(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 493 302 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.01.2009 Patentblatt 2009/04

(21) Anmeldenummer: **03724986.9**

(22) Anmeldetag: **09.04.2003**

(51) Int Cl.:
H04R 17/00 *(2006.01)* ***G01F 23/296*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/003682

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/086011 (16.10.2003 Gazette 2003/42)

(54) **SCHALL- ODER ULTRASCHALLSENSOR**

SOUND OR ULTRASOUND SENSOR

CAPTEUR DE SONS OU ULTRASONS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **11.04.2002 DE 10216037**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(73) Patentinhaber: **Endress + Hauser GmbH + Co. KG**
79689 Maulburg (DE)

(72) Erfinder:
- **DESERNO, Rolf**
  79689 Maulburg (DE)
- **PFEIFFER, Helmut**
  79585 Steinen (DE)

(74) Vertreter: **Andres, Angelika Maria et al**
Endress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG
PatServe
Colmarer Strasse 6
79576 Weil am Rhein (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 4 323 134 **DE-C- 4 330 745**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 04, 31. August 2000 (2000-08-31) -& JP 2000 023288 A (MURATA MFG CO LTD), 21. Januar 2000 (2000-01-21)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 493 302 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall. Ultraschallsensoren werden z.B. als Sender und/oder Empfänger zur Entfernungsmessung nach dem Echolotprinzip verwendet, insb. zur Messung eines Füllstands, z.B. in einem Behälter, oder zur Messung einer Füllhöhe, z.B. in einem Gerinne oder auf einem Förderband.

[0002] Ein vom Schall- oder Ultraschallsensor ausgesendeter Impuls wird an der Oberfläche des Füllgutes reflektiert. Die Laufzeit des Impulses vom Sensor zur Oberfläche und zurück wird ermittelt und daraus der Füllstand bzw. die Füllhöhe bestimmt.

[0003] Derartige Schall- oder Ultraschallsensoren werden in vielen Industriezweigen, z.B. in der Lebensmittelindustrie, der Wasser- und Abwasserbranche und in der Chemie, eingesetzt.

[0004] In fast allen Anwendungsbereichen ist es erforderlich, daß die Sensoren eine Abstrahlcharakteristik mit einem geringen Öffnungswinkel einer Hauptschallkeule und gleichzeitig geringen Nebenschallkeulen aufweisen.

[0005] Der Öffnungswinkel des Sensor ist im wesentlichen durch den Durchmesser der Frontfläche und die Frequenz bestimmt. Dabei verhält sich der Sinus des Öffnungswinkels der abgestrahlten Schallkeule wie der Quotient aus der Wellenlänge der abgestrahlten Schall- oder Ultraschallwelle und dem Durchmesser der Frontfläche des Abstrahlelements. Um eine Schallkeule mit kleinem Öffnungswinkel zu erhalten, ist daher ein großer Durchmesser zu verwenden.

[0006] Andererseits erreicht man eine gute Abstrahlcharakteristik mit geringen Nebenkeulen durch eine Biegeform eines abstrahlenden Elements, deren Amplitudenverteilung nahezu einer Gaußfunktion entspricht und bei der außerdem die Phase der Schwingung über die gesamte Fläche gleich ist. Je größer die Halbwertsbreite dieser Gaußkurve ist, umso schmaler wird die Haupkeule sein. Es gilt also eine Schwingungsform zu erzeugen, bei der die zur Verfügung stehenden abstrahlende Fläche optimal genutzt wird.

[0007] In der DE-(4311963 ist ein Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall beschrieben mit

- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,
- einer Anpaßschicht zwischen dem piezoeelektrischen Element und dem Boden, und
- einem metallischen Ring der das piezoelektrische Element kraft- und formschlüssig umgreift.

[0008] Der Ring und das piezoelektrische Element bilden dabei ein einheitlich schwingendes Schwingungsgebilde. Bei der Berechnung des Öffnungswinkels der Schallkeule geht daher hier der größere Außendurchmesser des Rings und nicht der Durchmesser des piezoelektrischen Elements ein.

[0009] Desweiteren ist in der DE-C 43 23 134 ein Ultraschallschwinger beschrieben, bei dem ein metallischer Ring konzentrisch zum piezoeelektrischen Element auf einer Anpaßungsschicht berührungsfrei angeordnet ist, um die Abstrahlung eines Schallstrahles mit enger Sendekeule zu erreichen.

[0010] Zusätzlich gilt es aber auch, Schall- oder Ultraschallschwingungen von seitlichen Gehäuseteilen fern zu halten. Zum einen können bei einem Mitschwingen der Gehäusewand von dieser selbst Schall- oder Ultraschallimpulse ausgesendet und empfangen werden. Dies kann zu Störechos führen. Zum anderen kann der Schall- oder Ultraschall auch als Körperschall auf das Gehäuse und darüber auf eine Halterung des Sensors und gegebenenfalls sogar auf weitere Bauteile am Einsatzort übertragen werden. Dies kann ebenfalls zu erheblichen Störsignalen führen.

[0011] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Schall- oder Ultraschallsensor anzugeben, der eine Abstrahlcharakteristik mit einem vorzugsweise geringen Öffnungswinkel aufweist und möglichst wenig Störsignale erzeugt.

[0012] Hierzu besteht die Erfindung in einem Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall

- mit einem von einem Boden topfförmig abgeschlossenen Gehäuse,
- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,
- einer Anpaßschicht zwischen dem piezoeelektrischen Element und dem Boden, und
- einem metallischen Ring der die Anpaßschicht

formschlüssig umgreift.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung weist die Anpaßschicht an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite eine ringförmig umlaufende Nut auf.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung weist die Nut eine Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse gering ist.

[0015] Gemäß einer Ausgestaltung ist in dem Gehäuse ein Dämpfungsmaterial vorgesehen.

[0016] Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß praktische keine Übertragung von Schall bzw. Ultraschall auf das Gehäuse erfolgt. Entsprechende Störsignale treten daher praktisch nicht mehr auf.

[0017] Gleichzeitig ist durch die Nut sichergestellt, daß ein effektiver für die Bestimmung des Öffnungswinkel der Abstrahlcharaktristik relevanter Durchmesser der abstrahlenden Fläche nahezu gleich dem Durchmesser der Anpaßschicht ist. Eine Bodenseite der Anpaßschicht besitzt eine Schwingungsform, die einer Gaußlinie über nahezu den gesamten Durchmesser entspricht. Entsprechend ist der Öffnungswinkel gering. Es findet eine gut

gebündelte gerichtete Abstrahlung statt. Die Gefahr von Streusignalen und Reflektionen, z.B. an Wänden von Behältern, in denen der Sensor eingebaut ist, ist daher gering.

[0018] Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, näher erläutert; gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Schall- oder Ultraschallsensor; und

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das piezoelektrische Element und die Anpaßschicht von Fig. 1.

[0019] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall oder Ultraschall. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das piezoelektrische Element und die Anpaßschicht von Fig. 1.

[0020] Der Schall- oder Ultraschallsensor weist ein topfförmiges Gehäuse 1 auf, das von einem Boden 3 abgeschlossenen ist.

[0021] Das Gehäuse 1 besteht aus einem Kunststoff, z.B. aus Polypropylen. In dem Gehäuse 1 ist ein piezoelektrisches Element 5 angeordnet, das zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden 3 hindurch dient.

[0022] Da sich die akustische Impedanz des Mediums, in das der Schall oder Ultraschall auszusenden ist, z.B. Luft, und die des piezoelektrischen Elements 5 sehr stark unterscheiden, ist vor dem piezoelektrischen Element 5 eine Anpaßschicht 7 aus einem Kunststoff mit mittlerer akustischer Impedanz angeordnet. Als Kunststoff ist z.B. ein Epoxidharz geeignet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das piezoelektrische Element 5 scheibenförmig. Die Anpaßschicht 7 ist ebenfalls scheibenförmig und befindet sich zwischen dem piezoelektrischen Elment 5 und dem Boden 3 des Gehäuses 1.

[0023] Um eine möglichst gute Anpassung und damit einen möglichst hohen Schalldruck zu erzielen weist die Anpaßschicht 7 vorzugsweise eine Dicke auf, die einem viertel der Wellenlänge der erzeugten Schall- oder Ultraschalwellen entspricht.

[0024] Die Anpaßschicht 7 ist von einem metallischen Ring 9 umgeben, der die Anpaßschicht 7 formschlüssig umgreift. Der Ring 9 besteht z.B. aus Messing. Er stabilisiert die Anpaßschicht 7 an deren äußerem Rand und bewirkt, daß Schwingungen der Anpaßschicht 7 praktisch nicht mehr auf das Gehäuse 1 übertragen werden.

[0025] Störungen, die bei herkömmlichen Sensoren durch das Gehäuse vermittelt und/oder übertragen werden, treten hier praktisch nicht mehr auf.

[0026] Die feste Einspannung der Anpaßschicht 7 an deren Rand durch den Ring 9 hindert die Anpaßschicht 7 jedoch in einem äußeren Randbereich daran, sich zu verformen.

[0027] Um dennoch die angestrebte Gaußsche Biegelinie mit einer möglichst großen Halbwertsbreite zu erhalten, weist die Anpaßschicht 7 daher an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite vorzugsweise ein ringförmig umlaufende Nut 11 auf. Eine äußere seitliche Begrenzung der Nut 11 kann dabei, wie in Fig. 1 dargestellt, Bestandteil der Anpaßschicht 7 sein. Ebenso kann aber auch der Ring 9 die äußere seitliche Begrenzung der Nut 11 bilden.

[0028] Untersuchungen haben gezeigt, daß die Halbwertsbreite der Abstrahlfläche mit zunehmender Tiefe T der Nut ansteigt. Hinsichtlich einer Ankopplung an das Gehäuse 1 weist die Tiefe jedoch ein Optimum auf. Die Nut 11 weist daher vorzugsweise eine maximale Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse 1 gering ist.

[0029] Nachfolgend ist ein Beispiel für Abmessungen der Komponenten eines erfindungsgemäßen Schall- oder Ultraschallsensor angegeben. Bei einem piezoelektrischen Element 5 mit einem Durchmesser von ca. 40 mm weist die Anpaßschicht 7 beispielsweise einen Durchmesser von ca. 50 mm auf und die Nut 11 hat eine Breite von beispielsweise ca. 5 mm. Eine optimale Tiefe der Nut 11 beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel ca. 5 mm.

[0030] Bei einem Schall- oder Ultraschallsensor, der nicht nur als Sender, sondern auch als Empfänger genutzt wird, ist es wichtig, daß eine einmal angeregte Sendeschwingung schnell abklingt. Erst nach einem vollständigen Abklingen der Sendeschwingung ist der Schall- oder Ultraschallsensor empfangsbereit. Um ein schnelles Abklingen der Sendeschwingung zu erzielen ist in dem Gehäuse 1 daher vorzugsweise ein Dämpfungsmaterial 13 vorgesehen. Das Dämpfungsmaterial 13 ist z.B. ein Verguß, beispielsweise ein Silikongel, der das Gehäuse 1 ausfüllt.

Patentansprüche

1. Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall oder Ultraschall

   - mit einem von einem Boden (3) topfförmig abgeschlossenen Gehäuse (1),
   - einem piezoelektrischen Element (5) zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden (3) hindurch,
   - einer Anpaßschicht (7) zwischen dem piezoeelektrischen Element (5) und dem Boden (3), und
   - einem metallischen Ring (9), der die Anpaßschicht (7) formschlüssig umgreift.

2. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem die Anpaßschicht (7) an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite ein ringförmig

umlaufende Nut (11) aufweist.

3. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 2, bei dem die Nut (11) eine Tiefe (T) aufweist, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse (1) gering ist.

4. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem ein Dämpfungsmaterial (13) in dem Gehäuse (1) vorgesehen ist.

Claims

1. Sound or ultrasound sensor for the transmission and/or reception of sound or ultrasound, comprising

   - a pot-shaped housing (1) closed below by a floor (3),
   - a piezoelectric element (5) for producing and/or receiving sound or ultrasound through the floor (3),
   - a matching layer (7) between the piezoelectric element (5) and the floor (3), and
   - a metal ring (9) gripping around the matching layer (7) and having an interlocking fit therewith.

2. Sound or ultrasound sensor as claimed in claim 1, wherein the matching layer (7) has a groove (11) extending annularly at, and around, its outer edge, on the floor-far side thereof.

3. Sound or ultrasound sensor as claimed in claim 2, wherein the groove has a depth (T), such that a coupling to the housing (1) is small.

4. Sound or ultrasound sensor as claimed in claim 1, wherein a damping material (13) is present in the housing (1).

Revendications

1. Capteur sonique ou ultrasonique destiné à l'émission et/ou la réception de son ou d'ultrason

   - avec un boîtier (1) fermé en forme de pot par un fond (3),
   - un élément piézoélectrique (5) destiné à la génération et/ou la réception de son ou d'ultrason à travers le fond (3),
   - une couche d'adaptation (7) entre l'élément piézoélectrique (5) et le fond (3), et
   - une bague métallique (9), qui entoure de façon adéquate la couche d'adaptation (7).

2. Capteur sonique ou ultrasonique selon la revendication 1, pour lequel la couche d'adaptation (7) présente sur son bord extérieur, sur son côté opposé au fond, une rainure (11) périphérique de forme annulaire.

3. Capteur sonique ou ultrasonique selon la revendication 2, pour lequel la rainure (11) présente une profondeur (T), pour laquelle un couplage au boîtier (1) est faible.

4. Capteur sonique ou ultrasonique selon la revendication 1, pour lequel un matériau d'amortissement (13) est prévu dans le boîtier (1).

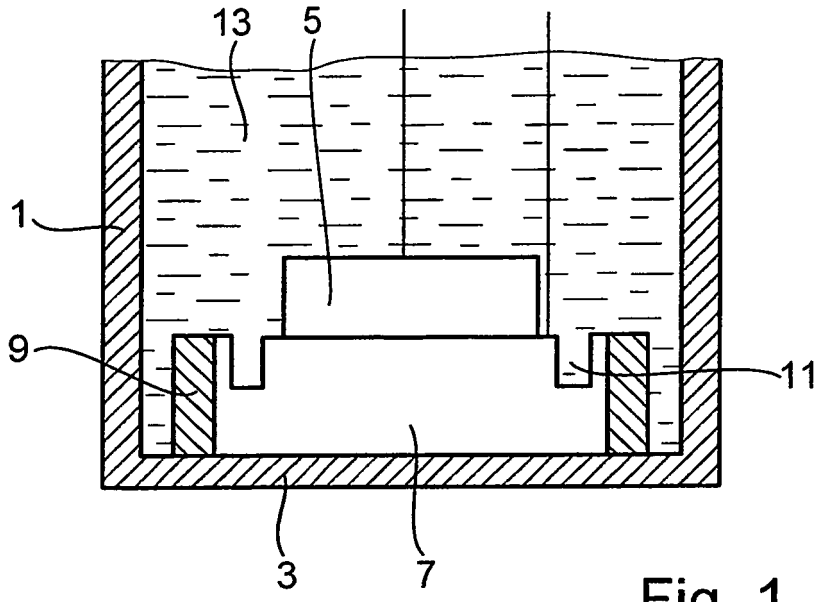


Fig. 1

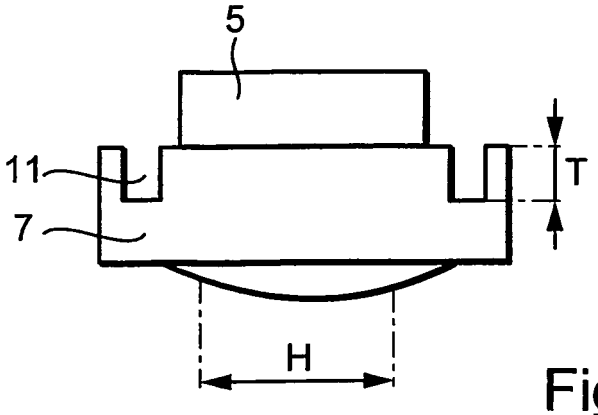


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4311963 **[0007]**
- DE 4323134 C **[0009]**