



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G02B 27/14, 6/42, 6/12</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/14818</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. April 1998 (09.04.98)</p>
--	------------------	--

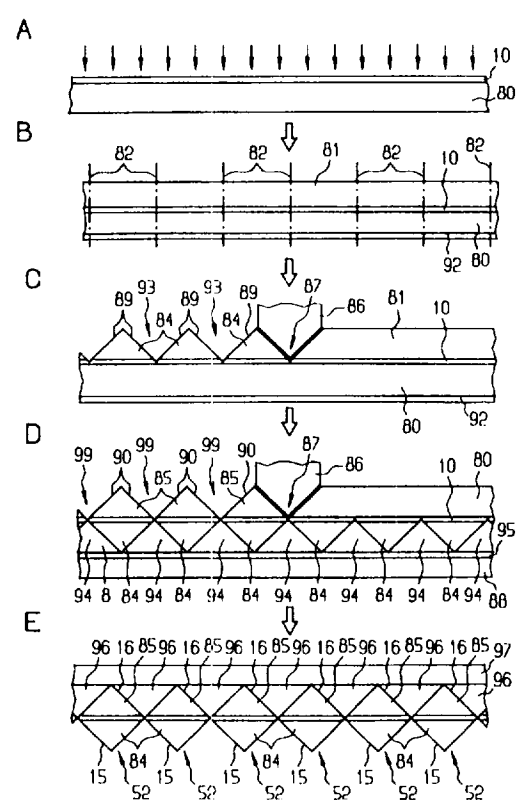
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02201  
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. September 1997 (26.09.97)  
(30) Prioritätsdaten: 196 40 236.0 30. September 1996 (30.09.96) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  
(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRAMANN, Wolfgang [DE/DE]; Josef-Bayer-Weg 1, D-93053 Regensburg (DE). SPÄTH, Werner [DE/DE]; Burgstallerstrasse 10, D-83607 Holzkirchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  
**Veröffentlicht**  
*Mit internationalem Recherchenbericht.*  
*Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.*

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A BEAM-SPLITTING SHAPED BODY AND USE OF THE BEAM-SPLITTING SHAPED BODY IN AN OPTO-ELECTRONIC MODULE  
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES STRAHLTEILERFORMKÖRPERS UND VERWENDUNG DES STRAHLTEILERFORMKÖRPERS IN EINEM OPTOELEKTRONISCHEN MODUL

(57) Abstract  
The invention relates to a method for producing at least one beam-splitting shaped body made of transparent material, in which a beam-splitting layer (10) is embedded. Two radiation transparent plates (80, 81), one of which is coated with a beam-splitting layer (10), are interconnected in such a way that the beam-splitting layer lies between the two plates (80, 81). Subsequently, this plate composite structure is further processed into individual prismatic bars (52), for instance by sawing in pattern lines and stripes and polishing the side surfaces or sawing in profiles. The opto-electronic module described in Figure 3 is designed having a recess (31) on a first main surface (30) of a supporting part (1) and a beam focusing element (8) on a second main surface (32) of a supporting part (1) lying opposite to the first main surface (30) to focus the beam, in this case a spherical convex lens.

(57) Zusammenfassung  
Verfahren zum Herstellen von mind. einem Strahlteilerformkörper aus transparentem Material, in den eine Strahlteilerschicht (10) eingebettet ist. Es werden zwei strahlungsdurchlässige Scheiben (80, 81), von denen eine mit einer Strahlteilerschicht (10) versehen ist, miteinander verbunden, derart, daß die Strahlteilerschicht (10) zwischen den beiden Scheiben (80, 81) liegt. Anschließend wird dieser Scheibenverbund zu einzelnen Prismenbarren (52) weiterverarbeitet, beispielsweise mittels Zersägen in Scheibenstreifen und Schleifen/Polieren der Seitenflächen oder mittels Profilsägen. Bei dem optoelektronischen Modul von Figur 3 ist an einer ersten Hauptfläche (30) eines Trägereiles (1) eine Ausnehmung (31) und an einer der ersten Hauptflächen (30) gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche (32) des Trägereiles (1) ein Strahlungsfokussiermittel (8) zum Fokussieren von Strahlung, in diesem Fall eine sphärische Sammellinse, ausgebildet.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

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

## Beschreibung

Verfahren zum Herstellen eines Strahlteilerformkörpers und  
Verwendung des Strahlteilerformkörpers in einem optoelektronischen Modul

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Strahlteilerformkörpers gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

10

Derartige Strahlteilerformkörper, z. B. Prismenwürfel, sind bekannt. Die bekannten Herstellungsverfahren für solche Prismenwürfel sind sehr aufwendig und somit kostenintensiv. Für die Herstellung von kostengünstigen optoelektronischen Bauelementen ist daher bislang der Einsatz von Prismenwürfeln nicht vorgesehen.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu entwickeln, das möglichst wenige technisch einfache Verfahrensschritte aufweist.

20

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 oder des Anspruches 2 gelöst.

Erfindungsgemäß sind bei der ersten Lösung folgende aufeinanderfolgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- a) Herstellen einer ersten Scheibe, bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material,
- b) Aufbringen der Strahlteilerschicht auf eine Hauptfläche der ersten Scheibe,
- c) Aufbringen einer zweiten Scheibe, bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material, auf die Strahlteilerschicht,
- d) Durchtrennen des die erste Scheibe, die Strahlteilerschicht und die zweite Scheibe aufweisenden Scheibenverbundes entlang von parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien schräg oder senkrecht zur Strahlteilerschicht, derart, daß voneinander getrennte Stäbe erzeugt werden, die jeweils einen

35

ersten Scheibenstreifen und einen zweiten Scheibenstreifen aufweisen, zwischen denen die Strahlteilerschicht angeordnet ist,

- 5 e) Schleifen und/oder Polieren jeweils des ersten und des zweiten Scheibenstreifens der Stäbe, derart, daß die senkrecht zur Strahlteilerschicht liegende Querschnittsfläche der Stäbe im wesentlichen eine vorgesehene entsprechende Querschnittsfläche des Strahlteilerformkörpers erhält und
- 10 f) falls vorgesehen, Durchtrennen der Stäbe quer zu ihrer Längsachse in einzelne Strahlteilerformkörper.

Die zweite erfindungsgemäße Lösung weist folgende aufeinanderfolgende Verfahrensschritte auf:

- 15 a) Herstellen einer ersten Scheibe, bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material,
- b) Aufbringen der Strahlteilerschicht auf eine Hauptfläche der ersten Scheibe,
- c) Aufbringen einer zweiten Scheibe, bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material, auf die Strahlteilerschicht,
- 20 d) Durchtrennen der zweiten Scheibe und Ansägen der Strahlteilerschicht entlang von parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien mittels eines Trennwerkzeugs mit V-förmigem Schnittprofil, derart, daß voneinander getrennte erste Scheibenstreifen entstehen,
- 25 e) Befestigen des die erste Scheibe, die zweite Scheibe und die Strahlteilerschicht aufweisenden Verbundes auf einer Trägerplatte, derart, daß die ersten Scheibenstreifen der Trägerplatte zugewandt sind,
- f) Durchtrennen der ersten Scheibe und der Strahlteilerschicht entlang der parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien mittels eines Trennwerkzeugs mit V-förmigem Schnittprofil, derart, daß voneinander getrennte, den ersten Scheibenstreifen gegenüberliegende zweite Scheibenstreifen erzeugt werden und somit voneinander getrennte Strahlteilerformkörperbarren ausgebildet werden, deren senkrecht zur
- 30
- 35 Strahlteilerschicht liegende Querschnittsfläche im wesentli-

chen eine vorgesehene entsprechende Querschnittsfläche des Strahlteilerformkörpers aufweist, und

g) falls vorgesehen, Durchtrennen der Stäbe quer zu ihrer Längsachse.

5

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche 3 bis 5. Bevorzugte Verwendungen der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Strahlteilerformkörper sind in den  
10 Ansprüchen 6 bis 13 angegeben.

Die erfindungsgemäßen Verfahren werden im folgenden anhand von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 und 2 und die bevorzugten Verwendungen der nach den erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Strahlteilerformkörper  
15 werden anhand von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 3 bis 5 näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung des Ablaufs eines Ausführungsbeispiels des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens,

20 Figur 2 eine schematische Darstellung des Ablaufs eines Ausführungsbeispiels des zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 3 eine schematische Schnittansicht eines ersten optoelektronischen Moduls mit einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Strahlteilerformkörper,

25 Figur 4 eine schematische Schnittansicht eines zweiten optoelektronischen Moduls mit einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Strahlteilerformkörper und

30 Figur 5 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Verfahrensablaufes zur gleichzeitigen Herstellung einer Mehrzahl von optoelektronischen Modulen gemäß Figur 3.

In den Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Bestandteile jeweils mit demselben Bezugszeichen versehen.

35 Bei dem in Figur 1 schematisch dargestellten Verfahren wird zunächst (Teilbild A) auf eine erste strahlungsdurchlässige Scheibe 80, z. B. bestehend aus Quarz, Borsilikatglas, Sa-

phir, Si, GaP oder aus einem anderen geeigneten Halbleitermaterial eine Strahlteilerschicht 10 aufgebracht. Diese Strahlteilerschicht 10 kann beispielsweise eine 3dB-Teilerschicht oder eine WDM(Wellenlängen-Divisions-Multiplex)-Filterschicht sein, die z. B. als Kurzwellenpass, Langwellenpass oder DämpfungsfILTER ausgebildet ist. Das Aufbringen der Strahlteilerschicht 10 ist in Teilbild A von Figur 1 durch Pfeile 91 angedeutet.

10 Nachfolgend (Teilbild B) wird auf die Strahlteilerschicht 10 eine zweite strahlungsdurchlässige Scheibe 81 aufgebracht, die beispielsweise wiederum aus Quarz, Borsilikatglas, Saphir, Si, GaP oder aus einem anderen geeigneten Halbleitermaterial besteht. Diese wird z. B. mittels eines Klebstoffes

15 (z. B. Duroplast: Epoxidharz, Silikongummi) auf der Strahlteilerschicht 10 befestigt. Ist die der zweiten Scheibe 81 zugewandte Oberfläche der Strahlteilerschicht 10 eine Siliziumschicht (z. B.  $\alpha$ -Silizium) und die zweite Scheibe 81 aus Glas, so können diese beiden Komponenten mittels anodischem

20 Bonden verbunden werden. Bei dieser bekannten Technik werden die beiden zu verbindenden Flächen aufeinandergelegt, auf beispielsweise etwa 450°C aufgeheizt, und an das Glas gegenüber dem Silizium eine Spannung von beispielsweise -1000 V angelegt.

25 Danach wird der Verbund aus erster Scheibe 80, Strahlteilerschicht 10 und zweiter Scheibe 81 mit einer freien Hauptfläche einer der beiden Scheiben 80,81 auf eine Adhäsionsfolie 92 laminiert und entlang von parallel zueinander verlaufenden

30 Trennlinien 82 senkrecht zur Strahlteilerschicht 10 z. B. mittels Sägen in einzelne nur über die Adhäsionsfolie 92 untereinander verbundene Stäbe 83 durchtrennt. Jeder dieser Stäbe 83 besteht aus einem ersten Scheibenstreifen 84, einer Strahlteilerschicht 10 und einem zweiten Scheibenstreifen 85

35 (man vergleiche hierzu Teilbild C).

Durch Schleifen und/oder Polieren der Seitenflächen der ersten und zweiten Scheibenstreifen 84,85 wird anschließend die senkrecht zur Strahlteilerschicht 10 liegende Querschnittsfläche der Stäbe 83 in die gewünschte Form, z. B. Sechseck, Rechteck oder Quadrat gebracht. Es liegen dann beispielsweise sogenannte Prismenbarren 52 vor, die aus einem ersten Prisma 15 und einem zweiten Prisma 16 und einer zwischen diesen angeordneten Strahlteilerschicht 10 bestehen. Diese können dann beispielsweise wie in Figur 5 gezeigt weiterverarbeitet werden oder mittels Zersägen sofort auf ihre endgültige Länge gebracht und anschließend weiterverarbeitet werden.

Optional können die Seitenflächen der Prismen 15,16 beispielsweise mittels Ionplating oder Hydrothermalabscheidung usw. mit einem entspiegelnden Material beschichtet werden.

Das in Figur 2 dargestellte Verfahren unterscheidet sich von dem vorgenannten Verfahren insbesondere dadurch, daß nach dem Aufkleben des Verbundes auf die Adhäsionsfolie 92 (Teilbild B) die auf der dieser gegenüberliegenden Seite der Strahlteilerschicht 10 angeordnete Scheibe 81 mittels eines Sägeblattes 86 mit V-förmigem Schnittprofil 87 mit aneinandergrenzenden ersten V-Nuten 93 versehen wird (Teilbild C). Die ersten V-Nuten 93 reichen bis in die Strahlteilerschicht 10 hinein. Danach wird der Verbund z. B. mittels Wachs 94 auf einer Trägerplatte 88 befestigt, derart, daß die mit den ersten V-Nuten 93 versehenen Seite des Verbundes der Trägerplatte zugewandt ist. Zwischen der Trägerplatte 88 und dem Verbund befindet sich auf der Trägerplatte 88 beispielsweise eine Papierschicht 95.

Als nächster Schritt (Teilbild D) wird die Scheibe 80 genau mittig gegenüber den ersten V-Nuten ebenfalls mittels eines Sägeblattes 86 mit V-förmigem Schnittprofil 87 mit aneinandergrenzenden zweiten V-Nuten 99 versehen, die ebenfalls in die Strahlteilerschicht 10 hineinreichen und diese durchtrennen. Damit liegen mehrere Prismenbarren 52 vor, die im we-

sentlichen die engültige Form der senkrecht zur Strahlteiler-  
schicht 10 liegenden Querschnittsfläche der vorgesehenen  
Strahlteilerformkörper aufweisen.

5 Um die Prismenbarren 52 für weitere Verfahrensschritte in ei-  
nem geordneten Verbund zu fixieren, werden die noch auf der  
Trägerplatte 88 fixierten Prismenbarren 52 beispielsweise  
mittels eines Epoxidharzes 96 an einem Haltestab 97 befestigt  
(Teilbild E). Danach wird der Verbund von der Trägerplatte 88  
10 abgelöst, so daß eine Mehrzahl von an dem Haltestab 97 befe-  
stigten einzelnen Prismenbarren 52 ausgebildet wird. Diese  
können dann beliebig weiterverarbeitet werden, z. B. mittels  
Durchtrennen der Prismenbarren 52 zu Prismenwürfeln oder  
Prismenquadern oder, wie in Figur 5 gezeigt, Aufbringen auf  
15 eine Substratscheibe zur Herstellung von optoelektronischen  
Modulen.

Ein besonderer Vorteil der oben beschriebenen erfindungsgemä-  
ßen Verfahren ist, daß mehrere Strahlteilerformkörper mit be-  
20 liebiger Querschnittsfläche im Scheibenverbund, d. h. im Nut-  
zen. hergestellt werden können.

Optional können auch hier die Seitenflächen der Prismen 15,16  
beispielsweise mittels Ionplating oder Hydrothermalabschei-  
25 dung usw. mit einem entspiegelnden Material beschichtet wer-  
den.

Selbstverständlich können mittels den oben beschriebenen Ver-  
fahren nicht nur im Querschnitt quadratische Strahlteiler-  
30 formkörper sondern durch Änderung der Schleif-/Polierprozesse  
bzw. des Sägeblattprofils verschiedenartigste Querschnitts-  
flächenformen, wie beispielsweise rechteckige, sechseckige  
usw., hergestellt werden.

35 Bei dem optoelektronischen Modul von Figur 3 ist an einer er-  
sten Hauptfläche 30 eines Trägerteiles 1 eine Ausnehmung 31  
und an einer der ersten Hauptfläche 30 gegenüberliegenden

zweiten Hauptfläche 32 des Trägerteiles 1 ein Strahlungsfo-  
kussiermittel 8 zum Fokussieren von Strahlung, in diesem Fall  
eine sphärische Sammellinse, ausgebildet. Auf der Bodenfläche  
49 der Ausnehmung 31 ist mittels eines strahlungsdurchlässi-  
5 gen Verbindungsmittels 29, z. B. ein transparenter Klebstoff,  
als Strahlteilereinrichtung 4 ein Strahlteilerformkörper, in  
diesem Fall ein Prismenwürfel 14 befestigt. Der Prismenwürfel  
14 besteht aus zwei zusammengefügt optischen Prismen 15,16,  
zwischen denen die Strahlteilerschicht 10 angeordnet ist. Die  
10 Strahlteilerschicht 10 liegt auf einer diagonalen Ebene des  
Prismenwürfels 14. Selbstverständlich ist dieses Ausführungs-  
beispiel nicht ausschließlich auf die Verwendung eines Pris-  
menwürfels 14 beschränkt. Es kann ebenso anstelle des Pris-  
menwürfels beispielsweise ein Prismenquader mit einer quadra-  
15 tischen oder rechteckigen senkrecht zur Strahlteilerschicht  
10 liegenden Schnittfläche verwendet sein.

Auf der ersten Hauptfläche 30 des Trägerteiles 1 ist benach-  
bart zu einer ersten Seitenfläche 5 des Prismenwürfels 14 ein  
20 Sendebauelement 2, beispielsweise ein Fabry-Perot- oder ein  
DFB-Laser, also ein Kantenemitter, derart befestigt, daß eine  
Sendebauelement-Strahlenaustrittsfläche 11 des Sendebauеле-  
ments 2 parallel zur ersten Seitenfläche 5 des Prismenwürfels  
14 liegt. Als Verbindungsmittel 33 zwischen dem Sendebauеле-  
25 ment 2 und dem Trägerteil 1 ist beispielsweise ein Lot oder  
ein Klebstoff verwendet. Optional sind, wie in Figur 4 und  
Figur 5 gezeigt, auf der ersten Hauptfläche 30 des Trägertei-  
les 1 strukturierte Metallisierungsschichten 42 aufgebracht,  
die mit elektrischen Anschlüssen des Sendebauelements 2 ver-  
30 bunden sind und die als externe elektrische Anschlüsse für  
das Sendebauelement 2 dienen. Das Sendebauelement 2 kann dazu  
direkt mit seinen elektrischen Anschlüssen auf den Metall-  
sierungsschichten 42 aufliegen und mit diesen beispielsweise  
mittels eines Lotes elektrisch leitend verbunden sein.

35

Die Sendebauelement-Strahlenaustrittsfläche 11 kann wahlweise  
direkt auf der ersten Seitenfläche 5 des Prismenwürfels auf-

liegen oder auch in einem Abstand dazu angeordnet sein. Im zweiten Fall kann der Zwischenraum zwischen der Strahlenaustrittsfläche 11 und der ersten Seitenfläche 5 des Prismenwürfels 14, wie in Figur 3 gezeigt, mit einem strahlungsdurchlässigen Koppelmedium 24 gefüllt sein, dessen Brechungsindex gegenüber dem von Luft erhöht ist. Dadurch können Reflexionsverluste aufgrund stark unterschiedlicher Brechungsindizes von Luft und Halbleitermaterial bzw. Material des Prismenwürfels verringert werden. Idealerweise weist die Sendebau-  
10 debaelement-Strahlenaustrittsfläche 11 zur ersten Seitenfläche 5 physikalischen Kontakt auf.

Auf einer senkrecht zur ersten Seitenfläche 5 und parallel zur ersten Hauptfläche 30 des Trägerteiles 1 liegenden zweiten Seitenfläche 6 des Prismenwürfels 14 ist mittels eines strahlungsdurchlässigen Verbindungsmittels 25 ein Empfangsbau-  
15 baelement 3, z. B. eine Fotodiode, befestigt. Die Empfangsbau-  
bauelement-Strahleneintrittsfläche 12 des Empfangsbau-  
bauelements 3 ist der zweiten Seitenfläche 6 zugewandt. Idealerweise  
20 weist die Empfangsbau-  
bauelement-Strahlenaustrittsfläche 12 zur  
zweiten Seitenfläche 6 wiederum physikalischen Kontakt auf.  
Der Prismenwürfel 14 ist derart angeordnet, daß die Strahl-  
teilerschicht 10 in einer Ebene liegt, die zwischen dem Sen-  
debau-  
25 debaelement 2 und dem Empfangsbau-  
bauelement 3 angeordnet ist  
und die mit der ersten Hauptfläche 30 des Trägerteiles 1 einen Winkel von  $45^\circ$  einschließt.

Auf der dem Sendebau-  
bauelement 2 gegenüberliegenden Seite des  
Prismenwürfels 14 ist ebenfalls in der Ausnehmung 31 des Trä-  
30 gerteiles 1 mittels eines Verbindungsmittels 34, z. B. ein  
metallisches Lot oder ein Klebstoff, eine Monitordiode 21 be-  
festigt. Diese Monitordiode 21 dient im wesentlichen dazu,  
die von dem Sendebau-  
bauelement 2 ausgesandte Strahlung 7 auf ih-  
re Wellenlänge hin zu überprüfen. Dazu ist die Strahlteiler-  
35 schicht 10 so ausgebildet, daß sie einen Teil der ausgesand-  
ten Strahlung 7 durchläßt.

Die Monitordiode 21 ist so angeordnet, daß eine Monitordi-  
oden-Strahleneintrittsfläche 23 einer der ersten Seitenfläche  
5 gegenüberliegenden vierten Seitenfläche 22 des Prismenwür-  
fels 14 zugewandt ist. Ein Zwischenraum zwischen der vierten  
Seitenfläche 22 des Prismenwürfels 14 und der Monitordioden-  
Strahleneintrittsfläche 23 ist mittels eines transparenten  
Koppelmediums 26, z. B. ein transparentes Epoxidharz, ge-  
füllt. Dadurch können wiederum Reflexionsverluste der Strah-  
lung auf dem Weg zur Monitordiode 21 verringert werden.

10

Eine der Monitordioden-Strahleneintrittsfläche 23 gegenüber-  
liegende Seitenfläche 44 der Monitordiode 21 ist derart abge-  
schrägt, daß sie zumindest einen Teil der in die Monitordiode  
21 eindringenden Strahlung zu einem Strahlung detektierenden  
15 pn-Übergang 45 der Monitordiode 21 hin reflektiert. Sie  
schließt mit einer dem pn-Übergang 45 am nächsten liegenden  
Seitenfläche 46 der Monitordiode einen Winkel ein, der klei-  
ner als  $90^\circ$  ist. Zusätzlich kann sie beispielsweise mit einer  
reflexionssteigernden Schicht versehen sein.

20

Das Sendebau-  
element 2, das Empfangsbau-  
element 3, der Prismen-  
würfel 14, und das Strahlungs-  
fokussiermittel 8, sind derart  
ausgebildet und zueinander angeordnet, daß im Betrieb des op-  
totelektronischen Moduls zumindest ein Teil einer von dem  
25 Sendebau-  
element 2 ausgesandten Strahlung 7 nach Durchtritt  
durch das Strahlungs-  
fokussiermittel 8 in eine, in Ausbrei-  
tungsrichtung der ausgesandten Strahlung 7 betrachtet, dem  
Strahlungs-  
fokussiermittel 8 nachgeordneten optische Vorrich-  
tung 9 eingekoppelt wird und daß zumindest ein Teil einer aus  
30 der optischen Vorrichtung 9 ausgekoppelten, empfangenen  
Strahlung 13 nach Durchtritt durch das Strahlungs-  
fokussier-  
mittel 8 und durch den Prismenwürfel 14 in das Empfangsbau-  
element 3 eingekoppelt wird.

35 Dazu ist der Prismenwürfel 14 aus einem für die ausgesandte  
Strahlung 7 und die empfangene Strahlung 13 durchlässigen Ma-  
terial gefertigt (z. B. Quarz, Borsilikatglas, Saphir oder

Halbleitermaterial (man vergleiche dazu beispielsweise die unten für das Trägerteil angegebenen Halbleitermaterialien)). Die Strahlteilerschicht 10 ist derart ausgebildet, daß sie die ausgesandte Strahlung 7 größtenteils reflektiert und die empfangene Strahlung 13 soweit als möglich durchläßt. Derartige Strahlteilerschichten 10, sind in der optischen Technik bekannt, z. B. 3dB-Teiler oder WDM (Wellenlängen-Divisions-Multiplex)-Filter, und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert. Optional ist auf die Seitenflächen 5, 6, 17, 22 des Prismenwürfels eine Antireflexbeschichtung 48 (gestrichelt eingezeichnet) aufgebracht.

Die Strahlachse 19 der ausgesandten Strahlung 7 und die Strahlachse 20 der empfangenen Strahlung 13 stehen bei diesem Ausführungsbeispiel senkrecht aufeinander.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, daß die ausgesandte Strahlung 7 und die empfangene Strahlung 13 vorteilhafterweise unterschiedliche Wellenlängen  $\lambda$  aufweisen. Dies gilt für alle in dieser Anmeldung beschriebenen Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen optoelektronischen Moduls.

Die optische Vorrichtung 9 ist beispielsweise, wie in der Figur 3 angedeutet, ein Lichtwellenleiter, eine Linsenordnung oder ein weiteres optoelektronisches Modul usw..

Das Trägerteil 1 einschließlich dem Strahlungsfokussiermittel 8 besteht aus einem Material, das ebenfalls sowohl für die ausgesandte Strahlung 7 als auch für die empfangene Strahlung 13 durchlässig ist. Hierzu eignet sich beispielsweise Glas, Kunststoff, Saphir, Diamant oder ein Halbleitermaterial, das für die ausgesandte Strahlung 7 und für die empfangene Strahlung 13 durchlässig ist. Für Wellenlängen  $\lambda > 400$  nm kann diesbezüglich beispielsweise SiC, für  $\lambda > 550$  nm GaP, für  $\lambda > 900$  nm GaAs und für  $\lambda > 1100$  nm kann Silizium verwendet sein.

Das Strahlungsfokussiermittel 8 kann beispielsweise eine Sammellinse mit einer sphärischen oder asphärischen Oberfläche sein, die mittels Ätzen oder Schleifen hergestellt ist. Ebenso kann als Strahlungsfokussiermittel 8 ein diffraktives optisches Element, ein holographisches optisches Element oder eine Fresnellinse verwendet sein, die mittels Ätzen, Schleifen oder Fräsen hergestellt ist. Die Ausnehmung 31 ist beispielsweise mittels Ätzen oder Fräsen hergestellt.

Die Ausnehmung 31 kann alternativ auch mittels zweier separat hergestellter Formteile, die auf dem Trägerteil 1 mit einem Abstand zueinander befestigt sind, realisiert sein. Ebenso kann auch das Strahlungsfokussiermittel 8 alternativ zum oben Beschriebenen separat hergestellt und am Trägerteil 1 z. B. mittels eines strahlungsdurchlässigen Lotes oder Klebstoffes befestigt sein. Besteht das Trägerteil 1 beispielsweise aus Silizium und das Strahlungsfokussiermittel 8 aus Glas, so können diese beiden Komponenten auch mittels anodischem Bonden miteinander verbunden sein.

20

Um, falls erforderlich, die aktiven Komponenten des optoelektronischen Moduls, d. h. das Sendebaulement 2, das Empfangsbaulement 3, und die Monitordiode 21 vor Umgebungseinflüssen zu schützen, kann die gesamte funktionelle Einheit, bestehend aus diesen drei Bauteilen und dem Prismenwürfel 14 mit einer im wesentlichen aus Kunststoff oder aus einem anderen Vergußmaterial bestehenden Vergußumhüllung, beispielsweise ein Epoxidharz oder ein anderer geeigneter Kunststoff, vergossen sein. Ebenso kann das erfindungsgemäße optoelektronische Modul ein hermetisch dichtes Metallgehäuse mit einem optischen Fenster aufweisen.

30

Das in Figur 4 dargestellte optoelektronische Modul unterscheidet sich von dem gemäß Figur 3 insbesondere dadurch, daß das Strahlungsfokussiermittel 8 auf der dem Sendebaulement 2 gegenüberliegenden Seite des Prismenwürfels 14 angeordnet ist und daß die Strahlteilerschicht 10 derart ausgebildet, daß

35

sie die ausgesandte Strahlung 7 größtenteils durchläßt und daß sie die empfangene Strahlung 13 größtenteils reflektiert. Die Strahlachse 19 der ausgesandten Strahlung 7 und die Strahlachse 20 der empfangenen Strahlung 13 verlaufen parallel zueinander, liegen insbesondere aufeinander. Die Strahlachse 43 des an der Strahlteilerschicht 10 reflektierten Teiles der empfangenen Strahlung 13 steht senkrecht auf der Strahlachse 19 der empfangenen Strahlung 13.

Das Sendebauelement 2, der Prismenwürfel 14 und das Strahlungsfokussiermittel 8 sind beispielsweise mittels Kleben oder Löten auf einem gemeinsamen Trägerelement 36 befestigt, das beispielsweise im wesentlichen aus Silizium besteht. Das Trägerelement 36 weist eine Stufe 40 auf, die eine erste Montagefläche 37 und eine zu dieser parallel liegende zweite Montagefläche 38 voneinander trennt.

Der Prismenwürfel 14 ist auf der ersten Montagefläche 37 benachbart zu einer zu den Montageflächen 37,38 senkrecht stehenden Absatzfläche 41 der Stufe 40 befestigt. Das hierzu verwendete Verbindungsmittel 29 muß nicht strahlungsdurchlässig sein. Auf der ersten Montagefläche 37 ist weiterhin mittels eines Verbindungsmittels 28 das Strahlungsfokussiermittel 8 befestigt, derart, daß dessen Strahleneintritts- und Strahlenaustrittsfläche 18 parallel zur dritten Seitenfläche 17 des Prismenwürfels 14 liegt und dieser zugewandt ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist zwischen dem Strahlungsfokussiermittel 8 und dem Prismenwürfel 14 ein Spalt vorhanden, der mit einem transparenten Koppelmedium 26, z. B. Kunstharz, gefüllt ist. Ebenso kann natürlich auch das Strahlungsfokussiermittel 8 physikalischen Kontakt zum Prismenwürfel 14 aufweisen, insbesondere unmittelbar an diesem anliegen.

Auf der zweiten Montagefläche 38 ist das Sendebauelement 2 befestigt, derart, daß dessen Strahlenaustrittsfläche 11 dem Prismenwürfel 14 zugewandt ist, und unmittelbar an dessen erster Seitenfläche 5 anliegt. Zwischen dem Sendebauelement 2

und dem Prismenwürfel 14 kann natürlich ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 3 ein Spalt vorhanden sein, der zur Reflexionsminderung mit einem transparenten Koppelmedium 24, z. B. Kunstharz, gefüllt ist, oder ein physikalischer Kontakt vorliegen.

Auf der zweiten Montagefläche 38 sind Metallisierungsschichten 42 aufgebracht. Diese sind mit elektrischen Kontakten des Sendebauelements 2 elektrisch leitend verbunden. Dazu sind beispielsweise das Sendebauelement 2 und die Metallisierungsschichten 42 derart ausgebildet, daß elektrische Kontakte des Sendebauelements 2 und die Metallisierungsschichten 42 aufeinanderliegen und beispielsweise mittels eines metallischen Lotes oder mittels eines elektrisch leitenden Klebstoffes miteinander verbunden sind. Die Metallisierungsschichten 42 dienen gleichzeitig als externe elektrische Anschlüsse für das Sendebauelement 2, die beispielsweise mittels Bonddrähten mit einem Leadframe verbunden sind. Ebenso können natürlich auch elektrische Kontakte des Sendebauelements 2 mittels Bonddrähten mit den Metallisierungsschichten 42 oder direkt mit einem Leadframe verbunden sein. Analoges gilt für das Ausführungsbeispiel von Figur 3. Auch dort können auf dem Trägerteil 1 entsprechende Metallisierungsschichten 42 vorgesehen sein.

Desweiteren ist bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 4 zwischen dem auf dem Prismenwürfel 14 angeordneten Empfangsbauelement 3 und dem Prismenwürfel 14 ein Sperrfilter 27 angeordnet, das für die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung 7 weitestgehend undurchlässig ist. Dadurch kann die Übersprechdämpfung des optoelektronischen Moduls gesenkt werden. Unter „Übersprechen“ ist eine direkte Übertragung der vom Sendebauelement 2 ausgesandten Signale auf das Empfangsbauelement 3 zu verstehen. Das Sperrfilter 27 kann optional auf der Empfangsbauelement-Strahleneintrittsfläche 12 oder auf der zweiten Seitenfläche 6 des Prismenwürfels 14 aufgebracht sein. Desweiteren kann, falls aus optischen Gründen nötig, zwischen

der Empfangsbauelement-Strahleneintrittsfläche 12 und dem Prismenwürfel 14 eine Sammellinse angeordnet sein.

Ist als Sendebauelement 2 eine Laserdiode verwendet, so kann diese mit der aktiven Seite nach oben (up-side up) oder mit der aktiven Zone nach unten (up-side down), d. h. in Richtung Trägerelement 36, montiert sein. Im zweiten Fall muß die Dicke des Laserdiodensubstrats sehr genau an die Lage der Strahlteilerschicht 10 angepaßt sein. Dies ist mit einem hohen Montage- und Justieraufwand verbunden. Im ersten Fall geht dagegen nur die Dicke der Epitaxieschicht der Laserdiode und die Dicke von gegebenenfalls vorhandenen elektrischen Anschlußmetallisierungsschichten 42 auf dem Trägerelement 36 in diese Betrachtung ein. Herstellungstoleranzen können hier sehr einfach im Mikrometerbereich und darunter gehalten werden. Die Justage ist dadurch deutlich vereinfacht. Analoges gilt natürlich auch für das oben beschriebene Ausführungsbeispiel von Figur 3.

Ist auch bei diesem Ausführungsbeispiel eine Monitordiode 21 vorgesehen, so kann diese vom Prismenwürfel 14 aus gesehen, hinter dem Sendebauelement 2 auf der zweiten Montagefläche 38 angeordnet sein. Ein Teil der im Sendebauelement 2 erzeugten Strahlung muß dann natürlich nach hinten ausgekoppelt werden, was bei Verwendung einer Laserdiode als Sendebauelement 2 mit einer Verschlechterung der Laserparameter verbunden ist, da auch der hintere Resonatorspiegel teildurchlässig ausgebildet sein muß. Diesen Nachteil weist das Ausführungsbeispiel von Figur 3 nicht auf; hier kann der hintere Spiegel einer als Sendebauelement 2 eingesetzten Laserdiode auf hohe Reflexion ausgelegt sein.

Bei dem in Figur 5 schematisch dargestellten Verfahrensablauf zum gleichzeitigen Herstellen einer Mehrzahl von erfindungsgemäßen optoelektronischen Modulen gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 3 wird an einer ersten Hauptfläche 30 einer Scheibe 50 eine Anzahl von in einem Abstand parallel zueinan-

der verlaufenden rechteckigen Nuten 54 hergestellt. Der in Figur 5 gezeigte Ausschnitt der Scheibe 50 weist vier funktionelle Einheiten auf, wobei die beiden vorderen im Schnitt dargestellt sind.

5

An einer der ersten Hauptfläche 51 gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche 61 der Scheibe 50 wird entsprechend einem vorgegebenen Raster eine Anzahl von Strahlungsfokussiermitteln 8 ausgebildet. In diesem Fall sind dies z. B. mittels Ätzen  
10 oder Schleifen hergestellte sphärische oder asphärische Linsen. Die Strahlungsfokussiermittel 8 sind in Reihen angeordnet, die zu den Nuten 54 parallel verlaufen und diesen senkrecht gegenüberliegen. Die Scheibe 50 besteht aus einem für die ausgesandte Strahlung 7 und die empfangene Strahlung 13  
15 durchlässigen Material. Man vergleiche dazu die Beschreibung zu Figur 3.

In jeder Nut 54 wird benachbart zu einer ersten Nutseitenfläche 55 ein im Querschnitt quadratischer Prismenbarren 52 befestigt. Die erste Nutseitenfläche 55 kann hierbei als Justierbezugsfläche für eine erste Seitenfläche 5 des Prismenbarrens 52 dienen. Jeder Prismenbarren 52 weist eine Strahlteilerschicht 10 auf, die auf einer zu seiner Längsmittelachse parallelen diagonalen Schnittfläche des Prismenbarrens 52  
25 liegt. Der Winkel  $\alpha$  zwischen der Strahlteilerschicht 10 und der ersten Hauptfläche 51 der Scheibe 50 beträgt somit  $45^\circ$ .

Besteht der Prismenbarren 52 beispielsweise aus Glas und die Scheibe 50 aus  $\alpha$ -Silizium oder umgekehrt, so kann zum Befestigen der Prismenbarren 52 auf der Scheibe 50 anstelle des oben angegebenen Verbindens mittels eines Verbindungsmittels  
30 29 anodisches Bonden eingesetzt werden. Bei dieser Technik werden die zu verbindenden Flächen aufeinander gelegt, beispielsweise auf etwa  $450^\circ\text{C}$  aufgeheizt und zwischen Glas und  
35 Silizium eine Spannung von etwa  $-1000\text{ V}$  angelegt. Diese Verbindungstechnik ist auch dann möglich, wenn auch die Scheibe 50 aus Glas oder irgendeinem anderen Material besteht und an

der Verbindungsstelle zum Prismenbarren 52 eine  $\alpha$ -Siliziumschicht aufweist. Es müssen lediglich eine Glas- und eine  $\alpha$ -Siliziumschicht aufeinanderliegen.

5 Auf der ersten Hauptfläche 51 der Scheibe 50 wird benachbart zu den ersten Seitenflächen 5 eine Mehrzahl von Sendebau-  
elementen 2 befestigt, derart, daß elektrische Kontakte der Sen-  
debaulemente 2 auf den dafür vorgesehenen auf der ersten  
10 Hauptfläche 51 der Scheibe 50 aufgebracht Metallisierungsschichten 42 zu liegen kommen und mit diesen elektrisch lei-  
tend verbunden werden. Hier kann jeweils die Seitenfläche 5  
als Justierbezugsfläche für die Sendebaulemente 2 dienen.  
Die Sendebaulemente 2 werden so angeordnet, daß jedem ein  
Strahlungsfokussiermittel 8 zugeordnet ist.

15

Um eine sichere Trennung der p- und n-Kontakte von Laserdi-  
oden-Sendebaulementen zu gewährleisten bzw. bei Verwendung  
von Lasern mit Stegwellenleiter (MCRW-Laser) eine Beschädi-  
gung des Steges zu vermeiden, wird vor der Montage der Sende-  
20 baulemente 2 jeweils zwischen den Metallisierungsschichten  
42 eine Trennungsnut ausgebildet, beispielsweise eingeätzt.

Auf den zweiten Seitenflächen 6 des Prismenbarren 52 wird je-  
weils eine Mehrzahl von Empfangsbaulementen 3 mit elektri-  
25 schen Kontakten 56 befestigt. Auch diese sind derart angeord-  
net, daß jedem ein Strahlungsfokussiermittel 8 zugeordnet  
ist.

Analog dazu wird jeweils benachbart zu einer der ersten Sei-  
30 tenfläche 5 gegenüberliegenden vierten Seitenfläche 22, in  
der Nut 54 eine Mehrzahl von Monitordioden 21 mit elektri-  
schen Kontakten 56 befestigt.

Bei Verwendung von Laserdioden als Sendebaulemente 2 können  
35 diese mittels Metallisierungsbahnen 57 (in der Figur 5 ge-  
strichelt eingezeichnet) auf der ersten Hauptfläche 51 der  
Scheibe 50 seriell verschaltet werden, so daß für den so ge-

nannten Burn-In der Laserdioden nur jeweils die beiden äußeren, an den beiden Enden einzelner Laserdiodenzeilen 58 angeordneten Kontaktflächen 42 kontaktiert werden müssen. Die Burn-In für die derselben Laserdiodenzeile 58 zugeordneten Laserdioden kann somit auf besonders einfache Weise gleichzeitig durchgeführt werden. Darüberhinaus können auch die einzelnen Sendebaulemente 2 und Empfangsbaulemente 3 durch Kontaktieren der zugehörigen Metallisierungsschichten 42, 56 und Anschließen an einen geeigneten Waferprober im Scheibenverbund, also im Nutzen, auf ihre elektrooptischen Parameter hin gemessen werden. Gleiches gilt natürlich auch für die Monitordioden 21.

Nach diesen Verfahrensschritten werden dann die Scheibe 50 und die Prismenbarren 52 entlang von ersten Trennlinien 59, die zwischen den einzelnen Sendebaulementen 2 senkrecht zu den Nuten 54 verlaufen, und die Scheibe 50 entlang von zweiten Trennlinien 60, die jeweils zwischen zwei Nuten 54 verlaufen, durchtrennt. Die so gefertigten jeweils ein Sendebaulement 2, ein Empfangsbaulement 3, eine Monitordiode 21, einen Prismenquader 14 und ein Strahlungsfokussiermittel 8 mit Trägerteil 1 aufweisenden einzelnen Vorrichtungen werden nachfolgend je nach vorgesehenem Einsatzbereich weiterverarbeitet, z. B. auf einem Leadframe befestigt und mit einer Vergußumhüllung 35 versehen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von mindestens einem Strahlteilerformkörper (14), der für elektromagnetische Strahlung durchlässig ist und in den eine Strahlteilerschicht (10) eingebettet ist, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- a) Herstellen einer ersten Scheibe (80), bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material,
  - 5 b) Aufbringen der Strahlteilerschicht (10) auf eine Hauptfläche der ersten Scheibe (80),
  - c) Aufbringen einer zweiten Scheibe (81), bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material, auf die Strahlteilerschicht (10),
  - 15 d) Durchtrennen des die erste Scheibe (80), die Strahlteilerschicht (10) und die zweite Scheibe (81) aufweisenden Scheibenverbundes entlang von parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien (82) schräg oder senkrecht zur Strahlteilerschicht (10), derart, daß voneinander getrennte Stäbe (83)
  - 20 erzeugt werden, die jeweils einen ersten Scheibenstreifen (84) und einen zweiten Scheibenstreifen (85) aufweisen, zwischen denen die Strahlteilerschicht (10) angeordnet ist,
  - e) Schleifen und/oder Polieren jeweils des ersten (84) und des zweiten Scheibenstreifens (85) der Stäbe (83) entlang der
  - 25 Trennungslinien (82) auf die gewünschte Querschnittsform des Strahlteilerformkörpers (14) und
  - f) Durchtrennen der Stäbe (83) quer zu ihrer Längsachse in einzelne Strahlteilerformkörper (14).
- 30 2. Verfahren zum Herstellen von mindestens einem Strahlteilerformkörper (14), der für elektromagnetische Strahlung durchlässig ist und in den eine Strahlteilerschicht (10) eingebettet ist, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- 35 a) Herstellen einer ersten Scheibe (80), bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material,

- b) Aufbringen der Strahlteilerschicht (10) auf eine Hauptfläche der ersten Scheibe (80),
- c) Aufbringen einer zweiten Scheibe (81), bestehend aus strahlungsdurchlässigem Material, auf die Strahlteilerschicht (10),
- 5 d) Durchtrennen der zweiten Scheibe (81) und Ansägen der Strahlteilerschicht (10) entlang von parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien (82) mittels eines Trennwerkzeugs mit V-förmigem Schnittprofil (87), derart, daß voneinander
- 10 getrennte erste Scheibenstreifen (84) entstehen,
- e) Befestigen des die erste Scheibe (80), die zweite Scheibe (81) und die Strahlteilerschicht (10) aufweisenden Verbundes auf einer Trägerplatte (88), derart, daß die ersten Scheibenstreifen (84) der Trägerplatte (88) zugewandt sind,
- 15 f) Durchtrennen der ersten Scheibe (80) und der Strahlteilerschicht (10) entlang der parallel zueinander verlaufenden Trennungslinien (82) mittels eines Trennwerkzeugs mit V-förmigem Schnittprofil (87), derart, daß voneinander getrennte, den ersten Scheibenstreifen (84) gegenüberliegende zweite
- 20 Scheibenstreifen (85) erzeugt werden und somit voneinander getrennte Strahlteilerformkörperbarren (52) mit einer gewünschten Querschnittsform des Strahlteilerformkörpers (14) ausgebildet werden, und
- g) Durchtrennen der Stäbe (83) quer zu ihrer Längsachse.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Durchtrennen der zweiten Scheibe (81) und Ansägen der Strahlteilerschicht (10) die Schnittflächen (89) der ersten Scheibenstreifen (84) geschliffen und/oder poliert werden und daß nach dem Durchtrennen der ersten Scheibe (80) und der Strahlteilerschicht (10) die Schnittflächen (90) der zweiten Scheibenstreifen (85) geschliffen und/oder poliert werden.

35

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlteilerschicht (10) eine WDM-Schichtenfolge aufweist.

5 Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite Scheibe (81) eine Glasscheibe verwendet wird, daß eine an die Glasscheibe angrenzende Teilschicht der Strahlteilerschicht (10) aus Silizium besteht und daß die Glasscheibe mittels anodischem Bonden mit der Strahlteilerschicht (10) verbunden wird.

10 6. Verwendung eines gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 hergestellten Strahlteilerformkörpers (14) in einem optoelektronischen Modul zur bidirektionalen optischen Datenübertragung, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sendebau-  
element (2) zum Aussenden von Strahlung, ein Empfangsbau-  
element (3) zum Empfangen von Strahlung, ein Strahlungsfokussiermittel (8)  
15 zum Fokussieren von Strahlung und der Strahlteilerformkörper (14) derart ausgebildet und zueinander angeordnet sind, daß im Betrieb des optoelektronischen Moduls zumindest ein Teil einer von dem Sendebau-  
element (2) ausgesandten Strahlung (7) in eine optisch an das optoelektronische Modul angekoppelte  
20 optische Vorrichtung (9) eingekoppelt wird und daß zumindest ein Teil einer aus der optischen Vorrichtung (9) ausgekoppelten, empfangenen Strahlung (13) in das Empfangsbau-  
element (3) eingekoppelt wird.

25 7. Verwendung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlteilerformkörper (14) die Form eines Quaders aufweist, daß die Strahlteilerschicht (10) in einer diagonalen Schnittfläche des Quaders liegt und daß eine senkrecht zur Strahlteilerschicht (10) liegende Schnittfläche des  
30 Quaders die Form eines Rechtecks, insbesondere eines Quadrats aufweist.

8. Verwendung gemäß Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlteilerformkörper (14) mindestens  
35 eine erste Seitenfläche (5), eine zweite Seitenfläche (6) und eine dritte Seitenfläche (17) aufweist,

- daß die erste Seitenfläche (5) und die zweite Seitenfläche (6) zueinander geneigt sind,  
daß die dritte Seitenfläche (17) und die zweite Seitenfläche (6) oder die dritte Seitenfläche (17) und die erste Seitenfläche (5) zueinander geneigt sind,  
5 daß die erste Seitenfläche (5) und die dritte Seitenfläche (17) bzw. die zweite Seitenfläche (6) und die dritte Seitenfläche (17) gegenüberliegende Seitenflächen des Strahlteilerformkörpers (14) sind,  
10 daß eine Sendebaelement-Strahlenaustrittsfläche (11) des Sendebaelements (2) der ersten Seitenfläche (5) zugewandt ist,  
daß eine Empfangsbaelement-Strahleneintrittsfläche (12) des Empfangsbaelements (3) der zweiten Seitenfläche (6) zugewandt ist,  
15 daß eine Strahleneintritts- und Strahlenaustrittsfläche (18) des Strahlungsfokussiermittels (8) der dritten Seitenfläche (17) zugewandt ist und  
daß die Strahlteilerschicht (10) derart angeordnet ist, daß  
20 sie sowohl die Strahlachse (19) der ausgesandten Strahlung (7) als auch die Strahlachse (20) der empfangenen Strahlung (13) schneidet.
9. Verwendung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Seitenfläche (5) und die zweite Seitenfläche (6) zueinander senkrecht stehen,  
25 daß die dritte Seitenfläche (17) und die zweite Seitenfläche (6) oder die dritte Seitenfläche (17) und die erste Seitenfläche (5) zueinander senkrecht stehen,  
30 daß die erste Seitenfläche (5) und die dritte Seitenfläche (17) bzw. die zweite Seitenfläche (6) und die dritte Seitenfläche (17) parallel zueinander liegende gegenüberliegende Seitenflächen des Strahlteilerformkörpers (14) sind.
- 35 10. Verwendung gemäß Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendebaelement-Strahlenaustrittsfläche (11) des Sendebaelements (2) mit der

ersten Seitenfläche (5) verbunden ist, daß die Empfangsbau-  
element-Strahleneintrittsfläche (12) des Empfangsbauelements  
(3) mit der zweiten Seitenfläche (6) verbunden ist und daß  
die Strahleneintritts- und Strahlenaustrittsfläche (18) des  
5 Strahlungsfokussiermittels (8) mit der dritten Seitenfläche  
(17) verbunden ist.

11. Verwendung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Strahlungsfokussiermittel (8)  
10 ein Trägerteil (1) aufweist, das mittels eines strahlungs-  
durchlässigen Verbindungsmittels (29) mit dem Strahlteiler-  
formkörper (14) verbunden ist, daß das Trägerteil (1) im we-  
sentlichen aus einem für die ausgesandte Strahlung (7) und  
die empfangene Strahlung (13) durchlässigen Material besteht  
15 und daß das Sendebauelement (2) und die optische Vorrichtung  
(9) auf verschiedenen Seiten des Trägerteiles (1) angeordnet  
sind.

12. Verwendung gemäß einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch  
gekennzeichnet, daß eine Monitordiode (21) vorgesehen  
20 ist, die eine einer vierten Seitenfläche (22) des Strahlteil-  
erformkörpers (14) zugewandte Monitordiodenstrahleneintritts-  
fläche (23) aufweist und daß die Strahlteilerschicht (10) der-  
art für die ausgesandte Strahlung (7) teildurchlässig ausge-  
25 bildet ist, daß ein erster Teil der ausgesandten Strahlung (7)  
auf die Monitordiodenstrahleneintrittsfläche (23) trifft.

13. Verwendung gemäß Anspruch 8 oder gemäß Anspruch 8 und ei-  
nem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die Strahlachse (19) der ausgesandten Strahlung (7) und  
die Strahlachse (20) der empfangenen Strahlung (13) im we-  
sentlichen parallel verlaufen, daß die Strahlteilerschicht  
(10) derart ausgebildet und angeordnet ist, daß sie einen in  
die optische Vorrichtung (9) einzukoppelnden Teil der ausge-  
35 sandten Strahlung (7) durchläßt und die empfangene Strahlung  
(13) größtenteils reflektiert und zum Empfangsbauelement (3)  
hin umlenkt und daß das Strahlungsfokussiermittel (8) und das

Sendebauelement (2) auf gegenüberliegenden Seiten des Strahlteilerformkörpers (14) angeordnet sind bzw. daß die Strahlachse (19) der ausgesandten Strahlung (7) und die Strahlachse (20) der empfangenen Strahlung (13) einen Winkel von 90° einschließen, daß die Strahlteilerschicht (10) derart ausgebildet und angeordnet ist, daß sie die ausgesandte Strahlung (7) zumindest größtenteils reflektiert, so daß die Strahlachse der reflektierten Strahlung parallel zur Strahlachse (20) der empfangenen Strahlung (13) verläuft und daß sie zumindest einen Teil der empfangenen Strahlung (13) durchläßt, so daß dieser auf die Empfangsbauelement-Strahleintrittsfläche (12) trifft.

1/5

FIG 1A

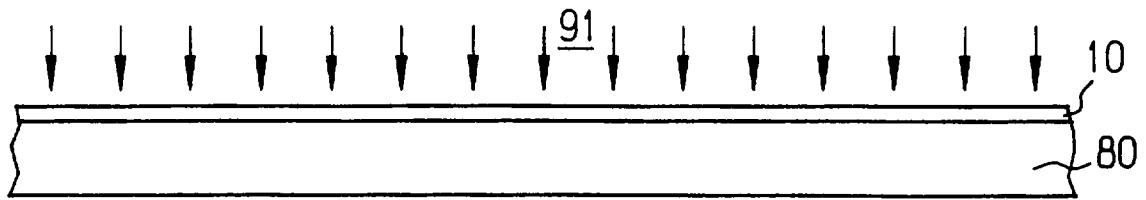


FIG 1B

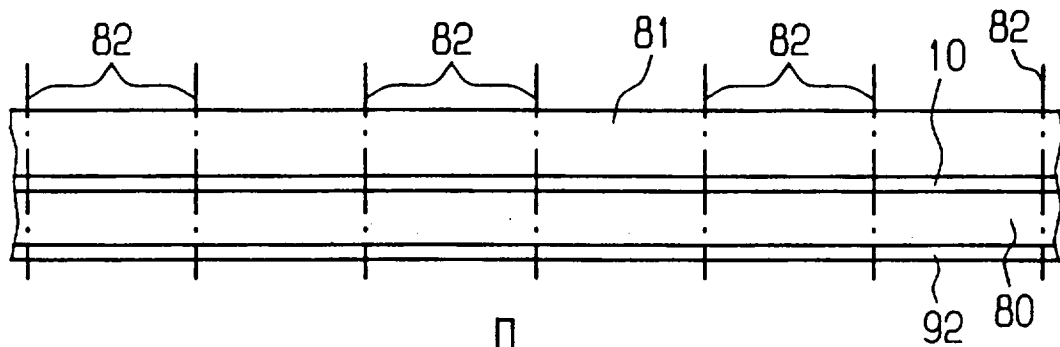


FIG 1C

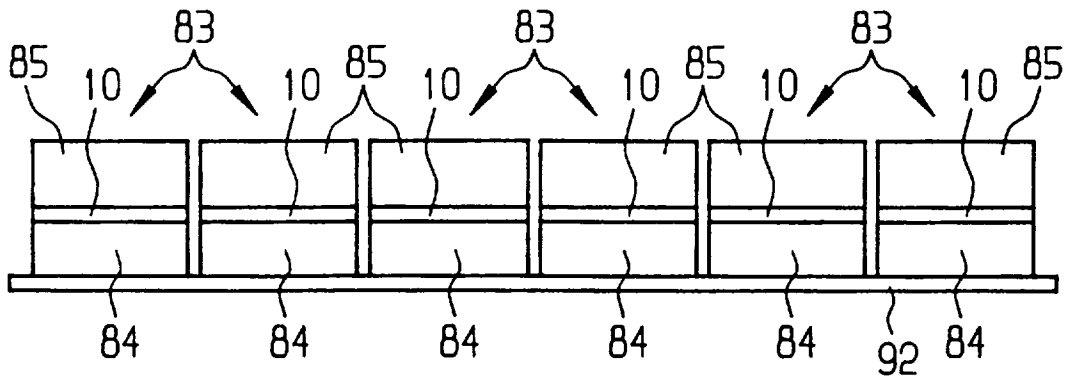


FIG 1D

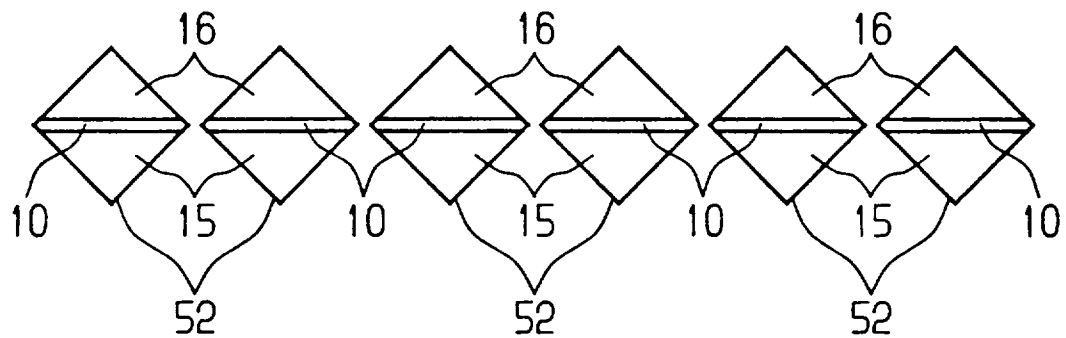




FIG 3

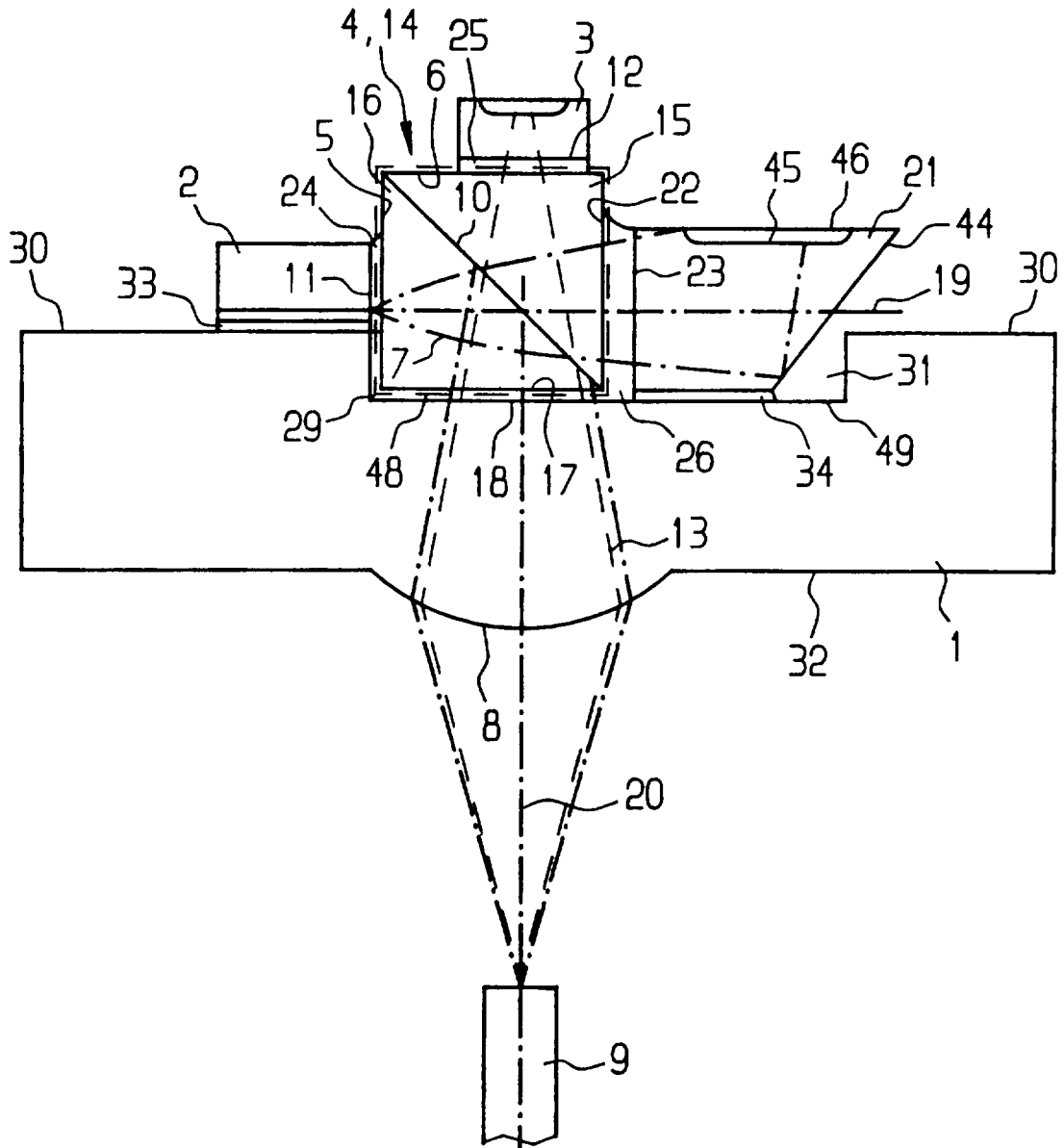


FIG 4

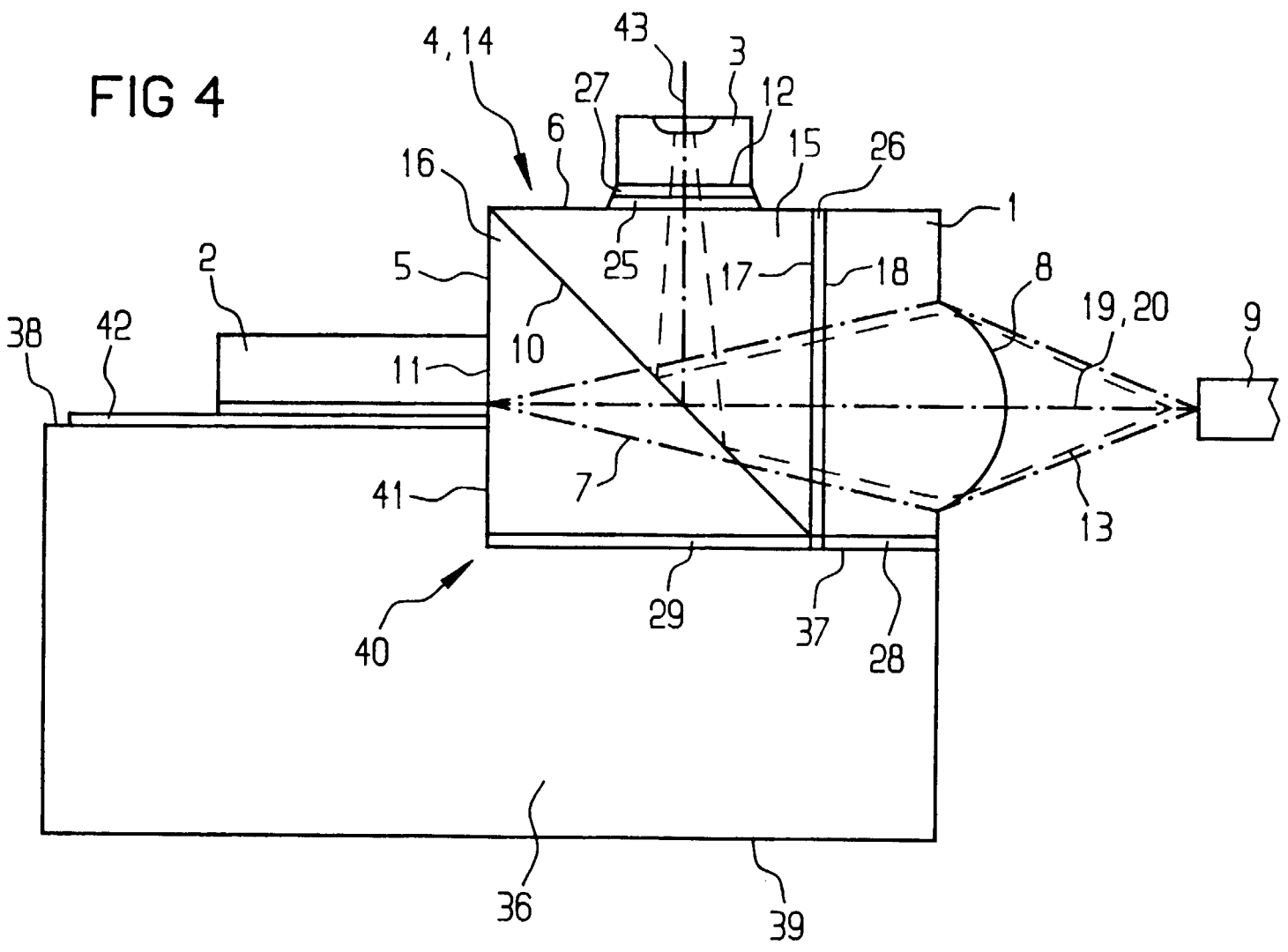
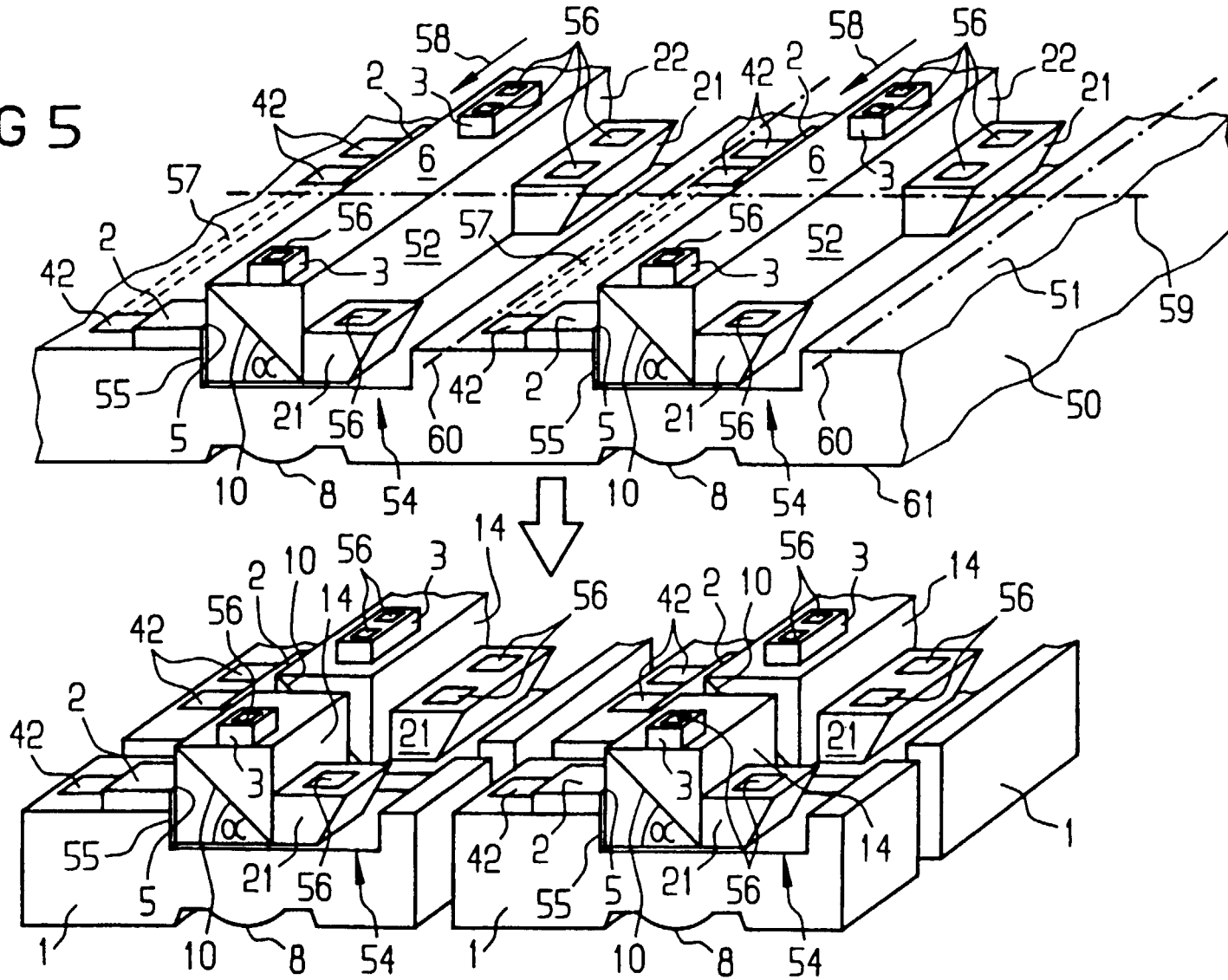


FIG 5



5/5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02201

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 G02B27/14 G02B6/42 G02B6/12

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

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 4 627 688 A (KOBAYASHI TAKESHI ET AL) 9 December 1986 see abstract; figures 1,2 see column 3, line 32 - line 58 see column 5, line 65 - column 6, line 24 ---	1,2,4
A	EP 0 359 658 A (FUJITSU LTD) 21 March 1990 see the whole document ---	1-13
A	WO 96 05525 A (TECHNOGLAS NEUHAUS GMBH ; GRAEFE GUENTER (DE)) 22 February 1996 see abstract; figures 1-7 see page 3 - page 7 ---	1-3,5
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

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

3 February 1998

Date of mailing of the international search report

09/02/1998

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

Jakober, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02201

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 271 (P-320), 12 December 1984 & JP 59 139003 A (SONY KK), 9 August 1984, see abstract ---	1,2
A	US 4 733 926 A (TITLE ALAN) 29 March 1988 see abstract; figures 1,2 see column 8, line 44 - column 9, line 47 ---	1-5
A	CH 651 939 A (INT STANDARD ELECTRIC CORP) 15 October 1985 see abstract; figures 1,3,5 see page 2, column 1, line 64 - column 2, line 2 see page 3, column 2, line 30 - line 41 -----	6,8,9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02201

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4627688 A	09-12-86	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
EP 0359658 A	21-03-90	JP 2150801 A	11-06-90
		JP 2151801 A	11-06-90
		JP 2167502 A	27-06-90
		JP 2600868 B	16-04-97
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
WO 9605525 A	22-02-96	DE 4429080 C	08-02-96
		EP 0723670 A	31-07-96
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
US 4733926 A	29-03-88	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
CH 651939 A	15-10-85	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02201

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 6 G02B27/14 G02B6/42 G02B6/12

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende 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 4 627 688 A (KOBAYASHI TAKESHI ET AL) 9. Dezember 1986 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 siehe Spalte 3, Zeile 32 - Zeile 58 siehe Spalte 5, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 24 ---	1, 2, 4
A	EP 0 359 658 A (FUJITSU LTD) 21. März 1990 siehe das ganze Dokument ---	1-13
A	WO 96 05525 A (TECHNOGLAS NEUHAUS GMBH ; GRAEFE GUENTER (DE)) 22. Februar 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 siehe Seite 3 - Seite 7 ---	1-3, 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" 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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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

3. Februar 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/02/1998

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

Jakober, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 97/02201

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008. no. 271 (P-320), 12. Dezember 1984 & JP 59 139003 A (SONY KK), 9. August 1984, siehe Zusammenfassung ---	1,2
A	US 4 733 926 A (TITLE ALAN) 29. März 1988 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 siehe Spalte 8, Zeile 44 - Spalte 9, Zeile 47 ---	1-5
A	CH 651 939 A (INT STANDARD ELECTRIC CORP) 15. Oktober 1985 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,5 siehe Seite 2, Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 2, Zeile 2 siehe Seite 3, Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 41 -----	6,8,9

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02201

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4627688 A	09-12-86	KEINE	
EP 0359658 A	21-03-90	JP 2150801 A JP 2151801 A JP 2167502 A JP 2600868 B	11-06-90 11-06-90 27-06-90 16-04-97
WO 9605525 A	22-02-96	DE 4429080 C EP 0723670 A	08-02-96 31-07-96
US 4733926 A	29-03-88	KEINE	
CH 651939 A	15-10-85	KEINE	