



(10) **DE 10 2007 007 355 B4** 2016.01.07

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 007 355.2**  
(22) Anmeldetag: **14.02.2007**  
(43) Offenlegungstag: **21.08.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **07.01.2016**

(51) Int Cl.: **G02B 6/42 (2006.01)**  
**G02B 6/255 (2006.01)**  
**G02B 6/13 (2006.01)**

Innerhalb von neun 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).

(73) Patentinhaber:  
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:  
**PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80339  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Oppermann, Hans-Hermann, Dr.-Ing., 10435  
Berlin, DE**

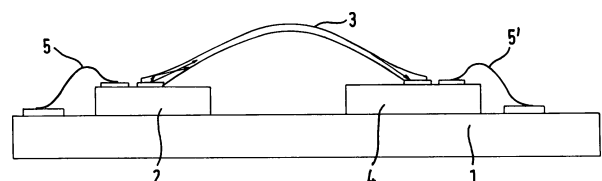
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>AT</b>	<b>413 891</b>	<b>B</b>
<b>US</b>	<b>6 516 121</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>5 955 010</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>5 467 419</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>S59- 137 912</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen und optische Anordnung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen zwischen zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche jeweils zumindest eine optische Verbindungsstelle aufweisen, bei dem

- in einem ersten Schritt die Bauelemente auf einem Träger montiert und bezüglich ihrer Position zueinander fixiert werden,
- in einem zweiten Schritt ein optisch transparenter Draht an seinem ersten Ende mit einer optisch transparenten Verbindungsstelle des ersten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung des Bereichs der Verbindungsbildung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden wird und
- in einem dritten Schritt der Draht an seinem zweiten Ende mit einer optisch transparenten Verbindungsstelle des zweiten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung des Bereichs der Verbindungsbildung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden wird, wobei mindestens eine der beiden Verbindungen unmittelbar erfolgt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen zwischen zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche jeweils zumindest eine optisch transparente Verbindungsstelle bzw. einen optisch transparenten Bereich oder Fenster als Schnittstelle aufweisen. Die Verbindung erfolgt hierbei mit Hilfe von optisch transparenten Drähten, die mit dem Bauelement an der optischen Schnitt- bzw. Verbindungsstelle stoffschlüssig verbunden werden. Ebenso betrifft die Erfindung eine optische Anordnung mit zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, die eine derartige optische Verbindung aufweisen. Als optische Bauelemente kommen hier sowohl aktive als auch passive Bauelemente zur Anwendung.

**[0002]** Als optische Verbindungen werden optische Wellenleiter für die Führung und Lenkung von Licht eingesetzt.

**[0003]** Optische Wellenleiter werden aus transparenten Materialien, wie Polymeren oder Glas, hergestellt und können als optische Faser oder als planarer Wellenleiter ausgebildet sein. Hierbei ist die Transparenz in der jeweils relevanten Wellenlänge für die Auswahl der Materialien entscheidend. Für Infrarot-Anwendungen werden auch Silicium, GaAs, InP oder andere Materialien als transparente Medien mit wellenleitenden Strukturen ausgebildet.

**[0004]** Planare Polymer-Wellenleiter werden beispielsweise durch Heißprägen in Folien oder lithographische Verfahren strukturiert und mit einem zweiten Material mit höherem Brechungsindex verfüllt. Auf Glas basierende planare Wellenleiter werden durch aufeinanderfolgendes Aufdampfen und Ätzen von Gläsern mit verschiedenem Brechungsindex oder durch Ionenwanderung im elektrischen Feld und damit einhergehender Änderung des Brechungsindex hergestellt.

**[0005]** Optische Fasern werden aus Gläsern gezogen oder als Polymerfaser erzeugt. Die Faserkerne werden zum Schutz der Oberfläche oft mit einem weiteren Material umhüllt, welches einen niedrigeren Brechungsindex besitzt.

**[0006]** Für die optische Verbindung werden die Wellenleiter oder die Fasern zu den optischen Schnittstellen der Bauelemente, den Linsen oder anderen Wellenleitern positioniert. Die Justage erfolgt über eine Vorrichtung, die die Faser beispielsweise in einer Nut aufnimmt. Oftmals muss die Faser in mehrere Raumrichtungen bewegt und um mehrere Achsen gedreht werden, bevor eine optimale Stellung erreicht wird, die durch eine ausreichende Kopplung des Lichts gegeben ist. Zur Optimierung der Kopplung wird der La-

ser oder Detektor aktiv betrieben und das Koppelsignal als Regelgröße zur Steuerung der Verfahrenswege eines Justagetisches verwendet. Danach erfolgt eine Fixierung, zumeist durch Kleben. Solche Koppelmethoden werden als aktive Justage bezeichnet und sind relativ aufwändig.

**[0007]** Besonders aufwändig wird das Koppelverfahren, wenn mehrere Schnittstellen auf einem Bauteil mit einem Faserbündel, einem Wellenleiter-Array, einem Linsen-Array oder ähnlichem gekoppelt werden müssen. Dies stellt hohe Anforderungen an die Justageroutine und ist nur möglich, wenn der Abstand zwischen den Koppelstellen (Pitch) von allen Bauelementen genau eingehalten ist. Des Weiteren müssen nach der Justage auch hier die Bauelemente in der Position dauerhaft auf wenige Mikrometer bei multimodiger Kopplung oder sogar unter einem Mikrometer bei monomodiger Kopplung fixiert werden.

**[0008]** Der Spalt zwischen den beiden Koppelschnittstellen soll in der Regel möglichst klein gehalten werden, da mit zunehmendem Abstand der Strahlflecken aufweitet und die Koppelleffizienz sich verschlechtert. Um die Aufweitung des Strahls zu reduzieren und die Reflektionen gegen Luft mit seinem niedrigen Brechungsindex zu minimieren, wird der Spalt vorzugsweise mit einem optisch transparenten Klebstoff verfüllt. Der Klebstoff verhindert auch den Eintritt von Verunreinigungen in den Spalt, welches die Koppelleffizienz drastisch herabsetzen könnte.

**[0009]** Ausgehend hiervon war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Verbindung optischer Bauelemente bereitzustellen, das einfach zu handhaben ist und gleichzeitig eine möglichst große Flexibilität bezüglich der Lage der optischen Interfaces ermöglicht. Hierdurch soll eine aufwändige Positionierung der Bauelemente vermieden werden. Ebenso ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile aus dem Stand der Technik zu beseitigen, dass ein nachträgliches Ausfüllen des Spaltes zwischen Wellenleiter und Bauelement erforderlich ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, Bauelemente mit unterschiedlichem Pitch der optischen Koppelstellen miteinander koppeln zu können oder eine frei wählbare optische Verschaltung zu ermöglichen.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und die optische Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 32 gelöst. Die weiteren abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

**[0011]** Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen zwischen zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche jeweils zumindest einen optisch transparenten Bereich aufweisen, bereitgestellt. Bei die-

sem Verfahren werden die Bauelemente zunächst in einem ersten Schritt auf einen Träger, z. B. einen elektrischen Schaltungsträger montiert. Dabei ist es vorteilhaft, die optischen Koppelstellen möglichst nahe zueinander mit dem transparenten Fenster nach oben dem Träger abgewandten Seite anzuordnen. Im nächsten Schritt wird ein optisch transparenter Draht an seinem ersten Ende mit einer optischen Verbindungsstelle, einem optisch transparenten Bereich des ersten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung des Bereichs der Verbindungsbildung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden. In einem folgenden Schritt wird dann der optische Draht an seinem zweiten Ende mit einer optischen Verbindungsstelle des zweiten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden. Mindestens eine der beiden Verbindungen ist dabei unmittelbar. Unter unmittelbarer Verbindung ist erfindungsgemäß zu verstehen, dass hier kein Spalt zwischen Bauelement und Faser auftritt, der somit auch nicht, wie im Stand der Technik üblich, mit einem optisch transparenten Klebstoff ausgefüllt werden muss.

**[0012]** Unter Bauelementen werden optisch aktive Bauelemente, wie Laser, Modulatoren, LEDs, Photodetektoren, Arrays hiervon, Regeneratoren, optische Verstärker oder optisch aktive ICs verstanden. Diese Bauelemente können unverkapselt oder gehäust eingesetzt werden. Zu den hier berücksichtigten Bauelementen werden auch die passiven gezählt, hierzu gehören Wellenleiterstrukturen (z. B. AWGs, Splitter, Kombiner), Linsen, Polarisatoren, Bragg-Gitter. Hierzu zählen auch auf einen Träger montierte optische Fasern oder integrierte Wellenleiter, also alle aktiven als auch passiven Bauelemente gehäust oder ungehäust oder weiter integrierte Module aus mehreren einzelnen Bauelementen mit ihren optischen Verbindungsstellen.

**[0013]** Nach der Kontaktierung des optischen Drahts mit der zweiten Verbindungsstelle kann der überstehende, optisch transparente Draht abgetrennt werden. Eine einfache Art und Weise besteht zum Beispiel darin, unter Aufbringung einer Kraft den Draht durch Quetschen im Querschnitt zu schwächen und ihn mit einer ruckartigen Bewegung abzureißen. Hierbei soll vorteilhafterweise das Ende des optischen Drahts aus der Öffnung der Kapillare für den nächsten Bondzyklus heraus schauen.

**[0014]** Aus dem Stand der Technik ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine optische Faser mit einem Bauelement (z. B. einer Linse oder einer zweiten Faser) mittels Laserfügen oder Schweißen verbunden wird. Dieses Verfahren wird aber nur zum Fügen von einzelnen Bauelementen ohne bereits beste-

hende räumliche Anordnung zueinander angewendet, wie es im Erfindungsfall benutzt wird. Hier wird ausgehend von einer durch eine vorherige Montage der Bauelemente festgelegte Anordnung ein optisch transparenter Draht zwischen den optischen Koppelstellen gezogen und mit den optischen Verbindungsstellen kontaktiert.

**[0015]** Ebenfalls zum Stand der Technik gehören die in US 6,516,121 A und US 5,955,010 A offenbarten Methoden zur Herstellung einer Verbindung zwischen zwei optischen Bauteilen. Der dazu verwendete optische Draht wird allerdings in direkten Kontakt mit der Verbindungsstelle des optischen Bauteils gebracht. Dabei wird das Drahtende zunächst erweicht, dann positioniert und auf die Kontaktstelle gepresst, und anschließend wieder gehärtet. Es wird jedoch kein Kontaktmaterial auf die Verbindungsstelle aufgebracht, welche die Verbindung zwischen Draht und Verbindungsstelle vermittelt. Die dadurch erzielte Verbindung weist eine mangelhafte Stabilität auf. Außerdem ist das Verfahren in der Ausführung sehr anspruchsvoll, da eine hohe Präzision beim Anpressen des Drahtes fordert. Eine andere aus dem Stand der Technik bekannte Methode zur Verbindung optischer Bauelemente verwendet ein komplexes vorgefertigtes optisches Bauteil mit aufgebrachten Linsen und Spiegelflächen, welches zwischen die Bauelemente justiert wird. Dieses Verfahren benötigt aber eine genaue Vorjustage der optischen Bauelemente und eine ebenso genaue Justage des Verbindungselements. Mit der hier vorgestellten Erfindung ist die optische Verbindung aber wegen der einfachen Handhabung von Drähten wesentlich flexibler und kostengünstiger herzustellen.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei an das Drahtbonding von Metalldrähten angelehnt, was den Vorteil mit sich bringt, dass aus diesem Bereich bekannte Maschinen und Werkzeuge in ähnlicher Weise eingesetzt werden können. Anstelle des Metalldrahts befindet sich der optische Draht auf einer sich abwickelnden Spule. Der optische Draht wird über Rollen und sich schließende und öffnende Klammern zum Transport bis in eine Kapillare geführt, aus der der optische Draht durch ein kleines Loch herausragt. Die Kapillare ist an einem Bondkopf befestigt, der sich vertikal auf- und abwärts verfahren lässt. Am Bondkopf kann eine Abflammlanze befestigt sein, um einen Funken zu erzeugen, wobei das Entladungsplasma den optischen Draht erwärmt und anschmilzt. Es kann auch ein heizbares Werkzeug angebracht werden, mit welchem die Drahtspitze durch Druck und Temperatur umgeschmolzen oder deformiert wird, um eine kugel- oder stumpfförmige Verbreiterung zu erhalten und um mit der Kapillare ähnlich wie beim Ball-Bonden die Drahtspitze auf die Koppelstelle zu drücken. Die Kapillare kann dabei an einen Transducer befestigt sein, um Ultraschall in die Verbindungsstelle zwischen der optischen Drahtspit-

ze und der Koppelstelle einzubringen und die Verschweißung oder Verklebung zu erleichtern.

**[0017]** In einem solchen Gerät liegt das Substrat mit den montierten Bauelementen auf einem verfahrbaren Tisch, der zusätzlich geheizt werden kann. Die Positionierung der Drahtspitze zum Koppelfenster erfolgt wie beim konventionellen Drahtbonden horizontal durch Verfahren des Tisches und vertikal durch Absenken des Bondkopfs.

**[0018]** Als optisch transparenter Draht wird vorzugsweise eine Lichtleitfaser eingesetzt. Der optisch transparente Draht enthält oder besteht vorzugsweise aus einem transparenten Polymer, welches vorzugsweise in großer Länge, z. B. auf einer Rolle, aufgewickelt sein kann. Der optisch transparente Draht kann aber auch aus einem dünnen Glasfaden oder einem mit Polymer ummantelten Glasfaden oder aus einem aus mehreren Lagen bestehenden Polymerfaden bestehen. Solche Materialien in den unterschiedlichen Lagen können zum Beispiel danach ausgewählt werden, dass eine innere Lage der Lichtführung und eine äußere Lage der Kontaktierung dient, und um die innere Lage vor Beschädigung zu schützen.

**[0019]** Eine weitere bevorzugte Variante sieht vor, dass der optisch transparente Draht zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitfähigen Schicht überzogen ist. Diese besteht vorzugsweise aus mindestens einem Metall. Es sind auch mehrere Metallisierungsschichten möglich.

**[0020]** Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass mindestens ein optisches Bauelement gehäust ist und die optische Verbindungsstelle einen optisch transparenten Bereich des Gehäuses darstellt.

**[0021]** Eine weitere erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass mindestens ein optisches Bauelement zumindest an der optischen Verbindungsstelle zunächst mit einer optisch transparenten Beschichtung, insbesondere aus einem organischen Material, versehen wird und die optische Verbindungsstelle zumindest ein Bereich dieser Beschichtung ist. Diese Beschichtung besteht vorzugsweise aus einem organischen Material, welches das Bonden des optischen Drahts erleichtert.

**[0022]** Die optischen Bauelemente werden vor der Kontaktierung mit den optischen Drähten mit einem Material an der Verbindungsstelle überzogen, um eine bessere Verbindung zwischen Draht und Verbindungsstelle zu erzielen. Insbesondere bei Bauelementen mit anorganischen Oberflächen im optisch transparenten Bereich, z. B. bestehend aus Oxiden oder Nitriden, kann das Auftragen von dünnen Schichten aus einem Kontaktmaterial, z. B. durch einen Sprüh-, Tauch-, Stempel- oder Dispensprozess,

erfolgen. Solche kontaktfördernden Materialien sind beispielsweise transparente Polymere, die sich in einem anschließenden Schritt einfacher mit den optischen Drähten verbinden lassen. Vorzugsweise kann auch ein UV-härtendes Polymer als Kontaktmaterial verwendet werden, weshalb man zweckmäßigerweise während der Kontaktierung eine lokal auf den optisch transparenten Bereich des optischen Bauelementes gerichtete UV-Quelle einsetzt.

**[0023]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Verbindung zwischen den optischen Bauelementen und den optischen Drähten durch Schweißen, Laserschweißen, Reib- oder Pressschweißen hergestellt wird.

**[0024]** Der Verbindungsprozess ist an die Materialien der optisch transparenten Drähte und des optischen Bauelementes im Bereich der Kopplung an der optischen Verbindungsstelle anzupassen. So kann durch Temperaturbeaufschlagung und/oder Andruckkraft eine Verbindung erzeugt werden. Zusätzlich wird der Bereich der Verbindungsbildung mit Ultraschall beaufschlagt. Hierbei ist bevorzugt, dass der Ultraschall mit seiner Ausbreitungsrichtung in Drahtrichtung und/oder in Richtung senkrecht zum Draht eingekoppelt wird. Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass der optisch transparente Draht an mindestens einem Ende mit einem Werkzeug mechanisch gestaucht und abgeplattet wird und anschließend dieser abgeplattete Bereich mit dem optischen Bauelement in Kontakt gebracht wird. In einer weiteren erfindungsgemäßen Variante des Verfahrens kann der optisch transparente Draht mit einem elektrisch leitenden Überzug versehen werden. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes zwischen der Drahtspitze und einer Abflammlanze wird ein Funken erzeugt, wodurch dann das Drahtende zumindest bereichsweise aufgeschmolzen wird, so dass im Anschluss das aufgeschmolzene Drahtende gestaucht und abgeplattet werden kann.

**[0025]** Hinsichtlich der geometrischen Anordnung des Drahtendes zum optischen Bauelement sind unterschiedliche Varianten denkbar. Eine bevorzugte Variante beruht darauf, dass der optisch transparente Draht im Wesentlichen senkrecht auf der optisch Verbindungsfläche des Bauelementes mit diesem in Kontakt gebracht wird, d. h. dass die Stirnseite des Drahts mit der Verbindungsfläche in Kontakt kommt. Eine Verbreiterung des Endes vor dem Bonden durch Ballbildung oder Stauchen erleichtert die Verwendung der Kapillare als Werkzeug zur Kraftübertragung ähnlich wie beim Ball-Wedge-Bonden von Golddraht.

**[0026]** Eine andere bevorzugte Variante sieht vor, dass eine im Wesentlichen zur optischen Verbindungsfläche parallele Anbringung entlang einer ge-

wissen Drahtlänge vorgenommen wird, wobei der optisch transparente Draht an seinem Ende seitlich abgeflacht wird (Wedge- oder Keilbond).

**[0027]** In einer vorteilhaften Variante kann am Bondwerkzeug eine mechanische Struktur angebracht sein, die beim Bonden des optischen Drahts ein Profil in die Drahtoberfläche einprägt. Insbesondere bei paralleler Anordnung des optischen Drahts zur Koppelstelle können zum Beispiel keilförmige oder pyramidenförmige Einkerbungen eine Streuung des Lichts und somit eine Verbesserung der Einkopplung ermöglichen.

**[0028]** Auch hinsichtlich der Positionierung des optisch transparenten Drahts zum optischen Bauelement bestehen verschiedene Möglichkeiten. Eine bevorzugte Variante sieht vor, dass der Draht durch eine Kapillare geleitet wird, so dass er mit seinem zu verbindenden Ende aus dem Loch der Kapillare heraussteht. Eine andere erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass der optisch transparente Draht mit der Kapillare an einem Bondkopf befestigt ist. Der durch den Bondkopf und/oder die Kapillare gehaltene optische Draht kann dann durch die Bewegung des Bondkopf oder der Kapillaren zu den optisch transparenten Kontaktflächen der Bauelemente geführt werden. Ebenso ist es aber auch möglich, dass der optisch transparente Draht durch den Bondkopf oder die Kapillare nur gehalten wird und der Montageträger mit den montierten optischen Bauelemente so bewegt wird, dass eine Kontaktierung ermöglicht wird.

**[0029]** Nach Positionierung der Kapillare über der Koppelstelle wird die Kapillare mit dem herausschauenden Ende des optisch transparenten Drahts auf die optischen Koppelstelle, d. h. den optisch transparenten Kontaktflächen abgesetzt und z. B. durch Pressverschweißung verbunden.

**[0030]** In einer bevorzugten Variante wird das aus der Kapillare herausragende Drahtende zunächst mit einem Werkzeug gestaucht, sodass der Kopf einen größeren Durchmesser als die Kapillarenöffnung hat. Bei der Kontaktierung des Drahtendes mit der optischen Verbindungsstelle kann dann zur Kraftübertragung mit der Kapillare auf den Drahtkopf gepresst werden (Ball-Bond).

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Weise wird der optisch transparente Draht längsseitig und parallel zur optischen Verbindungsfläche des Bauelements kontaktiert. Dabei wird das zu verbindende Drahtende vom Fuß der Kapillare so abgeplattet, dass eine ausgedehnte längsseitige Kontaktfläche zwischen dem optisch transparenten Draht und der optisch transparenten Kontaktfläche des Bauelements entsteht (Wedge- oder Keilbond).

**[0032]** Die Montage der optischen Bauelemente erfolgt durch Kleben oder Löten, die elektrische Kontaktierung erfolgt mit Verbindungstechniken, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, also z. B. Draht- oder Bändchenbonden mit Gold- oder Aluminiumdrähten oder mittels Flip-Chip-Montage. Die Montage und elektrische Kontaktierung erfolgt wegen der höheren Temperaturen vorzugsweise vor dem optischen Drahtbonden. Das Draht- und Bändchenbonden kann aber auch nach dem Bonden der optischen Drähte erfolgen.

**[0033]** Insbesondere dann, wenn das Bonden der optischen Drähte nach der elektrischen Kontaktierung erfolgt, kann das Bauelement während der optischen Kontaktierung betrieben werden. Hierbei ist es bevorzugt, dass das Bauelement eine lichtemittierende Kontaktfläche aufweist und in den Bondkopf neben der Kapillare mit dem optisch transparenten Draht ein Lichtsensor integriert ist. Zunächst wird der Lichtsensor über die lichtemittierende Kontaktfläche so geführt, dass die vom Lichtsensor registrierte Signalstärke maximal wird, dann wird der Bondkopf um den zwischen dem Lichtsensor und der Kapillaren bekannten Abstand verschoben, so dass der optische Draht direkt über die lichtemittierende Kontaktstelle positioniert und gebondet wird. Auf diese Weise erfolgt eine aktive Justage des optisch transparenten Drahts zur optischen Kontaktfläche des Bauelements durch Referenzmessung.

**[0034]** Eine weitere Variante sieht vor, dass ein Bauelement eine lichtempfindliche Kontaktfläche aufweist und in den Bondkopf neben der Kapillare mit dem optisch transparenten Draht eine Lichtquelle integriert ist. Zunächst wird die Lichtquelle über die lichtempfindliche Kontaktfläche so geführt, dass die vom Bauelement registrierte Signalstärke maximal wird, dann wird der Bondkopf um den zwischen der Lichtquelle und der Kapillaren bekannten Abstand verschoben, so dass der optische Draht direkt über die lichtempfindliche Kontaktstelle positioniert und gebondet wird. Auf diese Weise erfolgt eine aktive Justage des optisch transparenten Drahts zur optischen Kontaktfläche des Bauelements durch Referenzmessung.

**[0035]** Bei den beiden zuvor genannten Varianten ist die am Bondkopf integrierte Lichtquelle vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem Laser, einer Leuchtdiode und mit einer optischen Faser gekoppelten Lichtquellen, wie z. B. Glühlampen und Halogenlampen. Der am Bondkopf integrierte Lichtsensor ist hierbei vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Photodetektoren, Photoresistoren, CCD- und CMOS-Kameras und mit einer optischen Faser gekoppelten Lichtsensoren.

**[0036]** Werden die optischen Bauelemente wie zuvor erwähnt beim Bonden der optischen Drähte aktiv betrieben, können diese zur Kontrolle und Regelung

des Bondvorgangs genutzt werden. Wird in einer Variante zum Beispiel eine lichtemittierende Kontaktfläche mit einem optischen Draht gebondet, kann das in den Draht eingekoppelte Licht an einer anderen Stelle, z. B. am Bondkopf oder zwischen der Kapillare und der Spule im Sonder detektiert werden. Dies geschieht beispielsweise durch Messung von Streulicht, Auskopplung des Lichts an einer Krümmung des Bonddrahts oder durch ein eng anliegendes Material mit höherem Brechungsindex.

**[0037]** Umgekehrt kann Licht in den Bonddraht in umgekehrter Richtung innerhalb des Bonders eingekoppelt werden, um den Bondvorgang auf einer lichtsensitiven Kontaktstelle durch Auslesen des Signals am Bauelement zu kontrollieren oder zu regeln.

**[0038]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es auch möglich, dass mehrere optische Verbindungen zwischen optischen Bauelementen, die zwei oder mehr optische Kontaktflächen aufweisen, hergestellt werden. Vorteilhafterweise kann dabei das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere bei Mehrkanal-Anwendungen eingesetzt werden, bei denen der optische Kontaktabstand des ersten Bauelementes sich gegenüber der Wellenleiteranordnung oder dem des zweiten Bauelementes unterscheidet. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Spreizung der Kontaktabstände zwischen den beiden Anordnungen der optischen Verbindungsstellen der jeweiligen Bauelemente durch nichtparallele Führung benachbarter optischer Drähte ermöglicht werden.

**[0039]** Zum mechanischen Schutz der optischen Drähte gegen Berührung oder gegen mechanische Schwingungen können zusätzlich Vergussmassen, z. B. in Form von polymeren Abdeckmassen, so aufgebracht werden, dass die mindestens ein optisch transparenter Draht vollständig oder zum Teil von der Vergussmasse umgeben ist. Um die Lichtführung nicht zu beeinträchtigen, sollte der Brechungsindex der Vergussmasse kleiner als der der optischen Drähte sein. Eine andere erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass optisch transparente Drähte mit einem reflektierenden Überzug, z. B. einem aufgedampften oder gesputterten Metall, verwendet werden, so dass eine Unabhängigkeit vom Brechungsindex besteht. Damit lassen sich dann auch die optischen Dämpfungsverluste bei kleinen Krümmungsradien der optisch transparenten Drähte reduzieren. Ein Aufreißen der reflektierenden Oberfläche an den Drahtenden während des Verbindungsprozesses und das Einarbeiten in die optische Kontaktfläche können zu einer Streuung des Lichts führen, in bestimmten Fällen aber auch zur Steigerung der Koppelleffizienz zwischen Bauelement und optischem Draht. Durch Zugabe von Füllstoffen zu der Vergussmasse können deren mechanische und thermomechanische Eigenschaften verbessert werden. Solche Füllstoffe lassen sich auch verwenden, um die

Vergussmasse undurchsichtig zu machen und somit ein Übersprechen der optischen Signale zwischen den optischen Drähten oder zwischen benachbarten optischen Bondstellen zu verhindern. Als Füllstoffe bzw. Partikel kommen hier z. B. Licht-absorbierende Partikel, insbesondere Ruß oder Pigmente, in Frage. Ebenso können der Vergussmasse lichtstreuende Partikel, insbesondere Siliciumoxid oder Quarz, zugesetzt werden, um die Ein- oder Auskopplung in zur Drahtachse abweichenden Richtungen zu erhöhen.

**[0040]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Herstellung optischer Verbindungen zwischen aktiven ebenso wie zwischen passiven Bauelementen eingesetzt werden. Ebenso ist die optische Verbindung von aktiven Bauelementen zu passiven Bauelementen möglich. Die optischen Bauelemente sind vorzugsweise bereits auf einem Träger dauerhaft und für die optische Drahtverbindung vorteilhaft zueinander ausgerichtet montiert und bezüglich ihrer Positionierung zueinander fixiert. Sie sind vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem Laser, einem Photodetektor, einem Modulator, einer LED, einem Array hiervon, einem Regenerator, einem optischen Verstärker, einem optisch aktiven IC, einem Wellenleiter, einem Splitter, einem Kombiner, einer Linse, einem Linsensystem, einem Polarisator, einem Bragg-Gitter, einem Filter einem Wellenleiter-Array (AWG), einer optischen Faser und/oder einem integrierten Wellenleiter. Die Bauelemente können ungehäust, gehäust oder integriert vorliegen.

**[0041]** Erfindungsgemäß wird ebenso eine optische Anordnung mit zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche jeweils zumindest einen optisch transparenten Bereich als Verbindungsstelle aufweisen, sowie mit mindestens einem optisch transparenten Draht bereitgestellt. Der zumindest eine optisch transparente Draht verläuft dabei von einer optischen Verbindungsstelle des ersten optischen Bauelementes zu einer optisch transparenten Verbindungsstelle des zweiten optischen Bauelementes. Dabei ist der mindestens eine optisch transparente Draht mit mindestens einer optischen Verbindungsstelle, die schichtartig mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, stoffschlüssig verbunden. Diese ist vorzugsweise nach dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt.

**[0042]** In einer optischen Anordnung wird ein optisches Bauelement mit einer Wellenleiterstruktur und freiliegender Facette an der Kante mit einem optisch transparenten Draht so kontaktiert, dass der optische Draht mit seinem Kontaktfuß die Facette umschließt und das Licht unmittelbar aus dem optischen Draht in den Wellenleiter oder aus dem Wellenleiter in den optischen Draht eingekoppelt wird. Solche Bauelemente sind beispielsweise kantenemittierende Laser oder kantensensitive Photodetektoren mit Wellen-

leiterstruktur. Zur Verminderung des Abstands zwischen Facette und Substratoberfläche kann ein Verbindungselement kleiner als der Laser oder Photodetektor montiert werden, um kleine Drahtdurchmesser hierfür zu verwenden.

**[0043]** Anhand der nachfolgenden Figuren soll der erfindungsgemäße Gegenstand näher erläutert werden, ohne diesen auf die hier gezeigten speziellen Ausführungsformen einschränken zu wollen.

**[0044]** In **Fig. 1** ist eine Variante einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung dargestellt. Hierbei sind auf einem Substrat **1** ein Laser **2** und ein Photodetektor **4** fix montiert. Beide optischen Bauelemente weisen optisch transparente Bereiche als Verbindungsstelle auf, wobei die Verbindungsstellen über einen optisch transparenten Draht **3** verbunden sind. Die elektrische Kontaktierung der Bauelemente erfolgt über gebondete metallische Drähte **5** und **5'**.

**[0045]** **Fig. 2a** zeigt eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung, die auf einer elektrooptischen Leiterplatte **6** mit vergrabener Wellenleiterstruktur **7** basiert. Auf der Leiterplatte ist ein Laser **2** angeordnet, der eine optisch transparente Verbindungsstelle aufweist, an die ein optisch transparenter Draht **3** angekoppelt ist. Das andere Ende optisch transparenten Drahtes **3** wiederum ist über eine Öffnung in der Leiterplatte mit der Wellenleiterstruktur verbunden. **Fig. 2b** zeigt die gleiche optische Anordnung in der Draufsicht.

**[0046]** In **Fig. 3** ist eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung dargestellt, die in wesentlichen Punkten der Variante nach **Fig. 2** entspricht. Zu Schutzzwecken sind hier jedoch zusätzlich noch eine optische Beschichtung **8** zum Schutz der optisch transparenten Drähte **3** und eine weitere Beschichtung **9** für die metallischen Drähte **5** angeordnet.

**[0047]** **Fig. 4a** zeigt in der Seitenansicht und in der Aufsicht eine Photodiode mit optisch transparentem Bereich bzw. optisch aktiver Fläche. Diese ist in der Aufsicht als runde Fläche **11** zu erkennen und stellt die lichtempfindliche Fläche der Photodiode dar. In **Fig. 4b** ist ein Kanten-emittierender Laser **12** dargestellt, wobei hier die optisch aktive Fläche **13** als stirnseitige Facette und damit rechteckiger Austrittsfläche vorliegt.

**[0048]** In **Fig. 5a** und **Fig. 5b** sind zwei Beispiele einer gehäusten optischen Anordnung als eine erfindungsgemäße Variante dargestellt. Das optische Bauelement mit samt Trägerstruktur ist hierbei in ein Gehäuse **14** eingelassen.

**[0049]** Die optische Verbindung kann hier so erfolgen, dass das Austrittsfenster des Gehäuses **14** mit

einer Polymerbeschichtung **15** versehen wird, die mit dem optisch transparenten Draht in Verbindung gebracht wird.

**[0050]** **Fig. 6a** und **Fig. 6b** zeigen eine weitere Variante für die indirekte Verbindung zwischen optisch transparentem Draht und Bauelement. In diesem Beispiel ist das optische Bauelement von einer transparenten Beschichtungsmasse umgeben, die gemäß **Fig. 6b** mit dem optisch transparenten Draht in Verbindung gebracht wird.

**[0051]** **Fig. 7** zeigt einen optisch transparenten Draht **3** mit einer kugelförmig gestauchten Kontaktfläche **19**, wobei der Draht mit einer Metallisierung **20** versehen ist. Die Metallisierung verhindert den Austritt des Lichts aus der Faser entlang der Verbindung und kann zum Erzeugen eines Lichtbogens beim Abflammen dienen. Die Metallisierung wird dabei teilweise in das Innere der Kugel verbracht, wo sie eventuell Licht streut. Gekoppelt ist der optische Draht mit dem optischen Bauelement **17** über eine Beschichtung **18**.

**[0052]** In **Fig. 8a** (Seitenansicht) und **Fig. 8b** (Aufsicht) ist ein keilförmiger Kontakt, sog. Wedge, mit variabler Fußlänge des optisch transparenten Drahtes **19** dargestellt. Der Fuß verläuft dabei parallel zur Oberfläche des optischen Bauelementes **17**. Auch hier ist das optische Bauelement mit einer Beschichtung **18** versehen.

**[0053]** In **Fig. 9** ist eine vergleichbare optische Verbindung dargestellt, wobei hier der Bondfuß **20** des optisch transparenten Drahtes **19** eine strahlumlenkende Struktur aufweist. Diese Struktur kann mit speziellen Werkzeugen eingeprägt werden.

**[0054]** **Fig. 10** zeigt ein Beispiel, bei dem auf dem Substrat **1** ein Kanten-emittierender Laser **2** angeordnet ist. Der optisch transparente Draht **3** ist hierbei in großem keilförmigem Kontakt über den Kanten-emittierenden Laser gebondet.

**[0055]** In **Fig. 11** ist ein Kanten-emittierender Laser **2** auf dem Substrat **1** angebracht. Hierbei wird ein kleiner keilförmiger Kontakt des optisch transparenten Drahtes **3** über den Kanten-emittierenden Laser **2** gebondet. Ein Podest **4** verringert hier die erforderliche Dicke des optischen Drahtes.

**[0056]** In **Fig. 12** ist eine optoelektronisch Leiterplatte **6** mit vergrabener Wellenleiterstruktur **7** dargestellt.

**[0057]** Das Ende der Wellenleiterstruktur **7** ist mit einem keilförmigen Kontakt des optisch transparenten Drahtes gebondet.

**[0058]** **Fig. 13** zeigt verschiedene Anordnungsmöglichkeiten zwischen den optischen Bauelementen

und den optisch transparenten Drähten. In **Fig. 13a** ist eine parallele Anordnung mit gleichem Pitch dargestellt. Hierbei sind die optisch transparenten Drähte **3** parallel zueinander angeordnet.

**[0059]** In **Fig. 13b** sind gleiche Pitches **2** und **2'** mit optisch transparenten Drähten **3** in nicht paralleler Anordnung verbunden.

**[0060]** In **Fig. 13c** schließlich sind verschiedene Pitches **2** und **4** mittels optisch transparenten Drähten in nichtparalleler Anordnung verbunden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen zwischen zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche jeweils zumindest eine optische Verbindungsstelle aufweisen, bei dem

– in einem ersten Schritt die Bauelemente auf einem Träger montiert und bezüglich ihrer Position zueinander fixiert werden,

– in einem zweiten Schritt ein optisch transparenter Draht an seinem ersten Ende mit einer optisch transparenten Verbindungsstelle des ersten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung des Bereichs der Verbindungsbildung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden wird und

– in einem dritten Schritt der Draht an seinem zweiten Ende mit einer optisch transparenten Verbindungsstelle des zweiten Bauelementes, wobei die Verbindungsstelle mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, zusammengeführt und durch Beaufschlagung des Bereichs der Verbindungsbildung mit Ultraschall stoffschlüssig verbunden wird, wobei mindestens eine der beiden Verbindungen unmittelbar erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht Licht eines definierten Wellenlängenbereichs leitet.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als optisch transparenter Draht eine lichtleitende Faser eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht aus einem Polymerfaden oder einem mit einer zweiten Polymerschicht umhüllten Polymer- oder Glasfaden besteht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitfähigen Schicht überzogen ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optischen Verbindungsstellen vor und/oder während des Verbindens am Ort der Verbindung erwärmt werden.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ultraschall mit seiner Ausbreitungsrichtung in Drahrichtung und/oder in Richtung senkrecht zum Draht eingekoppelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht vor dem Bonden an mindestens einem Ende mit einem Werkzeug mechanisch gestaucht und abgeplattet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht senkrecht auf die optisch transparente Verbindungsstelle mit dieser in Kontakt gebracht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht parallel zur optisch transparenten Verbindungsstelle mit dieser in Kontakt gebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem optisch transparenten Draht nach und/oder während des Anpressens an die optisch transparente Verbindungsstelle zusätzlich eine keilförmige oder eine pyramidenförmige Struktur eingepreßt wird, die das Licht streut oder umlenkt und somit zur Verbesserung der Kopplung beiträgt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht durch eine Kapillare am zu verbindenden Bereich gehalten wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht durch eine Kapillare geleitet wird, so dass er mit seinem zu verbindenden Ende aus dem Ende der Kapillare heraussteht.

14. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht mit der Kapillare am Bondkopf gehalten wird und die optisch transparente Verbindungsstelle des Bauelements zum optischen Draht bewegt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht mit der Kapillare am Bondkopf zur



optischen Verbindungsstelle des Bauelements geführt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht vor dem ersten und/oder zweiten Schritt dort, wo er im entsprechenden Schritt mit der optischen Kontaktstelle verbunden wird, so abgeplattet wird, dass eine ausgedehnte Kontaktfläche zwischen dem optischen Draht und der optischen Verbindungsstelle des Bauelements entsteht.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht nach der zweiten Kontaktierung dort, wo er im entsprechenden Schritt mit der optischen Kontaktstelle verbunden wird, mit der Kapillare oder einem Werkzeug abgetrennt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht von einer Rolle abgespult wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein am Bondkopf integrierter Lichtsensor mit bekannter Anordnung zur Kapillare und zum optischen Draht zu einer aktiv beschalteten lichtemittierenden Verbindungsstelle eines Bauelementes ausgerichtet wird bis das Sensorsignal maximal wird, und anschließend die Position des Bondkopfs um den bekannten Abstand zwischen Lichtsensor und Kapillare korrigiert wird, wodurch eine aktive Justage des optisch transparenten Drahts zur lichtemittierenden Verbindungsstelle durch Referenzmessung erfolgt.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine am Bondkopf integrierte Lichtquelle mit bekannter Anordnung zur Kapillare und zum optischen Draht zu einer aktiv beschalteten lichtsensitiven Verbindungsstelle eines Bauelementes ausgerichtet wird bis das Sensorsignal maximal wird, und anschließend die Position des Bondkopfs um den bekannten Abstand zwischen Lichtquelle und Kapillare korrigiert wird, wodurch eine aktive Justage des optisch transparenten Drahts zur lichtsensitiven Verbindungsstelle durch Referenzmessung erfolgt.

21. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden. Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle aus der Gruppe bestehend aus einem Laser, einer Leuchtdiode und mit einem Faser gekoppelten Lichtquellen wie Glühlampen und Halogenlampen ausgewählt ist und der Lichtsensor aus der Gruppe bestehend aus Photodetektoren, Photoresistoren, CCD- und CMOS-Kameras und mit einem Faser gekoppelten Lichtsensoren ausgewählt ist.

22. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kontrolle der optischen Bondverbindung und eine Regelung des Bondvorgangs bei der Kontaktierung eines optischen Drahts auf eine lichtemittierende Verbindungsfläche durch die Erfassung des an der Verbindungsstelle in den Draht eingekoppelten Lichts mithilfe des Signals eines Lichtsensors in der Bondvorrichtung erfolgt.

23. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kontrolle der optischen Bondverbindung und eine Regelung des Bondvorgangs bei der Kontaktierung eines optischen Drahts auf eine lichtempfindliche Verbindungsfläche durch Einkopplung von Licht in den Draht in der Bondvorrichtung und die Erfassung des aus dem Draht an der Verbindungsstelle ausgekoppelten Lichts mithilfe des Signals der lichtempfindlichen Verbindungsstelle erfolgt.

24. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass Bauelemente mit mehreren optischen Verbindungsstellen in unterschiedlichem Kontaktabstand mit mehreren optisch transparenten Drähten durch eine aufgefächerte, nichtparallele Anordnung verbunden werden.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anschluss an den zweiten Schritt eine Vergussmasse so aufgebracht wird, dass der mindestens eine optisch transparente Draht vollständig oder zum Teil von der Vergussmasse umgeben ist.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Bauelement aktive und/oder passive Bauelemente sind.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erstes und/oder zweites optische Bauelement ein Laser, ein Photodetektor, ein Modulator, eine LED, ein Array hiervon, ein optischer Verstärker, ein Regenerator, ein optisch aktiver IC, ein Wellenleiter, ein Kombiner, ein Splitter, ein Bragg-Gitter, eine Linse, ein Linsensystem, ein Polarisator, ein Filter, eine montierte optische Faser und/oder ein Wellenleiter-Array (AWG) eingesetzt wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und/oder das zweite optische Bauelement in einem Gehäuse vorliegen.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und/oder das zweite optische Bauelement aus meh-

reren einzelnen Bauelementen bestehen und zu Modulen zusammengefasst sind.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei optische Verbindungen zwischen zumindest zwei optischen Bauelementen mit je zumindest zwei optisch transparenten Bereichen als Verbindungsstellen hergestellt werden.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere optische Drähte zur Herstellung mehrerer optischer Verbindungen zwischen mehreren optischen Bauelementen verwendet werden.

32. Optische Anordnung mit zumindest einem ersten und einem zweiten optischen Bauelement, welche auf einem Träger montiert und bezüglich ihrer Position zueinander fixiert sind und jeweils zumindest einen optisch transparenten Bereich als Verbindungsstelle aufweisen, sowie mit mindestens einem optisch transparenten Draht, wobei der zumindest eine optisch transparente Draht von einer optisch transparenten Verbindungsstelle des ersten optischen Bauelementes zu einer optisch transparenten Verbindungsstelle des zweiten optischen Bauelementes verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine optisch transparente Draht mit mindestens einer optisch transparenten Verbindungsstelle, wobei die mindestens eine optisch transparente Verbindungsstelle schichtartig mit einem Kontaktmaterial überzogen ist, stoffschlüssig verbunden ist.

33. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht ein transparentes Polymer, Glas und/oder deren Verbunden aufweist oder daraus besteht.

34. Optische Anordnung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht ganz oder teilweise mit einem Polymer überzogen ist.

35. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht einen reflektierenden Überzug aufweist.

36. Optische Anordnung nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass der reflektierende Überzug aus mindestens einer Metallisierungsschicht besteht.

37. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Metallisierungsschicht an der Verbindungsstelle teilweise eingearbeitet ist.

38. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass der

Draht an zumindest einer Verbindungsstelle deformiert ist.

39. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Draht mit seiner Achse parallel an zumindest einer optisch transparenten Koppelfläche anliegt.

40. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optisch transparente Draht im Kontaktbereich einen auf dem optisch transparenten Bereich aufsetzenden, länglichen Kontaktfuß ausbildet.

41. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kontaktfuß strahlumlenkende oder lichtstreuende Strukturen angeordnet sind.

42. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die strahlumlenkenden oder lichtstreuenden Strukturen als keil- oder pyramidenförmige Prägungen ausgebildet sind.

43. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 40 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Bauelement eine Wellenleiterstruktur mit freiliegender Facette an der Kante aufweist, die derart in den Kontaktfuß des optischen Drahts hineinreicht, dass das Licht unmittelbar aus dem optischen Draht in den Wellenleiter oder aus dem Wellenleiter in den optischen Draht eingekoppelt wird.

44. Optische Anordnung nach vorigem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zusätzliches Hilfselement mit geringfügig niedriger Dicke als das Bauelement vor die Kante montiert ist und der optische Draht auch mit geringerer Dicke die Facette umschließt.

45. Optische Anordnung nach dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Bauelement einen kantenemittierenden Laser aufweist.

46. Optische Anordnung nach Anspruch 43 oder 45, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Bauelement einen kantensensitiven Photodetektor mit einer Wellenleiterstruktur aufweist.

47. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 40 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Bauelement eine in einem Substrat integrierte Wellenleiterstruktur ist, die zumindest teilweise auf der Oberfläche freigelegt ist und derart in den Kontaktfuß integriert ist, dass das aus dem Wellenleiter stammende Licht in den optischen Draht oder das aus dem optischen Draht stammende Licht in den Wellenleiter unmittelbar eingekoppelt wird.

48. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optische Draht an zumindest einer Koppelstelle mit zur Fläche der Koppelstelle senkrechter Achse anliegt.

49. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 48, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Abdeckmasse den zumindest einen optischen Draht zumindest teilweise umschließt.

50. Optische Anordnung nach dem Anspruch 49, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckmasse Füllstoffe oder Partikel zur Verbesserung der mechanischen und/oder thermomechanischen Eigenschaften aufweist.

51. Optische Anordnung nach Anspruch 49 oder 50, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckmasse lichtabsorbierende Partikel, enthält und lichtundurchlässig ist.

52. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 49 bis 51, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckmasse Partikel mit Rückstreuung enthält.

53. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 49 bis 52, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abdeckmasse einen kleineren Brechungsindex als die Faser aufweist.

54. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere optisch transparente Fasern parallel angeordnet sind und zwei optische Bauelemente mit gleichem Pitch verbinden.

55. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere optisch transparente Fasern nicht-parallel angeordnet sind und zwei optische Bauelemente mit gleichem Pitch verbinden.

56. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere optisch transparente Fasern nicht-parallel angeordnet sind und zwei optische Bauelemente mit unterschiedlichem Pitch verbinden, wobei die Fasern auffächernd angeordnet sind.

57. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 56, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Bauelement aktive und/oder passive Bauelemente sind.

58. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 57, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und/oder zweite optische Bauelement ein Laser, ein Photodetektor, ein Modulator, eine LED, ein Array hiervon, ein optischer Verstärker, ein optisch

aktiver IC, ein Wellenleiter, ein Kombiner, ein Splitter, ein Gragg-Gitter, eine Linse, ein Linsensystem, ein Polarisator, ein Filter, eine montierte optische Faser und/oder ein Wellenleiter-Array (AWG) ist.

59. Optische Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und/oder das zweite optische Bauelement in einem Gehäuse vorliegen.

60. Optische Anordnung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und/oder das zweite optische Bauelement aus mehreren einzelnen Bauelementen bestehen und zu Modulen zusammengefasst sind.

61. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 60 und herstellbar nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 31.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

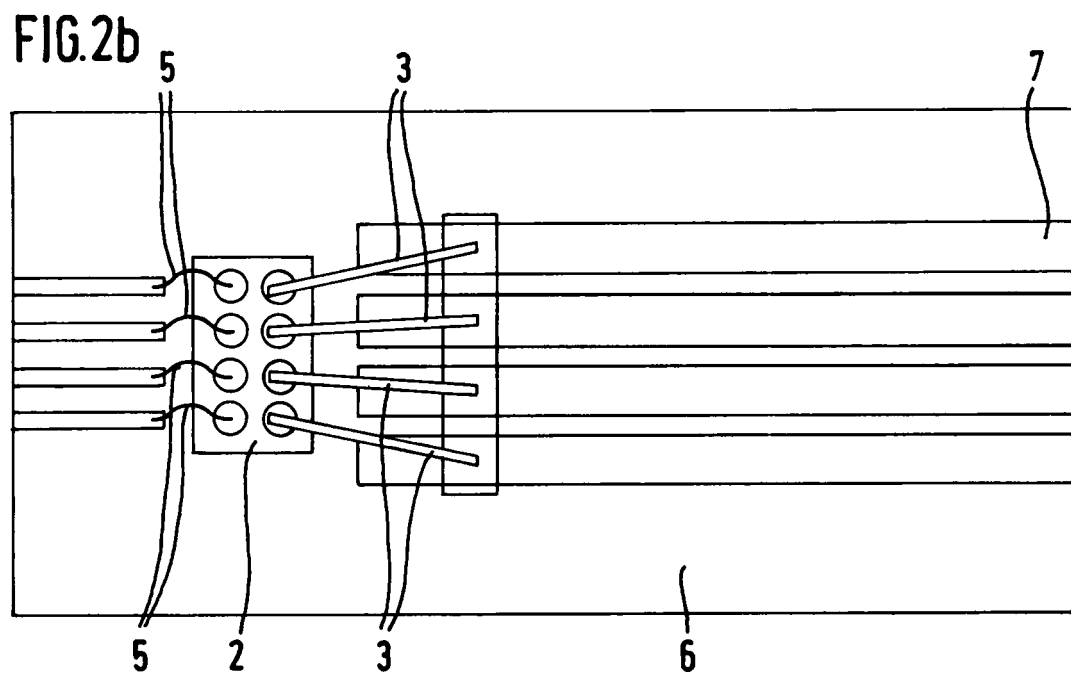
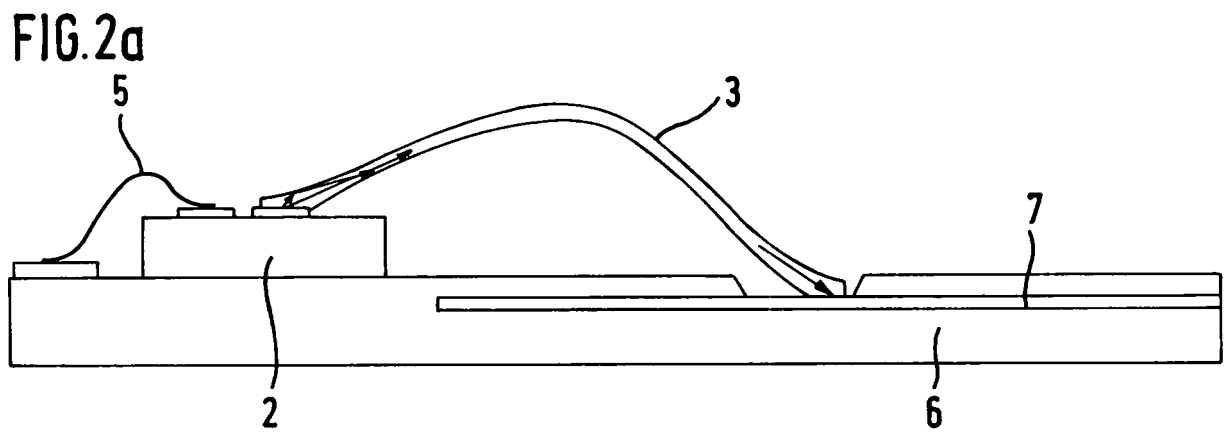
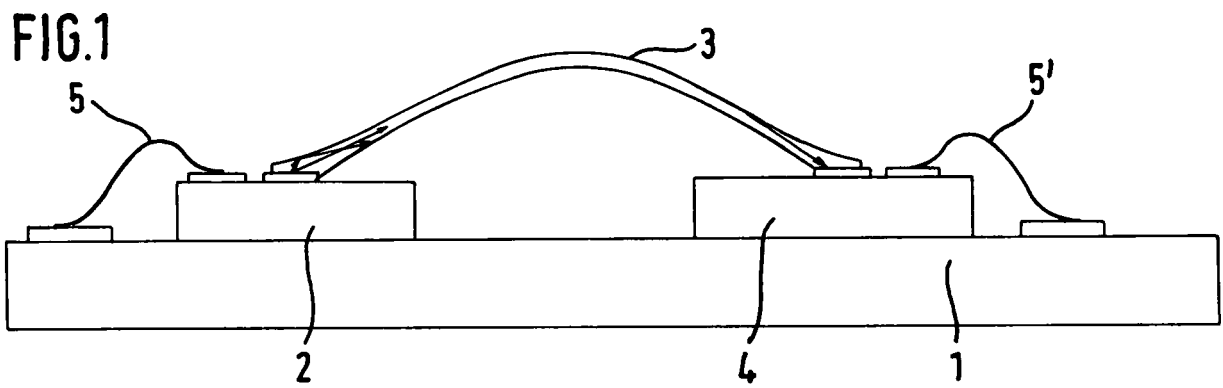


FIG. 3

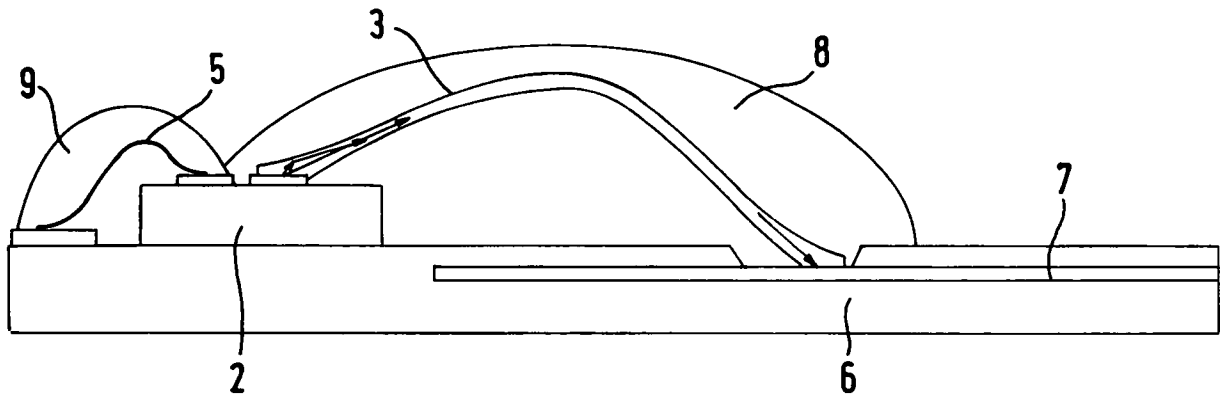


FIG. 4a

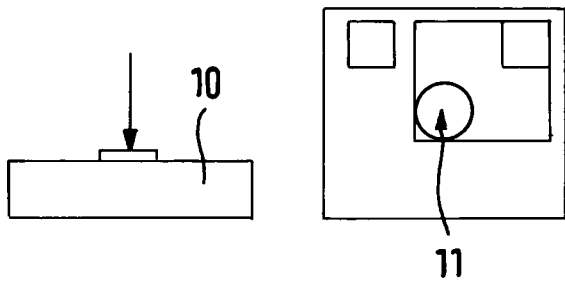


FIG. 4b

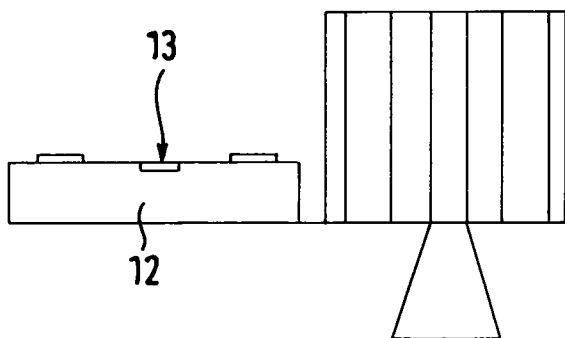


FIG. 5a

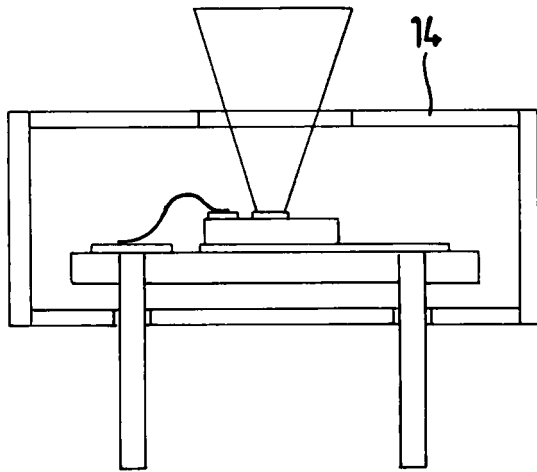


FIG. 5b

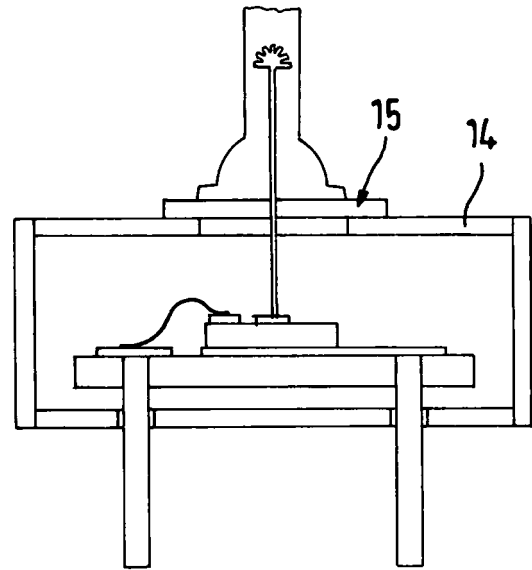


FIG. 6a

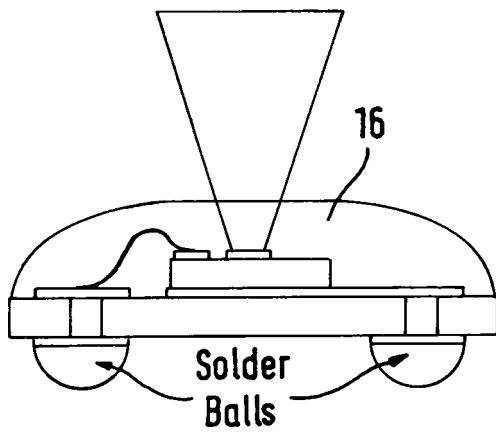


FIG. 6b

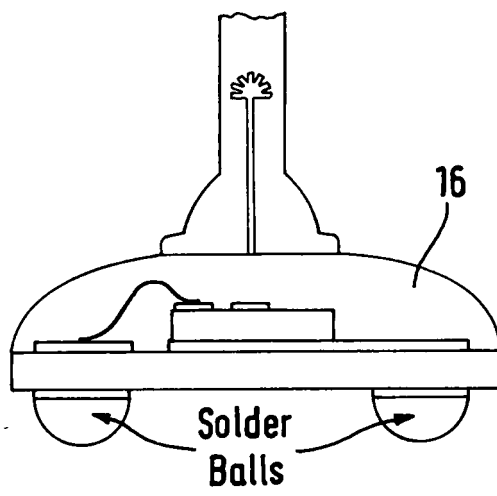


FIG.7

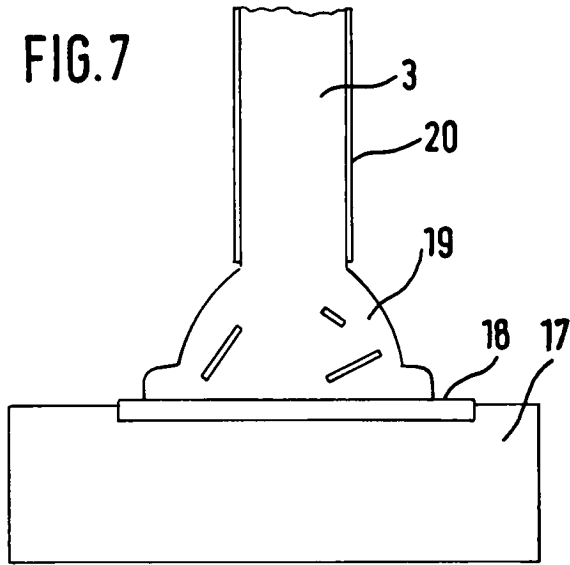


FIG.8a

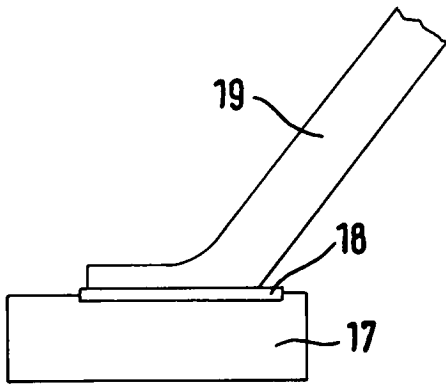


FIG.8b

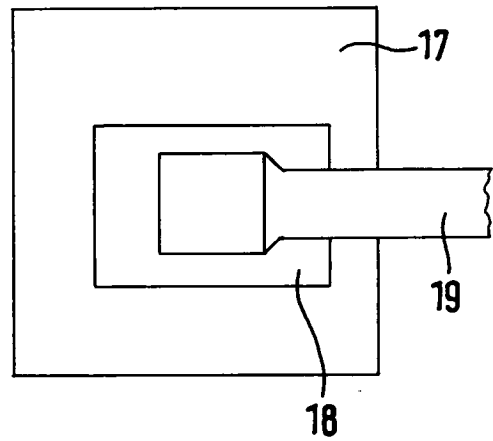


FIG.9a

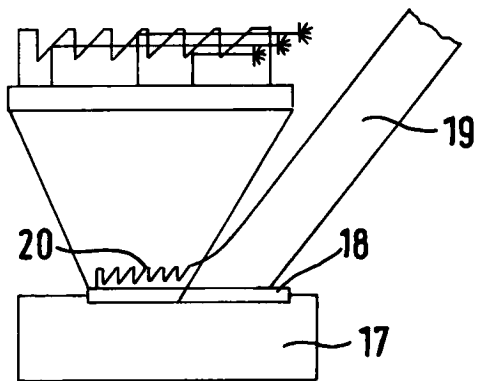


FIG.9b

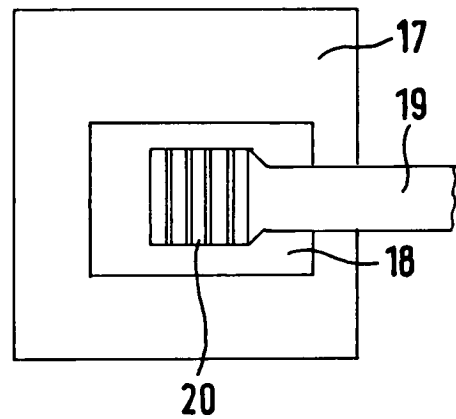


FIG.10

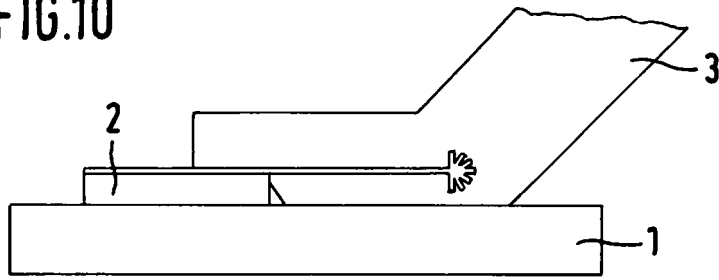


FIG.11

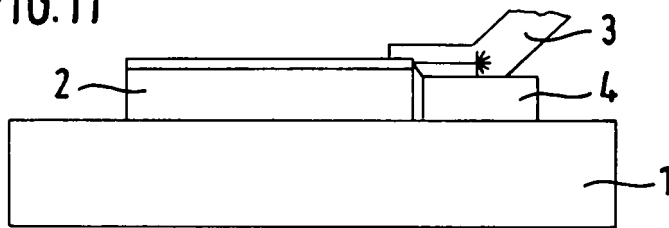


FIG.12

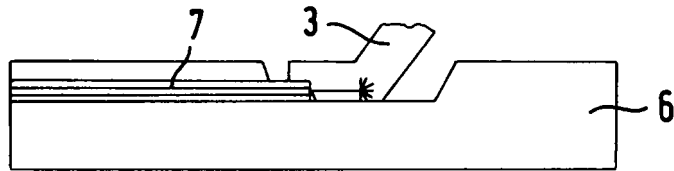


FIG.13a

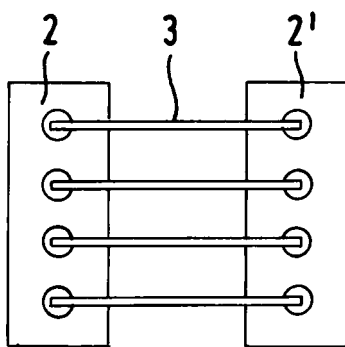


FIG.13b

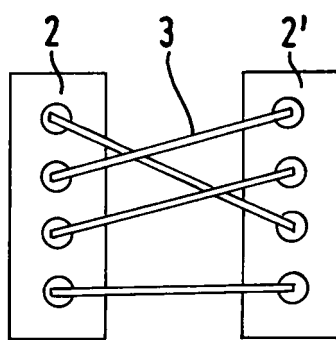


FIG.13c

