



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 286.4**
(22) Anmeldetag: **27.08.2015**
(43) Offenlegungstag: **02.03.2017**

(51) Int Cl.: **G01F 23/296** (2006.01)
G01N 9/00 (2006.01)
G01N 11/16 (2006.01)
G01K 7/18 (2006.01)

(71) Anmelder:
Endress + Hauser Flowtec AG, Reinach, CH;
Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689
Maulburg, DE; Endress + Hauser Wetzler GmbH +
Co KG, 87484 Nesselwang, DE; Truedyne Sensors
AG, Reinach, CH

(72) Erfinder:
Budmiger, Thomas, Ettingen, CH; Feth, Hagen,
79106 Freiburg, DE; Kuhnen, Raphael, Dr., 79285
Ebringen, DE; Reith, Patrick, Basel, CH; Touzin,
Mike, 79585 Steinen, DE; Vrdoljak, Pavo, Dr.,
87484 Nesselwang, DE

(74) Vertreter:
Andres, Angelika, Dipl.-Phys., 79576 Weil am
Rhein, DE

(56) Ermittelte Stand der Technik:

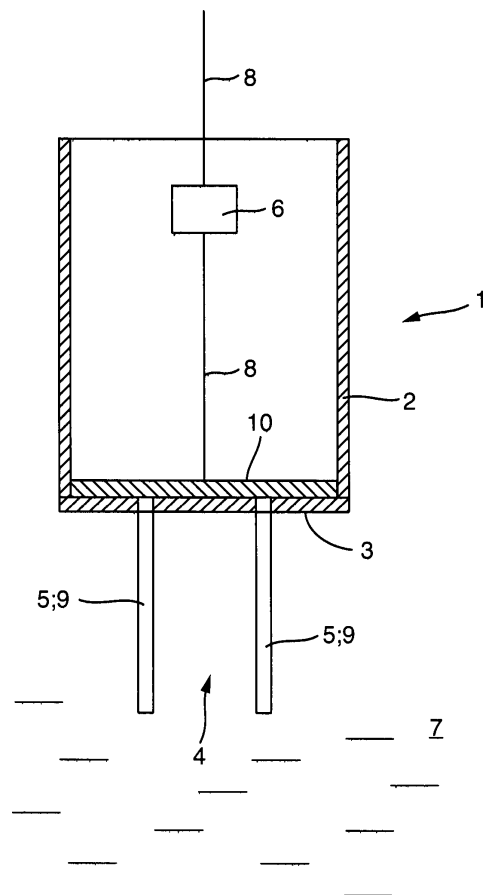
DE	10 2006 007 199	A1
DE	10 2012 100 728	A1
US	5 966 983	A
CN	102 507 369	B

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vibronische Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung einer Prozessgröße**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung einer Prozessgröße, insbesondere eines vorgegebenen Füllstandes, der Dichte oder der Viskosität eines Mediums (7) in einem Behälter, mit einem Sensorrohr (2) und einer das Sensorrohr (2) in einem Endbereich verschließenden Membran (3), an deren Außenfläche ein als Stimmgabel ausgestaltetes Schwingelement (4) mit zwei Zinken (5) befestigt ist, wobei die Form und die Masse der beiden Zinken (5) zumindest näherungsweise gleich sind, wobei eine Sende-/Empfangseinheit (10) vorgesehen ist, die die Membran (3) mit dem Schwingelement (4) zu Schwingungen anregt und die die Schwingungen empfängt, und wobei eine Regel-/Auswerteeinheit (6) vorgesehen ist, die anhand der empfangenen Schwingungen das Erreichen des vorgegebenen Füllstandes erkennt oder die Dichte bzw. die Viskosität des Mediums (7) ermittelt. Bei zumindest einer der beiden Zinken (5) der Stimmgabel handelt es sich um einen Temperatursensor (9).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung einer Prozessgröße, insbesondere eines vorgegebenen Füllstandes, der Dichte oder der Viskosität eines Mediums in einem Behälter, mit einem Sensorrohr und einer das Sensorrohr in einem Endbereich verschließenden Membran, an deren Außenfläche ein als Stimmgabel ausgestaltetes Schwingelement mit zwei Zinken befestigt ist, wobei die Form und die Masse der beiden Zinken zumindest näherungsweise gleich sind, wobei eine Sende-/Empfangseinheit vorgesehen ist, die die Membran mit dem Schwingelement zu Schwingungen anregt und die die Schwingungen empfängt, und wobei eine Regel-/Auswerteeinheit vorgesehen ist, die anhand der empfangenen Schwingungen das Erreichen des vorgegebenen Füllstandes erkennt oder die Dichte bzw. die Viskosität des Mediums ermittelt.

[0002] Eine derartige Vorrichtung wird auch als vibronischer Sensor oder Vibrationssensor bezeichnet. Der vibronische Sensor ist zwecks Füllstandsmessung auf der Höhe des vorgegebenen Füllstandes angebracht. Zwecks Messung der Viskosität oder der Dichte muss der Sensor so in dem Behälter positioniert sein, dass er – zumindest zeitweise – bis zu einer definierten Eintauchtiefe mit dem Medium in Kontakt ist.

[0003] Das schwingfähige Element als Membran mit Schwinggabel mit zwei symmetrisch an der Membran angeordneten Gabelzinken ausgestaltet. Vibrationssensoren mit Schwinggabeln werden in Flüssigkeiten, Gasen und Feststoffen eingesetzt und von der Anmelderin unter der Bezeichnung LIQUIPHANT angeboten und vertrieben.

[0004] Vibronische Sensoren zur Füllstandsmessung schwingen üblicherweise auf einer definierten Resonanzfrequenz – führen also eine harmonische Schwingung aus. Die Resonanzfrequenz ist durch die Konstruktion der schwingförmigen Einheit und die verwendeten Werkstoffe bestimmt. Jede Schwingung lässt sich über die Frequenz und die Dämpfung charakterisieren. Schwingt die schwingfähige Einheit in einem flüssigen Medium mit einer hohen Dichte, so hat die Mediumsdichte als mitbewegte Masse einen Einfluss auf die schwingfähige Einheit. Folglich liegt die Schwingfrequenz in einem flüssigen Medium tiefer als in einem gasförmigen Medium. Eine Frequenzänderung zeigt somit beispielsweise den Übergang von einem gasförmigen zu einem flüssigen Medium an. Weiterhin hat die Dämpfung des Mediums einen Einfluss auf die Schwingungen eines vibronischen Sensors. Schüttgüter wie Weizen oder Reis dämpfen die Schwingungen der schwingfähigen Einheit eines Vibrationssensors und verursachen eine drastische Amplitudensenkung beim Übergang Luft/Schüttgut.

[0005] Als Grenzstandmessgeräte ausgebildete Vibrationssensoren nutzen somit den Effekt aus, dass sowohl die Schwingungsfrequenz als auch die Schwingungsamplitude abhängig sind von dem jeweiligen Bedeckungsgrad des Schwingelements: Während das Schwingelement in Luft frei und ungedämpft seine Schwingungen ausführen kann, erfährt es eine Frequenz- und Amplitudenänderung, sobald es teilweise oder vollständig in das Medium eintaucht. Anhand einer vorbestimmten Frequenzänderung (üblicherweise wird nur die Frequenz gemessen) lässt sich folglich ein eindeutiger Rückschluss auf das Erreichen des vorbestimmten Füllstandes des Mediums in dem Behälter ziehen. Die Frequenzänderung in nicht dämpfenden Medien, wie Gasen und dünnflüssigen Flüssigkeiten, hängt von der Mediumsdichte ab. Die Frequenzänderung ist ausreichend, um das Medium zu erkennen und die Dichte auszuwerten. Füllstandsmessgeräte werden übrigens vornehmlich als Überfüllsicherungen, zum Zwecke des Pumpenleerlaufschutzes oder zur Erkennung von Durchfluss in einer Rohrleitung verwendet.

[0006] Wie bereits gesagt, wird die Dämpfung der Schwingung des schwingfähigen Elements überwiegend durch die Reibungskräfte zwischen den festen Partikeln oder Molekülen des jeweiligen Mediums bestimmt. Daher besteht bei konstantem Bedeckungsgrad eine funktionale Beziehung zwischen der Schwingungsamplitude und der Dichte des Schüttguts (die Reibung in schweren Schüttgütern mit einer hohen Schüttgutedichte ist höher als in leichten) oder zwischen der Schwingungsamplitude und der Viskosität, so dass Vibrationssensoren sowohl für die Füllstands- als auch für die Dichtebestimmung in Schüttgütern geeignet sind. Weiterhin werden vibronische Sensoren zur Bestimmung der Viskosität eines flüssigen Mediums eingesetzt.

[0007] Die Schwingungen eines Vibrationssensors werden von einem elektromechanischen Wandler erzeugt. Bei dem elektromechanischen Wandler handelt es sich üblicherweise um einen Piezoantrieb mit zumindest einem piezoelektrischen Element. Der Piezoantrieb regt das schwingfähige Element zu harmonischen Schwingungen auf einer Resonanzfrequenz an und kompensiert die Energieverluste, die in der schwingfähigen Einheit auftreten. Mit Piezoantrieben lässt sich ein hoher Wirkungsgrad erzielen. Da die Energiezufuhr relativ gering ist, ist ein breiter Einsatz in der Automatisierungstechnik möglich. Weitere Information findet sich beispielsweise in der DE 10 2008 050 266 A1.

[0008] Vielfach werden sogenannte Stapelantriebe als Piezoantriebe eingesetzt. Bei Stapelantrieben sind mehrere scheibenförmige piezoelektrische Elemente übereinander gestapelt angeordnet. Darüber hinaus werden zur Schwingungserzeugung und Schwingungsdetektion Bimorphantriebe verwendet.

Prinzipiell besteht ein Bimorphantrieb aus einem mit der Membran kraftschlüssig verbundenen, scheibenförmigen piezoelektrischen Element, das in zumindest zwei flächigen Bereichen eine Polarisierung aufweist. In der EP 0 985 916 A1 und der EP 1 281 051 B1 sind unterschiedliche Ausgestaltungen von Bimorphantrieben beschrieben.

[0009] Im Falle der Füllstandsbestimmung überwacht eine Auswerteeinheit die Schwingungsfrequenz und/oder die Schwingungsamplitude des Schwingelements und signalisiert den Zustand 'Sensor bedeckt' bzw. 'Sensor unbedeckt', sobald die Messsignale einen vorgegebenen Referenzwert unter- oder überschreiten. Eine entsprechende Meldung an das Bedienpersonal kann auf optischem und/oder auf akustischem Weg erfolgen. Alternativ oder zusätzlich wird ein Schaltvorgang ausgelöst; so wird etwa ein Zu- oder Ablaufventil an dem Behälter geöffnet oder geschlossen.

[0010] Die Resonanzfrequenz eines vibronischen Sensors weist eine Temperaturabhängigkeit auf. Um eine hohe Messgenauigkeit insbesondere bei der Dichtebestimmung zu erreichen, muss daher auch die Temperatur des Mediums oder des Prozesses bekannt sein, je nachdem, wo der Sensor zum Einsatz kommt. So sind auch verschiedenartige Anwendungen bekannt, bei denen neben dem Füllstand auch die Prozesstemperatur – also die Temperatur im Gasraum – bestimmt werden muss.

[0011] Üblich ist es zwecks Temperaturmessung, einen zusätzlichen Temperatursensor an geeigneter Stelle – getrennt vom vibronischen Sensor – zu platzieren. Für eine temperaturkompensierte Dichtemessung wird der Temperatursensor zusammen mit dem zur Dichtemessung vorgesehenen vibronischen Sensor an einen Auswertecomputer – allgemein eine Regel-/Auswerteeinheit – angeschlossen. Der Nachteil bei der Verwendung zweier separater Sensoren besteht vornehmlich darin, dass jeder zusätzliche Prozessanschluss neben der Verursachung von Kosten auch ein zusätzliches Risiko bezüglich Dichtheit und Hygiene im Prozess darstellt.

[0012] Ein Anbringen des Temperatursensors direkt an der Membran oder an der Schwinggabel ist aus mechanischen Gründen nicht möglich, da das Schwingssystem hierdurch in seiner Funktionsfähigkeit negativ beeinträchtigt wird. Eine Integration des Temperatursensors in das Sensorrohr des vibronischen Sensors ist auf Grund der Art der Anbringung der piezoelektrischen Antriebs-/Empfangseinheit relativ schwierig. So wird ein Stapelantrieb über eine Druckschraube, die in ein Gewinde an der Innenwand des Sensorrohrs eingreift, gegen die Membran gepresst. Ein an der Innenwand des Sensorrohrs befestigter Temperatursensor stellt beim Einschrauben der Druckschraube ein Problem dar.

[0013] Aus der Schrift DE 10 2006 007 199 A1 ist ein vibronischer Sensor zur Füllstandsmessung bekannt, bei welchem ein Temperatursensor im Bereich zwischen der schwingungsfähigen Einheit und der Send-/Empfangseinheit angebracht ist. Es wird nicht dargestellt, wie die Kopplung zwischen Send-/Empfangseinheit und schwingungsfähiger Einheit über den Temperatursensor hinweg erfolgt. Somit stellt sich das Problem, eine unbeeinträchtigte Übertragung der mechanischen Schwingungen vom Piezoantrieb zur Membran mit dem schwingungsfähigen Element zu erreichen. Als Lösung wird weiterhin vorgeschlagen, einen separaten Temperatursensor in dem Behälter vorzusehen.

[0014] Aus der WO 2011/032793 A1 ist eine Lösung bekannt geworden, bei der der Temperatursensor in ein bestehendes Teilelement des vibronischen Messgeräts mit Stapelantrieb integriert ist. Von einem vibronischen Sensor mit separatem Temperatursensor unterscheidet sich die bekannt gewordene Lösung dadurch, dass lediglich ein bestimmtes Teilelement durch ein ähnliches Teilelement mit integriertem Temperatursensor ausgetauscht werden muss; auch sind zusätzliche Anschlussleitungen zur elektrischen Kontaktierung des Temperatursensors vorzusehen. Neben einer erleichterten Fertigung benötigt diese Lösung im vibronischen Sensor keinen zusätzlichen Platz für den Temperatursensor. Das Teilelement, in welches der Temperatursensor integriert ist, befindet sich bevorzugt im Nahbereich der Antriebseinheit, wobei der Nahbereich den Bereich des Sensors umfasst, welcher zwischen der schwingfähigen Einheit und der Druckschraube zur Befestigung des Stapelantriebs liegt. Die Druckschraube ist hierbei in den Nahbereich mit eingeschlossen. Prinzipiell ist jedes bestehende Teilelement des vibronischen Sensors, dessen Temperatur sich relativ schnell an die Temperatur des Mediums oder die Prozesstemperatur angleicht, zur Aufnahme des Temperatursensors geeignet. Geringe Abweichungen zwischen Mediumstemperatur und Temperatur am Ort des Temperatursensors können bei bekanntem Abweichverhalten bei der Bestimmung der Mediumstemperatur berücksichtigt werden. Durch Korrektur der gemessenen Temperaturwerte mit einer dem Abweichverhalten entsprechenden Formel werden bestehende Temperaturdifferenzen ausgeglichen, so dass die Mediumstemperatur im Rahmen der gewünschten Genauigkeit bestimmbar ist.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen vibronischen Sensor und ein Verfahren zur Herstellung eines vibronischen Sensors vorzuschlagen, der eine zuverlässige Temperaturbestimmung während des Betriebs des vibronischen Sensors gestattet.

[0016] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass es sich bei zumindest einer der beiden Zinken der

Stimmgabel um einen Temperatursensor handelt. Insbesondere besteht zumindest eine der beiden Zinken aus einem sog. Messeinsatz, also einem Temperatursensor mit einer Ummantelung, die auf den jeweiligen Anwendungsfall am Messort des vibronischen Sensors abgestimmt ist.

[0017] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind:

- kein zusätzlicher Montageaufwand
- Minimierung des Eingriffs in den Prozess
- Temperaturmessung am Ort der Bestimmung der eigentlichen Prozessgröße
- erhöhte Messgenauigkeit bei der Bestimmung der Prozessgröße, insbesondere bei der Bestimmung der Dichte.

[0018] Bevorzugt sind die beiden Zinken im Wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet. Zumindest eine entspricht somit 1:1 einem Messeinsatz eines Temperatursensors, z.B. dem Messeinsatz des Temperatursensors TS111 – iTHERM StrongSens von Endress+Hauser. Dieser Messeinsatz besteht aus einem Temperatursensor, insbesondere einem Pt100 Dünnschichtsensor, der über eine Vergussmasse, insbesondere einen Keramikverguss oder ein Pulver in einem metallenen Messrohr fixiert ist. Es versteht sich von selbst, dass für den Fall, dass lediglich eine der Zinken als Temperatursensor ausgestaltet ist, die Massenverteilung der anderen Zinke analog ausgestaltet werden muss, um zu vermeiden, dass Schwingungsenergie über die Einkopplung auf die Behälterwand übertragen wird. Ist nur eine der Zinken als Temperatursensor ausgestaltet, so ist bevorzugt die andere Zinke als Dummy-Temperatursensor ausgestaltet.

[0019] Selbstverständlich sind als Temperatursensoren auch anderweitige Lösungen einsetzbar. So kann es sich bei dem Temperatursensor um einen Dünnschicht-, einen Dickschicht- oder einen drahtgewickelten Temperatursensor handeln, der in einem Messrohr über eine Vergussmasse oder ein Pulver kraftschlüssig fixiert ist.

[0020] Alternativ handelt es sich bei dem Temperatursensor um ein Thermoelement, das in einem Messrohr über eine Vergussmasse oder ein Pulver fixiert ist.

[0021] Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, dass der Temperatursensor zusätzlich ein umfänglich angeordnetes Schutzrohr aufweist. Dieses ist so ausgestaltet, dass es auf die am Messort herrschenden Umgebungsbedingungen abgestimmt ist.

[0022] Weiterhin wird im Zusammenhang mit der Erfindung vorgeschlagen, dass an jeder der beiden Zinken paddelförmige Komponenten ausgestaltet sind,

wobei die paddelförmigen Außenflächen der paddelförmigen Komponenten im Wesentlichen senkrecht zur Auslenkungsrichtung der Schwingungen angeordnet sind. Somit hat die Schwinggabel das Aussehen eines üblichen schwingfähigen Elements eines vibronischen Sensors. Beispielsweise haben die paddelförmigen Komponenten die Form der Paddel des LIQUIPHANT. Möglich ist es darüber hinaus, den beliebig ausgestalteten Temperatursensor in eine Vergussmasse einzubringen, wobei die Vergussmasse eine Zylinderform mit oder ohne paddelförmige Komponenten aufweist.

[0023] Als besonders vorteilhaft wird es im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung erachtet, wenn jede der beiden Zinken als Temperatursensor ausgestaltet ist. Die Regel-/Auswerteeinheit ist so ausgelegt, dass sie die von den beiden Temperatursensoren gelieferten Temperaturmesswerte miteinander vergleicht und bei Abweichungen, die außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegen, eine Fehlermeldung generiert. Abgesehen von der Redundanz, können bei dieser Lösung die beiden Temperatursensoren während des Betriebs auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

[0024] Bevorzugt handelt es sich bei zumindest einem der Temperatursensoren um einen selbstkalibrierenden Temperatursensor. Die Funktionsweise eines selbstkalibrierenden Temperatursensors ist in der DE 10 2010 040 039 beschrieben. Der Inhalt dieser Anmeldung ist dem Erfindungsgegenstand der vorliegenden Anmeldung explizit zuzurechnen.

[0025] Bei der Sende-/Empfangseinheit handelt es sich um einen Stapelantrieb, der aus mehreren scheibenförmigen piezoelektrischen Elementen besteht oder um ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element, das kraftschlüssig an der Innenfläche der Membran befestigt ist. Beispiele sind in der Beschreibungseinleitung genannt.

[0026] Weiterhin wird die Erfindung durch ein Verfahren gelöst, das die Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschreibt: an jeder der beiden Zinken werden paddelförmige Komponenten über ein mechanisches Formgebungsverfahren ausgebildet; anschließend werden die beiden Zinken über entsprechende Aussparungen in der Membran form- und kraftschlüssig an der Membran befestigt.

[0027] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0028] Fig. 1: eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen vibronischen Sensors im Längsschnitt,

[0029] Fig. 2a–e: unterschiedliche Ausgestaltungen von Temperatursensoren, die für den Einsatz bei der erfindungsgemäßen Lösung geeignet sind,

[0030] Fig. 3: einen Längsschnitt einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen vibronischen Sensors,

[0031] Fig. 3a: eine Draufsicht gemäß der Kennzeichnung A in Fig. 3 und

[0032] Fig. 3b: eine Seitenansicht gemäß der Kennzeichnung B in Fig. 3.

[0033] Fig. 1 zeigt schematisch eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen vibronischen Sensors **1** zur Bestimmung oder Überwachung einer Prozessgröße, insbesondere eines vorgegebenen Füllstandes, der Dichte oder der Viskosität eines Mediums **7** in einem Behälter im Längsschnitt. Der vibronische Sensor **1** weist ein Sensorrohr **2** auf, das in einem dem Medium **7** zugewandten Endbereich durch eine Membran **3** verschlossen ist. An der Außenfläche der Membran **3** ist ein als Stimmgabel ausgestaltetes Schwingelement **4** mit zwei Zinken **5** befestigt. Nur wenn die Form und die Masse der beiden Zinken **5** zumindest näherungsweise gleich sind, lässt sich die zum Betreiben des Sensors **1** erforderliche harmonische Schwingung realisieren.

[0034] Weiterhin ist eine Sende-/Empfangseinheit **10** vorgesehen, die die Membran **3** mit dem Schwingelement **4** zu Schwingungen anregt und die die Schwingungen empfängt. Eine Regel-/Auswerteeinheit **6** bestimmt anhand der empfangenen Schwingungen das Erreichen des vorgegebenen Füllstandes, oder sie ermittelt die Dichte bzw. die Viskosität des Mediums **7**. Bei zumindest einer der beiden Zinken **5** der Stimmgabel handelt es sich um einen Temperatursensor **9**. Die beiden Zinken **5** sind im Wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet; sie können jedoch auch die bei vibronischen Sensoren **1** in der Messtechnik übliche Form von Paddeln aufweisen. Eine Ausgestaltung ist in Fig. 3b zu sehen.

[0035] In den Figuren Fig. 2a–e sind unterschiedliche Ausgestaltungen von Temperatursensoren **9** dargestellt, die bei dem erfindungsgemäßen vibronischen Sensor **1** eingesetzt werden. In Fig. 2a ist das temperatursensitive Widerstandselement **18** ein Dünnschichtsensor, bevorzugt ein Pt100 Dünnschichtsensor. Dieser ist über einen Verguss, beispielsweise einen Keramikverguss **14**, oder ein Pulver, beispielsweise ein Keramikpulver, in einem Messrohr **12** angeordnet. Ein entsprechender Temperatursensor **9** wird im Endress+Hauser Produkt TS 111 iTHERM StrongSens verwendet. Die Produktbeschreibung dieser Temperatursensors **9** ist dem Offenbarungsgehalt der vorliegenden Patentanmeldung zuzurechnen.

[0036] In Fig. 2b handelt es sich bei dem Temperatursensor **9** um einen Dünnschichtsensor **17** oder einen Dickschichtsensor. Dieser ist über eine Vergussmasse oder eine Pulver **12** in einem Messrohr **12** fixiert. In den Figuren Fig. 2c und Fig. 2d handelt es sich bei den Temperatursensoren **9** um drahtgewickelte Temperatursensoren **15**; **16**. Diese sind z.B. mittels eines Keramikpulvers **14** in einem Messrohr **12** fixiert.

[0037] Bei dem in Fig. 2e dargestellten Temperatursensor **9** handelt es sich um ein Thermoelement **21**, das in einem Messrohr **12** über eine Vergussmasse oder ein Pulver **14** fixiert ist. Zu sehen sind in Fig. 2e die beiden Thermodrähte **20** und die Messstelle **19** im Bereich der Sensorspitze. Im gezeigten Fall ist der Temperatursensor **9**; **21** über z.B. eine Magnesiumoxidisolierung in dem Messrohr **12** festgemacht.

[0038] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen vibronischen Sensors **1**. Die beiden Temperatursensoren **9** bzw. ein Temperatursensor **9** und ein Dummy sind durch zwei Aussparungen **24** der Membran **3** geführt und form- und kraftschlüssig an der Membran **3** befestigt. Die Schwingungsrichtung des Schwingelements **4** bzw. der Stimmgabel **4** ist durch den Pfeil in Fig. 3 gekennzeichnet. Aus der Fig. 3a ist die Anordnung der Sende-/Empfangseinheit **10** bezüglich der beiden Zinken **5** an der Membran **3** ersichtlich.

[0039] Die Seitenansicht gemäß der Kennzeichnung B in Fig. 3 zeigt eine der beiden paddelförmigen Komponenten **23**. Diese sind entweder nachträglich an dem üblicherweise zylinderförmigen Temperatursensor **9** angeformt, oder aber das temperatursensitive Element **15**, **16**, **17**, **18**, **21** ist von einer entsprechend ausgestalteten Vergussmasse umgeben oder das temperatursensitive Element **15**, **16**, **17**, **18**, **21** wird in ein entsprechend gestaltetes Messrohr **12** eingesetzt.

Bezugszeichenliste

1	vibronischer Sensor
2	Sensorrohr
3	Membran
4	Schwingelement
5	Gabelzinke
6	Regel-/Auswerteeinheit
7	Medium
8	Verbindungsleitung
9	Temperatursensor
10	Sende-/Empfangseinheit/scheibenförmiges piezoelektrisches Element
11	Messeinsatz
12	Messrohr/Mantel
13	Anschlussdraht
14	Pulver/Verguss
15	Platindrahtspirale

- 16** Platindrahtwicklung
- 17** Platin-Dünnschicht
- 18** Widerstandselement
- 19** Messstelle
- 20** Thermodraht
- 21** Thermoelement
- 22** Schutzrohr
- 23** Paddelförmige Komponente
- 24** Aussparung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102008050266 A1 [0007]
- EP 0985916 A1 [0008]
- EP 1281051 B1 [0008]
- DE 102006007199 A1 [0013]
- WO 2011/032793 A1 [0014]
- DE 102010040039 [0024]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung oder Überwachung einer Prozessgröße, insbesondere eines vorgegebenen Füllstandes, der Dichte oder der Viskosität eines Mediums (7) in einem Behälter, mit einem Sensorrohr (2) und einer das Sensorrohr (2) in einem Endbereich verschließenden Membran (3), an deren Außenfläche ein als Stimmgabel ausgestaltetes Schwingelement (4) mit zwei Zinken (5) befestigt ist, wobei die Form und die Masse der beiden Zinken (5) zumindest näherungsweise gleich sind, wobei eine Sende-/Empfangseinheit (10) vorgesehen ist, die die Membran (3) mit dem Schwingelement (4) zu Schwingungen anregt und die die Schwingungen empfängt, und wobei eine Regel-/Auswerteeinheit (6) vorgesehen ist, die anhand der empfangenen Schwingungen das Erreichen des vorgegebenen Füllstandes erkennt oder die Dichte bzw. die Viskosität des Mediums (7) ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei zumindest einer der beiden Zinken (5) der Stimmgabel um einen Temperatursensor (9) handelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Zinken (5) im Wesentlichen zylinderförmig ausgestaltet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Temperatursensor (9) um einen Platinwiderstand (18) handelt, der über eine Vergussmasse oder ein Pulver (14) in einem Messrohr (12) fixiert ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Temperatursensor (9) um einen Dünnschichtsensor (17), Dickschichtsensor oder einen drahtgewickelten Temperatursensor (15; 16) handelt, der in einem Messrohr (12) über eine Vergussmasse oder ein Pulver (14) fixiert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Temperatursensor (9) um ein Thermoelement (21) handelt, das in einem Messrohr (12) über eine Vergussmasse oder ein Pulver (14) fixiert ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 3, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Temperatursensor (9) zusätzlich ein umfänglich angeordnetes Schutzrohr (22) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an jeder der beiden Zinken (5) paddelförmige Komponenten (22) ausgestaltet sind, wobei die paddelförmigen Außenflächen der paddelförmigen Komponenten (22) im Wesentlichen senkrecht zur Auslenkungsrichtung der Schwingungen angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, wobei jede der beiden Zinken (5) als Temperatursensor (9) ausgestaltet ist und wobei die Regel-/Auswerteeinheit (6) die von den beiden Temperatursensoren (9) gelieferten Temperaturmesswerte miteinander vergleicht und bei Abweichungen, die außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegen, eine Fehlermeldung generiert.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, wobei zumindest ein Temperatursensor (9) als selbstkalibrierender Temperatursensor ausgestaltet ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der Sende-/Empfangseinheit (10) um einen Stapelantrieb handelt, der aus mehreren scheibenförmigen piezoelektrischen Elementen besteht.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–9, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der Sende-/Empfangseinheit (10) um ein scheibenförmiges piezoelektrisches Element handelt, das kraftschlüssig an der Innenfläche der Membran (3) befestigt ist.

12. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung, wie sie in zumindest einem der Ansprüche 1–11 beschrieben ist,

dadurch gekennzeichnet, dass an jeder der beiden Zinken (5) paddelförmige Komponenten (22) über ein mechanisches Formgebungsverfahren ausgebildet werden und dass die beiden Zinken (5) über entsprechende Aussparungen (24) in der Membran (3) form- und kraftschlüssig an der Membran (3) befestigt werden.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

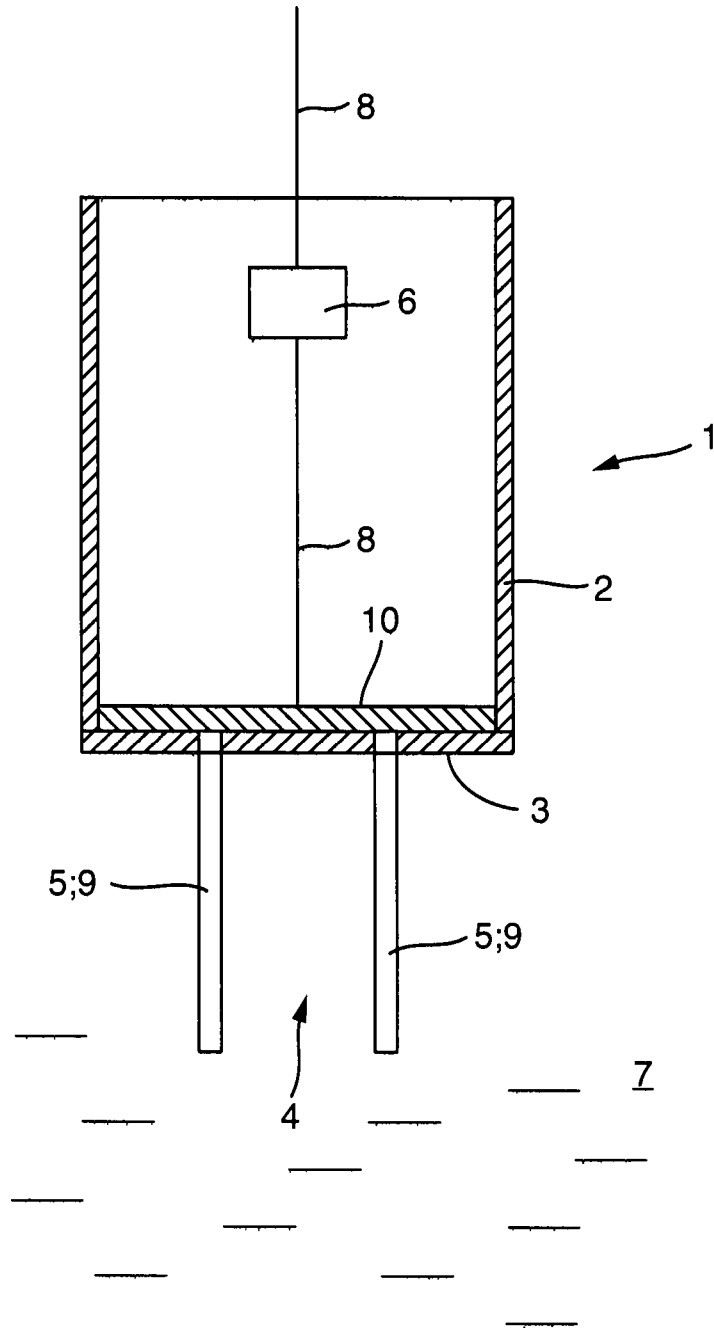


Fig. 1

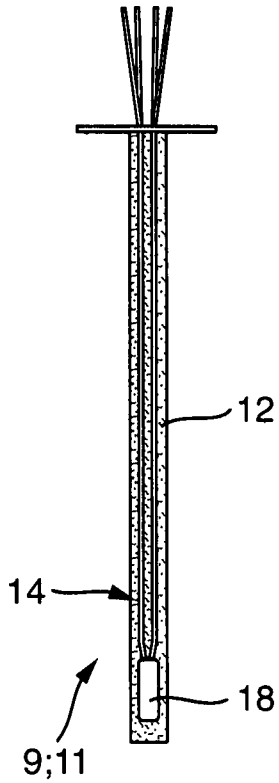


Fig. 2a

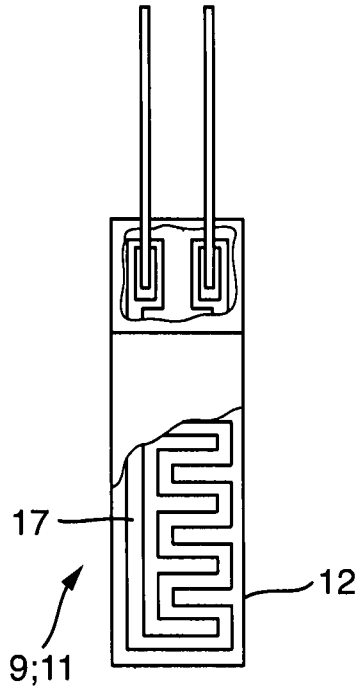


Fig. 2b

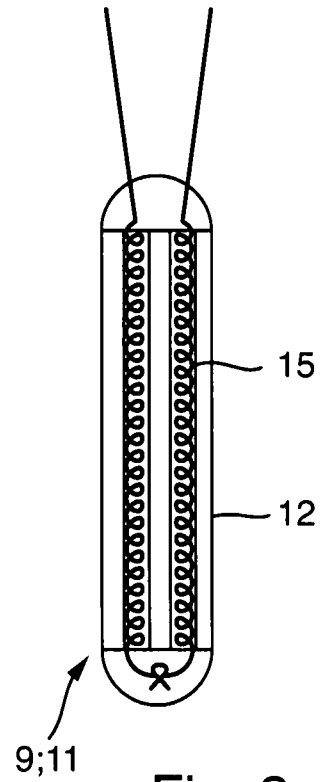


Fig. 2c

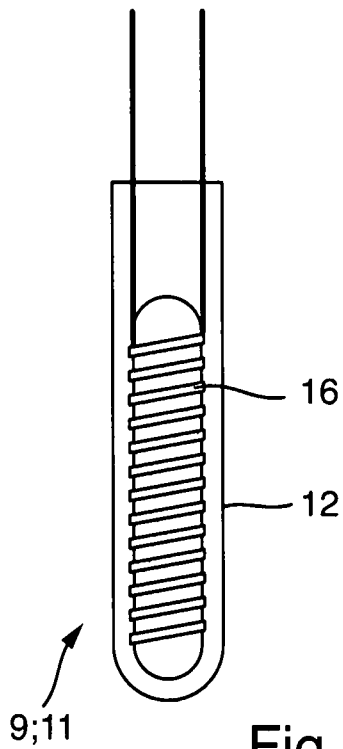


Fig. 2d

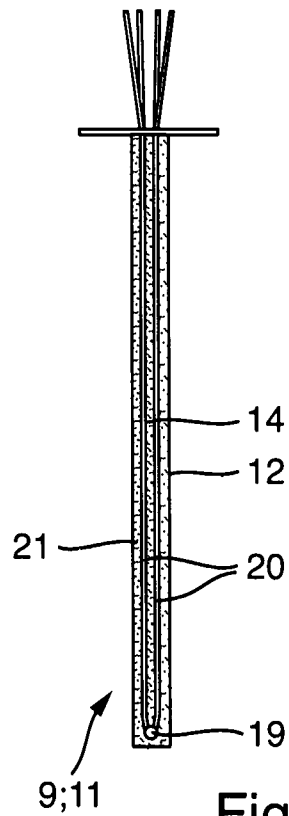


Fig. 2e

