

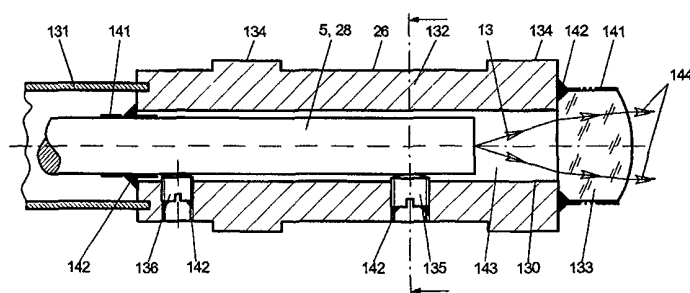
PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G02B 6/24	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/14582 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. März 2000 (16.03.00)		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02425 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. August 1999 (04.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 40 935.4 8. September 1998 (08.09.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG [DE/DE], Kurfürsten-Anlage 52-60, D-69115 Heidelberg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜRGENSEN, Heinrich [DE/DE]; Dutschfeldredder 22, D-24223 Raisdorf (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG; Schäfer, Klaus, TPT - R4, Siemenswall, D-24107 Kiel (DE). </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> </td> </tr> </table>			(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02425 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. August 1999 (04.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 40 935.4 8. September 1998 (08.09.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG [DE/DE], Kurfürsten-Anlage 52-60, D-69115 Heidelberg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜRGENSEN, Heinrich [DE/DE]; Dutschfeldredder 22, D-24223 Raisdorf (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG; Schäfer, Klaus, TPT - R4, Siemenswall, D-24107 Kiel (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02425 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. August 1999 (04.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 40 935.4 8. September 1998 (08.09.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG [DE/DE], Kurfürsten-Anlage 52-60, D-69115 Heidelberg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜRGENSEN, Heinrich [DE/DE]; Dutschfeldredder 22, D-24223 Raisdorf (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG; Schäfer, Klaus, TPT - R4, Siemenswall, D-24107 Kiel (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>			

(54) Title: END PIECE FOR OPTICAL FIBRES

(54) Bezeichnung: ABSCHLUSSSTÜCK FÜR LICHTLEITFASERN



(57) Abstract

The invention relates to an end piece for optical fibres (5, 28) which consists of an elongated housing having a continuous cylindrical hole extending in an axial direction for receiving an optical fibre and outer fitting seats (134) which serve as reference surfaces for mounting the housing in the mountings. At the end of the housing (123) at which the optical fibre (5, 28) is introduced into same, said optical fibre (5, 28) is taken up and guided inside the housing. A short-focus positive lens (133) is fixed to the other end of the housing (132). Inside the continuous cylindrical hole (130) extending in an axial direction the end of the optical fibre (5, 28) and the positive lens (133) are aligned in relation to each other and fixed in such a way that the point where the beam exits the optical fibre (5, 28) is located approximately in the focal point of the positive lens (133) and the laser beam (144) bundle exiting from the positive lens is aligned in a defined manner in relation to the fitting seats (134).

(57) Zusammenfassung

Abschlussstück für Lichtleitfasern (5, 28), das aus einem länglichen Gehäuse besteht, das eine durchgehende, sich in axialer Richtung erstreckende, zylindrische Öffnung zur Aufnahme einer Lichtleitfaser sowie äussere Passungen (134) als Referenzflächen für die Aufnahme in den Fassungen aufweist. An dem Ende des Gehäuses (123), an dem die Lichtleitfaser (5, 28) eintritt, wird die Lichtleitfaser (5, 28) aufgenommen und innerhalb des Gehäuses geführt. Am anderen Ende des Gehäuses (132) ist eine kurzbrennweitige Sammellinse (133) befestigt. Das Ende der Lichtleitfaser (5, 28) und die Sammellinse (133) sind innerhalb der durchgehenden, sich in axialer Richtung erstreckenden, zylindrischen Öffnung (130) so relativ zueinander ausgerichtet und fixiert, dass der Austrittspunkt der Strahlung aus der Lichtleitfaser (5, 28) etwa im Brennpunkt der Sammellinse (133) liegt und das aus der Sammellinse austretende Strahlenbündel des Laserstrahls (144) in Bezug auf die Passungen (134) definiert ausgerichtet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Abschlußstück für Lichtleitfasern

Die Erfindung betrifft ein Abschlußstück für Lichtleitfasern. Bei Lichtleitfasern ist es wichtig, daß das in die Faser eintretende Strahlenbündel sowie das aus der Faser austretende Strahlenbündel eine in bezug auf die restliche optische Anordnung, bei der die Lichtleitfaser Anwendung findet, definiert bezüglich seines Durchmessers, seiner Divergenz, seiner Zentrierung und der Richtung der Achse des Strahlenbündels justiert ist. Auch ist eine sichere und dauerhafte Halterung der Enden des Lichtleiters erforderlich mit der Möglichkeit, Dichtungen anzubringen, um den Raum, in dem sich die Laserstrahlung befindet, von der Umgebung dicht abzuschließen. Schließlich soll die Verbindung einfach zu lösen sein. Insbesondere soll das Abschlußstück für hohe Laserleistungen geeignet sein. In der optischen Nachrichtentechnik sind Steckverbindungen für Lichtleitfasern für niedrige Leistungen bekannt, die aber für hohe Leistungen nicht geeignet sind, weil eine zu hohe Erwärmung auftritt, die zu einer Zerstörung führt.

Ein Ziel der Erfindung ist es, ein Abschlußstück für Lichtleitfasern zu schaffen, das einfach herstellbar ist und ein sehr präzises Einkoppeln in die Lichtleitfaser und/oder ein sehr präzises Auskoppeln der Strahlung aus der Lichtleitfaser ermöglicht. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, bei einem Fiberlaser die Pumpstrahlung optimal in die Laserfiber einzukoppeln und/oder die Laserstrahlung optimal aus der Laserfiber auszukoppeln. Dabei soll der Laserstrahl mit definierten Werten bezüglich Strahldurchmesser, Strahldivergenz, Zentrierung und Winkelrichtung ausgekoppelt werden. Weiterhin sollen das Ende der Laserfiber, in die die Pumpstrahlung eintritt und das Ende, aus dem die Laserstrahlung austritt, präzise und dauerhaft gefaßt werden, um ein fertigungs- und servicegerechtes Modul zu erhalten. Die Strahlung kann dabei erfindungsgemäß je nach Anwendungsfall z. B. als Pumpfleck in die Fiber eingekoppelt und/oder als paralleler Laserstrahl ausgekoppelt werden, an der Austrittsstelle divergieren oder z.B. in einem gewissen Abstand von der Austrittsstelle fokussiert sein. Dabei besteht der Wunsch, das Abschlußstück möglichst klein auszubilden und mit einer oder mehreren

- 2 -

Passungen als Referenzfläche oder Referenzflächen für die Ausrichtung des Laserstrahls zu versehen.

Dies wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß die Lichtleitfaser in einem Abschlußstück, auch Terminator genannt, gefaßt und die Lage der Lichtleitfaser und/oder die Lage des austretenden Strahlenbündels innerhalb des Abschlußstücks genau justiert wird. Mittels der genauen Justierung und einer erfindungsgemäßen entsprechend räumlich kleinen Ausführung der Abschlußstücke, die infolge einer besonderen Formgebung zudem noch besonders einfach aneinander gereiht werden können, wird es möglich, die Strahlenbündel mehrerer Fiberlaser so zusammenzufassen und zu bündeln, daß die jeweils gestellte Aufgabe gelöst wird und gleichzeitig eine wirtschaftliche Fertigung sowie eine kostengünstige Wartung der Anordnung ermöglicht wird.

Wichtige Merkmale der Erfindung sind im Patentanspruch 1 angegebenen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen 2 bis 27 hervor. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Fig. 1 bis 13 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Fiberlasers (Stand der Technik),
- Fig. 1a eine verkürzte Darstellung der Fiber des Fiberlasers (Stand der Technik),
- Fig. 2 ein Beispiel für ein Abschlußstück (Terminator) für die Auskopplung der Strahlung aus einer Faser bzw. der Fiber eines Fiberlasers,
- Fig. 2a ein Beispiel einer Mehrfachanordnung für mehrere Abschlußstücke,
- Fig. 3 ein Beispiel für ein Abschlußstück mit Justierschrauben,
- Fig. 3a einen Querschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 3 im Bereich der Justierschrauben,
- Fig. 4 ein Beispiel eines Abschlußstücks mit kugelförmigen Justierelementen,
- Fig. 4a einen Querschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 4 im Bereich der kugelförmigen Justierelemente,
- Fig. 5 ein Beispiel einer Ausführung eines Abschlußstücks mit einer konischen Passung zum Einsatz in eine Fassung,

- Fig. 6 ein Beispiel für eine Mehrfachfassung für mehrere Abschlußstücke,
Fig. 6a die rückwärtige Befestigung der Abschlußstücke gemäß Fig. 6,
Fig. 7 ein Beispiel für ein Abschlußstück mit rechteckförmigem Querschnitt und
einer trapezförmigen Draufsicht,
5 Fig. 7a einen Längsschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 7,
Fig. 7b einen Querschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 7,
Fig. 8 ein Beispiel für eine Ausführungsform mit quadratischem Querschnitt,
Fig. 8a ein Querschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 8,
Fig. 9 ein Beispiel für ein Abschlußstück mit trapezförmigem Querschnitt,
10 Fig. 9a ein Beispiel für ein Abschlußstück mit dreieckigem Querschnitt,
Fig. 9b ein Beispiel für ein Abschlußstück mit wabenförmigem Querschnitt,
Fig. 10 eine modulare Ausführung der Fiber des Fiberlasers gemäß Fig. 1,
Fig. 11 ein Beispiel für die Einkopplung der Pumpenergie in die Fiber des Fiber-
lasers gemäß Fig. 10,
15 Fig. 12 ein Beispiel für einen Fiberlaser mit zwei Ausgängen und
Fig. 13 ein Beispiel zum Zusammenführen zweier Fiberlaser.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Anwendungsbeispiels bei der Einkopplung der Pumpstrahlung und der Auskopplung von Laserstrahlung bei einem
20 Fiberlaser erläutert. Die Erfindung ist aber nicht auf die Anwendung bei Fiberlasern beschränkt, sondern kann überall da eingesetzt werden, wo Strahlung in eine Lichtleitfaser eingekoppelt oder Strahlung aus einer Lichtleitfaser ausgekoppelt werden soll, bzw. wo Strahlung aus einer Lichtleitfaser austritt.

25 In den Figuren 1 und 1a wird der prinzipielle Aufbau einer Fiberlaser-Anordnung 2, auch Faserlaser genannt, gezeigt. In Fig. 1 wird die Energie einer Pumpquelle wie z. B. einer Laserdiode, hier Pumpquelle 18 genannt, über eine Einkoppeloptik 3 zu einem geeigneten Pumpfleck 4 geformt und in die Laserfiber 5 eingekoppelt. Solche Pumpquellen sind z.B. in der parallellaufenden deutschen Patentan-
30 meldung mit dem Aktenzeichen P 196 03 704 beschrieben. Typische Pumpquerschnitte der Laserfibern liegen etwa zwischen 100 µm und 600 µm Durchmesser bei einer numerischen Apertur von etwa 0,4. Die Laserfiber 5 ist auf der

Einkoppelseite 6 mit einem Einkoppelspiegel 7 versehen, der die Pumpstrahlung ungehindert durchläßt, für die Laserstrahlung aber eine 100 %ige Reflexion aufweist. Der Einkoppelspiegel 7 kann mit einer geeigneten Halterung oder durch Kleben an dem Faserende befestigt sein, er kann aber auch durch direktes Aufdampfen einer geeigneten Schicht, wie sie bei Einkoppelspiegeln für Laser verwendet wird, auf das Faserende realisiert werden. Auf der Auskoppelseite 11 der Laserfiber 5 ist ein für die Laserstrahlung teildurchlässiger Auskoppelspiegel 12 angebracht, durch den die Laserstrahlung 13 ausgekoppelt wird. In vorteilhafter Weise weist der Auskoppelspiegel für die Pumpstrahlung eine 100%ige Reflexion auf. Hierdurch wird die restliche Pumpstrahlung wieder zurück in die Lichtleitfaser reflektiert, was vorteilhaft ist, da die Pumpenergie besser ausgenutzt wird und außerdem nicht bei der Anwendung der Laserstrahlung stört. Der Auskoppelspiegel kann wie der Einkoppelspiegel, ebenfalls durch Aufdampfen hergestellt werden. Der relativ große Pumpquerschnitt 14 vereinfacht das Einkoppeln der Pumpenergie und ermöglicht den Einsatz einer einfach lösbaren Verbindung zwischen Pumpquelle und Laserfiber, wie in den Fig. 10 und 11 gezeigt wird. Dabei kann das pumpquellenseitige Abschlußstück der Laserfiber in vorteilhafter Weise baugleich sein mit dem Abschlußstück auf der Auskoppelseite, es muß es aber nicht. Eine präzise Steckverbindung zwischen Pumpquelle und Laserfiber bietet erhebliche Vorteile bei der Fertigung der Fiberlaser und im Servicefall. Die Laserfiber kann aber auch fest mit der Pumpquelle zu einem Lasermodule verbunden sein. Infolge des gezielt hergestellten, sehr geringen Faserkerndurchmessers liefert der Fiberlaser am Austritt eine praktisch beugungsbegrenzte Laserstrahlung 13.

In Fig. 1a ist der Einkoppelvorgang der Pumpstrahlung in den Pumpquerschnitt 14 der Laserfiber 5, die auch als Doppelkernfaser bezeichnet wird, näher dargestellt. Die Energie im Pumpfleck 4 regt auf ihrem Weg durch die Faser die Laserstrahlung im Kern der Laserfiber 15 an. Der Pumpkern 16 ist von einem Mantel 17 umgeben. Der etwa 5 µm bis 10 µm starke Kern 15 der Laserfiber 5 ist vorwiegend mit Seltenen Erden dotiert. Wie unter Fig. 12 und 13 näher beschrieben, kann man an den aktiven Ausgang von Fiberlasern auch passive Fasern 28 ankoppeln.

In Fig. 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines Abschlußstücks 26 (Terminator) für eine Faser 28 oder Laserfiber 5, die auch eine Faser ist, gezeigt. Solche Abschlußstücke können mit Vorteil für die Auskopplung von Laserstrahlung aus einer Faser 5, 28 verwendet werden, wie es in der parallellaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten deutschen Patentanmeldung „Verfahren und Anordnung zur Materialbearbeitung mittels Laserstrahlen“, Zeichen der Anmelderin 98/1035, beschrieben ist und Anwendung findet. Dieses Abschlußstück 26 kann grundsätzlich für alle Anwendungsfälle benutzt werden, bei denen es darauf ankommt, das aus einer Faser 5, 28 austretende Strahlenbündel mit einer lösbaren Verbindung präzise anzukoppeln. Ebenso ist es mit Hilfe dieses Abschlußstücks möglich, eine präzise lösbare Verbindung der Faser 5, 28 mit der übrigen Optik zu erzeugen. Das Abschlußstück besteht aus einem länglichem Gehäuse 132, das eine durchgehende, sich in axialer Richtung erstreckende, zylindrische Öffnung 130 aufweist. Das Gehäuse ist vorzugsweise aus vorgefertigtem, beispielsweise gezogenem Material, das vorzugsweise aus Glas bestehen kann, hergestellt. Die Laserfiber 5 des Fiberlasers ist vorzugsweise auf ihrem letzten Ende von ihrem Mantel befreit und an ihrer Außenfläche aufgeraut, wie es in der deutschen Patentanmeldung P 197 23 267 beschrieben ist, so daß die restliche Pumpstrahlung vor dem Eintritt der Laserfiber in das Abschlußstück die Laserfiber verläßt. Die Faser 5, 28 kann zusätzlich noch mit einer ein- oder mehrlagigen Schutzhülle 131 umgeben sein, die mit dem Gehäuse 132 des Abschlußstücks beispielsweise mittels einer Klebung 142 verbunden sein kann. Das Gehäuse 132 weist Passungen 134 auf, mit denen das Gehäuse in einer Fassung 29 (Fig. 2a, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 11) genau eingesetzt werden kann. Dabei können sich die Passungen über die gesamte Länge des Gehäuses erstrecken (Fig. 2, 7, 8), sie können aber auch in begrenzten Bereichen des Gehäuses angebracht sein (Fig. 3, 4, 5). Es können eine oder mehrere Dichtungen 36 vorgesehen sein, die

beispielsweise mittels Klebungen 142 mit dem Gehäuse 132 verbunden sind. Die Aufgabe der Dichtungen ist es, eine gasdichte Verbindung der Abschlußstücke mit den Fassungen 29 zu ermöglichen. Das Gehäuse kann im Bereich des Schutzmantels 131 und der Dichtung 36 einen anderen, beispielsweise geringeren Durchmesser haben, als im Bereich der Passungen. An einem Ende des Gehäuses 132 wird das Ende der Faser 28 bzw. der Laserfaser 5 aufgenommen und innerhalb des Gehäuses in der Öffnung 130 geführt. Am anderen Ende des Gehäuses 132 ist eine kurzbrennweitige Linse 133 befestigt, wobei das Gehäuse eine konische Erweiterung 139 aufweisen kann, um die Laserstrahlung 13 nicht zu behindern. Es können Mittel zum Justieren der Lage der Faser 5, 28 innerhalb des Abschlußstückes vorgesehen sein, um die Lage der Faser zu der Linse 133 innerhalb des Abschlußstückes und in Bezug auf die Passungen 134 zu justieren, wie in den Fig. 3, 3a, 4, 4a, 5, 7a, 7b, 8, 8a, 9, 9a und 9b gezeigt wird. Es kann auch die radiale Lage der Faser 5, 28 durch die zylindrische Öffnung 130 bestimmt werden, wobei die Faser axial innerhalb der Öffnung verschiebbar ist. Die Lage der Linse 133 kann entweder bei der Montage ausreichend präzise montiert oder durch nicht dargestellte geeignete Mittel in Bezug auf die Faser 5, 28 und auf die Passungen 134 axial und/oder radial justiert und fixiert werden, wobei auch die Faser axial verschoben werden kann (Fig. 2). Die Justierungen werden vorteilhaft mit einer Meß- und Justiervorrichtung vorgenommen. Durch die Justierung soll erreicht werden, daß das aus der Linse 133 austretende Strahlenbündel 144 zu den Passungen 134 in eine vorgegebene Achs- und Fokusslage mit einem definierten Kegel gebracht wird. Nach einer Fixierung der Faser 5, 28 innerhalb des Gehäuses 132 und der Linse 133 an dem Gehäuse wird die Meß- und Justiervorrichtung entfernt. Erfindungsgemäß ist es auch möglich, das Ende der Faser 5, 28 im Bereich des Abschlußstücks vor der Montage mit einem geeigneten Überzug, beispielsweise einer entsprechend dick aufgetragenen Metallisierung 141 zu versehen, um die Dauerhaftigkeit der Justierung noch zu verbessern. Die

- 7 -

- Fixierung der Faser 5, 28 innerhalb des Gehäuses 132 kann mit geeigneten Mitteln wie Kleben, Löten oder Schweißen erfolgen. An der Übergangsstelle zwischen dem Gehäuse 132 und der Schutzhülle 131 ist vorzugsweise eine elastische Masse 138 vorgesehen, die einen zusätzlichen Schutz für die Faser darstellt. Es ist gemäß der Erfindung auch möglich, die Linse 133 vorzugsweise auf ihrer dem Faserende zugewendeten Seite durch entsprechende Formgebung und Aufdampfen einer entsprechenden Schicht so auszuführen und auszurichten, daß sie die Funktion des Auskoppelspiegels 12 für den Fiberlaser mit übernimmt.
- Fig. 2a zeigt eine Mehrfachanordnung von Fiberlaserausgängen mittels der Abschlußstücke aus Fig. 2. In einem Gehäuse 145 sind Bohrungen 150 zum Aufnehmen von zwei Abschlußstücken 26 für zwei Spuren vorgesehen. Weiterhin sind in Verlängerung der Bohrungen innerhalb des Gehäuses 145 je drei Stifte 148 und 149 in Reihen so angebracht, daß sie eine seitliche Begrenzung als Fassung 29 für die Abschlußstücke darstellen und für eine präzise Führung und Ausrichtung der Abschlußstücke sorgen. Die Durchmesser der Stifte 148 sind mit d_1 bezeichnet und vorzugsweise untereinander gleich. Die Durchmesser der Stifte 149 sind mit d_2 bezeichnet und vorzugsweise ebenfalls untereinander gleich. Wenn die Durchmesser der Stifte 148 gleich den Durchmessern der Stifte 149 wären, würden die Achsen der Strahlenbündel beider Spuren in der Zeichenebene parallel zu einander liegen, da die Abschlußstücke 26 zylindrische Passungen 134 aufweisen. Es sind aber in Fig. 2a die Durchmesser der Stifte 149 größer als die Durchmesser der Stifte 148 dargestellt, was dazu führt, daß die Achsen der beiden Strahlenbündel in der Zeichenebene unter einem Winkel zueinander verlaufen. Der Winkel zwischen den Strahlenbündeln ist abhängig vom Durchmesserunterschied $d_2 - d_1$ und vom Mittenabstand M der beiden Stiftreihen. Die Abschlußstücke sind auf der Unterseite in einer Ebene durch das Gehäuse 145 geführt und werden von oben durch einen nicht dargestellten Deckel des Gehäuses geführt, der an dem Gehäuse befestigt ist und es mittels einer nicht dargestellten Dichtung gasdicht abschließen kann. Das Gehäuse 145 kann Teil einer Aufnahme für eine optische Einheit zur Formung der Laserstrahlung sein. Die Abschlußstücke sind mittels

Laschen 147 und nicht dargestellten Schrauben an dem Gehäuse 145 befestigt, wobei die Dichtungen 36 für einen gasdichten Abschluß sorgen. Die Anordnung ist nicht auf zwei Spuren beschränkt, es können weitere Bohrungen 150 vorgesehen werden und weitere Stifte 148 und 149 eingesetzt werden, um weitere Abschluß-

5 stücke für weitere Spuren einzufügen. Die Anordnung ist auch nicht auf die beschriebene eine Ebene beschränkt, es können weitere Bohrungen 150 in das Gehäuse 145 in weiteren Spuren und in einer oder mehreren weiteren Ebenen eingefügt werden, die über oder unter der Zeichenebene liegen und dabei die Stifte 148 und 149 soweit verlängert werden, daß sie Fassungen 29 für alle Spuren und alle

10 Ebenen darstellen. Erfindungsgemäß werden zum Erzeugen eines definierten Abstands zwischen den Ebenen ebenfalls Stifte 148 und 149 verwendet. In diesem Fall verlaufen die Stifte horizontal zwischen den Abschlußstücken. Beispielsweise verlaufen die horizontal angeordneten Stifte 149 zwischen der Wand des Gehäuses 145, in der die Bohrungen 150 liegen und der Reihe der gezeigten vertikal

15 angeordneten Stifte 149. Die horizontal angeordneten Stifte 148 verlaufen vorzugsweise in einem Abstand M parallel zu den horizontal angeordneten Stiften 149. Horizontal angeordnete Stifte sind in Fig. 2a nicht dargestellt. Die Stifte 148, 149 werden vorzugsweise aus gezogenem Stahldraht gefertigt, sie können aber auch aus anderen Materialien, beispielsweise aus gezogenem Glas bestehen. Ein

20 Vorteil bei der Anordnung mit mehren Spuren und/oder mehreren Ebenen in der gezeigten Weise ist, daß die Stäbe 148, 149 eine gewisse Flexibilität aufweisen. Dadurch ist es möglich, das gesamte Paket aus den Abschlußstücken in Richtung der Spuren und in Richtung der Ebenen so zusammenzupressen, daß die Abschlußstücke 26 mit ihren Passungen 134 ohne Abstand an den Stiften anliegen,

25 was für die Erzielung höchster Präzision erwünscht ist.

In Fig. 3 ist ein Abschlußstück 26 gezeigt, bei dem Mittel zum Justieren der Lage der Faser 5, 28 innerhalb des Abschlußstückes vorgesehen sind, um die Lage der Faser 5, 28 zu der Linse 133 innerhalb des Abschlußstückes und in Bezug auf die

30 Passungen 134 zu justieren. Es kann auch die Lage der Linse justiert werden. Die Justierungen werden vorteilhaft mit einer Justiervorrichtung vorgenommen. Dabei

können für die Justierung der Lage der Faser 5, 28 im Gehäuse 132 Justierschrauben 135, 136 (Fig. 3, 3a, 7a, 7b, 8, 8a, 9, 9a, 9b) und/oder Kugeln 137 (Fig. 4, 4a, 5) vorgesehen sein. Innerhalb der Justierschrauben 135, 136 oder Kugeln 137 kann die Faser 28 bzw. Laserfiber 5 auch axial verschoben werden.

5 Die Lage der Linse 133 kann entweder bei der Montage ausreichend präzise montiert oder durch nicht dargestellte Mittel in Bezug auf die Faser 5, 28 und auf die Passungen 134 axial und/oder radial justiert und fixiert werden, wobei auch die Faser axial verschoben werden kann. Die Justierungen werden vorteilhaft mit einer Meß- und Justiervorrichtung vorgenommen. Durch die Justierung soll erreicht werden, daß das aus der Linse 133 austretende Strahlenbündel 144 mittels
10 einer relativen Zustellung von Linse 133 und Fiber 5, 28 zu den Passungen 134 in eine vorgegebene Achs- und Fokusslage mit einem definierten Kegel gebracht wird. Nach einer Fixierung der Faser 5, 28 innerhalb des Gehäuses 132 und der Linse 133 an dem Gehäuse wird die Meß- und Justiervorrichtung entfernt. Weiterhin gilt für diese und die weiteren Ausführungsformen das unter Fig. 2 Gesagte, beispielsweise für die Metallisierung 141, die elastische Masse 138 und die Verwendung
15 der Linse 133 als Laserspiegel.

In Fig. 3a ist ein Querschnitt durch das Abschlußstück 26 im Bereich der Justierschrauben gezeigt, aus dem zu ersehen ist, daß am Umfang verteilt, vorzugsweise
20 3 Justierschrauben 135 vorgesehen sind, mit denen die Faser 28 bzw. die Laserfiber 5 im Gehäuse fein justierbar ist. Weiterhin können an dem Ende des Abschlußstücks 26, an dem die Faser 28 bzw. die Laserfiber 5 eintritt, innerhalb des Abschlußstücks weitere Justierschrauben 136 vorgesehen sein, wie sie in Fig. 3
25 gezeigt sind. Diese Justierschrauben sind wie die Justierschrauben 135 ausgebildet. Wird nur ein Satz von Justierschrauben 135 verwendet, kann man die Faser 28 bzw. die Laserfiber 5 nur bezüglich des Winkels justieren. Werden zwei Sätze von Justierschrauben verwendet, kann man sie auch parallel zu ihrer Achse

- 10 -

verschieben. Die Fixierung der Faser 5, 28 innerhalb des Gehäuses 132 kann mit geeigneten Mitteln wie Kleben, Löten oder Schweißen erfolgen.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform des Abschlußstücks 26, bei dem anstelle von
5 Justierschrauben kleine Kugeln 137 aus Metall oder vorzugsweise metallisiertem Glas verwendet werden, die in dem Gehäuse in ihre Position gebracht und anschließend verklebt oder verlötet werden. Es können auch mehrere Sätze von Kugeln angebracht werden.

10 Fig. 4a zeigt einen Querschnitt durch das Abschlußstück im Bereich der Kugeln 137.

Um zu verhindern, daß die optischen Flächen auf der Lichtleitfaser und der Seite der Linse 133, die der Lichtleitfaser zugewendet ist, durch Partikel in der umge-
15 benden Luft verschmutzen, können die in den Fig. 2, 3, 3a, 4, 4a, 5, 7a, 8, 8a, 9, 9a, und 9b gezeigten Verbindungen zwischen der Linse 133 und dem Gehäuse 132 sowie zwischen den Justierschrauben 135 und 136 bzw. den Kugeln 137 und dem Gehäuse 132 hermetisch verschlossen werden. Dies kann durch geeignete Klebe- oder Lötverbindungen 142 erfolgen. Im Falle, daß eine Lötverbindung be-
20 vorzuzugt wird, werden die Glasteile an den entsprechenden Stellen 141 vorher metallisiert. Zur Erzielung einer größeren Festigkeit können die Klebe- oder Lötverbindungen auch den verbleibenden Spalt zwischen der Fiber 28 bzw. der Laserfiber 5 und dem Gehäuse 132 bzw. der Schutzhülle 131 in der Nähe des Abschlußstückes ganz oder teilweise ausfüllen, was in Fig. 2 dargestellt ist.
25 Weiterhin ist es möglich, den Innenraum 143 des Gehäuses dauerhaft zu evakuieren oder mit einem Schutzgas zu füllen.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Abschlußstücks 26, das in einem Gehäuse 145 mit einer Fassung 29 eingesetzt ist. Bei dieser Ausführungsform ist die vordere äußere Passung 134 im Bereich der Linse 133 zur besseren Abdichtung und zur besseren Wärmeableitung konisch ausgeführt. Zusätzlich kann eine Dichtung 146 vorgesehen sein, die statt wie dargestellt auf dem linsenseitigen Ende des Abschlußstücks, auch seinem faserseitigen Ende angebracht sein kann.

In Fig. 6 sind Fassungen 29 in einem Gehäuse 145 für mehrere konisch ausgeführte Abschlußstücke 26 gemäß Fig. 5 gezeigt. Solche Fassungen sind vorteilhaft, wenn mehrere Ausgänge von Fasern bzw. Fiberlasern nebeneinander oder neben- und übereinander angeordnet werden sollen. Um die Verlustwärme abzuführen, kann das Gehäuse 145 erfindungsgemäß mit Bohrungen versehen sein, durch die ein Kühlmittel geleitet wird.

Fig. 6a zeigt die rückwärtige Befestigung der Abschlußstücke 26 in dem Gehäuse 145. Zur Fixierung der Abschlußstücke 26, 94 sind Laschen 147 vorgesehen, die die Enden der Abschlußstücke an den Stellen, an denen die Fasern jeweils in das Gehäuse der Abschlußstücke 26, 94 eintreten, mittels Schrauben 151 in dem Gehäuse festsetzen.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform des Abschlußstücks 94 mit rechteckigem Querschnitt, wobei zwei gegenüberliegende Außenflächen trapezförmig und zwei gegenüberliegende Außenflächen parallel zueinander verlaufen. Es können auch alle gegenüberliegenden Außenflächen trapezförmig zueinander verlaufen. Die Außenflächen können Passungen 134 sein.

In Fig. 7a ist ein Längsschnitt und in Fig. 7b ist ein Querschnitt durch das Abschlußstück gemäß Fig. 7 gezeigt.

Die Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform eines Abschlußstücks 26 mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, bei dem alle gegenüberliegenden Außenflächen parallel verlaufen und Passungen 134 sein können.

5 Fig. 8a zeigt einen Querschnitt durch das Abschlußstück 26 nach Fig. 8 mit quadratischem Querschnitt.

In Fig. 9 sind Abschlußstücke 26 mit trapezförmigen Querschnitten gezeigt, so daß bei einer Aneinanderreihung mehrerer Abschlußstücke durch aufeinander-
10 folgendes Verdrehen der Abschlußstücke um 180° eine Reihe von Abschlußstücken entsteht, bei der die Mittelpunkte der Abschlußstücke auf einer zentralen Linie liegen. Es können, falls erwünscht, mehrere solcher Reihen übereinander angeordnet werden, was in Fig. 9 gestrichelt angedeutet ist.

15 In Fig. 9a sind Abschlußstücke 26 mit dreieckigem Querschnitt gezeigt, die ebenfalls in mehreren Reihen übereinander angeordnet sein können, was gestrichelt angedeutet ist.

Fig. 9b zeigt Abschlußstücke 26 mit sechseckigem Querschnitt, die zur Erhöhung
20 der Packungsdichte wabenförmig angeordnet werden können.

Fig. 10 zeigt ein Anwendungsbeispiel für das Abschlußstück 26, 94 bei einer Faser 28 bzw. einer Laserfaser 5, die an beiden Enden mit je einem erfindungsgemäßen Abschlußstück versehen sind und so ein Fasermodul darstellen.

25 Es ist gemäß der Erfindung möglich, die Linse 133 vorzugsweise auf ihrer dem Faserende zugewendeten Seite durch entsprechende Formgebung und Aufdampfen einer entsprechenden Schicht so auszuführen, daß sie die Funktion des

Auskoppelspiegels 12 mit übernimmt. Es ist gemäß der Erfindung auch möglich, die Linse 3, 154 durch entsprechende Formgebung und Aufdampfen einer entsprechenden Schicht so auszuführen, daß sie die Funktion des Einkoppelspiegels 7 mit übernimmt.

5

Es ist grundsätzlich möglich, mehrere der im vorangehenden beschriebene Abschlußstücke in mehreren Spuren nebeneinander und in mehreren Ebenen übereinander zu einem Paket zusammenzufassen.

- 10 Es ist weiterhin möglich, die Form der Abschlußstücke anders als in den Figuren dargestellt auszuführen, z. B. daß eine zylindrische Form nach Fig. 6 trapezförmige oder rechteckförmige Passungen nach Fig. 7 oder 8 erhält.

- Fig. 11 zeigt eine Ankopplung der Laserfiber 5 an eine Pumpquelle mittels des Abschlußstückes 26 über das Gehäuse 152, in dem die Pumpquelle 18 in einer Ausnehmung 153 vorzugsweise gasdicht untergebracht ist. Durch einen Dichtring 146 ist sichergestellt, daß das Abschlußstück 26 ebenfalls gasdicht abschließt, so daß in die Ausnehmung von außerhalb keine Schmutzpartikel eindringen können und sie bei Bedarf evakuiert oder mit einem Schutzgas gefüllt werden kann. Es kann auch ein ständiger Strom eines Schutzgases durch die Ausnehmung 153 fließen, insbesondere bei vorübergehender Entfernung des Abschlußstückes 26. Über eine Linse 154 wird die Strahlung der Pumpquelle 18 auf den Pumpquerschnitt der Laserfiber 5 fokussiert. Die Pumpquelle kann aus einer oder mehreren Laserdioden bestehen, sie kann aber auch aus einer Anordnung von einem oder mehreren Lasern, insbesondere auch Fiberlasern bestehen, deren Ausgangsstrahlung mit geeigneten Mitteln so vereinigt wurde, daß ein geeigneter Pumpfleck entsteht.

- Fig. 12 zeigt das Verzweigen der Ausgangsstrahlung aus der Laserfiber 5 eines Fiberlasers mittels eines Faserschmelzkopplers 155. Solche Faserschmelzkoppler sind im Katalog der Firma Spindler und Hoyer, Göttingen, auf der Seite G16 für

Singlemodefasern beschrieben und lassen sich nach entsprechend präziser Ausrichtung direkt an den Ausgang der Laserfiber 5 anschmelzen. Das Abschlußstück 26, 94 ist in diesem Fall also an eine passive Singlemodefaser bzw. an eine andere Faser 28 und nicht direkt an einen Fiberlaser mit der aktiven Laserfiber 5 angeschlossen.

Fig. 13 zeigt das Vereinigen der Strahlung aus den Laserfibern 5 zweier Fiberlaser über einen Faserschmelzkoppler 156. In dem Faserschmelzkoppler 156 werden die Querschnitte der beiden Eingangsfasern zu einer Faser vereinigt. Zum Beispiel beträgt der Durchmesser der Fasern an den beiden Eingängen des Faserschmelzkopplers 6 μm und der Kerndurchmesser der beiden anzuschmelzenden Laserfibern ebenfalls 6 μm . Damit wird der Kerndurchmesser der Faser am Ausgang des Faserschmelzkopplers 9 μm , was für die betreffende Wellenlänge noch eine einwandfreie Führung eines Singlemode erlaubt. Der Durchmesser am Ausgang des Faserschmelzkopplers kann aber auch größer als 9 μm sein und es können mehr als zwei Ausgänge von Fiberlasern bzw. Fasern vereinigt werden. Das Abschlußstück 26, 94 ist in diesem Fall also an eine passive Singlemodefaser oder andere passive Faser 28 und nicht an einen Fiberlaser mit der aktiven Laserfiber 5 angeschlossen. Es können aber auch alle anderen Arten von Lichtwellenleitern an die Fiberlaser angeschweißt oder auf andere Weise, beispielsweise über Optiken, angekoppelt werden

Man kann auch an einen einzelnen Fiberlaser eine passive Singlemodefaser bzw. eine andere passive Faser 28 anstatt eines Verzweigers nach Fig. 12 oder eines Vereinigers nach Fig. 13 ankoppeln, um diese Singlemodefaser bzw. andere Faser 28 dann an das Abschlußstück anzuschließen. Es ist aber auch möglich, die Ausgänge mehrerer Fiberlaser oder Singlemodefasern oder anderer geeigneter Fasern, in die Laserstrahlung eingekoppelt werden kann, über wellenlängenabhängige oder polarisierte Strahlvereiner oder andere geeignete Maßnahmen zu vereinigen und wiederum in Singlemodefasern oder andere Fasern einzukoppeln, die an einem oder beiden Enden mit je einem entsprechendem Abschlußstück versehen sein können.

Patentansprüche

1. Abschlußstück zum Einkoppeln von Strahlung in eine Lichtleitfaser und zum Auskoppeln von Strahlung aus einer Lichtleitfaser **dadurch gekennzeichnet**, daß,

5

das Abschlußstück (26, 94) aus einem länglichen Gehäuse (132) besteht, das eine durchgehende, sich in axialer Richtung erstreckende, zylindrische Öffnung (130) zur Aufnahme der Lichtleitfaser (5, 28) und eine oder mehrere äußere Passungen (134) als Referenzfläche oder Referenzflächen für die Ausrichtung des Strahlenbündels (144) aus dem Abschlußstück (26, 94) und zur Verbindung der Lichtleitfaser mit anderen Bauteilen aufweist,

10

an dem Ende des Gehäuses (132), an dem die Lichtleitfaser (5, 28) eintritt, die Lichtleitfaser (5, 28) aufgenommen und innerhalb des Gehäuses geführt ist,

15

am anderen Ende des Gehäuses (132) eine kurzbrennweitige Sammellinse (133) befestigt ist,

das Ende der Lichtleitfaser (5, 28) innerhalb der durchgehenden, sich in axialer Richtung erstreckenden, zylindrischen Öffnung (130) sowie die Sammellinse (133) relativ zueinander ausgerichtet und fixiert sind und daß

20

der Austrittspunkt der Strahlung aus der Lichtleitfaser (5, 28) etwa im Brennpunkt der Sammellinse (133) liegt und das aus der Sammellinse austretende Strahlenbündel des Laserstrahls (144) in bezug auf die Passung oder Passungen (134) definiert ausgerichtet ist.

25

2. Abschlußstück nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Symmetrieachse der Passung oder Passungen (134) mit der Symmetrieachse der Faser (5, 28) zusammenfällt.

30

3. Abschlußstück nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Symmetrieachse der Passung oder Passungen (134) mit der Symmetrieachse der Sammellinse (133) zusammenfällt.
- 5 4. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Symmetrieachse der Paßflächen mit der Symmetrieachse des aus der Sammellinse (133) austretenden Laserstrahls (144) zusammenfällt,
- 10 5. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand von dem Ende der Faser (5, 28) zur Sammellinse (133) so gewählt wird, daß der aus der Sammellinse (133) austretende Laserstrahl (144) außerhalb des Abschlußstücks (26, 94) divergent ist.
- 15 6. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand von dem Ende der Faser zur Sammellinse (133) so gewählt wird, daß der aus der Sammellinse (133) austretende Laserstrahl (144) außerhalb des Abschlußstücks (26, 94) in einem vorgegebenen Abstand von der Sammellinse (133) konvergent ist.
- 20 7. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand von dem Ende der Faser zur Sammellinse (133) so gewählt wird, daß der aus der Sammellinse (133) austretende Laserstrahl (144) außerhalb des Abschlußstücks (24, 96) in einem vorgegebenen Abstand von der Sammellinse (133) nahezu parallel ist.
- 25 8. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb des Gehäuses (132) mehrere am Umfang verteilte Justierschrauben (135) vorgesehen sind, mit denen die Lichtleitfaser (5, 28) im Gehäuse (132) fein justierbar ist.
- 30

9. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß an dem Ende des Abschlußstücks (26, 94) an dem die Lichtleitfaser (5, 28) eintritt, weitere Justierschrauben (136) vorgesehen sind.
- 5 10. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Justierung kleine Kugeln (137) aus Metall oder metallisiertem Glas verwendet werden, die nach der Justierung fixiert werden.
- 10 11. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungen zwischen der Lichtleitfaser (5, 28) und dem Gehäuse (132), der Sammellinse (133) und dem Gehäuse (132), sowie den Justierschrauben (135) und (136) oder Kugeln (137) hermetisch verschlossen werden und daß der Hohlraum (143), der innerhalb des Gehäuses (132) verbleibt, vorzugsweise mit Schutzgas gefüllt wird.
- 15 12. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dichtstellen am Gehäuse (132) verklebt verlötet oder verschweißt sind.
- 20 13. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ende der Lichtleitfaser (5,28) in seinem Endbereich von seinem Mantel (17) befreit und vorzugsweise an seiner Außenfläche aufgeraut ist.
- 25 14. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ende der Lichtleitfaser (5,28) derart verspiegelt ist, daß die Pump-strahlung reflektiert wird und daß die Laserstrahlung zum Teil durchgelassen wird.
- 30 15. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26, 94) an seinem vorderen Ende im Bereich der Sammellinse (133) konisch ausgebildet ist (Fig. 5).

16. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (94) im Bereich der Passung oder Passungen (134) einen rechteckigen Querschnitt aufweist und daß zwei der sich in Längsrichtung erstreckenden Außenflächen im Bereich der Passung oder Passungen (134) trapezförmig zu einander verlaufen (Fig.7, Fig. 7a, Fig. 7b).

17. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26,) im Bereich der Passung oder Passungen (134) einen quadratischen oder rechteckigen Querschnitt aufweist und daß die sich in Längsrichtung erstreckenden Außenflächen im Bereich der Passung oder Passungen (134) parallel zueinander verlaufen (Fig. 8, Fig. 8a).

18. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26) im Bereich der Passung oder Passungen (134) einen trapezförmigen Querschnitt aufweist (Fig. 9).

19. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26) im Bereich der Passung oder Passungen (134) einen dreieckigen Querschnitt aufweist (Fig. 9a).

20. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26) im Bereich der Passung oder Passungen (134) einen sechseckigen Querschnitt aufweist (Fig. 9b).

21. Abschlußstück nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abschlußstück (26, 94) im Bereich der Passung oder Passungen (134) zylindrisch oder konisch ausgebildet ist.

22. Fassung für Abschlußstücke nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß das daß die Fassung (29) so ausgebildet ist, daß die

Abschlußstücke (26) innerhalb der Fassung mittels Stiften(148, 149), die an den Paßflächen (134) anliegen auf Abstand gehalten werden.

23. Fassung für Abschlußstücke nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**,
5 daß die Stifte (148, 149) jeweils zueinander denselben Abstand (M) haben.

24. Fassung für Abschlußstücke nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Stifte (148, 149) gleiche Durchmesser haben.

10 25. Fassung für Abschlußstücke nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Stifte (148), die am Strahlaustritt angeordnet sind, einen anderen, vor-
zugsweise kleineren Durchmesser haben, als die Stifte, die sich am Ende der
Abschlußstücke befinden, an dem die Faser (5, 28) eintritt.

15 26. Fassung für Abschlußstücke nach einem der Ansprüche 22 bis 25, **dadurch
gekennzeichnet**, daß die Stifte zwischen den Abschlußstücken horizontal in
Ebenen und/oder vertikal in Spuren angeordnet sind.

20 27. Fassung für Abschlußstücke nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch
gekennzeichnet**, daß die Fassung in einem Gehäuse (145), das Bohrungen zur
Aufnahme der Abschlußstücke aufweist, angeordnet ist, wobei die Bohrungen
durch Dichtungen zwischen dem Gehäuse und den Abschlußstücken gasdicht
abgeschlossen sind.

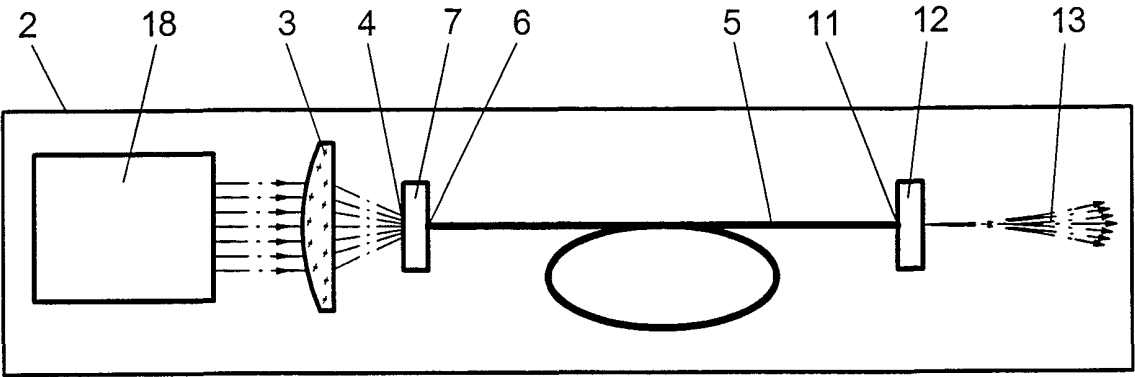


Fig. 1

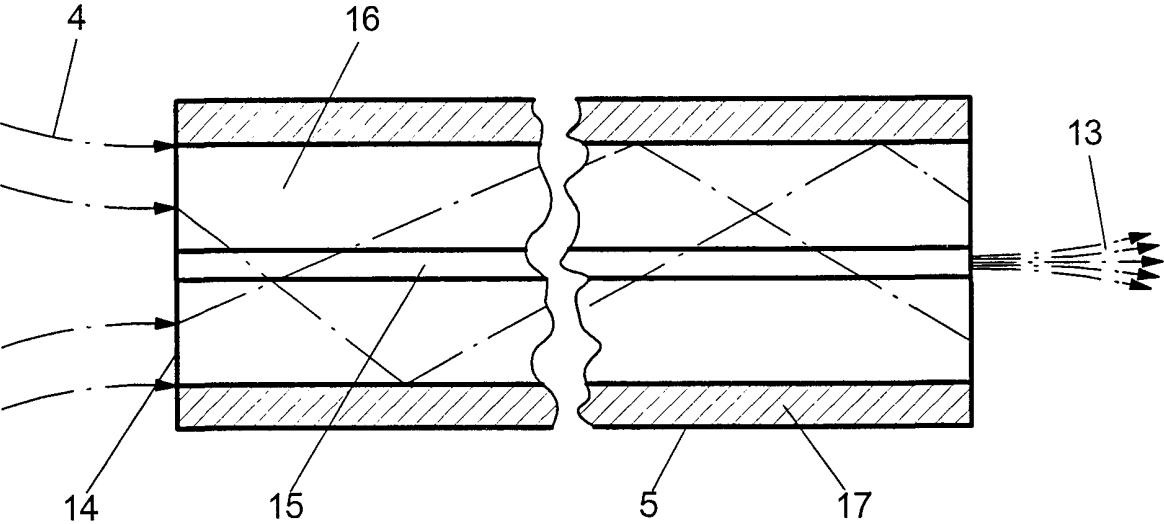


Fig. 1a

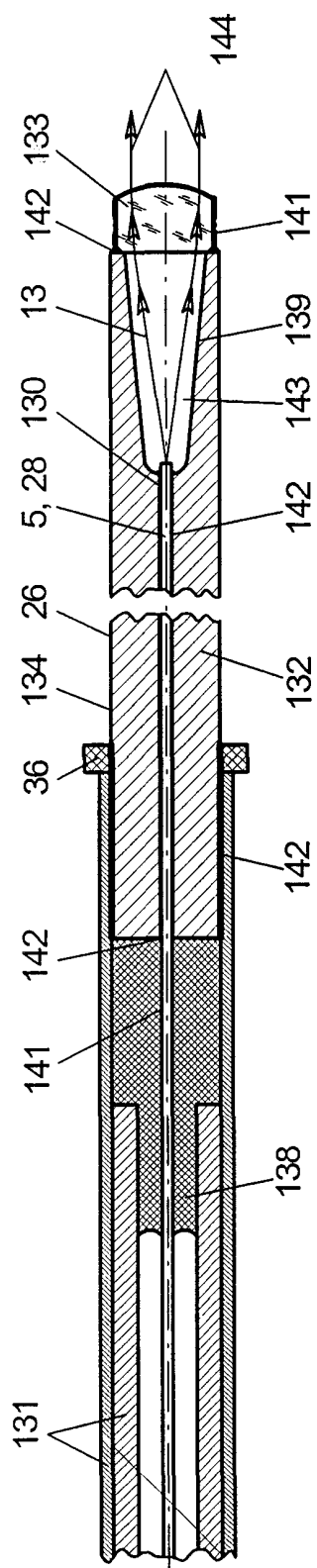


Fig. 2

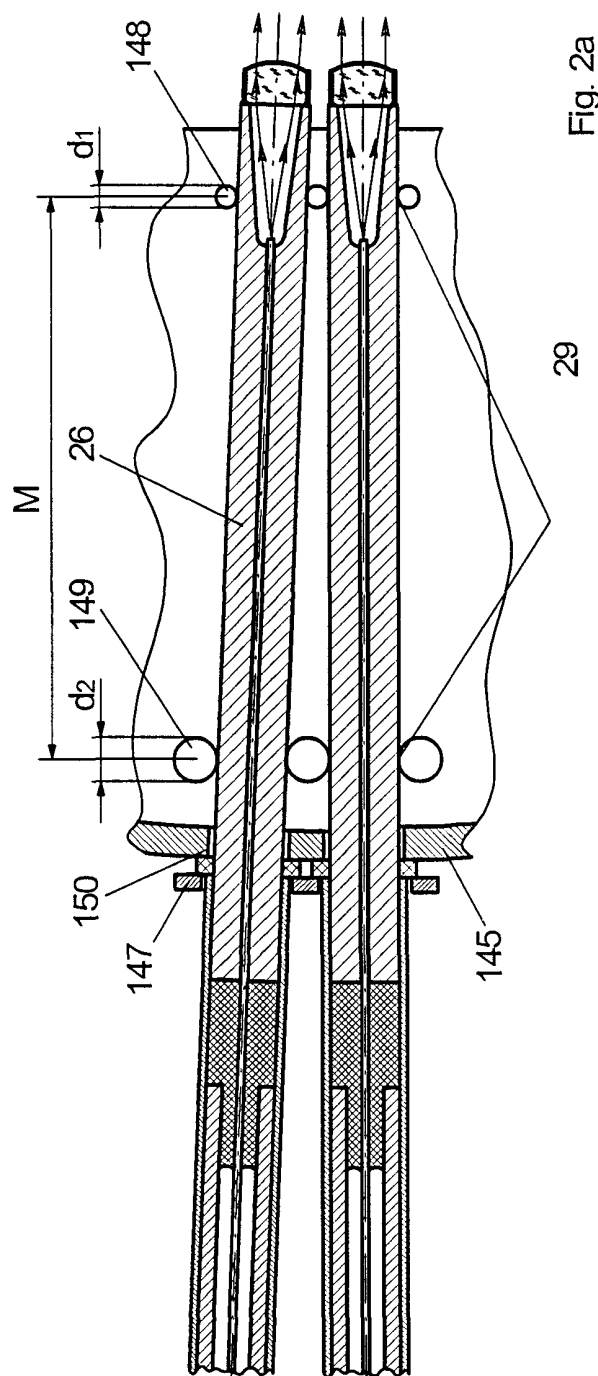


Fig. 2a

3/10

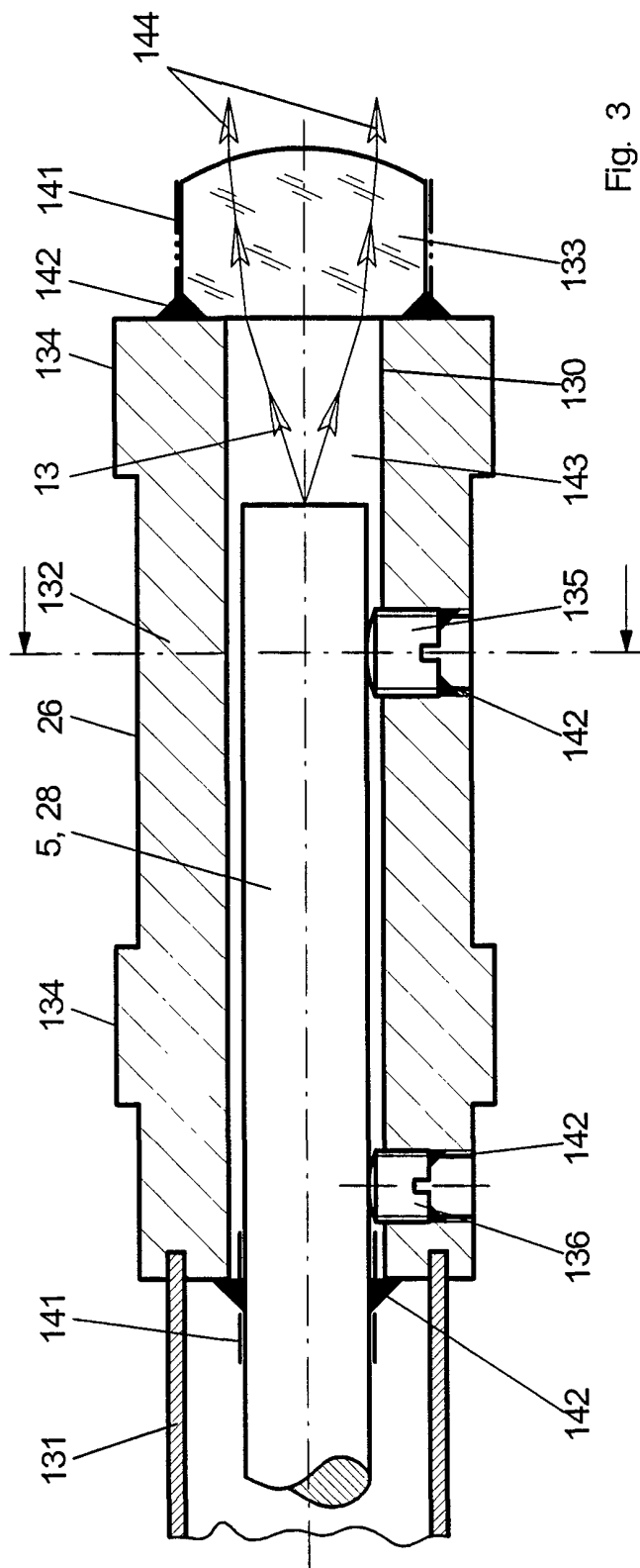


Fig. 3

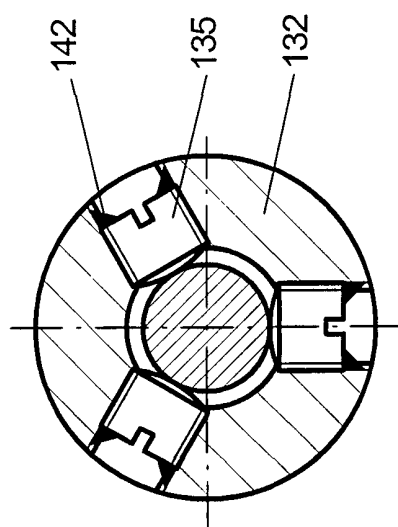


Fig. 3a

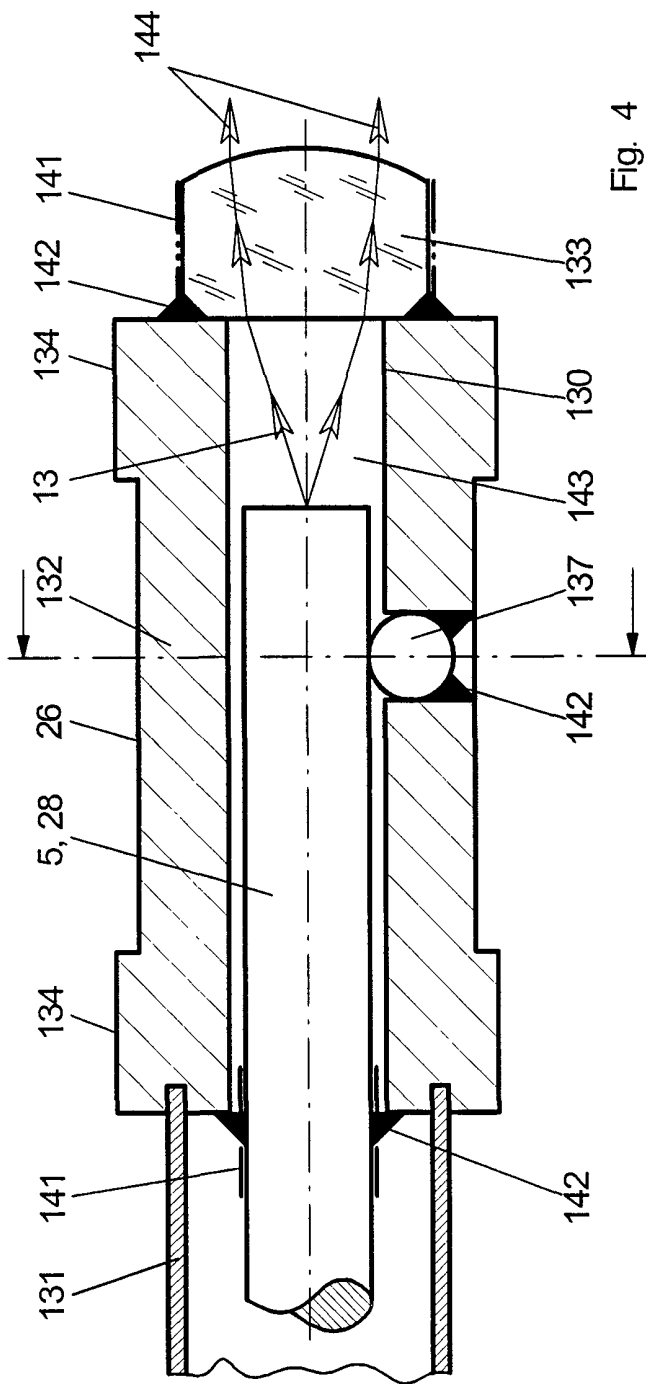


Fig. 4

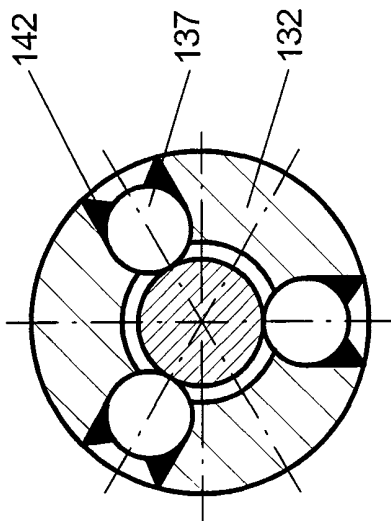
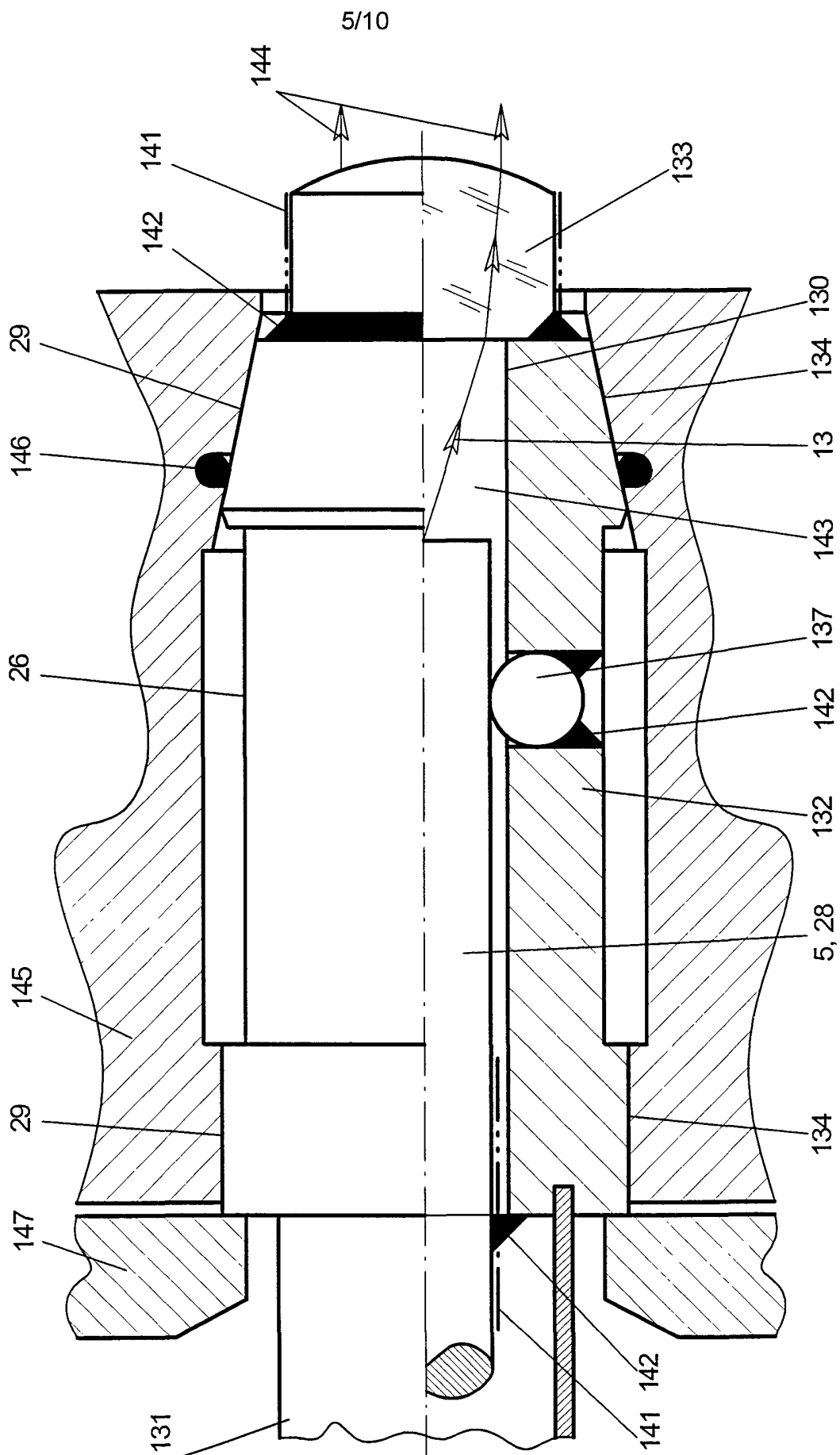
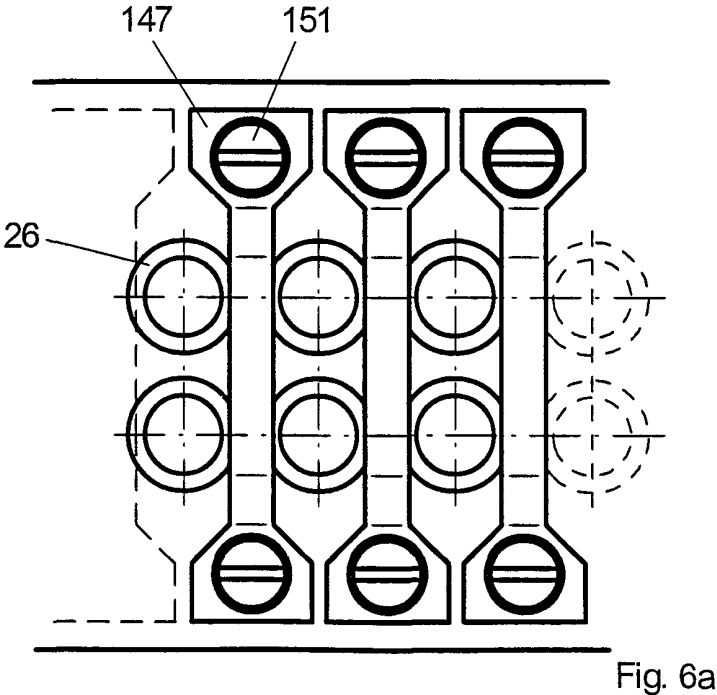
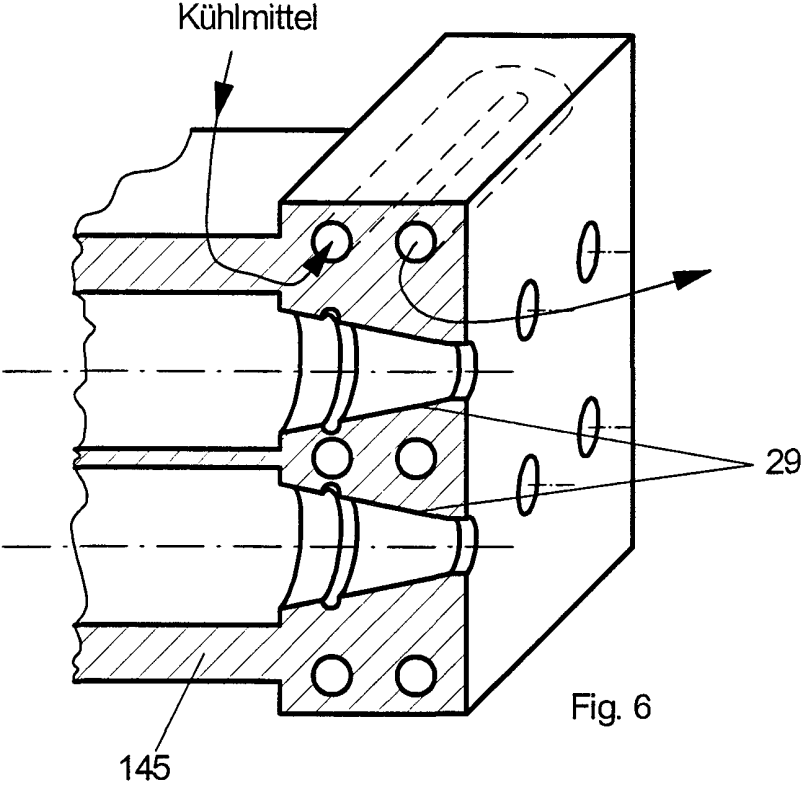


Fig. 4a



6/10



7/10

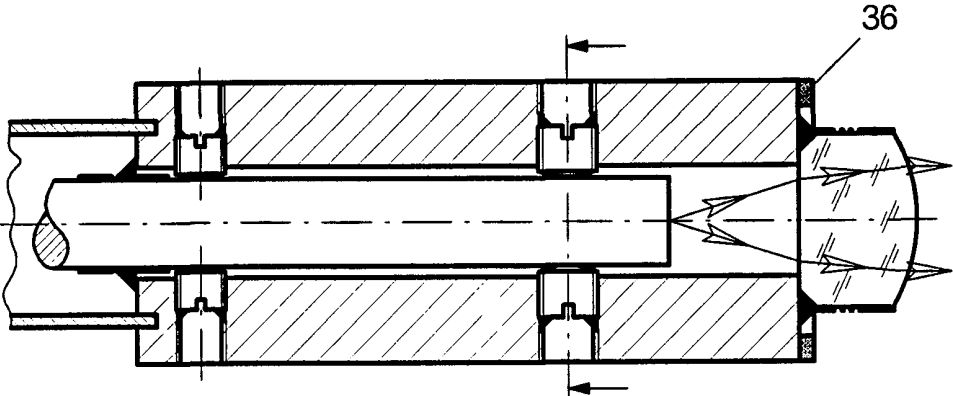
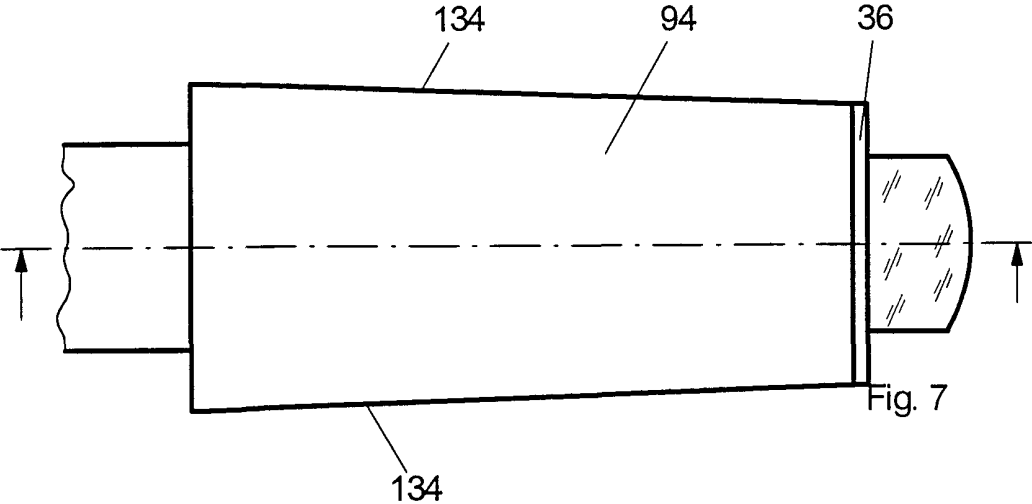


Fig. 7a

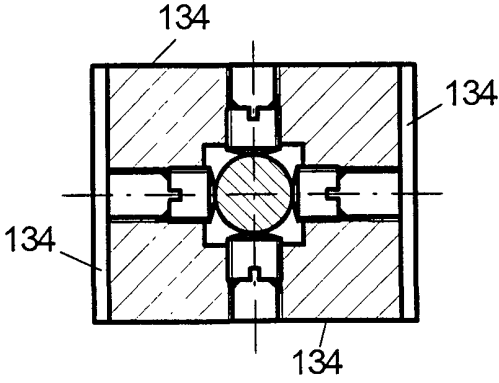
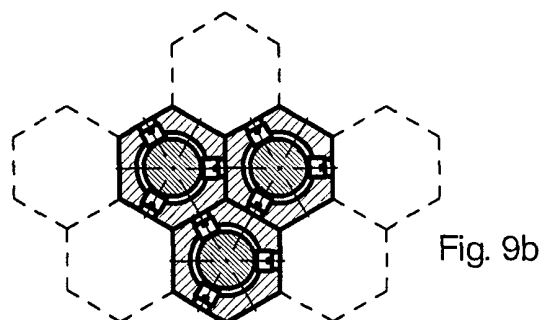
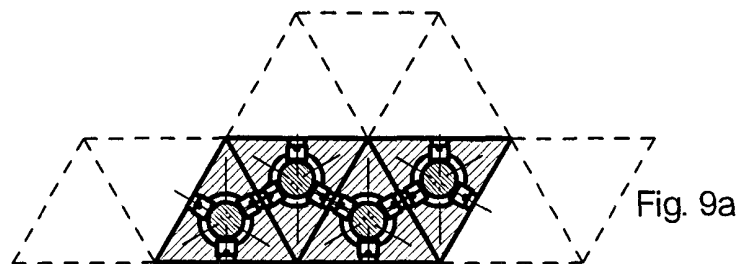
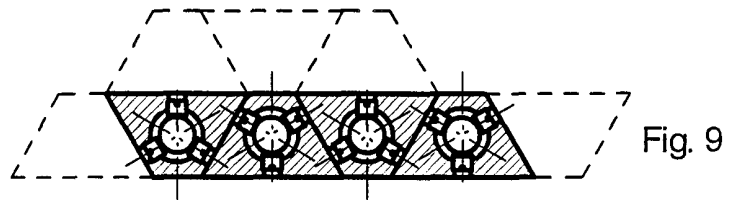
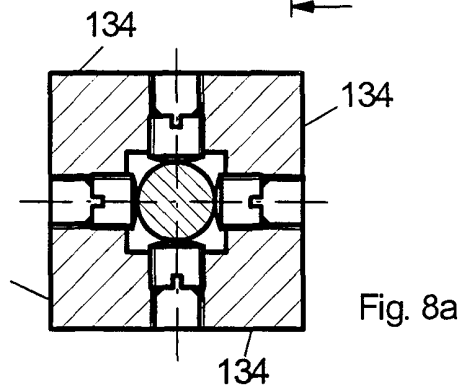
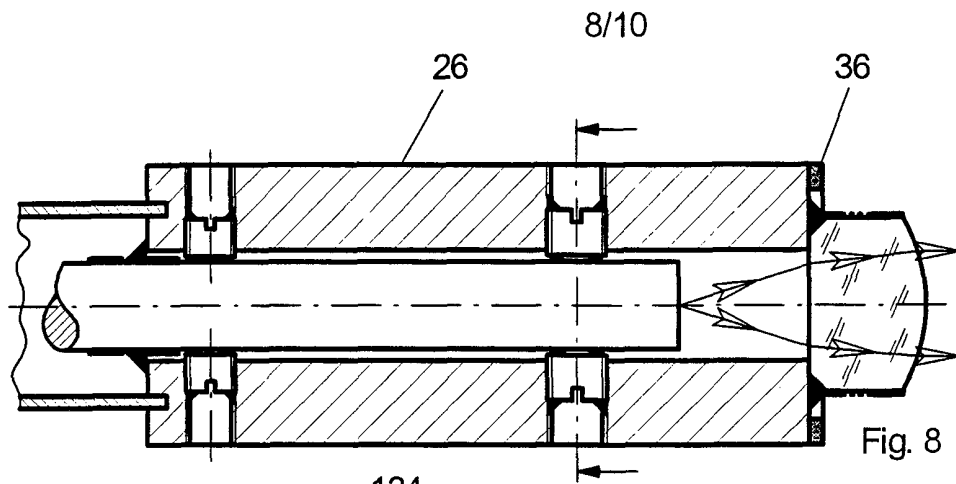
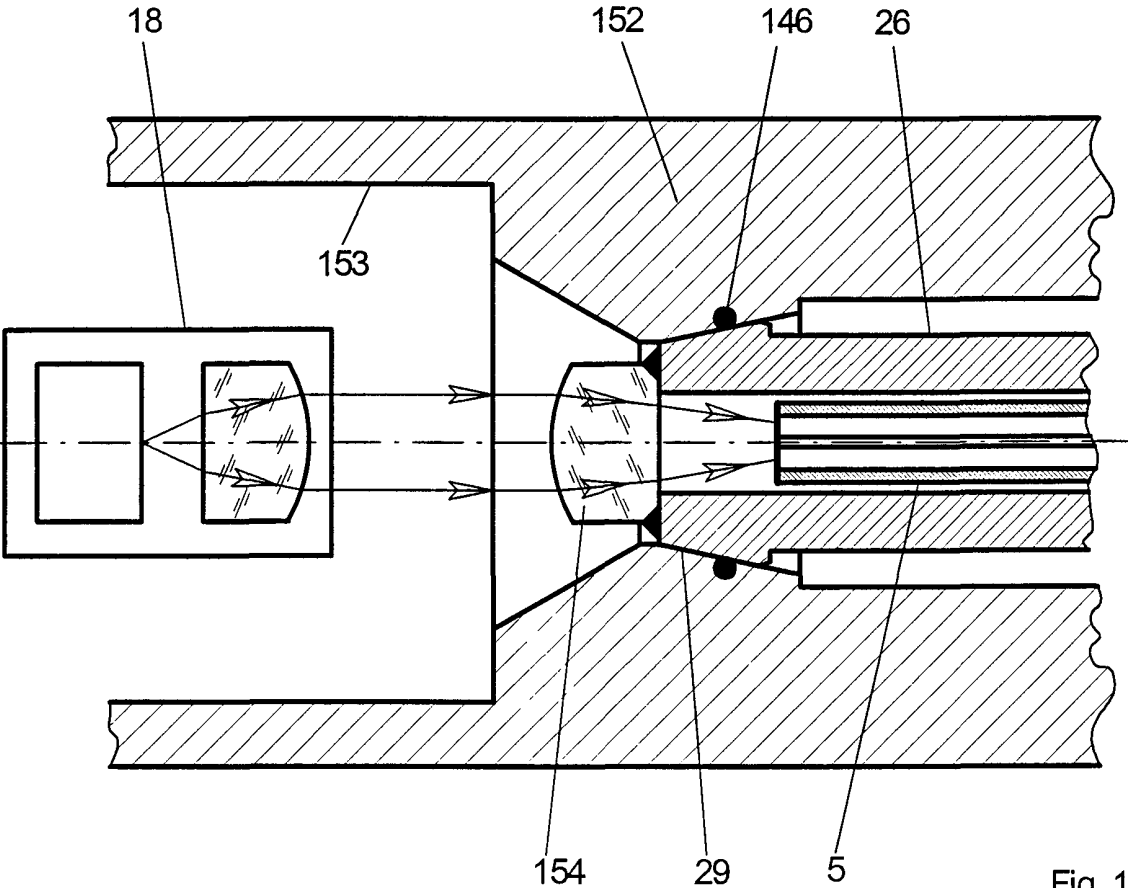
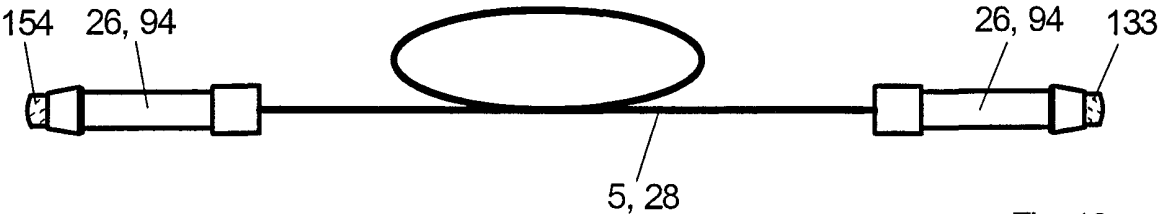


Fig. 7b



9/10



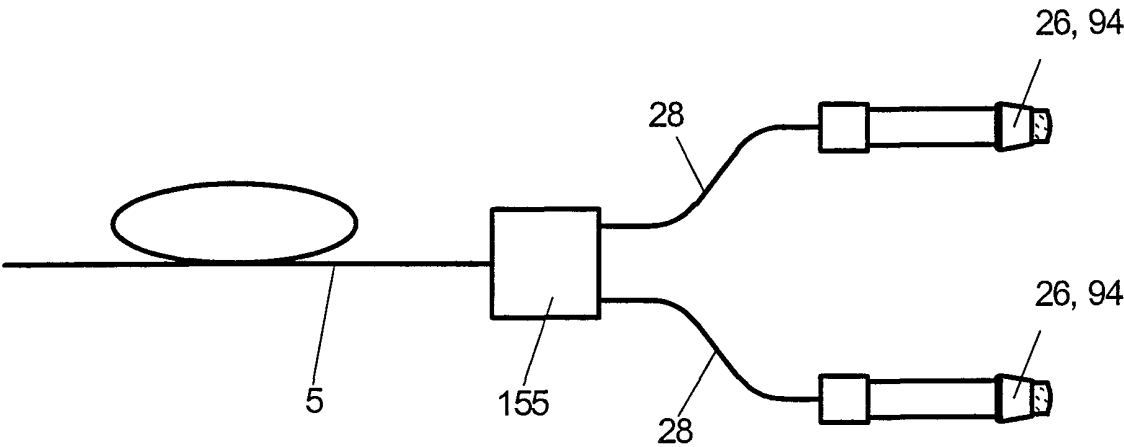


Fig. 12

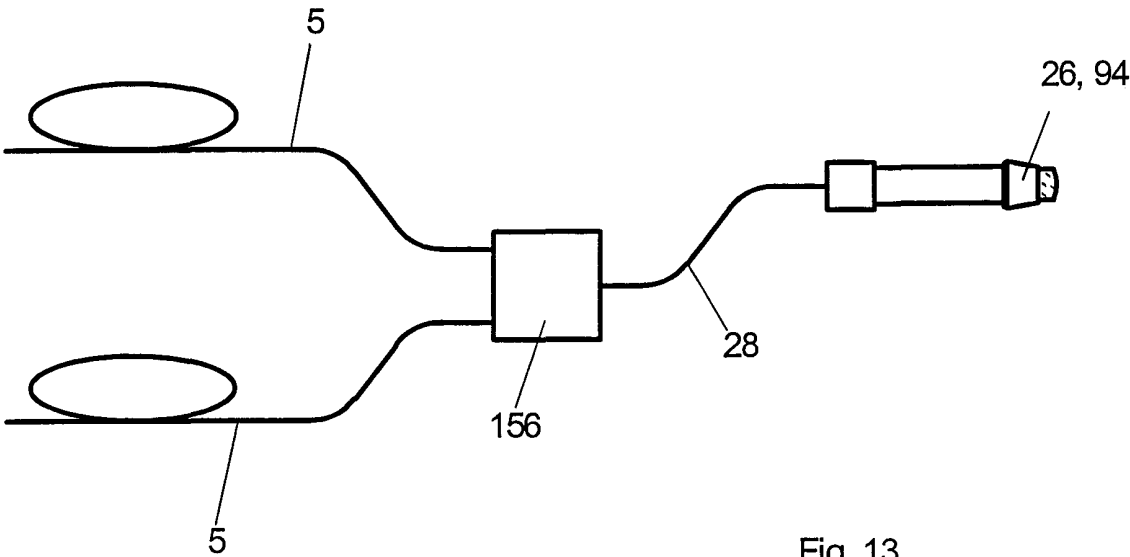


Fig. 13