



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 25 123 T2** 2007.10.25

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 197 774 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/42** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 25 123.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 120 406.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **27.08.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.04.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.10.2007**

(30) Unionspriorität:

687934 13.10.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

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

(72) Erfinder:

**Wilson, Robert E., Palo Alto, California 94303, US;
Rose, Barry Z., Palo Alto, California 94301, US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung für die passive Ausrichtung optischer Komponenten**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**EINFÜHRUNG**

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf die Ausrichtung von optischen Datensignalkomponenten, und insbesondere auf die passive Ausrichtung von zwei optischen Ausrichtungskomponenten durch kostengünstige, äußerst präzise Massenherstellungstechniken.

Hintergrund

[0002] Bei optischer Signaldatenübertragung ist der Bedarf an einer genauen Ausrichtung wesentlich. Weil optische Fasern zu kleine Abmessungen haben, erfordert die Ausrichtung dieser Fasern mit anderen Fasern, Linsen oder optischen Vorrichtungen einen hohen Grad an Präzision. Dieser hohe Grad an Präzision führt zu erhöhten Kosten für die Implementierung optischer Kommunikationsnetzwerke. Wenn optische Netzwerkkomponenten ausgerichtet werden, gibt es drei Hauptelemente, die genau ausgerichtet sein müssen. Diese umfassen die aktive Region einer optoelektronischen Vorrichtung, wie z. B. eines Vertikalresonator-Oberflächenemissionslasers (VCSEL; VCSEL = Vertical Cavity Surface Emitting Laser) und PIN-Arrays, die optischen Linsen zum Fokussieren und Richten der optischen Signale, und die optischen Fasern. Bei der Ausrichtung der optoelektronischen Vorrichtungen mit Linsen wurde sehr viel Arbeit geleistet. Es gibt jedoch kein kosten-effektives Verfahren für die Ausrichtung der optischen Fasern mit den Linsen.

[0003] Weil der Durchmesser oder die Breite von optischen Fasern so klein ist, erfordert die Ausrichtung zwischen Fasern und optischen Vorrichtungen eine Ausrichtung in der Größenordnung von wenigen Mikrometern und normalerweise weniger. Einige Vorrichtungen und Komponenten wurden entwickelt, um eine Ausrichtung zwischen zwei optischen Fasern zu liefern. Ein Beispiel ist ein länglicher Verbinderstecker, der es ermöglicht, dass zwei Optikfasern eingefügt werden, eine in jedes Ende, um die beiden optischen Fasern auszurichten. Dies ist jedoch nur effektiv zwischen optischen Fasern, und die Genauigkeit, die beim Erzeugen des Verbindersteckers benötigt wird, macht die Verwendung solcher Stecker teuer. Ferner ist dies ein unpraktisches Verfahren zum Ausrichten von optischen Fasern mit Linsen. Ein weiteres Verfahren, das verwendet wird, um zwei oder mehr Fasern zu verbinden oder auszurichten, ist ein Stift-In-Loch-Verfahren. Dieses Verfahren erfordert eine Struktur mit zwei entgegengesetzten Steckern, die um Anschlussenden von zumindest zwei optischen Fasern herum gebildet sind, die auszurichten sind. Der männliche Stecker umfasst zumindest zwei

lange Stifte, die von der Oberfläche des Steckers hervorstehen. Der zweite Stecker, der weibliche Stecker, umfasst zumindest zwei dünne Löcher zum Aufnehmen der Stifte. Ein Beispiel des Stift-In-Loch-Verfahrens ist das MT-Ferrul. Diese Technik ist wirkungsvoll für eine Ausrichtung von optischen Fasern. Aber die Ausrichtung von Fasern mit Linsen oder optoelektronischen Vorrichtungen ist komplizierter. Die Stift-In-Loch-Technik für eine Ausrichtung von Fasern mit Linsen oder optischen Vorrichtungen kann nicht in einem kostengünstigen Massenherstellungsverfahren hergestellt werden. Die Erzeugung des vorstehenden Stiftes ist aufwändig und die genaue Ausrichtung ist sehr schwierig zu erreichen, weil sich der Stift bei genau 90° von der Oberfläche des Steckers erstrecken muss.

[0004] Optoelektronische Module erfordern eine genaue Ausrichtung der optischen Vorrichtungen mit den Linsen, und der Linsen mit den Fasern. Herkömmliche Ausrichtungstechniken erforderten, dass die Vorrichtungen mit Strom versorgt sind, und dann die Linsen und Fasern mit der Vorrichtung ausgerichtet werden. Diese aktive Ausrichtung ist teuer und zeitaufwändig.

[0005] Was benötigt wird, ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum genauen Ausrichten von optischen Fasern mit Linsen oder optischen Vorrichtungen, die in Serie hergestellt werden können mit geringen Kosten und nach wie vor die notwendige genaue Ausrichtung liefern. Was benötigt wird, ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum passiven Ausrichten von Vorrichtungen ohne den Bedarf an Einstellungen an den Ausrichtungskomponenten, während eine Ausrichtung für eine große Anzahl von Komponenten geliefert wird, und somit der Bedarf eliminiert wird, jede Komponente aktiv auszurichten.

[0006] Die JP 2000-206376 A offenbart ein Lichtaufnahme/Emittierelementmodul. An einer Elementladeoberflächen- oder -elementseite eines Elementladesubstrats, auf dessen Fläche ein Licht emittierendes Laserarray geladen wird, sind Substratseitenpassteile vorgesehen. Ferrulseitenpassteile sind in dem Ferrul vorgesehen. Die Elementladeoberfläche und eine Verbindungs- oder -endfläche des Ferruls sind einander entgegengesetzt angeordnet. Gewöhnliche Mikrokugeln sind in die Substratseitenpassteile und in die Ferrulseitenpassteile eingepasst, die einander gegenüberliegen, um das Ferrul und das Elementladesubstrat zu befestigen. Dadurch sind die optische Achse der Flächen- oder -endfläche des Ferruls und die optischen Achsen der optischen Fasern, die in den optischen Fasereinfüglungs- oder -löchern in dem Ferrul eingefügt und befestigt sind, genau ausgerichtet.

[0007] Die EP 0 529 947 A offenbart eine optische Anordnung, die ein Paar von getrennten Baugliedern verwendet, um eine optische Vorrichtung und eine

zugeordnete optische Faser zu unterstützen. Ein Sockel umfasst ferner ein Paar von Justiermarkenmerkmalen, die auf jeder Seite einer elektrisch leitfähigen Verbindungseinrichtung angeordnet sind. Der verbleibende elektrische Kontakt zu der Vorrichtung wird durch eine Drahtverbindung zwischen einer elektrischen Kontaktanschlussfläche und der Oberseite der Vorrichtung geliefert. Die Justiermarken werden verwendet, um eine Ausrichtung zwischen der optischen Vorrichtung und einer zugeordneten optischen Faser zu liefern. Ein Bauglied wird verarbeitet, um Justiermarken sowie leitfähige Einrichtungen mit ausreichender Sicherheit anzuordnen, so dass eine Selbstausrichtung zwischen der Vorrichtung und der Faser erreicht wird. Die Justiermarken können ein Paar von pyramidenförmigen Öffnungen umfassen, die in der oberen Oberfläche des Sockels gebildet sind. Die optische Anordnung umfasst ferner ein zweites Bauglied zum Tragen einer optischen Faser in einer Rille. Die Rille kann einen ersten vergrößerten Abschnitt zum Tragen einer mit Kunststoff beschichteten optischen Faser und einen zweiten verschmälerten Abschnitt zum Tragen eines abgestreiften bloßen Glasfaserabschnitts umfassen.

[0008] KOSAKA H. u. a. beschreibt in „Plastic-based receptacle type VCSEL-array modules with one and two dimensions fabricated using the self-alignment mounting technique“ ELEC-TRONIC COMPONENTS AND TECHNOLOGY CONFERENCE, 1997. PROCEEDINGS, 47TH SAN JOSE, CA, USA 18-21 MAY 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 18 May 1997 (1997-05-18), Seiten 382-390, XP010234070 ISBN: 0-7803-3857-X, einen 2-D-Faserverbinder mit zwei Teilen, in dem optische Fasern in Rillen vorgesehen sind. Außerdem halten Rillen in den beiden Komponenten, die die optischen Fasern halten, Führungsstifte, die in einem VCSEL-Gehäuse in Eingriff genommen werden, das mit dem Ferrul gekoppelt werden soll.

[0009] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausrichtungsvorrichtung und ein Verfahren zum Ausrichten von zwei optischen Komponenten zu schaffen, die eine verbesserte passive genaue Ausrichtung liefern.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 8 gelöst.

Zusammenfassung

[0011] Gemäß den Lehren dieser Erfindung werden ein neuartiges Verfahren und eine Struktur gelehrt, die eine Ausrichtung liefern zwischen einer ersten optischen Ausrichtungskomponente und einer zweiten optischen Ausrichtungskomponente. Die erste optische Ausrichtungskomponente umfasst zumindest eine Positionierungsöffnung und zumindest ein Aus-

richtungselement, das teilweise in der Positionierungsöffnung positioniert ist. Die zweite Komponente umfasst zumindest einen Ausrichtungskanal, der konfiguriert ist, um zumindest einen Teil des Ausrichtungselements aufzunehmen, das eine Ausrichtung zwischen der ersten und der zweiten optischen Ausrichtungskomponente liefert. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Ausrichtungskomponente eine Kugel. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Positionierungsöffnung eine quadratische V-förmige Öffnung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer optischen Teilanordnung (OSA; OSA = optical subassembly) und eines Mehrfaser-Ferruls, das ein Ausführungsbeispiel der Ausrichtungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung umfasst;

[0013] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der OSA und des Ferruls, die in [Fig. 1](#) gezeigt sind, wobei die OSA und das Ferrul unter Verwendung der Ausrichtungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgerichtet sind;

[0014] [Fig. 3](#) zeigt die OSA von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) und zeigt weitere Einzelheiten, die sich auf die Elemente der OSA beziehen, einschließlich Ausrichtungskugeln gemäß dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0015] [Fig. 4A](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer Positionierungsöffnung;

[0016] [Fig. 4B](#) zeigt eine planare Draufsicht eines Ausführungsbeispiels der in [Fig. 4A](#) gezeigten Positionierungsöffnung; und

[0017] [Fig. 5](#) ist eine schematische planare Draufsicht der in [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten OSA.

[0018] [Fig. 6](#) ist eine schematische planare Unteransicht des in [Fig. 1](#) gezeigten Mehrfaser-Ferruls.

Detaillierte Beschreibung

[0019] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, die eine hoch-genaue passive Ausrichtung von optischen Ausrichtungskomponenten liefert, beispielsweise die Ausrichtung einer optischen Teilanordnung mit optischen Fasern. Diese passive Ausrichtung wird bei einem Ausführungsbeispiel durch Mikrobearbeitungs- oder Ätztechniken erreicht, die eine Hochgeschwindigkeitsmassenherstellung bei geringen Kosten ermöglichen.

[0020] In [Fig. 1](#) ist eine erste optische Ausrichtungskomponente, beispielsweise eine optische Teilanordnung (OSA), die eine Mehrzahl von Linsen **134** auf-

nimmt, die in der optischen Teilanordnung (OSA) **132** befestigt sind, passiv und genau ausgerichtet mit einer zweiten optischen Ausrichtungskomponente, beispielsweise einem Mehrfaser-Ferrul **130** mit einer Mehrzahl von optischen Fasern **142**, so dass die Linsen **134** der OSA **132** genau ausgerichtet sind mit den optischen Fasern **142** des Ferruls **130**. Die Ausrichtung wird erreicht durch die neuartige Implementierung von Ausrichtungselementen **136**, die verbinden mit oder zusammenpassen mit Ausrichtungskanälen **140**, die in dem Ferrul **130** gebildet sind oder mit demselben gekoppelt sind. Die Ausrichtungselemente **136** passen in die Ausrichtungskanäle **140** des Ferruls **130**, um die passive genaue Ausrichtung der Mehrzahl von optischen Fasern **142** mit der Mehrzahl von Linsen **134** zu liefern, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Die genaue Ausrichtung wird durch die genaue Positionierung der Ausrichtungselemente **136** erreicht. Diese Positionierung wird bei einem Ausführungsbeispiel durch herkömmliche Ätz- oder Mikrobearbeitungstechniken erreicht, wie es nachfolgend näher beschrieben wird. Die Ausrichtungsvorrichtung und das Ausrichtungsverfahren der vorliegenden Erfindung ermöglichen eine hochgenaue Ausrichtung, innerhalb eines Mikrometers oder weniger, durch einen Massenherstellungsprozess in wesentlich reduzierter Zeit und mit wesentlich reduzierten Kosten.

[0021] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen beide die Ausrichtung einer Mehrzahl von optischen Fasern **142** mit der Mehrzahl von Linsen **134**. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist jedoch die passive Ausrichtungsvorrichtung und das Verfahren der vorliegenden Erfindung gleichermaßen anwendbar auf eine Einzelfaser-/Linsenausrichtung, eine Ausrichtung einer Matrix von Fasern mit einer Matrix von Linsen, einer Faser-Mit-Faser-Ausrichtung, einer Ausrichtung einer Mehrzahl von Fasern mit einer Mehrzahl von Fasern, sowie der Ausrichtung von anderen Komponenten, die eine Präzisionsausrichtung erfordern.

[0022] Bei einem Ausführungsbeispiel wird die Befestigung des Ausrichtungselements **136** auf der ersten optischen Ausrichtungskomponente erreicht durch Ätzen einer Positionierungs- oder Befestigungsöffnung **152** in eine Grenzflächenoberfläche **160** der ersten optischen Ausrichtungskomponente **132**, und Befestigen des Ausrichtungselements **136** in der Positionierungsöffnung **152**. Das Ätzen der Positionierungsöffnung **152** wird durchgeführt als einzelner Schritt oder während jeder Prozedur, wo die Grenzflächenoberfläche **160** der ersten optischen Ausrichtungskomponente **132** geätzt wird.

[0023] Der Einfachheit halber werden das neuartige passive Ausrichtungsverfahren und die Vorrichtung in der Ausrichtung einer optischen Teilanordnung (OSA) mit einem entsprechenden Mehrfaser-Ferrul beschrieben, das das passive Ausrichtungsverfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ver-

wendet. Für Fachleute auf diesem Gebiet ist jedoch klar, dass hinsichtlich dieser Beschreibung das vorliegende Ausrichtungsverfahren und die Vorrichtung im Wesentlichen in jeder optischen Signalschnittstelle implementiert werden können.

[0024] [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels einer OSA **132**, ähnlich zu den OSAs, die in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt sind, die die passive Ausrichtungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung umfasst. Die OSA **132** umfasst drei Schichten, ein optisches Linsenarray **144** mit einer Mehrzahl von Linsen **134**, das zwischen zwei Abstandhaltern **146a-b** positioniert ist. Bei einem Ausführungsbeispiel sind die Abstandhalter **146a-b** aus einem Material konfiguriert, wie z. B. Silizium, Galliumarsenid oder jedem anderen Material, das durch jede herkömmliche Ätztechnik geätzt werden kann, wie z. B. diejenigen, die in der Technik bekannt sind. Abstandhalter **146a-b** sind an dem Linsenarray **144** befestigt oder mit demselben verbunden durch jede herkömmliche Art, einschließlich Haftmittel, Metall-Zu-Metall-Verbindung, Glasabdichtung und jede andere Weise, die in der Technik bekannt ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist eine optoelektronische Vorrichtung **150** mit dem zweiten Abstandhalter **146b** gekoppelt. Die optoelektronische Vorrichtung kann verschiedene Typen von Vorrichtungen sein, wie z. B., aber nicht begrenzt auf, ein Vertikalresonatoroberflächen-Emissionslaser (VCSEL; VCSEL = Vertical Cavity Surface Emitting Laser), andere Oberflächen-Emissionsvorrichtungen, Photodetektoren und Kantenemitter-Laser. Die optoelektronische Vorrichtung **150** kann auch eine integrierte Vorrichtung sein, die eine oder mehrere Vorrichtungen kombiniert, wie z. B. die Kombination von VCSELs und Transistoren, und Photodetektoren und Transistoren. Die optoelektronische Vorrichtung **150** ist entworfen, um optische Signale durch die Linsen **134** zu und von den optischen Fasern **142** zu übertragen oder zu empfangen. Die optoelektronische Vorrichtung **150** ist an dem zweiten Abstandhalter **146b** positioniert und befestigt, beispielsweise durch Löten und andere gut bekannte Techniken, und wird nicht näher beschrieben.

[0025] Bei einem Ausführungsbeispiel umfasst die Bildung des ersten Abstandhalters **146a** zumindest eine Ätz- oder Mikrobearbeitungsprozedur. Der erste Abstandhalter **146a** ist gebildet, um eine oder mehrere Positionierungsöffnungen **152** zu umfassen. Positionierungsöffnungen **152** werden durch jede herkömmliche Ätztechnik geätzt, einschließlich Vorzugsätzen, chemisches Ätzen und jede andere Ätztechnik, die in der Technik bekannt ist. Die Bildung von Positionierungsöffnungen **152** durch Ätztechniken ermöglicht es, dass die Positionierungsöffnungen **152** schnell und leicht hergestellt werden. Weil ferner Ätzen verwendet wird, sind die Positionierungsöffnungen **152** genau auf der Grenzflächenoberfläche **160** des ersten Abstandhalters **146a** angeordnet. Derzeit

verfügbare Ätztechniken ermöglichen eine Präzisionspositionierung von Elementen auf innerhalb eines Mikrometers, und somit ist die Positionierungsöffnung **152** genau mikrobearbeitet auf innerhalb von 3 Mikrometern und normalerweise innerhalb 1 Mikrometer der gewünschten Position, was eine Gesamtausrichtungsgenauigkeit zwischen der OSA **132** und dem Ferrul **130** von weniger als 3 und normalerweise weniger als 1 Mikrometer für das Ausrichtungsverfahren und die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung liefert. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist der erste Abstandhalter **146a** durch Formtechniken gebildet, wie es in der Technik bekannt ist, um Positionierungsöffnungen **152** an vorbestimmten Positionen innerhalb eines hohen Präzisionsgrads zu umfassen.

[0026] Die Ausrichtungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung, die in der OSA **132** implementiert ist, umfasst ferner zumindest ein Ausrichtungselement **136**. Bei einem Ausführungsbeispiel ist das Ausrichtungselement **136** konfiguriert als Ausrichtungskugel oder -perle **136**. Ausrichtungskugeln **136** werden ohne weiteres in den Positionierungsöffnungen **152** platziert oder positioniert ohne den Bedarf weiterer Ausrichtung, und liefern somit präzise Positionierung von Ausrichtungskugeln **136** in der Grenzflächenoberfläche **160** der OSA **132**. Ausrichtungskugeln **136** sind auf jede herkömmliche Art und Weise in den Positionierungsöffnungen **152** befestigt oder gesichert, einschließlich Haftverbindung, Metall-Zu-Metall-Verbindung und jede andere Weise, die in der Technik bekannt ist.

[0027] Eine Präzisionsausrichtung wird bei der präzisen Positionierung der Ausrichtungskugeln **136** erreicht, wie es durch das präzise Ätzen oder Mikro-Bearbeiten der Positionierungsöffnungen **152** vorgegeben ist. Wie es oben beschrieben ist, werden durch Ätztechniken Positionierungsöffnungen **152** in genau definierten Positionen gebildet, auf innerhalb 3 und normalerweise innerhalb 1 Mikrometer, und ermöglichen es somit, dass Ausrichtungskugeln **136** ohne weiteres in den Positionierungsöffnungen **152** positioniert werden, während die Ausrichtungskugeln **136** in einer präzisen Position beibehalten werden. Bei einem Ausführungsbeispiel sind die Positionierungsöffnungen **152** als quadratische V-förmige Positionierungsöffnungen oder Vertiefungen gebildet, wie es in [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) gezeigt ist. [Fig. 4A](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Abschnitts eines ersten Abstandhalters **146a**, der eine quadratische V-förmige Positionierungsöffnung **152** umfasst. [Fig. 4B](#) zeigt eine planare Draufsicht einer quadratischen V-förmigen Positionierungsöffnung **136**.

[0028] Quadratische V-förmige Positionierungsöffnungen **152** werden durch bekannte Techniken geätzt, die Seitenwände **164** liefern, die einen bestimmten Winkel bezüglich der Grenzflächenoberfläche

160 aufweisen, unabhängig von der Öffnungsgröße. Abgewinkelte Seitenwände **169** liefern eine Mehrzahl von Vorteilen, einschließlich präzise Positionierung der Ausrichtungskugel **136** in der Mitte der Positionierungsöffnung **152**, sowie Ausgleichen leichter Herstellungsabweichungen von den Entwurfsparametern. Falls somit die Positionierungsöffnung **152** oder die Ausrichtungskugel **136** etwas größer oder kleiner sind als ideale Abmessungen, wird nach wie vor eine effektive Einpassung zwischen der Ausrichtungskugel **136** und der Positionierungsöffnung **152** beibehalten.

[0029] Abgewinkelte Seitenwände **164** ermöglichen auch, dass eine einzige Größe einer Positionierungsöffnung **152** eine Mehrzahl von unterschiedlich großen Ausrichtungskugeln **136** aufnimmt, während dieselbe nach wie vor die genaue benötigte Genauigkeit beibehält. Abgewinkelte Seitenwände **164** liefern ferner eine vereinfachte Herstellung und eine reduzierte Aufbauzeit, was im Vergleich zu Ausrichtungstechniken des Stands der Technik zu reduzierten Kosten führt, weil die Ausrichtungskugeln **136** ohne weiteres direkt in der Mitte der Positionierungsöffnung **152** positioniert werden, und in den Positionierungsöffnungen **152** beibehalten werden. [Fig. 5](#) zeigt eine planare Draufsicht der Grenzflächenoberfläche **160** der OSA **132**, die zwei Positionierungsöffnungen **152** umfasst, die jeweils mit einer Ausrichtungskugel **136** besetzt sind. Die Positionierungsöffnungen **152** können in wechselnden Formen gebildet sein, ohne von den erfindungsgemäßen Aspekten der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Bei alternativen Ausführungsbeispielen sind Positionierungsöffnungen **152** als Zylinder mit vertikalen Seiten gebildet, oder als kreisförmige, V-förmige oder kegelförmige Öffnungen, die auch eine genaue Platzierung von Ausrichtungskugeln liefern und leichte Herstellungsabweichungen ausgleichen. Bei einem weiteren alternativen Ausführungsbeispiel ist die Positionierungsöffnung zwischen Stegen oder anderen vorstehenden Strukturen gebildet, die geätzt sind, um sich von der Grenzflächenoberfläche **160** nach oben zu erstrecken, so dass die Ausrichtungskugel **136** zwischen vorstehenden Stegen positioniert ist. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Positionierungsöffnung **152** gebildet, so dass die Positionierungsöffnung **152** ein Durchgangsloch ist.

[0030] Einer der wesentlichen Vorteile der vorliegenden Ausrichtungsvorrichtung und des Verfahrens ist sein einfacher Aufbau. Weil die Positionierungsöffnungen **152** bei einem Ausführungsbeispiel direkt in die Grenzflächenoberfläche **160** des ersten Abstandhalters **146a** geätzt oder mikrobearbeitet werden, und Ausrichtungskugeln **136** ohne weiteres und leicht in die Positionierungsöffnungen **152** befestigt werden, wird jede Schicht der optischen Ausrichtungskomponente bei einem Ausführungsbeispiel gebildet, während dieselbe in Waferform ist. Dann

werden die einzelnen Wafer, die jede Schicht der OSA **132** umfassen, kombiniert, um eine Mehrzahl von optischen Ausrichtungskomponenten zu vervollständigen, die ohne weiteres in einzelne Komponenten getrennt werden. Somit wird ein Verfahren bereitgestellt zum schnellen Herstellen großer Zahlen von optischen Ausrichtungskomponenten, die jeweils Präzisionsausrichtungsfähigkeiten haben, zu reduzierten Kosten.

[0031] Bei einem Ausführungsbeispiel wird beispielsweise die Anordnung der OSA **132** durchgeführt, während die Abstandhalter **146a-b** und das Linsenarray **144** in Waferform sind, wie es in der Technik bekannt ist. Sobald Abstandhalter-Wafer und Linsenarray-Wafer gebildet sind, einschließlich dem Ätzen der Positionierungsöffnungen **152** in die Grenzflächenoberfläche **160** des ersten Abstandhalters **146a**, werden Wafer gestapelt und in Position fixiert oder befestigt durch jede herkömmliche Verbindungstechnik, einschließlich Haftmittel, Metall-Zu-Metall-Verbindung, Glasabdichtung und jede andere Verbindungstechnik, die in der Technik bekannt ist. Die Ausrichtung von Abstandhalter-Wafern mit dem Linsenarray-Wafer wird durch Ausrichtungsmerkmale der Wafer erreicht, wie es in der Technik bekannt ist.

[0032] Sobald die Wafer ausgerichtet sind und miteinander verbunden sind, werden die Positionierungsöffnungen **152** mit Ausrichtungskugeln **136** besetzt. Ausrichtungskugeln **136** sind in Positionierungsöffnungen **152** fixiert oder befestigt, auf jede herkömmliche Weise, wie es oben beschrieben ist. Bei einem Ausführungsbeispiel sind Ausrichtungskugeln **136** in Positionierungsöffnungen **152** befestigt, bevor der erste Abstandhalter-Wafer mit dem Linsenarray-Wafer verbunden wird. Sobald sie fertiggestellt sind, umfassen die gestapelten Wafer eine Mehrzahl von einzelnen genau konfigurierten und aufgebauten OSAs **132**. Die OSAs **132** werden dann auf jede herkömmliche Weise getrennt, einschließlich Wafersägen. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die optoelektronische Vorrichtung **150** an dem zweiten Abstandhalter **146b** befestigt oder gelötet, bevor die Wafer aneinander befestigt werden. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel ist die optoelektronische Vorrichtung **150** an dem zweiten Abstandhalter **146b** befestigt, bevor die Mehrzahl von OSAs **132** getrennt werden.

[0033] Sobald die OSAs **132** getrennt oder singuliert sind, sind die OSAs **132** unabhängig und umfassen I/O-Anschlussflächen und optische Ausrichtungsmerkmale. Die einzelnen OSAs sind einzeln testbar und können in dieser Form eingebrannt werden, und ermöglichen somit eine direkte Implementierung in optische Netzwerke.

[0034] Somit werden große Zahlen von Hochpräzi-

sions-OSAs in Masse hergestellt, im Wesentlichen zum gleichen Zeitpunkt, durch Ätztechniken, die wesentlich weniger aufwändig sind in der Herstellung als herkömmliche Techniken zum Ausrichten von optischen Ausrichtungskomponenten. Weil die massenproduzierten OSAs die neuartige Ausrichtungsvorrichtung umfassen, gibt es keinen Bedarf, jede OSA aktiv auszurichten. Die Ausrichtungsvorrichtung und das Verfahren der vorliegenden Erfindung erzeugen große Zahlen von optischen Ausrichtungskomponenten mit passiven Ausrichtungsfähigkeiten, die eine stark verbesserte Herstellung und Implementierung bei reduzierten Kosten liefern. Beispielsweise liefert ein einzelner zusammengesetzter 6-Zoll-Wafer (einschließlich Abstandhaltern **146a-b** und Linsenarray **144**) zweitausend oder mehr OSAs, die ähnlich sind wie diejenigen, die in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt sind, die oben beschrieben sind. Falls jede OSA 10 Optikeinrichtungen umfasst, liefern die vorliegende Vorrichtung und das Verfahren die im Wesentlichen gleichzeitige Ausrichtung von 20.000 Optikeinrichtungen, ohne den Bedarf, die Vorrichtungen mit Energie zu versorgen, um eine Ausrichtung zu erhalten. Dies ist eine riesige Verbesserung im Vergleich zum Stand der Technik, der nur die Ausrichtung einer einzigen optischen Ausrichtungskomponente zu einem Zeitpunkt ermöglicht, wo die Komponenten mit Energie versorgt werden muss, um aktiv ausgerichtet zu werden.

[0035] Sobald die OSAs **132** gebildet sind, wird das Ferrul **130** ohne weiteres ausgerichtet unter Verwendung der Ausrichtungskugeln **136** in Zusammenarbeit mit Ausrichtungs- oder Zusammenpasskanälen **140**, um die Ausrichtung der optischen Fasern **142** mit den Linsen **134** abzuschließen. Mit erneuter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist das Ferrul **130** aufgebaut, um Ausrichtungskanäle **140** zu umfassen. Ausrichtungskugeln **136** der OSA **132** sind positioniert, um den Ausrichtungskanälen **140** des Ferruls **130** zu entsprechen. Das Ferrul **130** wird auf jede herkömmliche Weise gebildet, einschließlich Formen und jede andere in der Technik bekannte Weise. Bei einem Ausführungsbeispiel sind Ausrichtungskugeln **136** positioniert, um vorher bestehenden geformten Ferrulen **130** zu entsprechen, einschließlich denjenigen, die ursprünglich für die Verwendung bei herkömmlichen Stift-In-Loch-Anordnungen entworfen wurden. Ausrichtungskanäle **140** sind in einer zylindrischen Form gebildet, mit einem Durchmesser, der im Wesentlichen gleich ist zu dem Durchmesser der Ausrichtungskugel **136**, so dass der Kanal **140** um die Ausrichtungskugel **136** herum passt, oder auf der Ausrichtungskugel **136** ruht, während die Ausrichtungskugel **136** sich teilweise in den Kanal **140** erstreckt. Bei einem Ausführungsbeispiel ist der Kanaldurchmesser etwas größer als der Durchmesser der Ausrichtungskugel, und ermöglicht einen x-Achsen- und y-Achsen-Positionierungsverschiebungsspielraum, während der Verschiebungsspielraum innerhalb Aus-

richtungstoleranzen liegt, um die Ausrichtung zwischen der Faser **142** und der Linse **134** beizubehalten. Alternativ ist der Ausrichtungskanal **140** als quadratische Röhre gebildet, die eine Breite aufweist, die im Wesentlichen gleich ist wie der Durchmesser der Ausrichtungskugel **136**. Für Fachleute auf diesem Gebiet ist klar, dass der Ausrichtungskanal **140** in einer Vielzahl unterschiedlicher Konfigurationen gebildet sein kann, ohne von dem erfindungsgemäßen Aspekt der vorliegenden Erfindung abzuweichen, beim Liefern einer Kooperation mit der Ausrichtungskugel **136**, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Ausrichtungskanäle, die als quadratische V-förmige Öffnungen gebildet sind, ähnlich wie diejenigen, die in der Grenzflächenoberfläche des ersten Abstandhalters gebildet sind, oder in einer Kegelform. Bei einem Ausführungsbeispiel liefern die Ausrichtungskugeln **136** eine genaue und präzise Ausrichtung zwischen einer ersten optischen Ausrichtungskomponente, wie z. B. einer OSA **132**, und einer zweiten optischen Ausrichtungskomponente, wie z. B. dem Ferrul **130**, wobei Kanäle in dem Ferrul als eine „Loch-Und-Schlitz“-Konfiguration gebildet sind, wie es in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Ein erster Kanal **140a** ist ein Zylinder, der genau geformt ist, um mit einer Ausrichtungskugel **136** zusammen zu passen. Ein zweiter Kanal **140b** ist als eine Rille mit einer y-Achsenbreite gebildet, die genau geformt ist, um mit der Ausrichtungskugel **136** zusammen zu passen, während es die x-Achsenlänge ermöglicht, dass die Position der Ausrichtungskugel **136** auf der ersten optischen Ausrichtungskomponente variiert.

[0036] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel des Ferruls **130**, das in den Figuren dargestellt ist, bezieht sich auf ein Mehrfaser-Ferrul. Eine passive Ausrichtung eines Einzelfaser-Ferruls kann jedoch auch durch das gleiche erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung, die oben beschrieben sind, implementiert werden, ohne von den erfindungsgemäßen Aspekten der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0037] Die Ausrichtungskugeln **136** sind vorzugsweise im Wesentlichen als kugelförmige Körper konfiguriert, um den Aufbau von OSAs **132** zu vereinfachen, sowie das Zusammenpassen der OSAs **132** mit den Ferrulen **130** zu vereinfachen. Der kugelförmige Entwurf ermöglicht eine genaue Platzierung in der Mitte der Positionierungsöffnung **152**, ohne den Bedarf an weiterer Manipulation, um die benötigte Präzision zu erreichen. Ausrichtungskugeln **136** erleichtern ferner die Ausrichtung zwischen den beiden optischen Ausrichtungskomponenten, indem sie es ermöglichen, dass Kanäle leicht über die Kugel gleiten. Ferner wird Zusammenpassen erleichtert, weil bei einer Anfangskooperation zwischen dem Kanal **140** und der kugelförmigen Ausrichtungskugel **136** der Kanal **140** größer ist als die Ausrichtungskugel **136**, was es dem Kanal **140** ermöglicht, leicht über

die Ausrichtungskugel **136** zu gleiten.

[0038] Bei einem Ausführungsbeispiel sind die Ausrichtungskugeln **136** als spitz zulaufende rechteckige Würfel konfiguriert, die ohne weiteres mit den Ferrulen **130** zusammenpassen. Bei alternativen Ausführungsbeispielen ist die Ausrichtungskugel **136** als eine Pyramide und als eine kubische Diamantform gebildet. Für Fachleute auf diesem Gebiet ist klar, dass andere Konfigurationen und Formen der Ausrichtungselemente **136** implementiert werden können, ohne von den erfindungsgemäßen Aspekten der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0039] Ausrichtungskugeln können in jeder Größe oder jedem Durchmesser gebildet werden, um eine genaue Ausrichtung mit den Kanälen **140** zu liefern, und um die Ausrichtung beizubehalten. Ausrichtungskugeln **136** sind aus im Wesentlichen jedem herkömmlichen Material aufgebaut, das in einer Kugelform gebildet werden kann, mit genauen Abmessungen und ausreichend starr ist, um eine Ausrichtung zwischen den beiden Komponenten beizubehalten, einschließlich rostfreiem Stahl, Glas, Saphir, kohlenstoff-reicher Stahl, Keramik, Kunststoff und alle anderen Materialien, die in der Technik bekannt sind, und die eine Präzisionsbildung und ausreichend Komprimierungsstärke ermöglichen. Bei einem Ausführungsbeispiel sind eine Mehrzahl von Ausrichtungskugeln auf einer einzigen optischen Ausrichtungskomponente positioniert, so dass zumindest zwei der Ausrichtungskugeln **136** unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Beispielsweise umfasst eine OSA **132** eine erste und zweite Ausrichtungskugel, wobei die erste Ausrichtungskugel einen größeren Durchmesser aufweist als die zweite Ausrichtungskugel. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die OSA **132** eine Ausrichtungskugel **136**, die in einer Positionierungsöffnung **152** positioniert ist, und einen Ausrichtungskanal **140**, während das Ferrul **130** auch eine Ausrichtungskugel **136** umfasst, die in einer Positionierungsöffnung **152** positioniert ist, und einen Ausrichtungskanal **140**, so dass die Ausrichtungskugel **136** der OSA **132** durch den Ausrichtungskanal **140** des Ferruls **130** aufgenommen wird, und die Ausrichtungskugel **136** des Ferruls **130** durch den Ausrichtungskanal **140** der OSA **132** aufgenommen wird.

[0040] Bei einem Ausführungsbeispiel sind die Positionierungsöffnung **152** und die Ausrichtungskugel **136** konfiguriert, um die „Stifte“ in der herkömmlichen „Stift-In-Loch“-Konfiguration zu ersetzen. Somit wird eine genaue Ausrichtung mit alternativen Vorrichtungen ermöglicht, einschließlich denjenigen, die ursprünglich für andere Ausrichtungsverfahren entworfen wurden, wodurch die vorliegende Erfindung eine größere Vielfalt erhält.

[0041] Nachdem die Erfindung nun vollständig be-

schrieben wurde, ist es für Durchschnittsfachleute auf diesem Gebiet klar, dass viele Änderungen und Modifikationen an derselben durchgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich der angehängten Ansprüche abzuweichen.

Patentansprüche

1. Eine Ausrichtungsvorrichtung, die eine Ausrichtung zwischen einer ersten und einer zweiten optischen Ausrichtungskomponente liefert, wobei die Ausrichtungsvorrichtung folgende Merkmale umfasst:
eine erste optische Ausrichtungskomponente (132), die folgende Merkmale aufweist:
eine optische Teilanordnung (144),
zumindest eine Positionierungsöffnung (152), und
zumindest ein Ausrichtungselement (136), das teilweise in der zumindest einen Positionierungsöffnung positioniert ist; und
eine zweite optische Ausrichtungskomponente (130), die zumindest einen Ausrichtungskanal (140) aufweist, der konfiguriert ist, um zumindest einen Teil des Ausrichtungselements (136) aufzunehmen, und eine Ausrichtung zwischen der ersten und zweiten optischen Ausrichtungskomponente liefert, wobei der zumindest eine Ausrichtungskanal (140) mit dem zumindest einen Ausrichtungselement (136) zusammenpasst, so dass das zumindest eine Ausrichtungselement (136) in den zumindest einen Ausrichtungskanal (140) passt,
dadurch gekennzeichnet, dass
die optische Teilanordnung (144) ein Linsenarray (144) ist,
die erste optische Ausrichtungskomponente (132) ferner eine Abstandhalterschicht (146a) umfasst, die auf dem Linsenarray (144) gebildet ist, und wobei die zumindest eine Positionierungsöffnung (152) in der Abstandhalterschicht (146a) gebildet ist,
und dadurch, dass
eine Oberfläche der zweiten optischen Ausrichtungskomponente (130) an eine Oberfläche der Abstandhalterschicht (146a) der ersten optischen Ausrichtungskomponente (132) anstößt, wobei der Durchmesser des Ausrichtungskanals (140) im Wesentlichen gleich ist zu dem Durchmesser des Ausrichtungselements (136), so dass der Ausrichtungskanal (140) um das Ausrichtungselement (136) herum passt.

2. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der das Ausrichtungselement (136) im Wesentlichen kugelförmig ist.

3. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Positionierungsöffnung (152) eine quadratische V-förmige Öffnung ist.

4. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die erste Abstandsschicht (146a) eine

Grenzflächenoberfläche (160) aufweist, wobei die Positionierungsöffnung (152) in die Grenzflächenoberfläche (160) geätzt ist.

5. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die erste optische Ausrichtungskomponente (132) eine einer Mehrzahl von ersten optischen Ausrichtungskomponenten ist, die aus einem einzigen Wafer gebildet sind.

6. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der:
die erste optische Ausrichtungskomponente (132) eine Mehrzahl von Positionierungsöffnungen (152) und eine Mehrzahl von Ausrichtungselementen (136) umfasst;
die erste optische Ausrichtungskomponente (132) konfiguriert ist, so dass eines der Ausrichtungselemente (136) der Mehrzahl von Ausrichtungselementen in jeder der Positionierungsöffnungen (152) der Mehrzahl von Positionierungsöffnungen positioniert ist; und
die zweite optische Ausrichtungskomponente (130) eine Mehrzahl von Ausrichtungskanälen (140) umfasst, wobei jeder der Ausrichtungskanäle (140) der Mehrzahl von Ausrichtungskanälen konfiguriert ist, um eines der Ausrichtungselemente (136) der Mehrzahl von Ausrichtungselementen aufzunehmen.

7. Die Ausrichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der:
die erste optische Ausrichtungskomponente (132) folgende Merkmale umfasst:
eine Mehrzahl von Positionierungsöffnungen (152);
wobei
eines einer Mehrzahl der Ausrichtungselemente (136) in jeder der Mehrzahl von Positionierungsöffnungen (152) positioniert ist; und
die zweite optische Ausrichtungskomponente (130) eine Mehrzahl von Ausrichtungskanälen (140) umfasst, wobei jeder Ausrichtungskanal konfiguriert ist, um eines der Mehrzahl von Ausrichtungselementen (136) aufzunehmen.

8. Ein Verfahren zum Ausrichten einer ersten und zweiten optischen Ausrichtungskomponente, das folgende Schritte umfasst:
Bilden zumindest einer Positionierungsöffnung (152) in einer Abstandsschicht (146a) einer ersten optischen Ausrichtungskomponente (132), wobei die erste optische Ausrichtungskomponente (132) ein Linsenarray (144) aufweist, auf dem die Abstandsschicht (146a) gebildet ist;
Befestigen von zumindest einem Ausrichtungselement (136) teilweise in der zumindest einen Positionierungsöffnung (152); und
Zusammenpassen des zumindest einen Ausrichtungselements (136) mit zumindest einem Ausrichtungskanal (140), der in einer zweiten optischen Ausrichtungskomponente (130) gebildet ist, so dass das

zumindest eine Ausrichtungselement (136) in den zumindest einen Ausrichtungskanal (140) passt, wobei eine Oberfläche der zweiten optischen Ausrichtungskomponente (130) an eine Oberfläche der Abstandsschicht (146a) der ersten optischen Ausrichtungskomponente (132) anstößt, wobei der Durchmesser des Ausrichtungskanals (140) im Wesentlichen gleich ist wie der Durchmesser des Ausrichtungselements (136), so dass der Ausrichtungskanal (140) um das Ausrichtungselement (136) herum passt.

9. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem der Schritt des Bildens von zumindest einer Positionierungsöffnung (152) das Ätzen von zumindest einer Positionierungsöffnung in eine Grenzflächenoberfläche der Abstandsschicht (146a) umfasst.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 9, bei dem der Schritt des Ätzens von zumindest einer Positionierungsöffnung (152) das Ätzen einer quadratischen V-förmigen Positionierungsöffnung in die Grenzflächenoberfläche (160) der ersten optischen Ausrichtungskomponente (132) umfasst.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem der Schritt des Befestigens von zumindest einem Ausrichtungselement (136) teilweise in der zumindest einen Positionierungsöffnung (152) das Zentrieren des zumindest einen Ausrichtungselements (136) in der zumindest einen Positionierungsöffnung (152) umfasst.

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 11, bei dem der Schritt des Zentrierens des zumindest einen Ausrichtungselements (136) das Platzieren des zumindest einen Ausrichtungselements (136) in der zumindest einen Positionierungsöffnung (152) umfasst, ohne eine weitere x-Achsen-, y-Achsen- und z-Achsen-Positionierungsmanipulation des zumindest einen Ausrichtungselements (136).

13. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem der Schritt des Bildens der zumindest einen Positionierungsöffnung (152) folgenden Schritt umfasst: Ätzen der zumindest einen Positionierungsöffnung (152) in eine einer Mehrzahl von ersten optischen Ausrichtungskomponenten (132), wobei die Mehrzahl von ersten optischen Ausrichtungskomponenten (132) auf einem einzelnen Wafer gebildet ist.

14. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, bei dem der Schritt des Befestigens des zumindest einen Ausrichtungselements (136) folgenden Schritt umfasst: Befestigen eines des zumindest einen Ausrichtungselements (136) teilweise in jedem der Mehrzahl von ersten optischen Ausrichtungskomponenten (132), die auf dem einzelnen Wafer gebildet sind.

15. Das Verfahren gemäß Anspruch 13, das fer-

ner folgenden Schritt umfasst:

Trennen der Mehrzahl von ersten optischen Ausrichtungskomponenten (132) auf dem einzelnen Wafer, wodurch eine Mehrzahl von einzelnen ersten optischen Ausrichtungskomponenten (132) erzeugt wird.

16. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem der Schritt des Befestigens des zumindest einen Ausrichtungselements (136) das Positionieren des zumindest einen Ausrichtungselements (136) innerhalb von 1 Mikrometer einer vordefinierten Position umfasst.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

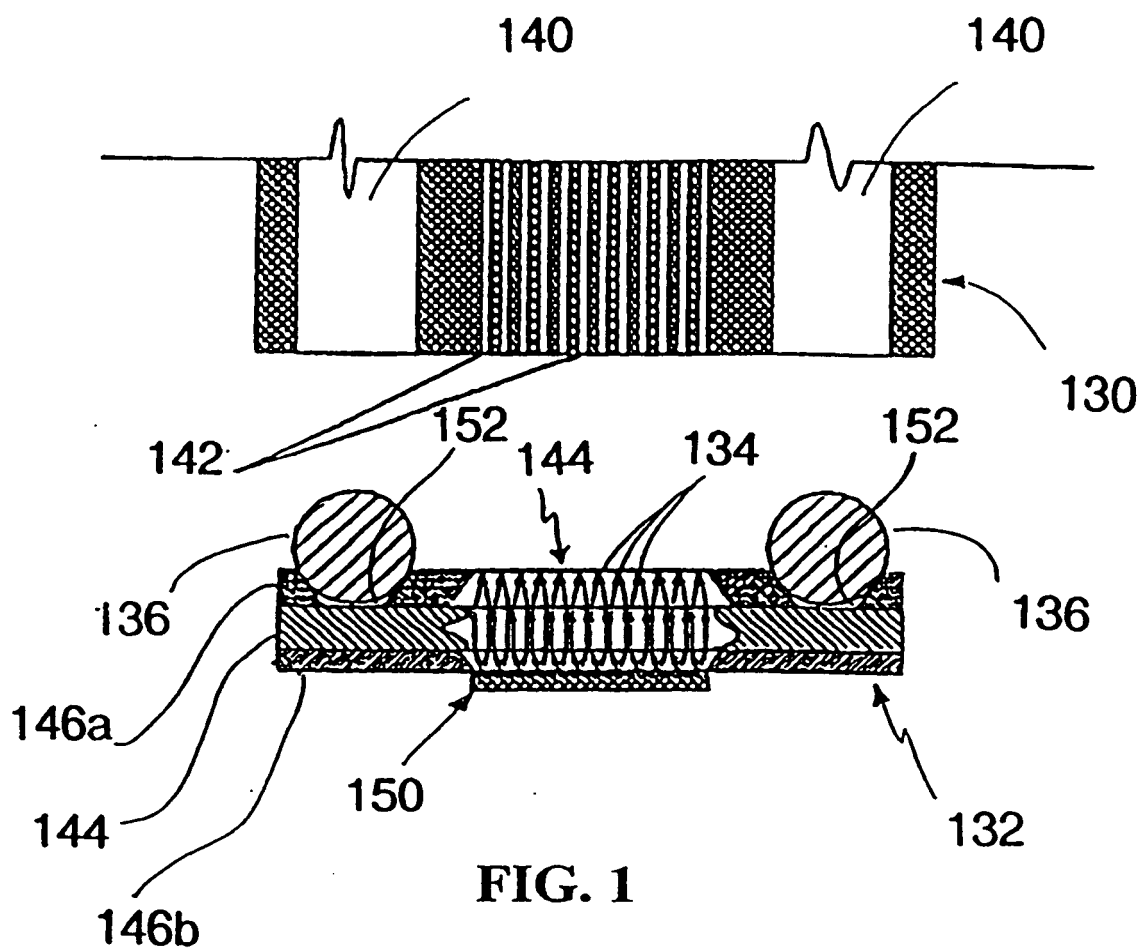


FIG. 1

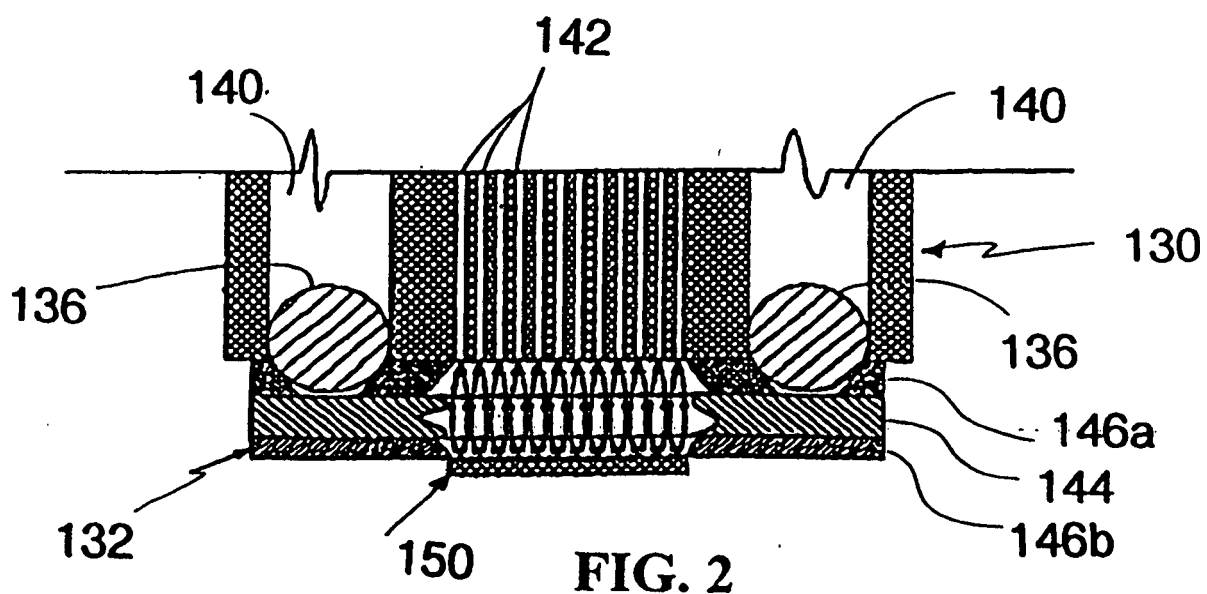


FIG. 2

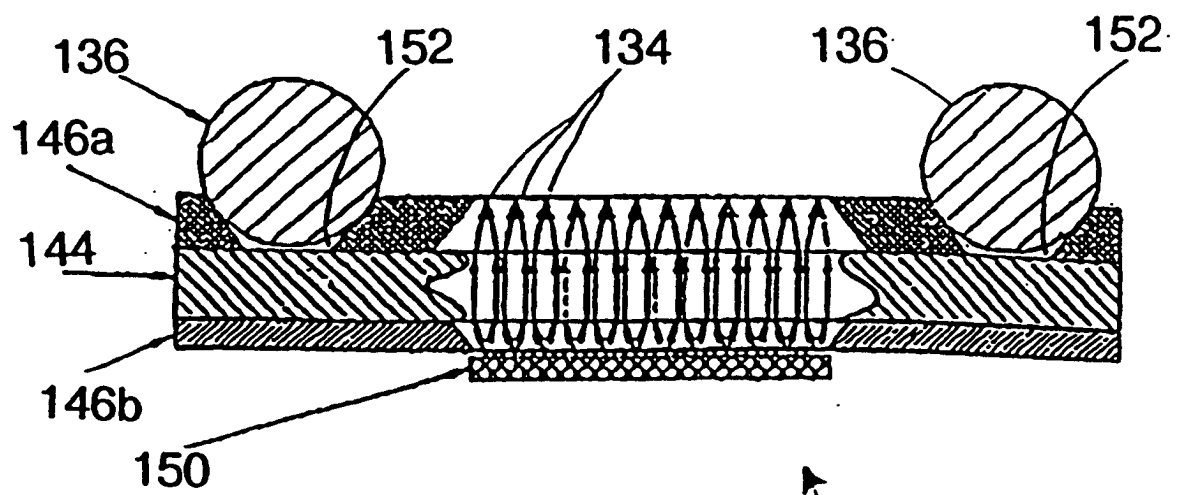
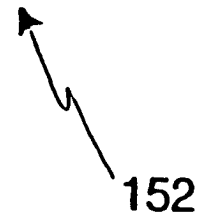


FIG. 3



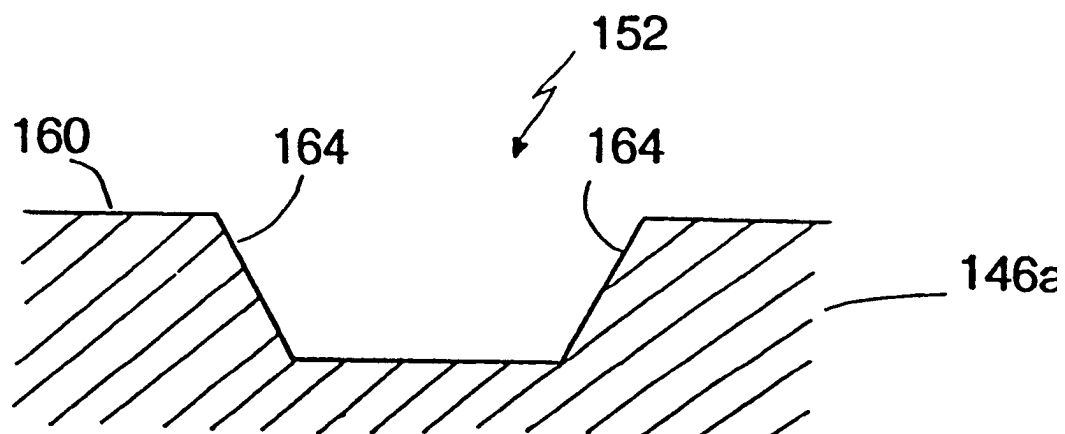


FIG. 4A

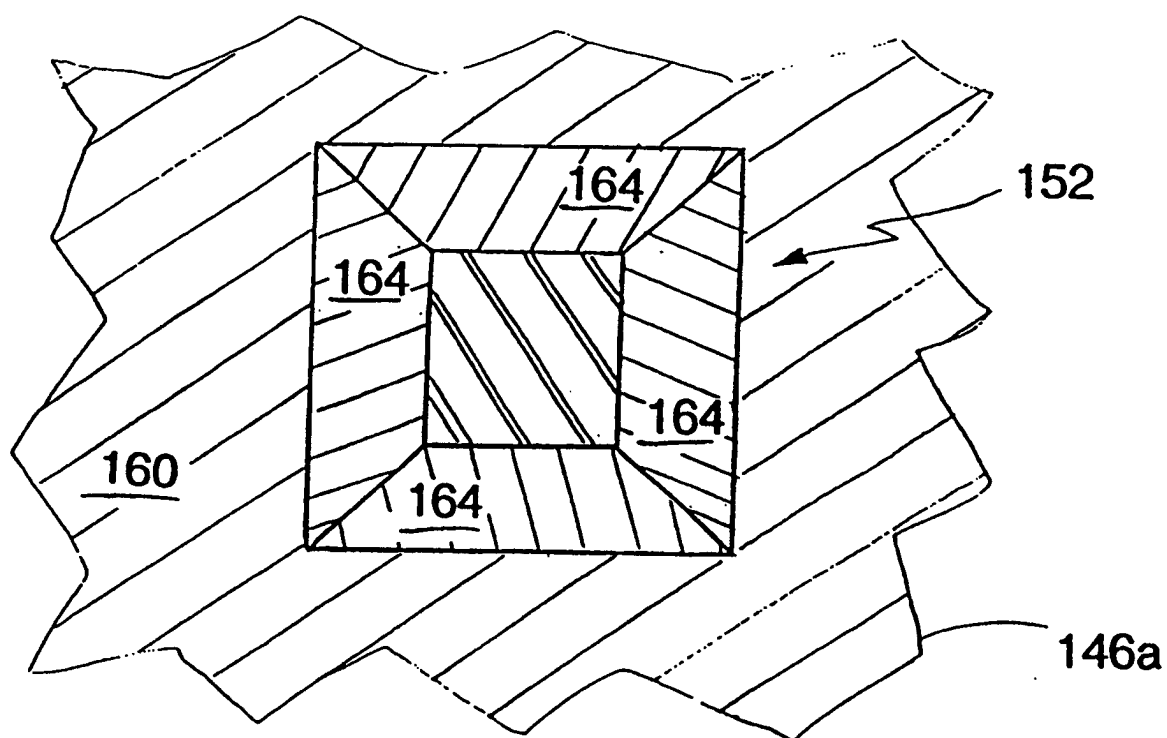


FIG. 4B

