



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 101 031
A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 83107746.6

(51) Int. Cl.³: H 04 R 1/28

(22) Anmeldetag: 05.08.83

(30) Priorität: 05.08.82 HU 251482

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.84 Patentblatt 84/8

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR IT

(71) Anmelder: Alkoto Ifjúság Egyesülés
Jokai u. 8
H-1066 Budapest, VI(HU)

(72) Erfinder: Albert, Péter, Dipl.
Győri kapu u.48/a
Miskolc(HU)

(72) Erfinder: Otokics, Vidor
Remény u. 26
Szeged(HU)

(72) Erfinder: Albert, Tamás
Mihályfi u. 8.
Budapest(HU)

(74) Vertreter: Patentanwälte Viering & Jentschura
Steinsdorfstrasse 6
D-8000 München 22(DE)

(54) Vorrichtung für Schallstrahler zur Beseitigung akustischer Kurzschlusserscheinungen bei Lautsprechern.

(57) Vorrichtung für Schallstrahler zur Beseitigung akustischer Kurzschlussescheinungen bei Lautsprechern. Die Vorrichtung weist wenigstens drei Lautsprecher (1) auf und jeder der Lautsprecher ist an je eine geschlossene Mantelfläche aufweisende starre Wand (2) derart angeschlossen, daß durch die Membran (3) des Lautsprechers (1) das eine Ende der durch die Mantelfläche umgrenzten Luftsäule (4) abgeschlossen ist, wohingegen das andere Ende der Luftsäulen mit dem äußeren Luftraum in Verbindung steht. Die Längsabmessungen der Mantelflächen sind derart gewählt, daß die kürzeste durch die Luft verlaufende Verbindungsstrecke zwischen der Vorderseite und der Hinterseite der jeweiligen Membran (3) nicht kürzer als ein Drittel der Wellenlänge der auszustrahlenden Schallwelle der untersten Frequenz sind, wobei die Länge der Luftsäulen (4) voneinander und von der halben und viertel Wellenlänge der Selbstresonanz der angeschlossenen Lautsprecher verschieden sind und die Eingänge (5, 6) der Lautsprecher (1) einen Generator (7) niedriger Impedanz angeschlossen sind.

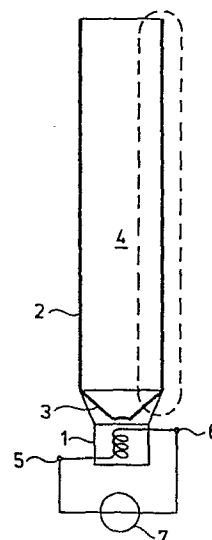


Fig. 1

EP 0 101 031 A2

1

5

Vorrichtung für Schallstrahler zur Beseitigung akustischer Kurzschlußerscheinungen bei Lautsprechern

10 Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die gegenseitige Auslöschung von gegenphasigen Schallwellen, die durch die vordere und die hintere Membranfläche von Lautsprechern erzeugt sind, verhindert werden können. Die Vorrichtung kann in erster Linie bei
15 Tieftonstrahlern verwendet werden.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Schallstrahler ist die Beseitigung der akustischen Kurzschlußerscheinungen der angeschlossenen elektroakustischen Wandler (Lautsprecher)

20 Eine klassische Lösung hierfür besteht in der Anwendung einer durch eine starre ebene Platte gebildeten Schallwand, deren Rand sich außerhalb eines um die Achse des Lautsprechers gelegten Kreises mit dem Radius $\lambda/4$ befindet, wobei λ die Wellenlänge der tiefsten auszustrahlenden Frequenz bedeutet. Im Falle einer für Tieftonlaut-
25 sprecher unerläßlichen unteren Grenzfrequenz von 30 bis 40 Hz beträgt die kleinste Lineare Abmessung der Schallwand 5,7 bis 4,3 Meter, so daß solche Schallwände in der Praxis nicht verwendbar sind.

30

Die meisten modernen Tieftonstrahler werden mit Lautsprechern betrieben, die weich aufgehängt sind und einen kleinen Membrandurchmesser mit großem Stoß aufweisen. Sie sind außerdem geschlossen, derart, daß der akustische Kurz-
35 schluß verschwindet und verhältnismäßig kleine Boxenabmessungen vorliegen. Die untere Grenzfrequenz solcher Schallstrahler hängt in erster Linie von dem Gehäusevolu-

1 men ab. Solch ein Gehäuse muß gut abgedichtet und in erst-
klassiger Tischlerarbeit mit steifen Wänden gefertigt wer-
den.

5 Infolge des Prinzips der Betriebsart soll der angewendete
Schallstrahler - um eine niedrige untere Grenzfrequenz zu
erreichen - einen kleinen Durchmesser aufweisen, wodurch
die Belastbarkeit stark beeinflußt wird. Die charakteristi-
schen Merkmale eines Studio-Kontroll-Schallstrahlers durch-
10 schnittlicher Qualität sind die folgenden: untere Grenz-
frequenz 35 Hz, Belastbarkeit 40 VA, Volumen $0,15 \text{ m}^3$. Bei
gleichbleibender unterer Grenzfrequenz und gleichbleibenden
Gehäuseabmessungen kann eine größere Belastbarkeit nur mit
äußerst kostspieligen Lautsprechern erreicht werden. Der
15 Lautsprecher ist in einem geschlossenen Raum außer durch
die strahlende Impedanz auch durch die Impedanz des Innen-
raums des Gehäuses belastet. Sein Wirkungsgrad ist also
schlechter als der eines in einer Schallwand eingebauten
Lautsprechers.

20

Um die untere Grenzfrequenz zu vermindern, werden in man-
chen Fällen sog. Baßreflexgehäuse verwendet. Die Literatur
hat aber nachgewiesen (Bild- und Tontechnik, 1976, Nr 3)
daß dies nur mit der Vergrößerung des Gehäuses realisiert
25 werden kann und zwar mit einem Lautsprecher niedriger
Selbstresonanz und großen Tonstoßes.

Die Ausbildung des Reflexgehäuses ist komplizierter als die
eines geschlossenen Gehäuses; sein Wirkungsgrad ist aber im
30 allgemeinen besser.

Bekannte Tieftonstrahler guter Qualität sind die verschie-
denen Ausführungsformen mit Exponentialtrichter-Kopplung,
die von besonders guter Qualität sind - ihr Wirkungsgrad
35 ist um eine Größenordnung besser als der von Strahlern
mit geschlossenem Gehäuse - und zwar deshalb, weil sie
außer der Beseitigung des akustischen Kurzschlusses die

1 optimale Kopplung zwischen dem Lautsprecher und dem äußeren
Schallraum lösen können. Ihre Abmessungen sind einfacher
mit konischen Trichtern: diese weisen aber eine Selbstre-
sonanz auf, die durch Anwendung von schalldämpfendem Ma-
5 terial behoben werden kann, wodurch aber der Wirkungsgrad
vermindert wird.

Schallstrahler tiefer Grenzfrequenz mit einem Speiseweg
der Länge λ bzw. $\lambda/4$ sind ebenfalls bekannt (λ bedeu-
10 tet die Wellenlänge, die zur Selbstresonanzfrequenz des
verwendeten Lautsprechers gehört). Diese können außer der
Beseitigung des akustischen Kurzschlusses eine zu tiefe Be-
lastungsimpedanz auf der Lautsprechermembran in den Bereich
der Selbstresonanzfrequenz transformieren oder sie führen
15 das Verschwinden des hier anwesenden Anhebens in der Über-
tragungscharakteristik durch das Auslöschen von Signalen
entgegengesetzter Phase durch. Der Speiseweg der Länge
 λ addiert außerdem bei der Hälfte der Selbstresonanz-
frequenz die Signale der beiden Hälften der Membran phasen-
20 richtig. Somit wird - alleinstehend bei den bekannten Lö-
sungen - unterhalb der Selbstresonanzfrequenz wirkungsvoll
gestrahlt. Die Selbstresonanzen und sonstigen inneren Re-
flexionen werden auch hier durch Einbau von schalldämpfen-
dem Material behoben, wodurch aber der Wirkungsgrad ver-
25 mindert wird. Dieser Wirkungsgrad liegt unter dem der
Schallwand, ist aber besser als der der geschlossenen Re-
flexgehäuse. Das Volumen des Speiseweges mit der Länge
 $\lambda/4$ ist im Falle gleicher Belastbarkeit ungefähr gleich zu
dem der Reflexgehäuse; die Konstruktion ist zwar kompli-
30 ziert, jedoch wesentlich kleiner und einfacher als die der
Trichterausführungsformen. Das Volumen des Speiseweges mit
einer Länge λ beträgt das vierfache - ist aber noch immer
kleiner als das der Trichterausführungsformen.

35 Eine ganz junge spezielle Lösung wird in der DE-A-29 34 473
beschrieben. Es wird hier für jede auszustrahlende Frequenz
eine Speiseleitung verwendet, die als abgeglichen Resona-

1 tor wirkt. Außer daß diese den akustischen Kurzschluß be-
heben, wird - nach der Beschreibung - mit Hilfe der Reso-
nanz das Spektrumbild der elektrischen Signale des ge-
schlossenen Generators, d.h. die Klangfarbe geformt. Die-
5 ser Strahler ist demnach nur für spezielle elektronische
Instrumente verwendbar, jedoch nicht für eine lineare Über-
tragung.

Ein Ausgangspunkt der Erfindung besteht darin, daß die
10 nicht erwünschten Resonanzen der Speisewege λ , $\lambda/4$
nicht durch eingebaute schalldämpfende Materialien ge-
dämpft werden. Demgegenüber werden mehrere Lautsprecher
unterschiedlicher Selbstresonanzfrequenz, und dement-
sprechend mehrere Speisewege unterschiedlicher Länge gleich-
15 zeitig verwendet. Durch eine gleichmäßige Verteilung der
Resonanzpunkte wird eine gleichmäßige Übertragung gesich-
ert.

Im Verlauf von Versuchen wurde klar, daß eine die Selbst-
20 resonanz dämpfende Wirkung der Speisewege kein wirksamer
Effekt ist. Diese Tatsache folgt prinzipiell auch daraus,
daß die Lautsprecherresonanz durch Lautsprecher niedriger
Impedanz und durch die Antriebsgeneratoren unabhängig von
dem Speiseweg - infolge des elektrischen Antriebskreises
25 niedriger Impedanz - genügend gedämpft wird. Diese Er-
scheinung kann die Resonanzen der Speisewege weniger
dämpfen (da diese wesentlich mehr Energie zum Speichern
imstande sind), kann jedoch die Resonanzbandbreite derart
vergrößern, daß durch einige Speisewege entsprechend ver-
30 teilter Resonanzfrequenz eine gleichmäßige Frequenzüber-
tragungscharakteristik erreicht werden kann. Somit können
die Abmessungen der Speisewege von der Selbstresonanzfre-
quenz der Lautsprecher unabhängig sein und wird die Länge
des kürzesten Speiseweges durch die Forderung der Besei-
35 tigung des akustischen Kurzschlusses bestimmt. Die Längen
der anderen Speisewege werden nach Erfahrung derart gewählt,
daß die Grundresonanzen der Speisewegresonanzen auf einen

- 1 Bereich größer als ein Frequenzintervall mit einem Verhältnis von 3:2 gleichmäßig verteilt werden.

Demgemäß sind bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung für
5 Schallstrahler insbesondere zur Ausstrahlung von tiefen Tönen mit einer Charakteristik gleichmäßiger Frequenzübertragung und gutem Wirkungsgrad wenigstens drei Lautsprecher, jedoch weniger Lautsprecher als die Anzahl der abzustrahlenden Töne unterschiedlicher Frequenzen vorgesehen. Jeder
10 der Lautsprecher ist an je eine eine geschlossene Mantelfläche aufweisende starre Wand derart angeschlossen, daß durch die Membran der Lautsprecher das eine Ende der durch die Mantelfläche umgrenzten Luftsäule abgeschlossen ist, wohingegen das andere Ende der Luftsäulen mit dem äußeren
15 Luftraum in Verbindung steht. Die Längsabmessungen der Mantelfläche sind derart gewählt, daß die kürzeste durch die Luft verlaufende Verbindungsstrecke zwischen der Vorderseite und der Hinterseite der jeweiligen Membran nicht kürzer als $\frac{1}{3}$ der Wellenlänge der auszustrahlenden Schall-
20 welle mit der untersten Frequenz sind, wobei die Länge der Luftsäulen voneinander und von der halben und viertel Wellenlänge der Selbstresonanz der angeschlossenen Lautsprecher verschieden sind und die Eingänge der Lautsprecher an einen Generator niedriger Impedanz angeschlossen sind.

25

Die für die Erfindung charakteristischen Ausführungsformen sind technologisch sehr einfach aufgebaut. Als Fertigprodukt erhältliche PVC-, Papier- oder Asbestzementrohre mit dem Enddurchmesser der kegelförmigen Membran der verwendeten
30 ten Lautsprecher werden auf die erforderlichen Längen (im Falle einer Grenzfrequenz von 30 Hz auf 2 bis 3 Meter) geschnitten und die Lautsprecher werden an dem einen Ende durch Schrauben befestigt. Somit entfällt die aufwendige und anspruchsvolle Tischlerarbeit.

35

Vergleicht man die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit denen der bekannten Schallstrahler, so wird

1 gleich klar, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung mit gu-
tem Wirkungsgrad zur Übertragung solcher tiefen Frequenzen
(16 Hz) geeignet ist, die mit Hilfe von Schallwand, Reflex-
gehäuse und Trichter nicht übertragen werden können. Unter
5 Voraussetzung gleicher unterer Grenzfrequenz und Belastbar-
keit ist das Volumen der erfindungsgemäßen Vorrichtung
größer als das Volumen eines geschlossenen Reflexgehäuses,
ist aber kleiner als das einer Schallwand bzw. eines expo-
nentiellen Trichters. Die Erfindung ist geeignet, untere
10 Grenzfrequenzen wie bei den bekannten Speisewegen einer
Länge von λ bzw. $\lambda/4$ zu realisieren, jedoch ist ihr Wir-
kungsgrad besser. Bei einer gleichen unteren Grenzfrequenz
und Belastbarkeit ist ihr Volumen kleiner als das des Spei-
seweges der Länge λ und ist im allgemeinen ein wenig
15 größer als das des Speiseweges mit der Länge $\lambda/4$. Die
Speisewege der Länge λ bzw. $\lambda/4$ können ebenfalls in der
geschilderten, einfachen Form und Technologie hergestellt
werden. In diesem Falle stimmen die Herstellungskosten an-
nähernd mit den Herstellungskosten des erfindungsgemäßen
20 Strahlers überein.

Die Herstellungskosten der anderen bekannten Schallstrahler
sind jedoch höher als die des Schallstrahlers gemäß der Er-
findung (bei diesem Vergleich ist natürlich eine gleiche
25 untere Grenzfrequenz und gleiche Belastbarkeit vorausge-
setzt). Ein Ausführungsbeispiel nach der bereits erwähnten
deutschen Druckschrift ist äußerlich ähnlich zu der er-
findungsgemäßen Vorrichtung, da auch dort für ein jedes
Resonanzrohr (Speiseweg) ein gesonderter Lautsprecher ver-
30 wendet wird. Jedoch sind die Abmessungen der Speisewege ge-
mäß der Erfindung anders. Gemäß der Erfindung sind in je-
dem Falle kürzere Speisewege als bei der bekannten Aus-
führungsform vorhanden (gleiche untere Grenzfrequenz vor-
ausgesetzt) weiter ist - im Gegensatz zu der erfindungsge-
35 mäßigen Ausführungsform - bei der bekannten Ausführungsform
nicht vorgeschrieben, daß die Eingänge der Lautsprecher an
einen Generator tiefer Impedanz angeschlossen sind. Somit

1 kann die Bandbreite der Speisewgeresonanzen, d.h. die Cha-
rakteristik der Frequenzübertragung, beliebig von der Cha-
rakteristik der Frequenzübertragung gemäß der Erfindung
abweichen. Die bekannte Konstruktion kann auch im allge-
5 meinen nicht für eine Breitbandübertragung, sondern nur
zur Resonanzverstärkung der Strahlung von bestimmten Fre-
quenzen, zur Umformung von Tönen bei elektrischen Orgeln,
projektiert entsprechend der gegebenen Klangfarben, ver-
wendet werden.

10

Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnungen
näher erörtert.

15 Fig. 1 stellt schematisch den Schallstrahler
dar, und in

Fig. 2 sind unterschiedliche Gestaltungen der
Luftsäulen (Speisewege), ebenfalls
schematisch, gezeigt.

20

Die Erfindung besteht aus einem mehrere - mindestens drei -
Lautsprecher 1 aufweisenden Schallstrahler, wobei die ke-
gelförmige Membran 3 jedes Lautsprechers 1 an eine starre
geschlossene mantelförmige bzw. rohrförmige Wand 2 derart
25 angeschlossen ist, daß von der Membran 3 des Lautsprechers
1 das eine Ende der durch die Mantelfläche umgrenzten
Luftsäule 4 abgeschlossen wird, während das andere Ende
der Luftsäule 4 mit dem äußeren Luftraum verbunden ist. Die
Mantelfläche und die darin eingeschlossene Luftsäule 4
30 werden hier mit "Speiseweg" bezeichnet. Die oben bereits
erwähnte deutsche Druckschrift bezeichnet diese Konstruktion
als "Resonanzrohr".

35 Durch die Mantelflächen werden die Vorderseite und Hinter-
seite der Lautsprechermembran voneinander abgeteilt. Ihre
Längen sollen derart gewählt werden, daß die kürzeste, die
beiden Membranseiten verbindende durch die Luft verlaufende

1 Verbindungsstrecke (Siehe in Fig. 1 die gestrichelt einge-
zeichnete Verbindungsstrecke) bei keinem Lautsprecher kür-
zer sein soll als ein Drittel der Wellenlänge der zu über-
tragenen Grenzfrequenz, und daß die Längen der Luftsäulen
5 voneinander abweichen. Die Lautsprecher sollen - um die
Selbstresonanz zu dämpfen - mit einem Generator kleiner
Impedanz angetrieben werden. Die Luftsäulen können gerade
oder beliebig gebogen, gedreht, mit ihren Abschnitten an-
einandergrenzend geknickt und dergleichen mehr ausgebildet
10 werden (siehe Fig. 2).

Bei Ausführungsformen, bei denen die beiden Enden der Spei-
sewege weit voneinander wegliegen (z.B. bei einer Luft-
säule mit geradliniger Achse) wird die untere Grenzfrequenz
15 des Schallsystems entscheidend durch den kürzesten Speise-
weg bestimmt (durch die längeren Speisewege wird sie we-
niger beeinflußt). Wenn die beiden Enden der Speisewege
nahe beieinander liegen, so vermindert sich die kürzeste
durch die Luft verlaufende Verbindungsstrecke zwischen den
20 beiden Seiten der Membran im Vergleich mit einer solchen
Verbindungsstrecke bei einem geradlinigen Speiseweg. Durch
diese Speisewege werden aber die Volumengeschwindigkeiten
bei ihrer eigenen Selbstresonanzfrequenz phasengleich, so
daß dadurch ein höherer Wirkungsgrad erreicht ist. Es liegt
25 auf der Hand, daß bei einem Schallstrahlersystem die läng-
sten Speisewege derart ausgebildet werden sollen.

30

35

1

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung für Schallstrahler, insbesondere zur Ausstrahlung von tiefen Tönen mit einer Charakteristik gleichmäßiger Frequenzübertragung und mit gutem Wirkungsgrad, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens
10 drei Lautsprecher (1), jedoch weniger Lautsprecher (1) als die Anzahl der abzustrahlenden Töne unterschiedlicher Frequenzen, vorgesehen sind und jeder der Lautsprecher (1) an eine geschlossene Mantelfläche aufweisende starre Wand (2) derart angeschlossen ist,
15 daß durch die Membran (3) der Lautsprecher (1) das eine Ende der durch die Mantelfläche umgrenzten Luftsäule (4) abgeschlossen ist, wohingegen das andere Ende der Luftsäulen mit dem äußerem Luftraum in Verbindung steht, und daß die Längsabmessungen der Mantelfläche derart gewählt sind, daß die kürzeste durch die Luft verlaufende Verbindungsstrecke zwischen der Vorderseite und der Hinterseite der jeweiligen Membran
20 (3) nicht kürzer als ein Drittel der Wellenlänge der auszustrahlenden Schallwellen mit der untersten Frequenz sind, wobei die Länge der Luftsäulen (4) voneinander und von der halben und viertel Wellenlänge der Selbstresonanz der angeschlossenen Lautsprecher verschieden sind und die Eingänge (5, 6) der Lautsprecher
25 (1) an einen Generator (7) niedriger Impedanz angeschlossen sind.
- 30
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftsäulen (4) beliebig gebogen, verdreht
35 oder geknickt ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mantelförmige starre Wand (2) aus

1 Holz oder aus PVC oder Papier oder Asbestzement besteht, wobei die drei letzteren Materialien in Form eines Rohres verwendet werden.

5

10

15

20

25

30

35

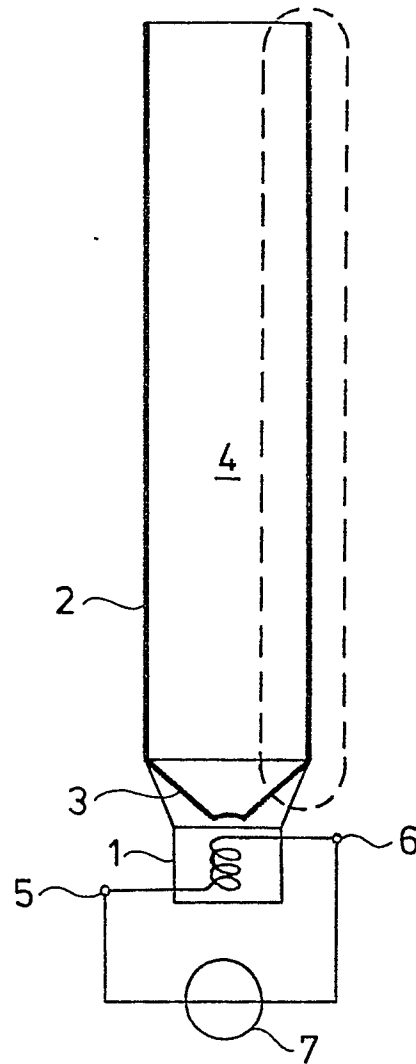


Fig. 1

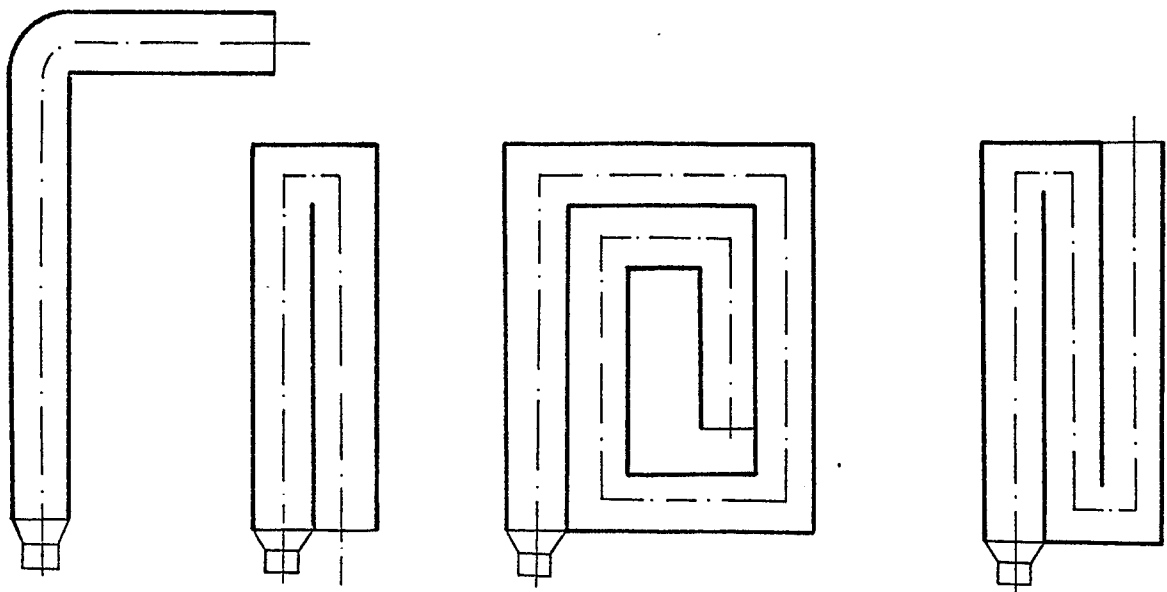


Fig. 2