



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 29 703 T2 2005.09.22**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 872 748 B1**

(51) Int Cl.7: **G02B 6/42**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 29 703.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 107 012.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.04.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.10.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.09.2005**

(30) Unionspriorität:
11638197 18.04.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Higashikawa, Kimikazu, Minato-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum hermetischen Verschliessen einer optischen Faserdurchführung und hermetisch verschlossene Vorrichtung**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum hermetischen Verschließen einer optischen Vorrichtung und insbesondere ein Verfahren zum hermetischen Verschließen und eine hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt eines optischen Moduls, das eine solche Struktur aufweist, daß ein optischer Faserstrang in einen Einführungsanschluß verwendet wird.

[0002] Ein optisches Modul ist eine Struktur zur optischen Kopplung eines optischen Elements, wie einem Halbleiterlaserelement oder einem Photodetektor, mit einer optischen Faser. Das optische Element sollte vom Standpunkt der Stabilisierung der Eigenschaften und einer hohen Zuverlässigkeit gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Im allgemeinen sind diese optischen Elemente in einem Gehäuse untergebracht, und das Gehäuse ist hermetisch verschlossen, um das optische Element gegen Feuchtigkeit außerhalb des Gehäuses zu schützen.

[0003] Verfahren zum hermetischen Verschließen des Gehäuses werden gemäß der Struktur des optischen Moduls grob in zwei Verfahren unterteilt, das heißt, ein Verfahren, wobei ein Fenster, das für Licht durchlässig ist, im Gehäuse vorgesehen ist, und ein optisches Element, das im Gehäuse vorgesehen ist, durch das Fenster optisch mit einer optischen Faser außerhalb des Gehäuses gekoppelt ist, und ein Verfahren, wobei ein optisches Element und eine optische Faser im Gehäuse miteinander gekoppelt sind. In den letzten Jahren wird vom Standpunkt der Reduzierung der Größe der optischen Vorrichtung hauptsächlich das letztgenannte Verfahren gewählt.

[0004] In einer Struktur, die durch das letztgenannte Verfahren bereitgestellt wird, das heißt einer Struktur, wobei ein optisches Element und eine optische Faser im Gehäuse miteinander gekoppelt sind, sollte ein hermetisches Verschließen zwischen der optischen Faser und dem Gehäuse ausgeführt werden.

[0005] Eine herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt wird zum Beispiel in JP-A-92334/1995 vorgeschlagen. Die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt, die in dieser Veröffentlichung beschrieben wird, weist auf: ein Gehäuse; ein Siliziumsubstrat mit einem daran angebrachten optischen Element, das im Gehäuse fixiert ist; und eine optische Faser, die an einer Position angeordnet ist, wo die optische Faser optisch mit dem optischen Element gekoppelt ist und am Siliziumsubstrat fixiert ist.

[0006] Die in diesem Fall verwendete optische Faser ist eine metallüberzogene Faser, die durch Auftrag einer Metallschicht auf die Oberfläche eines optischen

tischen Faserstrangs, wobei ein Harzüberzug davon entfernt ist, durch Metallisieren, Sputtern oder ein anderes Verfahren gebildet wird. Das Überzugsmetall ist ein Material mit einer guten Lötbarkeit, wie Nickel oder Gold. Die metallüberzogene Faser wird zwischen dem Gehäuse und der Abdeckung eingeführt, dem sich eine Lötung anschließt. Als Ergebnis verbindet das Lötmittel das Gehäuse mit der Abdeckung und verbindet gleichzeitig die Metallschicht auf der Oberfläche der metallüberzogenen Faser, wodurch folglich das Innere des Gehäuses hermetisch verschlossen wird. Eine andere herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt wird zum Beispiel in JP-A-198973/1995 beschrieben, wobei ein niedrigschmelzendes Glas verwendet wird.

[0007] In dieser hermetisch verschlossenen Struktur wird eine optische Silikafaser ohne einen Überzug einer Metallschicht bereitgestellt, und ein optisches Element und die optische Faser werden optisch miteinander gekoppelt, dem sich eine Fixierung der optischen Faser auf einem Siliziumsubstrat anschließt.

[0008] Die optische Faser wird dann zwischen einem Gehäuse und einer Abdeckung eingeführt, ein niedrigschmelzendes Glas wird in einem Abschnitt zwischen dem Gehäuse und der Abdeckung in seinem gesamten Umfang bereitgestellt, und das niedrigschmelzende Glas wird dann wärmege-schmolzen, um das Innere des Gehäuses hermetisch zu verschließen.

[0009] Noch eine andere herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt ist so gestaltet, daß der Umfang einer optischen Faser mit einem Harz verschlossen wird, das eine hermetische Abdichtungseigenschaft aufweist. In dieser hermetisch verschlossenen Struktur wird in einem optischen Fasereinführungsabschnitt eine optische Faser ohne einen Überzug aus einer Metallschicht bereitgestellt, ein optisches Element und die optische Faser werden optisch miteinander gekoppelt, dem sich eine Fixierung der optischen Faser auf einem Siliziumsubstrat anschließt.

[0010] Die optische Faser wird dann zwischen einem Gehäuse und einer Abdeckung eingeführt, das Harz wird in einen Abschnitt zwischen dem Gehäuse und der Abdeckung in seinen gesamten Umfang gefüllt, und das Harz wird dann ausgehärtet, um das Innere des Gehäuses hermetisch zu verschließen.

[0011] Die herkömmlichen hermetisch verschlossenen Strukturen in einem optischen Fasereinführungsabschnitt weisen die folgenden jeweiligen Probleme auf.

(1) Die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt, die eine metallüberzogene Faser verwendet, leidet

unter einem Problem, daß die Kosten des Auftrags der Metallschicht auf die optischen Faser hoch sind.

[0012] Ein zusätzliches Problem, das mit dieser Struktur verbunden ist, ist daß der selektive Überzug auf der Metallschicht auf dem optischen Fasereinführungsabschnitt alleine die Massenproduktivität senkt.

[0013] Wenn ferner die optische Faser an einer V-Nut angeordnet wird, um die Positionierung des optischen Elements und der optischen Faser in Bezug zueinander durchzuführen, führt eine Variation der Dicke der Metallschicht zu einem variierenden Außendurchmesser der optischen Faser, was die Positionierungsgenauigkeit nachteilig verschlechtert.

(2) Für die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt, die ein niedrigschmelzendes Glas verwendet, ist es wahrscheinlich, da der Schmelzpunkt des niedrigschmelzenden Glases im allgemeinen hoch ist und 430°C oder darüber beträgt, daß zur Zeit des Verschließens das niedrigschmelzende Glas eine Beschädigung am fixierten Abschnitt des optischen Elements im Gehäuse und der optischen Faser verursacht, die mit einem Schutzüberzug versehen ist.

(3) Die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt, die ein Harz verwendet, weist Probleme auf, einschließlich dessen, daß die Luftdichtheit durch die Harzauftragungsverfahren, Dichtungsstreckenlängen, Aushärtungsbedingungen und dergleichen beträchtlich beeinflusst wird, was es unmöglich macht, die Abdichtungsarbeit stabil durchzuführen, daß das hermetische Abdichtungsniveau des Harzes als solchem etwa 10^{-5} atm-cc/sec beträgt und zur Verwendung in optischen Modulen ungenügend ist, daß die Zuverlässigkeit unter harten Umgebungsbedingungen, wie hoher Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit niedrig ist, und daß die verschlossene Struktur nicht wärmebeständig ist.

[0014] EP-A-0645 651 offenbart eine optische Faseranordnung mit einer unteren Platte und einer oberen Platte, die aus Siliziumwafern bestehen, und es sind mehrere optische Fasern zwischen der unteren Platte und der oberen Platte angeordnet. Die optischen Fasern erstrecken sich von einem Bandteil (überzogener Bereich) eines optischen Mehrfaserbandes. Die untere Platte weist mehrere V-förmige Nuten zum Halten der optischen Fasern in ihrer Position auf. Eine Metallhülse, die einen Fensterabschnitt als Entlüftung aufweist, ist um die untere Platte und die obere Platte angeordnet, zwischen denen die mehreren optischen Fasern angeordnet sind.

[0015] Das optische Mehrfaserband wird an den unteren und oberen Platten fixiert, um ein wärmebeständiges Klebemittel bis in die Umgebung des Be-

grenzungsabschnitts zwischen dem überzogenen Bandteil und den optischen Fasern zu stopfen. Die restlichen Teile der optischen Fasern vom Begrenzungsabschnitt zum Ende werden an den unteren und oberen Platten durch ein Lötmedium fixiert. Wenn das Lötmedium mit dem Bandteil in Kontakt kommt, der ein überzogener Teil ist, schmilzt der Überzug des Bandteils und es wird eine große Menge Gas erzeugt. Daher wird die Umgebung des Begrenzungsabschnitts zwischen dem Bandteil und den optischen Fasern durch das Klebemittel geschützt, und danach wird der Glasteil der optischen Faser mit dem Lötmedium fixiert. Da die optische Faser die Wärme mit hoher Temperatur aufnimmt, wenn sie mit einem Lötmedium fixiert wird, entwickeln sich schnell Risse an einer Oberfläche der optischen Faser, und die optische Faser wird leicht gebrochen. Daher wird es bevorzugt, daß ein Metallüberzug oder Kohlenstoffüberzug auf den optischen Fasern abgeschieden wird, um den Riß zu verhindern und die Adhäsion des Lötmittels an den optischen Fasern zu verbessern. Das Lötmedium fließt in einen dünnen Spalt zwischen den unteren und oberen Platten, so daß die perfekte hermetische Abdichtung verwirklicht werden kann. Ferner wird der Umfang der Hülse am LD-Modul mit dem Lötmedium in einem Luftdichtheitszustand fixiert. Insbesondere sind beide Öffnungen um die optischen Fasern und dem Fensterteil, die als Entlüftung dienen, nicht vollständig Lötmedium gefüllt, und daher hängt die hermetische Abdichtung nur von der Abdichtungseigenschaft des Harzes ab.

[0016] Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hermetisches Abdichtungsverfahren und eine hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt bereitzustellen, das die Notwendigkeit einer kostspieligen metallüberzogenen Faser beseitigen kann, ein Lötmediummaterial mit einem Schmelzpunkt unter jenem eines niedrigschmelzenden Glases verwenden kann, und eine Luftdichtheit ermöglicht, die hoch genug ist, um sicherzustellen, daß eine Langzeitzuverlässigkeit eines optischen Moduls selbst unter harten Umgebungsbedingungen aufrechterhalten wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren und die Struktur der beigefügten Ansprüche 1 und 2 gelöst.

[0017] Die Erfindung wird in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen detaillierter erläutert. Es zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) eine Querschnittansicht, die eine herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt zeigt;

[0019] [Fig. 2](#) eine Querschnittansicht, die eine andere herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt zeigt;

[0020] [Fig. 3](#) eine Querschnittansicht, die noch eine andere herkömmliche hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt zeigt;

[0021] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht, die eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0022] [Fig. 5](#) eine erläuternde Querschnittansicht, die eine hermetisch verschlossene Struktur gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0023] [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht, die eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0024] [Fig. 7](#) eine perspektivische Ansicht, die eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0025] Bevor die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt in einer bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform beschrieben wird, werden die obenerwähnten herkömmlichen hermetisch verschlossenen Strukturen in einem optischen Fasereinführungsabschnitt in Verbindung mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) erläutert.

[0026] Ein erstes herkömmliches Verfahren zum hermetischen Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts wird zum Beispiel in JP-A-92334/1995 vorgeschlagen. Dieses Verfahren wird in [Fig. 1](#) gezeigt. Insbesondere ist [Fig. 1](#) eine Längsschnittansicht, die das Verfahren zum hermetischen Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts veranschaulicht, das in JP-A-92334/1995 beschrieben wird. Das erste herkömmliche Verfahren wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) erläutert.

[0027] In [Fig. 1](#) wird ein Siliziumsubstrat **1** mit einem daran angebrachten optischen Element **19** in einem Gehäuse **5** fixiert. Es wird dann eine optische Faser **15** an einer Position angeordnet, wobei die optische Faser **15** mit dem optischen Element **19** optisch gekoppelt werden soll, und am Siliziumsubstrat **1** fixiert wird.

[0028] Die in diesem Fall verwendete optische Faser ist eine metallüberzogene Faser **15**, die durch Auftrag einer Metallschicht **16** auf die Oberfläche eines optischen Faserstrangs, wobei ein Harzüberzug davon entfernt ist, durch Metallisieren, Sputtern oder ein anderes Verfahren gebildet wird. Das Überzugsmaterial ist ein Material mit einer guten Lötbarkeit, wie Nickel oder Gold.

[0029] Die metallüberzogene Faser **15** wird zwi-

schen dem Gehäuse **5** und der Abdeckung **8** eingeführt, dem sich eine Lötung anschließt. Als Ergebnis verbindet das Lötmittel **9** das Gehäuse **5** mit der Abdeckung **8** und verbindet gleichzeitig die Metallschicht **16** auf der Oberfläche der metallüberzogenen Faser **15**, wodurch folglich das Innere des Gehäuses hermetisch verschlossen wird.

[0030] Eine zweite herkömmliche Technik wird zum Beispiel in JP-A-198973/1995 beschrieben. Diese Veröffentlichung offenbart eine hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt, wobei ein niedrigschmelzendes Glas verwendet wird. [Fig. 2](#) ist eine Längsschnittansicht, welche die hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt gemäß der zweiten herkömmlichen Technik zeigt. Die zweite herkömmliche Technik wird unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) erläutert.

[0031] In [Fig. 2](#) wird eine optische Silikafaser ohne einen Überzug aus einer Metallschicht bereitgestellt, und wie bei der ersten herkömmlichen Technik werden ein optisches Element **19** und die optische Faser **7** optisch miteinander gekoppelt, mit anschließender Fixierung der optischen Faser **7** auf einem Siliziumsubstrat **1**.

[0032] Die optische Faser **7** wird dann zwischen einem Gehäuse **5** und einer Abdeckung **8** eingeführt, ein niedrigschmelzendes Glas **17** wird in einem Abschnitt zwischen dem Gehäuse **5** und der Abdeckung **8** in seinem gesamten Umfang bereitgestellt, und das niedrigschmelzende Glas wird dann wärmege-schmolzen, um das Innere des Gehäuses hermetisch zu verschließen.

[0033] Eine dritte Technik des Stands der Technik ist eine hermetisch verschlossene Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt. Diese Struktur ist so gestaltet, daß der Umfang einer optischen Faser mit einem Harz verschlossen wird, das eine hermetische Abdichtungseigenschaft aufweist. [Fig. 3](#) zeigt eine Längsschnittansicht der hermetisch verschlossenen Struktur in einem optischen Fasereinführungsabschnitt gemäß der dritten herkömmlichen Technik. Die dritte herkömmliche Technik wird unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) erläutert.

[0034] In [Fig. 3](#) wird eine optische Faser ohne einen Überzug aus einer Metallschicht bereitgestellt, und wie bei der ersten herkömmlichen Technik werden ein optisches Element **19** und die optische Faser **7** optisch miteinander gekoppelt, mit anschließender Fixierung der optischen Faser **7** auf einem Siliziumsubstrat **1**.

[0035] Die optische Faser **7** wird dann zwischen einem Gehäuse **5** und einer Abdeckung **8** eingeführt, ein Harz **12** wird in einen Abschnitt zwischen dem

Gehäuse **5** und der Abdeckung **8** in seinem gesamten Umfang gefüllt, und dann wird das Harz **12** ausgehärtet, um das Innere des Gehäuses hermetisch zu verschließen.

[0036] Als nächstes werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Das erfindungsgemäße Verfahren zum hermetischen Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts ist in seiner bevorzugten Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, daß eine herkömmliche optische Silikafaser ohne einen Überzug aus einer Metallschicht bereitgestellt wird, ein optisches Element und die optische Faser in einem Gehäuse optisch miteinander gekoppelt werden, ein Lötmedium zwischen dem Gehäuse eines optischen Moduls und einer Abdeckung gefüllt wird, die der Form des Gehäuses entspricht, wodurch einfach ein hermetisches Verschließen durchgeführt wird, und ein Harz, wie ein Klebemittel, in den optischen Fasereinführungsabschnitt gefüllt und dann ausgehärtet wird.

[0037] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden das Gehäuse und die Abdeckung mit einem Lötmedium hermetisch verschlossen, und im optischen Fasereinführungsabschnitt wird der Umfang der optischen Faser im wesentlichen mit dem Lötmedium gefüllt. Da die optische Faser als solche aus Silikaglas besteht, ist sie keiner legierten Verbindung durch das Lötmedium unterworfen, was zur Schaffung von winzigen Spalten an Grenzen zwischen dem Lötmedium, das nach dem Aufschmelzen verfestigt ist, und der optischen Faser führt. Das Füllen des Harzes zwischen der optischen Faser und dem Lötmedium mit anschließenden Aushärten des Harzes kann ein hohes Maß an Luftdichtheit der optischen Vorrichtung verwirklichen.

[0038] Folglich verwirklicht gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Verwendung einer herkömmlichen optischen Faser ohne einen Überzug einer Metallschicht beim hermetischen Verschließen ein hermetisches Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts bei niedrigen Kosten.

[0039] Ferner ist die Variation des Außendurchmessers der optischen Faser so klein, daß es die Bereitstellung einer V-Nut im Gehäuse ermöglicht, daß die Positionierung der optischen Faser mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt wird. Zusätzlich ist die erreichbare Luftdichtheit hoch genug, um eine Langzeitzuverlässigkeit eines optischen Moduls sicherzustellen, vorzugsweise nicht mehr als 10^{-7} atm-cc/sec.

[0040] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht, die den Aufbau einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum hermetischen Verschließen zeigt. In [Fig. 4](#) ist ein Silizi-

umsubstrat **1** eines, das durch Bilden eines benötigten Elektrodenmusters auf beiden Seiten eines Siliziumwafers durch Photolithographie und Durchführung einer Chip-Bildung durch Dicing hergestellt wird.

[0041] Im Siliziumsubstrat **1** wird gleichzeitig mit der Bildung eines Elektrodenmusters eine V-Nut **2** gebildet. Die Nut **2** wird durch anisotropes Ätzen gebildet. Da die Form der Nut **2** konstant gemacht werden kann, kann die Positionierung der optischen Faser mit einer Submikron-Genauigkeit durchgeführt werden.

[0042] Ein Halbleiterlaser **4** wird mit einem Hochtemperatur-Lötmedium, wie AuSn, an der Elektrode **3** fixiert, die durch Musterung auf der Oberseite des Siliziumsubstrat **1** gebildet wird.

[0043] Das Siliziumsubstrat **1** wird mit Hochtemperatur-Lötmedium, wie AuSn, am Hohlraumabschnitt des Gehäuses **5** fixiert. Zu dieser Zeit werden die Positionierung und Fixierung ausgeführt, so daß die Mitte der V-Nut **2** an einer gegebenen Position relativ zu einem Fasereinführungsabschnitt **6** angeordnet ist, der im Gehäuse **5** vorgesehen ist.

[0044] Das Gehäuse **5** ist vorzugsweise ein Metallgehäuse, das aus Kovar oder dergleichen besteht, ein Keramikgehäuse oder dergleichen vom Standpunkt der Luftdichtheit, Lötbarkeit und der Kosten.

[0045] Die optische Faser **7** wird durch die V-Nut **2** bezüglich des Halbleiterlasers **4** sehr genau angeordnet und mit ihm optisch gekoppelt, und an der V-Nut **2** mit einem Hochtemperatur-Lötmedium, wie AuSn, oder einem wärmebeständigen Klebemittel, wie einem Epoxidklebemittel fixiert.

[0046] Es wird unter Berücksichtigung der Lötbarkeit eine dünne Metallschicht aus Nickel oder Gold durch Metallisieren auf der Abdeckung **8**, einer hermetischen Dichtungsfläche **10** und dem Fasereinführungsabschnitt **6** bereitgestellt.

[0047] Es wird ein Lötmediummaterial mit einem Schmelzpunkt, der keinen thermischen Einfluß auf den Aufbauabschnitt innerhalb des Gehäuses aufweist, für das Lötmedium **9** verwendet. Lötmediummaterialien, die hierin verwendbar sind, schließen ein Sn-Pb-Lötmedium, Sn-Sb-Lötmedium, Sn-In-Lötmedium und Au-Sn-Lötmedium ein. Das Lötmediummaterial wird unter Berücksichtigung des thermischen Einflusses auf das Innere des Gehäuses, der Temperaturbedingungen, denen die Struktur nach dem hermetischen Verschließen standhalten kann, und dergleichen ausgewählt.

[0048] Insbesondere wenn ein Au-Sn-Lötmedium zur Verbindung von Komponenten im Gehäuse verwendet wird, wobei ein eutektisches SnPb-Lötmedium zur

Fixierung des Gehäuses an einer Leiterplatte verwendet wird, wird ein Sn-Sb Lötmedium oder ein Sn-In Lötmedium als das Lötmedium zum hermetischen Verschließen ausgewählt, so daß der Schmelzpunkt des Lötmittels zum hermetischen Verschließen Au-Sn > Lötmedium zum hermetischen Verschließen > Sn-Pb ist.

[0049] Die Abdeckung **8** und das Lötmedium **9** werden so angeordnet, daß sie sich der Form des Gehäuses **5** in seiner hermetischen Dichtungsfläche **10** anpassen. Das Lötmedium **9** wird vorhergehend in der Form einer quadratischen Unterlegscheibe oder dergleichen geformt, so daß es leicht in das Gehäuse **5** eingeführt werden kann.

[0050] Danach wird der Aufbau auf den Schmelzpunkt des Lötmittels **9** erwärmt, wodurch die Abdeckung **8**, das Gehäuse **5** und die optische Faser **7** mit Hilfe des Lötmittels **9** fixiert wird.

[0051] Zu dieser Zeit wird der Umfang der optischen Faser **7** mit einer Lötmittelschicht **11** gefüllt (siehe [Fig. 5](#)). Da jedoch die Lötmittelschicht **11** keiner legierten Verbindung mit der optischen Faser **7** durch das Lötmedium unterworfen ist, kann keine zuverlässige Luftdichtheit in diesem Stadium sichergestellt werden.

[0052] Es wird dann ein Harz **12** auf die Oberfläche der optischen Faser **7** und der Lötmittelschicht **11** gefüllt (siehe [Fig. 5](#)) und dann ausgehärtet, wodurch ein hermetisches Verschließen durchgeführt wird. [Fig. 5](#) ist ein Längsschnittansicht einer hermetisch verschlossenen Struktur, die durch die obigen Schritte gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform vollendet wird.

[0053] In diesem Fall wird ein Harz mit einer Viskosität von nicht mehr als 70 Pa·s als das Harz **12** verwendet, so daß das Harz leicht in winzige Spalten gefüllt werden kann.

[0054] Wenn insbesondere ein kaltvulkanisierendes Silikongummi als das Harz **12** angewendet wird, kann eine gute Luftdichtheit über einen weiten Temperaturbereich sichergestellt werden, da das Silikongummi eine Kälte-/Wärmebeständigkeit von 40°C bis 200°C aufweist.

[0055] Wenn eine Luftdichtheit bei einer üblichen Umgebungstemperatur erwartet wird, kann auch ein Epoxidharz oder ein UV- (Ultraviolett)-Harz als das Harz **12** verwendet werden.

[0056] Das Einfüllen des Harzes mit anschließendem Aushärten des Harzes läßt es zu, daß winzige Spalte an Grenzen zwischen der Lötmittelschicht **11** und der optischen Faser **7** mit dem Harz gefüllt werden, was eine Luftdichtheit bereitstellen kann, die

hoch genug ist, um die Zuverlässigkeit der optischen Vorrichtung, das heißt eine Luftdichtheit von nicht mehr als 10^{-7} atm·cc/sec sicherzustellen.

[0057] Im allgemeinen ist es im Fall eines hermetischen Verschließens mit nur einem Harz infolge des hermetischen Abdichtungsniveaus des Harzes als solchem, einem ungleichmäßigen Überzug, eines nicht zufriedenstellenden Abdichtungsbereiches und dergleichen schwierig, eine zufriedenstellende Luftdichtheit bereitzustellen. Jedoch kann die Verwendung des Harzes zum Einfüllen in winzige Spalten zwischen der optischen Faser und der Lötmittelschicht gemäß der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Luftdichtheit des gesamten Gehäuses beträchtlich verbessern.

[0058] Die zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) im Detail erläutert. [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht, die den Zusammenbau einer hermetisch verschlossenen Struktur gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 6](#) wird in der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform, nachdem ein Siliziumsubstrat **1** mit einem daran angebrachten Halbleiterlaser **4** im Gehäuse **5** fixiert ist, eine optische Faser **7** angebracht. Vorher wird eine Lötmetallisierung **13** auf einer Abdeckung **8** und einem Gehäuse **5** bereitgestellt.

[0059] Nachdem die Abdeckung **8** und das Gehäuse **5** an den jeweiligen vorbestimmten Positionen angeordnet sind, wird die Temperatur auf die Aufschmelztemperatur der Lötmetallisierung **13** erhöht, wodurch die Abdeckung **8**, das Gehäuse **5** und die Faser **7** mit dem Lötmedium fixiert werden. Danach wird das hermetische Verschließen mit einem Harz **12** ausgeführt.

[0060] Als nächstes wird die dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) erläutert. [Fig. 7](#) ist eine perspektivische Ansicht, die den Zusammenbau einer hermetisch verschlossenen Struktur gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 7](#) wird in der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform, wie bei der ersten bevorzugten Ausführungsform, ein Siliziumsubstrat **1** mit einem daran angebrachten Halbleiterlaser **4** im Gehäuse **5** fixiert.

[0061] Im Gehäuse **5** ist als der Fasereinführungsabschnitt vielmehr ein Hohlloch **20**, das durch das Gehäuse geht, als die rechteckige Nut vorgesehen.

[0062] Zur Zeit der Befestigung einer optischen Faser **7** wird die optische Faser **7** aus der Querrichtung

eingeführt und an einem Siliziumsubstrat **1** angebracht und fixiert.

[0063] Die Fixierung der Abdeckung **8** und des Gehäuses **5** mit einem Lötmedium kann in derselben Weise ausgeführt werden, wie oben in Verbindung mit der ersten bevorzugten Ausführungsform beschrieben. In diesem Fall wird das Lötmedium auch in das Hohlloch **20** gefüllt. Danach wird das hermetische Verschließen mit einem Harz **12** ausgeführt.

[0064] Die Verbindung zwischen der Abdeckung **8** und dem Gehäuse **5** kann vielmehr durch luftdichtes Schweißen, wie Nahtschweißen, als durch eine Lötung ausgeführt werden. In diesem Fall wird das Füllen des Lötmediums in das Hohlloch **20** als ein getrennter Schritt ausgeführt, dem sich das hermetische Verschließen mit dem Harz **12** anschließt.

[0065] Wie oben beschrieben, wird gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens zum hermetischen Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts eine herkömmliche optische Silikafaser ohne einen Überzug einer Metallschicht auf der optischen Faser verwendet, was es vorteilhafterweise ermöglicht, daß eine hermetisch verschlossene Struktur mit niedrigen Kosten bereitgestellt wird.

[0066] Da ferner erfindungsgemäß das hermetische Verschließen unter Verwendung eines Lötmediums ausgeführt wird, das einen Schmelzpunkt unter jenem eines niedrighschmelzenden Glases aufweist, kann ein thermischer Einfluß auf den Fixierungsabschnitt des optischen Elements im Gehäuse und den Schutzüberzug der optischen Faser vermieden werden.

[0067] Außerdem kann das Füllen eines Lötmediums um die optische Faser und das Füllen eines Harzes in winzige Spalten an Grenzen zwischen der optischen Faser und dem Lötmedium, dem sich das Aushärten des Harzes anschließt, einfach eine hermetisch verschlossene Struktur mit einer höheren Luftdichtheit und Zuverlässigkeit als das hermetische Verschließen mit dem Lötmedium alleine oder dem Harz alleine verwirklichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum hermetischen Verschließen eines optischen Fasereinführungsabschnitts (**6**) in einer optischen Vorrichtung, die eine optische Faser (**7**), die keinen Metallüberzug aufweist, ein optisches Element (**1 bis 4**), das optisch mit der optischen Faser (**7**) gekoppelt ist, ein Gehäuse (**5**) zur Unterbringung des optischen Elements (**1 bis 4**) darin, und eine Abdeckung (**8**) zum Verschließen des Gehäuses (**5**) aufweist, wobei die optische Faser (**7**) Licht zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Gehäuses (**5**) fortleitet, wobei das Verfahren die Schritte auf-

weist: Aufschmelzen und Füllen eines Lötmediums (**9**) zwischen der optischen Faser (**7**) und dem optischen Fasereinführungsabschnitt (**6**) des Gehäuses; Härten des eingefüllten Lötmediums; und Füllen eines Harzes (**12**) in winzige Spalten an Grenzen zwischen der optischen Faser (**7**) und dem Lötmedium (**9**) und Aushärten des Harzes (**12**).

2. Hermetisch verschlossene Struktur einer optischen Vorrichtung, die aufweist: eine optische Faser (**7**), die keinen Metallüberzug aufweist; ein optisches Element (**1 bis 4**), das optisch mit der optischen Faser (**7**) gekoppelt ist; ein Gehäuse (**5**) zur Unterbringung des optischen Elements (**1 bis 4**) darin; und eine Abdeckung (**8**) zum Verschließen des Gehäuses (**5**); wobei die optische Faser (**7**) Licht zwischen dem Inneren und dem Äußeren des Gehäuses (**5**) fortleitet; wobei die optische Faser (**7**) am Gehäuse (**5**) in seinem Abschnitt (**6**), an dem die optische Faser (**7**) in das Gehäuse (**5**) eingeführt wird, mit Hilfe eines Lötmediums (**9**), das zwischen der optischen Faser (**7**) und dem optischen Fasereinführungsabschnitt (**6**) des Gehäuses (**5**) gefüllt ist, und eines Harzes, das in winzige Spalten an den Grenzen zwischen der optischen Faser (**7**) und dem Lötmedium (**9**) gefüllt ist, fixiert ist.

3. Verfahren oder Struktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Kerbe zum Durchführen der optischen Faser dort hindurch im Gehäuse vorgesehen ist.

4. Verfahren oder Struktur nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Durchgangsloch (**20**) zum Durchführen der optischen Faser (**7**) dort hindurch im Gehäuse (**5**) vorgesehen ist.

5. Verfahren oder Struktur nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei eine Kerbe zum Durchführen der optischen Faser dort hindurch in der Abdeckung (**8**) vorgesehen ist.

6. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Lötmedium keine Flußmittelkomponente enthält.

7. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Harz ein Epoxidharz ist.

8. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Harz ein Silikonharz ist.

9. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Harz ein UV-Harz ist.

10. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein kaltvulkanisierendes Silikonknetmasse als das Harz angewendet wird.

11. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Verbindung zwischen der Abdeckung und dem Gehäuse durch luftdichtes Schweißen, vorzugsweise Nahtschweißen ausgeführt wird.

12. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei ein Au-Sn-Lötmittel zur Verbindung von Komponenten im Gehäuse verwendet wird, wobei ein eutektisches SnPb-Lötmittel für die Fixierung des Gehäuses an einer Leiterplatte verwendet wird, und ein Sn-Sb-Lötmittel oder ein Sn-In-Lötmittel zum hermetischen Verschließen verwendet wird, wobei der Schmelzpunkt des Lötmittels zum hermetischen Verschließen niedriger als jener von Au-Sn und höher als jener von Sn-Sb ist.

13. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei auf einer Abdeckung, einer hermetischen Dichtungsfläche und einem Fasereinführungsabschnitt durch Metallisieren eine dünne Metallschicht aus Nickel oder Gold bereitgestellt wird.

14. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Harz eine Viskosität von nicht mehr als 70 Pa·s aufweist.

15. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die erreichbare Luftdichtheit nicht mehr als 10^{-7} atm·cc/sec beträgt.

16. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das Lötmittel einen Schmelzpunkt unter jenem eines niedrigschmelzenden Glases aufweist.

17. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei das Gehäuse ein Metallgehäuse ist, das aus Kovar besteht.

18. Verfahren oder Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei das Gehäuse ein Keramikgehäuse ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1 Stand der Technik

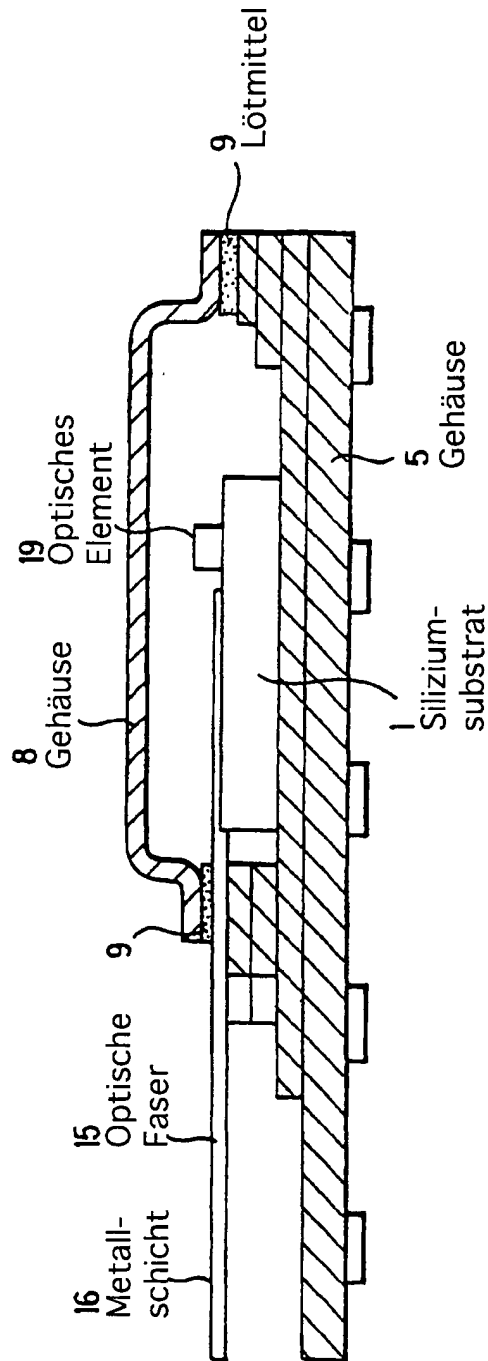


FIG. 2 Stand der Technik

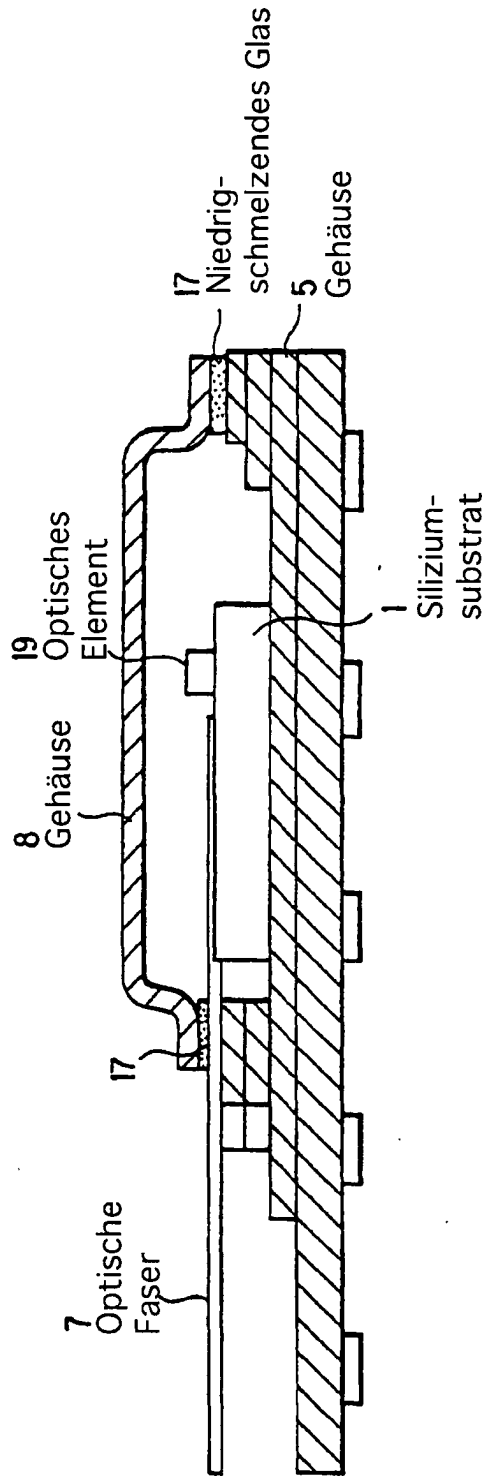


FIG. 3 Stand der Technik

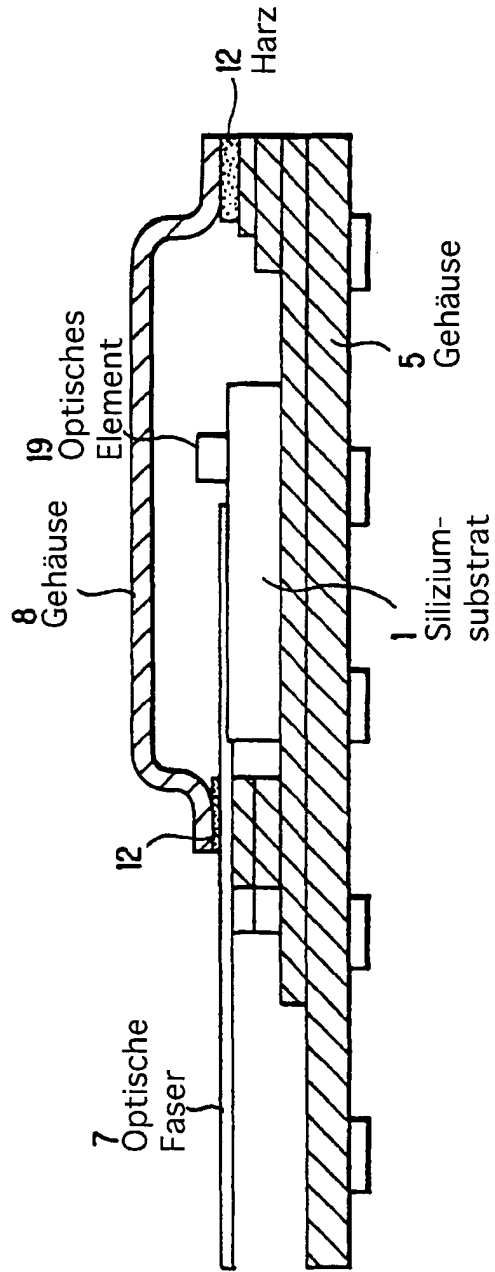


FIG. 4

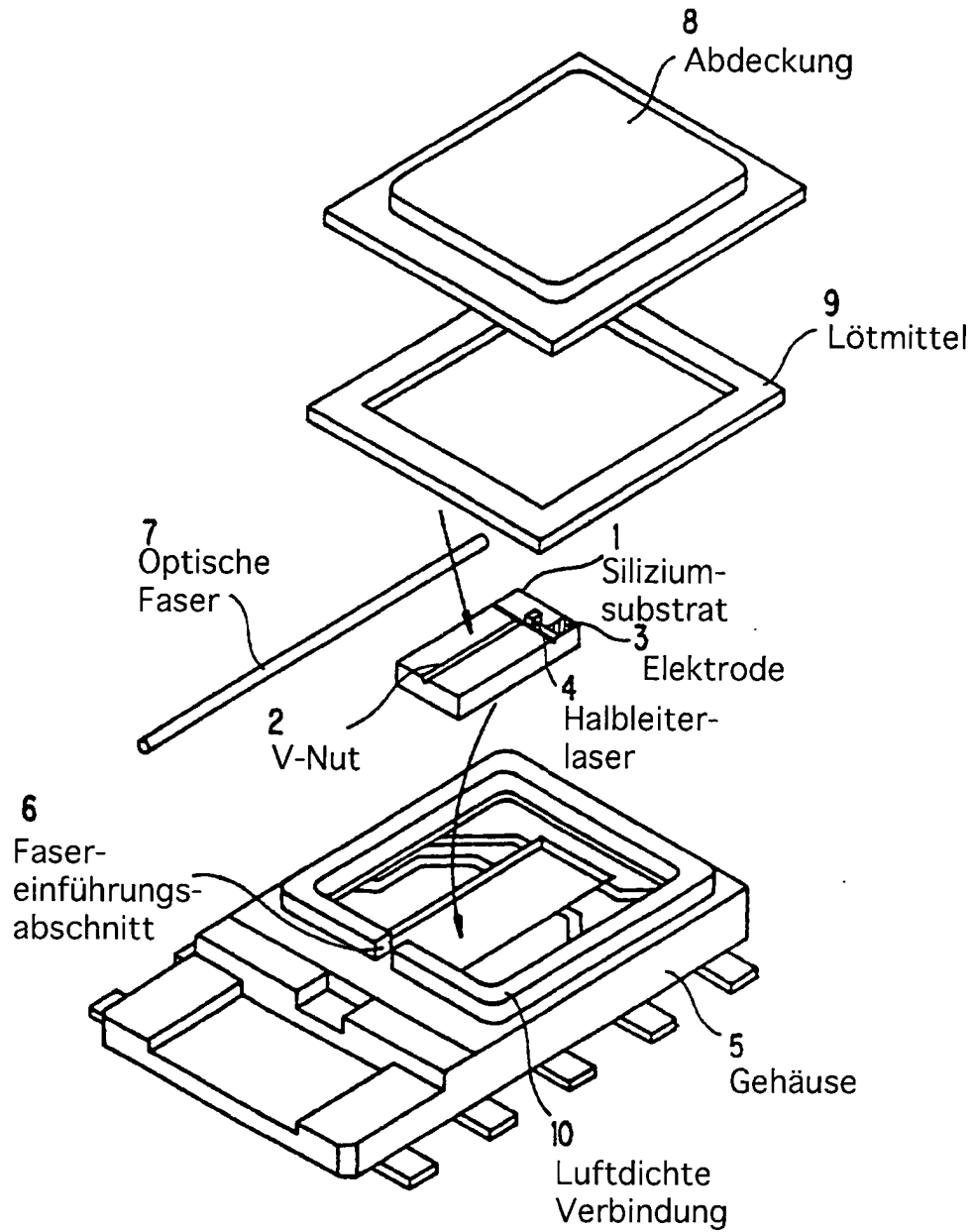


FIG.5

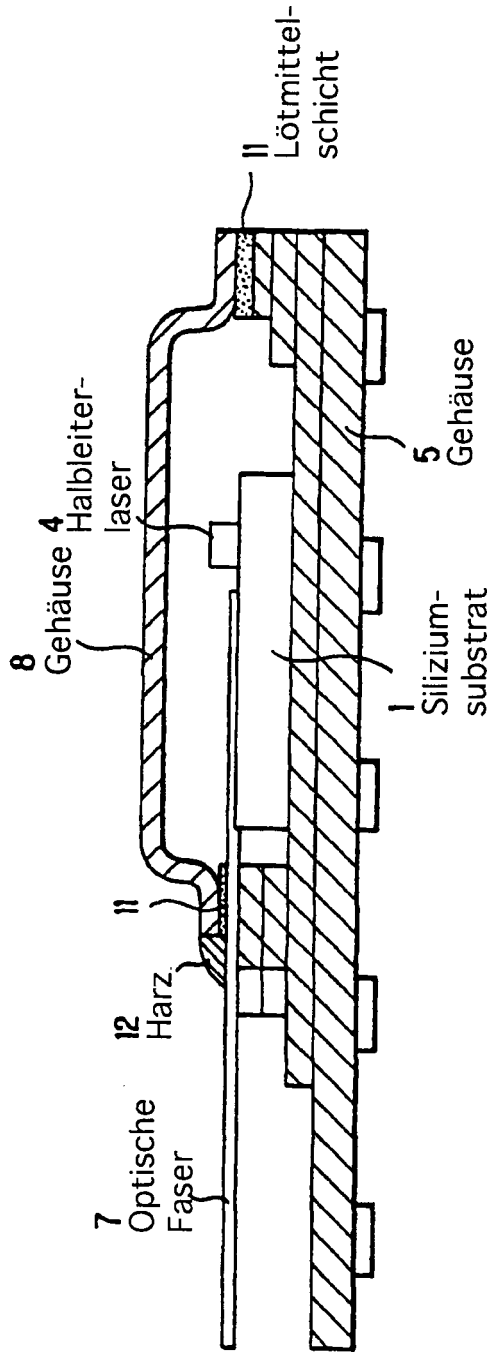


FIG. 6

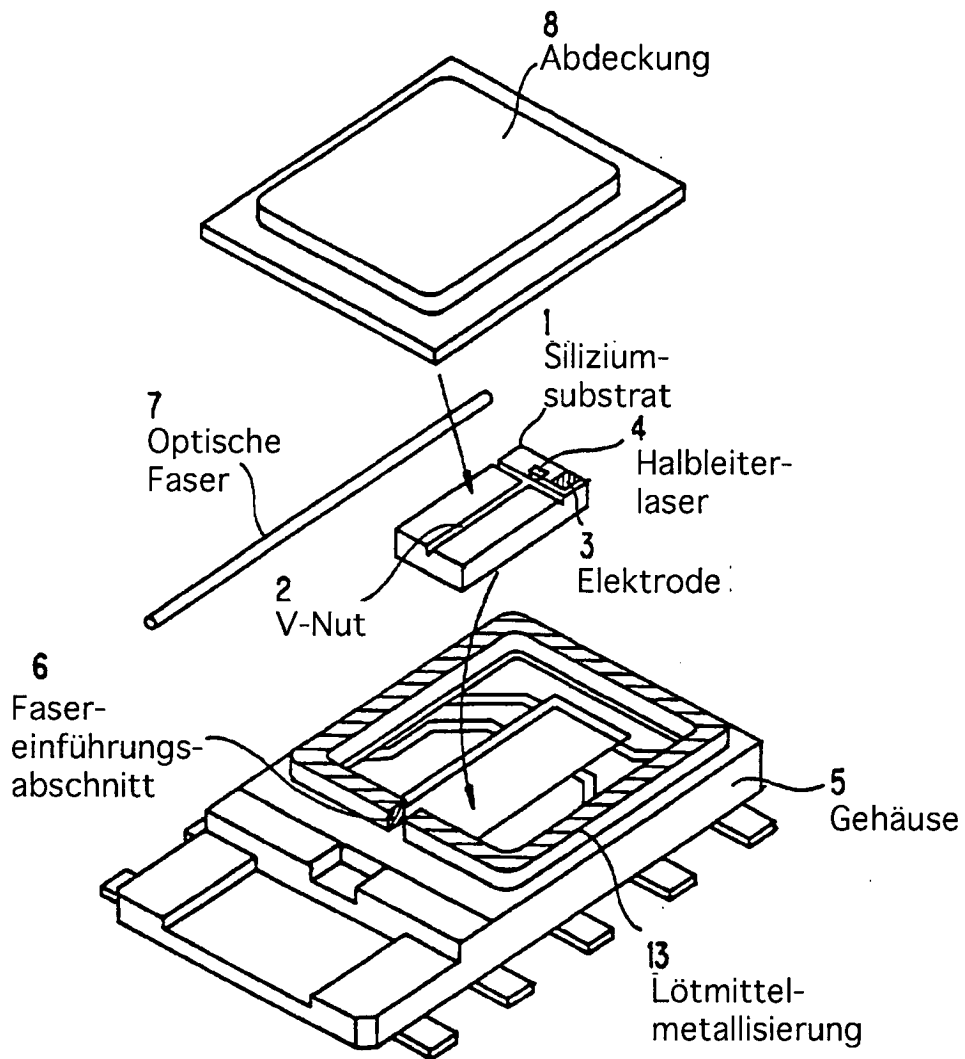


FIG. 7

