



(10) **DE 10 2004 059 945 B4** 2013.10.24

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 059 945.9**

(22) Anmeldetag: **13.12.2004**

(43) Offenlegungstag: **29.09.2005**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **24.10.2013**

(51) Int Cl.: **G02B 6/43 (2013.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**10/795,064                      05.03.2004      US**

(73) Patentinhaber:

**Avago Technologies General IP (Singapore) Pte.  
Ltd., Singapore, SG**

(74) Vertreter:

**Dilg Haeusler Schindelmann  
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80636, München,  
DE**

(72) Erfinder:

**Chen, Ye, San Jose, Calif., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>US</b>	<b>6 253 004</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>6 661 951</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>5 940 564</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>4 501 637</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>4 616 899</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>4 740 259</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Sender und Empfänger für Lichtwellenleiterübertragung mit hoher Toleranz**

(57) Hauptanspruch: Optisches Kopplungssystem, das folgende Merkmale aufweist:

ein Array von optischen Elementen (97) zum Kollimieren von Licht von einem Array von optischen Fasern (95) zu der Form von kollimiertem Licht (103);

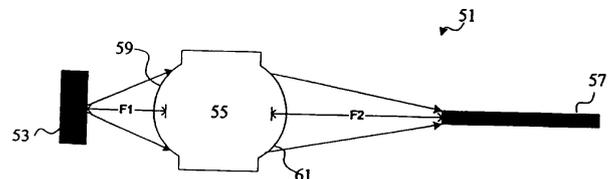
ein Substrat, das ein Halbleitermaterial umfasst;

ein Array von in dem Substrat gebildeten Lichtdetektoren (105);

eine auf dem Substrat hergestellte Trägerstruktur;

ein Array von an der Trägerstruktur befestigten Linsen (107) zum Empfangen des kollimierten Lichts von dem Array von optischen Elementen (97) und zum Fokussieren des kollimierten Lichts auf den Array von Lichtdetektoren (105), wobei der Array von Linsen (107) durch die Trägerstruktur in einem ersten Abstand von dem Array von Lichtdetektoren (105) entfernt angebracht ist, und

eine Faseraufnahmeeinrichtung (91), die angepasst ist, um den Array von optischen Elementen (97) und den Array von optischen Fasern (95) in einem zweiten Abstand voneinander entfernt zu halten, derart, dass der Array von optischen Elementen (97) Licht von dem Array von optischen Fasern (95) kollimiert.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Patentschrift bezieht sich auf folgende, gleichzeitig eingereichte US-Patentanmeldung: Seriennummer UNBEKANNT, mit dem Titel „VCSEL with Integrated Lens“, Anwaltsaktenzeichen 10030987-1, und nimmt sie hiermit durch Bezugnahme auf.

**[0002]** Bei einem Lichtwellenleitersystem emittiert eine Lichtquelle Lichtpulse, die optische Fasern durchwandern, um Daten zu senden. Die Lichtquelle und die optische Faser müssen präzise ausgerichtet sein, um die Kopplungseffizienz zu maximieren. Die Kopplungseffizienz ist eine Maßzahl dafür, wieviel Licht, das durch die Lichtquelle transmittiert wird, tatsächlich durch die optische Faser empfangen wird.

**[0003]** Eines der Verfahren, die verwendet werden, um eine Ausrichtung zwischen der Lichtquelle und der optischen Faser zu erzielen, ist als aktive Ausrichtung bekannt. Bei der aktiven Ausrichtung wird die Lichtquelle eingeschaltet, während ihre Apertur auf das Empfangsende der optischen Faser ausgerichtet wird. Die Lichtquelle und das Empfangsende der optischen Faser werden eingestellt, während das Sendende der optischen Faser durch einen Lichtdetektor überwacht wird. Der Lichtdetektor misst die Lichtmenge, die durch die optische Faser gelangt. Wenn das empfangene Licht seinen Maximalwert aufweist, befinden sich die Lichtquelle und die optische Faser in einer optimalen Ausrichtung, und an diesem Punkt werden die optische Faser und die Lichtquelle in ihrer Position befestigt.

**[0004]** Die aktive Ausrichtung ist zeitaufwändig und somit teuer. Also ist es wünschenswert, Komponenten zu erzeugen, die beim Zusammenbau ausgerichtet werden können, ohne die Lichtquelle einzuschalten oder einen Lichtdetektor zu verwenden. Ein derartiger Prozess ist als passive Ausrichtung bekannt.

**[0005]** Die passive Ausrichtung hat ihre eigenen Nachteile. Die Aperturen der Lichtquelle und der optischen Fasern sind sehr klein, und die Brennweiten der Linsen stellen ihre eigenen strengen Anforderungen an die Position jeder Komponente. Beispielsweise zeigt [Fig. 1](#) ein bekanntes optisches System **51**. Das bekannte optische System **51** umfasst eine Lichtquelle **53**, eine Kopplungsoptik **55** und eine optische Faser **57**. Bei herkömmlichen optischen Sendern ist die Kopplungsoptik **55** eine einzelne Einheit, die eine erste Linsenoberfläche **59** und eine zweite Linsenoberfläche **61** aufweist. Die erste Linsenoberfläche **59** weist eine Brennweite  $F_1$  auf. Die zweite Linsenoberfläche **61** weist eine Brennweite  $F_2$  auf. Die Kopplungsoptik **55** empfängt Licht von der Lichtquelle **53** und fokussiert es auf die optische Faser **57**. Um dies zu erzielen, muss die optische Achse der Lichtquelle **53** mit der optischen Achse der ersten Linsenoberfläche **59** ausgerichtet sein, und die optische

Achse der zweiten Linsenoberfläche **61** muss mit der optischen Achse der optischen Faser **57** ausgerichtet sein. Ferner muss die Lichtquelle **53** einen Abstand  $F_1$  von der ersten Linsenoberfläche **59** aufweisen. Schließlich muss die optische Faser **57** auch einen Abstand  $F_2$  von der zweiten Linsenoberfläche **61** aufweisen.

**[0006]** Die Anforderungen des bekannten optischen Systems **51** gewähren nur eine sehr geringe Toleranz während der passiven Ausrichtung. Folglich müssen teure Präzisionsinstrumente jede Komponente derart sorgfältig messen, positionieren und platzieren, dass das Licht von der Lichtquelle genau auf die Zielapertur einer optischen Faser fokussiert wird. Somit ist es wünschenswert, Komponenten zu erzeugen, die eine größere Toleranz aufweisen, so dass eine passive Ausrichtung leichter erzielt werden kann.

**[0007]** Die US 5,940,564 A zeigt ein Bauelement zum Koppeln einer Lichtquelle oder eines Empfängers mit einem optischen Wellenleiter. Ein verbesserter Stecker umfasst ein Substrat mit einer darauf angebrachten Laserdiode auf dem eine Kugellinse befestigt ist, so dass ein Lichtstrahl der Laserdiode aufgeweitet wird. Der aufgeweitete Lichtstrahl wird anschließend zu einem Empfangselement mit ebenfalls einer Kugellinse übertragen und in diesem Empfangselement in eine optische Faser eingeführt.

**[0008]** Die US 4,501,637 A zeigt eine LED mit einer selbstjustierenden Linse. Ein relativ dicker Ring aus Polymer oder Metall umkreist einen Emissionsbereich einer lichtemittierenden Diode. Eine sphärische Linse ruht auf dem Ring und ist sowohl akkurat in Bezug auf den Emissionsbereich positioniert und von diesem entfernt angeordnet.

**[0009]** Die US 6,1661,951 A zeigt einen elektrooptischen Ausrichtungsapparat mit einem ersten Element zum Befestigen einer ersten Linse und einer Lichtquelle und einem zweiten Element zum Befestigen einer zweiten Linse und einer Lichtempfangsstruktur. Die erste Linse ist in einem ersten Abstand von der Lichtquelle pulsiert und ist derart konstruiert, um Licht zu kollimieren, das von der Lichtquelle empfangen wird. Die ersten und zweiten Elemente sind relativ zueinander angebracht, um die zweite Linse in einer dritten Distanz von der ersten Linse zu positionieren und um kollimiertes Licht von der ersten Linse zu empfangen. Die zweite Linse ist in einer zweiten Distanz von der Lichtempfangsstruktur positioniert, um das kollimierte Licht auf die Lichtempfangsstruktur zu fokussieren. Die erste und zweite Linse sind derart konstruiert, so dass die erste und zweite Distanz voneinander abhängen und die dritte Distanz unabhängig von der ersten und zweiten Distanz ist.

**[0010]** Die US 4,616,899 A zeigt eine optische Faser, die an eine Halbleiterlichtquelle oder einen De-

tektor gekoppelt werden kann, wobei einbettete Linsenelemente verwendet werden. Die Vorrichtung ist einfach zusammensetzen, ist kostengünstig und erreicht eine echte hermetische Versiegelung des Halbleiters für eine gute Verlässlichkeit.

**[0011]** Die US 4,740,259 A zeigt eine lichtemittierende Diode die Linsen aufweist, die in selbstjustierender Weise auf einer zwischen Oberfläche eines Halbleiterkörpers durch Klebematerial gesichert ist. Die Zwischenoberfläche ist im Wesentlichen senkrecht und zentriert ausgerichtet mit einer Emissionsachse der lichtemittierenden Diode. Vorzugsweise ist die Linse sphärisch und die Zwischenoberfläche hat einen Durchmesser vergleichbar oder kleiner als der Durchmesser der Linse.

**[0012]** Die US 6,253,004 A zeigt eine optische Verbindungsstruktur zwischen einem optoelektrischen Element und einer einmodenoptischen Faser zum Vergrößern einer Justagetoleranz. Die optische Verbindungsstruktur ist durch ein Mikrolinsenbestücktes optoelektrisches Element und eine optische Einmodenfaser mit einem Indexgradientenfaserende ausgebildet. Lichtstrahlen, die von dem optoelektrischen Element emittiert werden, werden durch die Mikrolinsen auf der rückwärtigen Oberfläche auf einem Substrat kollimiert oder werden in ihrer Größe durch Fokussierung oder Divergenz aufgeweitet.

**[0013]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, optische Kopplungssysteme mit verbesserten Charakteristika zu liefern.

**[0014]** Diese Aufgabe wird durch ein optisches Kopplungssystem gemäß Anspruch 1 gelöst.

**[0015]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist ein optisches Kopplungssystem ein Array von optischen Elementen zum Kollimieren von Licht von einem Array von optischen Fasern zu der Form von kollimiertem Licht, ein Substrat, das ein Halbleitermaterial umfasst, ein Array von in dem Substrat gebildeten Lichtdetektoren und eine auf dem Substrat hergestellte Trägerstruktur auf. Ferner weist das optische Kopplungssystem ein Array von an der Trägerstruktur befestigten Linsen zum Empfangen des kollimierten Lichts von dem Array von optischen Elementen und zum Fokussieren des kollimierten Lichts auf den Array von Lichtdetektoren auf. Der Array von Linsen ist durch die Trägerstruktur in einem ersten Abstand von dem Array von Lichtdetektoren entfernt angebracht. Ferner weist das optische Kopplungssystem eine Faseraufnahmeeinrichtung auf, die angepasst ist, um den Array von optischen Elementen und den Array von optischen Fasern in einem zweiten Abstand voneinander entfernt zu halten, derart, dass der Array von optischen Elementen Licht von dem Array von optischen Fasern kollimiert.

**[0016]** Gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung liefert dieses gelockerte Toleranzen für eine passive Ausrichtung eines optischen Empfängers. Der optische Empfänger umfasst eine Faseraufnahmeeinrichtung und eine Detektoranordnung. Die Faseraufnahmeeinrichtung umfasst ein Array von optischen Elementen. Die Faseraufnahmeeinrichtung ist angepasst, um einen Array von optischen Fasern bei einem festgelegten Abstand von dem Array von optischen Elementen entfernt zu halten. Der Array von optische Elementen kollimiert im Wesentlichen Licht von dem Array von optischen Faser zu der Form von kollimiertem Licht. Die Detektoranordnung umfasst einen Array von Linsen und einen Array von Lichtdetektoren. Die Linsen werden unter Verwendung präziser Trägerstrukturen, die üblicherweise durch photolithographische Prozesse gebildet werden, in einem festgelegten Abstand von dem Array von Lichtdetektoren entfernt gehalten. Die Linsen fokussieren das kollimierte Licht auf den Array von Lichtdetektoren.

**[0017]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sowie die Struktur und Funktionsweise bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden beispielhaften Zeichnungen ausführlich beschrieben. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen identische oder funktionell ähnliche Elemente.

**[0018]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) ein bekanntes optisches System;

**[0020]** [Fig. 2](#) ein grobes Diagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels, das gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung hergestellt ist;

**[0021]** [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) eine Quellenanordnung;

**[0022]** [Fig. 4](#) eine Faseraufnahmeeinrichtung und einen Faserverbinder;

**[0023]** [Fig. 5](#) ein alternatives Ausführungsbeispiel der Quellenanordnung;

**[0024]** [Fig. 6](#) ein alternatives Ausführungsbeispiel der Quellenanordnung; und

**[0025]** [Fig. 7](#) einen optischen Empfänger.

**[0026]** [Fig. 2](#) zeigt zum besseren Verständnis der Erfindung ein grobes Diagramm. Ein optischer Sender **11** umfasst eine Quellenanordnung **13** und eine Faseraufnahmeeinrichtung **15**. Die Quellenanordnung **13** umfasst eine Lichtquelle **17** und eine Linse

**19.** Die Linse **19** weist eine Brennweite  $F_1$  auf. Obwohl die Linse **19** als einzelne Komponente gezeigt ist, sollte man verstehen, dass auch mehrere Linsen oder Linsensysteme verwendet werden könnten. Unter Verwendung präziser Trägerstrukturen, die anschließend ausführlicher offenbart werden, wird die Linse **19** in einem Abstand  $F_1$  von der Lichtquelle **17** entfernt befestigt, wobei die Lichtquelle **17** an dem Brennpunkt der ersten Linse **19** platziert wird. Licht, das durch die Lichtquelle **17** emittiert wird, wird durch die Linse **19** im Wesentlichen kollimiert und tritt als kollimiertes Licht **20** hervor. Bei manchen Anwendungen kann das kollimierte Licht **20** leicht davon abweichen, perfekt kollimiert zu sein, um ein optimales Systemverhalten zu erzielen.

**[0027]** Die Faseraufnahmeeinrichtung **15** umfasst ein optisches Element **21**. Die Faseraufnahmeeinrichtung **15** ist angepasst, um mit einer optischen Faser **23** gekoppelt zu werden. Das optische Element **21** weist eine Fokussieroberfläche **22** auf, die kollimiertes Licht **20** von der Lichtquelle auf die Apertur der optischen Faser **23** fokussiert. Das optische Element **21** weist eine Brennweite  $F_2$  auf. Obwohl das optische Element **21** als einzelne Komponente gezeigt ist, sollte man verstehen, dass mehrere optische Elemente oder Systeme von optischen Elementen verwendet werden könnten. Das optische Element **21** wird durch die Faseraufnahmeeinrichtung **15** in einem Abstand  $F_2$  von der optischen Faser **23** entfernt befestigt, wobei die optische Faser **23** an dem Brennpunkt des optischen Elements **21** platziert wird.

**[0028]** Die Quellenanordnung **13** und die Faseraufnahmeeinrichtung **15** sind auf einer Z-Achse, die mit der Achse der Lichtausbreitung zusammenfällt, ausgerichtet. Die X- und die Y-Achse definieren eine zu der Z-Achse senkrechte Ebene.

**[0029]** Die Toleranz zwischen der Quellenanordnung **13** und der Faseraufnahmeeinrichtung **15** wird gelockert, indem sie die Ausrichtung innerhalb der Quellenanordnung **13** selbst strenger gestaltet. Die Lichtquelle **17** wird genau auf den Brennpunkt der Linse **19** innerhalb der Quellenanordnung **13** ausgerichtet, üblicherweise durch Verwendung einer Trägerstruktur, die durch photolithographische Prozesse gebildet wird, um die Linse **19** zu positionieren. Die Faseraufnahmeeinrichtung **15** ist ferner entworfen, um die optische Faser **23** auf den Brennpunkt des optischen Elements **21** auszurichten. Da die Entfernungen für die Brennweiten der Linse **19** und des optischen Elements **21** bereits festgelegt sind, ist der Abstand zwischen der Quellenanordnung **13** und der Faseraufnahmeeinrichtung **15** entlang der Z-Achse nicht so kritisch.

**[0030]** Die Toleranz zwischen der Quellenanordnung **13** und der Faseraufnahmeeinrichtung **15** wird ferner gelockert, indem das Licht zwischen der Quel-

lenanordnung **13** und der Faseraufnahmeeinrichtung **15** kollimiert wird. Da das Licht kollimiert wird (zu kollimiertem Licht **20**), ist die Ausrichtung der Quellenanordnung **13** auf die Faseraufnahmeeinrichtung **15** in der XY-Ebene ebenfalls nicht so kritisch. Wenn die Ausrichtung nicht ganz exakt ist, geht nur eine geringe Lichtmenge verloren.

**[0031]** Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen zum besseren Verständnis der Erfindung eine Quellenanordnung **13**. **Fig. 3A** ist eine Draufsicht, und **Fig. 3B** ist eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie B-B' der **Fig. 3A** genommen ist. Die Lichtquelle ist bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Vertikalresonatoroberflächenemissionslaser (VCSEL) **26**, obwohl auch andere Lichtquellen verwendet werden können, z. B. Dioden mit Kantenstrahlung oder andere Laser. Der VCSEL **26** wird unter Verwendung standardmäßiger VCSEL-Herstellungstechniken auf einem VCSEL-Substrat gebildet. Das VCSEL-Substrat **27** ist aus einem beliebigen geeigneten Halbleitermaterial gebildet. Ein Abstandshalter **31** unterstützt eine Kugellinse **33** (in **Fig. 3A** nicht gezeigt) vor der Licht emittierenden Oberfläche des VCSEL **26**. Der Abstandshalter **31** wird unter Verwendung standardmäßiger photolithographischer Materialien und Verfahren auf dem VCSEL-Substrat **27** gebildet. Die Bildung des Abstandshalters **31** und die Befestigung der Kugellinse **33** sind in der gleichzeitig eingereichten US-Patentanmeldung Nr. UNBEKANNT mit dem Titel „VCSEL with Integrated Lens“, Anwaltsaktenzeichen Nr. 10030987-1, beschrieben. Der Abstandshalter **31** positioniert die Kugellinse **33** derart, dass die Apertur des VCSEL **26** an dem Brennpunkt der Kugellinse **33** positioniert ist. Die Kugellinse **33** kann eine sphärische Form aufweisen. Da der VCSEL **26** an dem Brennpunkt der Kugellinse **33** positioniert ist, tritt jegliches Licht, das von dem VCSEL **26** emittiert wird und durch die Kugellinse **33** gelangt, als kollimiertes Licht **20** hervor.

**[0032]** Auf Grund der Präzision photolithographischer Verfahren kann der Abstandshalter **31** innerhalb einer engen Toleranz hergestellt werden, um eine präzise Positionierung in der XY-Ebene sowie in der Z-Richtung zu erzielen. Beispielsweise sind aktuelle photolithographische Verfahren bis auf zwei bis drei Mikrometer genau. Folglich kann der VCSEL **26** dicht auf den Brennpunkt der Kugellinse **33** ausgerichtet werden. Bei einem tatsächlichen funktionierenden Ausführungsbeispiel wurden standardmäßige photolithographische Prozesse verwendet, um Polyimid auf die Oberfläche des VCSEL **26** aufzubringen und das Polyimid zu einer Ringform zu ätzen, wobei der Abstandshalter **31** zum Tragen der Kugellinse **33** erzeugt wurde. Der Abstandshalter **31** ist nicht auf die Form eines Rings beschränkt – zum Tragen der Kugellinse **33** ist eine große Vielfalt an Formen akzeptabel. Ferner steht eine große Vielfalt anderer Materia-

lien und Verfahren zur Verfügung, die zum Herstellen der Abstandshalter **31** verwendet werden können.

**[0033] Fig. 4** veranschaulicht ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Faseraufnahmeeinrichtung **15**, die in einem Querschnittsdiagramm gezeigt ist. Die Faseraufnahmeeinrichtung **15** umfasst ein optisches Element **21**. Das optische Element **21** ist üblicherweise eine Komponente, die die Funktionalität einer optischen Linse (z. B. einer Linsenoberfläche **35**) aufweist. Das optische Element **21** ist aus Kunststoff, Glas oder einem beliebigen anderen geeigneten Material optischer Güte gebildet. Die Faseraufnahmeeinrichtung **15** ist mechanisch angepasst, um einen Faserverbinder **22** mit einer relativ engen Toleranz auf einer optischen Faser **23** zu halten. Es gibt viele Arten von standardisierten Faserverbindern, z. B. FC-, SC-, ST-, LC-, MT-RJ- und MTP-Verbinder, von denen alle zur Verwendung geeignet wären. Die mechanische Anpassung könnte ein Verriegelungsmechanismus an der Faseraufnahmeeinrichtung **15** zum Einrasten in den oder passenden Koppeln mit dem Faserverbinder **22** sein. Die optische Faser **23** wird in einem festgelegten Abstand von der Linsenoberfläche **35** entfernt gehalten, so dass die Apertur der optischen Faser **23** an dem Brennpunkt der Linsenoberfläche **35** positioniert ist, wenn der Faserverbinder **22** mit der Faseraufnahmeeinrichtung **15** passend gekoppelt wird. Das kollimierte Licht **20**, das durch die Linsenoberfläche **35** gelangt, wird auf die optische Faser **23** fokussiert. Obwohl die Faseraufnahmeeinrichtung **15** mit einem geraden Körper zur Ausbreitung von Licht entlang einem geraden Weg gezeigt ist, ist es möglich, die Faseraufnahmeeinrichtung **15** mit einer oder mehreren Biegungen und reflektierenden Oberflächen herzustellen, um das Licht **20** in die gewünschten Richtungen zu beugen. Die Faser kann auch während des Montagevorgangs mit einem Haftmittel direkt an der Lichtquelle angebracht werden, z. B. bei einem Entwurf eines Senders/Empfängers mit faseroptischem Anschlussstück.

**[0034] Fig. 5** veranschaulicht ein alternatives Ausführungsbeispiel für die Quellenanordnung **13**, die in schematischer Form gezeigt ist. Hier wird eine Linse **71** durch den Abstandshalter **31** über dem VCSEL **26** in der Schwebe gehalten. Die Linse **71** kann eine Beugungslinse oder eine Brechungslinse sein. Da der Abstandshalter **31** unter Verwendung photolithographischer Techniken gebildet ist, kann die Linse **71** wiederum mit großer Präzision positioniert werden, so dass der VCSEL **26** an dem Brennpunkt der Linse **71** positioniert wird, wobei er das Licht von der Lichtquelle kollimiert. Die Bildung des Abstandshalters **31** und der Linse **71** ist in der gleichzeitig eingereichten US-Patentanmeldung Nr. UNBEKANNT mit dem Titel „VCSEL with Integrated Lens“, Anwaltsaktenzeichen Nr. 10030987-1, beschrieben.

**[0035] Fig. 6** veranschaulicht ein zweites alternatives Ausführungsbeispiel für die Quellenanordnung **13**, die in schematischer Form gezeigt ist. Der hier gezeigte VCSEL ist ein am Boden emittierender VCSEL, der mit einer Chip-Halterung **29** flip-Chip-verbunden sein kann. Die Chip-Halterung **29** kann eine gedruckte Schaltungsplatine oder ein anderes Halbleitersubstrat sein. Die Chip-Halterung **29** kann eine Hilfsschaltungsanordnung umfassen, z. B. einen Treiber für den VCSEL. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind kein Abstandshalter und keine Trägerstruktur erforderlich, da eine Linse **81** direkt auf der Oberfläche eines VCSEL-Substrats **27** gebildet ist. Die Linse **81** wird unter Verwendung photolithographischer Prozesse gebildet. Üblicherweise wird eine Schicht eines Photopolymers auf die Oberfläche des Substrats **29** aufgebracht. Das Photopolymer wird geätzt, um die gewünschte Form der Linse **81** zu erzeugen. Die Linse **81** kann auch direkt aus dem Substratmaterial gebildet werden, indem ein zusätzlicher Ätzvorgang durchgeführt wird, um die Form der Linse in das VCSEL-Substrat **27** selbst zu ätzen.

**[0036] Fig. 7** veranschaulicht ein alternatives Ausführungsbeispiel eines optischen Empfängers **90** in einem optischen System, in schematischer Form gezeigt. Der optische Empfänger **90** umfasst eine Faseraufnahmeeinrichtung **91** und eine Detektoranordnung **93**. Die Faseraufnahmeeinrichtung **91** umfasst ein optisches Element **97**, das üblicherweise eine Komponente ist, die die Funktionalität einer optischen Linse, z. B. einer Linsenoberfläche **99**, aufweist. Die Linsenoberfläche **99** weist eine Brennweite  $F3$  auf. Das optische Element **97** ist aus Kunststoff, Glas oder einem beliebigen anderen geeigneten Material optischer Güte gebildet. Obwohl die Faseraufnahmeeinrichtung **91** mit einem geraden Weg zur Ausbreitung von Licht gezeigt ist, ist es möglich, die Faseraufnahmeeinrichtung **91** mit einer oder mehreren Biegungen und reflektierenden Oberflächen herzustellen, um das Licht in die gewünschte Richtung zu beugen.

**[0037]** Die Faseraufnahmeeinrichtung **91** ist mechanisch ausgelegt, um einen Faserverbinder **94** mit einer relativ engen Toleranz auf einer optischen Faser **95** zu halten. Die mechanische Auslegung kann ein Verriegelungsmechanismus an der Faseraufnahmeeinrichtung **91** zum Einrasten in den oder passenden Koppeln mit dem Faserverbinder **94** sein. Die optische Faser **95** wird in einem festgelegten Abstand  $F3$  von der Linsenoberfläche **99** entfernt gehalten, derart, dass die Apertur der optischen Faser **95** an dem Brennpunkt der Linsenoberfläche **99** angeordnet ist. Licht, das aus der optischen Faser **95** emittiert wird, wird durch die Linsenoberfläche **99** kollimiert und tritt als kollimiertes Licht **103** hervor.

**[0038]** Die Detektoranordnung **93** umfasst einen Lichtdetektor **105** und eine Linse **107**. Die Linse **107**

weist eine Brennweite  $F_4$  auf. Die Linse **107** ist in einem Abstand  $F_4$  von dem Lichtdetektor **105** entfernt befestigt, wobei der Lichtdetektor **105** an dem Brennpunkt der Linse **107** platziert wird. Die Linse **107** wird unter Verwendung photolithographischer Prozesse präzise positioniert. Kollimiertes Licht **103**, das durch die Linse **107** gelangt, wird auf den Lichtdetektor **105** fokussiert.

**[0039]** Jegliche der in den **Fig. 3**, **Fig. 5** oder **Fig. 6** gezeigten Quellenanordnungen können auch als die Detektoranordnung **93** verwendet werden, indem der VCSEL **27** durch einen Lichtdetektor **105** ersetzt wird. Der Lichtdetektor **105** kann eine Photodiode, ein Phototransistor oder ein beliebiges anderes Bauelement sein, das auf einfallendes Licht anspricht. Die Detektoranordnung **93** ermöglicht Hochgeschwindigkeitsanwendungen, da der aktive Bereich des Detektors **105** bei dieser Anwendung sehr klein sein kann, in der Größenordnung eines Durchmessers von 10 bis 30 Mikrometern.

**[0040]** Die offenbarten Ausführungsbeispiele sind ohne weiteres auch für parallele optische Anwendungen auslegbar. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel für einen parallelen Sender umfasst eine Quellenanordnung ein Array von Lichtquellen, die ein Lichtarray erzeugen, und ein Array von Linsen, die über dem Array von Lichtquellen positioniert sind, um das Lichtarray zu kollimieren. Eine Faseraufnahmeeinrichtung umfasst ein Array optischer Elemente zum Empfangen des kollimierten Lichtarrays. Das Array von Lichtquellen kann gesamt auf einem einzigen Chip gebildet sein, dies führt jedoch zu einer niedrigeren Herstellungsausbeute, da ein größerer Chip eine größere Wahrscheinlichkeit eines Defekts aufweist. Die Produktionsausbeuten werden verbessert, indem die Lichtquellen auf getrennte Chips aufgeteilt werden, die anschliessend zu einem Array gepackt werden.

**[0041]** Bei den bekannten herkömmlichen Entwürfen waren die parallelen Quellen engen Toleranzen unterworfen, da es schwierig war, ein Array von Lichtquellen mit einem Array von Linsen auszurichten. Es werden diese Toleranzen gelockert, da jede Lichtquelle individuell mit ihrer eigenen integrierten Linse gebildet werden kann, wodurch auf die Ausrichtung eines Lichtquellenarrays mit einem Linsenarray vollständig verzichtet wird.

**[0042]** Bei dem Ausführungsbeispiel für einen parallelen Empfänger gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine Faseraufnahmeeinrichtung ein Array von optischen Elementen zum Kollimieren eines Arrays von Licht von einem Array optischer Fasern. Eine Detektoranordnung umfasst ein Array von Lichtdetektoren und ein Array von Linsen, die über das Array von Lichtdetektoren hinweg positioniert sind, um das kollimierte Lichtarray zu empfangen und zu fokussie-

ren. Das Array von Lichtdetektoren kann auf einem einzigen Chip gebildet sein, oder die Lichtdetektoren können auf getrennte Chips aufgeteilt und anschließend zu einem Array gepackt werden.

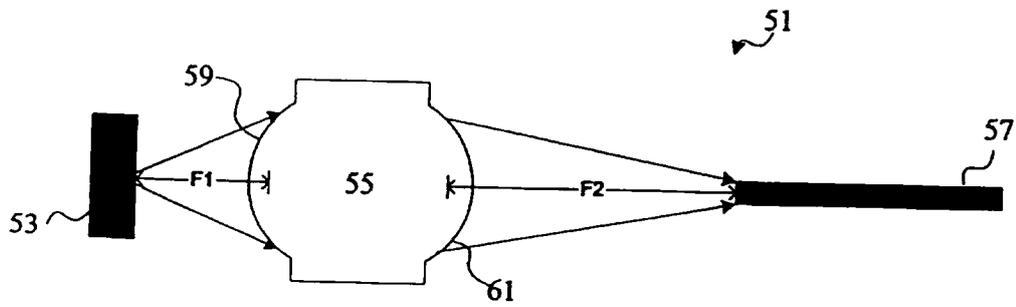
**[0043]** Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte bevorzugte Ausführungsbeispiele ausführlich beschrieben wurde, wird Fachleuten auf dem Gebiet, auf das sich die Erfindung bezieht, einleuchten, dass verschiedene Modifikationen und Verbesserungen vorgenommen werden können, ohne von der Wesensart und dem Schutzzumfang der folgenden Patentansprüche abzuweichen.

### Patentansprüche

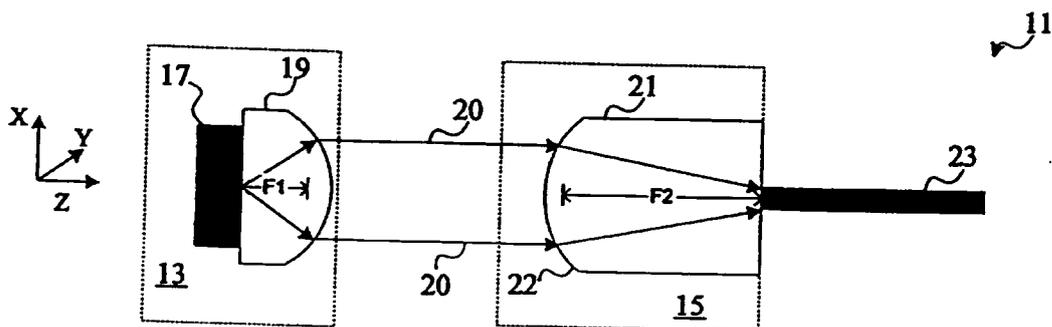
1. Optisches Kopplungssystem, das folgende Merkmale aufweist:  
ein Array von optischen Elementen (**97**) zum Kollimieren von Licht von einem Array von optischen Fasern (**95**) zu der Form von kollimiertem Licht (**103**);  
ein Substrat, das ein Halbleitermaterial umfasst;  
ein Array von in dem Substrat gebildeten Lichtdetektoren (**105**);  
eine auf dem Substrat hergestellte Trägerstruktur;  
ein Array von an der Trägerstruktur befestigten Linsen (**107**) zum Empfangen des kollimierten Lichts von dem Array von optischen Elementen (**97**) und zum Fokussieren des kollimierten Lichts auf den Array von Lichtdetektoren (**105**), wobei der Array von Linsen (**107**) durch die Trägerstruktur in einem ersten Abstand von dem Array von Lichtdetektoren (**105**) entfernt angebracht ist, und  
eine Faseraufnahmeeinrichtung (**91**), die angepasst ist, um den Array von optischen Elementen (**97**) und den Array von optischen Fasern (**95**) in einem zweiten Abstand voneinander entfernt zu halten, derart, dass der Array von optischen Elementen (**97**) Licht von dem Array von optischen Fasern (**95**) kollimiert.
2. Optisches Kopplungssystem gemäß Anspruch 1, bei dem die Trägerstruktur einen Abstandshalter (**31**) zum Tragen des Array von Linsen (**107**) umfasst.
3. Optisches Kopplungssystem gemäß Anspruch 2, bei dem der Array von Linsen eine Kugellinse (**33**) mit einer Brennweite umfasst.
4. Optisches Kopplungssystem gemäß Anspruch 3, bei dem der erste Abstand gleich der Brennweite der Kugellinse (**33**) ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

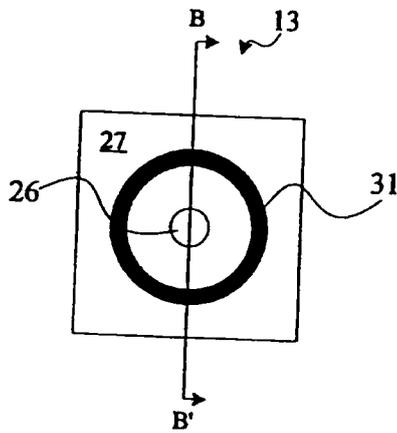
Anhängende Zeichnungen



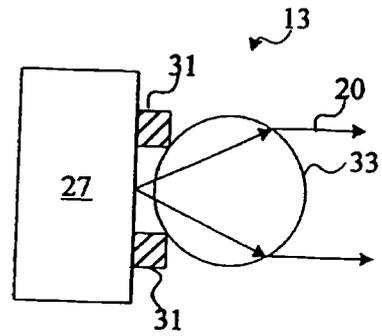
Figur 1  
(STAND DER TECHNIK)



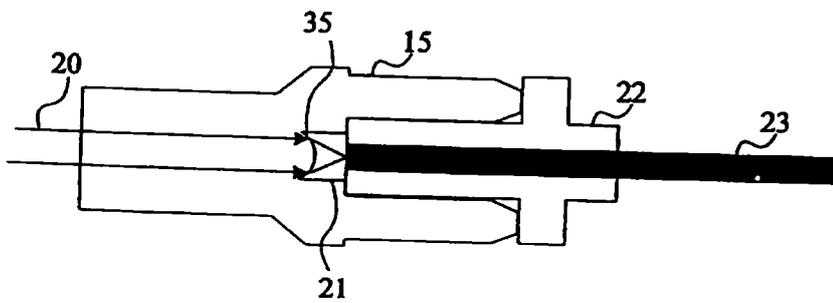
Figur 2



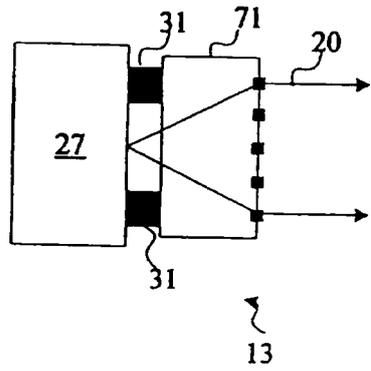
Figur 3A



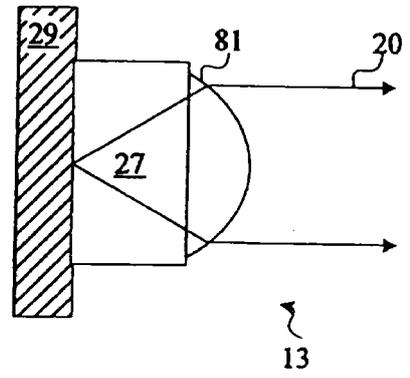
Figur 3B



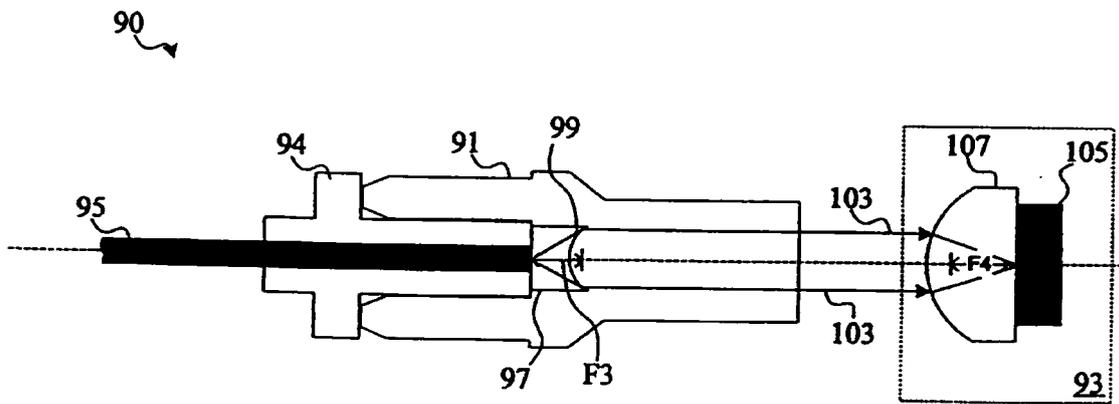
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7