



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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

**642 503**

⑳ Gesuchsnummer: 7096/79

⑦③ Inhaber:  
LGZ Landis & Gyr Zug AG, Zug

㉒ Anmeldungsdatum: 02.08.1979

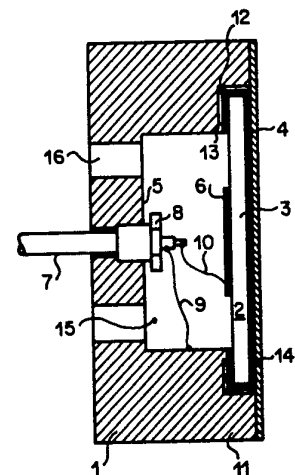
㉔ Patent erteilt: 13.04.1984

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 13.04.1984

⑦② Erfinder:  
Hubert Lechner, Cham  
Claudio Meisser, Allenwinden

⑤④ **Ultraschallwandler.**

⑤⑦ Der druckfeste, heisswasserbeständige temperaturänderungsunempfindliche Ultraschallwandler besteht aus einem Wandlergehäuse (1), einem Schwingelement (2) mit einer Piezoscheibe (3), Elektroden (4; 6) und einem Stromkabel (7). Im Raum zwischen dem Gehäuseboden (5) und der rückseitigen Elektrode (6) befindet sich ein ultraschallisolierendes Medium, vorteilhaft ein Kunststoffschaum. Das Schwingelement (2) liegt axial starr und radial bewegbar auf einer Schulter (13) des Wandlergehäuses (1), ist an seiner Mantelfläche vom Wandlergehäuse (1) distanziert und mittels einer elastischen Dichtung (14) gegen das Wandlergehäuse (1) abgedichtet und elastisch gehalten. Im Gehäuseboden (5) sind wasserdampfdurchlässige Öffnungen (16) angeordnet. Die vorderseitige Elektrode (4) erstreckt sich bis auf die rückseitige Stirnfläche der Piezoscheibe (3). Als elastische Dichtung (14) kann eine Kunststoffolie oder ein O-Ring dienen. Bei der Verwendung des Ultraschallwandlers zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit in einem Rohr ist der Durchmesser der Piezoscheibe (3) grösser als die lichte Weite des Rohres.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Ultraschallwandler zum Abstrahlen von Schallwellen in ein flüssiges Medium und zum Empfang solcher Schallwellen, mit einem topfförmigen Wandlergehäuse, in dem ein Schwingelement befestigt ist, das aus einer Piezoscheibe mit je einer an dessen vorderseitigen, dem flüssigen Medium zugewandten Stirnfläche und an dessen rückseitigen, dem Gehäuseboden zugewandten Stirnfläche angeordneten Elektrode besteht, wobei im Raum zwischen dem Gehäuseboden und der rückseitigen Stirnfläche des Schwingelementes ein ultraschallisolierendes Medium angeordnet ist, und mit einem an die Elektroden angeschlossenen Stromkabel, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandlergehäuse (1; 1') eine im Vergleich zu den Stirnflächen des Schwingelementes (2; 19) kleinflächige Schulter (13; 13') aufweist, auf der das Schwingelement (2; 19) mit seiner rückseitigen Stirnfläche in axialer Richtung im wesentlichen starr und in radialer Richtung bewegbar aufliegt, und dass das Schwingelement (2; 19) an seiner Mantelfläche vom Wandlergehäuse (1; 1') distanziert ist und mittels einer elastischen Dichtung (14; 17) sowohl gegen das Wandlergehäuse (1; 1') abgedichtet als auch elastisch gehalten ist.

2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (13; 13') ringförmig ist und dass das Schwingelement (2; 19) mit dem äusseren Rand seiner rückseitigen Stirnfläche oder in der Nähe des äusseren Randes auf der Schulter (13; 13') aufliegt.

3. Ultraschallwandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuseboden (5) mindestens eine wasserdampfdurchlässige Öffnung (16) angeordnet ist.

4. Ultraschallwandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das ultraschallisolierende Medium ein Kunststoffschaum ist.

5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die vorderseitige Elektrode (4; 21) an wenigstens einer Stelle der Piezoscheibe (3; 20) über deren Mantelfläche bis auf die rückseitige Stirnfläche erstreckt.

6. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vorderseitige Stirnfläche des Schwingelementes (2; 19) mit einer Kunststoffschicht geschützt ist, die radial über das Schwingelement (2; 19) hinausragt und die elastische Dichtung (14) bildet.

7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die elastische Dichtung (17) ein O-Ring ist.

8. Ultraschallwandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die vorderseitige Stirnfläche und die Mantelfläche des Schwingelementes (2; 19) durch eine Kunststoffschicht (18) geschützt ist.

9. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vorderseitige Stirnfläche und die Mantelfläche des Schwingelementes (2; 19) durch die vorderseitige Elektrode (4; 21) geschützt ist.

10. Ultraschallwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Piezoscheibe (3) ein Dickenresonanzschwinger ist, dass der Durchmesser der rückseitigen Elektrode (6) höchstens halb so gross ist wie der Durchmesser der Piezoscheibe (3) und dass das Schwingelement (2) ausserhalb der rückseitigen Elektrode (6) auf der Schulter (13) aufliegt.

11. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Piezoscheibe (20) ein Radialresonanzschwinger ist und dass die rückseitige Elektrode (23) annähernd die gesamte rückseitige Stirnfläche der Piezoscheibe bedeckt.

12. Verwendung des Ultraschallwandlers nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Durchflussmesser zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit eines flüssigen Mediums in

einem Rohr, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Piezoscheibe (3; 20) grösser ist als die lichte Weite des Rohres (24).

Es ist ein Ultraschallwandler der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Art bekannt (Piezoxide-Wandler, März 1973, S. 110, Valvo GmbH), der für Echolotsysteme bestimmt ist und bei dem das Schwingelement zusammen mit einer als ultraschallisolierendes Medium dienenden Schaumgummischeibe mittels einer Vergussmasse im Wandlergehäuse vergossen ist. Die vorderseitige Stirnfläche und die Mantelfläche des Schwingelementes sind mit der Vergussmasse starr verbunden. Die Vergussmasse bildet eine die vorderseitige Stirnfläche schützende widerstandsfähige Kunststoffschicht.

Derart aufgebaute Ultraschallwandler eignen sich wohl für Echolotsysteme in Seewasser, wo sie verhältnismässig geringen Temperaturschwankungen unterworfen sind. Für den Einsatz in Durchflussmessern für Wärmemengenzähler ist jedoch ihre Heisswasserbeständigkeit ungenügend. Infolge der unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten der beteiligten Materialien besteht die Gefahr, dass die Klebestellen reißen, und die stark temperaturabhängigen Ultraschalleigenschaften der Vergussmasse führen zu einer unterschiedlichen akustischen Belastung der Piezoscheibe und damit zu einer temperaturabhängigen Schwingungsform.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ultraschallwandler zu schaffen, der einerseits heisswasserbeständig ist und sich durch eine konstante Schwingungsform über einen weiten Temperaturbereich auszeichnet und der andererseits trotzdem eine hohe Druckfestigkeit aufweist und als Massenartikel mit geringem technischem Aufwand herstellbar ist.

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 bis 3 drei verschiedene Varianten eines Ultraschallwandlers mit einem Dickenresonanzschwinger,

Fig. 4 ein Schwingelement mit einem Radialresonanzschwinger und

Fig. 5 Teile eines Durchflussmessers mit einem Ultraschallwandler.

In der Fig. 1 bedeutet 1 ein topfförmiges Wandlergehäuse, in dem ein Schwingelement 2 befestigt ist. Das Schwingelement 2 besteht aus einer zylindrischen, im Vergleich zu ihrem Durchmesser verhältnismässig dünnen Piezoscheibe 3 mit einer an deren vorderseitigen, dem nicht gezeichneten flüssigen Medium zugewandten Stirnfläche angeordneten Elektrode 4 und einer an deren rückseitigen, dem Gehäuseboden 5 zugewandten Stirnfläche angeordneten Elektrode 6. Ein Stromkabel 7 durchdringt den Gehäuseboden 5, ist mittels einer Stopfbüchse 8 an diesem befestigt und über Anschlussdrähte 9, 10 auf weiter unten noch näher geschilderte Weise mit den Elektroden 4, 6 verbunden.

Das Wandlergehäuse 1 weist auf der dem Gehäuseboden 5 abgewandten Innenseite des Gehäusemantels 11 zur Aufnahme des Schwingelementes 2 eine konzentrische ringförmige Aussparung 12 sowie eine axial vorspringende, vorzugsweise ringförmige Schulter 13 auf. Diese Schulter ist im Vergleich zur Stirnfläche des Schwingelementes 2 kleinflächig. Das Schwingelement 2 liegt mit seiner rückseitigen Stirnfläche in axialer Richtung starr auf der Schulter 13 auf, kann jedoch in radialer Richtung auf dieser gleiten. Es ist einleuchtend, dass die Schulter 13 das Schwingelement 2 aus dynamischen Gründen nicht zu nahe bei dessen Zentrum, sondern eher in der Nähe seines äusseren Randes stützen soll.

Der Durchmesser der Aussparung 12 ist etwas grösser als jener des Schwingelementes 2, so dass dieses an seiner Mantelfläche vom Wandlergehäuse 1 distanziert ist, d.h. dass im gesamten Temperaturbereich auch bei stark unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Mantelfläche des Schwingelementes 2 und dem Wandlergehäuse 1 noch ein geringes Spiel vorhanden ist. Das Schwingelement 2 ist mittels einer elastischen Dichtung 14 sowohl gegen das Wandlergehäuse 1 abgedichtet als auch in axialer und radialer Richtung elastisch gehalten. Im Beispiel der Fig. 1 besteht die Dichtung 14 aus einer flexiblen Kunststoffolie, welche die vorderseitige Stirnfläche des Schwingelementes 2 gegen Ablagerungen von Magnetit u.dgl. schützt, radial über das Schwingelement 2 hinausragt und auf der Stirnfläche des Gehäusemantels 11 sowie auf der vorderseitigen Stirnfläche des Schwingelementes 2 z.B. durch Verkleben flexibel befestigt ist. Die Dichtung 14 kann im Vergleich zur Wellenlänge des Ultraschalls sehr dünn sein oder als akustische Anpassungsschicht eine Dicke aufweisen, die einer Viertelwellenlänge entspricht.

Im Raum 15 zwischen dem Gehäuseboden 5 und der rückseitigen Stirnfläche des Schwingelementes 2 ist ein ultraschallsolisierendes Medium angeordnet. Zur Vermeidung einer Kondenswasserbildung im Raum 15 sind im Gehäuseboden 5 Öffnungen 16 angeordnet, die zumindest für Wasserdampf durchlässig sind. Als schallsolisierendes Medium im Raum 15 kann Luft oder, um unbefugte Eingriffe durch die Öffnungen 16 hindurch ins Innere des Ultraschallwandlers zu erschweren, ein Kunststoffschaum dienen.

Die Piezoscheibe 3 ist in den Beispielen der Fig. 1 bis 3 ein Dickenresonanzschwinger. Zur Vermeidung parasitärer Resonanzen und damit stark frequenzabhängiger und komplizierter Schwingungsformen ist der Durchmesser der rückseitigen Elektrode 6 höchstens halb so gross wie der Durchmesser der Piezoscheibe 3, wobei das Schwingelement 2 ausserhalb der rückseitigen Elektrode 6 auf der Schulter 13 aufliegt.

Die vorderseitige Elektrode 4 erstreckt sich vorteilhaft an wenigstens einer Stelle der Piezoscheibe 3 über deren Mantelfläche bis auf die rückseitige Stirnfläche. Dadurch wird vermieden, dass einer der Anschlussdrähte 9, 10 auf die Vorderseite des Schwingelementes 2 geführt werden muss. Der mit der vorderseitigen Elektrode 4 elektrisch verbundene Anschlussdraht 9 kann gemäss den Fig. 2 und 3 unmittelbar an diese angelötet oder gemäss der Fig. 1 an das Wandlergehäuse 1 angeschlossen sein, das in diesem Fall aus Metall besteht oder inwendig mit einer elektrisch leitenden Schicht versehen ist, so dass die elektrische Verbindung zur Elektrode 4 über die Berührungsflächen zwischen der Schulter 13 und der Elektrode 4 erfolgt. Erstreckt sich die vorderseitige Elektrode 4 nicht über die Mantelfläche der Piezoscheibe 3 bis auf deren Rückseite, so kann die elektrische Verbindung zwischen der Elektrode 4 und dem Wandlergehäuse 1 auch dadurch erfolgen, dass die elastische Dichtung 14 auf ihrer rückseitigen Fläche mit einer dünnen Metallschicht beschichtet wird, die dann auf der Elektrode 4 und auf der Stirnfläche des Gehäusemantels 11 aufliegt. Eine solche Metallschicht, die z.B. durch Aufdampfen erzeugt werden kann, wirkt ausserdem als zusätzliche Wasserdampfsperre.

Der beschriebene Ultraschallwandler kann sowohl zum Abstrahlen von Schallwellen in ein flüssiges Medium als auch zum Empfang solcher Schallwellen dienen. Der teure und arbeitsintensive Einsatz von Vergussmassen wird bei diesem Ultraschallwandler vermieden und ein heisswasserbeständiger Aufbau erzielt. Da das Schwingelement 2 auf einer kleinflächigen Schulter 13 starr aufliegt, im übrigen jedoch ela-

stisch im Wandlergehäuse gehalten und rückseitig praktisch ungedämpft ist, sind eine hohe Druckfestigkeit und eine temperaturunabhängige Schwingungsform gewährleistet, und rückseitige Schallabstrahlungen, die zu Energieverlusten und störenden Rückwändechos führen, werden dennoch vermieden.

In der Fig. 2 weisen gleiche Bezugszahlen wie in der Fig. 1 auf gleiche Teile hin. Das mit 1' bezeichnete Wandlergehäuse unterscheidet sich vom Wandlergehäuse 1 der Fig. 1 im wesentlichen nur dadurch, dass die Stirnfläche der ringförmigen Aussparung 12' als Schulter 13' dient, auf der das Schwingelement 2 mit dem äusseren Rand seiner rückseitigen Stirnfläche in axialer Richtung starr und in radialer Richtung bewegbar aufliegt. Ein O-Ring 17, der koaxial zum Schwingelement 2 zwischen dessen Mantelfläche und der durch die Aussparung 12' gebildeten inneren Mantelfläche des Wandlergehäuses 1' eingeklemmt ist, dichtet das Schwingelement 2 gegen das Wandlergehäuse 1' ab und bildet für das Schwingelement in radialer Richtung eine elastische Halterung. Der Raum 15 und die Öffnungen 16 sind aus dem bereits früher erwähnten Grund mit einem Kunststoffmaterial ausgeschäumt. Die vorteilhaft aus Silber bestehende vorderseitige Elektrode 4 bedeckt mindestens die vorderseitige Stirnfläche und die Mantelfläche der Piezoscheibe 3 vollständig und schützt die Piezoscheibe 3 zuverlässig vor Ablagerungen. Vorteilhaft bedeckt die vorderseitige Elektrode 4, die sich bis auf die rückseitige Stirnfläche der Piezoscheibe 3 erstreckt, auch die Berührungsfläche zwischen der Schulter 13' und dem Schwingelement 2 vollständig und verhindert dadurch gegenseitige chemische Beeinflussungen des Wandlergehäuses 1' und der Piezoscheibe 3.

Der Ultraschallwandler nach Fig. 3 unterscheidet sich von jenem nach der Fig. 2 durch eine z.B. flexibel aufgeklebte oder aufgestäubte Kunststoffschicht 18, die wiederum dünn oder eine Viertelwellenlänge dick sein kann und mindestens die vorderseitige Stirnfläche und die Mantelfläche des Schwingelementes 2 vor Ablagerungen schützt. Es ist auch möglich, aus Schutz- und Dichtungsgründen eine dünne Kunststoffolie zwischen die Schulter 13' und das Schwingelement 2 einzubetten oder die Kunststoffschicht 18 auch im Berührungsbereich der Schulter 13' anzuordnen. Das Schwingelement ist dann immer noch in axialer Richtung im wesentlichen starr abgestützt, so dass die Druckfestigkeit nicht beeinträchtigt wird.

In der Fig. 4 ist ein Schwingelement 19 dargestellt, das eine als Radialresonanzschwinger ausgebildete Piezoscheibe 20 aufweist und anstelle des Schwingelementes 2 bei den beschriebenen Ultraschallwandlern verwendet werden kann. Eine Elektrode 21 bedeckt die gesamte vorderseitige Stirnfläche der Piezoscheibe 20 und bildet eine schmale Anschlussfahne 22, die sich über die Mantelfläche der Piezoscheibe 20 bis auf deren rückseitige Stirnfläche erstreckt. Eine Elektrode 23 bedeckt mit Ausnahme der durch die Anschlussfahne 22 belegten Fläche die gesamte rückseitige Stirnfläche der Piezoscheibe 20.

Die Fig. 5 zeigt den Ultraschallwandler nach der Fig. 1, der zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit eines flüssigen Mediums in einem Messrohr 24 in einen rohrförmigen Anschlussstutzen 25 eingebaut, mittels eines O-Rings 26 gegen den Anschlussstutzen 25 abgedichtet und mittels eines Gewinderings 27 befestigt ist. Die Piezoscheibe 3 ist koaxial zum Messrohr 24 und in einem gewissen Abstand von dessen Mündung angeordnet. Der Durchmesser der Piezoscheibe 3 ist grösser als die lichte Weite des Messrohres 24, so dass die Abstrahlung einer ebenen Ultraschallwelle mit konstanter Intensitätsverteilung in das Messrohr 24 gewährleistet ist.

Fig. 1

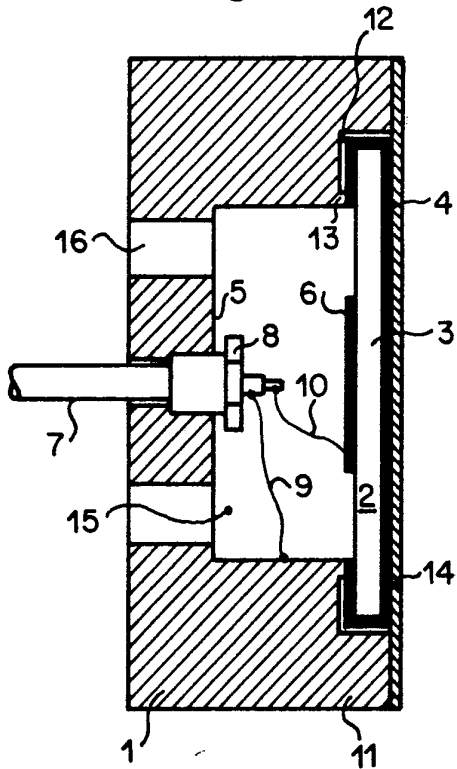


Fig. 2

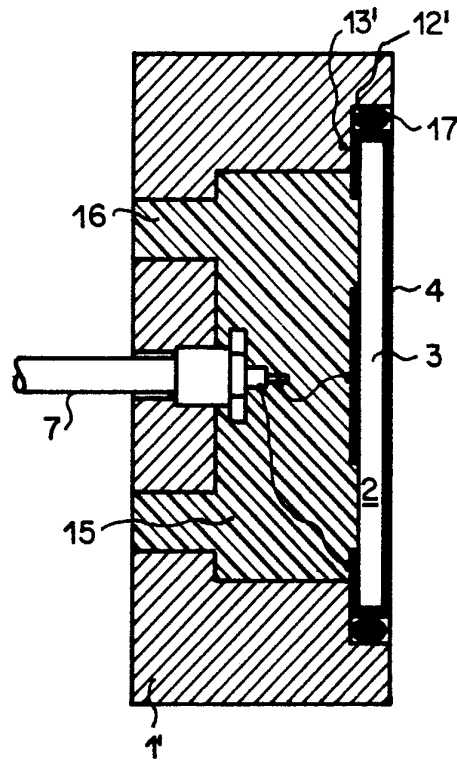


Fig. 4

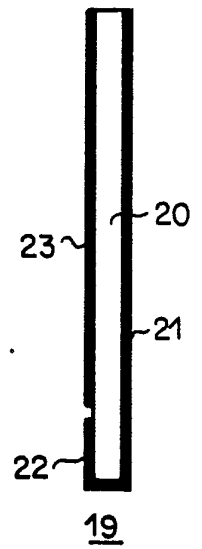


Fig. 3

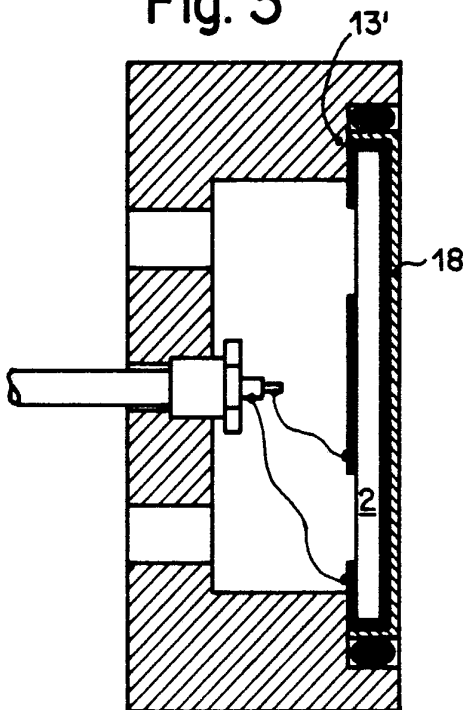


Fig. 5

