

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 959 453 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

24.11.1999 Patentblatt 1999/47

(51) Int. Cl.⁶: **G10K 11/178**

(21) Anmeldenummer: **99109724.7**

(22) Anmeldetag: **18.05.1999**

(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: **20.05.1998 DE 19822582**

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**

70567 Stuttgart (DE)

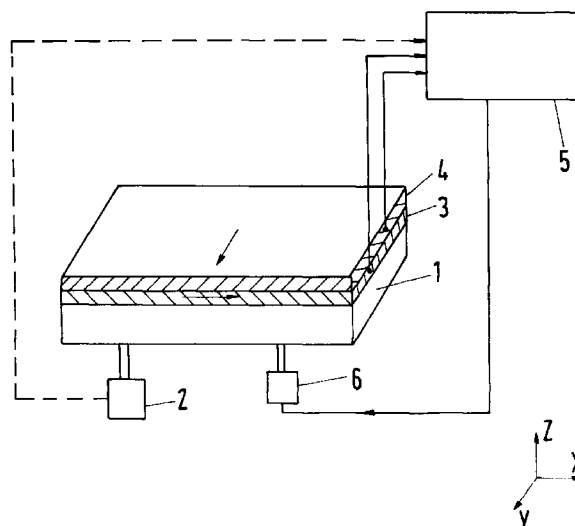
(72) Erfinder:

- **Bebesel, Marius**
80333 München (DE)
- **Maier, Rudolf**
83714 Miesbach (DE)
- **Schmidts, Klaus**
81669 München (DE)

(54) **Aktive Geräuschunterdrückung für lärmabstrahlende Flächen**

(57) Die aktive Geräuschunterdrückung für eine lärmabstrahlende Fläche weist mindestens zwei achsensensitiv integrierende Schnellesensoren auf, welche Schwingungen der Fläche in mindestens zwei, im wesentlichen orthogonale Richtungen erfassen und über eine Regelung einen auf die Fläche wirkenden Aktuator ansteuern, derart, daß den Auslenkungen der Fläche entgegengewirkt wird.

Fig.1



EP 0 959 453 A2

Beschreibung

Schnellesensoren auf einer Struktur

[0001] Die Erfindung betrifft eine aktive Geräuschunterdrückung für eine lärmabstrahlende Fläche mit mindestens einem mit der Fläche verbundenen Schnellesensor und mindestens einem durch das Signal des Schnellesensors ansteuerbaren, auf die Fläche wirkenden Aktuator.

[0002] Ein derartiges System zur Reduktion der Schallabstrahlung einer ebenen Fläche wird beispielsweise von M. E. Johnson und S. J. Elliott in Journal of Acoustic Society of America, 98 (4), Oct. 1995 unter dem Titel „Active Control of Sound Radiation Using Volume Velocity Cancellation“ beschrieben. Hierbei kommt ein Schnellesensor zur Anwendung, der sich ebenso wie der Aktuator über die gesamte Fläche erstreckt und nur ungeradzählige Schwingungsmoden, insbesondere die Grundmode (1,1) erfaßt und diesen Schwingungen mittels des Aktuators entgegenwirkt. Schwingt die lärmabstrahlende Fläche mit höheren Schwingungsmoden, bei denen auch nur eine Komponente geradzahlig ist, also z. B. (1,2)-, (2,3)-, usw. -Moden, so liefert ein derartiger flächenintegrierender Sensor kein Ausgangssignal mehr, da die Integration über alle Schwingungsberge und -täler das Summensignal 0 ergibt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß sich bei steigender Anregungsfrequenz einer schwingenden Platte auch der Abstrahlungsgrad von solchen Schwingungsmoden erhöht, welche zumindest eine ungeradzählige Komponente aufweisen, z. B. (1,2)-, (1,3)-, (2,1,3)-, (3,3)-, ... usw. -Moden.

[0003] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur aktiven Geräuschunterdrückung zu schaffen, mittels welcher Schwingungsmoden mit zumindest einer ungeradzähligen Komponente erfaßt und unterdrückt werden können.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine aktive Geräuschunterdrückung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Die Erfindung verwendet im Gegensatz zum Stand der Technik achsensensitiv integrierende Schnellesensoren, welche im einfachsten Fall aus streifenförmigen Piezofolien hergestellt sind. Sobald längs einer Achse einer mit einem derartigen Sensor belegten Fläche eine Schwingungsmode mit einer ungeradzähligen Komponente auftritt, ist das Summensignal an diesem Sensor nicht mehr 0, so daß ein entsprechend angesteuerter Aktuator dieser Schwingungsmode entgegenwirken kann.

[0006] Die Erfindung wird im folgenden anhand der in den Figuren teilweise schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein aktives System zur Geräuschunterdrückung mit zwei achsensensitiven Schnellesensoren

Fig. 2 streifenförmige, achsensensitive

Fig. 3 matrixförmig angeordnete Schnellesensoren auf einer Struktur und

Fig. 4a und 4b aktive Vorsatzelemente zur Geräuschunterdrückung.

[0007] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind auf einer Platte 1, die beispielsweise ein Struktur- oder Karosserieteil sein kann und die durch eine Störquelle 2, z. B. ein Verbrennungsmotor, zu Schwingungen angeregt wird, zwei piezoelektrische Folien 3 und 4 übereinander aufgebracht. Die piezoelektrischen Folien 3 und 4 bestehen beispielsweise aus gerecktem PVDF, welche aufgrund ihres Herstellungsprozesses unidirektionale piezoelektrische Eigenschaften haben. Die beiden Folien 3 und 4 sind so übereinander angeordnet, daß ihre durch Pfeile dargestellten piezoelektrischen Vorzugsrichtungen in der Plattenebene senkrecht zueinander orientiert sind. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist somit die Folie 3 für Auslenkungen der Plattenoberfläche in x-Richtung empfindlich und die Folie 4 für Auslenkungen in y-Richtung.

[0008] Die durch die Folien 3 und 4 erzeugten Spannungssignale werden einem Regler 5 zugeführt, der die Signale nach bekannten Verfahren verarbeitet und einen Aktuator 6 ansteuert. Der Aktuator 6 kann entweder punkt- oder flächenförmig auf die Platte 1 einwirken und zwar derart, daß schwingungsbedingten Auslenkungen der Platte entgegengewirkt wird. Für eine sogenannte „Feed Forward“-Regelung können auch die Schwingungssignale der Störquelle 2 erfaßt und dem Regler zugeführt werden.

[0009] Aufgrund der achsensensitiven integrierenden Wirkung der beiden Folien 3 und 4 wird nicht nur die Grundmode der schwingenden Platte erfaßt sondern auch solche Moden, die entweder in der x- oder y-Richtung eine ungerade Modenzahl aufweisen. Nur bei geraden Modenzahlen ist in der jeweiligen Richtung das Summensignal auf der dieser Richtung zugeordneten Folie 0.

[0010] Anstelle von großflächigen, gereckten PVDF-Folien können die achsensensitiv integrierenden Schnellesensoren auch aus streifenförmigen Folien gemäß Fig. 2 hergestellt sein. Dies hat den Vorteil, daß auch stark gekrümmte Flächen problemlos belegt werden können. Hierzu sind auf einer Platte 21 zwei Schichten von piezoelektrischen Folienstreifen kreuzweise übereinander aufgeklebt, wobei die Folienstreifen 23 der ersten Schicht die Schnelle in x-Richtung erfassen und integrieren und die darüberliegenden Streifen 24 der zweiten Schicht der y-Richtung zugeordnet sind. Die Streifen 23 bzw. 24 jeweils einer Schicht sind untereinander elektrisch verbunden, so daß an den jeweiligen Ausgangsleitungen das Summensignal aller piezoelektrischer Streifen einer Schicht anliegt.

[0011] Bei dem im Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Schnelle einer Platte 31 punktförmig mittels einzelner Sensoren 32 erfaßt, welche matrixförmig über die Oberfläche der Platte 31 verteilt sind. Hierzu eignen sich auf der Oberfläche der Platte 31 aufgeklebte Beschleunigungssensoren, welche zeilen- und spaltenweise untereinander elektrisch verbunden sind. Die Sensoren der oberen Zeile liefern dann beispielsweise ein erstes Summensignal S_{1x} , die der zweiten Zeile das Signal S_{2x} usw; entsprechend liefern die Sensoren der linken Spalte das Summensignal S_{1y} , die der nächsten Spalte das Summensignal S_{2y} usw. Da sich lokale Schnellewerte mit unterschiedlichen Vorzeichen im Summensignal gegenseitig aufheben bzw. nur als Differenzwert in Erscheinung treten, liefert das über alle Zeilen bzw. Spalten zusammengefaßte Summensignal S_x bzw. S_y jeweils eine Aussage darüber, ob auf der Platte Schwingungsmoden aufgetreten sind, die insgesamt eine lärmabstrahlende Wirkung haben. Der Zeilen- bzw. Spaltenabstand des aus den Beschleunigungssensoren 32 aufgebauten Meßgitters muß an die Struktur und an den Frequenzbereich angepaßt werden, in dem Schallreduktion erwünscht ist. Um möglichst hohe Modenordnungen aufzulösen, sollte der Abstand d kleiner als ein Viertel der Strukturwellenlänge λ der höchsten Mode betragen. Anstelle von Beschleunigungssensoren können auch entsprechend kleindimensionierte Dehnmeßstreifen, Piezokeramiken oder Piezofolien verwendet werden.

[0012] Das in den Figuren 4 a und b gezeigte Ausführungsbeispiel besteht aus einzelnen Vorsatzelementen 42, die auf einer Platte 41 möglichst flächendeckend angeordnet sind. Jedes Vorsatzelement besteht gemäß Fig. 4b aus einer harten Schale 42.1, welche mit Seitenwänden 42.2 versehen ist, die ihrerseits auf der Platte 41 aufliegen und zusammen mit der Schale 42.1 einen Hohlraum 43 bilden. Die Schale 42.1 ist entsprechend den Ausführungsbeispielen gemäß Figuren 1, 2 oder 3 mit achsenselaktiven Schnellesensoren 44 bzw. 45 belegt, deren Signale einer Regelung 46 zugeführt werden. Diese steuert einen Aktuator 47, der zentral auf die Schale 42.1 einwirkt.

[0013] Derartige Vorsatzelemente eignen sich zur Geräuschunterdrückung insbesondere von komplex schallabstrahlenden Strukturen, bei denen das Schwingungs- und Abstrahlverhalten nur schwer bestimmt werden kann. In diesen Fällen werden die gezeigten Vorsatzelemente durch die Schwingungen und den abgestrahlten Schall der eigentlich schwingenden Struktur (Platte 41) ihrerseits angeregt. Das in den Vorsatzelementen integrierte aktive System reduziert deren Lärmabstrahlung und somit die Schallabstrahlung der Struktur selbst.

Patentansprüche

1. Aktive Geräuschunterdrückung für eine lärmabstrahlende Fläche mit mindestens einem mit der

Fläche verbundenen Schnellesensor und mindestens einem, durch das Signal des Schnellesensors ansteuerbaren, auf die Fläche wirkenden Aktuator, **gekennzeichnet durch** mindestens zwei achsenselaktiv integrierende Schnellesensoren (3, 4), welche Schwingungen der Fläche (1) in mindestens zwei, im wesentlichen orthogonale Richtungen (x, y) erfassen.

2. Aktive Geräuschunterdrückung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der achsenselaktiv integrierende Schnellesensor (23, 24) mindestens ein streifenförmiges Piezoelement aufweist.

3. Aktive Geräuschunterdrückung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der achsenselaktiv integrierende Schnellesensor (23, 24) mehrere parallel nebeneinander angeordnete und elektrisch parallel geschaltete streifenförmige Piezoelemente aufweist.

4. Aktive Geräuschunterdrückung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der achsenselaktiv integrierende Schnellesensor mehrere punktförmige, matrixförmig sowohl auf der Fläche (31) angeordnete, als auch elektrisch verschaltete Beschleunigungs- oder Deformationsaufnehmer (32) aufweist, wobei zumindest für je eine Zeile und je eine Spalte mittels der Beschleunigungs- oder Deformationsaufnehmer ein Summensignal (S_{1x} , S_{2x} , ..., S_{1y} , S_{2y} , ...) gebildet wird.

5. Aktive Geräuschunterdrückung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schnellesensoren (44, 45) und der Aktuator (47) auf einer harten Schale (42.1) angeordnet sind, welche über Seitenwände (42.2) unter Bildung eines Hohlraumes (43) mit der lärmabstrahlenden Fläche (41) verbindbar ist.

6. Aktive Geräuschunterdrückung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere nebeneinander angeordnete Schalen (42.1) ein flächendeckendes Muster bilden.

Fig.1

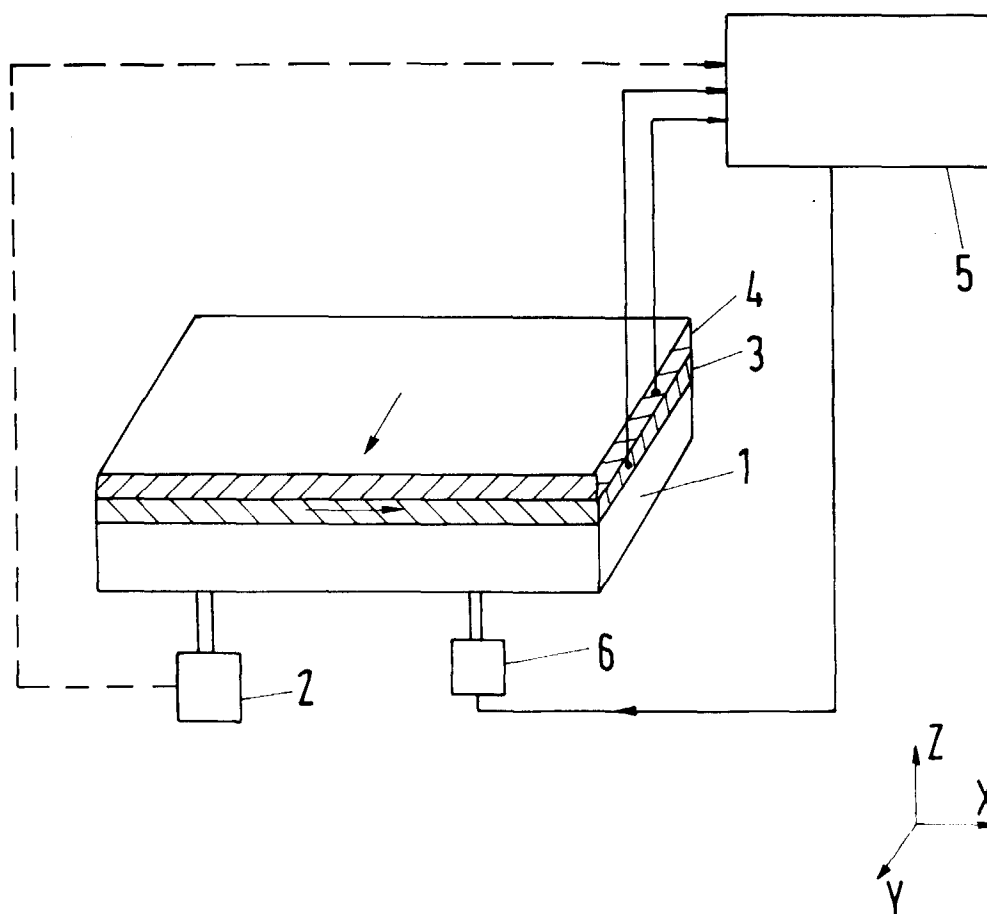


Fig.2

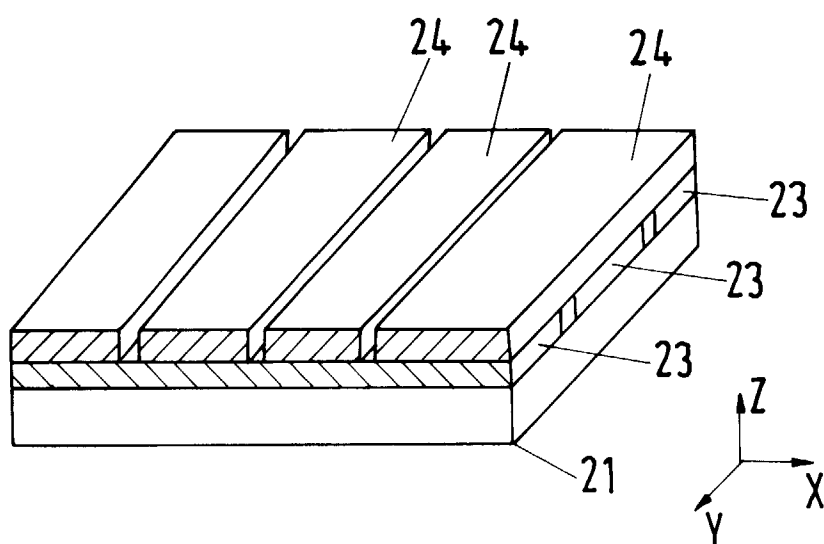


Fig.3

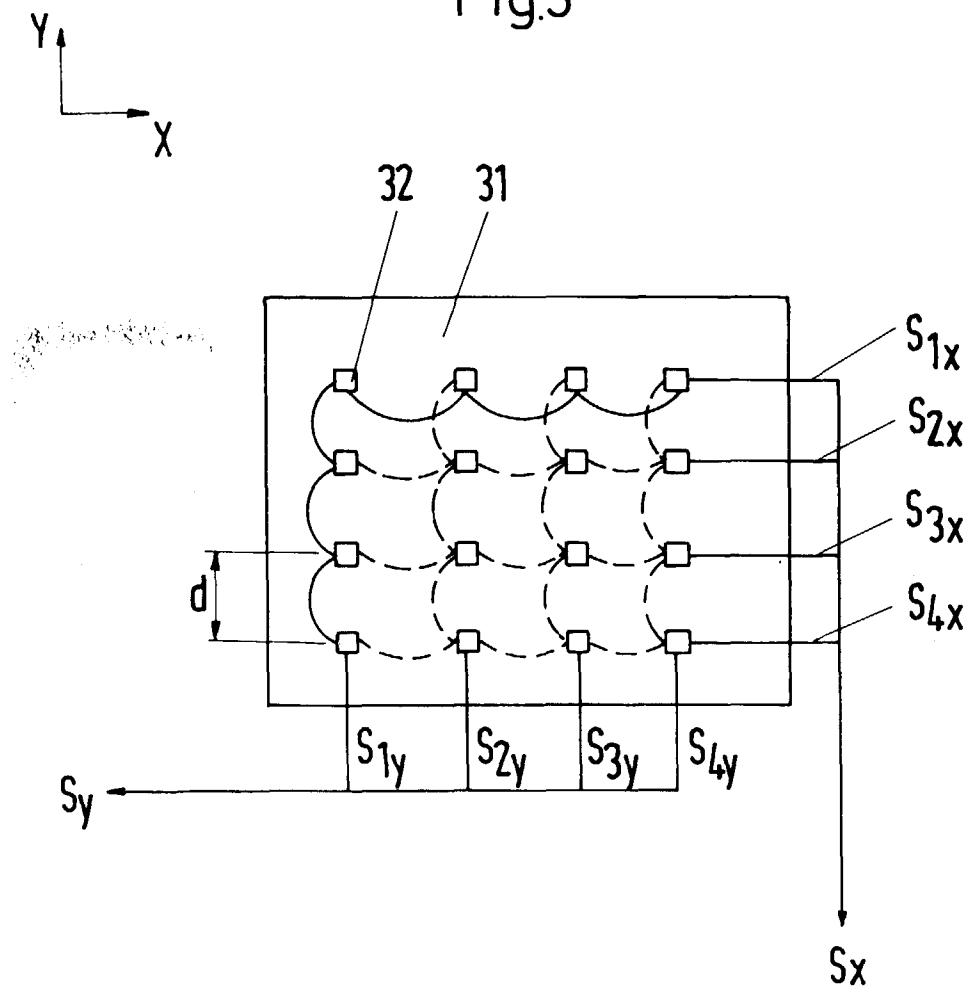


Fig.4

