

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1672/94

(51) Int.Cl.⁶ : G01N 7/00
G01N 25/00, G01K 1/08

(22) Anmeldetag: 31. 8.1994

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1997

(45) Ausgabetag: 25. 3.1998

(30) Priorität:

26.10.1993 DE 4337402 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

US 5152608A

(73) Patentinhaber:

MANNESMANN AKTIENGESELLSCHAFT
D-40213 DÜSSELDORF (DE).

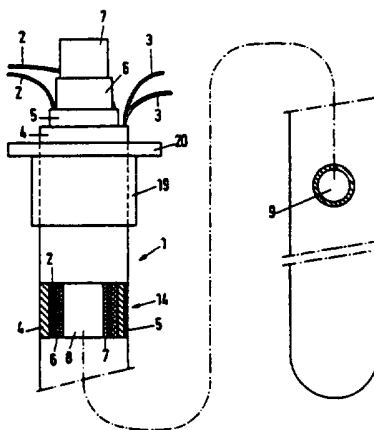
(72) Erfinder:

LUCKE-KRAMER GERHARD DIPL.ING.
MOERS (DE).

(54) SONDE ZUR MESSUNG VON DRUCK- UND TEMPERATURPROFILEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Sonde zur Messung von Druck- und Temperaturprofilen von in räumlich ausgedehnten Reaktorräumen (15) ablaufenden chemischen Prozessen, insbesondere zur Kontrolle von Prozessen in unterirdisch angeordneten Vertikalschichtreaktoren.

Um die Möglichkeiten einer Messung von Druck- und Temperaturwerten in räumlich ausgedehnten Reaktoren zu verbessern, daß wesentlich mehr Meßwerte (Druck- und Temperaturprofil) erfaßbar sind, ohne die Durchsatzleistung des Reaktors wesentlich zu beeinträchtigen und die Gefahr von Verstopfungen praktisch ausgeschaltet ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß ein langgestrecktes Profil als Tragkörper (1) vorgesehen ist, daß über die Länge des Tragkörpers (1) an diesem ein erstes und ein zweites Lichtwellenleiterkabel (2, 3) befestigt sind, daß das erste Lichtwellenleiterkabel als Temperatursensorkabel (2) ausgebildet ist und daß das zweite Lichtwellenleiterkabel ein Druckgeberkabel (3) ist.



Die Erfindung betrifft eine Sonde zur Messung von Druck- und Temperaturprofilen von in räumlich ausgedehnten Reaktorräumen ablaufenden chemischen Prozessen, insbesondere zur Kontrolle von Prozessen in unterirdisch angeordneten Vertikalschachtreaktoren, mit einem langgestreckten Profil als Tragkörper, an dem über seine Länge mindestens ein Temperaturgeberkabel befestigt ist.

5 Ein Beispiel für einen solchen Prozeß ist etwa die kontinuierliche unterkritische Na₂O₂-Oxidation von Klärschlamm oder anderen Stoffen in einem Tiefschachtreaktor von z.B. 2000 m Länge (vgl. beispielsweise EP-A 0,018.366 und EP-A 0,240.340). Ein entsprechender in einem Bohrloch angeordneter Reaktor ist nicht von der Seite her zugänglich, um über seine Länge verteilt eine Vielzahl von Meßsonden zur Temperatur- und Druckbestimmung anzubringen. Eine möglichst genaue Kenntnis über die räumliche Verteilung (Profil) von Druck und Temperatur ist aber von großer Bedeutung, wenn der chemische Prozeß der Na₂O₂-Oxidation optimal gesteuert und geregelt werden soll. So müssen etwa örtliche Überhitzungen und die Bildung von Dampfblasen unbedingt vermieden werden. Da ein solcher Reaktor nur von seiner vergleichsweise kleinen Stirnfläche (z.B. 300 mm Durchmesser) her zugänglich ist, wurden bisher nur einzelne Temperatursensoren mit gesonderten Datenübertragungskabeln, die durch Schutzrohre z.B. aus Inconel gegen äußere Angriffe geschützt werden mußten, und einzelne Druckmeßrohre (Bubbler Air Systems) in den Tiefschachtreaktor hinabgelassen. Allein schon aus Platzgründen (Querschnittsverminderung bewirkt Reduzierung der Durchsatzleistung) mußte man sich auf wenige (z.B. 5 - 10) Sensoren beschränken, so daß nur eine punktuelle Aussage über den tatsächlichen Temperatur- und Druckzustand des Prozesses möglich war. Für die Prozeßoptimierung war dies eine vielfach unzureichende Ausgangsbasis.

20 Hinzu kommt ein gravierender Nachteil der bisher angewendeten gesonderten Meßeinrichtungen. Auch wenn die einzelnen Sensoren nebeneinander und mit Abstand voneinander in den Vertikalschacht hinabgelassen werden, kommt es praktisch unvermeidbar über die Länge des Reaktors zu Berührungsstellen zwischen einzelnen Kabelschutzrohren. Diese Berührungsstellen wirken als Hindernisse für die Strömung der zu behandelnden Stoffe, die kontinuierlich durch den Vertikalschachtreaktor geführt werden. Insbesondere, wenn unerwünschte Festkörper als Begleitstoffe in den zu behandelnden Stoffen enthalten sind, was bei Klärschlamm häufiger vorkommt, kann es leicht zu einem Hängenbleiben dieser Begleitstoffe an den Berührungsstellen kommen. Dies ist dann der Ausgangspunkt für die Ansammlung weiterer Feststoffe, die in kurzer Zeit zu einem völligen Verstopfen des Reaktors und im Gefolge zu aufwendigen Reinigungs- und Wartungsarbeiten führen können.

30 Aus der US-5,152.608-A ist eine Meßsonde zur Ermittlung eines Temperaturprofils bekannt geworden, die einen rohrförmigen Tragkörper aufweist, in dessen Innerem eine Vielzahl von Temperaturgeberkabeln verläuft, die jeweils an ihrem freien Ende mit einem Thermoelement bestückt sind. Über dieses Thermoelement wird an der jeweiligen Stelle die örtliche Temperatur ermittelt. Eine Druckermittlung zur Feststellung des Druckprofils erfolgt durch diese bekannte Meßsonde nicht.

35 Aufgabe der Erfindung ist es, die Möglichkeiten einer Messung von Druck- und Temperaturwerten in räumlich ausgedehnten Reaktoren so zu verbessern, daß wesentlich mehr Meßwerte (Druck- und Temperaturprofil) erfaßbar sind, ohne die Durchsatzleistung des Reaktors wesentlich zu beeinträchtigen, und daß die Gefahr von "provozierten" Verstopfungen weitgehend beseitigt wird.

40 Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Sonde mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen dieser Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 17 angegeben.

Ein Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Sensorik und die erforderlichen Meßwertübertragungseinrichtungen körperlich zu einem nach außen einheitlichen strangförmigen Gebilde zu vereinen, so daß die zuvor beschriebenen Berührungsstellen, die den Ausgangspunkt für Verstopfungen des Reaktorraums bilden, völlig vermieden werden. Zur Temperaturmessung wird ein einerseits platzsparendes und andererseits äußerst leistungsfähiges als Temperatursensorkabel ausgebildetes erstes Lichtwellenleiterkabel herangezogen, das innerhalb oder außerhalb an einem langgestreckten Profil als Tragkörper befestigt ist, das als Hohl- oder Vollprofil ausgebildet sein kann und vorzugsweise einen im wesentlichen gleichbleibenden, insbesondere einen kreisförmigen Querschnitt aufweist. Ein solches Lichtwellenleiterkabel führt nicht nur die Funktion eines Temperaturgeberkabels aus, sondern übernimmt gleichzeitig auch die Sensorfunktion, so daß hierfür keine gesonderten Thermoelemente erforderlich sind. Derartige Temperatursensorkabel sind mindestens seit Anfang der 80er Jahre bekannt (z.B. Firmenschrift GESO Gesellschaft für Sensorik, geotechnischen Umweltschutz und mathematische Modellierung mbH, Jena). Sie beruhen auf dem Prinzip, daß das Licht eines Impulslasers, das in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt wird, an den Molekülen des Lichtwellenleiters gestreut wird. Die Intensität und spektrale Zusammensetzung des rückgestreuten Lichtes ist detektierbar. Da die spektrale Zusammensetzung von der jeweiligen Temperatur des Lichtwellenleiters am Ort der Rückstreuung beeinflusst wird, läßt sich mit Hilfe mathematischer Methoden unter Berücksichtigung der Signallaufzeiten und der bekannten Lichtgeschwindigkeit nicht nur die Höhe der Temperatur, sondern auch der zugehörige Ort, also die genaue relative Lage entlang der Länge des

Lichtwellenleiterkabels bestimmen. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, mit Hilfe eines einzigen Lichtwellenleitersensorkabels genaue Temperaturprofile über die Länge des Kabels zu messen. Die Auflösungsgenauigkeit liegt gegenwärtig bei etwa 0,1 K hinsichtlich der Temperatur und bei etwa 0,25 m hinsichtlich der Ortslage. Um einen das Meßergebnis verfälschenden Einfluß wechselnder Umgebungsdrücke auf das Lichtwellenleiterkabel auszuschließen, sollte dieses druckgeschützt im Inneren des Tragkörpers untergebracht oder bei äußerer Anbringung am Tragkörper durch eine druckfeste röhrenförmige Umhüllung geschützt sein. Um die Temperaturmessung nicht zu träge werden zu lassen, muß eine solche Umhüllung ebenso wie weitere ggf. zwischen den Lichtwellenleiterfasern und dem Prozeßmedium befindliche Materialien eine ausreichende, d.h. möglichst gute Wärmeleitfähigkeit aufweisen, so daß Temperaturveränderungen schnell bis zum Lichtwellenleiterkabel durchschlagen können. Um neben dem Temperaturprofil entlang dem Tragkörper auch gleichzeitig ein Druckprofil messen zu können, ist anstelle der herkömmlichen, platzraubenden Druckmeßrohre der Einsatz eines weiteren Lichtwellenleiterkabels als Druckgeberkabel vorgesehen. Aufgrund von dessen extrem platzsparender Bauweise kann man ohne Probleme eine große Vielzahl von Meßstellen entlang dem Tragkörper leitungsmäßig erreichen. Das Druckgeberkabel ist mit Mitteln ausgestattet, die in Abhängigkeit vom jeweiligen Druck eine charakteristische Beeinflussung von Lichtsignalen vornehmen, die durch die Lichtwellenleiter geschickt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, die einzelnen Fasern des Lichtwellenleiterkabels in unterschiedlicher Länge auszuführen und jeweils an einer Meßstelle in einer Lichtwellenleiterumlenkeinrichtung enden zu lassen, die druckabhängig unterschiedliche Umlenkeffekte bewirkt, so daß aus den zurückgeleiteten Signalen eine Druckbestimmung möglich wird. Der Ort der Meßstelle ist dabei von vornherein für die einzelnen Fasern des Lichtwellenleiterkabels festgelegt. Da die Temperatur am Meßort das Druckmeßergebnis beeinflusst, ist bei der Auswertung je nach Meßgenauigkeitsanforderung gegebenenfalls eine Kompensation dieses Einflusses erforderlich. Im Prinzip ist es möglich, das Lichtwellenleiterkabel (Druckgeberkabel) ähnlich wie bei der Temperaturmessung auch unmittelbar als Drucksensorkabel zu betreiben. Auf diese besonders bevorzugte Weise läßt sich eine kontinuierliche Messung entlang des Tragkörpers realisieren. Da die Druckmeßstellen dem Druck des Prozeßmediums ausgesetzt sein müssen, empfiehlt sich eine Befestigung des Druckgeberkabels an der Außenseite des Tragkörpers, vorzugsweise innerhalb einer entsprechenden Längsnut in der Außenoberfläche, so daß keine vorstehenden Teile aus der möglichst glatt ausgeführten Oberfläche herausragen, die die Strömung des Prozeßmediums in unerwünschter Weise beeinträchtigen könnten. Selbstverständlich könnte das Druckgeberkabel auch im Inneren des Tragkörpers angeordnet sein. Dann müßten aber zumindest im Bereich der vorgesehenen Meßstellen Möglichkeiten (z.B. Öffnungen im Tragkörper) für die Druckeinwirkung des Prozeßmediums geschaffen werden.

Anhand der in den Figuren dargestellten schematischen Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

- 35 Figur 1 eine teilweise geschnittene Ansicht einer erfindungsgemäßen Sonde mit Hohlprofil,
- Figur 2 einen Querschnitt gemäß Figur 1,
- Figur 3 einen teilweisen Längsschnitt gemäß Figur 1,
- Figur 4 einen Längsschnitt des freien Endes der Sonde gemäß Figur 1,
- Figur 5 und 6 Querschnitte abgewandelter Ausführungsformen der Sonde,
- 40 Figur 7 einen längsgeschnittenen Tiefschichtreaktor mit eingeführter Sonde und
- Figur 8 und 9 räumliche Anordnungen der erfindungsgemäßen Sonde.

Die in den Figuren 1 bis 4 dargestellte Sonde weist in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung einen als Hohlprofil (Rohr mit kreisrundem Querschnitt) aus mehreren Schichten unterschiedlicher Materialien zusammengesetzten Grundkörper 1 auf. Letzterer beinhaltet einen druckfesten äußeren Mantel in Form eines Mantelrohres 4, das z.B. aus Edelstahl oder einer korrosionsbeständigen Sonderlegierung wie etwa Inconell besteht und daher vergleichsweise gute Wärmeleiteigenschaften hat. Es ist auch denkbar, ein solches Mantelrohr aus einem Kunststoff zu bilden, dem zur Verbesserung des Wärmeleitkoeffizienten spezielle Zusätze zugegeben worden sein können. Ob Kunststoffe hierfür in Frage kommen, hängt von den jeweils vorgesehenen Einsatzbedingungen für die Sonde ab, also insbesondere auch von den maximal zu erwartenden Temperaturen, den Drücken und der zulässigen Trägheit der Meßwerterfassung bei eintretenden Veränderungen. Weitere bestimmende Einflußgrößen für die Werkstoffauswahl sind insbesondere die Aggressivität und der Abrasionseinfluß des zu behandelnden Mediums.

Als nächste Schicht ist auf der Innenseite des Mantelrohres 4 eine Zwischenschicht 5 aus möglichst gut wärmeleitendem Füllmaterial angeordnet, in die das über die gesamte Länge des Tragkörpers 1 verlaufende Temperatursensorkabel 2 eingebettet ist. Letzteres besteht aus einem Hin- und einem Rückleiter mit einer Schleife 12 am freien Ende der Sonde (Figur 4). Die Schleife 12 ist so geführt, daß ein möglichst großer Biegeradius gewährleistet ist. Durch das Mantelrohr 4 ist das Temperatursensorkabel 2 vor dem Druck des Prozeßmediums geschützt. An die innere Zylinderoberfläche der Zwischenschicht 5 schließen

sich unmittelbar eine Wärmeisolierschicht 6 und ein Medienrohr 7 an, das z.B. aus einem metallischen Werkstoff besteht. Wenn das Medienrohr 7 bereits selbst aus einem wärmeisolierenden Material besteht, kann auf eine gesonderte Isolierschicht 6 verzichtet werden. In dieser Ausführungsform erlaubt die erfindungsgemäße Sonde über die eigentlichen Temperatur- und Druckmeßaufgaben hinaus auch die Einleitung und/oder Ableitung von Fluiden in den oder aus dem Reaktorraum, da der Innenraum 8 des Medienrohres 7 durch eine oder bei Bedarf auch mehrere Öffnungen 9 in der Wand der Sonde zum Reaktorraum hin offen ist. Selbstverständlich könnten im Inneren der Sonde auch mehrere derartige Medienrohre nebeneinander geführt sein. Wegen der von dem Prozeßmedium im Regelfall abweichenden Temperatur des durch das Medienrohr 7 geführten Fluids ist eine gute Wärmeisolierung der Isolierschicht erforderlich, damit keine unzulässige Meßwertverfälschung bei der Temperaturmessung eintritt. Das oder die Medienrohre können auch für zusätzliche Meßaufgaben verwendet werden, indem Sensoren und Datenübertragungsleitungen zur Bestimmung weiterer chemischer oder physikalischer Prozeßgrößen durch diese Rohre geführt werden. Es könnte auch z.B. eine Mikrokamera zur Inspektion des Reaktorraums eingeführt werden. Zur Ermittlung der Meßwerte des Druckprofils ist ein als Drucksensorkabel ausgebildetes Lichtwellenleiterkabel (Druckgeberkabel 3) in einer Längsnut 14 außen am Mantelrohr 4 des Tragkörpers 1 befestigt. Somit stehen über die gesamte Länge der Sonde keine Teile aus der gleichbleibend kreisrunden Querschnittskontur nach außen vor. Das bedeutet, daß die Durchströmung des Reaktorraums nur minimal beeinträchtigt wird und eine Einführung der Sonde problemlos (kein Verhaken möglich) durch eine entsprechende kreisrunde Öffnung in der Wand des zu überwachenden Reaktors gewährleistet ist. Wie Figur 4 erkennen läßt, weist auch das Druckgeberkabel 3 einen Hin- und einen Rückleiter mit einer schleifenförmigen Umlenkung 13 am freien Ende der Sonde auf. Um den Krümmungsradius an der Schleife 13 wesentlich größer machen zu können, als dies der Breite und Tiefe der Längsnut 14 entspricht, ist an das freie Ende eine stirnseitige Schutzkappe 11 angesetzt, die eine Einführöffnung aufweist, so daß die Schleife 13 in diese Schutzkappe geschützt eingebracht werden kann. Neben der Gefahr eines Brechens des Lichtwellenleiterkabels ist mit einem kleinen Biegeradius auch die Gefahr von Meßwertverfälschungen erhöht. Um den Reaktorraum an der Einführstelle der Sonde einfach abdichten zu können, weist die Sonde an ihrem mit den Anschlußleitungen versehenen Ende ein Anschlußstück auf, das aus einem Anschlußflansch 20 und einem Rohransatz 19 besteht. Dieser Rohransatz 19, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Tragkörpers 1 entspricht, ist mit letzterem im Überlappungsbereich druckdicht verbunden. Die Längsnut 14, durch die das Druckgeberkabel 3 geführt ist, ist im Überlappungsbereich zwischen dem Rohransatz 19 und dem Mantelrohr 4 mit einer Dichtmasse verfüllt, so daß bei dichter Anlage des Flansches 20 an die Reaktorwand der Reaktorraum nach außen hin abgedichtet ist.

In Figur 5 ist eine Variante der erfindungsgemäßen Sonde ohne ein zentrales Medienrohr dargestellt. Der Tragkörper 1 ist hierbei als dickwandiges Mantelrohr 4 ausgeführt, in dessen Innerem der Hin- und Rückleiter des Temperatursensorkabels 2 verlaufen. Der verbleibende Raum ist wiederum mit einem Füllmaterial entsprechend der Zwischenschicht 5 (Figur 2) ausgefüllt. Die Fasern des Temperatursensorkabels 2 sind von einer röhrenförmigen Umhüllung 10 (z.B. aus Stahl) umgeben. Die Lichtwellenleiterkabel 3 zur Druckmessung sind wiederum in einer Längsnut 14 verlegt.

Als weitere Variante ist in Figur 6 ein Tragkörper 1 aus einem Vollprofil im Querschnitt dargestellt. Diese Ausführungsform kommt insbesondere bei der Verwendung von Kunststoffen als Tragkörperwerkstoff in Frage.

Figur 7 zeigt in einem schematischen Längsschnitt am Beispiel eines Vertikalschichtreaktors von z.B. 1800 m Länge, der für die Naßoxidation von Klärschlamm eingesetzt werden soll, wie die erfindungsgemäße Sonde im Reaktorraum angeordnet ist. Der Vertikalschichtreaktor besteht im wesentlichen aus zwei koaxial ineinander geführten Rohren (Abstromrohr 22 und Aufstromrohr 23), die beispielsweise aus korrosionsfestem Stahl hergestellt sind und in ein Bohrloch hinabgelassen wurden und daher nicht mehr von der Seite her zugänglich sind. Das äußere Rohr ist zusätzlich noch von einer beispielsweise aus Beton bestehenden Reaktorumhüllung 21 umgeben. Beide Rohre sind an ihrer oberirdischen Stirnseite - abgesehen von Anschlußleitungen - dicht verschlossen. Das Aufstromrohr 23 ist auch an seiner unterirdischen Stirnseite (Reaktorboden) dicht verschlossen, während das Abstromrohr 22 mit Abstand offen über den Boden des Reaktors endet. Auf diese Weise ist der Reaktorraum 15 in einen zentralen Abstromraum und einen diesen peripher umgebenden Aufstromraum unterteilt. Der zu behandelnde Klärschlamm kann durch eine Einlaßleitung 25 in das Abstromrohr 22 eingeführt werden und strömt unter zunehmender Temperatur und zunehmendem hydrostatischen Druck nach unten in die eigentliche Oxidationszone, die im Nahbereich des Reaktorbodens liegt. Anschließend wird der oxidierte heiße Schlamm mit den Reaktionsprodukten durch den Ringraum des Aufstromrohrs 23 nach oben gefördert und gibt unterwegs einen Großteil seiner Wärme zur Vorwärmung des der Oxidationszone frisch zuzuführenden Klärschlammes (durch die Wand des Abstromrohrs 22) ab. Der behandelte Schlamm wird dann durch eine Auslaßleitung 26 oberirdisch

abgezogen. Um die gewünschte chemische Reaktion ablaufen lassen zu können, muß in der Oxidationszone nicht nur eine für die Na₂Oxidation ausreichende Temperatur und ein ausreichend hoher Druck herrschen, sondern es muß auch ein ausreichendes Sauerstoffangebot bestehen. Letzteres wird im dargestellten Fall mittels einer erfindungsgemäßen Sonde bewerkstelligt, die wie in Figur 1 bis 4 ausgeführt, also mit einem Medienrohr ausgestattet ist und die gezielte Einleitung eines sauerstoffhaltigen Gases durch eine Öffnung 9 in die Oxidationszone erlaubt. Das sauerstoffhaltige Gas wird dabei über eine Anschlußleitung 24 in das Medienrohr des Tragkörpers 1 befördert. Um den Oxidationsprozeß überwachen und steuern zu können, werden die über die Lichtwellenleiterkabel erhaltenen Meßsignale einer Auswerteelektronik 27 zugeführt und in Temperatur- und Druckwerte umgesetzt, die jeweils bestimmten Orten entlang der Längserstreckung des Tragkörpers 1 der Sonde und damit jeweils einer bestimmten Tiefenlage des Reaktorraums zugeordnet sind, also ein Temperatur- und Druckprofil über die Tiefe des Reaktors liefern.

Die Figuren 8 und 9 zeigen, daß dem Tragkörper 1 der Sonde durch entsprechendes Biegen eine dauerhafte Raumform (z.B. Wendelform) erteilt werden kann, die der Form eines anders als in Figur 7 dimensionierten Reaktorraums 15 entspricht. Auf diese Weise lassen sich regelrechte Raumprofile für Druck und Temperatur ermitteln, während der Einsatzfall gemäß Figur 7 nur eindimensionale Profile liefert. Vorteilhaft ist es, wie dies in Figur 8 und 9 dargestellt ist, einen Endabschnitt der Sonde zentral (axial) durch die Wendel 16 zu führen, so daß ein größerer Teil des Reaktorraumes 15 meßtechnisch erfaßbar ist. Die Anschlüsse 17, 18 für die Lichtwellenleiterkabel können einseitig (Figur 8) oder auch zweiseitig (Figur 18) durch die Reaktorwand geführt sein. In letzterem Fall erübrigt sich eine Schleifenführung für die Lichtwellenleiterkabel innerhalb der Kontur des Tragkörpers 1, wie sie am Beispiel der Figur 4 gezeigt wurde, so daß der Durchmesser des Tragkörpers 1 deutlich kleiner als der Minstdurchmesser einer Lichtwellenleiterschleife gehalten werden kann. Für die Zuordnung der Meßwerte zu den räumlich verteilten Meßstellen ist es selbstverständlich erforderlich, eine tabellarische oder funktionale Zuordnung der Längenwerte der Meßpunkte am Tragkörper 1 zu den Raumdaten des Reaktorraums 15 in der Auswerteelektronik zu hinterlegen. Damit die gewünschte Raumform auch erhalten bleibt und aufwendige Stützkonstruktionen nicht benötigt werden, sollte der Tragkörper 1 aus einem entsprechend plastisch verformbaren und unter den geforderten Temperaturbedingungen auch formstabilen Material (vorzugsweise metallische Werkstoffe) bestehen.

Die erfindungsgemäße Sonde ist sehr einfach aufgebaut, läßt sich in beliebigen Längen herstellen, ist somit an eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzfälle anpaßbar und liefert zuverlässige Temperatur- und Druckprofile auch für Reaktorräume mit extremen Abmessungen.

Patentansprüche

1. Sonde zur Messung von Druck- und Temperaturprofilen von in räumlich ausgedehnten Reaktorräumen (15) ablaufenden chemischen Prozessen, insbesondere zur Kontrolle von Prozessen in unterirdisch angeordneten Vertikalschachtreaktoren, mit einem langgestreckten Profil als Tragkörper (1), an dem über seine Länge mindestens ein Temperaturgeberkabel befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Temperaturgeberkabel ein als Temperatursensorkabel (2) ausgebildetes erstes Lichtwellenleiterkabel ist und daß über die Länge des Tragkörpers (1) an diesem ein zweites, als Druckgeberkabel (3) ausgebildetes Lichtwellenkabel befestigt ist.
2. Sonde nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tragkörper (1) als Hohlprofil ausgebildet ist.
3. Sonde nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tragkörper (1) aus mehreren koaxial angeordneten Schichten (4,5,6,7) aufgebaut ist.
4. Sonde nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Schichten (4,5,6,7) aus unterschiedlichen Werkstoffen gebildet sind.
5. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tragkörper (1) eine aus einem Mantelrohr (4) gebildete äußere Hülle aufweist.
6. Sonde nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mantelrohr (4) aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus einer korrosionsfesten Legierung gebildet ist.

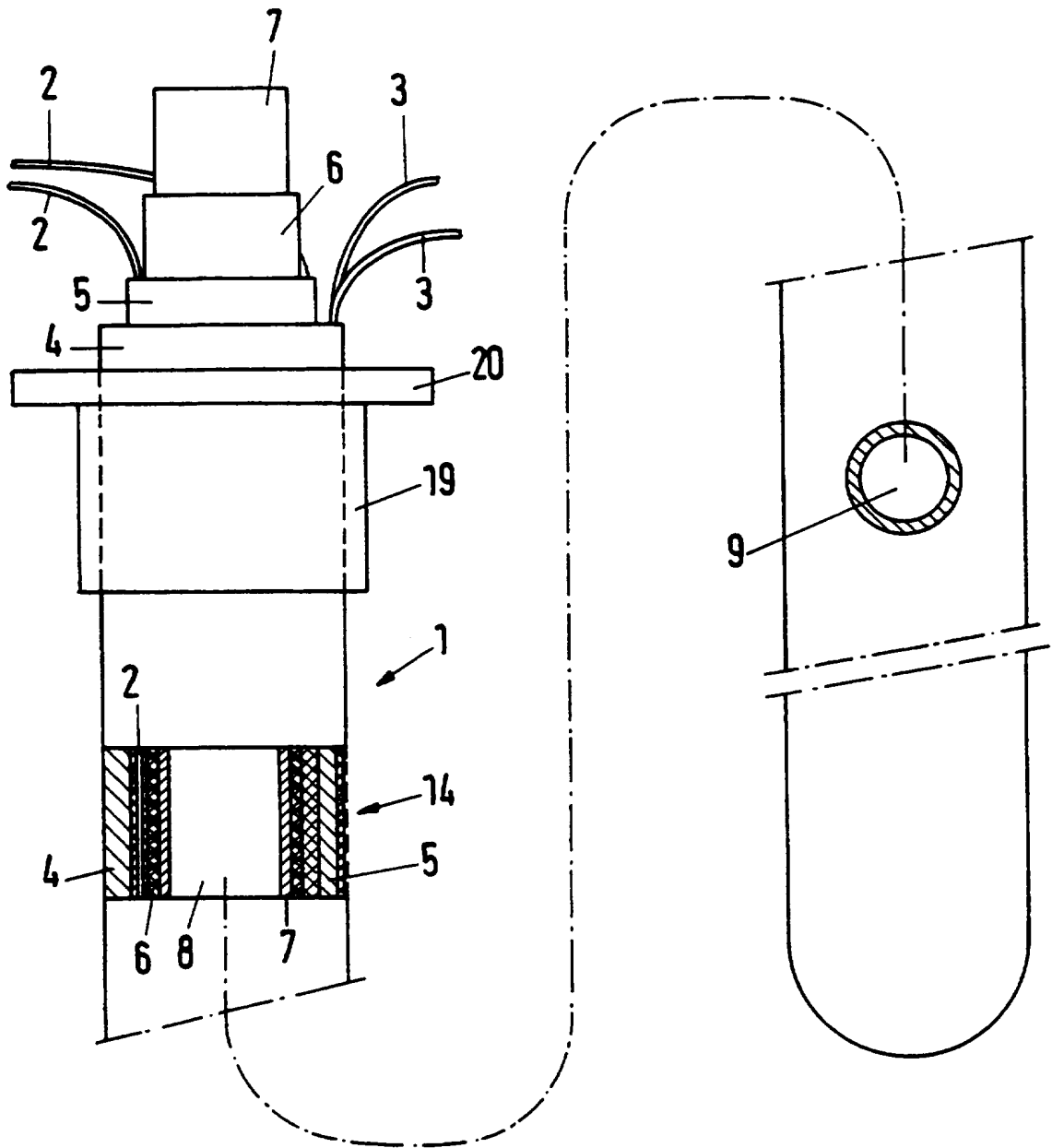
AT 403 526 B

7. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Temperatursensorkabel (2), insbesondere bei äußerer Anbringung am Tragkörper (1), in einer gesonderten röhrenförmigen Umhüllung (10) druckgeschützt angeordnet ist.
- 5 8. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Temperatursensorkabel (2) im Inneren des Tragkörpers (1) angeordnet ist.
9. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die außen am Tragkörper (1) angebrachten Lichtwellenleiterkabel, insbesondere das Druckgeberkabel (3), in einer Längsnut (14) an dem Tragkörper (1) verlegt sind.
- 10 10. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtwellenleiterkabel (2,3), insbesondere das Temperatursensorkabel (2) als Schleife (12 bzw.13) mit Hin- und Rückleiter verlegt sind.
- 15 11. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Druckgeberkabel (3) aus mehreren Einzelfasern unterschiedlicher Länge besteht, an deren Ende jeweils eine druckbeeinflusste Lichtumlenkeinrichtung angeordnet ist.
- 20 12. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Druckgeberkabel (3) als Drucksensorkabel ausgebildet ist.
13. Sonde nach Anspruch 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schleife eines außen verlegten Lichtwellenleiterkabels, insbesondere die Schleife (13) des Drucksensorkabels (3), jeweils durch eine mit einer Einführöffnung versehene Schutzkappe (11), die auf das eine Ende des Tragkörpers (1) aufgesetzt und den gleichen Außendurchmesser aufweist, geschützt ist.
- 25 14. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Inneren des Tragkörpers (1) eine oder mehrere Rohrleitungen (Medienrohr 7) für den Transport von Fluiden angeordnet sind, die jeweils durch mindestens eine Öffnung (9) in der Wand des Tragkörpers (1) zum Reaktorraum (15) hin offen sind.
- 30 15. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der aus einem plastisch verformbaren Material gebildete Tragkörper (1) zu einer den Dimensionen des Reaktorraums (15) entsprechenden Raumform, insbesondere zu einer Wendel (16) gebogen ist.
- 35 16. Sonde nach einem der Ansprüche 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tragkörper (1) aus einem innenliegenden Medienrohr (7) aus einem wärmeisolierenden Werkstoff oder aus einem Rohr mit einer gesonderten Wärmeisolierschicht (6) und aus einer Zwischenschicht (5) aus einem Füllmaterial mit guter Wärmeleitfähigkeit, in welche das Temperatursensorkabel (2) eingebettet ist, sowie aus einem äußeren druckfesten Mantelrohr (4) aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit, insbesondere aus Edelstahl oder Inconel gebildet ist.
- 40 17. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Mantelrohr (4) am anschlußseitigen Ende der Sonde überlappend und druckdicht mit einem Anschlußstück verbunden ist, das einen Anschlußflansch (20) mit einem Rohransatz (19) aufweist, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Mantelrohrs (4) entspricht, und daß die äußere Längsnut (14) am Mantelrohr (4), in der das Druckgeberkabel (3) geführt ist, im Überlappungsbereich zwischen Mantelrohr (4) und Rohransatz (19) mit einer Dichtmasse verfüllt ist.
- 45 18. Sonde nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch das Innere des Hohlprofils des Tragkörpers (1) Sensoren und Datenübertragungsleitungen für die Bestimmung weiterer physikalischer oder chemischer Meßgrößen geführt sind.
- 50

55

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1



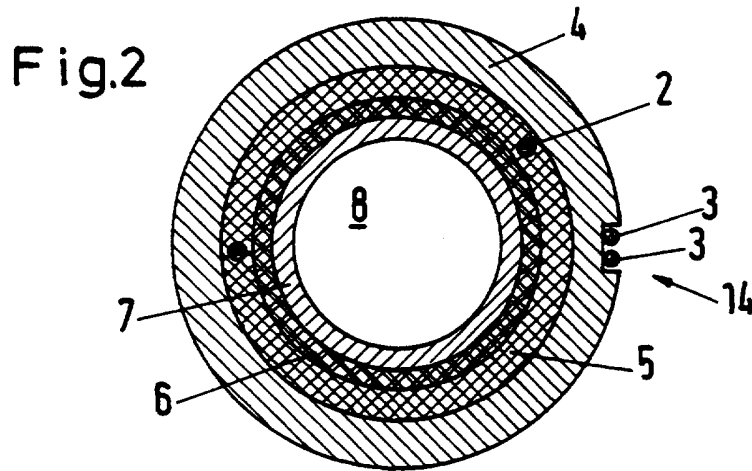


Fig.3

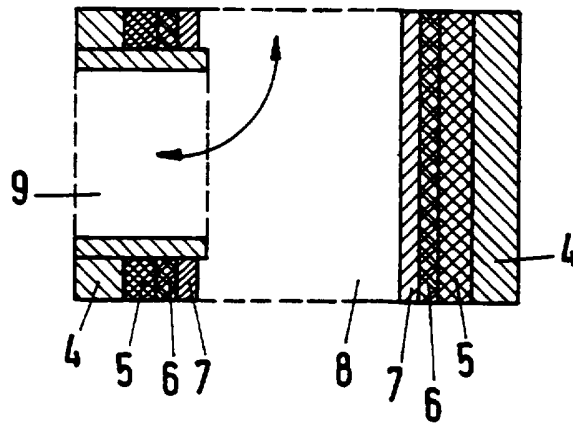


Fig.5

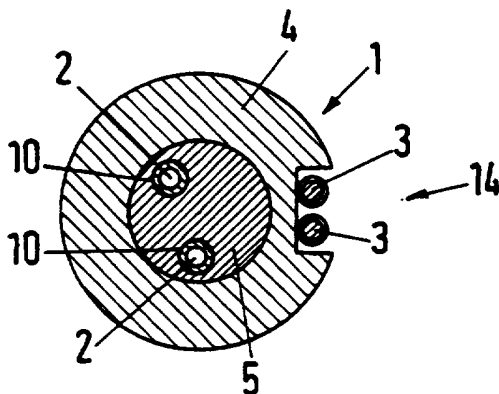


Fig.6

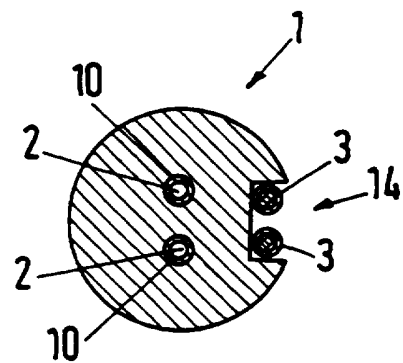
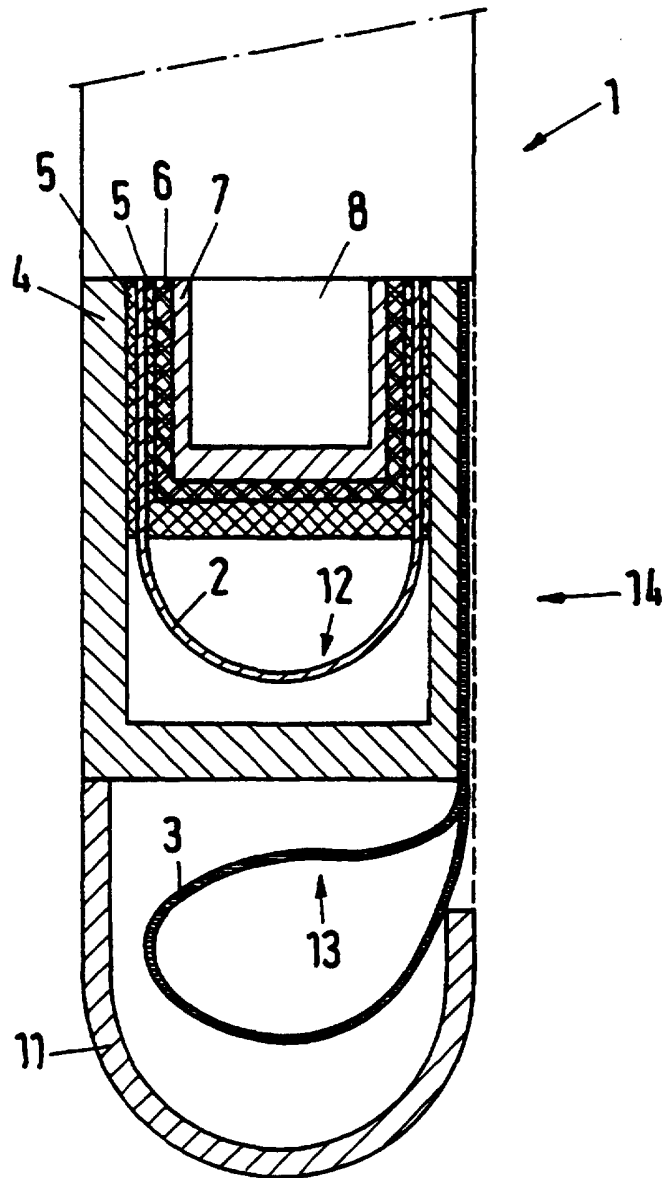


Fig.4



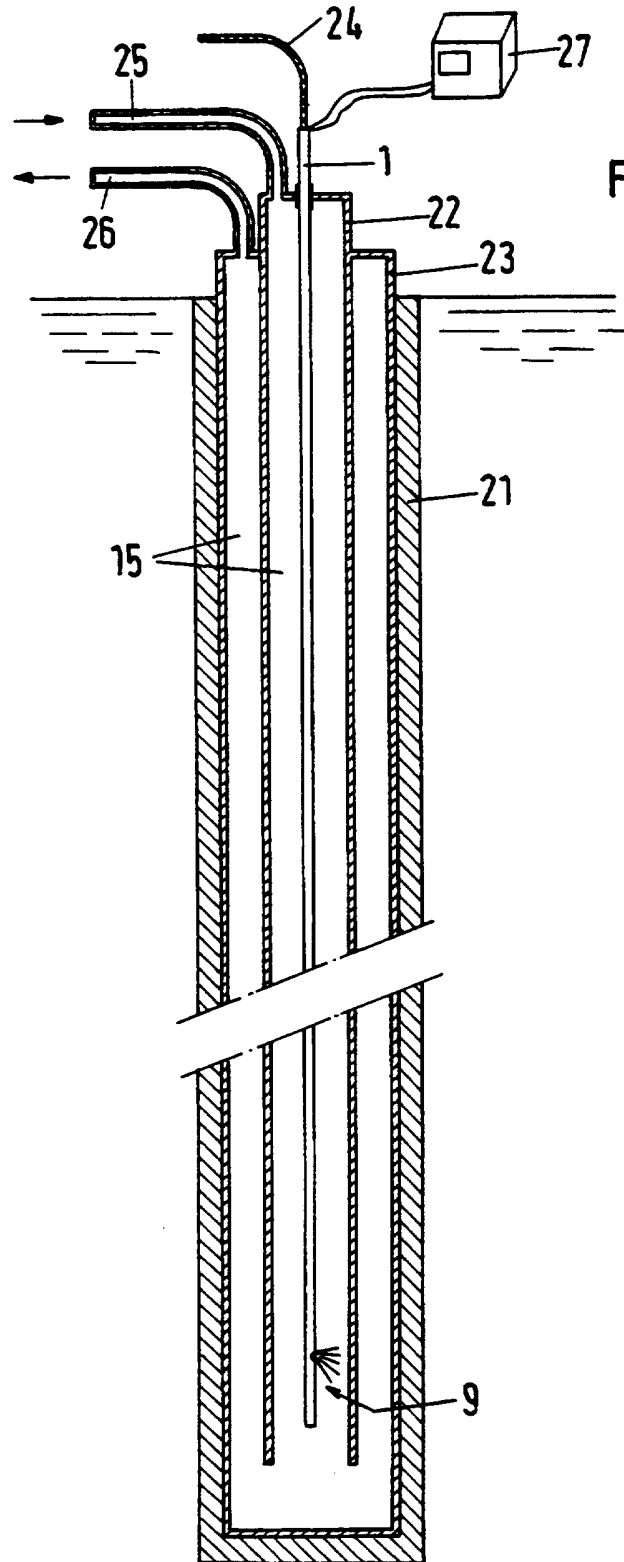


Fig.7

Fig.8

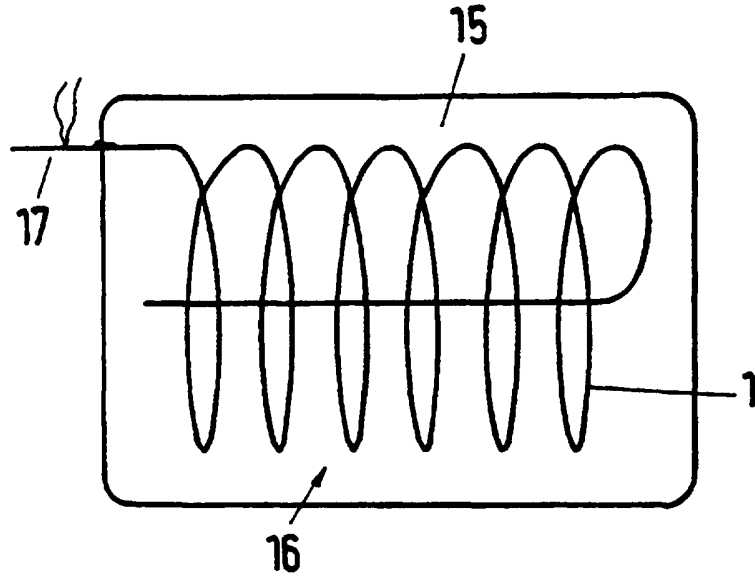


Fig.9

