



(11)

EP 0 868 108 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2007 Patentblatt 2007/14

(51) Int Cl.:
H04R 17/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **98102000.1**

(22) Anmeldetag: **05.02.1998**

(54) **Piezoelektrischer Lautsprecher**

Piezoelectric speaker

Haut-parleur piézoélectrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **26.03.1997 DE 19712728**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.1998 Patentblatt 1998/40

(73) Patentinhaber: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(72) Erfinder:
• **Borchers, Ingo, Dr.-Ing.**
88690 Uhldingen-Mühlhofen (DE)

- **Burckas, Kerstin**
76131 Karlsruhe (DE)
- **Renger, Klaus**
88690 Uhldingen-Mühlhofen (DE)
- **Kusch, Engelbert**
88632 Salem (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 119 892 GB-A- 1 382 927
US-A- 2 521 642

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 006, Nr. 155**
(E-125), 17. August 1982 (1982-08-17) & JP 57
076999 A (SUMITOMO SPECIAL METALS CO
LTD), 14. Mai 1982 (1982-05-14)

EP 0 868 108 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Piezoelektrischer Lautsprecher nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

[0002] Beim herkömmlichen piezoelektrischen Lautsprechern wirkt ein einzelner, einseitig eingespannter Piezobiegeschwinger mit seinem freien Ende auf eine Pappmembran und lenkt diese aus. Ein derartiger Biegeschwinger ist z.B. beschrieben in Brockhaus, Naturwissenschaft und Technik, Mannheim Sonderausgabe 1989, Band 3, Seite 159. Da hierbei Partialschwingungen der Membran und Verformungen der Membran unerwünscht sind, muß diese möglichst steif sein, wozu üblicherweise eine steile Kegelform gewählt wird. Dieser Aufbau bedingt eine große Bauhöhe, die die Möglichkeiten der Platzierung, z.B. im Auto, stark einschränken.

[0003] Aus der Patentschrift US2521642, Massa, 1950, ist ein piezoelektrischer Lautsprecher bekannt, bei dem allerdings keine Piezobiegeschwinger eingesetzt werden und damit keine niedrige Bauhöhe erzielt werden kann.

[0004] Offenlegungsschrift DE2119892, Vorbrodt, 1972, offenbart einen piezoelektrischen Lautsprecher bei dem der Antrieb durch einen Piezobiegeschwinger realisiert wird. Dieses Dokument geht aber nicht auf die Aufgabe ein, wie eine flache Bauweise bei einer gleichzeitig erhöhten Ausgangsleistung zu erreichen ist. Zusätzlich weist dieses Dokument weder auf die Verwendung einer Mehrzahl von Piezobiegeschwingern noch auf die Gestaltung der Membrane hin.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen piezoelektrischen Lautsprecher mit extrem niedriger Bauhöhe zu schaffen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0007] Erfindungsgemäß werden als Antrieb mehrere, einseitig festgelegte Piezobiegeschwinger eingesetzt, die extrem flach ausgebildet werden können. Diese wirken mit ihrem freien Ende auf eine Flachmembran oder eine kegelförmige Membran, wobei der Kegel sehr flach ausgebildet ist (Basiswinkel kleiner als 10°). Die Lage der einzelnen Piezobiegeschwinger zur Membran kann dabei frei gewählt werden.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Bauweise können Bauhöhen kleiner als ca. 10 mm erreicht werden. Trotz dieser flachen Bauweise kann das Entstehen von Partialschwingungen der Membran vermieden werden.

[0009] Vorteilhaft an der Erfindung ist auch, daß die einzelnen Piezobiegeschwinger mit unterschiedlichen Phasenlagen relativ zueinander betrieben werden können. Dadurch kann der Frequenzgang des Lautsprechers wesentlich verbessert werden.

[0010] Durch die Möglichkeit, verschiedene freie Biegelängen für die einzelnen Piezobiegeschwinger einzustellen, lassen sich Einbrüche im Frequenzgang ausgleichen. Hintergrund hierfür ist die Tatsache, daß die Eigenfrequenz des Piezobiegeschwingers von seiner frei-

en Länge abhängt. Eine Kombination von Piezobiegeschwingern mit verschiedenen freien Längen führt dazu, daß über einen breiten Frequenzbereich diese Eigenfrequenzen auftreten. Durch eine geschickte Abstimmung ist hierdurch eine einfache Möglichkeit zum Tuning des Frequenzganges des Lautsprechers gegeben.

[0011] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform besteht ein Piezobiegeschwinger aus mehreren kaskadierten Piezobiegeschwingern. Dadurch kann der Hub bzw. der auf die Membran ausgeübte Kraft erhöht werden.

[0012] Vorteilhaft wird als Membran eine CFK-Sandwichmembran mit Kevlar-Einlage zwischen Sandwichkern und Deckschicht eingesetzt. Diese CFK-Sandwichmembran kann sowohl als Flachmembran als auch als flacher Kegel ausgebildet sein. Sie besitzt den Vorteil einer sehr hohen Steifigkeit

[0013] Die Erfindung wird anhand einer Fig. näher erläutert. Sie zeigt einen erfindungsgemäßen Lautsprecher in Draufsicht (unten) und eine Schnittdarstellung entlang der Linie AA (oben).

[0014] Auf einer Aluminiumgrundplatte 1 werden die rechteckigen Piezobiegeschwinger 3 mit Hilfe von Klemmklötzen 5 einseitig befestigt. In der gezeigten Ausführungsform sind sechs Biegeschwinger 3 vorhanden, die regelmäßig über den Umfang der runden Membran 2 verteilt sind. Ein Biegeschwinger umfaßt dabei zwei Schichten, die miteinander verklebt sind. Diese Schichten werden gegenphasig angesteuert, wodurch sich eine Schicht ausdehnt und die andere verkürzt. Dies führt zu der angestrebten Durchbiegung. Um die empfindlichen Biegeschwinger nicht zu beschädigen, werden Zwischenstücke aus Teflon 7 verwendet. Mittels der Bohrungen 6 sind verschiedene freie Biegelängen einstellbar. Die Einspannung entspricht dabei der eines Kragbalkens. Wird eine Spannung an den Piezobiegeschwinger 3 angelegt, verbiegt sich dieser, was zu einer Auslenkung der Membran 2 führt.

Die Membran 2 selbst ist hier als flacher Kegel ausgeführt. Der Basiswinkel α , also der Winkel zwischen Grundfläche und Mantellinie des Kegels, ist kleiner als 10° . Die Membran ist vorteilhaft eine CFK-Sandwich-Konstruktion. Da die Kohlefasergewebe, die für die äußeren Schichten der Sandwichmembran verwendet werden, vorteilhaft sehr grob gewebt sind, wird zur Abdichtung zwischen der außenliegenden Kohlefaserschicht und dem Sandwichkern zusätzlich eine extrem fein gewebte Lage Kevlar einlaminieren. Die als CFK-Sandwichstruktur ausgebildete Membran 2 hat den Vorteil einer hohen Steifigkeit. Diese wird durch die dargestellte Ausführung als flacher Kegel noch weiter erhöht.

[0015] Die Membran 2 ist mit einer handelsüblichen Sicke 8 an der Aluminiumträgerplatte 1 befestigt. An der Membran ist ein CFK-Sechskantring 4 angeordnet, der an die Membran anlaminieren ist. Der CFK-Sechskantring 4 wiederum ist mit dem freien Ende der einzelnen Piezobiegeschwinger 3 verbunden, z.B. verklebt. Dabei ist jede Kante des Vielecks ein Piezobiegeschwinger zuge-

ordnet. Durch den Sechskantring wird eine gerade Verbindungslinie als Auflagefläche für die Piezobiegeschwinger **3** und somit eine verbesserte Krafteinleitung in die Membran erreicht. Eine weitere Zentrierung wie bei konventionellen Lautsprechern üblich, ist nicht erforderlich.

[0016] In einer weiteren, hier nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung können die Biegeschwinger auch derart angeordnet werden, daß sie mit ihrem freien Ende anstatt wie in der gezeigten Ausführung radial nach innen stattdessen radial nach außen gerichtet sind. Dabei sind die Klemmklötze nun über oder unterhalb der Membran angeordnet, und die Biegeschwinger wirken wie bei der gezeigten Ausführung auf die Mantelfläche der kegelförmigen Membran.

[0017] In einer anderen vorteilhaften Ausführung sind die einzelnen Piezobiegeschwinger nicht baugleich, sondern weisen z.B. im Hinblick auf Hub, Breite, Dicke, Hersteller unterschiedliche Eigenschaften auf. Damit ergibt sich eine weitere Möglichkeit, den Frequenzgang des Lautsprechers zu beeinflussen.

Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Lautsprecher mit einer Membran (2) sowie einem Piezobiegeschwinger (3), wobei ein Ende des Piezobiegeschwingers festgelegt ist, und das andere Ende mechanisch auf die Membran wirkt, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein weiterer, mit einem Ende festgelegter und mit dem anderen Ende mechanisch auf die Membran (2) wirkender Piezobiegeschwinger (3) vorhanden ist, und die Membran (2) eine Flachmembran oder eine kegelförmige Membran mit einem Basiswinkel (α) kleiner als 10° ist.
2. Piezoelektrischer Lautsprecher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die freie Einspannlänge der Piezobiegeschwinger (3) einstellbar ist.
3. Piezoelektrischer Lautsprecher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Membran (2) eine CFK-Sandwichmembran mit Kevlar-Einlage zwischen Sandwichkern und Deckschicht ist.
4. Piezoelektrischer Lautsprecher nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Membran (2) ein Vielkantring (4) angeordnet ist, der mit den freien Enden der Piezobiegeschwinger (3) verbunden ist.
5. Piezoelektrischer Lautsprecher nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die einzelnen Piezobiegeschwinger (3) mit zueinander unterschiedlichen Phasenlagen betrieben werden können.

6. Piezoelektrischer Lautsprecher nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Piezobiegeschwinger (3) aus mehreren kaskadierten Piezobiegeschwingern besteht.
7. Piezoelektrischer Lautsprecher nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest zwei der Piezobiegeschwinger (3) einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen.

Claims

1. Piezoelectric loudspeaker having a diaphragm (2) and a piezo flexural oscillator (3), wherein one end of the piezo flexural oscillator is fixedly attached and the other end influences the diaphragm in a mechanical manner, **characterised in that** there is provided at least one further piezo flexural oscillator (3) which is fixedly attached at one end and with the other end mechanically influences the diaphragm (2) and the diaphragm (2) is a flat diaphragm or a conical diaphragm with a base angle (α) of less than 10° .
2. Piezoelectric loudspeaker according to Claim 1, **characterised in that** the free clamping length of the piezo flexural oscillator (3) can be adjusted.
3. Piezoelectric loudspeaker according to any one of Claims 1 or 2, **characterised in that** the diaphragm (2) is a carbon-fibre-enhanced plastics sandwich diaphragm with a Kevlar insert between the sandwich core and the cover layer.
4. Piezoelectric loudspeaker according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a polygonal ring (4) which is connected to the free ends of the piezo flexural oscillators (3) is disposed on the diaphragm (2).
5. Piezoelectric loudspeaker according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the individual piezo flexural oscillators (3) can be operated with different phase positions with respect to each other.
6. Piezoelectric loudspeaker according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least one piezo flexural oscillator (3) consists of a plurality of cascaded piezo flexural oscillators.
7. Piezoelectric loudspeaker according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least two of the piezo flexural oscillators (3) are of a different construction.

Revendications

1. Haut-parleur piézoélectrique avec une membrane (2) et un résonateur à flexion piézoélectrique (3), une extrémité du résonateur à flexion piézoélectrique étant fixe et l'autre extrémité agissant mécaniquement sur la membrane,
caractérisé en ce qu'
 au moins un autre résonateur à flexion piézoélectrique (3) avec une extrémité fixe a son autre extrémité agissant mécaniquement sur la membrane (2), et la membrane (2) est une membrane plate ou une membrane conique avec un angle de base (α) inférieur à 10°.

5
10
15
2. Haut-parleur piézoélectrique selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
 la longueur de serrage libre des résonateurs à flexion piézoélectriques (3) est réglable.

20
3. Haut-parleur piézoélectrique selon une des revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce que
 la membrane (2) est une membrane sandwich en matière plastique renforcée de fibres de carbone avec un insert de Kevlar entre une couche intérieure et une couche extérieure.

25
4. Haut-parleur piézoélectrique selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 sur la membrane (2) est monté un anneau polygonal (4) relié avec les extrémités libres des résonateurs à flexion piézoélectriques (3).

30
35
5. Haut-parleur piézoélectrique selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
 les différents résonateurs à flexion piézoélectriques (3) peuvent être actionnés avec des phases différentes, les uns par rapport aux autres.

40
6. Haut-parleur piézoélectrique selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
 au moins un résonateur à flexion piézoélectrique (3) est constitué de plusieurs résonateurs à flexion piézoélectriques en cascade.

45
50
7. Haut-parleur piézoélectrique selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
 au moins deux des résonateurs à flexion piézoélectriques (3) présentent une structure différente.

55

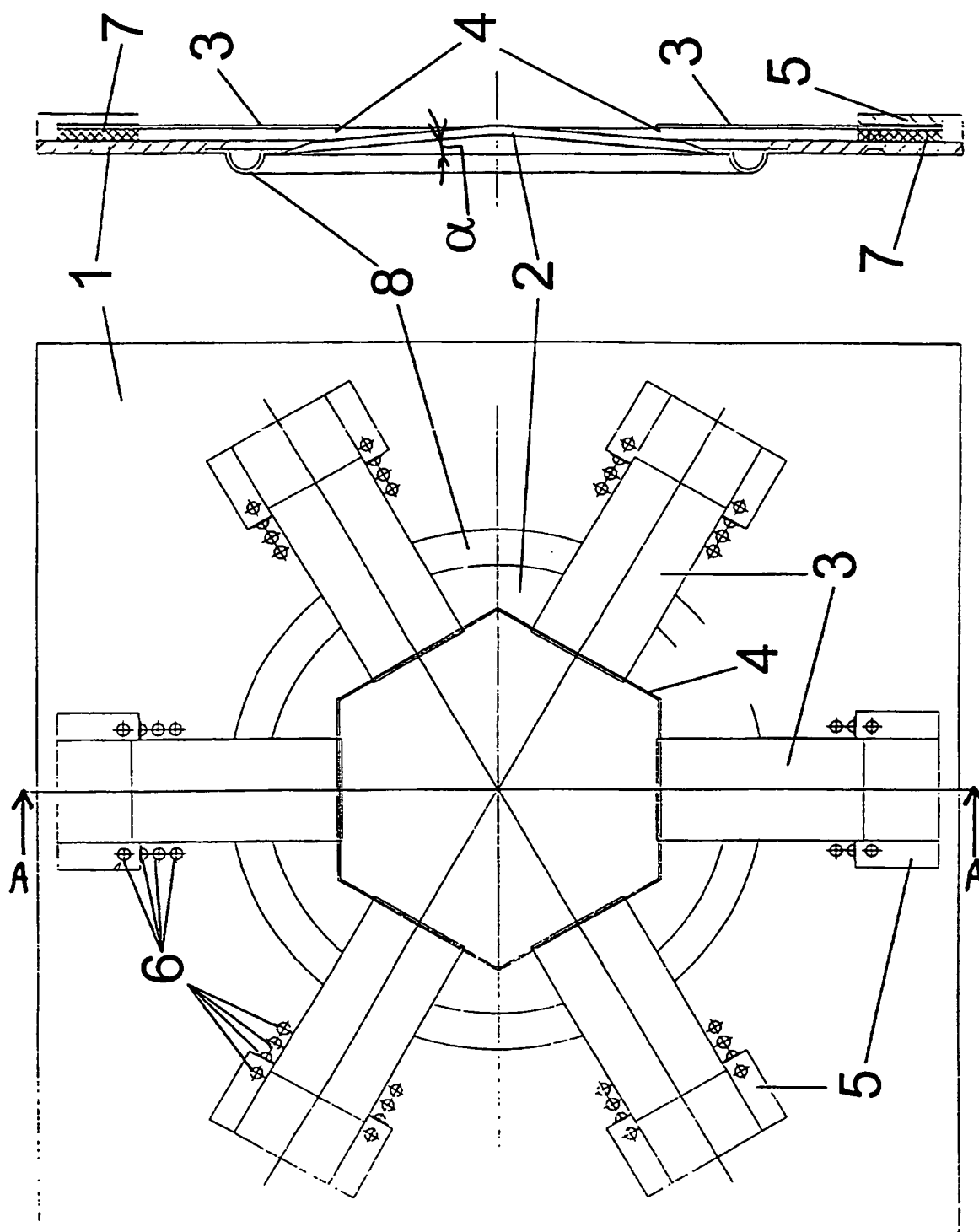


Fig.