

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Februar 2008 (07.02.2008)

PCT

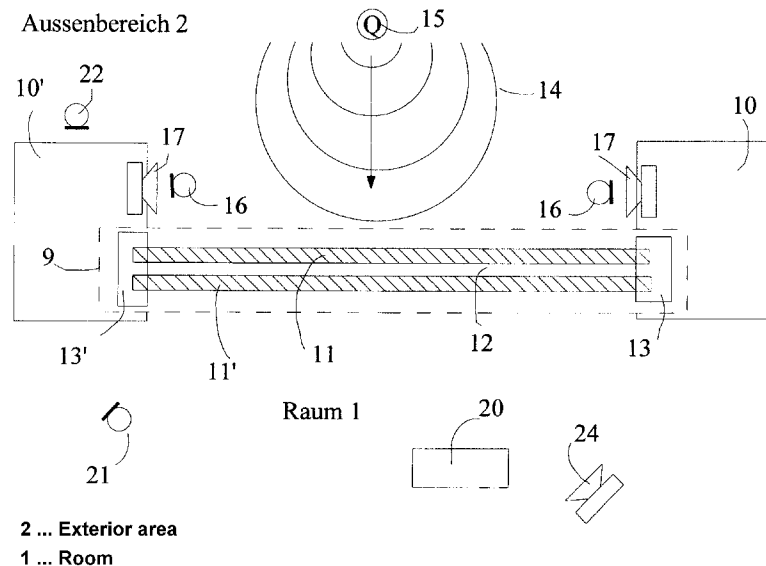
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/015215 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/057904
- (22) Internationales Anmeldedatum:
31. Juli 2007 (31.07.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
1235/06 31. Juli 2006 (31.07.2006) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ANOCSYS AG [CH/CH]; Industriezone Schächental, CH-6460 Altdorf (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BACHMANN, Harry [CH/CH]; Sternenhaldenstrasse 5, CH-8712 Staefa (CH).
EGGENBERGER, Sigmund [CH/CH]; Grabenackerstrasse 42, CH-6312 Steinhausen (CH).
- (74) Anwalt: RIGLING, Peter, D.; Troesch Scheidegger Werner AG, Schwättenmos 14, CH-8126 Zumikon (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT WITH AN ACTIVE NOISE REDUCTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG MIT EINEM AKTIVEN GERÄUSCHREDUKTIONSSYSTEM



(57) Abstract: An arrangement with an active noise reduction system for reducing or eliminating disruptive noise in a room (1) having at least one window (9) is disclosed. The arrangement comprises: - a processing unit (20), - at least one sensor unit (21, 22) in the room (1), and - at least one actuator unit (24) in the room (1), the at least one sensor unit (21, 22) and the at least one actuator unit (24) being operatively connected to the processing unit (20). The invention is distinguished in that at least one exterior sensor unit (16) and at least one exterior actuator unit (17) are arranged outside the room (1), both the at least one exterior sensor unit (16) and the at least one exterior actuator unit (17) being operatively connected to the processing unit (20).

(57) Zusammenfassung: Eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion bzw. Elimination von störenden Geräuschen in einem Raum (1) mit mindestens einem Fenster (9) ist offenbart. Die Anordnung umfasst: - eine Verarbeitungseinheit (20), - mindestens eine Sensoreinheit (21,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/015215 A2



SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

22) im Raum (1) und - mindestens eine Aktuatereinheit (24) im Raum (1), wobei die mindestens eine Sensoreinheit (21, 22) und die mindestens eine Aktuatereinheit (24) mit der Verarbeitungseinheit (20) wirkverbunden sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens eine Aussensensoreinheit (16) und mindestens eine Aussenaktuatereinheit (17) ausserhalb des Raumes (1) angeordnet sind, wobei sowohl die mindestens eine Aussensensoreinheit (16) als auch die mindestens eine Aussenaktuatereinheit (17) mit der Verarbeitungseinheit (20) wirkverbunden sind.

Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung mit einem
5 aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion bzw.
Elimination von störenden Geräuschen nach dem Oberbegriff
von Anspruch 1.

Lärmquellen werden zunehmend als Umweltbelastung
10 wahrgenommen und gelten als Verminderung der
Lebensqualität. Insbesondere ist Lärm auch störend in
Wohnräumen und Geschäftslokalitäten. Da sich Lärmquellen
jedoch häufig nicht vermeiden lassen, wurden bereits
Verfahren zur Geräuschreduktion vorgeschlagen, die auf dem
15 Prinzip der Wellenauslöschung basieren. Das Prinzip der
aktiven Geräuschreduktion (ANC oder "Active Noise
Canceling") beruht auf der Auslöschung von Schallwellen
durch Interferenzen. Diese Interferenzen werden von einem
oder mehreren elektro-akustischen Wandlern, beispielsweise
20 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
25 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 minimierende
Geräusch erfasst. Zum anderen werden aber auch
30 Informationen über das verbleibende Restsignal benötigt.

Auch hierzu können Mikrofone verwendet werden. 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.

5 Durch diese Druckschrift ist offenbart, wie Lärm in einer Röhre mittels Erzeugung eines Signals mit entgegen gesetzter Phasenlage ausgelöscht werden kann. Ein System zur aktiven Geräuschreduktion benötigt Informationen von mindestens einem Sensor (zum Beispiel einem Mikrofon),

10 welcher den Restfehler ermittelt. Je nach Anwendung und verwendetem Algorithmus kommen weitere Sensoren dazu, die Informationen über die Beschaffenheit des zu minimierenden Signals liefern. Ferner benötigt ein aktives Geräuschreduktionssystem einen oder mehrere Aktuatoren (zum

15 Beispiel in der Form von Lautsprechern) zur Ausgabe des Korrektursignals. Die Informationen der Sensoren müssen von einem Analog/Digital-Wandler in ein digitales Format umgewandelt werden. Nach der Bearbeitung durch den Algorithmus wird das Signal von einem Digital/Analog-

20 Wandler zurückgewandelt und an die Aktuatoren übermittelt. Die Wirksamkeit und Effizienz eines ANC-Systems in einem Raum hängt nun neben anderen Faktoren wie beispielsweise Rechenleistung und Verarbeitungsgeschwindigkeit auch wesentlich von den akustischen Eigenschaften der Aktuatoren

25 (beispielsweise von Lautsprechern) und Sensoren (beispielsweise Mikrofonen) und deren Platzierung ab. Mit Schallschutzfenstern wird insbesondere im oberen Frequenzbereich eine sehr gute Dämpfung erreicht. Bei geöffneten oder teilweise geöffneten Fenstern, was oft aus

30 Lüftungstechnischer Sicht oder infolge Präferenzen einer

sich im Raum befindenden Person saisonbedingt zweckmässig ist, erfolgt keine oder zumindest nur eine minimale Schallreduktion durch solche passive Massnahmen.

5 Der Abstand zwischen einem Sensor und einem Aktuator ist bei einer ANC-Anwendung gemäss Wellenfeldsynthese ein wichtiger Faktor, und es ist vorteilhaft, Kombinationen, bestehend aus je einem Sensor und je einem Aktuator, nahe beieinander zu platzieren, wobei sich die Wirksamkeit
10 dieser Massnahme bezüglich der erzielten Geräuschreduktion insbesondere bei tiefen Frequenzen (vorzugsweise im Bereich unter 300 Hz) zeigt. Eine bekannte Anwendung dieses Prinzips ist beispielsweise ein ANC-Kopfhörer, basierend auf einer Feedback-Anordnung, die einem klassischen
15 Regelkreis entspricht, wobei die Mikrofon-signale über einen geeigneten Regler an einen Lautsprecher geführt werden. Dadurch können Hintergrundgeräusche beim Musikhören um mehrere dB reduziert werden.

20 Andere bekannte Ausgestaltungen eines ANC-Systems basieren auf einer Feedforward-Anordnung, wobei die Signale von zusätzlichen Referenzsensoren (beispielsweise von Mikrofonen) über einen adaptiven Algorithmus an die Lautsprecher geführt werden.

25

Im Weiteren ist es zweckmässig, ein störendes Geräusch möglichst an der Quelle zu minimieren, also beispielsweise bevor sich ein störendes Geräusch in einem Raum gemäss den physikalischen Gesetzen ausgebreitet hat. Für das richtige
30 und zuverlässige Funktionieren eines ANC-Systems ist somit

die Wahl der Aktuatoren und Sensoren sowie die örtliche und räumliche Platzierung dieser Elemente entscheidend.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin,
5 eine Anordnung von Sensor- und Aktuatoreinheiten anzugeben, welche sich zur aktiven Geräuschreduktion eignet und gleichzeitig die vorstehenden Nachteile nicht aufweist.

Diese Aufgabe ist durch die im kennzeichnenden Teil von
10 Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem zur Reduktion bzw.
15 Elimination von störenden Geräuschen in einem Raum mit mindestens einem Fenster. Die erfindungsgemässe Anordnung umfasst:

- eine Verarbeitungseinheit,
- mindestens eine Sensoreinheit im Raum,
- 20 - mindestens eine Aktuatoreinheit im Raum,

wobei die mindestens eine Sensoreinheit und die mindestens eine Aktuatoreinheit mit der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens eine Aussensensoreinheit und
25 mindestens eine Aussenaktuatoreinheit ausserhalb des Raumes angeordnet sind, wobei sowohl die mindestens eine Aussensensoreinheit als auch die mindestens eine Aussenaktuatoreinheit mit der Verarbeitungseinheit wirkverbunden sind.

Die erfindungsgemässe Anordnung weist insbesondere den Vorteil aus, dass der in den Raum gelangende Schall bereits im Bereich vor dem Fenster reduziert wird. So ist in einer Ausführungsvariante vorgesehen, die Aussensensor- und
5 Aussenaktuatoreinheiten im Bereich vor einem Fenster, beispielsweise im Bereich eines Rollladens oder einer Sonnenstore, zu positionieren.

Eine Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung
10 besteht darin, dass sowohl die mindestens eine Aussensensoreinheit als auch die mindestens eine Aussenaktuatoreinheit im Bereich des mindestens einen Fensters angeordnet sind.

15 Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass die Anzahl der Aussensensoreinheiten gleich der Anzahl der Aussenaktuatoreinheiten ist.

20 Eine noch weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass jeweils eine Aussensensoreinheit und eine Aussenaktuatoreinheit eine kombinierte Aktuator/Sensoreinheit bilden.

25 Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass eine gerade Anzahl von kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten vorhanden ist.

Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen
30 Anordnung besteht darin, dass die kombinierten

Aktuator/Sensoreinheiten um das Fenster angeordnet sind, wobei jeweils zwei kombinierte Aktuator/Sensoreinheiten einander gegenüber angeordnet sind.

- 5 Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass mindestens zwei kombinierte Aktuator/Sensoreinheiten horizontal gegenüber und/oder mindestens zwei kombinierte Aktuator/Sensoreinheiten vertikal gegenüber angeordnet sind.

10

Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass die Aktuatoreinheiten Lautsprecher sind.

- 15 Eine noch weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass die Sensoreinheiten Mikrofone sind.

- Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass die aktive Geräuschreduktion auf dem "Feedforward"-Prinzip vornehmbar ist.

20

- Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass in der Verarbeitungseinheit ein Algorithmus vom Typ "Feedforward" oder vom Typ "Feedback" anwendbar ist.

25

Eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Anordnung besteht darin, dass zur Erzielung einer weiteren

Geräuschreduktion passive Massnahmen, insbesondere eine Verwendung von Schall-dämmenden Fenstern, einsetzbar sind.

Nachstehend ist die vorliegende Erfindung anhand von
5 Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Raum mit einem aktiven
Geräuschreduktionssystem in schematischer
10 Darstellung,
- Fig. 2 ein stark vereinfachtes Blockdiagramm eines
Geräuschreduktionssystems, bei dem ein bekanntes
"Feedback"-Verfahren verwendet wird,
15
- Fig. 3 ein vereinfachtes Ersatzschalttdiagramm eines
aktiven Geräuschreduktionssystems, bei dem ein
bekanntes "Feedforward"-Verfahren verwendet wird,
- 20 Fig. 4 einen Querschnitt durch die mit einem Fenster
ausgestattete Wand eines Raumes mit einer
erfindungsgemässen Anordnung der Aktuator- bzw.
Sensoreinheiten, wiederum in schematischer
Darstellung,
25
- Fig. 5 einen weiteren Querschnitt durch die mit einem
Fenster ausgestattete Wand eines Raumes mit einer
erfindungsgemässen Anordnung der Aktuator- bzw.
Sensoreinheiten, wiederum in schematischer
30 Darstellung,

Fig. 6 einen Aufriss einer mit einem Fenster
ausgestattete Wand eines Raumes mit einer
erfindungsgemässen Anordnung von Aktuator- bzw.
5 Sensoreinheiten, wiederum in schematischer
Darstellung,

Fig. 7 einen weiteren Aufriss einer mit einem Fenster
ausgestattete Wand eines Raumes mit einer
10 erfindungsgemässen Anordnung von Aktuator- bzw.
Sensoreinheiten, wiederum in schematischer
Darstellung, und

Fig. 8 ein stark vereinfachtes Blockdiagramm eines
15 aktiven Geräuschreduktionssystems, bei dem ein
bekannter Algorithmus zur Anwendung kommt.

Fig. 1 zeigt einen Raum 1 mit einem Fenster 9 im Grundriss
mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem, das aus einer
20 Verarbeitungseinheit 20, einer Sensoreinheit 21, einer
Aktuatoreinheit 24 und einer Aussensensoreinheit 22
besteht. Die Verarbeitungseinheit 20 ist über Verbindungen
19 mit der Sensoreinheit 21, der Aktuatoreinheit 24 und der
Aussensensoreinheit 22 wirkverbunden. Während die
25 Sensoreinheit 21 innerhalb des zu beruhigenden Raums 1 zur
Erfassung von Restgeräuschen platziert ist, ist die
Aussensensoreinheit 22 zur Erfassung von Geräuschen in
einem ausserhalb des Raumes 1 liegenden Aussenbereich 2
angeordnet. Mit der Aktuatoreinheit 24 wird ein
30 Korrektursignal in den Raum 1 ausgegeben, mit dem die im

Raum 1 auftretenden unerwünschten Geräusche eliminiert oder zumindest gedämpft werden. Dabei sind die Sensoreinheiten 21 bzw. die Aussensensoreinheit 22 vorzugsweise als Mikrofone und die Aktuatoreinheiten 24 vorzugsweise als
5 Lautsprecher ausgebildet.

Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Geräuschreduktionssystems in der Anordnung eines bekannten Feedback Verfahrens. Das Ausgangssignal eines Mikrofons 21
10 wird einer Verarbeitungseinheit 20 beaufschlagt, welche ein Korrektursignal erzeugt und dieses an eine Lautsprechereinheit 24 übermittelt.

Fig. 3 zeigt ein Ersatzschalttdiagramm einer
15 Ausführungsvariante in schematischer Darstellung. Es handelt sich um ein so genanntes adaptives Geräuschreduktionssystem (ANC – Adaptive Noise Canceller), mit Hilfe dessen ein Störgeräusch in einem Raum 1 (Fig. 1 bzw. 2) unter Anwendung des Prinzips der Signalauslöschung
20 eliminiert bzw. zumindest reduziert wird. Der zu überwachende Raum 1 weist eine Übertragungsfunktion H auf, die mit einem Eingangssignal x beaufschlagt wird. Es handelt sich hierbei um ein mit Hilfe einer Mikrofoneinheit (in Fig. 3 nicht dargestellt) aufgenommenes Eingangssignals
25 x , das ferner einer Filtereinheit 3 und einer adaptiven Berechnungseinheit 4 zugeführt wird. Ein tatsächliches Ausgangssignal d , welches durch die Übertragungsfunktion H und das Eingangssignal x gebildet wird, wird im Raum 1 durch ein geschätztes Ausgangssignal y kompensiert, indem
30 dieses einem Lautsprecher (in Fig. 3 nicht dargestellt) im

Raum 1 zugeführt wird. Damit die Kompensation des tatsächlichen Ausgangssignals d vollständig erfolgen kann, wird in der Filtereinheit 3 die Übertragungsfunktion H des Raumes 1 mit Hilfe eines in der adaptiven

5 Berechnungseinheit 4 geschätzt. Das Resultat der Schätzung ist eine geschätzte Übertragungsfunktion \hat{H} , aus der das geschätzte Ausgangssignal \hat{y} zusammen mit dem Eingangssignal x erzeugt wird. Die Überlagerung der beiden Ausgangssignale y und \hat{y} wird im Ersatzschaltbild gemäss Fig. 3 mit

10 einer Additionseinheit 5 dargestellt, wobei das Vorzeichen des geschätzten Ausgangssignals \hat{y} vor der Addition umgekehrt wird, damit als Resultat der Addition der Unterschied (im Folgenden als Fehlersignal e bezeichnet) der beiden Ausgangssignale y und \hat{y} vorhanden ist. Dieses

15 Fehlersignal e wird zusammen mit dem Eingangssignal x der adaptiven Berechnungseinheit 4 zugeführt, in der unter Anwendung eines adaptiven Algorithmus - beispielsweise ein Fx-Algorithmus - die Koeffizienten der geschätzten Übertragungsfunktion \hat{H} derart eingestellt werden, dass das

20 Fehlersignal möglichst klein ist. Ein geeigneter Algorithmus mit einem Rückkopplungselement wird anhand von Fig. 8 erläutert.

Die Übertragungsfunktion H beschreibt das akustische

25 Verhalten des Raumes 1. Neben dem akustischen Verhalten sind in der Übertragungsfunktion H auch Übertragungscharakteristiken der verwendeten Komponenten, wie der Mikrofoneinheit zur Aufnahme des Eingangssignals x und der Lautsprechereinheit zur Abgabe des invertierten geschätzten Ausgangssignals \hat{y} , enthalten.

30

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch eine mit einem Fenster 9 ausgestattete Wand eines Raumes 1 mit einer erfindungsgemässen Anordnung der Aktuator- bzw. Sensoreinheiten. Schallwellen 14 der sich im Aussenbereich 2 befindenden Schallquelle 15 breiten sich wellenförmig aus, werden von einer Aussensensoreinheit 22 (beispielsweise ein Mikrofon) erfasst und treffen auf das Mauerwerk 10, 10' sowie auf die äussere Fensterscheibe 11 auf. Erfindungsgemäss sind weitere Aussensensoreinheiten 16 (beispielsweise Mikrofone) und weitere Aussenaktuatoreinheiten 17 (beispielsweise Lautsprecher) im Bereich des Fensterrahmens 13, 13' oder im umgebenden Mauerwerk 10 auf der Gebäudeaussenseite platziert und dienen der Schallreduktion des von der Quelle 15 ausgesendeten Schallfeldes im Bereich zwischen der Fensterscheibe 11 und der Quelle 15. Beispielsweise bei einem Fenster mit Doppelverglasung ist die äussere Fensterscheibe 11 durch den Zwischenraum 12 von der inneren Fensterscheibe 11' getrennt, und die beiden Fensterscheiben 11 und 11' sind im Fensterrahmen 13 befestigt, der seinerseits im Mauerwerk 10, 10' verankert ist. Der durch das offene oder geschlossene Fenster 9 in den Raum 1 gelangende Restschall wird einerseits durch die Sensoreinheit 21 im Raum 1 (beispielsweise ein Mikrofon) erfasst, und das Korrektursignal (geschätztes Ausgangssignal \hat{y}) wird durch die Aktuatoreinheit 24 (beispielsweise ein Lautsprecher) ausgesendet, womit eine weitere Schallreduktion im Raum 1 erfolgt. Die

Sensoreinheiten 16, 21, 22 und die Aktuatoreinheiten 17, 24 sind mit der Verarbeitungseinheit 20 wirkverbunden.

Fig. 5 zeigt wiederum einen Querschnitt durch eine mit
5 einem Fenster 9 ausgestattete Wand 23 eines Raumes 1 mit
einer erfindungsgemässen Anordnung der Aktuator- bzw.
Sensoreinheiten, wobei im Unterschied zu Fig. 4 die
Aussensensoreinheit 16 und die Aussenaktuatoreinheit 17 in
vorteilhafter Weise zu einer aus einer Aktuator- und einer
10 Sensoreinheit bestehenden, kombinierten Einheit 18
zusammengefasst sind. Im Weiteren ist das Fenster 9 im
halboffenen Zustand dargestellt.

Fig. 6 zeigt die Wand 23 eines Raumes 1 im Aufriss, wobei
15 sich zwischen der Decke 22 und dem Boden 21 ein Fenster 9
befindet. Ausserhalb des Fensters erfolgt die Platzierung
der kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten 18 in
horizontaler Anordnung. Zusätzlich sind in vertikaler
Richtung die kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten 19 so
20 angeordnet, dass durch die Wahl der Abstände x_1 , y_1 in
vorteilhafter Weise eine optimale Schallreduktion in
horizontaler und vertikaler Richtung erreicht wird. Es wird
ausdrücklich darauf hingewiesen, dass anstelle der
kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten 18, 19 auch einzelne
25 Aktuatoreinheiten 17 und einzelne Sensoreinheiten 16
eingesetzt werden können, ohne dass das erfindungsgemässe
Prinzip verlassen wird.

Die Abstände x_1 , y_1 der kombinierten
30 Aktuator/Sensoreinheiten 18, 19 wird möglichst auf die

Wellenlänge λ des zu eliminierenden Störsignals abgestimmt. Sind die Abstände x_1 , y_1 gleich gross wie die halbe Wellenlänge (d.h. $\lambda/2$), so wird eine maximale Auslöschung des Störsignals erhalten. Bei einer Abweichung von dieser optimalen Einstellung für ein Störsignal mit einer bestimmten Frequenz oder wenn ein Geräusch mit einer gewissen spektralen Verteilung eliminiert oder zumindest reduziert werden soll, erfolgt die Geräuschreduktion in entsprechend verminderter Weise.

10

Beispielsweise weist Strassen- oder Fluglärm eine ungefähre Mittenfrequenz von 500 Hz auf. Dies ergibt bei einer durchschnittlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schallwelle in Luft von 300 m/s einen Wert für $\lambda/2$ von ca. 30 cm. Entsprechend sind die kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten 18 bzw. 19 in einem Abstand von 30 cm anzuordnen.

Bei einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass entlang der Fensterrahmen eine Vielzahl von kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten angeordnet ist. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, dass ein möglichst grosses Spektrum von Geräuschen eliminiert bzw. reduziert werden kann. So ist denkbar, je nach Frequenz des Störgeräusches, dass gewisse kombinierte Aktuator/Sensoreinheiten, welche nach den vorstehenden Regeln in einem günstigen Abstand zueinander liegen, für die Elimination bzw. die Reduktion des Störgeräusches verwendet werden.

30

Fig. 7 zeigt wiederum die Wand 23 eines Raumes 1 mit einem Fenster 9. Im Unterschied zu Fig. 6 hat in diesem Beispiel das Fenster 9 kleinere Abmessungen, wodurch sich die Anzahl kombinierter Aktuator/Sensoreinheiten reduziert. Die Anordnung erfolgt wiederum in horizontaler und vertikaler Weise, wobei durch die Wahl der Abstände x_2 , y_2 in vorteilhafter Weise eine optimale Schallreduktion in horizontaler und vertikaler Richtung erreicht wird. Auch bei dieser Ausführungsvarianten kommen die gleichen Regeln zur Festlegung der Abstände x_2 und y_2 zur Anwendung, wie es bereits bei der Ausführungsform gemäss Fig. 6 für die Abstände x_1 und y_1 der Fall war.

Fig. 8 zeigt ein noch weiteres Blockdiagramm einer Ausführungsvariante in schematischer Darstellung. Da sich die Aktuatoreinheit örtlich nahe bei der Sensoreinheit (beispielsweise einem Referenz-Mikrofon) befindet, ist es empfehlenswert, einen Algorithmus zu verwenden, der eine Rückkopplung aufweist. In Ergänzung zu Fig. 3 wird das vom Filter 3 geschätzte Ausgangssignal \hat{y} zusätzlich der Rückkopplungseinheit 8 beaufschlagt, und in der Additionseinheit 5 mit dem tatsächlichen Ausgangssignal d zusammen gezählt. Das Ausgangssignal y' der Rückkopplungseinheit 8 wird nach vorheriger Invertierung in einer weiteren Additionseinheit 29 mit dem Eingangssignal x zusammen gezählt, wobei das Summensignal x' sowohl der adaptiven Berechnungseinheit 4 als auch dem Filter 3 beaufschlagt wird.

Patentansprüche

1. Anordnung mit einem aktiven Geräuschreduktionssystem
5 zur Reduktion bzw. Elimination von störenden Geräuschen in
einem Raum (1) mit mindestens einem Fenster (9), wobei die
Anordnung umfasst:
- eine Verarbeitungseinheit (20),
 - mindestens eine Sensoreinheit (21, 22) im Raum (1),
 - 10 - mindestens eine Aktuatoreinheit (24) im Raum (1),
- wobei die mindestens eine Sensoreinheit (21, 22) und die
mindestens eine Aktuatoreinheit (24) mit der
Verarbeitungseinheit (20) wirkverbunden sind,
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine
15 Aussensensoreinheit (16) und mindestens eine
Aussenaktuatoreinheit (17) ausserhalb des Raumes (1)
angeordnet sind, wobei sowohl die mindestens eine
Aussensensoreinheit (16) als auch die mindestens eine
Aussenaktuatoreinheit (17) mit der Verarbeitungseinheit
20 (20) wirkverbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
sowohl die mindestens eine Aussensensoreinheit (16) als
auch die mindestens eine Aussenaktuatoreinheit (17) im
25 Bereich des mindestens einen Fensters (9) angeordnet sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Anzahl der Aussensensoreinheiten
(16) gleich der Anzahl der Aussenaktuatoreinheiten (17)
30 ist.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
jeweils eine Aussensensoreinheit (16) und eine
Aussenaktuatoreinheit (17) eine kombinierte
5 Aktuator/Sensoreinheit (18, 19) bilden.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
eine gerade Anzahl von kombinierten
Aktuator/Sensoreinheiten (18, 19) vorhanden ist.

10

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
die kombinierten Aktuator/Sensoreinheiten (18, 19) um das
Fenster (9) angeordnet sind, wobei jeweils zwei kombinierte
Aktuator/Sensoreinheiten (18, 19) einander gegenüber
15 angeordnet sind.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens zwei kombinierte Aktuator/Sensoreinheiten (18)
horizontal gegenüber und/oder mindestens zwei kombinierte
20 Aktuator/Sensoreinheiten (19) vertikal gegenüber angeordnet
sind.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, dass die Aktuatoreinheiten (17, 24)
25 Lautsprecher sind.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
gekennzeichnet, dass die Sensoreinheiten (16, 21, 22)
Mikrofone sind.

30

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Geräuschreduktion auf dem "Feedforward"-Prinzip vornehmbar ist.
- 5 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verarbeitungseinheit (20) ein Algorithmus vom Typ "Feedforward" oder vom Typ "Feedback" anwendbar ist.
- 10 12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzielung einer weiteren Geräuschreduktion passive Massnahmen, insbesondere eine Verwendung von Schall-dämmenden Fenstern, einsetzbar sind.

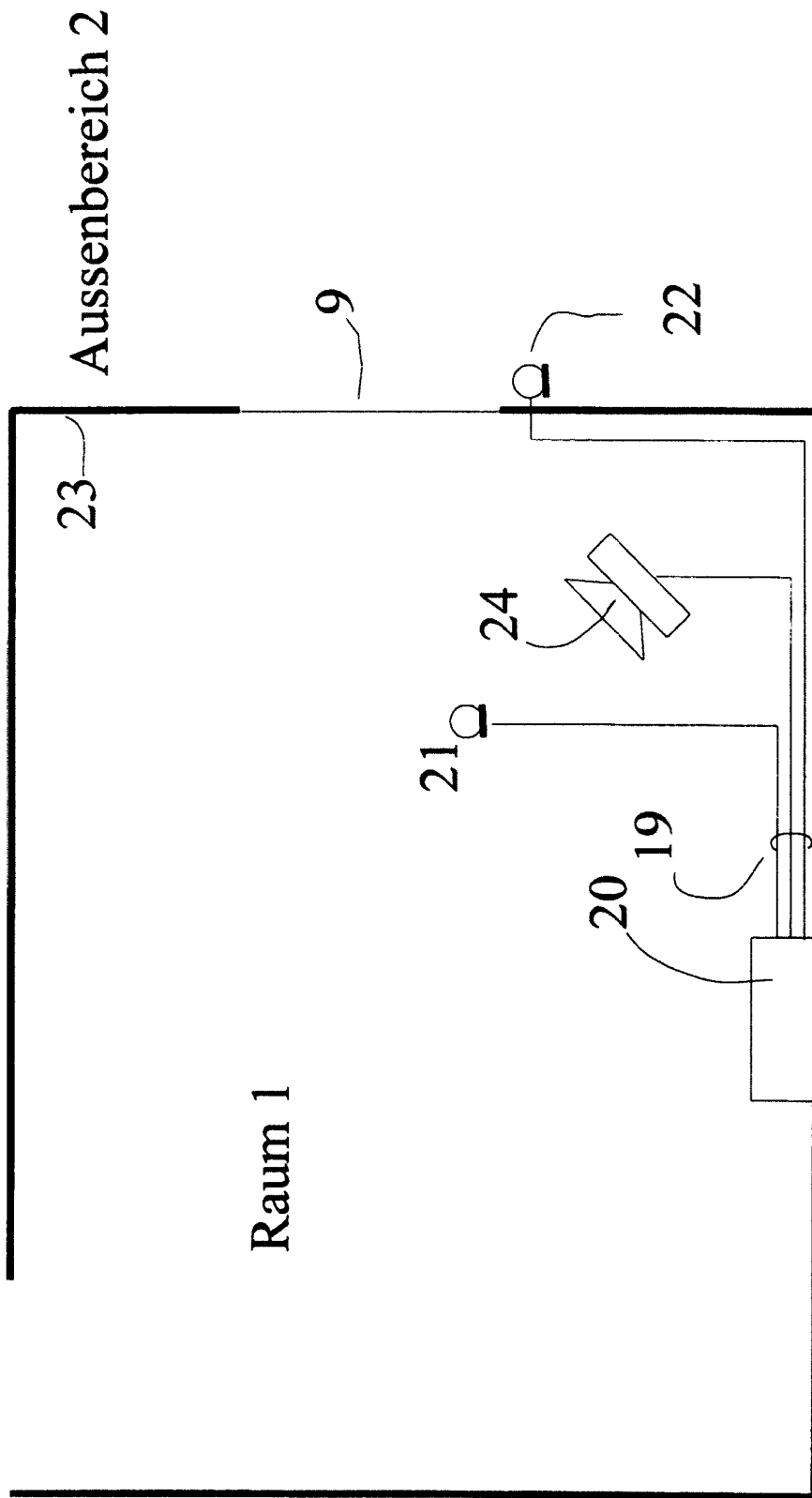


Fig. 1

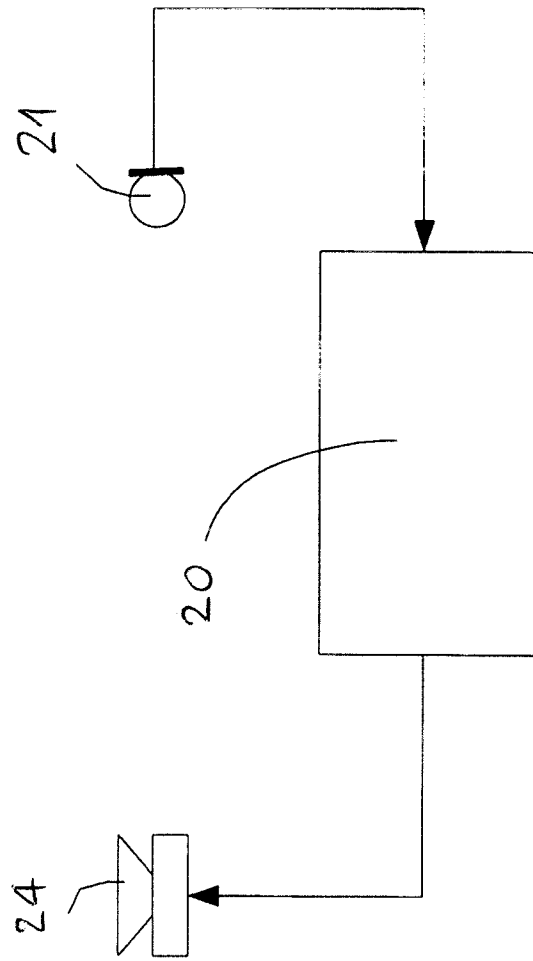


Fig. 2

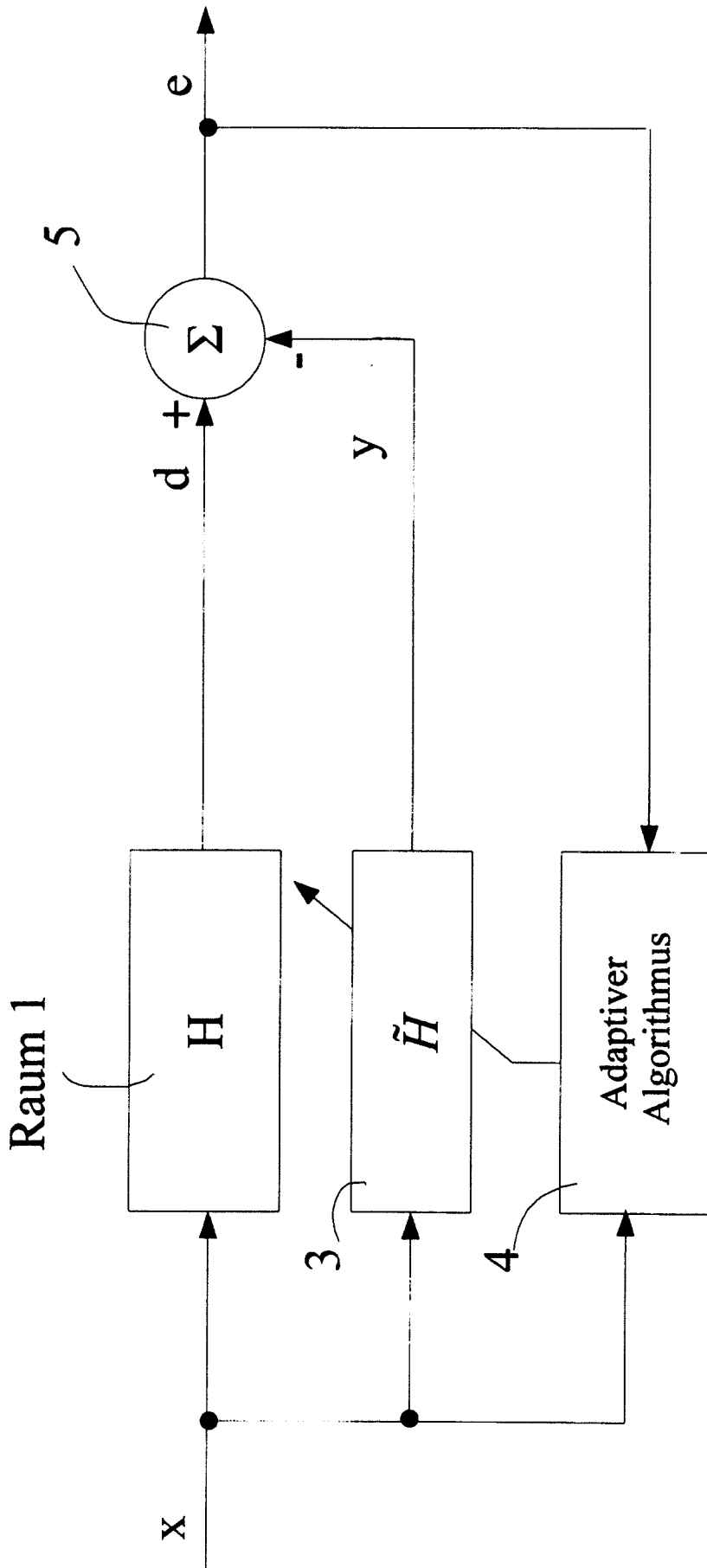


Fig. 3

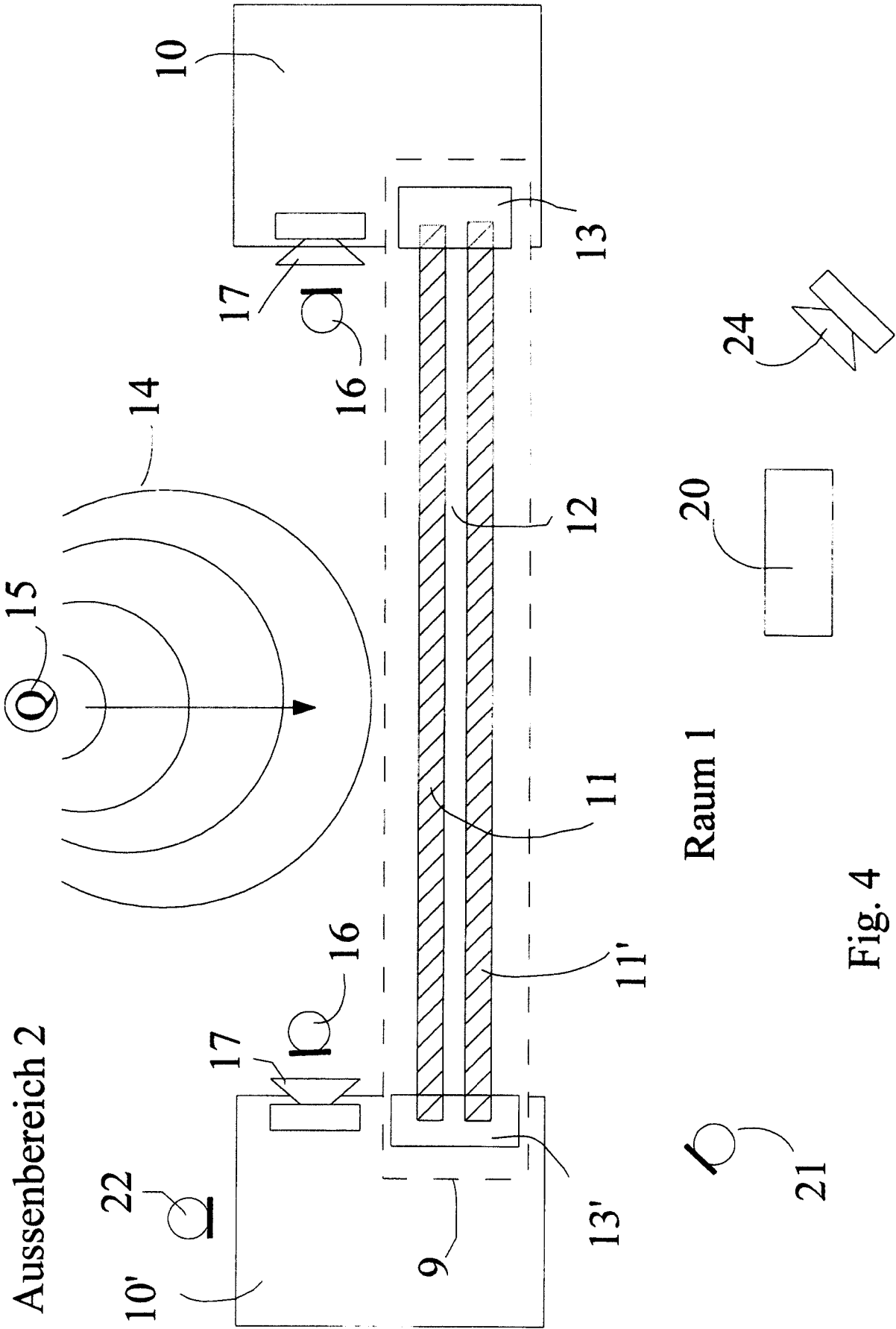


Fig. 4

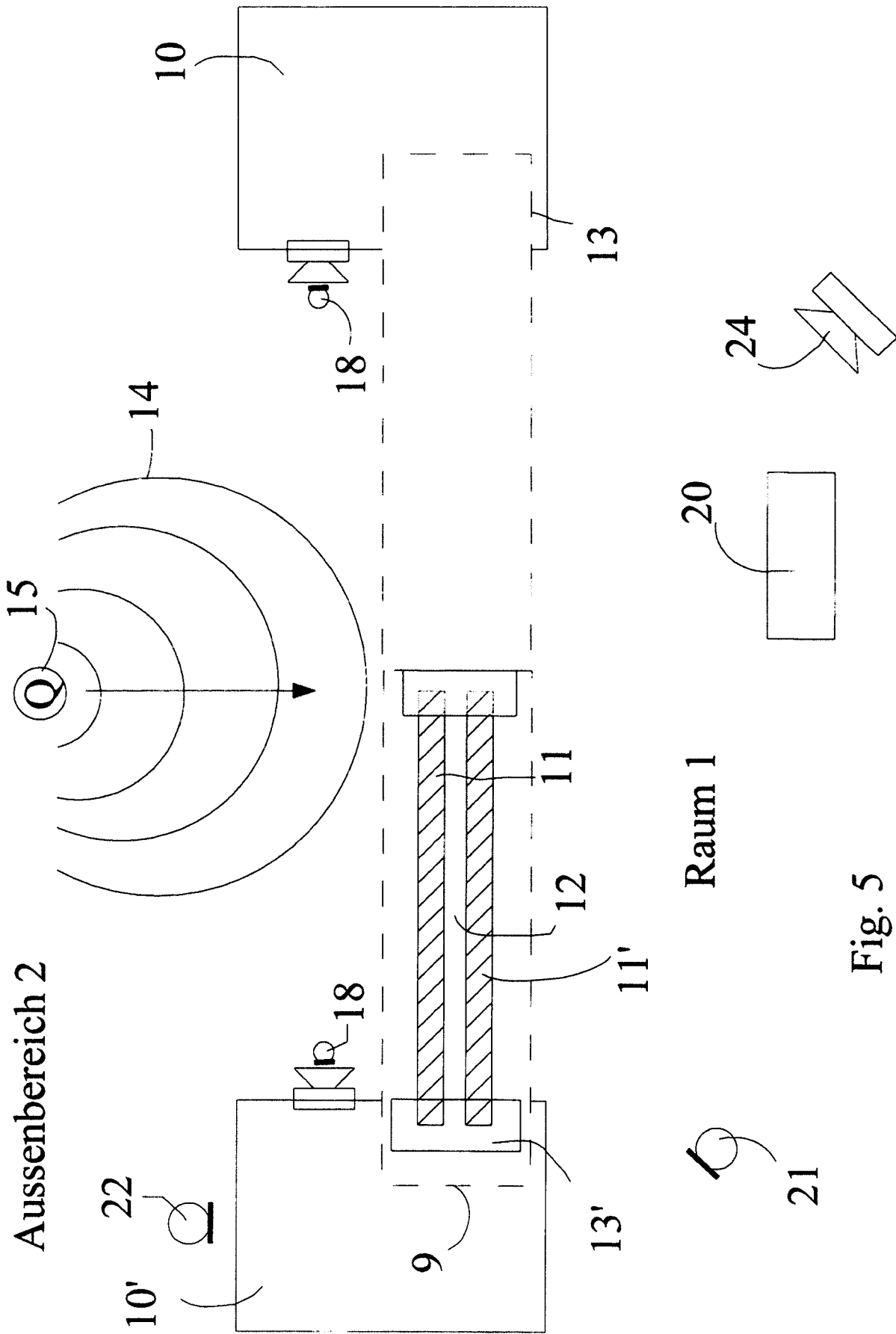


Fig. 5

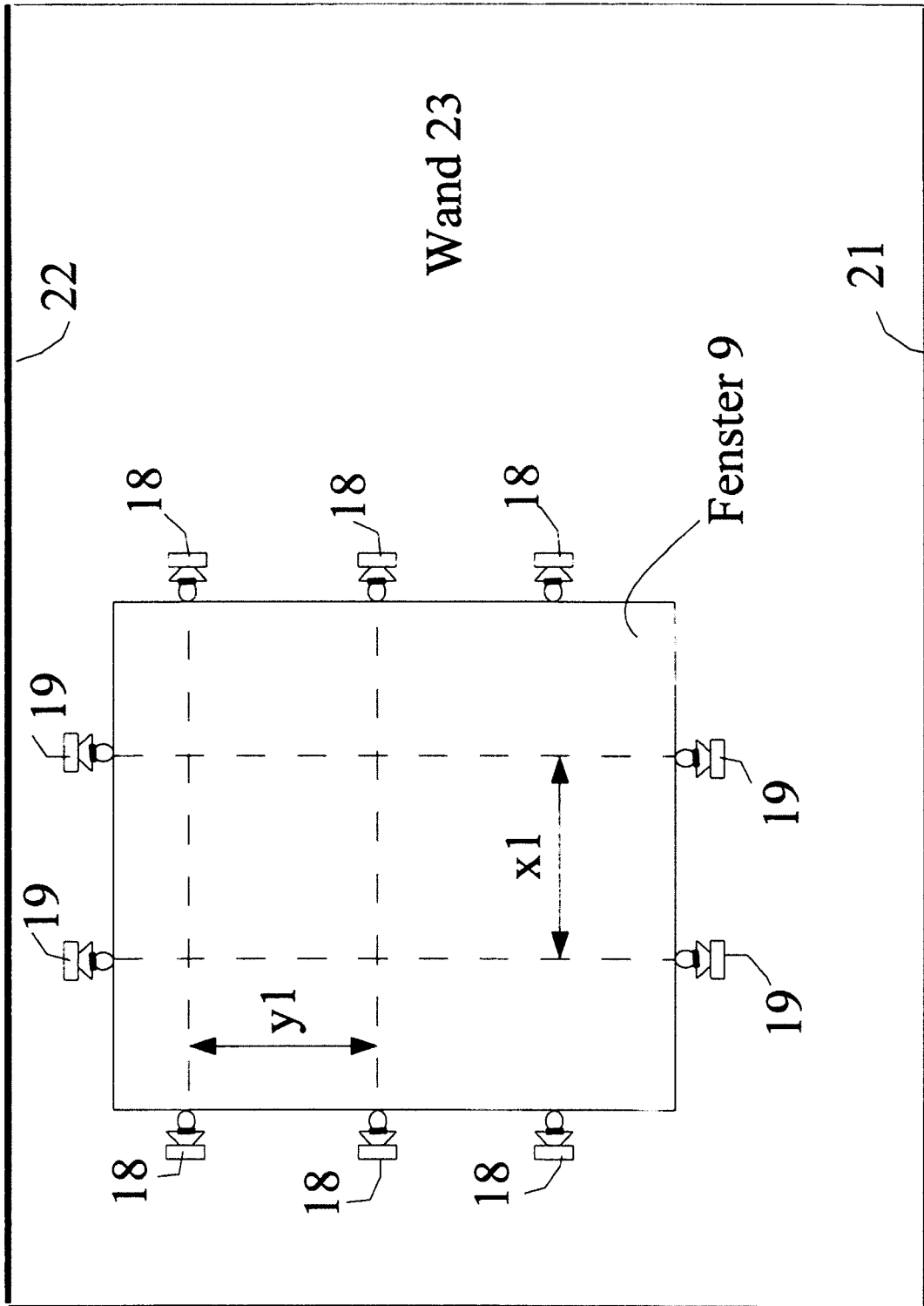


Fig. 6

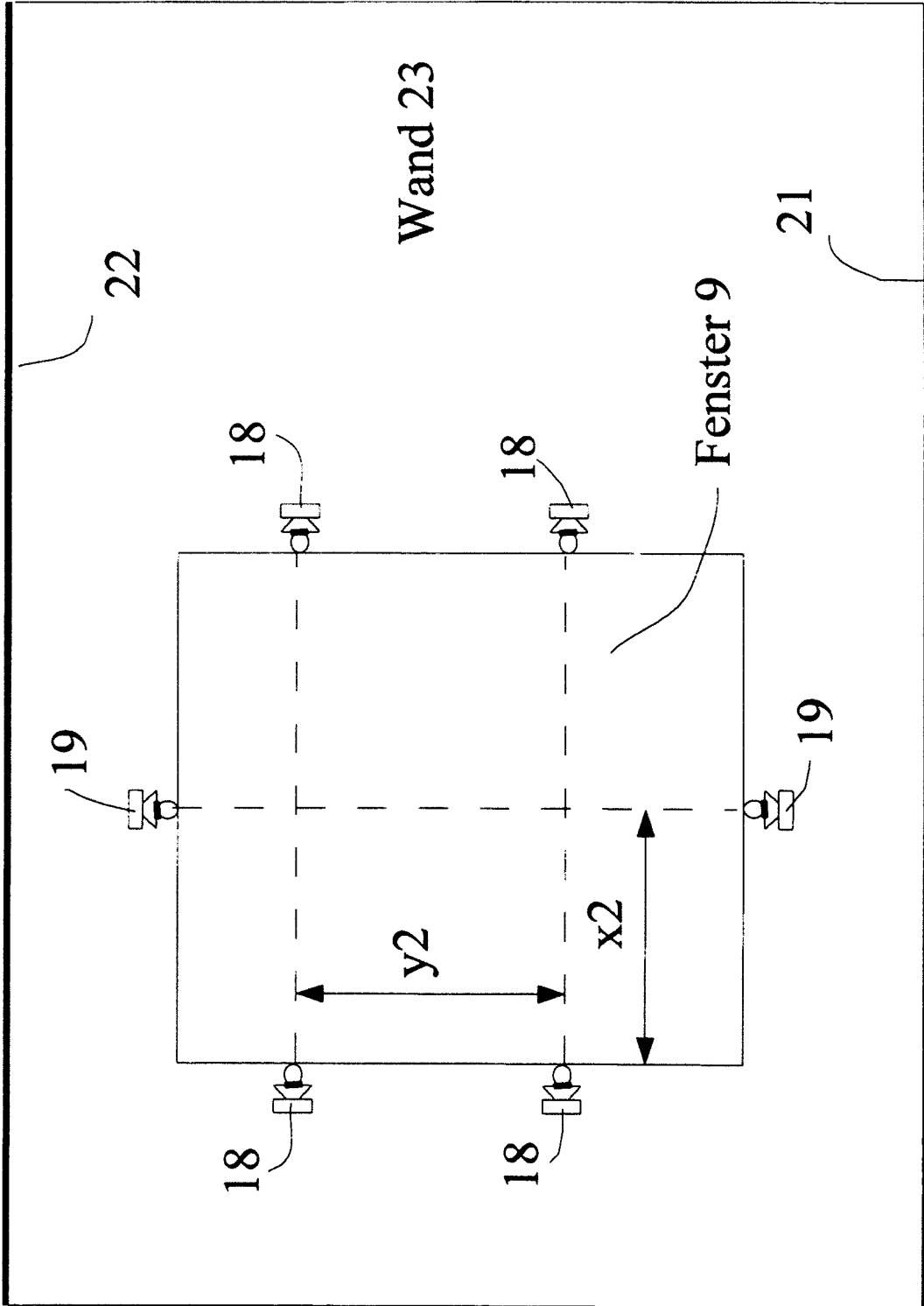


Fig. 7

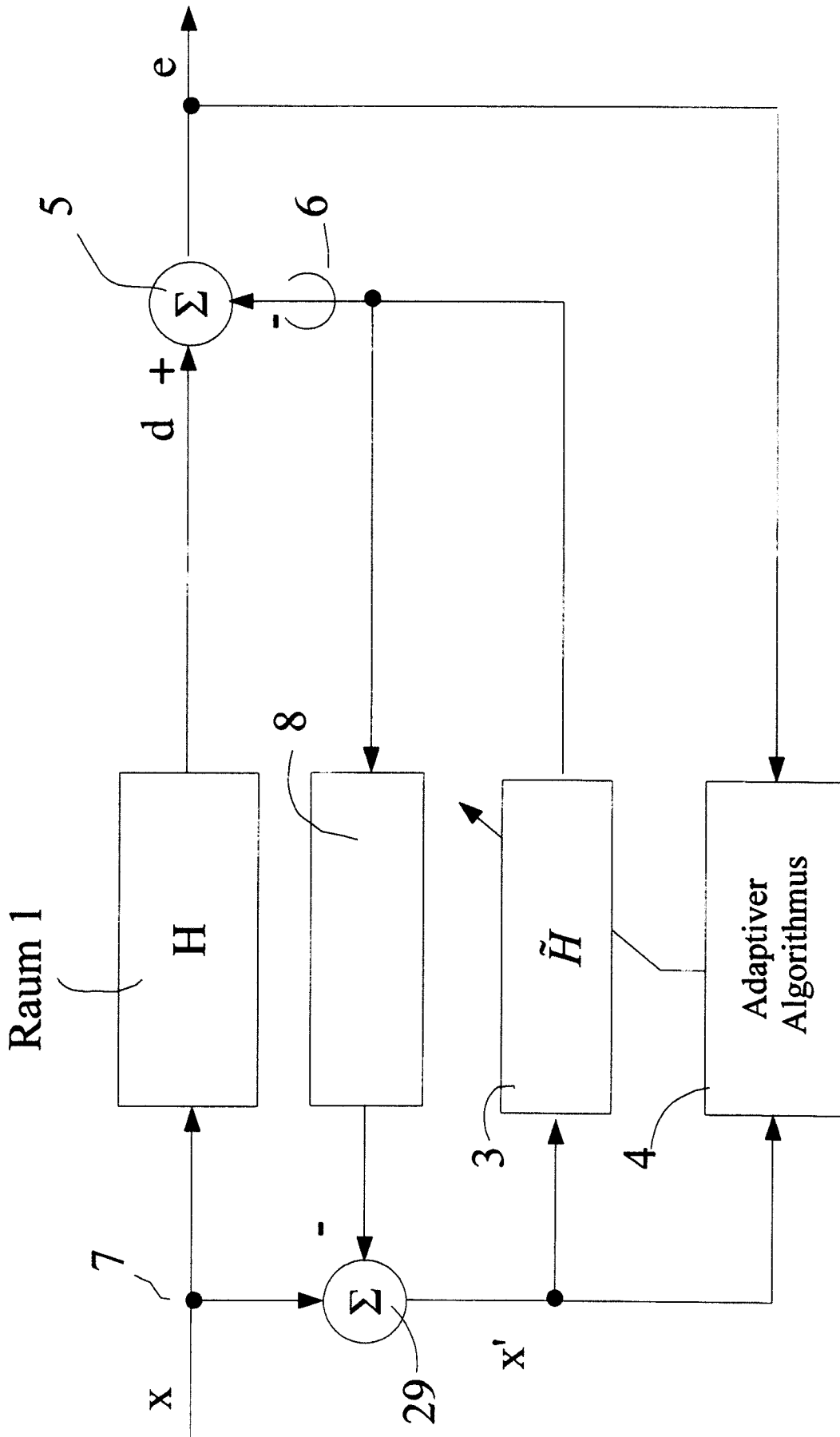


Fig. 8