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

(11) **EP 1 748 419 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

(51) Int Cl.:
G10K 11/178 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **06117736.6**

(22) Anmeldetag: **24.07.2006**

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

(30) Priorität: **25.07.2005 CH 12282005**

(71) Anmelder: **Anocsys AG**
6460 Altdorf (CH)

(72) Erfinder:
- **Bachmann, Harry**
  8712, Stäfa (CH)
- **Eggenberger, Sigmund**
  6312, Steinhausen (CH)

(74) Vertreter: **Troesch Scheidegger Werner AG**
Schwäntenmos 14
8126 Zumikon (CH)

(54) **Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem**

(57) Eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion eines Einflusses einer Lärmquelle (3) ist angegeben, wobei das aktive Geräuschreduktionssystem aus mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 6), mindestens einer Aktuatoreinheit (2) und mindestens einer Verarbeitungseinheit (20) besteht, die mit den mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 6) und der mindestens einen Aktuatoreinheit (2) wirkverbunden ist. Die Erfindung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass mindestens ein Schall-beeinflussendes Element (5) derart in Bezug auf die Lärmquelle (3) angeordnet ist, dass der Einfluss von Schallreflexionen, welche an einem Hindernis (1) entstehen, zumindest reduziert ist. Hierdurch wird die Komplexität des Systems verringert und gleichzeitig die Effizienz des Systems gesteigert.

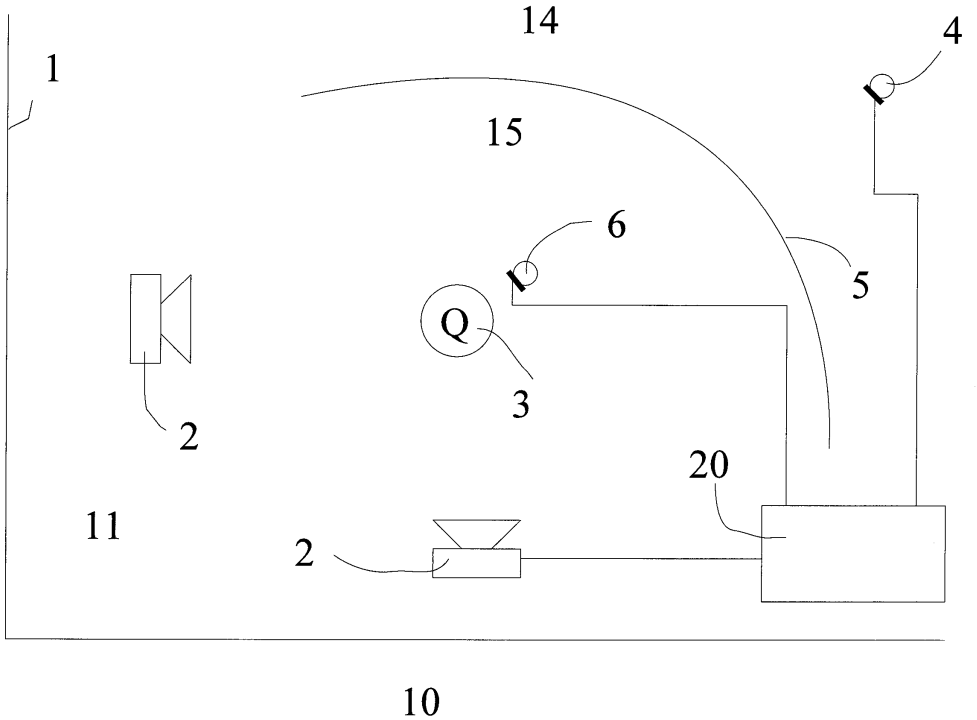

Fig. 3

EP 1 748 419 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Lärmquellen werden zunehmend als Umweltbelastung wahrgenommen und gelten als Verminderung der Lebensqualität. Da sich Lärmquellen häufig jedoch nicht vermeiden lassen, wurden bereits Verfahren zur Geräuschreduktion vorgeschlagen, die auf dem Prinzip der Wellenauslöschung basieren.

[0003] So werden beispielsweise Störgeräusche, die in Kopfhörer von Helikopterpiloten gelangen, aktiv gedämpft, indem Kenntnisse der vom Antrieb der Rotoren stammenden Störgeräusche ausgenutzt werden. In grossen Lüftungssystemen werden auch die in den Lüftungskanälen entstehenden Geräusche oft mit solchen aktiven Technologien eliminiert oder zumindest reduziert.

[0004] Das Prinzip der aktiven Geräuschreduktion beruht auf der Auslöschung von Schallwellen durch Interferenzen. Diese Interferenzen werden von einem oder mehreren elektro-akustischen Wandlern, beispielsweise von Lautsprechern, erzeugt. Das von den elektro-akustischen Wandlern abgestrahlte Signal wird mittels eines dazu geeigneten Algorithmus berechnet und laufend korrigiert. Als Grundlage für die Berechnung des von den elektro-akustischen Wandlern auszustrahlenden Signals dienen die von einem oder mehreren Sensoren gelieferten Informationen. Dies sind zum einen Informationen über die Beschaffenheit des zu minimierenden Signals. Hierzu kann zum Beispiel ein Mikrofon verwendet werden, welches das zu minimierenden Geräusch erfasst. Zum anderen werden aber auch Informationen über das verbleibende Restsignal benötigt. Auch hierzu können Mikrofone verwendet werden.

[0005] Das bei aktiver Geräuschreduktion angewendete grundlegende Prinzip wurde von Dr. Paul Lueg in einer Patentschrift aus dem Jahr 1935 und der Offenlegungsnummer AT-141 998 B beschrieben. Durch diese Druckschrift ist offenbart, wie Lärm in einer Röhre ausgelöscht werden kann. Hierzu wird die Charakteristik des Lärms vorgängig mit einem Mikrofon erfasst. In der Röhre befindet sich ein Lautsprecher in der Laufrichtung des Schalls. Das vom Mikrofon erfasste Signal wird zeitlich verzögert mit Hilfe des Lautsprechers in die Röhre eingespeist, wobei die zeitliche Verzögerung exakt der Laufzeit des Signals zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher entspricht. Das Signal wird zudem invertiert, bevor es mittels des Lautsprechers in die Röhre eingespeist wird. Je genauer die zeitliche Verzögerung und die Invertierung stimmen, und je genauer die Amplitude und die Phase abgestimmt sind, desto besser werden die in der Röhre enthaltenen Störgeräusche minimiert.

[0006] Mit der zunehmenden Verbreitung von digitalen Technologien veränderte sich auch die Vorgehensweise bei der aktiven Geräuschreduktion. Während bei der vorstehend erwähnten Methode von Lueg die Zeitverschiebung und die Amplitude aufwendig abgeglichen werden mussten, um ein zufrieden stellendes Ergebnis erhalten zu können, kommen heute mathematische Modelle und daraus resultierende Algorithmen zur Anwendung, welche komplexe Filter derart einstellen, dass sich nicht nur die entsprechenden Zeitverschiebungen und Amplituden der entsprechenden Situation angleichen, sondern beispielsweise auch die Eigenschaften der Übertragungsstrecke in die Berechnung mit einbeziehen, um eine Geräuschreduktion zu erreichen.

[0007] Derzeit ist eine Vielzahl an Publikationen im Zusammenhang mit einer aktiven Geräuschreduktion verfügbar. Die bekannten Lehren zielen dabei jeweils insbesondere auf eine spezielle Anpassung bzw. Verbesserung der verwendeten Algorithmen ab. So ist zum Beispiel der oben erwähnte Einbezug der Übertragungsstrecke als Fx-Algorithmus bekannt. Wird dieses Verfahren in einem LMS-(Least Mean Squares) Algorithmus angewendet, so wird der resultierende Algorithmus als Fx-LMS bezeichnet. Unabhängig von der zum Einsatz gelangenden Methode und Algorithmen ist die Wirksamkeit eines Systems zur aktiven Geräuschminimierung eingeschränkt. Verschärft wird diese eingeschränkte Wirksamkeit zusätzlich durch die Vorgabe, kostenoptimierte Lösungen realisieren zu müssen. Die Gründe für die eingeschränkte Wirksamkeit sind aber nicht nur technologischer Art, wie zum Beispiel beschränkte Rechenleistung oder zu kleine Rechengeschwindigkeit. Auch physikalisch sind Grenzen gesetzt, da die Effizienz eines Systems zur aktiven Geräuschminimierung mit zunehmender Distanz der einzelnen Komponenten untereinander abnimmt. Die Effizienz nimmt also zum Beispiel ab, je weiter die Aktuatoren von der Geräuschquelle entfernt sind, oder je weiter die Sensoren von den Aktuatoren entfernt sind. Dieses Verhalten wird in der JMC-Theorie, benannt nach den Inventoren M. Jessel, G. Mangiante und G. Cavenet, ausführlich beschrieben. Eine Beschreibung der JMC-Theorie lässt sich unter anderem in "La question des absorbeurs actifs, Revue d'acoustique 5", Seite 37-42 finden.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem anzugeben, welche die vorstehend genannten Nachteile nicht aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 angeführten Merkmale gelöst. Weitere Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung sind in unabhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion eines Einflusses einer Lärmquelle, wobei das aktive Geräuschreduktionssystem aus mindestens zwei Sensoreinheiten, mindestens einer Aktuatoreinheit und mindestens einer Verarbeitungseinheit besteht, die mit den mindestens zwei Sensoreinheiten und der mindestens einen Aktuatoreinheit wirkverbunden ist. Indem mindestens ein Schall-beeinflussendes Element derart in Bezug auf die Lärmquelle angeordnet ist, dass der

Einfluss von Schallreflexionen, welche an einem Hindernis entstehen, zumindest reduziert sind, entsteht ein ausgewogeneres Schallfeld, wodurch der Schallpegel in einem räumlichen Bereich hinter dem Schall-beeinflussenden Element tiefer ist, als im Bereich vor dem Schall-beeinflussenden Element. Damit kann in vorteilhafter Weise die Ausbreitung des von der Lärmquelle ausgestrahlten Lärms auf denselben räumlichen Bereich beschränkt werden, der zum Zweck der Geräuschminimierung mittels einer Aktuatoreinheit beschallt wird. Entsprechend kann die Anzahl der in einem adaptiven Geräuschreduktionssystem eingesetzten Sensoreinheiten und Aktuatoreinheiten reduziert werden, was in vorteilhafter Weise die Kosten eines solchen Systems reduziert.

[0011] Die erfindungsgemässe Anordnung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Schallausbreitung in dem hinter dem Schall-beeinflussenden Element liegenden räumlichen Bereich in günstiger Weise eingeschränkt wird, und dass eine Erhöhung des Schallpegels in diesem Bereich durch die Präsenz des von den Aktuatoreinheiten erzeugten Schalls nahezu eliminiert wird.

[0012] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das mindestens eine Schall-beeinflussende Element die Richtungscharakteristik einer Lärmquelle verringert.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass mindestens eines der Schall-beeinflussenden Elemente zwischen der Störquelle und mindestens einem der mindestens zwei Sensoreinheiten angeordnet ist.

[0014] Eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das mindestens eine Schall-beeinflussende Element derart angeordnet ist, dass die Ausbreitung eines von den Aktuatoreinheiten erzeugten Schallfeldes und die Ausbreitung eines von einer Lärmquelle erzeugten Schallfeldes auf den gleichen räumlichen Bereich eingeschränkt sind.

[0015] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das mindestens eine Schall-beeinflussende Element derart angeordnet sind, dass eine Verteilung eines von den Aktuatoreinheiten erzeugten Schallfeldes möglichst homogen ist.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das mindestens eine Schall-beeinflussende Element derart angeordnet ist, dass eine Verteilung eines von einer Lärmquelle erzeugten Schallfeldes möglichst homogen ist.

[0017] Eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das mindestens eine Schall-beeinflussende Element zumindest Abschnittsweise einen Schallabsorptionskoeffizient im Bereich von 0.9 bis 1.0 aufweist.

[0018] Eine noch weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das Hindernis zwischen der Lärmquelle und mindestens einem der mindestens zwei Sensoreinheiten angeordnet ist.

[0019] In einer spezifischeren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Aktuatoreinheiten in das Hindernis - beispielsweise in eine Wand oder in ein Lautsprechergehäuse - integriert sind. Des weiteren sind in dieser Ausführungsform die Materialeigenschaften vom Hindernis und vom Schall-beeinflussenden Element so gewählt, dass sie einen möglichst hohen Anteil des von der Lärmquelle stammenden Schalls absorbieren und den verbleibenden Restschall nach Möglichkeit reflektieren, um einen möglichst kleinen Transmissionsgrad zu erhalten.

[0020] Schliesslich besteht eine weitere Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung darin, dass die Integration der Aktuatoreinheit im Hindernis oberflächenbündig ist.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von spezifischen Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein aktives Geräuschreduktionssystem, in schematischer Darstellung,

Fig. 2 ein aktives Geräuschreduktionssystem mit einem Hindernis, wiederum in schematischer Darstellung,

Fig. 3 eine Ausführungsvariante eines erfindungsgemässen aktiven Geräuschreduktionssystems mit einem Hindernis und einem Reflektor, wiederum in schematischer Darstellung, und

Fig. 4 eine weitere Ausführungsvariante des erfindungsgemässen aktiven Geräuschreduktionssystems, wiederum in schematischer Darstellung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Reduktion bzw. Minimierung von Störgeräuschen. Es handelt sich um ein so genanntes aktives Geräuschreduktionssystem (ANC oder "Active Noise Cancelling"), mit Hilfe dessen ein Störgeräusch einer kugelförmig abstrahlenden Quelle 3 in einem freien Feld unter Anwendung des Prinzips der Signalauslöschung eliminiert bzw. zumindest reduziert wird. Zentrale Einheit eines solchen aktiven Geräuschreduktionssystems ist eine adaptive Verarbeitungseinheit 20, die mit einem Mikrofon 6 zur Bestimmung der Beschaffenheit des zu minimierenden Störgeräusches und weiter mit vier Mikrofoneinheiten 4 zur Erfassung der verbleibenden Restsignale wirkverbunden ist. Des Weiteren sind vier Lautsprechereinheiten 2 vorgesehen, die alle mit der adaptiven Verarbeitungseinheit 20 wirkverbunden sind. In der adaptiven Verarbeitungseinheit 20 wird nun aufgrund der mit den Mikrofoneinheiten 4 und dem Mikrofon 6 aufgenommenen Signalen unter Verwendung eines geeigneten Algorithmus, beispielsweise eines Fx-LMS-Algorithmus, ein Reduktionssignal berechnet und über die Lautsprechereinheiten 2 ausgegeben, um den von der Quelle 3 abgestrahlten

Lärm durch Signalauslöschung bzw. Signalreduktion zu reduzieren. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine beliebige Anzahl Mikrofoneinheiten 4, Mikrofonen 6 und Lautsprechereinheiten 2 denkbar sind. Auch sind anstelle der Mikrofoneinheiten 4, der Mikrofone 6 und der Lautsprechereinheiten 2 andere Wandlereinheiten denkbar. Im Falle der Mikrofoneinheiten 4 und der Mikrofone 6 sind dies so genannte Sensoren, die beispielsweise auch mit Piezokristallen realisiert sind, und im Falle der Lautsprechereinheiten 2 sind dies so genannte Aktuatoren, die beispielsweise auch mit Vibratoren realisiert sind. Es wird darauf hingewiesen, dass mit der in Fig. 1 gezeigten Anordnung das Resultat der erreichten Lärmreduktion je nach eingesetztem Algorithmus unterschiedlich ist. Der bekannte und bereits erwähnte Fx-LMS-Algorithmus eignet sich jedoch vorzüglich zur Erlangung von guten Resultaten.

[0023] Fig. 2 zeigt eine Anordnung, die sich gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Anordnung durch ein sich im Bereich der Quelle 3 befindendes Hindernis 1, einen weiteren Sensor 9 und einen zusätzlichen Sensor 7 unterscheidet. Das Hindernis 1 kann zum Beispiel eine Wand sein, die einerseits durch die geometrischen Abmessungen und andererseits durch die spezifischen Materialeigenschaften der Wand gekennzeichnet ist. Je höher und länger das Hindernis 1 ist, desto stärker werden die bei der Quelle 3 entstehenden Schallwellen durch physikalische Phänomene, wie Reflexion, Biegung, Dissipation, Absorption und Transmission, beeinflusst. Im Vergleich zu der in Fig. 1 gezeigten Anordnung wird die gewünschte Lärmreduktion erheblich schlechter ausfallen, und eine optimale Platzierung der Lautsprechereinheiten 2 erfordert mehr Aufwand und Sorgfalt. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass der zusätzliche Sensor 7 vorhanden ist. Es ist jedoch zweckmässig, einen oder sogar mehrere zusätzliche Sensoren 7 (beispielsweise ein Mikrofon) zur besseren Erfassung des durch die Quelle 3 verursachten Lärms einzusetzen, da sich die Charakteristik des Lärms aufgrund der Beeinflussung durch das Hindernis 1 in Abhängigkeit der Richtung verändert. Im weiteren erweist sich die Positionierung der zur Erfassung der Restgeräusche eingesetzten Sensoreinheiten 4 (beispielsweise Mikrofoneinheiten), die sich im Bereich 11 zwischen der Quelle 3 und dem Hindernis 1 befinden, als schwieriger, da je nach geometrischen Eigenschaften und Beschaffenheit der Wand auch eine Positionierung eines Sensors 9 auf der in Bezug auf das Hindernis abgewandten Seite in dem mit 10 bezeichneten Bereich sinnvoll sein kann, was sich somit in günstiger Weise auf die anzustrebende Lärmreduktion auswirkt.

[0024] Fig. 3 zeigt eine vereinfachte und kostengünstige Variante einer erfindungsgemässen Anordnung. Im Vergleich zu der in Fig. 2 gezeigten Anordnung sind bei dieser Ausführungsvariante erheblich weniger Aktuatoreinheiten 2 (Lautsprechereinheiten) und Sensoreinheiten 4 (Mikrofoneinheiten) vorhanden, und als weitere günstige Eigenschaft kommt ein Reflektor 5 zum Einsatz. Der Reflektor 5 ist in konstruktiver und materialmässiger Hinsicht so ausgeführt, dass er einen möglichst hohen Absorbtionskoeffizienten α aufweist. Der Reflektor 5 soll also so ausgelegt sein, dass er einen möglichst grossen Anteil des auftreffenden Schalls absorbiert und möglichst wenig reflektiert. Zusätzlich soll auch der Transmissionsgrad möglichst klein sein. Wird nun zusätzlich das Hindernis 1, beispielsweise eine Wand, so bedämpft, dass der Absorbtionskoeffizient α möglichst gross ist, kann die Effizienz des gesamten Systems zusätzlich gesteigert werden. Der Reflektor 5 wird wegen dessen Eigenschaften im Folgenden auch etwa Schall-beeinflussendes Element genannt.

[0025] Der Absorptionskoeffizient α ist ein Mass für die absorbierte Schallintensität, wobei für Schall der Bedingung gilt, dass die Summe aus Reflexionsgrad und Absorptionsgrad gleich eins ist. Der Absorptionskoeffizient α liegt in einem Wertbereich von 0.9 bis 1.0, wobei für $\alpha = 1$ der einfallende Schall komplett absorbiert wird, also keine Reflexion mehr stattfindet.

[0026] Der Einsatz eines Reflektors 5 hat verschiedene günstige Auswirkungen auf die Effizienzsteigerung des Systems. Durch den hohen Absorptionskoeffizienten α des Reflektors 5 ist der Schallpegel in einem Bereich 14, der auf der in Bezug auf die Quelle 3 abgewandten Seite liegt, tiefer. Die Charakteristik des von der Quelle 3 ausgestrahlten Lärms ist weniger von der Richtung abhängig, da durch die Reflexionen beim Reflektor 5 und dem Hindernis 1 ein ausgewogeneres Schallfeld entsteht. Dadurch kann die Anzahl der verwendeten Sensoreinheiten 4 verringert werden, was sich in günstiger Weise auf die Kosten des Systems auswirkt. Die Ausbreitung des Schallfeldes des von der Quelle 3 ausgestrahlten Lärms sowie die Ausbreitung des durch die zum Einsatz gelangenden Aktuatoreinheit 2 erzeugte Schallfeld wird durch den Reflektor 5 auf den gleichen räumlichen Bereich beschränkt. Bei einer zweckmässigen Anordnung des Reflektors 5 gelangt der reflektierte Schall in günstiger Weise nach einer Anzahl Reflexionen automatisch in einen Bereich, welcher durch das Schallfeld der Aktuatoreinheiten 2 abgedeckt wird.

[0027] Durch diese Massnahmen kann sowohl die Anzahl der zum Einsatz gelangenden Sensoreinheiten 4, als auch die Anzahl der Aktuatoreinheiten 2 verringert werden, was sich in günstiger Weise auf die Kosten und die Leistungsfähigkeit des zum Einsatz kommenden aktiven Geräuschreduktionssystems auswirkt.

[0028] Fig. 4 zeigt eine noch weitere verbesserte Variante der in Fig. 3 gezeigten Anordnung. Zu erwähnen ist hier insbesondere die Integration der Aktuatoreinheiten 2 in das Hindernis 1. Die Materialeigenschaften des Hindernisses 1, beispielsweise einer Wand, und die Materialeigenschaften des Reflektors 5 sind so gewählt, dass diese einen möglichst hohen Anteil des auftreffenden Schalls absorbieren. Der verbleibende Restschall sollte vor allem reflektiert werden, um einen möglichst kleinen Transmissionsgrad zu erreichen. Um die Verformung vom Hindernis 1 möglichst klein zu halten, muss dessen Material zudem möglichst steif sein. Da sich das

Hindernis 1 also wenig verformt, ist die Charakteristik der Aktuatoreinheiten 2 möglichst punktförmig realisiert.

[0029] Im Weiteren werden verschiedene Ausbreitungswege der Schallwellen von der Quelle 3, respektive von den Aktuatoreinheiten 2, mit und ohne Reflektor 5 gezeigt. In einer Anordnung mit vorhandenem Reflektor 5 sind mögliche Ausbreitungswege 12 der ausgesendeten Signale gezeigt. In einer Anordnung ohne den Reflektor 5 würden sich die Schallwellen gemäss dem mit 13 gestrichelt gezeichnete Ausbreitungswegen fortpflanzen.

[0030] Systeme zur aktiven Geräuschreduktion erreichen ihre grösste Effizienz vor allem bei tiefen Frequenzen. Dies ist insofern problematisch, da sich Schall bei tiefen Frequenzen nur mit grossem Aufwand richten lässt. Durch den Einsatz des Reflektors 5 kann diese Problematik verringert werden, da die Ausbreitung des von den Aktuatoreinheiten 2 erzeugten Schalls in den Bereich 14, d.h. auf die in Bezug auf die Quelle 3 abgewandten Seite, durch den Reflektor 5 eingeschränkt wird. Falls kein Reflektor 5 eingesetzt wird, breiten sich die Schallwellen der Aktuatoreinheiten 2 und der Quelle 3 gemäss den Ausbreitungswegen 13 aus. Die Ausbreitung erfolgt also ungehindert vom Bereich 15 in den Bereich 14. In einer günstigen Anordnung mit dem Reflektor 5 werden die Schallwellen der Aktuatoren 2 und der Quelle 3 nun vom Reflektor 5 reflektiert und weisen somit einen günstigen Verlauf gemäss den Ausbreitungswegen 12 auf. Eine Ausbreitung der Schallwellen in den Bereich 14 entfällt somit weitgehend, und eine Erhöhung des Schallpegels im Bereich 14 durch die Präsenz des von den Aktuatoreinheiten 2 erzeugten Schalls kann so in günstiger Weise nahezu eliminiert werden.

[0031] Da die Verteilung des Schallfeldes im Bereich 15 zwischen dem Hindernis 1 und dem Reflektor 5 wesentlich homogener ausfällt, als dies ohne den Reflektor 5 der Fall wäre, kann in der Verarbeitungseinheit 20 auch ein einfacherer Algorithmus, beispielsweise ein Fx-LMS Algorithmus eingesetzt werden, der mit einer kleinerer Anzahl Taps betrieben werden kann, was ein geringerer Rechenaufwand in der Verarbeitungseinheit 20 bedeutet. Dies äussert sich unter anderem in geringeren Kosten für die zum Einsatz gelangende Hardware und/oder in einer verbesserten Leistungsfähigkeit des Systems.

Patentansprüche

1. Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion eines Einflusses einer Lärmquelle (3), wobei das aktive Geräuschreduktionssystem aus mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 6, 7, 9), mindestens einer Aktuatoreinheit (2) und mindestens einer Verarbeitungseinheit (20) besteht, die mit den mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 6, 7, 9) und der mindestens einen Aktuatoreinheit (2) wirkverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schall-beeinflussendes Element (5) derart in Bezug auf die Lärmquelle (3) angeordnet ist, dass der Einfluss von Schallreflexionen, welche an einem Hindernis (1) entstehen, zumindest reduziert sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Schall-beeinflussende Element (5) die Richtungscharakteristik einer Lärmquelle (3) verringert.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines der Schallbeeinflussenden Elemente (5) zwischen der Störquelle (3) und mindestens einem der mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 9) angeordnet ist.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Schall-beeinflussende Element (5) derart angeordnet ist, dass die Ausbreitung eines von den Aktuatoreinheiten (2) erzeugten Schallfeldes und die Ausbreitung eines von einer Lärmquelle (3) erzeugten Schallfeldes auf den gleichen räumlichen Bereich eingeschränkt sind.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Schall-beeinflussende Element (5) derart angeordnet sind, dass eine Verteilung eines von den Aktuatoreinheiten (2) erzeugten Schallfeldes möglichst homogen ist.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Schall-beeinflussende Element (5) derart angeordnet sind, dass eine Verteilung eines von einer Lärmquelle (3) erzeugten Schallfeldes möglichst homogen ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Schall-beeinflussende Element (5) zumindest Abschnittsweise einen Schallabsorptionskoeffizient im Bereich von 0.9 bis 1.0 aufweist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hindernis (1) zwischen der Lärmquelle (3) und mindestens einem der mindestens zwei Sensoreinheiten (4, 6, 7, 9) angeordnet ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Aktuatoreinheit (2) im Hindernis (1) integriert ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Integration der Aktuatoreinheit (2) im Hindernis (1) oberflächenbündig ist.

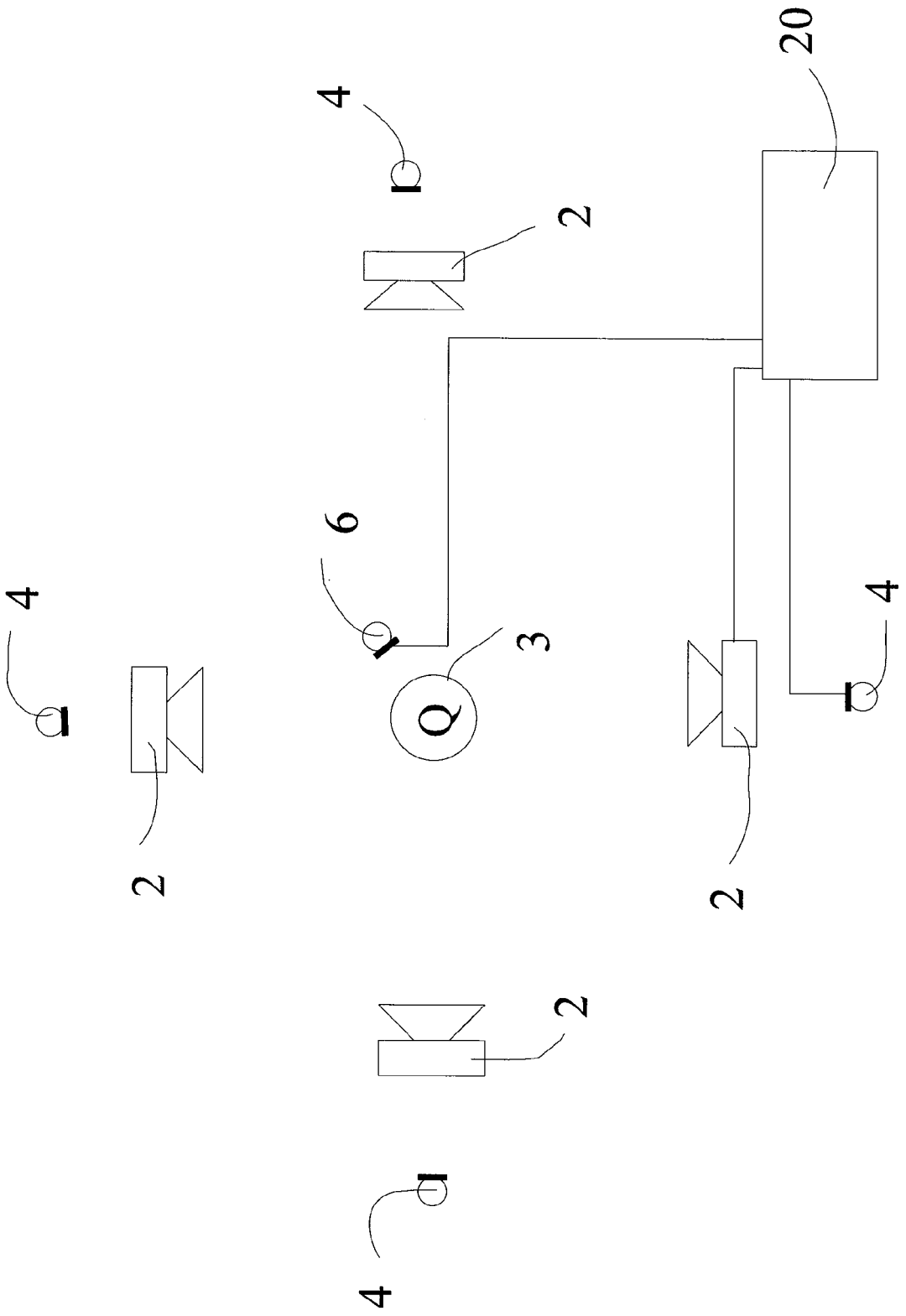

Fig. 1

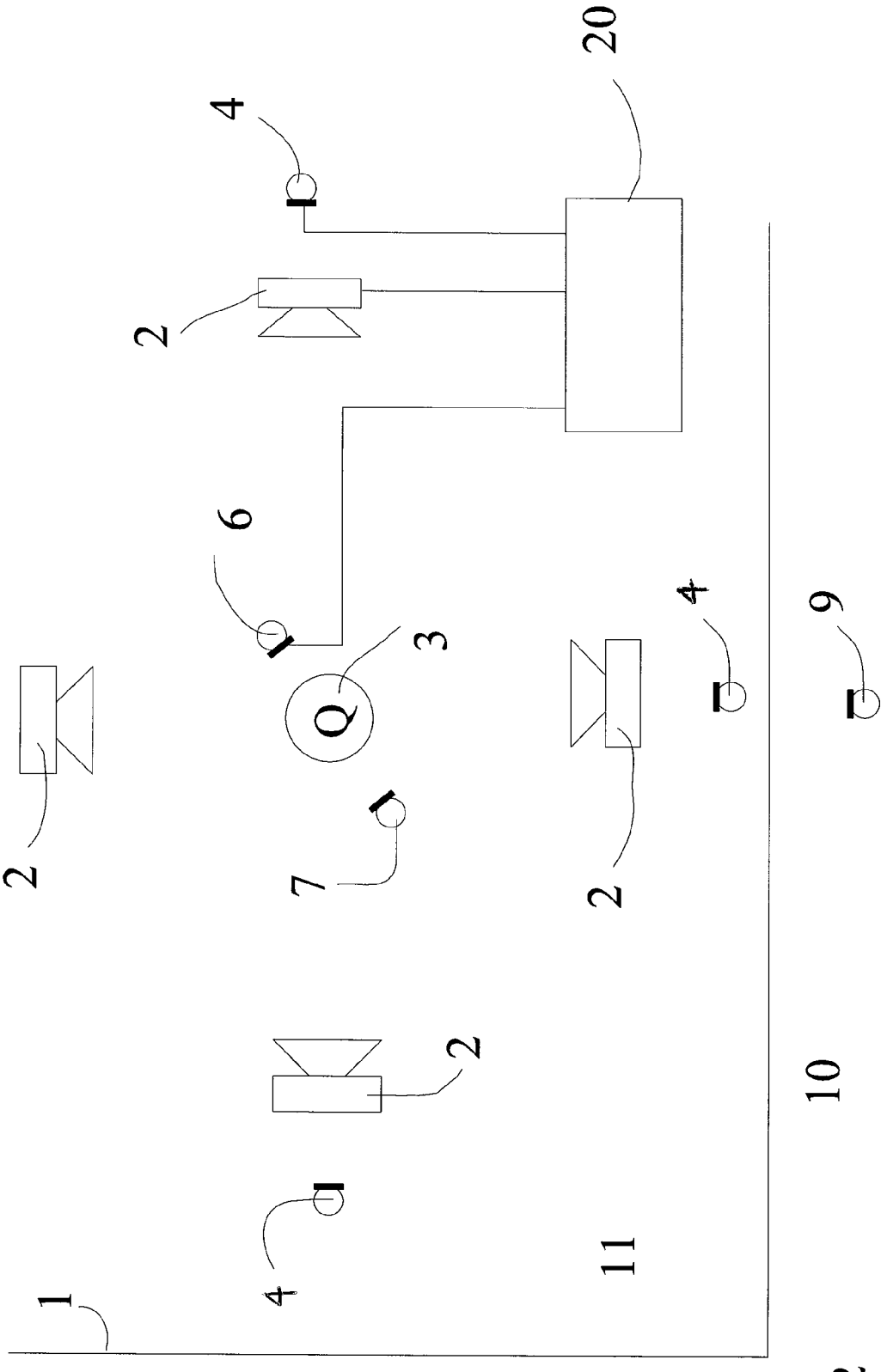

Fig. 2

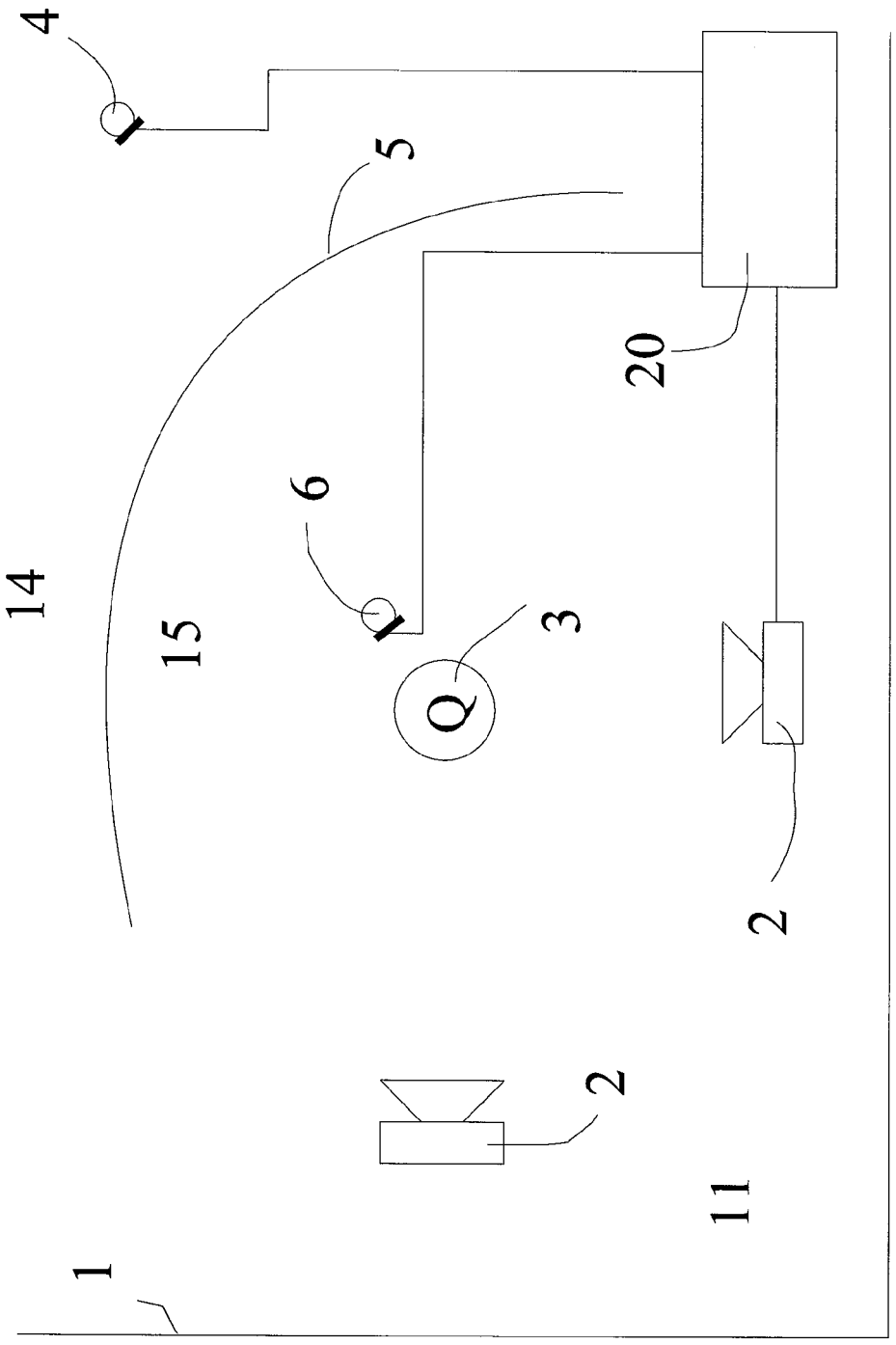

Fig. 3

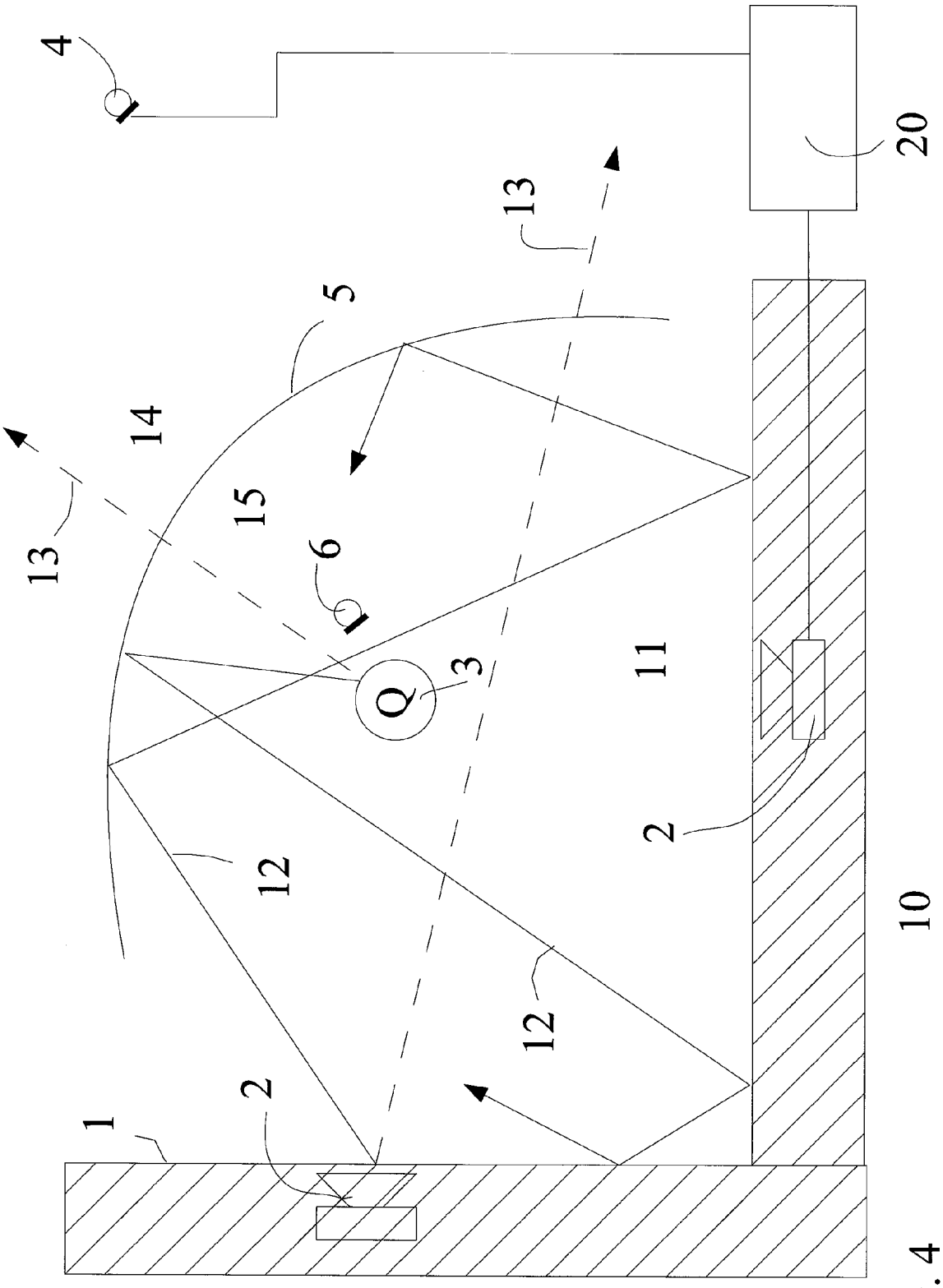

Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- AT 141998 B **[0005]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- La question des absorbeurs actifs. *Revue d'acoustique,* vol. 5, 37-42 **[0007]**