



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 20 2009 008 971 U1 2009.10.01

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: 20 2009 008 971.1

(22) Anmeldetag: 30.06.2009

(47) Eintragungstag: 27.08.2009

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 01.10.2009

(51) Int Cl.⁸: **G01D 5/26** (2006.01)

G01D 11/24 (2006.01)

G01D 11/28 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

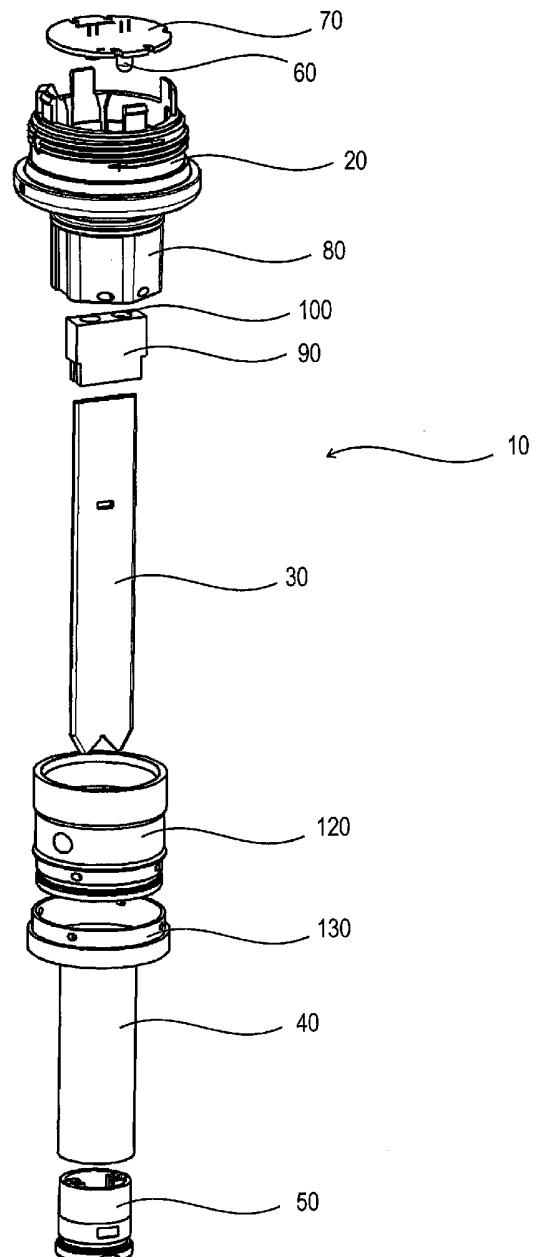
**Bürkert Werke GmbH & Co.KG, 74653 Ingelfingen,
DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

Prinz & Partner Patentanwälte, 80335 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optischer Sensorfinger**



(57) Hauptanspruch: Modularer optischer Sensorfinger mit einem Grundgehäuse, das Elektronik/Optik-Bauelemente aufnimmt, einem länglichen Halter, an dem wenigstens zwei Lichtleiter gehalten sind, die sich zwischen den beiden Längsenden des Halters erstrecken, einem Schutzrohr, durch das sich der Halter mit den Lichtleitern axial erstreckt, und einem auswechselbaren Sensorkopf, der an dem einen Ende des Schutzrohres angeschlossen ist, dessen anderes Ende mit dem Grundgehäuse verbunden ist, wobei die Lichtleiter an einem Ende optisch an Optik-Bauelemente im Grundgehäuse angekoppelt sind und am anderen Ende in den Sensorkopf ragen.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen modularen optischen Sensorfinger zur Erfassung von Mediumseigenschaften in einem Rohrleitungsabschnitt.

[0002] Gattungsgemäße Sensorfinger ragen mit einem Ende in einen Leitungsabschnitt und stehen in direktem Kontakt zum zu messenden Medium.

[0003] Es sind gemäß dem Stand der Technik verschiedene optische Sensoren bekannt, die mit unterschiedlichen Messverfahren wie beispielsweise Streulicht- oder Durchlichtmessung arbeiten. Üblicherweise benötigt man für jedes gewünschte Messprinzip ein eigenes Gerät. So wird entsprechend des ungefähren Konzentrationsbereichs eines Stoffs in einer Flüssigkeit schon allein der Trübungsgrad mittels 90°- oder 180°-Streulichtmessung bei Einsetzung zweier Trübungsmesssysteme bestimmt.

[0004] Deshalb ist ein flexibles System für optische Messungen wünschenswert, das zur Anwendung mehrerer Messprinzipien geeignet ist.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein modularer optischer Sensorfinger im Wesentlichen aufgebaut aus einem Grundgehäuse, einem Halter, einem Schutzrohr und einem Sensorkopf. Je nach gewünschtem Messprinzip und Anwendungsfall lassen sich Halter und Sensorkopf, die in verschiedenen Ausführungen bereit gestellt werden, leicht austauschen. Außerdem kann eine Reihe von Sensorfingern, die auf unterschiedlichen optischen Messprinzipien beruhen, unter Verwendung vieler Gleichteile und Anpassung nur weniger anderer Teile einfach hergestellt werden.

[0006] Das Grundgehäuse ist vorzugsweise mehrteilig aus Bodenteil, Hülse und Deckel aufgebaut, die zum Beispiel mittels Gewinde fest und lösbar miteinander verbunden werden.

[0007] Das Grundgehäuse nimmt Elektronik, wie Ansteuerung des Sensors, Ansteuerung einer optionalen Anzeige- und Bedieneinheit sowie optische Bauelemente, wie LEDs, Photodioden und Laser, auf, die auf einer Platine angeordnet sind.

[0008] Die Platine wird in das Bodenteil des Grundgehäuses eingelegt, wobei die optischen Bauelemente so auf der Platine angeordnet sind, dass deren elektrische Kontaktierungen in das Grundgehäuse hineinragen und die Kapselungen der optischen Bauelemente vom Grundgehäuse weg in Richtung Schutzrohr weisen. Diese Art der Anordnung der optischen Bauelemente ermöglicht ein unkompliziertes Austauschen der optischen Bauelemente. Außerdem ist es von Vorteil, dass die optischen Bauelemente außerhalb des Sensorkopfs angeordnet sind.

[0009] Die optischen Bauelemente ragen mit ihren Kapselungen in Ausnehmungen im Steckverbinder, welcher diesen gegenüberliegend den Halter aufnimmt.

[0010] Die optischen Bauelemente werden mit Hilfe dieses Steckverbinders mit Lichtleitern verbunden, welche auf einer Längsseite auf dem Halter befestigt sind und bis in den Sensorkopf geführt werden. Im Halter können Nuten vorgesehen sein, welche die gewünschten Positionierungen der Lichtleiter festlegen.

[0011] Dabei ist mindestens ein Lichtleiter mit einem Lichtsender auf der Platine verbunden und leitet Licht durch den Lichtleiter bis zu dem Ende des Lichtleiters, das in den Sensorkopf ragt. Im Sensorkopf endet der Lichtleiter in einer Ausnehmung, so dass Licht direkt in das Medium strahlt. Mindestens ein Lichtleiter ist an einen Lichtempfänger auf der Platine angeschlossen und leitet Licht aus dem Medium, z. B. Streulicht, welches in das Ende des Lichtleiters fällt, das in den Sensorkopf ragt, zum Lichtempfänger zurück.

[0012] Besonders günstig und verlustarm ist es, wenn Lichtleitfasern gemäß der DE 20 2009 004 334 direkt in, in den Kapselungen der optischen Bauelemente angebrachten, Ausnehmungen eingesteckt oder -geklebt werden.

[0013] Der Halter wird von einem Schutzrohr umgeben, durch das sich dieser mit den Lichtleitern axial erstreckt.

[0014] An seinem einen Ende werden Schutzrohr und Grundgehäuse mittels einer Verbindungshülse fest und lösbar miteinander verbunden. Diesem Ende gegenüberliegend wird das Schutzrohr mit dem Sensorkopf so verbunden, dass der Halter, welcher sich durch das Schutzrohr erstreckt, mit einem Ende in den Sensorkopf ragt.

[0015] Im Sensorkopf kann für den Halter zu dessen Positionierung eine Führung vorgesehen sein.

[0016] Am Ende des Sensorkopfs, das den Sensorfinger abschließt, sind auf dieser Seite Ausnehmungen vorgesehen, in die die Enden der Lichtleiter münden und hier nach außen gegenüber dem Medium abgedichtet werden. Alternativ werden in die Ausnehmungen Linsen eingepresst, die in Kontakt zu den Enden der Lichtleiter im Sensorkopf stehen.

[0017] Um die Divergenz der in die Lichtleiter ein- bzw. ausgekoppelten Lichtstrahlen zu verringern, können direkt an den Enden der Lichtleiter, die in den Sensorkopf ragen, Faserkollimatoren angeschlossen sein.

[0018] In einer Ausführungsform verlaufen zwei Lichtleiter entlang der Längsseite des Halters bis in den Sensorkopf und münden dort in zwei Ausnehmungen, die auf einer den Sensorkopf nach außen begrenzenden Fläche liegen, wobei Licht axial aus- und auch eingekoppelt wird. Mittels dieser Anordnung können Transmissionsmessungen, beispielsweise zur Konzentrationsbestimmung, sowie 180°-Streulichtmessungen zur Bestimmung des Trübsgrads von Medien durchgeführt werden.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform nimmt eine der Ausnehmungen in der den Sensorkopf nach außen abschließenden Fläche einen Strahlteiler, wie zum Beispiel ein Prisma auf. So kann bei ansonsten gleicher Anordnung, wie bei der vorherigen Ausführungsform beschrieben, auf einfache Weise bewirkt werden, dass ausgekoppeltes Licht und eingekoppeltes Licht in einem rechten Winkel zueinander stehen. Somit wird eine 90°-Messung ermöglicht.

[0020] Durch die Verwendung von mehreren Umlenkelementen und mehr als zwei Lichtleitern, sind parallel 90°- und 180°-Messungen durchführbar.

[0021] Selbstverständlich sind hier weitere Kombinationen und auch Geometrien der Lichtleiter und optischen Bauelemente denkbar.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform ist eines der optischen Bauelemente ein Spektrometer, vorzugsweise ein Mikrospektrometer, zur Absorptionsmessung.

[0023] Einzelheiten des erfindungsgemäßen optischen Sensorfingers ergeben sich aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, In den Zeichnungen zeigen:

[0024] Fig. 1 Explosionsansicht eines erfindungsgemäßen Sensorfingers;

[0025] Fig. 2a-d schematische Darstellung von Sensorkopfvarianten;

[0026] Fig. 3 Draufsicht auf einen Sensorkopf von außen;

[0027] Fig. 4 Draufsicht ins Innere eines Sensorkopfs nach Fig. 3;

[0028] Fig. 5 Seitenansicht auf Halter mit Lichtleiter; und

[0029] Fig. 6 in einen Leitungsabschnitt eingebauten Sensorfinger.

[0030] Fig. 1 zeigt eine Explosionsansicht eines erfindungsgemäßen modularen optischen Sensorfingers **10** mit einem Grundgehäuse **20**, einem längli-

chen Halter **30**, einem Schutzrohr **40** und einem Sensorkopf **50**.

[0031] Das Grundgehäuse **20** weist ein Bodenteil (dargestellt in Fig. 1) auf und bildet zusammen mit einer Hülse und einem Deckel (Fig. 6) einen Raum zur Aufnahme von Elektronik sowie optischen Bauelementen, wie LEDs, Photodioden oder Laser.

[0032] Die optischen Bauelemente **60** sind auf einer Platine **70** angeordnet, die in das Grundgehäuse **20** eingelegt wird. Die elektrischen Kontaktierungen der optischen Bauelemente **60** ragen ins Innere des Grundgehäuses **20** und werden dort mit der Elektronik verbunden. Die Kapselungen der optischen Bauelemente **60** weisen vom Grundgehäuse **20** weg in Richtung Schutzrohr **40**.

[0033] Mindestens eines der optischen Bauelemente **60** ist ein Lichtsender und eines ein Lichtempfänger.

[0034] Es ist besonders vorteilhaft, dass die optischen Bauelemente **60** auf der Platine **70** im Grundgehäuse **20** angeordnet sind. Dadurch sind diese leicht austauschbar, falls diese beispielsweise auf Grund von Verschleiß ausgewechselt werden müssen. In diesem Fall muss nur das robuste Grundgehäuse **20** geöffnet werden, ohne dass der empfindlichere Sensorkopf **50** vom Umbau betroffen wäre. Alternativ ist es möglich bei Bedarf eine ganze Platine durch eine andere ersetzen.

[0035] Im Grundgehäuse **20** sind auf der Seite, die in Richtung Schutzrohr **40** zeigt, Befestigungsmittel **80** für einen Steckverbinder **90** angeordnet. Der Steckverbinder **90** weist auf der Seite, die an das Grundgehäuse **20** angrenzt, Ausnehmungen **100** auf zur Aufnahme der Kapselungen der optischen Bauelemente **60**. Die gegenüberliegende Seite des Steckverbinders **90** wird mit dem länglichen Halter **30** für Lichtleiter **110** verbunden.

[0036] Die Verbindung von Steckverbinder **90** und Halter **30** bewirkt, dass auch die Lichtleiter **110** mit den optischen Bauelementen **60** verbunden sind.

[0037] Die Kapselungen der optischen Bauelemente **60** sind vorzugsweise mit Ausnehmungen versehen, welche die Enden der Lichtleiter **110** aufnehmen. Besonders günstig ist es, wenn hierbei zusätzlich ein optischer Klebstoff verwendet wird.

[0038] Wie in Fig. 5 dargestellt, sind auf dem Halter **30** Lichtleiter **110** angeordnet und verlaufen über die gesamte Länge des Halters **30**.

[0039] Vorzugsweise sind für die Lichtleiter **110** auf dem Halter **30** Nuten vorgesehen, in die diese eingelegt und somit sicher positioniert werden. Somit ist

ein unerwünschtes Verrutschen der Lichtleiter **110** auf dem Halter **30** ausgeschlossen. Es sind aber auch andere Verbindungstechniken zwischen Halter **30** und Lichtleiter **110**, wie beispielsweise Kleben, möglich.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform wird an Stelle des Halters **30** mit den Lichtleitern **110** ein Halter mit integrierten Lichtleitern eingesetzt. Verfahren zur Herstellung von integrierten Lichtleitern in ein Substrat, bestehend aus einem transparenten Polymerwerkstoff, sind bekannt,

[0041] Der Halter **30** wird bezüglich seiner Längsausdehnung umgeben vom Schutzrohr **40**, durch welches er sich axial erstreckt. Das Schutzrohr **40** verhindert, dass die Lichtleiter **110** durch äußere mechanische Einflüsse unerwünscht brechen oder anderweitig beschädigt werden können.

[0042] Das Schutzrohr **40** wird mittels einer Verbindungshülse **120** an das Grundgehäuse **20** durch beispielsweise Gewinde oder Schnappmechanismus angeschlossen. Das Schutzrohr weist an dieser Seite vorzugsweise einen Verbindungsflansch **130** auf. Dadurch kann der Durchmesser des Schutzrohrs **40** optimal auf die Breite des Halters **30** abgestimmt werden.

[0043] An dem Ende des Schutzrohrs **40**, das der Verbindungshülse **120** und dem Grundgehäuse **20** gegenüberliegt, ist das Schutzrohr **40** mit dem Sensorkopf **50**, in den der Halter **30** mit den Lichtleitern **110** eintaucht, verbunden.

[0044] Entsprechend Fig. 4 ist im Sensorkopf **50** für den Halter **30** eine Führung **140** vorgesehen. Dadurch werden Stabilität und Zuverlässigkeit des Systems erhöht.

[0045] Im Sensorkopf **50** sind gemäß Fig. 3 Ausnehmungen **150** angeordnet, in die die Enden der Lichtleiter **110** auf dem Halter **30** ragen, wenn der Sensorkopf **50** mit dem Schutzrohr **40** verbunden ist. Die Enden der Lichtleiter **110** werden in den Ausnehmungen **150** beispielsweise mittels Klebstoff abgedichtet.

[0046] In einer anderen Ausführungsform werden in die Ausnehmungen **150** im Sensorkopf **50** Linsen eingepresst, die mit den Enden der Lichtleiter **110** verbunden sind.

[0047] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Lichtleiter **110** nicht direkt in die Ausnehmungen **150** eintauchen oder mit den Linsen verbunden sind, sondern wenn dazwischen zusätzlich Faserkollimatoren oder Fokussierer **160**, die mit den Lichtleitern **110** in engem Kontakt stehen, eingesetzt werden.

[0048] Von einem Lichtsender, der auf der Platine **70** angeordnet ist, wird Licht in ein erstes Ende eines Lichtleiters **110** eingekoppelt, gelangt zu dessen zweitem Ende, welches in eine Ausnehmung **150** im Sensorkopf **50** ragt und strahlt in das Medium, in welches der Sensorfinger **10** mit seinem Sensorkopf **50** eintaucht. In ein Ende eines zweiten Lichtleiters **110**, das in eine weitere Ausnehmung **150** des Sensorkopfs **50** ragt, wird Licht aus dem Medium eingekoppelt und mittels Lichtleiter **110** zu dessen zweitem Ende geleitet, welches mit einem Lichtempfänger auf der Platine **70** verbunden ist. Das aus dem Medium eingekoppelte Licht kann je nach Anordnung der beiden Enden der Lichtleiter **110** im Sensorkopf **50** zueinander zu einer 90°- oder 180°-Messung verwendet werden.

[0049] Der Sensorkopf **50** kann je nach gewünschtem Messprinzip, das angewendet werden soll, geometrisch unterschiedlich ausgestaltet und mit zusätzlichen optischen Bauelementen, wie zum Beispiel Prismen, ausgestattet sein, wodurch sich eine große Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten ergibt.

[0050] In Fig. 2 sind schematisch verschiedene Varianten je nach gewünschtem Messprinzip und -aufbau dargestellt. Die Darstellung ist schematisch und betrifft teilweise den Halter **30** und teilweise den Sensorkopf **50**. Die Lichtwege sind mittels Pfeilen dargestellt.

[0051] Fig. 2b zeigt einen Aufbau, in dem die Enden der Lichtleiter **110** und die Faserkollimatoren **160** im Wesentlichen parallel angeordnet sind. Auf diese Weise kann zur Bestimmung des Trübungsgrads von Medien eine 180°-Streulichtmessung durchgeführt werden.

[0052] In Fig. 2a ist bezüglich der Lichtleiter und -kollimatoren der gleiche Aufbau, wie im vorhergehenden Beispiel beschrieben, dargestellt. Zusätzlich ist in die Ausnehmung **150** im Sensorkopf **50** ein Umlenkelement **170** eingebracht. Das Umlenkelement **170**, beispielsweise ein Prisma, lenkt Licht, das vom Lichtsender über den Lichtleiter **110** zum Ende des Lichtleiters und Kollimator im Sensorkopf **50** geleitet wird in einem 90°-Winkel zum ursprünglich gesendeten Licht um. Der zweite Kollimator und Lichtleiter, welcher mit dem Lichtempfänger auf der Platine **70** verbunden ist, empfängt so Streulicht aus dem Medium, das im 90° Winkel zum ins Medium eingestrahlten Licht abgestrahlt wird.

[0053] Ein oder mehrere Umlenkelemente **170** können entweder direkt in Ausnehmungen **150** im Sensorkopf **50** eingesetzt werden, oder in die Ausnehmungen **150** werden Linsen eingebracht, und die Umlenkelemente **170** werden direkt davor angeordnet.

[0054] Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 2c dargestellt. In den Sensorkopf **50** ragen drei parallele Enden von Lichtleitern **110**, verbunden jeweils mit einem Kollimator **160**, wobei die beiden äußeren auf Umlenkelemente **170** in den Ausnehmungen **150** im Sensorkopf **50** treffen und der mittlere Lichtleiter mit Kollimator direkt zu einer Ausnehmung **150** geführt ist, die im Vergleich zu den beiden äußeren Ausnehmungen etwas in Richtung Schutzrohr **40** nach Innen versetzt ist. Für diese Ausführungsform wird entsprechend Fig. 3 vorzugsweise an einem balligen Sensorkopfe, welches in direktem Kontakt zum Medium steht, diametral eine Ausnehmung in Form eines Zweiflachs **180** angebracht. Die beiden äußeren Ausnehmungen **150** befinden sich gegenüberliegend auf den beiden den Zweiflach **180** begrenzenden Seitenflächen und die Ausnehmung für den mittleren Lichtleiter im Scheitel desselben, wobei alle drei Ausnehmungen **150** in der gleichen Ebene liegen. Diese Anordnung im Sensorkopf **50** ermöglicht eine gleichzeitige Messung von Transmission und Streulicht. Licht, das vom Lichtsender durch den Lichtleiter **110** über ein erstes Umlenkelement **170** durch das Medium strahlt, fällt auf ein zweites Umlenkelement **170** und wird in den Lichtleiter **110** eingekoppelt, der mit einem Lichtempfänger verbunden ist. Gleichzeitig wird dabei auftretendes Streulicht in den mittleren Lichtleiter eingekoppelt, der ebenfalls mit einem Lichtempfänger auf der Platine verbunden ist.

[0055] Zur Erfassung der Transmission ist hierbei eines der optischen Bauelemente ein Mikrospektrometer. Das Mikrospektrometer ist neben der Elektronik im Grundgehäuse angeordnet und dient in der Ausführungsform 2c als Lichtempfänger.

[0056] Fig. 2d zeigt eine Ausführungsform, bei der die Enden von zwei Lichtleitern zu Ausnehmungen **150** im Sensorkopf **50** führen, wobei im Sensorkopf **50**, wie im vorherigen Beispiel beschrieben, diese sich auf Seitenflächen der keilförmigen Rille **180** gegenüberliegen. Licht strahlt in das Medium ein, und Streulicht in einem 90° Winkel dazu wird in den zweiten Lichtleiter eingekoppelt, der mit dem Lichtempfänger verbunden ist.

[0057] In Fig. 6 ist ein erfindungsgemäßer Sensorfinger dargestellt, der in einem Leitungsabschnitt **190** so montiert ist, dass der Sensorkopf in diesen hineinragt und in direktem Kontakt mit dem Medium steht, welches sich im Leitungsabschnitt **190** befindet. Vom Grundgehäuse **20**, bestehend aus Bodenteil, Hülse und Deckel, ist die Hülse erkennbar, die die Elektronik und die Platine **70** aufnimmt. Der Deckel ist als optionale Anzeige-/Bedieneinheit **200** ausgestaltet.

[0058] Der Sensorfinger **10** wird mittels Fitting **210** an den Rohrleitungsabschnitt **190** angeschlossen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 202009004334 [\[0012\]](#)

Schutzansprüche

1. Modularer optischer Sensorfinger mit einem Grundgehäuse, das Elektronik/Optik-Bauelemente aufnimmt, einem länglichen Halter, an dem wenigstens zwei Lichtleiter gehalten sind, die sich zwischen den beiden Längsenden des Halters erstrecken, einem Schutzrohr, durch das sich der Halter mit den Lichtleitern axial erstreckt, und einem auswechselbaren Sensorkopf, der an dem einen Ende des Schutzrohres angeschlossen ist, dessen anderes Ende mit dem Grundgehäuse verbunden ist, wobei die Lichtleiter an einem Ende optisch an Optik-Bauelemente im Grundgehäuse angekoppelt sind und am anderen Ende in den Sensorkopf ragen.

2. Sensorfinger nach Anspruch 1, bei dem die Elektronik/Optik-Bauelemente, von denen mindestens eines als Lichtsender und eines als Lichtempfänger wirkt, auf einer Platine angeordnet sind.

3. Sensorfinger nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Optik-Bauelemente mittels eines Steckverbinders an die Lichtleiter angeschlossen sind.

4. Sensorfinger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem eines der Optik-Bauelemente ein Mikrospektrometer ist.

5. Sensorfinger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Schutzrohr einen Verbindungsflansch aufweist, der an einer Verbindungshülse angeschlossen ist, die ihrerseits an dem Grundgehäuse angeschlossen ist.

6. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Träger aus einem transparenten Polymerwerkstoff besteht, und die Lichtleiter in den Träger integriert sind.

7. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem an den Enden der Lichtleiter, die in den Sensorkopf ragen, jeweils ein Faserkollimator oder Fokussierer angeordnet ist.

8. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Sensorkopf an seinem freien Ende Licht axial ein- und auskoppelt.

9. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Sensorkopf an seinem freien Ende Licht sowohl axial als auch radial ein- und/oder auskoppelt.

10. Sensorfinger nach Anspruch 9, bei dem die Ein/Auskopplung mittels eines Strahlteilers, insbesondere eines Prismas, erfolgt.

11. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Sensorkopf zwei optische

Umlenkelemente, die jeweils einem Lichtleiter zugeordnet sind, und zwischen den Umlenkelementen eine optische Meßstrecke aufweist.

12. Sensorfinger nach Anspruch 11, bei dem der Halter einen dritten Lichtleiter trägt, dessen in den Sensorkopf ragendes Ende Licht axial einkoppelt.

13. Sensorfinger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der Sensorkopf an seinem Ende, das ins Medium ragt, zwei aufeinander senkrechtstehende optische Ein-/Auskoppelflächen aufweist, an denen jeweils ein Lichtleiter senkrecht zu der betreffenden Koppelfläche endet.

14. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sensorkopf Ausnehmungen aufweist, in welche die Enden der Lichtleiter ragen und dort abgedichtet sind.

15. Sensorkopf nach Anspruch 14, wobei in die Ausnehmungen im Sensorkopf Linsen eingesetzt sind.

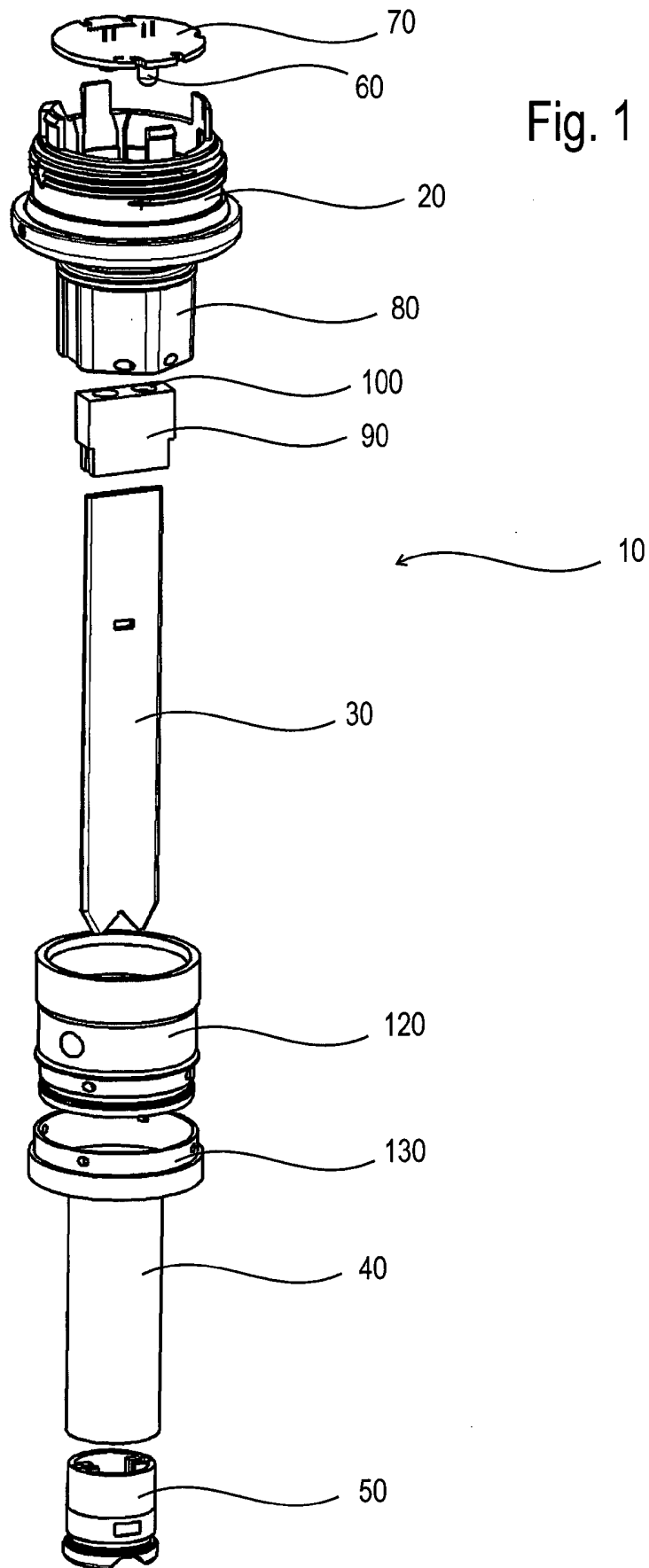
16. Sensorfinger nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Sensorkopf an seinem den Sensorfinger abschließenden Ende im Wesentlichen eine ballige Form aufweist, in welche diametral eine Ausnehmung in Form eines Zweiflachs **180** angebracht ist.

17. Sensorfinger nach Anspruch 16, wobei der Sensorkopf an den, den Zweiflach begrenzenden, Seitenflächen gegenüberliegend Ausnehmungen aufweist.

18. Sensorfinger nach Anspruch 16, wobei der Sensorkopf zusätzlich im Scheitel des Zweiflachs Ausnehmungen aufweist, die in einer Ebene liegen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



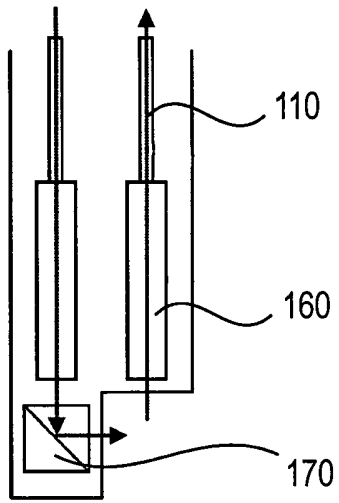


Fig. 2a

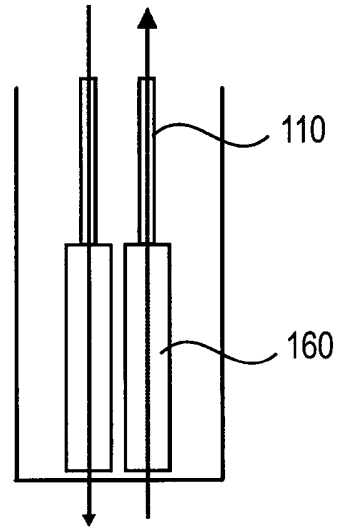


Fig. 2b

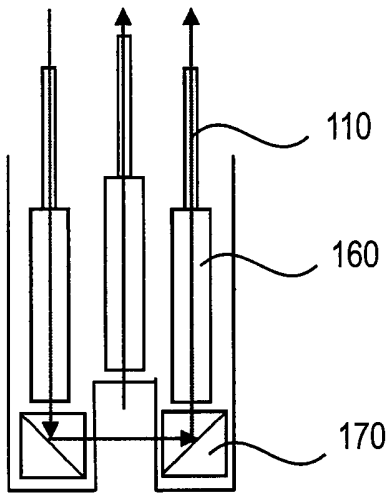


Fig. 2c

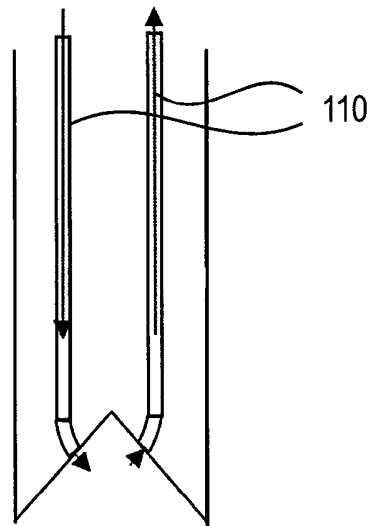


Fig. 2d

Fig. 3

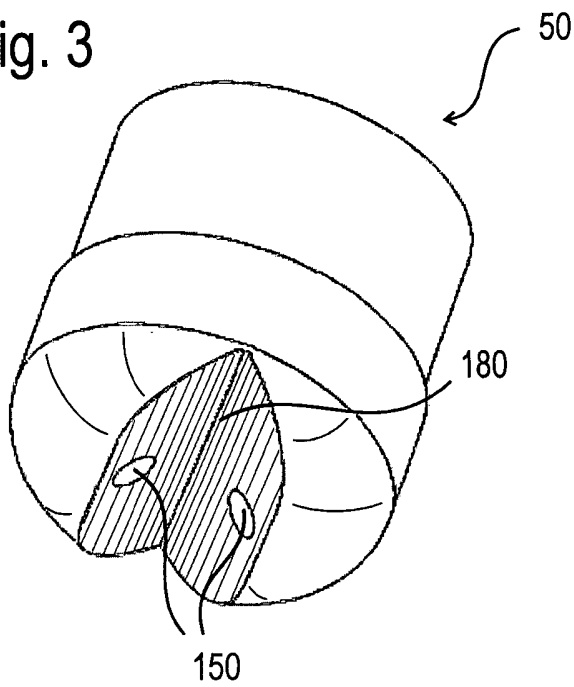


Fig. 4

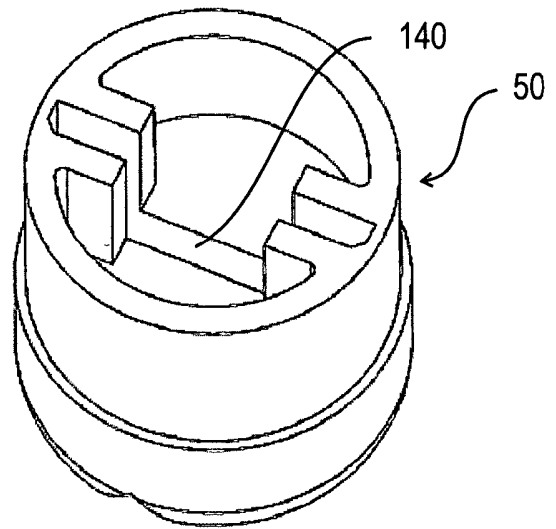


Fig. 5

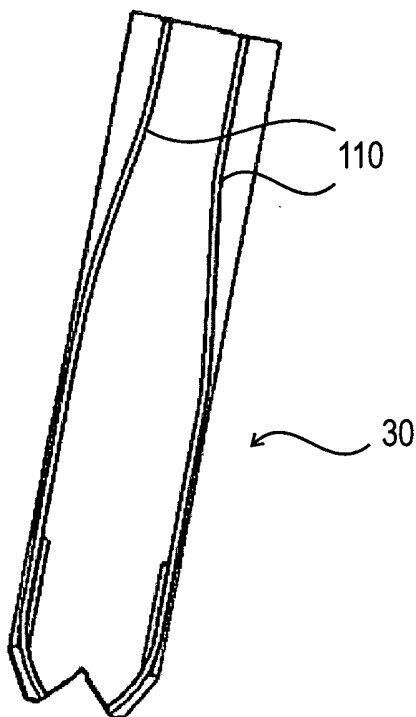


Fig. 6

