.

[0040] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst dieses wenigstens drei Halbleiterlaser. Zwei der Halbleiterlaser beleuchten zumindest zwei verschiedene Leuchtflecke des Konversionsmittels. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung umfasst rotes, grünes und blaues Licht. Beispielsweise werden zwei der Halbleiterlaser dazu eingesetzt, aus blauem oder ultraviolettem Licht der Primärstrahlung über Konversion an verschiedenen Leuchtflecken rotes und grünes Licht zu erzeugen. Das blaue Licht kann ebenfalls über Konversion erzeugt sein oder auch durch die Primärstrahlung eines der drei Halbleiterlaser gebildet sein. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung ist also beispielsweise eine Mischung aus rotem, grünem und blauem, über Konversion erzeugtem Licht oder auch eine Mischung aus etwa rotem und grünem Licht der Sekundärstrahlung und blauem Licht der Primärstrahlung.

[0041] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels sind das rote, grüne und blaue Licht unabhängig voneinander erzeugbar. Dies kann dadurch realisiert sein, dass Leuchtflecke des Konversionsmittels von unterschiedlichen Halbleiterlasern bestrahlt werden und die Halbleiterlaser bezüglich ihrer Intensität in der Zeitdomäne veränderbar einstellbar sind. Es können also zu verschiedenen Zeitpunkten, insbesondere unabhängig voneinander, unterschiedliche Intensitäten eingestellt werden. Ebenso ist es möglich, dass sich zwischen dem mindestens einen Halbleiterlaser und dem Konversionsmittel eine Komponente befindet, die die Intensität der Primärstrahlung modulieren kann.

[0042] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels durchlaufen das rote, grüne und blaue Licht wenigstens einen Teil des Strahlwegs gemeinsam. Mit anderen Worten sind rotes, grünes und blaues Licht parallel zueinander geführt und weisen im Rahmen der Herstellungstoleranzen identische Strahlachsen auf, wenigstens entlang einer Teil-

strecke des Strahlwegs. Bevorzugt handelt es sich bei dem roten, grünen und blauen Licht um jeweils parallele Strahlbündel.

[0043] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst dieses wenigstens einen Modulator, der sich im Strahlweg der Sekundärstrahlung befindet, und der dazu eingerichtet ist, über Transmission oder Reflexion eine Intensität der Sekundärstrahlung einzustellen. Bei dem Modulator kann es sich um eine Flüssigkristalleinheit, um einen Mikrospiegelaktor, englisch Spatial Light Modulator, kurz SLM, handeln. Ebenso ist es möglich, dass der Modulator durch wenigstens eine Pockels-Zelle oder Kerr-Zelle gebildet ist. Wirkt der Modulator transmissiv, so kann also, in Abhängigkeit von der Zeit, die Intensität der den Modulator durchlaufenden Sekundärstrahlung eingestellt werden. Wirkt der Modulator reflektiv, so kann ein Reflexionsgrad oder eine Reflexionsrichtung zeitlich variiert sein.

[0044] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist eine Intensität und/oder ein Farbort der vom Leuchtmittel emittierten Strahlung mit einer Frequenz von mindestens 10 MHz, insbesondere von mindestens 25 MHz abstimmbare. Das Abstimmen kann beispielsweise über einen Digital Micromirror Device, kurz DMD, erfolgen. Solch hohe Abstimmraten ermöglichen einen Einsatz des Leuchtmittels beispielsweise in einem Projektor, insbesondere in einem so genannten Flying Spot Projektor.

[0045] Erfindungsgemäß ist der erste Träger mechanisch beweglich gelagert und weist wenigstens zwei Bereiche auf, die mit voneinander verschiedenen Konversionsmitteln versehen sind. Wird der Träger verschoben, so bestrahlt die Primärstrahlung beispielsweise unterschiedliche Bereiche und somit verschiedene Konversionsmittel. Hierdurch ist also der Farbort der Sekundärstrahlung durch ein Positionieren oder Bewegen des ersten Trägers festlegbar.

[0046] Ein Bewegen des Trägers, in einer Richtung senkrecht zur Strahlachse der Primärstrahlung, erfolgt bevorzugt wenigstens zeitweise mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1 cm/s, insbesondere von mindestens 5 cm/s. Hierdurch ist eine thermische Belastung des Konversionsmittels begrenzt.

[0047] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist der erste und/oder der zweite Träger eine thermische Leitfähigkeit von mindestens 40 W/(m K) auf, bevorzugt von mindestens 120 W/(m K), insbesondere von mindestens 300 W/(m K). Zum Beispiel ist der erste Träger mit Siliziumcarbid, Saphir, Diamant oder einer insbesondere transparenten Keramik wie zum Beispiel AlN gestaltet.

[0048] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels umfasst dieses wenigstens eine

Lochblende, die dem Konversionsmittel nachgeordnet ist. Über die Lochblende kann Streustrahlung am Verlassen des Leuchtmittels gehindert werden, sodass die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung in einem definierten, kleinen Raumbereich abgestrahlt wird und eine Strahlformung in etwa einem dem Leuchtmittel nachgeordneten optischen Element ermöglicht ist.

[0049] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist ein Bereich an der Hauptfläche des ersten Trägers, an dem das Konversionsmittel angebracht ist, einen Durchmesser auf, der höchstens einem Dreifachen eines mittleren Durchmessers des Leuchtflecks entspricht, insbesondere höchstens einem Zweifachen, bevorzugt höchstens einem 1,2-fachen des mittleren Durchmessers des Leuchtflecks.

[0050] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels weist dieses eine Ablenkeinheit und/oder eine Abbildungseinheit auf, die sich in oder an dem Strahlweg befindet. Die Ablenkeinheit kann durch einen Mikrospiegelaktor gebildet sein. Bei der Abbildungseinheit kann es sich um eine Flüssigkristallmaske handeln.

[0051] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist das Konversionsmittel vom Halbleiterlaser thermisch entkoppelt. Das heißt, es findet kein oder kein signifikantes thermisches Übersprechen vom Konversionsmittel auf den Halbleiterlaser und umgekehrt statt. Dies ermöglicht ein bezüglich Intensität und Farbort besonders stabiles Betreiben des Leuchtmittels.

[0052] Erfindungsgemäß umfasst das Leuchtmittel ein bevorzugt oberflächenmontierbares Gehäuse, in dem der mindestens eine Halbleiterlaser montiert ist. Ebenso kann sich das mindestens eine Konversionsmittel teilweise oder vollständig in dem Gehäuse befinden. Das Gehäuse ist zum Beispiel gemäß der Druckschrift US 2007 / 0 091 945 A1 gestaltet. Bei dem Gehäuse kann es sich ebenso um ein Gehäuse gemäß der Druckschrift US 2008 / 0 116 551 A1 handeln.

[0053] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels ist das Gehäuse als so genanntes Transistor Single Outline Gehäuse, kurz TO-Gehäuse, gestaltet.

[0054] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Leuchtmittels liegt das Volumen des gesamten Leuchtmittels im Bereich zwischen einschließlich 0, 01 mm³ und 60 mm³, insbesondere zwischen einschließlich 0,4 mm³ und 8 mm³.

[0055] Es wird darüber hinaus ein Projektor angegeben. Der Projektor umfasst zumindest ein Leuchtmittel.

tel gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche sowie mindestens eine Ablenkeinheit und/oder mindestens eine Abbildungseinheit.

[0056] Einige Anwendungsbereiche, in denen hier beschriebene Leuchtmittel Verwendung finden können, sind etwa die Hinterleuchtungen von Displays oder Anzeigeeinrichtungen. Weiterhin können die hier beschriebenen Leuchtmittel auch in Beleuchtungseinrichtungen zu Projektionszwecken, in Scheinwerfern oder Lichtstrahlern oder bei der Allgemeinbeleuchtung eingesetzt werden.

[0057] Nachfolgend ist ein hier beschriebenes Leuchtmittel sowie ein hier beschriebener Projektor unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0058] Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 5 schematische Darstellungen von Abwandlungen von Leuchtmitteln mit einem ersten Träger,

Fig. 6 bis Fig. 8 schematische Darstellungen von Abwandlungen von Leuchtmitteln mit einem zweiten Träger,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Abwandlung eines Leuchtmittels mit einem als Optik gestalteten ersten Träger,

Fig. 10 und Fig. 11 schematische Darstellungen von Abwandlungen von Leuchtmitteln mit verschiedenen Konversionsmitteln,

Fig. 12 eine schematische Darstellung einer Abwandlung eines Leuchtmittels, bei dem mehrere Halbleiterlaser einen Leuchtfleck bestrahlen,

Fig. 13 bis Fig. 15 und Fig. 18 schematische Darstellungen von weiteren Abwandlungen von Leuchtmitteln,

Fig. 16 und Fig. 17 schematische Darstellungen von Projektoren,

Fig. 19 eine schematische Darstellungen eines die Erfindung illustrierenden Beispiels eines Leuchtmittels, und

Fig. 20 bis Fig. 29 schematische Darstellungen von die Erfindung illustrierenden Beispielen von Leuchtmitteln mit einem Gehäuse.

[0059] In **Fig. 1** ist ein Leuchtmittel **1** illustriert. Ein Halbleiterlaser **2** emittiert eine Primärstrahlung **P**, symbolisiert durch eine einfach gepfeilte Linie. Die Primärstrahlung **P** weist eine Wellenlänge zwischen 370 nm und 400 nm auf. Dem Halbleiterlaser **2** in einer Strahlrichtung der Primärstrahlung **P** nachgeord-

net befindet sich ein Konversionsmittel **3**, das in einer Schicht an einer Hauptseite **40** eines ersten Trägers **4** aufgebracht ist. Eine Schichtdicke des Konversionsmittels **3**, in einer Richtung senkrecht zur Hauptseite **40**, liegt zwischen zirka 1 µm und 1000 µm, bevorzugt zwischen einschließlich 3 µm und 300 µm. Das Konversionsmittel **3** umfasst wenigstens einen Cer- und/oder Europium-dotierten Leuchtstoff.

[0060] Durch das Konversionsmittel **3** wird die Primärstrahlung **P** absorbiert und in eine längerwellige Sekundärstrahlung **S** konvertiert. Eine Hauptstrahlrichtung der Sekundärstrahlung **S** ist durch eine zweifach gepfeilte Linie symbolisiert. Die Primärstrahlung **P**, die eine Laserstrahlung ist, weist im Vergleich zur Sekundärstrahlung **S** eine sehr große optische Kohärenzlänge auf. Durch den Einsatz des Konversionsmittels **3** mit einer Vielzahl von Farbzentren oder Leuchtpunkten ist die Kohärenzlänge stark verkleinert und störende Effekte, beispielsweise durch Speckle-Muster, können unterbunden werden.

[0061] In geringer Distanz in Strahlrichtung nach dem Konversionsmittel **3** ist eine Kollimatoroptik **6** angebracht. Die zur Kollimatoroptik **6** gelangende Sekundärstrahlung **S** wird in ein näherungsweise paralleles Strahlbündel geformt. Bei der Kollimatoroptik **6** kann es sich um einen so genannten Achromaten handeln.

[0062] Optional ist der Kollimatoroptik **6** in Strahlrichtung ein Filter **15** nachgeordnet. Bei dem Filter **15** kann es sich um einen Farbfilter und/oder um einen Polarisationsfilter handeln. Durch den Filter **15** können bestimmte Spektralanteile herausgefiltert werden. Insbesondere kann der Filter **15** bezüglich der Primärstrahlung **P** undurchlässig gestaltet sein. In diesem Fall ist eine vom Leuchtmittel emittierte Strahlung **R**, symbolisiert durch eine Linie mit einem ausgefüllten Pfeil, lediglich wenigstens ein Teil der Sekundärstrahlung **S**.

[0063] Gemäß **Fig. 2** ist das Konversionsmittel **3** nur in einem kleinen Bereich **41** mit einem Durchmesser **D** auf der Hauptseite **40** des ersten Trägers **4** aufgebracht. Ein Leuchtfleck **7** mit einem Durchmesser **d** ist durch diejenige Fläche definiert, die die Primärstrahlung **P** an einer dem Halbleiterlaser **2** zugewandten Seite des Konversionsmittels **3** bestrahlt. Ein Verhältnis D/d der Durchmesser liegt in der Größenordnung von 1. Der Leuchtfleck **7** weist eine Fläche zwischen einschließlich 10 µm² und 10.000 µm² auf. Der Leuchtfleck **7** kann etwa mittels eines Siebdruckverfahrens oder auch mittels eines lithografischen Prozesses strukturiert auf dem Träger **4** aufgebracht sein. Um einen derartig kleinen Leuchtfleck **7** über die Primärstrahlung **P** zu realisieren, kann zwischen dem Halbleiterlaser **2** und dem Konversionsmittel **3** eine in **Fig. 2** nicht gezeichnete Linse angebracht sein.

[0064] Gemäß **Fig. 3** umfasst das Leuchtmittel **1** eine Lochblende **12**. Die Lochblende **12** ist auf einer dem Halbleiterlaser **2** zugewandten Hauptseite des flächig auf den Träger **4** aufgetragenen Konversionsmittels **3** angeordnet. Beispielsweise ist die Lochblende durch eine Metallisierung mit Gold, Silber, Platin, Palladium, Titan, Chrom oder einem anderen Metall gebildet, das hoch reflektierend bezüglich der Sekundärstrahlung gestaltet sein kann. Ebenso kann die Lochblende **12** mit einer beispielsweise dielektrischen Schichtenfolge in Form eines Bragg-Spiegels gestaltet sein. In diesem Fall weist die Lochblende **12** eine Schichtenfolge von etwa Aluminiumoxid, Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Tantaloxid, Titanoxid, Nioboxid und/oder Neodymoxid auf. Die einzelnen Schichten weisen jeweils bevorzugt eine optische Dicke von einem Viertel einer Wellenlänge der Sekundärstrahlung **S** auf. Auch ist es möglich, dass das Material der Lochblende **12** absorbierend wirkt und zum Beispiel Ruß ist.

[0065] Eine Leistung der Sekundärstrahlung **S** beträgt einige 10 mW bis einige 100 mW, kann aber auch einige **W** betragen. Zur Abfuhr der durch die Konversion im Konversionsmittel **3** resultierenden Wärme ist der Träger **4** bevorzugt mit einem Material mit einer hohen thermischen Leitfähigkeit gestaltet, zum Beispiel mit Saphir oder Siliziumcarbid. Ebenso kann der Träger **4** mit einem Glas oder einer Keramik gestaltet sein. Es können dem Träger **4** zur Steigerung der Wärmeleitfähigkeit weitere Materialien beigegeben sein.

[0066] Gemäß **Fig. 4** befindet sich die Lochblende **12** zwischen dem Konversionsmittel **3** und dem Träger **4**. Das Material der Lochblende **12** kann zu einer Haftverbesserung zwischen dem Konversionsmittel **3** und dem Träger **4** dienen.

[0067] In **Fig. 5** ist dargestellt, dass sich die Lochblende **12** auf einer dem Konversionsmittel **3** abgewandten Hauptseite des Trägers **4** befindet. Der Träger **4** ist bezüglich der Wellenlänge der Sekundärstrahlung **S** transparent gestaltet und weist bevorzugt eine Dicke im Bereich zwischen einschließlich 25 µm und 500 µm auf.

[0068] In **Fig. 6** umfasst das Leuchtmittel **1** einen zweiten Träger **5**. Das Konversionsmittel **3** befindet sich zwischen dem ersten Träger **4** und dem zweiten Träger **5** und steht jeweils in direktem Kontakt mit den Materialien der Träger **4**, **5**. Außerdem umfasst das Leuchtmittel **1** zwei Halter **16**, die bevorzugt mit einem Metall gestaltet sind und eine Wärmeableitung aus den Trägern **4**, **5** verbessern.

[0069] Der erste Träger **4** ist transparent, sowohl bezüglich der Primärstrahlung **P** als auch bezüglich der Sekundärstrahlung **S**. Der zweite Träger **5** ist transparent bezüglich der Primärstrahlung **P** und kann re-

flektierend für die Sekundärstrahlung **S** wirken. Über eine solche Ausgestaltung der Träger **4**, **5** ist es möglich, dass die vom Leuchtmittel **1** emittierte Strahlung **R** aus einer Mischung aus Primärstrahlung **P** und Sekundärstrahlung **S** besteht.

[0070] Bei dem Konversionsmittel **3** kann es sich um eine über Siebdruck auf den Träger **4** aufgetragene Phosphorschicht handeln. Der zweite Träger **5** ist dann beispielsweise auf das Konversionsmittel **3** aufgeklebt. Das Konversionsmittel **3** beinhaltet oder besteht beispielsweise aus einem kristallinen und/oder keramischen Material, in das Farbzentren statistisch verteilt eingebracht sind. Ist das Konversionsmittel aus einem kristallinen Stoff aufgebaut, so wird beispielsweise ein dünnes Plättchen, das das Konversionsmittel **3** darstellt, aus einem größeren Kristall herausgesägt. Dieses Plättchen des Konversionsmittels **3** kann dann über eine dünne Kleberschicht beispielsweise am ersten Träger **4** befestigt sein. Der Kleber weist hierbei bevorzugt eine hohe thermische Leitfähigkeit und Strahlungsbeständigkeit auf.

[0071] Alternativ ist es möglich, das Konversionsmittel **3** über ein Waferbonding-Verfahren an den Trägern **4**, **5** anzubringen. Hierbei wird über den Hauptflächen des Konversionsmittels **3** eine dünne Siliziumdioxidschicht aufgebracht, ebenso wie auf Hauptseiten der Träger **4**, **5**. Über Druck und Wärme wird dann eine permanente Verbindung zwischen Konversionsmittel **3** und Trägern **4**, **5** über die Siliziumdioxidschichten vermittelt. Die Siliziumdioxidschichten sind in **Fig. 6** nicht dargestellt.

[0072] Eine weitere Möglichkeit zum Verbinden von erstem Träger **4** und Konversionsmittel **3** ist die Synthese von keramischen, transparenten und konverterhaltigen Schichten, die das Konversionsmittel **3** umfassen. Hierbei werden die Ausgangsstoffe für die transparente Schicht beziehungsweise den ersten Träger **4**, also zum Beispiel Aluminiumoxidpulver, als dicke Lage ausgebreitet. Auf diese Schicht wird dann mit einer geringen Dicke ein Ausgangsmaterial für das Konversionsmittel **3** aufgebracht. Über anschließendes Sintern kann dann eine einzige keramische Schicht entstehen, sodass in diesem Fall der erste Träger **4** und das Konversionsmittel **3** einstückig ausgeführt sein können.

[0073] Gemäß **Fig. 7** ist an der Hauptseite **40** des ersten Trägers **4** eine Beschichtung **8** aufgebracht, die einen Bragg-Spiegel darstellt. Die Beschichtung **8** ist transmittierend bezüglich der Primärstrahlung **P** und hoch reflektierend bezüglich der Sekundärstrahlung **S**. Die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung **R** ist eine Mischung aus Primärstrahlung **P** und Sekundärstrahlung **S**. Zur besseren Wärmeabfuhr aus dem Konversionsmittel **3** befindet sich dieses erneut zwischen dem ersten Träger **4** und dem zweiten Träger **5**.

[0074] Gemäß **Fig. 8** weist der zweite Träger **5** eine kegelstumpfförmige Ausnehmung auf, in der sich das Konversionsmittel **3** befindet. Flanken **51** des zweiten Trägers **5** sind reflektierend bezüglich der Sekundärstrahlung **S** gestaltet. Zum Beispiel ist der zweite Träger **5** massiv mit einem Metall gestaltet.

[0075] Anders als in **Fig. 8** dargestellt, können die Flanken **51** eine parabolische Form aufweisen, sodass über Reflexion der Sekundärstrahlung **S** an den Flanken **51** ein paralleles Strahlbündel resultieren kann. Die Flanken **51** können rotationssymmetrisch bezüglich eines Strahlwegs **9** geformt sein. Der Strahlweg **9** ist definiert durch die Hauptstrahlrichtungen der Primärstrahlung **P** und der vom Leuchtmittel **1** emittierten Strahlung **R**.

[0076] In **Fig. 9** ist gezeigt, bei dem der erste Träger **4** linsenartig geformt ist. Hierdurch wird an einer dem Konversionsmittel **3** abgewandten, gekrümmten Außenfläche des ersten Trägers **4** die Sekundärstrahlung **S** in Richtung hin zu einer optischen Achse und in Richtung hin zum Strahlweg **9** abgelenkt. Zu einer zusätzlichen Kollimation umfasst das Leuchtmittel **1** eine als Konkav-Konvexlinse gestaltete Linse **17**. Eine Lichtbrechung der Sekundärstrahlung **S** an den Grenzflächen der Linse **17** und des ersten Trägers **4** ist in **Fig. 9** lediglich schematisch gezeichnet.

[0077] Anders als in **Fig. 9** dargestellt, kann die dem Halbleiterlaser **2** zugewandte Hauptseite **40** des ersten Trägers **4** nicht flach sondern auch gekrümmt sein. Ebenso ist es möglich, dass sich das Konversionsmittel **3** in einer nicht dargestellten Ausnehmung im ersten Träger **4** befinden kann.

[0078] Gemäß **Fig. 10** werden drei verschiedene Konversionsmittel **3a-c**, die jeweils in einem kleinen Bereich auf den Trägern **4** aufgebracht sind, über Lichtleiter aus einem einzigen Halbleiterlaser **2** mit der Primärstrahlung **P** versorgt. Die Anordnung von Konversionsmitteln **3a-c**, Trägern **4**, Kollimatoroptiken **6** und Filtern **15a-c** kann analog etwa gemäß **Fig. 2** gestaltet sein.

[0079] Die Konversionsmittel **3a-c** sind zur Erzeugung von rotem, grünem und blauem Licht gestaltet. Die Filter **15a-c** sind dazu eingerichtet, jeweils einen vom jeweiligen Konversionsmittel **3a-c** emittierten Spektralbereich der Sekundärstrahlung **S** zu transmittieren. Bezüglich der Primärstrahlung **P** sind die Filter **15a-c** undurchlässig. Die vom Leuchtmittel **1** emittierte Strahlung **R** ist eine Mischung der Sekundärstrahlungen **Sa-c**.

[0080] Das Leuchtmittel **1** gemäß **Fig. 11** weist drei Halbleiterlaser **2a-c** auf, die drei verschiedene Primärstrahlungen **Pa-c** erzeugen. Über die drei verschiedenen Konversionsmittel **3a-c** werden die drei Sekundärstrahlungen **Sa-c** erzeugt, die unterschied-

liche Wellenlängen aufweisen. Die vom Leuchtmittel **1** emittierte Strahlung **R** ist eine Mischstrahlung aus diesen drei Sekundärstrahlungen **Sa-c**.

[0081] Es ist möglich, dass die Halbleiterlaser **2a-c** bei leicht unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, sodass die verschiedenen Konversionsmittel **3a-c** effizient optisch gepumpt werden können. Alternativ kann es sich bei den Halbleiterlasern **2a-c** um identische Halbleiterlaser handeln, sodass eine Ansteuerung beziehungsweise Bestromung der Halbleiterlaser **2a-c** vereinfacht ist.

[0082] In **Fig. 12** ist ein Leuchtmittel **1** gezeigt, bei dem vier Halbleiterlaser **2** über Linsen **17** in eine Faseroptik gekoppelt werden und gemeinsam den Leuchtfleck **7** des Konversionsmittels **3** bestrahlen, um eine besonders hohe Leuchtdichte der Sekundärstrahlung **S** zu erzielen.

[0083] Gemäß **Fig. 13** weist das Leuchtmittel **1** einen Modulator **11** auf. Der Modulator **11** ist zum Beispiel durch eine Flüssigkristallmaske, einen Mikrospiegelaktor, eine Kerr-Zelle oder eine Pockels-Zelle gebildet. Über den Modulator **11** kann über Reflexion oder Transmission insbesondere die Intensität der Primärstrahlung **P** oder der Sekundärstrahlung **S** eingestellt werden. Bevorzugt kann der Modulator **11** mit Frequenzen von mindestens 10 MHz, insbesondere von mindestens 25 MHz abgestimmt beziehungsweise angesprochen werden.

[0084] Gemäß **Fig. 13A** befindet sich der Modulator **11** zwischen dem Halbleiterlaser **2** und dem Konversionsmittel im Strahlengang der Primärstrahlung **P**. Gemäß **Fig. 13B** ist der Modulator **11** zwischen der Kollimatoroptik **6** und dem Träger **4** im Strahlengang der Sekundärstrahlung **S** angebracht.

[0085] In **Fig. 13C** ist gezeigt, dass der Modulator **11** in eine Faseroptik integriert ist, die dazu eingerichtet ist, die Pumpstrahlung **P** von vier Halbleiterlasern **2** zum Konversionsmittel **3** zu führen.

[0086] Auch kann sich, siehe **Fig. 13D**, der Modulator **11** im Strahlengang nach dem Filter **15** befinden, sodass die Mischstrahlung aus der Primärstrahlung **P** und aus der Sekundärstrahlung **S** moduliert werden kann.

[0087] Gemäß **Fig. 14** weist das Leuchtmittel **1** drei identische Halbleiterlaser **2a-c** auf. Die Primärstrahlungen **Pa-c** weisen Wellenlängen im blauen Spektralbereich auf. Die Primärstrahlungen **Pb, Pc** werden von den Konversionsmitteln **3b, 3c** in die grüne Sekundärstrahlung **Sb** und in die rote Sekundärstrahlung **Sc** konvertiert. Eine Konversion der Primärstrahlung **Pa** erfolgt nicht. Die vom Leuchtmittel **1** emittierte Strahlung **R** ist dann eine Mischung aus der Pri-

märstrahlung Pa und den Sekundärstrahlungen Sb, Sc.

[0088] In Fig. 15 ist ein Leuchtmittel 1 gezeigt, bei dem das Konversionsmittel 3 direkt auf dem Halbleiterlaser 2 aufgebracht ist. Dies kann insbesondere zur Folge haben, dass das Konversionsmittel 3 mit dem Halbleiterlaser 2 thermisch gekoppelt ist.

[0089] In Fig. 16 ist ein Projektor 10 gezeigt. Drei Leuchtmittel 1a-c emittieren die rote, grüne und blaue Sekundärstrahlung Sa-c. Über Spiegel 18a-c, die als dichroitische Spiegel ausgestaltet sein können und beispielsweise mehrere dielektrische Schichten umfassen, werden die Sekundärstrahlungen Sa-c auf den gemeinsamen Strahlweg 9 gelenkt. In dem gemeinsamen Strahlweg 9 befindet sich der Modulator 11, über den die Intensität der Sekundärstrahlungen Sa-c sowie der Farbort der vom Leuchtmittel 1 emittierten Strahlung R mit einer hohen Frequenz moduliert werden kann.

[0090] Dem Modulator 11 ist eine Ablenkeinheit 13 nachgeordnet, die mit einem Mikrospiegelaktor oder mit einem schnell beweglichen Spiegel gestaltet sein kann. Über die Ablenkeinheit 13 wird die Strahlung R, die ein näherungsweise paralleles Strahlbündel darstellt, abgelenkt und schnell über eine Projektionsfläche 19 geführt, auf der dann ein Bild erscheint. Bei dem Projektor 10 gemäß Fig. 16 handelt es sich also insbesondere um einen so genannten Flying Spot Projektor.

[0091] Alternativ zur Darstellung gemäß Fig. 16 ist es ebenso möglich, dass sich drei unterschiedliche Modulatoren 11 jeweils beispielsweise in den Strahlwegen der Sekundärstrahlungen Sa-c befinden.

[0092] Der Projektor 10 gemäß Fig. 17 verfügt über eine Abbildungseinheit 14, die dem Modulator 11 im gemeinsamen Strahlweg 9 nachgeordnet ist. Die Abbildungseinheit 14 kann eine Flüssigkristallmaske oder einen Digital Micro-Mirror Device, kurz DMD, aufweisen. Der Abbildungseinheit 14 ist eine Linse 17 nachgeordnet, die die vom Leuchtmittel 1 beziehungsweise vom Projektor 10 emittierte Strahlung R auf die Projektionsfläche 19 abbildet. Bei der Linse 17 kann es sich auch um ein Linsensystem handeln.

[0093] Das Leuchtmittel 1 gemäß Fig. 18 weist ein einziges Konversionsmittel 3 auf, das in einem kleinen Bereich 41 des Trägers 4 aufgebracht ist. Dem Konversionsmittel 3 ist eine Kollimatoroptik 6 nachgeordnet. In Strahlrichtung nach der Kollimatoroptik 6 befindet sich die Ablenkeinheit 13. Bei der Ablenkeinheit 13 kann es sich um einen beweglichen Spiegel oder auch um eine Faseroptik handeln. Durch die Ablenkeinheit 13 ist die Sekundärstrahlung S in die Sekundärstrahlungen Sac aufgeteilt. Bei diesen Sekundärstrahlungen Sa-c kann es sich jeweils um weißes

Licht oder auch um spektral aufgeteiltes rotes, grünes und blaues Licht handeln. Den Sekundärstrahlungen Sa-c sind optional jeweils Abbildungseinheiten 14a-c und/oder Filter 15 nachgeordnet. Die vom Leuchtmittel 1 emittierte Strahlung R setzt sich zusammen aus den Sekundärstrahlungen Sa-c, die die Filter 15 und/oder die Abbildungseinheiten 14a-c durchlaufen haben.

[0094] Beim illustrierenden Beispiel gemäß Fig. 19 ist der Träger 4 beweglich gelagert. Mit anderen Worten kann der Träger 4, auf den die drei Bereiche 41a-c mit den insbesondere voneinander verschiedenen Konversionsmitteln 3a-c aufgebracht sind, in einer Richtung senkrecht zum Strahlweg 9 verschoben und positioniert werden. Die Konversionsmittel 3a-c können unterschiedliche Dicken, in einer Richtung senkrecht zur Hauptseite 40, aufweisen. Die Bewegungsrichtung des ersten Trägers 4 ist durch einen Doppelpfeil gekennzeichnet.

[0095] Durch Verschieben des ersten Trägers 4 in Richtung senkrecht zum Strahlweg 9 ist es möglich, dass in Abhängigkeit von der Position des ersten Trägers 4 unterschiedliche Bereiche 41a-c und somit unterschiedliche Konversionsmittel 3a-c von der Primärstrahlung P bestrahlt werden. Abhängig von der Position des ersten Trägers kann also der Farbort und/oder die Intensität der vom Leuchtmittel 1 emittierten Strahlung R festgelegt werden.

[0096] Gemäß Fig. 19A wird beispielsweise grünes Licht erzeugt, gemäß Fig. 19B zum Beispiel rotes Licht und gemäß Fig. 19C zum Beispiel blaues Licht. Über den Filter 15, der optional nach der Kollimatoroptik 6 angebracht sein kann, kann der Farbort der vom Leuchtmittel 1 emittierten Strahlung R weiter eingeschränkt werden.

[0097] Das Leuchtmittel 1 gemäß Fig. 19 kann zum Beispiel in einem Laserpointer eingesetzt werden, der, in Abhängigkeit von der Position des ersten Trägers, in unterschiedlichen Farben emittiert. In diesem Fall wird der erste Träger 4 beispielsweise in drei, jeweils über beispielsweise ein Einrasten des ersten Trägers 4 fixierbare Positionen gehalten. Während das Leuchtmittel 1 die Strahlung R emittiert, wird dann die Position des ersten Trägers 4 bevorzugt nicht verändert.

[0098] Ebenso ist es möglich, dass der erste Träger 4 sich vergleichsweise schnell bewegt, sodass die Konversionsmittel 3a-c in schneller Folge abwechselnd von der Primärstrahlung P bestrahlt werden. Dies vermindert beispielsweise eine thermische Belastung der Konversionsmittel 3a-c durch die Konversion der Primärstrahlung P. In dem Fall, dass der erste Träger 4 sich schnell bewegt, beispielsweise über ein Rotieren, kann das Leuchtmittel 1 etwa in einem Projektor eingesetzt werden. In diesem Falle befin-

det sich insbesondere zwischen dem Halbleiterlaser **2** und dem ersten Träger **4** mit den Konversionsmitteln **3a-c** ein in **Fig. 19** nicht gezeichneter Modulator.

[0099] Beim illustrierenden Beispiel gemäß **Fig. 20** befindet sich der insbesondere genau eine Halbleiterlaser **2** vollständig in einem Gehäuse **20**. Bei dem Gehäuse **20** kann es sich um ein oberflächenmontierbares Gehäuse, beispielsweise ein SMTlötbare Gehäuse, handeln. Das Gehäuse **20** kann auch als so genanntes Transistor Single Outline-Gehäuse, kurz TO-Gehäuse, gestaltet sein. Das Gehäuse **20** ist zum Beispiel über Löten oder ein elektrisch leitfähiges Kleben an einem nicht zum Leuchtmittel **1** gehörigen Körper **21** befestigt. Mit der Befestigung des Gehäuses **20** am Körper **21**, der insbesondere als Kühlkörper oder Leiterplatte gestaltet sein kann, erfolgt bevorzugt auch eine elektrische Verschaltung des Leuchtmittels **1**.

[0100] Der Halbleiterlaser **2** emittiert die Primärstrahlung **P** mit einem relativ großen Divergenzwinkel in einer Richtung parallel zu einer Hauptseite **23** des Körpers **21**. Die Primärstrahlung **P** ist durch Pfeil-Linien symbolisiert. Die Primärstrahlung **P** wird nachfolgend über ein Prisma **22** in eine Richtung senkrecht zur Hauptseite **23** umgelenkt. Das Prisma **22** wirkt beispielsweise über Totalreflexion oder über eine nicht gezeichnete reflektierende Beschichtung an der dem Halbleiterlaser **2** zugewandten Seite.

[0101] Dem Prisma **22** in Strahlrichtung nachgeordnet befindet sich das Konversionsmittel **3**, das auf dem ersten Träger **4** auf einer dem Halbleiterlaser **2** zugewandten Seite in einer Schicht aufgebracht ist. Der erste Träger **4** wirkt bevorzugt bezüglich der in **Fig. 20** nicht gezeichneten Sekundärstrahlung **S** transmittierend und bezüglich der Primärstrahlung **P** entweder transmittierend oder undurchlässig.

[0102] In Bereichen des ersten Trägers **4**, in dem kein Konversionsmittel **3** aufgebracht ist, befindet sich das Material der Lochblende **12**. Hierdurch ist gewährleistet, dass aus dem Leuchtmittel **1** nur in dem Bereich Strahlung austritt, in dem sich das Konversionsmittel **3** befindet.

[0103] Beim illustrierenden Beispiel gemäß **Fig. 21** ist zwischen dem Prisma **22** und dem Halbleiterlaser **2** die Linse **17** angebracht. Über die Linse **17** ist es möglich, die Primärstrahlung **P** in das Konversionsmittel **3** zu fokussieren.

[0104] Gemäß **Fig. 21** ist das Gehäuse **20** einstückig, beispielsweise durch einen Kunststoffgrundkörper, gebildet. Ebenso kann das Gehäuse **20** aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein.

[0105] In **Fig. 22** ist gezeigt, dass das Konversionsmittel **3** in einem Matrixmaterial eingebettet sein

kann. Das Matrixmaterial ist bevorzugt mit demselben Material wie der erste Träger **4** gebildet. Insbesondere können Konversionsmittel **3** und erster Träger **4** hierdurch einstückig ausgeführt sein. Beispielsweise können das Konversionsmittel **3** und das Material des ersten Trägers **4** über einen gemeinsamen Sinterprozess miteinander kombiniert beziehungsweise verbunden sein.

[0106] Wie in **Fig. 23** zu sehen ist, ist auf dem ersten Träger **4** beidseitig das Konversionsmittel **3a, b** aufgebracht. Bei dem ersten Träger **4** kann es sich um eine dünne, transparente Keramikplatte handeln. Der erste Träger **4** mit den Konversionsmitteln **3a, b** ist auf dem zweiten Träger **5** aufgebracht. Die Konversionsmittel **3a, b** sowie der erste Träger **4** können optional vollständig oder zum Teil in einer Ausnehmung des zweiten Trägers **5** eingebracht sein. Die Konversionsmittel **3a, 3b** können identische oder unterschiedliche Leuchtstoffe enthalten.

[0107] Beim illustrierenden Beispiel gemäß **Fig. 24**, bei dem der erste Träger **4** ebenfalls beispielsweise ein Keramikplättchen ist, sind auf einer Seite des ersten Trägers **4** das Konversionsmittel **3** und auf der dem Konversionsmittel **3** und dem Halbleiterlaser **2** abgewandten Seite der Filter **15** schichtartig aufgebracht. Optional ist es möglich, dass der zweite Träger **5** eine Beimengung von Pigmenten, Partikeln oder Farbstoffen aufweist, sodass der zweite Träger **5** die Funktion des Filters **15** übernehmen kann.

[0108] Das Leuchtmittel **1** gemäß **Fig. 25** weist zwei verschiedene Konversionsmittel **3a, b** auf. Die Konversionsmittel **3a, b** sind in das Wärme leitende Matrixmaterial des ersten Trägers **4** eingebettet. Hierdurch erfolgt eine effiziente Wärmeleitung weg vom Konversionsmittel **3**. Ebenso ist es möglich, dass, anders als in **Fig. 25** dargestellt, zum Beispiel das Konversionsmittel **3b** in ein Matrixmaterial, aus dem der zweite Träger **5** gebildet ist, eingebettet ist.

[0109] Zwischen den Konversionsmitteln **3a, b** und dem ersten Träger **4** einerseits und dem Prisma **22** andererseits befindet sich die Beschichtung **8**. Die Beschichtung **8** wirkt transmittierend bezüglich der Primärstrahlung **P** und reflektierend bezüglich der in **Fig. 25** nicht eingezeichneten Sekundärstrahlung **S**, sodass eine Auskoppelleffizienz bezüglich der Sekundärstrahlung **S** aus dem Leuchtmittel **1** gesteigert ist.

[0110] In **Fig. 26** ist eine Draufsicht auf das Leuchtmittel **1** etwa gemäß einer der **Fig. 20** bis **Fig. 25** illustriert. Das Gehäuse **20** weist einen kreisförmigen Grundriss auf. In einer kreisförmigen Ausnehmung befinden sich die drei Halbleiterlaser **2a-c**, die die Primärstrahlung **P** emittieren. Über das Prisma **22** wird die Primärstrahlung **P** auf das Konversionsmittel **3** gelenkt und in die Sekundärstrahlungen **Sa-c** konver-

tiert, die das Leuchtmittel **1** in einer Richtung senkrecht zur Zeichenebene verlassen.

[0111] Die Halbleiterlaser **2a-c** können identisch oder auch verschieden aufgebaut sein. Es ist möglich, dass die Halbleiterlaser **2a-c** direkt auf dem Körper **21** aufgebracht und direkt an diesem elektrisch kontaktiert sind.

[0112] Im Leuchtmittel **1** gemäß **Fig. 27** sind die Halbleiterlaser **2a, 2b** so angeordnet, dass sie die Primärstrahlungen **Pa, b** antiparallel emittieren. Eine Umlenkung der Primärstrahlungen **Pa, b** erfolgt über die zwei Prismen **22** in Richtung hin zum Konversionsmittel **3**.

[0113] Beim illustrierenden Beispiel gemäß **Fig. 28** ist das Konversionsmittel **3** auf dem Prisma **22**, das gleichzeitig den ersten Träger **4** bildet, aufgebracht. Die dem Halbleiterlaser **2** zugewandte Seite des Prismas **22**, auf der das Konversionsmittel **3** aufgebracht ist, wirkt reflektierend sowohl bezüglich der Primärstrahlung **P** als auch bezüglich der Sekundärstrahlung **S**. Hierdurch kann die Schichtdicke des Konversionsmittels **3** reduziert werden, da die Primärstrahlung **P** aufgrund der Reflexion am Prisma **22** effektiv eine verdoppelte Schichtdicke des Konversionsmittels **3** wahrnimmt. Der zweite Träger **5** ist zum Beispiel undurchlässig bezüglich der Primärstrahlung **P** und transmittierend bezüglich der Sekundärstrahlung **S** ausgeführt. Bevorzugt ist der zweite Träger **5** transparent bezüglich der Sekundärstrahlung **S** und etwa mit antireflektierend wirkenden, in **Fig. 28** nicht gezeichneten Beschichtungen versehen.

[0114] Beim illustrierenden Beispiel gemäß **Fig. 29** ist sowohl der Halbleiterlaser **2** als auch das Konversionsmittel **3** direkt auf dem ersten Träger **4** aufgebracht. Die Primärstrahlung **P** wird über das am Gehäuse **20** angebrachte Prisma **22** in Richtung zum Konversionsmittel **3** und zum ersten Träger **4** hin umgelenkt. Die vom Leuchtmittel **1** emittierte Strahlung **R** durchläuft den transparenten, thermisch leitfähigen ersten Träger **4**. Auf der Hauptseite **40** des ersten Trägers **4** sind beispielsweise elektrische Leiterbahnen zur Stromversorgung des Halbleiterlasers **2** aufgebracht. Optional kann eine in **Fig. 29** nicht gezeichnete Lochblende am Träger **4** angebracht sein.

Patentansprüche

1. Leuchtmittel (1) mit

- mindestens einem Halbleiterlaser (2), der dazu eingerichtet ist, eine Primärstrahlung (P) mit einer Wellenlänge zwischen einschließlich 360 nm und 485 nm zu emittieren, und
- mehreren Konversionsmitteln (3), die dem Halbleiterlaser (2) nachgeordnet und dazu eingerichtet sind, wenigstens einen Teil der Primärstrahlung (P) in eine Sekundärstrahlung (S) mit einer von der Primär-

strahlung (P) verschiedenen, größeren Wellenlänge zu konvertieren, wobei die vom Leuchtmittel (1) emittierte Strahlung (R) eine optische Kohärenzlänge aufweist, die höchstens 50 µm beträgt, wobei

- eine Leuchtdichte der Sekundärstrahlung (S) beim Austritt aus den Konversionsmitteln (3) wenigstens stellenweise mindestens 100 kW/cm² beträgt,
- sich der Halbleiterlaser (2) vollständig in einem Gehäuse (20), welches auf einem Kühlkörper (21) angebracht ist, befindet,
- die Primärstrahlung (P) vom Halbleiterlaser (2) in einer Richtung parallel zu einer Hauptseite (23) des Kühlkörpers (21) emittiert wird und nachfolgend über ein Prisma (22) in eine Richtung senkrecht zur Hauptseite (23) umgelenkt wird,
- sich die Konversionsmittel (3) an einer dem Kühlkörper (21) zugewandten Seite eines Trägers (4) befinden, der dem Prisma (22) entlang eines Laufwegs der Primärstrahlung (P) nachgeordnet ist, und
- der Träger (4) mechanisch beweglich gelagert ist und wenigstens zwei Bereiche (41) aufweist, die mit den voneinander verschiedenen Konversionsmitteln (3) versehen sind, so dass durch ein Bewegen des Trägers (4) ein Farbort der Sekundärstrahlung (S) festlegbar ist.

2. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 1, bei dem es sich bei dem Träger (4) um eine transparente Keramikplatte handelt, wobei der Träger (4) auf einem zweiten Träger (5) aufgebracht ist und sich die Konversionsmittel (3) sowie der Träger (4) vollständig oder zum Teil in einer Ausnehmung des zweiten Trägers (5) eingebracht sind.

3. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Träger (4), an dem die Konversionsmittel (3) angebracht sind, für mindestens einen Teil der Sekundärstrahlung (S) transparent ist und für die Primärstrahlung (P) transparent ist.

4. Leuchtmittel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das zumindest eine Kollimatoroptik (6) umfasst, die den Konversionsmitteln (3) nachgeordnet ist, wobei ein Divergenzwinkel der Sekundärstrahlung (S) nach Durchgang durch die Kollimatoroptik (6) zumindest stellenweise höchstens 10° beträgt.

5. Leuchtmittel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens ein von der Primärstrahlung (P) bestrahlter Leuchtfleck (7) der Konversionsmittel (3) eine Fläche von höchstens 0,5 mm² aufweist.

6. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 5, bei dem zumindest zwei Halbleiterlaser (2) denselben Leuchtfleck (7) bestrahlen.

7. Leuchtmittel (1) nach zumindest Anspruch 2, bei dem die Konversionsmittel (3a, 3b) beidseitig auf dem Träger (4) aufgebracht sind, wobei sich eines der Konversionsmittel (3b) an einer dem Halbleiterlaser (2) abgewandten Seite des Trägers (4) vollständig in der Ausnehmung des zweiten Trägers (5) befindet und die Konversionsmittel (3a, 3b) an verschiedenen Hauptseiten des Trägers (4) unterschiedliche Leuchtstoffe enthalten.

8. Leuchtmittel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Gehäuse (20) einstückig durch einen Kunststoffgrundkörper gebildet ist.

9. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 5, das wenigstens drei Halbleiterlaser (2) umfasst, wobei zumindest zwei der Halbleiterlaser (2) wenigstens zwei verschiedene Leuchtflecke (7) der Konversionsmittel (3) bestrahlen, und wobei die vom Leuchtmittel emittierte Strahlung (R) rotes, grünes und blaues Licht umfasst.

10. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 9, bei dem das rote, grüne und blaue Licht unabhängig voneinander erzeugbar sind und wenigstens einen Teil des Strahlwegs (9) gemeinsam durchlaufen.

11. Leuchtmittel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das wenigstens einen Modulator (11) umfasst, der sich im Strahlweg (9) der Sekundärstrahlung (S) befindet, und der dazu eingerichtet ist, über Transmission oder Reflexion eine Intensität der Sekundärstrahlung (S) einzustellen.

12. Leuchtmittel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Intensität und/oder ein Farbort der vom Leuchtmittel (1) emittierten Strahlung (R) mit einer Frequenz von mindestens 10 MHz abstimmbare ist.

13. Leuchtmittel (1) nach Anspruch 5, 6 oder 9, bei dem

- der Träger (4) eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 40 W/(m K) aufweist,
- wenigstens eine Lochblende (12) den Konversionsmitteln (3) nachgeordnet ist oder die Konversionsmittel (3) an einem Bereich (41) des Trägers (4) angebracht sind, der einen Durchmesser (D) aufweist, der höchstens einem Dreifachen eines mittleren Durchmessers (d) des Leuchtflecks (7) entspricht, und
- eine Ablenkeinheit (13) und/oder eine Abbildungseinheit (14) sich in oder an dem Strahlweg (9) befindet.

14. Projektor (10) mit mindestens einem Leuchtmittel (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und mit mindestens einer Ablenkeinheit (13) und/oder mindestens einer Abbildungseinheit (14).

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

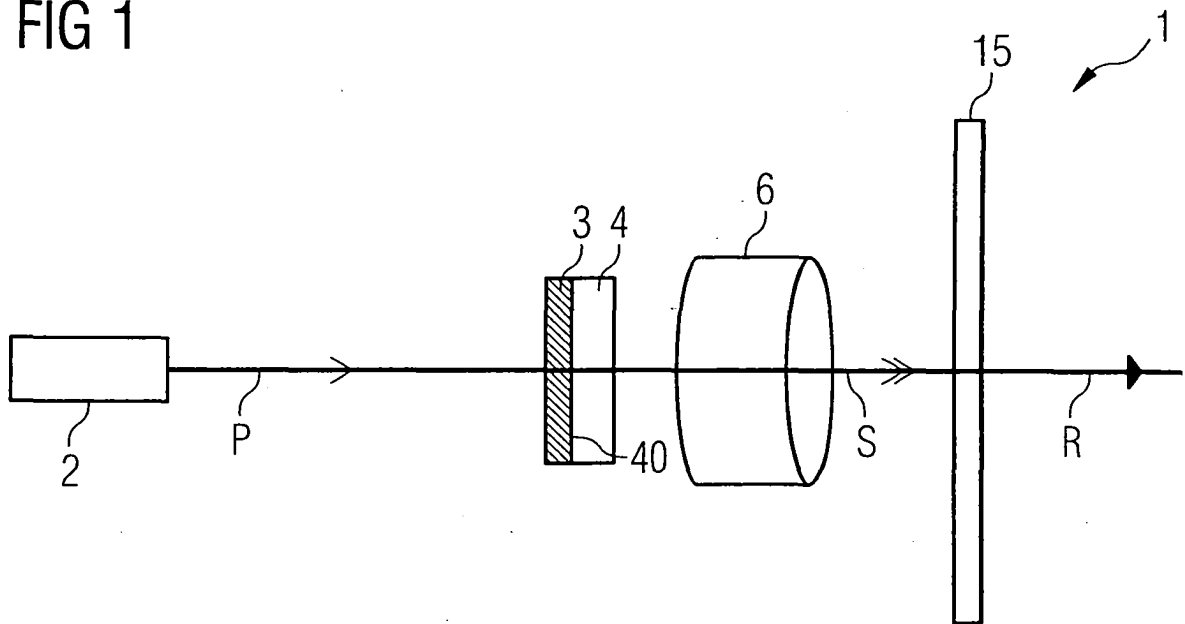


FIG 2

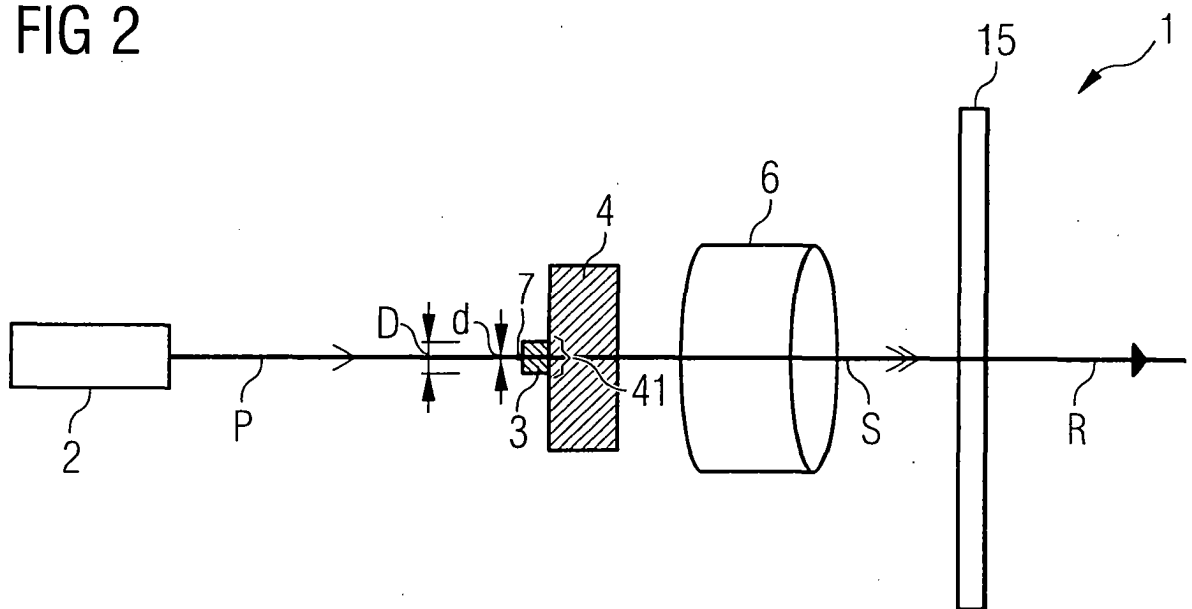


FIG 3

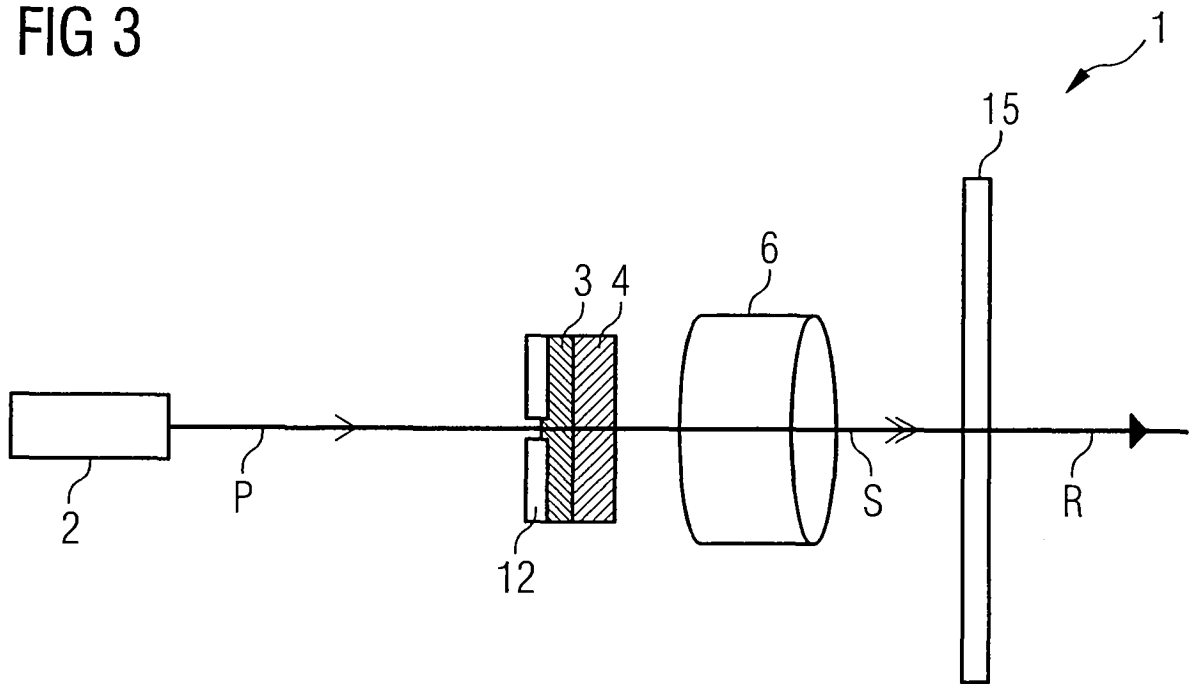


FIG 4

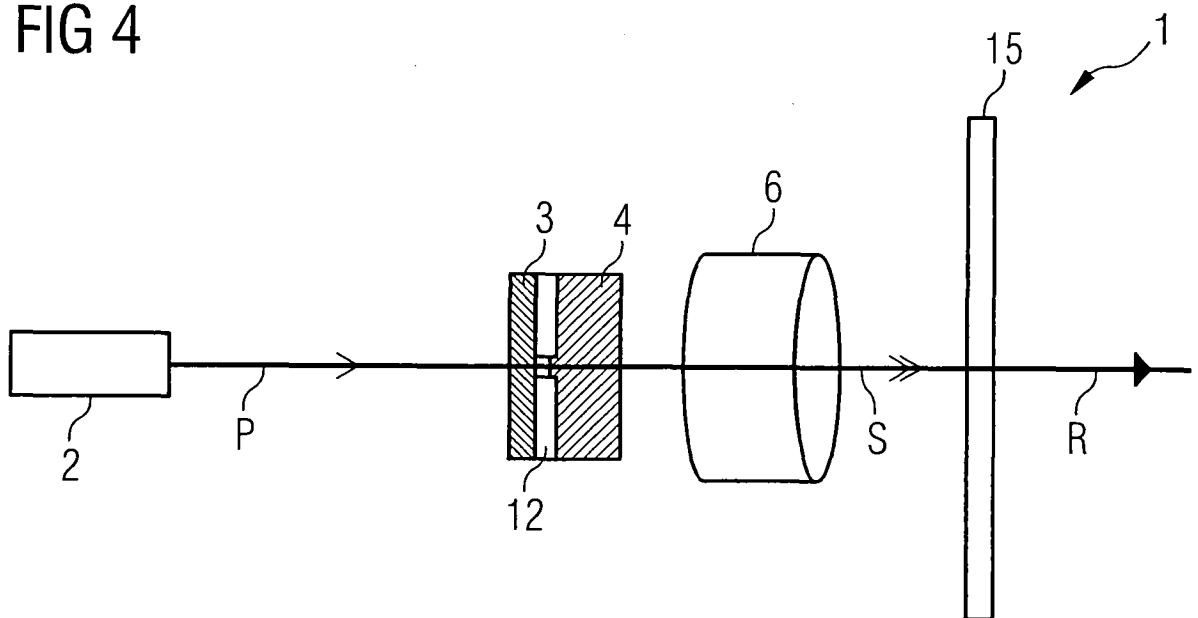


FIG 5

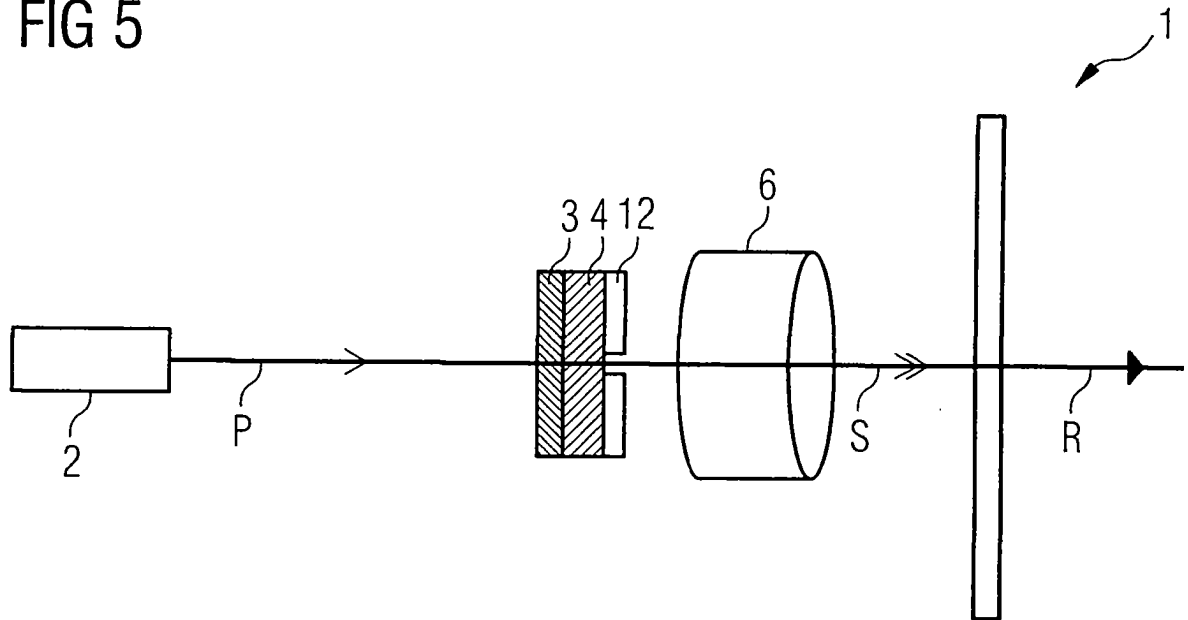


FIG 6

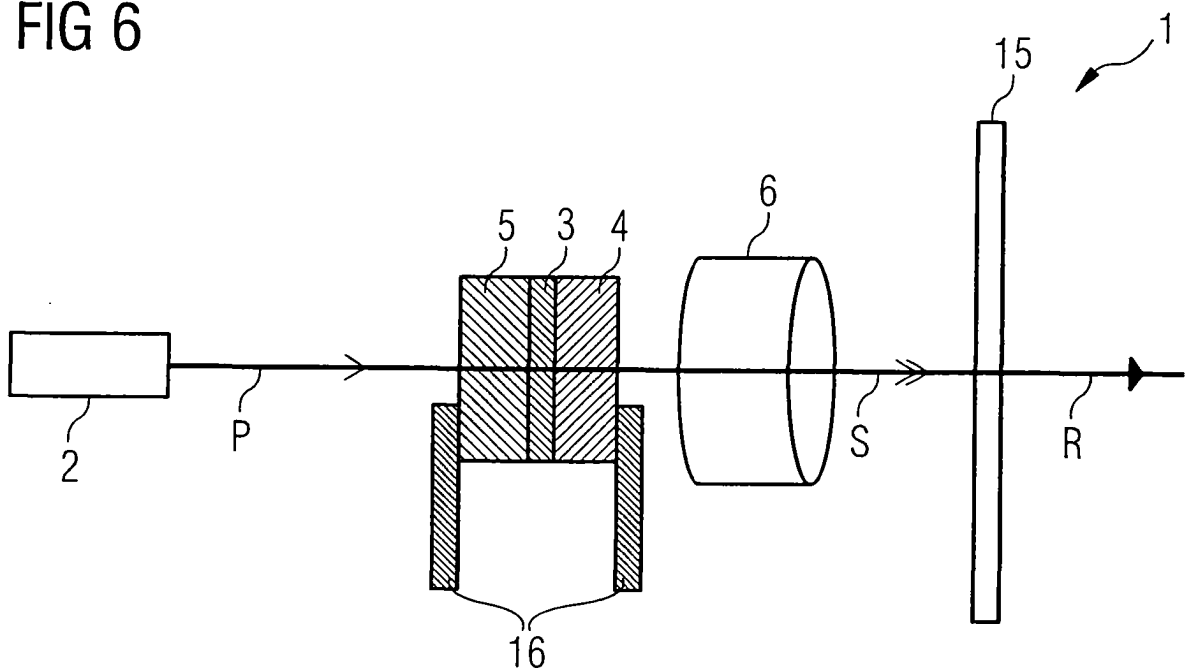


FIG 7

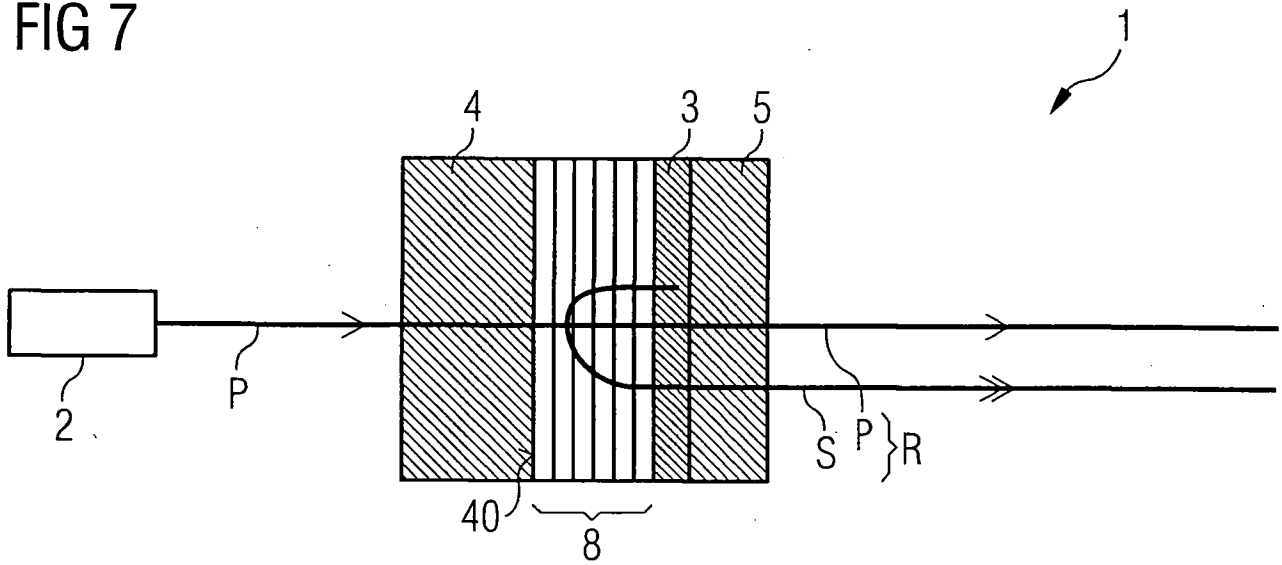


FIG 8

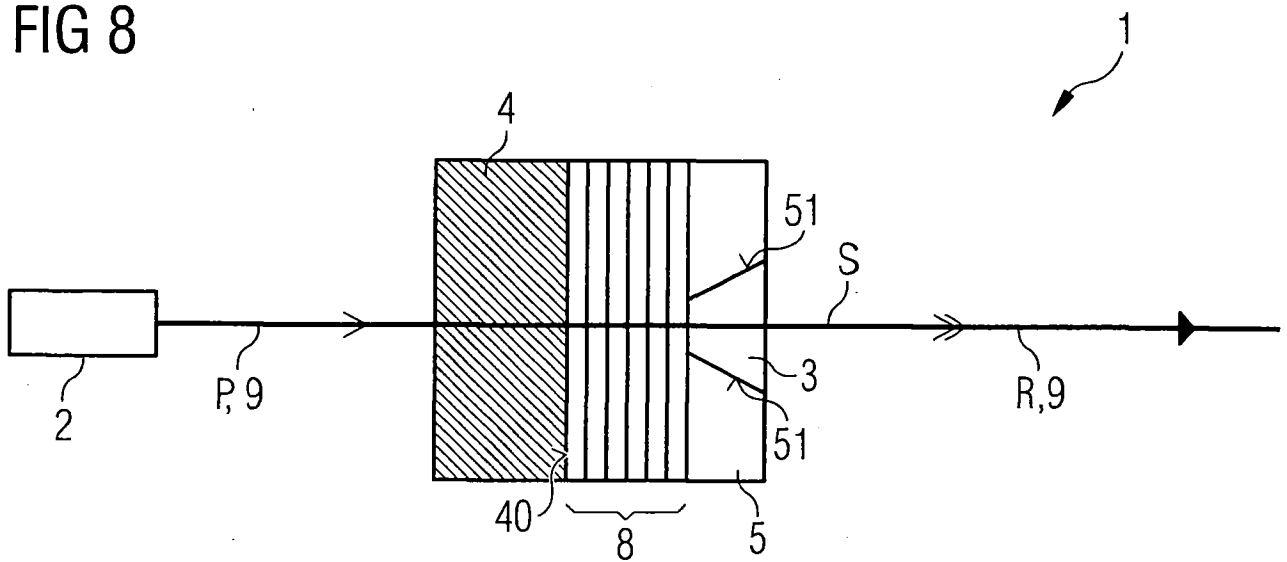


FIG 9

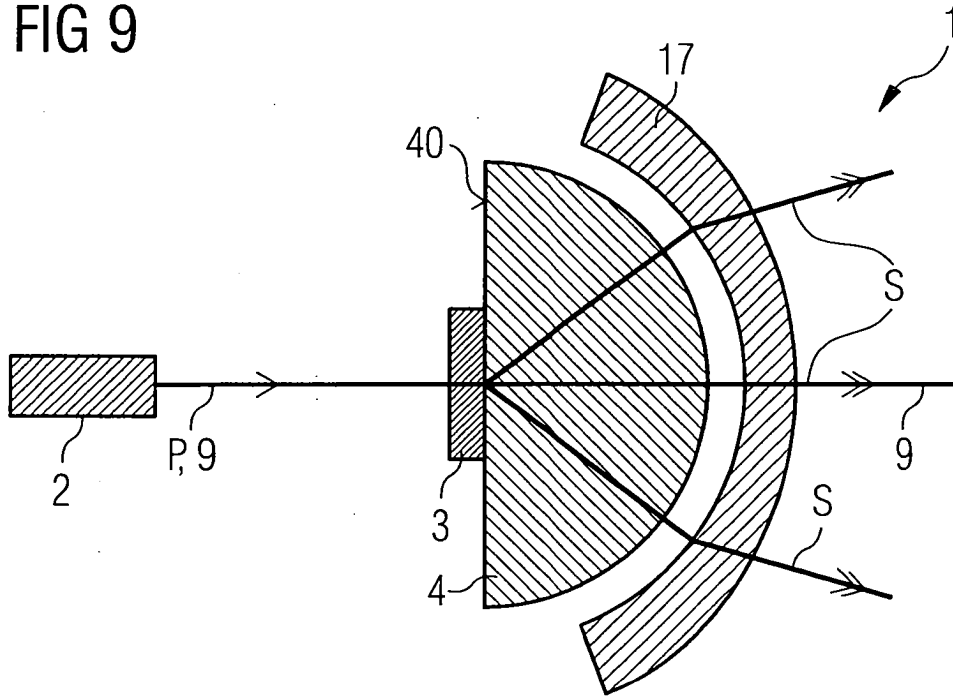


FIG 10

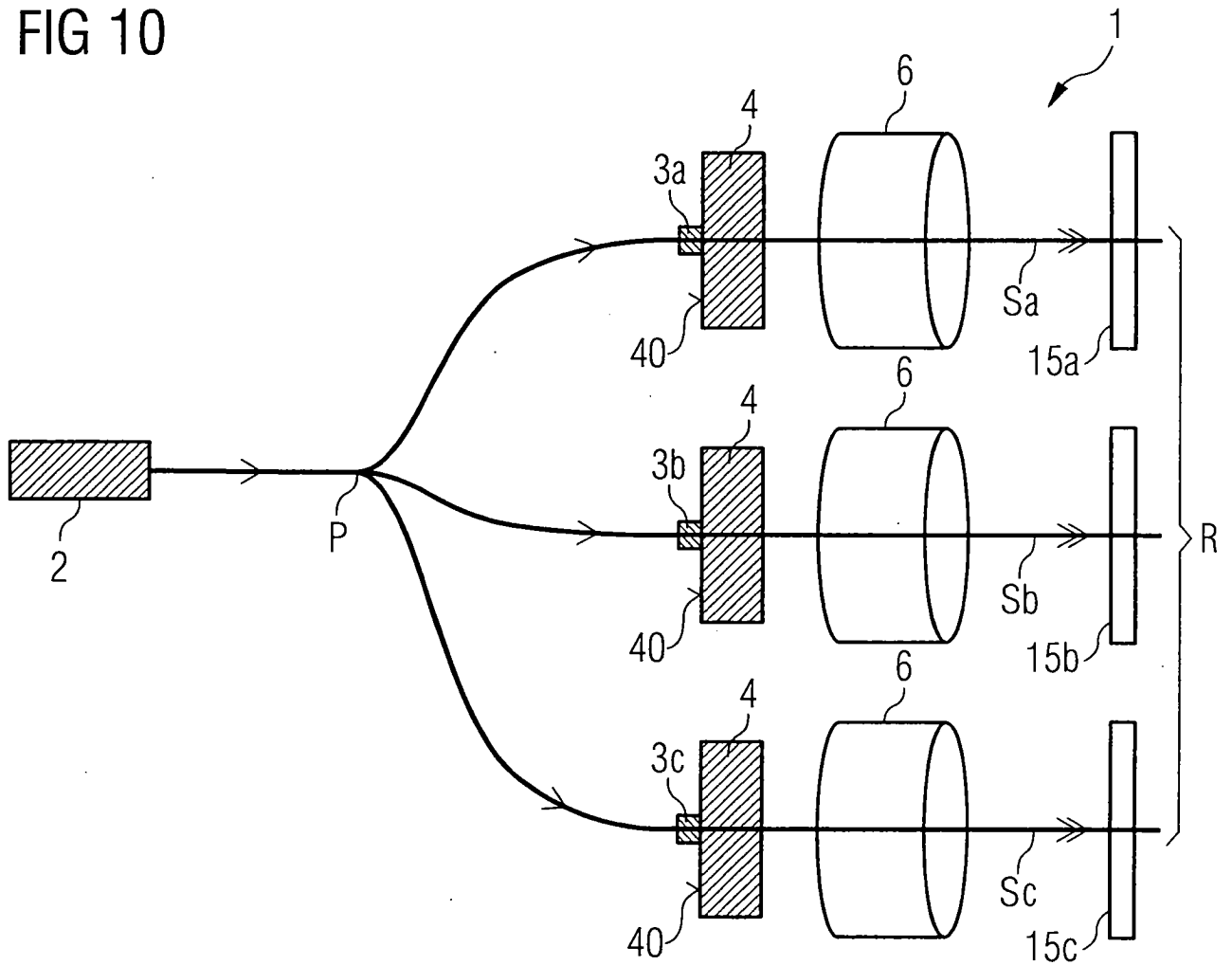


FIG 11

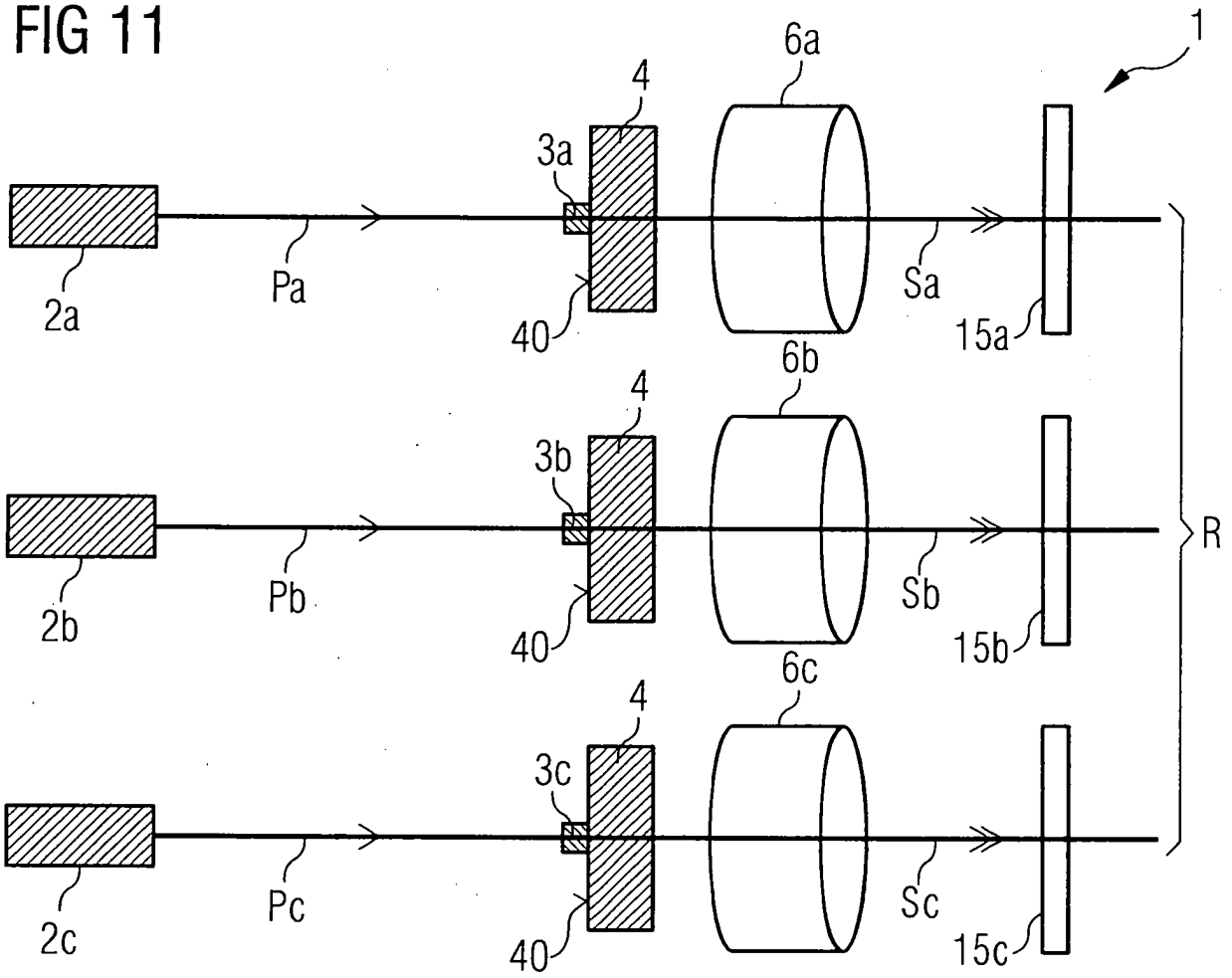


FIG 12

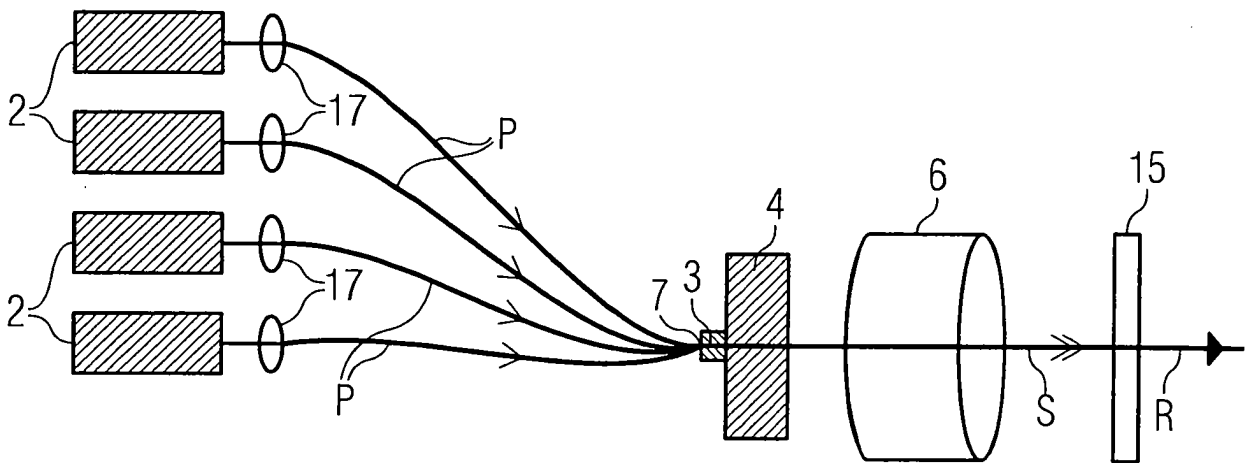
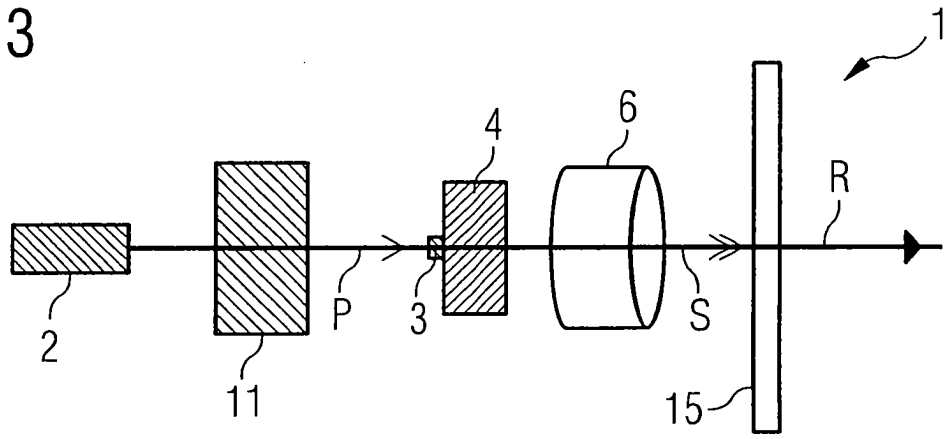
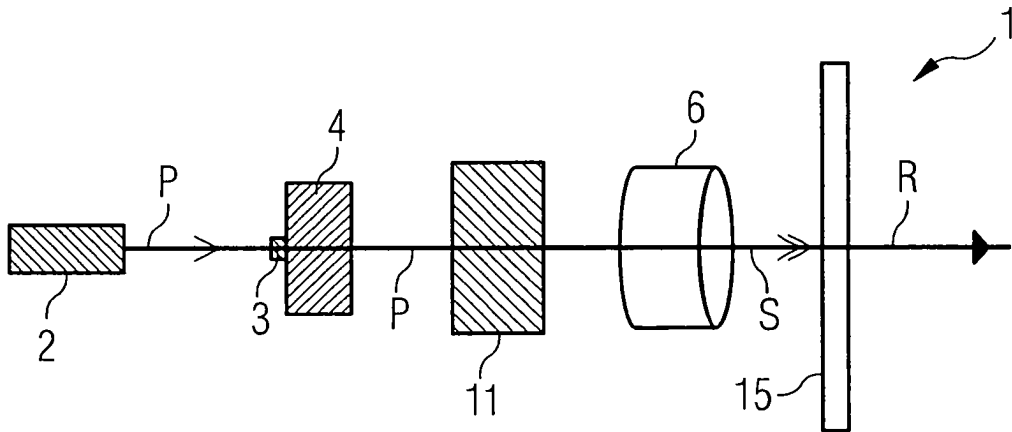


FIG 13

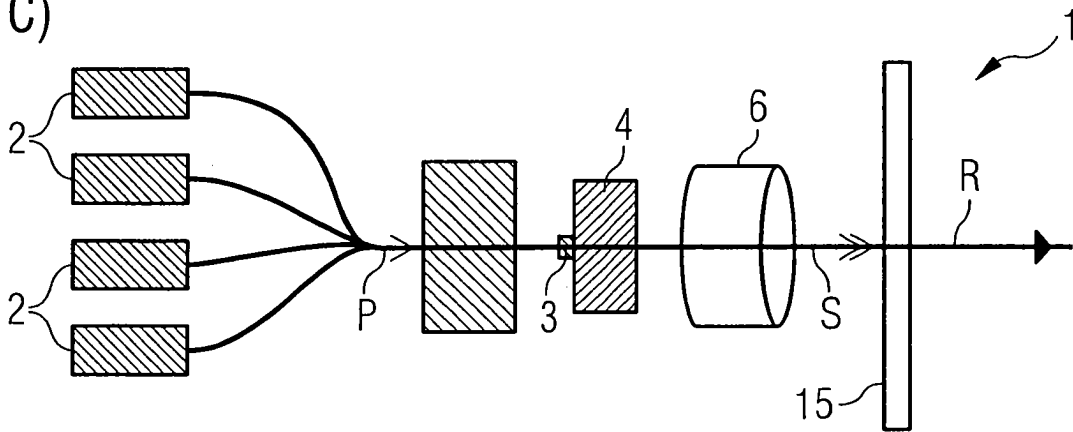
A)



B)



C)



D)

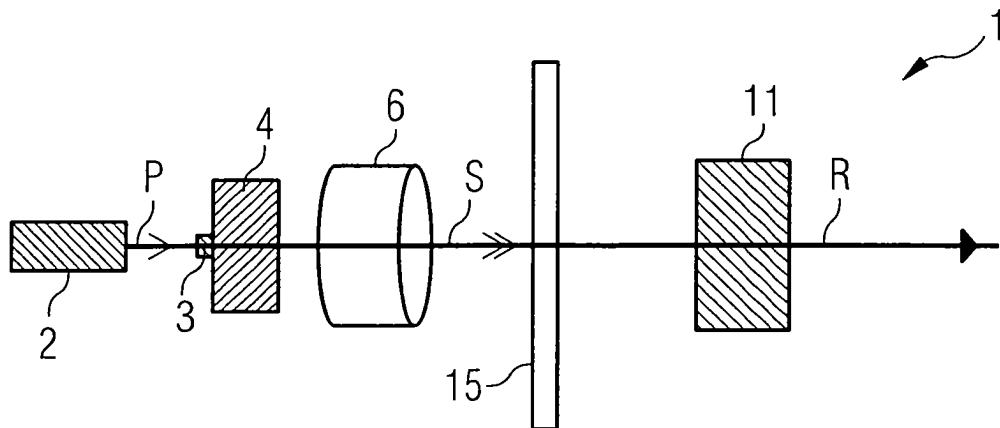


FIG 14

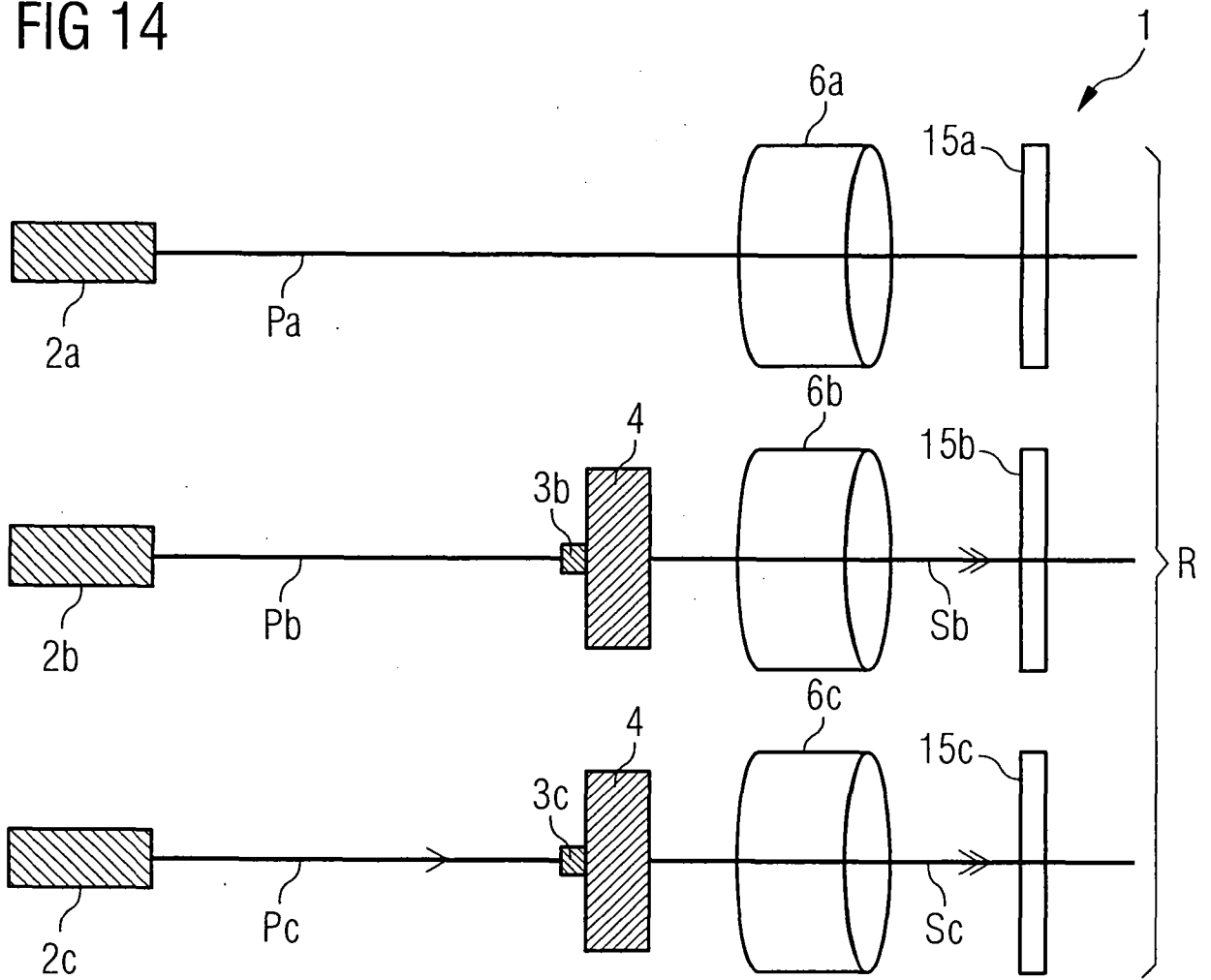


FIG 15

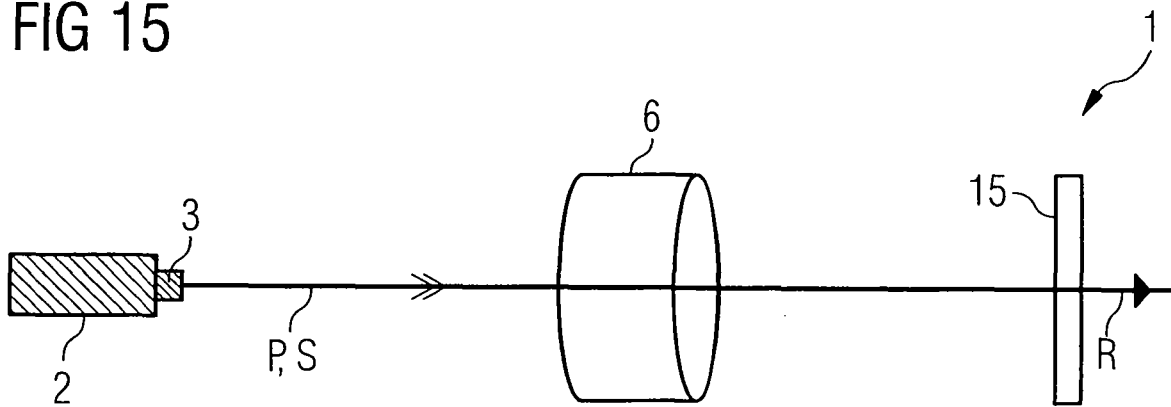


FIG 16

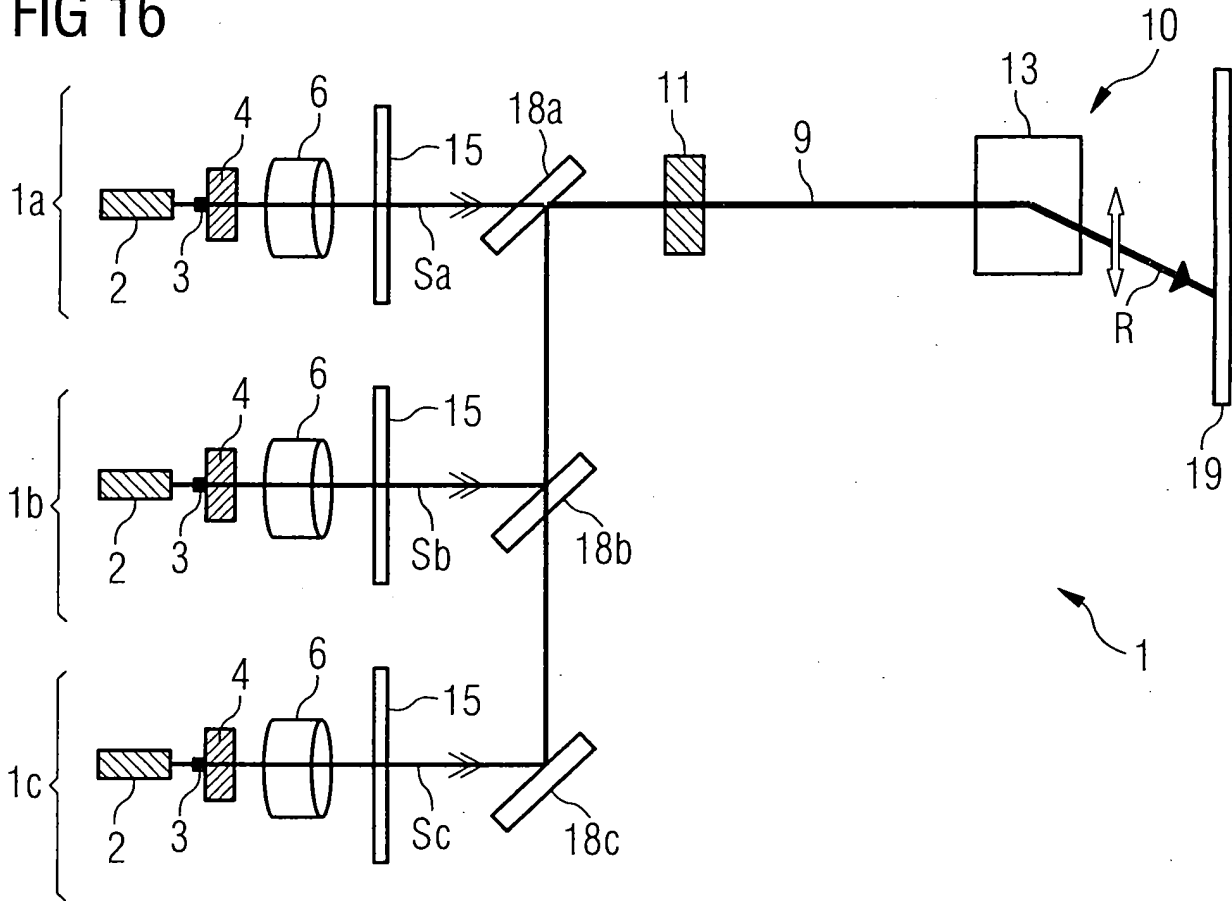


FIG 17

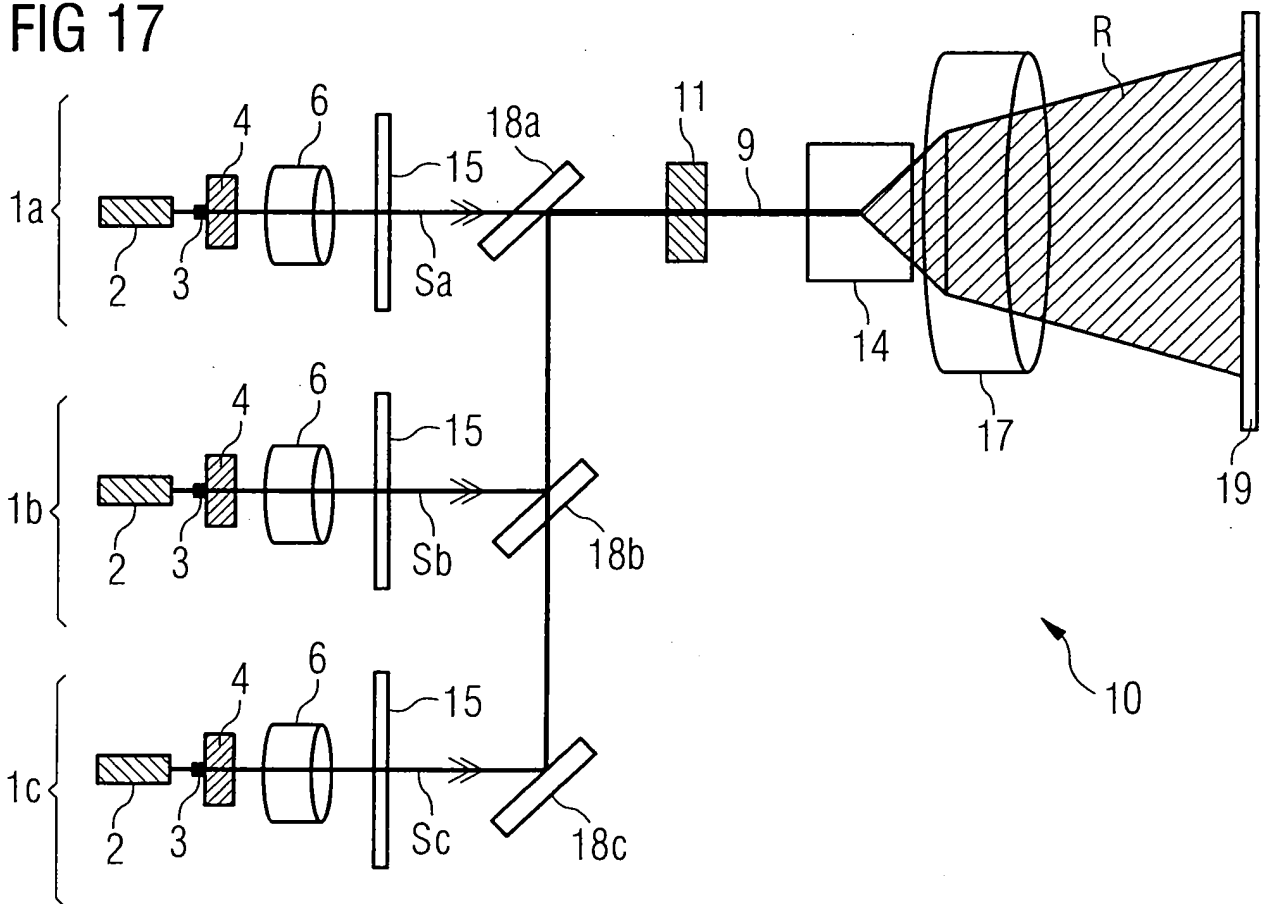


FIG 18

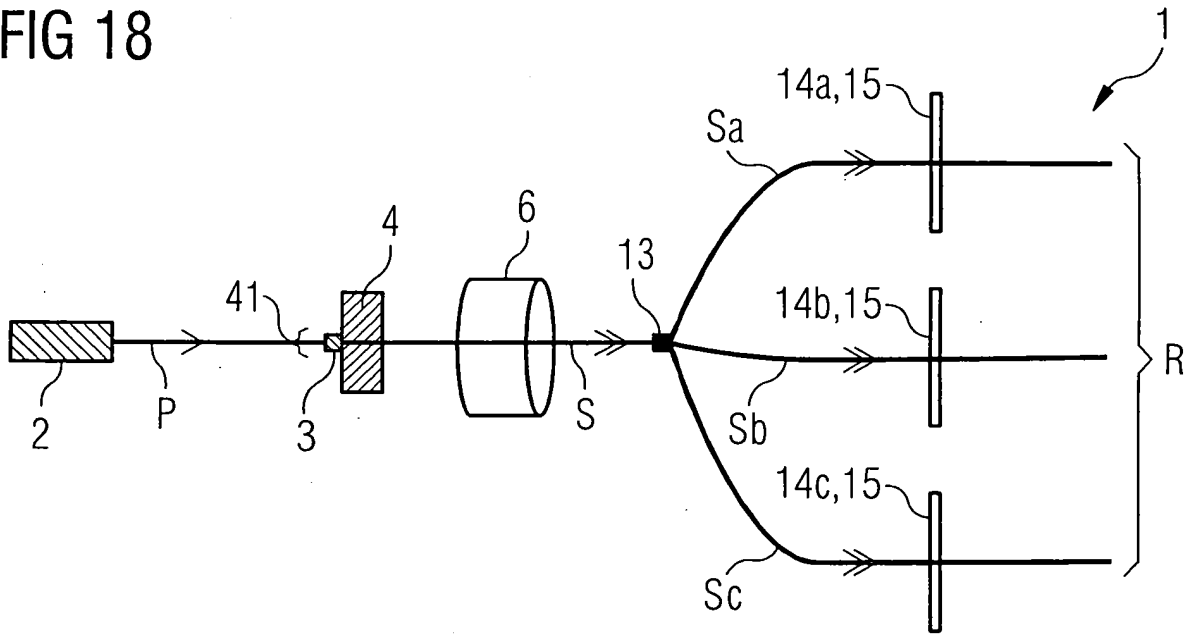


FIG 19

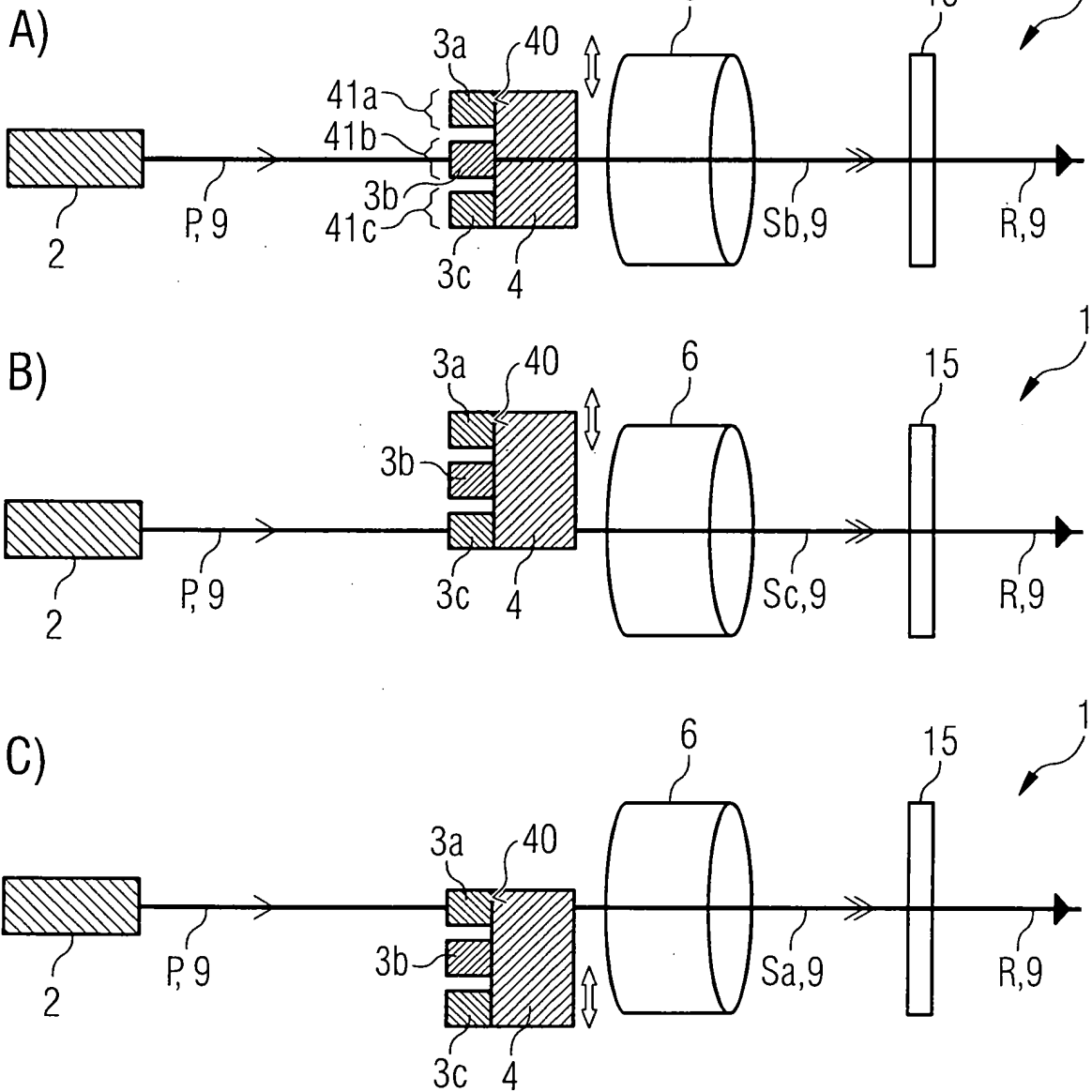


FIG 20

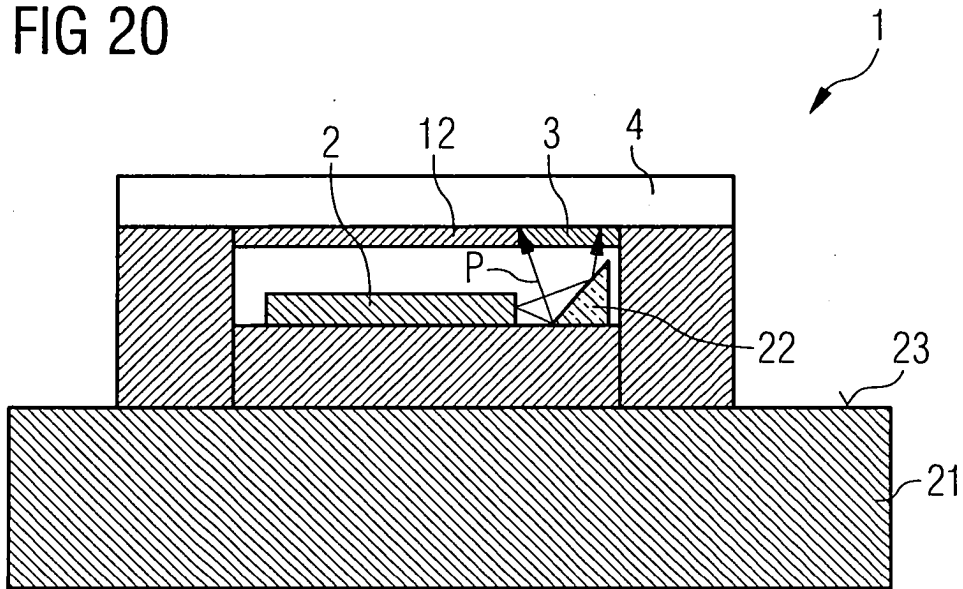


FIG 21

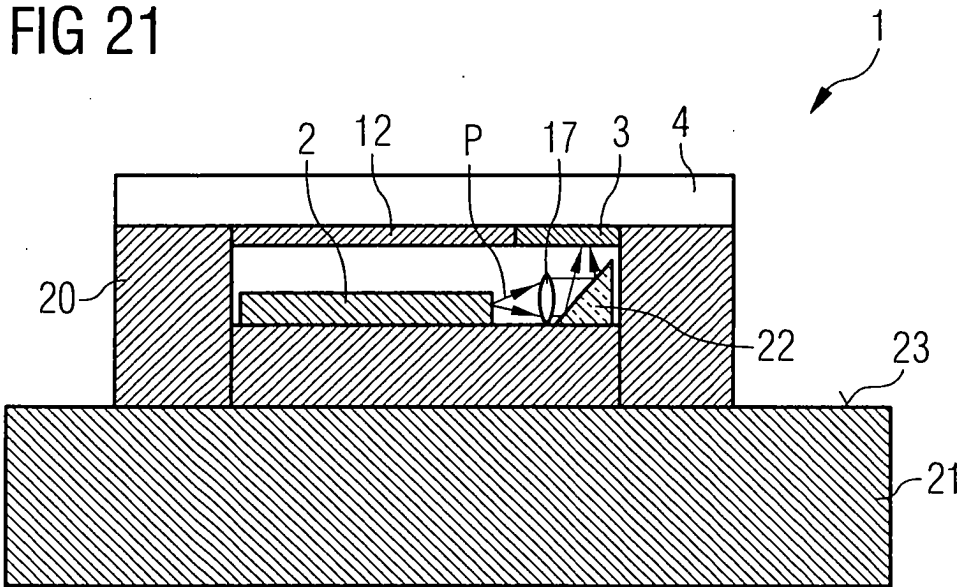


FIG 24

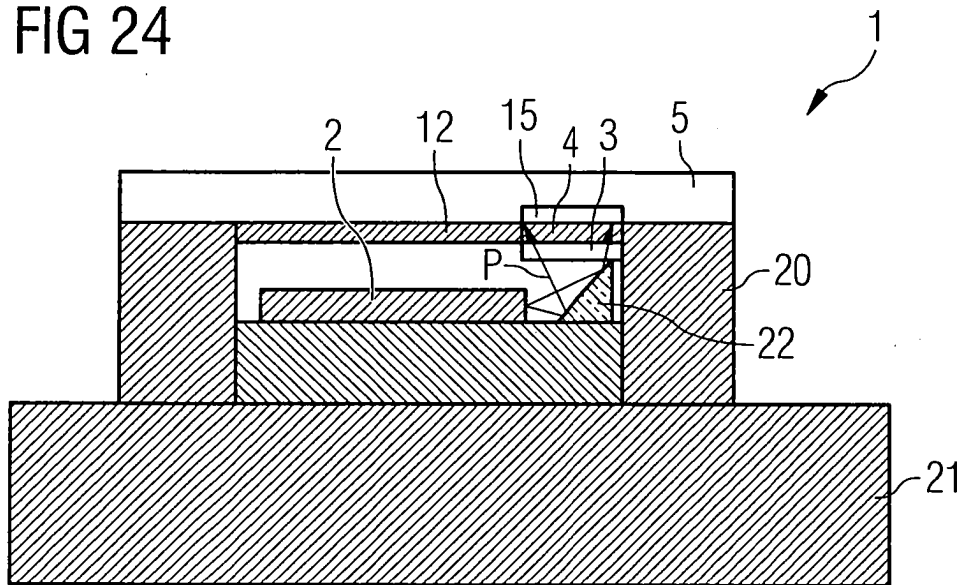


FIG 25

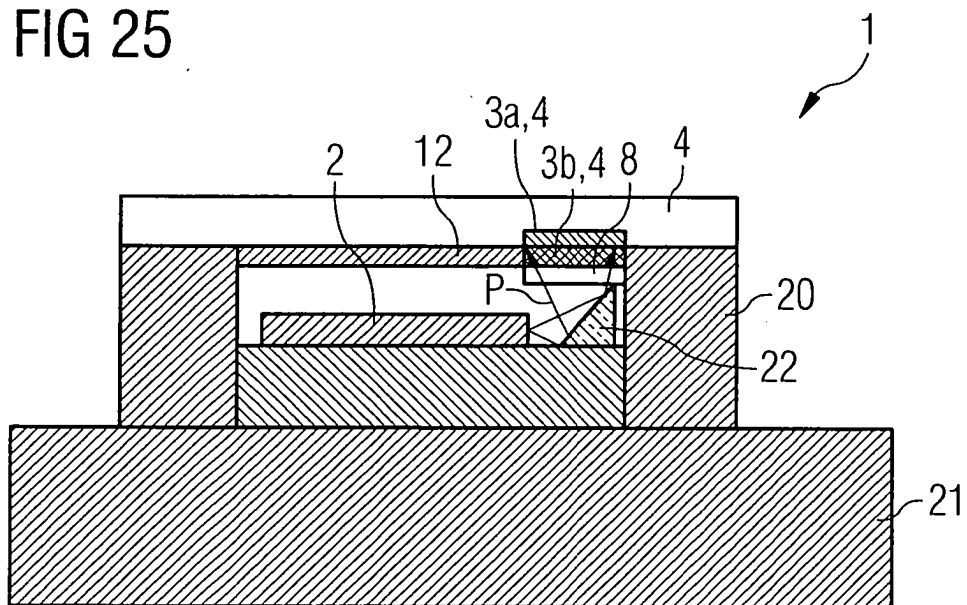


FIG 26

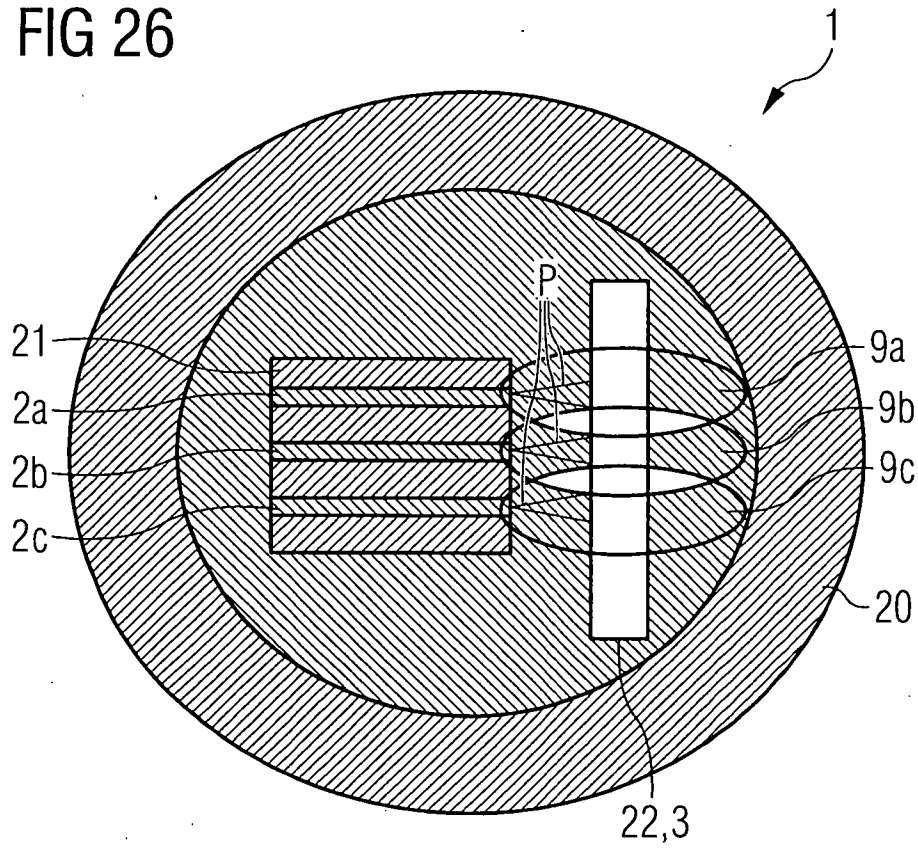


FIG 27

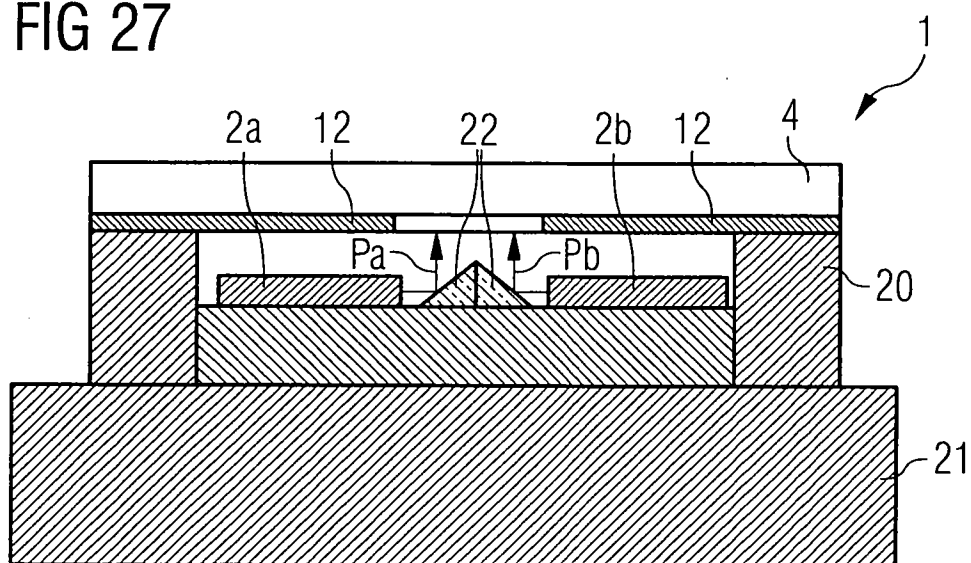


FIG 28

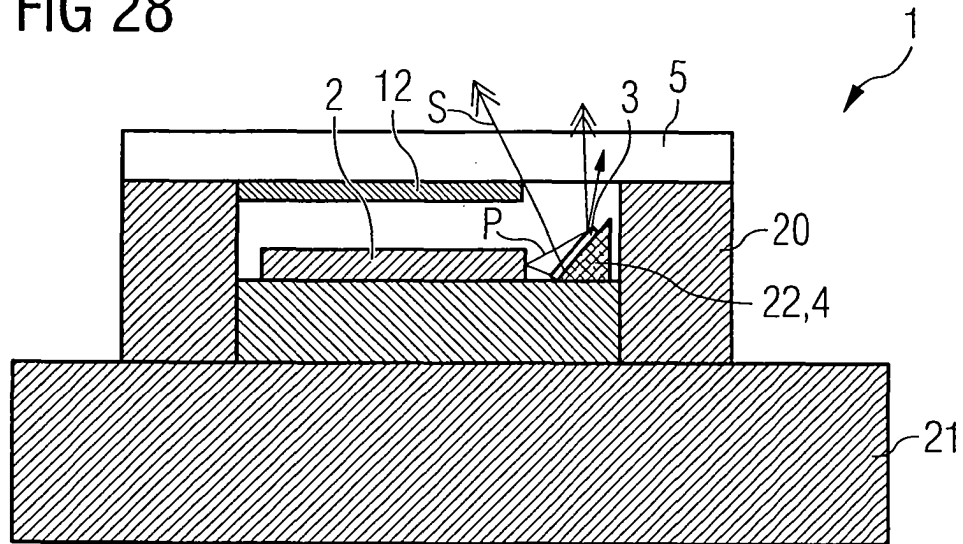


FIG 29

