

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. April 2019 (18.04.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/072637 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 26/00 (2006.01) G02B 5/20 (2006.01)
G02B 6/35 (2006.01) G02B 27/12 (2006.01)
G02F 1/31 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/076770

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Oktober 2018 (02.10.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 123 522.1
10. Oktober 2017 (10.10.2017) DE

(71) Anmelder: **CARL ZEISS MEDITEC AG** [—/DE];
Göschwitzer Straße 51-52, 07745 Jena (DE).

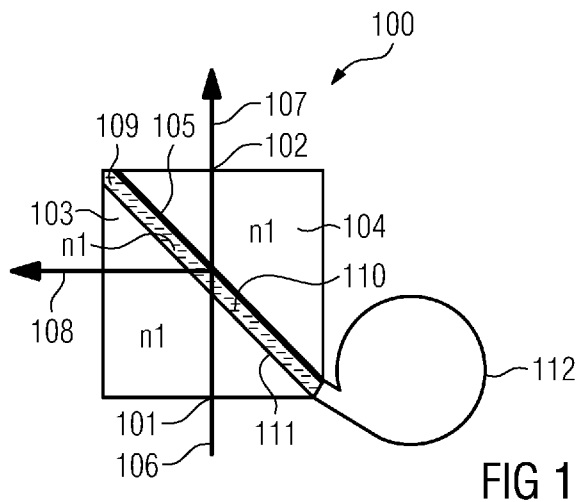
(72) Erfinder: **PESCHKA, Martin**; Böhmerwaldstr. 19, 73431 Aalen (DE). **BEDER, Christian**; Nachtigallweg 18, 73434 Aalen (DE).

(74) Anwalt: **ETEBIER, Beate**; Pateris Patentanwälte Part-
mbB, Markgrafenstrasse 22, 10117 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: SWITCHABLE BEAM SPLITTER DEVICE

(54) Bezeichnung: SCHALTBARE STRAHLTEILERVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a switchable beam splitter device (100) for splitting beam bundles into partial beam bundles. Said device comprises a first optical input (101), at least one first optical output (102), a first beam guiding section (103), a second beam guiding section (104), and a partially reflecting layer (105). The latter is designed to divide an incident beam bundle (106) into at least one associated transmitted partial beam bundle (107) which is guided through the partially reflecting layer structure (105), and an associated reflected partial beam bundle (108) which is reflected onto the partially reflecting layer (105). In addition, the beam splitter device (100) has a cavity (109) present at least in sections between the first beam guiding section (103) and the second beam guiding section (104). The cavity (109) and the partially reflecting layer (105) are arranged in such a way that a beam path extends from the first optical input element (101) to the first optical output (102) through the cavity (109) and the partially reflective layer (105) if the cavity (109) is filled with a liquid (110), and the incident beam of rays (106) on the cavity (109) undergoes total reflection if the cavity (109) does not fill with the liquid (110). The first beam guiding section (103), the second beam guiding section (104) and the liquid (110) have the same refractive indices. In addition, a switchable optical filter device and an optical observation device are provided.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine schaltbare Strahlteilervorrichtung (100) zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel zur Verfügung gestellt. Sie umfasst einen ersten optischen Eingang (101), zumindest einen ersten optischen



WO 2019/072637 A2

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Ausgang (102), einen ersten Strahlleitabschnitt (103), einen zweiten Strahlleitabschnitt (104), und eine teilreflektierende Schicht (105). Diese ist dazu ausgelegt, ein einfallendes Strahlenbündel (106) zu teilen in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel (107), das durch die teilreflektierende Schicht (105) hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel (108), das an der teilreflektierenden Schicht (105) reflektiert wird. Zudem weist die Strahlteilverrichtung (100) einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt (103) und dem zweiten Strahlleitabschnitt (104) vorhandenen Hohlraum (109) auf. Der Hohlraum (109) und die teilreflektierende Schicht (105) sind derart angeordnet, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang (101) zu dem ersten optischen Ausgang (102) durch den Hohlraum (109) und die teilreflektierende Schicht (105) verläuft, wenn der Hohlraum (109) mit einer Flüssigkeit (110) gefüllt ist und das einfallende Strahlenbündel (106) am Hohlraum (109) eine Totalreflexion erfährt, wenn der Hohlraum (109) nicht mit der Flüssigkeit (110) gefüllt ist, wobei der erste Strahlleitabschnitt (103), der zweite Strahlleitabschnitt (104) und die Flüssigkeit (110) gleiche Brechzahlen aufweisen. Zudem werden eine schaltbare optische Filtervorrichtung und ein optisches Beobachtungsgerät bereitgestellt.

Schaltbare Strahlteilervorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine schaltbare Strahlteilervorrichtung zum
5 Teilen eines Strahlenbündels in Teilstrahlenbündel und außerdem eine
schaltbare optische Filtervorrichtung. Daneben betrifft die Erfindung ein
optisches Beobachtungsgerät, insbesondere ein Mikroskop.

Strahlteiler bzw. optische Teiler sind optische Bauelemente, mit denen ein
Lichtstrahl bzw. ein Strahlenbündel in zwei Teilstrahlen bzw. zwei
10 Teilstrahlenbündel aufgeteilt werden kann. Strahlteiler kommen
beispielsweise in optischen Beobachtungsgeräten, z.B. bei Verwendung von
Doppelokularen, aber beispielsweise auch in Interferometern zum Einsatz.
Ebenso verwenden optische Beobachtungsgeräte häufig optische Filter, um
beispielsweise bestimmte Spektralanteile des einfallenden Lichts
15 herauszufiltern.

Um derartige großaperturige optische Elemente schaltbar ausführen zu
können, können diese mit mechanisch bewegbaren Komponenten realisiert
sein, bei denen Elemente mit unterschiedlicher Wirkung in den Strahlengang,
d.h. den Weg, den ein Strahlenbündel, bzw. nach Teilung zumindest ein
20 Teilstrahlenbündel davon, durch die Strahlteilervorrichtung nimmt, gebracht
werden. Um z.B. einen Strahlteiler an- und aus- bzw. zwischen verschiedenen
Betriebszuständen hin- und herschalten zu können, können schaltbare
optische Teiler, beispielsweise in Form von geometrischen, bewegbaren
Teilerblöcken, verwendet werden.

Auch elektronisch schaltbare optische Elemente sind bekannt. In der DE102009057985A1 wird z.B. ein elektronisch schaltbarer dichroitischer Strahlteiler beschrieben, bei dem eine Flüssigkristallanordnung, deren Kristalle mit einer reflektierenden Beschichtung versehen sind, durch Anlegen
5 einer Spannung zwischen Lichtreflexion und –transmission umschaltbar ist.

Mechanisch bewegbare Elemente erhöhen durch den Platzbedarf für die Bewegung und die für den Antrieb ggf. verwendeten Motoren die notwendige Größe der Vorrichtung. Zudem sind die Anforderungen an die korrekte Justierung bzw. Positionierung der optischen Elemente beispielsweise eines
10 Strahlteilers mit mechanisch bewegbaren Elementen sehr hoch. Elektronisch schaltbare optische Elemente weisen spektral eingeschränkte Transmissionsbereiche und Reflexionsbereiche mit ausgeprägter spektraler Charakteristik auf und können anfällig für Streulicht und ggf. Doppelbrechungseffekte sein.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kompakte, schaltbare Strahlteilervorrichtung mit verbesserter Genauigkeit zur Verfügung zu stellen, die zwischen Schaltvorgängen keine wiederholte Justierung erfordert und sich für breite Spektralbereiche eignet. Entsprechend ist es ebenfalls Aufgabe der Erfindung, eine schaltbare optische Filtervorrichtung bereitzustellen, die in
20 kompakter Bauweise realisierbar ist und die zwischen Schaltvorgängen keine wiederholte Justierung erfordert und sich für breite Spektralbereiche eignet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Strahlteilervorrichtung zum Teilen eines Strahlenbündels in Teilstrahlenbündel gemäß Anspruch 1 sowie einer optischen Filtervorrichtung gemäß Anspruch 16 und einem optischen
25 Beobachtungsgerät gemäß Anspruch 20 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst eine Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel einen ersten optischen
30 Eingang, zumindest einen ersten optischen Ausgang, einen ersten Strahlleitabschnitt, einen zweiten Strahlleitabschnitt und eine teilreflektierende Schicht, d.h. eine optische Teilerschicht, die dazu ausgelegt ist, ein

auftreffendes bzw. einfallendes Strahlenbündel zu teilen in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel, das durch die teilreflektierende Schicht hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der teilreflektierenden Schicht reflektiert wird, wobei die Strahlteilervorrichtung außerdem einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt und dem zweiten Strahlleitabschnitt vorhandenen Hohlraum aufweist, wobei der Hohlraum und die teilreflektierende Schicht derart angeordnet sind, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen Ausgang durch den Hohlraum und die teilreflektierende Schicht verläuft, wenn der Hohlraum mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Die Vorrichtung kann dabei die Flüssigkeit umfassen, insbesondere beispielsweise wenn vorgesehen ist, diese wiederzuverwenden, oder es kann vorgesehen sein, die Vorrichtung mit dieser zu versorgen.

Ein Strahlleitabschnitt ist ein optisches Element bzw. zur Strahlleitung geeignetes Substrat, durch das ein Strahlenbündel geleitet werden kann. Ein erster und zweiter Strahlleitabschnitt sind entweder zwei optische Elemente oder bezeichnen einen ersten Bereich eines optischen Elements und einen zweiten Bereich desselben optischen Elements, durch die ein Strahlengang eines Strahlenbündels nacheinander verläuft. Der Strahlengang verläuft von einem ersten optischen Eingang, wo das Strahlenbündel in einen der Strahlleitabschnitte eintritt, zu mindestens einem ersten optischen Ausgang, wo das Strahlenbündel bzw. nach beim Auftreffen bzw. Einfallen auf die teilreflektierende Schicht erfolgter Strahlteilung zumindest ein Teilstrahlenbündel aus der Strahlteilervorrichtung austritt. Eine teilreflektierende Schicht reflektiert einen ersten Anteil des auftreffenden Strahlenbündels und leitet einen zweiten Anteil durch die Schicht hindurch. Zusätzlich kann, je nach Beschaffenheit der gewählten teilreflektierenden Schicht, ein dritter Anteil des Strahlenbündels von der teilreflektierenden Schicht auch absorbiert werden.

Ein optischer Ausgang ist ein Ort, wo ein Strahlenbündel aus der Strahlteilervorrichtung austreten kann. Ist der Strahlengang, d.h. der Verlauf

eines Strahlenbündels durch die Strahlteilervorrichtung, durch eine Schalteinrichtung wie dem mit der Flüssigkeit befüllbaren und entleerbaren Hohlraum veränderbar, kann an dem optischen Ausgang bei mindestens einem der Schaltzustände ein Strahlenbündel austreten.

- 5 Wie der Hohlraum und die teilreflektierende Schicht anzuordnen sind, damit der Strahlengang vom ersten optischen Eingang zum ersten optischen Ausgang durch den mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum und die teilreflektierende Schicht verläuft, hängt von der in der jeweiligen Ausführungsform gewählten Form der Strahlleitabschnitte und der Position
10 von optischem Eingang und Ausgang am ersten und zweiten Strahlleitabschnitt ab. In zumindest einem der Betriebszustände des Hohlraums befinden sich der optische Ausgang und der optische Eingang nicht an demselben Strahlleitabschnitt.

- Eine Strahlteilervorrichtung kann beispielsweise ein Strahlteiler-Würfel sein,
15 der ein erstes und ein zweites Halbwürfelprisma als ersten und zweiten Strahlleitabschnitt aufweist, zwischen denen die teilreflektierende Schicht angeordnet ist, beispielsweise als auf eine optische Grenzfläche, d.h. eine Oberfläche des ersten und/oder des zweiten Strahlleitabschnitts aufgebrachte Beschichtung, wobei sich zumindest abschnittsweise außerdem der Hohlraum
20 z.B. in Form eines Spalts zwischen den beiden Strahlleitabschnitten befindet. Dieser ist mit der Flüssigkeit befüllbar. Ist er nicht in einem ersten Betriebszustand, in dem er mit der Flüssigkeit gefüllt ist, ist er in einem zweiten Betriebszustand, abhängig von der gewählten Ausführungsform, mit einer anderen Flüssigkeit, Luft oder einem anderen Gas gefüllt oder weist ein
25 Vakuum auf. Für diesen zweiten Betriebszustand wird der Spalt im Folgenden als „entleert“ oder „leer“ bezeichnet, auch wenn sich kein Vakuum, sondern eine andere Flüssigkeit, Luft oder ein anderes Gas darin befindet. Das Strahlenbündel erfährt im zweiten Betriebszustand, d.h. am leeren, nicht mit der Flüssigkeit gefüllten Hohlraum eine Totalreflexion. Es ist vorzugsweise
30 vorgesehen, eine Flüssigkeit zu verwenden, die eine positive Oberflächenspannung aufweist, so dass sich ihr Meniskus nach außen wölbt. Dies verbessert das Aufheben des Zustands der Totalreflexion, und die

Strahlteilervorrichtung wird in einen Transmissions- bzw. Teilerzustand geschaltet.

Die beschriebene Strahlteilervorrichtung zum Teilen eines Strahlenbündels in Teilstrahlenbündel eignet sich insbesondere auch für die Strahlteilung von Strahlenbündeln mit großen Lichtleitwerten und bietet dabei den Vorteil, dass die Strahlteilervorrichtung durch einfaches Befüllen und Entleeren des vorgesehenen Hohlraums zwischen zwei Betriebszuständen, Totalreflexion und Strahlteilung, hin- und hergeschaltet werden kann, ohne dafür mechanisch bewegbare Komponenten in den und aus dem Strahlengang bewegen zu müssen oder eine elektrische Stromversorgung direkt an den Strahlteiler führen zu müssen. Zudem ist kein Justieren nach Schalten in den einen oder anderen Betriebszustand erforderlich, und bei geeigneter Wahl der Flüssigkeit wird der Spektralbereich des durchgelassenen Lichts auch nicht oder nur in einem gewünschten Maße geändert, so dass sich die schaltbare Strahlteilervorrichtung auch für breite Spektralbereiche eignet.

Es ist vorgesehen, dass der erste Strahlleitabschnitt, der zweite Strahlleitabschnitt und die Flüssigkeit gleiche oder im Wesentlichen gleiche Brechzahlen aufweisen. So verursacht die Flüssigkeit, wenn mit ihr der Hohlraum bzw. Spalt zwischen dem ersten und dem zweiten Strahlleitabschnitt gefüllt ist, keine oder nur vernachlässigbare Strahlbrechung, die Totalreflexion am leeren Spalt wird beendet und das Strahlenbündel kann unverändert durch die Flüssigkeit zur teilreflektierenden Schicht geleitet werden, um die gewünschte Teilung in Teilstrahlenbündel herbeizuführen.

In einer Ausführungsform weist zumindest eine den Hohlraum begrenzende Oberfläche ein die Flüssigkeit abweisendes Material auf. Dabei kann es sich um eine Beschichtung zumindest der dem Hohlraum zugewandten Oberfläche des jeweiligen Strahlleitabschnitts handeln. Beispielsweise können die dem ersten Strahlleitabschnitt oder die dem zweiten Strahlleitabschnitt zugehörige, den Hohlraum begrenzende Oberfläche oder beide ein die Flüssigkeit abweisendes Material aufweisen. Eine den Hohlraum begrenzende Oberfläche kann auch direkt durch die teilreflektierende Schicht gebildet sein,

wenn diese direkt auf den zweiten oder ersten Strahlleitabschnitt aufgebracht ist. Die Wahl der Beschichtung der den Hohlraum begrenzenden Oberfläche hängt dabei von der verwendeten Flüssigkeit ab. Die Beschichtung wird passend zur verwendeten Flüssigkeit beispielsweise entweder hydrophob, hydrophil, oleophob oder oleophil gewählt. In einer beispielhaften Ausführungsform wird bei der Verwendung von Wasser oder einer wässrigen Flüssigkeit eine hydrophobe Oberflächenbeschichtung vorgesehen, z.B. eine Lotos-Beschichtung. In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform wird bei der Verwendung einer anderen, beispielsweise einer öligen Flüssigkeit eine oleophobe oder hydrophile Oberflächenbeschichtung vorgesehen. Die Verwendung eines die Flüssigkeit abweisenden Materials bietet den Vorteil, dass eine Benetzung der Oberfläche vermieden wird und der gefüllte Hohlraum so auf einfache Weise schnell möglichst rückstandsfrei entleert werden kann, so dass die schaltbare Strahlteilervorrichtung in den Betriebszustand der Totalreflexion wechselt. Dies unterstützt z.B. auch zügige Schaltvorgänge zwischen den beiden Betriebszuständen der Strahlteilervorrichtung.

In einer weiteren Ausführungsform weist zumindest eine den Hohlraum begrenzende Oberfläche eine die Flüssigkeit abweisende Strukturierung bzw. Nanostrukturierung auf. Das heißt, dass die beispielsweise hydrophile, -phobe, oleophile oder -phobe Oberflächeneigenschaft nicht durch eine Beschichtung, sondern durch die Strukturierung der Oberfläche selbst erzeugt wird, so dass beispielsweise das Bereitstellen des die Flüssigkeit abweisenden Materials und der Arbeitsschritt der Beschichtung bei der Herstellung entfallen kann.

Das Befüllen des Hohlraums mit der Flüssigkeit kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, den Hohlraum manuell zu befüllen. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Strahlteilervorrichtung aber eine Befüllungseinrichtung auf, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem ersten Betriebszustand den Hohlraum mit der Flüssigkeit zu befüllen. Dies hat den Vorteil, dass z.B. Ungenauigkeiten oder Verzögerungen, die bei manuellem Befüllen möglich wären, vermieden werden. Die Befüllungseinrichtung umfasst ein Reservoir mit der Flüssigkeit

oder stellt eine Verbindung zu einer anderen, externen Flüssigkeitsquelle her. Das Schalten der Befüllungseinrichtung kann in einer beispielhaften Ausführungsform mechanisch erfolgen, wenn das Reservoir bzw. die Flüssigkeitsquelle mit einem mechanischen Schalter mit dem Hohlraum der Strahlteilervorrichtung verbunden wird. In anderen Ausführungsformen kann
5 der Schaltvorgang auch anders erfolgen, z.B. durch Zuführung von Hitze, oder Ausübung von mechanischem Druck auf das Reservoir oder unter Einsatz der Schwerkraft durch Lageänderung, insbesondere Drehen der gesamten Vorrichtung um einen vorgesehenen Winkel.

10 Ein Reservoir oder auch eine Flüssigkeitsquelle kann ein Container sein, der zumindest zeitweise die Flüssigkeit enthält. Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass beim Entleeren des Hohlraums der Strahlteilervorrichtung die Flüssigkeit wieder in das Reservoir zurückgeführt wird, damit sie beim nächsten Schaltvorgang der schaltbaren Strahlteilervorrichtung wieder
15 verwendet werden kann. Dies hat den Vorteil, dass die Flüssigkeit immer dieselbe bleibt, mit gleichbleibenden Eigenschaften, z.B. genau angepasster Brechzahl. Eine externe Flüssigkeitsquelle kann die Eigenschaft aufweisen, dass sie ggf. immer neue Flüssigkeit liefert, während die alte, nachdem sie im Hohlraum verwendet wurde, abgelassen wird, ohne sie später erneut zu
20 verwenden.

Es kann vorgesehen sein, die Flüssigkeit manuell aus dem Hohlraum abzulassen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Befüllungseinrichtung aber außerdem dazu eingerichtet, in einem zweiten Betriebszustand die Flüssigkeit aus dem Hohlraum zu entfernen. Dies bietet
25 den Vorteil, dass das gesamte Schalten der Strahlteilervorrichtung zwischen den Betriebszuständen automatisiert werden kann, was insbesondere bei einem Einsatz in empfindlichen optischen Geräten vermeidet, dass der Benutzer durch unsachgemäße Bedienung die erzielbare Qualität des Ergebnisses beeinträchtigt.

30 In einer beispielhaften Ausführungsform kann die Befüllungseinrichtung die Flüssigkeit zurück in das Reservoir pumpen oder saugen. In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform umfasst die Befüllungseinrichtung ein

weiteres Reservoir, z.B. an einem anderen Ende des Hohlraums bzw. Spalts, so dass die Flüssigkeit abwechselnd in das eine oder das weitere Reservoir gelangen kann, beispielsweise durch eine geringe Drehbewegung der Vorrichtung oder durch geeignete Über- und Unterdrücke an den Reservoirs.

- 5 In einer Ausführungsform weist die Strahlteilervorrichtung einen zweiten optischen Eingang auf, und der erste optische Eingang und der zweite optische Eingang sind derart angeordnet, dass, wenn der Hohlraum mit der Flüssigkeit gefüllt ist, das Strahlenbündel, wenn es durch den ersten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das
- 10 zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel zu dem ersten optischen Ausgang geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel zu dem ersten optischen Ausgang geleitet wird. Dies bietet den Vorteil, dass, wenn die Eigenschaften der teilreflektierenden
- 15 Schicht nicht symmetrisch sind, am ersten optischen Ausgang unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden, also Teilstrahlenbündel z.B. unterschiedlicher Intensität ausgegeben werden, je nachdem, aus welcher Richtung das einfallende Strahlenbündel auf die teilreflektierende Schicht trifft. Wird beispielsweise ein Strahlenbündel beim Auftreffen auf die
- 20 teilreflektierende Schicht zu 70% durchgelassen, zu 25% reflektiert und zu 5% absorbiert, dann wird am ersten optischen Ausgang ein Teilstrahlenbündel entweder mit 70% oder mit 25% der Intensität des ursprünglichen Strahlenbündels ausgegeben. Zudem können auch beide optische Eingänge gleichzeitig mit zwei verschiedenen Strahlenbündeln beaufschlagt werden, so
- 25 dass am ersten optischen Ausgang ein gemischtes Strahlenbündel ausgegeben wird. Dies kann z.B. vorteilhaft für das Überlagern eines Dateneinspiegelungsbildes über ein visuelles Bild sein.

- In einer beispielhaften Ausführungsform weist die Strahlteilervorrichtung einen zweiten optischen Ausgang auf, wobei der zweite optische Ausgang derart
- 30 angeordnet ist, dass, wenn der Hohlraum mit der Flüssigkeit gefüllt ist, das Strahlenbündel, wenn es durch den ersten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel zu dem zweiten optischen Ausgang geleitet wird und, wenn

es durch den zweiten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel zu dem zweiten optischen Ausgang geleitet wird. So können, wenn unterschiedliche Strahlenbündel durch den ersten und den zweiten optischen Eingang auf die teilreflektierende Schicht eingestrahlt werden, am ersten optischen Ausgang der durchgeleitete Anteil des ersten Strahlenbündels mit dem reflektierten Anteil des zweiten Strahlenbündels kombiniert ausgegeben werden, während am zweiten optischen Ausgang der reflektierte Anteil des ersten Strahlenbündels kombiniert mit dem durchgeleiteten Anteil des zweiten Strahlenbündels ausgegeben werden kann.

In einer beispielhaften Ausführungsform ist zumindest an einem von dem ersten optischen Eingang und dem zweiten optischen Eingang eine erste polarisierende Schicht angeordnet. Alternativ kann die polarisierende Schicht auch an einer anderen Position angeordnet sein, solange sie das Strahlenbündel polarisiert, bevor es auf die teilreflektierende Schicht trifft. Der Einsatz einer polarisierenden Schicht ermöglicht es, dass eines der Strahlenbündel nur in einem der Kanäle bzw. an einem der optischen Ausgänge wirkt, an dem anderen jedoch nicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist an einem von dem zumindest einem optischen Ausgang eine zweite polarisierende Schicht angeordnet. Bei geeigneter Wahl der Polarisation, z.B. durch Ausrichtung der Polarisationschicht, kann der Strahlengang an einem der optischen Ausgänge blockiert werden, ohne den Strahlengang am anderen Ausgang zu blockieren.

In einer bevorzugten Ausführungsform wirkt die zweite polarisierende Schicht daher senkrecht zu der ersten polarisierenden Schicht polarisierend.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die zweite polarisierende Schicht von einem gegenüber der ersten polarisierenden Schicht bewegbaren Polarisationsfilterelement umfasst. Somit ist hier die polarisierende Schicht oder Polarisationschicht bewegbar. In einer Ausführungsform ist das Polarisationsfilterelement hierzu in den Strahlengang des aus optischen Ausgang austretenden Teilstrahlenbündels einbringbar und aus diesem

entfernbar, z.B. ein- und ausschwenkbar. In einer weiteren Ausführungsform ist das Polarisationsfilterelement in seiner Orientierung änderbar, vorzugsweise in einer Ebene senkrecht zum Strahlengang rotierbar, insbesondere um 90° , so dass durch die Drehung der Durchlass des
5 Teilstrahlenbündels an- und abgeschaltet werden kann.

In einer beispielhaften Ausführungsform ist das bewegbare Polarisationsfilterelement ein doppelbrechendes Polarisationselement, mit dem das aus dem optischen Ausgang austretende Teilstrahlenbündel in zwei senkrecht zueinander polarisierte Teilbündel trennbar ist.

10 In einer Ausführungsform weist die Strahlteilervorrichtung außerdem einen dritten Strahlleitabschnitt, einen vierten Strahlleitabschnitt und eine weitere teilreflektierende Schicht auf, wobei die weitere teilreflektierende Schicht dazu ausgelegt ist, das auftreffende/einfallende Strahlenbündel zu teilen in
15 zumindest ein weiteres durchgeleitetes Teilstrahlenbündel, das durch die weitere teilreflektierende Schicht hindurchgeleitet wird, und ein weiteres reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der weiteren teilreflektierenden Schicht reflektiert wird, und wobei die Strahlteilervorrichtung außerdem einen
20 zumindest abschnittsweise zwischen dem dritten Strahlleitabschnitt und dem vierten Strahlleitabschnitt vorhandenen weiteren Hohlraum aufweist, wobei der weitere Hohlraum und die weitere teilreflektierende Schicht derart
angeordnet sind, dass der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen Ausgang durch die teilreflektierende Schicht und durch den Hohlraum verläuft, wenn der weitere Hohlraum nicht mit einer
Flüssigkeit gefüllt ist, und der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang
25 zu dem ersten optischen Ausgang durch die weitere teilreflektierende Schicht und durch den weiteren Hohlraum verläuft, wenn der weitere Hohlraum mit einer weiteren Flüssigkeit gefüllt ist und der Hohlraum nicht mit der Flüssigkeit, d.h. der ersten Flüssigkeit, gefüllt ist.

Auf diese Weise stehen der Strahlteilervorrichtung mehr Freiheitsgrade zur
30 Verfügung, um unterschiedliche Ausgangssignale zu erzeugen. So kann vorgesehen sein, dass die teilreflektierenden Schichten jeweils andere Eigenschaften haben, z.B. jeweils ein anderes Verhältnis von Durchlass zu

Reflexion, so dass, je nachdem, wie das auftreffende Strahlenbündel gesteuert durch die jeweiligen Befüllungszustände des Hohlraums und des weiteren Hohlraums auf die teilreflektierende Schicht oder die weitere teilreflektierende Schicht geleitet werden, Strahlenbündel unterschiedlicher

5 Intensitäten am optischen Ausgang oder mit anderen spektralen Verteilungen aufgrund anderer Eigenschaften der jeweiligen teilreflektierenden Schichten erzeugt werden können, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, von den jeweils durch die Strahlteilung erzeugten zwei Teilstrahlenbündeln das jeweils nicht auf den (ersten) optischen Ausgang geführte Teilstrahlenbündel auf einen

10 zweiten optischen Ausgang zu lenken. In weiteren Ausführungsformen können auch noch mehr teilreflektierende Schichten und Strahlleitabschnitte vorgesehen sein. Ebenso können weitere Strahlleitabschnitte bzw. Lichtleitelemente notwendig sein, um durch Totalreflexion den Strahlengang eines Teilstrahlenbündels korrekt auf den optischen Ausgang zu lenken bzw.

15 auch den zu dem entstehenden zweiten Teilstrahlenbündel zugehörigen Strahlengang korrekt auf einen zweiten optischen Ausgang zu lenken. Vorzugsweise ist, wenn der eine Hohlraum gefüllt ist, der jeweils andere Hohlraum entleert. So steht er als Mittel zum Umlenken des Strahlengangs durch Totalreflexion zur Verfügung.

20 In einer beispielhaften Ausführungsform weist die Strahlteilervorrichtung eine weitere Befüllungseinrichtung auf, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem weiteren ersten Betriebszustand den weiteren Hohlraum mit der weiteren Flüssigkeit zu befüllen, so dass beispielsweise Ungenauigkeiten oder Verzögerungen, die bei manuellem Befüllen möglich wären, vermieden

25 werden.

Das Ablassen der weiteren Flüssigkeit könnte manuell durchgeführt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist des Weiteren aber vorgesehen, dass die weitere Befüllungseinrichtung außerdem dazu eingerichtet ist, in einem weiteren zweiten Betriebszustand die weitere Flüssigkeit aus dem

30 weiteren Hohlraum zu entfernen, so dass (auch) das Befüllen und Entleeren des weiteren Hohlraums automatisiert erfolgen kann.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst eine optische Filtervorrichtung einen ersten optischen Eingang, zumindest einen ersten optischen Ausgang, einen ersten Strahleitabschnitt und zumindest einen zweiten Strahleitabschnitt, wobei die optische Filtervorrichtung außerdem ein
5 optisches Filterelement und einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahleitabschnitt und dem zweiten Strahleitabschnitt vorhandenen Hohlraum aufweist, wobei der Hohlraum derart angeordnet ist, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen
10 verläuft, wenn der Hohlraum mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, und der Strahlengang durch das optische Filterelement und nicht durch den Hohlraum verläuft, wenn der Hohlraum nicht mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Die optische Filtervorrichtung sieht also vor, dass der Strahlengang vom ersten optischen Eingang zum ersten optischen Ausgang in Abhängigkeit
15 davon, ob der vorgesehene Hohlraum mit der Flüssigkeit gefüllt ist oder nicht, derart verändert wird, dass er in einem der Betriebszustände vom optischen Eingang durch ein optisches Filterelement zum optischen Ausgang geführt wird und in dem anderen Betriebszustand zum optischen Ausgang geführt wird, ohne das optische Filterelement zu durchlaufen, wobei in beiden Fällen
20 der optische Ausgang ortsfest und die Abstrahlrichtung des am optischen Ausgang ausgegebenen Strahlenbündels unverändert bleiben, aber dennoch dessen Strahleigenschaften zwischen dem durch das optische Filterelement gefilterten und dem ungefilterten Zustand hin- und hergeschaltet werden können. So kann auf einfache Weise die optische Filtervorrichtung schaltbar
25 realisiert werden, wobei nur in dem Betriebszustand, in dem das optische Filterelement durchlaufen wird, durch das Filterelement beispielsweise bestimmte Spektralanteile des einfallenden Lichtstrahlenbündels herausgefiltert werden. Auch hier wird der Effekt der Totalreflexion ausgenutzt, um am leeren Hohlraum bzw. Spalt das Strahlenbündel umzulenken, während
30 am gefüllten Hohlraum, insbesondere wenn die Brechzahl bzw. der Brechungsindex der Flüssigkeit mit denen der Strahleitabschnitte übereinstimmt, die Totalreflexion unterbunden wird und das Strahlenbündel den Hohlraum durchlaufen kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Strahlengang zumindest zwei Totalreflexionen an dem Hohlraum, wenn der Hohlraum nicht mit der Flüssigkeit gefüllt ist. Werden der Hohlraum und die Strahlleitabschnitte entsprechend geformt, dass das Strahlenbündel mehrmals, mindestens
5 zweimal am selben Hohlraum total reflektiert werden kann, wenn der Hohlraum nicht mit der Flüssigkeit gefüllt ist, kann die schaltbare optische Filtervorrichtung mit nur einem Hohlraum und einer Flüssigkeit realisiert werden. Dies bietet den Vorteil, dass die schaltbare optische Filtervorrichtung mit einem einzigen Befüllungs- bzw. Entleerungsvorgang geschaltet werden
10 kann, also nicht die gleichzeitige oder aufeinanderfolgende Befüllung bzw. Entleerung ermöglicht sein muss, wobei zum Schalten kein mechanisches oder elektrisch anzusteuern des Bauelement in den Strahlengang eingebracht werden muss.

Allerdings kann das optische Filterelement in einer Ausführungsform als eine
15 oder mehrere Filterbeschichtungen auf der Oberfläche eines oder mehrerer der Strahlleitabschnitte im Strahlengang des zu filternden Strahlenbündels realisiert sein, in einer anderen Ausführungsform aber auch als mechanisch bewegbares optisches Filterelement, beispielsweise in Form eines Filtrrades oder eines Filterschiebers. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die
20 Filterwirkung je nach Einstellung des Filtrrades oder des Filterschiebers variiert werden kann.

Das Befüllen kann beispielsweise manuell erfolgen. In einer Ausführungsform weist die optische Filtervorrichtung aber eine Befüllungseinrichtung auf, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem ersten Betriebszustand den
25 Hohlraum mit der Flüssigkeit zu befüllen. Dies hat den Vorteil, dass z.B. Ungenauigkeiten oder Verzögerungen, die bei manuellem Befüllen möglich wären, vermieden werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der optische Filtervorrichtung ist die Befüllungseinrichtung außerdem dazu eingerichtet ist, in einem zweiten
30 Betriebszustand die Flüssigkeit aus dem Hohlraum zu entfernen, so dass alle Schaltvorgänge automatisiert werden können.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein optisches Beobachtungsgerät, beispielsweise ein Mikroskop, eine Strahlteilervorrichtung und/oder eine optische Filtervorrichtung gemäß einer der oben beschriebenen Ausführungsformen. Auf diese Weise werden die Vorteile und Besonderheiten
5 der erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel bzw. der optischen Filtervorrichtung auch im Rahmen eines optischen Beobachtungsgeräts umgesetzt.

Die Erfindung wird nachstehend im Zusammenhang mit der folgenden
10 Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem
15 ersten Betriebszustand;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem
20 ersten Betriebszustand;

Fig. 4 eine schematische Darstellung der zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand;
25

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer dritten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand;

- Fig. 6 eine schematische Darstellung der dritten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand;
- 5 Fig. 7 eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand;
- 10 Fig. 8 eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in dem ersten Betriebszustand in kompakter Bauweise;
- Fig. 9 eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand;
- 15 Fig. 10 eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in dem zweiten Betriebszustand in kompakter Bauweise;
- Fig. 11 eine schematische Darstellung einer ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem ersten Betriebszustand;
- 20 Fig. 12 eine schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand;
- Fig. 13 eine schematische Darstellung einer zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem ersten Betriebszustand;
- 25 Fig. 14 eine schematische Darstellung der zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand; und

Fig. 15 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen optischen Beobachtungsgeräts.

In den Figuren sind identische oder ähnliche Elemente mit identischen
5 Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der beschriebenen verschiedenen beispielhaften
10 Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten beispielhaften
15 Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand. Die Strahlteilervorrichtung 100 umfasst einen ersten optischen Eingang 101, einen ersten optischen Ausgang 102, einen ersten Strahlleitabschnitt 103 in Form eines ersten Halbwürfelprismas, einen zweiten Strahlleitabschnitt 104 in
20 Form eines zweiten Halbwürfelprismas und eine teilreflektierende Schicht 105, mit der ein auftreffendes bzw. einfallendes Strahlenbündel 106 in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel 107, das durch die teilreflektierende Schicht 105 hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel 108, das an der teilreflektierenden Schicht 105
25 reflektiert wird, geteilt wird. Die Strahlteilervorrichtung 100 weist außerdem einen zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt 103 und dem zweiten Strahlleitabschnitt 104 vorhandenen Hohlraum 109 in Form eines Spalts zwischen dem ersten und dem zweiten Halbwürfelprisma auf. Der Hohlraum 109 und die teilreflektierende Schicht 105 sind so angeordnet, dass ein
30 Strahlengang in dem gezeigten ersten Betriebszustand, in dem der Hohlraum 109 mit einer Flüssigkeit 110 gefüllt ist., von dem ersten optischen Eingang

101 zu dem ersten optischen Ausgang 102 durch die teilreflektierende Schicht 105 und durch den Hohlraum 109 verläuft.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel weisen der erste Strahlleitabschnitt 103, der zweite Strahlleitabschnitt 104 und die Flüssigkeit 110 alle einen
5 möglichst gleichen Brechungsindex, d.h. möglichst dieselbe Brechzahl (n_1) auf. Zudem weist die den Hohlraum begrenzende Oberfläche 111, d.h. die dem Hohlraum 109 zugewandte Oberfläche des ersten Strahlleitabschnittes 103 sowie die dem Hohlraum 109 zugewandte Seite der Teilerschicht 105 ein
10 die Flüssigkeit abweisendes Material auf, um ein möglichst rückstandsfreies Entleeren des Hohlraums 109 von der Flüssigkeit 110 zu ermöglichen. Bei dem Material kann es sich um eine Beschichtung handeln, oder das Material kann dem des jeweiligen Strahlleitabschnitts entsprechen und z.B. durch Nanostrukturierung flüssigkeitsabweisend ausgeführt sein. Das Material weist
15 wieder möglichst dieselbe Brechzahl (n_1) wie die Flüssigkeit und die Strahlleitabschnitte auf, so dass eine Brechung des Strahlenbündels vermieden wird. Passend zur verwendeten Flüssigkeit wird es entweder hydrophob, hydrophil, oleophob oder oleophil gewählt.

Die gezeigte Strahlteilervorrichtung 100 verfügt über eine Befüllungseinrichtung 112, die direkt oder über eine mediumführende
20 Verbindung mit dem Hohlraum 109 verbunden ist. In dem gezeigten ersten Betriebszustand hat die Befüllungseinrichtung 112, die über ein Reservoir für die Flüssigkeit 110 verfügt, den Hohlraum 109 mit der Flüssigkeit 110 befüllt, so dass das Reservoir ganz oder teilweise geleert ist bzw. mit einem anderen Medium gefüllt ist oder ein Vakuum enthält.

25 Im Folgenden werden dieselbe oder weitere beispielhafte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung jeweils in einem ersten oder einem zweiten Betriebszustand gezeigt, in dem der Hohlraum entweder mit der Flüssigkeit gefüllt oder entleert ist. Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen unterscheiden sich bestimmte Merkmale von denen
30 der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform im ersten Betriebszustand, während andere übereinstimmen. Um Wiederholungen zu vermeiden, ist die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen und Betriebszustände auf

die sich von den in Fig. 1 gezeigten unterscheidenden Merkmale beschränkt, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche Komponenten verweisen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand. Der Hohlraum 109 der Strahlteilervorrichtung 100 ist von der Befüllungseinrichtung 112 von der Flüssigkeit 110 entleert. Diese befindet sich im Reservoir der Befüllungseinrichtung 112. In diesem zweiten Betriebszustand wird das durch den ersten optischen Eingang 101 einfallende Strahlenbündel nicht auf die teilreflektierende Schicht 105 geleitet, sondern erfährt an der den entleerten Hohlraum 109 begrenzenden Oberfläche eine Totalreflexion, so dass der Strahlengang nicht zum ersten optischen Ausgang 102 verläuft.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand. Die gezeigte Ausführungsform einer Strahlteilervorrichtung 300 entspricht in wesentlichen Teilen der in Fig. 1 gezeigten Strahlteilervorrichtung 100. Die in Fig. 3 gezeigte Strahlteilervorrichtung 300 verfügt über einen zweiten optischen Eingang 301. Der erste optische Eingang 101 und der zweite optische Eingang 301 sind so angeordnet, dass im gezeigten ersten Betriebszustand, in dem der Hohlraum 109 mit der Flüssigkeit 110 gefüllt ist, das Strahlenbündel, wenn es durch den ersten optischen Eingang 101 einfällt, von der teilreflektierenden Schicht 105 so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel 107 zu dem ersten optischen Ausgang 102 geleitet wird und in dieser Ausführungsform zusätzlich, wenn es durch den zweiten optischen Eingang 301 einfällt, von der teilreflektierenden Schicht 105 so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel 302 zu dem ersten optischen Ausgang 102 geleitet wird, so dass, wenn die Eigenschaften der teilreflektierenden Schicht nicht symmetrisch sind, am ersten optischen Ausgang unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden, also Teilstrahlenbündel z.B. unterschiedlicher Intensität ausgegeben werden, je nachdem, aus welcher Richtung das einfallende Strahlenbündel auf die teilreflektierende

Schicht trifft. Außerdem können auch beide optische Eingänge gleichzeitig mit zwei verschiedenen Strahlenbündeln beaufschlagt werden, so dass am ersten optischen Ausgang 102 ein gemischtes Strahlenbündel ausgegeben werden würde.

5 In der gezeigten Ausführungsform verfügt die Strahlteilervorrichtung 300 außerdem über einen zweiten optischen Ausgang 303, der so angeordnet ist, dass, wenn der Hohlraum 109 mit der Flüssigkeit 110 gefüllt ist, das Strahlenbündel, wenn es durch den ersten optischen Eingang 101 einfällt, von der teilreflektierenden Schicht 105 so geteilt wird, dass das zugehörige
10 reflektierte Teilstrahlenbündel 108 zu dem zweiten optischen Ausgang 303 geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang 301 einfällt, es von der teilreflektierenden Schicht 105 so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel 304 zu dem zweiten optischen Ausgang 303 geleitet wird, so dass, wenn unterschiedliche Strahlenbündel durch den ersten
15 und den zweiten optischen Eingang 101, 301 auf die teilreflektierende Schicht 105 eingestrahlt werden, am ersten optischen Ausgang 102 der durchgeleitete Anteil des ersten Strahlenbündels mit dem reflektierten Anteil des zweiten Strahlenbündels kombiniert ausgegeben werden, während am zweiten optischen Ausgang 303 der reflektierte Anteil des ersten Strahlenbündels
20 kombiniert mit dem durchgeleiteten Anteil des zweiten Strahlenbündels ausgegeben werden könnte.

Allerdings verfügt die in Fig. 3 gezeigte Strahlteilervorrichtung 300 am zweiten optischen Eingang 301 über eine erste polarisierende Schicht 305 und am zweiten optischen Ausgang 303 über eine zweite polarisierende Schicht 306,
25 die senkrecht zu der Polarisierung durch die erste polarisierende Schicht 305 polarisierend wirkt. Die polarisierenden Schichten sind hier als Beschichtungen der Strahlteilelemente ausgeführt. Die zueinander senkrechte Polarisierung bewirkt, dass der Austritt des durchgeleiteten Anteils des über den zweiten optischen Eingang 301 einfallenden Strahlenbündels am zweiten
30 optischen Ausgang 303 blockiert wird, während der reflektierte Anteil am ersten optischen Ausgang 102 ausgegeben wird, ggf. zusammen mit dem durchgeleiteten Anteil des durch den ersten optischen Eingang 101 einfallenden Strahlenbündels.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung der zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand. Der Hohlraum 109 der Strahlteilervorrichtung 300 ist von der Befüllungseinrichtung 112 von der Flüssigkeit 110 entleert. Diese befindet sich im Reservoir der Befüllungseinrichtung 112. In diesem zweiten Betriebszustand wird das durch den ersten optischen Eingang 101 einfallende Strahlenbündel nicht auf die teilreflektierende Schicht 105 geleitet, sondern erfährt an der den entleerten Hohlraum 109 begrenzenden Oberfläche eine Totalreflexion, so dass der Strahlengang nicht zum ersten optischen Ausgang 102 verläuft, sondern zum 2. optischen Ausgang 303, wo das Strahlenbündel von der zweiten polarisierenden Schicht 306 polarisiert wird. Das durch den zweiten optischen Eingang 301 einfallende Strahlenbündel erfährt eine Polarisation an der ersten polarisierenden Schicht 305 und dann ebenfalls eine Totalreflexion, so dass der Strahlengang zum ersten optischen Ausgang 102 verläuft.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer dritten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand. Die gezeigte Ausführungsform einer Strahlteilervorrichtung 500 entspricht in wesentlichen Teilen der in Fig. 3 gezeigten Strahlteilervorrichtung 300. Allerdings ist die zweite polarisierende Schicht nicht als Beschichtung am zweiten optischen Ausgang 303 auf den ersten Strahlleitabschnitt 103 aufgebracht, sondern von einem bewegbaren Polarisationsfilterelement 501 umfasst, das in einer Position senkrecht zu der ersten polarisierenden Schicht 305 polarisierend wirkt, aber zusätzlich entweder drehbar gelagert ist oder aus dem Strahlengang ein- und ausschwenkbar vorgesehen ist, so dass seine Wirkung auf den Strahlengang geändert werden kann.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung der dritten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand. Der Hohlraum 109 der Strahlteilervorrichtung 500 ist von der Befüllungseinrichtung 112 von der Flüssigkeit 110 entleert. Diese befindet sich im Reservoir der Befüllungseinrichtung 112. In diesem zweiten Betriebszustand ist das Polarisationsfilterelement 501 aus dem Strahlengang

ausgeschwenkt und daher nicht gezeigt. Das durch den ersten optischen Eingang 101 einfallende Strahlenbündel erfährt an der den entleerten Hohlraum 109 begrenzenden Oberfläche eine Totalreflexion, so dass der Strahlengang zum zweiten optischen Ausgang 303 verläuft. Das durch den
5 zweiten optischen Eingang 301 einfallende Strahlenbündel erfährt eine Polarisation an der ersten polarisierenden Schicht 305 und dann ebenfalls eine Totalreflexion, so dass der Strahlengang zum ersten optischen Ausgang 102 verläuft.

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften
10 Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilverrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel in einem ersten Betriebszustand. Die gezeigte Strahlteilverrichtung 700 erlaubt die Umschaltung zwischen verschiedenen Teilungsverhältnissen, spektral, in der Polarisation oder in der Intensität – oder in einer beliebigen Kombination dieser Eigenschaften.

15 Die Strahlteilverrichtung 700 ist in einem ersten Betriebszustand gezeigt, in dem der Hohlraum 709 mit einer (ersten) Flüssigkeit 710 gefüllt ist. Die Strahlteilverrichtung 700 umfasst einen ersten optischen Eingang 701, einen ersten optischen Ausgang 702, einen ersten Strahlleitabschnitt 703 in Form eines ersten Habwürfelprismas, einen zweiten Strahlleitabschnitt 704 in Form
20 eines zweiten Halbwürfelprismas und eine (erste) teilreflektierende Schicht 705, mit der ein auftreffendes bzw. einfallendes Strahlenbündel 706 in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel 707, das durch die teilreflektierende Schicht 705 hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel 708, das an der teilreflektierenden Schicht 705
25 reflektiert wird, geteilt wird. Die Strahlteilverrichtung 700 weist außerdem zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt 703 und dem zweiten Strahlleitabschnitt 704 den Hohlraum 709 in Form eines Spalts zwischen dem ersten und dem zweiten Halbwürfelprisma auf. Der Hohlraum 709 und die teilreflektierende Schicht 705 sind so angeordnet, dass ein Strahlengang in
30 dem gezeigten ersten Betriebszustand, in dem der Hohlraum 709 mit der Flüssigkeit 710 gefüllt ist, von dem ersten optischen Eingang 701 zu dem ersten optischen Ausgang 702 durch die teilreflektierende Schicht 705 und durch den Hohlraum 709 verläuft.

Der zweite Strahlleitabschnitt 704 ist so geformt, beispielsweise durch Verwendung eines weiteren Halbwürfelprismas als weiteren Strahlleitabschnitt 713, dass durch Totalreflexion das durch die (erste) teilreflektierende Schicht 705 durchgeleitete Teilstrahlenbündel 707 auf einen dritten
5 Strahlleitabschnitt 714 umgelenkt wird. Zudem verfügt die Strahlteilervorrichtung 700 über einen vierten Strahlleitabschnitt 715 und eine weitere teilreflektierende Schicht 716 und einen zwischen dem dritten Strahlleitabschnitt 714 und dem vierten Strahlleitabschnitt 715 vorhandenen weiteren Hohlraum 717. In dem gezeigten ersten Betriebszustand ist jedoch
10 nur der (erste) Hohlraum 709 mit der (ersten) Flüssigkeit 710 gefüllt, während der weitere Hohlraum 717 keine Flüssigkeit enthält, so dass der Strahlengang nicht zu der weiteren teilreflektierenden Schicht 716 verläuft, sondern das durch die erste teilreflektierende Schicht 705 hindurchgeleitete Teilstrahlenbündel 707 an dem weiteren Hohlraum 717 eine Totalreflexion
15 erfährt und zum ersten optischen Ausgang 702 gelenkt wird.

Das an der (ersten) teilreflektierenden Schicht 705 reflektierte Teilstrahlenbündel 708 wird über ein einen fünften Strahlleitabschnitt 718 und einen sechsten Strahlleitabschnitt 719 in Form von Halbwürfelprismen und dazwischen liegendem dritten Hohlraum 720, im ersten Betriebszustand gefüllt
20 mit Flüssigkeit, zu einem zweiten optischen Ausgang 721 geführt. In der gezeigten Ausführungsform wird der Strahlengang über den weiteren halbprismenförmige Strahlleitabschnitt 722 und den siebenten Strahlleitabschnitt 723 an einem entleerten vierten Hohlraum 725 zwischen dem siebenten Strahlleitabschnitt 723 und einem achten Strahlleitabschnitt
25 724 durch Totalreflexion auf den zweiten optischen Ausgang 721 umgelenkt, der, wie der erste optische Ausgang 702, im ersten und im im Zusammenhang mit Fig. 9 beschriebenen zweiten Betriebszustand ortsfest bleibt und austretende Strahlenbündel jeweils unter unverändertem Strahlwinkel abstrahlt.

30 Fig. 8 zeigt hierzu eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in dem ersten Betriebszustand in kompakter Bauweise. Der (erste) Hohlraum 709 und der weitere Hohlraum 717 sind hier durch einen gemeinsamen Spalt mit einem

- ersten Trennelement 726 zur Aufteilung in zwei Teil-Hohlräume realisiert, die von einer ersten Befüllungseinrichtung 727 und einer weiteren Befüllungseinrichtung, d.h. zweiten Befüllungseinrichtung 728 getrennt mit einer Flüssigkeit befüllt werden können. Ebenso sind der dritte Hohlraum 720 und der vierte Hohlraum 725 durch einen gemeinsamen Spalt mit einem zweiten Trennelement 729 zur Aufteilung in zwei Teil-Hohlräume realisiert, die von einer dritten Befüllungseinrichtung 730 und einer vierten Befüllungseinrichtung 731 getrennt mit einer Flüssigkeit befüllt werden können.
- 10 Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand, in dem der (erste) Hohlraum 709 nicht mit der Flüssigkeit gefüllt ist und der weitere Hohlraum 717 mit der Flüssigkeit gefüllt ist. Zudem ist der dritte Hohlraum 720 nicht mit der Flüssigkeit gefüllt, während
- 15 der vierte Hohlraum 725 mit der Flüssigkeit gefüllt ist. In diesem Betriebszustand wird das Strahlenbündel 706 nicht von der (ersten) teilreflektierenden Schicht 705, sondern von der weiteren teilreflektierenden Schicht 716 geteilt, die dazu ausgelegt ist, ein auftreffendes/einfallendes Strahlenbündel zu teilen in zumindest ein weiteres durchgeleitetes
- 20 Teilstrahlenbündel, das durch die weitere teilreflektierende Schicht 716 hindurchgeleitet und durch den dritten Strahlleitabschnitt zum ersten optischen Ausgang geführt wird, und ein weiteres reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der weiteren teilreflektierenden Schicht 716 reflektiert und durch den achten Strahlleitabschnitt 724, den mit einer Flüssigkeit mit an die Brechzahl des
- 25 achten und siebenten Strahlleitabschnitts 723 angepasster Brechzahl gefüllten vierten Hohlraum 725 und den siebenten Strahlleitabschnitt 723 zum zweiten optischen Ausgang 721 geführt wird.

Auf diese Weise kann das Strahlenbündel 706, je nach Betriebszustand der Strahlteilervorrichtung 700, mit unterschiedlichen Teilungsverhältnissen in

30 durchgelassenes und reflektiertes Teilstrahlenbündel geteilt werden, wenn die (erste) teilreflektierende Schicht 705 und die weitere teilreflektierende Schicht 716 unterschiedliche Teilungseigenschaften aufweisen. Insbesondere ermöglicht die in Fig. 7 und Fig. 9 im ersten und zweiten Betriebszustand

gezeigte Anordnung von Strahlleitabschnitten, umschlossenen Hohlräumen und teilreflektierenden Schichten, dass eine schaltbare Strahlteilverrichtung mit einem ortfesten (ersten) optischen Eingang 701 und zwei ebenfalls ortfesten optischen Ausgängen 702, 721 realisiert wird. Die gezeigte
5 Strahlteilverrichtung 700 erlaubt es, dass bei nur einem Eingangsstrahlenbündel an zwei optischen Ausgängen 702, 721 entsprechend den gewählten Eigenschaften der beiden optischen teilreflektierenden Schichten 705, 716 durch Umschalten zwischen dem ersten Betriebszustand gemäß Fig. 7 und dem zweiten Betriebszustand gemäß Fig.
10 9 Teilstrahlenbündel mit unterschiedlichen Eigenschaften aufgrund unterschiedlicher Strahlteilungen und -filterungen abgestrahlt werden können, wobei der erste und der zweite optische Ausgang 702, 721 dennoch in Position und Abstrahlrichtung der ausgegebenen Teilstrahlenbündel unverändert bleiben, auch wenn zwischen abgestrahlten Teilstrahlenbündeln mit
15 verschiedenen Strahleigenschaften, beispielsweise bezüglich Intensität, Spektrum und/oder Polarisation, an den beiden Ausgängen je nach aktuellem Betriebszustand hin- und hergeschaltet werden kann. Beispielsweise könnte so zwischen einem Intensitätsverhältnis von 50:50 und einem Intensitätsverhältnis von 80:20 der Intensitäten am ersten und zweiten
20 optischen Ausgang 702, 721 hin- und hergeschaltet werden. Auch das Schalten zwischen anderen Intensitätsverhältnissen kann vorgesehen sein.

Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung der vierten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Strahlteilverrichtung in dem zweiten Betriebszustand in kompakter Bauweise. Im zweiten Betriebszustand
25 sind der (erste) Hohlraum 709 und der dritte Hohlraum 720 nicht mit der Flüssigkeit gefüllt, während der zweite, d.h. der weitere Hohlraum 717 und der vierte Hohlraum 725 mit der Flüssigkeit gefüllt sind.

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem
30 ersten Betriebszustand. Die optische Filtervorrichtung 1100 umfasst einen ersten optischen Eingang 1101, einen ersten optischen Ausgang 1102, einen ersten Strahlleitabschnitt 1103 und zumindest einen zweiten Strahlleitabschnitt 1104. Die optische Filtervorrichtung 1100 umfasst

außerdem ein optisches Filterelement 1105, 1106, das hier als Beschichtung ausgeführt ist, und einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahleitabschnitt 1103 und dem zweiten Strahleitabschnitt 1104 vorhandenen Hohlraum 1107, wobei der Hohlraum 1107 derart angeordnet ist, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang 1101 zu dem ersten optischen Ausgang 1102 durch den Hohlraum 1107 und nicht durch das optische Filterelement 1105, 1106 verläuft, wenn der Hohlraum 1107 mit einer Flüssigkeit 1108 gefüllt ist, und der Strahlengang durch das optische Filterelement 1105, 1106 und nicht durch den Hohlraum 1107 verläuft, wenn der Hohlraum 1107 nicht mit einer Flüssigkeit 1108 gefüllt ist. Um die Befüllung und Entleerung des Hohlraums 1107 zu steuern, ist eine Befüllungseinrichtung 1109 vorgesehen, in deren Reservoir sich im ersten Betriebszustand der gezeigten optischen Filtervorrichtung 1100 die Flüssigkeit 1108 befindet. Unter Ausnutzung der Totalreflexion wird das Strahlenbündel 1110 durch das optische Filterelement geführt.

Im Folgenden werden dieselbe oder weitere beispielhafte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung jeweils in einem ersten oder einem zweiten Betriebszustand gezeigt, in dem der Hohlraum entweder entleert oder mit der Flüssigkeit gefüllt ist. Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen unterscheiden sich bestimmte Merkmale von denen der in Fig. 11 gezeigten Ausführungsform im ersten Betriebszustand, während andere übereinstimmen. Um Wiederholungen zu vermeiden, ist die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen und Betriebszustände auf die sich von den in Fig. 11 gezeigten unterscheidenden Merkmale beschränkt, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche Komponenten verweisen.

Fig. 12 zeigt eine schematische Darstellung der ersten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand. In dem zweiten Betriebszustand wird der Hohlraum 1107 von der Befüllungseinrichtung 1109 mit der Flüssigkeit 1108 gefüllt, so dass das Strahlenbündel 1110 durch den Hohlraum 1107 und einen weiteren Strahleitabschnitt 1111 geleitet wird und den ersten optischen Ausgang 1102 erreicht, ohne durch das optische Filterelement 1105, 1106 geleitet zu werden.

So kann durch Befüllen und Entleeren des Hohlraums 1107 das optische Filterelement 1105, 1106 in den Strahlengang geschaltet werden bzw. aus diesem entfernt werden. In einer weiteren Ausführungsform weist der weitere Strahleleitabschnitt 1111 zusätzlich ein weiteres optisches Filterelement 1112, 1113 z.B. in Form von Beschichtungen seiner dem Hohlraum 1107 zugewandten Oberfläche auf.

Fig. 13 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem ersten Betriebszustand. Die gezeigte Ausführungsform einer optischen Filtervorrichtung 1300 entspricht in wesentlichen Teilen der in Fig. 11 gezeigten optischen Filtervorrichtung 1100. Allerdings ist das optische Filterelement hier nicht als Beschichtung, sondern als bewegbares optisches Filterelement 1301 realisiert. Dieses kann beispielsweise als Filterschieber oder Filtrrad realisiert sein und in den Strahlengang im ersten Betriebszustand in den Hohlraum 1107 einschwenkbar sein.

Fig. 14 zeigt eine schematische Darstellung der zweiten beispielhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen optischen Filtervorrichtung in einem zweiten Betriebszustand. In dem zweiten Betriebszustand wird der Hohlraum 1107 von der Befüllungseinrichtung 1109 mit der Flüssigkeit 1108 gefüllt, so dass das Strahlenbündel 1110 durch den Hohlraum 1107 und einen weiteren Strahleleitabschnitt 1111 geleitet wird und den ersten optischen Ausgang 1102 erreicht, ohne durch das bewegbare optische Filterelement 1301 geleitet zu werden. So kann durch Befüllen und Entleeren des Hohlraums 1107 das bewegbare optische Filterelement 1301 in den Strahlengang geschaltet werden bzw. aus diesem entfernt werden.

Fig. 15 zeigt eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen optischen Beobachtungsgeräts. Hierbei kann es sich beispielsweise um ein Mikroskop handeln. Das optische Beobachtungsgerät 1500 umfasst dabei zumindest eine Strahlteilervorrichtung 100 und/oder eine optische Filtervorrichtung 1100, wie oben beschrieben.

5 Sofern nicht anders angegeben, wurden Begriffe wie "erstes" und "zweites" oder „weiterer“ o.ä. verwendet (beispielsweise erster und zweiter Strahlleitabschnitt, erster und zweiter optischer Eingang, Hohlraum und weiterer Hohlraum etc.), um zwischen den jeweiligen Elementen zu unterscheiden. Die Verwendung der Begriffe impliziert daher nicht zwingend eine funktionale oder anderweitige Priorisierung des einen oder anderen Elements.

10 Der hier verwendete Ausdruck „und/oder“, wenn er in einer Reihe von zwei oder mehreren Elementen benutzt wird, bedeutet, dass jedes der aufgeführten Elemente alleine verwendet werden kann, oder es kann jede Kombination von zwei oder mehr der aufgeführten Elementen verwendet werden. Wird beispielsweise eine Zusammensetzung beschrieben, dass sie die Komponenten A, B und/oder C, enthält, kann die Zusammensetzung A alleine; B alleine; C alleine; A und B in Kombination; A und C in Kombination; B und C
15 in Kombination; oder A, B, und C in Kombination enthalten.

Die vorliegende Erfindung wurde anhand von Ausführungsbeispielen zu Erläuterungszwecken im Detail beschrieben. Der Fachmann erkennt, dass mit Bezug auf eine Ausführungsform beschriebene Details auch in anderen Ausführungsformen zum Einsatz kommen können. Die Erfindung soll daher
20 nicht auf einzelne Ausführungsformen beschränkt sein, sondern lediglich durch die beigefügten Ansprüche.

Weitere Aspekte der Erfindung werden in den folgenden Klauseln beschrieben:

25 Klausel 1: Strahlteilervorrichtung zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel, umfassend

- einen ersten optischen Eingang;
- zumindest einen ersten optischen Ausgang;
- einen ersten Strahlleitabschnitt;
- einen zweiten Strahlleitabschnitt; und

- eine teilreflektierende Schicht, die dazu ausgelegt ist, ein einfallendes Strahlenbündel zu teilen in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel, das durch die teilreflektierende Schicht hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der
5 teilreflektierenden Schicht reflektiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlteilervorrichtung außerdem

- einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt und dem zweiten Strahlleitabschnitt vorhandenen Hohlraum aufweist, wobei der Hohlraum und die teilreflektierende Schicht derart angeordnet sind, dass
10 ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen Ausgang durch den Hohlraum und die teilreflektierende Schicht verläuft, wenn der Hohlraum mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Klausel 2: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 1, wobei der erste Strahlleitabschnitt, der zweite Strahlleitabschnitt und die Flüssigkeit gleiche
15 Brechzahlen aufweisen.

Klausel 3: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 1 oder Klausel 2, wobei zumindest eine den Hohlraum begrenzende Oberfläche ein die Flüssigkeit abweisendes Material aufweist.

Klausel 4: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 1 oder Klausel 2, wobei
20 zumindest eine den Hohlraum begrenzende Oberfläche eine die Flüssigkeit abweisende Strukturierung aufweist.

Klausel 5: Strahlteilervorrichtung nach einer der vorhergehenden Klauseln, wobei die Strahlteilervorrichtung eine Befüllungseinrichtung aufweist, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem ersten Betriebszustand den
25 Hohlraum mit der Flüssigkeit zu befüllen.

Klausel 6: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 5, wobei die Befüllungseinrichtung außerdem dazu eingerichtet ist, in einem zweiten Betriebszustand die Flüssigkeit aus dem Hohlraum zu entfernen.

Klausel 7: Strahlteilervorrichtung nach einer der vorhergehenden Klauseln, wobei die Strahlteilervorrichtung einen zweiten optischen Eingang aufweist, und wobei der erste optische Eingang und der zweite optische Eingang derart angeordnet sind, dass, wenn der Hohlraum mit der Flüssigkeit gefüllt ist, das
5 Strahlenbündel, wenn es durch den ersten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel zu dem ersten optischen Ausgang geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel zu
10 dem ersten optischen Ausgang geleitet wird.

Klausel 8: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 7, wobei die Strahlteilervorrichtung einen zweiten optischen Ausgang aufweist, und wobei der zweite optische Ausgang derart angeordnet ist, dass, wenn der Hohlraum mit der Flüssigkeit gefüllt ist, das Strahlenbündel, wenn es durch den ersten
15 optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel zu dem zweiten optischen Ausgang geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang einfällt, von der teilreflektierenden Schicht so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel zu dem zweiten optischen Ausgang geleitet
20 wird.

Klausel 9: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 7 oder Klausel 8, wobei zumindest an einem von dem ersten optischer Eingang und dem zweiten optischen Eingang eine erste polarisierende Schicht angeordnet ist.

Klausel 10: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 9, wobei an einem von dem
25 zumindest einem optischen Ausgang eine zweite polarisierende Schicht angeordnet ist.

Klausel 11: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 10, wobei die zweite polarisierende Schicht senkrecht zu der ersten polarisierenden Schicht polarisierend wirkt.

Klausel 12: Strahlteilverrichtung nach Klausel 10, wobei die zweite polarisierende Schicht von einem gegenüber der ersten polarisierenden Schicht bewegbaren Polarisationsfilterelement umfasst ist.

5 Klausel 13: Strahlteilverrichtung nach Klausel 12, wobei das bewegbare Polarisationsfilterelement ein doppelbrechendes Polarisationsselement ist.

Klausel 14: Strahlteilverrichtung nach einer der vorhergehenden Klauseln, wobei die Strahlteilverrichtung außerdem

- einen dritten Strahlleitabschnitt;

- einen vierten Strahlleitabschnitt; und

10 - eine weitere teilreflektierende Schicht, die dazu ausgelegt ist, das einfallende Strahlenbündel zu teilen in zumindest ein weiteres durchgeleitetes Teilstrahlenbündel, das durch die weitere teilreflektierende Schicht hindurchgeleitet wird, und ein weiteres reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der weiteren teilreflektierenden Schicht reflektiert wird, wobei die
15 Strahlteilverrichtung außerdem

- einen zumindest abschnittsweise zwischen dem dritten Strahlleitabschnitt und dem vierten Strahlleitabschnitt vorhandenen weiteren Hohlraum aufweist, wobei der weitere Hohlraum und die weitere teilreflektierende Schicht derart angeordnet sind, dass der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen Ausgang durch die teilreflektierende Schicht und durch den Hohlraum verläuft, wenn der weitere Hohlraum nicht mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, und der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang zu dem ersten optischen Ausgang durch die weitere teilreflektierende Schicht und durch den weiteren Hohlraum verläuft, wenn der weitere Hohlraum mit
20 einer weiteren Flüssigkeit gefüllt ist und der Hohlraum nicht mit der Flüssigkeit gefüllt ist.
25

Klausel 15: Strahlteilverrichtung nach Klausel 14, wobei die Strahlteilverrichtung eine weitere Befüllungseinrichtung aufweist, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem weiteren ersten Betriebszustand den
30 weiteren Hohlraum mit der weiteren Flüssigkeit zu befüllen.

Klausel 16: Strahlteilervorrichtung nach Klausel 15, wobei die weitere Befüllungseinrichtung außerdem dazu eingerichtet ist, in einem weiteren zweiten Betriebszustand die weitere Flüssigkeit aus dem weiteren Hohlraum zu entfernen.

- 5 Klausel 17: Optisches Beobachtungsgerät, umfassend eine Strahlteilervorrichtung gemäß einer der Klauseln 1 bis 16.

Bezugszeichenliste

- 100 Strahlteilervorrichtung
- 101 erster optischer Eingang
- 5 102 erster optischer Ausgang
- 103 erster Strahlleitabschnitt
- 104 zweiter Strahlleitabschnitt
- 105 teilreflektierende Schicht
- 106 Strahlenbündel
- 10 107 durchgeleitetes Teilstrahlenbündel
- 108 reflektiertes Teilstrahlenbündel
- 109 Hohlraum
- 110 Flüssigkeit
- 111 den Hohlraum begrenzende Oberfläche
- 15 112 Befüllungseinrichtung
- 300 Strahlteilervorrichtung
- 301 zweiter optischer Eingang
- 302 reflektiertes Teilstrahlenbündel
- 303 zweiter optischer Ausgang
- 20 304 durchgeleitetes Teilstrahlenbündel
- 305 erste polarisierende Schicht
- 306 zweite polarisierende Schicht

- 500 Strahlteilervorrichtung
- 501 Polarisationsfilterelement
- 700 Strahlteilervorrichtung
- 701 erster optischer Eingang
- 5 702 erster optischer Ausgang
- 703 erster Strahlleitabschnitt
- 704 zweiter Strahlleitabschnitt
- 705 teilreflektierende Schicht
- 706 Strahlenbündel
- 10 707 durchgeleitetes Teilstrahlenbündel
- 708 reflektiertes Teilstrahlenbündel
- 709 Hohlraum
- 710 Flüssigkeit
- 713 weiterer Strahlleitabschnitt
- 15 714 dritter Strahlleitabschnitt
- 715 vierter Strahlleitabschnitt
- 716 weitere teilreflektierende Schicht
- 717 weiterer Hohlraum
- 718 fünfter Strahlleitabschnitt
- 20 719 sechster Strahlleitabschnitt
- 720 dritter Hohlraum
- 721 zweiter optischer Ausgang

- 722 weiterer Strahleitabschnitt
- 723 siebenter Strahleitabschnitt
- 724 achter Strahleitabschnitt
- 725 vierter Hohlraum
- 5 726 erstes Trennelement
- 727 erste Befüllungseinrichtung
- 728 zweite Befüllungseinrichtung
- 729 zweites Trennelement
- 730 dritte Befüllungseinrichtung
- 10 731 vierte Befüllungseinrichtung
- 1100 optische Filtervorrichtung
- 1101 erster optischer Eingang
- 1102 erster optischer Ausgang
- 1103 erster Strahleitabschnitt
- 15 1104 zweiter Strahleitabschnitt
- 1105 optisches Filterelement
- 1106 optisches Filterelement
- 1107 Hohlraum
- 1108 Flüssigkeit
- 20 1109 Befüllungseinrichtung
- 1110 Strahlenbündel
- 1111 weiterer Strahleitabschnitt

- 1112 weiteres optisches Filterelement
- 1113 weiteres optisches Filterelement
- 1300 optische Filtervorrichtung
- 1301 bewegbares optisches Filterelement
- 5 1500 optisches Beobachtungsgerät

Patentansprüche

1. Strahlteilervorrichtung (100) zum Teilen von Strahlenbündeln in Teilstrahlenbündel, umfassend
- 5 - einen ersten optischen Eingang (101);
- zumindest einen ersten optischen Ausgang (102);
- einen ersten Strahlleitabschnitt (103);
- einen zweiten Strahlleitabschnitt (104); und
- eine teilreflektierende Schicht (105), die dazu ausgelegt ist, ein einfallendes
10 Strahlenbündel (106) zu teilen in zumindest ein zugehöriges durchgeleitetes Teilstrahlenbündel (107), das durch die teilreflektierende Schicht (105) hindurchgeleitet wird, und ein zugehöriges reflektiertes Teilstrahlenbündel (108), das an der teilreflektierenden Schicht (105) reflektiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlteilervorrichtung (100) außerdem
- 15 - einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt (103) und dem zweiten Strahlleitabschnitt (104) vorhandenen Hohlraum (109) aufweist, wobei der Hohlraum (109) und die teilreflektierende Schicht (105) derart angeordnet sind, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang (101) zu dem ersten optischen Ausgang (102) durch den Hohlraum
20 (109) und die teilreflektierende Schicht (105) verläuft, wenn der Hohlraum (109) mit einer Flüssigkeit (110) gefüllt ist, und das einfallende Strahlenbündel (106) am Hohlraum (109) eine Totalreflexion erfährt, wenn der Hohlraum (109) nicht mit der Flüssigkeit (110) gefüllt ist, wobei der erste Strahlleitabschnitt (103), der zweite Strahlleitabschnitt (104) und die Flüssigkeit (110) gleiche
25 Brechzahlen aufweisen.
2. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 1, wobei zumindest eine den Hohlraum (109) begrenzende Oberfläche (111) ein die Flüssigkeit (110) abweisendes Material aufweist.

3. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 1, wobei zumindest eine den Hohlraum (109) begrenzende Oberfläche (111) eine die Flüssigkeit (110) abweisende Strukturierung aufweist.
- 5 4. Strahlteilervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strahlteilervorrichtung (100) eine Befüllungseinrichtung (112) aufweist, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem ersten Betriebszustand den Hohlraum (109) mit der Flüssigkeit (110) zu befüllen.
- 10 5. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Befüllungseinrichtung (112) außerdem dazu eingerichtet ist, in einem zweiten Betriebszustand die Flüssigkeit (110) aus dem Hohlraum (109) zu entfernen.
- 15 6. Strahlteilervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strahlteilervorrichtung (100) einen zweiten optischen Eingang (301) aufweist, und wobei der erste optische Eingang (101) und der zweite optische Eingang (301) derart angeordnet sind, dass, wenn der Hohlraum (109) mit der Flüssigkeit (110) gefüllt ist, das Strahlenbündel (106), wenn es durch den ersten optischen Eingang (101) einfällt, von der teilreflektierenden Schicht (105) so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel (107) zu dem ersten optischen Ausgang (102) geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang (301) einfällt, von der teilreflektierenden Schicht (105) so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel (302) zu dem ersten optischen Ausgang (102) geleitet wird.
- 20
- 25
7. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Strahlteilervorrichtung (100) einen zweiten optischen Ausgang (303) aufweist, und wobei der zweite optische Ausgang (303) derart angeordnet ist, dass, wenn der Hohlraum (109) mit der Flüssigkeit (110) gefüllt ist, das Strahlenbündel (106), wenn es durch den ersten optischen Eingang (101) einfällt, von der teilreflektierenden Schicht (105) so geteilt wird, dass das zugehörige reflektierte Teilstrahlenbündel (108)
- 30

zu dem zweiten optischen Ausgang (303) geleitet wird und, wenn es durch den zweiten optischen Eingang (301) einfällt, von der teilreflektierenden Schicht (105) so geteilt wird, dass das zugehörige durchgeleitete Teilstrahlenbündel (304) zu dem zweiten optischen Ausgang (303) geleitet wird.

5

8. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, wobei zumindest an einem von dem ersten optischer Eingang (101) und dem zweiten optischen Eingang (301) eine erste polarisierende Schicht (305) angeordnet ist.

10 9. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 8, wobei an einem von dem zumindest einem optischen Ausgang (102, 103) eine zweite polarisierende Schicht (306) angeordnet ist.

15 10. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 9, wobei die zweite polarisierende Schicht (306) senkrecht zu der ersten polarisierenden Schicht (305) polarisierend wirkt.

20 11. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 9, wobei die zweite polarisierende Schicht (306) von einem gegenüber der ersten polarisierenden Schicht (305) bewegbaren Polarisationsfilterelement (501) umfasst ist.

25 12. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 11, wobei das bewegbare Polarisationsfilterelement (501) ein doppelbrechendes Polarisationsselement ist.

13. Strahlteilervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strahlteilervorrichtung (700) außerdem

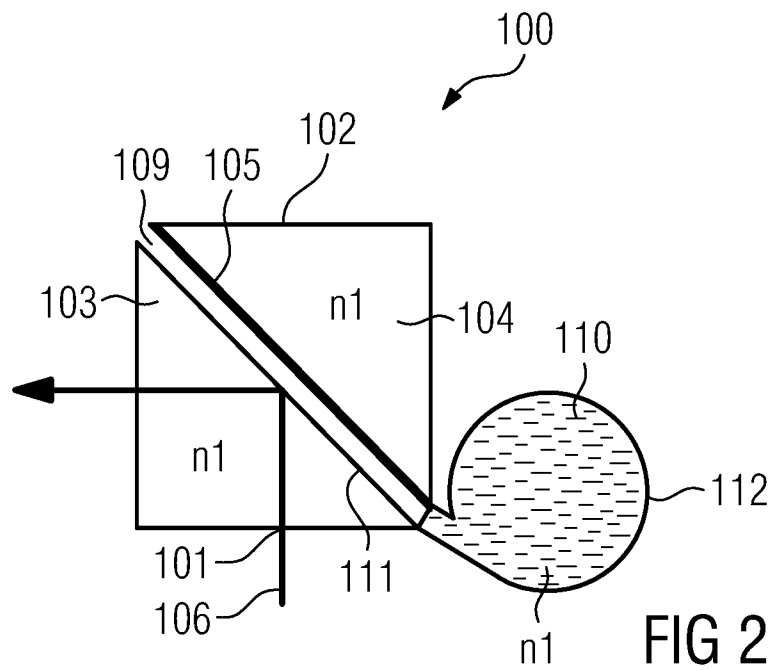
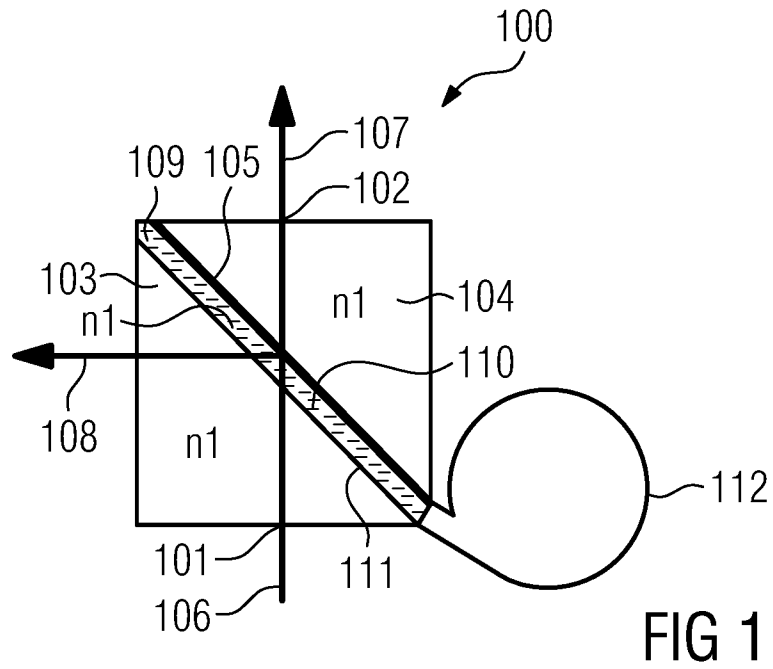
- einen dritten Strahlleitabschnitt (714);

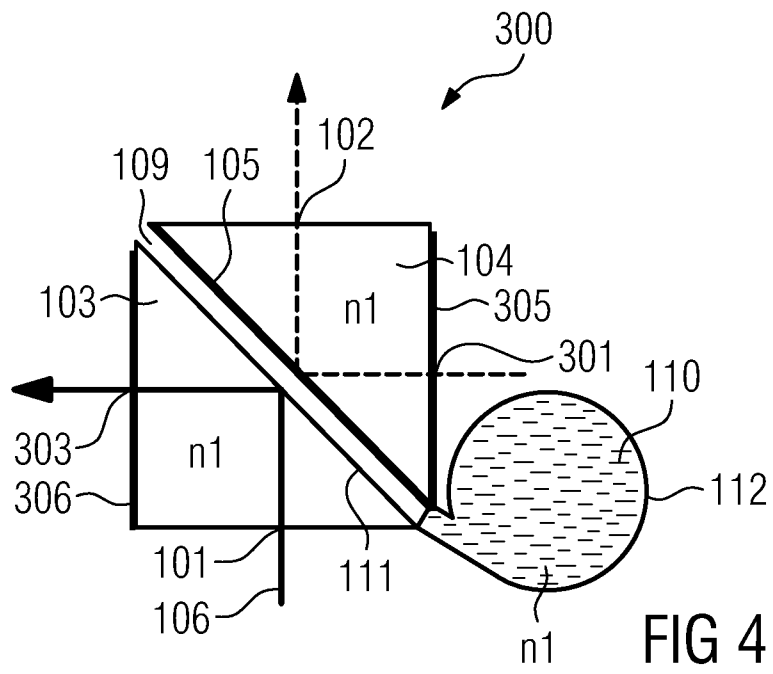
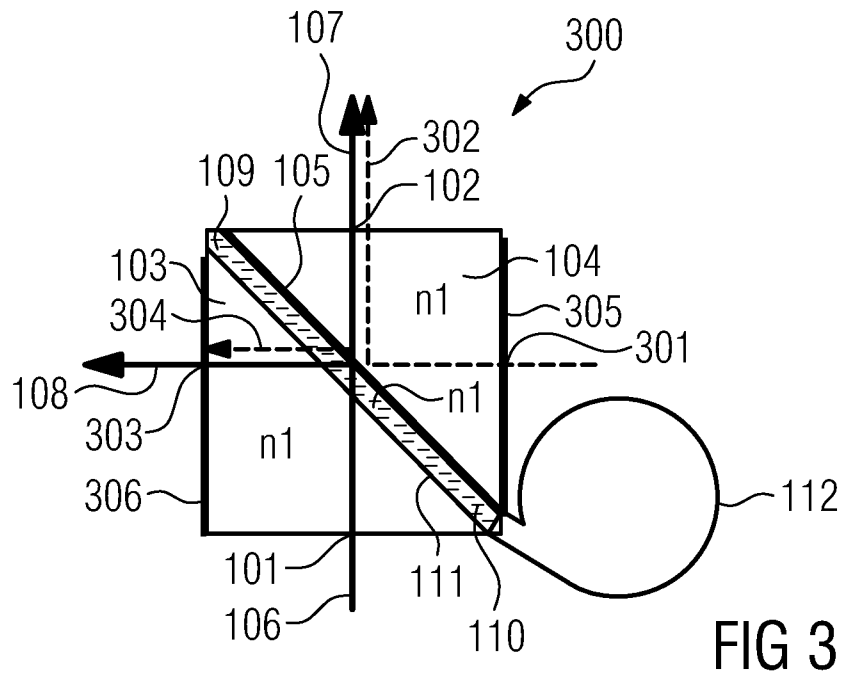
- einen vierten Strahlleitabschnitt (715); und

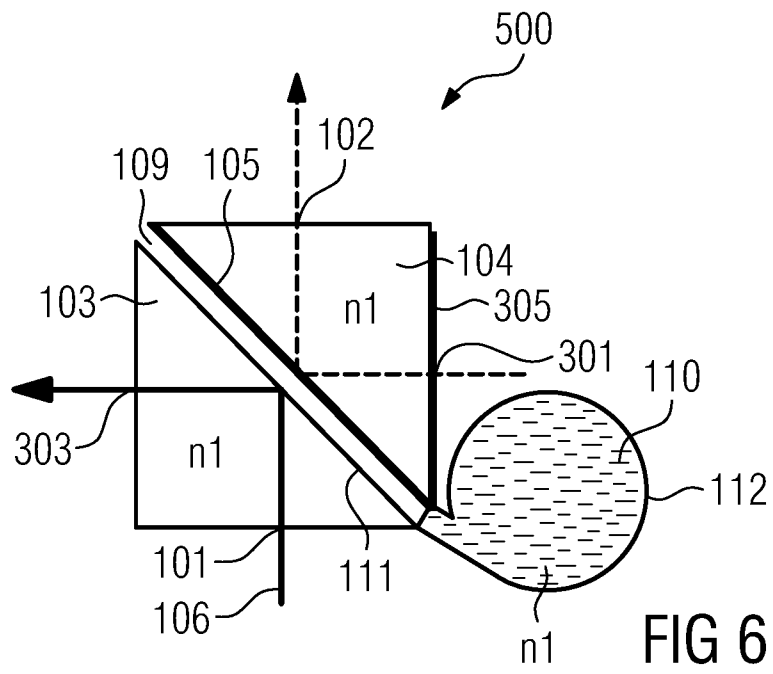
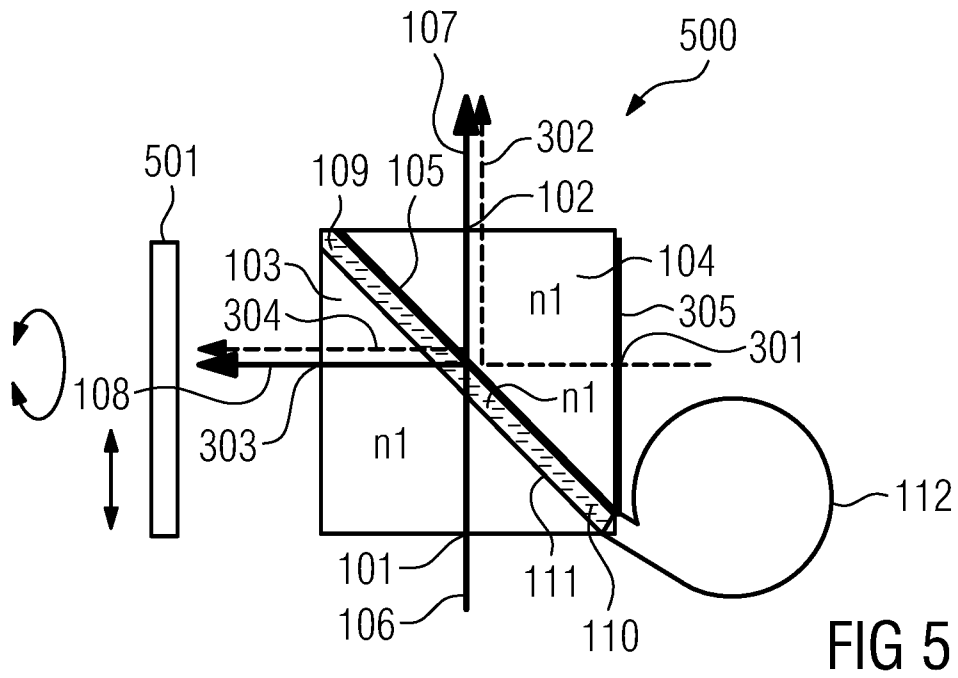
- eine weitere teilreflektierende Schicht (716), die dazu ausgelegt ist, das einfallende Strahlenbündel (706) zu teilen in zumindest ein weiteres durchgeleitetes Teilstrahlenbündel, das durch die weitere teilreflektierende Schicht (716) hindurchgeleitet wird, und ein weiteres reflektiertes Teilstrahlenbündel, das an der weiteren teilreflektierenden Schicht (716) reflektiert wird, wobei die Strahlteilervorrichtung (700) außerdem
- 5 Teilstrahlenbündel, das an der weiteren teilreflektierenden Schicht (716) reflektiert wird, wobei die Strahlteilervorrichtung (700) außerdem
- einen zumindest abschnittsweise zwischen dem dritten Strahlleitabschnitt (714) und dem vierten Strahlleitabschnitt (715) vorhandenen weiteren Hohlraum (717) aufweist, wobei der weitere Hohlraum (717) und die weitere teilreflektierende Schicht (716) derart angeordnet sind, dass der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang (701) zu dem ersten optischen Ausgang (702) durch die teilreflektierende Schicht (705) und durch den Hohlraum (709) verläuft, wenn der weitere Hohlraum (717) nicht mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, und der Strahlengang von dem ersten optischen Eingang (701) zu dem ersten optischen Ausgang (702) durch die weitere teilreflektierende Schicht (716) und durch den weiteren Hohlraum (717) verläuft, wenn der weitere Hohlraum (717) mit einer weiteren Flüssigkeit gefüllt ist und der Hohlraum (709) nicht mit der Flüssigkeit gefüllt ist.
- 10
- 15
- 20 14. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Strahlteilervorrichtung (700) eine weitere Befüllungseinrichtung (728) aufweist, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem weiteren ersten Betriebszustand den weiteren Hohlraum (717) mit der weiteren Flüssigkeit zu befüllen.
- 25 15. Strahlteilervorrichtung nach Anspruch 14, wobei die weitere Befüllungseinrichtung (728) außerdem dazu eingerichtet ist, in einem weiteren zweiten Betriebszustand die weitere Flüssigkeit aus dem weiteren Hohlraum zu entfernen.
- 30 16. Optische Filtervorrichtung (1100), umfassend
- einen ersten optischen Eingang (1101);

- zumindest einen ersten optischen Ausgang (1102);
 - einen ersten Strahlleitabschnitt (1103); und
 - zumindest einen zweiten Strahlleitabschnitt (1104), dadurch gekennzeichnet, dass die optische Filtervorrichtung (1100) außerdem aufweist
- 5 - ein optisches Filterelement (1105, 1106), und
- einen zumindest abschnittsweise zwischen dem ersten Strahlleitabschnitt (1103) und dem zweiten Strahlleitabschnitt (1104) vorhandenen Hohlraum (1107), wobei der Hohlraum (1107) derart angeordnet ist, dass ein Strahlengang von dem ersten optischen Eingang (1101) zu dem ersten
- 10 optischen Ausgang (1102) durch den Hohlraum (1107) und nicht durch das optische Filterelement (1105, 1106) verläuft, wenn der Hohlraum (1107) mit einer Flüssigkeit (1108) gefüllt ist, und der Strahlengang durch das optische Filterelement (1105, 1106) und nicht durch den Hohlraum (1107) verläuft, wenn der Hohlraum (1107) nicht mit der Flüssigkeit (1108) gefüllt ist.
- 15
17. Optische Filtervorrichtung nach Anspruch 16, wobei der Strahlengang zumindest zwei Totalreflexionen an dem Hohlraum (1107) umfasst, wenn der Hohlraum (1107) nicht mit der Flüssigkeit (1108) gefüllt ist.
- 20 18. Optische Filtervorrichtung nach Anspruch 16 oder Anspruch 17, wobei die optische Filtervorrichtung (1100) eine Befüllungseinrichtung (1109) aufweist, die zumindest dazu eingerichtet ist, in einem ersten Betriebszustand den Hohlraum (1107) mit der Flüssigkeit (1108) zu befüllen.
- 25 19. Optische Filtervorrichtung nach Anspruch 18, wobei die Befüllungseinrichtung (1109) außerdem dazu eingerichtet ist, in einem zweiten Betriebszustand die Flüssigkeit (1108) aus dem Hohlraum (1107) zu entfernen.

20. Optisches Beobachtungsgerät (1500), umfassend eine Strahlteilervorrichtung (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 oder eine optische Filtervorrichtung (700) gemäß einem der Ansprüche 16 bis 19.







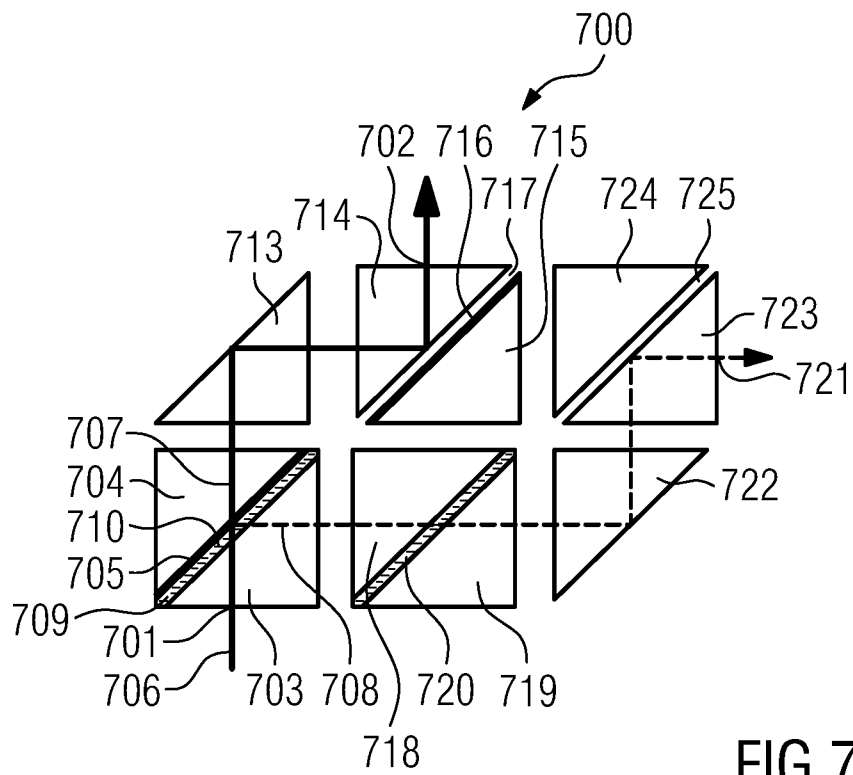


FIG 7

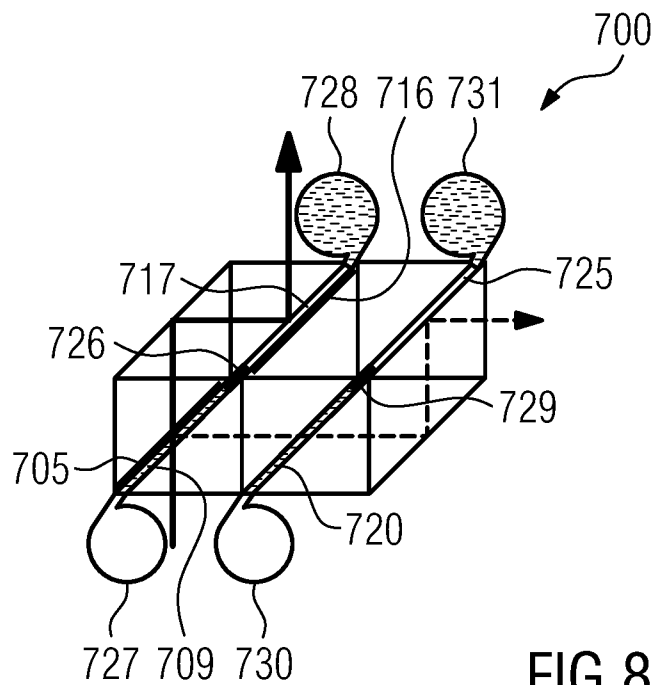
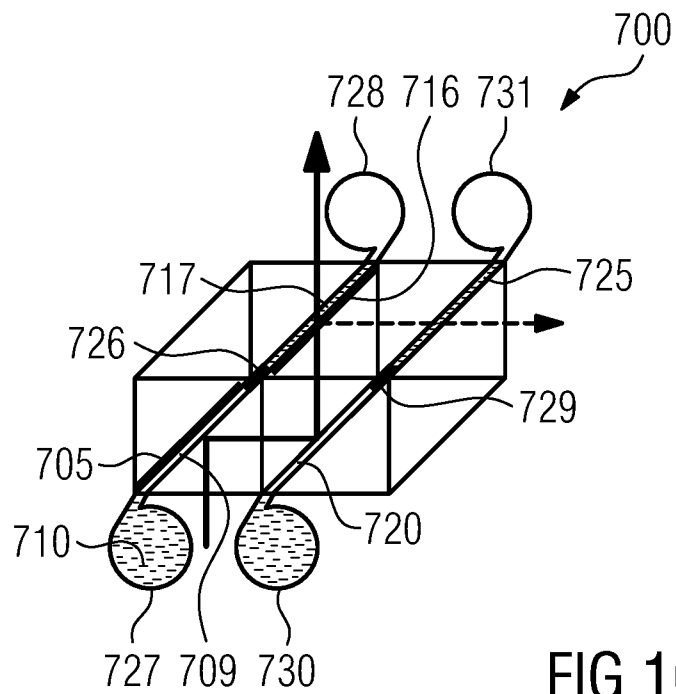
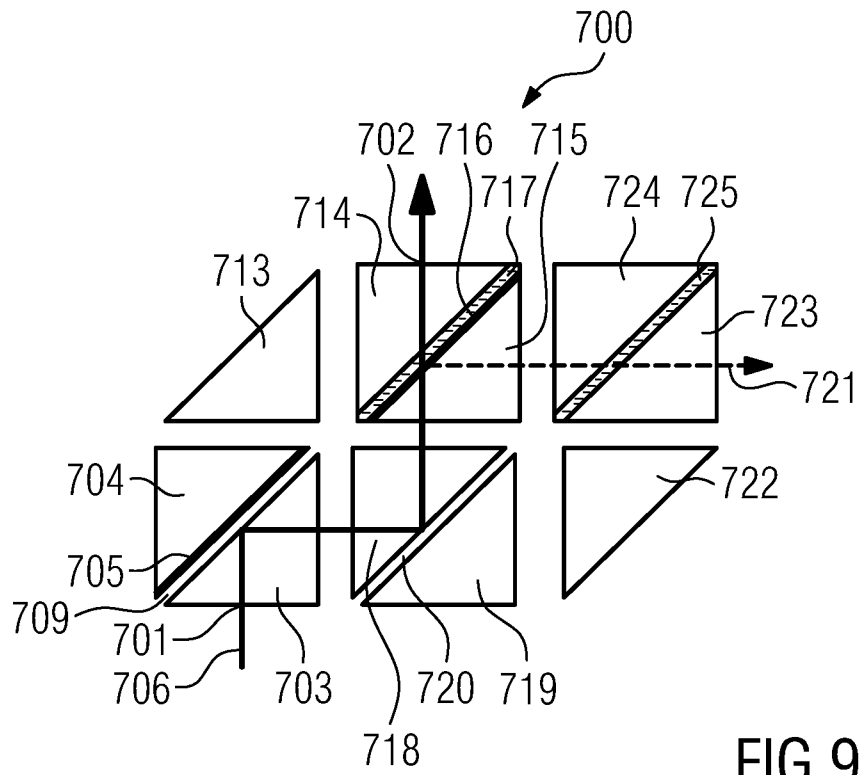
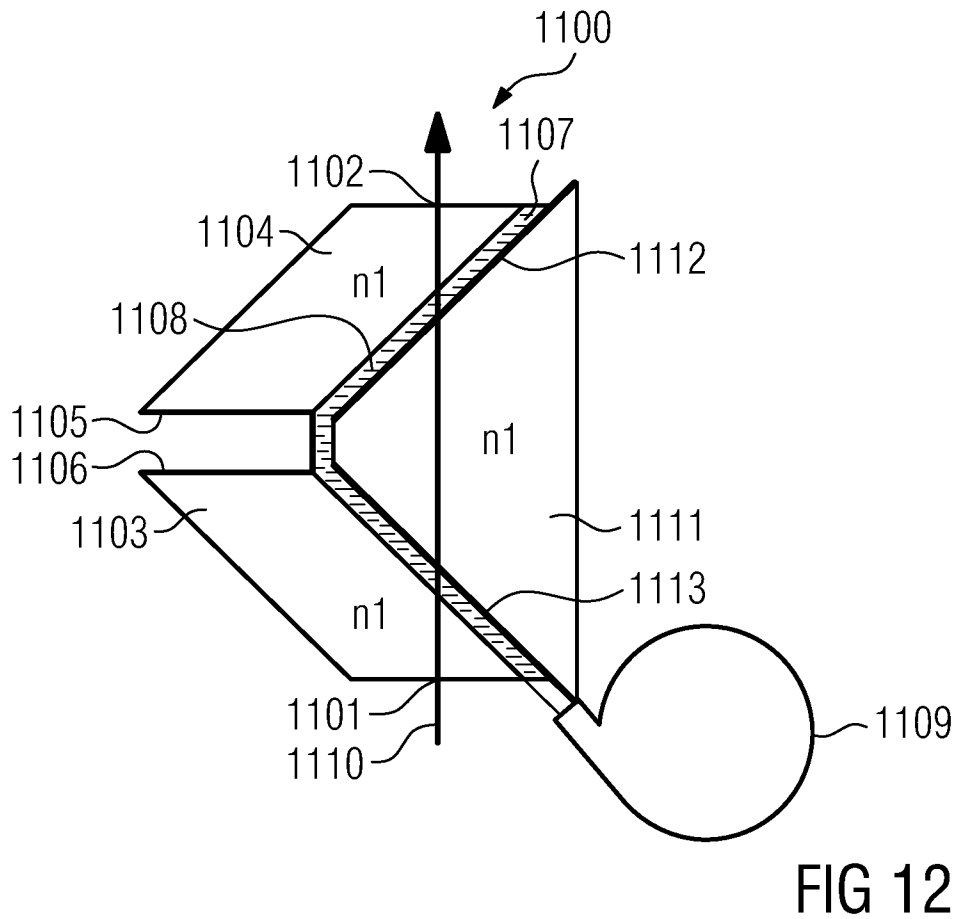
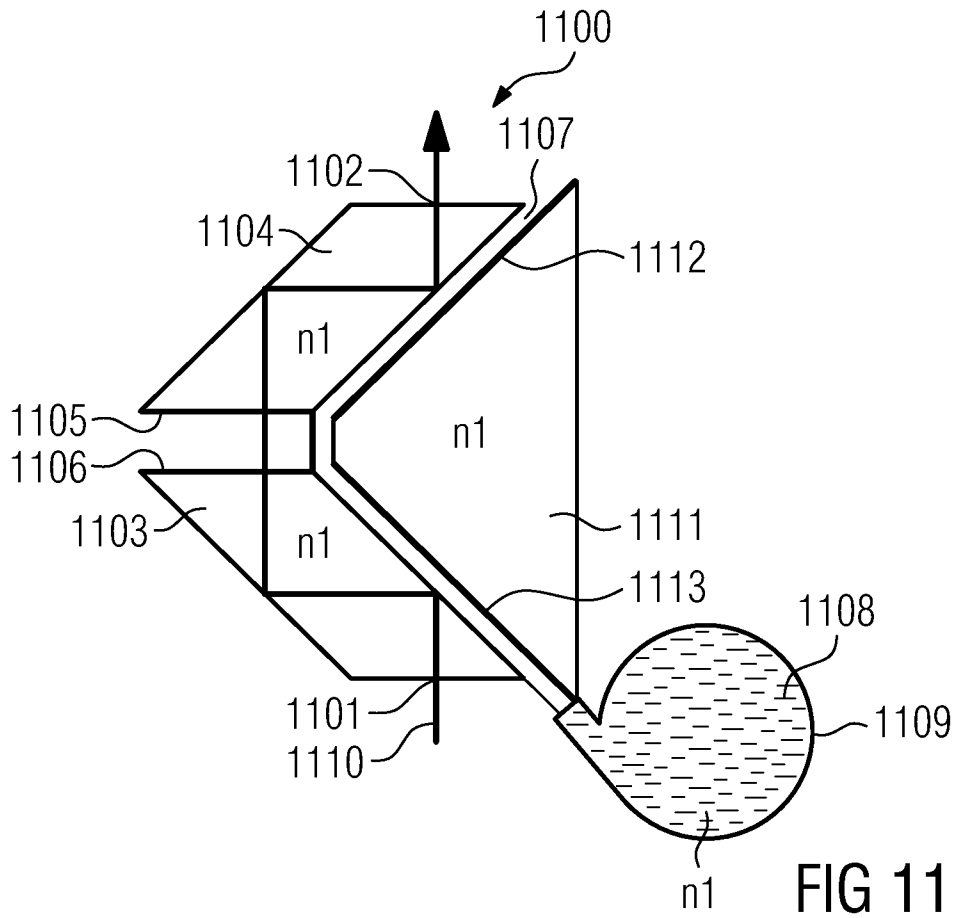
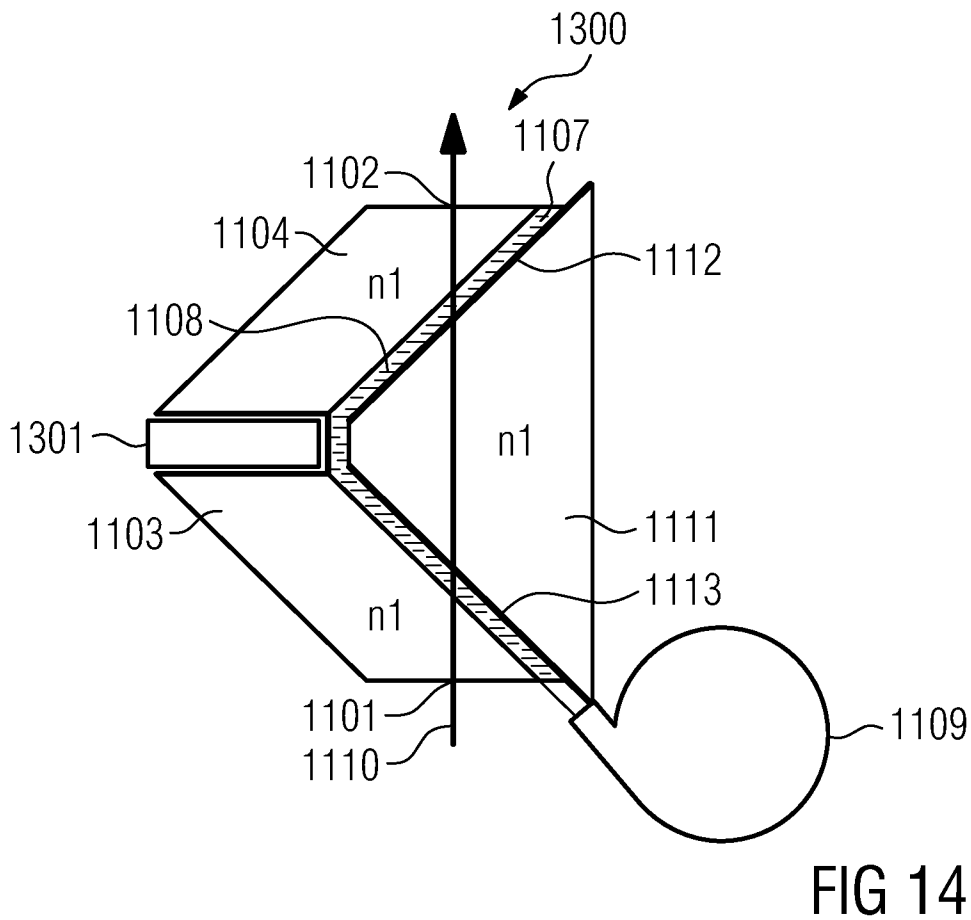
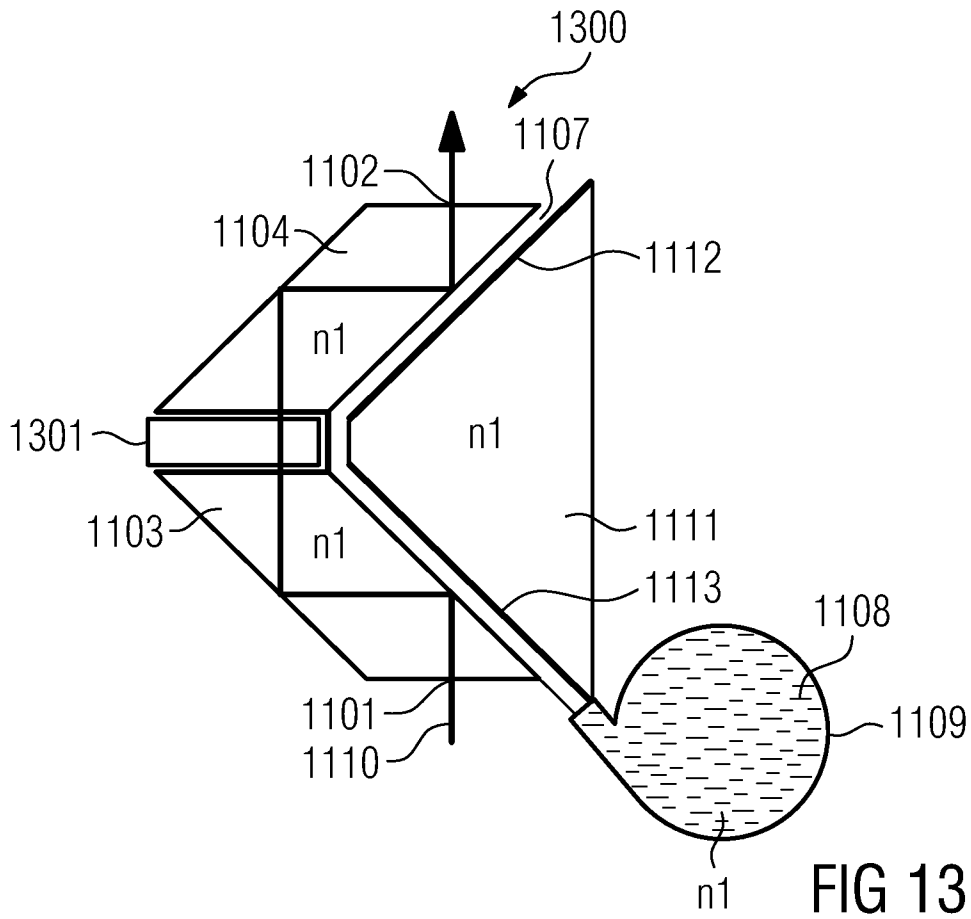


FIG 8





7/8



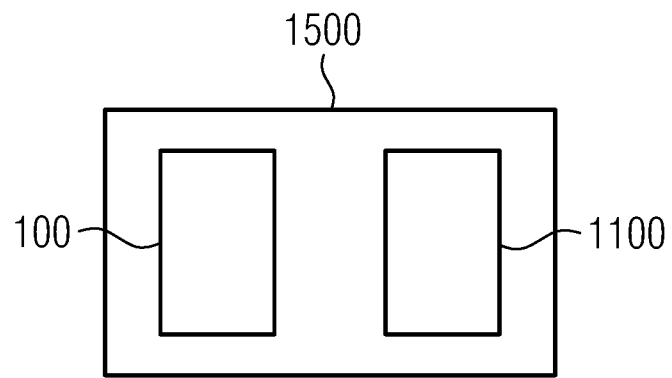


FIG 15