



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 062 848 A1** 2010.06.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 062 848.4**

(22) Anmeldetag: **23.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.06.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 6/36** (2006.01)  
**G02B 6/255** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**JT Optical Engine GmbH + Co. KG, 07745 Jena, DE**

(74) Vertreter:  
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 80687 München**

(72) Erfinder:  
**Kumkar, Malte, Dr., 99425 Weimar, DE;  
 Grusemann, Ulrich, Dr., 07745 Jena, DE; Kozak,  
 Marcin, Dr., 07751 Rothenstein, DE**

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

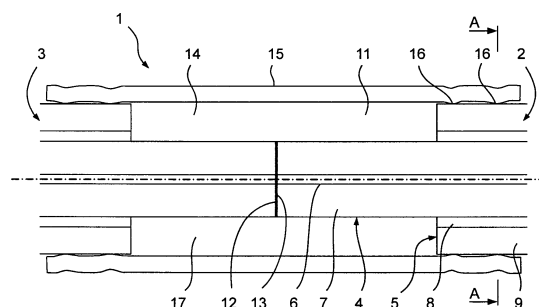
<b>EP</b>	<b>19 80 885</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>64 28 217</b>	<b>B1</b>
<b>GB</b>	<b>24 12 340</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>64 90 931</b>	<b>B1</b>

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Spleißverbindung zwischen zwei optischen Fasern sowie Verfahren zum Herstellen einer solchen Spleißverbindung**

(57) Zusammenfassung: Es wird bereitgestellt eine Spleißverbindung zwischen zwei Fasern, bei der zumindest eine der Fasern (2, 3) einen Faserkern (4), der zumindest einen inneren Signalkern (6) und einen diesen umgebenden Pumpkern (7) umfaßt, sowie einen am Pumpkern (7) anliegenden Fasermantel (5), der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, der Fasermantel (5) der zumindest einen Faser (2, 3) in einem Verbindungsbereich (11, 14), der sich vom verspleißten Ende (12, 13) der Faser (2, 3) in Faserlängsrichtung entlang einer vorbestimmten Länge erstreckt, in radialer Richtung zumindest teilweise entfernt ist, und eine Stützhülse (15) vorgesehen ist, in der die verspleißten Enden (12, 13) der beiden Fasern (2, 3) angeordnet sind und die sich entlang des gesamten Verbindungsbereiches (11, 14) sowie darüber hinaus erstreckt, wobei die Stützhülse (15) mit beiden Fasern (2, 3) neben dem Verbindungsbereich (11, 14) mechanisch verbunden ist und entlang des gesamten Verbindungsbereiches (11, 14) mit der jeweiligen Faser (2, 3) mechanisch nicht verbunden sowie von dieser beabstandet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Spleißverbindung zwischen zwei optischen Fasern, bei der zumindest eine der Fasern einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, sowie einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Spleißverbindung.

**[0002]** Wenn die Fasern zur Führung hoher optischer Leistung mit hoher Strahlqualität ausgelegt sind, besteht die Schwierigkeit der erhöhten Empfindlichkeit gegenüber Biegungen, die z. B. nachteilig dazu führen können, daß erhöhte Verluste für das im Faserkern geführte Licht auftreten und/oder daß es zu einer unerwünschten Kopplung zwischen verschiedenen im Faserkern geführten Moden kommt. Beides führt nachteilig zu einem unerwünschten Leistungsverlust für den gewünschten Mode.

**[0003]** Um die Biegeempfindlichkeit zu reduzieren, ist es bekannt, den Fasermantel, der zur Führung des Lichts im Pumpkern dient, relativ dick auszubilden. Damit der Fasermantel die gewünschte Führungseigenschaft aufweist, kann der Fasermantel z. B. aus Quarzglas hergestellt sein und im an dem am Pumpkern anliegenden Bereich ein spezielles Dotierungsprofil aufweisen, so daß die Brechzahl dieses Bereiches geringer ist als die Brechzahl des Pumpkerns. Alternativ ist es auch möglich, den Fasermantel so auszubilden, daß sein Innendurchmesser größer ist als der Außendurchmesser des Pumpkerns und den Fasermantel lediglich über dünne Stege mit dem Pumpkern zu verbinden, so daß zwischen dem Fasermantel und dem Pumpkern quasi ein Luftmantel vorliegt, der dann die gewünschte Führungseigenschaft gewährleistet. Solche Fasern werden häufig auch als Air-Clad-Fasern bezeichnet.

**[0004]** Wenn man solche Fasern miteinander verspleißt, tritt die Schwierigkeit auf, daß der dabei notwendige Wärmeeintrag das Dotierungsprofil des Fasermantels nachteilig verändert bzw. zu einem Kollabieren des Fasermantels derart führt, daß dieser im Spleißbereich nicht mehr durch Stege von dem Pumpkern beabstandet ist. In beiden Fällen ist die Pumplichtführung im Bereich des Spleißes deutlich verschlechtert, wodurch hinsichtlich der Führungseigenschaft für Pump- und Signallicht kein hochwertiger Spleiß möglich ist.

**[0005]** Aus der DE 35 30 963 A1 ist es bekannt, zum Verspleißen von zwei Glas-Lichtwellenleitern im Bereich der zu verspleißenden Enden die ursprünglichen Kunststoffmäntel, die keine Führungsfunktion aufweisen, sondern nur zum Schutz der Glas-Lichtwellenleitern dienen, zu entfernen, die Enden der frei-

gelegten Glas-Lichtwellenleiter zu verspleißen, über die verspleißten Enden ein Röhrchen anzuordnen und den Hohlraum zwischen dem Röhrchen und den verspleißten Enden mit einem härtbaren Lack aufzufüllen.

**[0006]** Wenn man dieses aus der DE 35 30 963 A1 bekannte Vorgehen bei einer Spleißverbindung zwischen zwei optischen Fasern, von denen zumindest eine einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, und einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, anwenden würde, würden die Führungseigenschaften im Bereich der verspleißten Enden deutlich verschlechtert sein. Auch ist der Lack nicht leistungsbeständig, so daß er bei hohen Leistungen verbrennen würde.

**[0007]** Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine Spleißverbindung zwischen zwei Fasern, bei der zumindest eine der Fasern einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, sowie einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, bereitzustellen, bei der sehr gute Führungseigenschaften für Pump- und Signallicht gewährleistet werden können. Ferner soll ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung einer solchen Spleißverbindung bereitgestellt werden.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Spleißverbindung zwischen zwei optischen Fasern, bei der zumindest eine der Fasern einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, sowie einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, bei der der Fasermantel der zumindest einen Faser in einem Verbindungsbereich, der sich vom verspleißten Ende der Faser in Faserlängsrichtung entlang einer vorbestimmten Länge erstreckt, in radialer Richtung zumindest teilweise entfernt ist, und bei der eine Stützhülse vorgesehen ist, in der die verspleißten Enden der beiden Fasern angeordnet sind und die sich entlang des gesamten Verbindungsbereiches sowie darüber hinaus erstreckt, wobei die Stützhülse mit beiden Fasern neben dem Verbindungsbereich mechanisch verbunden ist und entlang des gesamten Verbindungsbereiches von der jeweiligen Faser beabstandet sowie mit dieser mechanisch nicht verbunden ist.

**[0009]** Aufgrund der Stützhülse wird die gewünschte mechanische Stabilisierung der Spleißverbindung erreicht, so daß ein unerwünschtes Biegen der Faserkerne verhindert werden kann. Des weiteren dient die Stützhülse als Kontaminationsschutz für die Faserkerne. Da die Stützhülse entlang des gesamten

Verbindungsbereiches mit der jeweiligen Faser mechanisch nicht verbunden und von dieser beabstandet ist, werden die Führungseigenschaften für Licht im Pumpkern nicht nachteilig verschlechtert.

**[0010]** Die Stützhülse kann so ausgebildet sein, daß sie eine gewünschte mechanische Mindeststeifigkeit aufweist. Dadurch kann durch die Stützhülse ein Knick- und Biegeschutz für die verspleißten Fasern realisiert werden.

**[0011]** Die mechanische Verbindung zwischen der Stützhülse mit den Fasern ist bevorzugt stoff- und/oder formschlüssig ausgebildet. Dies kann insbesondere durch einen Wärmeeintrag durchgeführt werden. Dazu wird insbesondere Laserstrahlung eines Lasers eingesetzt.

**[0012]** Bei dem im Pumpkern und/oder Signalkern geführten Licht handelt es sich insbesondere um elektromagnetische Strahlung des sichtbaren Spektrums (z. B. 380 nm–780 nm) sowie des angrenzenden infraroten elektromagnetischen Spektrums (780 nm–2.500 nm).

**[0013]** Insbesondere ist der Fasermantel im Verbindungsbereich zumindest teilweise so entfernt, daß die Führungseigenschaften hinsichtlich des Pumplichts gleich gut sind wie in Bereichen, in denen der Fasermantel nicht zumindest teilweise entfernt ist.

**[0014]** Die Stützhülse kann einen im wesentlichen konstanten Innenquerschnitt aufweisen. Eine solche Stützhülse bzw. ein solches Stützrohr läßt sich sehr leicht herstellen.

**[0015]** Ferner kann die Stützhülse einen Mittelbereich und zwei sich daran seitlich anschließende Randbereiche aufweisen, wobei die Wandstärke des Mittelbereiches größer ist als die der Randbereiche. Damit wird vorteilhaft erreicht, daß bei dem mechanischen Verbinden der Stützhülse mit den Fasern ein geringer Wärmeeintrag ausreicht, da die mechanische Verbindung in den Randbereichen durchgeführt werden kann.

**[0016]** Bevorzugt erstreckt sich der Mittelbereich über den gesamten Verbindungsbereich sowie etwas darüber hinaus.

**[0017]** Ferner kann bei der erfindungsgemäßen Spleißverbindung die Stützhülse über eine Zwischenhülse mit zumindest einer der beiden Fasern mechanisch verbunden sein. Durch das Vorsehen einer Zwischenhülse ist eine Anpassung an z. B. unterschiedliche Faseraußendurchmesser der beiden verspleißten Fasern möglich. Die mechanische Verbindung von Zwischenhülse und Faser einerseits sowie Stützhülse und Zwischenhülse andererseits kann be-

vorzugt jeweils als form- und/oder stoffschlüssige Verbindung ausgebildet sein. Zur Ausbildung einer solchen Verbindung kann insbesondere ein Wärmeeintrag genutzt werden. Dazu kann insbesondere Laserstrahlung eines Lasers eingesetzt werden.

**[0018]** Insbesondere kann der Fasermantel der zumindest einen Faser im Verbindungsbereich vollständig entfernt sein.

**[0019]** Die Stützhülse ist vorzugsweise thermisch ausdehnungsangepaßt an das Material der Fasern. Insbesondere kann die Stützhülse aus dem gleichen Material wie die Fasern (bzw. Faserkern und/oder Fasermantel) hergestellt sein. Als Material kann Quarzglas verwendet werden. Jede der beiden Fasern kann eine aktive oder eine passive Faser sein.

**[0020]** Die zumindest eine Faser kann als Dickmantelfaser ausgebildet sein. Als Dickmantelfaser wird hier insbesondere eine Faser verstanden, deren Fasermantel zumindest eine so große Dicke aufweist, daß Mikrobiegeverluste bei üblichen Umweltbedingungen so klein werden, daß keine signifikante Überkopplung von grundmodigem Licht in höhere Moden des Faserkerns erfolgt.

**[0021]** Die Stützhülse kann einstückig ausgebildet sein.

**[0022]** Es wird ferner ein Verfahren zum Herstellen einer Spleißverbindung zwischen zwei Fasern bereitgestellt, wobei zumindest eine der Fasern einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, sowie einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, bei dem der Fasermantel der zumindest einen Faser in einem Verbindungsbereich, der sich vom zu verspleißenden Ende der Faser in Faserlängsrichtung entlang einer vorbestimmten Länge erstreckt, in radialer Richtung zumindest teilweise entfernt wird, eine Stützhülse über eine der beiden Fasern geschoben wird, die beiden zu verspleißenden Enden der Fasern zueinander ausgerichtet und miteinander verspleißt werden, die Stützhülse so über die verspleißten Enden geschoben wird, daß sie sich entlang des gesamten Verbindungsbereiches sowie darüber hinaus erstreckt, die Stützhülse mit beiden Fasern neben dem Verbindungsbereich mechanisch verbunden wird und entlang des gesamten Verbindungsbereiches, in dem sie von der jeweiligen Faser beabstandet ist, nicht mechanisch mit dieser verbunden wird.

**[0023]** Mit diesem Verfahren ist es möglich, eine Spleißverbindung mit ausgezeichneten Führungseigenschaften zwischen zwei Fasern herzustellen, wobei zumindest eine der beiden Fasern eine Dickmantelfaser sein kann.

**[0024]** Insbesondere kann der Fasermantel der zumindest einen Faser im Verbindungsbereich vollständig entfernt werden.

**[0025]** Ferner kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Verspleißen der beiden Enden über eine der beiden Fasern eine Zwischenhülse geschoben werden, die nach dem Verspleißen neben dem Verbindungsbereich mit einer der Fasern mechanisch verbunden wird, wobei die Stützhülse mit der Zwischenhülse mechanisch verbunden wird.

**[0026]** Die mechanische Verbindung kann bevorzugt durch Wärmeeintrag erreicht werden.

**[0027]** Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0028]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

**[0029]** [Fig. 1](#) eine schematische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Spleißverbindung gemäß einer ersten Ausführungsform;

**[0030]** [Fig. 2](#) eine vergrößerte Schnittdarstellung entlang A-A in [Fig. 1](#);

**[0031]** [Fig. 3–Fig. 7](#) Schnittdarstellungen zur Erläuterung der Herstellung der Spleißverbindung von [Fig. 1](#);

**[0032]** [Fig. 8](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Spleißverbindung gemäß einer zweiten Ausführungsform;

**[0033]** [Fig. 9](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Spleißverbindung gemäß einer dritten Ausführungsform;

**[0034]** [Fig. 10](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Spleißverbindung gemäß einer vierten Ausführungsform, und

**[0035]** [Fig. 11](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Spleißverbindung gemäß einer fünften Ausführungsform.

**[0036]** Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform umfaßt die erfindungsgemäße Spleißverbindung 1 eine erste und eine zweite optische Faser bzw. Lichtwellenleiter 2, 3, die miteinander verspleißt sind. Nachdem die beiden Fasern 2, 3 den gleichen Aufbau aufweisen, wird nachfolgend lediglich die erste

Faser 2 im Detail beschrieben. In der Schnittdarstellung von [Fig. 1](#) wie auch in allen weiteren Schnittdarstellungen sind zur Vereinfachung der Darstellung keine Schraffuren eingezeichnet.

**[0037]** Die erste Faser 2 weist einen Faserkern 4 sowie einen den Faserkern 4 umgebenden Fasermantel 5 auf. Der Faserkern 4 umfaßt einen inneren Signalkern 6, der von einem Pumpkern 7 umgeben ist. Der Faserkern 4 besteht aus Quarzglas, das für den Signalkern 6 und den Pumpkern 7 unterschiedlich dotiert ist, so daß aufgrund des dadurch erzeugten Brechzahlsprungs zwischen Signalkern 6 und Pumpkern 7 das Signallicht im Signalkern 6 geführt werden kann.

**[0038]** Der Fasermantel 5 weist einen direkt an den Pumpkern 7 angrenzenden Luftmantelabschnitt 8, der den Pumpkern 7 völlig umgibt, sowie einen Hauptmantelabschnitt 9 aus Quarzglas auf. Der Luftmantelabschnitt 8 ist von dünnen Stegen 10 aus Quarzglas axial durchzogen, wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist. Über diese Stege 10 ist der Hauptmantelabschnitt 9 mechanisch und thermisch mit dem Pumpkern 7 verbunden. Zwischen den Stegen 10 erstrecken sich in Längsrichtung der Faser 2 Luftkammern L, die mit Luft oder einem Gas gefüllt sein können. Aufgrund der beschriebenen Ausbildung des Fasermantels 5 ist der Pumpkern 7 quasi vollständig von einem Luftmantel (Luftmantelabschnitt 8), der durch die Luftkammern L gebildet ist, umgeben, der die Führung des Pumplichts im Pumpkern 7 sicherstellt. Eine solche Faser 2 wird häufig auch Luftmantelfaser (Air-Clad-Faser) genannt.

**[0039]** Die Fasern 2, 3 weisen einen Gesamtquerschnitt auf, der deutlich größer ist als der Querschnitt des Faserkerns 4, und können daher auch als Dickmantelfasern 2, 3 bezeichnet werden.

**[0040]** Der Gesamtdurchmesser der Fasern kann z. B. im Bereich von 0,1–2,5 mm und der Durchmesser des Faserkerns kann im Bereich von 50–800 µm liegen. Bevorzugt liegt das Verhältnis von Gesamtquerschnitt zu Faserkernquerschnitt größer als 10:1 und liegt insbesondere im Bereich von 10:1 bis 100:1. Die Darstellung in [Fig. 1](#) sowie in den weiteren Figuren ist nicht maßstabstreu, um die Übersichtlichkeit der Figuren zu verbessern.

**[0041]** Wie in [Fig. 1](#) ersichtlich ist, ist der Fasermantel 5 in einem Verbindungsbereich 11, der sich von dem verspleißten Ende 12 der ersten Faser 2 in Längsrichtung der ersten Faser 2 entlang einer vorbestimmten Länge (hier ca. 10 mm) erstreckt, vollständig entfernt, so daß im Verbindungsbereich 11 der Pumpkern 7 freigelegt ist. Ferner kann [Fig. 1](#) entnommen werden, daß die zweite Faser 3 in gleicher Weise wie die erste Faser 2 aufgebaut ist und ebenfalls der Pumpkern 6 von dem verspleißten Ende 13

der zweiten Faser über eine vorbestimmte Länge (zweiter Verbindungsbereich **14**) freigelegt ist.

**[0042]** Die Spleißverbindung **1** umfaßt noch eine aus Quarzglas hergestellte Stützhülse **15**, die sich über beide Verbindungsbereiche **11** und **14** sowie darüber hinaus erstreckt. Die steife bzw. starre Stützhülse **15** weist eine Wandstärke bzw. -dicke von ca. 30–200 µm und einen im wesentlichen konstanten Innendurchmesser auf, der geringfügig größer ist als der Außendurchmesser des Fasermantels **5**. Dadurch ist die Stützhülse **15** entlang der beiden Verbindungsbereiche **11** und **14** von den Fasern **2** und **3** beabstandet. Ferner liegt keine mechanische Verbindung der Stützhülse **15** mit den freigelegten Pumpkernen **7** der Fasern **2** und **3** vor, so daß der Hohlraum **17** zwischen Stützhülse **15** und den freigelegten Pumpkernen **7** mit Luft oder Gas gefüllt ist und daher in gleicher Weise wie die Luftmängelabschnitte **8** als Luftmantel für die freigelegten Pumpkerne **7** dient, so daß in den Verbindungsbereichen **11** und **14** das Pumplicht weiterhin geführt ist. Im Hohlraum **17** kann alternativ auch ein Vakuum vorliegen.

**[0043]** Außerhalb der Verbindungsbereiche **11** und **14** ist die Stützhülse **15** an Kontaktbereichen **16** mit den Fasermänteln **5** verschmolzen und somit mechanisch verbunden. Die Verbindung an den Kontaktbereichen **16** ist somit stoffschlüssig. Dadurch dient die steife Stützhülse **15** als Knickschutz der freigelegten und miteinander verspleißten Faserkerne **4**, die in den Verbindungsbereichen **11** und **14** aufgrund der entfernten Fasermäntel **5** nicht gegen Biegen oder Knicken geschützt wären. Ferner schützt die Stützhülse die freigelegten Faserkerne und die Luftmantelabschnitte **8** vor Kontaminationen.

**[0044]** Die Entfernung der Fasermäntel **5** bringt den Vorteil mit sich, daß die Faserkerne **4** gut miteinander verspleißt werden können, so daß hinsichtlich der Führungseigenschaft für Pump- und Signallicht ein qualitativ hochwertiger Spleiß erreicht wird. Ein weiterer Vorteil des Entfernens der Fasermäntel **5** besteht darin, daß die freigelegten Faserkerne **4** leichter gebrochen werden können, um jeweils das zu verspleißende Ende zu bilden. Auch ist ein Polieren des jeweiligen zu verspleißenden Endes bei einem freigelegten Faserkern gut durchführbar.

**[0045]** Würde man die beiden Fasern **2** und **3** miteinander verspleißen, ohne daß in den Verbindungsbereichen **11** und **14** der Fasermantel **5** entfernt ist, würde aufgrund des hohen Wärmeeintrags beim Verspleißen der Luftmantelabschnitt **8** kollabieren, wodurch der Hauptmantelabschnitt **9** in Kontakt mit dem Pumpkern **7** kommen würde, so daß die Führungseigenschaft für den Pumpkern **7** im Bereich der Spleißstelle verloren gehen würden. Außerdem würden Probleme bei der Führung im Signalkern auftreten.

**[0046]** Bei der erfindungsgemäßen Spleißverbindung **1** ist dies aufgrund des mit Luft gefüllten Hohlraumes **17** zwischen der Stützhülse **15** und den freigelegten Pumpkernen **7** der beiden Fasern **2**, **3** nicht der Fall, da aufgrund des luft- oder gasgefüllten Hohlraumes **17**, in dem alternativ auch ein Vakuum vorliegen kann, die Führungseigenschaft für das Pumplicht beibehalten wird.

**[0047]** Die in [Fig. 1](#) gezeigte erfindungsgemäße Spleißverbindung kann wie folgt hergestellt werden. Von den beiden Enden der zu verspleißenden Fasern **2**, **3** ([Fig. 3](#)), die jeweils z. B. durch Brechen einer Faser erzeugt werden, wird jeweils der Fasermantel der jeweiligen Faser **2**, **3** entlang einer vorbestimmten Länge entfernt. Dies kann beispielsweise durch Schneiden mit einem Laser (z. B. Femtosekundenlaser), durch Ätzen oder durch Ritzen und Brechen durchgeführt werden.

**[0048]** Falls gewünscht, können die freigelegten Faserkerne jeweils erneut gebrochen bzw. abgeschnitten und gegebenenfalls poliert werden, um ein zu verspleißendes Ende zu erzeugen, das die gewünschten Eigenschaften aufweist. Dies kann z. B. durch Schneiden mit einem Laser (z. B. Femtosekundenlaser) oder durch Ritzen und Brechen durchgeführt werden.

**[0049]** Nachdem die Faserkerne **4** freigelegt sind ([Fig. 4](#)), wird über eine der beiden Fasern **2**, **3** die Stützhülse **15** geschoben. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird sie über die zweite Faser **3** so weit geschoben, daß sie sich nicht über den freigelegten Faserkern **4** erstreckt, sondern vollständig im Bereich des noch vorhandenen Fasermantels **5** liegt ([Fig. 5](#)).

**[0050]** Daraufhin werden die zu verspleißenden Enden der beiden Fasern **2**, **3** poliert oder anderweitig präpariert, sofern notwendig. Die Stützhülse kann auch erst nach diesem Schritt oder bereits vor dem Freilegen des Faserkerns über die zweite Faser geschoben werden.

**[0051]** Danach werden die beiden freien Enden der Faserkerne **4** in bekannter Weise zueinander ausgerichtet und verspleißt ([Fig. 6](#)).

**[0052]** Nach dem Verspleißen wird die Stützhülse **15** so über die verspleißten Enden geschoben, daß sie sich auf beiden Seiten über die Verbindungsbereiche **11** und **14** erstreckt und somit an beiden Fasermänteln **5** neben den Verbindungsbereichen **11** und **14** anliegt ([Fig. 7](#)). In diesem Zustand wird dann die Stützhülse **15** in den Kontaktbereichen **16** auf die Fasermäntel **5** kollabiert, so daß eine mechanisch feste (stoffschlüssige) Verbindung vorliegt und die Spleißverbindung **1** gemäß [Fig. 1](#) hergestellt ist. Dieses Kollabieren wird durch einen gezielten Wärmeein-

trag, z. B. mittels eines Lasers, bewirkt.

**[0053]** Natürlich können die Fasermäntel in der üblichen Art und Weise eine äußere Kunststoffummantelung (nicht gezeigt) aufweisen. Diese Kunststoffummantelung wird bevorzugt so weit entfernt, daß die Stützhülse **15** in der beschriebenen Art und Weise auf den Fasermänteln **5** verschoben und mit diesen mechanisch verbunden werden kann. Nach der mechanischen Verbindung von Stützhülse **15** und Fasermänteln **5** kann die Kunststoffummantelung im Bereich der Stützhülse **15** neu aufgebracht werden.

**[0054]** In [Fig. 8](#) ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Spleißverbindung **1** gezeigt, die sich von der Ausführungsform gemäß [Fig. 1](#) dadurch unterscheidet, daß zwischen der Stützhülse **15** und den Fasermänteln **5** jeweils eine Zwischenhülse **18** angeordnet ist. Die Zwischenhülsen **18** sind über Kontaktbereiche **19** mechanisch fest mit den Fasermänteln **5** verbunden. Die Stützhülse **15** ist wiederum über Kontaktbereiche **20** fest mit den Zwischenhülsen **18** verbunden. Mit den Zwischenhülsen **18** ist eine Anpassung an unterschiedlich dicke Fasermäntel bzw. unterschiedlich dicke Fasern **2**, **3** möglich. Dies erlaubt auch, die Stützhülse über ein (nicht dargestelltes) Coating (bzw. äußerer Beschichtung, z. B. ehe Polymerbeschichtung) zu schieben (außerhalb und z. B. anschließend an einen der Verbindungsbereiche **11**, **14**).

**[0055]** Bei der Herstellung werden in einem Schritt gemäß [Fig. 5](#) zuerst auf beide Fasern die Zwischenhülsen **18** aufgeschoben. Danach wird dann auf eine der beiden Fasern die Stützhülse **15** aufgeschoben. Nach dem Verspleißen der Faserenden werden die Zwischenhülsen **18** mechanisch mit den Fasermänteln verbunden und danach die Stützhülse **15** mit den Zwischenhülsen **18**.

**[0056]** In [Fig. 9](#) ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Spleißverbindung **1** gezeigt. In dieser Ausführungsform sind die verspleißten Fasern **2'** und **3'** wiederum gleich ausgebildet, unterscheiden sich von in [Fig. 1](#) und [Fig. 8](#) gezeigten Fasern **2**, **3** jedoch in der Ausbildung des Fasermantels.

**[0057]** Der Fasermantel **21** der Faser **2'** enthält einen direkt am Pumpkern **7** anliegenden Führungsbereich **22** mit einem geringeren Brechungsindex als der Pumpkern **7**. Der Führungsbereich **22** kann aus dotiertem Quarz oder auch aus undotiertem Quarz hergestellt sein. Zur Beibehaltung der Führung des Pumplichts ist der Fasermantel **21** im Verbindungsbereich **11**, **14** nur teilweise entfernt (z. B. durch Ätzen), so daß stets noch zumindest ein Teil des Führungsbereiches **22** am Pumpkern **7** anliegt. Durch die dann im Bereich der zu verspleißenden Enden vorliegenden deutlich geringeren Dicke des verbleibenden Fasermantels **21** im Vergleich zum Fasermantel **21**

außerhalb der Verbindungsbereiche **11**, **14** kann der Wärmeeintrag zur Herstellung der Spleißverbindung minimiert werden, so daß die eventuelle Beeinflussung des Dotierungsprofils im Führungsbereich **22** minimiert werden kann. Damit bleibt die Führungseigenschaft auch im Bereich der Spleißverbindung erhalten. Durch die Stützhülse **15** wird die gewünschte notwendige Stabilität gegen Biegen und Knicken der verspleißten Fasern im Bereich der Spleißverbindung erzielt.

**[0058]** In einer Abwandlung der Ausführungsform von [Fig. 9](#) können die Fasermäntel **21** der Fasern **2'** und **3'** auch vollständig in den Verbindungsbereichen **11** und **14** entfernt werden. In diesem Fall wird die Führungseigenschaft in den Verbindungsbereichen **11** und **14** dann von der vorhandenen Luftschicht in gleicher Weise wie bei der Spleißverbindung von [Fig. 1](#) oder [Fig. 8](#) gewährleistet.

**[0059]** In [Fig. 10](#) ist eine Abwandlung der erfindungsgemäßen Spleißverbindung von [Fig. 1](#) gezeigt, wobei der einzige Unterschied in der Ausbildung der Stützhülse **15** vorliegt. Die Stützhülse **15** weist weiterhin einen im wesentlichen konstanten Innenquerschnitt auf. Jedoch ist die Wanddicke in einem Mittelbereich **23** der Stützhülse **15** größer als in ihren Randbereichen **24**, **25**. Die Ausdehnung des Mittelbereichs **23** in axialer Richtung ist dabei bevorzugt so gewählt, daß sich der Mittelbereich **23** bis über die Fasermäntel **5** erstreckt. Die mechanische Verbindung zwischen der Stützhülse **15** und den Fasermänteln **5** wird dann in den Randbereichen **24** und **25** durchgeführt. Dies führt zu dem Vorteil, daß zur Herstellung dieser mechanischen Verbindung ein geringer Wärmeeintrag aufgrund der geringeren Wandstärke bzw. -dicke der Randbereiche **24**, **25** notwendig ist und eine erhöhte Stabilität durch die höhere Wandstärke bzw. -dicke im Mittelbereich **23** zur Verfügung gestellt werden kann.

**[0060]** Die erfindungsgemäße Spleißverbindung **1** ist nicht auf das Verspleißen von zwei gleich ausgebildeten Fasern bzw. Lichtwellenleitern beschränkt. So können z. B. mit den Zwischenhülsen **18** gemäß [Fig. 8](#) unterschiedliche Außendurchmesser der zu verspleißenden Fasern **2**, **3** kompensiert werden.

**[0061]** In [Fig. 11](#) ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei der eine erste Faser **2**, wie sie beispielsweise in [Fig. 1](#) beschrieben wurde, mit einer sich zu ihrem verspleißten Ende verjüngenden zweiten Faser **26** verspleißt ist. Die zweite Faser **26** kann beispielsweise als Einkoppelfaser dienen, wobei sie einen Signalkern **27** mit konstantem Querschnitt und einen sich verjüngenden Pumpkern **28** aufweist. Der Pumpkern **28** ist dabei so ausgebildet, daß er einen ersten Abschnitt **29** mit großem Außendurchmesser, einen sich daran anschließenden zweiten Abschnitt **30**, der sich verjüngt, und einen sich daran anschlie-

ßenden dritten Abschnitt **31** umfaßt, dessen freies Ende mit dem Ende der ersten Faser **2** verspleißt ist. Zur Führung des Pumplichtes kann der erste Abschnitt **30** einen radial außen liegenden Dotierungsbereich **32** aufweisen.

**[0062]** Die Verjüngung ist so ausgebildet, daß Pumplicht aus der zweiten Faser **26** möglichst gut (insbesondere bestmöglich) in den Faserkern der ersten Faser **2** gekoppelt wird.

**[0063]** Die Stützhülse **15** ist bei der Ausführungsform von [Fig. 11](#) in gleicher Weise wie bei der Ausführungsform von [Fig. 9](#) ausgebildet.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 3530963 A1 [[0005](#), [0006](#)]



**Patentansprüche**

1. Spleißverbindung zwischen zwei Fasern, bei der zumindest eine der Fasern (**2, 3**) einen Faserkern (**4**), der zumindest einen inneren Signalkern (**6**) und einen diesen umgebenden Pumpkern (**7**) umfaßt, sowie einen am Pumpkern (**7**) anliegenden Fasermantel (**5**), der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, der Fasermantel (**5**) der zumindest einen Faser (**2, 3**) in einem Verbindungsbereich (**11, 14**), der sich vom verspleißten Ende (**12, 13**) der Faser (**2, 3**) in Faserlängsrichtung entlang einer vorbestimmten Länge erstreckt, in radialer Richtung zumindest teilweise entfernt ist, und eine Stützhülse (**15**) vorgesehen ist, in der die verspleißten Enden (**12, 13**) der beiden Fasern (**2, 3**) angeordnet sind und die sich entlang des gesamten Verbindungsbereiches (**11, 14**) sowie darüber hinaus erstreckt, wobei die Stützhülse (**15**) mit beiden Fasern (**2, 3**) neben dem Verbindungsbereich (**11, 14**) mechanisch verbunden ist und entlang des gesamten Verbindungsbereiches (**11, 14**) mit der jeweiligen Faser (**2, 3**) mechanisch nicht verbunden sowie von dieser beabstandet ist.

2. Spleißverbindung nach Anspruch 1, bei der die Stützhülse (**15**) einen im wesentlichen konstanten Innenquerschnitt aufweist.

3. Spleißverbindung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Stützhülse (**15**) einen Mittelbereich (**23**) und zwei sich daran seitlich anschließende Randbereiche (**24, 25**) aufweist, wobei die Wandstärke des Mittelbereiches (**23**) größer ist als die der Randbereiche (**24, 25**).

4. Spleißverbindung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die Stützhülse (**15**) über eine Zwischenhülse (**18**) mit zumindest einer der beiden Fasern (**2, 3**) mechanisch verbunden ist.

5. Spleißverbindung nach einem der obigen Ansprüche, bei der der Fasermantel (**5**) der zumindest einen Faser (**2, 3**) im Verbindungsbereich (**11, 14**) vollständig entfernt ist.

6. Spleißverbindung nach einem der obigen Ansprüche, bei der sich zumindest eine der Fasern (**26**) innerhalb der Stützhülse (**15**) verjüngt.

7. Spleißverbindung nach einem der obigen Ansprüche, bei der beide Fasern (**2, 3**) gleich ausgebildet sind.

8. Spleißverbindung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die Stützhülse (**15**) einstückig ausgebildet ist.

9. Verfahren zum Herstellen einer Spleißverbindung zwischen zwei Fasern, wobei zumindest eine der Fasern einen Faserkern, der zumindest einen inneren Signalkern und einen diesen umgebenden Pumpkern umfaßt, sowie einen am Pumpkern anliegenden Fasermantel, der zur Führung von Licht im Pumpkern dient, aufweist, bei dem der Fasermantel der zumindest einen Faser in einem Verbindungsbereich, der sich vorn zu verspleißenden Ende der Faser in Faserlängsrichtung entlang einer vorbestimmten Länge erstreckt, in radialer Richtung zumindest teilweise entfernt wird, eine Stützhülse über eine der beiden Fasern geschoben wird, die beiden zu verspleißenden Enden der Fasern zueinander ausgerichtet und miteinander verspleißt werden, die Stützhülse so über die verspleißten Enden geschoben wird, daß sie sich entlang des gesamten Verbindungsbereiches sowie darüber hinaus erstreckt, die Stützhülse mit beiden Fasern neben dem Verbindungsbereich mechanisch verbunden wird und entlang des gesamten Verbindungsbereiches, in dem sie von der jeweiligen Faser beabstandet ist, nicht mechanisch mit dieser verbunden wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Fasermantel der zumindest einen Faser im Verbindungsbereich vollständig entfernt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem vor dem Verspleißen der beiden Enden über eine der Fasern eine Zwischenhülse geschoben wird, die nach dem Verspleißen neben dem Verbindungsbereich mit einer der Fasern mechanisch verbunden wird, und die Stützhülse mit der Zwischenhülse mechanisch verbunden wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



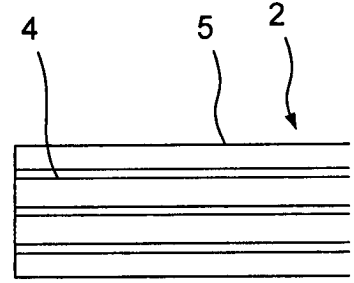
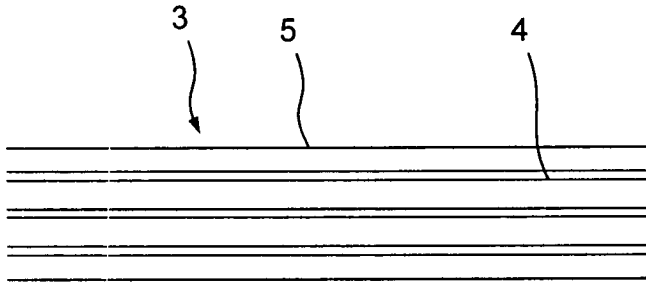


Fig. 3

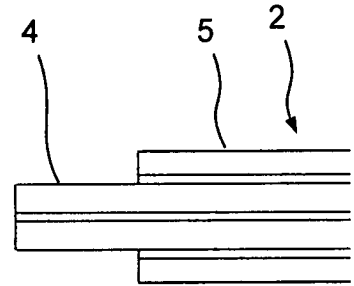
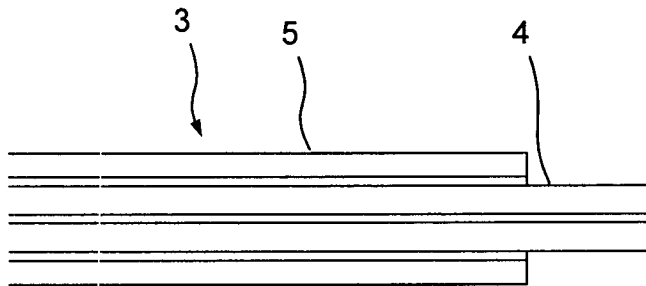


Fig. 4

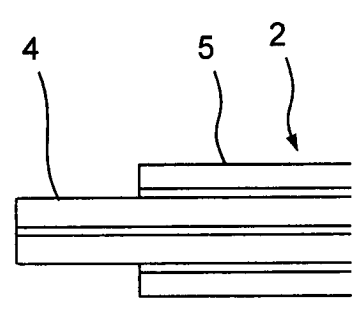
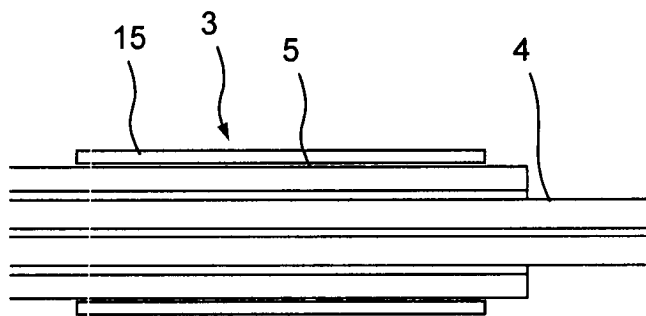


Fig. 5

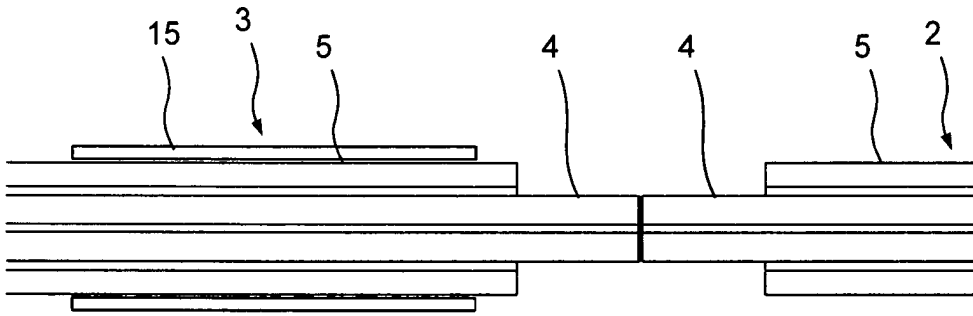


Fig. 6

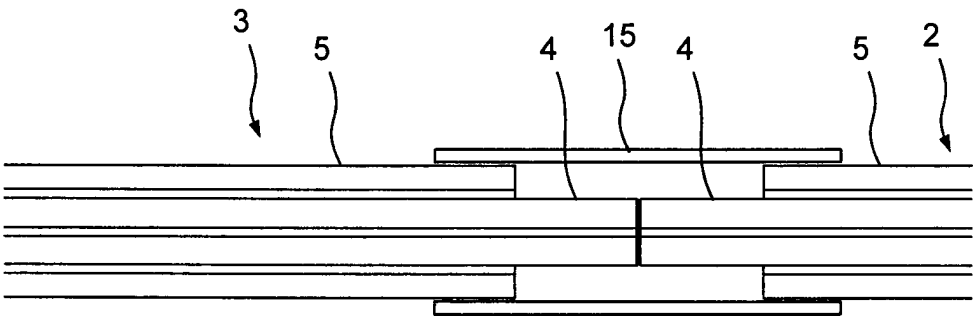


Fig. 7

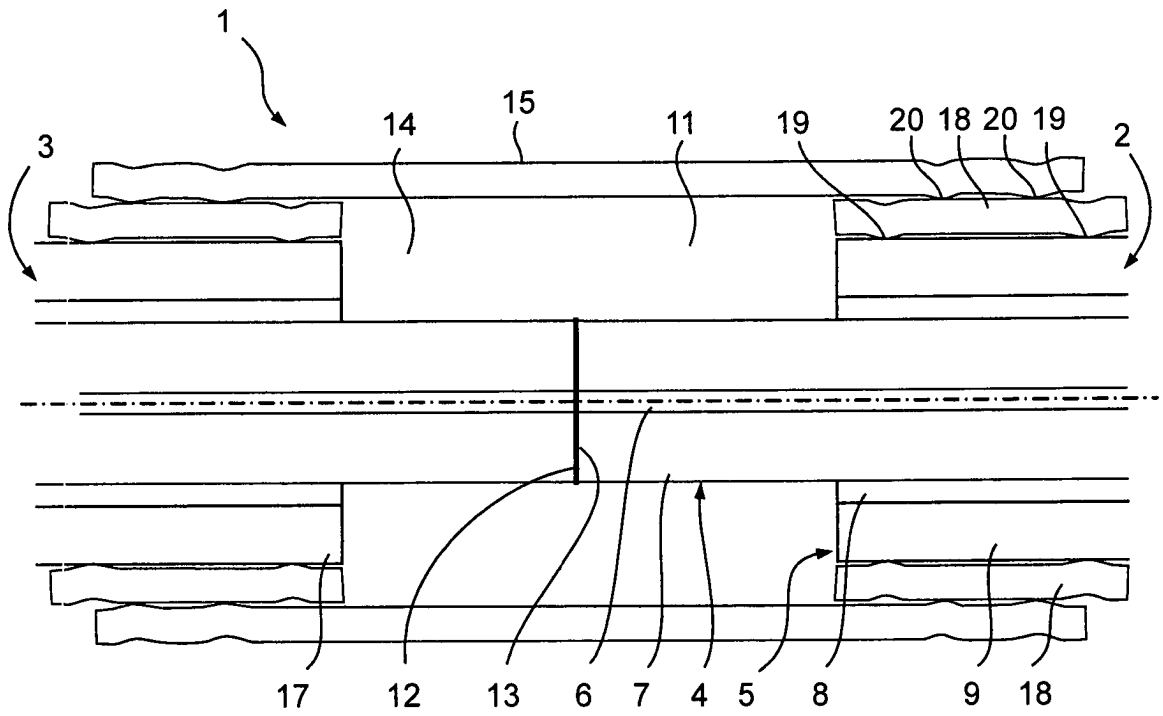


Fig. 8

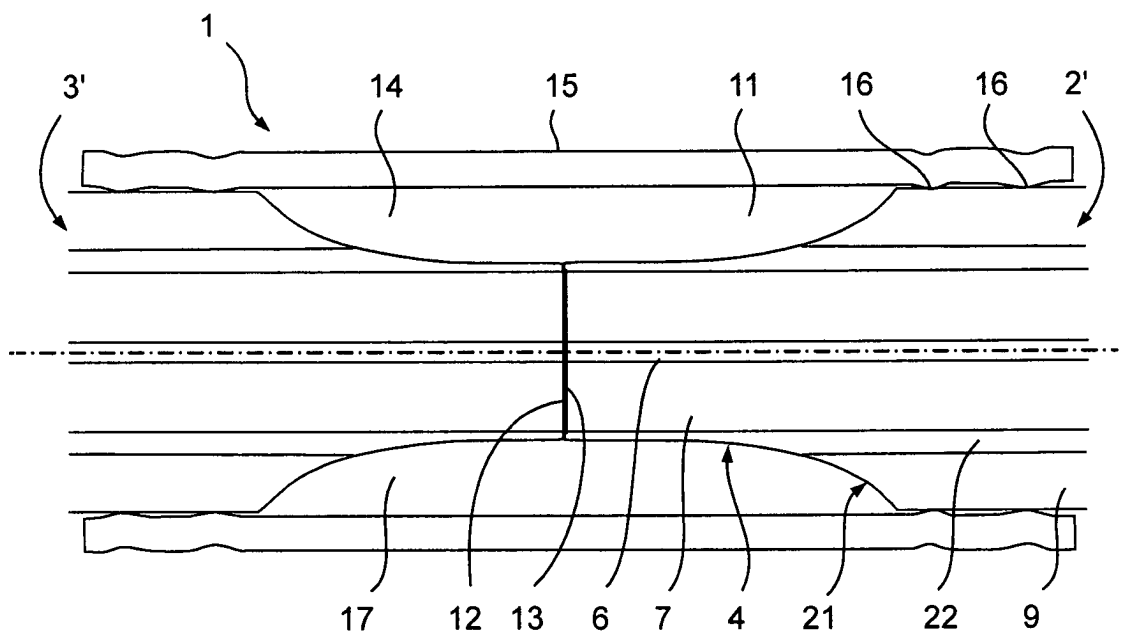


Fig. 9

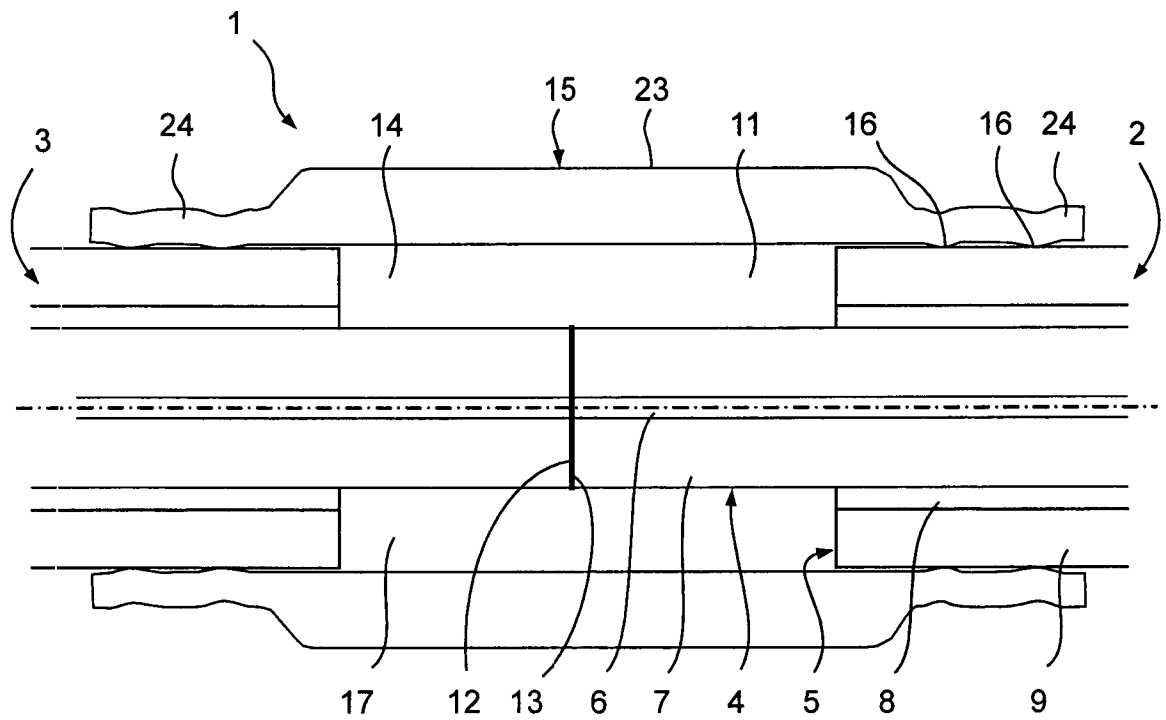


Fig. 10

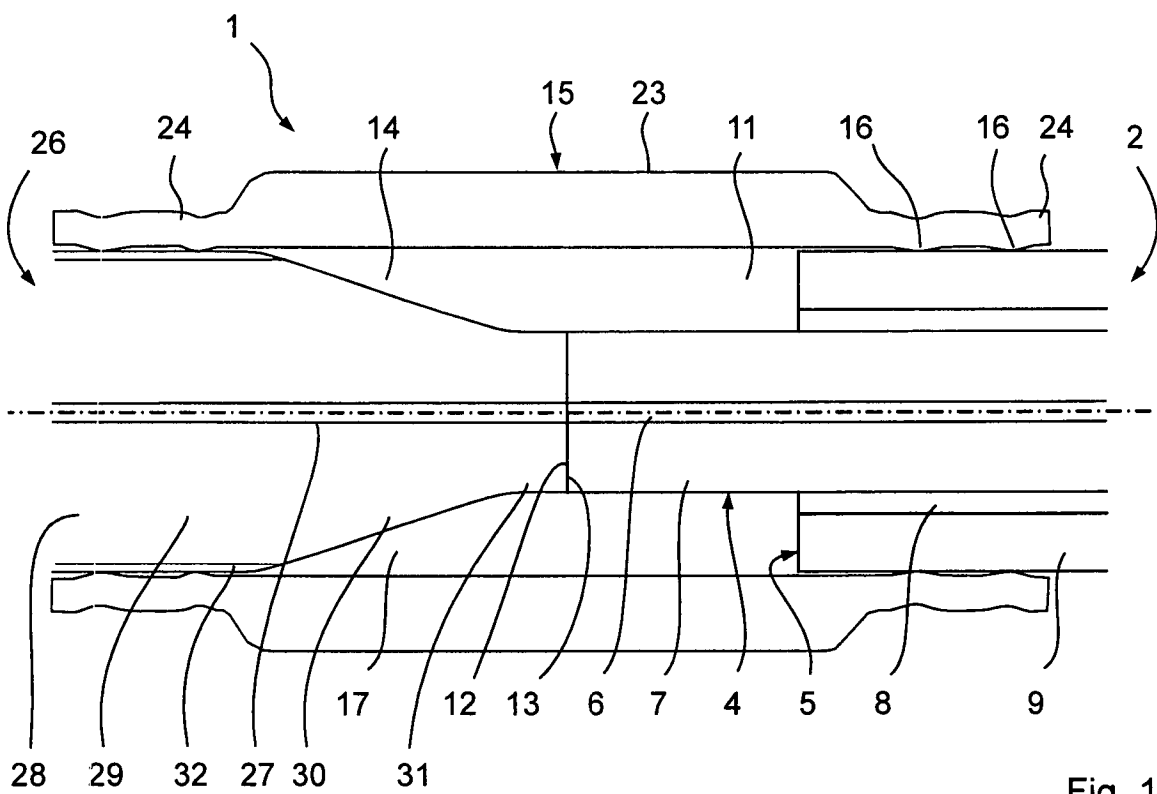


Fig. 11