

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 657 630 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94118621.5**

(51) Int. Cl.⁶: **F01N 1/06, G10K 11/178**

(22) Anmeldetag: **26.11.94**

(30) Priorität: **10.12.93 DE 4342133**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.06.95 Patentblatt 95/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE DK ES FR GB IT NL SE

(71) Anmelder: **NOKIA TECHNOLOGY GmbH**
Östliche Karl-Friedrich-Strasse 132
D-75175 Pforzheim (DE)

(72) Erfinder: **Geisenberger, Stefan**
Gerhart-Hauptmann-Strasse 50
D-94315 Straubing (DE)

(54) Anordnung zur aktiven Schalldämpfung.

(57) Gemäß dem Stand der Technik ist es bekannt, durch "Antischall" Geräuschemissionen zu dämpfen. In Abgasanlagen von Verbrennungsmaschinen ist dies zumeist so realisiert, daß der vorbeiströmende Abgasstrom in der Abgasanlage mit von Lautsprechern (12) abgestrahltem "Antischall" beaufschlagt wird. Derartige Anordnungen weisen jedoch den Nachteil auf, daß die vorbeiströmenden heißen Abgase die Lebensdauer der Lautsprecher reduzieren oder derartige Maßnahmen zur aktiven Schalldämpfung nur unzureichend arbeiten.

Daher wird erfindungsgemäß eine Anordnung angegeben, die die nach dem Stand der Technik bestehenden Nachteile vermeidet. Erfindungsgemäß wird dies dadurch realisiert, daß das Abgasrohr (10) in eine der beiden Kammern einer Doppelkammerbox (17) mündet und in diese Kammer der Doppelkammerbox (17) ein Baßreflexrohr (21) ragt. Die überragende Schallauslöschung bei geringer Lautsprecherleistung wird dadurch bewirkt, daß die Schallauslöschung in der Kammer der Box (17) erfolgt, in welche die Enden des Baßreflexrohres (21) und des Abgasrohres (10) münden und daß die Strahlachse S die Mittellinie M im Abstand A zwischen beiden Rohren (10, 21) oder im Rohr (21) schneidet und die Entfernungslänge L zwischen Trennwand (18) und Mittellinie M maximal 75% der größten Durchmesser- ausdehnung des Lautsprechers (12) beträgt.

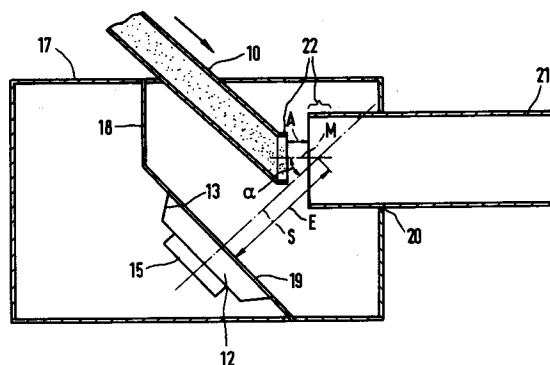


Fig.1

EP 0 657 630 A1

Technisches Gebiet

Die Erfindung befaßt sich mit einer Anordnung zur aktiven Schalldämpfung, insbesondere mit einer solchen zur aktiven Schalldämpfung in thermisch und chemisch belasteten Abgasströmen.

Stand der Technik

Gemäß dem Stand der Technik wird unter dem Begriff der aktiven Schalldämpfung eine Maßnahme verstanden, bei welcher das zu dämpfende Geräusch mit einem jedoch um 180° phasenverschobenen Geräusch überlagert wird. Diese - nach dem Prinzip der Auslöschung von Schallwellen arbeitenden - Anordnungen sind allgemein so ausgebildet, daß mittels einer Anordnung das zu dämpfende Geräusch elektroakustisch erfaßt und von einer Signalverarbeitungsanordnung in einen gegenüber dem detektierten Signalverlauf um 180° phasenverschobenen Signalverlauf transferiert wird, bevor das phasenverschobene Signal zur Steuerung eines elektroakustischen Wandlers verwendet wird.

Sollen unter Anwendung dieses Prinzips beispielsweise Abgasströme, wie sie etwa in Auspuffanlagen von Verbrennungsmaschinen auftreten, behandelt werden, muß neben der Schalldämpfung auch gewährleistet bleiben, daß der Abgasstrom in der Auspuffanlage selbst durch die Beschallung mit dem "Antischall" nicht behindert wird. Damit diese Forderung eingehalten wird, wird nach dem Stand der Technik zumindest ein akustischer Wandler in Form eines Lautsprechers so mit der Auspuffanlage verbunden, daß dessen eine Membranseite in direktem Kontakt mit den vorbeiströmenden Abgasen steht. Eine solche Anordnung ist in Figur 2 näher gezeigt. Diese Prinzipdarstellung zeigt ein Abgasrohr 10, in welchem die von der Verbrennungsmaschine (nicht dargestellt) kommenden Abgase (angedeutet durch die Punktierung) in Pfeilrichtung strömen. Beiderseits des Abgasrohres 10 sind zwei einander gegenüberliegende Öffnungen 11 eingelassen. In jede dieser Öffnungen 11 ist ein Konuslautsprecher 12 so eingesetzt, daß die Lautsprechermembran 13 der beiden Lautsprecher 12 einander zugewandt sind und somit mit ihren einander zugewandten Membranseiten 14 in direktem Kontakt mit den Abgasen stehen. Letzteres ist dadurch veranschaulicht, daß das Abgas auch die von den Membrankonen 13 gebildeten Bereiche B der Lautsprecher 12 ausfüllen. Der rückwärtige Teil der Lautsprecher 12, also der Teil, welcher das Magnetsystem 15 umfaßt, ist von einem Gehäuse 16 umgeben, welches die Lautsprecher gegenüber der Umwelt kapselt.

Wenngleich mit einer solchen Anordnung, deren Lautsprecher 12 den Schall im Abgasrohr 10

mit einem um 180° phasenverschobenen Schallsignalen beaufschlagen, eine gute Schallauslöschung im Abgasrohr bewirkt wird, wird jedoch als nachteilig empfunden, daß die Lautsprechermembranen 13 derartiger Anordnung in direktem Kontakt mit den Abgasen und dem Abgasrohr stehen. Dies deshalb, weil die Abgase thermisch und chemisch belastet sind und diese Belastungen zum einen die akustischen Eigenschaften der Lautsprecher während des Betriebs verändern sowie zum weiteren die Lebensdauer der Membranen 13 sowie ihrer Aufhängungen (nicht dargestellt) erheblich verkürzen. Auch der Einsatz von verbesserten Materialien und hochwertigen Klebstoffen zur Bildung geeigneter Lautsprecher kann - wie Versuche der Anmelderin gezeigt haben - das Lebensdauerproblem nur unzureichend lösen, weil aus akustischen Gründen ein Rückgriff auf temperaturfeste und chemisch beständige Werkstoffe nur bedingt möglich ist.

Eine weitere Anordnung zur aktiven Schalldämpfung ist aus der bislang noch nicht veröffentlichten Anmeldung DE 43 17 403.5 bekannt. Gemäß dieser Anordnung wird der "Antischall" in einer nach dem Doppelkammerprinzip arbeitenden Lautsprecherbox erzeugt und über ein in die vordere Kammer der Box eingesetztes Baßreflexrohr außerhalb der Box mit der Abgasleitung zusammengeführt. Wenngleich bei einer solchen Anordnung die thermische und chemische Belastung der Lautsprechermembran gering ist, erfordert eine derartige Anordnung außerordentlich hohe Schalldrücke, so daß Dauerleistungen der oder des verwendeten Lautsprechers von etwa 160 Watt keine Seltenheit sind. Ferner kann die mit dieser Anordnung bewirkte Schallauslöschung noch nicht als optimal angesehen werden, weil durch diese Anordnung ein Dipolstrahler entsteht, der im Raum, d. h. außerhalb der Abgasanlage Interferenzerscheinungen zeigt und somit nicht an jeder Stelle eine Schallauslöschung bewirkt. Ferner ist die schlechte Schallauslöschung der aus DE 43 17 403.5 bekannten Anordnung auch darauf zurückzuführen, daß die Strömungsgeschwindigkeit im Abgasrohr erheblich größer ist als die durch die Membran bewegte Luft.

Außerdem ist aus Schrift PCT/GB92/01594 eine Anordnung bekannt, bei welcher der Lautsprecher in eine Trennwand einer nach dem Doppelkammerprinzip arbeitenden Box eingesetzt ist. Auch gemäß dieser Anordnung ist der jeweilige Lautsprecher sehr weit von dem Bereich entfernt, in welchem die Auslöschung der im Abgasstrom enthaltenen Schallwellen durch den vom Lautsprecher erzeugten Antischall erfolgt. Mit anderen Worten, durch diese große Beabstandung hat der in der Schrift PCT/GB92/01594 zur Führung der vom Lautsprecher ausgesandten Schallwellen zum Auslöschbereich vorhandene Raum die Wirkung eines in DE

43 17 403.5 gezeigten Baßreflexrohres, so daß auch die in der Anordnung gemäß PCT/GB92/01594 eingesetzten Lautsprecher hohe Dauerleistungen erfordern.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein aktives Schalldämpfungssystem anzugeben, welches die Nachteile gemäß dem Stand der Technik vermeidet.

Darstellung der Erfindung

Diese Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 dadurch gelöst, daß die Trennwand so geordnet ist, daß die Strahlachse S des Lautsprechers, welche bei in die Trennwand eingesetztem Lautsprecher senkrecht zur Trennwand verläuft, den Teil der Mittellinie M schneidet, welcher außerhalb des Mündungsbereiches des Abgasrohres verläuft und daß die Entfernungslänge E zwischen dem Bereich der Trennwand, in welchem der Lautsprecher angeordnet ist, und dem Schnittpunkt der Strahlachse S mit der Mittellinie M maximal 75 % der größten Ausdehnung des Lautsprecherdurchmessers trägt.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die zur Schallauslöschung erforderlichen Lautsprecherleistungen erheblich reduziert werden können, wenn die Beabstandung der Schallquelle und der Antischallquelle gering ist. In diesem Zusammenhang hat der Erfinder herausgefunden, daß die Schalldruckabnahme von Schallereignissen in strömenden Gasen geringer ist als die Schalldruckabnahme in nichtströmenden Gasen. Letzteres führte dazu, daß bei großer Beabstandung der Schall- bzw. Antischallquelle zu dem Bereich, in welchem die beiden Arten von Schallwellen aufeinander treffen, der Schalldruckpegel der Quelle, welche sich in einem Gasstrom befindet, hoch ist und der Schalldruckpegel der anderen Quelle, welche keinem Gasstrom ausgesetzt ist, eine überproportionale Minderung erfahren hat. Sollen die bestehenden Abstände nicht vermindert werden, kann die überproportionale Verminderung im Schalldruckpegel nur dadurch kompensiert werden, daß die nicht im Gasstrom befindliche Schallquelle mit einer höheren Leistung beaufschlagt wird. Im Umkehrschluß heißt dies aber auch, daß die Abnahme des Schalldruckpegels der Quelle, welche keinem Gasstrom ausgesetzt ist, geringer ausfällt, wenn der Abstand zwischen dieser Quelle und dem Bereich, an welchem die Schallwellen von beiden Quellen aufeinander treffen, verringert wird. Diese Verringerung ist aber nicht unproblematisch, weil dort die Quelle (Lautsprecher), welche die Schallwellen zur Auslöschung der Schallwellen im Abgasstrom bereitstellt, mit den heißen Abgasen konfrontiert wird. Daher ist der erfinderische Verdienst darin zu sehen, daß der Erfinder eine Entfernungslänge E zwischen Lautsprecher und Abgasstrom ermittelt

hat, die, wenn sie eingehalten wird, ein Optimum zwischen Lebensdauer des Lautsprechers und Schallauslöschung gewährleistet. Hierbei ist es wesentlich, daß die Strahlachse S die Mittellinie M im angegebenen Bereich schneidet.

Schneidet die Strahlachse S die Mittellinie M unter einem Winkel α zwischen 20 und 90 Grad, bevorzugt mit einem Winkel zwischen 20 und 60 Grad, so ist dadurch sichergestellt, daß der in die Trennwand eingesetzte Lautsprecher durch den Abgasstrom nur in geringem Umfang thermisch belastet wird.

Liegt der Winkel α im bevorzugten Bereich, läßt sich die Entfernungslänge E problemlos auf einen Wert absenken, der den Radius der größten Ausdehnung des Lautsprecherdurchmessers entspricht. Diese Verminderung der Entfernungslänge E auf den jeweiligen Radius des Lautsprechers ist auch dann möglich, wenn der Winkel α oberhalb von 60 Grad liegt. Hierbei hat sich jedoch gezeigt, daß bei diesen Winkelwerten die Lebensdauer des Lautsprechers leicht vermindert ist sowie eine leicht verschlechterte Schallauslöschung auftritt.

Ist das Rohr, welches in die Schallaustrittsöffnung eingesetzt ist, ein Baßreflexrohr, so kann über dieses Rohr eine Abstimmung der Box in sehr einfacher Weise ausgeführt werden. In diesem Fall sollte das Baßreflexrohr das Ende der gesamten Abgasanlage bilden, da jede Verlängerung dieses Rohres über das für die Abstimmung der Box erforderliche Maß hinaus eine FehlAbstimmung zur Folge hat und damit auch zu einer Verschlechterung der Schallauslöschung führt.

Eine gute Überleitung der Auspuffgase in das Rohr bei guter Schallauslöschung ist dann gegeben, wenn der Abstand A nicht größer als 3 Zentimeter ist.

Kurze Darstellung der Figuren

Es zeigen:

- Figur 1 einen Schnitt durch ein aktives Schalldämpfungssystem, und
- Figur 2 eine Darstellung gemäß Figur 1, jedoch nach dem Stand der Technik, und

Wege zum Ausführen der Erfindung

Die Erfindung soll nun anhand der Figuren 1 erläutert werden.

Figur 1 zeigt einen Schnitt durch eine Lautsprecherbox 17, die mittels einer Trennwand 18 in zwei unterschiedlich große Volumina unterteilt ist. In die Trennwand 18 ist eine Öffnung 19 eingelassen, in welche der Lautsprecher 12 eingesetzt ist. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Membran 13 des Lautsprechers 12 in

Richtung des Volumens der Box 17, welches mit der Schallaustrittsöffnung 20 versehen ist. In die Schallaustrittsöffnung 20 ist das Baßreflexrohr 21 eingesetzt, wobei das dem Lautsprecher 12 nahe Ende des Baßreflexrohres 21 bis ins Innere der Box 17 ragt. Das andere Ende des Baßreflexrohres 21 bildet das Ende der gesamten Abgasanlage, so daß die Abgase nach dem Verlassen des Baßreflexrohres an die Umwelt abgegeben werden.

Das Abgasrohr 10 ist ebenfalls in das Volumen der Box 17, in welches das Baßreflexrohr 21 mündet, geführt und endet dort. Die Strömungsrichtung der Abgase (dargestellt durch die Punktierung) ist durch den Pfeil angedeutet. Deutlich ist der Figur 1 entnehmbar, daß das Abgasrohr 10 gegenüber dem Baßreflexrohr 21 einen kleineren Innendurchmesser aufweist und die Enden des Abgasrohres 10 und des Baßreflexrohres 21, welche in das Volumen der Box 17 hineinragen, zueinander den Abstand A einnehmen. Ferner ist Figur 1 entnehmbar, daß die einander zugewandten Enden von Abgasrohr 10 und Baßreflexrohr 21, welche auch als Mündungsbereiche 22 bezeichnet sind, die gleiche Mittelachse M haben, so daß, wenn man den gegenseitigen Abstand A zwischen beiden Rohren 10, 21 vernachlässigt, von einer Koaxialanordnung beider Rohre 10, 21 gesprochen werden kann.

Die besonders gute Schallauslöschung im Inneren der Box 17 wird dadurch sicher gestellt, die Trennwand 18 in dem Bereich, in welchem der Lautsprecher 12 angeordnet ist, so geformt ist, daß die senkrecht zur Trennwand 18 verlaufende Strahlachse S des Lautspeakers 12, welche mit der Symmetrieachse des Lautspeakers 12 zusammenfällt, die Mittellinie M, welche durch die Mündungsbereiche 22 der Rohre 10, 21 und den Abstand A verläuft, außerhalb des Mündungsbereichs 22 des Abgasrohres 10 schneidet. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der Schnittpunkt zwischen der Strahlachse S und der Mittellinie M innerhalb des Rohres 21. Der Winkel α zwischen der Mittellinie M und der Strahlachse S hat einen Wert von etwa 45° . Der Abstand A zwischen den einander zugewandten Mündungsbereichen liegt bei 2 cm. Dieser Wert stellt sicher, daß der Abgasstrom, welcher im Abgasrohr 10 bis auf den Mündungsbereich 22 schräg zum Rohr 21 verläuft, gut vom Rohr 21 übernommen wird.

Die Entfernungslänge L, welche die Länge der Strahlachse S zwischen der Trennwand 18 und dem Schnittpunkt der Strahlachse S mit der Mittellinie M angibt, beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel 75% der größten Durchmesserdehnung des Lautspeakers 12. Soll in einem anderen -nicht dargestellten- Ausführungsbeispiel die Schallauslöschung weiter gesteigert werden, kann die Entfernungslänge L auch unter 50% der größ-

ten Durchmesserdehnung des Lautspeakers 12 abgesenkt werden. Hierbei ist aber zu beachten, daß bei Werten von unterhalb 50% der größten Lautsprecherdehnung wegen der geringen Nähe von Abgasstrom und Lautsprecher 12 die Lebensdauer des Lautspeakers erheblich reduziert ist. Gleichwohl liegt die Lebensdauer derart beabstandeter Lautsprecher 12 immer noch deutlich über derjenigen von Anordnungen gemäß DE 43 17 403.5. Dies ist auch darauf zurückzuführen, daß zum einen die Lautsprecherbox 17 das Ende der gesamten Abgasanlage bildet und somit die heißen Abgase auf dem Weg von der Verbrennungsmaschine zum Ende des Abgasrohres schon weitgehend abgekühlt sind und zum weiteren darauf, daß gemäß der Anordnung der vorliegenden Anmeldung das Abgasrohr 10 vom Lautsprecher 12 in der vorderen Kammer der Box 17 beabstandet ist bzw. das Abgasrohr 10 zum Baßreflexrohr 21 sehr strömungsgünstig liegt. Ferner wirkt auch der Umstand temperaturmindernd, daß der in die Box 17 eingesetzte Lautsprecher 12 zur Schallauslöschung mit sehr geringer Dauerleistung betrieben wird.

Patentansprüche

1. Schalldämpfungssystem für Abgasanordnungen, mit mindestens einem Lautsprecher (12), der in die Trennwand (18) einer nach dem Doppelkammerprinzip arbeitenden Lautsprecherbox (17) eingesetzt ist, wobei das eine durch die Trennwand (18) gebildete Volumen mit einer Schallaustrittsöffnung (20) versehen ist, in welche ein Rohr (21) eingesetzt ist, und mit einem Abgasrohr (10), welches in dem durch die Trennwand (18) gebildeten Volumen endet, welches mit der Schallaustrittsöffnung (20) versehen ist, wobei die einander zugewandten Enden der beiden Rohre (10, 21), welche zumindest in ihrem Mündungsbereich (22) die gleiche Mittellinie M teilen, zueinander einen Abstand A haben, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trennwand (18) so angeordnet ist, daß die Strahlachse S eines in die Trennwand (18) eingesetzten Lautspeakers (12) den Teil der Mittellinie M schneidet, welcher außerhalb des Mündungsbereichs (22) des Abgasrohres (10) verläuft, und daß die Entfernungslänge E zwischen dem Bereich der Trennwand (18), in welchem der Lautsprecher (12) angeordnet ist, und dem Schnittpunkt der Strahlachse S des Lautspeakers (12) der Mittellinie M maximal 75 % der größten Ausdehnung des Lautsprecherdurchmessers beträgt.

2. Aktives Schalldämpfungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strahlachse S und die Mittellinie M einen Winkel α zwischen 20 und 90 Grad einschließen. 5
3. Aktives Schalldämpfungssystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, 10
daß die Entfernungslänge E gleich dem Radius der größten Ausdehnung des Lautsprecherdurchmessers ist.
4. Aktives Schalldämpfungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß das in die Schallaustrittsöffnung (20) eingesetzte Rohr (21) ein Baßreflexrohr ist und
daß das Baßreflexrohr (21) mit seinem der Box (17) abgewandten Ende das gesamte Ende der Abgasanlage bildet. 20
5. Aktives Schalldämpfungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 25
dadurch gekennzeichnet,
daß der Abstand A nicht größer als 3 Zentimeter ist.

30

35

40

45

50

55

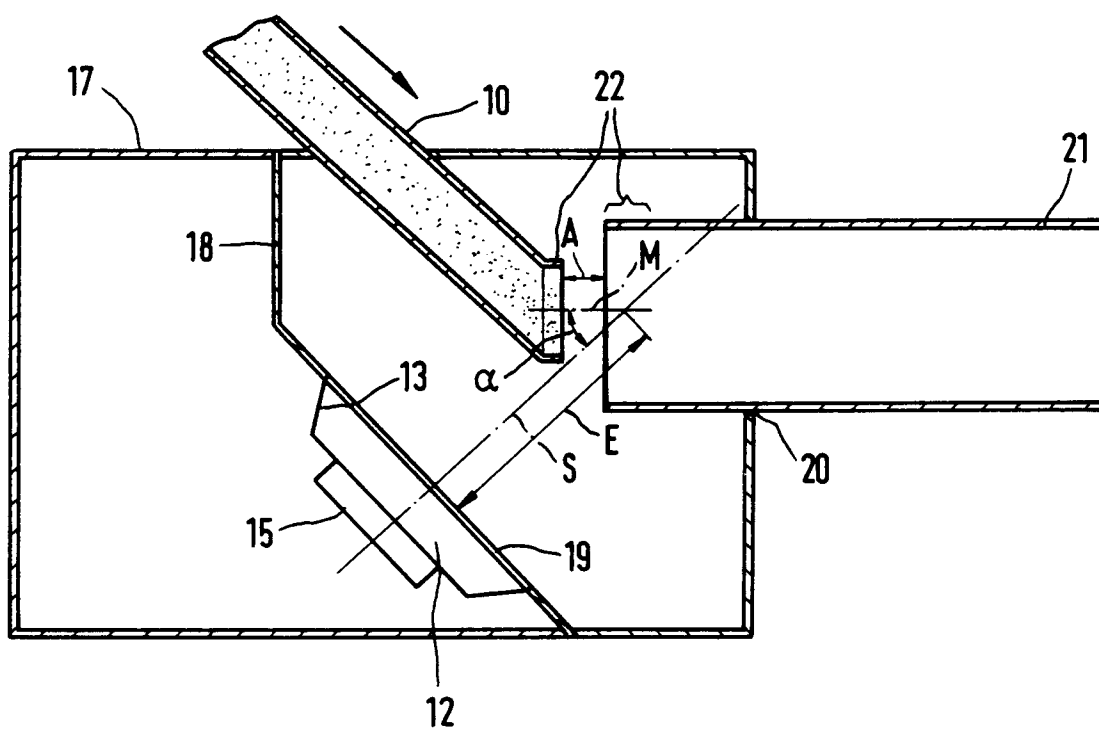


Fig.1

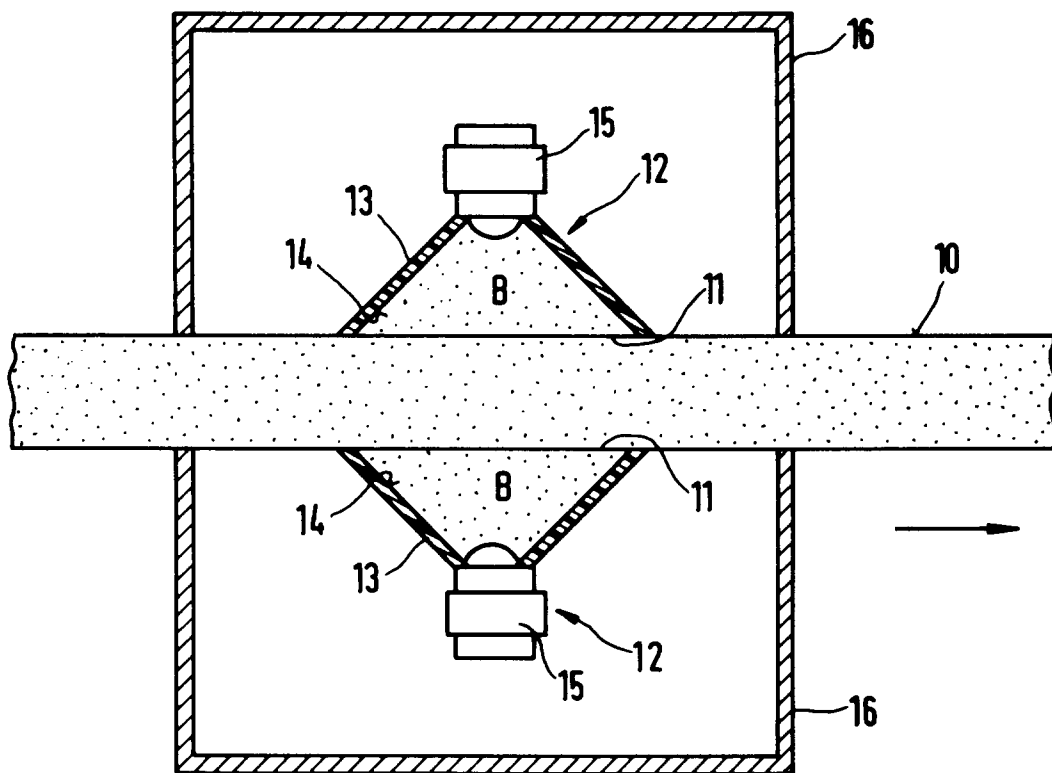


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 8621

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
P,A	US-A-5 336 856 (KRIDER) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	F01N1/06 G10K11/178
A	US-A-5 044 464 (BREMIGAN) * Spalte 1, Zeile 51 - Zeile 65 * * Spalte 2, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 62; Abbildungen 2,5-7 *	1	
D,A	WO-A-93 05282 (ACTIVE NOISE AND VIBRATION TECHNOLOGIES) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 688 (P-1662) 16. Dezember 1993 & JP-A-05 232 974 (FUJITSU TEN) 10. September 1993 * Zusammenfassung *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01N G10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10. März 1995	Prüfer Sideris, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			