

(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
7. Februar 2013 (07.02.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/017457 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01J 3/18 (2006.01) *G01J 3/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/064409
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juli 2012 (23.07.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 080 276.2
2. August 2011 (02.08.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS MICROSCOPY GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DOBSCHAL, Hans-Jürgen** [DE/DE]; Am Kötschauer Weg 26 A, 99510 Kleinromstedt (DE). **MÜLLER, Jochen** [DE/DE]; Musäusring 6, 07747 Jena (DE).
- (74) Anwalt: **GRIMM, C.**; Patentanwälte Geyer, Fehners & Partner, Perhamerstraße 31, 80687 München (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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SPECTROMETER

(54) Bezeichnung : SPEKTROMETER

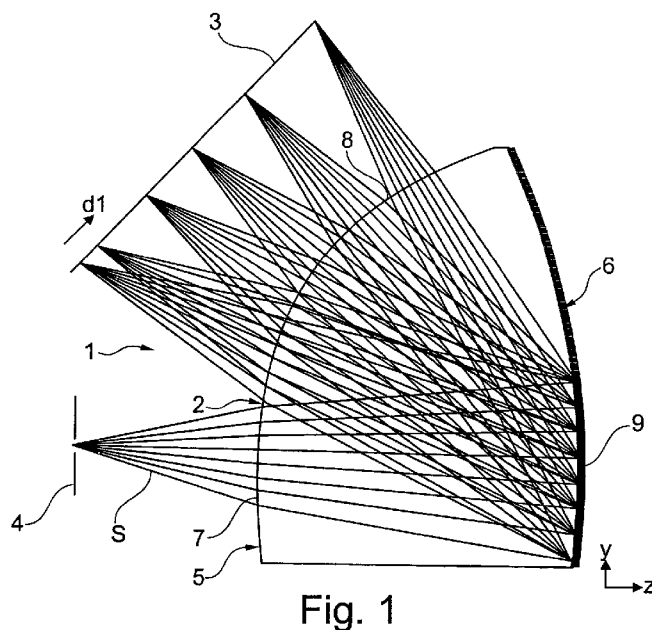


Fig. 1

(57) Abstract: A spectrometer is provided, comprising a detector (3) and a transparent body (2), which has an entry area (7) and an exit area (8) on a front side (5) of the body (2) and a reflection grating (9) on a rear side (6) of the body (2), wherein a beam (S) entering the body (2) via the entry area (7) is reflected at the reflection grating (9) to the exit area (8) and is thereby spectrally split and passes through the exit area (9) and impinges on the detector (3), and wherein the rear side (6) is curved, at least in the region of the reflection grating (9), so as to bring about a focusing of the beam (S) in the horizontal and vertical planes when it is reflected at the reflection grating (9).

(57) Zusammenfassung: Es wird bereitgestellt ein Spektrometer mit einem Detektor (3) und einem transparenten Körper (2), der eine Eintrittsfläche (7) und eine Austrittsfläche (8) auf einer Vorderseite (5) des Körpers (2) und ein Reflexionsgitter (9) auf einer Rückseite (6) des Körpers (2) aufweist, wobei ein über die Eintrittsfläche (7) in den Körper (2) eintretendes Strahlenbündel (S) an dem Reflexionsgitter (9) zur Austrittsfläche (8) hin reflektiert und dabei spektral aufgespalten wird und durch die Austrittsfläche (9) tritt und auf den Detektor (3) trifft, und wobei die Rückseite (6) zumindest im Bereich des Reflexionsgitters (9) so

gekrümmt ist, daß bei Reflexion am Reflexionsgitter (9) eine Fokussierung des Strahlenbündels (S) in horizontaler und vertikaler Ebene bewirkt wird.



Veröffentlicht:

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

Spektrometer

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Spektrometer, insbesondere ein kompaktes Spektrometer. Solche Spektrometer werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, von der Routineanalytik im Labor über die Prozeßmeßtechnik bis zur Qualitätssicherung in der
5 Fertigung. Viele dieser Spektrometer haben jedoch den Nachteil, daß sie aus einer Vielzahl von Optik- und Mechanikkomponenten bestehen, die einen hohen Montage- und Justieraufwand benötigen, so daß eine kostengünstige Fertigung oft nicht möglich ist.

10 Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, ein Spektrometer bereitzustellen, das kompakt ist, einen geringen Justier- und Montageaufwand erfordert und gute optische Leistungsparameter aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Spektrometer mit einem Detektor und einem transparenten
15 Körper, der eine Eintrittsfläche und eine Austrittsfläche auf einer Vorderseite des Körpers und ein Reflexionsgitter auf einer Rückseite des Körpers aufweist, wobei ein über die Eintrittsfläche in den Körper eintretendes Strahlenbündel an dem Reflexionsgitter zur Austrittsfläche hin reflektiert und dabei spektral aufgespalten wird und durch die Austrittsfläche tritt und auf den Detektor trifft, und wobei die Rückseite zumindest im Bereich des Reflexionsgitters so
20 gekrümmt ist, daß bei Reflexion am Reflexionsgitter eine Fokussierung des Strahlenbündels in horizontaler und vertikaler Ebene bewirkt wird.

Da das Reflexionsgitter sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Ebene fokussiert und somit abbildende Eigenschaften aufweist, kann die Anzahl der Optikkomponenten verringert werden.
25 Ferner ist das Spektrometer äußerst kompakt, da alle optisch wirkenden Flächen auf dem transparenten Körper bzw. seiner Vorder- und Rückseite ausgebildet sind. Damit wird der Justier- und Montageaufwand äußerst gering gehalten und ist der Streulichtanteil relativ gering.

Der transparente Körper ist insbesondere als monolithischer Körper ausgebildet und kann z.B.
30 durch einen einfachen Abformprozeß, wie beispielsweise Spritzgießen oder Spritzprägen

kostengünstig (insbesondere im Vergleich zu diskret aufgebauten Spektrometern) hergestellt werden.

Das erfindungsgemäße Spektrometer weist eine hohe Auflösung bei gleichzeitig hoher
5 Eintrittsapertur auf.

Die horizontale Ebene ist bevorzugt die Ebene, in der das Reflexionsgitter die spektrale Aufspaltung bewirkt.

10 Bei dem erfindungsgemäßen Spektrometer kann die Austrittsfläche das Strahlenbündel bei Durchtritt in der horizontalen und der vertikalen Ebene fokussieren. Dadurch kann die Austrittsfläche auch insbesondere als Korrekturfläche eingesetzt werden, mit der Abbildungsfehler des Spektrometers, die insbesondere durch das Reflexionsgitter bedingt sind, kompensiert werden können. So kann die Austrittsfläche beispielsweise Astigmatismus
15 und/oder spektrale Bildfeldkrümmung reduzieren. Dies kann sie in vorteilhafter Weise bildfeldnah bewirken.

Die Austrittsfläche kann insbesondere als Freiformfläche ausgebildet sein. Unter einer Freiformfläche wird hier eine gekrümmte Fläche verstanden, die weder eine Sphäre noch eine
20 rotationssymmetrische Asphäre ist.

Die Eintrittsfläche kann von der Austrittsfläche beabstandet sein oder diese zumindest teilweise durchdringen. Insbesondere ist es möglich, daß die Eintritts- und Austrittsfläche Teil der selben Fläche, z.B. der selben Freiformfläche sind. Natürlich kann alternativ (insbesondere wenn die
25 Eintritts- und Austrittsflächen voneinander beabstandet sind) die Eintrittsfläche eine von der Austrittsfläche unabhängige Flächenform aufweisen und separat optimiert sein, um möglichst gute optische Leistungsparameter des Spektrometers zu gewährleisten. Insbesondere kann die Eintrittsfläche als plane Fläche ausgebildet sein.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Spektrometer ist der Strahlengang des Strahlenbündels von der Eintrittsfläche über das Reflexionsgitter bis zur Austrittsfläche genau einmal gefaltet. Diese Faltung wird durch Reflexion am Reflexionsgitter realisiert.

Die Rückseite des transparenten Körpers ist zumindest im Bereich des Reflexionsgitters als
35 Sphäre, als rotationssymmetrische Asphäre oder als Freiformfläche ausgebildet. Wenn die Ausbildung als Freiformfläche vorliegt, sind weitere Freiheitsgrade für die Optimierung der optischen Leistungsparameter des Spektrometers vorhanden.

Das Reflexionsgitter ist insbesondere als geblaztes Beugungsgitter ausgebildet. Da das Gitter als Rückseitengitter verwendet wird, tritt eine Verschiebung des Blaze-Maximums um etwa den Faktor n (n = Brechzahl des transparenten Mediums und kann z.B. 1,5 betragen) zu höheren Wellenlängen auf, was in vielen Fällen der praktischen Anwendung entgegenkommt.

5

Der transparente Körper mit der gekrümmten Vorder- und Rückseite und der geblazten Struktur des Reflexionsgitters kann relativ einfach durch einen Abformprozeß, wie z.B. Spritzgießen bzw. Spritzprägen, hergestellt werden. Dieser Herstellungsprozeß erlaubt es z.B. auf preiswerte Weise die Vorderseite z.B. mit der Freiformfläche für die Austrittsfläche, die Rückseite z.B. mit der sphärischen Fläche oder der Freiformfläche im Bereich des Reflexionsgitters als auch die Gitterstrukturen des Reflexionsgitters in einem einzigen Arbeitsschritt herzustellen.

10

Das Reflexionsgitter kann beispielsweise als holographisches Gitter ausgebildet sein, das mittels eines holographischen Stehwellenverfahrens erzeugbar ist. Dabei kann z.B. eine deformierte Wellenfront verwendet werden, womit ein weiterer Korrektionsfreiheitsgrad zur Verbesserung der Abbildung vorliegt.

15

Das erfindungsgemäße Spektrometer kann als Mehrkanal-Spektrometer ausgebildet sein, wobei die Kanäle in vertikaler Richtung übereinanderliegen. In diesem Fall ist der Detektor bevorzugt als Flächendetektor ausgebildet, so daß er gleichzeitig alle Kanäle spektral aufgelöst aufnehmen kann.

20

Das erfindungsgemäße Spektrometer ist insbesondere für Wellenlängen aus dem sichtbaren Wellenlängenbereich, also für elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 380-780 nm, ausgelegt. Insbesondere kann das erfindungsgemäße Spektrometer zusätzlich oder alternativ für den UV-Bereich und/oder den IR-Bereich ausgelegt sein.

25

Das Spektrometer kann ein Gehäuse aufweisen, in dem der Detektor und der transparente Körper angeordnet sind. Der Eintrittsspalt kann an einer Wandung des Gehäuses ausgebildet sein.

30

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

35

Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Spektrometers;

5 Fig. 2 eine schematische Darstellung des Eintrittsspalt des Spektrometers im Falle einer Ausbildung als Mehrkanal-Spektrometer, und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Detektors im Falle der Ausbildung als Mehrkanal-Spektrometer.

10

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform umfaßt das erfindungsgemäße Spektrometer 1 einen monolithischen transparenten Körper 2, einen Detektor 3 sowie einen Eintrittsspalt 4.

15

Der Körper 2 weist eine Vorderseite 5 und eine Rückseite 6 auf, wobei auf der Vorderseite 5 eine Eintrittsfläche 7 und eine Austrittsfläche 8 ausgebildet sind und auf der Rückseite 6 ein Reflexionsgitter 9 ausgebildet ist.

20

Die Rückseite 6 ist sphärisch gekrümmt ausgebildet und die Gitterlinien des Reflexionsgitters 9 erstrecken sich senkrecht zur Zeichenebene von Fig. 1, wobei das Reflexionsgitter als geblaztes Beugungsgitter ausgebildet ist (das Profil der Gitterlinien in einer Schnittebene parallel zur Zeichenebene von Fig. 1 ist somit sägezahnförmig).

25

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, tritt ein vom Eintrittsspalt 4 kommendes Strahlenbündel S über die Eintrittsfläche 7 in den transparenten Körper 2 ein und läuft bis zum Reflexionsgitter 9. Am Reflexionsgitter 9 findet eine Reflexion des Strahlenbündels S zur Austrittsfläche 8 hin statt, wobei das reflektierte Strahlenbündel S über die Austrittsfläche 8 aus dem Körper 2 austritt und auf den Detektor 3, der hier beispielsweise eine CCD-Zeile sein kann, trifft. Bei der Reflexion am Reflexionsgitter 9 findet einerseits eine spektrale Aufspaltung des reflektierten Strahlenbündels S (hier in der horizontalen Ebene, die der Zeichenebene entspricht) statt. Andererseits wird das Strahlenbündel S bei der Reflexion sowohl in der horizontalen Ebene als auch in der vertikalen Ebene (hier die Ebene senkrecht zur Zeichenebene) und somit in der Ebene der spektralen Aufspaltung als auch in der dazu senkrechten Ebene fokussiert, da die Rückseite 6 sphärisch gekrümmt ist. Das Reflexionsgitter 9 ist somit als abbildendes Gitter ausgebildet.

35

Auch die Austrittsfläche 8 bewirkt eine Fokussierung in der horizontalen und in der vertikalen Ebene. Ferner dient die Austrittsfläche 8 dazu, den insbesondere durch die Reflexion am Reflexionsgitter 9 auftretenden Astigmatismus zu kompensieren bzw. korrigieren. Ferner dient

die Austrittsfläche 8 zur Reduzierung der spektralen Bildfeldkrümmung, da der Detektor 3 in der Regel keine Krümmung aufweist, sondern plan ausgebildet ist. Diese beiden Korrekturen können vorteilhaft bildfeldnah mittels der Austrittsfläche 8 durchgeführt werden.

- 5 Damit die Austrittsfläche 8 diese optische Wirkung bereitstellt, ist sie als Freiformfläche ausgebildet, wobei hierunter insbesondere eine gekrümmte Fläche verstanden wird, die weder Sphäre noch eine rotationssymmetrische Asphäre ist. Die Freiformfläche kann mit der nachfolgenden Formel beschrieben werden:

$$10 \quad z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \cdot c^2 r^2}} + \sum_{j=2}^{66} C_j x^m y^n$$

mit $j = [(m+n)^2 + m + 3n]/2 + 1$ und $r = \sqrt{x^2 + y^2}$,

- 15 wobei in der nachfolgenden Tabelle für jeden Parameter C_j angegeben ist, welchen Wert er aufweist und welchem xy-Polynom er zugeordnet ist. So beträgt der Wert für den Parameter C_{13} $-1,1589 \cdot 10^{-4}$ für $x^2 y^2$. Alle nicht in der Tabelle angegebenen Parameter C_j betragen Null.

C_4	x^2	4.3327E
C_6	y^2	-8.3984E-02
C_8	$x^2 y$	5.7990E-03
C_{10}	y^3	8.2859E-03
C_{11}	x^4	3.4591E-04
C_{13}	$x^2 y^2$	-1.1589E-04
C_{15}	y^4	-2.5834E-04

C_{17}	$x^4 y$	-6.7901E-05
C_{19}	$x^2 y^3$	-3.5178E-06
C_{21}	y^5	2.2088E-06
C_{22}	x^6	-2.2644E-06
C_{24}	$x^4 y^2$	3.0392E-06
C_{26}	$x^2 y^4$	-2.5396E-07

- 20 Unter der Annahme, daß der Koordinatenursprung im Scheitel der sphärischen Rückseite 6 liegt, liegt die Freiformfläche 5 bezüglich dem Reflexionsgitter 9 in x-Richtung um 0,000 mm, in y-Richtung um 0,000 mm und in z-Richtung um -28,242 mm versetzt, wobei sich die y-Achse senkrecht aus der Zeichenebene gemäß Fig. 1 heraus erstreckt.

- 25 Die konische Konstante k beträgt 2,4991 und der konkave Krümmungsradius R der Freiformfläche beträgt -7,711 mm, wobei $c = 1/R$.

Die sphärische Rückseite weist einen konkaven Krümmungsradius von 37,95 mm auf.

Das hier beschriebene Spektrometer ist für einen Spektralbereich von 365 bis 900 nm ausgelegt, wobei die Apertur am Eintrittsspalt maximal 0,2 betragen kann. Der transparente Körper kann aus Kunststoff, Glas oder Quarz gebildet sein. Seine Ausdehnung von der Eintrittsfläche 7 bis zum Reflexionsgitter 9 kann im Bereich 5-30 mm, insbesondere 5-25 mm und bevorzugt von 7-20 mm liegen.

Durch die Ausbildung des Reflexionsgitters 9 als geblaztes Rückseitengitter, erfolgt eine Verschiebung des Blaze-Maximums zu höheren Wellenlängen, etwa zu 350 nm. Das ist vorteilhaft für eine Verwendung des Spektrometers 1 für Wellenlängen von größer als 350 nm.

In Abhängigkeit des Wellenlängenbereiches, für den das Spektrometer 1 ausgelegt ist, wird das Material des transparenten Körpers 2 gewählt. So können z.B. Spezialgläser wie Quarz oder Flußspat oder z.B. gewöhnliche Gläser, wie z.B. BK7, für den transparenten Körper 2 verwendet werden.

Das Reflexionsgitter kann z.B. 1500 bis 2000 Linien pro mm aufweisen.

Die Ausdehnung des aufgespaltenen Spektrums am Detektor 3 (in Richtung d1) kann im Bereich von 5 bis 10 mm, insbesondere im Bereich von 6 bis 9 mm liegen.

In der Ausbildungsform gemäß Fig. 1 ist der Eintrittsspalt 4 als Spalt dargestellt. Er kann jedoch auch beispielsweise durch das austrittsseitige Ende einer Lichtleitfaser gebildet sein.

Das in Fig. 1 beschriebene Spektrometer kann als Einkanal-Spektrometer bezeichnet werden.

Es ist jedoch auch als Mehrkanal-Spektrometer einsetzbar. In diesem Fall kann der Eintrittsspalt 4 beispielsweise durch fünf übereinanderliegende (in y-Richtung) Enden von Lichtleitfasern F1-F5 gebildet sein. Die Zahl von fünf Lichtleitfasern F1-F5 ist nur beispielhaft zu verstehen. Sie kann auch höher sein, z.B. 5-20 Fasern und insbesondere 10-20 Fasern. Der Detektor 3 ist dann als flächiger Detektor ausgebildet (wie schematisch in Fig. 3 dargestellt ist), wobei die einzelnen Kanäle in y-Richtung übereinanderliegen und die spektrale Aufspaltung für jeden Kanal in Richtung d1 verläuft. Die entsprechenden Bereiche auf dem Detektor 3 für jeden Kanal werden mit B1 bis B5 bezeichnet. Aufgrund der guten optischen Abbildungseigenschaften des transparenten Körpers 2 und insbesondere dessen geringem Astigmatismus aufgrund der Ausbildung der Austrittsfläche 8 als Freiformfläche ist die in Fig. 3 schematisch gezeigte Trennung der von den Lichtleitfasern F1-F5 kommenden Strahlenbündel in die einzelnen Bereiche B1-B5 möglich, so daß das gewünschte Mehrkanal-Spektrometer bereitgestellt werden kann.

Bei der hier beschriebenen Ausführungsform beträgt die Detektorfläche ca. 12,5 x 8 mm (in d1- und x-Richtung) und beträgt die Ausdehnung des Eintrittsspalt es in x-Richtung 6 mm und in y-Richtung 0,07 mm. Es kann eine Auflösung mit einer Halbwertsbreite von kleiner als 4 nm erreicht werden. Die Zehntelwertsbreite beträgt in der Mitte weniger als 5 nm und am Rand weniger als 6 nm.

Das Reflexionsgitter kann insbesondere als holographisches Gitter ausgebildet sein, das mittels eines holographischen Stehwellenverfahrens erzeugt ist.

10

Der transparente Körper 2 und der Detektor 3 können in einem gemeinsamen Gehäuse (nicht gezeigt) sitzen. Der Spalt 4 kann in einer Wandung des Gehäuses ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Spektrometer mit
5 einem Detektor (3) und
einem transparenten Körper (2), der eine Eintrittsfläche (7) und eine Austrittsfläche (8) auf einer Vorderseite (5) des Körpers (2) und ein Reflexionsgitter (9) auf einer Rückseite (6) des Körpers (2) aufweist,
wobei ein über die Eintrittsfläche (7) in den Körper (2) eintretendes Strahlenbündel (S) an dem
10 Reflexionsgitter (9) zur Austrittsfläche (8) hin reflektiert und dabei spektral aufgespalten wird
und durch die Austrittsfläche (9) tritt und auf den Detektor (3) trifft,
und wobei die Rückseite (6) zumindest im Bereich des Reflexionsgitters (9) so gekrümmt ist,
daß bei Reflexion am Reflexionsgitter (9) eine Fokussierung des Strahlenbündels (S) in
horizontaler und vertikaler Ebene bewirkt wird.
15
2. Spektrometer nach Anspruch 1, bei dem das Strahlenbündel bei Durchtritt durch die Austrittsfläche (8) in horizontaler und vertikaler Ebene fokussiert wird.
3. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Rückseite (6) zumindest im
20 Bereich des Reflexionsgitters (9) sphärisch gekrümmt ist.
4. Spektrometer nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Rückseite (6) zumindest im Bereich des Reflexionsgitters (9) als Freiformfläche ausgebildet ist.
- 25 5. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Austrittsfläche (8) als Freiformfläche ausgebildet ist.
6. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Eintritts- und Austrittsfläche (7, 8) auf der Vorderseite (5) voneinander beabstandet sind.

7. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Eintrittsfläche (7) plan ausgebildet ist.
- 5 8. Spektrometer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Eintritts- und die Austrittsfläche (7, 8) sich zumindest teilweise durchdringen.
9. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Strahlenbündel im Verlauf von der Eintrittsfläche (7) bis zur Austrittsfläche (8) im transparenten Körper (2) genau einmal
10 am Reflexionsgitter (9) reflektiert wird.
10. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Körper (2) als monolithischer Körper (2) ausgebildet ist.
- 15 11. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Austrittsfläche (8) Astigmatismus und/oder spektrale Bildfeldkrümmung reduziert.
12. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem der Spektrometer als Mehrkanal-Spektrometer ausgebildet ist und die Kanäle in vertikaler Richtung
20 übereinanderliegen.
13. Spektrometer nach einem der obigen Ansprüche, bei dem das Reflexionsgitter (9) als geblaztes Beugungsgitter ausgebildet ist.

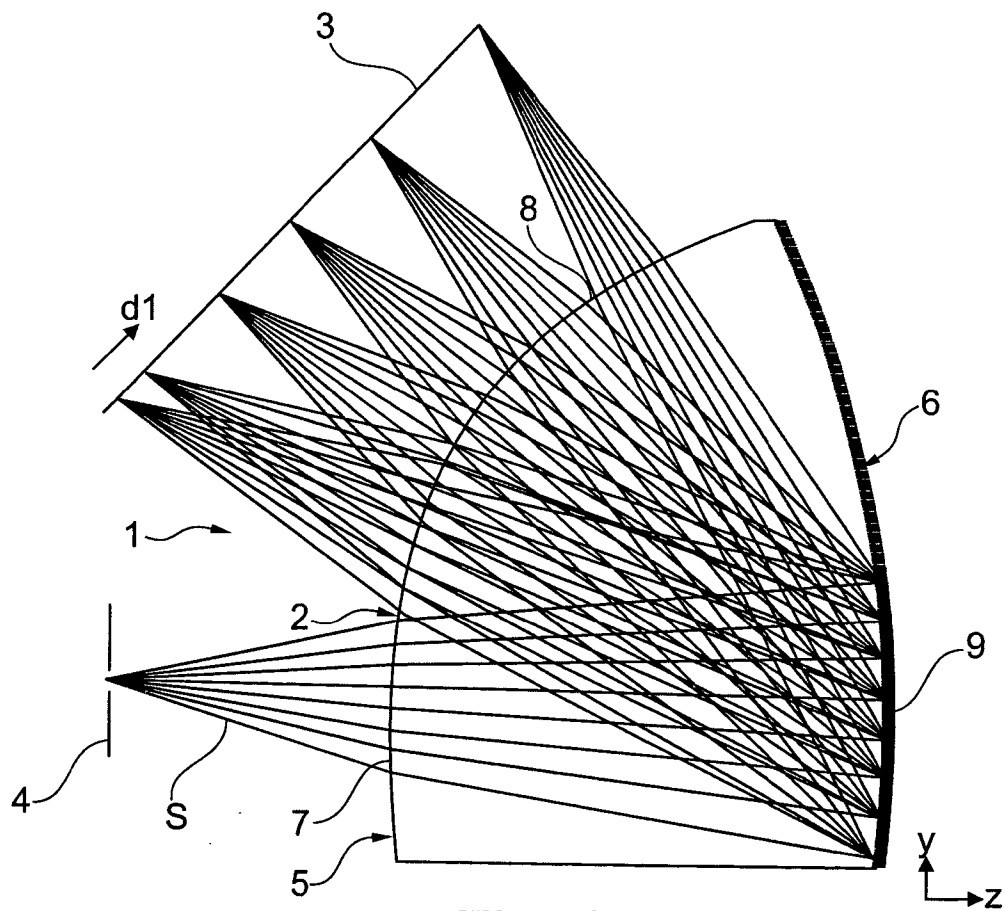


Fig. 1

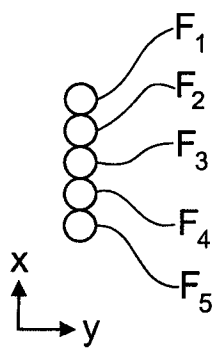


Fig. 2

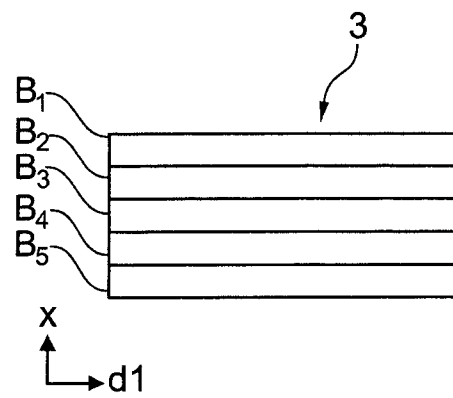


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/064409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01J3/18 G01J3/02
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)

G01J

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 489 286 A2 (ZEISS CARL FA [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]) 10 June 1992 (1992-06-10) column 1, line 45 - column 2, line 9; figure 1	1-13
X	EP 2 116 828 A1 (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 11 November 2009 (2009-11-11) paragraphs [0016], [0017]; figures 2,3	1-13
X	FR 2 847 978 A1 (TECHNOLOGIE OPTIQUE ET ETUDES [FR]) 4 June 2004 (2004-06-04) page 8, line 5 - line 29; figures 1-3	1-13
A	WO 01/86848 A1 (SCIVAC INC [US]) 15 November 2001 (2001-11-15) abstract; figures 1,2a,9,10	2,5
	-/--	



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

8 October 2012

Date of mailing of the international search report

16/10/2012

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

Schmidt, Charlotte

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/064409

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 493 393 A (BERANEK MARK W [US] ET AL) 20 February 1996 (1996-02-20) abstract; figure 2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/064409

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0489286	A2	10-06-1992	AT 126586 T 15-09-1995
		DE 4038638 A1	11-06-1992
		EP 0489286 A2	10-06-1992
		JP 3119917 B2	25-12-2000
		JP 4294223 A	19-10-1992
		US 5159404 A	27-10-1992

EP 2116828	A1	11-11-2009	CN 101636645 A 27-01-2010
		CN 102628711 A	08-08-2012
		EP 2116828 A1	11-11-2009
		KR 20100119840 A	11-11-2010
		TW 200938818 A	16-09-2009
		US 2010315633 A1	16-12-2010
		US 2011205538 A1	25-08-2011
		WO 2009110110 A1	11-09-2009

FR 2847978	A1	04-06-2004	NONE

WO 0186848	A1	15-11-2001	NONE

US 5493393	A	20-02-1996	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01J3/18 G01J3/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01J

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 489 286 A2 (ZEISS CARL FA [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]) 10. Juni 1992 (1992-06-10) Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 2, Zeile 9; Abbildung 1 -----	1-13
X	EP 2 116 828 A1 (HAMAMATSU PHOTONICS KK [JP]) 11. November 2009 (2009-11-11) Absätze [0016], [0017]; Abbildungen 2,3 -----	1-13
X	FR 2 847 978 A1 (TECHNOLOGIE OPTIQUE ET ETUDES [FR]) 4. Juni 2004 (2004-06-04) Seite 8, Zeile 5 - Zeile 29; Abbildungen 1-3 -----	1-13
A	WO 01/86848 A1 (SCIVAC INC [US]) 15. November 2001 (2001-11-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2a,9,10 ----- -/-	2,5



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

8. Oktober 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/10/2012

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

Schmidt, Charlotte

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 493 393 A (BERANEK MARK W [US] ET AL) 20. Februar 1996 (1996-02-20) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/064409

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0489286	A2	10-06-1992	AT 126586 T 15-09-1995
		DE 4038638 A1	11-06-1992
		EP 0489286 A2	10-06-1992
		JP 3119917 B2	25-12-2000
		JP 4294223 A	19-10-1992
		US 5159404 A	27-10-1992
EP 2116828	A1	11-11-2009	CN 101636645 A 27-01-2010
		CN 102628711 A	08-08-2012
		EP 2116828 A1	11-11-2009
		KR 20100119840 A	11-11-2010
		TW 200938818 A	16-09-2009
		US 2010315633 A1	16-12-2010
		US 2011205538 A1	25-08-2011
		WO 2009110110 A1	11-09-2009
FR 2847978	A1	04-06-2004	KEINE
WO 0186848	A1	15-11-2001	KEINE
US 5493393	A	20-02-1996	KEINE