

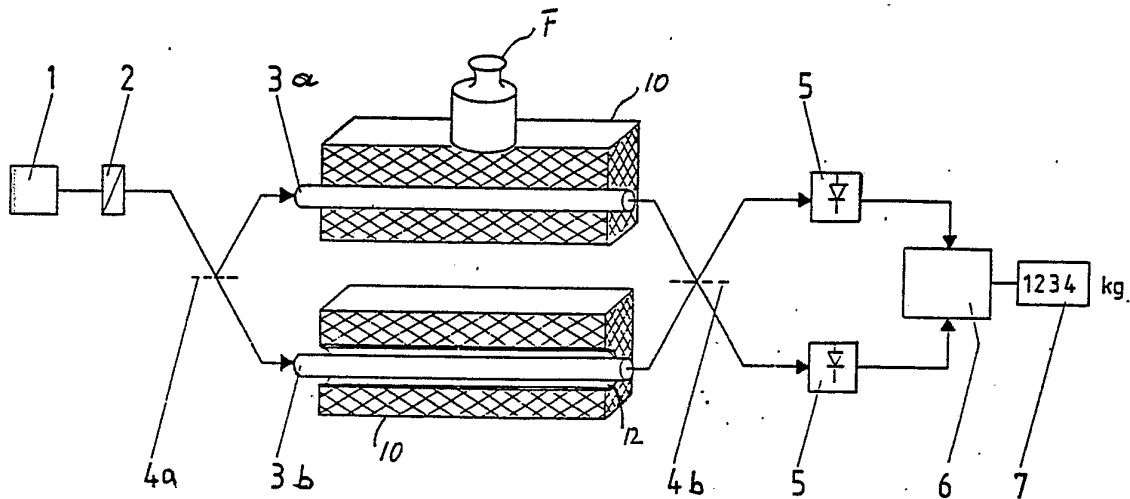


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>4</sup> : <b>G01L 1/24</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 88/ 05529</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 28. Juli 1988 (28.07.88)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE88/00026 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Januar 1988 (20.01.88) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 37 01 632.6 P 37 01 548.6 (32) Prioritätsdaten: 21. Januar 1987 (21.01.87) 21. Januar 1987 (21.01.87) (33) Prioritätsland: DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PFL-STER GMBH [DE/DE]; Stätzlinger Str. 70, D-8900 Augsburg (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : HÄFNER, Hans, W. [DE/DE]; Fichtenweg 15, D-8890 Aichach-Walchshofen (DE). (74) Anwalt: KAHLER, Kurt; Gerberstr. 3, D-8948 Mindelheim (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE, DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: OPTICAL SENSOR

(54) Bezeichnung: OPTISCHER SENSOR



(57) Abstract

An optical sensor uses a beam waveguide (39) embedded in a force or pressure transmitting material, in particular an elastomer. To be used as force measuring sensor, the beam waveguide is mounted on an elastic deformable body and embedded in a material that does not undergo creep under the influence of a force.

(57) Zusammenfassung

Ein optischer Sensor verwendet einen Lichtwellenleiter (39), der in ein kraft- bzw. druckübertragendes Material, insbesondere ein elastomeres Material eingebettet ist. Als Kraftmeßsensor ist der Lichtwellenleiter auf einem elastisch verformbaren Körper aufgebracht und in ein unter Kraft einwirkendes nichtkriechendes Material eingebettet.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

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

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

B e s c h r e i b u n g

## OPTISCHER SENSOR

Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor mit mindestens einem faserförmigen Lichtwellenleiter, der unter dem Einfluß eines Parameters, insbesondere einer Kraft, eines Druckes oder dergleichen seine Lichtübertragungseigenschaften ändert, wobei diese Änderung zur Messung des Parameters herangezogen wird.

In dem Aufsatz "Faseroptische Sensoren", R. Kist, in der Zeitschrift "Technisches Messen", Juni 1984, werden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von faserartigen Lichtwellenleitern in der Meßtechnik beschrieben und es wird auf die Vorteile derartiger faseroptischer Sensoren näher eingegangen. Hervorzu-

heben sind dabei die außerordentlich hohe Auflösung, der einfache Aufbau auf Grund des Wegfalls von Wandlern und die unmittelbar mögliche digitale Erfassung und Verarbeitung der gemessenen Signale. Dabei werden die faseroptischen Sensoren unterteilt in vielwellige Fasern, bei der die Meßgröße die Intensität, die Frequenz oder die Laufzeit eines Lichtsignals beeinflußt und in einwellige Fasern, bei denen vor allem die Amplitude, Phase und/oder Polarisation des Lichtsignals zur Messung herangezogen wird.

Die bisherigen Entwicklungen beschränken sich im wesentlichen auf Laboruntersuchungen. So wurde beispielsweise ein Lichtwellenleiter zur Messung von Parametern von Flüssigkeiten in diese eingetaucht. Aus der DE-PS 35 41 733 ist es ferner bekannt, eine Faser metallisch zu ummanteln und auf einer Trägerstruktur durch Schweißen oder galvanisches Einbetten zu fixieren. Die Haftfestigkeit und Temperaturbeständigkeit einer solchen Verbindungstechnik ist nicht unkritisch, wie in der Druckschrift im einzelnen ausgeführt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen faseroptischen Sensor anzugeben, der bei hoher Meßgenauigkeit verhältnismäßig unempfindlich gegen äußere Einflüsse ist und äußerst einfach hergestellt werden kann.

Der erfindungsgemäße optische Sensor besitzt die Merkmale des Kennzeichens des Patentanspruchs 1.

Durch die Einbettung des faserartigen Lichtwellenleiters wird dieser gegen mechanische und chemische Einflüsse gut geschützt. Da das Schichtmaterial Kräfte bzw. Drucke vollständig auf den Lichtwellenleiter überträgt, ergibt sich eine verhältnismäßig hohe Meßgenauigkeit.

Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen optischen Sensors sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen optischen Sensors ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen

- Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Prinzips des erfindungsgemäßen optischen Sensors,  
Fig. 2 eine Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optischen Sensors,  
Fig. 3 eine schematische Seitenansicht des optischen Sensors nach Fig. 2 im Schnitt,  
Fig. 4 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensors,  
Fig. 5 eine Seitenansicht des Sensors nach Fig. 4,  
Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel einer anderen Art von optischen Sensor gemäß der Erfindung im Schnitt,  
Fig. 7 eine Draufsicht auf einen wesentlichen Teil des Sensors nach Fig. 6,  
Fig. 8 eine gegenüber der Fig. 6 modifizierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Sensors im Schnitt,  
Fig. 9 einen Kraftmeßteppich mit optisch in Reihe geschalteten optischen Sensoren,  
Fig. 10 eine besonders geeignete Lichtwellenleiterkombination,  
Fig. 11 ein Zweistrahl-Interferometer nach Mach-Zehnder in in einer anderen Ausführungsform,  
Fig. 12a-12k verschiedene Ausführungsformen von optischen Kraftmeßsensoren, bei denen die Lichtwellenleiter auf den verschiedensten elastisch verformbaren Körpern aufgebracht sind, und  
Fig. 13a,13b eine spezielle Ausführungsform eines optischen Kraftmeßsensors gemäß der Erfindung in zwei Seitenansichten.

In Fig. 1 ist beispielsweise das Prinzip eines erfindungsgemäßen optischen Sensors dargestellt, der als sogenannter Mach-Zehnder-Sensor arbeitet.

Von einer monochromatischen Lichtquelle 1, etwa einer Laserdiode wird Licht über einen Polarisator 2 an einen Koppler 4a angelegt, der das Licht auf einen Meßlichtwellenleiter 3a und einen Referenzlichtwellenleiter 3b aufteilt. Das aus den beiden Lichtwellenleitern 3a, 3b austretende Licht wird an einen weiteren Koppler 4b angelegt, in fotoelektrischen Elementen 5 detektiert, deren elektrischen Ausgangssignale in einem Prozessor 6 zu einem Ausgangswert verarbeitet werden, der in einer Anzeige 7 zur Anzeige kommt.

Das bisher beschriebene Prinzip ist bekannt. Erfindungswesentlich ist die Einbettung des Meßlichtwellenleiters 3a in einem kraftübertragenden Material 10, bevorzugt elastomeres Material, das eine Kraft  $F$  im wesentlichen vollständig auf den Meßlichtwellenleiter 3a überträgt. Ferner wird der Referenzlichtwellenleiter 3b frei von dem Einfluß der Kraft  $F$  angeordnet. Er kann dabei in einem Hohlraum 12 des Materials 10 geführt sein; alternativ dazu besteht auch die Möglichkeit, den Referenzlichtwellenleiter 3b zur Temperaturkompensation außerhalb des elastomeren Materials 10 in der Nähe desselben anzubringen.

Das in Fig. 1 dargestellte Meßprinzip ist das eines Zweistrahlinterferometers, wobei bei dem Mach-Zehnder-Interferometer die durch die Kraft  $F$  im Meßlichtwellenleiter 3a bewirkte Phasenverschiebung gegenüber dem Licht im Referenzlichtwellenleiter 3b zur Messung herangezogen wird. Unter dem Einfluß der Kraft  $F$  verändert sich nämlich bei allseitigem Druck des elastomeren Materials 10 auf den Meßlichtwellenleiter 3a dessen Brechzahl  $n$ , was zur einer entsprechenden Phasenverschiebung führt. Eine andere Änderung der Lichtübertragungseigenschaften des Meßlichtwellenleiters 3a wäre eine Längenänderung auf Grund der

Kraft  $F$  oder eine Durchbiegung.

Das in Fig. 1 dargestellte Prinzip des Zweistrahl-Interferometers nach Mach-Zehnder ist nur ein Beispiel für den Einsatz eines einwelligen Lichtwellenleiters. Andere Möglichkeiten sind in den genannten Veröffentlichungen beschrieben, einschließlich der Anwendung von vielwelligen Lichtwellenleitern.

Wesentlich für die Erfindung ist die Art und Weise, wie die Lichtwellenleiter vorteilhaft untergebracht sind.

Fig. 2 zeigt ein praktisches Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optischen Sensors 20, der bevorzugt eine flächige Ausführung besitzt, das heißt, bei dem die Höhe oder Dicke wesentlich geringer ist als die Längen- und Breitendimension.

Der Sensor 20 besteht aus einer Schicht aus kraftübertragendem Material, bevorzugt elastomerem Material, in dem ein Meßlichtwellenleiter 13a meanderförmig als obere Lage 23 eingebettet ist. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist dann der Bezugslichtwellenleiter 13b in Röhren 22 ebenfalls meanderförmig in der Schicht 21 geführt. Der Referenzlichtwellenleiter 13b ist somit kräftefrei angeordnet. Lichtwellenleiterkabel 14, 16 verbinden den Meßlichtwellenleiter 13a mit den Kopplern 4a bzw. 4b der Fig. 1. Im gleicher Weise ist der Referenzlichtwellenleiter 13b über Lichtleiterkabel 18, 19 an die Koppler 4a, 4b angeschlossen.

Aus den Fig. 2 und 3 ergibt sich, daß der Meßlichtwellenleiter 13a auf Grund der meanderförmigen Führung eine erhebliche Länge aufweist, die zwischen Bruchteilen von Metern und einigen km liegen kann. Der Referenzlichtwellenleiter 13b besitzt bevorzugt, jedoch nicht notwendigerweise die gleiche Länge wie der Meßwellenleiter 13a. Bei Einwirkung einer Kraft  $F$  auf die Oberfläche der Schicht 21 wird diese Kraft voll-

ständig auf den Meßlichtwellenleiter 13a übertragen und das in ihm sich fortpflanzende, einwellige Licht wird in seiner Phase deutlich gegenüber dem Licht im Referenzlichtwellenleiter 13b verschoben. Diese Phasendifferenz läßt sich äußerst genau feststellen, so daß sich eine sehr Auflösung ergibt.

Die Fig. 4 und 5 zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Sensors 30, bei dem eine Schicht 21 aus elastomerem Material zwischen zwei Stahlplatten 32, 34 angeordnet ist, so daß sich eine gleichmäßige Verteilung einer auf die obere Strahlplatte 32 wirkenden Kraft F in der Schicht 31 ergibt.

Abweichend von dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 und 3 ist der Referenzlichtleiter 23b in einem größeren Hohlraum 36 getrennt von dem Meßlichtwellenleiter 23a seitlich von diesem angeordnet. Ferner wurde der Meßlichtwellenleiter 23a in zwei übereinander angeordneten sich kreuzenden Lagen 24 und 26 meanderförmig gelegt, wodurch eine weitere Verlängerung des Meßlichtwellenleiters 23a möglich ist. Dabei kann der Abstand der beiden Lagen so gewählt sein, daß keine Lichtkopplung zwischen ihnen auftritt.

Alternativ dazu könnte eine der Lagen 24, 26 auch getrennt herausgeführt sein und nur einen derartigen Abstand von der anderen Lage haben, daß bei Krafteinwirkung eine Lichtauskopplung aus der eigentlichen Meßlichtwellenleiterlage in die andere Lage erfolgt, die dann zur Lokalisierung der Krafteinwirkung auf die Schicht 31 verwendet werden kann. Bei einer derartigen Anordnung würde die obere Stahlplatte 32 bevorzugt entfallen.

Wie bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 und 3 erfolgt ein entsprechender Anschluß an die Koppler 4a und 4b über Lichtleiterkabel 44, 46, 48, 49.

Ist der Meßlichtwellenleiter und der Referenzlichtwellenleiter nicht gleich lang, dann muß dies selbstverständlich bei der elektronischen Auswertung im Prozessor 6 entsprechend berücksichtigt werden.

Durch Einbettung der Meß- und Referenzlichtwellenleiter in die elastomere Schicht lassen sich superflache Meßstrecken, ähnlich Fördergurten oder dergleichen mit Verfahren herstellen, wie sie auch bei der Herstellung von Fördergurten aus elastomerem Material verwendet werden.

Da der Referenzlichtwellenleiter in oder in der Nähe der elastomeren Schicht, etwa in der druckfreien Kammer 36 oder in den beispielsweise durch Rohre gebildeten Öffnungen 26 geführt ist, werden Temperaturänderungen wirksam kompensiert.

Bisher wurde angenommen, daß das kraftübertragende Material, in dem die Lichtwellenleiter eingebettet sind, ein elastomeres Material ist, wobei dieses bevorzugt blasenfrei hergestellt sein sollte. Dies kann entweder durch Aushärtung des elastomeren Materials im Vakuum oder durch Zentrifugalgießen erreicht werden, wie dies nachstehend noch näher erläutert wird.

An die Stelle des elastomeren Materials kann auch ein Material von wesentlich größerer Härte treten, wenn dieses die auf die Schicht ausgeübten Kräfte bzw. Drucke vollständig oder zumindest gleichförmig weitergibt. Als ein derartiges Material käme auch Glas in Frage, wobei die bevorzugt aus Glas bestehenden Lichtwellenleiter in eine geschmolzene Glasfritte eingebettet werden, die einen niedrigeren Schmelzpunkt als die Lichtwellenleiter besitzt.

Die Fig. 6 bis 8 zeigen eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Sensors in Anwendung auf eine Kraftmeßzelle, wie sie beispielsweise in der WO 86/03584 beschrieben ist.

Im Inneren eines topfförmigen Gehäuses 52 ist ein Kolben 54 unter Bildung eines engen Ringspaltes 55 geführt. Ein Raum 56 zwischen der Unterseite des Kolbens 54 und dem Boden des Gehäuses 52 ist mit einem elastomeren Material gefüllt, in dem ein Meßlichtwellenleiter 58 eingebettet ist, der mit den Kopplern 4a, 4b (Fig. 1) über Lichtleiterkabel 66, 67 in Verbindung steht.

Ein Bezugslichtwellenleiter 62 ist unabhängig vom Meßlichtwellenleiter 58 untergebracht, beispielsweise in einer an der Unterseite des Gehäuses 52 ausgebildeten Öffnung 60, die mittels einer Deckplatte 64 verschließbar ist. Der Referenzlichtwellenleiter 62 steht wiederum über Lichtleiterkabel 68, 69 mit den Kopplern 4a und 4b in Verbindung.

Der Meßlichtwellenleiter 58 und bevorzugt auch der Referenzlichtwellenleiter 62 können eine erhebliche Länge zwischen Bruchteilen eines Meters und einigen hundert Meter. Die Lichtwellenleiter können wiederum meanderförmig ein- oder mehrlagig geführt sein. Eine alternative Form wäre eine spiralförmige, bifilare Ausbildung mit umgebogenem inneren Ende.

Fig. 8 zeigt eine gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 6 modifizierte Ausführungsform eines optischen Sensors 70, bei dem der Referenzlichtwellenleiter weggelassen ist. Dies ist dann möglich, wenn eine Temperaturkompensation nicht erforderlich ist und zur Messung ein Impulsverfahren, etwa in einem vielwelligen Lichtwellenleiter verwendet wird.

Fig. 7 zeigt die Draufsicht auf die Ausführungsformen nach Fig. 6 und 8, zur Erläuterung der Herausführung der Lichtleiterkabel 66, 67, 68, 69.

Das bei den verschiedenen Ausführungsbeispielen verwendete elastomere Material kann bevorzugt Silikon-Kautschuk sein. Weitere verwendbare Stoffe sind in der genannten WO 86/03584

angegeben. Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Sensoren können die in dieser Veröffentlichung erläuterten Verfahren verwendet werden, wobei die Aushärtung des elasomeren Materials entweder in Vakuum erfolgt oder ein Zentrifugalgießen verwendet wird. Hierdurch läßt sich blasenfreies elastomeres Material herstellen, das Kräfte bzw. Drucke vollständig auf den Meßlichtwellenleiter 58 überträgt.

Fig. 9 zeigt eine Reihenschaltung mehrerer in Abstand zueinander angeordneter Kraftmeßzellen mit optischen Sensor gemäß den Fig. 6 bis 8, wobei die Lichtwellenleiter durch Lichtleiterkabel 80 bzw. 82 in Reihe geschaltet sind. Anfang und Ende werden wieder mit den Kopplern 4a, 4b (Fig. 1) verbunden. Auf diese Weise läßt sich ein ausgedehnter Kraftmeßteppich herstellen.

Fig. 10 zeigt einen Lichtwellenleiteraufbau, gemäß dem mindestens drei, im Ausführungsbeispiel vier Lichtwellenleiter 90 zueinander parallel verlaufend zusammengeschmolzen sind. In dem sich in der Mitte ergebenden Hohlraum kann dann der Referenzlichtwellenleiter 92 angeordnet werden.

Eine derartige Lichtleiterkombination kann dann an Stelle der Meßlichtwellenleiter meanderförmig oder spiralförmig oder dergleichen in die elastomere Schicht eingebettet werden. Die Meßlichtwellenleiter 90 werden dann miteinander in Reihe geschaltet und es besteht eine exakte Längenbeziehung zwischen den Meßlichtwellenleitern 90 und dem Referenzlichtwellenleiter 92.

Die äußeren Meßlichtwellenleiter 90 werden durch Druck belastet, was zu elastischen Spannungen in Längs- und Querrichtung in den Meßlichtwellenleiter 90 führt, wodurch sich der Brechungsindex in diesen Lichtwellenleitern ändert. Der Bezugswellenleiter 92 wird von den Druckänderungen nicht beeinflusst.

Obwohl in Zusammenhang mit Fig. 1 optische Sensoren mit einwelligen Lichtleitern beschrieben wurden, können beliebige andere Lichtwellenleiter wie Side-Hole-Fasern, mit Draht umwickelte Fasern, gedrehte Fasern mit druckentlasteter Referenzfaser zum Einsatz kommen. Das optische Meßprinzip ist auch nicht auf ein Zweistrahl-Interferometer nach Mach-Zehnder beschränkt, sondern die Erfindung ist bei beliebigen anderen Meßverfahren anwendbar.

Wie bei Dehnungsmeßstreifen-Vorrichtungen üblich, kann auch bei den vorstehend beschriebenen optischen Sensoren zum Abgleich zwischen Meßlichtwellenleiter und Referenzlichtwellenleiter an einer geeigneten Stelle ein bevorzugt ablängbarer Lichtwellenleiterabschnitt angeordnet sein, der zum Beispiel zur Nullkompensation dem einen oder anderen Lichtwellenleiter in Reihe geschaltet wird.

Von Bedeutung für die Erfindung ist, daß sich die Lichtwellenleiter auf einfache Weise in Form eines Gewebes in dem elastomeren Material einbetten lassen, etwa mit Verfahren wie sie bei der Herstellung von Fördergurten oder dergleichen bekannt sind. Die Lichtwellenleiterpakete können auch auf einer blattförmigen Unterlage aufgebracht sein, die dann in das elastomere Material eingebettet wird. Die Meanderführung kann beispielsweise mittels Webtechnik erreicht werden, das heißt, daß beispielsweise mit Schuß und Kette gearbeitet wird.

Die Figuren 11 bis 13 zeigen eine Modifikation des Interferometers nach Fig. 1. Hierbei ist abweichend der Meßlichtwellenleiter 3a an einem elastisch verformbaren Körper 10 angebracht, der in einer Halterung 8 einseitig eingespannt ist.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist der Meßlichtwellenleiter 3a auf der Oberseite des Körpers 10 angeordnet, während sich die Referenzlichtwellenleiter 3b auf dessen Unterseite befindet. Dies ist abweichend von der an sich bekannten Anordnung, bei der der Referenzlichtwellenleiter 3b unbeeinflusst von der auf den Körper 10 wirkenden Kraft  $F$  ist.

Unter der Einwirkung dieser Kraft  $F$  biegt sich der Körper 10 durch, wodurch der Meßlichtwellenleiter 3a gedehnt und der Referenzlichtwellenleiter 3b gestaucht wird. Hierdurch ergibt sich eine Phasenverschiebung zwischen den Lichtanteilen, die durch die beiden Lichtwellenleiter 3a, 3b laufen. Diese Phasenverschiebung wird in den Einrichtungen 5, 6 festgestellt. Aus der Phasenverschiebung wird ein entsprechender Kraftwert berechnet und mittels der Anzeige 7 angezeigt.

Wie bereits erwähnt, kann der Referenzlichtwellenleiter 3b auch unbeeinflusst von der Kraft  $F$ , das heißt getrennt vom Körper 10 angeordnet werden. Andererseits bietet sich bei der Fig. 11 gezeigten Lösung die Möglichkeit, die Dehnung bzw. Stauchung der Lichtwellenleiter 3a und 3b getrennt auszuwerten und ähnlich wie bei dem üblichen Widerstandsmeßverfahren eine Differenzbildung vorzunehmen. Der Referenzlichtwellenleiter 3b kann auch entfallen, wenn eine Temperaturkompensation nicht erforderlich ist oder elektronisch im Prozessor 6 vorgenommen wird. In diesem Falle erfolgt die Lichtübertragung mittels eines Zeitmeßverfahrens, bei dem die Laufzeit von Lichtimpulsen durch den Meßlichtwellenleiter 3a festgestellt wird.

In Fig. 11 ist lediglich ein gerader Lichtwellenleiterabschnitt für den Meß- und den Referenzlichtwellenleiter 3a, 3b gezeigt. Erfindungsgemäß werden jedoch Lichtwellenleiter von erheblicher Länge verwendet, die im Bereich von Bruchteilen von Metern bis zu einigen Kilometern liegen können.

Der Körper 10 kann bei üblichen Dehnungsmeßstreifenvorrichtungen eine Metallfeder sein oder aus Glas, Keramik, nichtkriechendem Kunststoff oder Polymerbeton bestehen. Wesentlich für die Erfindung ist die Anbringung der Lichtwellenleiter 3a, 3b auf dem Körper 10. Dies erfolgt durch Einbettung der Lichtwellenleiter in einer Glasmasse oder -fritte, deren Schmelzpunkt niedriger liegt als derjenige der Lichtwellenleiter 3a, 3b.

Bei der Herstellung des erfindungsgemäßen optischen Sensors werden der bzw. die Lichtwellenleiter 3a, 3b entsprechend dicht meanderförmig in Zug- bzw. Dehnrichtung, bei linearer Beanspruchung gegebenenfalls bifilar spiralförmig, in eine geschmolzene Glasmasse oder -fritte eingebettet, die auf dem Körper 10 aufgebracht ist bzw. wird. Die Lichtwellenleiter können dabei nach Art eines Gewebes vorliegen oder auf einem Glasgerüst aufgebracht sein. Alternativ dazu, können die Lichtwellenleiter auf der Oberfläche des Körpers 10 aufgebracht und mittels Glas dort verschmolzen werden. Auch wäre es möglich, die Lichtwellenleiter auf einer blattförmigen Unterlage aufzubringen, die vorzugsweise aus einem sich beim Schmelzvorgang verflüchtigenden Material besteht.

Die Herstellung kann entweder in einem Verfahrensvorgang ablaufen, bei dem die Lichtwellenleiter etwa aus einem Glasgerüst auf dem Körper 10 angeordnet und dann mit geschmolzener Glasmasse eingebettet werden. Diese besitzt natürlich einen niedrigeren Schmelzpunkt als die Lichtwellenleiter.

Die Herstellung kann aber auch schichtenweise erfolgen, nämlich unter Anbringen einer ersten Glasschicht auf dem Körper 10, Anordnen der Lichtwellenleiter auf der Glasschicht und Abdecken der Lichtwellenleiter mittels einer zweiten Glasmassenschicht.

Besonders vorteilhaft ist ein Herstellungsverfahren, bei dem der Körper 10 aus dem nichtkriechenden Material, vorzugsweise Glas gegossen wird, wobei dann die Lichtleiterfäden, etwa auf einem Glasgerüst in der Gießform für den Körper 10 angeordnet und beim

Gießvorgang bereits mit eingegossen werden, so daß sich eine integrierte Einheit ergibt. Voranstehend wurde als Einbettungsmasse vorwiegend Glas angegeben. Es kommen jedoch auch andere Materialien in Frage, sofern diese kein "Kriechen" unter Last aufweisen. Ein Beispiel dafür wäre ein Zweikomponenten-Gießharz.

Nachdem anhand von Fig. 11 die prinzipielle Arbeitsweise eines erfindungsgemäßen optischen Kraftmeßsensors erläutert wurde, seien nachstehend Möglichkeiten zur technischen Realisierung angegeben.

Prinzipiell kann der erfindungsgemäße optische Kraftmeßsensor in gleicher Weise ausgebildet werden, wie bekannte Dehnungsmeßstreifen-Wägezellen. Hierzu wird beispielsweise verwiesen auf den VDI-Bericht Nr. 312, 1978 von D. Meißner und R. Süß "Beitrag zur Prüfung von Dehnungsmeßstreifen-Wägezellen auf Eignung zum Einsatz in eichfähigen, elektromechanischen Waagen".

Die Figuren 12a bis 12k zeigen die in diesem Bericht angegebenen Ausführungsbeispiele. So zeigt Fig. 12a einen Stempelkraftgeber 120 von beispielsweise zylinderförmiger Ausbildung, bei dem der eine Lichtwellenleiter 3a vorzugsweise vielfach um den Umfang herumgewickelt ist, während der Lichtwellenleiter 3b beispielsweise meanderförmig in Stauchrichtung auf dem Körper aufgebracht ist.

Fig. 12b zeigt einen ähnlichen Stempelkraftgeber 122 in Form einer Hohlwelle mit aufgewickeltem Lichtleiter 3a und zwei auf gegenüberliegenden Seiten des Körpers in Stauchrichtung angebrachten Lichtwellenleitern 3b, die bevorzugt in Reihe geschaltet sind.

Fig. 12c zeigt einen Torsionsring 124 mit beispielsweise auf der Spitze stehendem quadratischen Querschnitt, wobei der Lichtwellenleiter 3a im Bereich der oberen Ringkante und der Lichtwellenleiter 3b im Bereich der unteren Ringkante angeordnet ist.

Die Fig. 12d und 12e zeigen wieder Stempelkraftgeber 126 bzw. 128, wobei in diesem Falle in einer senkrecht zur Krafteinleitungsrichtung verlaufenden zylindrischen Öffnung Lichtleiterpaare 3a und 3b in Zug- bzw. Stauchrichtung aufgebracht sind.

Fig. 12f veranschaulicht einen balkenförmigen einseitig eingespannten Körper 130 mit einer zylindrischen Öffnung, in der wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 2d Lichtwellenleiterpaare 3a und 3b angeordnet sind.

Fig. 12g stellt schematisch einen balkenförmigen Scherkraftgeber 132 dar, bei dem in einer horizontal aufgeweiteten Öffnung Lichtwellenleiter 13a und 13b unter einem Winkel von  $45^\circ$  gegenüber der Krafteinleitungsrichtung und zueinander im rechten Winkel versetzt meanderförmig angeordnet sind.

Fig. 12 h zeigt einen balkenförmigen Geber nach Art eines Doppellenkers, bei dem im Balken 134 horizontal nebeneinander zwei zylindrische Öffnungen vorgesehen sind. Die Lichtwellenleiter 3a bzw. 3b sind paarweise gegenüberliegend auf der Ober- bzw. Unterseite des Balkens 134 an den jeweils dünnsten Stellen angeordnet.

Bei einem weiteren balkenförmigen Dehnungsmeßstreifengeber 136 ist nur der Meßlichtwellenleiter 3a unter Krafteinwirkung auf der Ober- (oder Unterseite) des Balkens vorzugsweise meanderförmig in Zug- bzw. Stauchrichtung aufgebracht, während ein Referenzlichtwellenleiter 23b auf der Rückseite des Balkens ohne Krafteinfluß angeordnet ist.

Fig. 12k zeigt schließlich einen balkenförmigen Dehnungsmeßstreifengeber 138 mit der auf der Ober- und der Unterseite angeordneten, vorzugsweise meanderförmig geführten Lichtwellenleitern 3a bzw. 3b.

Bei allen Ausführungsformen lassen sich die Lichtwellenleiter gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren aufbringen und einbetten.

Zur Auswertung der Veränderung der Lichtübertragungseigenschaften der Lichtwellenleiter können die verschiedensten bekannten Verfahren verwendet werden, auf die bereits eingangs hingewiesen wurde.

Die Fig. 3a und 3b zeigen zwei andersartige Ausführungsformen von erfindungsgemäßen optischen Kraftmeßsensoren. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3a ist ein Stempelkraftgeber 140 horizontal durchgeschnitten und mit einer Zwischenlage versehen, in der Licht der Lichtwellenleiter 3a eingebettet ist. Neben einer meanderförmigen Leiterführung könnte bei diesem Ausführungsbeispiel bevorzugt eine bifilare spiralförmige Anordnung gewählt werden, die aus einem einzigen Lichtwellenleiter besteht, der in der Mitte umgebogen ist. Es besteht auch die Möglichkeit zwei Lagen mit zwei unabhängigen Lichtwellenleitern mit sich senkrecht überlagernder Meanderführung zu verwenden. Die Lichtwellenleiter sind wiederum in Glas eingebettet oder aber in diesem Falle in einem möglichst blasenfreien elastomeren Material, das die auf den Stempel ausgeübte Kraft vollständig auf den bzw. die Lichtwellenleiter 3a überträgt. Die Schicht ist gleichzeitig der Körper 10. Fig. 3b zeigt eine ähnlich funktionierende Ausführungsform, bei der der Lichtwellenleiter 3a zwischen zwei Scheiben, beispielsweise Unterlagsscheiben 142, 144 angeordnet ist. Mit einer derartigen Anordnung könnte das Anziehen von Schrauben auf einen gewünschten Druck bestimmt werden.

Für die Ausführungsbeispiele der Figuren 3a und 3b könnte auch ein kombinierter Lichtwellenleiter gemäß Fig. 10 Verwendung finden.

Wie bei Dehnungsmeßstreifen-Vorrichtungen üblich, kann auch bei den vorstehend beschriebenen optischen Sensoren zum Abgleich zwischen Meßlichtwellenleiter und Referenzlichtwellenleiter an einer geeigneten Stelle ein bevorzugt ablängbarer Lichtwellenleiterabschnitt angeordnet sein, der zum Beispiel zur Nullkompensation dem einen oder anderen Lichtwellenleiter in Reihe geschaltet wird.

Abschließend sei noch erwähnt, daß sich die Lichtwellen-

leiteranordnungen oder -pakete auf einfache Weise mittels Lichtleiterkabeln oder Weiterführung des Lichtwellenleiters in Reihe schalten lassen. Somit können beispielsweise mehrere in Abstand zueinander angeordnete Sensoren optisch miteinander in Reihe geschaltet werden.

Selbstverständlich kann mit dem optischen Kraftmeßsensor auch ein Druck gemessen werden. Hierzu wird der Körper 10 beispielsweise als Membran ausgebildet, auf deren Flächen die Lichtwellenleiter in erfindungsgemäßer Weise aufgebracht werden.

## Patentansprüche:

1. Optischer Sensor mit einem faserartigen Lichtwellenleiter, der unter dem Einfluß einer physikalischen Größe, insbesondere Kraft oder Druck seine Lichtübertragungseigenschaften ändert, wobei diese Änderung zur Messung der physikalischen Größe herangezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (3a; 13a; 23a; 58; 90) in einem Material eingebettet ist.
2. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (3a; 13a; 23a; 58; 90) in einer Schicht (10; 21; 31) aus druck- oder kraftübertragendem Material eingebettet ist.
3. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (3a; 13a) auf einem elastisch verformbaren Körper unter Einbettung in einem unter Krafteinwirkung nichtkriechenden Material eingebettet aufgebracht ist.
4. Optischer Sensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Material ein elastomeres Material ist.
5. Optischer Sensor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter eine wesentliche Länge bevorzugt zwischen Bruchteilen eines Meters und mehreren km aufweist und über die Fläche des Materials (10, 21) verteilt geführt ist.
6. Optischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Referenzlichtwellenleiter (3b; 13b; 23b; 62) unbeeinflusst von der physikalischen Größe in der Nähe des Lichtwellenleiters (3a; 13a; 23a; 58) angeordnet ist.
7. Optischer Sensor nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter und ggf. der Referenzlichtwellenleiter meanderförmig oder spiralförmig in einer oder mehreren Lagen angeordnet ist bzw. sind.

8. Optischer Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzlichtwellenleiter (3b; 13b) in der Schicht (10; 21) in rohrförmigen Durchführungen (12; 22) druckfrei in einer anderen Höhenlage geführt ist als der Lichtwellenleiter (3a; 13a).
9. Optischer Sensor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzlichtwellenleiter (23b) in einem in der Schicht (21) vorgesehenen druckfreien Raum (36) geführt ist.
10. Optischer Sensor nach Ansprüchen 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (3a) und der Referenzlichtwellenleiter (3b) in ein Interferometer eingefügt sind.
11. Optischer Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (21) zumindest auf der Oberseite mit einer steifen Krafteinleitungsplatte (32) abgedeckt ist, die vorzugsweise fest an der Schicht (21) haftet.
12. Optischer Sensor nach Anspruch 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (58) in elastomerem Material eingebettet ist, das sich im Inneren eines topfförmigen Gehäuses (52) befindet.
13. Optischer Sensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (56) im topfförmigen Gehäuse (52) durch einen Kolben (54) abgedeckt ist, der mit zylindrischer Innenwand des topfförmigen Gehäuses (52) einen engen Spalt (55) bildet, der mit elastomerem Material gefüllt ist.
14. Optischer Sensor nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Wand des topfförmigen Gehäuses (52) vorzugsweise der Bodenwand, eine Ausnehmung (60) vorgesehen ist, in der ein Referenzlichtwellenleiter (62) untergebracht ist.

15. Optischer Sensor nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere derartige Sensoren als Kraftmeßzellen in Abstand zueinander angeordnet und ihre Lichtwellenleiter (58) bzw. Referenzlichtwellenleiter (62) in Reihe geschaltet sind.
16. Lichtwellenleiterkombination, insbesondere zur Verwendung mit einem optischen Sensor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest drei zueinander parallel verlaufende Lichtwellenleiterfasern (90) miteinander verschmolzen sind und eine Referenzlichtwellenleiterfaser (92) geschützt im Inneren zwischen den Lichtleiterfasern (90) verläuft.
17. Optischer Kraftmeßsensor nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Material glasförmig ist.
18. Kraftmeßsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (10) aus Metall, Keramik oder Glas, Silizium besteht und der Lichtwellenleiter (3a) und gegebenenfalls ein Referenzlichtwellenleiter (3b) in einer auf dem Körper (10) fest haftenden aufgetragenen Schicht aus nichtkriechendem Material eingebettet ist.
19. Kraftmeßsensor nach Anspruch 3 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (10) aus gießfähigem nichtkriechendem Material besteht und der Lichtwellenleiter (3a; 13a) und gegebenenfalls ein Referenzlichtwellenleiter (3b; 13b; 23b) in den Körper (10) eingebettet ist.
20. Kraftmeßsensor nach Anspruch 17 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzlichtwellenleiter (3b; 23b) von der auf den Körper (10) wirkenden Kraft unbeeinflusst angeordnet ist.
21. Kraftmeßsensor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (3a; 13a) und gegebenenfalls der Referenzlichtwellenleiter (3b; 13b; 23b) eine wesentliche Länge zwischen Bruchteilen von Metern und mehreren Kilometern aufweist.

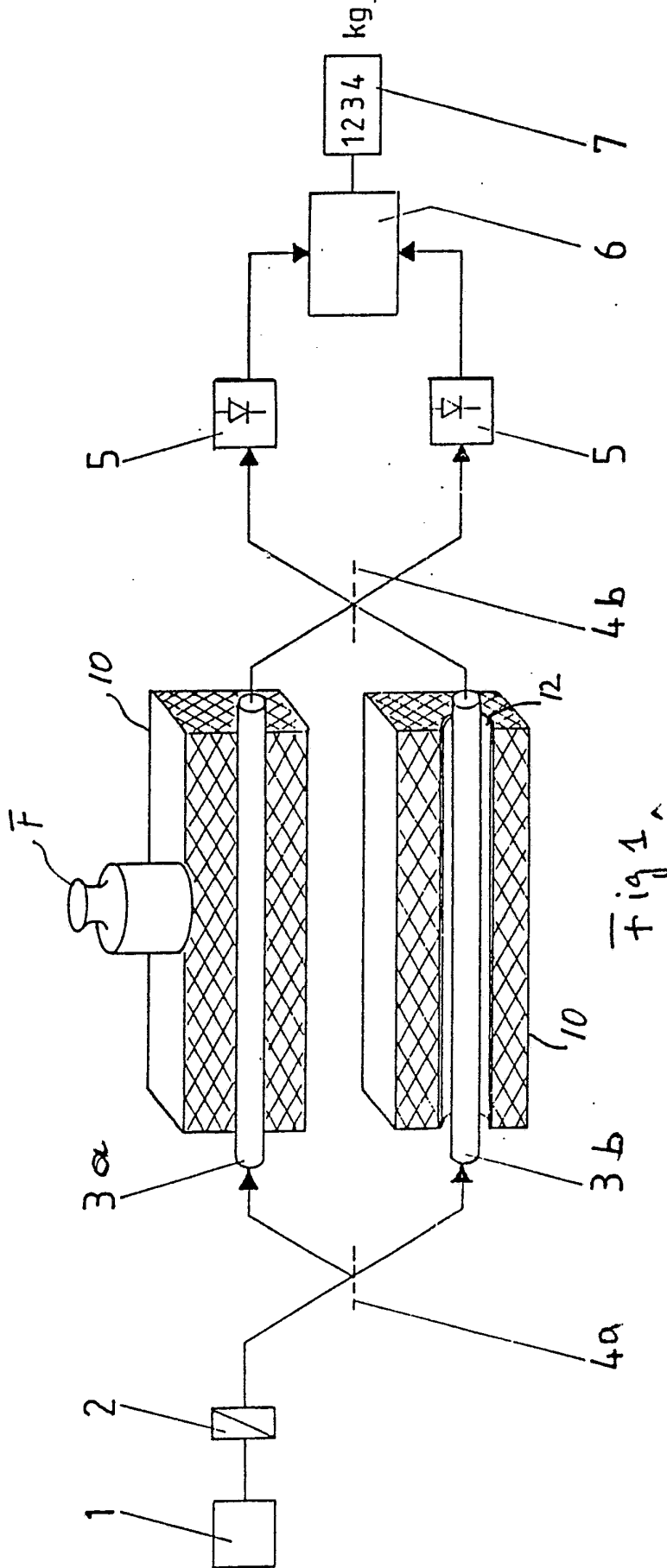
22. Kraftmeßsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (10, 24, 40) eine für Dehnungsmeßstreifen-Vorrichtungen übliche Form aufweist.
23. Kraftmeßsensor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (20) zylinderförmig ist mit einer Krafteinleitung in Richtung der Längsachse und der Lichtwellenleiter (3a) ein- oder mehrlagig um den Zylindermantel gewickelt ist.
24. Kraftmeßsensor nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (24) einen Torsionsring aufweist mit einem auf der Spitze stehenden quadratischen Querschnitt längs dessen einer Ringkante der Lichtwellenleiter (3a) bevorzugt in mehreren Windungen angeordnet ist, wobei gegebenenfalls an der gegenüberliegenden Kante der Referenzlichtwellenleiter (3b) in gleicher Weise angeordnet sein kann.
25. Kraftmeßsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (40) in einer senkrecht zur Krafteinleitungsrichtung verlaufenden Ebene aufgetrennt und mit einer Zwischenschicht versehen ist, in der der Lichtleiter (3a) eingebettet ist.
26. Kraftmeßsensor nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht aus einem Material besteht, das auf sie wirkende Kräfte vollständig auf den Lichtleiter (3a) überträgt.
27. Verfahren zum Herstellen eines optischen Kraftmeßsensors unter Aufbringen mindestens eines Lichtwellenleiters auf einen elastisch verformbaren Körper, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter in einer Schicht aus unter Krafteinwirkung nichtkriechendem Material eingebettet wird, die auf dem Körper aufgebracht wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter eine erhebliche Länge aufweist und ein-

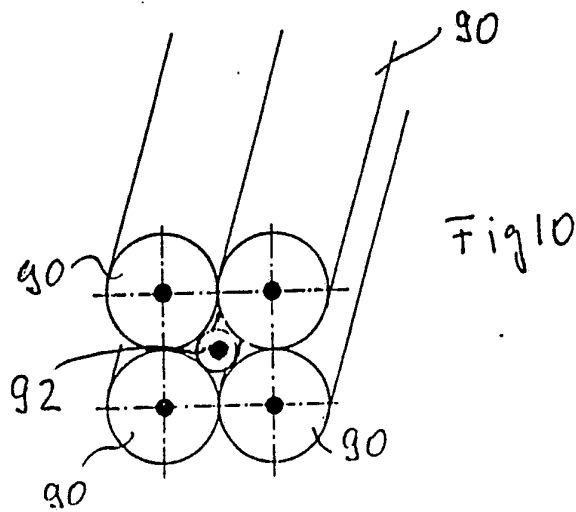
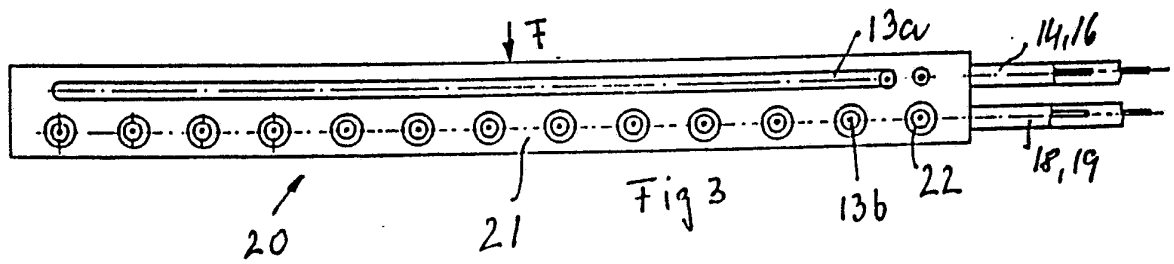
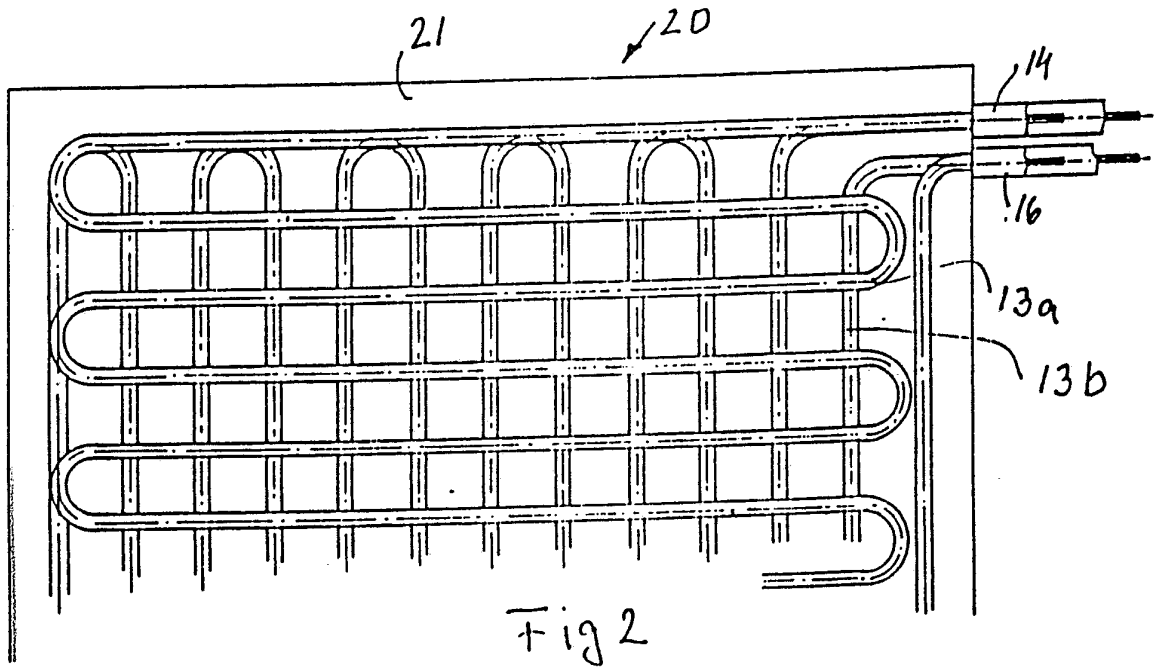
oder mehrlagig, meanderförmig oder bifilar spiralförmig in der Schicht eingebettet wird.

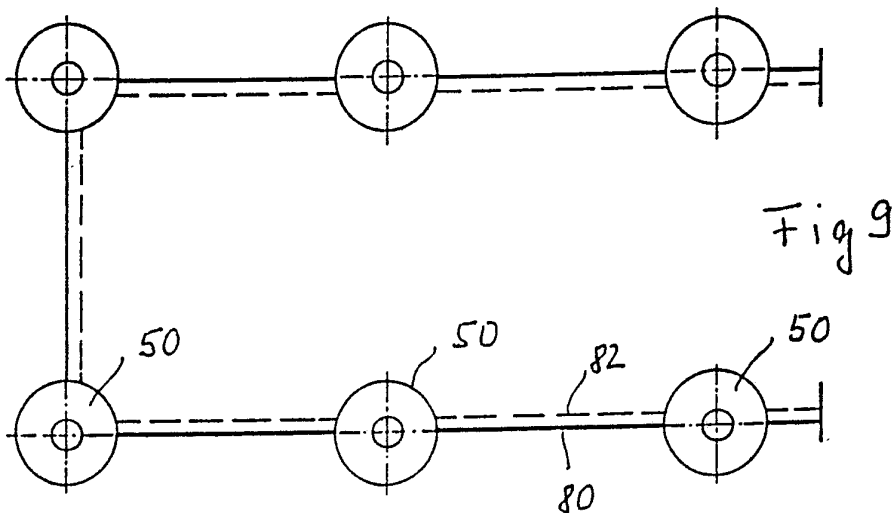
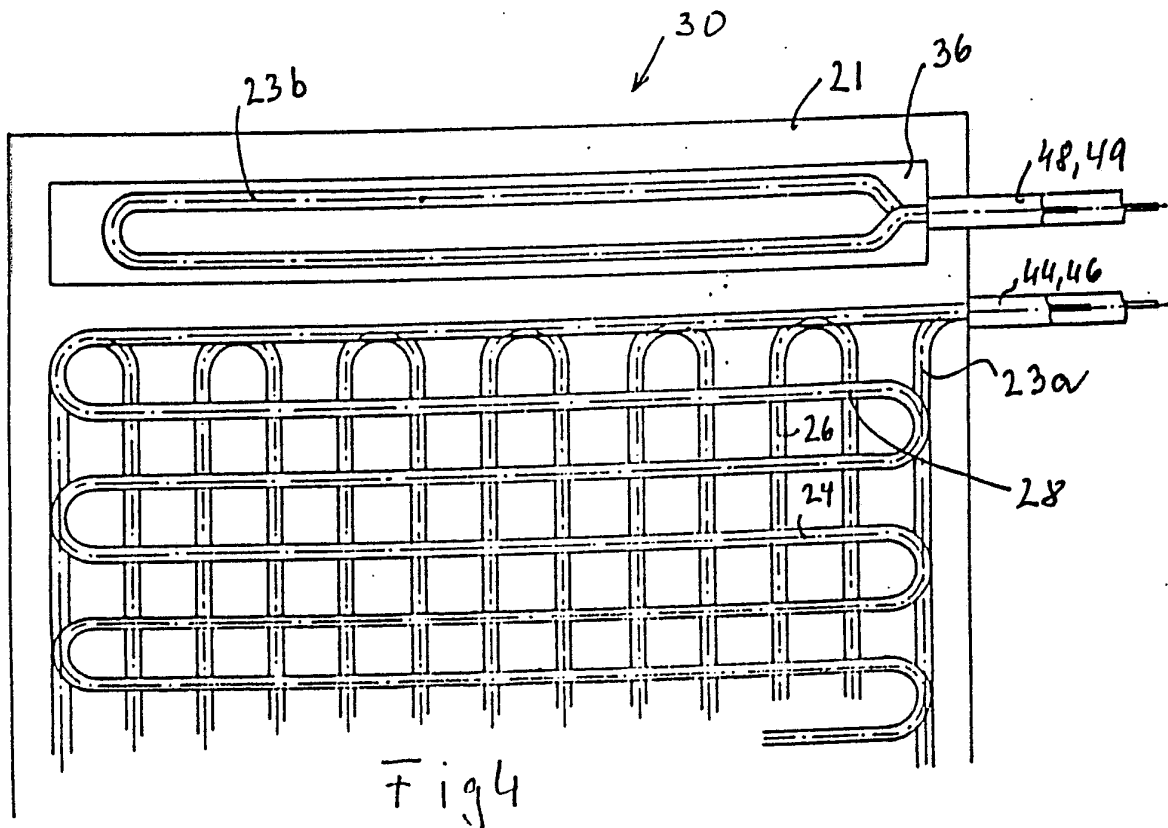
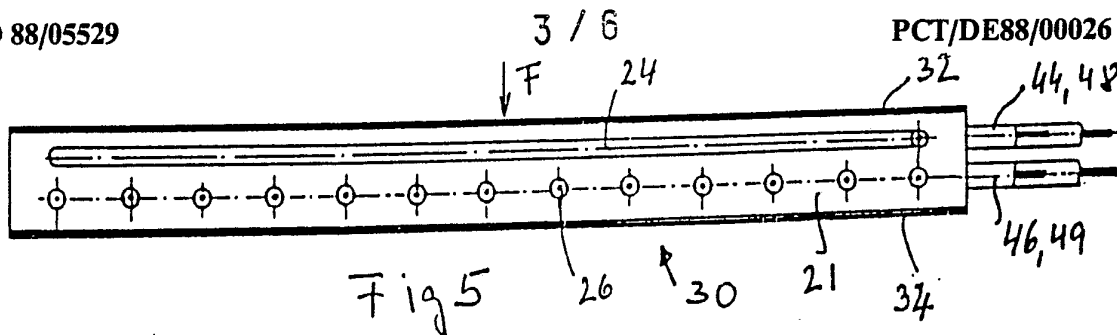
29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter gewebeartig vorgefertigt oder auf einer Glasgitterstruktur vorbereitet in die Schicht eingebettet wird.
30. Verfahren nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter auf dem Körper aufgebracht und dann mit einer Materialschicht abgedeckt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß als Material eine Glasmasse mit einem niedrigen Schmelzpunkt als derjenige des Lichtwellenleiters verwendet wird.
32. Verfahren zum Herstellen eines optischen Kraftmeßsensors unter Anbringen eines Lichtwellenleiters an einem elastisch verformbaren Körper, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter in einer Form für den zu gießenden Körper angeordnet und dann der Körper gegossen wird, so daß der Lichtwellenleiter im Körper selbst eingebettet ist.
33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper aus nichtkriechendem Material gegossen wird.
34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß das Material Glas mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als derjenige des Lichtwellenleiters, Kunststoff oder Polymerbeton ist.
35. Verfahren zum Herstellen eines optischen Sensors mit einem Lichtwellenleiter wesentlicher Länge, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter in einer Schicht aus druck- bzw. kraftübertragendem Material eingebettet wird.
36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Material ein elastomeres Material ist, das mit eingebettetem

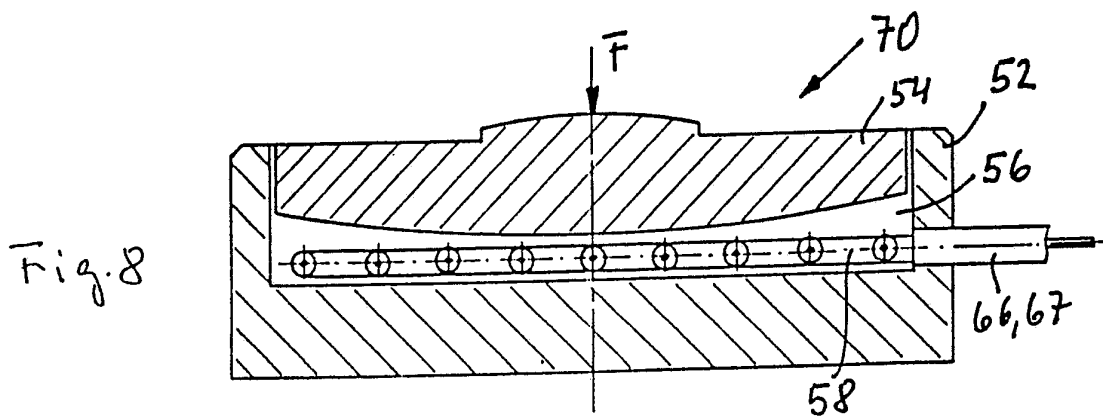
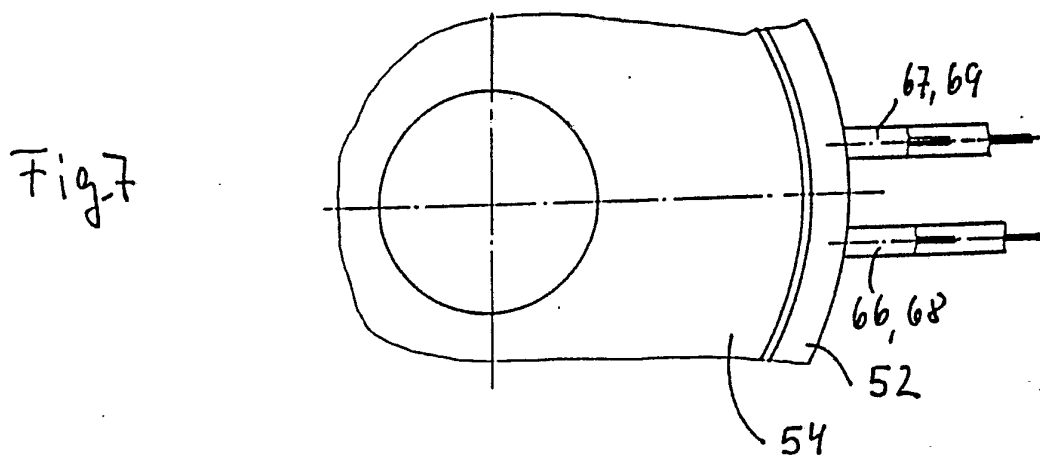
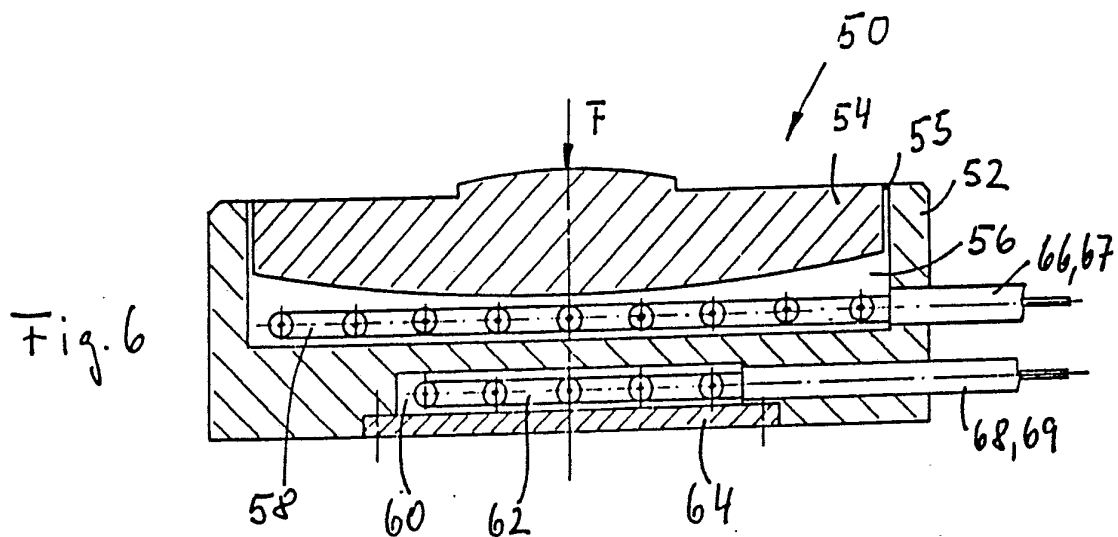
Lichtwellenleiter blasenfrei ausgehärtet wird.

37. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß das Material eine Glasfritte mit einem Schmelzpunkt niedriger als der Schmelzpunkt des Lichtwellenleiters ist und daß der Lichtwellenleiter in die geschmolzene Glasfritte eingebettet wird.









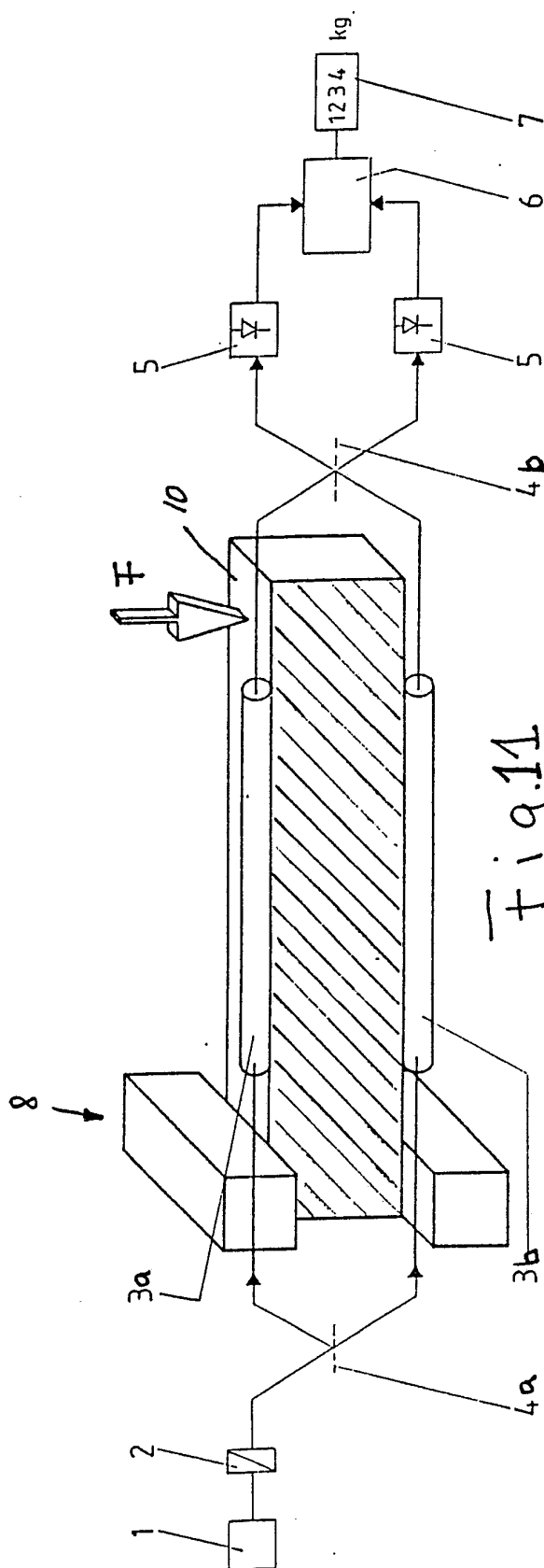
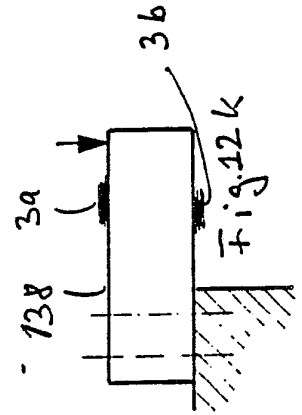
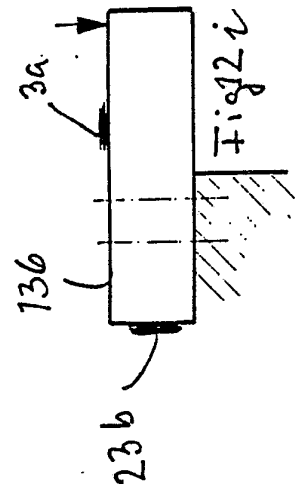
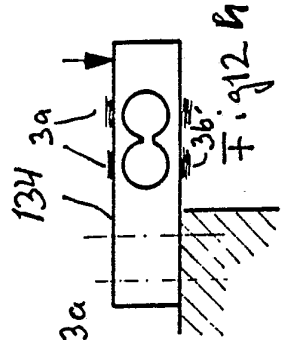
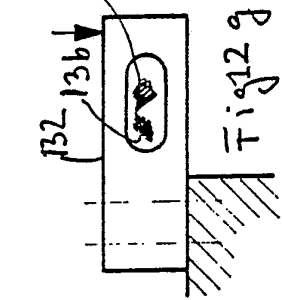
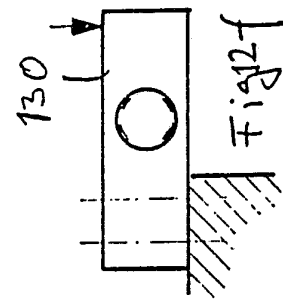
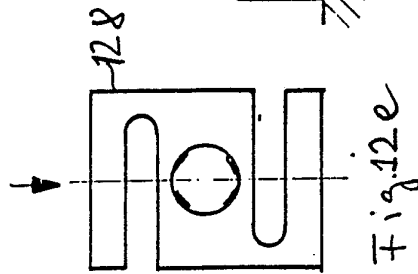
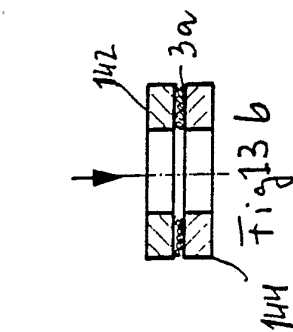
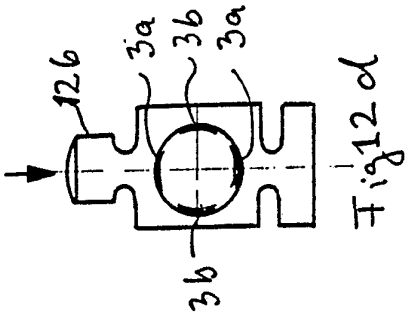
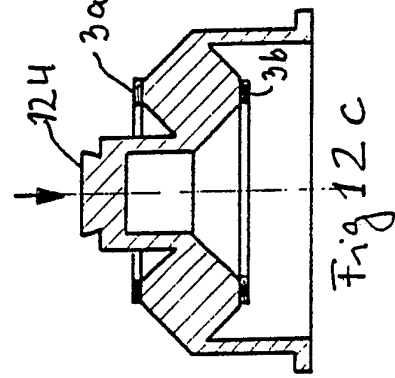
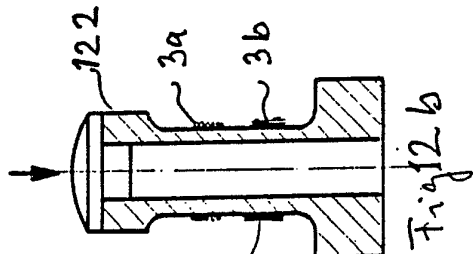
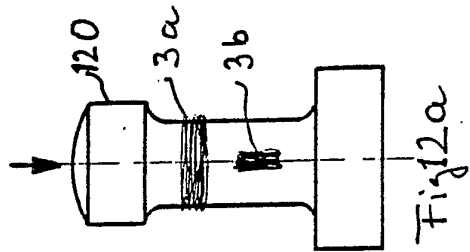
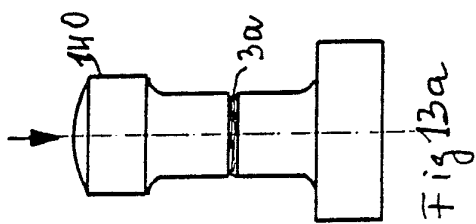


Fig. 11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 88/00026

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. <sup>4</sup> : G 01 L 1/24		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. <sup>4</sup>	G 01 L; G 01 D	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>		
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
X	WO, A, 86/05273 (SOPHA PRAXIS) 12 September 1986, see page 4, last paragraph; page 5, paragraph 1; page 7; page 8, paragraph 1; figures 1,2a	1-5,7,19, 27-29,35
Y	--	16
X	EP, A, 0144509 (POLAROID) 19 June 1985, see page 3, paragraph 3; page 9, paragraph 5; page 12, paragraphs 3,4; page 14, paragraph 3; page 16, paragraph 3; figures 4,8,11,14,17	1,2,10,17-19, 22
X	First International Conference on Optical Fibre Sensors, 26-28 April 1983, S.C. Rashleigh: "Polarimetric sensors: exploiting the axial stress in high birefringence fibers", pages 210-213, see column 1, last paragraph; figure 1	1-3,18,22, 23,27,30
Y	DE, A, 2521659 (SIEMENS) 2 December 1976, see page 5, last paragraph; pages 6,7; figures 1-3	16
-----		
<p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
02 May 1988 (02.05.88)	03 June 1988 (03.06.88)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
EUROPEAN PATENT OFFICE		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

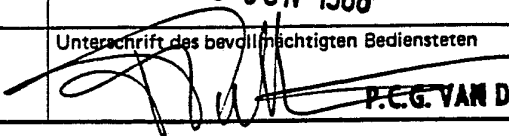
DE 8800026  
SA 20260

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 24/05/88. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A- 8605273	12-09-86	FR-A, B 2578645	12-09-86
		EP-A- 0214213	18-03-87
		JP-T- 62502142	20-08-87
EP-A- 0144509	19-06-85	JP-A- 60102503	06-06-85
		AU-A- 3208384	16-05-85
		US-A- 4630889	23-12-86
		US-A- 4659923	21-04-87
DE-A- 2521659	02-12-76	Keine	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 88/00026

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4. G 01 L 1/24		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4	G 01 L; G 01 D	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup></b>		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
X	WO, A, 86/05273 (SOPHA PRAXIS) 12. September 1986, siehe Seite 4, letzter Absatz; Seite 5, Absatz 1; Seite 7; Seite 8, Absatz 1; Figuren 1,2a	1-5,7,19, 27-29,35
Y	--	16
X	EP, A, 0144509 (POLAROID) 19. Juni 1985, siehe Seite 3, Absatz 3; Seite 9, Absatz 5; Seite 12, Absätze 3,4; Seite 14, Absatz 3; Seite 16, Absatz 3; Figuren 4,8,11,14,17	1,2,10,17-19, 22
X	First International Conference on Optical Fibre Sensors, 26.-28. April 1983, S.C. Rashleigh: "Polarimetric sensors: exploiting the axial stress in high birefringence fibers", Seiten 210-213, siehe Spalte 1, letzter Absatz; Figur 1	1-3,18,22, 23,27,30
	./.	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
2. Mai 1988	03 JUN 1988	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	 <b>P.C.G. VAN DER PUTTEN</b>	

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE, A, 2521659 (SIEMENS) 2. Dezember 1976, siehe Seite 5, letzter Absatz; Seiten 6,7; Figuren 1-3  -----	16

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 8800026  
 SA 20260

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 24/05/88.  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A- 8605273	12-09-86	FR-A, B 2578645	12-09-86
		EP-A- 0214213	18-03-87
		JP-T- 62502142	20-08-87
EP-A- 0144509	19-06-85	JP-A- 60102503	06-06-85
		AU-A- 3208384	16-05-85
		US-A- 4630889	23-12-86
		US-A- 4659923	21-04-87
DE-A- 2521659	02-12-76	Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82