



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 059 830 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2000 Patentblatt 2000/50

(51) Int. Cl.⁷: **H04R 3/00, G10K 11/178**

(21) Anmeldenummer: **00110585.7**

(22) Anmeldetag: **18.05.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY 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: **19.05.1999 DE 19922897**

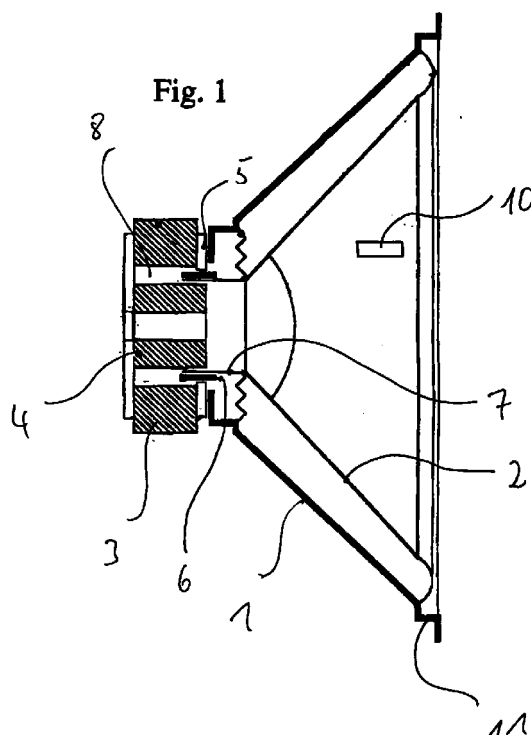
(71) Anmelder:
**LEISTRITZ AG & CO. Abgastechnik
D-90765 Fürth (DE)**

(72) Erfinder:
• **Unbehaun, Martin
90409 Nürnberg (DE)**
• **Zintel, Gerhard
90419 Nürnberg (DE)**

(74) Vertreter: **Mörtel & Höfner
Blumenstrasse 1
90402 Nürnberg (DE)**

(54) **Elektrodynamischer Lautsprecher insbesondere für einen aktiven Kraftfahrzeug-Schalldämpfer**

(57) Ein elektrodynamischer Lautsprecher mit einem ein Magnetfeld (14) erzeugenden Magneten (3), einer Schwingspule (6) und einer um eine Mittellage schwingenden Membran (2) weist eine Regeleinrichtung auf, mit der eine Mittellagen-Abweichung der Membran (2) mit Hilfe eines Sensors (10) detektierbar und die Schwingspule (6) mit einer der Abweichung entgegenwirkenden Gleichspannung beaufschlagbar ist.



EP 1 059 830 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrodynamischen Lautsprecher, insbesondere für einen aktiven Schalldämpfer eines Kraftfahrzeuges. Bei Lautsprechern der in Rede stehenden Art wird eine Membran über eine Schwingspule aus ihrer Mittellage periodisch abgelenkt. Zum Antrieb der Schwingspule ist ein Magnetfeld vorhanden, das von einem ringförmigen Magneten mit zentral darin angeordnetem Polkern sowie einer an der Membran zugewandten Stirnseite des Magneten angeordneten Polplatte erzeugt wird. Das sich mit seinen Feldlinien im Wesentlichen rechtwinklig zur Bewegungsrichtung der Schwingspule erstreckende Magnetfeld ist nun nicht vollkommen homogen sondern schwächt sich zu seinen in positiver oder negativer Auslenkungsrichtung weisenden Randbereichen hin. Im Idealfall ist das Magnetfeld völlig symmetrisch, so dass die darin in Axialrichtung periodisch oszillierende Schwingspule in positiver und negativer Auslenkungsrichtung stets mit der selben Kraft beaufschlagt wird. Bei einer Unsymmetrie des Magnetfelds hauptsächlich in diesen Randbereichen wird dagegen die Membran zusätzlich mit einer einseitig, etwa in positiver Auslenkungsrichtung wirkenden Kraftkomponente beaufschlagt und dementsprechend die Mittellage der mit der Schwingungsspule gekoppelten Membran entsprechend verschoben. Bei kleinen Schwingungsamplituden ist dieser Effekt praktisch vernachlässigbar. Je mehr jedoch die Schwingungsamplituden zunehmen, desto stärker bewirkt der beschriebene Effekt eine Verringerung des Wirkungsgrades des Lautsprechers. Wird zur Kompensation das Lautsprecher-Eingangssignal weiter erhöht, verschiebt sich die Membranzmittellage um so mehr. Dies ist ein Nachteil insbesondere bei solchen Lautsprechern, die bedingt durch den zur Verfügung stehenden Einbauraum kleine Abmessungen aufweisen und dennoch hohe Leistungen bringen sollen, wie dies z.B. bei Antischalllautsprechern von aktiven Abgasschalldämpfern der Fall ist.

[0002] Aufgabe der Erfindung ist es, einen hinsichtlich seines Wirkungsgrades vor allen Dingen im höheren Leistungsbereich verbesserten Lautsprecher vorzuschlagen.

[0003] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, mit der eine Mittellagen-Abweichung der Membran mit Hilfe eines Sensors detektierbar und die Schwingspule mit einer der Abweichung entgegenwirkenden Gleichspannung beaufschlagbar ist. Mit einer solchen Regeleinrichtung kann also erkannt werden, dass sich die Mittellage der Lautsprechermembran in einen kritischen Bereich verschoben hat. Je nach Verschiebung in positiver oder negativer Auslenkungsrichtung wird eine entsprechend gepolte, das Ansteuersignal überlagernde Korrekturspannung an die Schwingspule angelegt, wodurch die Membran in ihre Ausgangsmittellage zurückgeführt wird. Bei einem derart ausgestalteten Lautsprecher las-

sen sich beispielsweise bis zu 3 dB höhere akustische Pegel erzielen

[0004] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist ein die Membranauslenkung abgreifender Sensor, insbesondere ein Ultraschall- oder ein Laser- Abstandssensor vorhanden, der über den Meßzeitraum von wenigstens einer Schwingungsperiode den gemessenen Abstand integriert. Der Sensor kann sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite der Membran angeordnet sein. Im letztgenannten Fall ist es denkbar, dass die Abstandsmessung durch eine Bohrung im Polkern des Lautsprechers hindurch erfolgt. Mit Hilfe des Abstandssignals lässt sich eine Steuerungspannung generieren, die von der Abweichung der Membran von ihrer ursprünglichen Mittellage bzw. von ihrem optimalen Arbeitspunkt abhängig ist.

[0005] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Sensor von wenigstens einer im Wirkungsbereich des Magnetfeldes angeordneten und mit der Schwingspule bewegungsgekoppelten Induktionsspule gebildet. Bevorzugterweise sind zwei Induktionsspulen vorhanden, die gemeinsam mit der Schwingspule auf einem Schwingspulenträger mit Axialabstand zueinander und bezüglich der Spulenmitte symmetrisch angeordnet sind. Bei um den idealen Arbeitspunkt schwingender Membran werden in beiden Spulen im zeitlichen Mittel jeweils gleich große Spannungen induziert. Verschiebt sich der Arbeitspunkt von der optimalen Lage weg, so wird die mittlere Spannung in einer der beiden Spulen ansteigen in der anderen dagegen absinken. Die Differenz der beiden Spannungen lässt sich dann als Regelgröße für die Korrekturspannung hernehmen.

[0006] Bei einer besonders bevorzugten Verwendung wird ein Lautsprecher der geschilderten Art in einem aktiven Schalldämpfer eingesetzt. Bei solchen Schalldämpfern ist oft der zur Verfügung stehende Bauplatz sehr eng bemessen, so dass die Baugröße eines Lautsprechers ebenfalls eng begrenzt ist. Erschwerend hinzukommt, dass sehr hohe Schalldruckpegel erzeugt werden müssen, um den Abgasschall des Motors wirksam zu bekämpfen. Durch den Einbau eines vorgeschlagenen Lautsprechers lässt sich bei geringer Baugröße des Lautsprechers ein Antischall mit hohem Pegel erzeugen.

[0007] Die Erfindung wird nun anhand von in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig.1 einen elektrodynamischen Lautsprecher in Querschnittdarstellung,
- Fig.2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1,
- Fig.3 eine schematische Seitenansicht eines Schwingspulenträgers mit einer Schwingspule und zwei Induktionsspulen, wobei letztere einen Sensor für die Auslenkung der Lautsprechermembran bilden,
- Fig.4 eine schematische Darstellung eines Abgas-

schalldämpfers mit einem Antischalllautsprecher.

[0008] Der in Fig. 1 und 2 dargestellte Lautsprecher umfasst einen Lautsprecherkorb 1, der z.B. aus Metall besteht, einer trichterförmigen Membran 2, einem am verengten Ende des Lautsprecherkorbs 1 angeordneten ringförmigen Magneten 3, einem im Zentrum des Magneten 3 angeordneten Polkern 4, einer zwischen Dauermagnet 3 und Lautsprecherkorb 1 angeordneten Polplatte 5 sowie einer Schwingspule 6. Die Schwingspule 6 ist auf einem im Wesentlichen rohrabschnittförmigen Schwingspulenträger 7 aufgewickelt, der einerseits mit der Membran 2 verbunden ist und der sich mit seinem anderen Ende in einen ringförmigen Spaltraum 8 zwischen Dauermagnet 3 und Polkern 4 hinein erstreckt. Am Übergangsbereich zwischen Schwingspulenträger 7 und Membran 2 ist ein Zentrierelement 9 fixiert, dass den Schwingspulenträger 7 krugförmig umgibt, ziehharmonikaartig gefaltet und mit seinem äußeren Rand am Lautsprecherkorb 1 fixiert ist. Weiterhin ist eine Regeleinrichtung vorhanden, die einen innerhalb des von der Membran 2 umspannten Raumes angeordneten, die Membranauslenkung detektierenden Sensor 10 umfasst. Der Sensor 10 kann z.B. über einen (nichtdargestellten Träger) am Randbereich 11 des Lautsprecherkorbs 1 fixiert sein. Der Sensor 10 in Fig. 1 und Fig. 2 sendet einen Laserstrahl 12 oder ein Ultraschallsignal aus, das an der Membranvorderseite 13 reflektiert und vom Sensor 10 ausgewertet wird. Dazu werden die Abstandswerte einer Schwingungsperiode integriert und ein Durchschnittswert ermittelt. Die Abweichung der Membran 2 bzw. der mit ihr über den Träger 7 gekoppelten Schwingspule 6 von ihrer optimalen Mittellage lässt sich damit exakt bestimmen. Im Idealfall schwingt die Membran um die Mittellage X_0 bis in ihre Endlagen X_1 und $-X_1$. Eine Verschiebung der Mittellage in Richtung X_1 oder $-X_1$ wird vom Sensor detektiert. Zur Kompensierung der Mittellagenverschiebung der Membran 2 schaltet die Regeleinrichtung der Schwingspule 6 ein Gleichstromsignal auf, das je nach Richtung der Mittellagenverschiebung positiv oder negativ gepolt ist. Das dadurch entstehende Magnetfeld tritt mit dem sich von der Polplatte zum Polkern 4 erstreckenden Magnetfeld 14 in Wechselwirkung, wodurch die Spule und damit die Membran 2 in die optimale Mittellage X_0 bewegt wird. In Fig. 2 ist das sich in seinen Randbereichen 15, 16 abschwächende Magnetfeld 14 durch eine geringere Anzahl von strichlierten Linien dargestellt. Die Randbereiche 15, 16 eines handelsüblichen Lautsprechers sind gewöhnlicherweise unsymmetrisch, das heißt bei höheren Belastungsspegeln taucht die Schwingspule 6 zunehmend mehr in die Randbereiche ein, das Ungleichgewicht zwischen der Feldstärke der Randbereiche 15, 16 macht sich daher zusehends als in Richtung $-X_1$ bzw. X_1 auf die Membran 2 wirkende und sie aus ihrer Mittellage X_0 verschiebende Kraftkomponente bemerkbar. Mittellagenabweichungen können auch auf Fertigungsungenauigkeiten zurückgehen.

chungen können auch auf Fertigungsungenauigkeiten zurückgehen.

[0009] In Fig. 3 ist eine weitere Ausgestaltung eines Sensors 10a gezeigt. Er setzt sich hier aus zwei beispielsweise nur aus einer Wicklung bestehenden Induktionsspulen 17, 18 zusammen. Diese sind mit Axialabstand zueinander auf dem Schwingungsspulenträger 7 aufgewickelt. Zwischen ihnen befindet sich die Schwingspule 5. Bezüglich der Mitte 19 der Schwingspule 5 sind die Induktionsspulen 17, 18 symmetrisch angeordnet, weisen also jeweils den gleichen Abstand zur Schwingspulenzentrum 19 auf. Wenn sich die Induktionsspulen in einem homogenen Magnetfeld bewegen, sind in jedem Zeitpunkt einer periodischen Schwingung des Trägers 7 gleiche Spannungsverhältnisse vorhanden. Eine Inhomogenität des Magnetfeldes macht sich durch unterschiedliche Spannungen bemerkbar, die mit geeigneten Meßgeräten erkennbar sind. Die Größe der Spannungsdifferenz zwischen den Induktionsspulen 17, 18 ist ein Maß für die Abweichung der Membran von der optimalen Schwingungsmittellage X_0 .

[0010] In Fig. 4 ist ein Abgasschalldämpfer 20 schematisch dargestellt. Er weist ein Gehäuse 21 auf, das von einem Abgasrohr 22 durchsetzt ist. Das Abgasrohr ist in Richtung des Pfeiles 23 von Abgas durchströmbar. In der Nähe des Ausgangs 24 ist in der Wandung des Abgasrohres 22 eine Schallkopplungsstelle 25 beispielsweise in Form einer Perforierung vorhanden. Über die Schallkopplungsstelle 25 ist das Abgasrohr 24 mit dem Innenraum 26 des Abgasschalldämpfers verbunden. In diesem ist an der Schallkopplungsstelle 25 gegenüberliegenden Seite ein Lautsprecher 27 angeordnet, der entsprechend den obigen Ausführungen ausgestaltet ist.

Bezugszeichenliste

[0011]

1	Lautsprecherkorb
2	Membran
3	Magnet
4	Polkern
5	Polplatte
6	Schwingspule
7	Träger
8	Spaltraum
9	Zentrierelement
10	Sensor
11	Randbereich
12	Laserstrahl
13	Membranvorderseite
14	Magnetfeld
15	Randbereich
16	Randbereich
17	Induktionsspule
18	Induktionsspule
19	Spulenzentrum

20	Abgasschalldämpfer	
21	Gehäuse	
22	Abgasrohr	
23	Pfeil	
24	Ausgang	5
25	Schallkopplungsstelle	
26	Innenraum	
27	Lautsprecher	

Patentansprüche 10

1. Elektrodynamischer Lautsprecher, mit einem ein Magnetfeld (14) erzeugenden Magneten (13), einer Schwingspule (6) und einer um eine Mittellage schwingenden Membran (2), 15
gekennzeichnet durch,
eine Regeteinrichtung, mit der eine Mittellagen-Abweichung der Membran (2) mit Hilfe eines Sensors (10) detektierbar und die Schwingspule (6) mit einer der Abweichung entgegenwirkenden Gleichspannung beaufschlagbar ist. 20
2. Lautsprecher nach Anspruch 1
gekennzeichnet durch
einen die Membranauslenkung detektierenden 25
Sensor (10).
3. Lautsprecher nach Anspruch 2,
gekennzeichnet durch
einen Ultraschallsensor. 30
4. Lautsprecher nach Anspruch 2,
gekennzeichnet durch
einen Lasersensor. 35
5. Lautsprecher nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sensor (10a) aus wenigstens einer im Wirkungsbereich des Magneten (13) angeordneten und mit der Schwingspule (6) bewegungsgekoppelten Induktionsspule (17) gebildet ist. 40
6. Lautsprecher nach Anspruch 5
gekennzeichnet durch
zwei Induktionsspulen (17, 18), die gemeinsam mit 45
der Schwingspule (6) auf einem Schwingungsspulenträger (7) und bezüglich der Spulenmitte (19) symmetrisch angeordnet sind.
7. Verwendung eines Lautsprechers nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für den aktiven Schalldämpfer eines Kraftfahrzeuges. 50

55

