



71) Anmelder:
Forschungszentrum Rossendorf eV, 01474
Rossendorf, DE

72) Erfinder:
Baldauf, Dieter, 01307 Dresden, DE; Prasser,
Horst-Michael, Dr., 01097 Dresden, DE; Tamme,
Günter, 01454 Radeberg, DE; Zippe, Winfried, Dr.,
01259 Dresden, DE

56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE-PS 9 68 548

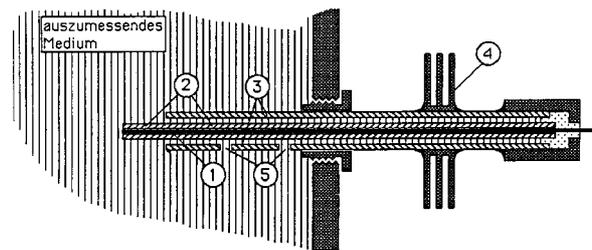
54) Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen

72) Die Erfindung betrifft eine standfeste Nadelsonde zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen insbesondere für den Einsatz in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik, wobei die elektrische Leitfähigkeit vorwiegend als Maß für weitere physikalische oder chemische Eigenschaften (z. B. Temperatur, Konzentration) der Flüssigkeit oder als Indikator für die jeweils an der Sonde gerade anliegende Phase eines Mehrphasengemisches genutzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nadelsonde mit hoher Standfestigkeit für extreme Umgebungsparameter zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine aus einer sich innerhalb eines Isolierrohres und ggf. eines zusätzlichen Trägerrohres befindlichen Drahtelektrode bestehenden Nadelsonde die für ihren Einsatz druckdicht in eine das Meßmedium führende Gefäßwand montiert ist, dadurch gelöst, daß die Abdichtung zwischen der Innenelektrode und dem Isolierrohr an dem sich außerhalb des Meßmediums befindlichen Ende der Nadelsonde angeordnet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden die, spätere Zuverlässigkeit verringernden technologischen Bearbeitungen und konstruktiv problematischen Ausführungen wie der gas- und druckdichte Materialverbund, von der besonders stark beanspruchten Sondenspitze weggenommen und auf weniger belastete Sondenteile, besonders das hintere, aus dem Meßgefäß herausragende Ende verlagert.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine standfeste Nadelsonde zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen insbesondere für den Einsatz in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik, wobei die elektrische Leitfähigkeit vorwiegend als Maß für weitere physikalische oder chemische Eigenschaften (z. B. Temperatur, Konzentration) der Flüssigkeit oder als Indikator für die jeweils an der Sonde gerade anliegende Phase eines Mehrphasengemisches genutzt wird.

In der Verfahrens- und der Kraftwerkstechnik werden Mehrphasengemische häufig mit Leitfähigkeitssonden ausgemessen. Typische Einsatzbedingungen sind hierbei hohe Parameter von Druck und Temperatur, Strömung auch in diskontinuierlicher Form und in der Verfahrenstechnik zusätzlich chemisch aggressive Medien. Eine Nadelsonde für einen derartigen Einsatzfall ist beispielsweise beschrieben in [Prasser u. a.: „Beobachtung des Loop-Seal-Clearing in der Integralanlage des KFKI Budapest mit Nadelsonden“, Kernenergie 34 (1991), 1], ein weiteres Beispiel einer entsprechenden Ultramikroelektrode ist in der DE-OS 38 16 458 dargestellt.

Die beschriebenen, im wesentlichen aus der innerhalb eines Isolierrohrchens befindlichen Drahtelektrode bestehenden, und ggfs. durch ein umhüllendes Trägerrohr geschützten Sonden tauchen durch die Gefäßwand in das auszumessende Medium oder das Mehrphasengemisch ein. Gemessen wird die Leitfähigkeit zwischen der Innenelektrode der Sonde und einer elektrisch leitfähigen Gegenelektrode, die beispielsweise durch die elektrisch leitenden Wände des Gefäßes des zu untersuchenden Mediums gebildet sein kann. Das elektrische Signal wird am hinteren Ende der Sonde abgenommen und elektrisch weiterverarbeitet. Um die Innenelektrode von der Gefäßwand zu isolieren, ist mindestens im Bereich der Wanddurchführung ein elektrisch isolierendes Konstruktionsteil vorzusehen. In Mehrphasengemischen besteht darüber hinaus Interesse an einer hohen örtlichen Auflösung der Meßanordnung und deshalb an einer nahezu nur punktförmig wirksamen Elektrodenfläche. Die Isolation der Innenelektrode wird deshalb bis an die Elektrodenspitze verlängert als Rohr ausgeführt und häufig durch ein zusätzliches metallisches Trägerrohr mechanisch geschützt. Dieses metallische Trägerrohr der Nadelsonde kann ebenfalls als Gegenelektrode des Meßkreises genutzt werden. Bei längeren Sondenausführungen ist das Isolierrohr oft auch in der Form von zwei hintereinander angeordneten Rohren aus unterschiedlichen Materialien gestaltet. Dabei nimmt dann das vordere Rohrstück die Druckdichtung allein wahr. Die konstruktionsbedingten Dichtungsstellen der Nadelsonde, die z. B. als Hartlötungen ausgeführt sein können, bestehen einmal in der Verbindung Trägerrohr – Isolierrohr und in der Verbindung Isolierrohr – Innenelektrode. Darüber hinaus muß die Sonde als solche druckdicht in die Gefäßwandung eingesetzt sein.

Eine Ausführung mit zwei oder mehr Elektroden erlaubt die zusätzliche Geschwindigkeitsmessung von Blasen oder auch von flüssigen Propfen in Mehrphasenströmungen. Eine solche Zweidrahtanordnung ist in dem Artikel Xie u. a.: „Behaviour of Bubbles at Gas Blowing into Liquid Wood's Metal“ (ISIJ International, Vol. 32(1992), No. 1, pp. 66-75) angegeben.

Die konstruktive Ausführung von Nadelsonden für die Verfahrens- und Kraftwerkstechnik wird durch die

erforderliche Druckdichtigkeit in bedeutendem Maße beeinflusst. Die gegenwärtig verwendeten Technologien (z. B. Sintern, Verlöten, Verschweißen oder Verschmelzen) nutzen hohe Temperaturen, da die zu schaffende Verbindung selbst hohen Temperaturen standhalten muß. Beim betriebsmäßigen Einsatz vermindern die oben geschilderten hohen Umgebungsbeanspruchungen in sehr starkem Maße die Standfestigkeit der Nadelsonden. Entscheidende technologische Schwachstellen sind hierbei die unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten der druckdicht verbundenen Materialien, wodurch bereits bei der Sondenfertigung, aber auch ständig beim nachfolgenden praktischen Einsatz temperaturbedingte mechanische Spannungen in den Materialien erzeugt werden, die zunächst zur Ribentstehung führen und schließlich Lecks hervorrufen. Besonders die Verbundstellen der einzelnen Werkstoffe sind weiterhin bevorzugte Angriffspunkte für Korrosion; ebenso verringern zusätzliche strömungsinduzierte mechanische Schwingungen und Stöße die Festigkeit des mechanischen Verbundes an der Sondenspitze. Der letztere Einfluß ist deshalb so bedeutungsvoll, weil die hohe geometrische Auflösung eines Mehrphasengemisches eine entsprechend geringe räumliche Ausdehnung der Sondenspitze erfordert und dadurch deren mechanische Stabilität vermindert.

Für Anwendungen in der Verfahrens- und Kraftwerkstechnik ist deshalb die Lebensdauer von Nadelsonden beschränkt. Trotz sonst günstiger meßtechnischer Eigenschaften sind deswegen Nadelsonden hier meist nur für kürzer dauernde Experimente geeignet, nicht aber für häufig gewünschte Langzeitüberwachungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Nadelsonde für extreme Umgebungsparameter und mit hoher Standfestigkeit zu schaffen.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen enthalten die folgenden Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Lösung nutzt das Prinzip, bei der Herstellung der Nadelsonde möglichst alle die spätere Zuverlässigkeit verringernden technologischen Bearbeitungen und problematischen konstruktiven Ausführungen wie den gas- und druckdichten Materialverbund, von der besonders stark beanspruchten Sondenspitze wegzunehmen und auf weniger belastete Sondenanteile, besonders das hintere, aus dem Meßgefäß herausragende Ende, zu verlagern. Dies bedeutet vor allem, die Sonde vorn ungedichtet zu betreiben. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen ist dann dafür zu sorgen, daß im Falle eines Sondendefektes auch unter Hochdruckbedingungen des Mediums keine Undichtigkeit nach außen wirken kann; eventuell kann auch durch geeignete materialtechnische Auslegung ein schädlicher Sonden-defekt ausgeschlossen werden.

Der Wegfall der druckdichten Elektrodendurchführung an der Sondenspitze ermöglicht mit dem Einsatz biegsamer Materialien den Aufbau einer mechanisch flexiblen Sonde, die speziellen Geometrien des Gefäßes oder weiterer Einbauten innerhalb des das Meßmedium führenden Gefäßes bequem angepaßt werden kann.

Bei Einsatz eines zusätzlichen Trägerrohres kann durch die Anordnung des druckdichten Abschlusses dieses Rohres am äußeren Ende der Nadelsonde ein zusätzlicher Effekt im Sinne einer Sicherheitskapselung der Sonde bezüglich äußerer mechanischer Beanspruchung und damit ggfs. eintretender Leckage erreicht werden.

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Beispiel be-

schrieben werden. Hierzu zeigt die Figur eine erfindungsgemäß aufgebaute Eindraht-Nadelsonde, wobei ohne grundsätzlich andere Maßnahmen auch eine Mehrdrahtsonde in der gleichen Weise aufgebaut werden kann.

Die Innenelektrode (1) besteht aus einem elektrisch leitenden Material, z. B. einem Edelmetall oder leitfähiger Keramik. Diese Innenelektrode (1) liegt lose in einem Isolierrohr (2), das beispielsweise aus elektrisch isolierender Keramik gebildet sein kann. Für den Aufbau flexibler Sonden kann die Isolierung z.B. aus einer Teflonbeschichtung bestehen.

Während das vordere Ende der Sonde in die auszuende Flüssigkeit eintaucht und dort der eigentliche Meßeffect entsteht, befindet sich die druckdichte Elektrodendurchführung am hinteren Ende der Nadelsonde. Temperatur- und Schwingungsbelastung sind an dieser Stelle der Nadelsonde gegenüber den Beanspruchungen an der vorderen Spitze deutlich vermindert. Die geringere Temperaturbelastung erlaubt auch die Auswahl unter weit mehr Materialien und Technologien zur Druckabdichtung als dies an der vorderen Sondenspitze möglich wäre. Das zusätzlich anbringbare (z.B. metallische) Trägerrohr (3) für die Sonde löst gleichzeitig zwei Aufgaben. Es dient einmal dem unmittelbaren Schutz der Sonde gegenüber mechanischen Gefährdungen, die auf jeder der beiden Seiten der Gefäßwand auftreten können. Weiterhin erfolgt durch das Trägerrohr auch die Druckkapselung der Nadelsonde außerhalb des Mediums für den Fall eines Defektes am Isolierrohr. Der Druckkapselung ist noch eine Einrichtung zum Anschluß und zum Herausführen des Meßkabels am hinteren Ende der Nadelsonde zuzuordnen.

Ein Kühlkörper (4) sorgt für ein zusätzliches Temperaturgefälle längs der Sonde zwischen deren Kontaktstelle mit der meist heißen Gefäßwand und der temperatursensiblen Elektrodendurchführung am hinteren Sondenende. Er läßt sich sowohl auf dem Trägerrohr als auch – bei einer Ausführung ohne Trägerrohr – direkt dem Isolierrohr anbringen.

In einer weiteren technischen Ausgestaltung enthält das Trägerrohr (3) einzelne Öffnungen (5) in dem Bereich, der in das auszumessende Medium taucht. Durch diese Öffnungen kann das zwischen Träger- und Isolierrohr eingedrungene, bei einem Druckabfall möglicherweise ausdampfende Medium seitlich entweichen. Damit wird ein Großteil des eventuell entstehenden Dampfes der Sondenspitze vorbeigelenkt und ein vorübergehend auftretender Meßfehler beträchtlich verringert.

Ein Ausdampfen ist auch aus dem Flüssigkeitsvolumen zwischen Innenelektrode und Isolierrohr möglich mit dem gleichen Resultat eines vorübergehenden Meßfehlers beim Dampfaustritt an der vorderen Sondenspitze. Durch zweckmäßige Ausgestaltung der Konstruktion sollte deshalb dieses Flüssigkeitsvolumen minimiert werden.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung sind sowohl die druckdichte Elektrodendurchführung als auch die Verbindung des Trägerrohrs (3) mit dem Isolierrohr (2) standfester als bei bekannten Sondenausführungen gestaltet, da diese beiden Verbindungen hier weder strömungsinduzierten Schwingungen und Stößen noch extremen Temperaturen des Mediums ausgesetzt sind. Weiterhin lassen sich durch die Anordnung der kritischen Materialverbindungen am hinteren Ende und den dort möglichen anderen Werkstoffeinsatz korrodierende Einflüsse auf diese Verbindungsstellen mindern.

Patentansprüche

1. Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen, die für ihren Einsatz druckdicht in eine das Meßmedium führende Gefäßwand montiert ist, bestehend aus einer sich innerhalb eines Isolierrohres und ggfs. eines zusätzlichen Trägerrohres befindlichen Drahtelektrode, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdichtung zwischen der Innenelektrode und dem Isolierrohr an dem sich außerhalb des Meßmediums befindlichen Ende der Nadelsonde angeordnet ist
2. Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen nach mit einem zusätzlichen Trägerrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung zwischen Isolier- und Trägerrohr ebenfalls in dem sich außerhalb des Meßmediums befindlichen Bereich der Nadelsonde angeordnet ist und das Trägerrohr damit eine zusätzliche druckdichte Sicherheitskapselung der Nadelsonde darstellt
3. Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der in das auszumessende Medium ragende Teil des Trägerrohres seitliche Öffnungen enthält, durch die ein Teil des zwischen Träger- und Isolierrohr befindlichen und bei Druckabfall ausdampfenden Mediums entweichen kann.
4. Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenelektrode(n) und deren elektrische Isolierung aus flexiblen Materialien bestehen, die eine weitgehende mechanische Biegung der Nadelsonde beim Einsatz erlauben.
5. Nadelsonde zur Messung der Leitfähigkeit in Flüssigkeiten oder Mehrphasengemischen nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche wärmeableitende Einrichtungen entlang der Sonde zwischen der Abdichtungsstelle selbst und der heißen Gefäßwand angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

