



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 716 407 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.1996 Patentblatt 1996/24

(51) Int. Cl.⁶: G10K 9/12

(21) Anmeldenummer: 95119472.9

(22) Anmeldetag: 11.12.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(71) Anmelder: STN ATLAS Elektronik GmbH
D-28305 Bremen (DE)

(30) Priorität: 10.12.1994 DE 4444005

(72) Erfinder: Wilken, Wilfried, Dr.
D-26160 Bad Zwischenahn 2/Ofen (DE)

(54) **Elektroakustischer Wandler in Flextensional-Technik**

(57) Ein Flextensional-Wandler mit einer im Querschnitt elliptischen, zylindrischen Hülle (10) und einem insbesondere elektromechanischen Antriebselement (11), das in Richtung der Ellipsenhauptachse schwingt und sich dabei an der Hülle (10) in deren Hauptscheitel (13) abstützt, wird zwecks Verwendung zur Schallbehandlung eines liquiden, sonochemischen Reaktionsmediums, z. B. Klärschlamm, in der Weise optimiert, daß die Abstützung des Antriebselements (11) an der Hülle

(10) auf deren Außenseite in dem einen Hauptscheitel (13) vorgenommen ist, während im anderen Hauptscheitel (14) der Hülle (10) ein weiteres, ebenfalls in Richtung der Ellipsenhauptachse schwingendes Antriebselement (12), ersatzweise eine Gegenmasse (17), von außen angreift, und daß das Medium durch das Innere der Hülle (10) hindurchgeführt wird.

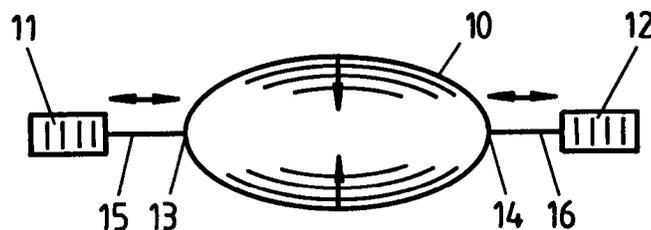


Fig. 1

EP 0 716 407 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Wandler in Flextensional-Technik der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Gattung.

Elektroakustische Wandler in Flextensional-Technik, kurz Flextensional-Wandler, gekannt, werden als leistungsstarke, elektroakustische Wandler zur Erzeugung hoher Schalldrücke bei niedrigen Frequenzen in Wasser eingesetzt. Die Hülle arbeitet als mechanischer Verstärker, indem sie die vom elektromechanischen Antriebselement in der Ellipsen-Hauptachse erzeugten schwächeren Schwingungen in eine stärkere Biegebewegung der Hülle entlang der Ellipsen-Nebenachse umwandelt. Die Art des Antriebselements spielt dabei keine Rolle (vgl. ABB-Technik 8/9/90, Hydroakustik, "Flextensional-Wandler für die Unterwasserkommunikation").

Bei bekannten Flextensional-Wandlern der eingangs genannten Art (EP 0 340 674 A2; US-PS 4 964 106) ist als elektromechanisches Antriebselement ein schwingender piezoelektrischer Stab im Innern der Hülle längs der Ellipsenhauptachse angeordnet, der sich an der Hüllwand in den beiden Hauptscheiteln der Ellipse abstützt. Diese Flextensional-Wandler werden wegen ihrer hohen Leistung in modernen Unterwasserkommunikationseinrichtungen und aktiven Sonaranlagen eingesetzt.

In prozeßtechnischen Verfahren auf dem Gebiet der Sonochemie wird Schall oder Ultraschall sehr hoher Leistung als Energiequelle für chemische Reaktionen oder für Stoffumwandlungen, wie z. B. der Zerstörung von Zellsubstanzen in Biomassen, in liquiden Reaktionsmedien, wie feststoffhaltige Flüssigkeiten, Suspensionen, Emulsionen od. dgl., genutzt. Die bei hohen Schalldrücken im Reaktionsmedium auftretende Kavitation mit den damit verbundenen extrem hohen Temperaturen, Drücken und Scherkräften im Nahbereich der Kavitationsblasen ist hierbei der prozeßfördernde Mechanismus. Anwendungsgebiete sind die Aufbereitung von Klärschlämmen oder Gülle in Abwasserkläranlagen, Reinigung von ölverschmutztem Wasser u. dgl.

Für die Schallbehandlung kleiner Mengen des Reaktionsmediums werden kleine Reaktorgefäße im Batchbetrieb eingesetzt, in denen die Schallenergie durch sog. Sonotroden erzeugt wird. Sind hingegen größere Mengen des Reaktionsmediums zu behandeln, so werden sog. Rohrreaktoren verwendet, die eine kontinuierliche Beschallung des Reaktionsmediums im Durchflußbetrieb ermöglichen. Die Beschallung erfolgt dabei in der Regel durch eine Vielzahl von Schallwandlern, die auf einem längeren Rohrabschnitt außen um das Reaktorrohr herum angeordnet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, aus einem Flextensional-Wandler der eingangs genannten Art einen im sonochemischen Prozeßverfahren zur Beschallung des Reaktionsmediums einsetzbaren, neuen, hochenergetischen, elektroakustischen Wandler zu schaffen.

Die Aufgabe ist bei einem Flextensional-Wandler der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen teil des Anspruchs 1 gelöst.

5 Mit dem erfindungsgemäßen Flextensional-Wandler wird durch Verlegung des Antriebselements aus dem Innern der Hülle nach außen und mit dem Hindurchleiten des liquiden Reaktionsmediums durch die Hülle hindurch das Reaktionsmedium bei unveränderter Energiezufuhr maximaler Schalleistung ausgesetzt, wodurch die 10 vom Schall hervorgerufene Kavitationswirkung im Reaktionsmedium wesentlich gesteigert wird. Das Reaktionsmedium wird dabei stetig durch die im Hüllinnenraum "fokussierte" Schalleistung hindurchgeführt. Handelt es sich bei dem Reaktionsmedium beispielsweise um Klärschlamm, so wird dieser aufgrund der hohen Energie besser aufbereitet, so daß er im anschließenden Faulungsprozeß wesentlich stärker aufgeschlossen und der Anteil der Biomasse zugunsten einer erhöhten Methan- 15 gasproduktion reduziert wird. Gegenüber den bisher verwendeten Rohrreaktoren unterscheidet sich der neuartige Flextensional-Wandler dadurch, daß die Schallenergie nicht von einer Vielzahl von peripheren Einzelwandlern durch das Rohr hindurch in das Rohrin- 20 nere fokussiert eingebracht wird, sondern das vom Medium durchflossene Rohr selbst die Schallenergie abstrahlt. Neben dem wesentlich verbesserten Wirkungsgrad ist auch der Sonoreaktor wesentlich einfacher herstellbar, da er von dem Wandler selbst und nicht durch eine ringförmige Anordnung von Wandlern gebil- 25 det wird, deren Ausrichtung bezüglich der Rohrachse hochgenau eingestellt werden muß.

Zweckmäßige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Flextensional-Wandlers mit vorteilhaften Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann der Einsatz des Flextensional-Wandlers so erfolgen, daß die stirnseitig offene Hülle in einem vom Reaktionsmedium durchströmten Behälter eingesetzt 30 ist. Hierdurch wird die Hülle des Flextensional-Wandlers nicht nur innen, sondern auch außen von diesem umströmt und auch die Außenströmung dem Schallfeld, wenn auch mit einer geringeren Schallenergie, aus- 35 gesetzt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Hülle von einem Rohrabschnitt eines das Reaktionsmedium führenden Rohres mit elliptischem Querschnitt gebildet. Durch diese konstruktive Maßnahme erfolgt die Schallbehandlung des Reaktions- 40 mediums während dessen langsamen Durchflusses durch die Transportleitung und eröffnet den großindustriellen Einsatz des Flextensional-Wandlers. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Energieeinbringung bei einem evtl. größeren oder schnelleren Durchfluß des Reaktionsmediums durch die Transportleitung wird eine 45 Rohrstrecke der Leitung aus mehreren, jeweils die Hülle von Flextensional-Wandlern bildenden Rohrabschnitten zusammengesetzt, die fluchtend hintereinander und mit-

einander einstückig längs der Rohrstrecke angeordnet sind.

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im folgenden näher beschrieben. Es zeigen in jeweils schematischer Darstellung

Fig. 1 eine Vorderansicht eines Flextensional-Wandlers für die Schallbehandlung von Klärschlamm,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Flextensional-Wandlers gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine Anordnung von drei Flextensional-Wandlern innerhalb einer Rohrstrecke einer Klärschlamm-Transportleitung,

Fig. 4 die Anordnung eines Flextensional-Wandlers gemäß Fig. 2 in einem Klärschlammbehälter.

Der in Fig. 1 in Vorderansicht schematisch dargestellte Flextensional-Wandler weist eine im Querschnitt elliptische, Hülle 10 von zylinderförmiger Gestalt sowie zwei elektromechanische Antriebselemente 11, 12 auf, die sich jeweils an der elliptischen Hülle 10 in einem der Hauptscheitel 13 bzw. 14 abstützen. Die Antriebselemente 11, 12, die als sog. piezokeramische oder piezoelektrische Schwinger oder sonstige elektromechanische Wandler ausgebildet sein können, führen Schwingungen in ihrer Hauptachse aus, die über Verbindungsstäbe 15, 16 auf die Hülle 10 übertragen werden. Die Längsachsen der Antriebselemente 11, 12 und die Verbindungsstäbe 15, 16 fluchten mit der Hauptachse der elliptischen Hülle 10.

Ein modifizierter Flextensional-Wandler ist in Fig. 2 perspektivisch dargestellt. Während an dem einen Hauptscheitel 13 der zylindrischen Hülle 10 mit elliptischem Querschnitt nach wie vor das Antriebselement 11 über einen Verbindungsstab 15 angreift, ist das andere Antriebselement durch eine Gegenmasse 17 ersetzt, die wiederum im Hauptscheitel 14 der Hülle 10 an dieser von außen befestigt ist.

Bei beiden Flextensional-Wandlern wird das Innere der Hülle von Klärschlamm durchflossen. Bei Betrieb der Flextensional-Wandler wird durch die schwingenden Antriebselemente 11, 12 bzw. 11 die die Hülle 10 erregende Schwingungskraft von außen an die elliptische Hülle 10 angelegt und der Schall ins Innere der Hülle 10 abgestrahlt. Der langsam und stetig durch die Hülle 10 hindurchfließende Klärschlamm wird so mit hochenergetischem Schall behandelt, wodurch ein großer Teil der organischen Bestandteile des Schlammes durch die im Schlamm erzeugte Kavitationswirkung zertrümmert wird. Der so behandelte Klärschlamm kann anschließend im Faulungsprozeß besser aufgeschlossen und damit der Anteil der Biomassen zugunsten einer erhöhten Methangasproduktion reduziert werden.

Für eine optimale Einbindung der Schallbehandlung des Klärschlammes in den Aufbereitungsprozeß im Klärwerk wird die Hülle 10 des Flextensional-Wandlers von einem Rohrabschnitt eines klärschlammführenden Rohres 18 mit elliptischem Querschnitt gebildet. Dieser Rohrabschnitt kann beispielsweise in der Klärschlammzuleitung zum Faulurm angeordnet werden. Je nach Anforderung an das zu beschallende Volumen bzw. an die Durchsatzmenge und die Durchflußzeit des Klärschlammes sind - wie dies in Fig. 3 dargestellt ist - mehrere Rohrabschnitte 181, 182, 183, die jeweils die Hülle 10 eines Flextensional-Wandlers bilden, hintereinander über eine vorgegebene Rohrstrecke fluchtend angeordnet und miteinander einstückig verbunden, so daß die Schallbehandlung des Klärschlammes über eine größere Rohrstrecke erfolgt, was zu einer prozentmäßig höheren Aufschließung des Schlammes führt.

Selbstverständlich ist es auch bei der Anordnung gemäß Fig. 3 möglich, die Antriebselemente 12 auf der einen Seite des Rohres 18 wie in Fig. 2 durch Gegenmassen zu ersetzen.

In Fig. 4 ist eine andere Art der Schlammführung bei der Schallbehandlung in Verbindung mit dem Flextensional-Wandler gemäß Fig. 2 dargestellt. Die stirnseitig offene Hülle 10 des wie in Fig. 2 dargestellten Flextensional-Wandlers, die im einfachsten Fall ebenfalls ein kurzes Rohrstück sein kann, ist in einen Behälter 20 eingesetzt, der in Intervallen mit Klärschlamm gefüllt, entleert und wieder mit frischem Klärschlamm gefüllt wird. Das schwingende Antriebselement 11 ist außerhalb des Behälters 20 angeordnet und über den in den Klärschlamm eintauchenden Verbindungsstab 15 an die Hülle 10 angekoppelt. Am gegenüberliegenden Hauptscheitel 14 der Hülle 10 ist wie in Fig. 2 die Gegenmasse 17 angeordnet. Der in den Behälter 20 einströmende Klärschlamm durchströmt das Innere der Hülle 10 und umströmt die Hülle 10 auch auf deren Außenseite. Im Innern der Hülle 10 wird der Klärschlamm dem hochenergetischen Schallfeld ausgesetzt, ebenso auf der Außenseite der Hülle 10, wo jedoch die Schallenergie mit zunehmendem Abstand von der Hülle 10 abnimmt.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Beispiel der Verwendung des Flextensional-Wandlers zur Schallbehandlung von Klärschlamm in Abwasserkläranlagen beschränkt. So kann anstelle von Klärschlamm jedes liquide sonochemische Reaktionsmedium verwendet werden. Solche sonochemischen Reaktionsmedien sind feststoffhaltige Flüssigkeiten, Suspensionen, Emulsionen od. dgl., wie sie beispielsweise Abwässer, Gülle, ölverschmutztes Wasser, aufgeschlämmte mikrobiologische oder nachwachsende Biomassen od. dgl. darstellen.

Patentansprüche

1. Elektroakustischer Wandler in Flextensional-Technik (Flextensional-Wandler) mit einer im Querschnitt elliptischen, hohlzylindrischen Hülle (10) und einem insbesondere elektromechanischen Antriebsele-

ment (11), das in Richtung der Ellipsenhauptachse schwingt und sich dabei an der Hülle (10) in deren Hauptscheitel (13) abstützt, gekennzeichnet durch seine Verwendung zur Schallbehandlung eines liquiden, sonochemischen Reaktionsmediums, wie feststoffbelastete Flüssigkeit, Suspension, Emulsion od. dgl., indem die Abstützung des Antriebselements (11) an der Hülle (10) auf deren Außenseite in nur einem Hauptscheitel (13) vorgenommen ist, während im anderen Hauptscheitel (14) der Hülle (10) ein weiteres, ebenfalls in Richtung der Ellipsenhauptachse schwingendes Antriebselement (12) oder eine Gegenmasse (17) von außen angreift, und das Reaktionsmedium durch das Innere der Hülle (10) hindurchfließt.

5

10

15

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (10) stirnseitig offen und in einem vom Reaktionsmedium durchströmten Behälter (20) angeordnet ist.
3. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (10) von einem Rohrabschnitt (181 bis 183) eines das Reaktionsmedium führenden Rohres (18) mit elliptischem Querschnitt gebildet ist.
4. Anordnung von Flexensional-Wandlern nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, jeweils die Hülle (10) eines Wandlers bildende Rohrabschnitte (181 bis 183) über eine vorgegebene Rohrstrecke fluchtend hintereinander und miteinander einstückig angeordnet sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

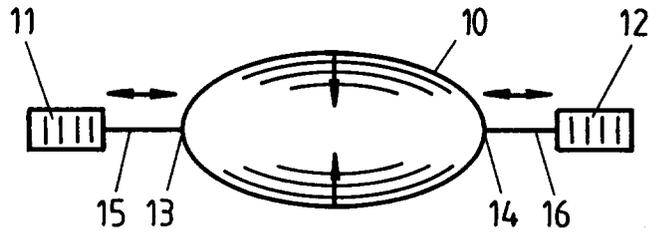


Fig. 1

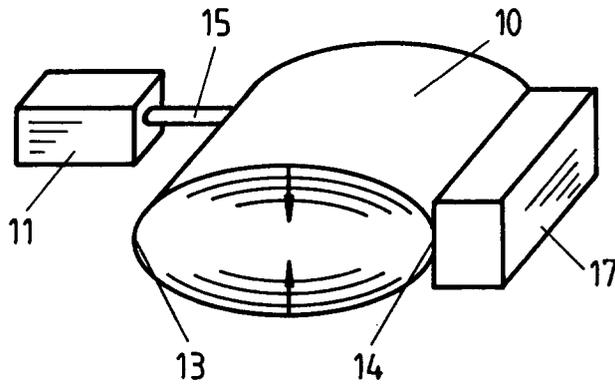


Fig. 2

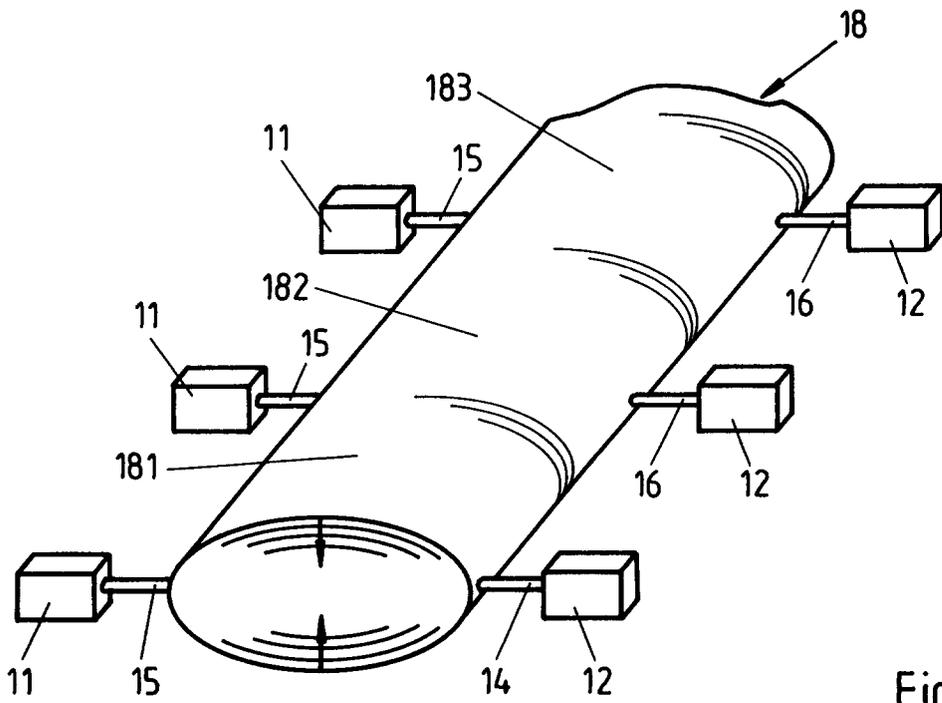


Fig. 3

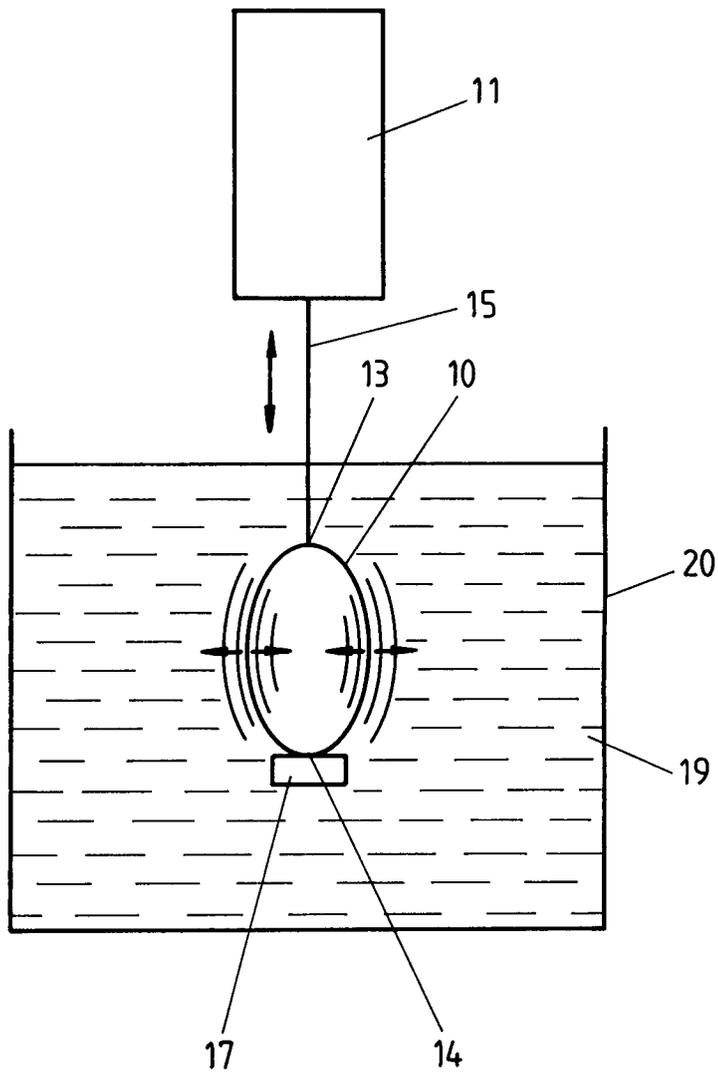


Fig. 4