

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 27/09, H01S 3/25	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/19202 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. Mai 1998 (07.05.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02573 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Oktober 1997 (27.10.97) (30) Prioritätsdaten: 196 45 150.7 28. Oktober 1996 (28.10.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÖRING, Rolf [DE/DE]; Hausbergstrasse 28, D-07749 Jena (DE). SCHREIBER, Peter [DE/DE]; Burgweg 2, D-07749 Jena (DE). POSSNER, Torsten [DE/DE]; Platanenstrasse 6, D-07747 Jena (DE). (74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER; Kurfürstendamm 170, D-10707 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: OPTICAL ARRAY FOR SYMMETRIZATION OF LASER DIODE BEAMS

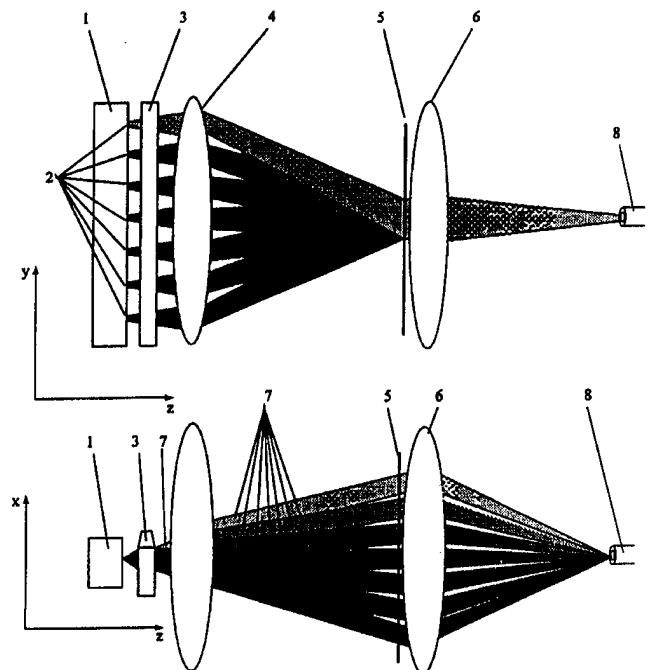
(54) Bezeichnung: OPTISCHE ANORDNUNG ZUR SYMMETRIERUNG DER STRALUNG VON LASERDIODEN

(57) Abstract

The invention relates to an optical array for symmetrization of the beam of multiple sequentially fixed adjacent laser diodes, their respective output radiation being asymmetrical in relation to a first and a second direction that are perpendicular to each other. A cylindrical lens (3) with sufficient isoplanacy is mounted on the tilted optical axis (z axis), which is perpendicular to the plane predetermined by the two directions (x, y). Said lens collimates and displaces the output beam bundle of the individual laser diodes in the first direction (x). The cylindrical lens (3) is mounted downstream a directional element (4) that deflects the beam bundle of the individual laser diodes (2) in the second direction (y) with different deflecting angles respectively in such a way that the centers of gravity of the individual beam bundles converge at a predetermined spacing. A redirection element (5) is mounted in the spacing behind the directional element (4) which compensates the different deflection angles of the beam bundle to the optical axis (z axis).

(57) Zusammenfassung

Es wird eine optische Anordnung zur Symmetrierung der Strahlung einer Mehrzahl von in fester Zuordnung nebeneinander angeordneten Laserdioden, deren jeweilige Ausgangsstrahlung in bezug auf eine erste und eine zweite Richtung, die senkrecht aufeinanderstehen, unsymmetrisch ist, vorgeschlagen. Eine Zylinderlinse (3) mit ausreichend großer Isoplanasie ist um die optische Achse (z-Achse), die senkrecht zu der durch die zwei Richtungen (x, y) vorgegebenen Ebene steht, gekippt angeordnet. Sie kollimiert und versetzt die Ausgangsstrahlbündel der einzelnen Laserdioden in die erste Richtung (x) zueinander. Der Zylinderlinse (3) ist ein Direktionselement (4) nachgeschaltet, das die Strahlbündel der einzelnen Laserdioden (2) in der zweiten Richtung (y) mit jeweils unterschiedlichen Ablenkwinkeln derart umlenkt, daß in einem vorgegebenen Abstand die Schwerpunkte der einzelnen Strahlbündel zusammenfallen. In dem Abstand hinter dem Direktionselement (4) ist ein Redirektionselement (5) angeordnet, das die unterschiedlichen Ablenkwinkel der Strahlbündel zur optischen Achse (z-Achse) wieder kompensiert.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Optische Anordnung zur Symmetrierung der Strahlung
von Laserdioden

5 Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung zur
Symmetrierung der Strahlung von Laserdioden nach dem
Oberbegriff des Hauptanspruchs.

10 Zur Herstellung von Hochleistungslaserdiodenanordnungen
werden eine Mehrzahl von Laserdioden in fester
Zuordnung zu sogenannten Laserdiodenbarren nebeneinander
angeordnet. Derartige Laserdiodenbarren mit
optischen Ausgangsleistungen im Bereich bis etwa 30 W
bestehen üblicherweise aus mehreren in einer Reihe
15 angeordneten Laserdioden als Einzelemittlern mit einer
geometrischen Abmessung der abstrahlenden Fläche zwischen
etwa $50 \times 1 \mu\text{m}$ und etwa $200 \times 1 \mu\text{m}$, wobei die
lineare Anordnung dieser Emitter stets in Richtung
ihrer größten Ausdehnung erfolgt. Die Ausgangsstrahlung
20 dieser Laserdiodenbarren ist extrem unsymmetrisch.
Für die meisten praktischen Anwendungen sol-

cher Laserdiodenbarren, zum Beispiel zum Pumpen von Festkörperlasern, für Zwecke der Materialbearbeitung und medizinische Zwecke wird ein symmetrisches Bündel hoher Strahldichte benötigt. Für einen breiten Einsatz von HochleistungsdiodeLasern in den genannten Gebieten sind somit möglichst kompakte optische Systeme zur Strahlsymmetrierung erforderlich.

Es sind Anordnungen zur Symmetrierung der Strahlung von Hochleistungslaserdioden bekannt, die beispielsweise spezielle Strahlendrehelemente in Form von Prismen verwenden, wodurch die von den einzelnen Emitttern ausgesandten Strahlenbündel räumlich typischerweise um 90° gedreht werden (US 5 168 401, EP 0 484 276). In einer anderen Anordnung durchläuft die Ausgangsstrahlung der Laserdioden ein System aus zwei schwach zueinander geneigten hochreflektierenden Flächen derart, daß sich am Ausgang dieses Systems eine geeignete Rekonfigurierung des Laserdiodenbündels ergibt (WO 95/15510). In allen Fällen wird ein weitgehend symmetrisches Ausgangsbündel geschaffen, welches sich gut fokussieren läßt.

Nachteilig an diesen bekannten Systemen ist insbesondere die Kompliziertheit der verwendeten mikrooptischen Elemente, wobei dies insbesondere für die Strahlendrehung gilt, bei der eine Realisierung für größere Emitterzahlen im Laserdiodenbarren als äußerst schwierig erscheint, der hohe Justieraufwand des Gesamtsystems und die fehlende Möglichkeit zur preisgünstigen Herstellung solcher Systeme.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung zur Symmetrierung der Strahlung einer Mehrzahl von in

fester Zuordnung nebeneinander angeordneten Laserdioden zu schaffen, die unter Verwendung vergleichsweise einfacher mikrooptischer Komponenten die Ausgangsstrahlung ohne Strahldichteneinbußen bei verbessertem
5 optischen Wirkungsgrad und gleichzeitiger Verringerung der Abmessungen der Anordnung transformiert. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst.

10

Dadurch, daß eine Mikrozylinderlinse mit ausreichend großer Isoplanasie in geneigter Orientierung zum Laserdiodenbarren angeordnet wird, das heißt um die als z-Achse bezeichnete optische Achse gekippt wird, erhalten die Ausgangsbündel der Einzelemitter jeweils
15 unterschiedliche Abstrahlwinkel und werden somit in genügend großem Abstand hinter der Linse in der gewünschten Richtung senkrecht zu der Richtung der linearen Anordnung der Einzelemitter getrennt. Durch
20 ein nachgeschaltetes optisches Ablenkelement, das im weiteren als Direktionselement bezeichnet wird, wird die Ausgangsstrahlung der einzelnen Laserdioden bzw. Emitter in der Richtung der linearen Anordnung der einzelnen Laserdioden so umgelenkt, daß in einem vor-
25 gegebenen Abstand hinter dem Direktionselement die Bündelschwerpunkte in dieser Richtung zusammenfallen. Dadurch, daß weiterhin hinter dem Direktionselement ein zweites Ablenkelement, im weiteren als Redirektionselement bezeichnet, angeordnet ist, das die Ausgangsstrahlbündel der einzelnen Laserdioden derart
30 umlenkt, daß die vom Direktionselement erzeugten Ablenkwinkel wieder kompensiert werden, wird insgesamt eine einfache und kostengünstige Anordnung zur Strahlformung zur Verfügung gestellt, die gegenüber

dem Stand der Technik eine verbesserte optische Effizienz aufweist.

5 Es sind keine strahldrehenden Elemente notwendig, die Symmetrierung der Abstrahlung wird durch die mehrfache Ablenkung erreicht. Die Segmentierung der optischen Abbildung wird durch die lateralen Abstände der Einzelemitter und das darauf abgestimmte Redirektionselement bewirkt, wobei die Abstände gering ge-
10 halten werden können, so daß eine hohe Belegungsichte des Laserdiodenbarrens ermöglicht wird.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich.
15

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:
20

Fig. 1 die optische Anordnung zur Symmetrierung der Strahlung einer Mehrzahl von Laserdioden in zwei verschiedenen Ebenen mit den Strahlengängen,

25 Fig. 2 die optischen Strahlengänge in den zwei Ebenen für eine in der Mitte des Laserdiodenbarrens angeordnete Laserdiode, und

30 Fig. 3 die Strahlengänge einer am Rand des Laserdiodenbarrens angeordneten Laserdiode.

Bei der in Fig. 1 dargestellten optischen Anordnung zur Strahlformung ist mit 1 ein Hochleistungs-Laserdiodenbarren bezeichnet. Der Laserdiodenbarren 1 weist eine Mehrzahl von in y-Richtung nebeneinander angeordneten einzelnen Laserdioden oder Einzelemitter 2 auf, die einen festen Abstand zueinander haben. Ein typischer Laserdiodenbarren 1 besitzt in der Richtung der Nebeneinanderordnung (y-Richtung) eine Abmessung von 10 mm, wobei die Einzelemitter, zum Beispiel 16, in einer Linie angeordnet sind. Die Abmessung der Emitter in y-Richtung variiert zwischen etwa 50 μm und 200 μm und ist abhängig vom konkreten Laserdiodypentyp. Die Divergenz der Ausgangsstrahlung jeder einzelnen Laserdiode ist in der in Fig. 1 oben dargestellten y-z-Ebene relativ gering, der halbe Öffnungswinkel beträgt etwa 6° . In der zu der y-Richtung senkrechten Richtung (x-Richtung) betragen die Abmessungen der einzelnen Laserdioden etwa 1 μm , wobei die Größe durch die Epitaxie vorgegeben ist. Entsprechend ist die Divergenz der Ausgangsstrahlung in der in Fig. 1 unten dargestellten x-z-Ebene deutlich größer und der halbe Öffnungswinkel ist etwa 30° . Zwischen den einzelnen Laserdioden bzw. Emitter befinden sich Bereiche, in denen keine Strahlung abgestrahlt wird.

Die aufgrund der unterschiedlichen Abmessungen in x- und y-Richtung auftretende extreme Unsymmetrie der Ausgangsstrahlung ist für viele Anwendungen ungünstig. Eine Symmetrierung der Ausgangsstrahlung erfordert eine Umordnung der Strahlbündel der einzelnen Laserdioden derart, daß sie in der ursprünglich stark divergenten Richtung (x-Richtung) linear angeordnet sind.

Parallel zu dem Laserdiodenbarren 1 ist eine Kollimator-Mikrozylinderlinse 3 angeordnet, die, wie in Fig. 1 unten angedeutet ist, um die z-Achse, die die optische Achse darstellt, gekippt ist. Die Mikrozylinderlinse 3 ist so ausgebildet, daß sie eine ausreichend große Isoplanasie aufweist. Die jeweiligen Ausgangsstrahlbündel 7 der einzelnen Laserdioden 2 werden jeweils für sich kollimiert, erhalten durch die Neigung der Mikrozylinderlinse 3 unterschiedliche Abstrahlwinkel bezüglich der ursprünglichen optischen Achse (z-Achse in Fig. 1) und werden so, in der x-Richtung gesehen, in der Höhe versetzt bzw. getrennt. Die Strahlung in der y-z-Richtung der einzelnen Laserdioden 2 geht unverändert durch die Zylinderlinse hindurch. Als Kollimator-Mikrozylinderlinse kann eine gradientenoptische Mikrozylinderlinse mit einem eindimensionalen oder auch zweidimensionalen Brechzahlprofil verwendet werden. Auch können Asphären-Mikrozylinderlinsen eingesetzt werden, wobei hier jedoch bei einer außeraxialen Anordnung zu einer Verschlechterung der Kollimation führt. Weiterhin ist die Verwendung einer Fresnel-Zylinderlinse, einer Plankonvex- oder Biokonvexlinse einschließlich Faserlinse (runder Querschnitt) sowie einer Mehrkomponenten-Zylinderoptik, bestehend aus zwei oder mehreren der oben beschriebenen Einzellinsen denkbar.

Hinter der Mikrozylinderlinse 3 ist ein optisches Direktionselement 4, das beispielsweise als Achromat ausgebildet sein kann, angeordnet. Anstelle des Achromaten können auch andere Linsen verwendet werden, beispielsweise eine Bikonvex- oder Plankonvexlinse mit sphärischen oder asphärischen Oberflächen oder eine Bikonvex- oder Plankonvex-Zylinderlinse. Wie aus Fig. 1 oben zu erkennen ist, werden die Aus-

gangsstrahlenbündel 7 der einzelnen Laserdioden 2 in der Richtung der linearen Anordnung der einzelnen Laserdioden 2 im Barren 1, das heißt in der y-z-Ebene so umgelenkt, daß in einem bestimmten Abstand hinter dem Direktions-
5 element 4 die Bündelschwerpunkte zusammenfallen, d.h., in der y-Richtung liegen in dem vorbestimmten Abstand die Strahlbündel übereinander. In der x-z-Ebene werden die Strahlenbündel nur geringfügig beeinflusst.

10

In dem vorbestimmten Abstand, bei dem gemäß Fig. 1 oben die Schwerpunkte (Zentroid) der einzelnen Strahlenbündel zusammenfallen, ist ein optisches Redirektionselement 5 angeordnet, das die Strahlbündel der
15 einzelnen Laserdioden so ablenkt, daß die durch das Direktions-
element 4 in der y-z-Ebene erzeugten unterschiedlichen Einfallswinkel korrigiert werden, d.h., daß die vom Direktions-
element erzeugten Neigungswinkel zur z-Achse bzw. optischen Achse wieder kompensiert werden. Das Redirektionselement 5 muß für die
20 Erzielung der unterschiedlichen Ablenkungswinkel linear angeordnete unterschiedliche Ablenkbereiche aufweisen und kann beispielsweise aus schmalen prismatischen Körpern bestehen. Die Realisierung eines solchen Redirektionselementes 5 ist jedoch recht aufwendig. Eine einfachere Ausführungsform besteht in einem
25 Gitterarray mit ablenkenden Gittern. Das Redirektionselement 5 kann auch als Spiegelfeld ausgebildet sein.

30

Nach dem Redirektionselement 5 verlaufen die Strahlbündel der einzelnen Laserdioden 2 in bezug auf die y-z-Ebene in gleicher Richtung, das heißt die Strahlung der einzelnen Laserdioden 2 liegt entsprechend
35 Fig. 1 oben hinter dem Redirektionselement überein-

ander. In der x-z-Ebene entsprechend Fig. 1 unten behalten die einzelnen Bündel 7 weiter ihre zueinander divergenten Richtungen bei.

5 Dem Redirektionselement 5 ist eine Fokussieroptik 6 nachgeschaltet, die beispielsweise aus Achromaten bestehen kann, und die Strahlbündel 7 der einzelnen Laserdioden 2 lassen sich nun sowohl in der y-z-Ebene als auch in der x-z-Ebene sehr gut in einen weitest-
10 gehend symmetrischen Strahlfleck geringer Abmessung konzentrieren, wie aus Fig. 1 zu erkennen ist. Diese Strahlung kann in dem dargestellten Ausführungsbeispiel dann mit hoher Effizienz in eine optische Faser 8 eingekoppelt werden.

15 In Fig. 2 und Fig. 3 werden optische Strahlengänge dargestellt, die für das folgende Ausführungsbeispiel berechnet wurden. Zur Kollimation der stark divergenten Abstrahlrichtung (x-Richtung) und Ablenkung der
20 kollimierten einzelnen Strahlbündel 7 ebenfalls in der x-Richtung wird eine gradientenoptische (GRIN) Zylindermikrolinse 3 verwendet, die in diesem Ausführungsbeispiel eine Abmessung in x-Richtung von 300 μm aufweist. Durch Schrägstellen der gradientenoptischen
25 Mikrozylinderlinse 3 in bezug auf den Laserdiodenbarren 1 durch eine Drehung um die z-Achse um etwa 1° werden die einzelnen Laserdioden 2 in bezug auf die optische Achse der Mikrozylinderlinse 3 unterschiedlich stark versetzt, und zwar so, daß die Mittenemitter bzw. die mittleren Laserdioden praktisch nicht,
30 die Randemitter, d.h. die am Rande des Laserdiodenbarrens 1 liegenden Laserdioden 2, am stärksten außersaxial kollimiert werden. Dies führt zu einer Ablenkung der kollimierten Bündel bezüglich der z-Achse
35 nach der Mikrozylinderlinse 3. Wie aus Fign. 2 und 3

jeweils in der unteren Darstellung zu erkennen ist, führt die außeraxiale Anordnung bei der verwendeten Mikrozyylinderlinse 3 nicht zu einer Verschlechterung der Kollimation, was bei Asphären-Mikrozyylinderlinsen möglich ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird weiterhin für das Direktionselement 4 ein handelsüblicher Achromat mit einer Brennweite im Bereich 50 mm verwendet. Fig. 2 und 3 zeigen die unterschiedlichen Ablenkungen durch den Achromaten 4 für einen Mittenemitter und einen Randemitter, wobei in Fig. 2 die Strahlung für den Mittenemitter und in Fig. 3 die Strahlung für den Randemitter dargestellt ist. Der zusätzliche Linseneffekt (Divergenzreduktion) des Achromaten 4 ist nur von sekundärer Wirkung.

In der Ebene des Redirektionselementes 5 entstehen bei der konkreten Ausführungsform folgende Verhältnisse:

In der y-z-Ebene (obere Darstellungen in Fig. 2 und 3) liegen alle Strahlbündel 7 der Einzelemitter bzw. einzelnen Laserdioden 2 zentrisch. Die Einfallswinkel bezüglich der z-Achse liegen dabei zwischen 0° für den Mittenemitter und \pm ungefähr 6° für die beiden Randemitter entsprechend der Breite des Laserdiodenbarrens 1 von 10 mm, d.h. die Randemitter liegen 5 mm außeraxial. Naturgemäß liegt die zentrische Lage der einzelnen Strahlbündel 7 dann vor, wenn die Redirektionsebene im Abstand der Brennweite hinter dem Achromaten 4 liegt. Bei der oben angegebenen typischen Divergenz der Ausgangsstrahlung der Laserdioden 2 in der y-z-Ebene von ungefähr 6° (halber Öffnungswinkel) ergibt sich eine Bündelbreite in y-Richtung in der Redirektionsebene von etwa 10 mm.

In der x-z-Ebene (untere Darstellungen in Fig. 2 und 3) ergeben sich auf dem Redirektionselement 5 für die oben angegebenen Abmessungen und Abstände eine Breite der Strahlbündel der einzelnen Emitter bzw. Laserdioden 2 von ungefähr 0,5 bis 0,6 mm, je nach tatsächlicher Emitterdivergenz in dieser Ebene. Um zum Beispiel für einen Laserdiodenbarren 1 mit 16 Emitttern die zugehörigen einzelnen Strahlbündel trennen und separat umlenken zu können, ist ein Abstand der Bündelschwerpunkte in x-Richtung von 0,6 mm notwendig. Dies bedeutet, daß die beiden Strahlbündel der Randemitter in der x-Richtung um etwa $\pm 6^\circ$ ausgelenkt werden müssen (siehe Fig. 3). Dies erfordert die oben erwähnte Schrägstellung der Mikrozylinderlinse 3 um ungefähr 1° . Die Gesamtausdehnung der Ausgangsstrahlung der Laserdioden in x-Richtung beträgt dann etwa 10 mm (16 Emitter x 0,6 mm).

Im Ergebnis entsteht in der Redirektionsebene ein nahezu symmetrisches Gesamtbündel mit einem Bündelquerschnitt von 10 mm x 10 mm, bestehend aus einer Reihe von in x-Richtung übereinander angeordneten Einzelbündeln, die wiederum den in y-Richtung angeordneten einzelnen Emitttern 2 des Laserdiodenbarrens 1 zuzuordnen sind, d.h. die Gesamtstrahlung in der x-y-Ebene besteht aus 16 übereinanderliegenden Strahlbündel der Abmessung in x-Richtung von 0,6 mm und in y-Richtung von 10 mm. Somit ist die für die nachfolgend vorgesehene effiziente Fokussierung notwendige Symmetrierung erreicht.

Das Redirektionselement 5 muß jedoch noch die in Fig. 1 oben dargestellten unterschiedlichen Einfallswinkel der Strahlbündel der einzelnen Laserdioden 2 in der y-z-Ebene korrigieren. Durch die in x-Richtung ent-

sprechend Fig. 1 unten vorliegende räumliche Trennung der einzelnen Strahlbündel kann die Korrektur in der Redirektionsebene prinzipiell realisiert werden, wobei für jedes einzelne Strahlbündel eine unterschiedliche Ablenkung notwendig ist. Im in Fig. 2 und 3
5 dargestellten Ausführungsbeispiel liegen diese Ablenkwinkel zwischen 0° für das Strahlbündel des Mittemitters und 6° für die Strahlbündel der Randemitter. Entsprechend den Abmessungen der Strahlbündel in
10 der Redirektionsebene müssen die einzelnen ablenkenden Bereiche dabei eine Breite von 0,6 mm in x-Richtung und mindestens 10 mm in y-Richtung aufweisen. Im Ausführungsbeispiel wird anstelle des klassischen Aufbaus mit 16 schmalen prismatischen Körpern ein
15 Gitterarray unter Nutzung der Möglichkeiten der Mikrostrukturierung aus 16 unterschiedlich ablenkenden schmalen Bereichen verwendet, wobei eine Realisierung des Gitterarrays mit den geforderten maximalen Ablenkungswinkeln von nur 6° Gitterperioden technisch relativ
20 einfach möglich ist.

Für die abschließende Fokussierung des Gesamtbündels in einen möglichst kleinen Fleck werden im Ausführungsbeispiel zwei handelsübliche Achromaten mit
25 Brennweiten von 50 mm und 60 mm verwendet. Mit dieser Fokussieroptik 6 werden Bündelbreiten im Fokus von etwa $0,2 \times 0,2$ mm erzeugt, und zwar mit einer Konvergenz des Bündels von etwa 6° halber Öffnungswinkel. Bei stärkerer Fokussierung wird das Bündel im Fokus
30 entsprechend kleiner.

Die Fokussieroptik 6 kann auch aus zwei Linsen gebildet werden, zwischen denen das Redirektionselement 5
angeordnet ist.

Zur Verbesserung der Abbildungseigenschaften der optischen Anordnung kann dem Redirektionselement 5 ein Feld von in der xz-Ebene wirksamen Zylinderlinsen so vor- oder nachgeschaltet werden, daß jedem Bereich

5 des Redirektionselementes 5 eine Zylinderlinse zugeordnet ist, deren Breite in der x- bzw. y-Richtung der Breite der Ablenkbereiche des Ablenkmitterfeldes bzw. der Prismen des Prismenfeldes bzw. der Spiegel des Spiegelfeldes entspricht.

Patentansprüche

1. Optische Anordnung zur Symmetrierung der Strahlung einer Mehrzahl von in fester Zuordnung in y-Richtung nebeneinander angeordneten Laserdioden, die in z-Richtung abstrahlen und deren Abstrahlung in der xz- und yz-Ebene unsymmetrisch ist, wobei den Laserdioden eine Zylinderlinsenoptik nachgeschaltet ist,
- 5
- 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Zylinderlinsenoptik (3) um die optische Achse (z-Achse), die senkrecht zu der xy-Ebene steht, gekippt angeordnet ist und die Ausgangsstrahlbündel der einzelnen Laserdioden in die x-Richtung kollimiert und zueinander versetzt und dabei trennt, daß der Zylinderlinsenoptik (3) ein erstes Ablenkelement (4) nachgeschaltet ist, das die Strahlbündel der einzelnen Laserdioden (2) in der y-Richtung mit jeweils unterschiedlichen Ablenkwinkeln derart umlenkt, daß in einem vorgegebenen Abstand die Schwerpunkte der einzelnen Strahlbündel zusammenfallen und daß im Abstand hinter dem ersten Ablenkelement (4) ein zweites Ablenkelement (5) angeordnet ist, das die unterschiedlichen Ablenkwinkel der Strahlbündel zur optischen Achse (z-Achse) wieder kompensiert.
- 15
- 20
- 25
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Ablenkelement (5) eine Fokussieroptik (6) nachgeschaltet ist, die die durch das zweite Ablenkelement hindurchtretenden Strahlenbündel auf einen Strahlungsfleck geringer Abmessung konzentriert.
- 30

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsenoptik (3) eine gradientenoptische Mikrozylinderlinse (GRIN), eine Asphären-Mikrozylinderlinse, eine Fresnellinse, eine Plankonvex- und Bikonvexlinse und/oder eine Kombination derselben aufweist.
5
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gradientenoptische Mikrozylinderlinse ein in die erste Richtung eindimensionales Brechzahlprofil aufweist.
10
5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die gradientenoptische Mikrozylinderlinse ein zweidimensionales Brechzahlprofil aufweist.
15
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Ablenkelement (4) als Achromat oder als Bikonvex- oder Plankonvexlinse mit sphärischen oder asphärischen Oberflächen oder als Bikonvex- oder Plankonvex-Zylinderlinse ausgebildet ist.
20
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Ablenkelement (5) als Feld von Ablenkgeräten ausgebildet ist.
25
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Ablenkelement (5) als Prismenfeld ausgebildet ist.
30

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Ablenkelement (5) als Spiegelfeld ausgebildet ist.
- 5 10. Anordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkbereiche bzw. Prismen bzw. Spiegel mit jeweils unterschiedlichen Ablenkwinkeln des Ablenkmitterfeldes bzw. des Prismenfeldes bzw. des Spiegelfeldes in der x-Richtung nebeneinander angeordnet sind.
- 10 11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Ablenkbereiche bzw. der Prismen bzw. der Spiegel in der x-Richtung dem Abstand der Schwerpunkte der Strahlbündel in x-Richtung auf der Ebene des zweiten Ablenkelementes (5) entsprechen.
- 15 12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Ablenkelement (5) ein Feld von in der xz-Ebene wirksamen Zylinderlinsen, deren Breite in der x- bzw. der y-Richtung der Breite der Ablenkbereiche bzw. der Prismen bzw. der Spiegel in der x- bzw. y-Richtung entspricht, so vor- oder nachgeschaltet wird, daß jedem Bereich des zweiten Ablenkelementes (5) eine Zylinderlinse zur Verbesserung der Abbildungseigenschaften der Anordnung zugeordnet ist.
- 20 25 30 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussieroptik (6) aus zwei Linsen gebildet ist, zwischen denen das zweite Ablenkelement (5) angeordnet ist.
- 35

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussieroptik (6) aus Achromaten gebildet ist.

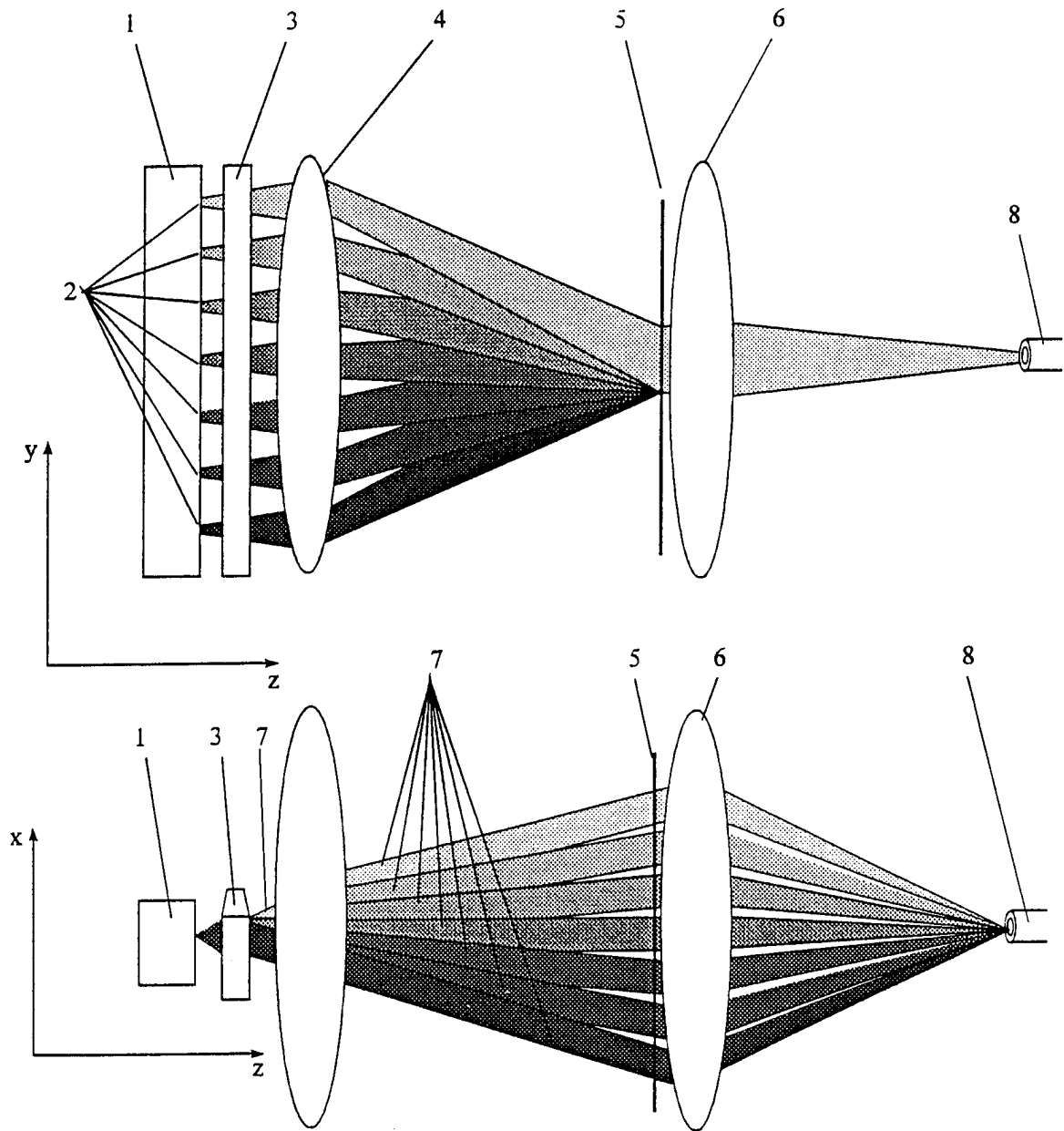


Fig. 1

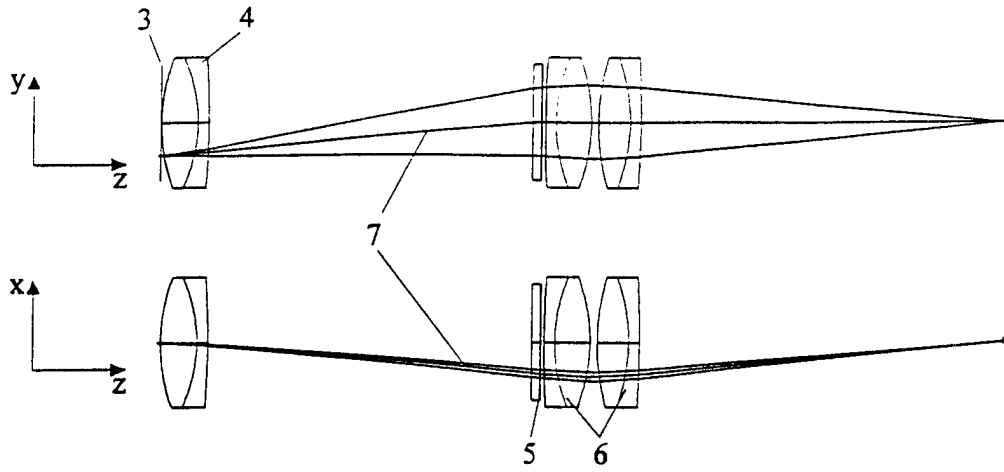


Fig. 3

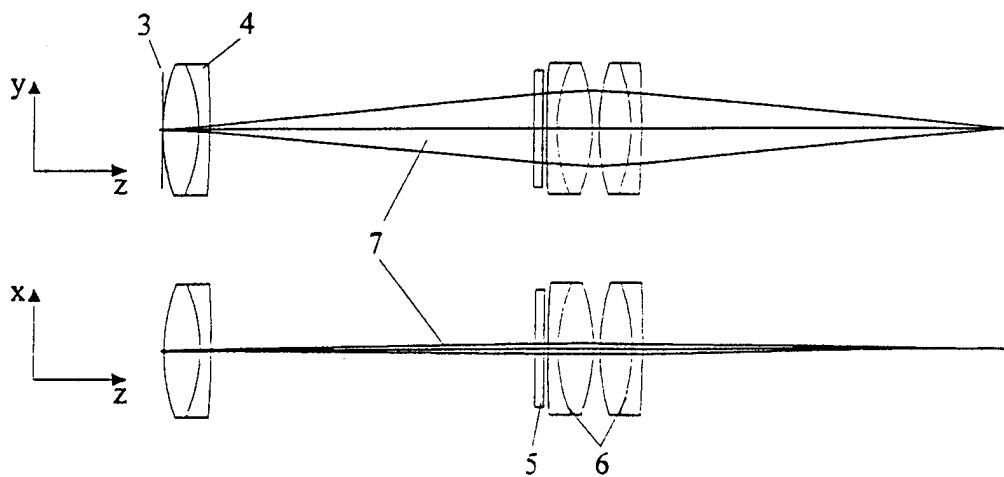


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat	Application No
PCT/DE 97/02573	

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G02B27/09 H01S3/25		
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) IPC 6 G02B H01S		
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 practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 513 201 A (YAMAGUCHI SATOSHI ET AL) 30 April 1996 see figures 3-9,45,46,53 ---	1-6, 14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 002, 29 February 1996 & JP 07 287105 A (NIPPON STEEL CORP), 31 October 1995, see abstract ---	1
A	EP 0 484 276 A (FISBA OPTIK AG ;BYSTRONIC LASER AG (CH)) 6 May 1992 cited in the application see figures 1,2 ---	1-5, 14
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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	Date of mailing of the international search report	
2 March 1998	16/03/1998	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Claessen, L	

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/02573

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 02013 A (COHERENT INC ;NIGHTINGALE JOHN LAWRENCE (US); TRAIL JOHN ANDERSON) 25 January 1996 see abstract; figures 1,2,8,10 ---	1
A	DE 44 38 368 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 9 May 1996 see column 2, line 16-59; figures 1-3 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 358 (P-522), 2 December 1986 & JP 61 156219 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 15 July 1986, see abstract ---	1
P,X	R. GORING, P SCHREIBER, T POSSNER: "Micropotical beam transformation system for high-power laser diode bars with efficient brightness conservation" PROCEEDINGS OF SPIE, THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, MINIATURIZED SYSTEMS WITH MICROOPTICS AND MICROMECHANICS II 10-12 FEBRUARY 1997, vol. 3008, SAN JOSE, pages 202-210, XP002057348 see the whole document -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02573

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5513201 A	30-04-96	JP 7098402 A	11-04-95

EP 0484276 A	06-05-92	CH 682698 A	29-10-93
		AT 130684 T	15-12-95
		DE 59106941 D	04-01-96
		ES 2080284 T	01-02-96
		JP 6075188 A	18-03-94
		US 5243619 A	07-09-93

WO 9602013 A	25-01-96	US 5557475 A	17-09-96
		EP 0770226 A	02-05-97
		US 5636069 A	03-06-97

DE 4438368 A	09-05-96	WO 9613884 A	09-05-96
		EP 0788673 A	13-08-97

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02573

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 G02B27/09 H01S3/25		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G02B H01S		
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)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 513 201 A (YAMAGUCHI SATOSHI ET AL) 30.April 1996 siehe Abbildungen 3-9,45,46,53 ---	1-6, 14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 002, 29.Februar 1996 & JP 07 287105 A (NIPPON STEEL CORP), 31.Oktober 1995, siehe Zusammenfassung ---	1
A	EP 0 484 276 A (FISBA OPTIK AG ;BYSTRONIC LASER AG (CH)) 6.Mai 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildungen 1,2 ---	1-5, 14
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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 2. März 1998		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 16/03/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Claessen, L

3

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 02013 A (COHERENT INC ;NIGHTINGALE JOHN LAWRENCE (US); TRAIL JOHN ANDERSON) 25.Januar 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,8,10 -----	1
A	DE 44 38 368 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 9.Mai 1996 siehe Spalte 2, Zeile 16-59; Abbildungen 1-3 -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 358 (P-522), 2.Dezember 1986 & JP 61 156219 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 15.Juli 1986, siehe Zusammenfassung -----	1
P,X	R. GORING, P SCHREIBER, T POSSNER: "Micropotical beam transformation system for high-power laser diode bars with efficient brightness conservation" PROCEEDINGS OF SPIE, THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, MINIATURIZED SYSTEMS WITH MICROOPTICS AND MICROMECHANICS II 10-12 FEBRUARY 1997, Bd. 3008, SAN JOSE, Seiten 202-210, XP002057348 siehe das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02573

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5513201 A	30-04-96	JP 7098402 A	11-04-95
EP 0484276 A	06-05-92	CH 682698 A	29-10-93
		AT 130684 T	15-12-95
		DE 59106941 D	04-01-96
		ES 2080284 T	01-02-96
		JP 6075188 A	18-03-94
		US 5243619 A	07-09-93
WO 9602013 A	25-01-96	US 5557475 A	17-09-96
		EP 0770226 A	02-05-97
		US 5636069 A	03-06-97
DE 4438368 A	09-05-96	WO 9613884 A	09-05-96
		EP 0788673 A	13-08-97