



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz
der DDR vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 04 R 17/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD H 04 R / 328 662 3	(22)	17.05.89	(44)	03.10.90
------	-----------------------	------	----------	------	----------

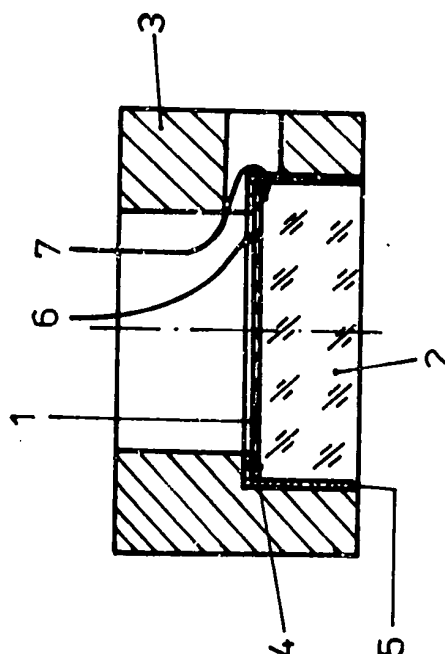
(71)	siehe (73)
(72)	Becker, Dieter, Dr.-Ing.; Wagner, Hans-Holger, Dr.-Ing.; Wolf, Johannes, Dr.-Ing., DD
(73)	Brennstoffinstitut Freiberg, Halsbrücker Straße 34, Freiberg, 9200, DD

(54) Ultraschallwandler

(55) Ultraschallwandler; Schallerzeugung; Schall
Detektieren; Ultraschallschwingungen in Gasen; radiale
Erregung; Impedanzanpassung; Schallübertragung;
ökonomische Transformationsschichten; Schaumglas;
Koppelschwinger

(57) Die Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler zur
Erzeugung und zum Detektieren von
Ultraschallschwingungen in Gasen, vorzugsweise im
Frequenzbereich 20 kHz bis 200 kHz. Das Ziel der Erfindung
besteht in der Verbesserung der Wirksamkeit und der
ökonomischen Parameter von Ultraschallwandlern. Der
Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen in radialer
Abmessung erregten Ultraschallwandler zu entwickeln, der
im Frequenzbereich 20 kHz bis 200 kHz eine gute
Anpassung der akustischen Impedanz an das
schallübertragende Medium auch bei Verwendung
ökonomisch günstiger zu fertigender
Transformationsschichten und ohne besondere
Anforderungen an die Elektrodengestaltung garantiert.
Erfindungsgemäß ist die Dicke der Scheibe aus
piezokeramischem Material $< \frac{1}{10}$ der Dicke der
 $\lambda/4$ -Transformationsschicht und besteht die
 $\lambda/4$ -Transformationsschicht aus geschäumtem Glas, wobei
die Scheibe aus piezokeramischer Keramik und die
Transformationsschicht fest zu einem Koppelschwinger
verklebt sind und dieser in eine Schutzhülle mit einer
elastischen Klebeschicht eingebettet ist. Fig. 1

Figur 1



Patentansprüche:

1. Ultraschallwandler zum Erzeugen oder zum Detektieren von Ultraschallschwingungen in Gasen bei Frequenzen unter 200 kHz, bestehend aus einer Scheibe aus piezoelektrischer Keramik mit einer aufgeklebten $\lambda/4$ -Transformationsschicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Scheibe aus piezoelektrischer Keramik (1) kleiner als $1/10$ der Dicke der $\lambda/4$ -Transformationsschicht ist, daß die $\lambda/4$ -Transformationsschicht (2) aus geschäumtem Glas besteht, daß die Scheibe aus piezoelektrischer Keramik (1) und die $\lambda/4$ -Transformationsschicht (2) aus geschäumtem Glas fest zu einem Koppelschwinger verklebt sind und dieser in einer Schutzhülle (3) mit einer elastischen Klebeschicht (5) eingebettet ist.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe aus piezoelektrischer Keramik (1) beidseitig mit je einer $\lambda/4$ -Transformationsschicht (2) aus geschäumtem Glas zu einem Koppelschwinger verklebt ist und die nicht schallabstrahlende Seite dieses Koppelschwingers in der Schutzhülle (3) mit einem schallabsorbierenden Dämmstoff (8) abgedeckt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Der Ultraschallwandler findet Anwendung zur Erzeugung und zum Detektieren von Ultraschallschwingungen in Gasen, vorzugsweise im Frequenzbereich 20 kHz bis 200 kHz, insbesondere als Aktor/Sensor zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Gasen in Rohren großer Nennweiten.

Charakteristik des bekannten technischen Standes

Ultraschallwandler für Gase werden vorwiegend als Membranschwinger aufgebaut, wobei durch zusätzliche als Resonatoren wirkende Hohlräume sowie gemäß DE-OS 2547604 trichterförmige Aufsätze die Anpassung der akustischen Impedanzen des Ultraschallschwingers an das Schallausbreitungsmedium verbessert wird. Mit Membranschwingern werden sowohl Folien aus Plastmaterialien mit piezoelektrischen Eigenschaften und mit piezokeramischen Bimorph-Elementen mit Foliencharakter realisiert und häufig auch als Koppelschwinger aufgebaut, bei deren Metallmembranen mit Scheiben aus piezokeramischem Material verklebt werden.

Weiterhin sind aus DE-AS 2537788 Dickenschwinger bekannt, bei denen auf einen zylindrischen Körper aus piezokeramischem Material eine $\lambda/4$ -Transformationsschicht aus mittels Klebharz zusammengeklebten Glashohlkugeln aufgeklebt ist, wobei eine Verbesserung der Anpassung der akustischen Impedanzen des Kombinationsschwingers an das Schallausbreitungsmedium erreicht wird.

Diese Ultraschallwandler haben den Nachteil, daß die Anpassung der akustischen Impedanzen an das schallübertragende Gas mit Trichtern und Resonanzvolumina unvollkommen ist neben beträchtlicher Beeinträchtigung der dem Gas ausgesetzten Elektrodenflächen durch Umwelteinflüsse und daß Dickenschwinger praktisch nur für Frequenzen über 200 kHz mit piezokeramischen Materialien realisiert werden können. Weiterhin werden hohe Forderungen an die Oberflächengeometrie bei mit Epoxidharz verklebten Glashohlkugeln gestellt, wodurch eine besondere Elektrodengestaltung der piezokeramischen Elemente erforderlich ist. Die Aufwendungen für die Herstellung des Glashohlkugelhörpers und die besondere Elektrodengestaltung der piezokeramischen Elemente machen die Fertigung solcher Ultraschallwandler unökonomisch.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Verbesserung der Wirksamkeit und der ökonomischen Parameter bei der Herstellung und dem Einsatz von Ultraschallwandlern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen in radialer Abmessung erregten Ultraschallwandler zu entwickeln, der im Frequenzbereich 20 bis 200 kHz eine gute Anpassung der akustischen Impedanz an das schallübertragende Medium auch bei Verwendung ökonomisch günstiger zu fertigender Transformationsschichten und ohne besondere Anforderungen an die Elektrodengestaltung des erregten piezokeramischen Materials garantiert.

Es wurde gefunden, daß sich als Material für die Transformationsschicht vorteilhaft geschäumtes Glas, welches als Dämmmaterial in der Bauindustrie eingesetzt wird, eignet. Dieses Material ist weitgehend gegenüber Umwelteinflüssen beständig und hat bei $c \sim 600 \text{ ms}^{-1}$, $\rho \sim 0,125 \text{ g cm}^{-3}$ die sehr niedrige Schallimpedanz $z_0 = 7,5 \text{ kg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Durch die Porenstruktur läßt sich das Material sehr leicht bearbeiten und sehr gut mit piezokeramischen Scheiben verkleben. Oberflächenunebenheiten auf der keramischen Scheibe, beispielsweise durch aufgelöste Anschlußdrähte, lassen sich durch die leichte Bearbeitbarkeit des Materials ausgleichen.

Erfindungsgegenstand besteht der Ultraschallwandler aus einer piezokeramischen Scheibe, auf deren Elektroden am Rand dünne Anschlußdrähte aufgelötet sind. Die der schallabstrahlenden Seite zugewandte Elektrode ist dabei mit Bezugspotential (Schirm) verbunden. Auf diese Seite ist die $\lambda/4$ -Transformationsschicht, die den gleichen Durchmesser wie die piezokeramische Scheibe aufweist, dauerhaft aufgeklebt, wobei als Material geschäumtes Glas eingesetzt ist. Die Dicke der piezokeramischen Scheibe muß kleiner sein als $1/10$ der Dicke der aufgeklebten $\lambda/4$ -Transformationsschicht aus geschäumtem Glas. Dieser Koppelschwinger wird elastisch mit einer Schutzhülle verklebt.

Eine weitere Verbesserung des elektronischen Wirkungsgrades des Ultraschallschwingers ergibt sich, wenn die piezokeramische Scheibe beidseitig mit je einem $\lambda/4$ -Zylinder aus geschäumtem Glas beklebt wird und auf einer Fläche des so entstandenen Kombinationsschwingers gelagert wird.

Da der piezoelektrische Effekt umkehrbar ist, läßt sich der Ultraschallschwinger mit gleichen Vorteilen sowohl als Aktor als auch als Detektor für Ultraschallschwingungen in Gasen einsetzen.

Der Ultraschallwandler hat den Vorteil, daß handelsübliche piezokeramische Scheiben ohne besondere Elektrodenformen verwendet werden können und daß geschäumtes Glas ein außerordentlich billiger und sehr ökonomisch formbarer Werkstoff ist, so daß die Herstellung des Ultraschallwandlers sehr geringe Kosten verursacht und das physikalische Wirkungsprinzip einen hohen elektroakustischen Wirkungsgrad hat.

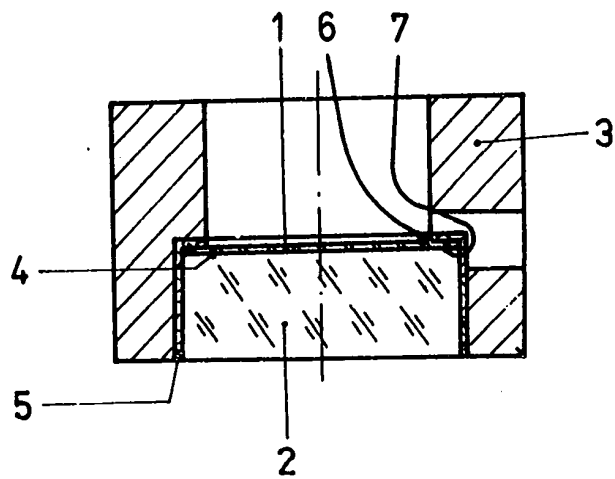
Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachfolgend an zwei Ausführungsbeispielen erläutert werden. Dazu zeigt Figur 1 den Ultraschallschwinger mit einseitig aufgeklebter $\lambda/4$ -Transformationsschicht.

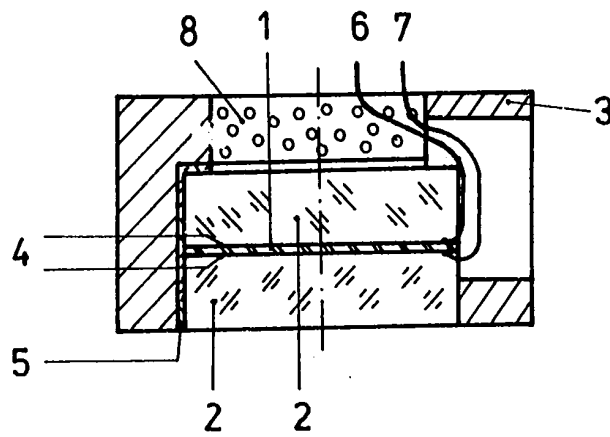
Der Ultraschallschwinger besteht aus einer dünnen piezokeramischen Scheibe 1 mit beidseitig aufgebrannten Elektrodenflächen. Auf jede Elektrodenfläche ist eine Anschlußleitung 6 bzw. 7 aufgelötet, wobei die Anschlußleitung 7 mit dem Bezugspotential der elektronischen Steuerschaltung verbunden wird.

Die dem Bezugspotential zugeordnete Elektrodenfläche ist mit der $\lambda/4$ -Transformationsschicht 2 gleichen Durchmessers aus geschäumtem Glas mit einer Verklebung 4 fest verbunden. Zum Schutz gegen äußere mechanische Einwirkungen ist der so entstandene Koppelschwinger in eine Schutzhülle 3 mit einer elastischen Klebschicht 5 eingebettet. Die Schutzhülle 3 kann gleichzeitig zur Befestigung und Fixierung des Luft-Ultraschallschwingers verwendet werden.

Figur 2 zeigt den Ultraschallschwinger mit beidseitig aufgeklebten $\lambda/4$ -Transformationsschichten 2. Dieser ist, wie im vorgenannten Beispiel beschrieben, aufgebaut mit dem Unterschied, daß die piezokeramische Scheibe 1 beidseitig mit einer zylinderförmig gestalteten $\lambda/4$ -Transformationsschicht 2 aus geschäumtem Glas mit je einer Verklebung 4 fest verbunden ist und der so entstandene Koppelschwinger in der Schutzhülle 3 mit der elastischen Klebschicht 5 eingebettet und auf der nicht schallabstrahlenden Seite mit einer Schicht aus Dämmstoff 8 abgedeckt ist.



Figur 1



Figur 2