

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/159625 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 7/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/100152

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Mai 2012 (22.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 050 644.6 26. Mai 2011 (26.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **JENOPTIK OPTICAL SYSTEMS GMBH**
[DE/DE]; Göschwitzer Straße 25, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LAUX, Sven** [DE/DE];
Traubenweg 13, 06632 Freyburg (DE). **SCHMIDT, Jörg-
Peter** [DE/DE]; Leninstraße 4, 99334 Ichtershausen (DE).

(74) Anwalt: **OEHMKE & KOLLEGEN**; Neugasse 13,
07743 Jena (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

(54) Title: QUASI-MONOLITHIC POLARIZATION BEAM SPLITTER ASSEMBLY

(54) Bezeichnung : QUASIMONOLITHISCHE POLARISATIONSTRAHLTEILERBAUGRUPPE

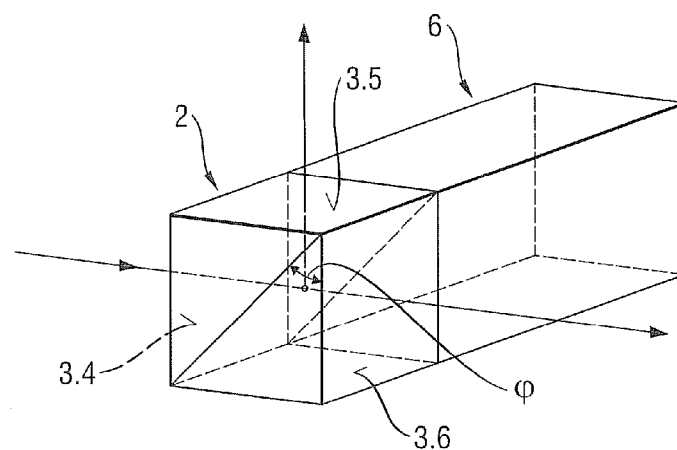


Fig. 1a

(57) **Abstract:** The invention relates to a quasi-monolithic polarization beam splitter assembly for splitting a UV beam into two partial beams, comprising two optical prisms (1) that form a polarization beam splitter (2) and a holding part (6) having no optically effective surfaces, which holding part is connected to the polarization beam splitter (2). The invention also relates to a method for producing such a polarization beam splitter assembly, which is characterized in that even after mounting the polarization beam splitter assembly in an optical mount, the partial beams passing therethrough undergo only a very slight wavefront deformation.

(57) **Zusammenfassung:** Die Anmeldung betrifft eine quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe, zur Teilung eines UV-Strahles in zwei Teilstrahlen, bestehend aus zwei optischen Prismen (1), die einen Polarisationsstrahlteiler (2) bilden und einem mit dem Polarisationsstrahlteiler (2) verbundenen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/159625 A2



Halteteil (6) ohne optisch wirksame Flächen. Die Anmeldung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Polarisationsstrahlteilerbaugruppe, die sich dadurch auszeichnet, dass die hindurchtretenden Teilstrahlen auch nach Fassen der Polarisationsstrahlteilerbaugruppe in einer optischen Fassung eine nur sehr geringe Wellenfrontdeformation erfahren.

Quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe

Die Erfindung betrifft eine quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe mit wenigstens einem Polarisationsstrahlteiler mit einer polarisierenden Strahlteilerschicht für ultraviolette (UV) Strahlung. Ein gattungsgemäßer Polarisationsstrahlteiler ist aus der US 5,339,441 bekannt.

Ein Polarisationsstrahlteiler teilt einen einfallenden Strahl in zwei zueinander senkrecht polarisierte Teilstrahlen auf, wobei ein Intensitätsverlust und eine Wellenfrontdeformation des Strahles beim Durchlaufen des Polarisationsstrahlteilers weitestgehend vermieden werden soll. Letzteres kann auch durch das Fassen des Polarisationsstrahlteilers in einer optischen Fassung verursacht werden.

Ein Polarisationsstrahlteiler nach der US 5,339,441 umfasst ein erstes und ein zweites gerades Prisma (optisches Prisma), jeweils mit einer Grundfläche gebildet durch ein Dreieck und ein an dessen kürzere Kathete angrenzendes Rechteck. Die beiden Prismen sind aus einem gleichen Glas mit einem geringen Brechungsindex und hoher Qualität. Sie weisen jeweils eine Fügefläche (Hypotenusenfläche) auf, über die die Prismen miteinander verbunden sind und einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler bilden, mit einer Eintrittsfläche für den Strahl und zwei Austrittsflächen, für einen reflektierten und einen transmittierten Teilstrahl (Sp. 2, Z. 9–36). Die Fügeflächen schließen mit der Austrittsfläche für den reflektierten Teilstrahl einen Winkel, hier von 56° , ein. Sie sind poliert und haben eine ausreichende Ebenheit, so dass sie beim Zusammenbringen eine physikalische Verbindung, über zwischeneinander wirkende Atomkräfte, miteinander eingehen (Sp. 2, Z. 36-43). Als eine hierfür ausreichende Ebenheit wird ein Bereich von $\lambda/10$ bis $\lambda/20$ angegeben (Sp. 2, Z. 43-46), wobei λ die Wellenlänge des Strahles ist. Üblicherweise wird eine solche Verbindungstechnologie als Ansprengen bezeichnet. Die beiden Prismen bilden so verbunden ein quasimonolithisches Teil, welches den Strahlteiler bildet.

Eine mehrlagige Strahlteilerschicht ist zwischen den Fügeflächen eingebracht. Sie kann vor dem Fügen anteilig auf beide Fügeflächen oder bevorzugt auf nur eine der Fügeflächen aufgetragen worden sein (Sp. 2, Z. 50-63). Die mehrlagige

Strahlteilerschicht umfasst alternierende Lagen von Material mit einem hohen Brechungsindex und Material mit einem niedrigen Brechungsindex (Sp. 2, Z. 65-69). Beispielhaft sind hierfür in der US 5,339,441 geeignete Materialien angegeben, mit denen eine polarisierende Strahlteilung für UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von 308 nm erfolgen kann.

Die auf eine Fügefläche aufgetragene mehrlagige Strahlteilerschicht wird durch eine Abdecklage abgeschlossen, aus einem Material mit niedrigem Brechungsindex, wobei diese Abdecklage eine Dicke gleich der Wellenlänge der Strahlung haben soll, damit diese keinen optischen Effekt hat.

Die die mehrlagige Strahlteilerschicht beidseitig begrenzenden Lagen sollen einen gleichen Brechungsindex aufweisen wie die Prismen (Sp. 4, Z. 1-7). Als Material für die niedrig brechenden Lagen, einschließlich der Abschlusslage, wird SiO_2 , und für die Prismen Quarzglas, welches bekanntermaßen aus SiO_2 besteht, vorgeschlagen (Sp. 3, Z. 35 + Sp. 2, Z. 21).

Als besonderer Vorteil wird hervorgehoben, dass die Wellenfrontdeformation des den Polarisationsstrahlteiler durchlaufenden Strahles, aufgrund des durch das Ansprengen geschaffenen Kontaktes zwischen den Fügeflächen der Prismen, minimal ist (Sp. 5, Z. 9-11).

Durch eine Entspiegelung der Eintritts- und Austrittsflächen, d. h. das Auftragen von Antireflexionsschichten auf diese Flächen wird der Intensitätsverlust der auftreffenden Teilstrahlen minimiert.

Um ein optisches Bauteil bzw. eine optische Baugruppe, wie einen Polarisationsstrahlteiler in einem optischen System zu halten, muss das optische Bauteil bzw. die optische Baugruppe in einer optischen Fassung, die z. B. ein sogenannter Prismenstuhl sein kann, gefasst sein. Die Flächen über welche die Fassung in direktem Kontakt mit dem optischen Bauteil bzw. der optischen Baugruppe in Verbindung stehen, sollen nachfolgend als Kontaktflächen verstanden werden. Über diese Kontaktflächen sind die optischen Bauteile bzw. optischen Baugruppen unvermeidbar mechanisch und thermisch mit der Fassung verbunden. Diese Verbindung hat aufgrund von entstehenden Spannungen zwischen der Fassung und dem gefassten optischen Bauteil bzw. der gefassten optischen Baugruppe Auswirkungen auf die Qualität des optischen Bauteiles bzw. der

optischen Baugruppe, so auch auf die Wellenfrontdeformation eines das optische Bauteil bzw. die optische Baugruppe durchlaufenden Strahls. Das Maß der Auswirkungen hängt auch davon ab, wo sich die Kontaktflächen relativ zu den optisch wirksamen Flächen des optischen Bauteils bzw. der optischen Baugruppe befinden.

In der vorgenannten US 5,339,441 ist kein Hinweis gegeben, welche der Seitenflächen des Polarisationsstrahlteilers als Kontaktflächen genutzt werden. Es ist jedoch zu vermuten, dass dafür der rechteckige Bereich der Grundfläche bzw. der sich daraus ergebende, rechteckige, optisch, nicht wirksame Bereich der Strahleintritts- bzw. Strahlaustrittsfläche dient. Diese Flächenbereiche begrenzen eine Verlängerung des optisch wirksamen Polarisationsstrahlteilers um einen optisch nicht wirksamen Haltebereich.

Auch wenn die Kontaktflächen und die optisch wirksamen Flächen damit nicht auf den gleichen Seitenflächen des Polarisationsstrahlteilers liegen, können über die Kontaktflächen, da sie sich am Polarisationsstrahlteiler selbst befinden, mechanische und thermische Spannungen in den Polarisationsstrahlteiler eingetragen werden, die zu einer Vergrößerung der Wellenfrontdeformation führen.

In der DE 10 2005 060 517 A1, ist ein belastungsfester Polarisationsstrahlteiler (dort Prismenpolarisator genannt) offenbart, bei welchem die Besonderheit gegenüber gattungsgleichen Polarisationsstrahlteilern in der Materialauswahl für die beiden den Polarisationsstrahlteiler bildenden Prismen liegt. In einer besonderen Ausführung ist zwischen den Hypotenusenflächen der beiden Prismen, auf denen jeweils durch Aufdampfen ein Abstandshaltering aufgebracht ist, eine Polarisationssteilerplatte angeordnet. Die beim Zusammenbau mittelbar über die Polarisationssteilerplatte gegeneinander gedrückten Prismen sind innerhalb einer metallischen oder keramischen Fassungsanordnung angeordnet, die an einer Seite Federelemente hat, die ein axiales Zusammenpressen der Prismen im eingebauten Zustand mit einer durch die Federkraft vorgebbaren Kraft bewirken. (S.18, [0101] und Fig.14)

Die Fassung steht damit über Kontaktflächen mit dem Polarisationsstrahlteiler in Verbindung, die sich auf den gleichen Seiten des Polarisationsstrahlteilers befinden wie auch optisch wirksame Flächen, womit mechanische und thermische Spannungen von der Fassung unmittelbar auf den Polarisationsstrahlteiler eingetragen werden.

Auch eine in der US 2004/0184167 A1 offenbarte Strahlteilerbaugruppe umfasst mehrere Prismen, die über strahlteilende Flächen miteinander verbunden sind. Jedes der Prismen weist optische wirksame Flächen auf, sodass die Strahlteilerbaugruppe zwangsläufig über die Seitenflächen eines der Prismen gefasst werden muss. Darüber in die Strahlteilerbaugruppe eingetragene mechanische oder thermische Spannungen, werden direkt auf die an dem betreffenden Prisma vorgesehene optisch wirksame Fläche übertragen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Polarisationsstrahlteilerbaugruppe zu schaffen, die so in einer optischen Fassung gefasst werden kann, dass durch deren Verbindung mit der Fassung eine Erhöhung der Wellenfrontdeformation, die ein Strahl beim Durchlaufen des Polarisationsstrahlteilers erfährt, wenigstens nahezu ausgeschlossen werden kann.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Polarisationsstrahlteilers.

Diese Aufgabe wird für eine Polarisationsstrahlteilerbaugruppe durch eine quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe für einen UV-Strahl wie folgt gelöst:

Die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe umfasst zwei optische Prismen aus Quarzglas, die zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler bilden und ein optisch nicht wirksames, quaderförmiges Halteteil. Die Seitenflächen des Polarisationsstrahlteilers umfassen drei optisch wirksame Flächen, nämlich eine Eintrittsfläche für einen UV-Strahl, der an einer Teilerschicht in zwei Teilstrahlen aufgespaltet wird, eine Austrittsfläche für den an der Teilerschicht reflektierten Teilstrahl und eine Austrittsfläche für den durch die Teilerschicht transmittierten Teilstrahl. Die Austrittsflächen sind mit einer Antireflexionsschicht beschichtet.

Die Hypotenusenflächen der beiden optischen Prismen stellen je eine Fügefläche dar, wobei auf eine der beiden Fügeflächen die mehrlagige Teilerschicht aufgetragen ist, die mit einer abdeckenden Lage aus SiO_2 abschließt.

Die andere freie Fügefläche ist an die mit der Teilerschicht versehene Fügefläche angesprengt.

Es ist erfindungswesentlich, dass die Polarisationsstrahlteilergruppe aus einem Polarisationsstrahlteiler, welcher die optische Funktion der Polarisationsstrahlteilergruppe erfüllt und aus einem Halteteil besteht, das keine optische Funktion hat sondern dazu da ist, freie Seitenflächen zur Verfügung zu stellen, über die die Polarisationsstrahlteilergruppe gefasst werden kann. Innerhalb dieser freien Seitenflächen sind Kontaktflächen vorgesehen, über welche eine optische Fassung unmittelbar mechanisch mit der Polarisationsstrahlteilerbaugruppe verbunden werden kann. Das Halteteil steht mit dem Polarisationsstrahlteiler über eine dessen optisch nicht wirksame Seitenfläche mittels eines UV-resistenten Klebstoffes in Verbindung und wenigstens eine der Austrittsflächen des Polarisationsstrahlteilers ist so poliert, dass ein durch den Polarisationsstrahlteiler hindurchtretender Teilstrahl eine höchstens maximal vorgegebene Wellenfrontdeformation erfährt, welche sich durch die Addition der Wellenfrontdeformationen der für den Teilstrahl optisch wirksamen Flächen ergibt.

Vorteilhaft können an dem Halteteil zusätzlich zu dem Polarisationsstrahlteiler auch weitere Strahlteiler, über welche eine Strahlteilung erfolgt, angesetzt sein.

Die Aufgabe für ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Polarisationsstrahlteilergruppe wird wie folgt gelöst.

Es werden zwei optische Prismen aus Quarzglas mit je einer Fügefläche zur Verfügung gestellt, die über ihre Fügeflächen zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler bilden.

Die Fügeflächen werden poliert und auf eine der beiden Fügeflächen wird eine mehrlagige Teilerschicht aufgetragen mit einer abdeckenden Lage aus SiO_2 , welche poliert wird.

Anschließend wird die freie Fügefläche an die mit der Teilerschicht beschichtete Fügefläche angesprengt, wodurch der Polarisationsstrahlteiler entsteht.

In einem nächsten Schritt wird ein Halteteil aus Quarzglas zur Verfügung gestellt und der Polarisationsstrahlteiler wird über eine seiner optisch nicht wirksamen Seitenflächen mittels eines UV-resistenten Klebstoffes mit dem Halteteil verbunden.

Danach wird wenigstens eine der als Austrittsflächen wirkenden Seitenflächen poliert, bis ein hindurchtretender Teilstrahl höchstens eine maximal vorgegebene

Wellenfrontdeformation erfährt, welche sich durch die Addition der Wellenfrontdeformationen der für den Teilstrahl optisch wirksamen Flächen ergibt. Dieser Arbeitsschritt des Polierens erfolgt zwingend nach der Verbindung des Halteteils mit dem Polarisationsstrahlteiler, um eine dadurch zusätzlich bewirkte Wellenfrontdeformation in Folge des Eintrages von Spannungen mit zu beheben. Abschließend wird auf die Austrittsfläche und die Eintrittsfläche eine Antireflexionsschicht aufgetragen.

Anhand der Zeichnung wird die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe im Folgenden beispielhaft näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1a eine erste Ausführung einer Polarisationsstrahlteilerbaugruppe in perspektivischer Darstellung

Fig. 1b eine Polarisationsstrahlteilerbaugruppe gemäß Fig. 1a in Explosionsdarstellung

Fig. 1c eine zweite Ausführung einer Polarisationsstrahlteilerbaugruppe in perspektivischer Darstellung

Eine erfindungsgemäße Polarisationsstrahlteilerbaugruppe für einen UV-Strahl gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel umfasst zwei optische Prismen 1 aus Quarzglas die zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler 2 bilden, sowie ein quaderförmiges Halteteil 6.

Von den sechs Seitenflächen des gebildeten Polarisationsstrahlteilers 2 sind drei Seitenflächen optisch nicht wirksam, eine vierte Seitenfläche 3.4 bildet eine Eintrittsfläche, über welche ein zu teilender UV-Strahl in den Quader eingekoppelt wird, eine fünfte Seitenfläche 3.5 bildet eine Austrittsfläche für einen an einer Teilerschicht 4 reflektierten Teilstrahl und eine sechste Seitenfläche 3.6 bildet eine Austrittsfläche für einen durch die Teilerschicht 4 transmittierten Teilstrahl, wobei die Eintrittsfläche 3.4 und die Austrittsflächen 3.6 mit einer Antireflexionsschicht beschichtet sind.

Die beiden Prismen 1 weisen je eine Fügefläche 5 auf, die mit der Eintrittsfläche 3.4 bzw. der Austrittsfläche 3.6 einen Winkel φ einschließen.

Auf eine der beiden Fügeflächen 5 ist die mehrlagige Teilerschicht 4 aufgetragen. Sie besteht aus einer Vielzahl von alternierenden Lagen aus niedrig brechenden und hochbrechenden Materialien, die in Abhängigkeit von der Wellenlänge des zu teilenden UV-Strahles fachmännisch ausgewählt werden. Bei einem Winkel φ von 45° treten die Teilstrahlen senkrecht aus den Austrittsflächen 3.6 aus, d. h. es kommt zu keiner Brechung beim Übergang zwischen dem Medium Quarzglas und Luft. Der Winkel φ kann jedoch, insbesondere wenn nur der transmittierende Teilstrahl von Interesse ist, auch einen anderen Wert aufweisen. Die Teilerschicht 4 schließt mit einer Abdecklage aus SiO_2 ab, an welche die freie Fügefläche 5 angesprengt ist. Um durch diese Verbindung den Einfluss auf die Wellenfront des Strahles bzw. der sich daraus ergebenden Teilstrahlen so gering wie möglich zu halten, müssen die zu verbindenden Flächen nicht nur hochgradig eben sein, sondern deren Oberfläche soll auch nur eine möglichst geringe Rauheit aufweisen. Grundsätzlich wird beides durch die Fertigung, insbesondere die optische Politur der Fügeflächen 5, erreicht. Das Aufbringen der Teilerschicht 4, was in der Regel durch Aufdampfen erfolgt, führt jedoch zu Veränderungen, insbesondere zur Erhöhung des durch die Oberfläche der Fügefläche 5 vorgegebenen Rauheitsprofils, z. B. wenn die Teilerschicht 4 fluoridische Lagen umfasst, durch das polykristalline Schichtwachstum.

Um die Rauheit zu minimieren, ist die Abdecklage poliert, bis die Höhe des sich damit in der Höhe verringernden Rauheitsprofils unterhalb einer vorgegebenen Toleranzgrenze liegt. Eine sich dadurch ergebende, unbestimmte Dicke der Abdecklage hat keine optische Wirkung, da das Prisma 1, welches über seine Fügefläche 5 an diese Abdecklage angesprengt ist, aus dem gleichen Material ist wie die Abdeckschicht, womit kein Medienübergang vorhanden ist. Die Prüfung der Rauheit erfolgt mit den für einen Fachmann bekannten Maßnahmen, z. B. mittels Weißlichtinterferometrie, durch ein Verfahren unter Verwendung eines AFM (atomic force microscope) oder mit Tastschnittverfahren.

Der durch die zusammengefügte Prismen 1 gebildete Polarisationsstrahlteiler 2 ist, wie in Fig. 1a dargestellt, mit einem Halteteil 6, ebenfalls aus Quarzglas, über eine der optisch nicht wirksamen Seitenfläche 3 mittels eines UV-resistenten Klebstoffes verbunden. Durch diese Verbindung sind, wenn auch gering, Spannungen in dem Polarisationsstrahlteiler 2 eingetragen, die sich auch auf die optisch wirksamen

Flächen, das heißt die Eintrittsfläche 3.4, die Austrittsflächen 3.5, 3.6 und die Fügeflächen 5 auswirken können und zur Wellenfrontdeformation des Strahles bzw. der Teilstrahlen führen.

Letztendlich ergibt sich für die austretenden Teilstrahlen jeweils eine summarische Wellenfrontdeformation, die sich aus der Addition der Wellenfrontdeformationen an vorangehenden, jeweils für die Teilstrahlen optisch wirksamen Flächen, ergibt. Um diese summarische Wellenfrontdeformation zu minimieren, sind die Austrittsflächen 3.5, 3.6, bevor jeweils eine Antireflexionsschicht aufgetragen ist, nach der Herstellung der Verbindung mit dem Halteteil 6, nachgearbeitet. Dazu wurden fachmännisch über eine interferometrische Prüfung ermittelt, welche lokalen Bereiche nachgearbeitet werden müssen und diese mit lokaler Politur oder Ionenstrahl bearbeitet.

Durch das angesetzte Halteteil 6 und die anschließend finale Bearbeitung der Austrittsfläche 3.6 wird eine Polarisationsstrahlteilerbaugruppe geschaffen, die nach Aufnahme in einer optischen Fassung eine im Vergleich zum Stand der Technik höhere Qualität der Strahlteilung erreicht, da eine zusätzliche und undefinierte Wellendeformation durch das unmittelbare Einbringen von mechanischen oder thermischen Spannungen über die Fassung in den Polarisationsstrahlteiler 2 vermieden wird. Dies ist möglich, da die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe über die freien Seitenflächen des Halteteiles, die als Kontaktflächen dienen, mit der Fassung in Verbindung gebracht werden und entstehende Spannungen höchstens geringfügig auf den Polarisationsstrahlteiler 2 und damit auf die optisch wirksamen Flächen übertragen werden. Vorteilhaft können an dem Halteteil 6 zusätzlich zu dem Polarisationsstrahlteiler 2 auch weitere Strahlteiler, über welche eine Strahlteilung erfolgt, angesetzt sein.

Fig. 1c zeigt eine zweite Ausführung einer Polarisationsstrahlteilerbaugruppe, in der an den gegenüberliegenden Enden eines länglichen quaderförmigen Halteteiles 6 zum einen der Polarisationsstrahlteiler 2 und zum anderen ein weiterer Strahlteiler, der kein Polarisationsstrahlteiler 2 sein muss, angebracht ist. Indem die beiden Strahlteilerschichten, z. B. zur Strahlteilung von Strahlen unterschiedlicher Wellenlänge z. B. 193 nm und eine beliebige andere Wellenlänge ausgelegt sind oder beide für nur eine Wellenlänge z. B. 193 nm mit unterschiedlichen

Teilungsverhältnissen, kann die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe für zwei verschiedene Anwendungen eingesetzt werden, indem der Polarisationsstrahlteiler 2 und der weitere Strahlteiler alternativ in den Strahlgang eines optischen Systems eingefügt werden.

Grundsätzlich ist es nicht zwingend, dass der Polarisationsstrahlteiler 2 ein Polarisationsstrahlteiler für UV-Strahlen ist, jedoch wäre der Aufwand, der mit dem beschriebenen Verfahren für Polarisationsstrahlteiler, die nicht für den UV-Bereich vorgesehen sind, nicht gerechtfertigt. Es versteht sich, dass gegebenenfalls der Klebstoff dann auch nicht UV-resistent sein muss.

Die Ausführung des Halteteiles 6 in Form eines Quaders, und wie in den Figuren dargestellt, mit einer gleichen Querschnittsgröße, ist von Vorteil aber nicht zwingend. Insbesondere könnte der Querschnitt auch kleiner gewählt werden, als der angrenzende Querschnitt des Polarisationsstrahlteilers 2. Eine Fassung für die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe wird in jedem Fall mit dieser über die freien Seitenflächen des Halteteiles 6 mechanisch verbunden sein.

Eine vorbenannte Polarisationsstrahlteilerbaugruppe wird wie folgt hergestellt:

In einem ersten Arbeitsschritt werden zwei optische Prismen 1 aus Quarzglas mit je einer Fügefläche 5 zur Verfügung gestellt, die über ihre Fügeflächen zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler 2 bilden. Die Dimensionierung der Abmessungen ist durch den Strahlquerschnitt des zu teilenden Strahles bestimmt, sodass dieser weder begrenzt wird, noch dass die optisch wirksamen Flächen wesentlich größer als notwendig sind.

Vorteilhaft ist der Polarisationsstrahlteiler 2 ein Würfel, womit die optischen Prismen 1 Halbwürfelpismen sind. Die Hypotenusenfläche, welche die Fügefläche bildet, schließt dann mit einer angrenzenden Seitenfläche einen Winkel von 45° ein.

Die optischen Prismen 1 werden an ihren Fügeflächen und den optisch wirksamen Seitenflächen sowie einer optisch nicht wirksamen Seitenfläche, über welche eine Verbindung zu einem Halteteil hergestellt werden soll, poliert. Dabei wird bei

wiederholter interferometrischer Prüfung poliert bis eine vorgegebene Ausgangstoleranz der Ebenheit erreicht ist.

In einem nächsten Arbeitsschritt wird auf eine der beiden vorbereiteten Fügeflächen eine mehrlagige Teilerschicht aufgetragen, die mit einer abdeckenden Lage aus SiO_2 endet. Die Lagen bestehen alternierend aus einem für die Wellenlänge des zu teilenden Strahles transparenten Material mit hohem und niedrigem Brechungsindex. Über das Schichtdesign der Teilerschicht 4 kann auch das Verhältnis von reflektierter und transmittierter Strahlung eingestellt werden. Das Auftragen der Teilerschicht 4 erfolgt in der Regel durch Aufdampfen der einzelnen Lagen nacheinander.

Nach Fertigung der Teilerschicht 4 wird die abdeckende Lage fachmännisch durch eine geeignete Technologie bearbeitet. Mit der Bearbeitung wird die Kontaktverbindung zwischen den beiden optischen Prismen 1 entscheidend verbessert.

Anschließend wird das nicht mit der Teilerschicht 4 versehene optische Prisma 1 über seine Fügefläche an das mit der Teilerschicht 4 versehene Prisma 1, genauer an die abdeckende Lage, angesprengt.

Die beiden optischen Prismen 1 bilden nun einen Polarisationsstrahlteiler 2 in Form eines quasimonolithischen Quaders.

In einem nächsten Arbeitsschritt wird ein Halteteil 6 aus Quarzglas zur Verfügung gestellt und mit dem Polarisationsstrahlteiler 2 über eine optisch nicht wirksame Seitenfläche mittels eines UV-resistenten Klebstoffes verbunden.

Danach werden, je nachdem ob beide Teilstrahlen oder nur der transmittierte Teilstrahl von Interesse ist, beide oder nur eine der als Austrittsflächen wirkenden Seitenflächen 3.5, 3.6 bearbeitet, um eine Wellenfrontdeformation eines durchtretenden Teilstrahles zu reduzieren. Dazu wird fachmännisch über eine interferometrische Prüfung ermittelt, welche lokalen Bereiche von den Austrittsflächen 3.5, 3.6 nachgearbeitet werden müssen, um eine Wellenfrontdeformation kleiner/gleich einer vorgegebenen, maximalen

Wellenfrontdeformation zu gewährleisten und diese mit lokaler Politur oder einem Ionenstrahl zu bearbeiten.

Die Wellenfrontdeformation an den Austrittsflächen 3.5, 3.6 ergibt sich durch Addition der Wellenfrontdeformationen an in Durchstrahlrichtung vorangehenden, jeweils für die Teilstrahlen optisch wirksamen Flächen.

Die Politur nach der Verbindung mit dem Halteteil 6, hat den Effekt, dass eine Verschlechterung der Wellenfrontdeformation infolge von Verspannungen, die bei der Verbindung des Halteteils 6 mit dem Polarisationsstrahlteiler 2 im Polarisationsstrahlteiler 2 entstehen, ausgeglichen werden können.

Abschließend wird auf die Austrittsflächen 3.5, 3.6 und die Eintrittsfläche 3.4 eine Antireflexionsschicht aufgetragen.

Im Ergebnis entsteht eine Polarisationsstrahlteilerbaugruppe, die im Vergleich zu einem aus dem Stand der Technik bekannten Polarisationsstrahlteiler für einen UV-Strahl, der unmittelbar in einer Fassung gehalten wird, um ihn in den Strahlengang eines optischen Systems einfügen zu können, eine geringere und definierte Wellenfronttransformation bewirkt.

Bezugszeichenliste

1	Prisma
2	Polarisationsstrahlteiler
3.4	vierte Seitenfläche (Eintrittsfläche)
3.5	fünfte Seitenfläche (Auftrittsfläche)
3.6	sechste Seitenfläche (Austrittsfläche)
4	Teilerschicht
5	Fügefläche
6	Halteteil
φ	Winkel

Patentansprüche

1. Quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe für einen UV-Strahl, bestehend aus zwei optischen Prismen (1) aus Quarzglas die zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler (2) bilden, dessen Seitenflächen, optisch nicht wirksame Seitenflächen, eine Eintrittsfläche (3.4) für einen UV-Strahl, eine Austrittsfläche (3.5) für einen an einer mehrlagigen Teilerschicht (4) reflektierten Teilstrahl und eine Austrittsfläche (3.6) für einen durch die Teilerschicht (4) transmittierten Teilstrahl bilden, wobei die Hypotenusenflächen der beiden optischen Prismen (1) je eine Fügefläche (5) darstellen und auf eine der beiden Fügeflächen (5) die mehrlagige Teilerschicht (4) aufgetragen ist, die mit einer abdeckenden Lage aus SiO_2 , an die freie, andere Fügefläche (5) angesprengt ist, dadurch gekennzeichnet,
dass ein quaderförmiges Halteteil (6) aus Quarzglas vorhanden ist, welches keine optisch wirksamen Flächen aufweist und über eine optisch nicht wirksame Seitenfläche des Polarisationsstrahlteilers (2) mittels eines UV-resistenten Klebstoffes mit diesem in Verbindung stehend die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe bildet, sodass die Polarisationsstrahlteilerbaugruppe über freie Seitenflächen des Halteteils (6) gefasst werden kann, um den Polarisationsstrahlteiler (2) in einem optischen System anordnen zu können.
2. Quasimonolithische Polarisationsstrahlteilerbaugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Halteteil (6) zusätzlich zu dem Polarisationsstrahlteiler (2) auch weitere Strahlteiler, über welche eine Strahlteilung erfolgt, angesetzt sind.
3. Verfahren zur Herstellung einer quasimonolithischen Polarisationsstrahlteilerbaugruppe gemäß Anspruch 1, bei dem zwei optische Prismen (1) aus Quarzglas mit je einer Fügefläche (5) zur Verfügung gestellt werden, die über ihre Fügeflächen (5) zusammengefügt einen quaderförmigen Polarisationsstrahlteiler (2) bilden,

auf eine der beiden Fügeflächen (5) eine mehrlagige Teilerschicht (4) aufgetragen wird, die eine abdeckende Lage aus SiO_2 aufweist, die freie Fügefläche (5) angesprengt wird, womit der Polarisationsstrahlteiler (2) entsteht und auf wenigstens eine als Austrittsfläche (3.5), (3.6) wirkende Seitenfläche des Polarisationsstrahlteilers (2) eine Antireflexionsschicht aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Halteteil (6) aus Quarzglas zur Verfügung gestellt wird und der Polarisationsstrahlteiler (2) über eine optisch nicht wirksame Seitenfläche mittels eines UV-resistenten Klebstoffes mit dem Halteteil (6) verbunden wird und anschließend wenigstens eine der als Austrittsflächen (3.5), (3.6) wirkenden Seitenflächen poliert wird.

1 / 1

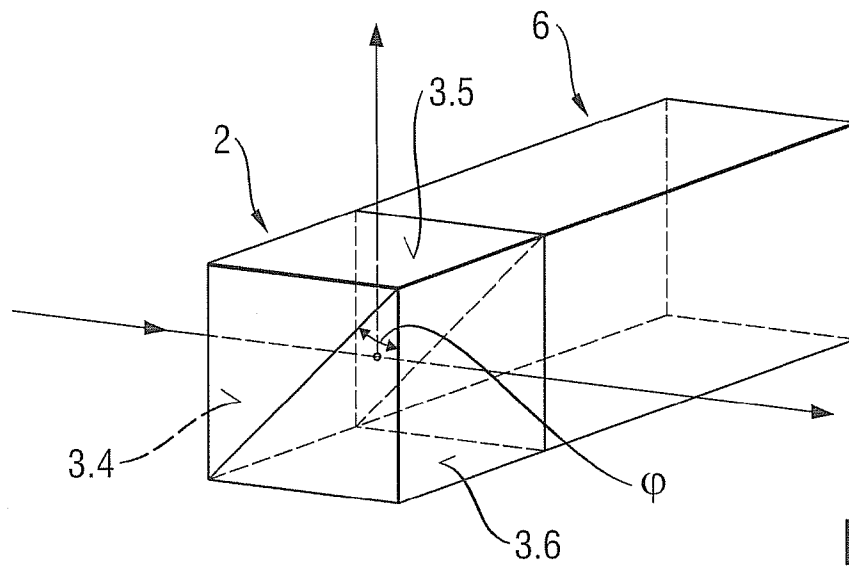


Fig. 1a

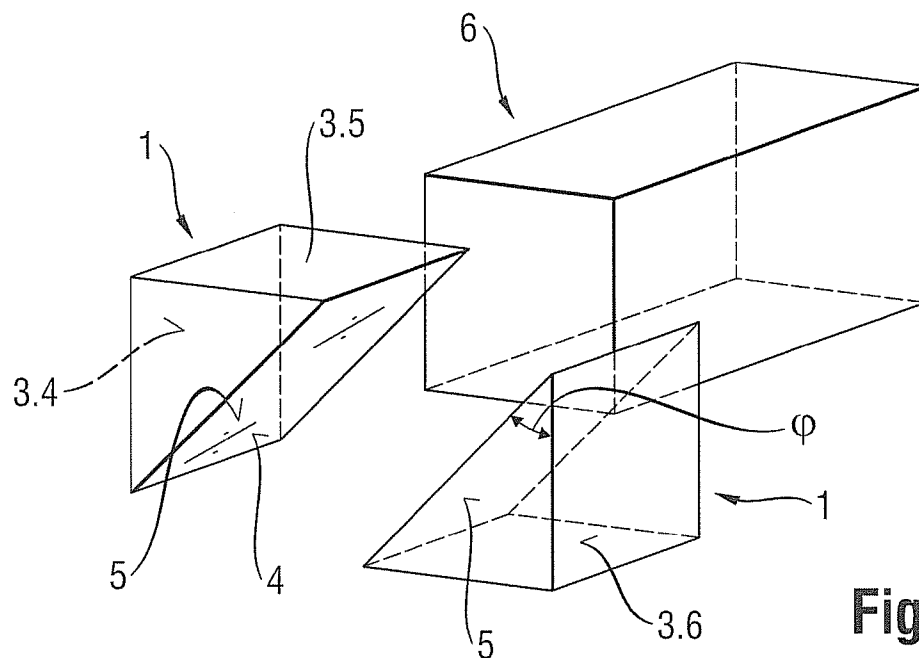


Fig. 1b

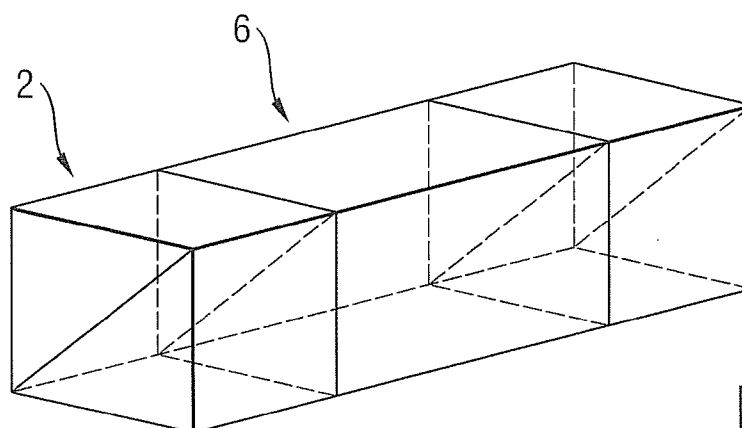


Fig. 1c