



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl. 3: G 01 F

1/58

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENTSCHRIFT A5

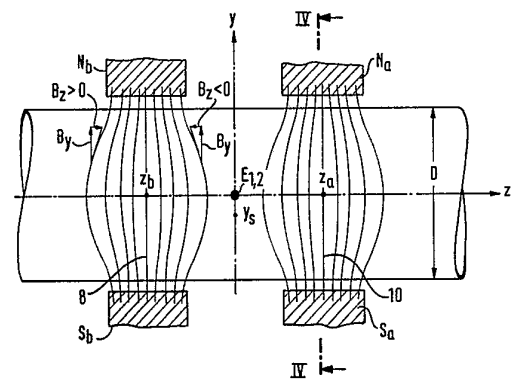
(11)

637 472

(21) Gesuchsnummer:	987/79	(73) Inhaber:	Fischer & Porter GmbH, Göttingen (DE)
(22) Anmeldungsdatum:	01.02.1979	(72) Erfinder:	Broder Ketelsen, Settmarshausen (DE)
(30) Priorität(en):	21.02.1978 DE 2807356	(74) Vertreter:	Kirker & Cie SA, Genève
(24) Patent erteilt:	29.07.1983		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	29.07.1983		

(54) Vorrichtung zur Messung eines ein Rohr pro Zeiteinheit durchströmenden Flüssigkeitsvolumens.

(57) Die Vorrichtung weist ein mindestens innenseitig elektrisch isolierendes Rohrstück auf, in dem diametral zwei an einen Spannungsmesser angeschlossene Elektroden (E_1, E_2) angeordnet sind, und einer Anordnung (N_b, S_b, N_a, S_a) zur Erzeugung eines Magnetfeldes B im Bereich der Elektroden, dessen Feldlinien überwiegend rechtwinklig zu der durch die Verbindungsgeraden der Elektroden und die Rohrachse definierten x - z -Ebene verlaufen, wobei die y -Komponente des Magnetfeldes in einer zur x - z -Ebene parallelen Ebene einen Sattelpunkt aufweist. Dadurch verringert man Einflüsse des Strömungszustands auf das erfasste Spannungssignal.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Messung eines ein Rohr pro Zeiteinheit durchströmenden Flüssigkeitsvolumens mittels eines mindestens innenseitig elektrisch isolierenden Rohrstücks, in dem diametral zwei an einen Spannungsmesser angeschlossene Elektroden angeordnet sind, und einer Anordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Bereich der Elektroden, dessen Feldlinien überwiegend in Richtung der y -Achse verlaufen, welche mit der durch die Verbindungsgerade der Elektroden definierten x -Achse und mit der durch die Rohrachse gegebenen z -Achse ein rechtwinkliges Koordinatensystem bildet, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes B so ausgebildet ist, dass die Y -Komponente B_y des Magnetfeldes \vec{B} in einer zur $y=0$ x - z -Ebene parallelen $y=y_s$ Ebene von einem Sattelpunkt aus mit Koordinaten $|x_s| < 0,1 \cdot D$, $|y_s| < 0,45 \cdot D$ und $|z_s| < 0,1 \cdot D$, wobei D der Rohrdurchmesser ist, in beiden Richtungen parallel zur x -Achse bis zur Rohrin-nenseite abfällt und in beiden Richtungen parallel zur z -Achse ansteigt und nach Überschreiten jeweils eines Maximums abfällt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (z_a, z_b) der Maxima von der Elektrodenebene, x - y -Ebene mit $z=0$, einstellbar ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (z_a, z_b) der Maxima von der Elektrodenebene zwischen dem 0,1-fachen und dem 0,6-fachen, vorzugsweise zwischen dem 0,2-fachen und dem 0,4-fachen, des Rohrdurchmessers D liegt.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beidseitig der Elektrodenebene ausserhalb des lichten Rohrquerschnitts je zwei Polschuhe (N_a, S_a, N_b, S_b) oder Spulen einander gegenüberliegend angeordnet sind, deren Verbindungsmittellinien (8, 10) wenigstens annähernd parallel zur y -Achse verlaufen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Rohrininneren zugewandten Flächen der Polschuhe (N_a, S_a, N_b, S_b) oder die Spulen im Sinne des Umfanges des Rohres (2) gekrümmt sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die in Längsrichtung des Rohres (2) gemessene Breite der dem Rohrininneren zugewandten Flächen der Polschuhe (N_a, S_a, N_b, S_b) oder Spulen zwischen dem 0,15-fachen und dem 0,8-fachen, vorzugsweise zwischen dem 0,2-fachen und dem 0,5-fachen, des Rohrdurchmessers D liegt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Umfassungswinkel der dem Rohrininneren zugewandten Flächen der Polschuhe (N_a, S_a, N_b, S_b) oder der Spulen quer zum Rohr (2) zwischen 90 und 150° , vorzugsweise zwischen 100° und 130° , liegt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere Krümmungsdurchmesser der dem Rohrininneren zugewandten Flächen der Polschuhe (N_a, S_a, N_b, S_b) oder der Spulen zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,6-fachen, vorzugsweise zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,3-fachen, des Rohrdurchmessers D liegt.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung eines ein Rohr pro Zeiteinheit durchströmenden Flüssigkeitsvolumens mittels eines mindestens innenseitig elektrisch isolierenden Rohrstücks, in dem diametral zwei an einen Spannungsmesser angeschlossene Elektroden angeordnet sind, und einer Anordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes im Bereich der Elektroden, dessen Feldlinien überwiegend in Richtung der y -Achse verlaufen, welche mit der durch die Verbindungsgerade der Elektroden definierten x -Achse und mit der durch die Rohrachse gegebenen z -Achse ein rechtwinkliges Koordinatensystem bildet.

Bei bekannten Vorrichtungen dieser Art verläuft die B_y -Komponente des Magnetfeldes in der x - y -Ebene ($z=0$), der Elektrodenebene, im wesentlichen homogen oder inhomogen und symmetrisch zu dieser Ebene in beiden z -Richtungen mehr oder weniger ausgedehnt erst konstant bleibend und dann monoton abfallend oder sogleich monoton abfallend.

Einflüsse des Strömungszustandes auf das von dem Spannungsmesser erfasste Spannungssignal, z.B. wenn die Strömung rotationsunsymmetrisch um die Achse des Rohres ist, wenn sich die Strömung schraubenförmig um die Achse des Rohres windet oder wenn sich die rotationssymmetrische Verteilung der Strömung zeitlich ändert, sind dabei unvermeidbar.

Aufgabe der Erfindung ist daher, eine Vorrichtung anzugeben, die insbesondere diese drei Fehler vermeidet oder so gering als möglich hält, also eine Vorrichtung eingangs genannter Art anzugeben, die noch weniger als bekannte Vorrichtungen in dem von ihr erfassten Spannungssignal abhängig vom Strömungszustand der Flüssigkeit ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Vorrichtung durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gekennzeichnet.

Die erfindungsgemässe Ausbildung des Magnetfeldes zeichnet sich gegenüber dem Stand der Technik dadurch aus, dass die Stärke der y -Komponente des Magnetfeldes in der Nähe der Elektroden besonders niedrig ist und von dort aus beidseitig zur Mitte des Rohres zu dem genannten Sattelpunkt ansteigt und von diesem Sattelpunkt aus wiederum in den beiden z -Richtungen jeweils zu einem Maximum ansteigt und dann wieder abfällt. Legt man in erster Linie nur auf ein von der Reynoldszahl – also auf ein vom Unterschied zwischen laminarer und turbulenter Strömung – und auf ein von einer Schraubenform der Strömung unabhängiges Spannungssignal Wert, so kann der Abfall der y -Komponente des Magnetfeldes in den beiden Richtungen parallel zur x -Achse geringfügig sein.

Wenn auch der genannte Sattelpunkt nur in einer Ebene vorgeschrieben ist, so versteht es sich doch nach den Gesetzen der Magnetostatik von selbst, dass entsprechende Sattelpunkte, wenn auch quantitativ anders ausgebildet, in den zu dieser Ebene parallelen Ebenen anzufinden sind.

Zur Anpassung der Vorrichtung an einen weiten Bereich von Reynoldszahlen der Flüssigkeit und an rotationsunsymmetrisch verteilte Strömungen im Sinne der genannten Aufgabe ist die Vorrichtung bevorzugt dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Maxima von der Elektrodenebene einstellbar ist.

Der Abstand der Maxima von der Elektrodenebene soll zwischen dem 0,1-fachen und dem 0,6-fachen, vorzugsweise zwischen dem 0,2-fachen und dem 0,4-fachen, des Rohrdurchmessers liegen.

Zur Verwirklichung des Magnetfeldes sind bevorzugt beidseitig der Elektrodenebene ausserhalb des lichten Rohrquerschnitts je zwei Polschuhe oder Spulen einander gegenüberliegend angeordnet, deren Verbindungsmittellinien wenigstens annähernd parallel zur y -Achse verlaufen.

Der Einfluss der sich aus den B_x -, B_y - und B_z -Komponenten des Magnetfeldes unter Berücksichtigung der Gewichtung oder Wertigkeit, die sich für jedes Raumelement aus seiner räumlichen Anordnung in bezug auf die Elektroden ergibt, mit den v_x - und v_y -Geschwindigkeitskomponenten der Strömung ergebenden Spannungen ist bei einem erfindungsgemässen Magnetfeld besonders gering. Ausserdem ergibt sich ein günstiges Verhältnis zwischen der aufgewendeten Feldstärke und der Höhe der an den Elektroden erfassten Signalspannung.

Um eine ausgeprägte Sattelform um den Sattelpunkt herum zu erreichen, sind bevorzugt die dem Rohrininneren zugewandten Flächen der Polschuhe oder die Spulen im Sinn des Umfanges des Rohres gekrümmt.

Besonders vom Strömungsprofil unabhängige Messergebnisse bei relativ geringer Baulänge erhält man dann, wenn die in Längsrichtung des Rohres gemessene Breite der dem Rohrinne-

ren zugewandten Flächen der Polschuhe oder Spulen zwischen dem 0,15-fachen und dem 0,8-fachen, vorzugsweise zwischen dem 0,2-fachen und dem 0,5-fachen, des Rohrdurchmessers liegt. Der Umfassungswinkel der dem Rohrrinneren zugewandten Flächen der Polschuhe oder der Spulen quer zum Rohr soll dabei bevorzugt zwischen 90 und 150° , vorzugsweise zwischen 100 und 130° , liegen. Aus dem gleichen Grunde soll der mittlere Krümmungsdurchmesser der dem Rohrrinneren zugewandten Flächen der Polshule oder der Spulen zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,6-fachen, vorzugsweise zwischen dem 1,0-fachen und dem 1,3-fachen, des Rohrdurchmessers betragen.

Die Erfindung wird im folgenden an Ausführungsbeispielen unter Hinweise auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Prinzipaufbau und dient der Erläuterung der verwendeten Begriffe.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch.

Fig. 3 zeigt schematisch den Verlauf der y -Komponente des Magnetfeldes längs einer durch den Punkt $x=0, y=y_s$ zur z -Achse parallel verlaufenden Geraden bei einer Anordnung nach Fig. 2.

Fig. 4 zeigt die Ausführungsform nach Fig. 2 im Schnitt IV-IV in Fig. 2.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Rohr 2, in dem diametral zwei an einen Spannungsmesser 4 angeschlossene Elektroden E_1, E_2 angeordnet sind. Die für die folgende Beschreibung verwendete x -Achse ist die Verbindungsgerade zwischen den Elektroden, gerichtet von E_2 nach E_1 . Als z -Achse ist die Rohrachse in einer willkürlich gewählten Richtung verwendet. Die y -Achse vervollständigt ein rechtwinkliges, rechthändiges x - y - z -Koordinatensystem. Der Rohrdurchmesser ist mit D gekennzeichnet. In jedem Punkt P des Rohrrinneren sind zwei Vektoren definiert: die Geschwindigkeit $V=(v_x, v_y, v_z)$ der durch den Punkt P strömenden Flüssigkeit und das im Punkt P herrschende Magnetfeld

$B=(B_x, B_y, B_z)$. Wegen der Geometrie jedes Raumelementes in bezug auf die Elektroden liefert jedes Raumelement einen unterschiedlichen Beitrag an die Elektrodenspannung. Dieser Beitrag ergibt sich aus dem vektoriellen Produkt der Geschwindigkeits- und Magnetfeldvektoren im betreffenden Raumelement, zusätzlich korrigiert mit einem Formfaktor oder Wertigkeit. Die angestrebte Magnetfeldverteilung berücksichtigt diese Wertigkeit, um eine optimale Messung zu gewährleisten.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform liegen beidseitig der x - y -Ebene die zwei Polschuhe N_a, S_a und N_b, S_b einander diametral gegenüber, und zwar mit ihren Verbindungsmittellinien 8, 10 parallel zur y -Achse im Abstand z_a bzw. z_b . Diese Abstände sind praktisch stets einander gleich. Sie können jedoch vorzugsweise verändert werden, um den Abstand der Maxima der y -Komponente des Magnetfeldes von der Elektroden-
15 ebene $z=0$ einzustellen.

Durchwandert man einen Stromfaden parallel zur Rohrachse (z -Achse) durch den Punkt $(x=0, y=y_s, z=0)$ bei der Anordnung nach Fig. 2 und misst man dabei die y -Komponente des
20 Magnetfeldes, so ergibt sich der aus Fig. 3 entnehmbare Verlauf. Von der Elektrodenebene $z=0$ an steigt die y -Komponente des Magnetfeldes in beiden Richtungen ($z \neq 0$) bis zu einem Maximum an und fällt dann ab. Wandert man andererseits (was aus Fig. 3 nicht ersichtlich ist) vom Punkt $(x=0, y=y_s, z=0)$
25 parallel zu der Elektrodenverbindungsline (x -Achse) in Richtung Rohrwand, so fällt in beiden Richtungen die y -Komponente des Magnetfeldes ab. Im Punkt $(x=0, y=y_s, z=0)$ liegt also ein Sattelpunkt der y -Komponente des Magnetfeldes über der x - z -Ebene ($y=y_s$).

Die Vorrichtung nach den Fig. 2 und 4 weist Polschuhe N_a, S_a, N_b, S_b auf, die in Umfangsrichtung des Rohrs 2 gekrümmt sind, und zwar im dargestellten Beispiel konzentrisch zur Rohrachse, was eine vorteilhafte Ausführungsform, aber nur ein Spezialfall ist.

FIG.1

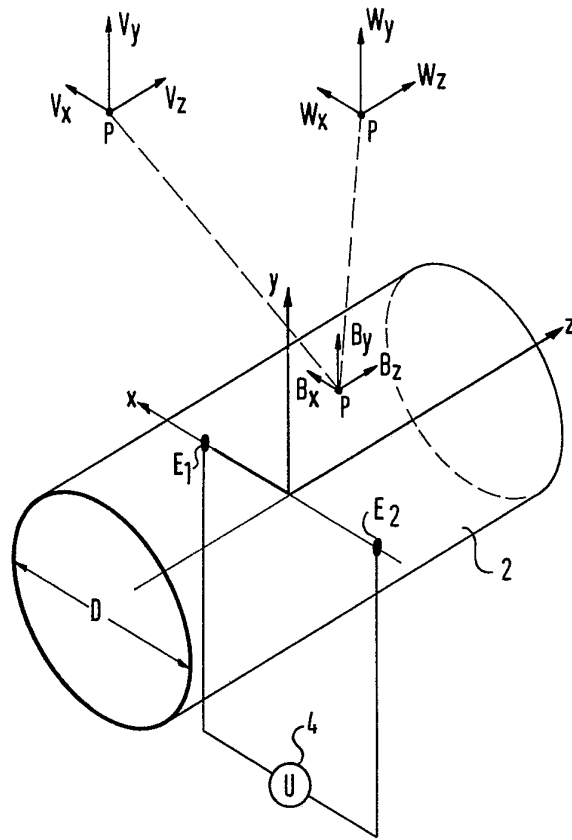


FIG.3

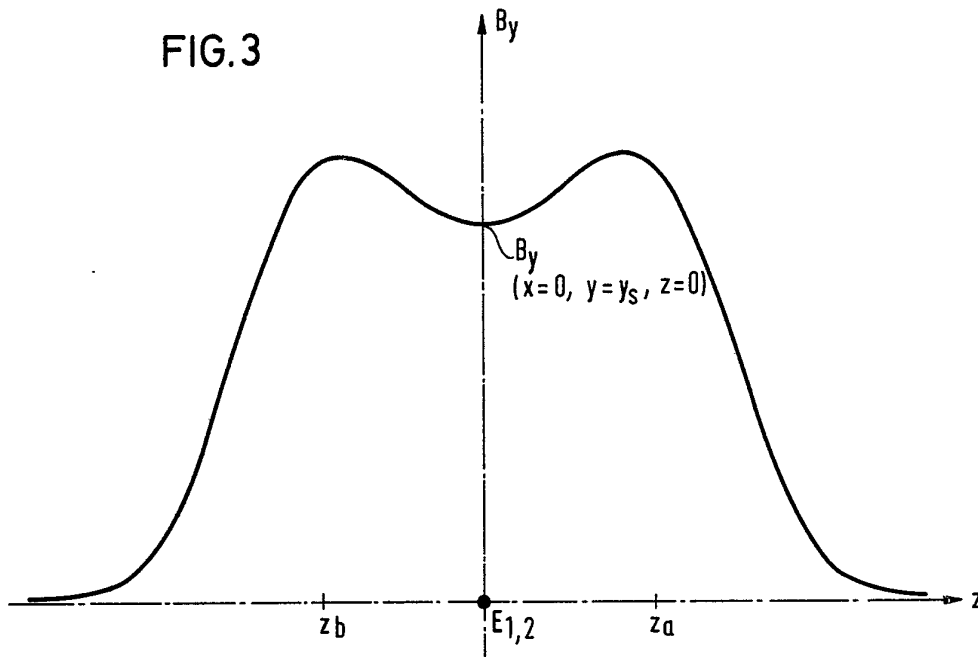


FIG.2

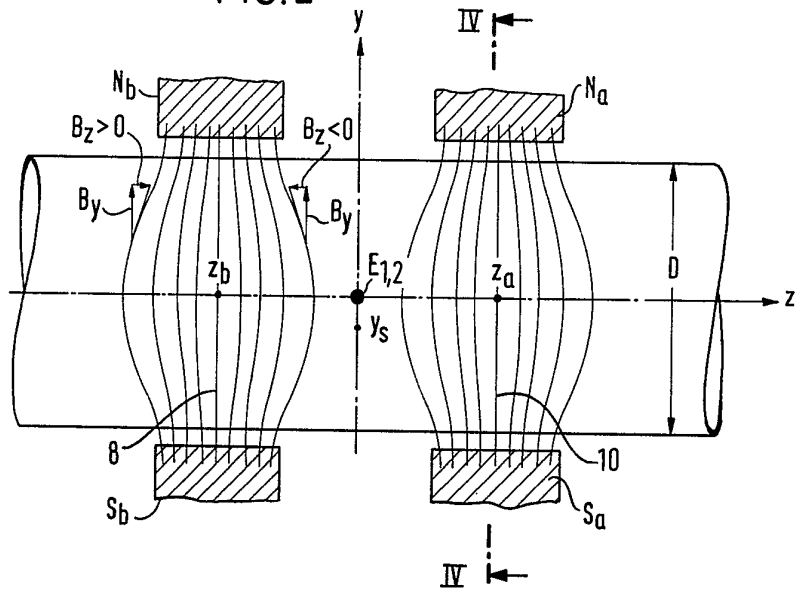


FIG.4

