



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(51) Int Cl.7: **F01N 1/06**

(21) Anmeldenummer: **02018051.9**

(22) Anmeldetag: **13.08.2002**

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

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
 • **Krüger, Jan, Dr.**
70563 Stuttgart (DE)
 • **Rose, Thomas**
70374 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **04.12.2001 DE 10159487**

(54) **Aktiver Schalldämpfer für Abgasanlagen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen aktiven Schalldämpfer (1) zum Dämpfen von Luftschall, den eine Maschine (3) mit einer rotierenden Antriebswelle (11) in Abhängigkeit ihrer Drehzahl erzeugt. Der Schalldämpfer (1) weist einen Hohlkörper (4) auf, der eine bewegliche Wand (7) zur Erzeugung von Gegenschall enthält und über eine Verbindung (8) mit einer zur Führung des zu dämpfenden Luftschalls geeigneten Leitung (9)

akustisch gekoppelt ist. Der Schalldämpfer (1) besitzt außerdem eine Antriebseinrichtung (10) zum Bewegen der beweglichen Wand (7).

Einen besonders robusten Aufbau erhält der Schalldämpfer (1) dadurch, daß die bewegliche Wand durch einen Boden (7) eines Kolbens (5) gebildet ist, wobei der Hohlkörper durch einen Zylinderraum (4) gebildet ist, in dem der Kolben (5) hubverstellbar angeordnet ist.

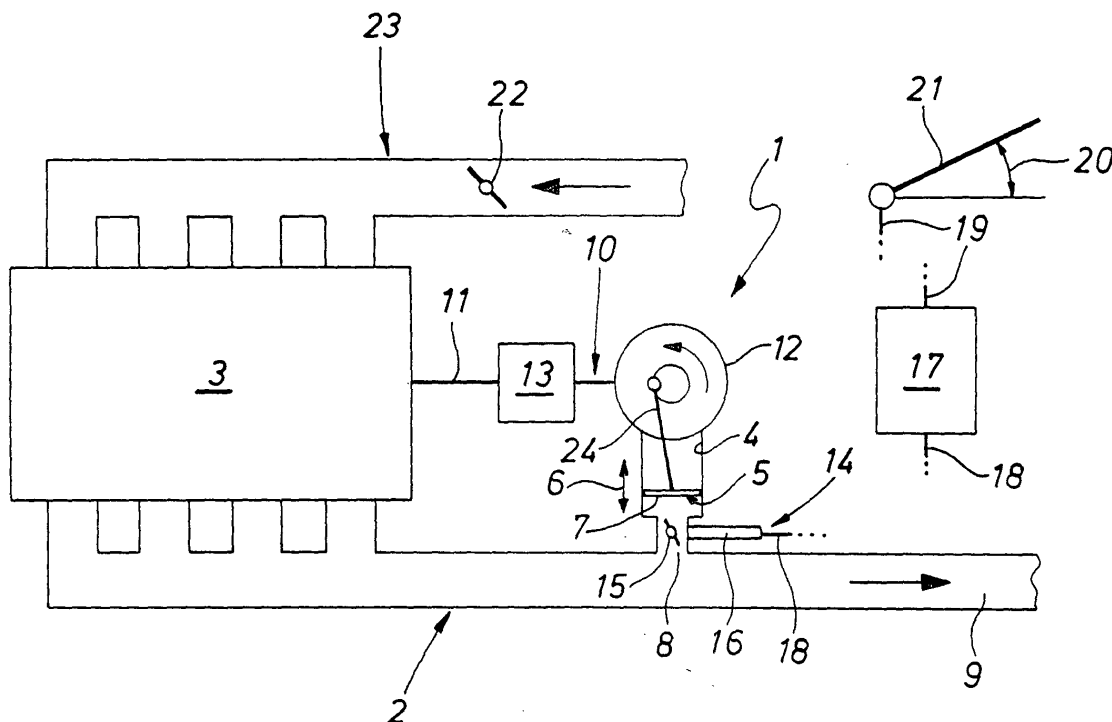


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen aktiven Schalldämpfer zum Dämpfen von Luftschall, den eine Maschine mit einer rotierenden Antriebswelle in Abhängigkeit ihrer Drehzahl erzeugt, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Schalldämpfer dieser Art werden vor allem in Abgasanlagen von Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere von Kraftfahrzeugen, verwendet, um die Schallemissionen der Verbrennungskraftmaschinen bzw. der Fahrzeuge in die Umgebung zu reduzieren. Ebenso ist es bekannt, Schalldämpfer im Ansaugbereich der Verbrennungskraftmaschinen anzuordnen.

[0003] Derartige aktive Schalldämpfer sind beispielsweise aus der US 5,336,856, US 5,432,857, EP 0 916 817 A2, DE 196 10 292 A1 und DE 197 51 596 A1 bekannt und besitzen einen Hohlkörper, der wenigstens eine bewegliche Wand zur Erzeugung von Gegenschall enthält und über eine Verbindung mit einer zur Führung des zu dämpfenden Luftschalls geeigneten Leitung akustisch gekoppelt ist. Des weiteren ist eine Antriebseinrichtung zum Bewegen der beweglichen Wand vorgesehen. Bei den bekannten Vorrichtungen ist die bewegliche Wand jeweils durch eine Membran eines Lautsprechers gebildet, die mit Hilfe eines elektromagnetischen Aktuators zur Erzeugung des gewünschten Gegenschalls anregbar ist. Die bekannten Schalldämpfer weisen jeweils einen Sensor z.B. in Form eines Mikrofons auf, der an einer vorbestimmten Stelle einen Istwert eines Schallfeldes ermittelt und diese mit einem vorbestimmten oder einstellbaren Sollwert vergleicht. In Abhängigkeit dieses Soll-Ist-Vergleichs wird dann der Lautsprecher angesteuert. Durch die Überlagerung des zu dämpfenden Luftschalls mit dem Gegenschall erfolgt eine Bedämpfung des Luftschalls durch gegenseitige Auslöschung der aufeinandertreffenden Schallwellen. Das bedeutet, daß eine speziell programmierte Steuerungselektronik den jeweiligen Lautsprecher derart betätigt, daß an dem Sensor der von der Pulsation im Luftschall verursachte Schalldruckpegel verschwindet bzw. gemindert wird. Die Verwendung von Lautsprechern in Abgasanlagen von Verbrennungskraftmaschinen bereitet Probleme, da sich diese Einsatzbedingungen deutlich von der üblichen Verwendung von Lautsprechern in herkömmlichen Beschallungsanlagen unterscheidet. Insbesondere betrifft dies die chemische, thermische, elektrische und nicht zuletzt die mechanische Belastbarkeit der Lautsprecher. Darüber hinaus kann der verwendete Softwarealgorithmus eine gewisse Instabilität besitzen, die durch Änderungen des Übertragungsverhaltens zwischen Lautsprecher und Sensor hervorgerufen werden kann und ggf. zu extremen Pegelüberhöhungen führen kann.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen aktiven Schalldämpfer der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere eine reduzierte An-

fälligkeit für die in einer Verbrennungskraftmaschine herrschenden Betriebsbedingungen besitzt.

[0005] Dieses Problem wird durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die zur Erzeugung des Gegenschalls verwendete bewegliche Wand durch einen Boden eines Kolbens zu bilden, der in einem Zylinderraum hubverstellbar angeordnet bzw. gelagert ist. Hierdurch ergibt sich ein robuster Aufbau, der es insbesondere ermöglicht, den erfindungsgemäßen Schalldämpfer im Abgasstrang einer Verbrennungskraftmaschine anzuordnen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, daß der erfindungsgemäße aktive Schalldämpfer ohne Lautsprecher auskommt.

[0007] Von besonderer Bedeutung ist dabei eine Ausführungsform, bei der die Antriebseinrichtung den Kolben so bewegt, daß die Hubfrequenz des Kolbens in einem konstanten Verhältnis zur Drehzahl oder Drehfrequenz der Maschine steht. Diese Ausführungsform beruht auf der Erkenntnis, daß bei einer Maschine mit einer rotierenden Antriebswelle der zu bedämpfende Luftschall eine von der Drehzahl der Antriebswelle abhängige Hauptstörfrequenz besitzt, die mit Hilfe des Schalldämpfers bedämpft werden soll. Durch die phasenstarre Kopplung der Hubfrequenz des Kolbens an die Drehfrequenz der Antriebswelle wird gewährleistet, daß die Druckwellen des Gegenschalls dasselbe Frequenzverhalten zeigen wie die Druckwellen der Hauptstörfrequenz. Hierdurch kann gewährleistet werden, daß der vom Kolben erzeugte Gegenschall bei jeder Drehzahl automatisch exakt die zur Bedämpfung der Hauptstörfrequenz erforderliche Frequenz besitzt. Im Unterschied zu den bekannten Schalldämpfern müssen hierbei keine komplizierten Algorithmen ausgewertet werden, da hier lediglich der einfache Zusammenhang zwischen Drehzahl und Störfrequenz zur Erzeugung des benötigten Gegenschalls verwendet wird. Eine derartige Steuerung kann daher vergleichsweise preiswert, robust und stabil ausgeführt werden.

[0008] Grundsätzlich ist es möglich, die Hubbewegung des Kolbens so auszugestalten, daß lediglich eine einzige Gegenschallfrequenz generiert wird. Zweckmäßig ist eine Weiterbildung, bei der die Hubbewegung so ausgestaltet ist, daß der Kolben wenigstens zwei verschiedene Gegenschallfrequenzen anregt, wodurch zwei verschiedene Störfrequenzen bedämpft werden können. Zweckmäßig bildet die zweite Störfrequenz eine Oberschwingung der ersten Störfrequenz.

[0009] Wenn die Antriebseinrichtung so ausgebildet ist, daß sie den Kolben bei allen Hubfrequenzen mit einem konstanten Hub bewegt, ergibt sich für den Schalldämpfer ein besonders einfacher Aufbau, der preiswert realisierbar ist.

[0010] Gemäß einer Weiterbildung kann eine Amplitudensteuereinrichtung zum Einstellen der Amplitude

des Gegenschalls vorgesehen sein, die ein Steuerglied aufweist, das in Abhängigkeit seiner Betätigung die akustische Kopplung über die Verbindung zwischen dem Zylinderraum und der luftschallführenden Leitung mehr oder weniger bedämpft. Beispielsweise kann der Hub des Kolbens für eine Maximalleistung des Schalldämpfers ausgelegt und unabhängig von der benötigten Dämpfungsleistung konstant vorliegen. Mit Hilfe der Amplituden-Steuereinrichtung kann dann die Dämpferleistung an die momentan benötigte Leistung angepaßt werden, in dem die beiden gegeneinander wirkenden Schallfelder stärker oder schwächer gekoppelt werden.

[0011] Vorzugsweise kann die Amplitudensteuereinrichtung das Steuerglied in Abhängigkeit der Maschinendrehzahl und/oder der Maschinenleistung betätigen.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der Kolben über die Antriebseinrichtung mit der Antriebswelle der Maschine antriebsverbunden sein. Bei dieser Ausführungsform wird auf eine anfällige Elektronik zur Ansteuerung des Kolbens verzichtet, wodurch der erfindungsgemäße Schalldämpfer besonders einfach und robust baut.

[0013] Sofern es sich bei der Maschine um einen Kolbenmotor handelt, der bei jeder Umdrehung seiner Antriebswelle n Zündvorgänge besitzt, wird die Hubfrequenz des Kolbens zweckmäßig so gewählt, daß sie das n -fache der Drehfrequenz der Antriebswelle ist. Üblicherweise sind die Zündvorgänge symmetrisch über dem Antriebswellendrehwinkel verteilt, so daß diese Ausführungsform automatisch zu einer Gegenschallfrequenz führt, die gleich der durch die Zündvorgänge erzeugten Störfrequenz ist. Bei einem 4-Zylinder-Viertakt-Motor kommt es während einer Kurbelwellenumdrehung zu zwei Zündvorgängen, so daß die Hubfrequenz somit die zweifache Drehfrequenz der Kurbelwelle ist. Bei einem 6-Zylinder-Viertakt-Motor finden pro Kurbelwellenumdrehung drei Zündvorgänge statt, so daß die Hubfrequenz des Kolbens dementsprechend die dreifache Kurbelwellenfrequenz ist.

[0014] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0015] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0016] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

[0017] Die einzige Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Schalldämpfers.

[0018] In Fig. 1 wird eine bevorzugte Anwendung eines erfindungsgemäßen aktiven Schalldämpfers 1 näher erläutert, nämlich zur Bedämpfung von Luftschall in einem Abgasstrang 2 einer Verbrennungskraftmaschine 3. Der Schalldämpfer 1 weist mindestens einen Hohlkörper auf, der einen Zylinderraum 4 bildet. In diesem Zylinderraum 4 ist ein Kolben 5 hubbeweglich gelagert, was durch einen Doppelpfeil 6 angedeutet ist. Ein Boden 7 des Kolbens 5 bildet dabei eine im Zylinderraum 4 bewegliche Wand. Der Hohlkörper 4 bzw. der Zylinderraum 4 ist über eine Verbindung 8 mit einer Leitung 9 akustisch gekoppelt. Diese Leitung 9 bildet dabei eine Leitung des Abgasstrangs 2 und führt im Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 3 den zu bedämpfenden Luftschall.

[0019] Der Schalldämpfer 1 besitzt eine Antriebseinrichtung 10 zum Bewegen des Kolbens 5. Bei der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist der Kolben 5 über die Antriebseinrichtung 10 mit einer Antriebswelle 11 der Verbrennungskraftmaschine 3 antriebsverbunden. Dabei enthält die Antriebseinrichtung 10 einen Kurbeltrieb 12, der die eingehende Drehbewegung der Antriebswelle 11 in eine abgehende bidirektionale Hubbewegung des Kolbens 5 umwandelt. Des weiteren enthält die Antriebseinrichtung 10 ein Getriebe 13, das die eingehende Drehzahl der Antriebswelle 11 in eine abgehende Drehzahl übersetzt, die an den Kurbeltrieb 12 und somit an den Kolben 5 übertragen wird. Vorzugsweise ist das Übersetzungsverhältnis des Getriebes 13 bei allen Maschinendrehzahlen konstant. Dementsprechend ergibt sich für die Hubfrequenz des Kolbens 5 ein konstantes Verhältnis zur Drehfrequenz bzw. Drehzahl der Antriebswelle 11 bzw. der Maschine 3.

[0020] Durch den Kurbeltrieb 12 bewegt die Antriebseinrichtung 10 den Kolben 5 bei allen Hubfrequenzen mit einem konstanten Hub. Zweckmäßig ist dieser Hub auf die maximale Dämpfungsleistung des Schalldämpfers 1 ausgelegt. Wenn jedoch der zu bedämpfende Störschall nur relativ kleine Amplituden aufweist, z.B. beim Leerlaufbetrieb der Verbrennungskraftmaschine 3, kann dies zu einer Lärmbelästigung durch den Schalldämpfer 1 führen. Um dies zu vermeiden, besitzt der erfindungsgemäße Schalldämpfer 1 eine Amplitudensteuereinrichtung 14 zum Einstellen der Amplitude des vom Kolben 5 erzeugte Gegenschalls. Diese Amplitudensteuereinrichtung 14 weist ein Steuerglied 15 auf, das hier in Form einer Schmetterlingsklappe ausgestaltet ist. Das Steuerglied 15 kann mit Hilfe eines Aktuators 16 betätigt werden. Das Steuerglied 15 ist im Bereich der Verbindung 8 angeordnet und kann in Abhängigkeit seiner Betätigung die Schallfelder im Zylinderraum 4 und in der Leitung 9 mehr oder weniger koppeln.

[0021] Das Steuerglied 15 wird zweckmäßig in Abhängigkeit der Maschinendrehzahl und/oder der Maschinenleistung betätigt. Beispielsweise umfaßt die Amplitudensteuereinrichtung 14 eine Steuerung 17, die über eine entsprechende Steuerleitung 18 den Steuergliedaktuator 16 betätigt. Beispielsweise erhält die

Steuerung 17 über eine Signalleitung 19 Signale, die mit der aktuellen Maschinenleistung korrelieren. Beispielsweise kann dazu ein Pedalwinkel 20 eines Gaspedals 21 abgegriffen werden, da die Pedalstellung in der Regel mit dem Leistungsbedarf der Verbrennungskraftmaschine 3 korreliert. Ebenso ist es möglich, eine Stellung einer Drosselklappe 22 abzugreifen, die in einem Ansaugtrakt 23 der Verbrennungskraftmaschine 3 angeordnet ist. Ebenso ist es möglich, das Steuerglied 15 über ein entsprechendes Gestänge direkt mit der Drosselklappe 22 zu koppeln, um eine von der Maschinenleistung abhängige Betätigung des Steuerglieds 15 zu erreichen.

[0022] Sofern der Steuergliedaktuator 16 verwendet wird, kann dieser als elektrischer oder elektromagnetischer oder hydraulischer oder pneumatischer oder mechanischer Aktuator 16 ausgebildet sein, der in geeigneter Weise mit dem Steuerglied 15 antriebsverbunden ist.

[0023] Das Steuerglied 15 ist dabei vergleichsweise geringen Temperaturbelastungen ausgesetzt, da es nicht vom Abgas der Verbrennungskraftmaschine 3 durchströmt wird. Des weiteren muß es nur relativ langsam reagieren, da es nur bei Drehzahl- und Laständerungen, jedoch nicht dem Zeitverlauf des Schalldruckpegels folgen muß. Somit können bekannte und bewährte Steuerglieder 15 und Aktuatoren 16 verwendet werden.

[0024] Bei der vorliegenden Ausführungsform handelt es sich bei der Verbrennungskraftmaschine 3 beispielsweise um einen 4-Zylinder-Viertakt-Motor, der zwei Zündvorgänge pro Umdrehung seiner Antriebswelle 11 besitzt. Das Getriebe 13 ist dann so ausgestaltet, daß der Kolben 5 eine Hubfrequenz besitzt, die doppelt so hoch wie die Drehfrequenz der Antriebswelle 11 ist. Dieser Zusammenhang bleibt bei allen Drehzahlen der Maschine 3 erhalten, wodurch der durch die Zündvorgänge in der Verbrennungskraftmaschine 3 erzeugte Hauptstörschall bei jeder Drehzahl automatisch mit dem richtigen Gegenschall bedämpft werden kann. Es ist klar, daß hierzu die Positionierung der Verbindung 8 sowie die Zwangskopplung zwischen der Antriebswelle 11 und dem Kolben 5 so aufeinander abgestimmt sind, daß sich im Bereich der Einkopplung des Gegenschalls in die Leitung 9 eine gegenphasige Überlagerung des Gegenschalls mit dem zu bedämpfenden Störschall ergibt, wodurch der Störschall mehr oder weniger stark bedämpft werden kann.

[0025] Die zum Antrieb des Kolbens 5 erforderliche mechanische Leistung ist relativ gering, da der Kolben 5 nur vergleichsweise geringe Drücke erzeugen muß. Des weiteren muß die Abdichtung des Kolbens 5 gegenüber dem Zylinderraum 4 keinen hohen Anforderungen genügen. Beispielsweise kann ein ggf. vorhandener Ringspalt zwischen Kolben 5 und Zylinderraum 4 zwar zu einem akustischen Kurzschluß führen, dieser ist jedoch auf sehr niedrige Frequenzen begrenzt, wodurch die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Schalldämpfers nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt wird.

Diese reduzierten Anforderungen an die Dichtigkeit ermöglichen es, Reibungsverluste zwischen Kolben 5 und Zylinderraum 4 zu reduzieren. Beispielsweise kann ein den Kurbeltrieb 12 und den Zylinder 4 enthaltendes Kurbelgehäuse aus Blech gebaut werden. Zur Reduzierung der Trägheitsmassen können beispielsweise bewegte Teile, wie z.B. der Kolben sowie eine Pleuelstange 24 aus Kunststoff hergestellt werden.

[0026] Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist die Verbindung 8 zwischen dem Zylinderraum 4 und der Leitung 9 offen ausgebildet, um eine intensive akustische Kopplung zu realisieren. Sofern es die Umgebungsbedingungen zulassen, kann die Verbindung 8 auch beispielsweise mit einer flexiblen Membran gasdicht verschlossen sein. Die vom Kolben 5 erzeugten Schwingungen können dann über die Membran in die Leitung 9 eingekoppelt werden. Das Stellglied 15 kann zur Beeinflussung der Kopplung dann zweckmäßig mit der Membran zusammenwirken.

[0027] Obwohl der erfindungsgemäße Schalldämpfer für die Bedämpfung von Luftschall im Abgasstrang 2 von besonderer Bedeutung ist, kann der Schalldämpfer 1 grundsätzlich auch zur Bedämpfung von Luftschall im Ansaugtrakt 23 eingesetzt werden. Für Weiterbildungen des Schalldämpfers 1 können beispielsweise mehrere Zylinderräume 4 und Kolben 5 vorgesehen sein, die parallel arbeiten. Ebenso können verschiedene Kolben mit unterschiedlichen Hubfrequenzen arbeiten, um verschiedene Frequenzen im Luftschall zu bedämpfen.

[0028] Bei der hier gezeigten Ausführungsform führt der Kurbeltrieb 12 zu einer sinusförmigen Hubbewegung des Kolbens 5. Durch diese sinusförmige Kolbenbewegung kann stets nur eine Störfrequenz bedämpft werden. Bei einer anderen Ausgestaltung der Antriebseinrichtung 10 kann auch eine andere Hubbewegung für den Kolben 5 dargestellt werden, die es beispielsweise ermöglicht, gleichzeitig zwei oder mehr Störfrequenzen zu bedämpfen.

[0029] Beispielsweise ist es dadurch möglich, die durch die Zündvorgänge in der Verbrennungskraftmaschine 3 erzeugte Hauptstörfrequenz sowie eine oder mehrere Oberschwingungen dieser Hauptstörfrequenz mit dem Schalldämpfer 1 zu bedämpfen.

[0030] Bei der hier gezeigten Ausführungsform wird der Kolben 5 mit Hilfe der Antriebseinrichtung 10 mechanisch mit der Antriebswelle 11 der Verbrennungskraftmaschine 3 gekoppelt. Es ist klar, daß bei anderen Ausführungsformen die Antriebseinrichtung 10 einen unabhängig von der Antriebswelle 11 angetriebenen Kolbenaktuator aufweisen kann, der zur Hubbetätigung des Kolbens 5 mit diesem antriebsverbunden ist. Eine entsprechende Steuerung, z.B. die Steuerung 17, betätigt dann diesen Kolbenaktuator in Abhängigkeit der Drehzahl der Antriebswelle 11. Beispielsweise ist die Drehzahl der Antriebswelle 11 bei modernen Verbrennungskraftmaschinen 3 in einer entsprechenden Motorsteuerung abrufbar. Ebenso kann die Antriebseinrichtung 10 über eine geeignete Sensorik die momentane

Drehzahl der Antriebswelle 11 ermitteln. Ein Kolbenak-
tuator, der unabhängig von der Antriebswelle 11, z.B.
elektrisch oder elektromagnetisch oder hydraulisch
oder pneumatisch, antreibbar ist, kann über eine geeig-
nete Steuerung besonders einfach so betätigt werden, 5
daß sich der vom Kolben 5 generierte Gegenschall zur
Bedämpfung mehrerer Störfrequenzen eignet. Insbe-
sondere kann ein solcher Kolbenaktuator in Abhängig-
keit der vorherrschenden Motordrehzahl und/oder der
vorherrschenden Motorleistung den Kolbenhub bzw. die
Amplitude des mit dem Kolben 5 generierten Gegen-
schalls variieren und so an die momentan erforderliche
Dämpfungseistung anpassen.

[0031] Obwohl der Schalldämpfer 1 bei der hier ge-
zeigten Ausführungsform zur Bedämpfung des Luft-
schalls einer Verbrennungskraftmaschine 3 verwendet
wird, ist der erfindungsgemäße Schalldämpfer 1 grund-
sätzlich bei einer beliebigen Maschine mit einer rotie-
renden Antriebswelle verwendbar, die in Abhängigkeit
ihrer Drehzahl den zu bedämpfenden Luftschall er-
zeugt. Beispielsweise kann der Schalldämpfer 1 nach
der Erfindung daher bei einer Pumpe, einem Verdichter
oder einem Kompressor zur Anwendung kommen.

Bezugszeichenliste

[0032]

- | | |
|----|-----------------------------|
| 1 | Schalldämpfer |
| 2 | Abgasstrang |
| 3 | Verbrennungskraftmaschine |
| 4 | Zylinderraum/Hohlkörper |
| 5 | Kolben |
| 6 | Hubrichtung |
| 7 | Boden/Wand |
| 8 | Verbindung |
| 9 | Leitung |
| 10 | Antriebseinrichtung |
| 11 | Antriebswelle |
| 12 | Kurbeltrieb |
| 13 | Getriebe |
| 14 | Amplitudensteuereinrichtung |
| 15 | Steuerglied |
| 16 | Steuergliedaktuator |
| 17 | Steuerung |
| 18 | Steuerleitung |
| 19 | Signalleitung |
| 20 | Pedalwinkel |
| 21 | Gaspedal |
| 22 | Drosselklappe |
| 23 | Ansaugstrang |
| 24 | Pleuelstange |

Patentansprüche

1. Aktiver Schalldämpfer zum Dämpfen von Luft-
schall, den eine Maschine (3) mit einer rotierenden

Antriebswelle (11) in Abhängigkeit ihrer Drehzahl
erzeugt, mit wenigstens einem Hohlkörper (4), der
wenigstens eine bewegliche Wand (6) zur Erzeu-
gung von Gegenschall enthält und über eine Ver-
bindung (8) mit einer zur Führung des zu dämpfen-
den Luftschalls geeigneten Leitung (9) akustisch
gekoppelt ist, und mit einer Antriebseinrichtung (10)
zum Bewegen der beweglichen Wand (6),

dadurch gekennzeichnet,

daß die bewegliche Wand durch einen Boden (6)
eines Kolbens (5) gebildet ist und daß der Hohlkör-
per durch einen Zylinderraum (4) gebildet ist, in
dem der Kolben (5) hubverstellbar angeordnet ist.

- | | | |
|----|----|--|
| 15 | 2. | Schalldämpfer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) den Kolben (5) so
bewegt, daß die Hubfrequenz des Kolbens (5) in ei-
nem konstanten Verhältnis zur Drehzahl oder Dreh-
frequenz der Maschine (3) steht. |
| 20 | 3. | Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) den Kolben (5) so
bewegt, daß die Hubbewegung des Kolbens (5) Ge-
genschall zur Bedämpfung einer oder mehrerer von
der Maschinendrehzahl abhängigen Störfrequenz
(en) erzeugt. |
| 25 | 4. | Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) den Kolben (5) bei
allen Hubfrequenzen mit einem konstanten Hub be-
wegt. |
| 30 | 5. | Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Amplitudensteuereinrichtung (14) zum
Einstellen der Amplitude des Gegenschalls vorge-
sehen ist, die ein Steuerglied (15) aufweist, das in
Abhängigkeit seiner Betätigung die beiden gegen-
einander wirkenden Schallfelder über die Verbin-
dung (8) mehr oder weniger akustisch koppelt. |
| 35 | 6. | Schalldämpfer nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitudensteuereinrichtung (14) das
Steuerglied (15) in Abhängigkeit der Maschinen-
drehzahl und/oder der Maschinenleistung betätigt. |
| 40 | 7. | Schalldämpfer nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Betätigung des Steuerglieds (15) ein elek-
trischer oder elektromagnetischer oder hydraulischer
oder pneumatischer oder mechanischer
Steuergliedaktuator (16) vorgesehen ist, der mit
dem Steuerglied (15) antriebsverbunden ist. |
| 45 | | |
| 50 | | |
| 55 | | |

8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kolben (5) über die Antriebseinrichtung
(10) mit der Antriebswelle (11) der Maschine (3) an-
triebsverbunden ist. 5 (23) der Verbrennungskraftmaschine (3) gebildet
ist.
9. Schalldämpfer nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) ein Getriebe (13)
enthält, das die Maschinendrehzahl bei allen Ma- 10
schinendrehzahlen mit einem konstanten Überset-
zungsverhältnis in die Hubfrequenz des Kolbens (5)
übersetzt.
10. Schalldämpfer nach Anspruch 8 oder 9, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) einen Kurbeltrieb
(12) aufweist, der eine von der Antriebswelle (11)
abgenommene eingangsseitige Drehbewegung in
eine ausgangsseitige bidirektionale Hubbewegung 20
des Kolbens (5) umwandelt.
11. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) einen elektrischen 25
oder elektromagnetischen oder hydraulischen oder
pneumatischen Kolbenaktuator aufweist, der mit
dem Kolben (5) antriebsverbunden ist, und daß die
Antriebseinrichtung (10) eine Steuerung aufweist,
die den Kolbenaktuator in Abhängigkeit der Maschi- 30
nendrehzahl betätigt.
12. Schalldämpfer nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Antriebseinrichtung (10) eine Sensorik auf- 35
weist, die ein mit der Maschinendrehzahl korrelier-
tes Signal ermittelt.
13. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, 40
daß bei einer als Kolbenmotor ausgebildeten Ma-
schine (3) mit n Zündvorgängen pro Umdrehung der
Antriebswelle (11) die Hubfrequenz des Kolbens (5)
das n-fache der Drehfrequenz der Antriebswelle
(11) ist. 45
14. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Maschine (3) eine Verbrennungskraftma- 50
schine, ein Kompressor, eine Pumpe oder ein Ver-
dichter ist.
15. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einer als Verbrennungskraftmaschine aus- 55
gebildeten Maschine (3) die zur Führung des zu be-
dämpfenden Luftschalls geeignete Leitung (9)
durch den Abgasstrang (2) oder den Ansaugstrang

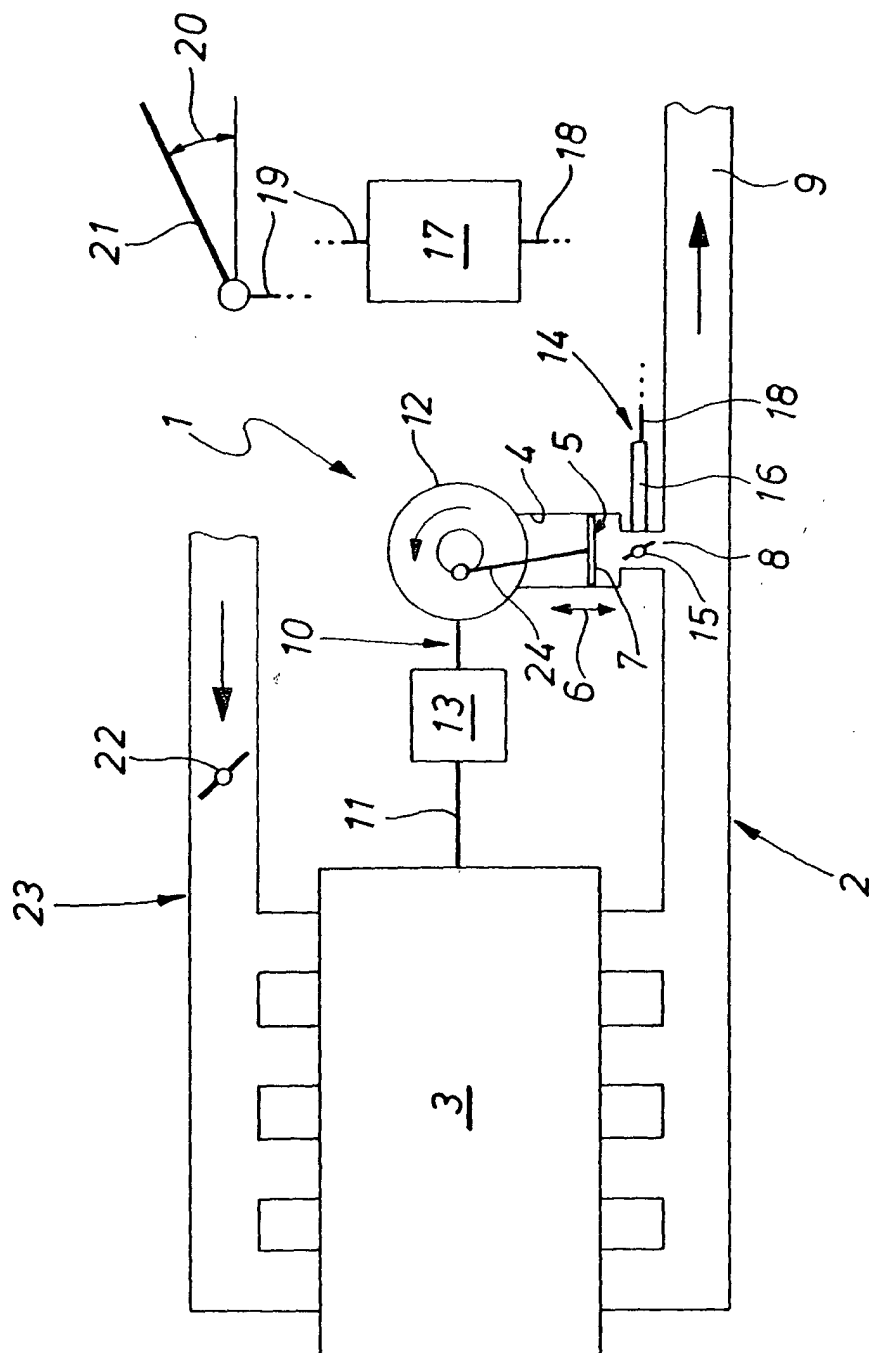


Fig. 1