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

(11) EP 0 868 108 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.09.1998 Patentblatt 1998/40

(51) Int. Cl.[6]: **H04R 17/00**

(21) Anmeldenummer: **98102000.1**

(22) Anmeldetag: **05.02.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

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

(71) Anmelder: **DORNIER GmbH**
88039 Friedrichshafen (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)

(74) Vertreter: **Meel, Thomas**
Dornier GmbH
L H G
88039 Friedrichshafen (DE)

(54) Piezoelektrischer Lautsprecher

(57) Die Erfindung betrifft einen piezoelektrischen 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. Erfindungsgemäß ist mindestens ein weiterer, mit einem Ende festgelegter und mit dem anderen Ende mechanisch auf die Membran (2) wirkender Piezobiegeschwinger (3) vorhanden, wobei die Membran (2) eine Flachmembran oder eine kegelförmige Membran mit einem Öffnungswinkel (α) kleiner als 10^{o} ist.

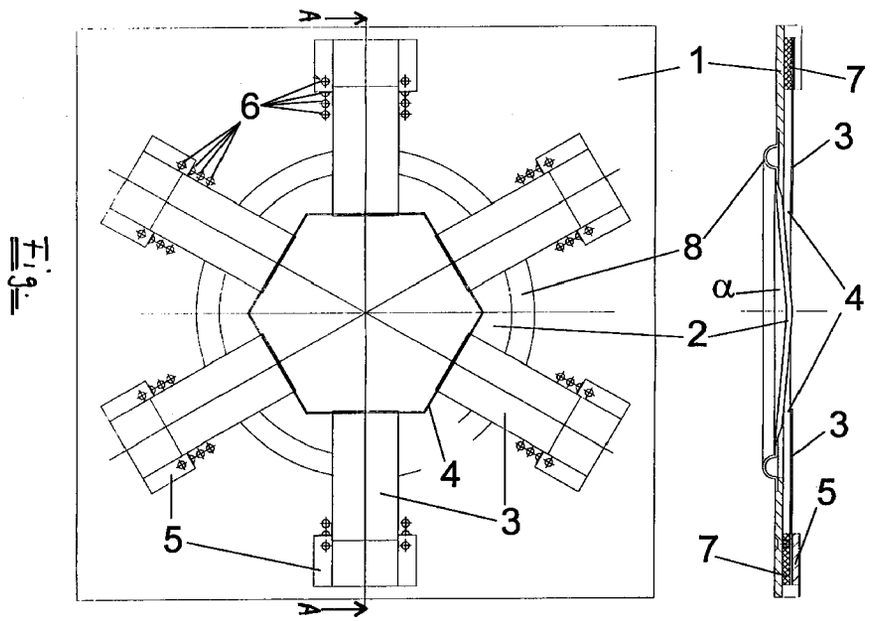


Fig. 1

EP 0 868 108 A2

Beschreibung

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

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 Plazierung, z.B. im Auto, stark einschränken.

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

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

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.

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.

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.

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 freien 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.

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.

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

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

Auf einer Aluminiumgrundplatte **1** werden die rechteckigen Piezobiegeschwinger **3** mit Hilfe von Klemmkiötzen **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 Kohlefaserlage und dem Sandwichkern zusätzlich eine extrem fein gewebte Lage Kevlar einlaminiert. 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.

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 anlaminiert 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 zugeordnet. 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.

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 Klemmkiötze nun über oder

unterhalb der Membran angeordnet, und die Biegeschwinger wirken wie bei der gezeigten Ausführung auf die Mantelfläche der kegelförmigen Membran.

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 Öffnungswinkel (α) kleiner als 10^{o} 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. Piezobiegeschwinger nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** daß zumindest zwei der Piezobiegeschwinger (3) einen unterschiedlichen Aufbau aufweisen.

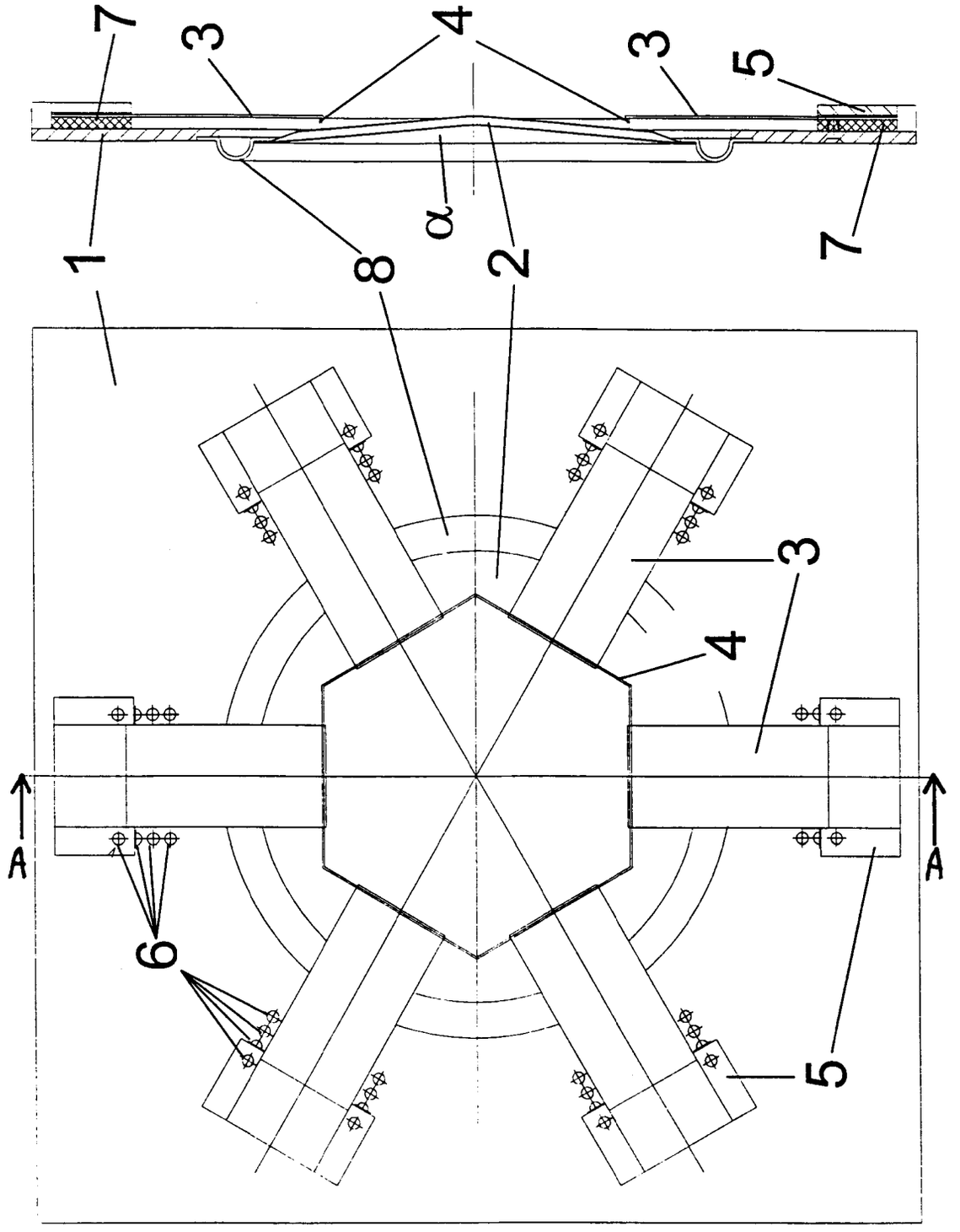


Fig.