

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 475 343 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91115258.5**

(51) Int. Cl.⁵: **G10K 9/12**

(22) Anmeldetag: **10.09.91**

(30) Priorität: **12.09.90 DE 4028913**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.92 Patentblatt 92/12

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **Honeywell-Elac-Nautik GmbH**
Westring 425-429
W-2300 Kiel 1(DE)

(72) Erfinder: **Höring, Friedrich, Dipl.-Phys.Dr.**
Moorblek 31
W-2300 Kiel(DE)

(74) Vertreter: **Rentzsch, Heinz et al**
HONEYWELL EUROPE HOLDING GMBH
Patent- und Lizenzabteilung Kaiserleistrasse
39, Postfach 10 08 65
W-6050 Offenbach am Main(DE)

(54) **Wasserschallwandler für tiefe Frequenzen.**

(57) Bei einem Wasserschallwandler für tiefe Frequenzen mit einem Schwingerstapel und diesen seitlich bedeckenden Schallabstrahlplatten sind diese Platten schalenförmig konkav nach innen gewölbt.

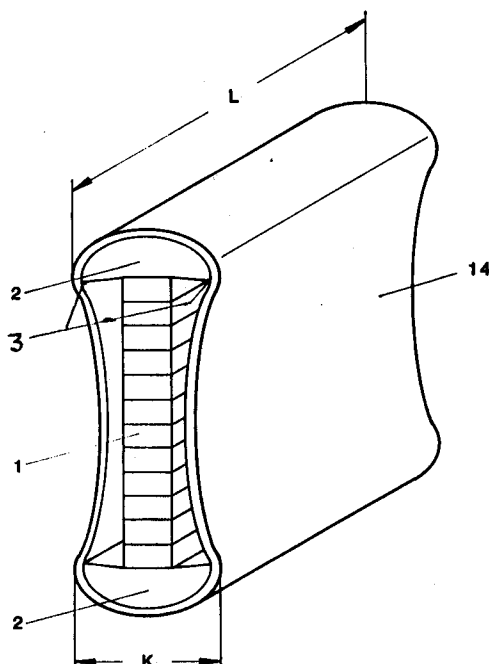


Fig. 4

EP 0 475 343 A2

Ein Wasserschallwandler für tiefe Frequenzen gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus US-PS 48 62 429 bekannt. Dort sind an den als Gelenk ausgebildeten Längskanten der über die Stirnfläche des Schwingerstapels hinausragenden Übertragungsmittel konvex nach außen gewölbte Schallabstrahlplatten befestigt. Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad eines Wandlers der eingangs genannten Art zu verbessern. Dies gelingt durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Erfindung. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert. Darin zeigt:

- Fig. 1 schematisch in perspektivischer Ansicht einen bekannten Tieffrequenzwandler von elliptischem Querschnitt;
- Fig. 2 die Bewegung der Wandleroberfläche bei Erregung des Schwingerstapels;
- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung der Bewegung, wobei die Ellipse durch zwei aufeinandergesetzte Dreiecke ersetzt ist;
- Fig. 4 eine der Figur 1 entsprechende perspektivische Darstellung des Wandlers gemäß der Erfindung; und
- Fig. 5 eine der Figur 3 entsprechende schematisierte Darstellung der Bewegungen der Wandleroberflächen beim erfindungsgemäßen Wandler.

Der bekannte Wandler gemäß Figur 1 weist als Schwinger einen Stapel 1 aus langgestreckten piezoelektrischen Elementen auf, an dessen aktiven Stirnflächen (oben und unten) segmentförmige Übertragungsmittel 2 aufliegen. Ihre Außenkanten 3 ragen seitlich über die Stirnflächen des Schwingerstapels 1 hinaus. Die Übertragungsmittel 2 übertragen die Schwingungen des Schwingerstapels 1 auf die konvex nach außen gewölbten Strahlerschalen 4, welche zusammen einen Wandler von etwa elliptischem Querschnitt und einer Länge L bilden.

Bei Erregung des Schwingerstapels ergeben sich die aus Figur 2 ersichtlichen Bewegungen der Strahlerschalen 4, wobei jeweils eine Verlängerung der Ellipsenhauptachse 2a mit einer Verkürzung der Ellipsennebenachse 2b einhergeht.

In Figur 3 ist zwecks vereinfachter Berechnung die Ellipse auf den Querschnitt zweier mit den Grundflächen aufeinanderstehender Dreiecke von der Breite 2b und der Höhe a reduziert. Das Volumen V_1 dieses Modells des bekannten Wandlers beträgt somit:

$$V_1 = 2L \cdot a \cdot b \quad (1)$$

Dabei genügt die Kantenlänge d der Beziehung:

$$d^2 = a^2 + b^2 \quad (2)$$

Bei Erregung des Schwingers 1 hat eine Änderung da der langen Achse a jeweils eine Änderung db der kurzen Ellipsenachse b zur Folge, während die Kantenlänge d des aus a, b und d gebildeten rechtwinkligen Dreiecks unverändert bleibt. Somit erhält man aus der Gleichung (2) für die Längenänderungen da und db durch Differenzieren die Beziehung:

$$0 = a \cdot da + b \cdot db, \text{ d.h. } db = -a/b \cdot da \quad (3)$$

Diese Schnelletransformation zeigt somit, daß die Dickenänderung db des Wandlers im Verhältnis a/b von der Änderung da des Schwingerstapels abhängt.

Für Wandler, deren Abmessungen klein gegen die Wellenlänge des von ihnen abzustrahlenden Schalls sind, gilt bei gleichphasiger Bewegung der Wandleroberfläche, daß sich der Wandler wie ein Strahler 0-ter Ordnung (Monopol) verhält, d.h. daß die Abstrahlung rundum omnidirektional erfolgt und daß der Sendepiegel proportional der Volumenänderungsamplitude ist.

Aus dem Volumen gemäß Gleichung (1) ergibt sich die Volumenänderung zu:

$$dV_1 = 2L \cdot (a \cdot db + b \cdot da) \quad (4)$$

Setzt man in diese Gleichung den Wert für db aus Gleichung (3) ein, so erhält man:

$$dV_1 = 2L(-a^2/b + b)da = 2L \cdot b (1 - a^2/b^2)da \quad (5)$$

Für den Fall eines kreisförmigen, anstelle eines elliptischen Querschnitts, d.h. $a = b$, wird die Volumenänderung zu Null. Sie ist umso größer je größer das Verhältnis der Ellipsenhauptachse 2a zur Ellipsenneben-

achse 2b ist. Dieses Verhältnis läßt sich jedoch nicht beliebig vergrößern, weil die Hauptachse a hinsichtlich ihrer Länge von der Biegewellengeschwindigkeit bestimmt wird, derart, daß im Resonanzfall keine Knotenlinien auftreten dürfen. Andererseits läßt sich die Nebenachse 2b nicht beliebig verkleinern, weil Platz für den Schwingerstapel benötigt wird.

Die Erfindung schafft Abhilfe, indem sie die Strahlerschalen 14 nicht konvex nach außen, sondern, wie in Figur 4 dargestellt, konkav nach innen zum Schwingerstapel 1 hin wölbt. Die Auswirkungen auf die erzielbare Volumenänderung wird wiederum anhand einer vereinfachten Querschnittsdarstellung erläutert, bei der gemäß Figur 5 der Querschnitt des gesamten Wandlers als aus zwei mit ihren kurzen Basislinien aufeinanderstehenden Trapezen bestehend angesehen wird. Das Volumen V_2 dieses Wandlers 14 beträgt:

$$V_2 = 2L \cdot (K \cdot a - a \cdot b) \quad (6)$$

Die Gleichungen (2) und (3) bleiben erhalten. Für die Volumenänderung dV_2 erhält man:

$$dV_2 = 2L (K \cdot da - a \cdot db - b \cdot da) \quad (7)$$

und hieraus durch Einsetzen von (3) die Beziehung:

$$dV_2 = 2L \cdot (K + a^2/b - b) da \quad (8)$$

Da sowohl K als auch a^2 jeweils größer als b sind, erhält man auf jeden Fall eine positive Volumenänderung.

Die durch die Erfindung erzielte Erhöhung der Volumenänderung dV_2 gegenüber dem Stand der Technik läßt sich durch das Verhältnis dV_2/dV_1 ermitteln. Dies ergibt:

$$\frac{dV_2}{dV_1} = \frac{k - b + a^2/b}{b - a^2/b} = \frac{k \cdot b + a^2 - b^2}{b^2 - a^2} \quad (9)$$

Für eine realistische Dimensionierung mit beispielsweise $K = 1,5b$ und $a = 2b$ erhält man eine Verbesserung der Volumenänderung gegenüber dem Stand der Technik zu:

$$dV_2/dV_1 = 1,5 \wedge 3,5 \text{ dB} \quad (10)$$

Die konkave Bauform läßt erheblich größere Achsenverhältnisse a/b und damit größere Geschwindigkeits-transformationen und Volumenänderungsamplituden zu, die bei der konvexen Bauform aus räumlichen Gründen nicht erreicht werden können.

Die konkave Wandlerform gemäß der Erfindung führt gegenüber der bekannten konvexen Bauform ferner zu einer günstigeren mechanischen Belastung. Bei der konvexen Bauform belastet der über die Schallabstrahlschalen auf den Schwingerstapel einwirkenden Außendruck diesen Stapel auf Zug, wodurch unter Umständen die Verbindung zwischen den Antriebselementen und den Strahlerschalen bzw. Übertragungsmitteln gelockert wird. Die konkave Bauform hingegen hat zur Folge, daß der auf den Wandler einwirkende Außendruck des umgebenden Wassers den Schwingerstapel und die Übertragungsmittel unter Druckbelastung stellt, wodurch die mechanische Verbindung zwischen diesen Bauelementen und folglich auch die Kraftübertragung eher noch verbessert wird. Außerdem haben die üblicherweise als Strahlerschalen verwendeten faserverstärkten Kunststoffplatten eine relativ geringe Festigkeit gegen Druckbelastung. Folglich erweist sich die bekannte konvexe Bauform auch hier als ungünstig, während bei der konkaven Bauform diese Schalen durch den Umgebungsdruck in größeren Wassertiefen einer Zugbelastung ausgesetzt sind, die von faserverstärkten Werkstoffen besser aufgenommen werden können.

Die Erfindung kann nicht nur bei Biegedehnungswandlern von im Prinzip zylindrischem Aufbau angewandt werden, sondern auch bei rotationssymmetrischen, d.h. ringförmigen, Wandlern.

Patentansprüche

1. Wasserschallwandler für tiefe Frequenzen mit:

- a) einem langgestreckten Stapel (1) elektromechanischer Wandler als Schwinger;
- b) an den aktiven Stirnflächen des Stapels (1) befestigten, über diese Stirnflächen seitlich hinausragenden Übertragungsmitteln (2); sowie
- c) auf zwei sich gegenüberliegenden Längsseiten des Stapels (1) an den Außenkanten (3) der Übertragungsmittel (2) befestigten, gewölbten Schallabstrahlplatten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schallabstrahlplatten (14) von den Befestigungskanten (3) der Übertragungsmittel (2) ausgehend konkav nach innen gewölbt sind.

2. Wandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwingerstapel in Längsrichtung (L) gebogen ist.

3. Wandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwingerstapel (1) zusammen mit den Schallabstrahlplatten (14) einen ringförmigen Wandler bildet.

4. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwingerstapel (1) aus piezoelektrischen Elementen besteht.

5. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwingerstapel aus magnetostriktiven Elementen besteht.

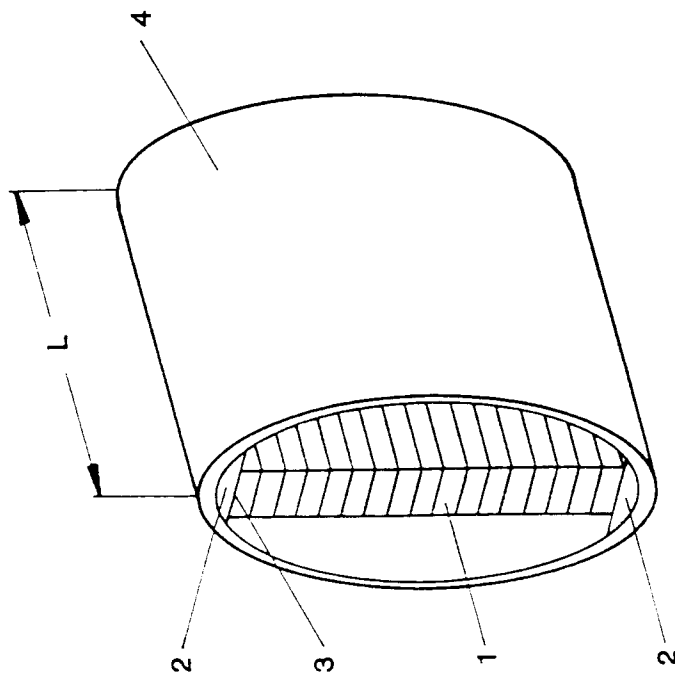


Fig. 1

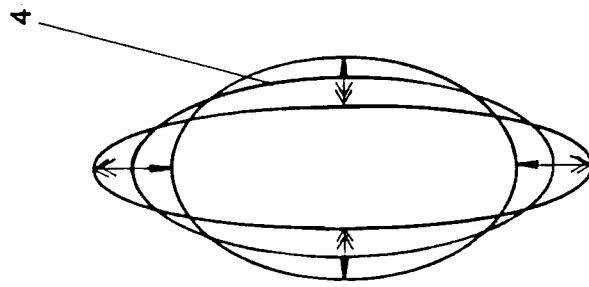


Fig. 2

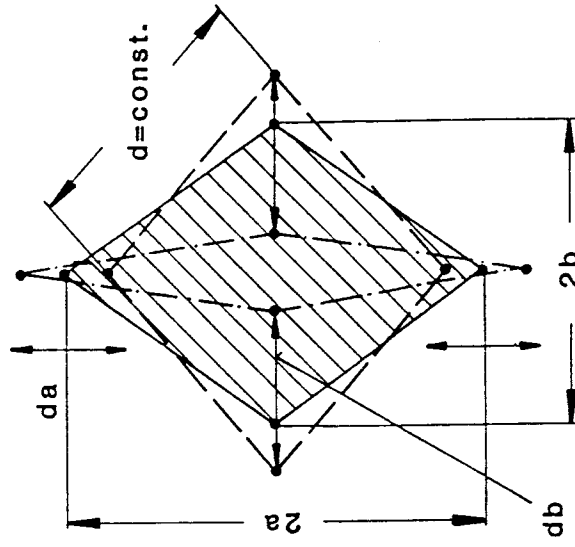


Fig. 3

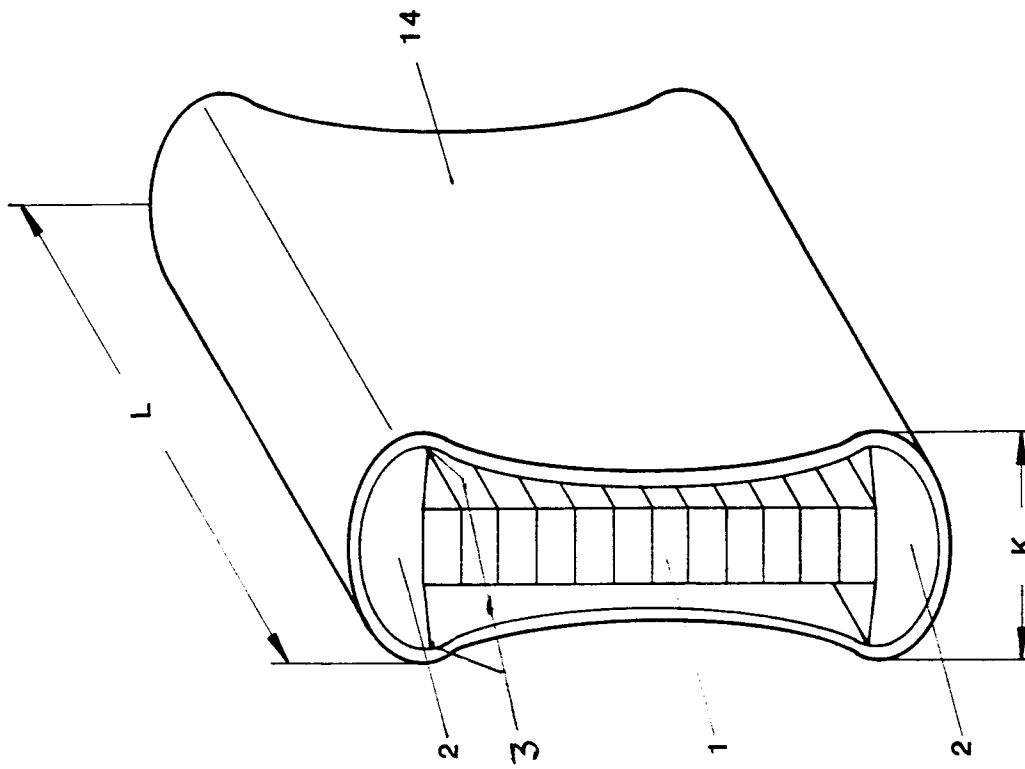


Fig. 4

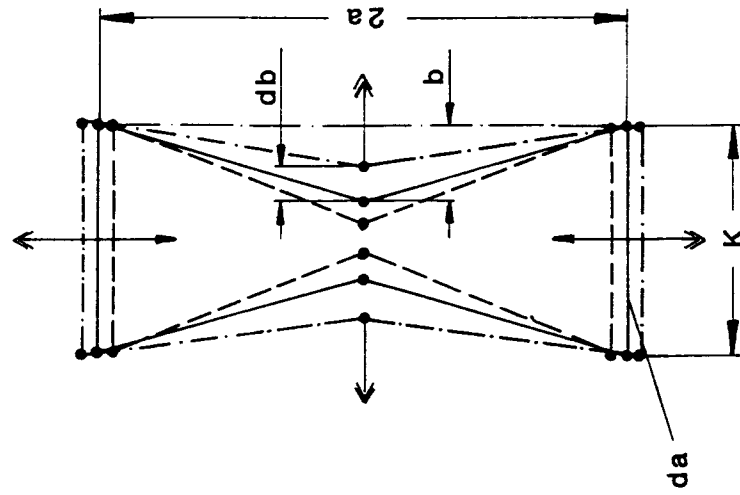


Fig. 5