



(10) **DE 10 2019 122 096 A1** 2021.02.18

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 122 096.3**

(22) Anmeldetag: **16.08.2019**

(43) Offenlegungstag: **18.02.2021**

(51) Int Cl.: **G01N 21/63 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Endress+Hauser Conducta GmbH+Co. KG, 70839
Gerlingen, DE**

(74) Vertreter:

**Koslowski, Christine, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.,
79576 Weil am Rhein, DE**

(72) Erfinder:

**Löbber, Andreas, Dr., 04736 Waldheim, DE;
Hörig, Alexander, 09326 Geringswalde, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

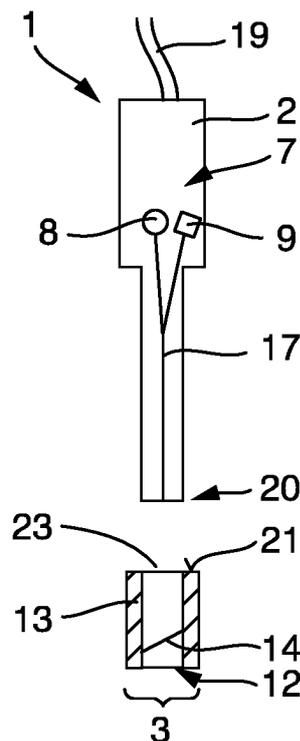
DE	26 54 726	B1
DE	102 41 833	A1
DE	195 24 207	A1
DE	198 56 591	A1
DE	601 11 531	T2
FR	2 785 681	A1
US	2010 / 0 203 649	A1
US	2011 / 0 046 491	A1
US	5 652 810	A
EP	0 372 802	A2

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Optochemischer Sensor und Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung offenbart einen optochemischen Sensor (1) zur Bestimmung einer mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße, umfassend: ein, insbesondere zylinderförmiges, Gehäuse (2), welches mindestens einen zum Eintauchen in das Messfluid gestalteten Eintauchbereich aufweist; eine, insbesondere zylinderförmige, Wechselkappe (3) mit zumindest einem Sensorspot (13), wobei die Wechselkappe (3) am Eintauchbereich des Gehäuses (2) abnehmbar angeordnet ist, wobei der Sensorspot (13) an der Mantelfläche (22) angeordnet ist; eine in dem Gehäuse (2) angeordnete Strahlungsquelle (8) zum Einstrahlen von Anregungsstrahlung in die Wechselkappe (3), wobei in der Wechselkappe (3) ein Umlenkmodul (14) angeordnet ist, welches stirnseitig in die Wechselkappe (3) eingestrahlte Anregungsstrahlung in Richtung des Sensorspots (13) umlenkt; einen in dem Gehäuse (2) angeordneten Strahlungsempfänger (9) zum Empfangen von Empfangsstrahlung, die vom Sensorspot (13) emittiert wird; und eine in dem Gehäuse (2) angeordnete Sensorschaltung (18), welche dazu ausgestaltet ist, die Strahlungsquelle (8) zu steuern, Signale des Strahlungsempfängers (9) zu empfangen und auf den Signalen des Strahlungsempfängers (9) basierende Ausgabesignale zu erzeugen und auszugeben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen optochemischen Sensor und ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem solchen.

[0002] Obwohl die Erfindung im Folgenden anhand eines Sauerstoffsensors erläutert wird, soll die erfinderische Idee nicht auf Sensoren beschränkt werden, die nach dem Prinzip der Lumineszenzlöschung arbeiten. Vielmehr sind andere Prozessgrößen, insbesondere Konzentrationen von bestimmten Analyten wie Ionen, Moleküle, Gase oder anderen chemischen Verbindungen, pH-Wert oder Temperatur sind ebenso durch eine solche Anordnung mit üblichen Modifikationen messbar. Messgeräte, die zur Bestimmung der entsprechenden Prozessgrößen geeignet sind, werden von der Firmengruppe Endress+Hauser in großer Variantenvielfalt angeboten und vertrieben.

[0003] Der Sensor umfasst etwa einen, ein optisches Sensorelement enthaltenen Sensorkopf, an welchen sich ein Gehäuse anschließt, das eine Datenverarbeitungseinheit enthält, wobei das optische Sensorelement von einer Lichtquelle mit Licht angestrahlt wird. Das Licht wird von dem optischen Sensorelement in einer bestimmten Lichtcharakteristik, möglicherweise nach Wandlung, zurückgestrahlt, von einem Lichtempfänger detektiert und ein die Lichtcharakteristik repräsentatives Signal des Lichtempfängers von der Datenverarbeitungseinheit ausgewertet. Das „optische Sensorelement“ wird häufig auch als Sensorspot oder seiner Art nach als Sensormembran bezeichnet.

[0004] Aus der EP 2 295 953 A1 ist eine Einrichtung zum Messen von Stoffkonzentrationen in Lösungen auf Basis einer Fluoreszenzmessung bekannt. Die Einrichtung umfasst eine Lichtquelle, die ein Sendelicht in ein zu untersuchendes Medium ausstrahlt. Durch dieses Sendelicht wird ein optisches Sensorelement angeregt, das in Kontakt mit dem zu untersuchenden Medium angeordnet ist. Bei der Fluoreszenzmessung wird das Sendelicht von dem optischen Sensorelement absorbiert und Licht einer anderen Wellenlänge und Intensität in Abhängigkeit der Prozessgröße, also etwa der Konzentration eines Analyten, zurückgestrahlt. Die von dem optischen Sensorelement zurück gestrahlte Strahlung wird durch einen Lichtempfänger als Empfangslicht aufgenommen, in eine elektrische Messgröße gewandelt und an eine Datenverarbeitungseinheit weitergeleitet. Je nach Eigenschaften des optischen Sensorelementes und des Sendelichtes reagiert der optische Sensor auf unterschiedliche Teilchenkonzentrationen mit unterschiedlichen Empfangslichtintensitäten, Empfangsfrequenzen, Phasenwinkel und/oder Abklingkurven.

[0005] Ein gattungsgemäßer Sensor ist etwa der digitale Sauerstoffsensor „Memosens COS81 D“.

[0006] Grundsätzlich existieren verschiedene Methoden die Lichtquelle / den Lichtempfänger gegen den Sensorspot anzuordnen.

[0007] Bei Sensoren mit ausreichender Energieversorgung können die Lichtquelle / der Lichtempfänger direkt am optischen Sensorelement angeordnet werden. Dies ist allerdings bei Hochtemperatursensoren schwierig zu realisieren, da sich lange und stör anfällige Verbindungsleitungen von der entfernt von der Hochtemperaturmessstelle angeordneten Datenverarbeitungseinheit zu den optischen Bauelementen ergeben.

[0008] Um dies zu vermeiden können Lichtquelle und Lichtempfänger weit von dem möglicherweise heißen, zu untersuchenden Medium entfernt platziert werden. Dann kann das Licht über einen Lichtleiter zum optischen Sensorelement geleitet werden.

[0009] Üblicherweise befindet sich in einem gattungsgemäßen Sensor genau ein Sensorspot. Soll ein anderer Parameter gemessen werden, muss ein anderer Sensor verwendet werden.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Multiparametersensor vorzuschlagen, der einfach zu fertigen und zu handhaben ist.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch einen optochemischen, umfassend: ein, insbesondere zylinderförmiges, Gehäuse, welches mindestens einen zum Eintauchen in das Messfluid gestalteten Eintauchbereich aufweist; eine, insbesondere zylinderförmige, Wechselkappe mit zumindest einem Sensorspot, wobei die Wechselkappe am Eintauchbereich des Gehäuses abnehmbar angeordnet ist, wobei der Sensorspot an der Mantelfläche angeordnet ist; eine in dem Gehäuse angeordnete Strahlungsquelle zum Einstrahlen von Anregungsstrahlung in die Wechselkappe, wobei in der Wechselkappe ein Umlenkmodul angeordnet ist, welches stirnseitig in die Wechselkappe eingestrahlte Anregungsstrahlung in Richtung des Sensorspots umlenkt; einen in dem Gehäuse angeordneten Strahlungsempfänger zum Empfangen von Empfangsstrahlung, die vom Sensorspot emittiert wird; und eine in dem Gehäuse angeordnete Sensorschaltung, welche dazu ausgestaltet ist, die Strahlungsquelle zu steuern, Signale des Strahlungsempfängers zu empfangen und auf den Signalen des Strahlungsempfängers basierende Ausgabe-signale zu erzeugen und auszugeben.

[0012] Es ergibt sich somit eine einfache Möglichkeit mehrere Parameter mit nur einem einzigen Sensor zu ermöglichen. Durch das Umlenkmodul kann Anregungsstrahlung, insbesondere wenn mehrere Sen-

sorspots verwendet werden, auf verschiedene Bereiche der Mantelfläche gelenkt werden.

[0013] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul das Anregungslicht in einem Winkel von 90 ° umlenkt, siehe dazu auch unten.

[0014] Es ergibt sich ein weiterer Vorteil, der auch ersichtlich ist, wenn nur ein einziger Sensorspot verwendet wird. Dadurch, dass der Spot nicht mehr wie im Stand der Technik auf der Unterseite platziert ist, sondern abseits davon, ergibt sich eine blasenabweisende Analytmessung. Es ist somit auch in Messmedien mit der Tendenz zu Gasblasen eine Messung möglich, da lateral keine Blasen an der Gefäßwandung verweilen und nach oben steigen. Das Messfenster, d.h. der Sensorspot ist frei von Blasen. Die Messung ist im einfachsten Fall für das Messen eines einzigen Messparameters (z.B. Sauerstoff) geeignet.

[0015] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul einen Spiegel, ein Prisma, oder einen abgeschrägten Glasstab umfasst. Im Allgemeinen ist das Umlenkmodul ein optisches Bauteil, welches den Lichtpfad verändern kann.

[0016] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass zumindest der Bereich der Mantelfläche, an dem der Sensorspot angeordnet ist, omniphob, hydrophob, superhydrophob, hydrophil oder superhydrophil ausgestaltet ist.

[0017] Im zusammengebauten Zustand befindet sich das Umlenkmodul wie beansprucht immer in der Wechselkappe. Es gibt dafür verschiedene Möglichkeiten.

[0018] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul unmittelbar in der Wechselkappe angeordnet ist.

[0019] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul stirnseitig in der Wechselkappe, etwa im Boden angeordnet ist. In einer Ausgestaltung ist dies ein Spiegel mit einer Neigung von 45° zur Lotrechten der Kappe.

[0020] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass durch Drehen des Bodens mittels eines Gewindes das Umlenkmodul gedreht wird und damit die strahlableitende Fläche die Richtung der Anregungsstrahlung verändert.

[0021] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul in einem Adapter angeordnet ist.

[0022] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Adapter als Inlay für die Wechselkappe ausgestaltet ist. Der Adapter ist also ein Adapter für die Wechselkappe.

[0023] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Sensor einen Lichtleiter umfasst, der Anregungsstrahlung von der Strahlungsquelle in Richtung Wechselkappe leitet, wobei der Adapter adaptierbar für den Lichtleiter ausgestaltet ist. In dieser Ausgestaltung ist der Adapter somit ein Adapter für den Lichtleiter.

[0024] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Bereich der Mantelfläche mit dem Sensorspot zumindest für die Anregungsstrahlung und Empfangsstrahlung transluzent oder transparent ausgestaltet ist.

[0025] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul die Anregungsstrahlung um 90° umlenkt. In einer Ausgestaltung ist das Umlenkmodul als Spiegel oder Prisma ausgestaltet mit einer Seitenfläche von 45° zur Lotrechten.

[0026] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Wechselkappe aus einer Gaskeramik, Glas, Borosilikatglas, Quarzglas, Saphir, einen transparenten oder transluzenten Kunststoff der Reihe Polycarbonat, TOPAS, Polysulphone, Poly(n-methylmethacrylimide), Ethylene-Norbornene Kopolymere oder einem Hybriden aus Edelstahl und diesen Werkstoffen besteht.

[0027] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Wechselkappe zumindest zwei Sensorspots umfasst.

[0028] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Sensor zumindest einem Sensorspot zugeordnete Orientierungsmittel umfasst, wobei die Orientierungsmittel dazu ausgestaltet sind eine eindeutige Orientierung des Sensorspots am Sensor zu ermöglichen.

[0029] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Orientierungsmittels eine Nut-Feder-Verbindung umfassen. Dies ermöglicht eine eindeutige Montage, wodurch eine Ausrichtung der Anregungsstrahlung in definierten Winkeln ermöglicht wird.

[0030] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Gehäuse ein Gewinde und die Wechselkappe ein korrespondierendes Gegengewinde umfasst.

[0031] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul von oben, d.h. der mediumsabgewandten Seite, gedreht wird. In diesem Fall erfolgt eine Drehung von der Seite des Sensorkopfs. Hier kann entweder eine Arretierung gelöst werden wodurch dann die Drehbewegung des Umlenkmoduls möglich ist oder der Sensor ist frei beweglich in einer Kappenaufnahme drehbar. Die Bewegung der Teile kann auch automatisiert ablaufen, z.B. durch eine Armatur hydraulisch getrieben.

[0032] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul aktivierbar durch externe Anregung ausgestaltet ist.

[0033] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul aktivierbar ist durch eine Spannung, einen Strom, einen Lichteintrag, ein magnetisches Feld, eine Temperatur, eine bestimmte Gaskonzentration oder eine Kombination derselben.

[0034] Wie erwähnt befindet sich das Umlenkmodul als unmittelbar angeordnet in der Kappe, als Adapter in der Kappe oder als Adapter für den Lichtleiter. Das aktivierbare Umlenkmodul leitet Anregungsstrahlung durch Schalten von einzelnen Bereichen des Umlenkmoduls von transparent nach reflektierend oder von reflektierend nach transparent auf die Seitenfläche der Kappe, wodurch unterschiedliche Messparameter durch die schaltbare Ansteuerung leicht zeitversetzt gemessen werden können.

[0035] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul als Polyeder oder Kegel ausgestaltet ist.

[0036] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul von einer schaltbaren Schicht überlagert wird, welche je nach Schaltposition strahlungsundurchlässig oder optisch transparent ist.

[0037] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul von einer schaltbaren Schicht überlagert wird, welche je nach Schaltposition reflektierend oder transparent für die Anregungsstrahlung ausgestaltet ist.

[0038] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Sensorspot einen rückseitig beschichteten Träger umfasst, welcher aus einer schaltbaren Folie besteht, wobei dieser insbesondere auf eine Wechselkappe aus Kunststoff, etwa Polycarbonat, angeordnet, insbesondere geschweißt, ist und die Anregungsstrahlung durchlassend oder absorbierend ist.

[0039] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Innenfläche der Wechselkappe eine schaltbare Schicht umfasst und eine reflektierende Schicht des Umlenkmoduls schaltbar ausgestaltet ist.

[0040] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Stirnseite der Wechselkappe undurchlässig für die Anregungsstrahlung ist.

[0041] Eine Ausgestaltung sieht somit vor, dass die Kappe eine mindestens eine schaltbare spiegelnde Schicht und/oder eine schaltbare transparente Schicht enthält.

[0042] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Umlenkmodul einen Spiegel umfasst, der aktivierbar ist von reflektierend nach transparent oder wobei das Umlenkmodul bestehend aus einem spiegelnden Polyeder mit einer Deckfläche überlagert ist, welche von reflektierend nach transparent geschaltet werden kann.

[0043] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor wie oben beschrieben, umfassend die Schritte: Entfernen der Wechselkappe vom Gehäuse; Drehen der Wechselkappe; und Wiederanbringen der Wechselkappe am Gehäuse.

[0044] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor wie oben beschrieben, umfassend die Schritte: Drehen des Bodens der Wechselkappe.

[0045] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor wie oben beschrieben, umfassend die Schritte: Entfernen der Wechselkappe vom Gehäuse; Drehen eines Adapters in der Wechselkappe; und Wiederanbringen der Wechselkappe am Gehäuse.

[0046] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor wie oben beschrieben, umfassend die Schritte: Entfernen der Wechselkappe vom Gehäuse; Drehen des Adapters am Lichtleiter; und Wiederanbringen der Wechselkappe am Gehäuse

[0047] Die Aufgabe wird weiter gelöst durch ein Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor wie oben beschrieben, wobei die Wechselkappe ein Gewinde umfasst, das Verfahren umfassend zumindest den Schritt: Drehen der Wechselkappe oder Drehen des Bodens der Wechselkappe.

[0048] Dies wird anhand der nachfolgenden Figuren näherer erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Explosionsdarstellung des beanspruchten optochemischen Sensors.

Fig. 2 zeigt den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung.

Fig. 3 zeigt den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung.

Fig. 4 zeigt den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung.

Fig. 5 zeigt den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung.

Fig. 6a-e zeigen den beanspruchten optochemischen bezüglich der Positionierung der Wechselkappe.

Fig. 7a/b zeigen den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung mit aktivierbarem Umlenkmodul.

Fig. 8a-c zeigen den beanspruchten optochemischen Sensor in einer Ausgestaltung mit aktivierbarem Umlenkmodul.

Fig. 9a-d zeigen verschiedene Geometrien des aktivierbaren Umlenkmoduls.

[0049] In den Figuren sind gleiche Merkmale mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0050] In **Fig. 1** ist schematisch ein optochemischer Sensor dargestellt. Der Sensor **1** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel zur Bestimmung einer Konzentration eines in einer Messflüssigkeit gelösten Gases, z.B. von gelöstem Sauerstoff, ausgestaltet. Der Sensor **1** weist ein Gehäuse **2** auf, das im hier gezeigten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen zylindrisch ausgestaltet ist. Der Durchmesser beträgt beispielsweise 12 mm oder 40 mm. Das Gehäuse **2** umfasst eine, zum Kontakt mit einem Messmedium bestimmte, Sensormembran **13**. Die Sensormembran **13** umfasst unter anderem einen in einer Polymermatrix eingebetteten Lumineszenzfarbstoff, dessen Lumineszenz durch den Analyten, hier z.B. Sauerstoff, gelöscht wird. Der Lumineszenzfarbstoff kann alternativ auch die Eigenschaft haben, dass seine Lumineszenz durch den Analyten verstärkt wird. Dies ist beispielsweise bei der optischen pH-Detektion mit Lumiphoren auf Basis des PET-Effekts (PET= Photo-induzierter Elektronentransfer) der Fall. Die Sensormembran **3** kann ein stabilisierendes Substrat und mehrere auf dem Substrat aufgebraute Schichten aufweisen, siehe unten. Die Membran **13** wird auch als Sensorspot bezeichnet.

[0051] In dem Gehäuse **2** ist eine Strahlungsquelle **8** angeordnet, die beispielsweise eine oder mehrere LEDs umfassen kann. In dem Gehäuse **2** ist außerdem ein Strahlungsempfänger **9** angeordnet, der beispielsweise eine oder mehrere Fotodioden umfassen kann. Strahlungsquelle **8** und Strahlungsempfänger **9** befinden sich in einer Empfangs- und Sendeeinheit **7**. Das Gehäuse **2** enthält außerdem einen Lichtleiter **17**, der von der Strahlungsquelle **8** emittierte Strahlung zu der Sensormembran **13** leitet und von dem in der Sensormembran **13** eingebetteten Lumineszenzfarbstoff emittierte Lumineszenzstrahlung zum Strahlungsempfänger **9** leitet. Der Lichtleiter **17** kann eine oder mehrere optische Fasern umfassen. Beispielsweise ist der Lichtleiter **17** durch ein Faserbündel gebildet, das einen ersten Arm aufweist, der die Strahlungsquelle **8** mit der Sensormembran **13** verbindet, und das einen zweiten Arm aufweist, der den Strahlungsempfänger **9** mit der Sensormembran **13** verbind-

det. Der optische Sensor **1** weist einen hülsenförmigen Gehäuseabschnitt als Teil des Sensorgehäuses **2** auf, welcher sich an die Empfangs- und Sendeeinheit **7** anschließt. Innerhalb des Gehäuseabschnitts ist der Lichtleiter **17** geführt. Eine mögliche Ausgestaltung des Lichtleiters **17** ist die Realisierung als Glasstab. Der Glasstab wird entsprechend in Form gebogen, gezogen etc. Die zwei einzelnen Arme vereinen sich dann zu einem einzigen Glasstab.

[0052] Die Strahlungsquelle **8** und der Strahlungsempfänger **9** sind elektrisch mit einer Sensorschaltung **18** verbunden. Die Sensorschaltung **18** ist dazu ausgestaltet, die Strahlungsquelle **8** zur Emission von Strahlung anzuregen und zu steuern. Weiter ist die Sensorschaltung **18** dazu ausgestaltet, Signale des Strahlungsempfängers **9**, die die vom Strahlungsempfänger **9** empfangene Lumineszenzstrahlung repräsentieren, zu empfangen und zu verarbeiten. Die verarbeiteten Signale dienen als Messsignale des Sensors **1** und können von der Sensorschaltung **18** über eine Schnittstelle **10** an eine übergeordnete Einheit, z. B. einen Messumformer, eine Steuerung, einen Computer oder ein Bediengerät, ausgegeben werden. Die Schnittstelle **10** kann eine fest mit der Sensorschaltung **18** verbundene Kabelverbindung, eine lösbare Steckverbindung mit galvanischen Kontakten oder auch eine galvanisch getrennte, insbesondere induktiv koppelnde, Steckverbindung sein. Über das mit der Schnittstelle **10** verbundene Kabel **19** kann die Sensorschaltung **18** mit Energie, auch zum Betreiben der Strahlungsquelle **8**, versorgt werden. Des Weiteren kann die Sensorschaltung **18** Signale, insbesondere Daten, über das Kabel **19** an die übergeordnete Einheit übertragen und, optional, Signale, insbesondere Daten, von der übergeordneten Einheit empfangen. Die Schnittstelle **10** wird seitens von der Anmelderin unter dem Namen „Memosens“ vertrieben.

[0053] Die Erfassung von Messwerten und die Auswertung der Signale des Strahlungsempfängers **8** zur Bestimmung eines Messwerts kann zwischen der Sensorschaltung **18** und der übergeordneten Einheit aufgeteilt sein.

[0054] Beispielsweise kann die Sensorschaltung **18** selbst zur Steuerung der Strahlungsquelle **8** ausgestaltet sein. Hierzu kann sie einen Microcontroller umfassen, der ein in einem Speicher der Sensorschaltung **18** abgelegtes Computerprogramm ausführt, das der Steuerung der Strahlungsquelle **8** zur Erfassung von Messwerten dient. Alternativ kann mindestens ein Teil der Funktionen der Steuerung auch von der übergeordneten Einheit durchgeführt werden, die dann entsprechende Steuersignale zur Betätigung der Strahlungsquelle **8** an die Sensorschaltung **18** sendet. Entsprechend kann der Mikrocontroller zur Verarbeitung der von dem Strahlungsempfänger **8** erfassten Signale ein in einem Speicher der

Sensorschaltung **18** abgelegtes Computerprogramm ausführen, das der Auswertung der Signale zur Bestimmung von Messwerten dient. Die entsprechend verarbeiteten Signale können als die Messwerte repräsentierende Messsignale über die Schnittstelle **10** an die übergeordnete Einheit ausgegeben werden.

[0055] An den hülsenförmigen Gehäuseabschnitt schließt sich eine Lichtwellenleiterhalterung **4** und ein erstes Gewinde **5** an, welches mit einem zweiten Gewinde **6** am Ende des Gehäuseabschnitts **2** verbunden ist.

[0056] Auf die Lichtwellenleiterhalterung **4** ist eine Wechselkappe **3** aufgesteckt oder mit einem Gewindepaar **20, 21** verbunden. Die Wechselkappe **3** ist im wesentlichen zylinderförmig und weist die bereits angesprochene mediumsberührende Sensormembran **13** auf. Die Wechselkappe **3** weist einen Gehäusmantel **22** und eine Längsachse auf, welche auf der Längsachse **A** des Sensors **1** liegt.

[0057] Die Sensormembran **13** weist Luminophor-Moleküle auf, welche in einem Matrixmaterial eingebettet sind. In Kontakt mit der Messflüssigkeit, die den Analyten in einer bestimmten Konzentration enthält, dringt der Analyt in die Polymermatrix ein und wechselwirkt mit dem Lumineszenzfarbstoff. Wird der Lumineszenzfarbstoff durch Strahlung der Strahlungsquelle **8** zur Emission von Lumineszenzstrahlung angeregt, so wird die Lumineszenz in Abhängigkeit von der Konzentration des Analyten zum Beispiel bei der Sauerstoffdetektion in der Polymermatrix gelöscht. Es ist aber auch der umgekehrte Fall eine Erhöhung der Fluoreszenz bzw. Phosphoreszenz möglich (z.B. bei einer optischen pH-Messung). Die Sensorschaltung **18** erfasst mittels des Strahlungsempfängers **9** charakteristische Parameter, wie beispielsweise die Lumineszenzintensität, die Phasenverschiebung des Lumineszenzsignals oder auch die Abklingzeit der Lumineszenz und ermittelt durch Vergleich mit einer Kalibrierfunktion einen Messwert der im Messmedium vorliegenden Analytkonzentration.

[0058] Das Messprinzip des optischen Sensors **1** beruht somit auf dem Prinzip der Lumineszenzlöschung und wird nachfolgend anhand der Ermittlung einer Konzentration an von gelöstem Sauerstoff im Messmedium näher erläutert.

[0059] Die Konzentration an Sauerstoffmolekülen der Sensormembran **13**, also auch der Partialdruck an Sauerstoff, entspricht dabei der Konzentration bzw. dem Partialdruck im Messmedium. Beim Messvorgang erfolgt zunächst das Aussenden eines ersten Lichtsignals mit zumindest einer entsprechenden ersten Wellenlänge zum Anregen der Luminophor-Moleküle durch die Strahlungsquelle **8**. Trifft das Lichtsignal auf die Luminophor-Moleküle so werden diese angeregt und emittieren ein zweites Lichtsignal.

Sind Sauerstoffmoleküle in der Sensormembran **13** vorhanden, so lagern sich diese an die Luminophor-Moleküle an und beeinflussen das Emissionslichtsignal (z.B. andere Intensität, anderer Phasenwinkel oder andere Abklingzeit). So erfolgt z.B. eine Energieübertragung durch Kollision des Sauerstoffmoleküls mit dem Lumineszenzfarbstoff. Dadurch nehmen die Intensität und die Abklingzeit des Emissionslichtsignals ab. Dieser Effekt wird auch als Quenching bezeichnet und die Sauerstoffmoleküle sind dabei die sogenannten Quencher. Die Intensität des Emissionslichtsignals ist abhängig von der Konzentration an Quencher-Molekülen. Selbstverständlich können nicht nur Sauerstoffmoleküle, sondern auch andere Moleküle, je nachdem welcher Luminophor eingesetzt wird, auf diese Weise ermittelt werden. Hier sind insbesondere Stickoxide, Schwefeloxide, wie Schwefelmonoxid oder Schwefeldioxid, und Ozon zu erwähnen.

[0060] Die Sensormembran **13** kann auf einem Substrat bzw. einen Träger aufgebracht sein. Dieses kann beispielsweise aus Quarz gebildet. Die Sensormembran **13** kann u.a. eine luminophorhaltige Schicht, eine Lichtschutzschicht, eine Haftschrift bzw. Haftvermittlerschicht und eine Deckschicht aufweisen. Die Deckschicht ist dabei die mediumsberührende Schicht. Alternativ oder zusätzlich kann allerdings auch eine protonenleitende Schicht vorgesehen sein. Die Schichten können, wie vorbeschrieben sandwichartig übereinander angeordnet sein. Es ist allerdings auch möglich, dass einzelne Schichten durch andere Schichten auch randseitig überdeckt oder sogar vollständig ummantelt sind.

[0061] Als Alternative zu dem beschriebenen Lumineszenz-Sensor umfasst der Sensorsport **13** zumindest eine Schicht, die bei Kontakt mit der Prozessgröße im Medium zumindest eine Eigenschaft ändert, sich beispielsweise verfärbt, und in Abhängigkeit der Prozessgröße Sendestrahlung absorbiert.

[0062] Auf den beanspruchten Sensor **1** wird nun zunächst in Bezug auf die **Fig. 2-5** eingegangen. Der Sensor **1** umfasst ein Umlenkmodul **14**. In verschiedenen Ausgestaltungen ist das Umlenkmodul realisiert durch einen Spiegel oder ein Prisma (**Fig. 2, Fig. 4, Fig. 5**) bzw. einen abgeschrägten Glasstab (**Fig. 3**). Das Umlenkmodul **14** ist angeordnet in der Wechselkappe **3** (**Fig. 2, Fig. 4**), in der Wechselkappe **3** mit Adapter **15** (**Fig. 5**) oder als Adapter **16** zum Lichtleiter **17** (**Fig. 3**), so dass in einem Winkel von 90° der Lichtstrahl von der Strahlungsquelle **8** auf die seitliche Fläche der Wechselkappe trifft.

[0063] Die Wechselkappe **3**, hat die äußere Dimensionen einer gewöhnlichen Wechselkappe aus dem Stand der Technik, unterscheidet sich aber von dieser dadurch, dass die seitliche Fläche oder ein Teil der seitlichen Fläche transparent oder transluzent

ist, während die Bodenfläche **14** - in welche normalerweise der Sensor **13** gefasst ist - Licht undurchlässig ist. Die Seitenfläche **22** ist die Mantelfläche der zylinderförmigen Wechselkappe. Die Seitenfläche **22** kann beliebig unterteilt sein, so dass durch eine Drehung von Adapter, Kappe, Spiegel, Prisma oder Lichtleiter eine andere Sensorpotfläche **3** angestrahlt und gemessen werden kann. Auf diese Art können mindestens zwei Sensorparameter durch Ummontieren mit demselben Sensor und derselben Wechselkappe gemessen werden. Selbstredend ist aber auch das Messen eines einzelnen Sensorparameters nicht ausgeschlossen. Die Messung im 90°-Winkel zum Lichtwellenleiter **17** ist auch bei einem Messparameter vorteilhaft, da so auch in Messmedien mit Gasblasen eine Messung möglich ist, da lateral keine Blasen an der Gefäßwandung verweilen.

[0064] Es soll nochmals kurz auf das Problem dieser Anmeldung eingegangen werden. Ein direktes Anbinden des Lichtleiters **17** an eine Gefäßwandung ist nicht möglich, da die Verluste zu groß wären, so dass letztendlich an der Fotodiode zu wenig Signal ankommt, um eine stabile Messung zu erlauben. Faserbündel erlauben eine Messung ohne große Energieverluste. Die Faserbündel können allerdings auf engstem Raum nicht beliebig gebogen werden ohne zu zerbrechen. Eine 90° Krümmung des Lichtwellenleiterfaserbündels auf eine seitliche Fläche einer Wechselkappe **3** kommt daher nicht in Betracht.

[0065] Generell sind unterschiedlichste Geometrien denkbar. Beispielsweise hat der Sensor **1** und die Kappe **3** einen Außendurchmesser von 12 mm. Grundsätzlich sind aber auch größere Geometrien möglich z.B. 40 mm. Die Konturen der Wechselkappe **3** sind durch eine Edelstahlgerüststruktur hygienisch, bündig abgedichtet und erlauben keine Spalte. Diese würden Messwerte verfälschen. Metallische Teile vom Inneren der Kappe **3** sind als metallische Ferrulen vom Lichtleiter **17** dunkelschwarz lackiert um Falschmessungen durch Streulicht zu vermeiden.

[0066] Als Materialien für den Grundkörper der Kappe **3** kommen grundsätzlich alle in Frage welche lichtdurchlässig und temperatur- und feuchtigkeitsstabil sind.

[0067] Als „temperaturstabil“ soll hierbei verstanden werden: 60 °C und über 4 Jahre stabil; 121 °C und autoklavierstabil für 30 min und mindestens 30 Zyklen; oder 140 °C und autoklavierstabil für 30 min und mindestens 30 Zyklen.

[0068] Wie bereits erwähnt muss mindestens ein Teil der Mantelfläche **22** der Sensorkappe **3** aus einem transparenten oder transluzenten Material bestehen, die Stirnseite **12** besteht aus einem nicht transparenten Material oder aus einem transparenten Material, welches innenseitig gefärbt ist. Es ist

somit eine einstückige Form der Kappe **3** möglich. Zur besseren Reinigbarkeit für hygienische Anforderungen oder für eine größere mechanische Stabilität können eine übergeschobene Edelstahlhülse die optisch an den Seiten durchlässige Kappe umschließen. Die Materialübergänge schließen hierbei hygienisch bündig ab. Als Materialien eignen sich als Grundkörper Glaskeramik, Quarzglas, Borosilikatglas, Saphir, sterilisierbare möglichst nichtfluoreszierende Kunststoffe oder Hybridmaterialien (anorganisch/organisch) (z.B. Polycarbonat, TOPAS, Polysulphone, Poly(n-methylmethacrylimide), Ethylene-Norbornene Kopolymere, Polysulphone, Poly(n-methylmethacrylimide).

[0069] Es soll nochmals kurz auf den Sensor **13** eingegangen werden. Die sensitive Schicht besteht aus einem flexiblen und dem eigentlichen Sensor **3**. Als dünner Träger sind Materialien wie Glas (Schott, Dow Corning), PET (Polyethylenterephthalat), PEN (Polyethylenaphthalat), TOPAS, Polycarbonat, Ethylene-Norbornene Kopolymere, Polysulphone, Poly(n-methylmethacrylimide) geeignet. Es sind aber auch aktivierte oder nicht aktivierte dünne Kunststofffolien aus beispielsweise fluorierten Polymeren wie PVDF (Polyvinylidendifluorid) oder ETFE (Ethylentetrafluoroethylen) denkbar.

[0070] Als Materialien für die optionale umschließende Einheit sind alle korrosionsunempfindlichen Materialien wie Edelstahl, Hastelloy, Titan möglich.

[0071] Um den Sensor **13** auf die Kappe **3** aufzubringen kommen als Beschichtungstechnik alle dem Fachmann bekannten Techniken wie Rakeln, Spraycoaten, Dipcoaten, Drucken, Spincoaten etc. in Betracht.

[0072] Es wird eine Mischung aus einer Pigmentmischung und einem RTV Silikon wie E41 und einem Lösungsmittel hergestellt via Spraycoating auf einer beispielsweise 50 µm dicken Polycarbonatfolie, und anschließend mit einer Russ-Silikon Mischung überschichtet. Die Folie wird zum Härten einige Tage beispielsweise bei Raumtemperatur zur Härtung stehen gelassen. Ein Teil der Folie wird hierbei mit einer Maske bedeckt. Dieser Schritt wird mit beispielsweise drei anderen Pigmenten wiederholt. Die Auswahl der Matrizes kann sich hier unterscheiden, da bei ionischen Sensoren wasserdurchlässige Materialien wie Hydroethylcellulose oder Polyurethane verwendet werden. Bei optischen Sensoren wie der optischen Messung von pH oder CO₂ werden teilweise noch reflektierende Komponenten mit eingefügt um die Intensität des Signals zu verstärken. Hierdurch entsteht eine Folie mit vier separaten Streifen, welche idealerweise bündig abschließen, so dass keine Fremdlicht eintreten kann. Ein mögliches Übersprechen („crosstalk“) wird durch eine genaue Positionierung des Messstrahls verhindert.

[0073] Zur Befestigung des Spots **3** als Folie wird diese in passende Größe mit einem Laser geschnitten, um den Grundkörper gewickelt und fixiert und via Ultraschallschweißen mit dem Grundkörper vereint. Gegebenenfalls erfolgt eine Beschichtung der transparenten Verschmelzungsstelle. Alternativ kann eine Folie auch durch Kleben mit einem Silikon oder Schmelzen oder Schrumpfen auf den Grundkörper befestigt werden. Ebenso kann mindestens eine sensitive Schicht auf eine Folie durch Spraycoaten, Raken, Spincoaten, Drucken o.ä. beschichtet werden. Alternativ wird eine beschichtete Folie auf der transparenten Seite der Kappe in einer Aufnahme geklebt, gesteckt, Ultraschall geschweißt, gelötet, oder aufgeschmolzen. Alternativ wird diese über eine Metallhülse mit Fenster eingefügt.

[0074] Auf diese Weise kann eine Vielzahl auch unterschiedlicher Materialien miteinander verbunden werden.

[0075] Im zusammengebauten Zustand (Kappe **3** am Sensor **1**) befindet sich das Umlenckmodul **14** immer in der Kappe **3**.

[0076] Bei den Ausgestaltungen in **Fig. 2** und **Fig. 5** befindet sich das Umlenckmodul **14** auch im auseinandergebauten Zustand in der Kappe **3**.

[0077] In **Fig. 2** ist das Umlenckmodul **14**, wie erwähnt etwa ein Spiegel oder ein Prisma, direkt in der Kappe montiert. Dabei wird in den Boden **12** der Wechselkappe **3** das Umlenckmodul **14** in die gewünschte Position gedreht. Der Boden **12** kann durch Drehen in die gewünschte Messposition gedreht werden. Durch Orientierungsmittel **23**, etwa eine Nut-Feder-Verbindung, kann nur in eine Richtung in 90° Winkeln gedreht werden. Die Messposition ist eindeutig auf dem Boden **12** der Kappe **3** angegeben. Die Kappe **3** muss nur noch auf den Sensor **1** aufgeschraubt werden, etwa durch die Gewinde **20**, **21** und die Messung kann erfolgen.

[0078] Bei der Ausgestaltung in **Fig. 4** wird die Kappe **3** mit eingebautem Umlenckmodul **14** in definierter Position auf den Sensor **1** gesteckt und mit einer Überwurfmutter **24** am Sensor **1** positioniert. Positionsangaben sind auf Kappe **3** und Überwurfmutter **24** angegeben. Gegebenenfalls umfasst auch die Überwurfmutter **24** und die Kappe **3** Orientierungsmittel.

[0079] **Fig. 5** zeigt eine Ausgestaltung mit einem Adapter **15** zur Kappe **3**. Dabei ist das Umlenckmodul **14** mit dem Adapter **15** verankert. Der Adapter **15** kann durch definierte Nuten nur in bestimmte Einbaupositionen eingesetzt werden. Die Kappe **3** wird dann mit einer Überwurfmutter **24** am Sensor befestigt, so dass keine Positionsänderung mehr erfolgen kann. Ein normales Sensorgewinde ist auch hier möglich.

Die Positionen für die Messung der Parameter sind auf dem Adapter **15** bzw. der Kappe **3** angebracht.

[0080] **Fig. 3** zeigt eine Ausgestaltung. Dabei wird ein Adapter **16** für den Lichtleiter **17** verwendet. Der Adapter **16** mit dem Umlenckmodul **14** ist etwa ein Glaskörper mit einer Schräge, der auf den Lichtleiter **17** aufgesetzt wird. Dieser wird in eindeutiger Position auf dem Lichtleiter montiert, so dass gezielt Analytflächen angestrahlt werden können. Es ist möglich einen Lichtwellenleiter mit einer Schrägen herzustellen.

[0081] Der Grundkörper kann durch Verpressen und Verschrauben in eine Edelstahlhülse eingefügt und befestigt werden. Es sind aber auch andere Befestigungstechniken wie das Verlöten mit Glaspaste oder einer Metalllegierung, Verkleben oder Aufschrumpfen denkbar.

[0082] Folgende Möglichkeiten der Montage des Sensor **1** auf die Kappe **3** und eine Änderung der Lichtstrahlrichtung durch Positionsänderung des Umlenckmoduls **14** sind möglich: Drehung von Umlenckmoduls in Kappe, Drehung von Adapter Lichtleiter, Drehung von Kappe mit Überwurfmutter, und Drehung von Adapter mit Umlenckmoduls in Kappe mit Überwurfmutter.

[0083] Wie erwähnt können mit einer Kappe **3** verschieden Parameter gemessen werden. Hierzu kann die Wechselkappe **3** so modifiziert werden, dass die Anregungsstrahlung in definierter Richtung bestimmte klar definierte Bereiche der Kappeninnenseite, jeweils auf einen anderen Spot **13**, anstrahlt. Die Positionsänderung ist hierbei so eindeutig, dass keine Übergangsbereiche angestrahlt werden können. Eine Möglichkeit ist hier die sogenannte Schnappdrehung bei der der Spiegel immer nur um einen bestimmten Winkel z.B. 90° bei vier Messparametern gedreht werden kann. Die Drehung kann hierbei nur eineindeutig in eine Richtung und um einen bestimmten Drehwinkel erfolgen. Zwischenwinkel sind nicht möglich, siehe dazu die **Fig. 6a-e**.

[0084] Die Vorzugsmessposition ist an festgelegten Markierungen auf der Kappe **3** bzw. auf dem Umlenckmodul **14** zu erkennen. So kann ein versehentliches Messen eines falschen Parameters verhindert werden. Bei einigen Messungen ist das Messen unterschiedlicher Analyte mit gleicher Modulationsfrequenz möglich und eine Fehlmessung würde möglicherweise nicht sofort auffallen. Idealerweise können mit der gleichen Anregungs-LED, gleicher Fotodiode und gleichen Filtern unterschiedliche Parameter (z.B. Sauerstoff und optisch pH) gemessen werden. Eine Änderung der Modulationsfrequenz ist aber auch möglich. Der Einbau einer veränderbaren LED mit unterschiedlichen Anregungswellenlängen ist möglich,

sofern das emittierte Licht den Filter für die Fotodiode passiert und detektierbar ist.

[0085] Eine Ausgestaltung zeigen die **Fig. 7-9**. Dabei ist das Umlenkmodul **14** aktivierbar. Dies erfolgt durch externe Anregung. Eine mögliche externe Anregung erfolgt durch Anlegen von Spannung, Licht, Gas, Temperatur, Strom, oder mittels magnetischer Anregung oder durch Kombinationen daraus. Es ergibt sich eine Positionsänderung des Umlenkmoduls, wodurch die Anregungsstrahlung um 90° gelenkt wird. Geeignete Materialien sind aufgebracht auf Geometrien, welche mit folgender Schicht beschichtet sind. Es kann sich hierbei auch um Mehrschichtsysteme handeln.

[0086] Bei elektrochromen Schichten erfolgt das Schalten in Form einer Abdunkelung (Blaufärbung) durch elektrischen Strom mit stromlosem Endzustand.

[0087] Bei photochromen Schichten erfolgt die Schaltung in Form einer Abdunklung durch Bestrahlung.

[0088] Bei photoelektrochromen Schichten erfolgt die Schaltung durch Sonnenstrahlung aktivierte elektrochromer Schaltung

[0089] Bei thermochromen Schichten oder thermotropen Schichten erfolgt die Schaltung in Form eines Farbwechsels oder einer weißen Eintrübung bei Überschreiten einer Schwelltemperatur.

[0090] Bei Polymer-Dispersed Liquid Crystals Systemen erfolgt die Schaltung in Form eines Aufklärens durch Orientierung von lichtstreuenden Flüssigkristallen bei Anlegen einer elektrischen Spannung.

[0091] Bei Suspended-Particle-Devices erfolgt die Schaltung in Form eines Aufklärens durch Orientierung optisch anisotroper absorbierender Teilchen bei Anlegen einer Spannung.

[0092] Ebenso ist ein Schalten möglich durch schaltbare Spiegel auf Metallhydridbasis, durch eine gasochrome Schicht oder durch einen oder mehrere optisch schaltbare Transistoren.

[0093] **Fig. 7** zeigt unterschiedliche Schaltzustände vom Sensor **1** und schaltbaren reflektierenden Spiegeln. In **Fig. 7a** ist die rechte Seite spiegelaktiv, in **Fig. 7b** ist die linke Seite spiegelaktiv. In **Fig. 7** wird mittels Spannungsquelle **25** das Umlenkmodul **14**, hier in Form einer Pyramide, geschaltet. Markiert bzw. schraffiert gezeichnet sind jeweils die transparente Fläche **26** und die reflektierende Fläche **27**.

[0094] **Fig. 8a-d** zeigen Ausgestaltungen zur Schaltung des Umlenkmoduls **14** mit schaltbaren transpa-

renten bzw. nichttransparenten Flächen in der Sensorkappe **3**. Gezeigt ist je nur ein Ausschnitt mit dem Lichtleiter **17**, der Sende- bzw. Empfangsstrahlung sendet bzw. aufnimmt.

[0095] In **Fig. 8a** wird ein Spiegel überlagert von einer schaltbaren Substanz, welche je nach Schaltposition zumindest für bestimmtes Licht undurchlässig aber absorbierend und optisch transparent ist oder wobei die optische Schicht je nach Schaltung reflektierend (Bezugszeichen **27**) und transparent (Bezugszeichen **26**) ist.

[0096] In **Fig. 8b** und **Fig. 8c** ist die Innenfläche der Sensorkappe **3** mit einer schaltbaren Schicht ausgestattet. Die reflexierende Schicht ist ebenfalls schaltbar (**Fig. 8b**) oder nicht schaltbar (**Fig. 8c**).

[0097] In **Fig. 8d** ist der Sensorspot **13** ein rückseitig beschichteter Träger, welcher aus einer schaltbaren Folie **30** besteht und z.B. auf eine Kunststoffkappe aus Polycarbonat geschweißt ist und das Licht durchlassen kann oder absorbiert. Diese Ausgestaltung umfasst eine intransparente Spotfläche **28** und eine transparente Innenfläche **29** der Kappe **3**.

[0098] Wie erwähnt wird der Sensor **1** für Multiparametermessungen verwendet. Hierzu kann die Sensorkappe so modifiziert werden, dass der Sensorstrahl in definierter Richtung bestimmte klar definierte Bereiche der Kappeninnenseite anstrahlt. Die Positionsänderung ist hierbei so eindeutig, dass keine Übergangsbereiche angestrahlt werden können. Eine Möglichkeit ist hier eine eindeutige Polyederstruktur, bei der der Lichtstrahl immer nur um eine bestimmte freigelegte Reflexionsfläche auftritt und durch Schalten der freigelegten Fläche die bestrahlte Fläche z.B. 90° -versetzt bei vier Messparametern (z.B. bei der Pyramidenstruktur) gedreht werden kann. Das Aufdecken der freien Reflexionsfläche und die Anstrahlung der sensitiven Schicht **13** kann hierbei nur eindeutig in eine Richtung und um einen bestimmten Drehwinkel erfolgen. Dies ist durch die Geometrie des Strahlkörpers und dessen Einbauposition vorgegeben. Zwischenwinkel sind nicht möglich.

[0099] **Fig. 9** zeigt Polyederstrukturen oder breitflächigere Strukturen wie zum Beispiel ein Dreiecksprisma (**Fig. 9a**), einen Kegel (**Fig. 9b**), Pyramiden (**Fig. 9c**), oder ein „Hausdach mit vorgezogenem Giebel“ (**Fig. 9d**) bzw. „Satteldach“.

[0100] Die obere Dachfläche ist hier jeweils mit einer schaltbaren Spiegelschicht (Übergang: transparent-reflektierend) oder einer elektrochromen Schicht (Übergang Licht undurchlässig-transparent) bedeckt, siehe oben. Der Winkel der reflektierenden Fläche oder der die reflektierende Fläche freigebende Fläche (sofern die direkt auf der Oberfläche angebracht

ist) ist in einem Winkel von 45° zur Sensorkappenbodenfläche oder zur Lotrechten des Lichtwellenleiters angeordnet.

[0101] Eine verschiedene Anzahl an schaltbaren Flächen ist jeweils möglich: beim Dreiecksprisma drei, beim Kegel n , bei Pyramiden vier, beim „Hausdach mit vorgezogenem Giebel“ vier bzw. beim „Satteldach“ zwei. Pro Fläche kann eine optische Messung einer physikalischen oder chemischen Messgröße erfolgen. Bei den reflektierenden Flächen kann es sich um Dreiecke, Trapeze oder Rechtecke handeln. Im Falle des Kegels, bei dem es sich um eine runde Fläche handelt, kann die Positionierung nicht über die geometrische Fläche des Reflexionskörpers, sondern nur über die definierte Freilegung oder Aktivierung einer Reflexionsfläche vorgegeben werden. Die Größe der Reflexionsfläche z.B. des Öffnungspaltes ist also von der Pixelung oder Rasterung der entsprechenden Reflexions- oder Abdeckungsschicht auf der Licht beugenden Fläche und/oder auf der Grundfläche, auf welcher die sensitive Schicht aufgebracht ist, bestimmt.

[0102] Bei symmetrischem Aufbau ist eine Vorzugseinbauposition der reflektierenden Einheit nicht notwendig, da bei normaler Kappenmontage automatische die richtige Position erreicht ist. Bei den anderen Ausgestaltungen sind jedoch Vorzugsrichtungen vorgesehen, die mittels Orientierungsmittel **23**, siehe oben, erreicht werden, da eine falsche Montage zu falschen Messwerten führen würde.

[0103] Die Vorzugsmessposition ist an festgelegten Markierungen auf der Kappe **3** bzw. dem Adapter zu erkennen. So kann ein versehentliches Messen eines falschen Parameters verhindert werden. Bei einigen Messungen ist das Messen unterschiedlicher Analyte mit gleicher Modulationsfrequenz möglich und eine Fehlmessung würde möglicherweise nicht sofort auffallen. Idealerweise können mit der gleichen Anregungs-LED, gleicher Fotodiode und gleichen Filtern unterschiedliche Parameter (z.B. Sauerstoff und optisch pH) gemessen werden. Eine Änderung der Modulationsfrequenz ist aber auch möglich. Der Einbau einer veränderbaren LED mit unterschiedlichen Anregungswellenlängen ist möglich, sofern das emittierte Licht den Filter für die Fotodiode passiert und detektierbar ist.

- 7** Empfangs- und Sendeeinheit
- 8** Strahlungsquelle
- 9** Strahlungsempfänger
- 10** Kopplungsstelle
- 11** Lichtleiter
- 12** Stirnseite von 3
- 13** Sensormembran / Sensorspot
- 14** Umlenkmodul
- 15** Adapter zu 3
- 16** Adapter zu 17
- 17** Lichtleiter
- 18** Sensorschaltung
- 19** Kabel
- 20** Gewinde
- 21** Gewinde
- 22** Mantelfläche von 3
- 23** Orientierungsmittel
- 24** Überwurfmutter
- 25** Spannungsversorgung
- 26** transparente Fläche
- 27** reflektierende Fläche
- 28** intransparente Spotfläche
- 29** transparente Innenfläche von 3
- 30** Sensorspot mit schaltbarer Rückseite
- A** Längsachse Sensor

Bezugszeichenliste

- 1** optochemischer Sensor
- 2** Gehäuse
- 3** Wechselkappe
- 4** Lichtwellenleiterhalterung
- 5** Gewinde
- 6** Gewinde

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

- EP 2295953 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Optochemischer Sensor (1) zur Bestimmung einer mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße, umfassend:

- ein, insbesondere zylinderförmiges, Gehäuse (2), welches mindestens einen zum Eintauchen in das Messfluid gestalteten Eintauchbereich aufweist;
- eine, insbesondere zylinderförmige, Wechselkappe (3) mit zumindest einem Sensorspot (13), wobei die Wechselkappe (3) am Eintauchbereich des Gehäuses (2) abnehmbar angeordnet ist, wobei der Sensorspot (13) an einer Mantelfläche (22) angeordnet ist;
- eine in dem Gehäuse (2) angeordnete Strahlungsquelle (8) zum Einstrahlen von Anregungsstrahlung in die Wechselkappe (3), wobei in der Wechselkappe (3) ein Umlenkmodul (14) angeordnet ist, welches stirnseitig in die Wechselkappe (3) eingestrahlte Anregungsstrahlung in Richtung des Sensorspots (13) umlenkt;
- einen in dem Gehäuse (2) angeordneten Strahlungsempfänger (9) zum Empfangen von Empfangsstrahlung, die vom Sensorspot (13) emittiert wird; und
- eine in dem Gehäuse (2) angeordnete Sensorschaltung (18), welche dazu ausgestaltet ist, die Strahlungsquelle (8) zu steuern, Signale des Strahlungsempfängers (9) zu empfangen und auf den Signalen des Strahlungsempfängers (9) basierende Ausgangssignale zu erzeugen und auszugeben.

2. Optochemischer Sensor (1) nach Anspruch 1, wobei das Umlenkmodul (14) einen Spiegel, ein Prisma oder einen abgeschrägten Glasstab umfasst.

3. Optochemischer Sensor (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Umlenkmodul (14) in einem Adapter (15,16) angeordnet ist.

4. Optochemischer Sensor (1) nach Anspruch 3, wobei der Sensor (1) einen Lichtleiter (17) umfasst, der Anregungsstrahlung von der Strahlungsquelle (8) in Richtung Wechselkappe (3) leitet, wobei der Adapter (16) adaptierbar für den Lichtleiter (17) ausgestaltet ist.

5. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bereich der Mantelfläche (22) mit dem Sensorspot (13) zumindest für die Anregungsstrahlung und Empfangsstrahlung transluzent oder transparent ausgestaltet ist.

6. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkmodul (14) die Anregungsstrahlung um 90° umlenkt.

7. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wechselkappe (3) aus einer Gaskeramik, Glas, Borosilikatglas, Quarzglas, Saphir, einen transparenten oder transluzen-

ten Kunststoff der Reihe Polykarbonat, TOPAS, Polysulphone, Poly(n-methylmethacrylimide), Ethylene-Norbornene Kopolymere oder einem Hybriden aus Edelstahl und diesen Werkstoffen besteht.

8. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wechselkappe (3) zumindest zwei Sensorspots (13) umfasst.

9. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Sensor zumindest einem Sensorspot zugeordnete Orientierungsmittel (23) umfasst, wobei die Orientierungsmittel (23) dazu ausgestaltet sind eine eindeutige Orientierung des Sensorspots (13) am Sensor (1) zu ermöglichen.

10. Optochemischer Sensor (1) nach dem vorherigen Anspruch, wobei die Orientierungsmittels (23) eine Nut-Feder-Verbindung umfassen.

11. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) ein Gewinde (20) und die Wechselkappe (3) ein korrespondierendes Gegengewinde (21) umfasst.

12. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkmodul (14) aktivierbar durch externe Anregung ausgestaltet ist.

13. Optochemischer Sensor (1) nach dem vorherigen Anspruch, wobei das Umlenkmodul (14) aktivierbar ist durch eine Spannung, einen Strom, einen Lichteintrag, ein magnetisches Feld, eine Temperatur, eine bestimmte Gaskonzentration oder eine Kombination derselben.

14. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkmodul (14) als Polyeder oder Kegel ausgestaltet ist.

15. Optochemischer Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Umlenkmodul (14) einen Spiegel umfasst, der aktivierbar ist von reflektierend nach transparent oder wobei das Umlenkmodul bestehend aus einem spiegelnden Polyeder mit einer Deckfläche überlagert ist, welche von reflektierend nach transparent geschaltet werden kann.

16. Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelierenden Messgröße mit einem optochemischen Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend die Schritte

- Entfernen der Wechselkappe (3) vom Gehäuse (2),
- Drehen der Wechselkappe (3), und
- Wiederanbringen der Wechselkappe (3) am Gehäuse (2).

17. Verfahren zur Änderung der mit einer Konzentration eines Analyten in einem Messfluid korrelier-

renden Messgröße mit einem optochemischen Sensor (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wechselkappe (3) ein Gewinde (21) umfasst, das Verfahren umfassend zumindest den Schritt
- Drehen der Wechselkappe (3) oder Drehen des Bodens des Wechselkappe (3).

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

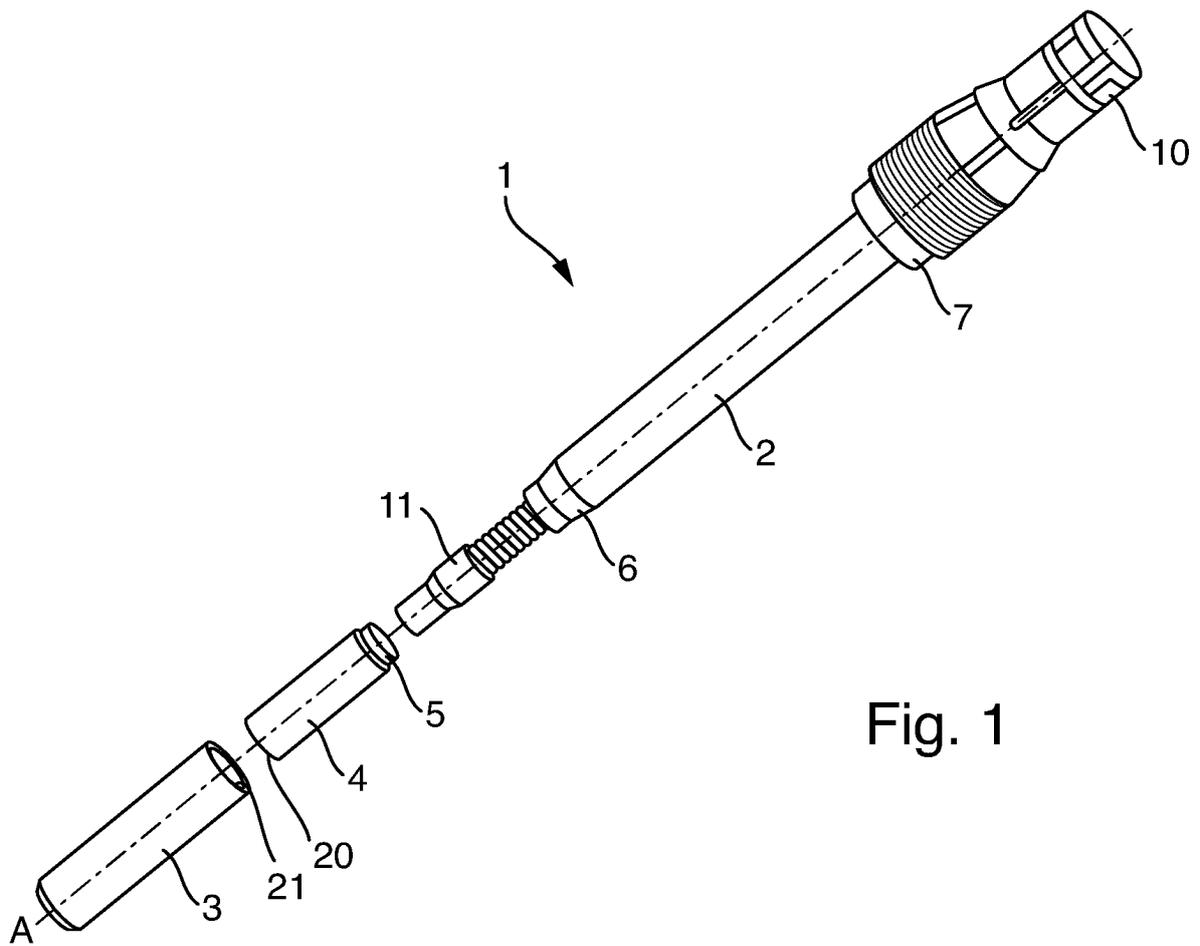


Fig. 1

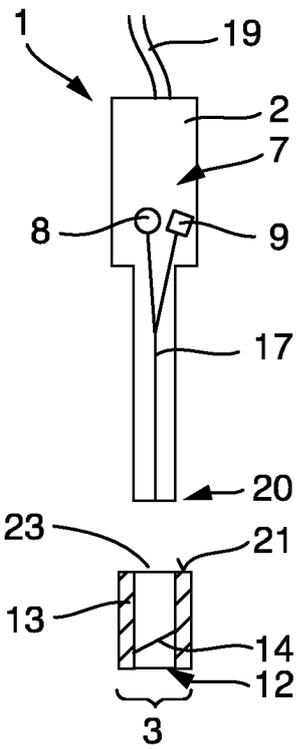


Fig. 2

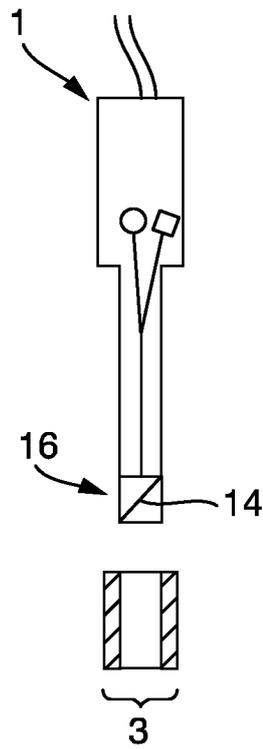


Fig. 3

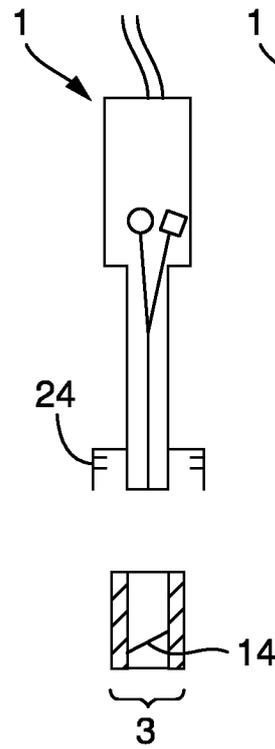


Fig. 4

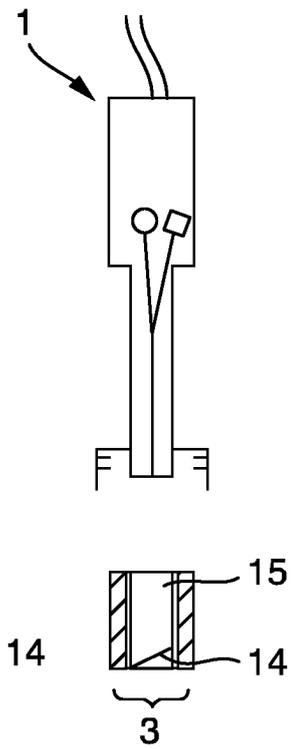


Fig. 5

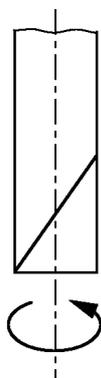


Fig. 6a

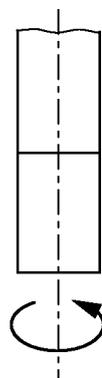


Fig. 6b

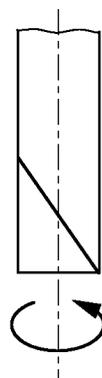


Fig. 6c

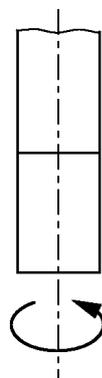


Fig. 6d

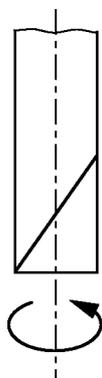


Fig. 6e

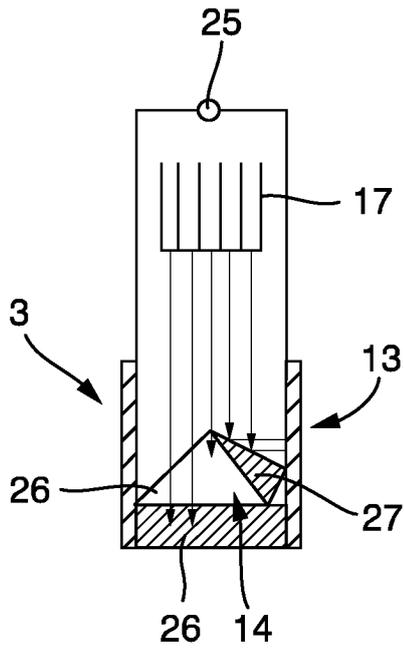


Fig. 7a

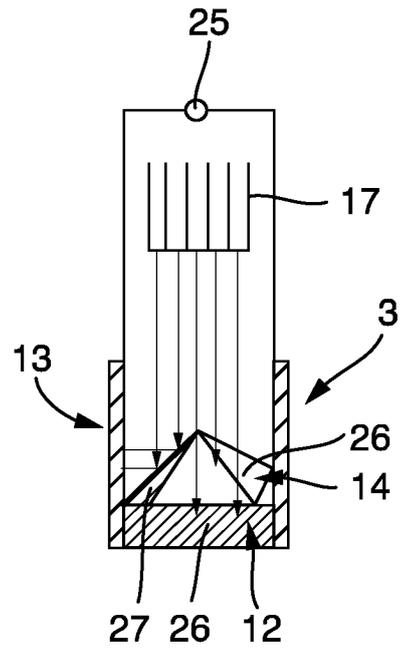


Fig. 7b

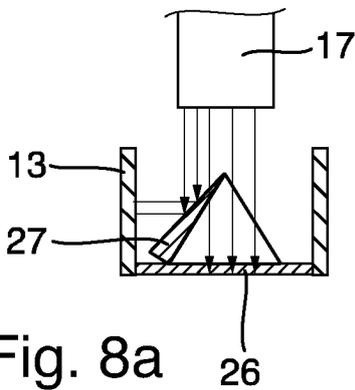


Fig. 8a

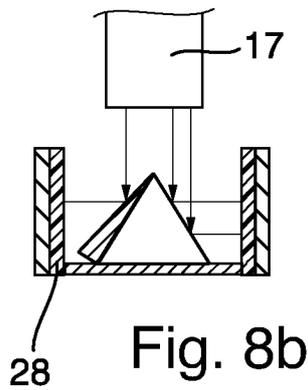


Fig. 8b

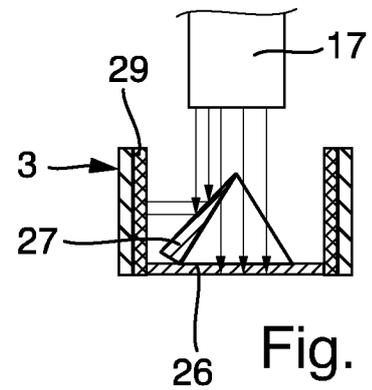


Fig. 8c

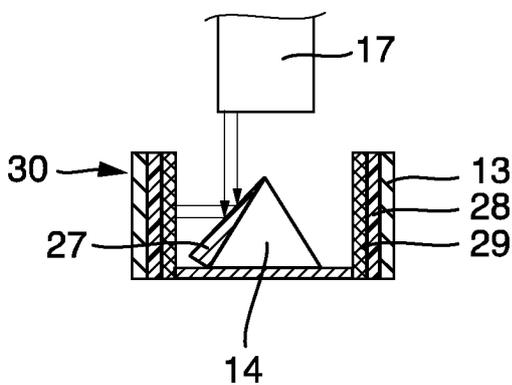


Fig. 8d



Fig. 9a

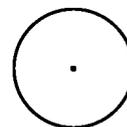


Fig. 9b

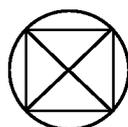


Fig. 9c

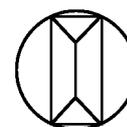


Fig. 9d