

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 146 178 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
17.10.2001 Patentblatt 2001/42

(51) Int Cl.7: E04B 1/86

(21) Anmeldenummer: 01106311.2

(22) Anmeldetag: 15.03.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Kraus, Günther, Dr.  
86676 Ehekirchen (DE)  
• Pfaffelhuber, Klaus, Dr.  
89312 Günzburg (DE)  
• Patsouras, Dimitrios  
86221 Dachau (DE)

(30) Priorität: 14.04.2000 DE 20006946 U

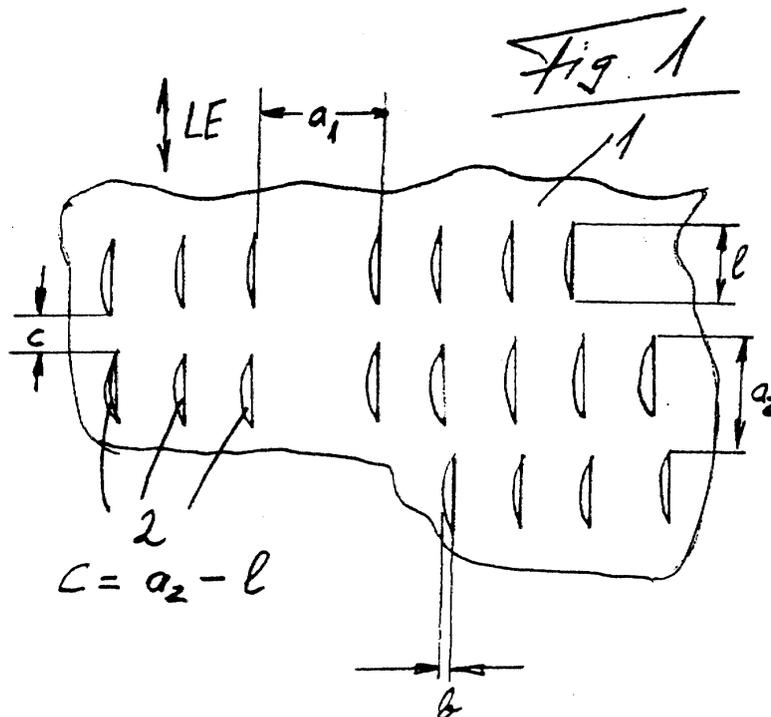
(71) Anmelder: FAIST Automotive GmbH & Co. KG  
86381 Krumbach (DE)

(74) Vertreter: Müller, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.  
Müller, Schupfner & Gauger  
Postfach 10 11 61  
80085 München (DE)

#### (54) Breitbandig schallabsorbierender Bauteil für Wände, Böden und Decken

(57) Zur Vereinfachung der Herstellung und Montage und zur Verbesserung der Breitbandigkeit des Absorptionsspektrums sind schallabsorbierende Bauteile für Wände, Böden und Decken mit mindestens einer gelochten oder perforierten Platte (1) bzw. Schicht einer

Dicke von weniger als 50 mm versehen, welche kleine Durchbrechungen (2) mit einem mittleren Durchmesser D bzw. einer mittleren Breite b zwischen 0,001 und 2 mm und ein Lochflächenverhältnis LV zwischen 0,1 und 20% bei einer Dicke L der Platte (1) zwischen 0,01 und 50 mm aufweisen.



EP 1 146 178 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen breitbandig schallabsorbierenden Bauteil für Wände, Böden und Decken der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Gattung.

**[0002]** Es ist bereits bekannt, in Konzerthallen zur Verbesserung der sogenannten "Raumakustik" große schallreflektierende Flächen, insbesondere Wände und Decken, mit "vorgehängten" Platten zu verschalen, welche Durchbrechungen aufweisen. Durch Reibung mit einem dahinterliegenden oder -stehenden Absorber und/oder mit den Lochwänden wird Schallenergie in Wärmeenergie umgewandelt und dadurch absorbiert. Hierdurch soll der akustische Eindruck beim Konzertbesuch soweit wie möglich einem freien Raum entsprechen.

**[0003]** Darüber hinaus ist es bekannt (DE 43 15 759 C1 und Bauphysik 1994, Seiten 69 bis 80), in einem bestimmten Abstand zu schallreflektierenden Wänden als Glasscheiben ausgebildete Bauteile anzuordnen. Durch die Verwendung von transparentem Glas oder Kunststoff sollen die abgedeckten Wände zwar optisch weitgehend vollständig in Erscheinung treten, die auftretenden elektromagnetischen Wellen des sichtbaren Wellenlängenbereichs also möglichst voll reflektieren. Die auf die transparenten Glasscheiben auftreffenden Schallwellen sollen teilweise durch deren Öffnungen hindurchtreten, um an den Wänden der Öffnungen durch Reibung Schallenergie in Wärmeenergie umzuwandeln, die nicht stört. Dabei ist es auch bekannt, anstelle planer Glasscheiben solche mit konvex gewölbter Konfiguration zu verwenden. Bei diesem Prinzip ist es auch bekannt, dünne transparente Folien mit einer Mikroperforation zu versehen, wenn die Räumlichkeit das Anbringen von Glas- oder Kunstglas-Bauteilen nicht ohne weiteres möglich ist. Nach diesem Prinzip ist es auch bekannt (EP 0 697 051 B1), im Abstand von der Decke des betreffenden Gebäuderaumes sogenannte "Unterdecken" anzubringen, welche aus Metall-, Kunststoff- oder Holzplatten bestehen und einen Lochdurchmesser von weniger als 2 mm und ein Lochflächenverhältnis (LV) (das ist das Verhältnis der von den Durchbrechungen eingenommenen Fläche im Bezug zur Gesamtfläche) von weniger als 3% aufweisen. Hierbei ist es wichtig, daß der Abstand zwischen Unterdecke und Decke, d.h. der für den Luftzwischenraum erforderliche Abstand, genau eingehalten wird, um das für derartig konzipierte mikroporöse Absorber typischen Resonanzmaximum der Absorption auf die gewünschte Frequenz abzustimmen. Abstände zwischen etwa 20 und 150 mm werden für den hörbaren Schallwellenbereich für erforderlich gehalten.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, schallabsorbierende Bauteile so zu perfektionieren, daß sie bei einfacher Herstellbarkeit weniger von der Einhaltung dieses Abstands zwischen verkleideter Wand oder Decke einerseits und gelochtem bzw. perforierten Bau-

teil abhängen und ein breitbandigeres Absorptionsspektrum bieten.

**[0005]** Die Erfindung besteht in der gemeinsamen Anwendung folgender Teilmerkmale:

a) Der mittlere Durchmesser bzw. die mittlere Breite der Durchbrechungen (welche die Lochung bzw. Perforierung der Platte und/oder Schicht bilden) beträgt zwischen 0,001 und 2 mm, insbesondere zwischen 0,001 und 0,1 oder 0,095 mm.

b) Die Schicht- bzw. Plattendicke beträgt zwischen 0,01 und 50 mm, insbesondere zwischen 0,051 und 1,9 mm.

c) Das Lochflächenverhältnis (LV) beträgt zwischen 0,1 und 20%, insbesondere zwischen 3 und 10%.

**[0006]** Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß bei einer derartigen "Miniaturisierung" der Durchbrechungen trotz eines gleichfalls minimalen Lochflächenverhältnisses ein ganz erstaunlicher Absorptionseffekt erreicht werden kann. Im Gegensatz zum Stand der Technik gemäß den vorherigen Hinweisen ergibt sich bei derart dimensionierten mikroporösen Platten eine wesentlich breitbandigere Kurve der Schallabsorption.

**[0007]** Ein bevorzugter Anwendungsbereich der Erfindung ist auch die seitliche Begrenzung von Fahrbahnwegen, auf denen starke Geräusche auftreten, um als sogenannte "Lärmschutzwände" die Schallausbreitung auf Bereiche neben den Straßen oder dergleichen weitgehend abzdämmen.

**[0008]** Darüber hinaus ist die Erfindung aber auch anwendbar, um Wände, Böden und Decken zu verkleiden. Bevorzugte Verwendungen sind Fahrbahnbeläge, Verkleidungen von Lärmschutzwänden, welche bei Wahl von transparenten Materialien, wie Glas oder Kunststoff, auch durchsichtig ausgeführt werden können, Fassadenbauelemente von Bauwerken und Verkleidungen von Wänden, Decken und/oder Böden von Akustikmeßräumen, die möglichst schallreflexionsfrei bleiben sollen, oder von Räumen, die aufgrund von aggressiven Medien, Feuchtigkeit, Hitze oder hygienischen Anforderungen nur mit korrosionsfreien, widerstandsfähigen und gut zu reinigenden Materialien, wie Edelstahl, Aluminium, verkleidet werden sollen.

**[0009]** Die Anordnung bei solchen Verkleidungen sind im wesentlichen parallel zum zu verkleidenden Gegenstand, d.h. Boden, Decke und/oder Meßraumwand. Es sind jedoch auch rechtwinklige Anordnungen der perforierten Platten und Schichten auf die verkleideten Bauwerksteile oder zum Fahrbahnweg möglich. Im Fall einer Lärmschutzwand verlaufen die Platten bzw. Schichten im wesentlichen vertikal, während im Fall der Verkleidung von Meßraumwänden auch eine im wesentlichen horizontale Anordnung der Platten bzw. Schichten gute Ergebnisse erwarten läßt.

**[0010]** Ebenfalls möglich sind gespannte mikroperfo-

rierte Kunststofffolien, aber auch hängende Rollos, Vorhänge etc., mit welchen die "Akustik" eines Raumes variabel gestaltet werden kann.

**[0011]** Die Schichten bzw. Platten können auch als Träger für eine zusätzliche poröse und insbesondere aus geschäumtem Kunststoff oder aus Vliesstoff gebildete Abdeckschicht dienen.

**[0012]** Für viele Anwendungsfälle empfiehlt sich die Verwendung einer gelochten Schicht bzw. Platte, die dreidimensional verformt ist, was insbesondere durch Tiefziehen eines planen Bauteils aus Kunststoff oder durch Spritzgießen bzw. Spritzpressen in die gewünschte Form erfolgen kann.

**[0013]** Obwohl die Miniaturdurchbrechungen bereits während der Plattenherstellung erzeugt werden können, empfiehlt sich eine erst nachträgliche Lochung bzw. Perforierung insbesondere durch "Bohren" mit einem Laserstrahl. Auch andere energiereiche Strahlen, darunter elektrische Entladungen mittels Lichtbogen oder Teilchenbeschuß, sind zur Herstellung der Miniaturlöcher möglich. Das mechanische Perforieren mit Nadel- und/oder Messerwalzen bietet gleichfalls eine geeignete und großtechnisch praktikable Herstellungsmöglichkeit.

**[0014]** Besonders bevorzugt werden Durchbrechungen, die nicht kreisförmig, sondern in Form feiner Schlitzte ausgebildet sind. Dabei sollte die Schlitzbreite zwischen 0,02 und 0,18 mm betragen, während die Schlitzlänge zwischen 0,02 und 30 mm gewählt werden kann. Hierbei empfiehlt sich das spanlose Verformen bzw. Verwerfen insbesondere durch Strecken etwa nach Art der Herstellung von Streckmetall. Zuerst werden die Durchbrechungen in Form feiner Schlitzte und/oder Löcher in die Schicht bzw. Platte eingebracht. Dabei bzw. anschließend wird diese gestreckt und/oder durch Walzen spanlos dreidimensional verformt. Vielfach empfiehlt es sich auch, die Durchbrechungen beim Walzen teilweise wieder zuzudrücken, um die kleinen Miniaturabmessungen einzuhalten.

**[0015]** Anhand der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele für die Erfindung im folgenden schematisch dargestellt. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematischen Aufsicht auf einen Teil des Bauteils in wesentlich vergrößerter Darstellung und

Figur 2 eine schematische Teilansicht auf einen als Streckmetall ausgebildeten Bauteil gemäß der Erfindung;

Figur 3 einen stark vergrößerten Teilausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Bauteil im Bereich einer Durchbrechung;

Figur 4 eine Draufsicht auf den Bereich

des Teils von Figur 3 rings um die Durchbrechung mit kreisförmigem Querschnitt;

5 Figuren 5 bis 10 Beispiele für die Anordnung des erfindungsgemäßen Bauteils

**[0016]** Der Bauteil gemäß Figur 1 besteht aus einer Platte 1 aus Aluminium mit einer Schichtdicke von  $L = 0,4$  mm. Die Platte 1 ist mit einer Fülle von schlitzartigen Durchbrechungen 2 versehen, die eine Schlitzlänge 1 von insb. 1,6 mm und Breite  $b$  (an der breitesten Stelle) von 0,09 bis 0,1 mm aufweisen. Der Abstand  $a_1$  nebeneinander angeordneter Durchbrechungen 2 beträgt etwa 1 mm (berechnet von den sich entsprechenden Seiten der Schlitzte) und der Abstand  $a_2$  einander entsprechender Enden benachbarter Schlitzte beträgt etwa 2,5 mm, so daß sich ein effektiver Abstand  $c$  gemäß der Formel

$$c = a_2 - 1$$

von 0,9 mm ergibt.

25 **[0017]** Figur 2 zeigt eine andere Ausbildung der Erfindung, die stärker den bisher für andere Zwecke verwendeten Streckmetallen entspricht. Dabei wird die Platte 1 mit einer Schichtdicke  $L$  von 0,5 mm zuerst mit einem Messerbalken aufgeschlitzt und dabei so gestreckt, daß sich die schmalen Schlitzte zu etwa rautenförmigen Durchbrechungen 2 spreizen, wobei gleichzeitig ein spanloses Verwerfen der ursprünglich ebenen Oberfläche der Platte 1 erfolgt. Die Schlitzbreite  $b$  beträgt bei dem fertigen Bauteil gemäß Figur 2 etwa 0,1 mm bei einer Stegbreite  $c$  von etwa 0,03 mm. Die Darstellung ist nicht maßstabsgerecht.

30 **[0018]** Bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 beträgt die Schlitzanzahl 1000/m über die Länge des Bauteils und die Schlitzanzahl 400/m über die Breite bzw. Höhe des Einbauteils, also parallel zur Längserstreckung LE der schlitzförmigen Durchbrechungen 2.

35 **[0019]** Gemäß Figur 3 weist die aus Polypropylen bestehende Platte 1 an einer bestimmten Stelle ein Loch 2 mit einem im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt auf. Das Loch 2 hat einen Durchmesser  $D$  von beispielsweise 0,5 mm. Die Länge  $L$  des Loches 2, die der Dicke der Platte 1 entspricht, weist bei diesem Beispiel 3 mm auf, so daß sich eine Lochfläche  $LF$  gemäß der Formel

$$\frac{LF = \pi \cdot D^2}{4}$$

45 von 0,20 mm<sup>2</sup> und ein Volumen  $V$  von

$$V = LF \cdot L \text{ von } 0,6 \text{ mm}^3$$

ergibt. Die auf die Lochplatte 1 auftreffenden akustischen Wellen  $W_A$  werden größtenteils als Reflexionswellen  $W_R$  an der Oberfläche der gelochten Platte 1 reflektiert, während ein anderer Anteil, nämlich die durchtretenden Wellen  $W_D$ , in das Loch 2 eindringt und in dem dort befindlichen Gasvolumen physikalische Wirkungen initiiert, die zu einer sehr viel größeren Absorption der insgesamt einfallenden Wellen führen als dies dem Lochflächenverhältnis LV entspricht. Das Lochflächenverhältnis LV ist das Verhältnis zwischen der von Löchern 2 eingenommenen Lochfläche LF in bezug auf die sowohl von Löchern 2 als auch von der Oberfläche der gelochten Platte 1 eingenommenen Gesamtfläche GF gemäß folgender Formel

$$LV = LF/GF$$

gemäß den Beziehungen, wie sie schematisch in Fig. 4 gezeigt sind.

**[0020]** Gemäß Fig. 5 ist der Bauteil mit anderen Schichten zu einem mehrschichtigen Absorberelement verbunden. Dabei können mehrere einzelne Schichten 1 durch die richtige Auswahl der Perforierung zu einer gegenüber einer Einzelschicht nochmals deutlichen Steigerung der Breitbandigkeit führen. Vor allem im tiefen Frequenzbereich läßt sich hierdurch die Absorption weiter verbessern. Abstandhalter 11 halten die Einzelschichten 1 unter Bildung von Luftschichten bzw. Zwischenräumen 12 in Abstand voneinander.

**[0021]** In Figur 6 ist die Anbringung eines aus vier Einzelschichten bestehenden mehrschichtigen Absorberelements vor einer Wand 10 schematisch im Querschnitt gezeigt. Auch hier sind Abstandhalter 11 verwendet.

**[0022]** Gemäß Figur 7 ist ein entsprechender mehrschichtiger Absorber auf beiden Seiten einer Lärmschutzwand 10 angebracht. Die Abstandhalter können auch als sogenannte "Kassetten", d.h. an vier Seiten durch Wände begrenzte und an den beiden Stirnseiten offene kastenartige Gebilde, ausgebildet sein.

**[0023]** Gemäß Figur 8 sind vor der Wand 10 und zwar rechtwinklig zu dieser die einzelnen Platten 1 unmittelbar an diese anschließend im Abstand voneinander und im rechten Winkel zur Wand 10 angeordnet. Die Bauteilanordnung kann nach Art eines "Regalsystems" aber auch nach Art eines "Wabensystems" mit insbesondere rechteckförmiger Wabenstruktur ausgebildet sein.

**[0024]** In Figur 9 ist der Aufriß auf einen durch die Wände 10 umgrenzten Meßraum gezeigt. Dabei sind die Wände 10 innen mit einem Mehrschichtenaufbau erfindungsgemäßer ebener Bauteilplatten 1 gezeigt, die durch Abstandhalter voneinander getrennt sind.

**[0025]** In Figur 10 ist im Querschnitt ein Boden- oder Fahrbahnbelag gezeigt, der wiederum aus mehreren Schichten 1 der erfindungsgemäßen Perforierung aufgebaut ist, die im Abstand voneinander übereinander angeordnet sind und insb. unterschiedliche Perforierun-

gen aufweisen.

## Patentansprüche

1. Breitbandig schallabsorbierender Bauteil für Wände, Böden und Decken mit mindestens einer gelochten bzw. perforierten Platte und/oder Schicht (1) einer Dicke von weniger als 50 mm, bei der die Durchbrechungen (2) einen mittleren Durchmesser (D) und/oder eine mittlere Breite (b) von weniger als 2 mm und ein Lochflächenverhältnis (LV) (Verhältnis der von den Durchbrechungen eingenommenen Fläche zur Gesamtfläche) von nicht mehr als 20 % aufweisen, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender Merkmale:
  - a) Der mittlere Durchmesser (D) bzw. die mittlere Breite (b) der Durchbrechungen (2) beträgt zwischen 0,001 und 2 mm, insbesondere zwischen 0,02 mm und 0,1 mm,
  - b) die Schicht- bzw. Plattendicke (L) beträgt zwischen 0,01 und 50 mm, insbesondere zwischen 0,051 und 1,9 mm mit Ausnahme von 0,1 mm, und
  - c) das Lochflächenverhältnis (LV) beträgt zwischen 0,1% und 20%, insbesondere zwischen 3 und 10%.
2. Bauteil nach Anspruch 1, ausgebildet als Lärmschutzwandteil neben Fahrbahnwegen, wie Straßen oder Schienenwegen.
3. Bauteil nach Anspruch 1, ausgebildet als Bodeninsbesondere Fahrbahnbelag.
4. Bauteil nach Anspruch 1, ausgebildet als Fassaden-Bauelement von Bauwerken.
5. Bauteil nach Anspruch 1, ausgebildet als Bauelement für die Begrenzung von Akustik-Meßräumen.
6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Anordnung im wesentlichen parallel zum Boden, zur Decke und/oder zur Meßraumwand.
7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** die Anordnung im wesentlichen vertikal und im wesentlichen rechtwinklig zum Fahrbahnweg.
8. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** die im wesentlichen hori-

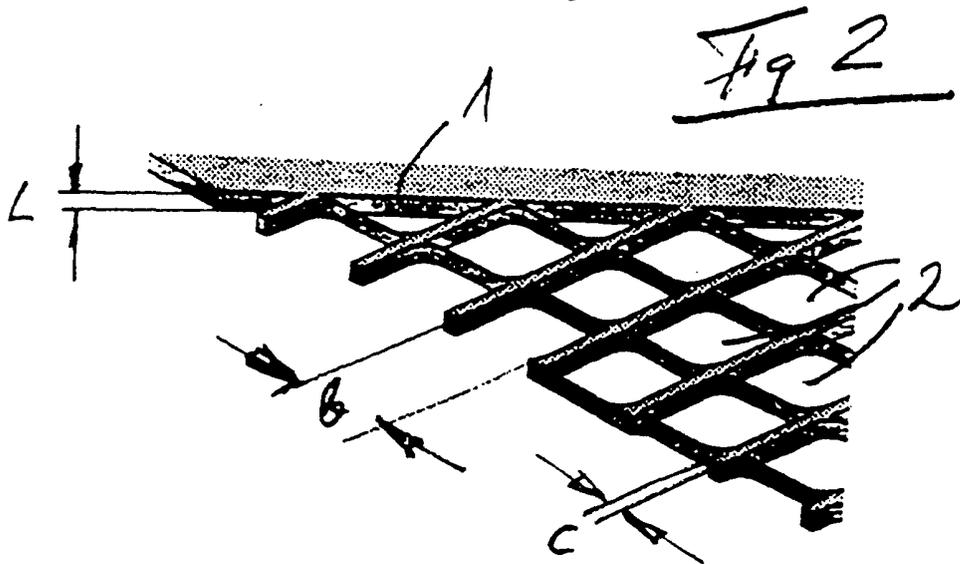
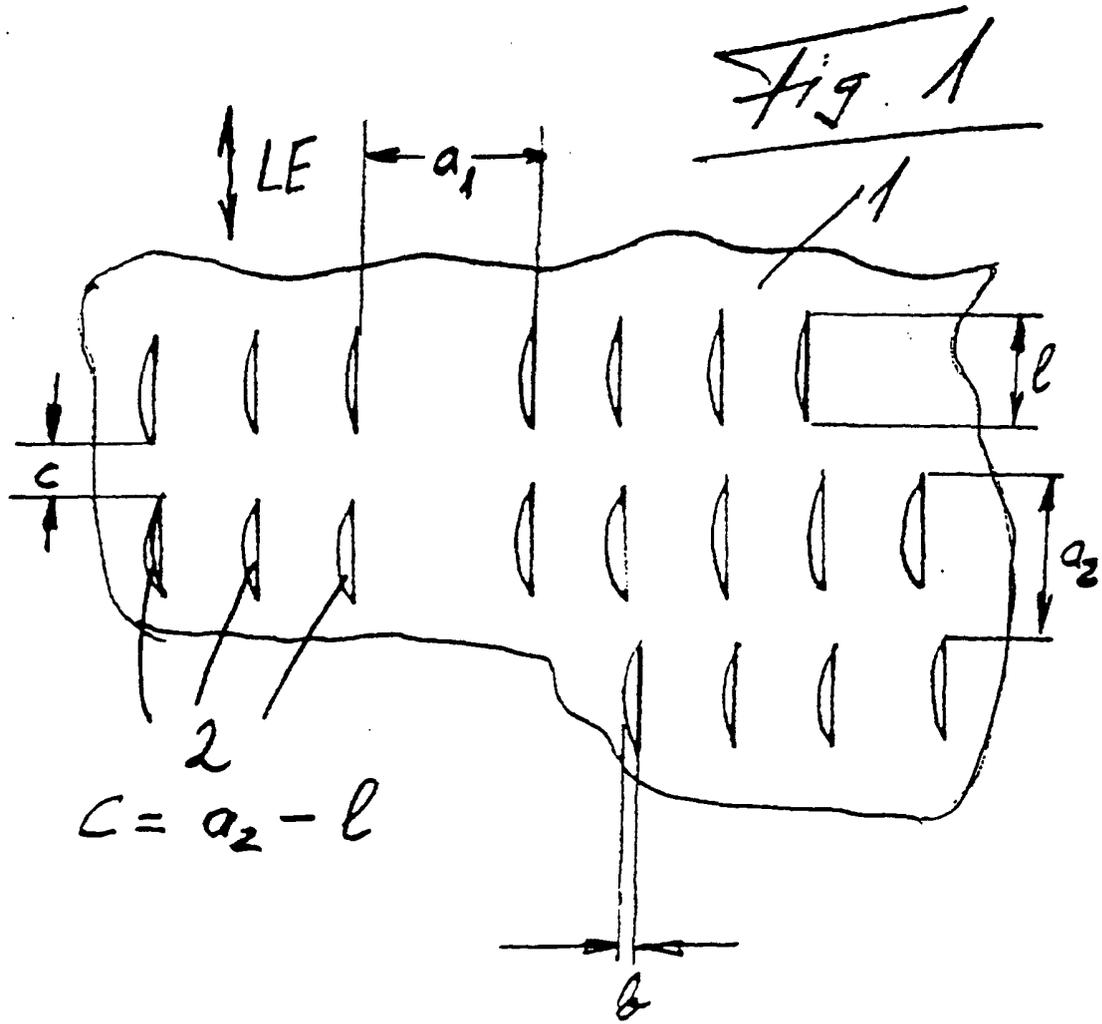
zontale Anordnung im wesentlichen rechtwinklig zur Meßraumwand.

9. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die Durchbrechungen (2) als feine Schlitzlöcher in der Schicht oder Platte (1) mit einer Schlitzbreite (b) zwischen 0,02 und 0,18 mm und einer Schlitzlänge (1) zwischen 0,02 und 30 mm ausgebildet und der Bereich um Durchbrechungen (2) spanlos verformt bzw. spanlos verformt, insbesondere gestreckt ist. 10
10. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die gelochte Schicht bzw. Platte (1) als Träger für eine poröse und insbesondere aus geschäumtem Kunststoff oder Vliesstoff gebildete Abdeckschicht dient. 20
11. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die gelochte Schicht bzw. Platte (1) dreidimensional ge- oder verformt ist. 25
12. Bauteil nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die gelochte Schicht bzw. Platte (1) als tiefgezogenes oder spritzgegossenes Kunststoffteil ausgebildet ist. 30
13. Bauteil nach Anspruch 12, 35  
**dadurch gekennzeichnet, daß** der Kunststoffteil transparent bzw. lichtdurchlässig ist. 35
14. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 40  
**dadurch gekennzeichnet, daß** die gelochte Schicht bzw. Platte (1) aus verpreßten, verklebten und/oder verschmolzenen Fasern gebildet ist. 40

45

50

55



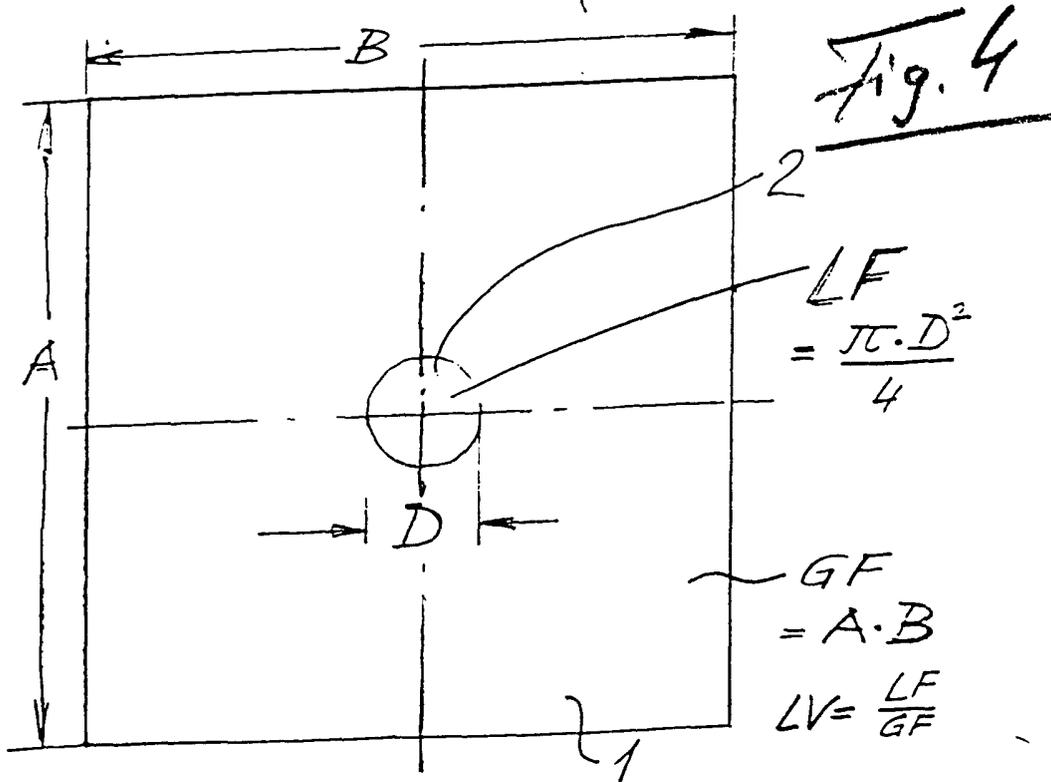
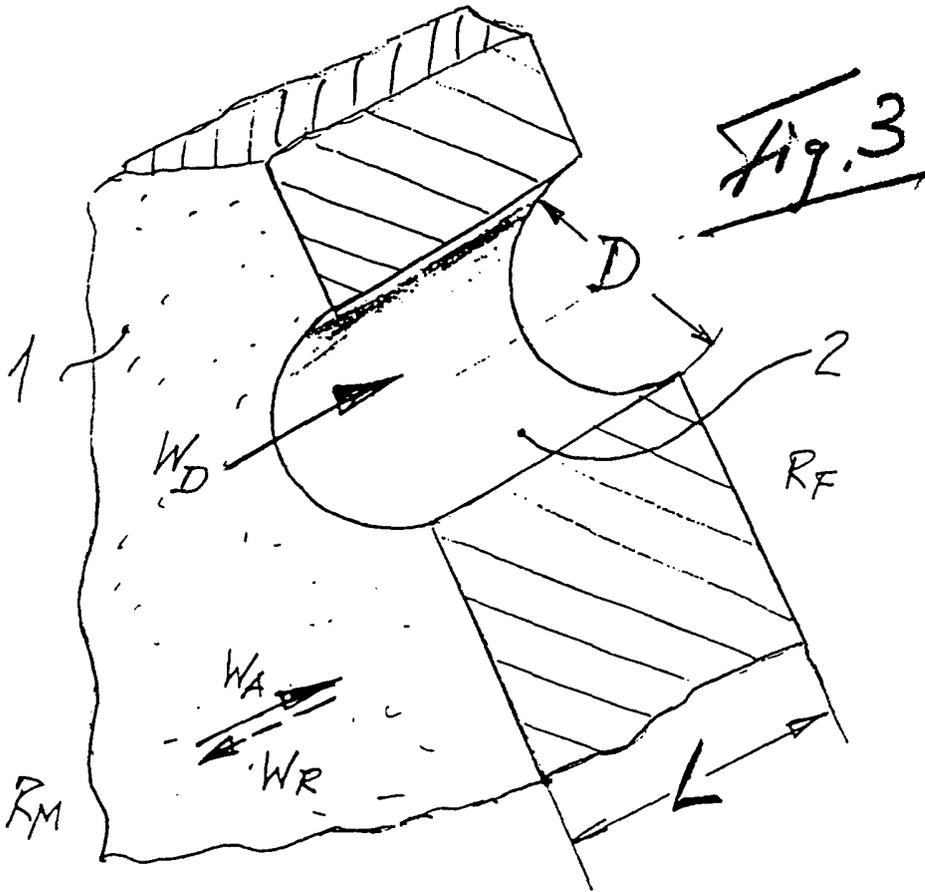


Fig. 5

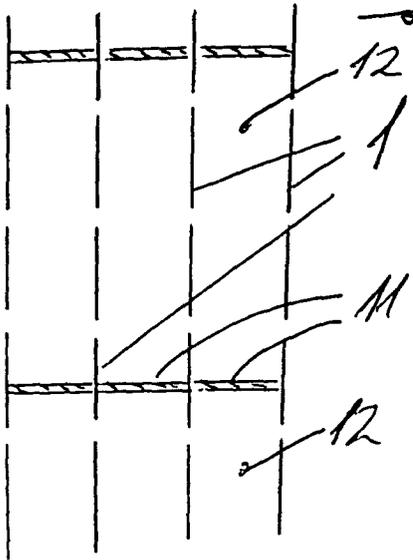


Fig. 6

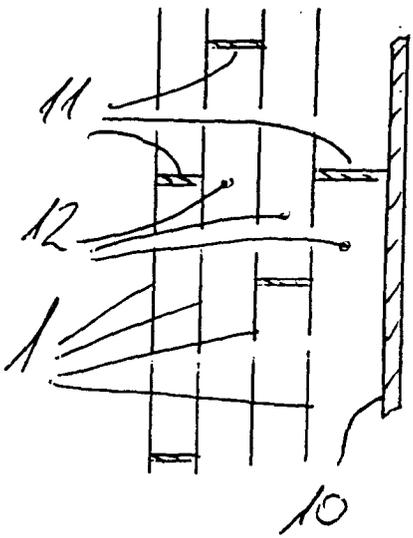


Fig. 7

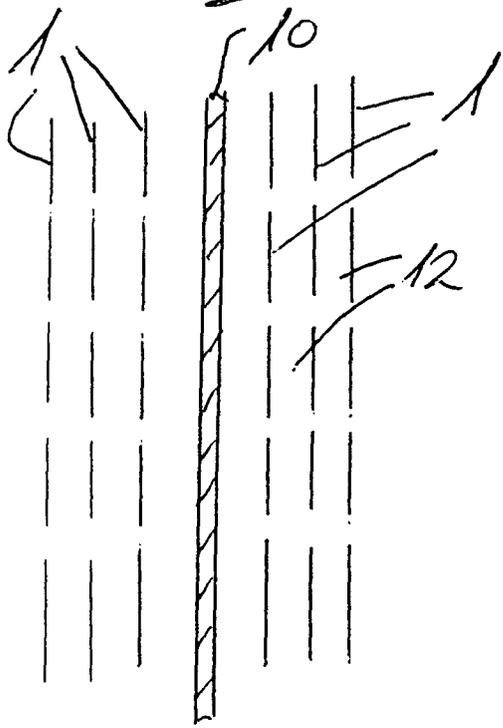


Fig. 8

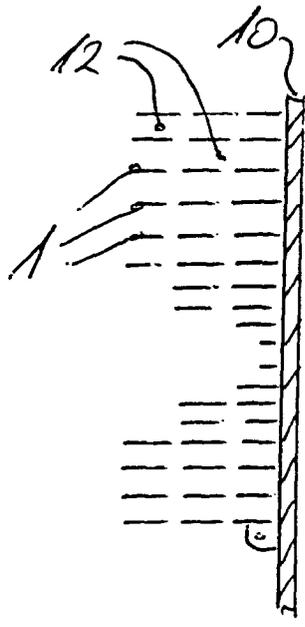


Fig. 9

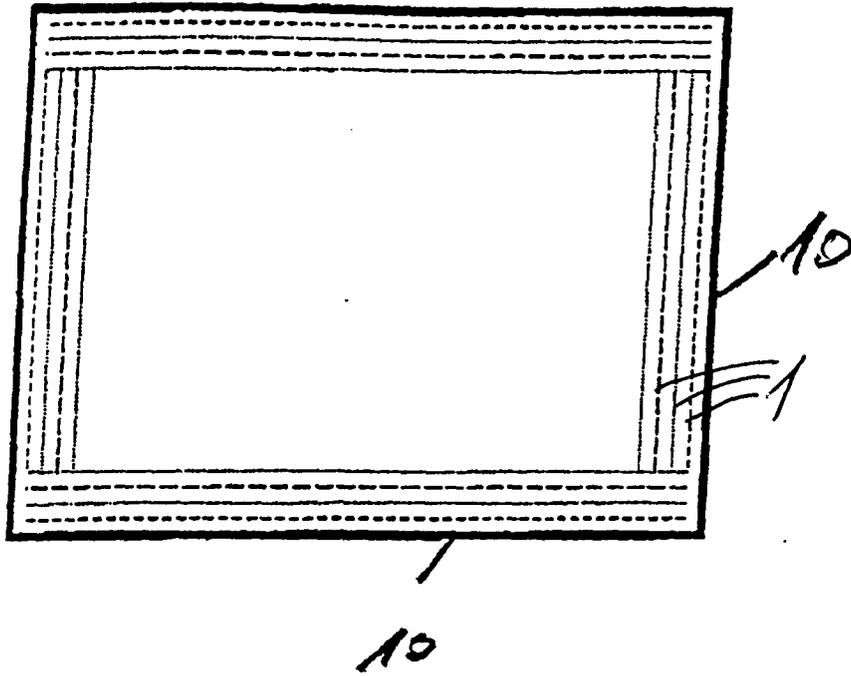


Fig. 10

