

(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. Januar 2015 (29.01.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/011046 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 6/42 (2006.01) **G02B 21/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/065499
- (22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2014 (18.07.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 012 609.6 26. Juli 2013 (26.07.2013) DE
- (71) Anmelder: **CARL ZEISS MICROSCOPY GMBH**
[DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (72) Erfinder: **STEINERT, Jörg**; Am König 30, 07751 Jena (DE). **HOLUB, Oliver**; Anna-Siemsen-Straße 71, 07745 Jena (DE). **LORENZ, Gunther**; Beethovenstr. 9, 07743 Jena (DE).
- (74) Anwalt: **LORITZ, Rainer**; Carl Zeiss AG, Patentabteilung, Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC DETECTOR, IN PARTICULAR FOR HIGH-RESOLUTION LIGHT SCANNING MICROSCOPY

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHER DETEKTOR, INSBESONDERE FÜR HOCHAUFLÖSENDE LICHTRASTERMIKROSKEPE

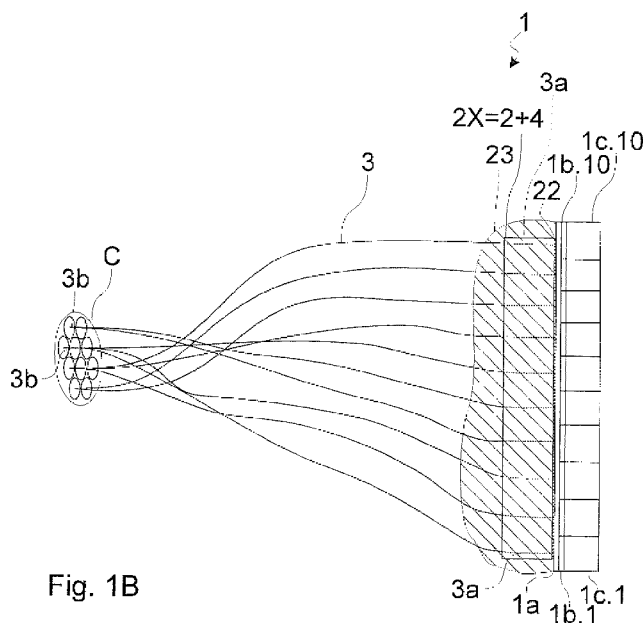


Fig. 1B

(57) Abstract: 2.1 As a result of the size of the detector elements (1c) thereof, optoelectronic detectors (1) such as photoelectron multipliers comprising a light-entry region (1b) sealed by a protective disc (1a) can only be used with much outlay for recording an image of a diffraction-limited focus volume in a two-dimensional spatially resolved manner, even if the image is significantly magnified in relation to the focus volume. The novel detector is intended to enable the spatially resolved detection of point spread functions with little outlay and high accuracy. 2.2 For this purpose, a body made of glass or glass ceramics comprising an opening, in which one end (3a) of an optical fibre (3) is arranged, is cemented to the cover disc (1a) in such a way that the end (3a) of the optical fibre (3) faces the cover disc (1a) and the optical axis thereof intersects the light-entry region (1b). Thus, the relative position of optical fibre (3) and entry region (1b) can be provided permanently with high accuracy. Preferably, the detector includes a plurality of detection channels, in particular 32 channels, comprising a respective light-entry region and the body includes a plurality of openings comprising a respective optical fibre. 2.3 Fluorescent

microscopy

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

2.1. Optoelektronische Detektoren (1) wie Photoelektronenvervielfacher mit einem von einer Schutzscheibe (1a) verschlossenen Lichteintrittsbereich (1b) können wegen der Größe Ihrer Detektorelemente (1c) nur mit großem Aufwand dazu verwendet werden ein Bild eines beugungsbegrenzten Fokusvolumens zweidimensional orts aufgelöst aufzunehmen, selbst wenn das Bild gegenüber dem Fokusvolumen deutlich vergrößert wird. Der neue Detektor soll die orts aufgelöste Detektion von Punktbildfunktionen mit geringem Aufwand und hoher Genauigkeit ermöglichen. 2.2. Zu diesem Zweck ist ein Körper aus Glas oder Glaskeramik mit einer Öffnung, in der ein Ende (3a) einer Lichtleitfaser (3) angeordnet ist, so mit der Deckscheibe (1a) verkittet, dass das Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) der Deckscheibe (1a) zugewandt ist und seine optische Achse den Lichteintrittsbereich (1b) durchstößt. So kann die relative Position von Lichtleitfaser (3) und Eintrittsbereich (1b) mit hoher Genauigkeit dauerhaft bereitgestellt werden. Vorzugsweise weist der Detektor mehrere Detektionskanäle, insbesondere 32, mit einem jeweiligen Lichteintrittsbereich auf und der Körper weist mehrere Öffnungen mit einer jeweiligen Lichtleitfaser auf. 2.3. Fluoreszenzmikroskopie

Optoelektronischer Detektor, insbesondere für hochauflösende
Lichtrastermikroskope

Die Erfindung betrifft einen optoelektronischen Detektor, insbesondere einen Photoelektronenvervielfacher, mit einem von einer Schutzscheibe, insbesondere aus Glas, lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich und ein Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Detektors.

Die Schutzscheibe kann insbesondere zur Aufrechterhaltung eines Vakuums innerhalb des Detektors dienen. Sie besteht typischerweise aus Glas. Als Licht ist jede mit optischen Mitteln manipulierbare elektromagnetische Strahlung anzusehen, insbesondere auch ultraviolette und infrarote Strahlung.

Im Stand der Technik sind solche optoelektronischen Detektoren beispielsweise aus US 4,881,008 A bekannt. Darin ist ein mehrkanaliger Detektor in Zeilenform mit mehreren Lichteintrittsbereichen beschrieben, bei dem jeder Lichteintrittsbereich einen eigenen Photoelektronenvervielfacher aufweist und so ein jeweiliges Detektorelement bildet. Diese Detektorelemente weisen hier eine gemeinsame Schutzscheibe auf.

Nachteilig ist, dass die Detektorelemente relativ groß sind. Sie können deswegen nur mit großem Aufwand dazu verwendet werden, gemäß DE 10 2012 204 128 ein Bild eines beugungsbegrenzten Fokusvolumens und damit ein Bild einer Airy-Scheibe oder der Punktbildfunktion (engl. „point-spread function“; PSF) zweidimensional orts aufgelöst aufzunehmen, selbst wenn das Bild gegenüber dem Fokusvolumen deutlich vergrößert wird. Insbesondere sind die Abstände der einzelnen Detektorelemente so groß, dass lokale Modulationen innerhalb der Punktbildfunktion nicht erfasst werden können. Würde die Vergrößerung so gewählt, dass die Abstände vernachlässigbar sind, wären nachteiligerweise eine große Anzahl von Detektorelementen und damit mehr Detektoren notwendig, um die gesamte Punktbildfunktion erfassen zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mikroskop und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu verbessern, um die orts aufgelöste Detektion von Punktbildfunktionen mit geringem Aufwand und hoher Genauigkeit zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Mikroskop, welches die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist, und durch ein Verfahren, welches die in Anspruch 14 angegebenen Merkmale aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein Körper aus Glas oder Glaskeramik mit einer Öffnung, in der ein Ende einer Lichtleitfaser angeordnet ist, so mit der Deckscheibe verkittet ist, dass das Ende der Lichtleitfaser der Deckscheibe zugewandt ist und seine optische Achse (des austretenden Lichts) den Lichteintrittsbereich durchstößt.

Aufgrund der lichtdurchlässigen Fixierung des Körpers durch die Verkittung kann die relative Position von Lichtleitfaser und Eintrittsbereich mit hoher Genauigkeit dauerhaft bereitgestellt werden. Zunächst gelingt eine hochgenaue Erstpositionierung, indem vor Aushärtung des Kitts der Detektor unter Beleuchtung der Lichtleitfaser zur Maximierung der optischen Koppleffizienz durch optimale relative Positionierung von Lichtleitfaser und Lichteintrittsbereich genutzt werden kann. Entsprechend kann vorzugsweise während des Verschiebens ein von der Deckscheibe abgewandtes Ende der Lichtleitfaser beleuchtet und mittels des Detektors aus der Lichtleitfaser austretendes Licht detektiert werden, wobei der Körper verschoben wird, bis eine vorgegebene Mindestintensität oder Intensitätsmaximum detektiert wird.

Der erfindungsgemäße Detektor weist eine hohe Temperaturstabilität auf, da Glaskeramiken ein sehr ähnliches thermisches Ausdehnungsverhalten wie gläserne Deckscheiben von optoelektronischen Detektoren aufweisen. Auch bei Temperaturschwankungen bleiben deswegen die relative Position der Lichtleitfaser und des Lichteintrittsbereichs und damit die optische Koppleffizienz konstant.

Vorzugsweise weist der Detektor mehrere Detektionskanäle, insbesondere 32, mit einem jeweiligen Lichteintrittsbereich auf und der Körper weist mehrere, insbesondere eine identische Anzahl, Öffnungen auf, wobei in jeder dieser Öffnungen ein Ende einer jeweiligen Lichtleitfaser so angeordnet ist, dass es der Deckscheibe zugewandt ist und seine optische Achse (des austretenden Lichts) einen dem betreffenden Detektionskanal zugeordneten Lichteintrittsbereich durchstößt. Auf diese Weise kann die dauerhaft bereitstellbare Genauigkeit des erfindungsgemäßen Detektors auch zur Mehrkanaldetektion genutzt werden.

Vorteilhaft ist es, wenn die Lichtleitfasern an ihren anderen Enden zu einem Bündel zusammengefasst sind, insbesondere in dichtester Packung, insbesondere mit insgesamt hexagonalem Querschnitt. Auf diese Weise kann die Punktbildfunktion eines Lichtrastermikroskops mit hoher Genauigkeit orts aufgelöst aufgenommen und analysiert werden, beispielsweise in einem Mikroskop oder einem Verfahren gemäß DE 10 2012 204 128.

Übersprechen zwischen mehreren Kanälen kann minimiert werden, indem die mehreren Lichteintrittsbereiche eines Multikanaldetektors linear nebeneinander angeordnet sind und die entsprechende Abfolge der Lichtleitfasern in dem Bündel in Spiralförmigkeit angeordnet ist, denn dadurch sind Lichtleitfasern, die am Detektor als Nachbarn ankommen, auch im Bündel benachbart.

Vorzugsweise umfasst das Glas Borosilikatglas oder die Glaskeramik umfasst Borosilikatglas, insbesondere eine Borosilikatglas-Matrix, in dem Glimmer, insbesondere Fluorophlogopitglimmer, angeordnet ist. Diese Zusammensetzung ermöglicht sowohl glasähnliche thermische Ausdehnungseigenschaften des Körpers als auch eine elektrische Isolation, die besonders bei Hochspannungs-Sekundärelektronenvervielfachern vorteilhaft ist. Zweckmäßigerweise kann das Glas oder die Glaskeramik spanend bearbeitbar sein, um die Bereitstellung des Blocks und des Deckels zu vereinfachen. Derartige Glaskeramiken sind beispielsweise unter den Marken „Macor“ oder „Vitronit“ kommerziell verfügbar.

Vorzugsweise umfasst der Körper einen Block mit einer Nut, in der das Ende der Lichtleitfaser angeordnet ist, und einen Deckel aus dem Material des Blocks, wobei

die Nut im Bereich des Endes der Lichtleitfaser zumindest abschnittsweise durch den Deckel verschlossen ist und die Öffnung bildet. Durch die Anordnung einer Nut (beziehungsweise mehrerer Nuten) kann die Lichtleitfaser (beziehungsweise können die mehreren Lichtleitfasern) mit geringem Aufwand und hoher Genauigkeit ausgerichtet werden. Der Körper ist vorzugsweise zweiteilig, kann aber auch noch weitere Teile aufweisen. Mit Nuten versehene Blöcke zur Halterung von Lichtleitfasern sind beispielsweise aus US 7,058,275 B2 bekannt, deren diesbezüglicher Offenbarungsgehalt hier einbezogen wird.

Die Erfindung sieht zum Herstellen eines solchen optoelektronischen Detektors vor, dass folgende Schritte durchgeführt werden:

- Bereitstellen eines optoelektronischen Detektors mit einem durch eine Deckscheibe lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich,
- Bereitstellen eines Blocks aus Glas oder Glaskeramik mit einer Nut,
- Positionieren eines Endes einer Lichtleitfaser in der Nut,
- Auflegen eines Deckels aus dem Material des Blocks auf den Block zum zumindest abschnittweisen Verschließen der Nut im Bereich des Endes der Lichtleitfaser,
- Befestigen des Deckels am Block, insbesondere durch Aushärten (lassen) eines Klebstoffs,
- Verkitten des Blocks (optional auch des Deckels) mit der Deckscheibe derart, dass das Ende der Lichtleitfaser der Deckscheibe zugewandt ist,
- Verschieben des Blocks parallel zur Schutzscheibe bis eine optische Achse (des austretenden Lichts) des Endes der Lichtleitfaser den Lichteintrittsbereich durchstößt.

Die Stabilität und die Genauigkeit des Detektors sind besonders hoch, wenn das Ende der Lichtleitfaser in die Nut eingeklebt ist.

Die Stabilität und die Genauigkeit des Detektors sind noch höher, wenn der Deckel mit dem Block, insbesondere auch mit der Lichtleitfaser, verklebt ist.

Eine thermisch besonders hohe Stabilität gelingt, indem der Deckel eine mit der Nut des Blocks korrespondierende Nut aufweist. Dadurch kann der Spalt zwischen Deckel und Block, der sich bei thermischer Ausdehnung ebenfalls ausdehnt, minimiert werden.

Zweckmäßigerweise weist die Nut des Blocks und/oder des Deckels einen dreieckigen, viereckigen, insbesondere rechteckigen, oder halbelliptischen, insbesondere halbrunden, Querschnitt auf. Auf diese Weise gelingt ein stabiler Sitz der Lichtleitfaser. Der Durchmesser der Nut muss lediglich ausreichend sein, um eine Lichtleitfaser (und optional Klebstoff) aufzunehmen.

Alternativ zur Ausführung mit Block und Deckel kann der Körper, der dann beispielsweise monolithisch ausgebildet ist, als Öffnung (24a) eine Bohrung aufweisen, deren kleinste Öffnungsweite einem größten Querschnitt der Lichtleitfaser entspricht, wobei die Lichtleitfaser mit dem Körper verklebt ist.

Die Erfindung sieht zum Herstellen eines solchen optoelektronischen Detektors vor, dass folgende Schritte durchgeführt werden:

- Bereitstellen eines optoelektronischen Detektors mit einem durch eine Deckscheibe lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich,
- Bereitstellen eines Körpers aus Glas oder Glaskeramik,
- Bohren einer Öffnung in den Block,
- Positionieren eines Endes einer Lichtleitfaser in der Öffnung,
- Befestigen der Lichtleitfaser am Körper, insbesondere durch Aushärten (lassen) eines Klebstoffs,
- Verkitten des Körpers mit der Deckscheibe derart, dass das Ende der Lichtleitfaser der Deckscheibe zugewandt ist,
- Verschieben des Körpers parallel zur Schutzscheibe bis eine optische Achse (des austretenden Lichts) des Endes der Lichtleitfaser den Lichteintrittsbereich durchstößt.

In einer ersten Ausgestaltungsvariante endet die Lichtleitfaser bündig mit dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4). Dadurch kann ohne Zusatzaufwand eine hohe optische Koppeffizienz erreicht werden.

In einer ersten Ausgestaltungsvariante springt die Lichtleitfaser gegenüber dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4) zurück. Dann ist vorzugsweise eine Optik, insbesondere eine diffraktive Optik, beispielsweise gemäß EP1635204A1,

eine Sammeloptik oder eine Kollimationsoptik, zwischen dem Ende der Lichtleitfaser und dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4) angeordnet. Dadurch kann die optische Kuppeffizienz verbessert und auf aufwendiges Nachpolieren der Fasern verzichtet werden.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Körper (insbesondere bestehend aus Block und Deckel) und die Deckscheibe und gegebenenfalls weitere Bauteile, die thermisch leitend mit der Deckscheibe verbunden sind, gegenüber einer Umgebungsatmosphäre durch eine Dichtmasse, insbesondere eine polymere Dichtmasse, (bei Atmosphärendruck) wasserdampfdicht abgeschlossen sind. So kann bei Kühlung des Detektors eine Kondensation auf der Deckscheibe vermieden werden. Insbesondere besetzt die Dichtmasse auch den Spalt zwischen Block und Deckel.

Die Erfindung umfasst auch ein Lichtrastermikroskop, insbesondere ein konfokales Laser-Scanning-Mikroskop, mit einem Mikroskopobjektiv und einem Detektor wie zuvor beschrieben mit mehreren Detektionskanälen, wobei die detektorfernen Enden der Lichtleitfasern, insbesondere als Bündel, zur Aufnahme von Licht aus Richtung des Mikroskopobjektivs in einer Bildebene des Mikroskopobjektivs oder hinter einer in der Bildebene angeordneten Blende angeordnet sind.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nach dem Befestigen der Lichtleitfaser oder des Deckels und vor dem Verkitten das Ende der Lichtleitfaser poliert. Dadurch kann eine hohe optische Kuppeffizienz erreicht werden.

Allgemein ist die Erfindung nicht nur mit einem Mehrkanaldetektor, sondern auch mit einem Einkanaldetektoren, insbesondere mit einem einzelnen Sekundärelektronenvervielfacher, vorteilhaft.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Photoelektronenvervielfacher,

Fig. 2 ein Lichtrastermikroskop mit einem solchen Photoelektronenvervielfacher,

Fig. 3 eine Anordnungsvariante mit zurückspringenden Lichtleitfasern und zusätzlichen Optiken,

Fig. 4 unterschiedliche Formen von Nutquerschnitten,

Fig. 5 eine alternative Ausführungsform mit nutenlosem Deckel und

Fig. 6 eine alternative Ausführungsform mit monolithischem Körper.

In allen Zeichnungen tragen übereinstimmende Teile gleiche Bezugszeichen.

In **Fig. 1** ist beispielhaft ein mehrkanaliger Photoelektronenvervielfacher als optoelektronischer Detektor 1 mit einer Deckscheibe 1a in schematischer Darstellung gezeigt. Der Übersicht halber weist der Detektor 1 nur zehn Kanäle mit einem jeweiligen Lichteintrittsbereich 1b.i ($i=1 \dots 10$) und einer jeweiligen Dynodenkaskade 1.c.i auf. Teilfigur 1A zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Teilfigur 1B, in dem erkennbar ist, dass die Enden 3a von Lichtleitfasern 3 in v-förmigen Nuten 5 eines Blocks 2, der aus Macor-Glaskeramik besteht, angeordnet sind. Ein Deckel 4 aus demselben Material mit korrespondierenden Nuten 5 ist zum Festklemmen der Lichtleitfasern zwischen Deckel 4 und Block 2 bereitgestellt. Die Nuten können beispielsweise durch Fräsen mit üblichen Werkzeugen bereitgestellt werden. Zweckmäßigerweise werden Block 2 und Deckel 4 miteinander verklebt und bilden so einen Körper.

Die anderen Enden 3b der Lichtleitfasern 3 sind in einer dichtesten Packung zu einem Bündel C zusammengefasst, das als Lichteingang des Detektors 1 dient. Die Lichtleitfasern 3 können am Lichtleitfasereingangsbündel C miteinander verschmolzen sein. Hierdurch wird ein höherer Füllfaktor erreicht, d. h., Lücken zwischen den einzelnen Lichtleitfasern 3 am Lichtleitfaserbündeleingang 3b werden minimiert. Das Verschmelzen führt andererseits zu einem gewissen Übersprechen

zwischen benachbarten Lichtleitfasern 3. Möchte man dieses vermeiden, können die Lichtleitfasern 3 miteinander verklebt sein. Auch ist eine quadratische Form der Enden der Lichtleitfasern 3 (zumindest der Faserkerne und/oder des Mantels und/oder der Hülle) möglich (nicht abgebildet).

Der (verbundene und optional polierte) Haltekörper aus Block 2 und Deckel 4 ist mit für die zu detektierende elektromagnetische Strahlung zumindest partiell transmittivem Kitt 22, beispielsweise Epoxidharz, an der Deckscheibe 1a befestigt. Dadurch ist das Ende 3a der Lichtleitfaser 3 der Deckscheibe 1a zugewandt und seine optische Achse durchstößt den Lichteintrittsbereich 1b. Der Kitt weist zweckmäßigerweise einen Brechungsindex auf, der näherungsweise gleich dem Brechungsindex der Deckscheibe ist. Idealerweise liegt sein Brechungsindex zwischen dem der Lichtleitfaser 3 und dem der Deckscheibe 1a.

Der Block 2 samt Deckel 4 und den gehaltenen Enden 3a der Lichtleitfasern 3 ist zusammen mit der Deckscheibe 1a durch feuchtigkeitsdichte Polymermasse 23 verkapselt. Die Polymermasse kann vorteilhafterweise ein Norbornen-Derivat umfassen, das beispielsweise unter der Marke Zeonex kommerziell verfügbar ist. Dieses Material hat den Vorteil einer geringen Feuchtigkeitsabsorption, so dass nahezu keine Luftfeuchte durch Diffusion zur Deckscheibe 1a gelangen kann.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Lichtrastermikroskop 20 in Form eines konfokalen Laser-Scanning-Mikroskops (nachfolgend als LSM abgekürzt), das zum Mikroskopieren einer Probe P ausgebildet ist. Das LSM 20 wird von einem Steuergerät 19 gesteuert und umfaßt einen Beleuchtungsstrahlengang B sowie einen Abbildungsstrahlengang D. Der Beleuchtungsstrahlengang B beleuchtet ein Fokusvolumen in der Probe P, und der Abbildungsstrahlengang D bildet dieses Fokusvolumen beugungsbegrenzt in die Bildebene 18 zur Detektion ab. Der Beleuchtungsstrahlengang B und Abbildungsstrahlengang D teilen sich eine Vielzahl von Elementen. Dies ist aber ebensowenig zwingend wie eine scannende Beleuchtung der Probe P. Diese könnte stattdessen auch weitfeldbeleuchtet werden.

Die Beleuchtung der Probe P erfolgt im LSM 20 mittels eines bereitgestellten Lasers 6, der über eine Linse 7 auf einen Spiegel 8 eingekoppelt wird. Der Spiegel 8

sorgt dafür, daß der Laserstrahl unter einem Reflexionswinkel auf einen Emissionsfilter 9 fällt. Zur übersichtlicheren Darstellung ist für den Laserstrahl lediglich dessen Hauptachse (die optische Achse des Beleuchtungsstrahlengangs B) eingezeichnet.

Nach Reflexion am Emissionsfilter 9 wird der Laserstrahl von einer verstellbaren Ablenkeinheit 10, beispielsweise ein MEMS-basierter Spiegel, beispielsweise zweiachsig abgelenkt und mittels Linsen 11 und 12 durch ein Mikroskopobjektiv 13 in ein Fokusvolumen 14 in der Probe P fokussiert. Das Fokusvolumen 14 ist dabei in der Darstellung der Fig. 2 punktförmig, es ist jedoch auch ein linienförmiges Fokusvolumen (oder andere geometrische Formen, z. B. elliptisch) möglich. Im Spot 14 angeregte Fluoreszenzstrahlung wird über das Objektiv 13, die Linsen 11 und 12 wieder zum Scanner 10 gelenkt, hinter dem in Abbildungsrichtung (unabhängig von der Scannerstellung) wiederum ein entlang der optischen Achse verlaufender Lichtstrahl vorliegt. Dieser fällt durch die Emissionsfilter 9 und 15, welche die Funktion haben, die Fluoreszenzstrahlung aus dem Fokusvolumen 14 hinsichtlich ihrer Wellenlänge zu selektieren und insbesondere von der Beleuchtungsstrahlung des Lasers 6, die beispielsweise als Anregungsstrahlung dienen kann, zu trennen. Eine Linse 16 sorgt dafür, daß insgesamt der Spot 14 in ein beugungsbegrenztes Bild 17 abgebildet wird, welches in einer Detektionsebene 18 liegt. Die Detektionsebene 18 ist eine konjugierte Ebene zur Ebene, in welcher der Spot 14 in der Probe P liegt. Alternativ kann in einer vorgeschalteten konjugierten Ebene ein Pinhole angeordnet sein. Das Bild 17 des Spots 14 wird in der Detektionsebene 18 von einer Detektoreinrichtung 1 aufgenommen. Wesentlich ist hier, daß die Detektoreinrichtung 1 das beugungsbegrenzte Bild 17 des Spots 14 in der Detektionsebene 18 räumlich auflöst, wodurch Details der Punktbildfunktion 18a des Mikroskops 20, insbesondere räumliche Modulationen der PSF, erfasst werden können.

Das Steuergerät 19 steuert alle Komponenten des LSM 20, insbesondere die Ablenkeinheit 10 und die Detektoreinrichtung 1. Das Steuergerät 19 nimmt für verschiedene Ablenkstellungen des Scanners 10 die Daten jedes einzelnen PSF-Bildes 17 auf, analysiert dessen Beugungsstruktur und erzeugt gemäß

DE 10 2012 204 128 ein hochaufgelöstes Gesamtbild des abgetasteten Bereichs der Probe P.

In **Fig. 3** ist ein Ausschnitt einer alternativen Ausführungsform eines Detektors 1 in schematischer Darstellung gezeigt. Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 springen die Lichtleitfasern 3 gegenüber den Rändern von Block 2 und Deckel 4 zurück. Außerdem ist auf den Enden der zwischen Block 2 und Deckel 4 gehaltenen Lichtleitfasern 3 beispielhaft jeweils eine diffraktive Optik 21 gemäß EP 1635204 A1 aufgebracht, welche eine effizientere Einkopplung des aus den Fasern austretenden Lichts in das betreffende Detektorelement ermöglichen.

Fig. 4 zeigt schließlich unterschiedliche Querschnittsformen von Nuten 5 des Blocks 2: a) v-förmig, b) rechteckig, c) halbrund. Die Nuten 5 des Deckels 4 können eine vom Block 2 abweichende oder identische Querschnittsform aufweisen. Es ist auch möglich, dass benachbarte Nuten 5 des Blocks 2 (und/oder des Deckels 4) unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen.

In **Fig. 5** ist ein alternativer Deckel 4 ohne Nuten dargestellt, der mit allen Nutenformen des Blocks 2 verwendbar ist.

Fig. 6 zeigt schematisch eine Ausführungsform, in der ein monolithischer Körper 2X in einem Randabschnitt Bohrungen, deren Querschnitt dem Querschnitt der Faserenden 3a, beispielsweise 125 µm, entspricht, als Öffnungen 24a aufweist. Dieser Randabschnitt ist zum Verkitten mit der Deckscheibe 1a des Detektors vorgesehen. In einem weiteren Abschnitt sind Bohrungen 24b zweiter Art angebracht, die einen größeren Querschnitt aufweisen und zur Führung der Lichtleitfasern 3 dienen. Die Lichtleitfasern 3 sind mit dem Körper 2X verklebt.

Bezugszeichenliste

- 1 Optoelektronischer Detektor
 - 1a Deckscheibe
 - 1b Lichteintrittsbereich
 - 1c Dynodenkaskade
- 2 Block (2X: Körper)
- 3 Lichtleitfaser (3a, 3b: Enden)
- 4 Deckel
- 5 Nut
- 6 Laser
- 7 Linse
- 8 Spiegel
- 9 Emissionsfilter
- 10 Ablenkeinheit
- 11 Linse
- 12 Linse
- 13 Mikroskopobjektiv
- 14 Fokusvolumen
- 15 Emissionsfilter
- 16 Linse
- 17 Bild
- 18 Detektionsebene (18a: Punktbildfunktion)
- 19 Steuereinheit
- 20 Lichtrastermikroskop
- 21 Diffraktive Optik
- 22 Kitt
- 23 Polymermasse
- 24a Öffnung
- 24b Bohrung
- P Probe
- B Beleuchtungsstrahlengang
- D Abbildungsstrahlengang
- C Bündel

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Detektor (1), insbesondere Photoelektronenvervielfacher, mit einem von einer Deckscheibe (1a), insbesondere aus Glas, lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich (1b), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Körper (2X) aus Glas oder Glaskeramik mit einer Öffnung (24a), in der ein Ende (3a) einer Lichtleitfaser (3) angeordnet ist, so mit der Deckscheibe (1a) verkittet ist, dass das Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) der Deckscheibe (1a) zugewandt ist und seine optische Achse den Lichteintrittsbereich (1b) durchstößt.
2. Detektor nach Anspruch 1, wobei der Detektor mehrere Detektionskanäle, insbesondere 32, mit einem jeweiligen Lichteintrittsbereich (1b.i) aufweist und in dem Körper (2X) mehrere, insbesondere eine identische Anzahl, Öffnungen (24a) aufweist, wobei in jeder dieser Öffnungen (24a) ein Ende einer jeweiligen Lichtleitfaser (3) so angeordnet ist, dass es der Deckscheibe (1a) zugewandt ist und seine optische Achse einen dem betreffenden Detektionskanal zugeordneten Lichteintrittsbereich (1b.i) durchstößt.
3. Detektor nach Anspruch 2, wobei die Lichtleitfasern (3) an ihren anderen Enden (3b) zu einem Bündel (C) zusammengefasst sind, insbesondere in dichtester Packung, insbesondere mit insgesamt hexagonalem Querschnitt.
4. Detektor nach Anspruch 3, wobei die mehreren Lichteintrittsbereiche (1b.i) linear nebeneinander angeordnet sind und die entsprechende Abfolge der Lichtleitfasern (3) in dem Bündel (C) in Spiralf orm angeordnet ist.
5. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Glas Borosilikatglas umfasst oder die Glaskeramik Borosilikatglas, insbesondere eine Borosilikatglas-Matrix, umfasst, in dem Glimmer, insbesondere Fluorophlogopitglimmer, angeordnet ist.
6. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Körper einen Block (2) mit einer Nut (2a), in der das Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) angeordnet ist, und einen Deckel (4) aus dem Material des Blocks umfasst, wobei die Nut (5) im

Bereich des Endes (3a) der Lichtleitfaser (3) zumindest abschnittsweise durch den Deckel (4) verschlossen ist und die Öffnung (24a) bildet.

7. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) in die Nut (5) eingeklebt ist.
8. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Deckel (4) mit dem Block (2), insbesondere auch mit der Lichtleitfaser (3), verklebt ist.
9. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Deckel (4) eine mit der Nut des Blocks (2) korrespondierende Nut (5) aufweist.
10. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nut des Blocks und/oder des Deckels einen dreieckigen, viereckigen, insbesondere rechteckigen, oder halbelliptischen, insbesondere halbrunden, Querschnitt aufweist.
11. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Körper als Öffnung (24a) eine Bohrung aufweist, deren kleinste Öffnungsweite einem größten Querschnitt der Lichtleitfaser entspricht, wobei die Lichtleitfaser mit dem Körper verklebt ist.
12. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Lichtleitfaser (3) bündig mit dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4), endet.
13. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Lichtleitfaser (3) gegenüber dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4), zurückspringt, insbesondere mit einer Optik, insbesondere einer diffraktiven Optik, einer Sammelohtik oder einer Kollimationsoptik, zwischen dem Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) und dem Rand des Körpers (2X), insbesondere des Deckels (4).
14. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Körper (2X) gegenüber einer Umgebungsatmosphäre durch eine Dichtmasse (23), insbesondere eine polymere Dichtmasse, wasserdampfdicht abgeschlossen sind.

15. Lichtstrahtermikroskop (20), insbesondere konfokales Laser-Scanning-Mikroskop, mit einem Mikroskopobjektiv und einem Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mehreren Detektionskanälen, wobei die detektorfernen Enden der Lichtleitfasern, insbesondere als Bündel (C), zur Aufnahme von Licht aus Richtung des Mikroskopobjektivs in einer Bildebene des Mikroskopobjektivs oder hinter einer in der Bildebene angeordneten Blende angeordnet sind.
16. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Detektors (1), wobei folgende Schritte durchgeführt werden:
- Bereitstellen eines optoelektronischen Detektors (1) mit einem durch eine Deckscheibe (1a) lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich (1b),
 - Bereitstellen eines Blocks (2) aus Glas oder Glaskeramik mit einer Nut (5),
 - Positionieren eines Endes (3a) einer Lichtleitfaser (3) in der Nut (5),
 - Auflegen eines Deckels (2) aus dem Material des Blocks auf den Block (2) zum zumindest abschnittsweisen Verschließen der Nut (5) im Bereich des Endes (3a) der Lichtleitfaser (3),
 - Befestigen des Deckels (4) am Block (2), insbesondere durch Aushärten (lassen) eines Klebstoffs,
 - Verkitten des Blocks (2) mit der Deckscheibe (1a) derart, dass das Ende (3a) der Lichtleitfaser (3) der Deckscheibe (1a) zugewandt ist,
 - Verschieben des Blocks (2) parallel zur Schutzscheibe (1a) bis eine optische Achse des Endes (3a) der Lichtleitfaser (3) den Lichteintrittsbereich (1b) durchstößt.
17. Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Detektors (1), wobei folgende Schritte durchgeführt werden:
- Bereitstellen eines optoelektronischen Detektors (1) mit einem durch eine Deckscheibe (1a) lichtdurchlässig verschlossenen Lichteintrittsbereich (1b),
 - Bereitstellen eines Körpers (2X) aus Glas oder Glaskeramik,
 - Bohren einer Öffnung (24a) in den Block,
 - Positionieren eines Endes (3a) einer Lichtleitfaser (3) in der Öffnung (24a),
 - Befestigen der Lichtleitfaser (3) am Körper (2X), insbesondere durch Aushärten (lassen) eines Klebstoffs,
 - Verkitten des Körpers (2X) mit der Deckscheibe (1a) derart, dass das Ende (3a)

der Lichtleitfaser (3) der Deckscheibe (1a) zugewandt ist,

- Verschieben des Körpers (2X) parallel zur Schutzscheibe (1a) bis eine optische Achse des Endes (3a) der Lichtleitfaser (3) den Lichteintrittsbereich (1b) durchstößt.

18. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei während des Verschiebens ein von der Deckscheibe abgewandtes Ende der Lichtleitfaser beleuchtet und mittels des Detektors aus der Lichtleitfaser austretendes Licht detektiert wird, wobei der Block verschoben wird, bis eine vorgegebene Mindestintensität oder Intensitätsmaximum detektiert wird.
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, wobei nach dem Befestigen der Lichtleitfaser oder des Deckels und vor dem Verkitten das Ende der Lichtleitfaser poliert wird.
20. Anspruchsgegenstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Glas oder die Glaskeramik spanend bearbeitbar ist.

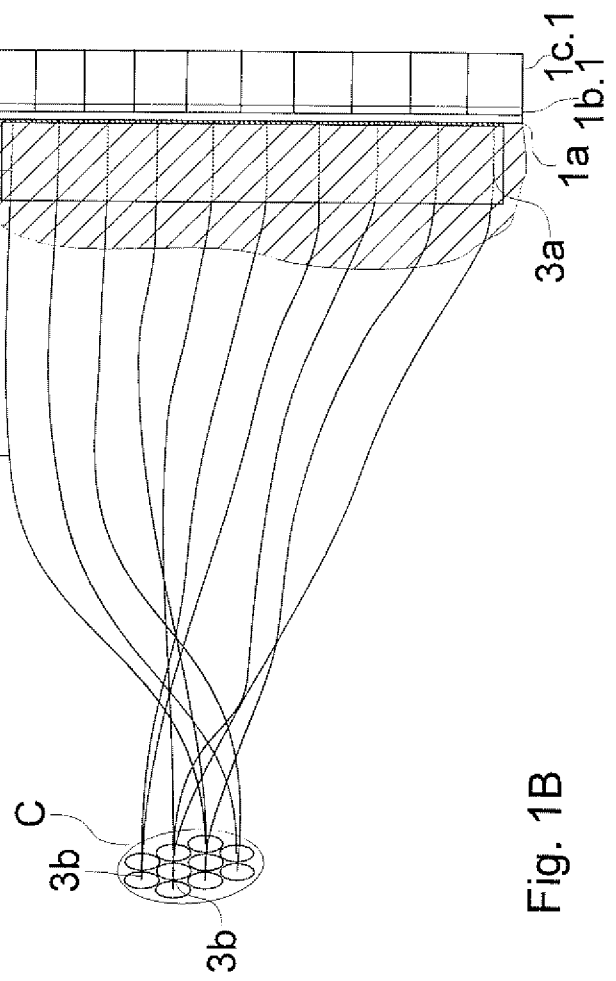
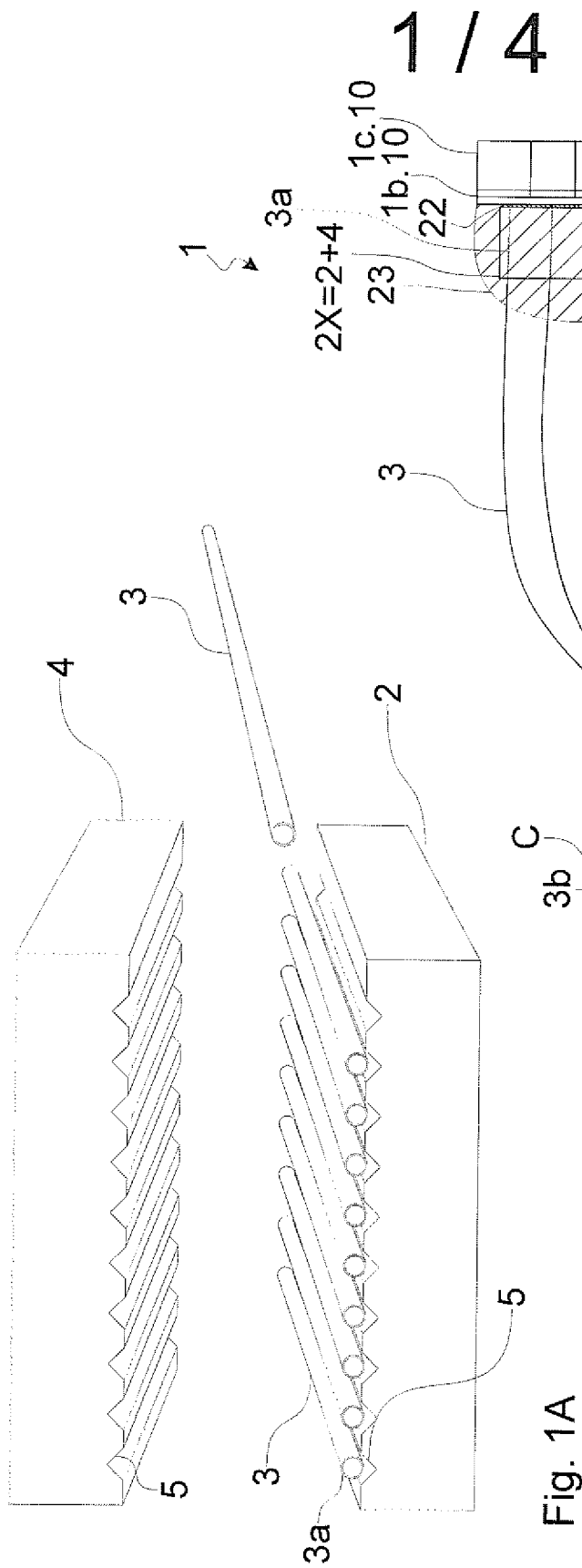


Fig. 1B

2 / 4

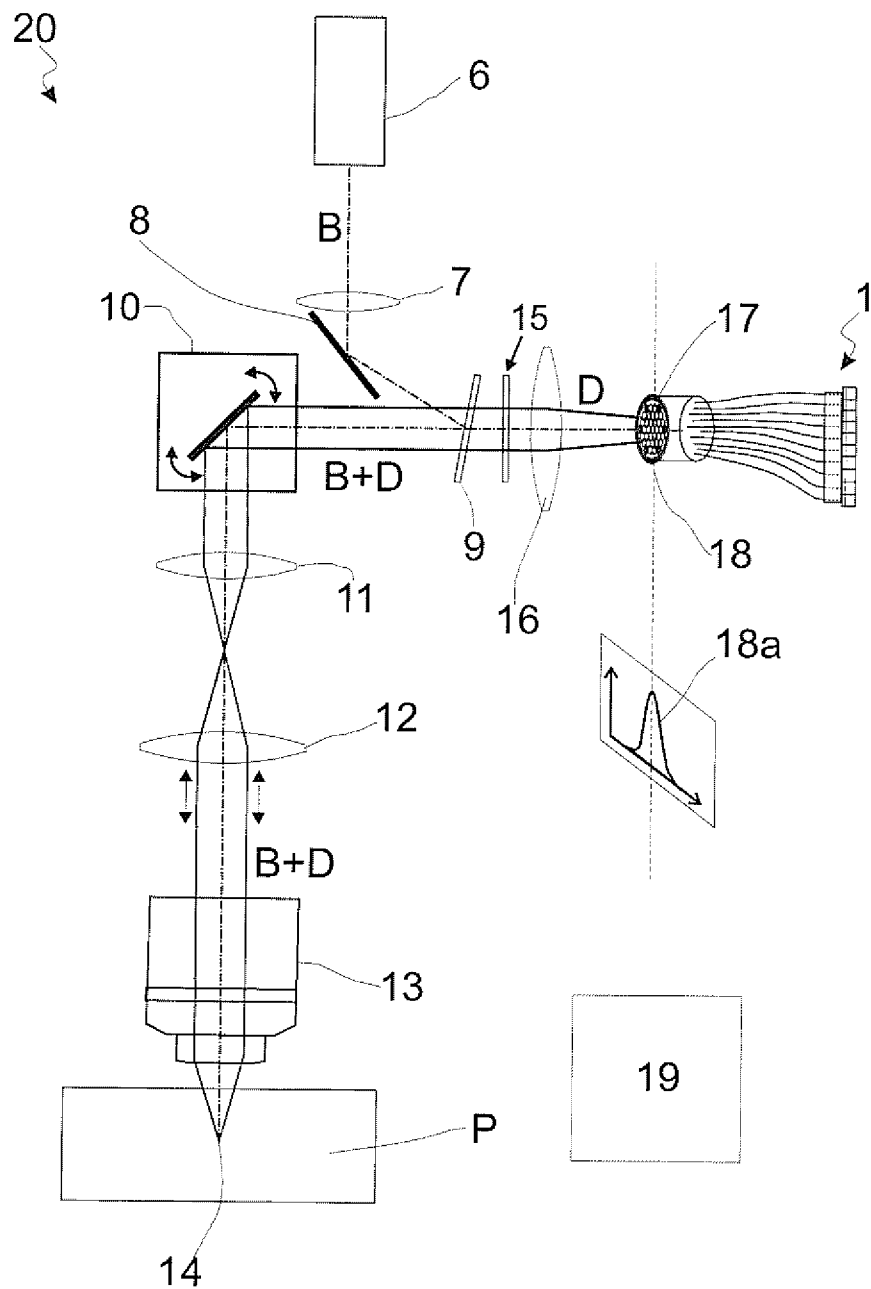


Fig. 2

3 / 4

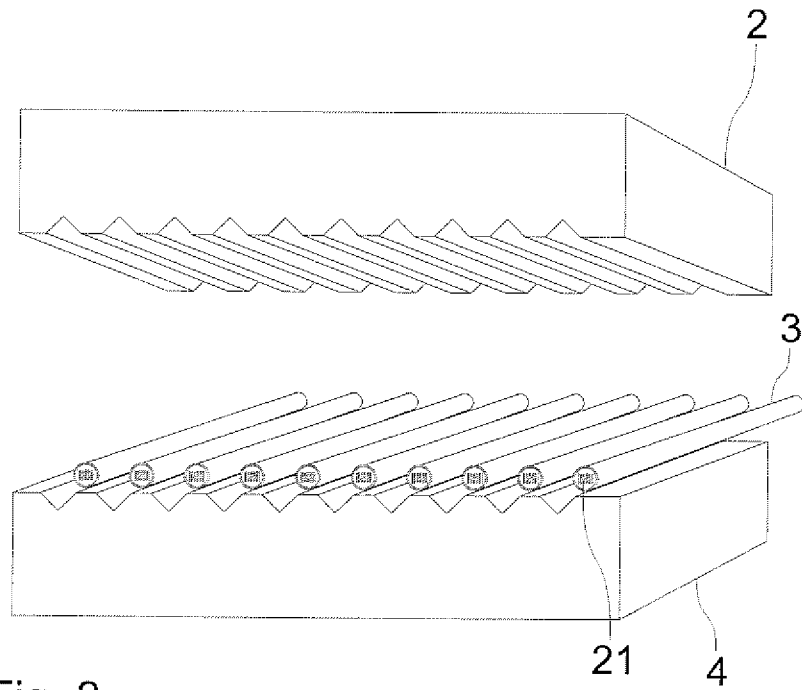


Fig. 3

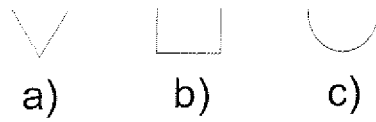


Fig. 4

4 / 4

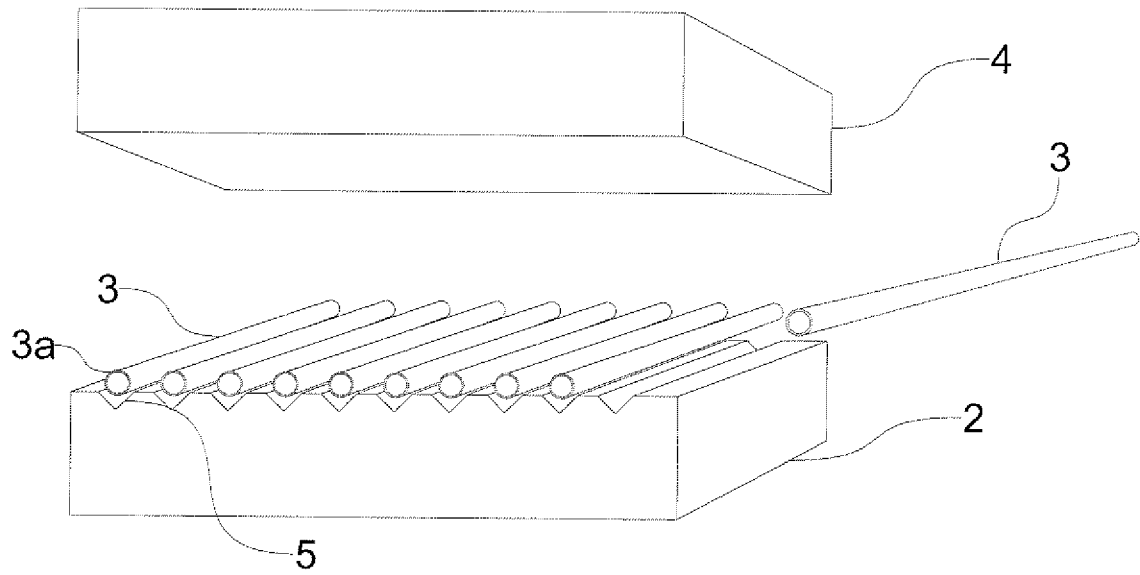


Fig. 5

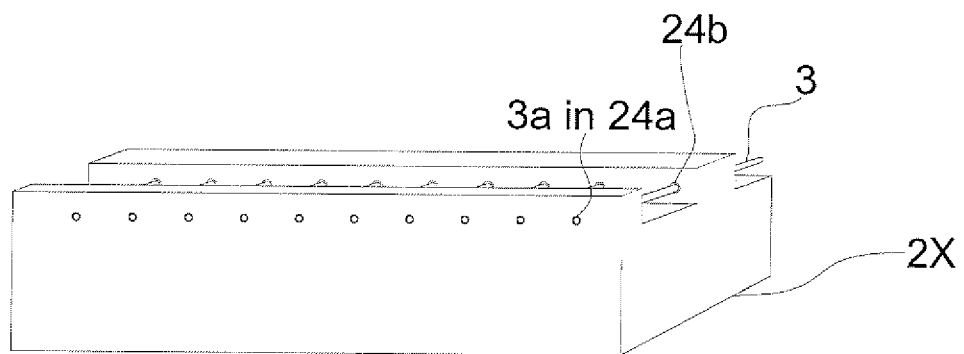


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/065499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02B6/42 G02B21/00
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

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

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7 031 578 B2 (MARION FRANCOIS [FR] ET AL) 18 April 2006 (2006-04-18) figures 1-4 column 1, line 20 - column 6, line 54 -----	1-5, 11-15, 17-20
X	JP S57 108719 A (FUJITSU LTD) 6 July 1982 (1982-07-06) abstract; figures -----	1-10,16
A	WO 2004/017114 A1 (OZ OPTICS LTD [CA]; SEZERMAN OMUR M [CA]; AGHDAM NASSER Y [CA]; NGUYEN) 26 February 2004 (2004-02-26) abstract; figures ----- -/-	1-10,12, 16,19,20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 2014

Date of mailing of the international search report

05/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Windecker, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/065499

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202 975 400 U (BEIJING RIPENESS BEIGUANG ELECTRONICS CO LTD) 5 June 2013 (2013-06-05) figures -----	1
A	US 2007/071390 A1 (TOBIASON JOSEPH D [US] ET AL TOBIASON JOSEPH DANIEL [US] ET AL) 29 March 2007 (2007-03-29) abstract; figures -----	1-20
A	US 2013/135715 A1 (CHEN LIANG-CHIA [TW] ET AL) 30 May 2013 (2013-05-30) figures -----	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/065499

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7031578	B2	18-04-2006	DE 60108266 D1 10-02-2005
			DE 60108266 T2 16-03-2006
			EP 1332393 A1 06-08-2003
			FR 2815140 A1 12-04-2002
			JP 4128868 B2 30-07-2008
			JP 2004519705 A 02-07-2004
			US 2004037507 A1 26-02-2004
			WO 0231565 A1 18-04-2002
JP S57108719	A	06-07-1982	JP S639611 B2 01-03-1988
			JP S57108719 A 06-07-1982
WO 2004017114	A1	26-02-2004	AU 2002322906 A1 03-03-2004
			CA 2495223 A1 26-02-2004
			US 2005213922 A1 29-09-2005
			WO 2004017114 A1 26-02-2004
CN 202975400	U	05-06-2013	NONE
US 2007071390	A1	29-03-2007	NONE
US 2013135715	A1	30-05-2013	TW 201321714 A 01-06-2013
			US 2013135715 A1 30-05-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065499

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02B6/42 G02B21/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 7 031 578 B2 (MARION FRANCOIS [FR] ET AL) 18. April 2006 (2006-04-18) Abbildungen 1-4 Spalte 1, Zeile 20 - Spalte 6, Zeile 54 -----	1-5, 11-15, 17-20
X	JP S57 108719 A (FUJITSU LTD) 6. Juli 1982 (1982-07-06) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-10,16
A	WO 2004/017114 A1 (OZ OPTICS LTD [CA]; SEZERMAN OMUR M [CA]; AGHDAM NASSER Y [CA]; NGUYEN) 26. Februar 2004 (2004-02-26) Zusammenfassung; Abbildungen ----- -/-	1-10,12, 16,19,20

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Oktober 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/11/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Windecker, Robert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CN 202 975 400 U (BEIJING RIPENESS BEIGUANG ELECTRONICS CO LTD) 5. Juni 2013 (2013-06-05) Abbildungen -----	1
A	US 2007/071390 A1 (TOBIASON JOSEPH D [US] ET AL TOBIASON JOSEPH DANIEL [US] ET AL) 29. März 2007 (2007-03-29) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-20
A	US 2013/135715 A1 (CHEN LIANG-CHIA [TW] ET AL) 30. Mai 2013 (2013-05-30) Abbildungen -----	15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065499

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 7031578	B2	18-04-2006	DE 60108266 D1 10-02-2005
			DE 60108266 T2 16-03-2006
			EP 1332393 A1 06-08-2003
			FR 2815140 A1 12-04-2002
			JP 4128868 B2 30-07-2008
			JP 2004519705 A 02-07-2004
			US 2004037507 A1 26-02-2004
			WO 0231565 A1 18-04-2002
JP S57108719	A	06-07-1982	JP S639611 B2 01-03-1988
			JP S57108719 A 06-07-1982
WO 2004017114	A1	26-02-2004	AU 2002322906 A1 03-03-2004
			CA 2495223 A1 26-02-2004
			US 2005213922 A1 29-09-2005
			WO 2004017114 A1 26-02-2004
CN 202975400	U	05-06-2013	KEINE
US 2007071390	A1	29-03-2007	KEINE
US 2013135715	A1	30-05-2013	TW 201321714 A 01-06-2013
			US 2013135715 A1 30-05-2013