



21 Aktenzeichen: 197 04 499.9
22 Anmeldetag: 6. 2. 97
43 Offenlegungstag: 13. 8. 98

71 Anmelder:
Forschungszentrum Rossendorf eV, 01474
Schönfeld-Weißig, DE

72 Erfinder:
Witke, Willy, 01833 Stolpen, DE; Gerbeth, Gunter,
Dr., 01324 Dresden, DE; Eckert, Sven, 01279
Dresden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

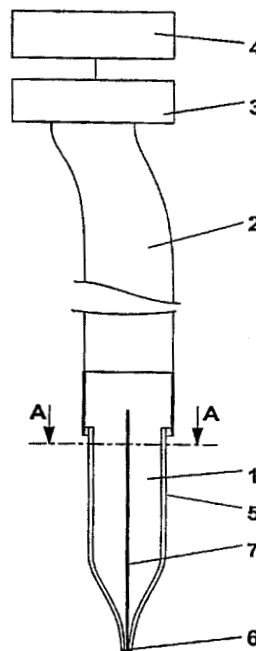
DE 42 20 440 A1
DE 41 29 199 A1
DE 39 39 573 A1
DD 2 93 655 A5
EP 04 70 535 A2
JP 08-1 05 910 A

LIELPETERIS, J., MOREAU, R.: Liquid Metal
Magnetohydrodynamics, Kluwer Academic
Publishers
Dordrecht, Boston, London, S.373-379;
MIETZ, J. et.al.: Magnetsonde zur Messung von
Strömungsgeschwindigkeiten in flüssigen
Metallen.
In: Metall, 44. Jg., H. 10, Okt.1990, S.949-952;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Einrichtung zur Messung lokaler Strömungsgeschwindigkeiten in Gasen und Flüssigkeiten

57 Mit der Erfindung soll die Strömungsgeschwindigkeit und -richtung in einem weiten Temperaturbereich, auch in Metallschmelzen und unter schwierigen geometrischen Bedingungen bestimmt werden.
Die Einrichtung besteht aus einem Sensor und Mitteln zur Signalgewinnung, -weiterleitung und -verarbeitung.
Der Sensor (1) ist als Rohr (5) ausgeführt, dessen eines Ende zu einer zentrisch angeordneten Spitze (6) ausgeformt ist. In der Spitze (6) ist das Ende eines Stabes (7) verschmolzen, dessen anderes Ende in das Rohr (5) ragt. Rohrlänge und Stablänge sind etwa gleich. Der Sensor (1) besteht vorzugsweise aus nicht ferromagnetischem und elektrisch nicht leitendem Material.
Bei Strömung wird das Rohr (5) ausgelenkt, was zur Stellungsänderung des Stabendes im Rohr (5) führt. Die Stellung wird über einen optisch geführten Strahlengang (2) und ein Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren (3) auf einen Computer (4) übertragen. Dieser umfaßt so die Auslenkung des Stabes (7) und verarbeitet diese Größe durch Bildauswertung als Maß für die Strömungsgeschwindigkeit und -richtung, die angezeigt wird.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Messung lokaler Strömungsgeschwindigkeiten zur Verwendung sowohl in Gasen als auch in Flüssigkeiten, bei der in das Medium Bauteile eingebracht werden, die durch die Strömung in ihrer Lage oder Form verändert werden. Diese Veränderungen werden zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit herangezogen.

Ein bevorzugtes Einsatzgebiet der Einrichtung ist die Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit in Flüssigmetallen. Bei entsprechender Ausgestaltung der Bauteile ist die Verwendung der Einrichtung auch in Metallschmelzen gegeben.

In der Regel werden die Einrichtungen mehrteilig ausgeführt. Dabei wird der Sensor in der Strömung angeordnet und über Meßleitungen mit einer Auswerteinrichtung verbunden.

Es ist bereits ein Sensor zur kleinskaligen Strömungsmessung in Gewässern bekannt, bei dem ein Stab, dessen Spitze aus dem Sensor ragt und angeströmt wird, auf einen piezoelektrischen Biegesensor einwirkt, dessen Signal mit der Strömungsgeschwindigkeit korreliert (DE-OS 41 29 199 A1). Für Messungen bei höherer Temperatur und in Metallschmelzen ist der Sensor nicht geeignet, außerdem ermöglicht er keine Bestimmung der Strömungsrichtung.

Weiterhin ist zur Messung der örtlichen Strömungsgeschwindigkeit in Metallschmelzen eine Einrichtung bekannt, deren aus einem Glasrohr gezogene Spitze in der Strömung elastisch ausgelenkt wird. (V. G. Zhilin, K. V. Zvyagin, Yu. P. Ivochkin, A. A. Oskman „Diagnostics of liquid metal flows using fibre-optic velocity sensor“ Liquid Metal Magnetohydrodynamics, Ed.: 3. Lielpeteris, R. Moreau, Kluwer Academic Publishers, 1989, 373-379). In der Spitze ist ein dünner, in das Innere der Einrichtung gerichteter Stab befestigt, der wegen der Auslenkung der Spitze bei deren Anströmung mit ausgelenkt wird. An der der Spitze abgewandten Seite des Stabes sind in geringem Abstand im Winkel von je 90 Grad vier Glasfaserleitungen (zwei Sender, zwei Empfänger) konzentrisch angeordnet. Die Auslenkung des Stabes führt zu Änderungen der Lichtintensität, die zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit herangezogen werden. Diese recht komplizierte Einrichtung ist schwierig zu handhaben und läßt eine Miniaturisierung nicht zu.

Für die Messung der Strömungsgeschwindigkeit in Natrium ist eine Miniatur-Permanentmagnet-Potentialsonde bekannt, die aus einer zylinderförmigen Edeldstahlhülle mit kegelförmiger Spitze, einem Permanentmagneten und mehreren in zwei übereinanderliegenden Ebenen angeordneten Thermoelementen besteht (J.U. Knebel, L. Krebs, Kalibrierung einer Miniatur-Permanentmagnet-Potentialsonde zur Geschwindigkeits- und Temperaturmessung in Natrium, KfK 5215, September 1993, Kernforschungszentrum Karlsruhe). Aufgrund der Größe der Einrichtung ist der Einsatz in engen Rohren nicht gegeben. Bei Einsatz dieser Sonde in Flüssigmetallen und Metallschmelzen wird das Meßergebnis dann verfälscht, wenn ein äußeres Magnetfeld vorhanden ist. Die Curie-Temperatur der Permanentmagneten bestimmt eine maximale Temperatur, oberhalb derer diese Sondenart nicht eingesetzt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist eine allgemein einsetzbare, auch für Flüssigmetalle und Metallschmelzen höherer Temperatur geeignete Einrichtung zur Messung lokaler Strömungsgeschwindigkeiten einschließlich der Bestimmung der Strömungsrichtung.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß

ein zu einer zentrisch angeordneten Spitze ausgeformtes Rohr und ein in die Spitze eingebrachter, in das Rohr ragender Stab miteinander verschmolzen sind. Die Länge des Stabes entspricht etwa der Länge des Rohres. An dem der Spitze abgewandten Ende des Rohres ist eine optische Strahlführung angebracht, die zu einem Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren zur Erfassung der Ablenkung des Stabes führt. Der Ausgang des Gerätes ist mit einem Computer verbunden, der die Signale auswertet und als Strömungsgeschwindigkeit und -richtung anzeigt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann in einem weiten Temperaturbereich, auch für Flüssigmetalle und Metallschmelzen und bei schwierigen geometrischen Bedingungen eingesetzt werden. Sehr vorteilhaft ist die geringe Störanfälligkeit der erfindungsgemäßen Einrichtung durch die Unabhängigkeit von der Verarbeitung elektrischer Signale. Die Bauart der Sonde ermöglicht eine weitgehende Miniaturisierung der Sondenspitze, wodurch die Strömung durch die Sonde nur geringfügig beeinflusst wird.

Entsprechend der vorhandenen Möglichkeiten und der Anforderungen kann die Auswahl der Materialien und Geräte vorteilhaft gemäß den Ansprüchen 2 bis 8 erfolgen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels und mit Bezug auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert, wobei

Fig. 1 die Prinzipskizze im Teilschnitt,

Fig. 2 den Schnitt A-A nach **Abb. 1** bei Anströmung der Stabspitze und

Fig. 3 den Schnitt durch die Spitze des Rohres mit einer Kugel zeigt.

Gemäß der **Fig. 1** besteht die Erfindung aus den Grundbestandteilen Sensor **1**, optisch geführtem Strahlengang **2**, Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren **3** und einem Computer **4**.

Der Sensor **1** besteht aus einem Rohr **5**, das an einem Ende zu einer zentrisch angeordneten Spitze **6** ausgeformt ist. In der Spitze **6** ist mittig ein Stab **7** derart eingeschmolzen, daß er sowohl mit der Spitze als auch mit dem Ende des Rohres **5** abschließt oder geringfügig kürzer ist.

Das Rohr **5** und der Stab **7** sind vorzugsweise aus gleichem nicht ferromagnetischem und elektrisch nicht leitendem Material hergestellt. Für Messungen der Strömungsgeschwindigkeit bei relativ niedrigen Temperaturen des Mediums wird als Material für das Rohr **5** und den Stab **7** Glas eingesetzt, da es preiswert erhältlich und einfach zu verarbeiten ist.

Das Bild vom Ende des Rohres **5** wird erfaßt und dadurch weitergeleitet, daß auf das der Spitze abgewandte Ende des Rohres **5** ein geführter optischer Strahlengang **2**, hier ein Glasfaserkabel, aufgesetzt ist, an dessen anderem Ende ein Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren **3** angebracht ist. Dieses Gerät **3** wird vorzugsweise als Videokamera ausgeführt. Sie dient der Übertragung des Bildes auf einen Computer **4**, mit dem sie elektrisch verbunden ist. Der Computer **4** erfaßt die Auslenkung des Stabes **7** im Rohr **5** und verarbeitet diese Größe im Sinne der Bildauswertung als Maß für die Strömungsgeschwindigkeit und -richtung.

Soll die Einrichtung zur Strömungsmessung in einem Medium geringer Dichte oder in einer relativ schwachen Strömung eingesetzt werden, kann die Spitze **6** des Sensors **1** mit einem Körper zur Erhöhung des Strömungswiderstandes versehen werden. Zur Vermeidung bzw. Geringhaltung von Turbulenzen wird, wie in **Fig. 3** dargestellt, eine Kugel **8** bevorzugt. Die Kugel **8** oder auch ein Körper anderer, vorzugsweise rotationssymmetrischer Geometrie sollte, wie der Sensor **1** auch, aus nicht ferromagnetischem und elektrisch nicht leitendem Material bestehen.

Bei Messung in Metallschmelzen kann es erforderlich

werden, den Sensor **1** außerhalb des Mediums mit einer Kühlung zu versehen.

Für den Fall, daß der Sensor **1** komplett in das Medium eingetaucht werden soll, ist die Koppelstelle zwischen Sensor **1** und optisch geführtem Strahlengang **2** dicht auszuführen, wie in **Fig. 1** dargestellt.

Die Wirkungsweise der Einrichtung wird nachstehend dargelegt:

Die Spitze des Sensors **1** wird in die zu messende Flüssigkeit eingetaucht. In dieser Lage wird der Sensor **1** befestigt. Vorteilhaft ist es, die Befestigung vorzunehmen, bevor die Flüssigkeit strömt, sodaß der Stab **7** in seiner Ausgangslage erfaßt werden kann. Das ist im Normalfall im Zentrum des Rohres **5**.

Strömt die Flüssigkeit, wird die Spitze des Sensors **1** ausgelenkt, und mit ihm wird auch der Stab **7** bewegt. Das Ende des Stabes **7** im Rohr **5** wird aus der Ruhelage z.B. in die in **Fig. 2** gezeigte Stellung gebracht. Die Auslenkung erfolgt entgegen der Strömungsrichtung. Die Stellungsänderung des Endes des Stabes **7** beeinflußt die Lichtführung, die wiederum über das Glasfaserkabel auf die Videokamera und weiter an den Computer **4** übertragen wird. In diesen wurde vor dem konkreten Einsatz der Einrichtung eine Kennlinie eingegeben, die für die Gegebenheiten der jeweiligen Messung durch Kalibrierung ermittelt wird. Der Ausschlag des Endes des Stabes **7** wird im Computer **4** zur Ausgabe der Strömungsgeschwindigkeit umgesetzt. Mit der Strömungsgeschwindigkeit kann auch die Strömungsrichtung ausgegeben werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Messung lokaler Strömungsgeschwindigkeiten in Gasen und Flüssigkeiten, bestehend aus einem Rohr, dessen eines Ende zu einer zentrisch angeordneten Spitze ausgeformt ist, wobei in der Spitze das Ende eines Stabes angeordnet ist, dessen anderes Ende in das Rohr ragt und zur Signalgewinnung eingesetzt wird sowie Mitteln zur Signalgewinnung, -weiterleitung und -verarbeitung, **dadurch gekennzeichnet,**

daß der Stab in der Spitze des Rohres verschmolzen ist, daß der Stab etwa die Länge des Rohres aufweist, daß auf das Rohr ein geführter optischer Strahlengang aufgesetzt ist, der an seinem anderen Ende mit einem Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren zur Erfassung der Ablenkung des Stabendes verbunden ist und daß dem Gerät ein Computer zur Signalauswertung und Meßwertausgabe der Strömungsgeschwindigkeit und -richtung nachgeschaltet ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Rohr als auch der Stab aus nicht ferromagnetischem und elektrisch nicht leitendem Material bestehen.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht ferromagnetische und elektrisch nicht leitende Material Glas ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der geführte optische Strahlengang ein Glasfaserbildleiter ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als geführter optischer Strahlengang eine endoskopische Lichtführung eingesetzt ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät mit einer Vielzahl optischer Sensoren CCD-Elemente enthält.

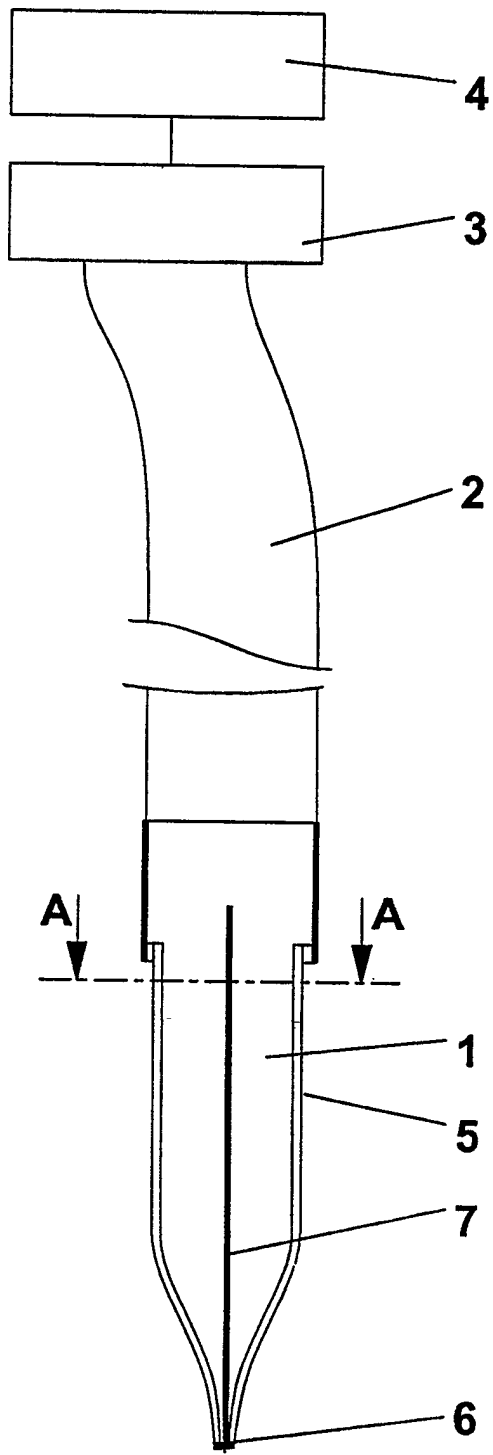
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das CCD-Elemente enthaltende Gerät als

Videokamera ausgeführt ist.

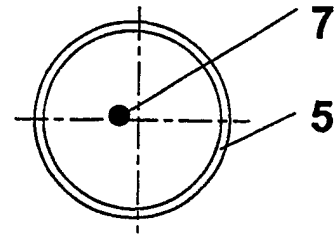
8. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steigerung der Empfindlichkeit der Einrichtung an der Spitze des Rohres ein rotationssymmetrischer Körper angebracht ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der rotationssymmetrische Körper aus nicht ferromagnetischem und elektrisch nicht leitendem Material besteht.

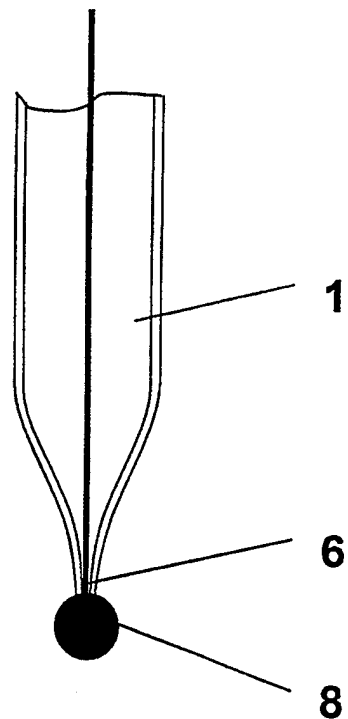
Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3