(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 710 048 B1

(51) Int. Cl.: H04R 1/40 (2006.01)
H04R 1/02 (2006.01)
H04R 27/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01172/15

(22) Anmeldedatum: 14.08.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.02.2016

(30) Priorität: 22.08.2014 AT A 50584/2014

(24) Patent erteilt: 15.05.2019

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.05.2019

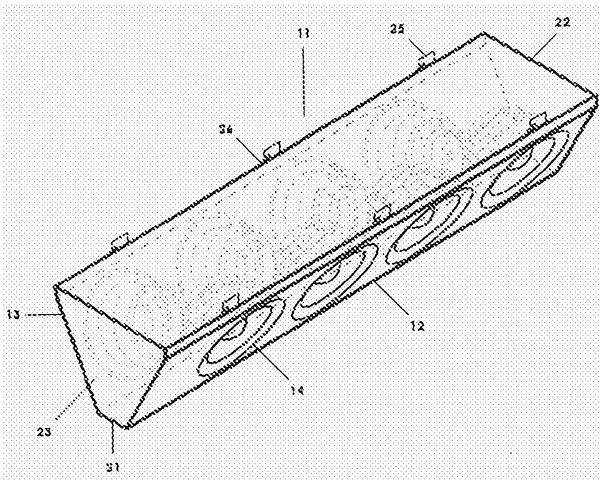
(73) Inhaber:
ITEC Tontechnik und Industrieelektronik Gesellschaft m.b.H., Lassnitzthal 300
8200 Lassnitzthal (AT)

(72) Erfinder:
Romano Hammer, 8200 Gleisdorf (AT)

(74) Vertreter:
Keller & Partner Patentanwälte AG, Eigerstrasse 2
Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(54) Lautsprecheranordnung.

(57) Die Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung mit mehreren in verschiedenen Richtungen abstrahlenden Lautsprechern (14), wobei die Lautsprecher (14) in einem geschlossenen Lautsprechergehäuse (11) in Zeilen, gegeneinander versetzt und mit ihren akustischen Zentren im Wesentlichen auf einer gemeinsamen Linie, angeordnet sind und die Lautsprecher (14) in der montierten Position mit ihrer Abstrahlrichtung schräg abwärts geneigt sind, wobei das geschlossene Lautsprechergehäuse (11) zwei geneigte Längswände (12, 13) aufweist, an denen die Lautsprecher (14) montiert sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lautsprecheranordnung mit mehreren in verschiedenen Richtungen abstrahlenden Lautsprechern, die in einem Lautsprechergehäuse in Zeilen, gegeneinander versetzt, angeordnet sind.

[0002] Lautsprecheranordnungen mit einer Bündelung und Richtwirkung in verschiedenen Richtungen können mit Vorteil in akustisch kritischen Räumlichkeiten (oder kritischen akustischen Umgebungen), wie etwa in Bahnhöfen, eingesetzt werden. So ist es aus der DE 10 2010 010 309 A1 bekannt, eine derartige Lautsprecheranordnung mit in entgegengesetzten Richtungen schallabstrahlenden, an einer gemeinsamen Schallwand flächig angeordneten Breitbandlautsprechern in Bahnhofshallen einzusetzen. Die Breitbandlautsprecher sind dabei beispielsweise in einem Array von 4 × 4 Lautsprechern angeordnet, die abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen abstrahlen. Dabei wird eine völlig symmetrische Schallabstrahlung der Lautsprecheranordnung erhalten, wobei im Einzelnen die Breitbandlautsprecher im Wesentlichen senkrecht zur Schallwand abstrahlend angeordnet sind. Um hier eine Neigung der Schallabstrahlung nach unten in Richtung Boden zu erzielen, wird eine entsprechende elektronische Ansteuerung und so eine virtuelle Neigung des Schallfeldes vorgesehen. Dies bedeutet jedoch einen besonderen Aufwand, bei dem die Breitbandlautsprecher derart gruppenelektronisch zusammengeschaltet sind, dass jeweilige Gruppen elektronisch verzögert angesteuert werden, um so ein nach unten geneigtes Schallfeld auf beiden Seiten der Schallwand zu erzielen. Eine vergleichbare Lautsprecheranordnung mit Schallstrahlern in einer Kreisanordnung ist in der CN 202 679 586 U gezeigt, wobei die Kreisfläche der Kreisanordnung so ausgerichtet ist, dass die Schallwellen vertikal nach unten oder schräg abwärts abgestrahlt werden.

[0003] Aus der US 2008/0 212 805 A1 geht u.a. eine Lautsprecheranordnung hervor, bei der Tiefton- und Mittelton-Lautsprecher in zwei vertikalen Reihen, unter gegenseitigem Versatz, einander mit der Abstrahlrichtung gegenüberliegend angeordnet sind. Dieser Lautsprecher münden dabei ebenso wie Hochtöner in vertikale Schlitz-Ausnehmungen an der Frontseite des Lautsprechergehäuses. Dabei ist eine aufwendige elektronische Ansteuerung der Lautsprecher vorgesehen.

[0004] In der WO 99/23 855 A ist ein Beschallungssystem mit in mehreren horizontalen Reihen in Fächern übereinander angeordneten, in verschiedenen horizontalen Richtungen abstrahlenden Lautsprechern geoffenbart, das insbesondere für Freiluftanlagen gedacht ist, wobei der abgegebene Schall in einem Abstand von einigen wenigen Metern in gleicher Weise wie z.B. in einem Abstand von 300 Metern hörbar sein soll. Demgemäss ist eine Vielzahl von unterschiedlichen Lautsprechern in den einzelnen Fächern angeordnet, wobei ebenfalls eine aufwendige elektronische Lautsprecher-Ansteuerung gegeben ist.

[0005] Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine Lautsprecheranordnung wie eingangs angegeben vorzuschlagen, die auf einfachste Weise eine beidseitige Schallabstrahlung mit einer Bündelung, mit einer Neigung schräg abwärts, ermöglicht, wobei a priori keine elektronischen Eingriffe erforderlich sind und überdies keine messbaren, unerwünschten Kammfiltereffekte in der vertikalen Abstrahlcharakteristik vorliegen.

[0006] Die erfindungsgemässe Lautsprecheranordnung der eingangs angeführten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lautsprecher in dem geschlossenen Lautsprechergehäuse mit ihren akustischen Zentren im Wesentlichen auf einer gemeinsamen Linie angeordnet und in der montierten Position mit ihrer Abstrahlrichtung schräg abwärts geneigt sind, wobei das geschlossene Lautsprechergehäuse zwei geneigte Längswände aufweist, an denen die Lautsprecher montiert sind.

[0007] Derartige Lautsprecheranordnungen, hier bipolare Lautsprecheranordnungen oder bipolare Schallzeilensysteme genannt, sind grundsätzlich als kritisch anzusehen, da die beiden Lautsprechersysteme auch bei Anordnung in geringen Abständen zueinander interferieren. Bei der vorliegenden Lautsprecheranordnung wird jedoch diese unerwünschte gegenseitige Beeinflussung dadurch wirksam unterbunden, dass die akustischen Zentren aller Treiber (Lautsprecher) auf einer gemeinsamen Achse oder Linie liegen. Dadurch werden die vorerwähnten nachteiligen Kammfiltereffekte in der vertikalen Abstrahlcharakteristik vermieden. Durch die Neigung der beiden Lautsprecher-Linien relativ zueinander nach unten werden überdies vorteilhafte Auslöschungen im Mittel- und Hochtonbereich nach oben erzielt, wobei zusätzlich unerwünschte Immissionen nach oben bzw. aussen bzw. unerwünschte Reflexionen an Decken oder Dächern von Gebäuden vermieden werden können. Der Winkel zwischen den Lautsprecherzeilen bestimmt ganz allgemein die vertikale Abstrahlcharakteristik des Gesamtsystems. In der horizontalen Achse ergeben sich durch die beschriebene Array-Anordnung gewünschte Effekte wie ein frequenzabhängiger Bündelungsgrad, der ein Übersprechen auf benachbarte Schallsysteme, z.B. benachbarte Bahnsteige, stark abschwächt. Tests haben gezeigt, dass zufolge der Zeilenanordnung bereits bei niedrigen Frequenzen eine sehr gute Bündelung der horizontalen Abstrahlung der Lautsprecher erzielt wird, was beispielsweise bei der Beschallung von Bahnsteigen deshalb von Vorteil ist, weil ein Übersprechen auf benachbarte Bahnsteige stark eingeschränkt wird.

[0008] Dadurch, dass die akustischen Zentren der Treiber bzw. Lautsprecher auf ein und derselben Linie liegen, ergibt sich insgesamt ein Lautsprechersystem, welches sich im Wesentlichen frequenzunabhängig wie ein einzelner Lautsprecher verhält, jedoch in mehreren Richtungen abstrahlt. Der Neigungswinkel zwischen den beiden einander überlappenden Schallzeilen ist von Bedeutung für die vertikale Abstrahlcharakteristik des Gesamtsystems, sodass durch die Auswahl der Winkel der beiden Schallzeilen zueinander die vertikale Abstrahlcharakteristik einstellbar ist. Die horizontale Abstrahlcharakteristik der Lautsprecheranordnung ist dagegen über deren Länge, d.h. über die Anzahl (und gegebenenfalls auch Grösse) der Lautsprecher bestimmt. Je länger die Anordnung ist, desto höher ist der Bündelungsgrad in der Horizontalen.

[0009] Insgesamt ergibt sich somit der grosse Vorteil der vorliegenden Lautsprecheranordnung, dass beispielsweise schmale, lange Bahnsteige gezielt und gleichmässig akustisch versorgt werden können, wogegen auf benachbarte Bahnsteige und in die Umwelt wesentlich weniger Schalldruckenergie – in der Art eines unerwünschten Übersprechens bzw. in der Form von unerwünschten Immissionen – abgestrahlt wird.

[0010] Die Treiber bzw. Lautsprecher werden innerhalb des Lautsprechergehäuses insbesondere um ihren halben Durchmesser versetzt angeordnet, um so auf einfache Weise die akustischen Zentren aller Treiber auf einer Linie anzuordnen, wobei jedoch die Treiber selbst (rotationssymmetrische Treiber bzw. Lautsprecher) in unterschiedliche Richtungen weisen.

[0011] Die vorliegende Lautsprecheranordnung ist dabei insbesondere für die Beschallung von Bahnsteigen gedacht bzw. geeignet. Je nach Montagehöhe der Lautsprecheranordnung, z.B. in einer Höhe von ca. 3 m, kann der Neigungswinkel der Lautsprecher relativ zur Horizontalen mindestens 5°, vorzugsweise 20° bis 35°, insbesondere 28°, betragen.

[0012] Für eine mechanisch einfache Ausbildung der Lautsprecheranordnung ist es weiter von Vorteil, wenn das geschlossene Lautsprechergehäuse zwei geneigte Längswände aufweist, an denen die Lautsprecher montiert sind. Dabei ist eine baulich vorteilhafte Ausführung insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass das geschlossene Lautsprechergehäuse prismatisch, mit einem trapezförmigen Querschnitt, ausgeführt ist.

[0013] Zum Schutz der einzelnen Lautsprecher ist es weiter günstig, wenn das geschlossene Lautsprechergehäuse in einem Aussengehäuse mit Schallöffnungen untergebracht ist. Dabei ist es insbesondere von Vorteil, wenn das Aussengehäuse zweiteilig, mit einem oberen Haubenteil und einem unteren Schalldurchtritts-Lochteil, ausgebildet ist. Hier ist es überdies günstig, wenn das geschlossene Lautsprechergehäuse am oberen Haubenteil des zweiteiligen Aussengehäuses, z.B. mittels Haken und bzw. oder Schrauben, hängend fixiert ist.

[0014] Die Ausbildung der Lautsprecheranordnung mit einem Aussengehäuse ermöglicht weiter in vorteilhafter Weise die Montage mithilfe eines Montagerohrs am Aussengehäuse. Hier ist es insbesondere auch günstig, wenn das Aussengehäuse Gewindeanschlüsse für ein vertikales und ein horizontales Montagerohr aufweist. Bei dieser Ausbildung ist sowohl eine horizontale, seitliche Montage als auch eine Überkopf-Montage (oder hängende Montage) der Lautsprecheranordnung möglich.

[0015] Bei der vorliegenden Lautsprecheranordnung sollen im Hinblick auf die überlappende, enge Anordnung die einzelnen Lautsprecher möglichst klein sein; je kleiner die Abmessungen bzw. Abstände der Lautsprecher sind, desto weniger Interferenzen treten zwischen den Lautsprechern bzw. Treibern auf. Von Vorteil hat es sich hier demgemäss erwiesen, wenn die Lautsprecher Konuslautsprecher, insbesondere Neodymkonuslautsprecher, sind. Die Lautsprecher sind dabei beispielsweise 3-Zoll-Neodymkonuslautsprecher.

[0016] Durch die vorliegende bipolare Schallzeilenanordnung wird ein zweiseitig abstrahlender(s) «Lautsprecher» (Lautsprechersystem) ermöglicht, der (das) die Nachteile bekannter Lautsprecheranordnungen, nämlich unerwünschte frequenzabhängige Phasingeffekte und Pegelauslöschungen, vermeidet. Durch die besondere Geometrie der Anordnung wird die gegensätzlich gerichtete Abstrahlung über den gesamten Frequenzbereich mit Schwerpunkt nach unten zur Hörfläche hin addiert, wobei eine starke Abschwächung nach oben erzielt wird. Damit werden unerwünschte Schallabstrahlungen in die Umgebung vermieden, und es wird eine gebündelte (gerichtete) Abstrahlung beispielsweise zu Personen in Bahnsteigbereichen sichergestellt.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von besonders vorteilhaften Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. In der Zeichnung zeigt im Einzelnen:

Fig. 1 eine schaubildliche Ansicht einer Lautsprecheranordnung gemäss der Erfindung;

Fig. 2 eine Seitenansicht dieser Lautsprecheranordnung, gemäss Richtung II in Fig. 1;

Fig. 3 ein in der Lautsprecheranordnung gemäss den Fig. 1 und 2 enthaltenes prismatisches Lautsprechergehäuse mit zwei Zeilen von gegeneinander versetzten, in entgegengesetzte Richtungen abstrahlenden Lautsprechern;

Fig. 4 einen vertikalen Querschnitt durch ein derartiges Lautsprechergehäuse mit zwei einander überlappenden Lautsprechern, wobei auch schematisch an einer Seite die Aufhängung eines derartigen Lautsprechergehäuses mithilfe von hakenförmigen Laschen veranschaulicht ist, die mit zugehörigen Haltelaschen im Inneren des Aussengehäuses der Lautsprecheranordnung zusammenarbeiten;

Fig. 5 eine Unteransicht dieses Lautsprechergehäuses gemäss Fig. 4;

Fig. 6 schematisch eine Draufsicht auf einen Bahnsteig zwischen Gleisen, mit mehreren zweiseitig abstrahlenden Lautsprecheranordnungen etwa gemäss den Fig. 1 bis 5; und

Fig. 7 eine schematische Seitenansicht einer an einem Mast angebrachten Lautsprecheranordnung, zur Veranschaulichung eines von der Lautsprecheranordnung wie beschrieben abgestrahlten Schallfeldes.

[0018] In den Fig. 1 und 2 ist eine Lautsprecheranordnung 1 ganz allgemein in einer Schrägansicht bzw. Seitenansicht veranschaulicht, wobei insbesondere ein Aussengehäuse 2 der Lautsprecheranordnung 1 erkennbar ist. Dieses Aussengehäuse 2 besteht aus zwei Teilen, einem oberen Haubenteil 3 und einem unteren Konsolenteil 4, auch Schalldurchtritts-Lochteil 4 genannt, der an seinen beiden Längsseiten aus Fig. 1 schematisch erkennbare Schalldurchtrittsöffnungen 5 aufweist. Die beiden Gehäuseteile 3, 4 sind miteinander beispielsweise durch Verschrauben oder Vernieten verbunden, wie in Fig. 1 schematisch bei 6 veranschaulicht ist.

[0019] Zur Montage der Lautsprecheranordnung 1, beispielsweise an einem Mast 7, vgl. Fig. 6 und 7, sind Montagerohre 8, 9 vorgesehen; dabei ermöglicht das eine seitliche Montagerohr 8 eine horizontale bzw. seitliche Montage und das andere obere Montagerohr 9 eine Überkopfmontage (bzw. hängende Montage) der Lautsprecheranordnung 1. Für jedes der beiden Montagerohre 8, 9 ist ein entsprechender Gewindeanschluss 10, beispielsweise mit Gewindemuffe, im Haubenteil 3, beispielsweise durch Schweissen, befestigt.

[0020] Selbstverständlich ist es dann möglich, nur eines der beiden Montagerohre 8, 9, beispielsweise das Montagerohr 8, für eine seitliche Montage (s. Fig. 2) anzubringen; in Fig. 2 ist dementsprechend das obere Montagerohr 9 nur strichliert dargestellt.

[0021] Im Inneren des Aussengehäuses 2 ist im unteren Konsolenteil 4 ein Lautsprecherhalter oder geschlossenes Lautsprechergehäuse 11 untergebracht, wie in Fig. 2 mit strichlierten Linien veranschaulicht ist. Dieses geschlossene Lautsprechergehäuse 11 ist mehr im Detail in den Fig. 3 bis 5 gezeigt.

[0022] Das Lautsprechergehäuse 11 ist ein geschlossenes, insbesondere luftdicht geschlossenes, hermetisch dichtes Lautsprechergehäuse 11 von länglicher, prismatischer Form, mit einem trapezförmigen Querschnitt, wie sich insbesondere aus den Fig. 3 und 4 erkennen lässt. Dieses Lautsprechergehäuse 11 weist zwei sich längserstreckende Seitenflächen oder -wände 12, 13 auf, die in der Montagestellung zur Vertikalen um einen Winkel α geneigt sind. In Fig. 4 ist der Neigungswinkel a als Normalwinkel relativ zur Horizontalen eingezeichnet. Im gezeigten Beispiel beträgt dieser Winkel α beispielsweise zwischen 20° und 35°, insbesondere 28°, jedenfalls mindestens 5°.

[0023] Im Inneren des Lautsprechergehäuses 11 sind 2 × 4 Einzellautsprecher oder Schallwandler 14, 15 in zwei Zeilen oder Reihen untergebracht, sodass sich eine hier als bipolare Schallzeilenanordnung bezeichnete Einrichtung ergibt. Die einzelnen Lautsprecher 14, 15 der beiden Schallzeilen sind gegeneinander um jeweils eine halbe Abmessung eines Lautsprechers 14 bzw. 15 versetzt, wie sich insbesondere aus der Darstellung in Fig. 5 erkennen lässt, wobei die innen liegenden Enden (Magnetteile) der Lautsprecher 14 bzw. 15 einander überlappen, wie aus Fig. 4 zu erkennen ist. Dabei liegen die akustischen Zentren 16 aller Lautsprecher, 14 ebenso wie 15, auf einer gemeinsamen Linie oder Achse, die sich in der Darstellung gemäss Fig. 4 senkrecht zur Zeichenebene erstreckt. Aufgrund dieser Anordnung, mit allen akustischen Zentren 16 der Lautsprecher 14, 15 auf einer Achse, ergibt sich ein Gesamt-Lautsprechersystem, das frequenzunabhängig wie ein einzelner Lautsprecher angesehen werden kann, jedoch in mehr als eine Richtung, nämlich in zwei Richtungen, abstrahlt. Die Abstrahlrichtungen sind in Fig. 4 mit 17 bzw. 18 angegeben. Der Winkel zwischen den beiden Schallzeilen mit den einander überlappenden Lautsprechern 14, 15 bestimmt die vertikale Abstrahlcharakteristik des Lautsprechersystems insgesamt, und demgemäss kann über die Wahl des Winkels α und damit des Winkels zwischen den beiden Schallzeilen ($180° - 2\alpha$) die vertikale Abstrahlcharakteristik eingestellt werden. Die horizontale Abstrahlcharakteristik der Lautsprecheranordnung 1 wird hingegen über die Länge, somit über die Anzahl, aber auch Grösse der Lautsprecher 14, 15 bestimmt. Je länger die Lautsprecheranordnung 1 ist, desto stärker ist der Bündelungsgrad in horizontaler Richtung.

[0024] Auf diese Weise ist es möglich, schmale, lange Bahnsteige 20, s. Fig. 6 und 7, gezielt und gleichmässig akustisch zu versorgen; andererseits kann ein unerwünschtes Übersprechen auf benachbarte Bahnsteige und in die Umwelt vermieden werden.

[0025] In den Fig. 6 und 7 sind symbolische Beschallungsfelder bei 20 veranschaulicht.

[0026] Das prismatische geschlossene Lautsprechergehäuse 11 weist zusätzlich zu den beiden Längswänden oder -flächen 12, 13 eine Bodenwand 21, eine obere Deckwand 22 sowie zwei Stirnwände 23, 24 auf. An den Längsrändern der oberen Deckwand 22 sind in Abständen voneinander Haken 25 vorgesehen, die durch hochstehende Laschen mit horizontalen Schlitzen 26 gebildet sind, in denen im montierten Zustand passende Laschen an einem der beiden Aussengehäuse-Teile eingeschoben werden, vgl. auch beispielhaft die horizontale Lasche 27 am oberen Hauben-Aussengehäuseteil 3 in Fig. 4. In dieser Fig. 4 ist weiter auch eine der Schraubverbindungen 6 zwischen dem oberen Gehäuseteil 3 und dem unteren Gehäuseteil 4 schematisch, mit einer Abwinkelung der Wand des unteren Gehäuseteils 4, veranschaulicht.

[0027] Für die vorliegende Lautsprecheranordnung 1 können mit Vorteil beispielsweise 3´´-Neodymkonuslautsprecher verwendet werden, die als solche bekannt sind und beispielsweise eine Nennbelastung von 20 W RMS haben. Damit könnte die beschriebene bipolare Anordnung mit einer Verstärkerleistung von 320 W betrieben werden, was einem Spitzenschalldruckpegel von (etwa) 124 dB entspricht. Damit wäre es möglich, die Lautsprecheranordnung 1 für Beschallungsaufgaben einzusetzen, wo höchste Schalldruckpegel gefordert sind.

Patentansprüche

1. Lautsprecheranordnung (1) mit mehreren in verschiedenen Richtungen abstrahlenden Lautsprechern (14,15), die in einem Lautsprechergehäuse (11) in Zeilen gegeneinander versetzt angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Lautsprecher (14, 15) in dem geschlossenen Lautsprechergehäuse (11) mit ihren akustischen Zentren (16) im Wesentlichen auf einer gemeinsamen Linie, angeordnet und in der montierten Position mit ihrer Abstrahlrichtung (17, 18) schräg abwärts geneigt sind, wobei das geschlossene Lautsprechergehäuse (11) zwei geneigte Längswände (12, 13) aufweist, an denen die Lautsprecher (14, 15) montiert sind.
2. Lautsprecheranordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel (α) der Lautsprecher (14,15) relativ zur Horizontalen mindestens 5°, vorzugsweise 20° bis 35°, insbesondere 28°, beträgt.
3. Lautsprecheranordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das geschlossene Lautsprechergehäuse (11) prismatisch, mit einem trapezförmigen Querschnitt, ausgeführt ist.
4. Lautsprecheranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das geschlossene Lautsprechergehäuse (11) in einem Aussengehäuse (2) mit Schallöffnungen (5) untergebracht ist.
5. Lautsprecheranordnung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengehäuse (2) zweiteilig, mit einem oberen Haubenteil (3) und einem unteren Schalldurchtritts-Lochteil (4), ausgebildet ist.
6. Lautsprecheranordnung (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das geschlossene Lautsprechergehäuse (11) am oberen Haubenteil (3) des zweiteiligen Aussengehäuses (2), z.B. mittels Haken (25) und/oder Schrauben, hängend fixiert ist.
7. Lautsprecheranordnung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengehäuse (2) zumindest ein Montagerohr (8, 9) aufweist.
8. Lautsprecheranordnung (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Aussengehäuse (2) Gewindeanschlüsse (10) für ein vertikales (9) und ein horizontales (8) Montagerohr aufweist.
9. Lautsprecheranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Lautsprecher (14, 15) Konuslautsprecher, insbesondere Neodymkonuslautsprecher, sind.

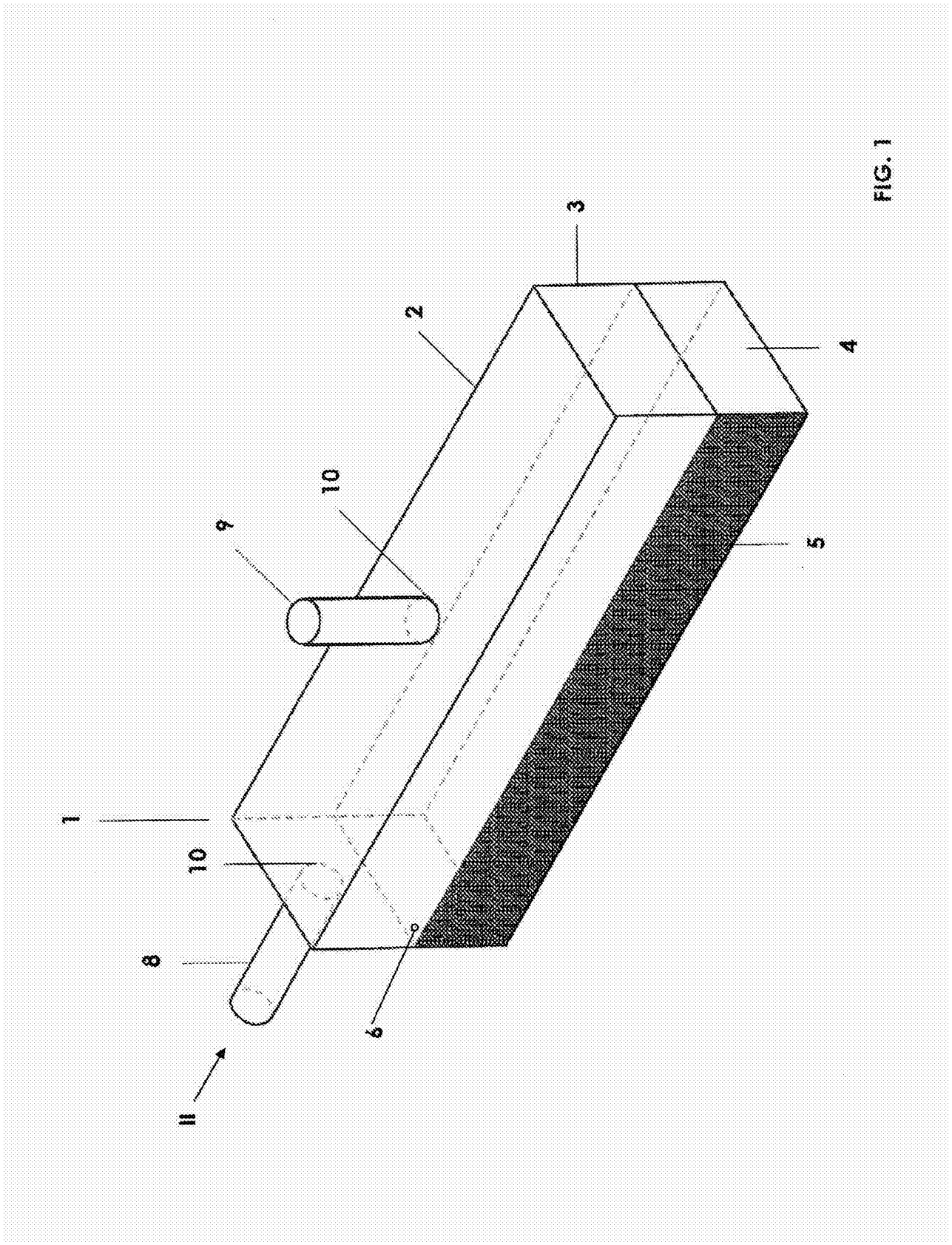


FIG. 1

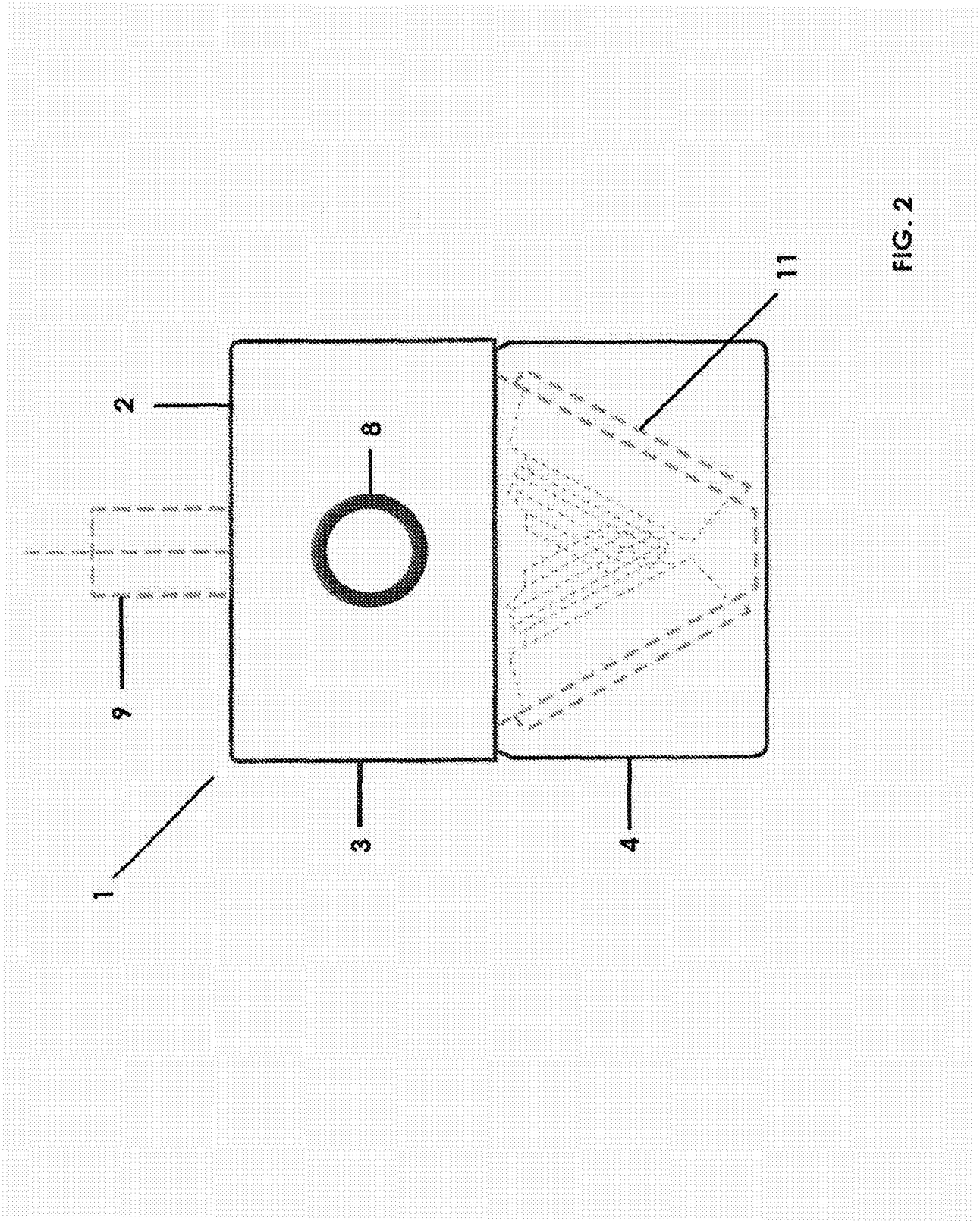


FIG. 2

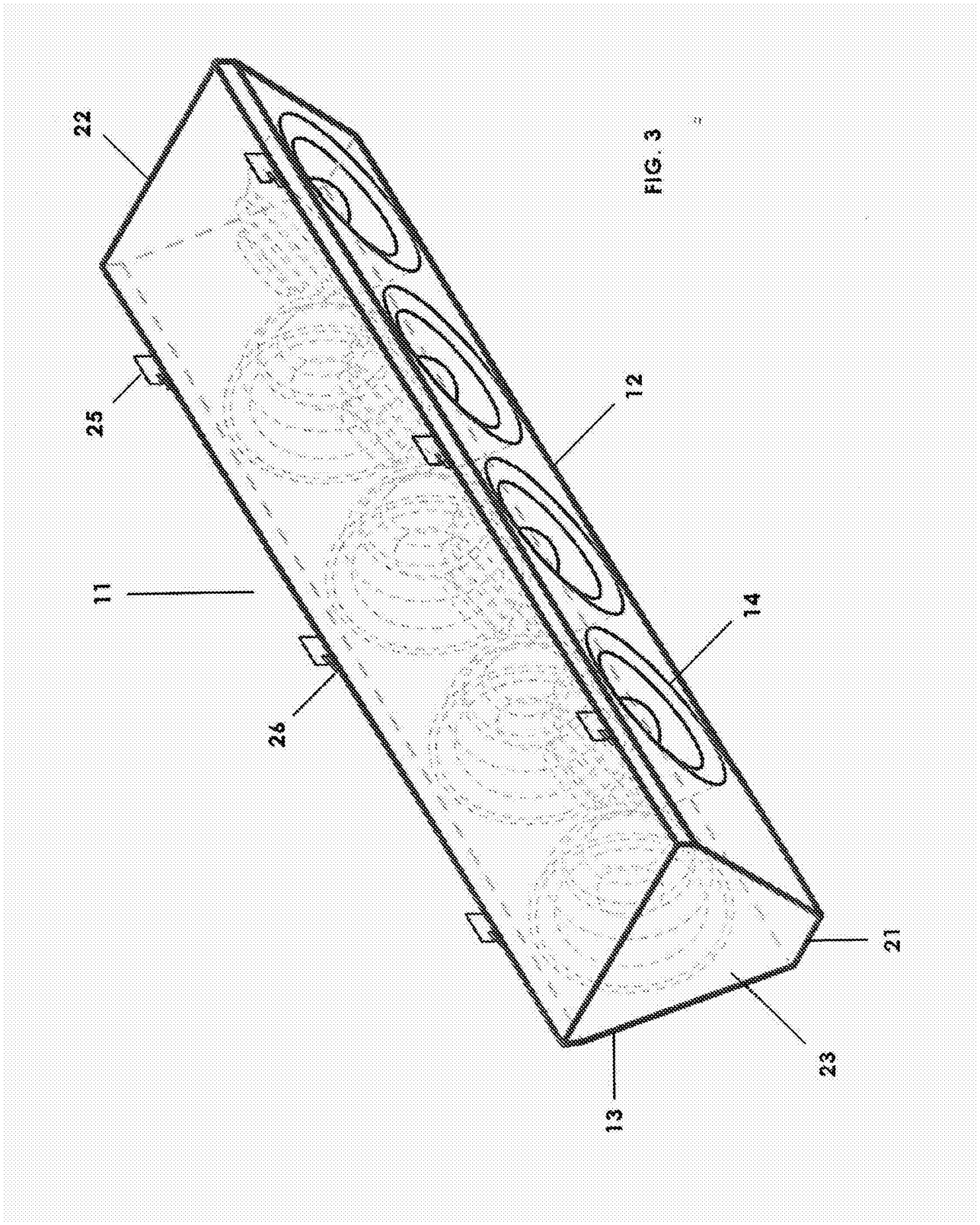


FIG. 3

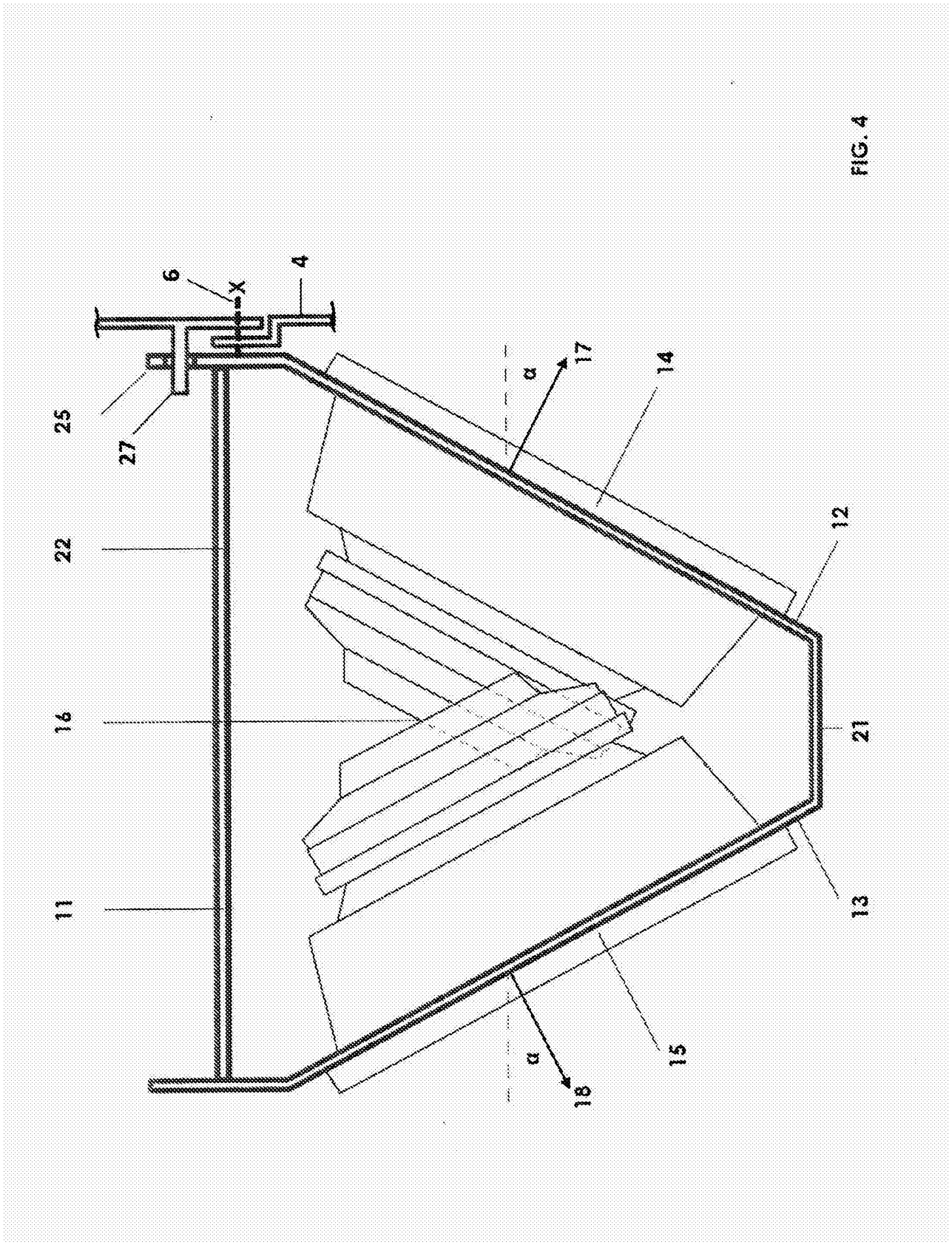


FIG. 4

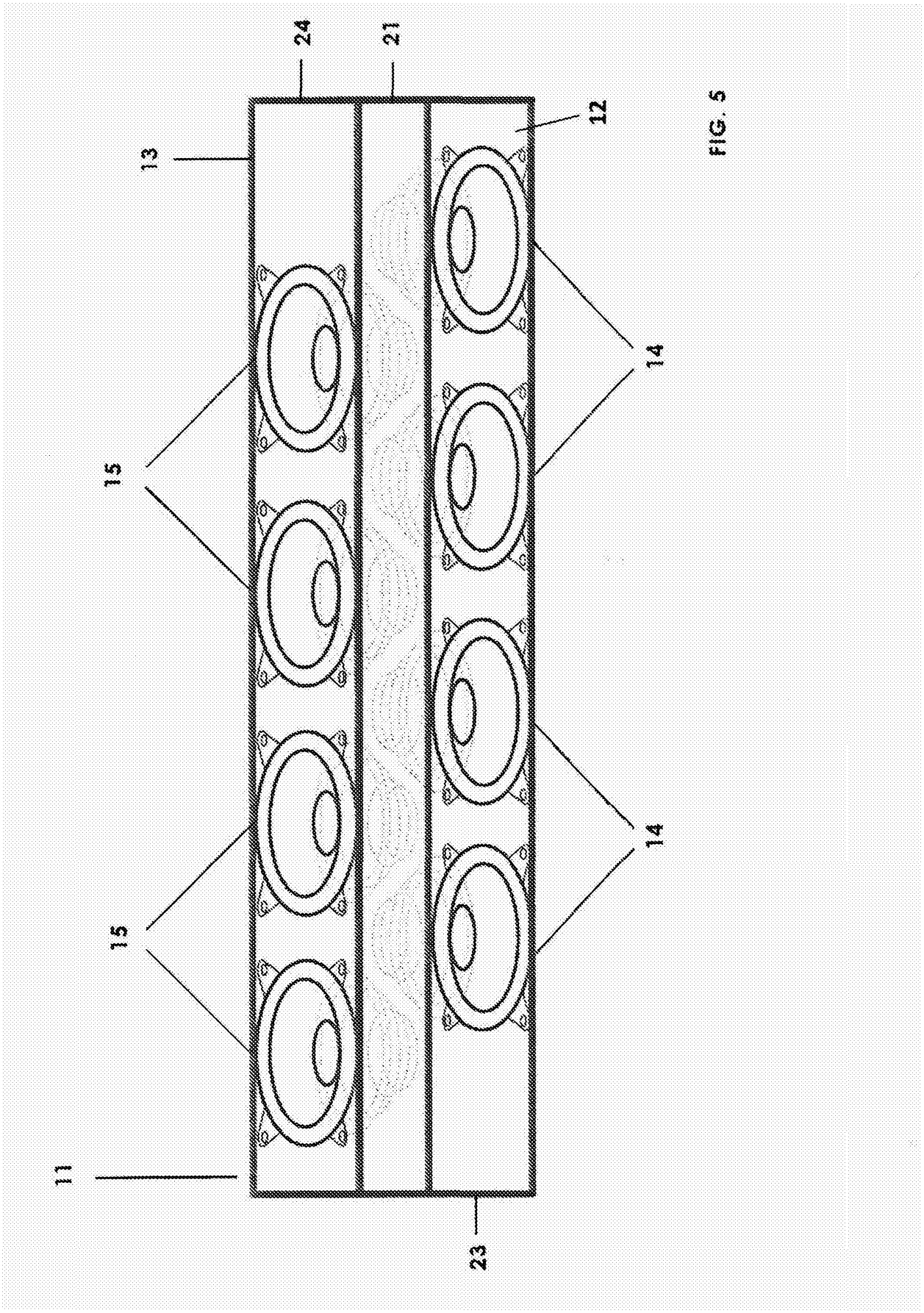


FIG. 5

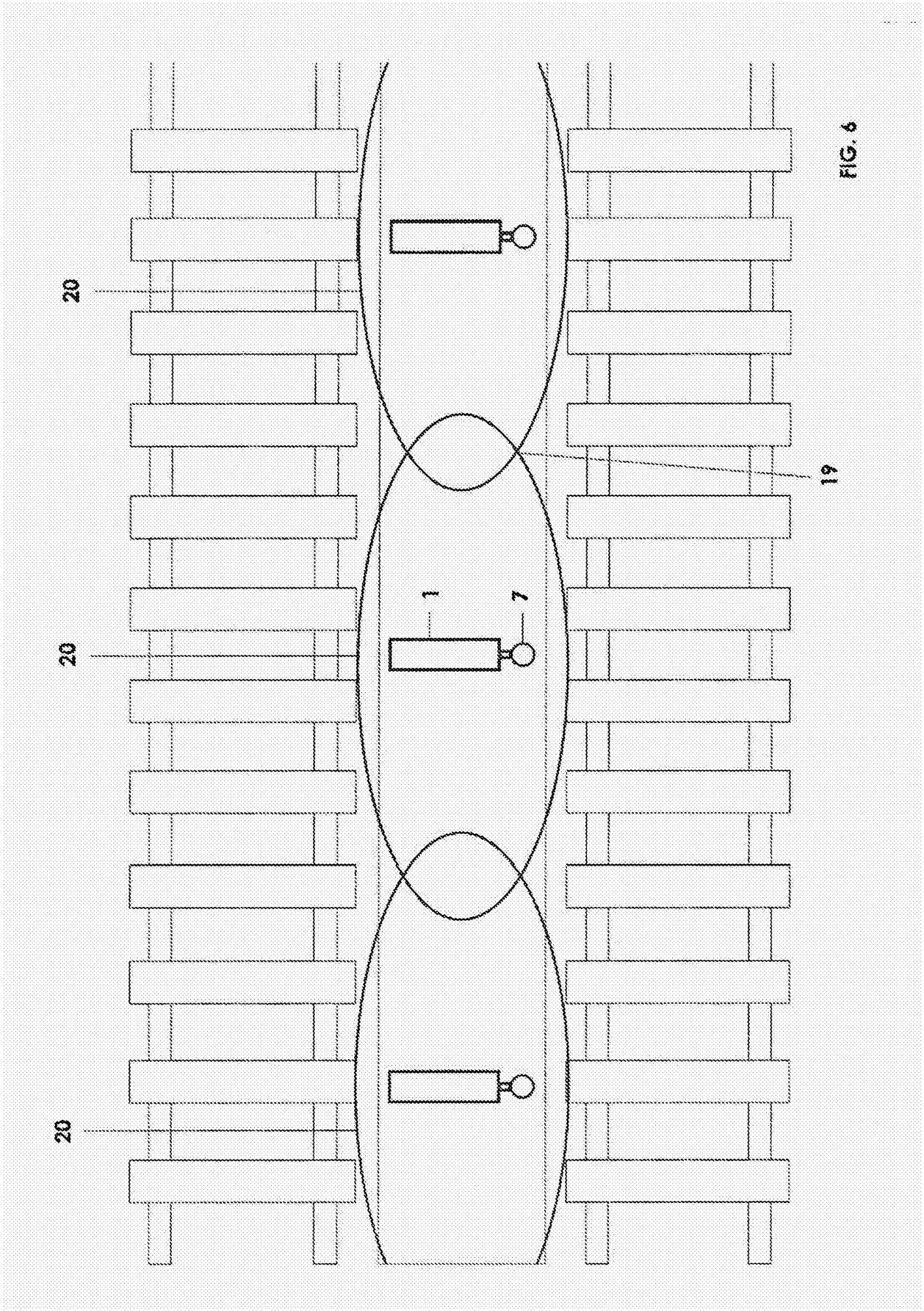


FIG. 6

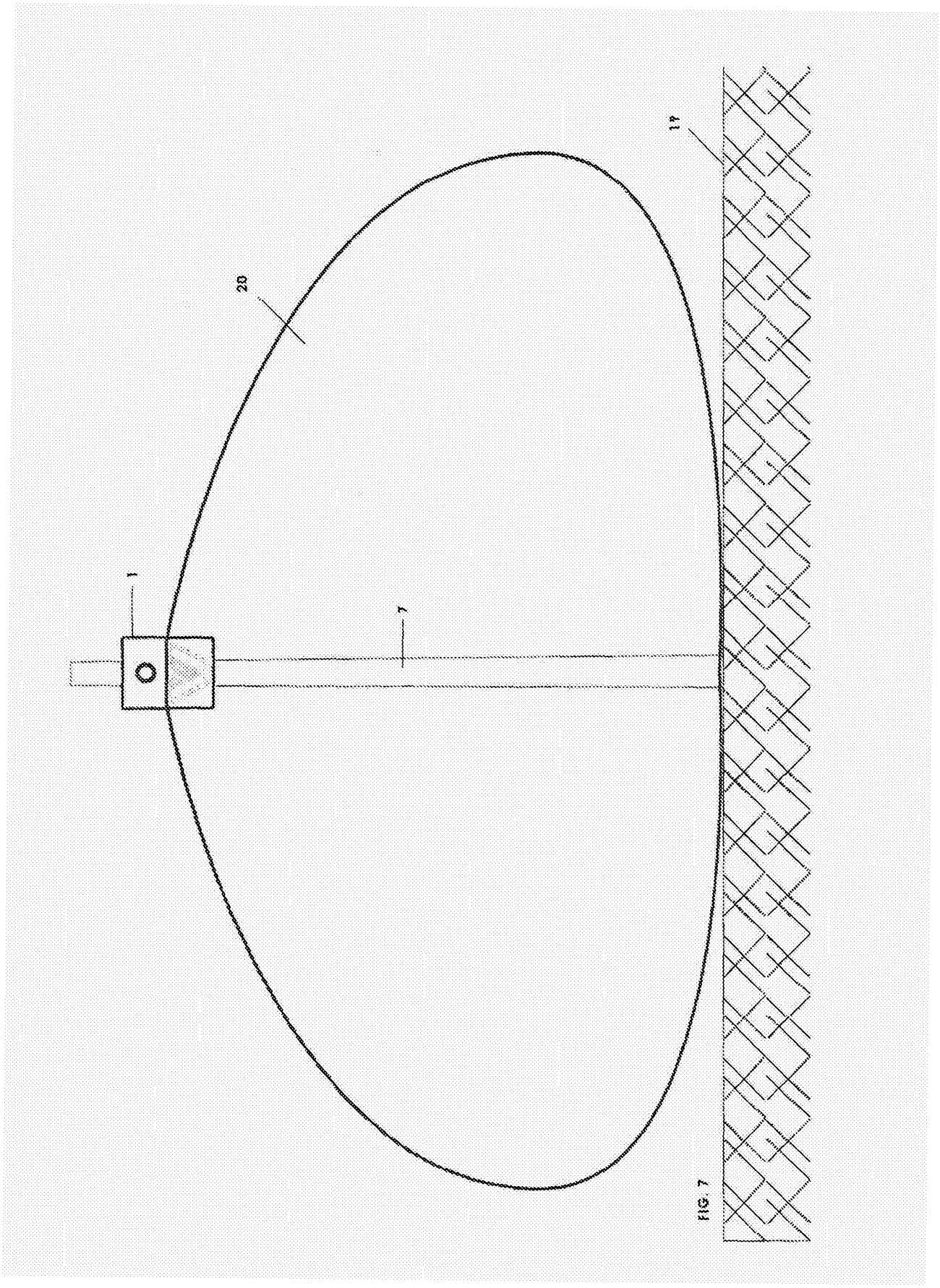


FIG. 7