

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 680 031 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94117818.8**

(51) Int. Cl.⁶: **G10K 11/16**

(22) Anmeldetag: **11.11.94**

(30) Priorität: **27.04.94 DE 4414566**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.95 Patentblatt 95/44

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH FR GB LI SE

(71) Anmelder: **Firma Carl Freudenberg**
Höhnerweg 2-4
D-69469 Weinheim (DE)

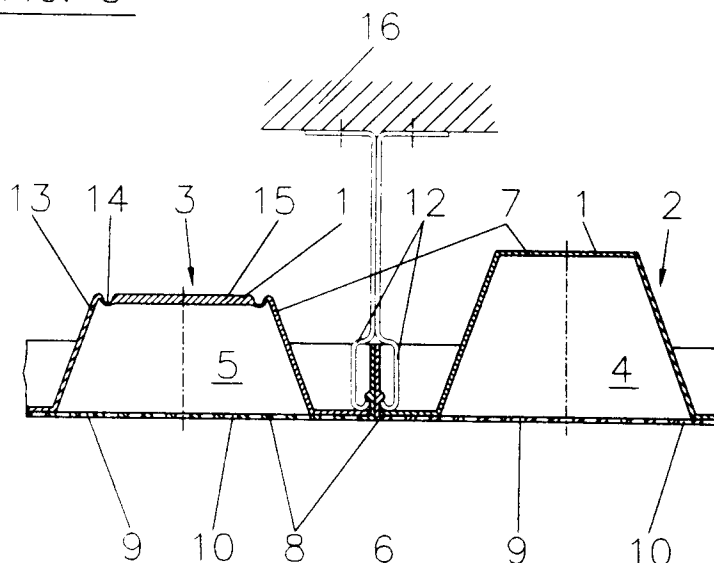
(72) Erfinder: **Stief, Reinhard**
Tannenstrasse 8
D-69469 Weinheim (DE)
Erfinder: **Müller-Broll, Gerhard, Dr.**
Schillerstrasse 12
D-69668 Rimbach (DE)

(54) **Luftschalldämpfer.**

(57) Luftschalldämpfer, umfassend ein plattenförmiges Formteil (1) aus polymerem Werkstoff mit zumindest zwei Kammern (2, 3), die als Resonatoren (4, 5) mit voneinander abweichenden Resonanzfrequenzen ausgebildet sind, wobei die Resonatoren (4, 5) das gesamte Formteil (1) im wesentlichen flächig überdecken. Das Formteil (1) besteht aus einem geschlossenzelligen Werkstoff. Die Resonatoren (4,

5) sind durch im wesentlichen topfförmige, in Richtung der Schallquelle (6) offene Vorwölbungen (7) gebildet, wobei das Formteil (1) auf der der Schallquelle (6) zugewandten Seite von einer Lochplatte (8) überdeckt ist, die im Bereich einer jeden Kammer (2, 3) mit zumindest zwei Durchbrechungen (9, 10) versehen ist. Das Formteil (1) und die Lochplatte (8) sind trennbar miteinander verbunden.

FIG. 3



EP 0 680 031 A2

Die Erfindung betrifft einen Luftschalldämpfer, umfassend ein plattenförmiges Formteil aus polymerem Werkstoff mit zumindest zwei Kammern, die als Resonatoren mit voneinander abweichenden Resonanzfrequenzen ausgebildet sind, wobei die Resonatoren das gesamte Formteil im wesentlichen flächig überdecken.

Ein solches Formteil ist aus der DE 40 11 705 C2 bekannt. Der vorbekannte Luftschalldämpfer umfaßt ein luftschallabsorbierendes Formteil, das auf seiner zur Schallquelle gerichteten Oberfläche mit einer porösen Schicht bedeckt ist oder aus offenporigem Schaumstoff besteht. Die Resonatoren des vorbekannten Formteils sind als Helmholtz-Resonatoren ausgebildet, wobei jeder Helmholtz-Resonator auf der der Schallquelle zugewandten Seite mit nur einer Durchbrechung versehen ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Luftschalldämpfer der vorbekannten Art derart weiterzuentwickeln, daß eine breitbandigere Schallabsorption ermöglicht wird und daß der Luftschalldämpfer in Feucht- und/oder Reinlufträumen zur Anwendung gelangen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen nehmen die Unteransprüche Bezug.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß das Formteil aus einem geschlossenzelligen Werkstoff besteht, daß die Resonatoren durch im wesentlichen topfförmige, in Richtung der Schallquelle offene Vorwölbungen gebildet sind, daß das Formteil auf der der Schallquelle zugewandten Seite von einer Lochplatte überdeckt ist, die im Bereich einer jeden Kammer mit zumindest zwei Durchbrechungen versehen ist und daß das Formteil und die Lochplatte trennbar miteinander verbunden sind. Der erfindungsgemäße Luftschalldämpfer kann aufgrund seiner Ausgestaltung und seiner guten Gebrauchseigenschaften in Reinlufträumen verwendet werden, da er keine Werkstoffpartikel vom Formteil und/oder von der Lochplatte an die Raumluft abgibt und keine Feuchtigkeit in sich aufnimmt. Die Besiedlung mit Bakterien wird dadurch zuverlässig verhindert. Die lösbare Verbindung des Formteils von der Lochplatte, beispielsweise durch ein Klemmsystem, ermöglicht die problemlose Reinigung des gesamten Luftschalldämpfers.

Im Vergleich zu Helmholtz-Resonatoren, die auf der der Schallquelle zugewandten Seite des Formteils Resonatoren mit nur einer Durchbrechung aufweisen, ist mit dem beanspruchten Luftschalldämpfer eine wesentlich breitbandigere Schallabsorption gewährleistet. Der Anteil der Durchbrechungen ist zu dem Kammervolumen der entsprechenden Resonatoren derart abgestimmt, daß sich eine gute Schallabsorption in einem Fre-

quenzbereich von zumindest 250 bis 4000 Hz ergibt. Als Helmholtz-Resonator ausgebildete Luftschalldämpfer können demgegenüber nur in einem Frequenzbereich von 750 bis 1500 Hz zufriedenstellend absorbieren.

Der auf den Luftschalldämpfer auftreffende Schall dringt zunächst durch die Durchbrechungen in der Lochplatte und regt den Kammerboden und die Seitenwände einer jeden Kammer zu Biegeschwingungen an. Ein Teil der Energie wird durch die innere Reibung des Formteil-Werkstoffs in Wärme umgewandelt. Der verbleibende Teil der Energie wird durch die schwingenden Luftpfropfen in den Durchbrechungen der Lochplatte gedämpft. Bereits eine Kammer des Formteils, die mit einer mehrfach perforierten Lochplatte abgedeckt ist, ermöglicht daher eine vergleichsweise breitbandige Dämpfung von auftretendem Luftschall. Innerhalb der Durchbrechungen der Lochplatte schwingen beispielsweise Luftpfropfen mit voneinander abweichenden Volumina.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, daß das Formteil aus einem geschlossenzelligen Schaumstoff besteht und die Lochplatte durch ein Lochblech aus metallischem Werkstoff gebildet ist. Hierbei ist von Vorteil, daß der Luftschalldämpfer keine Feuchtigkeit aufnimmt und daher in Naß- oder Reinlufträumen Anwendung finden kann. Der Luftschalldämpfer ist daher in der lebensmittelverarbeitenden Industrie und medizinischen Bereichen einsetzbar. Die Herstellung eines Formteils aus einem geschlossenzelligen Schaumstoff und einem Lochblech aus metallischen Werkstoff ist in fertigungstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht vorteilhaft.

Das Formteil kann mit übereinstimmend ausgebildeten Resonatoren gleichen Volumens versehen sein, wobei die Lochplatte im Bereich der Vorwölbung jeweils eine voneinander abweichende Anzahl und/oder Gestalt von Durchbrechungen aufweist. Bei einem derart ausgebildeten Luftschalldämpfer weisen die Kammern eine übereinstimmende Biegesteifigkeit auf. Die breitbandige Absorption von Luftschall wird durch die Ausgestaltung der Lochplatte erzielt. Das Volumen der Luftpfropfen innerhalb der Durchbrechungen ist voneinander abweichend.

Nach einer anderen Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, daß das Formteil mit Resonatoren voneinander abweichenden Volumens ausgebildet ist und die Lochplatte im Bereich der Vorwölbungen jeweils eine übereinstimmende oder abweichende Anzahl und/oder Gestalt von Durchbrechungen aufweist. Es besteht die Möglichkeit, eine gleichmäßig perforierte Lochplatte vorzusehen, die das Formteil überdeckt, das mit Resonatoren voneinander abweichender Gestalt versehen ist. Durch die unterschiedlichen Ausgestaltungen der Resona-

toren können diese eine voneinander abweichende Biegesteifigkeit aufweisen, so daß in einem Frequenzbereich von 250 bis 4000 Hz eine gute breitbandige Schallabsorption gegeben ist.

Die Resonatoren können gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung derart ausgebildet sein, daß der Kammerboden relativ schwingfähig zu den Seitenwänden der Kammer angeordnet ist. Der Übergangsbereich von den Seitenwänden zum Kammerboden kann als Federelement ausgebildet sein, wobei das Federelement ausgehend von den Seitenwandungen und dem Kammerboden eine verringerte, stufenlos ineinander übergehende, membranartig dünne Materialstärke aufweist. Um eine gute Beweglichkeit des Kammerbodens relativ zu den Seitenwänden der Kammer zu bewirken, kann das Federelement rollbalgartig ausgebildet sein. Entsprechend ausgebildete Kammern bilden ein Feder-Masse-System, bei dem die Feder durch die innerhalb der Kammer eingeschlossene Luft und durch das elastisch nachgiebige Federelement gebildet ist, das im Übergangsbereich zwischen den Seitenwänden der Kammer und dem Kammerboden angeordnet ist. Die Masse ist durch den relativ schwingfähigen Kammerboden gebildet. Dadurch, daß der Kammerboden elastisch an die Seitenwände der Kammer angekoppelt ist, kann eine Verbesserung der Schallabsorption in tieferen Frequenzbereichen bewirkt werden. Durch eine derartige Konstruktion ist eine Schallabsorption in einem Frequenzbereich zwischen 100 und 4000 Hz möglich. Dadurch, daß das Federelement bevorzugt rollbalgartig ausgebildet ist, bewirkt eine schwingende Relativbewegung des Kammerbodens zu den Seitenwänden der Kammer nur eine geringe mechanische Walkbeanspruchung, was im Hinblick auf eine gute Gebrauchsdauer des Luftschalldämpfers von hervorzuhebendem Vorteil ist.

Hinsichtlich guter Gebrauchseigenschaften des Luftschalldämpfers hat es sich als vorteilhaft bewährt, wenn der Anteil aus der Summe der Flächen aller Durchbrechungen in der Lochplatte 0,05 bis 0,45 beträgt. Das Verhältnis aus dem Volumen eines jeden Resonators und der entsprechenden Fläche der Durchbrechungen beträgt bevorzugt 20 bis 25. Bei einer derartigen Ausgestaltung ist es von Vorteil, daß eine ausgezeichnete breitbandige Schallabsorption bei einer guten mechanischen Formbeständigkeit des gesamten Luftschalldämpfers gegeben ist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist es vorgesehen, daß die Durchbrechungen kreisförmig begrenzt sind und einen Durchmesser von höchstens 4 mm aufweisen. Bevorzugt weisen die Durchbrechungen einen Durchmesser von 1 bis 3 mm auf, wobei die Resonatoren voneinander abweichend gestaltet sind. Beträgt der Durchmesser der Durchbrechungen weniger als 4 mm, ist von

Vorteil, daß Verunreinigungen innerhalb der Kammern auf kleine Partikel begrenzt sind.

Hinsichtlich einer problemlosen Herstellbarkeit des Formteils und einer einfachen Reinigung, hat es sich als vorteilhaft bewährt, wenn die Resonatoren einen in Richtung der Lochplatte kegelig erweiterten Querschnitt aufweisen. Im Anschluß an seine Formgebung kann das Formteil durch die kegelige Ausgestaltung der Resonatoren besonders einfach entformt werden. Durch die im wesentlichen konischen Kammern ist das Abfließen von Feuchtigkeit/niederschlägen immer gewährleistet, so daß keine Feuchtigkeitsrückstände, beispielsweise von der Reinigung des Luftschalldämpfers, innerhalb der Resonatoren verbleiben. Die Feuchtigkeitsniederschläge werden durch die Durchbrechungen der Lochplatte nach außen abgeführt. Ein weiter vergrößerter Frequenzbereich zur Absorption von Luftschall kann dadurch bewirkt werden, daß das Formteil auf der der Lochplatte abgewandten Seite nur teilweise mit einer Schwerschicht versehen ist. Die mit einer Schwerschicht versehenen Resonatoren bewirken eine verbesserte Luftschallabsorption vergleichsweise tieferfrequenter Schwingungen.

Der Luftschalldämpfer kann als Decken- und/oder Wandverkleidungen in Feucht- und/oder Reinfluräumen zur Anwendung gelangen.

Mehrere Ausführungsbeispiele von Luftschalldämpfern sind in den Fig. 1 bis 4 gezeigt und werden im folgenden näher beschrieben.

In Fig. 1 ist ein als Schallschluckelement ausgebildeter Luftschalldämpfer im Querschnitt gezeigt.

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf den Luftschalldämpfer aus Fig. 1 dargestellt.

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt aus einem Luftschalldämpfer, bestehend aus mehreren Schallschluckelementen gezeigt, wobei die Schallschluckelemente als Deckenverkleidung ausgebildet sind.

In Fig. 4 ist ein Ausschnitt gezeigt, ähnlich dem Ausschnitt aus Fig. 3, wobei voneinander abweichende Luftschalldämpfer und eine abweichende Befestigungsvorrichtung zur Anwendung gelangen.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines Luftschalldämpfers gezeigt, der im wesentlichen aus einem plattenförmigen Formteil 1 und einer Lochplatte 8 besteht. Das Formteil 1 ist aus einem geschlossenzelligen polymeren Werkstoff hergestellt und umfaßt eine Vielzahl von Kammern 2,3, die als Resonatoren 4, 5 ausgebildet sind. In diesem Ausführungsbeispiel weisen die Resonatoren, 4, 5 voneinander abweichende Volumina und dadurch voneinander abweichende Resonanzfrequenzen auf. Die Resonatoren 4, 5 sind in Richtung der Schallquelle 6 offen und von der Lochplatte 8 überdeckt. Die Lochplatte 8 ist im Bereich einer jeden

Vorwölbung 7 mit einer Vielzahl von Durchbrechungen 9, 10 versehen, um in Verbindung mit den Resonatoren 4, 5 eine gute Schallabsorption in einem Frequenzbereich von zumindest 250 bis 4000 Hz zu bewirken. Das Formteil 1 und die Lochplatte 8 sind durch eine klammerförmige Befestigungsvorrichtung 12 trennbar miteinander verbunden. In den hier dargestellten Ausführungsbeispielen ist es vorgesehen, daß die Lochplatte aus einem metallischen Werkstoff besteht und unter elastischer Vorspannung an das Formteil angelegt ist. Im herstellungsbedingten Zustand ist die Lochplatte dazu ähnlich den Resonatoren kuppelförmig gewölbt. Während der Montage wird die Lochplatte 8 unter elastischer Verformung in einen ebenen Zustand überführt und dadurch dicht mit dem Formteil 1 verbunden.

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf den Luftschalldämpfer aus Fig. 1 gezeigt. Es ist zu erkennen, daß die Resonatoren 4, 5 voneinander abweichend ausgebildet sind.

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt aus zumindest zwei plattenförmigen Luftschalldämpfern gezeigt, die im Bereich ihrer umfangsseitigen Begrenzungen durch die klammerförmige Befestigungsvorrichtung 12 miteinander verbunden sind. Die klammerförmige Befestigungsvorrichtung 12 verbindet außerdem die plattenförmigen Formteile 1 mit den jeweils angrenzenden Lochplatten 8. Die Resonatoren 4, 5 sind voneinander abweichend gestaltet. Der Resonator 4 ist von einer Lochplatte 8 verschlossen, die von Durchbrechungen 9, 10 voneinander abweichender Gestalt durchdrungen ist. Die Durchmesser der Durchbrechungen 9, 10 betragen 1 bis 3 mm. Demgegenüber ist der Resonator 5 von einer Lochplatte 8 überdeckt, die eine Vielzahl von identisch ausgebildeten Durchbrechungen 9, 10 aufweist. Der Resonator 5 ist als Feder-Masse-System ausgebildet, wobei die Seitenwände 13 der Kammer 3 durch ein einstückig mit dem Resonator 5 ausgebildetes, rollbalgartiges Federelement 14 mit dem Kammerboden 15 verbunden ist. Die zur Schallquelle gerichtete Oberfläche der Lochplatten weist in diesem Falle einen Lochanteil von 25% auf. Dadurch ist einerseits eine gute Schallabsorption in einem breiten Frequenzbereich bedingt und andererseits eine ausreichend große Formsteifigkeit des gesamten Luftschalldämpfers.

In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel eines gezeigt, ähnlich dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 3. Der Resonator 4 ist auf der der Schallquelle 6 abgewandten Seite mit einer Schwerschicht 11 zur Absorption tieffrequenter Schwingungen im Bereich bis 500 Hz versehen. Der Resonator 5 ist mit einem von den Seitenwänden 13 durch ein Federelement 14 gekoppelten Kammerboden 15 versehen. Das Verhältnis aus dem Volumen der Resonatoren 4, 5 und den entsprechenden Flächen der

Durchbrechungen 9, 10 beträgt in diesen Ausführungsbeispielen 22. Die Luftschalldämpfer aus Fig. 4 sind als Deckenverkleidung vorgesehen und durch eine klammerförmige Befestigungsvorrichtung an einem Widerlager 16 befestigt.

Patentansprüche

1. Luftschalldämpfer, umfassend ein plattenförmiges Formteil aus polymerem Werkstoff mit zumindest zwei Kammern, die als Resonatoren mit voneinander abweichenden Resonanzfrequenzen ausgebildet sind, wobei die Resonatoren das gesamte Formteil im wesentlichen flächig überdecken, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (1) aus einem geschlossenzelligen Werkstoff besteht, daß die Resonatoren (4, 5) durch im wesentlichen topfförmige, in Richtung der Schallquelle (6) offene Vorwölbungen (7) gebildet sind, daß das Formteil (1) auf der der Schallquelle (6) zugewandten Seite von einer Lochplatte (8) überdeckt ist, die im Bereich einer jeden Kammer (2, 3) mit zumindest zwei Durchbrechungen (9, 10) versehen ist und daß das Formteil (1) und die Lochplatte (8) trennbar miteinander verbunden sind.
2. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (1) aus einem Schaumstoff besteht und die Lochplatte (8) durch ein Lochblech aus metallischem Werkstoff gebildet ist.
3. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (1) mit übereinstimmend ausgebildeten Resonatoren (4, 5) gleichen Volumens versehen ist und daß die Lochplatte (8) im Bereich der Vorwölbungen (7) jeweils eine voneinander abweichende Anzahl und/oder Gestalt von Durchbrechungen (9, 10) aufweist.
4. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (1) mit Resonatoren (4, 5) voneinander abweichenden Volumens ausgebildet ist und daß die Lochplatte (8) im Bereich der Vorwölbungen (7) jeweils eine übereinstimmende oder abweichende Anzahl und/oder Gestalt von Durchbrechungen (9, 10) aufweist.
5. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil aus der Summe der Flächen aller Durchbrechungen (9, 10) in der Lochplatte (8) 0,05 bis 0,45 beträgt.
6. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis aus

dem Volumen eines jeden Resonators (4, 5) und der entsprechenden Fläche der Durchbrechungen (9, 10) 10 bis 30 beträgt.

7. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, die Durchbrechungen (9, 10) kreisförmig begrenzt sind und einen Durchmesser von höchstens 4 mm aufweisen. 5
8. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis , dadurch gekennzeichnet, daß die Resonatoren (4, 5) einen in Richtung der Lochplatte (8) kegelig erweiterten Querschnitt aufweisen. 10
9. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil (1) auf der der Lochplatte (8) abgewandten Seite mit einer Schwerschicht (11) versehen ist. 15
10. Luftschalldämpfer nach Anspruch 1 bis 9, gekennzeichnet durch die Verwendung als Decken- und/oder Wandverkleidung. 20

25

30

35

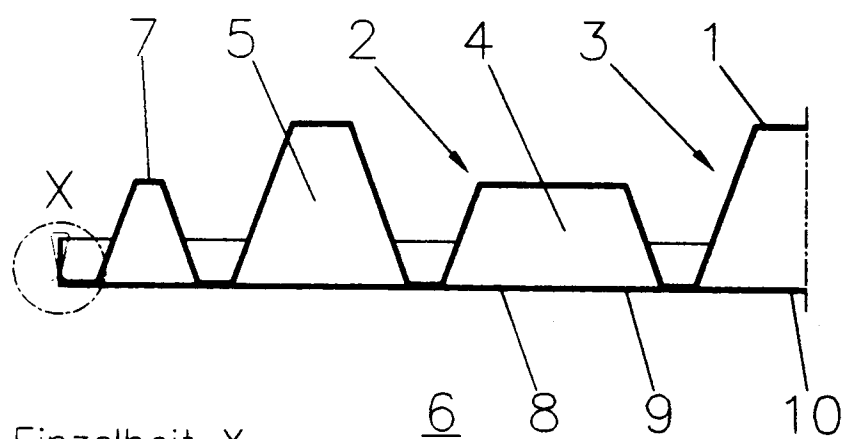
40

45

50

55

FIG. 1



Einzelheit X

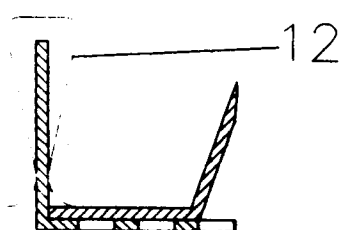


FIG. 2

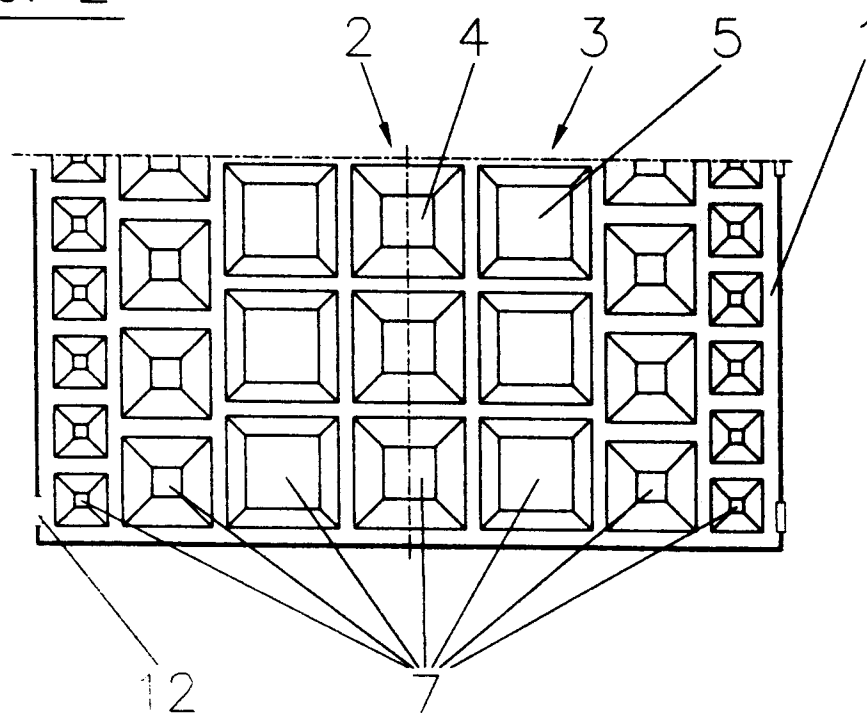


FIG. 3

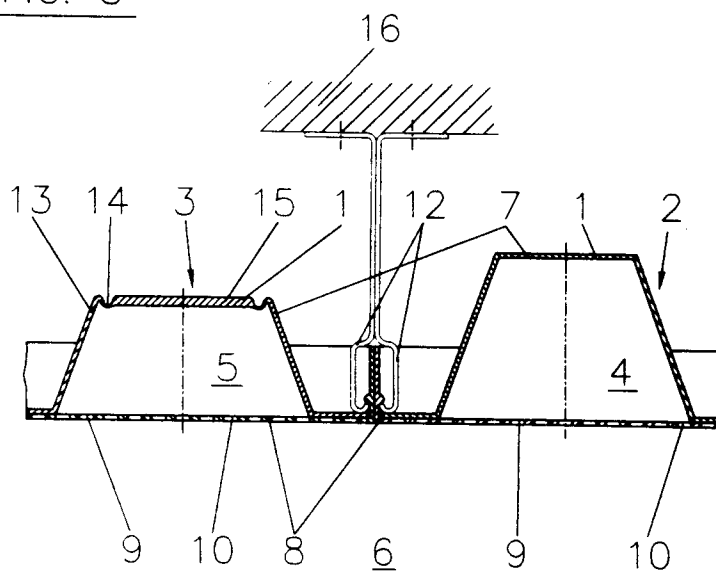


FIG. 4

