

(19)



(11)

EP 2 678 490 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2019 Patentblatt 2019/01

(51) Int Cl.:
E04C 2/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11794641.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/005960

(22) Anmeldetag: **28.11.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/113423 (30.08.2012 Gazette 2012/35)

(54) TRAGFÄHIGES ODER TRAGENDES LEICHTBAUELEMENT

LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION ELEMENT WHICH IS CAPABLE OF BEARING OR IS BEARING
ÉLÉMENT STRUCTURAL LÉGER PORTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **25.02.2011 DE 102011012492**
17.03.2011 DE 102011014206

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.01.2014 Patentblatt 2014/01

(73) Patentinhaber:
• **Meyer, Yvonne**
24161 Altenholz (DE)
• **Wolter, Antje**
24161 Altenholz (DE)
• **Wolf, Thomas**
20149 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Meyer, Peter**
24537 Neumünster (DE)
• **Klein, Harry**
24161 Altenholz (DE)

(74) Vertreter: **Thomas, Götz**
Breitenburgerstrasse 31
25524 Itzehoe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 522 648 WO-A1-2009/045095
WO-A2-2007/123398 CH-A- 323 528
DE-A1- 2 117 794 DE-A1- 2 836 418
DE-A1- 10 018 710 GB-A- 2 341 619

EP 2 678 490 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein tragfähiges oder tragendes Leichtbauelement gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 100 18 710 A1 ist bereits ein als Wandelement ausgebildetes Leichtbauelement der eingangs genannten Art mit einer Tragstruktur bekannt, die aus nebeneinander und/oder übereinander angeordneten röhrenförmigen Hohlkörpern besteht und eine Beschichtung zur Bildung der Wandflächen trägt. Die länglichen röhrenförmigen Hohlkörper sind aus Papier, Pappe, Kunststoffen oder dergleichen hergestellt. Recyclingpapier wird als preiswertes Ausgangsmaterial zur Herstellung der Hohlkörper besonders bevorzugt, da die raue Oberfläche in diesem Fall die Haftung der vorzugsweise als Putzschicht ausgebildeten Beschichtung verbessert. Die Putzschicht erhöht jedoch das Gewicht der Leichtbauelemente, ohne dass durch sie die Tragfähigkeit der Tragstruktur verbessert wird. Außerdem besitzen unbehandelte röhrenförmige Hohlkörper aus Papier oder Pappe in ihrer Längsrichtung nur eine begrenzte Tragfähigkeit, sofern sie nicht sehr dicke Begrenzungswände aufweisen, was jedoch wiederum das Gewicht der Leichtbauelemente erhöht. Ein weiterer Nachteil der bekannten Leichtbauelemente besteht darin, dass aus Papier bestehende röhrenförmige Hohlkörper leicht aus der Umgebung oder aus der Putzschicht Wasser aufsaugen können, wodurch ihre Tragfähigkeit stark abnimmt.

[0003] Die DE 2836418 A offenbart bereits Leichtbauelemente der eingangs genannten Art, bei denen aus mit Kunstharz getränkte zylindrische Papierröhrchen ein Mehrkammer-Hohlprofil bilden, wobei sowohl die Röhrchen und die Zwickel zwischen den Röhrchen zur Versteifung bzw. Verbesserung der Kraftübertragung mit einem ausgehärteten Schaumstoff gefüllt sein können.

[0004] Die EP 1522648 A1, die CH 323528 A, die WO 2007/123398 A2 und die DE 2117794 A offenbaren plattenförmige Leichtbauelemente aus Papier oder Zellulose, während die WO 2009/045095 A1 und die GB 2341619 A Paneele mit einer Wabenstruktur offenbaren.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein tragfähiges oder tragendes Leichtbauelement der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass seine Tragfähigkeit weiter verbessert wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kombination der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Als Hartschaum wird ein Hartschaum verwendet, der ein großes Gesamtporenvolumen und damit ein geringes spezifisches Gewicht besitzt, bei dem jedoch die einzelnen Poren sehr klein sind und erfindungsgemäß Querschnittsabmessungen von weniger als 0,5 mm aufweisen. Der Hartschaum ist ein aushärtender Reaktionsschaumstoff, und zwar ein höher vernetzter Hart-Polyurethanschaum, der auch als PIR-Schaum bezeichnet wird. Beim Einsatz eines solchen Hartschaums werden zwei oder mehr Komponenten des Ausgangsmate-

rials in eine die röhrenförmigen Hohlkörper enthaltende Form eingebracht und in der Form vernetzt oder ausgehärtet.

[0008] Durch Versuche wurde festgestellt, dass sich durch eine Wasser abweisende und die Biege- und/oder Druckfestigkeit des Papiers erhöhende Beschichtung oder Imprägnierung die Tragfähigkeit des Mehrkammer-Hohlprofils gegenüber derjenigen der nebeneinander angeordneten, mit einer Putzschicht versehenen röhrenförmigen Hohlkörper aus unbehandeltem Papier gemäß DE 100 18 710 A1 bei entsprechenden Querschnittsabmessungen und Wandstärken um ein Vielfaches steigern lässt, und damit auch die Tragfähigkeit des gesamten Leichtbauelements. Gleichzeitig verhindert die Wasser abweisende Beschichtung nach der Montage des Leichtbauelements, dass im Lauf der Lebensdauer des Leichtbauelements Feuchtigkeit in das Papier eindringt, was die Festigkeit des Hohlprofils und damit die Tragfähigkeit des Leichtbauelements beeinträchtigen könnte.

[0009] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass auf mindestens eine von den Kammern abgewandte Außenseite des Mehrkammer-Hohlprofils der Hartschaum aufgebracht ist. Durch die Verwendung des Hartschaums als Deckschicht oder alternativ als Zwischenschicht zwischen der Außenseite des Hohlprofils und einer zusätzlichen Deckschicht lässt sich im Vergleich zu dem bekannten Leichtbauelement das Gewicht weiter reduzieren und zum anderen auch die Festigkeit erhöhen, da der Hartschaum trotz eines sehr geringen spezifischen Gewichts eine höhere Festigkeit als Putz oder Gips besitzt. Auch durch die gegenseitige Verbindung der Begrenzungswände der Kammern kann die Tragfähigkeit gesteigert werden, da auf diese Weise ein Ausknicken einzelner Begrenzungswände oder Wandabschnitte erschwert wird.

[0010] In diesem Fall sind die Begrenzungswände der benachbarten Kammern zweckmäßig durch die auf die äußeren Oberflächen der Begrenzungswände aufgetragene Wasser abweisende Beschichtung miteinander verbunden, welche die gegeneinander anliegenden Begrenzungswände miteinander verklebt. Dort, wo der Hartschaum auf die Außenseite des Mehrkammer-Hohlprofils aufgebracht ist, sind die Begrenzungswände der benachbarten Kammern zweckmäßig durch den Hartschaum miteinander verbunden, der ebenfalls als Kleber oder Bindemittel wirkt und die Begrenzungswände zusammenhält.

[0011] Mit der erfindungsgemäßen Merkmalskombination lassen sich plattenförmige Leichtbauelemente mit einem Flächengewicht von weniger als 2 kg/m² bei einer Dicke von etwa 50 mm herstellen, die bei einer Breite von 1 000 mm imstande sind, parallel zur Richtung der Längsmittelachsen der Kammern Lasten von mehr als 10 t zu tragen.

[0012] Um das Vordringen von Feuchtigkeit zum Papier zu verhindern, sind die Begrenzungswände der Kammern sowohl an ihrem inneren und äußeren Umfang mit der Beschichtung und/oder Imprägnierung versehen,

so dass weder von innen noch von außen Feuchtigkeit bis zum Papier vordringen und dadurch die Biege- und/oder Druckfestigkeit der Begrenzungswände der Kammern und damit des Leichtbauelements beeinträchtigen kann. Außerdem kann durch eine beidseitige innere und äußere Beschichtung und/oder Imprägnierung eine größere Steigerung der Biege- und/oder Druckfestigkeit als im Fall einer einseitigen Beschichtung und/oder Imprägnierung und damit eine weitere Erhöhung der Tragfähigkeit der Leichtbauelemente erreicht werden.

[0013] Vorzugsweise besteht die Beschichtung und/oder Imprägnierung aus einem Harz, das entweder nach oder während der Herstellung der röhrenförmigen Hohlkörper aus Papier in flüssigem Zustand auf die inneren und äußeren Umfangsflächen der röhrenförmigen Hohlkörper aufgebracht wird und dann aushärtet. Zweckmäßig wird ein Harz verwendet, das mit oder ohne Zufuhr von Wärme schnell härtet, bevorzugt ein duroplastisches Reaktionsharz in Form eines Zweikomponenten-Systems, das neben dem Reaktionsharz einen Beschleuniger oder Katalysator zur Beschleunigung der Aushärtung umfasst. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht die Verwendung eines Poly- oder Epoxyisocyanuratharzes vor, zum Beispiel eines Poly- oder Epoxyisocyanuratharzes, das von der Firma Bayer MaterialScience unter der Bezeichnung Blendur erhältlich ist. Alternativ können jedoch auch andere Harze verwendet werden, wie zum Beispiel Epoxidharze oder Phenolharze, die in ausgehärtetem Zustand ebenfalls Wasser abweisend sind und die Biege- und/oder Druckfestigkeit der röhrenförmigen Hohlkörper aus Papier erhöhen.

[0014] Erfindungsgemäß besteht das Hohlprofil aus einer oder mehreren Reihen von nebeneinander angeordneten röhrenförmigen Hohlkörpern, die mit ihrem äußeren Umfang gegen den äußeren Umfang benachbarter röhrenförmiger Hohlkörper anliegen und mit den benachbarten Hohlkörpern verklebt sind, wobei jeder Hohlkörper eine der parallelen Kammern begrenzt. Um das Einbringen von Hartschaum in die Zwischenräume oder Zwickel zwischen benachbarten Hohlkörpern zu erleichtern, kann das Hohlprofil alternativ jedoch auch aus einer oder mehreren Reihen von im Abstand nebeneinander angeordneten röhrenförmigen Hohlkörpern bestehen, so dass der fließfähige Hartschaum von einer Seite her in eine zuvor mit den Hohlkörpern bestückte Form eingebracht werden kann, wo er durch die Lücken zwischen den benachbarten Hohlkörpern hindurch dringt und so die gesamte Form ausfüllt. Diese Alternative ist vor allem für Wandelemente geeignet, die nur eine oder zwei Reihen von langgestreckten, in Hartschaum eingebetteten Hohlkörpern enthalten. Insbesondere können derartige Wandelemente gut zur Herstellung von Wänden von Frachtcontainern, Eisenbahnwagen oder anderen Transportmitteln eingesetzt werden, wo ein geringes Flächengewicht besonders von Vorteil ist.

[0015] Um die Herstellung derartiger röhrenförmigen Hohlkörper aus Papier zu erleichtern, besitzen diese vorteilhaft zylindrische äußere und innere Umfangsflächen

bzw. einen kreisringförmigen Querschnitt, so dass sie sich auf vorhandenen Maschinen herstellen lassen, wie sie zum Beispiel bei der Fertigung von Wickelkernen aus Papier oder Pappe von Küchenpapierrollen oder Toilettenpapierrollen eingesetzt werden. Diese Wickelkerne werden hergestellt, indem zwei oder mehr streifenförmige Schichten aus Papier schraubenförmig und einander überlappend auf einen Dorn aufgewickelt werden, wobei ein Kleber in den Überlappungsbereichen auf einen oder beide Papierstreifen aufgebracht wird. Alternativ können die röhrenförmigen Hohlkörper jedoch auch hergestellt werden, indem breitere Bogen oder Bahnen aus Papier in Umfangsrichtung der röhrenförmigen Hohlkörper in mehreren Schichten übereinander gewickelt werden. Diese Erfindungsalternative besitzt eine besonders hohe Tragfähigkeit.

[0016] Wenn die röhrenförmigen Hohlkörper gemäß dieser Alternative mit ihren äußeren Umfangsflächen gegen die äußeren Umfangsflächen benachbarter röhrenförmiger Hohlkörper anliegen und durch die Beschichtung und/oder den Hartschaum miteinander verklebt sind, kann das tragende Leichtbauelement weiter versteift und im Falle eines Einsatzes als plattenförmiges Wandelement oder als säulenförmiges Stützelement seine Druckfestigkeit in vertikaler Richtung weiter erhöht werden, da sich die benachbarten röhrenförmigen Hohlkörper gegenseitig abstützen und sich gegenseitig in ihrer Lage festhalten, was einem Knicken einzelner röhrenförmiger Hohlkörper unter Last entgegenwirkt. Durch die gegenseitige Anlage benachbarter röhrenförmigen Hohlkörper kann auch das Volumen der Kammern im Inneren der röhrenförmigen Hohlkörper im Vergleich zum Gesamtvolumen des Leichtbauelements vergrößert und damit das Gewicht des letzteren ohne Beeinträchtigung der Tragfähigkeit weiter verkleinert werden, da die letztere zu einem großen Teil von den röhrenförmigen Hohlkörpern geliefert wird.

[0017] Bei dem verwendeten Papier handelt es sich vorzugsweise um Papier geringer Qualität, zweckmäßig um ein Recyclingpapier, das ohne die Beschichtung und/oder Imprägnierung nur eine geringe Biege- und/oder Druckfestigkeit besitzen muss, das hingegen vorzugsweise eine raue Oberfläche und eine gewisse Saugfähigkeit besitzen sollte, um sicherzustellen, dass eine ausreichende Menge der flüssig aufgetragenen Beschichtung und/oder Imprägnierung an der Oberfläche des Papiers haften bleibt und vorteilhaft mindestens zum Teil in das Papier eindringt.

[0018] Durch Versuche wurde festgestellt, dass bereits eine relativ geringe Wandstärke der Begrenzungswände der Kammern ausreicht, um dem Leichtbauelement eine sehr hohe Tragfähigkeit zu verleihen, so dass die Begrenzungswände gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung aus weniger als acht übereinander liegenden Schichten oder Lagen, bevorzugt aus weniger als fünf Schichten oder Lagen und am besten aus nur zwei bis drei Schichten oder Lagen aus Papier bestehen, so dass die Wandstärke der Begren-

zungswände weniger als 4 mm, bevorzugt weniger als 2 mm und am besten weniger als 1 mm beträgt. Bei dieser Wandstärke der Begrenzungswände können die Kammern zweckmäßig Querschnittsabmessungen von etwa 50 mm aufweisen, so dass das Verhältnis zwischen der Wandstärke der röhrenförmigen Hohlkörper und den Querschnittsabmessungen zweckmäßig weniger als 1 : 25, vorzugsweise weniger als 1 : 50 und am besten etwa 1 : 100 beträgt. Mit solchen Abmessungen können tragende Leichtbau-Wandelemente hergestellt werden, die beim Bau einstöckiger Häuser mit Dach keine Stützkonstruktion erforderlich machen.

[0019] Wenn das Leichtbauelement als plattenförmiges Wandelement oder als säulenförmiges Stützelement eingesetzt werden soll, wird das Hohlprofil so ausgerichtet, dass die Längsachsen der parallelen Kammern eine vertikale Ausrichtung besitzen. Dadurch besitzen die Begrenzungswände in der Richtung, in der das Gewicht von darüber angeordneten Bauteilen auf das tragende Wand- oder Stützelement einwirkt, ihre größte Druckfestigkeit, so dass das Wand- oder Stützelement eine maximale Tragfähigkeit erhält. Das Hohlprofil erstreckt sich dabei vorteilhaft durchgehend von einem oberen bis zu einem unteren Ende des Leichtbauelements.

[0020] Wenn dem Wand- oder Stützelement eine relativ kleine Dicke verliehen werden soll, umschließt das Hohlprofil zweckmäßig nur eine einzige Reihe von nebeneinander angeordneten Kammern, deren Längsmittelachsen im Querschnitt zweckmäßig auf einer Linie liegen.

[0021] Demgegenüber können bei größeren Wanddicken zwei oder mehr Reihen von Kammern nebeneinander angeordnet werden, wobei die Kammern von benachbarten Reihen zweckmäßig gegeneinander versetzte Längsmittelachsen aufweisen, um für eine möglichst dichte Packung der Kammern und ein geringes Flächengewicht zu sorgen. Wenn das Hohlprofil aus parallelen zylindrischen Hohlkörpern besteht, füllt der Hartschaum die Zwickel zwischen den röhrenförmigen Hohlkörpern, wobei er benachbarte Hohlkörper miteinander verbindet und eine gegenseitige Verlagerung oder Verschiebung benachbarter Hohlkörper unter Last verhindert.

[0022] Ein zusätzliche Versteifung des Leichtbauelements kann dadurch erreicht werden, dass auf eine oder beide Breitseiten eine oder mehrere Schichten aus einem faserverstärkten Harz, wie zum Beispiel Polyurethan mit einem darin eingebetteten Fasergewebe oder Fasergelege, aufgebracht werden, vorzugsweise direkt auf die ebene Oberfläche des Hartschaums. Über der faserverstärkten Harzschicht kann eine Oberflächen-deckschicht als Abschluss aufgebracht werden.

[0023] An den oberen und unteren Enden jedes Wand- oder Stützelements sind vorzugsweise Abschlusselemente angebracht, welche die offenen oberen und unteren Enden der Kammern verschließen. Die Abschlusselemente von Leichtbau-Wandelementen sind bevorzugt langgestreckt und erstrecken sich entlang des oberen

und des unteren Endes, wobei sie an einer Seite mit Vorsprüngen versehen sind, die sich in die offenen Enden der parallelen Kammern einführen lassen. Die Abschlusselemente sorgen zum einen dafür, dass das obere und untere Ende der Kammern geschlossen wird und die Wand- oder Stützelemente an den oberen und unteren Enden keine Öffnungen aufweisen, und verbessern zum anderen auch den Zusammenhalt Wand- oder Stützelemente, wenn diese aus röhrenförmigen Hohlkörpern bestehen. Die Abschlusselemente werden zweckmäßig durch den Hartschaum mit dem Rest des Leichtbauelements verbunden, zum Beispiel indem sie vor dem Aushärten des Hartschaums angebracht werden.

[0024] Wenn das Leichtbauelement als plattenförmiges Boden- oder Deckenelement eingesetzt werden soll, weisen die parallelen Kammern ebenfalls vertikale Längsmittelachsen auf, wobei dann jedoch eine Vielzahl von kurzen röhrenförmigen Hohlkörpern in Reihen versetzt nebeneinander angeordnet werden, so dass sie senkrecht zu den Breitseitenflächen des Boden- oder Deckenelements ausgerichtet sind und gemeinsam eine Wabenstruktur bilden. In diesem Fall können die oberen und die unteren Enden der Kammern bzw. der Wabenstruktur durch Platten verschlossen werden, die gegen die fluchtenden oberen bzw. unteren Stirnflächen des Hohlprofils anliegen.

[0025] Alternativ können die oberen und die unteren Enden der Kammern bzw. der Wabenstruktur auch durch eine oder mehrere Lagen eines faserverstärkten Harzes oder Kunstharzes verschlossen werden, zum Beispiel indem die Faserverstärkung als Vlies, Gewebe oder Gelege aus Fasern auf die jeweils nach oben gedrehten oder ausgerichteten Breitseiten der Wabenstruktur aufgelegt wird, so dass das Vlies, Gewebe oder Gelege die offenen Enden der Kammern vollständig bedeckt, und indem es dann mit dem Harz getränkt und das Harz ausgehärtet wird. Bei dem Harz kann es sich vorzugsweise um ein bei Zufuhr von Wärme oder UV-Strahlung vernetzendes und dadurch aushärtendes duroplastisches Kunstharz oder um ein Zwei-Komponenten-Harz handeln. Die Faserverstärkung kann je nach Festigkeitsanforderung aus Glas-, Kohle-, Aramid- oder Kunstfasern bestehen. Bei Bedarf können eine oder mehrere weitere Lagen faserverstärktes Harz und ggf. eine zusätzliche Oberflächendeckschicht als Abschluss aufgebracht werden. Alternativ kann die Wabenstruktur auch mit ihren jeweils nach unten gedrehten Breitseiten auf eine mit dem Harz getränkte Lage aus dem Faservlies, -gewebe oder -gelege aufgelegt werden, um die Enden der Kammern zu verschließen. In beiden Fällen verbinden sich die Enden der Begrenzungswände der Kammern beim Aushärten des Harzes mit diesem, so dass sie anschließend fest mit den Lagen aus faserverstärktem Harz verklebt sind und ein Boden- oder Deckenelement mit hoher Biegesteifigkeit bilden.

[0026] Diese Art von Leichtbauelement kann mit Vorteil als Boden- oder Deckenelement für einen Fracht- oder Wohncontainer, wie einen See- oder Transportcon-

tainer eingesetzt werden, da die Böden und Decken der letzteren augenblicklich noch aus so genannten Multiplexplatten aus einem Tropenholz hergestellt werden, das nicht mehr lange verfügbar ist.

[0027] Wenn die tragenden Leichtbauelemente beim Bau von Gebäuden oder dergleichen eingesetzt werden, müssen sie eine ausreichende Feuerbeständigkeit aufweisen, wobei in Deutschland zumindest Brandschutzklasse B1S-D0 gefordert, jedoch Brandschutzklasse A bevorzugt wird. Um die Feuerbeständigkeit der Leichtbauelemente zu erhöhen, wird vorteilhaft zum einen zur Beschichtung oder Imprägnierung der röhrenförmigen Hohlkörper ein Material mit einer relativ hohen Temperaturbeständigkeit verwendet, wie das bereits genannte Poly- oder Epoxisocyanuratharz, und zum anderen ein temperaturbeständiger, bei höheren Temperaturen formstabiler Hartschaum, wie zum Beispiel der bereits genannte PIR-Schaum der Brandschutzklasse B1S-D0 oder A1. Dieser Hartschaum weist ein spezifisches Gewicht von 40 kg/m^3 auf und ist damit sehr leicht, besitzt aber andererseits eine solche Härte, dass er gebohrt oder auf andere Weise bearbeitet werden kann.

[0028] Dies ermöglicht es, den Hartschaum an den gegenüberliegenden Schmalseiten der benachbarten Leichtbauelemente bei deren Herstellung zu einer Nut bzw. Feder zu formen, so dass sich die benachbarten Leichtbauelemente zusammenstecken und damit auf einfache Weise miteinander verbinden lassen. Grundsätzlich ist es auch möglich, die Nuten und Federn nach der Herstellung der Leichtbauelemente an deren Schmalseiten in den Hartschaum einzufräsen. Alternativ können die Nuten und Federn an den gegenüberliegenden Schmalseiten benachbarter Leichtbauelemente auch von Profilen aus Metall oder Kunststoff gebildet werden, die durch den Hartschaum mit dem Hohlprofil verklebt sind.

[0029] Brandschutzklasse A1 lässt sich auch dadurch erreichen, dass der Hartschaum aus mikroskopischen Hohlkugeln aus Glas besteht, die in eine nicht-brennbare Matrix eingebettet sind, wie zum Beispiel einen Wasserglas-Kleber.

[0030] Da ein Leichtbauelement mit einem Hohlprofil aus nebeneinander angeordneten zylindrischen röhrenförmigen Hohlkörpern eine als Wandoberfläche ungeeignete unebene Oberflächenstruktur besitzt, sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass vor allem bei Wandelementen der Hartschaum mindestens eine und bevorzugt zwei ebene Breitseitenflächen bildet. Jedoch kann das Leichtbauelement auch mit einer oder zwei zusätzlichen Deckschichten versehen sein, die von einer mit einer Breitseite gegen den Hartschaum und/oder das Hohlprofil anliegenden Platte gebildet werden.

[0031] Vorzugsweise werden im zuletzt genannten Fall zur Erhöhung der Feuerfestigkeit Platten aus einem mineralischen Werkstoff verwendet, vorzugsweise Mineralstoffplatten aus Magnesiumoxid und Magnesiumchlorid mit einer Glasfaserverstärkung, die im Handel unter

der Bezeichnung Megapan erhältlich sind und die in einer Dicke von einigen Millimetern als Deckschicht auf dem Leichtbauelement angebracht werden, so dass sie die sichtbaren äußeren Oberflächen bilden. Die Platten werden bevorzugt durch den Hartschaum mit dem Hohlprofil verbunden bzw. an diesem festgeklebt.

[0032] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise weg geschnittene perspektivische Ansicht von Teilen zweier Leichtbau-Wandelemente;

Fig. 2 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils von einem der Leichtbau-Wandelemente aus Fig. 1;

Fig. 3 eine teilweise weg geschnittene perspektivische Ansicht von Teilen zweier modifizierter Leichtbau-Wandelemente;

Fig. 4 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils von einem der Leichtbau-Wandelemente aus Fig. 3;

Fig. 5 eine teilweise weg geschnittene perspektivische Ansicht von Teilen von zwei weiteren modifizierten Leichtbau-Wandelementen;

Fig. 6 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils von einem der Leichtbau-Wandelemente aus Fig. 5;

Fig. 7 eine teilweise weg geschnittene perspektivische Ansicht eines Teils eines noch weiteren modifizierten Leichtbau-Wandelements;

Fig. 8 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils des Leichtbau-Wandelemente aus Fig. 7;

Fig. 9 eine vergrößerte Seitenansicht eines Abschnitts einer Abschlussleiste für das obere oder untere Stirnende des Leichtbau-Wandelement aus Fig. 1;

Fig. 10 eine vergrößerte Unterseitenansicht des Abschnitts der Abschlussleiste aus Fig. 4;

Fig. 11 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils eines weiteren, nicht erfindungsgemäßen Leichtbau-Wandelements;

Fig. 12 eine vergrößerte Querschnittansicht eines Teils eines noch weiteren nicht erfindungsgemäßen Leichtbau-Wandelements;

Fig. 13 eine vergrößerte Querschnittansicht entspre-

chend Fig. 12, jedoch mit einem wärmedämmenden Granulat in einem Teil der Kammern eines nicht erfundungsgemäßen Leichtbau-Wandelements;

Fig. 14 eine Querschnittsansicht eines säulenförmigen Leichtbauelements;

Fig. 15 eine Schnittansicht eines als Boden- oder Deckenplatte ausgebildeten Leichtbauelements;

Fig. 16 eine teilweise weg geschnittene vergrößerte perspektivische Ausschnittsansicht des Leichtbauelements aus Fig. 15.

Fig. 17 eine teilweise weg geschnittene vergrößerte perspektivische Ausschnittsansicht eines anderen als Boden- oder Deckenplatte ausgebildeten Leichtbauelements.

[0033] Die in der Zeichnung dargestellten tragfähigen oder tragenden Leichtbauelemente 2 enthalten jeweils ein Mehrkammer-Hohlprofil 4, das eine oder mehrere Reihen von Kammern 6 mit parallelen Längsmittelachsen 8 und einem in Richtung der Längsmittelachsen 8 gleich bleibenden Öffnungsquerschnitt umgibt.

[0034] Bei den Leichtbauelementen 2 in den Figuren 1 bis 10 sowie 14 bis 17 besteht das Mehrkammer-Hohlprofil 4 aus einer Mehrzahl von miteinander verbundenen zylindrischen Hohlkörpern 12 aus Papier, deren äußere und innere Umfangsflächen 14, 16 mit einem Harz 10 beschichtet sind und zusammen mit der Beschichtung aus dem Harz 10 die Begrenzungswände der Kammern 6 bilden. Bei den Leichtbauelementen 2 in den Figuren 1 bis 10 sowie 14 bis 16 sind die Hohlkörper 12 in einen Hartschaum 18 eingebettet, der die Zwickel 20 zwischen den benachbarten röhrenförmigen Hohlkörpern 12 füllt und die Hohlkörper 12 ebenfalls miteinander verbindet.

[0035] Wenn es sich bei dem Leichtbauelement 2 um ein Wandelement handelt, wie in den Figuren 1 bis 8 dargestellt, oder um ein Stützelement, z.B. eine Säule, wie in Fig. 14 im Querschnitt dargestellt, sind die röhrenförmigen Hohlkörper 12 innerhalb des Leichtbauelements 2 in einer parallelen und vertikalen Ausrichtung nebeneinander angeordnet. Die Hohlkörper 12 der Leichtbauelemente 2 in den Figuren 1 bis 8 sowie 14 bis 17 liegen dabei mit ihren äußeren Umfangsflächen 14 gegen die äußeren Umfangsflächen 14 benachbarter Hohlkörper 12 an, so dass sich die Hohlkörper 12 gegenseitig abstützen.

[0036] Bei den Leichtbau-Wandelementen 2 in den Figuren 1 bis 8 können in Abhängigkeit von der Dicke des Wandelements 10 und dem Durchmesser der verwendeten röhrenförmigen Hohlkörper 12 zwischen zwei entgegengesetzten Breitseiten 22 eine einzige Reihe von nebeneinander angeordneten röhrenförmigen Hohlkörpern 12 vorgesehen sein, deren Längsmittelachsen 8 eine vertikale Ebene aufspannen, wie in den Figuren 1 bis 4, 7 und 8, oder mehrere Reihen, wie in den Figuren 5

und 6 dargestellt. Wenn das Leichtbau-Wandelement 2 mehrere Reihen von röhrenförmigen Hohlkörpern 12 enthält, sind die Längsmittelachsen 8 der Hohlkörper 12 in benachbarten Reihen von Hohlkörpern 12 um den Durchmesser der Hohlkörper 12 gegeneinander versetzt, so dass die Reihen miteinander verzahnt sind und sich die Hohlkörper 12 nicht nur parallel und senkrecht zu den Breitseiten 22 des Leichtbauelements 2 gegeneinander abstützen, sondern auch unter einem spitzen Winkel von 45 Grad zu diesen Richtungen. Außerdem wird dadurch das Volumen der mit Hartschaum 18 gefüllten Zwischenräume oder Zwickel 20 zwischen den benachbarten Hohlkörpern 12 minimiert.

[0037] Die röhrenförmigen Hohlkörper 12 bestehen aus mehreren ganz oder teilweise miteinander verklebten gewickelten Schichten oder Lagen von Recyclingpapier. Die Schichten oder Lagen können jeweils aus schraubenförmigen Papierstreifen bestehen, die auf einem Dorn kontinuierlich gewickelt werden, so dass sie sich mit benachbarten Wicklungen oder Streifen überlappen, wobei sie an den Überlappungsstellen miteinander verklebt sind. Jedoch können die Schichten oder Lagen auch aus breiteren Bogen oder Bahnen bestehen, die in Umfangsrichtung des Hohlkörpers 12 gewickelt sind. An das Recyclingpapier werden keine speziellen Qualitätsanforderungen gestellt.

[0038] Bei Leichtbauelementen 2 in Form von Wand- oder Stützelementen besitzen die röhrenförmigen Hohlkörper 12 eine Länge, die der Höhe des Wand- oder Stützelements 2 entspricht, und sind an ihren entgegengesetzten Enden offen. Das Verhältnis zwischen dem Außendurchmesser und der Wandstärke der röhrenförmigen Hohlkörper 12 ist größer als 25 : 1, vorzugsweise größer als 50 : 1 und liegt am besten zwischen etwa 50 : 1 und etwa 100 : 1. Im zuletzt genannten Fall beträgt die Wandstärke der Hohlkörper 12 bei einem Durchmesser von etwa 50 mm etwa 0,5 mm. Das Gewicht der mit Harz 10 beschichteten Hohlkörper 12 vor deren Einbettung in dem Hartschaum 18 beträgt pro Meter Länge weniger als 100 g, vorzugsweise weniger als 50 g und am besten weniger als 25 g.

[0039] Bei dem zur Beschichtung verwendeten Harz 10 handelt es sich um ein Epoxy- oder Polyisocyanurat-Reaktionsharz auf Basis von MDI oder um ein modifiziertes Epoxy- oder Polyisocyanurat-Reaktionsharz, die beide im Handel unter der Bezeichnung Blendur von der Firma Bayer MaterialScience erhältlich sind. Je nach Zusammensetzung trimerisieren diese Harze entweder nach Zugabe eines Katalysators unter Zufuhr von Wärme oder ohne die Notwendigkeit eines Katalysators allein durch Wärmezufuhr zu einem hochvernetzten duroplastischen Harz oder Kunststoff mit einer ausgezeichneten Thermostabilität. Die Vernetzung oder Aushärtung des Harzes erfolgt im Anschluss an das Aufbringen des Harzes 10 auf die äußeren und den inneren Umfangsflächen 14, 16 der Hohlkörper 12, das vorzugsweise unmittelbar nach dem Wickeln der Hohlkörper 12 aus Papier erfolgt.

[0040] Nach der Trimerisation bzw. Aushärtung des

Harzes 10 werden die fertigen röhrenförmigen Hohlkörper 12 in der gewünschten Anzahl und Anordnung in eine verschließbare Form mit einem der Form und den Abmessungen der Leichtbauelemente 2 entsprechenden Formhohlraum eingebracht, so dass die offenen Enden der Kammern 6 an den entgegengesetzten Stirnenden der Hohlkörper 12 von Formwänden der Form verschlossen werden. Anschließend werden die Zwischenräume oder Zwickel 20 zwischen den benachbarten Hohlkörpern 12 mit dem Hartschaum 18 ausgeschäumt, der aus einem PIR-Schaum besteht und in der Form ausgehärtet wird.

[0041] Um beim Einbringen des fließfähigen Schaums in die Form einen Einschluss von Luft zwischen dem Schaum und den Hohlkörpern 12 zu vermeiden, ist es von Vorzug wenn benachbarte Hohlkörper 12 im Abstand voneinander angeordnet werden, wie in Fig. 7 und 8 dargestellt, so dass der fließfähige Schaum an einer Seite der Leichtbauelemente 2 in die Form zugeführt werden kann und von dort durch die Lücken zwischen den benachbarten Hohlkörpern 12 den gesamten Formhohlraum ausfüllen kann. Nach dem Aushärten sorgt der Hartschaum 18 für eine feste Verbindung zwischen den darin eingebetteten Hohlkörpern 12.

[0042] Die Leichtbau-Wandelemente 2 in den Figuren 1, 2, 5, 6, 7 und 8 sind an ihren beiden entgegengesetzten Breitseiten 22 nicht mit einer oder zwei zusätzlichen Deckschichten versehen, so dass sie im Wesentlichen nur aus den röhrenförmigen Hohlkörpern 12 und dem Hartschaum 18 bestehen, der die Zwischenräume oder Zwickel 20 zwischen dem äußeren Umfang 14 der benachbarten Hohlkörper 12 ausfüllt und in diesem Fall auch die Oberflächen der beiden Breitseiten 22 der Leichtbauelemente 2 bildet. Hier kann als Hartschaum mit Vorteil ein so genannter Integralschaum verwendet werden, bei dem die Härte des ausgehärteten Schaums in Richtung der Oberflächen der Breitseiten 22 zunimmt.

[0043] Die Leichtbauelemente 2 in den Figuren 1 und 2 sowie 7 und 8 mit jeweils einer einzelnen Reihe von zylindrischen röhrenförmigen Hohlkörpern 12, die einen Außendurchmesser von 50 mm aufweisen, besitzen ein Flächengewicht von weniger als 3 kg/m² und vorzugsweise von weniger als 2 kg/m². Am besten beträgt das Flächengewicht dieser Leichtbauelemente 2 etwa 1,5 bis 2 kg/cm², wobei das Flächengewicht des unbehandelten Papiers 0,45 bis 0,55 kg/m², das Flächengewicht des zur Beschichtung verwendeten Harzes 10 0,55 bis 0,60 kg/m² und das Flächengewicht des Hartschaums 18 0,55 bis 0,65 kg/m² beträgt, so dass diese drei Komponenten mithin etwa jeweils ein Drittel des Flächengewichts liefern.

[0044] Demgegenüber werden die Oberflächen der entgegengesetzten Breitseiten 22 der Leichtbau-Wandelemente 12 in Fig. 3 und 4 und der äußere Umfang 26 des Leichtbau-Stützelements 2 in Fig. 3 von einer zu den Breitseiten parallelen Deckschicht 28 aus einem faserverstärkten Harz gebildet, das zur Versteifung der Wandelemente 12 aufgebracht wird. Bei dem Harz kann es

sich zum Beispiel um Polyurethan handeln, in das ein Gewebe oder Gelege aus Glasfasern, Kunstfasern oder Kohlefasern eingebettet ist. Alternativ oder zusätzlich können jedoch auch Deckschichten aus anderen Materialien verwendet werden, wie zum Beispiel aus Mineralfaser-Deckplatten, die aus einem mit Glasfasern verstärkten Gemisch aus Magnesiumoxid und Magnesiumchlorid bestehen, mit ihren inneren Oberflächen gegen die benachbarte Reihe von Hohlkörpern 12 anliegen und durch den Hartschaum 18 mit den röhrenförmigen Hohlkörpern 12 verklebt sind. Ggf. können die Deckschicht oder Deckschichten auch durch Schrauben mit dem aus dem Hohlkörpern 12 und dem Hartschaum 18 bestehenden Kern der Leichtbauelemente 2 verbunden werden.

[0045] Bei dem Hartschaum 18 handelt es sich um einen PIR-Schaum, das heißt Polyurethanschaum, der höher als der übliche PUR-Schaum vernetzt ist und damit auch bei höheren Temperaturen formstabil ist. Durch die Formstabilität und die verhältnismäßig kleinen Porenabmessungen von weniger als 1 mm kann der Hartschaum 18 bei der Herstellung der Leichtbau-Wandelemente 2 in den Figuren 1 bis 8 an den beiden entgegengesetzten vertikalen Schmalseiten jedes Wandelements 2 zu einer Nut 30 bzw. zu einer Feder 32 geformt werden, so dass benachbarte Wandelemente 2 mittels einer Nut- und Federverbindung 30, 32 miteinander verbindbar sind.

[0046] Um die Öffnungen der röhrenförmigen Hohlkörper 12 am oberen und unteren Ende der Leichtbau-Wandelemente 2 zu verschließen und für einen ebenen Abschluss zu sorgen, sind die Leichtbau-Wandelemente 2 an ihrem oberen und unteren Ende jeweils mit einer Abschlussleiste 34 versehen. Wie am besten in Fig. 9 und 10 dargestellt, weist die Abschlussleiste 34 eine von den Enden der Hohlkörper 12 abgewandte ebene Breitseite 36 auf. Über die entgegengesetzte, den Enden der Hohlkörper 12 zugewandte Breitseite 38 steht eine Reihe von zylindrischen Vorsprüngen 40 über, deren Außendurchmesser geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser der röhrenförmigen Hohlkörper 12, so dass sie sich in die offenen Enden der Kammern 6 an den Stirnenden der Hohlkörper 12 einführen lassen und damit den Zusammenhalt der Hohlkörper 12 am oberen und unteren Ende verbessern. Um das Einführen der Vorsprünge 40 in die gegenüberliegenden Öffnungen zu erleichtern, sind die freien Enden der Vorsprünge 40 verjüngt oder mit einer Fase versehen. Die Abschlussleisten 34 weisen eine der Länge und Breite der Leichtbau-Wandelemente 2 entsprechende Länge und Breite auf und können bei der Herstellung der Leichtbau-Wandelemente 2 oder bei der Montage derselben angebracht werden. Im zuletzt genannten Fall können die Leisten 34 jeweils versetzt zu den Nut- und Federverbindungen 30, 32 an den Stößen benachbarter Leichtbau-Wandelemente 2 angebracht werden, so dass sie die Stöße überbrücken.

[0047] Durch Versuche wurde festgestellt, dass Leichtbau-Wandelemente 2 mit einer Höhe von 980 mm, einer Breite von 250 mm und einer Dicke von 56 mm, bestehend aus einer Reihe von zylindrischen röhrenförmigen

migen Hohlkörpern 12, die an ihren äußeren und inneren Umfangsflächen 14, 16 mit einem Epoxy- oder Polyisocyanurat-Reaktionsharz 10 beschichtet sind, sowie zwei Deckschichten 28 aus Mineralfaser-Deckplatten mit einer Dicke von 3 mm an beiden Breitseiten und einer Füllung aus PIR-Hartschaum 18 in den Zwischenräumen oder Zwickeln 20 zwischen den röhrenförmigen Hohlkörpern 12 und den Deckschichten 28 gemäß Fig. 4 in Richtung der Längsmittelachsen 8 der Hohlkörper 12 eine Druckbelastung von mehr 2,5 t aufnehmen können, bevor es zu einem Bruch der Wandelemente 10 kommt. Bei Biegeversuchen mit denselben Leichtbau-Wandelementen 2, jedoch mit einem PUR-Hartschaum 18 in den Zwischenräumen 20 zwischen den Hohlkörpern 12, wurde festgestellt, dass die Wandelemente 2 eine im Abstand an zwei Stellen in eine der Breitseiten 22 eingeleitete seitliche Druckbelastung von 0,4 t aushalten, bevor es zu einem Biegebruch der Leichtbauelemente 2 kommt.

[0048] Die hohe Tragfähigkeit der Leichtbauelemente 2 in Richtung der Längsmittelachsen 8 der röhrenförmigen Hohlkörper 12 wird durch die Beschichtung der äußeren und inneren Umfangsflächen 14 und 16 der Hohlkörper 12 mit dem Harz 10 erzielt, das nach seiner Vernetzung und Aushärtung die Druckfestigkeit der Hohlkörper 12 in Richtung ihrer Längsmittelachsen 8 um ein Vielfaches erhöht.

[0049] Bei den in den Figuren 11 bis 13 im Querschnitt dargestellten Leichtbauelementen 2 besteht das Mehrkammer-Hohlprofil 4 nicht aus einer oder mehreren Reihen von einzelnen, miteinander verbundenen Hohlkörpern 12, sondern aus zwei oder mehr gegeneinander anliegenden und miteinander verbundenen Platten 42, die jeweils einen Querschnitt in Form einer Sinuswelle mit abwechselnden Vorsprüngen in Form von Wellenbergen 44 und Vertiefungen in Form von Wellentälern 46 aufweisen. Die Wellenberge 44 und die Wellentäler 46 benachbarter Platten 42 sind um eine Halbwelle gegeneinander versetzt, so dass sich jeweils die Wellenberge 44 und die Wellentäler 46 der beiden Platten 42 gegenüberliegen, wobei jeweils gegenüberliegende Wellenberge 44 mit ihren Scheiteln 50 gegeneinander anliegen und an den Scheiteln 50 miteinander verklebt sind. Dadurch wird zwischen zwei benachbarten Platten 42 jeweils eine Reihe von nebeneinander angeordneten Kammern 6 gebildet, die gleiche Querschnitte besitzen, welche in Richtung der Längsachsen der Kammern 6 gleich bleiben. Die benachbarten Kammern 6 sind durch die Verklebung 50 an den Scheiteln 50 voneinander getrennt. Die Platten 42 bestehen wie die Hohlprofile 6 aus einer oder mehreren Papierschichten und sind auf ihren den Kammern 6 zugewandten inneren Oberflächen 52 sowie auf ihren von den Kammern 6 abgewandten äußeren Oberflächen 54 mit einer Beschichtung aus dem Harz 10 versehen, wie zuvor für die Hohlkörper 12 beschrieben. Das zur Beschichtung verwendete Harz 10 ist dasselbe, wie zuvor beschrieben. Die Wandstärken der Platten 42 und das Verhältnis der Querschnittsab-

messungen der Kammern 6 zu der Wandstärke der Platten 42, welche die Begrenzungswände der Kammern 6 bilden, sind ähnlich, wie zuvor für die Hohlkörper 12 beschrieben.

[0050] Bei den Leichtbauelementen 2 in den Figuren 11 bis 13 handelt es sich um Wandelemente. Das Wandelement 2 in Fig. 11 ist wie das Wandelement 2 in Fig. 3 und 4 mit zwei ebenen Deckschichten 28 in Form von dünnen Mineralfaserplatten oder aus einem faserverstärkten Harz versehen, die gegen die Scheitel 56 der Wellentäler 46 anliegen und zwischen diesen mit Hartschaum 18 an dem Mehrkammer-Hohlprofil 4 festgeklebt sind, wobei der Hartschaum 18 die Zwickel 20 zwischen den von den Kammern 6 abgewandten äußeren Oberflächen 54 der Platten 42 und den Deckschichten 28 füllt.

[0051] Während das Mehrkammer-Hohlprofil 4 des Wandelements 2 in Fig. 11 aus zwei übereinander liegenden Platten 4 besteht, besteht das Mehrkammer-Hohlprofil 4 des Wandelements 2 in Fig. 12 und 13 aus insgesamt vier übereinander liegenden Platten 42 mit wellenförmigem Querschnitt, die zwischen sich drei Reihen von Kammern 6 begrenzen. Die Kammern 6 benachbarter Reihen sind in seitlicher Richtung jeweils um die halbe Kammerbreite gegeneinander versetzt, so dass zwischen den Platten 42 nur Kammern 6, aber keine mit Hartschaum 18 gefüllten Zwickel 20 gebildet werden. Die inneren Platten 42 liegen jeweils mit den Scheiteln 50 ihrer Wellenberge 44 gegen eine der beiden benachbarten Platten 42 und mit den Scheiteln 56 der Wellentäler 46 gegen die andere benachbarte Platte 42 an und sind dort mit den benachbarten Platten 42 verklebt. Der Hartschaum 18 füllt die Zwickel 20 zwischen den von den Kammern 6 abgewandten äußeren Oberflächen 54 der äußersten Platten 42 und bildet die Oberflächen der beiden Breitseiten 22 des Wandelements 2.

[0052] Das in Fig. 15 und 16 dargestellte Leichtbauelement 2 in Form eines plattenförmigen Decken- oder Bodenelements besteht aus einer Mehrzahl von kurzen röhrenförmigen Hohlkörpern 12, die in den Hartschaum 18 (nur in Fig. 15 dargestellt) eingebettet sind. Die Hohlkörper 12 sind vertikal ausgerichtet und liegen jeweils mit ihrem äußeren Umfang 14 gegen den äußeren Umfang 14 benachbarter Hohlkörper 12 an, mit denen sie wieder durch den Hartschaum 18 in den Zwischenräumen oder Zwickeln 20 verklebt sind. Hier ist es jedoch auch möglich, den Hartschaum 18 wegzulassen und die benachbarten Hohlkörper 18 mit Hilfe der Harzbeschichtung 10 an der äußeren Umfangsfläche 16 der Hohlkörper 12 miteinander zu verbinden. Die Hohlkörper 12 besitzen jeweils dieselbe Länge und stützen sich mit ihren entgegengesetzten fluchtenden Stirnenden gegen parallele ebene plattenförmige Deckschichten 28 ab, welche die Öffnungen der Hohlkörper 12 an der Ober- und Unterseite des plattenförmigen Decken- oder Bodenelements 2 verschließen und zudem dessen Biegesteifigkeit erhöhen, vor allem wenn die Stirnenden der Hohlkörper 12 durch den Hartschaum 18 mit den Innenseite der benachbarten Deckschichten 28 verklebt sind. Die Deck-

schichten 28 können aus einem beliebigen geeigneten Material bestehen. An den Schmalseiten der Leichtbauelemente 2 sind wieder Nuten (nicht dargestellt) und Federn 32 vorgesehen, so dass sich benachbarte Elemente 2 durch Nut- und Federverbindungen 30, 32 miteinander verbinden lassen.

[0053] Fig. 17 zeigt einen Querschnitt durch einen Teil eines anderen Leichtbauelements 2 in Form eines plattenförmigen Decken- oder Bodenelements, bei dem die offenen Enden der Kammern 6 statt durch plattenförmige Deckschichten 28 durch Lagen 60 aus einem faserverstärkten Kunstharz 62 verschlossen sind. Zu diesem Zweck werden die Hohlkörper 12 wie bei dem Decken- oder Bodenelement 2 in Fig. 15 in einem dichten Array aus gegeneinander versetzten Reihen angeordnet, in dem jeder Hohlkörper 12 mit seiner äußeren Umfangsfläche 14 gegen die äußeren Umfangsflächen 14 von sechs benachbarten Hohlkörpern 12 anliegt. Anschließend werden die gegeneinander anliegenden Hohlkörper 12 mittels der aus dem Harz 10 bestehenden Beschichtung auf den äußeren Umfangsflächen 14 miteinander zu einer starren Wabenstruktur verklebt, zum Beispiel durch Wärmezufuhr in einem Ofen. Danach werden die oberen und die unteren Enden der Kammern 6 an den Breitseiten der Wabenstruktur durch eine oder mehrere Lagen 60 aus dem faserverstärkten Kunstharz 62 verschlossen, indem ein Vlies 64, Gewebe oder Gelege aus Kunstharz-, Glas- oder Kohlefasern auf die jeweils nach oben gedrehte Breitseite der Wabenstruktur aufgelegt wird, so dass es die offenen Enden der Kammern 6 vollständig bedeckt. Anschließend wird das Vlies 64, Gewebe oder Gelege mit dem aushärtbaren Kunstharz 62 getränkt, das in einer dünnen Schicht auf die Oberseite des Vlies 64, Gewebes oder Geleges gegossen wird und durch das Vlies 64, Gewebe oder Gelege hindurch bis zu den Enden der Hohlkörper 12 vordringt, an denen es beim Aushärten anhaftet. Nach dem Aushärten des Harzes 62 sind die beiden Enden aller Hohlkörper 12, welche die Begrenzungswände der Kammern 6 des Mehrkammer-Hohlprofils 4 bilden, fest mit dem faserverstärkten Harz 60 verklebt und bilden ein Leichtbauelement 2 mit hoher Biegesteifigkeit.

[0054] In allen Fällen können die von dem Mehrkammer-Hohlprofil 4 umschlossenen röhrenförmigen Kammern 6 entweder leer sein oder ein wärme- oder schalldämmendes Material, zum Beispiel ein Polystyrol-Granulat 56, Papierflocken oder Sand enthalten, wie beispielhaft in einem Teil der Kammern 6 in Fig. 11 dargestellt. Bei dem Leichtbauelement in Fig. 9 sind die Kammern mit dem Hartschaum 18 ausgeschäumt.

Patentansprüche

1. Tragfähiges oder tragendes Leichtbauelement (2) mit einer oder mehreren Reihen von parallelen Kammern (6), die jeweils von röhrenförmigen Begrenzungswänden umgeben sind, wobei die Begren-

zungswände mindestens teilweise aus Papier bestehen, wobei die Begrenzungswände benachbarter Kammern (6) miteinander verbunden sind und ein Mehrkammer-Hohlprofil (4) bilden, das in Richtung der Längsmittelachsen (8) der Kammern (6) einen gleich bleibenden Querschnitt besitzt, wobei die den Kammern (6) zugewandten inneren Oberflächen (52) sowie die von den Kammern (6) abgewandten äußeren Oberflächen der Begrenzungswände mit einer Wasser abweisenden und die Biege- und/oder Druckfestigkeit des Papiers erhöhenden Beschichtung (10) und/oder Imprägnierung versehen sind, wobei das Mehrkammer-Hohlprofil (4) eine oder mehrere Reihen von zylindrischen Hohlkörpern (12) umfasst, wobei jeder der zylindrischen Hohlkörper (12) eine der Kammern (6) begrenzt, und wobei die Kammern (6) ebenso wie die Lücken oder Zwickel (20) zwischen den benachbarten Hohlkörpern (12) mit einem Hartschaum (18) gefüllt sind, der die Begrenzungswände der benachbarten Kammern (6) miteinander verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hartschaum (18) ein aus zwei oder mehr Komponenten aushärtender Reaktionsschaumstoff ist, und zwar ein höher vernetzter Hart-Polyurethanschaum, und dass die einzelnen Poren des Hartschaums sehr klein sind und Querschnittsabmessungen von weniger als 0,5 mm aufweisen.

2. Leichtbauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hartschaum (18) auf mindestens eine von den Kammern (6) abgewandte Außenseite des Mehrkammer-Hohlprofils (4) aufgebracht ist.
3. Leichtbauelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Begrenzungswände aus weniger als vier miteinander verklebten Papierschichten bestehen und eine Wandstärke von weniger als 2 mm aufweisen.
4. Leichtbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung und/oder Imprägnierung aus einem in fließfähigem Zustand auf die Oberflächen aufgetragenen und anschließend vernetzten duroplastischen Harz (10) oder Kunstharz besteht.
5. Leichtbauelement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung und/oder Imprägnierung aus einem Poly- oder Epoxyisocyanuratharz besteht.
6. Leichtbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrkammer-Hohlprofil (4) eine oder mehrere Reihen von nebeneinander angeordneten röhrenförmigen Hohlkörpern (12) umfasst, die mit ihrem äußeren Umfang (14) gegen den äußeren Umfang (14) be-

nachbarter röhrenförmiger Hohlkörper (12) anliegen und mit den benachbarten Hohlkörpern (12) durch die Beschichtung und/oder den Hartschaum (18) verklebt sind.

7. Leichtbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Mehrkammer-Hohlprofil (4) durchgehend über die gesamte Höhe des Leichtbauelements (10) erstreckt.
8. Leichtbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen den Querschnittsabmessungen der Kammern (6) und der Wandstärke der Begrenzungswände (12, 42) größer als 25 : 1 und vorzugsweise größer als 50 : 1 ist und am besten etwa 100 : 1 beträgt.
9. Leichtbauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hartschaum (18) mindestens eine Oberfläche (22) des Leichtbauelements (10) bildet.
10. Leichtbauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **gekennzeichnet durch** eine zusätzliche Deckschicht (28).
11. Leichtbauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an zwei entgegengesetzten Schmalseiten eine Nut (30) und eine Feder (32) angeordnet sind, die in den Hartschaum (18) eingeformt oder aus dem Hartschaum (18) ausgefräst sind.
12. Leichtbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche in Form einer Boden- oder Deckenplatte, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrkammer-Hohlprofil (4) aus einer Vielzahl von kurzen röhrenförmigen Hohlkörpern (12) besteht, deren entgegengesetzte offene Enden jeweils eine ebene Fläche aufspannen und durch mindestens eine Lage (60) eines an den Enden der Hohlkörper (12) haftenden faserverstärkten Harzes (62, 64) verschlossen sind.
13. Fracht- oder Wohncontainer mit einem Boden, Seitenwänden und einer Decke, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden und/oder mindestens ein Teil der Seitenwände und/oder die Decke aus Leichtbauelementen (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche bestehen.
14. Eisenbahnwagen- oder Lastkraftwagenaufbau mit einem Boden, Seitenwänden und einer Decke, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden und/oder mindestens ein Teil der Seitenwände und/oder die Decke aus Leichtbauelementen (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bestehen.

Claims

1. Lightweight construction element (2) which is capable of or is load-bearing, comprising one or more rows of parallel chambers (6), which are each surrounded by tube-like boundary walls, the boundary walls consisting at least partly of paper, the boundary walls of adjacent chambers (6) being connected to one another and forming a multi-chamber hollow profile (4) which, in the direction of the longitudinal central axes (8) of the chambers (6), has a cross section that remains constant, the inner surfaces (52), facing the chambers (6), and the outer surfaces, facing away from the chambers (6), of the boundary walls being provided with a water-repellent coating (10) and/or impregnation which increases the flexural and/or compressive strength of the paper, the multi-chamber hollow profile (4) comprising one or more rows of cylindrical hollow bodies (12), each of the cylindrical hollow bodies (12) bounding one of the chambers (6), and the chambers (6), and also the gaps or pockets (21) between the adjacent hollow bodies (12), being filled with a rigid foam (18) that connects the boundary walls of the adjacent chambers (6) to one another, **characterized in that** the rigid foam (18) is a hardening reactive foam material made of two or more components, specifically a highly cross-linked hard polyurethane foam, and **in that** the individual pores of the rigid foam are very small and have cross-sectional dimensions of less than 0.5 mm.
2. Lightweight construction element according to Claim 1, **characterized in that** the rigid foam (18) is applied to at least one outer side of the multi-chamber hollow profile (4) that faces away from the chambers (6).
3. Lightweight construction element according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the boundary walls consist of less than four paper layers glued to one another and have a wall thickness of less than 2 mm.
4. Lightweight construction element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coating and/or impregnation consists of a thermoplastic resin (10) or synthetic resin applied to the surfaces in the free-flowing state and then cross-linked.
5. Lightweight construction element according to Claim 4, **characterized in that** the coating and/or impregnation consists of a polyisocyanurate or epoxyisocyanurate resin.
6. Lightweight construction element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the multi-chamber hollow profile (4) comprises one or more rows of tube-like hollow bodies (12) which are

arranged beside one another, which rest with their outer circumference (14) against the outer circumference (14) of adjacent tube-like hollow bodies (12) and are glued to the adjacent hollow bodies (12) by the coating and/or the rigid foam (18) .

7. Lightweight construction element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the multi-chamber hollow profile (4) extends continuously over the entire height of the lightweight construction element (10). 10
8. Lightweight construction element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the ratio between the cross-sectional dimensions of the chambers (6) and the wall thickness of the boundary walls (12, 42) is greater than 25:1 and preferably greater than 50:1 and at best about 100:1. 15
9. Lightweight construction element according to one of Claims 2 to 8, **characterized in that** the rigid foam (18) forms at least one surface (22) of the lightweight construction element (10). 20
10. Lightweight construction element according to one of Claims 2 to 9, **characterized by** an additional covering layer (28). 25
11. Lightweight construction element according to one of Claims 2 to 10, **characterized in that** a groove (30) and a tongue (32), which are moulded into the rigid foam (10) or milled out of the rigid foam (18), are arranged on two opposite narrow sides. 30
12. Lightweight construction element according to one of the preceding claims in the form of a floorboard or ceiling board, **characterized in that** the multi-chamber hollow profile (4) comprises a large number of short tube-like hollow bodies (12), of which the opposite open ends each cover a flat surface and are closed by at least one layer (60) of a fibre-reinforced resin (62, 64) adhering to the ends of the hollow bodies (12). 35 40
13. Freight or accommodation container having a floor, side walls and a ceiling, **characterized in that** the floor and/or at least part of the sidewalls and/or the ceiling are composed of lightweight construction elements (2) according to one of the preceding claims. 45
14. Rail car or heavy goods vehicle superstructure having a floor, side walls and a ceiling, **characterized in that** the floor and/or at least part of the sidewalls and/or the ceiling are composed of lightweight construction elements (2) according to one of Claims 1 to 12. 50 55

Revendications

1. Élément structural léger (2) porteur ou pouvant être porteur, comprenant une ou plusieurs rangées de chambres parallèles (6) qui sont à chaque fois entourées par des parois de limitation tubulaires, les parois de limitation se composant au moins en partie de papier, les parois de limitation de chambres adjacentes (6) étant connectées les unes aux autres et formant un profilé creux à plusieurs chambres (4) qui possède une section transversale constante dans la direction des axes médians longitudinaux (8) des chambres (6), les surfaces intérieures (52) tournées vers les chambres (6) ainsi que les surfaces extérieures opposées aux chambres (6) des parois de limitation étant pourvues d'un revêtement (10) et/ou d'une imprégnation hydrophobes et augmentant la rigidité en flexion et/ou la résistance à la compression du papier, le profilé creux à plusieurs chambres (4) comprenant une ou plusieurs rangées de corps creux cylindriques (12), chacun des corps creux cylindriques (12) délimitant l'une des chambres (6) et les chambres (6) ainsi que les espaces ou les interstices cunéiformes (20) entre les corps creux adjacents (12) étant remplis d'une mousse dure (18) reliant les unes aux autres les parois de limitation des chambres adjacentes (6), **caractérisé en ce que** la mousse dure (18) est une mousse de réaction durcissante constituée de deux ou plus de deux composants, à savoir une mousse de polyuréthane dure hautement réticulée et **en ce que** les pores individuels de la mousse dure sont très petits et présentent des dimensions en section transversale inférieures à 0,5 mm. 5
2. Élément structural léger selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la mousse dure (18) est appliquée sur au moins un côté extérieur du profilé creux à plusieurs chambres (4) opposé aux chambres (6). 10
3. Élément structural léger selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les parois de limitation se composent de moins de quatre couches de papier collées les unes aux autres et présentent une épaisseur de paroi inférieure à 2 mm. 15
4. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le revêtement et/ou l'imprégnation se composent d'une résine plastique thermdurcissable (10) ou d'une résine synthétique appliquée à l'état fluide sur les surfaces et ensuite réticulée. 20
5. Élément structural léger selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le revêtement et/ou l'imprégnation se composent d'une résine de polyisocyanurate ou d'époxyisocyanurate. 25 30 35 40 45 50 55

6. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le profilé creux à plusieurs chambres (4) comprend une ou plusieurs rangées de corps creux tubulaires (12) disposés les uns à côté des autres, qui s'appliquent avec leur périphérie extérieure (14) contre la périphérie extérieure (14) de corps creux tubulaires adjacents (12) et qui sont collés avec les corps creux adjacents (12) par le revêtement et/ou la mousse dure (18). 5 10
7. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le profilé creux à plusieurs chambres (4) s'étend en continu sur toute la hauteur de l'élément structural léger (10). 15
8. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rapport entre les dimensions en section transversale des chambres (6) et l'épaisseur de paroi des parois de limitation (12, 42) est supérieur à 25 : 1 et de préférence supérieur à 50 : 1 et le plus préféra- 20 blement vaut environ 100 : 1. 25
9. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** la mousse dure (18) forme au moins une surface (22) de l'élément structural léger (10). 30
10. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé par** une couche de recouvrement supplémentaire (28). 35
11. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications 2 à 10, **caractérisé en ce qu'**une rainure (30) et une languette (32) sont disposées au niveau de deux côtés étroits opposés, lesquelles sont formées dans la mousse dure (18) ou sont frai- 40 sées dans la mousse dure (18). 40
12. Élément structural léger selon l'une quelconque des revendications précédentes, sous la forme d'une plaque de plancher ou de plafond, **caractérisé en ce que** le profilé creux à plusieurs chambres (4) se compose d'une pluralité de corps creux tubulaires courts (12) dont les extrémités opposées ouvertes forment à chaque fois une surface plane et sont fer- 45 mées par au moins une couche (60) d'une résine renforcée par des fibres (62, 64) adhérant aux ex- 50 trémités des corps creux (12) . 50
13. Conteneur de fret ou habitable comprenant un plan- cher, des parois latérales et un plafond, **caractérisé en ce que** le plancher et/ou au moins une partie des parois latérales et/ou le plafond se composent d'élé- 55 ments structuraux légers (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 55
14. Carrosserie de wagon ferroviaire ou de poids-lourds comprenant un plancher, des parois latérales et un plafond, **caractérisée en ce que** le plancher et/ou au moins une partie des parois latérales et/ou le pla- fond se composent d'éléments structuraux légers (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

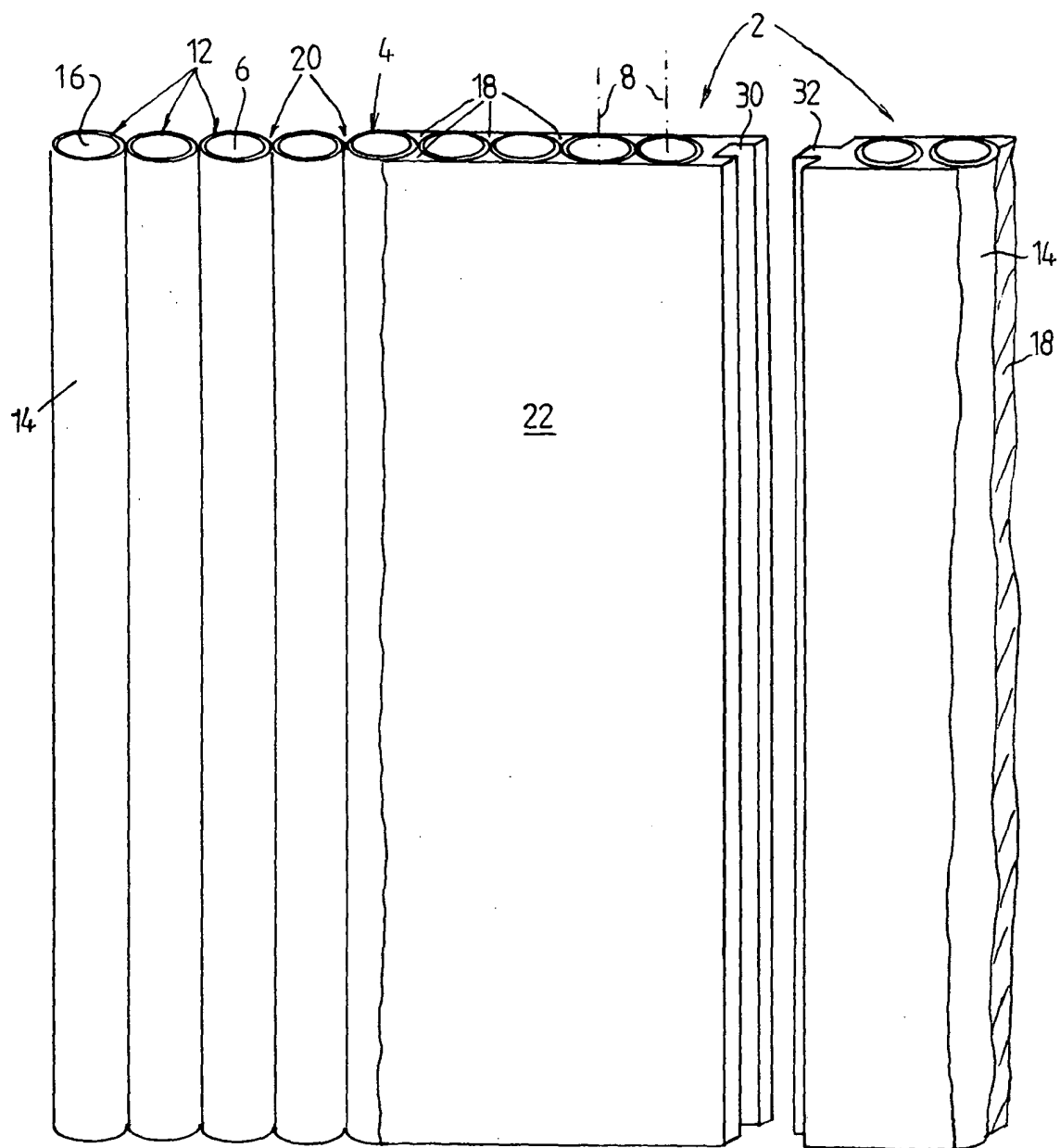


Fig. 1

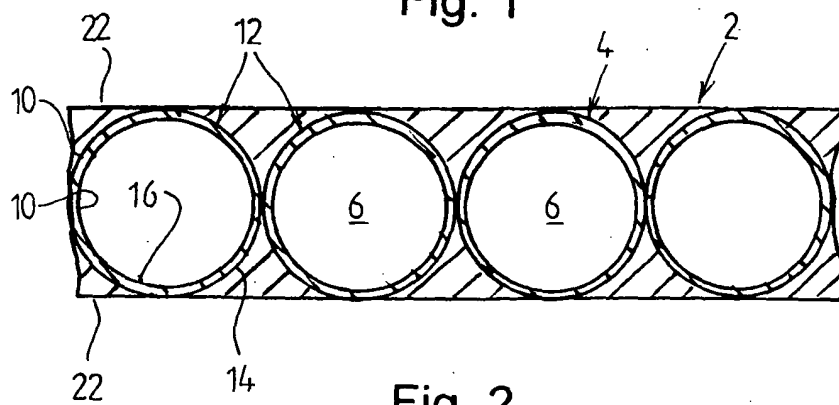


Fig. 2

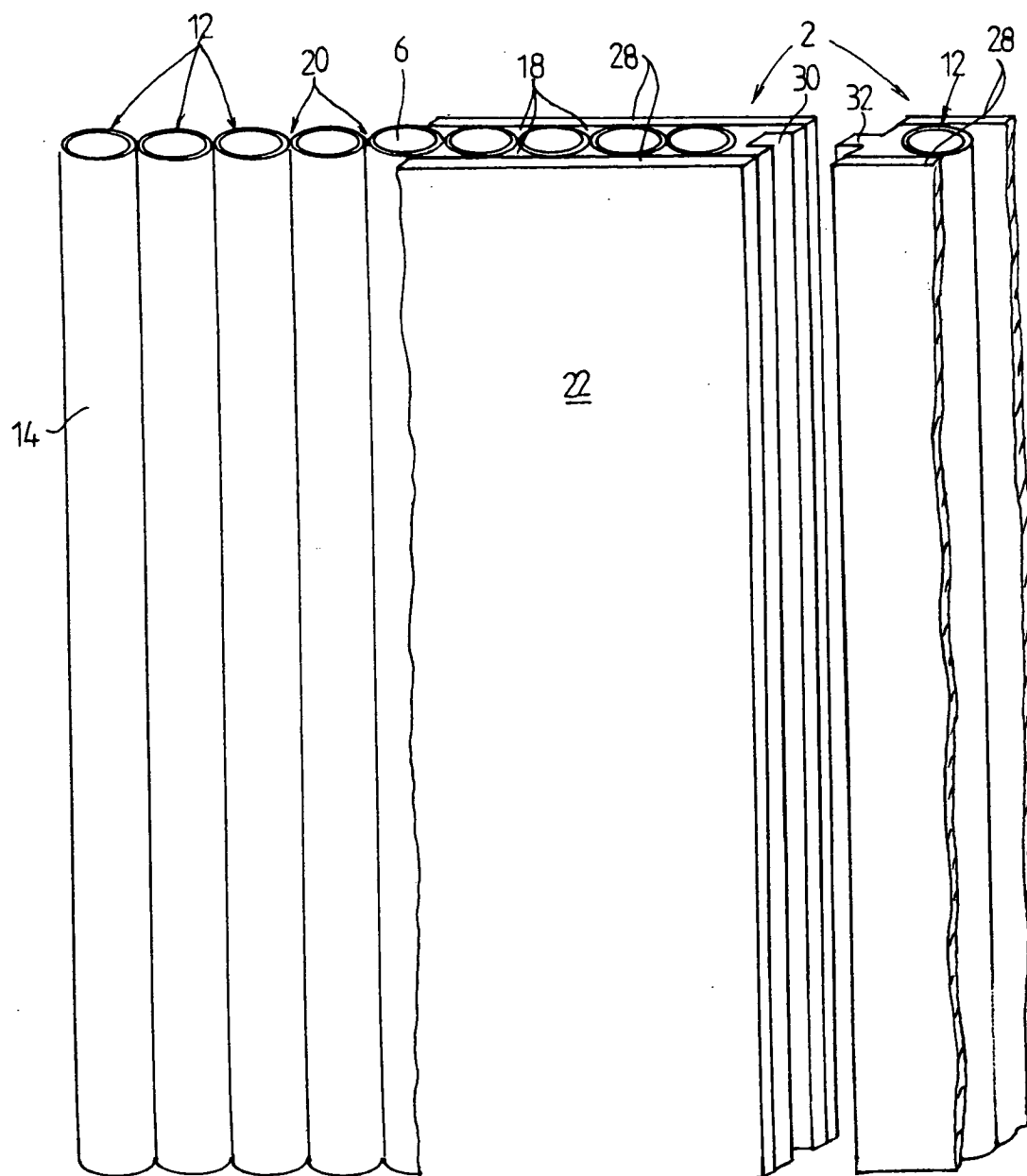


Fig. 3

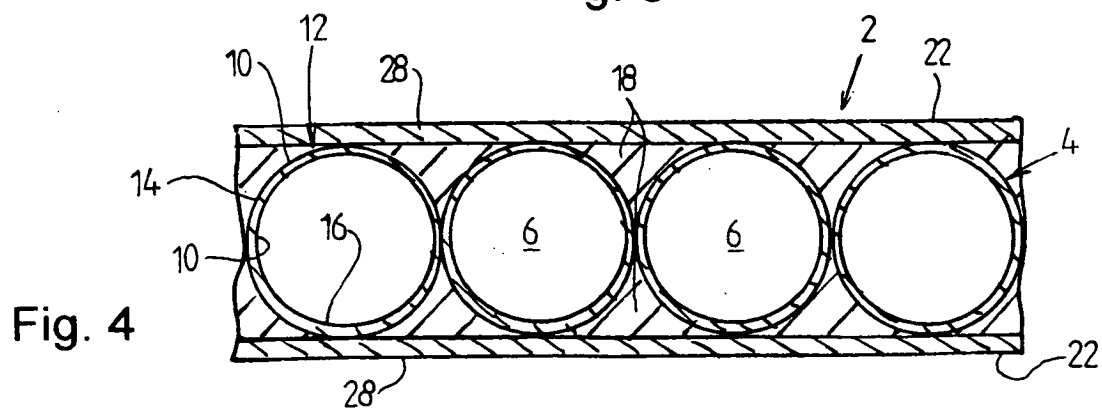


Fig. 4

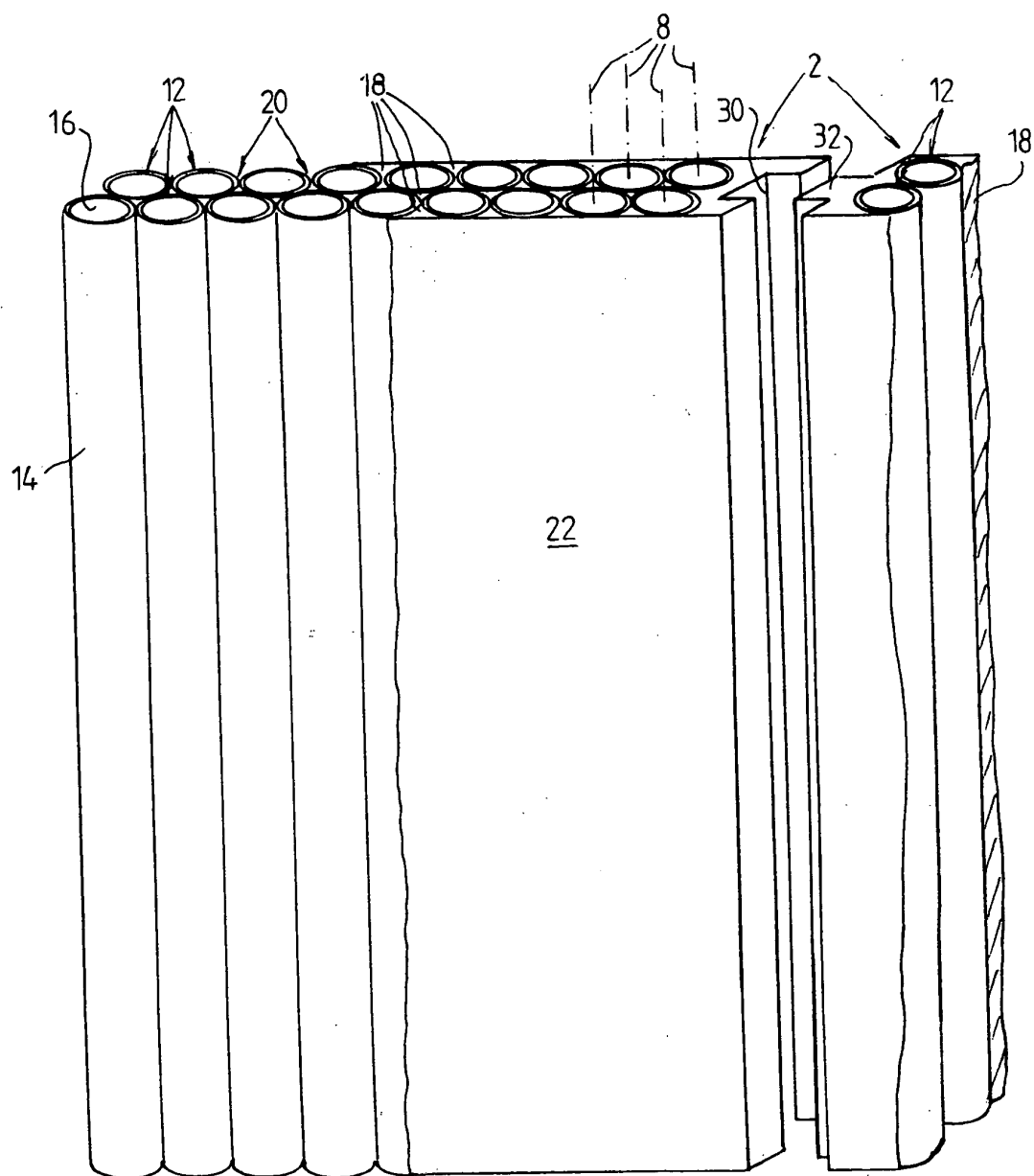


Fig. 5

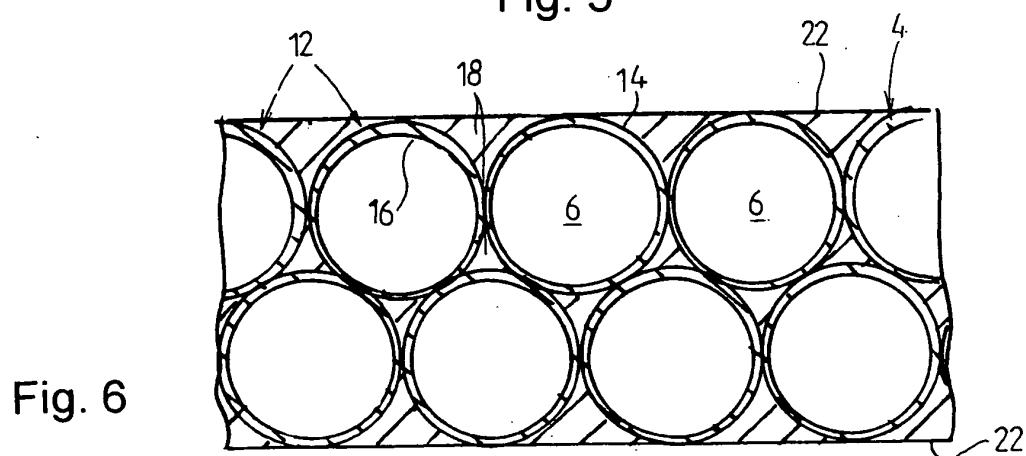


Fig. 6

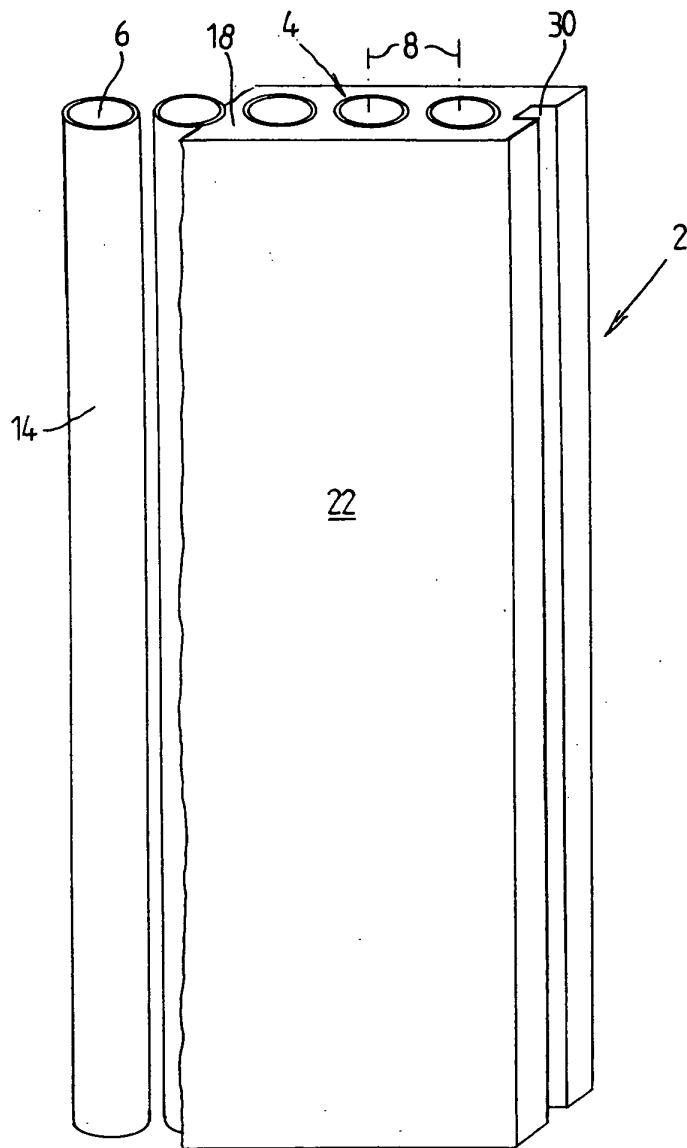


Fig. 7

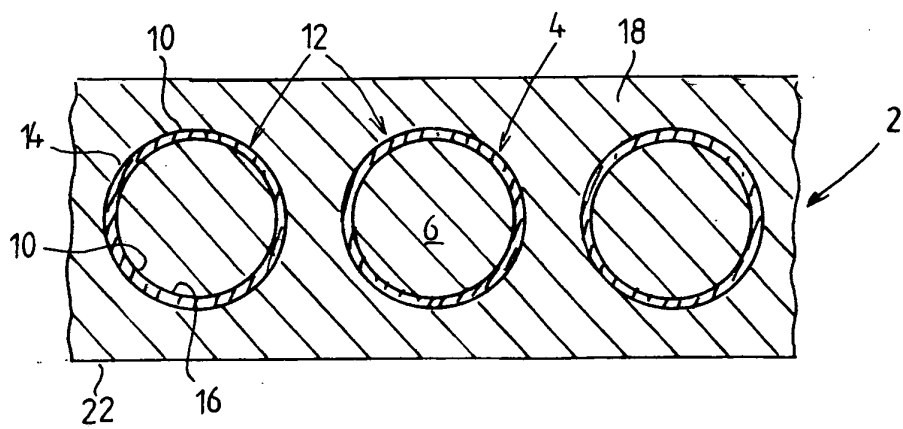


Fig. 8

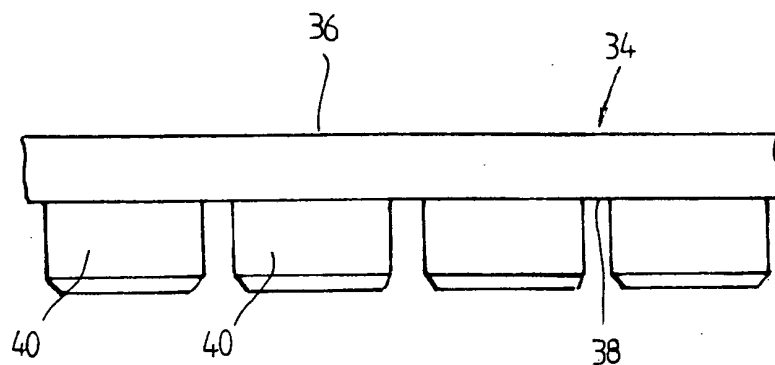


Fig. 9

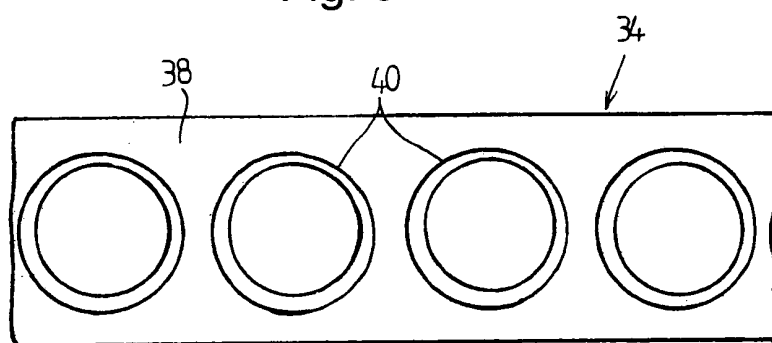


Fig. 10

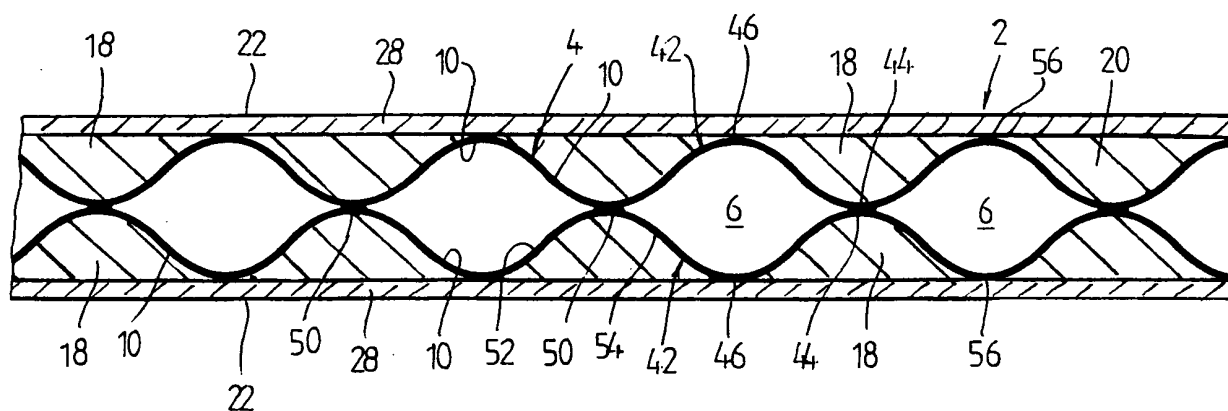
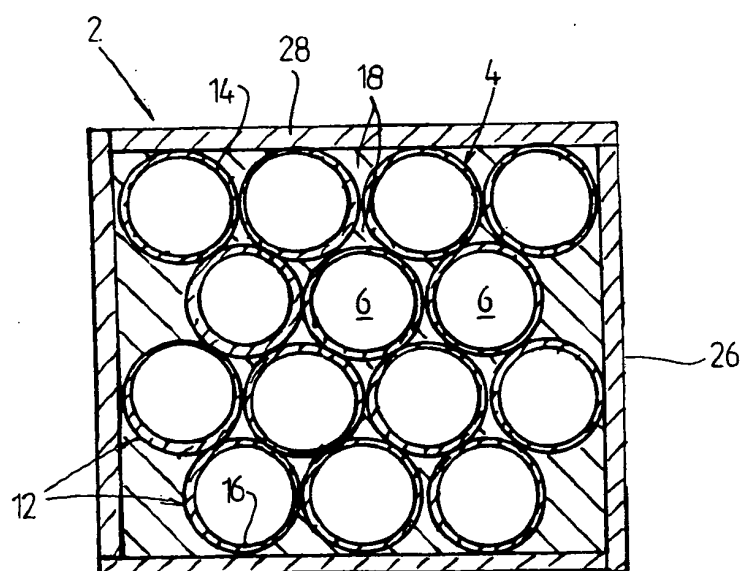
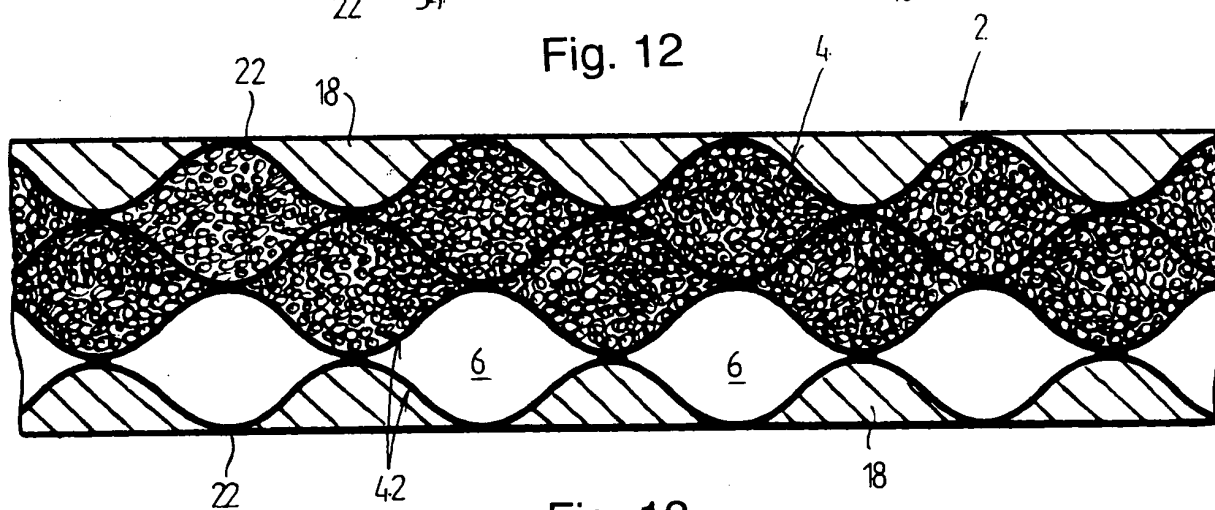
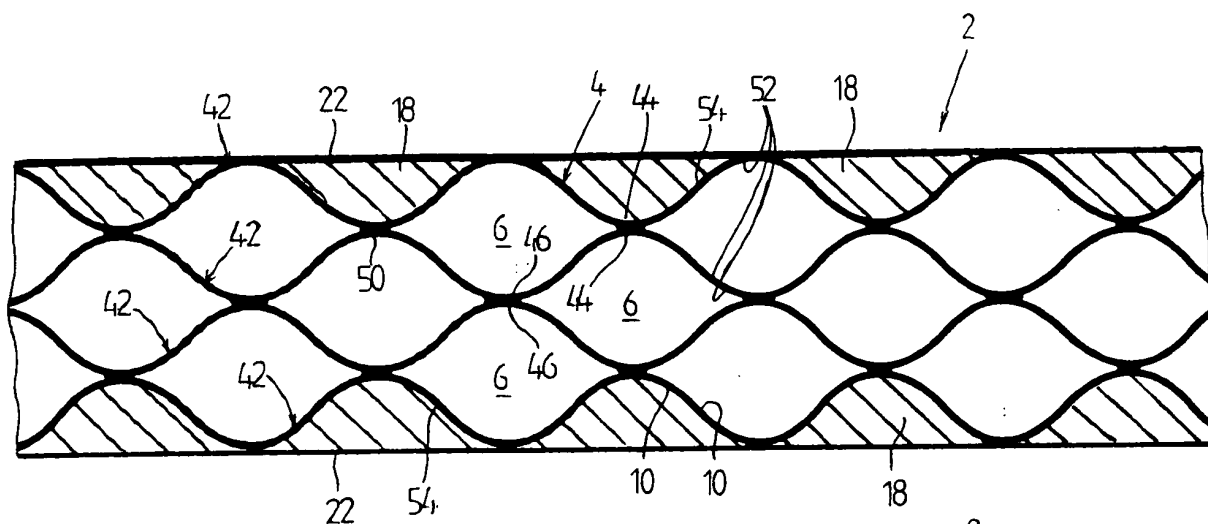


Fig. 11



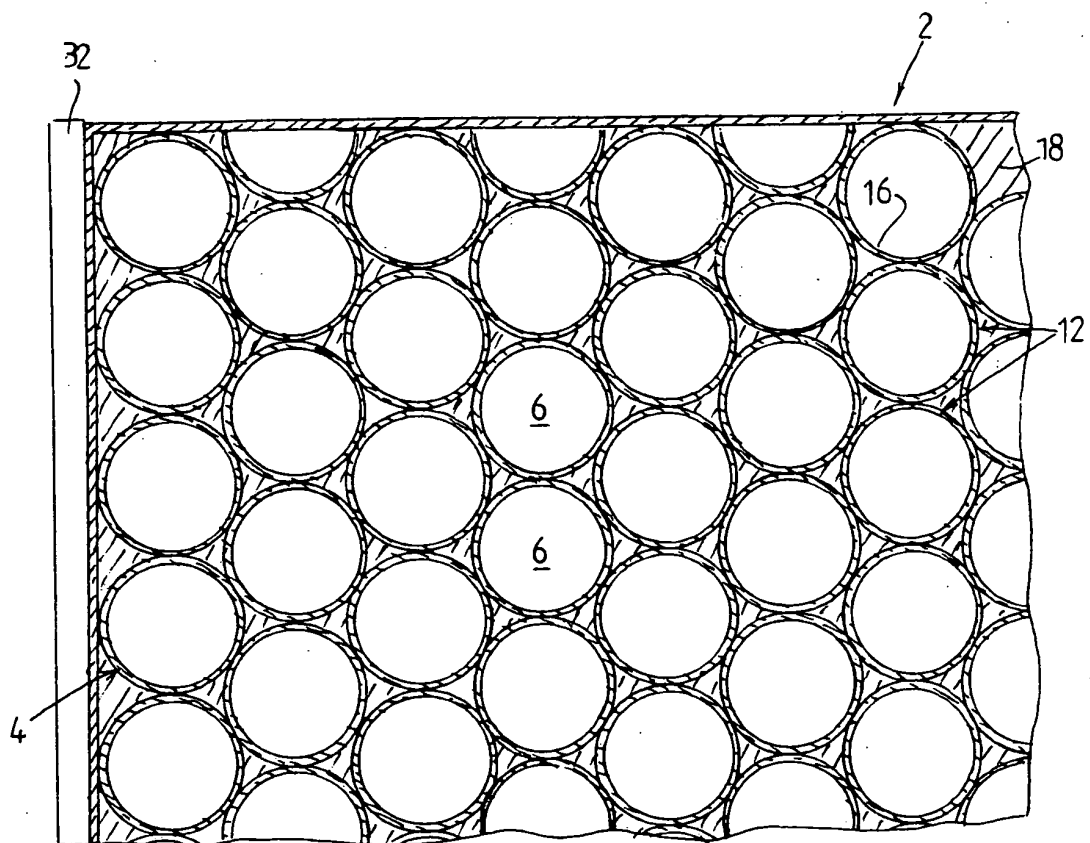


Fig. 15

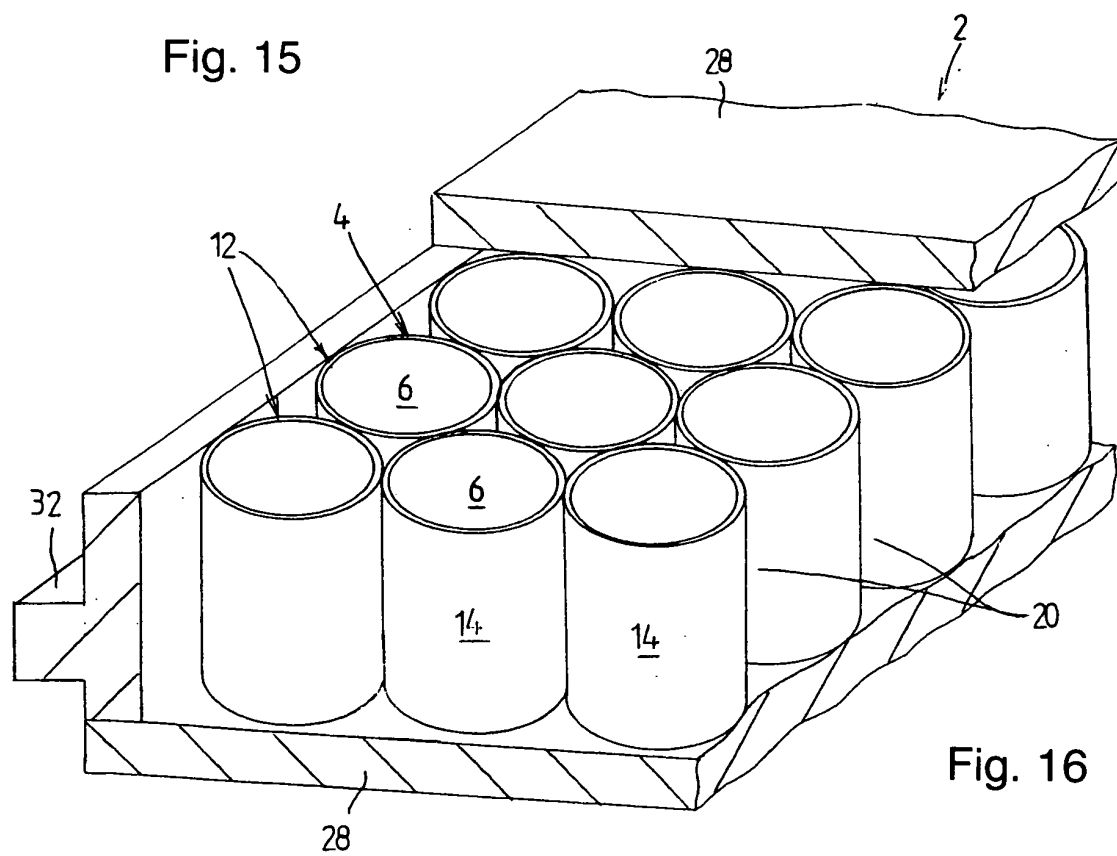


Fig. 16

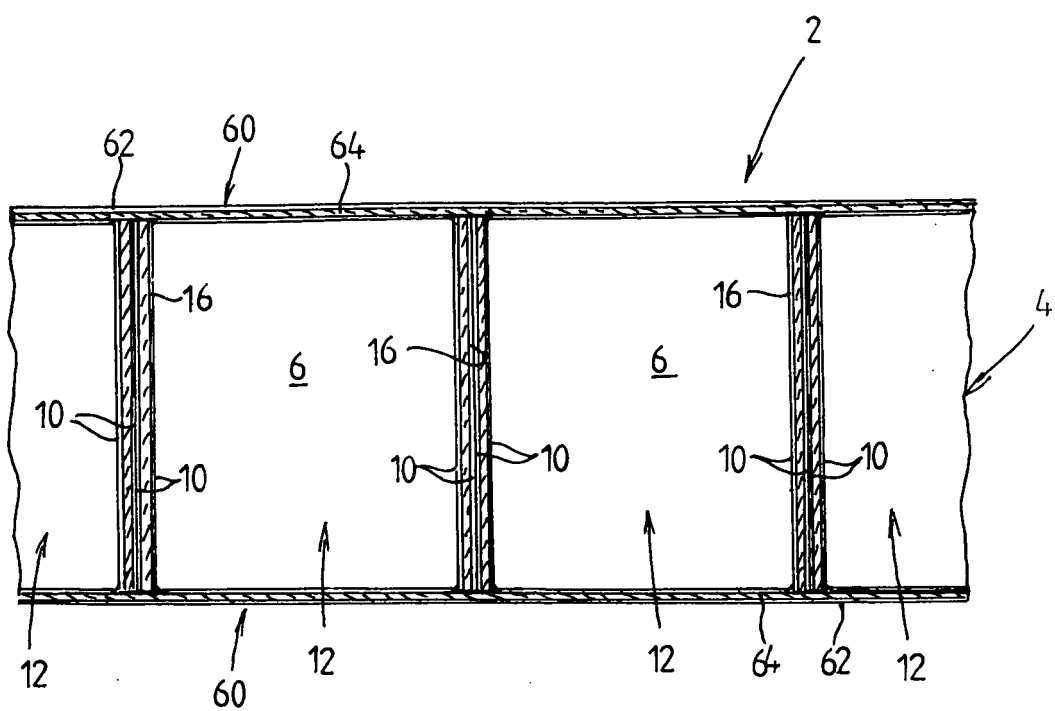


Fig. 17

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10018710 A1 [0002] [0008]
- DE 2836418 A [0003]
- EP 1522648 A1 [0004]
- CH 323528 A [0004]
- WO 2007123398 A2 [0004]
- DE 2117794 A [0004]
- WO 2009045095 A1 [0004]
- GB 2341619 A [0004]