

(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  
19. Januar 2017 (19.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2017/008780 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 26/10 (2006.01) G02B 21/00 (2006.01)  
A61B 3/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2016/100206

(22) Internationales Anmeldedatum:  
6. Mai 2016 (06.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 111 473.9 15. Juli 2015 (15.07.2015) DE

(71) Anmelder: HEIDELBERG ENGINEERING GMBH [DE/DE]; Max-Jarecki-Straße 8, 69121 Heidelberg (DE).

(72) Erfinder: DRÖGE, Gerit; Adolf-Ehrtmann-Straße 1A, 23564 Lübeck (DE).

(74) Anwalt: BOEHMERT & BOEHMERT; Hollerallee 32, 28209 Bremen (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, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL SCANNING METHOD AND CORRESPONDING SCANNING DEVICE

(54) Bezeichnung : ZWEIDIMENSIONALES SCANVERFAHREN UND EINE ENTSPRECHENDE SCANVORRICHTUNG

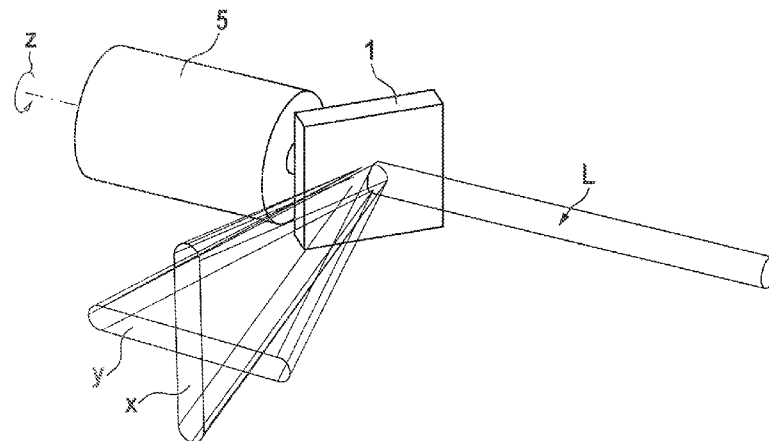


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a scanning method, in which a coherent light beam (L), in particular a laser beam, is deflected two-dimensionally, wherein the light beam (L) is guided in a first direction of deflection (x) by a pivotable reflecting element, characterized in that the reflecting element is a diffraction grating (1) and the light beam is deflected via the diffraction grating (1) in a second direction of deflection (y) that is different from the first direction of deflection, while the waves are varied in a wavelength range along the light beam (L). The invention also relates to a corresponding scanning device.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/008780 A1

---

Die Erfindung betrifft ein Scanverfahren, bei dem ein kohärenter Lichtstrahl (L), insbesondere ein Laserstrahl, zweidimensional abgelenkt wird, wobei der Lichtstrahl (L) in einer ersten Ablenkrichtung (x) von einem verschwenkbaren spiegelnden Element geführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das spiegelnde Element ein Beugungsgitter (1) ist und der Lichtstrahl in einer zweiten, von der ersten unterschiedlichen Ablenkrichtung (y) über das Beugungsgitter (1) abgelenkt wird, indem die Wellen längs des Lichtstrahls (L) in einem Wellenlängenbereich variiert wird. Es wird weiterhin eine entsprechende Scanvorrichtung beschrieben.

## Zweidimensionales Scanverfahren und eine entsprechende Scanvorrichtung

Die Erfindung geht aus von einem Scanverfahren, bei dem ein kohärenter Lichtstrahl, insbesondere ein Laserstrahl, zweidimensional abgelenkt wird, wobei der Lichtstrahl in einer ersten Ablenkrichtung von einem verschwenkbaren spiegelnden Element geführt wird. Ein derartiges Scanverfahren sowie eine entsprechende Scanvorrichtung sind in der WO 2013/029784 A1 beschrieben.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen haben den Nachteil, dass sowohl für die Ablenkung des Lichtstrahls in einer ersten Ablenkrichtung als auch in einer zweiten, von der ersten Ablenkvorrichtung verschiedenen Ablenkrichtung optische Spiegel verwendet werden, die mit Hilfe mechanischer Winkelscanner entsprechend verstellt werden. Dazu werden beispielsweise Galvanometer-Scanner, MEMS-Scanner oder Resonanzscanner verwendet, bei denen die Zeilenfrequenz durch die Trägheit der Scanner und Spiegel stark limitiert ist. Darüber hinaus ist bei der Verwendung von Resonanzscannern die Bestimmung der durch Drifteffekte veränderlichen Scanauslenkung technisch sehr aufwendig. Werden für das Scannen in den beiden Ablenkrichtungen jeweils Galvanometer-Scanner verwendet, hat dies zur Folge, dass die Scanner keinen gemeinsamen Pivot-Punkt aufweisen, was die optische Justage der Apparatur sehr aufwendig macht.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemäßes Scanverfahren sowie eine entsprechende Scanvorrichtung vorzuschlagen, welche eine hohe Zeilenfrequenz erlauben und darüber hinaus mit einfachen technischen Mitteln realisiert und ebenso einfach in der Handhabung sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Scanverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Der nebengeordnete Anspruch 13 beschreibt eine entsprechende Scanvorrichtung zur Durchführung des Scanverfahrens. Die abhängigen Ansprüche betreffen jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Demgemäß wird bei dem vorgeschlagenen Scanverfahren der Lichtstrahl in einer zweiten, von der ersten unterschiedlichen Ablenkrichtung über das Beugungsgitter abgelenkt, indem die Wellenlänge des Lichtstrahls in einem Wellenlängenbereich variiert wird.

Anstelle beispielsweise die Zeilen-Strahlablenkung durch mechanisches Drehen eines spiegelnden Elementes zu realisieren, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird in einer Raumrichtung eine unbewegte optische Strahlablenkung mit Hilfe eines Beugungsgitters realisiert. Der Ablenkwinkel wird durch die Änderung der Wellenlänge des Lichts variiert. Hierzu kann eine durchstimmbare Lichtquelle mit hoher Sweeprate von beispielsweise 50 kHz – 150 kHz verwendet werden. Dabei ist durch die Sweeprate der durchstimmbaren Lichtquelle gerade die Frequenz der Strahlablenkung, etwa die Zeilenfrequenz, bestimmt. Die maximale Zeilenfrequenz der Strahlablenkung liegt damit deutlich über den Frequenzen, die mit Hilfe mechanisch bewegter Elemente, wie Spiegel oder dergleichen, erzielt werden können, die üblicherweise Zeilenfrequenzen von weniger als 10 kHz ermöglichen.

Das Beugungsgitter kann das spiegelnde Element sein, so dass das Beugungsgitter und das spiegelnde Element als dasselbe Bauteil ausgebildet sind.

Der Winkel der Scanablenkung in der zweiten Ablenkrichtung ist nur abhängig von der Wellenlänge des eingestrahltten Lichts. Ist somit diese Wellenlänge bekannt oder wird diese während des Sweep gemessen, ist der Ablenkwinkel eindeutig bestimmbar. Die momentane Wellenlänge des Sweep kann beispielsweise mit Hilfe einer K-Clock, in Verbindung mit einem Fiber-Bragg-Gitter als Wellenlängenreferenz kontinuierlich gemessen werden.

Wenn das Beugungsgitter das spiegelnde Element ist, kann das Beugungsgitter beispielsweise auf einem Galvanometer-Scanner um  $45^\circ$  geneigt zur Drehachse des Scanners montiert sein. Dann ist die Ablenkrichtung des Gitters aufgrund optischer Beugung orthogonal zur Ablenkrichtung durch die Rotation des Scanners. Da die Ablenkung in beiden orthogonalen Richtungen somit nur von einem einzigen optischen Element aus erfolgt, existiert auch nur ein Pivot-Punkt, wodurch die optische Justage gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen deutlich vereinfacht wird.

Der Lichtstrahl kann beispielsweise von einer Lichtquelle, insbesondere einem Laser, mit durchstimmbarer Wellenlänge bereitgestellt werden. Dabei kann die Ablenkfrequenz des Lichtstrahls in der zweiten Ablenkrichtung einer Sweeprate der durchstimmbaren Lichtquelle entsprechen. Die Sweeprate der Lichtquelle beträgt beispielsweise zwischen 50 kHz und 150 kHz. Die Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle kann sich beispielsweise im VIS- und/oder im NIR-Bereich befinden, wobei sie beispielsweise zwischen 800 nm und 1.400 nm liegen kann. Die Gitterkonstante des Beugungsgitters 1 kann beispielsweise 1.200 Linien/mm betragen, wobei grundsätzlich auch Gitter mit einer Gitterkonstanten von 100 bis 2.000 Linien/mm je nach verwendetem Licht denkbar sind.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass während eines Scannvorgangs die Wellenlänge des Lichtstrahls gemessen und daraus der Ablenkwinkel in der zweiten Ablenkrichtung bestimmt wird. Dies kann beispielsweise derart erfolgen, dass die Wellenlängen mit Hilfe einer K-Clock, in Verbindung mit einem Fiber-Bragg-Gitter als Wellenlängenreferenz kontinuierlich gemessen werden. Es ist weiterhin denkbar, anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel verschiedener Scanzeilen eine Alienierung der verschiedenen Scanzeilen durchzuführen. Weiterhin kann anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel eine Bildbreite festgelegt werden.

Anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel kann ein erster Wellenlängenreferenzwert als Scan-Start und ein zweiter Wellenlängenreferenzwert als Scan-Stop festgelegt werden.

Das Beugungsgitter kann in einem Winkel von  $30^\circ$  bis  $60^\circ$ , bevorzugt  $40^\circ$  bis  $50^\circ$  und insbesondere näherungsweise  $45^\circ$  geneigt zur drehverstellbaren Achse eines Winkelscanners, vorzugsweise eines Galvanometer-Scanners, montiert sein.

Vorzugsweise ist das Beugungsgitter so montiert, dass bei Variation der Wellenlänge des Lichtstrahls der Lichtstrahl durch das Beugungsgitter orthogonal zur Ablenkung durch die Rotation des Winkelscanners abgelenkt wird.

Gemäß einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung eine Scanvorrichtung zur Durchführung eines Scanverfahrens der vorbeschriebenen Art. Dazu weist die Scanvorrichtung einen Winkelscanner mit einer drehverstellbaren Achse auf. Die Scanvorrichtung weist weiterhin ein Beugungsgitter auf, das an der drehverstellbaren Achse montiert ist, so dass das Beugungsgitter über den Winkelscanner in einer ersten Raumrichtung verschwenkt werden kann. Die Scanvorrichtung weist weiterhin eine Lichtquelle zur Erzeugung eines kohärenten Lichtstrahls mit durchstimmbarer Wellenlänge auf, wobei der Lichtstrahl auf das Beugungsgitter gerichtet ist, so dass der Lichtstrahl bei Variation der Wellenlänge des Lichtstrahls in einer zweiten, von der ersten unterschiedlichen Raumrichtung abgelenkt wird.

Der Winkelscanner kann ein Galvanometer-Scanner sein, an dessen Drehachse das Beugungsgitter unter dem zuvor genannten Winkel montiert ist. Für die Bestimmung der Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle kann die Scanvorrichtung eine K-Clock und ein Fiber-Bragg-Gitter aufweisen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachstehenden Figuren erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1            schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Scanvorrichtung;  
und

Figur 2 ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Scanvorrichtung.

Wie in Figur 1 gezeigt ist, besteht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Scanvorrichtung im Wesentlichen aus einem Winkelscanner 5, der beispielsweise als ein Galvanometer-Scanner ausgebildet sein kann und eine Drehachse  $z$  aufweist, an der ein spiegelndes Element 1, insbesondere ein Beugungsgitter, montiert ist. Mit der Drehachse  $z$  des Winkelscanners 5 ist ein kohärenter Lichtstrahl  $L$ , beispielsweise bereitgestellt von einer Laserlichtquelle, auf das Beugungsgitter gerichtet, wobei zwischen der Normalen des Beugungsgitters 1 und der Einfallsrichtung des Lichtstrahls  $L$  ein Winkel von im Wesentlichen  $45^\circ$  besteht. Vorzugsweise ist das Beugungsgitter so montiert, dass die beiden Ablenkrichtungen  $x, y$ , welche sich einmal durch Verschwenken des Beugungsgitters 1 um die Drehachse  $z$  und einmal durch die Wellenlängenvariation des einfallenden Lichtstrahls  $L$  ergeben, um  $90^\circ$  zueinander liegen. Mithin kann mit Hilfe des Beugungsgitters 1 somit eine Zeilenablenkung in  $y$ -Richtung durch Variation der Wellenlänge des einfallenden Lichtstrahls  $L$  erreicht werden, die orthogonal zu der Spaltenablenkung in  $x$ -Richtung durch Verschwenken des Beugungsgitters 1 mit Hilfe des Winkelscanners 5 ausgerichtet ist.

Das Durchstimmen der Lichtquelle führt somit zu einer bewegungslosen, horizontalen Strahlablenkung. Die horizontale Scanposition, der Ablenkwinkel, ist somit nur abhängig von der Wellenlänge des eingestrahnten Lichts. Die momentane Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle kann während des Sweeps gemessen werden. Dadurch ist es möglich, die einzelnen Zeilen bei 2D-Scans zu alienieren und die Bildbreite konstant zu halten. Die Bestimmung der momentanen Wellenlänge kann einfach durch die Verwendung eines Fiber-Bragg-Grating (FBG) als Wellenlängenreferenz und einer K-Clock als Wellenlängenzähler durchgeführt werden. Es sind ebenfalls Aufbauten mit zwei Wellenlängenreferenzen für Scan-Start und Scan-Stop denkbar.

Die Ablenkung in der dazu orthogonalen, vertikalen Richtung erfolgt durch eine Verkippung des optischen Gitters mit Hilfe des Winkelscanners 5, beispielsweise mit Hilfe eines Galvanometer-Scanners. Da die Ablenkung in beiden Raumrichtungen von einer gemeinsamen Oberfläche ausgeht, existiert folglich auch nur ein Pivot-Punkt, wodurch die Handhabung der Apparatur wesentlich erleichtert wird.

Wenn die vertikale Ablenkung beispielsweise mit einem Galvanometer-Scanner mit zum Beispiel 100 Hz erfolgt, kann mit einer 100 kHz-Swept-Source als Lichtquelle eine Auflösung von 1000 x 1000 Punkten mit 100 Hz Bildfrequenz erreicht werden. Die Samplerate liegt dann bei 100 MHz.

Das beschriebene Scanverfahren sowie die entsprechende Scanvorrichtung eignen sich insbesondere für die (konfokale) Laser-Scanning-Mikroskopie, beispielsweise zur Untersuchung des menschlichen Auges. Ein beispielhafter Aufbau ist in dem Blockschaltbild gemäß Figur 2 gezeigt.

Von einer durchstimmbaren Lichtquelle 2 wird kohärentes Licht bereitgestellt. Die Lichtquelle 2 kann beispielsweise eine Laserlichtquelle sein. Über einen Strahlteiler 11 wird ein Teil des Lichtes zu der Optik 9 weitergeleitet, welche das Licht der Lichtquelle 2 zu einem Strahlbündel formt und auf das Beugungsgitter 1 richtet, welches über einen Winkelscanner 5, beispielsweise einen Galvanometer-Scanner, verschwenkbar ist, um eine Strahlablenkung in Vertikalrichtung  $x$  zu realisieren. Wird die Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle 2 variiert, erfolgt eine Ablenkung in Horizontalrichtung  $y$  aufgrund des physikalischen Beugungseffektes. Die Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle 2 kann sich beispielsweise im VIS- und/oder im NIR-Bereich befinden, wobei sie beispielsweise zwischen 800 nm und 1.400 nm liegen kann. Die Gitterkonstante des Beugungsgitters 1 kann beispielsweise 1.200 Linien/mm betragen, wobei grundsätzlich auch Gitter mit einer Gitterkonstanten von 100 bis 2.000 Linien/mm je nach verwendetem Licht denkbar sind.

Mit Hilfe des in x- und y-Richtung abgelenkten Lichtstrahls der durchstimmbaren Lichtquelle 2 kann folglich eine Abbildung B beispielsweise eines menschlichen Auges A erzeugt werden. Das vom Auge A reflektierte Licht wird von einem Detektor 6 detektiert, um es mit Hilfe gängiger Bildverarbeitungsmethoden analysieren zu können. Der Teil des Lichts, der durchstimmbaren Lichtquelle 2, welcher nicht an die Optik 9 durchgeleitet wird, wird an einen Signalteiler 10 weitergeleitet, über welchen wiederum ein erster Lichtanteil an eine K-Clock 3 weitergeleitet wird. Der nicht der K-Clock zugeführte Lichtanteil wird an ein Fiber-Bragg-Gitter 4 weitergeleitet, welches als Wellenlängenreferenz dient, um aus den Signalen von K-Clock 3 und Fiber-Bragg-Gitter 4 die Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle 2 zu bestimmen.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

## Ansprüche:

1. Scanverfahren, bei dem ein kohärenter Lichtstrahl (L), insbesondere ein Laserstrahl, zweidimensional abgelenkt wird, wobei der Lichtstrahl (L) in einer ersten Ablenkrichtung (x) von einem verschwenkbaren spiegelnden Element geführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtstrahl in einer zweiten, von der ersten unterschiedlichen Ablenkrichtung (y) über das Beugungsgitter (1) abgelenkt wird, indem die Wellenlänge des Lichtstrahls (L) in einem Wellenlängenbereich variiert wird.
2. Scanverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Lichtstrahl (L) von einer Lichtquelle (2), insbesondere einem Laser, mit durchstimmbarer Wellenlänge bereitgestellt wird.
3. Scanverfahren nach Anspruch 2, bei dem die Ablenkfrequenz des Lichtstrahls (L) in der zweiten Ablenkrichtung einer Sweeprate der durchstimmbaren Lichtquelle (2) entspricht.
4. Scanverfahren nach Anspruch 3, bei dem die Sweeprate der Lichtquelle (2) vorzugsweise zwischen 50 kHz und 150 kHz beträgt.
5. Scanverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem während eines Scanvorgangs die Wellenlänge des Lichtstrahls (L) gemessen und daraus der Ablenkwinkel in der zweiten Ablenkrichtung (y) bestimmt wird.
6. Scanverfahren nach Anspruch 5, bei dem die Wellenlänge mithilfe einer K-Clock (3) in Verbindung mit einem Fiber-Bragg-Gitter (4) kontinuierlich gemessen wird.

7. Scanverfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel verschiedener Scannzeilen eine Alienierung der verschiedenen Scannzeilen durchgeführt wird.
8. Scanverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel eine Bildbreite festgelegt wird.
9. Scanverfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem anhand von ermittelten Werten der Ablenkwinkel ein erster Wellenlängenreferenzwert als Scan-Start und ein zweiter Wellenlängenreferenzwert als Scan-Stop festgelegt wird.
10. Scanverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das spiegelnde Element das Beugungsgitter (1) ist.
11. Scanverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Beugungsgitter (1) in einem Winkel von  $30^\circ$  bis  $60^\circ$ , bevorzugt  $40^\circ$  bis  $50^\circ$  und insbesondere näherungsweise  $45^\circ$  geneigt zur drehverstellbaren Achse (z) eines Winkelscanners (5), vorzugsweise eines Galvanometer-Scanner, montiert ist.
12. Scanverfahren nach Anspruch 10, bei dem bei Variation der Wellenlänge des Lichtstrahls der Lichtstrahl durch das Beugungsgitter (1) orthogonal zur Ablenkung durch eine Rotation des Winkelscanners (5) abgelenkt wird.
13. Scanvorrichtung zur Durchführung eines Scanverfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche, die aufweist:
  - einen Winkelscanner (5) mit einer drehverstellbaren Achse (z);

- ein Beugungsgitter (1), das an der drehverstellbaren Achse (z) montiert ist, so dass das Beugungsgitter (1) über den Winkelscanner (5) in einer ersten Raumrichtung (x) verschwenkt ist;
  - eine Lichtquelle (2) zur Erzeugung eines kohärenten Lichtstrahls (L) mit durchstimmbarer Wellenlänge, wobei der Lichtstrahl (L) auf das Beugungsgitter (1) gerichtet ist, so dass der Lichtstrahl (L) bei Variation der Wellenlänge des Lichtstrahls (L) in einer zweiten, von der ersten (x) unterschiedlichen Raumrichtung (y) abgelenkt wird.
14. Scanvorrichtung nach Anspruch 13, bei der der Winkelscanner (5) einen Galvanometer-Scanner aufweist, an dessen Drehachse (z) das Beugungsgitter (1) unter dem Winkel montiert ist.
15. Scanvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, die zur Bestimmung der Wellenlänge der durchstimmbaren Lichtquelle eine K-Clock (3) und ein Faser-Bragg-Gitter (4) aufweist.

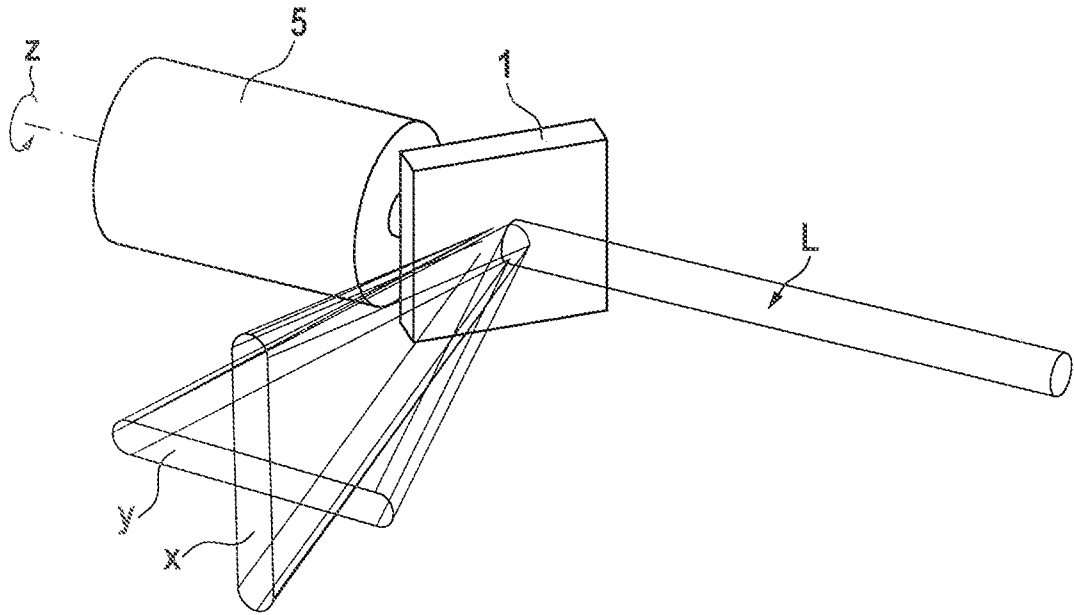


Fig. 1

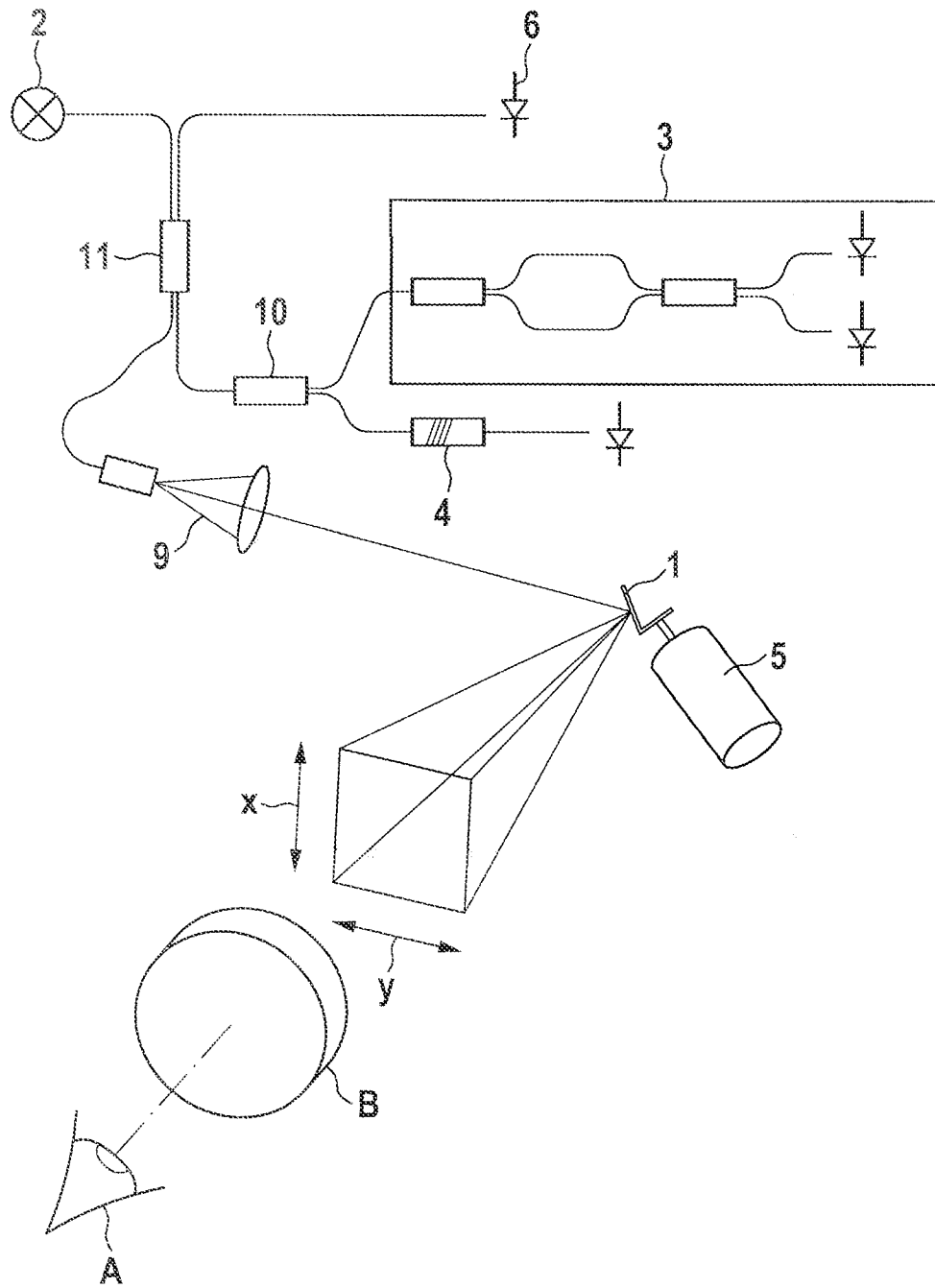


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2016/100206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G02B26/10 A61B3/10 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 A61B  
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 6 278 538 B1 (SCHLEIPEN JOHANNES J H B [NL]) 21 August 2001 (2001-08-21)	1-5, 7-10,12, 13
Y	columns 1-6; figures 1,2	6,11,14, 15
Y	----- US 2012/310081 A1 (LIGHTLAB IMAGING INC [US]; ADLER DESMOND [US]; SCHMITT JOSEPH [US]; DA) 6 December 2012 (2012-12-06) paragraphs [0103] - [0107]; figure 3	6,15
Y	----- DE 10 2012 017041 A1 (HEIDELBERG ENGINEERING GMBH [DE]) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraph [0008]; figure 1	11,14
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  21 July 2016	Date of mailing of the international search report  29/07/2016
---	--

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  Baur, Christoph
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2016/100206

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>Trevor Chan ET AL: "2-Dimensional beamsteering using dispersive deflectors and wavelength tuning", IEEE Photon. Technol. Lett. Montana IEEE J. Quantum Electron J. Lightwave Technol. IEEE Photon. Technol. Lett. Fujitsu Sci. Tech. J, 1 January 2000 (2000-01-01), pages 687-688, XP055289556, Retrieved from the Internet: URL:<a href="http://psilab.ucsd.edu/publications/(journal_2008)_chan_(OptEx_2D_steering).pdf">http://psilab.ucsd.edu/publications/(journal_2008)_chan_(OptEx_2D_steering).pdf</a> the whole document</p>	1-15
A	<p>----- US 5 204 694 A (ANDREWS JOHN R [US]) 20 April 1993 (1993-04-20) columns 1-4; figures 1,2 -----</p>	1-15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2016/100206
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6278538	B1	21-08-2001	NONE
-----			
US 2012310081	A1	06-12-2012	AU 2012262258 B2 26-11-2015
			CA 2836790 A1 06-12-2012
			CN 103959043 A 30-07-2014
			EP 2656051 A2 30-10-2013
			JP 5814860 B2 17-11-2015
			JP 2012250041 A 20-12-2012
			JP 2016034508 A 17-03-2016
			US 2012310081 A1 06-12-2012
			WO 2012166829 A2 06-12-2012
-----			
DE 102012017041	A1	28-02-2013	DE 102012017041 A1 28-02-2013
			WO 2013029784 A1 07-03-2013
-----			
US 5204694	A	20-04-1993	DE 69214741 D1 28-11-1996
			DE 69214741 T2 13-03-1997
			EP 0525995 A1 03-02-1993
			JP H05246072 A 24-09-1993
			US 5204694 A 20-04-1993
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G02B26/10 A61B3/10 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 A61B

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 6 278 538 B1 (SCHLEIPEN JOHANNES J H B [NL]) 21. August 2001 (2001-08-21)	1-5, 7-10,12, 13
Y	Spalten 1-6; Abbildungen 1,2	6,11,14, 15
Y	----- US 2012/310081 A1 (LIGHTLAB IMAGING INC [US]; ADLER DESMOND [US]; SCHMITT JOSEPH [US]; DA) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) Absätze [0103] - [0107]; Abbildung 3	6,15
Y	----- DE 10 2012 017041 A1 (HEIDELBERG ENGINEERING GMBH [DE]) 28. Februar 2013 (2013-02-28) Absatz [0008]; Abbildung 1	11,14
	----- -/--	

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
21. Juli 2016	29/07/2016

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  Baur, Christoph
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>Trevor Chan ET AL: "2-Dimensional beamsteering using dispersive deflectors and wavelength tuning",  IEEE Photon. Technol. Lett. Montana IEEE J. Quantum Electron J. Lightwave Technol. IEEE Photon. Technol. Lett. Fujitsu Sci. Tech. J,  1. Januar 2000 (2000-01-01), Seiten 687-688, XP055289556,  Gefunden im Internet:  URL:<a href="http://psilab.ucsd.edu/publications/journal_2008_chan_(OptEx_2D_steering).pdf">http://psilab.ucsd.edu/publications/journal_2008_chan_(OptEx_2D_steering).pdf</a>  das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>US 5 204 694 A (ANDREWS JOHN R [US])  20. April 1993 (1993-04-20)  Spalten 1-4; Abbildungen 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2016/100206

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6278538	B1	21-08-2001	KEINE
-----			
US 2012310081	A1	06-12-2012	AU 2012262258 B2 26-11-2015
			CA 2836790 A1 06-12-2012
			CN 103959043 A 30-07-2014
			EP 2656051 A2 30-10-2013
			JP 5814860 B2 17-11-2015
			JP 2012250041 A 20-12-2012
			JP 2016034508 A 17-03-2016
			US 2012310081 A1 06-12-2012
			WO 2012166829 A2 06-12-2012
-----			
DE 102012017041	A1	28-02-2013	DE 102012017041 A1 28-02-2013
			WO 2013029784 A1 07-03-2013
-----			
US 5204694	A	20-04-1993	DE 69214741 D1 28-11-1996
			DE 69214741 T2 13-03-1997
			EP 0525995 A1 03-02-1993
			JP H05246072 A 24-09-1993
			US 5204694 A 20-04-1993
-----			