(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Februar 2023 (23.02.2023)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/021210 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E04C 1/40 (2006.01) *E04C 2/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/073258

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. August 2022 (19.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 121 595.1
19. August 2021 (19.08.2021) DE

(72) Erfinder; und
(71) Anmelder: **FRANK, Walter** [DE/DE]; Meilerstr. 14, 92637 Weiden i.d.Opf. (DE).

(74) Anwalt: **LANG, Christian**; LangPatent Anwaltskanzlei IP Law Firm, Ingolstädter Str. 5, 80807 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW,

(54) **Title:** COMPOSITE FOAM-GLASS ELEMENTS AND USE THEREOF

(54) **Bezeichnung:** SCHAUMGLASVERBUNDELEMENTE UND IHRE ANWENDUNG

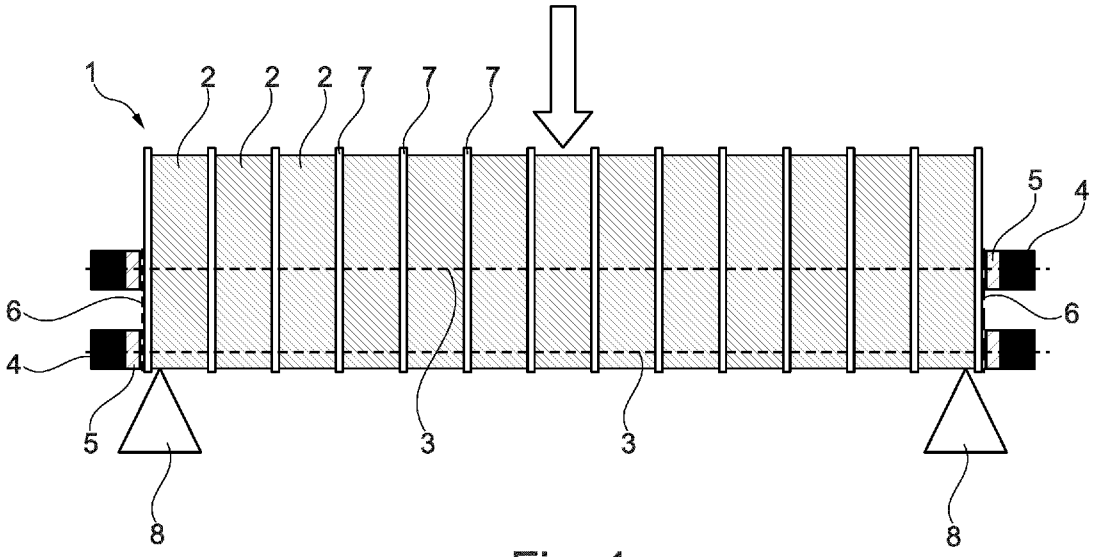


Fig. 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a composite foam-glass element, and in particular to a composite foam-glass-panel element, having at least one, and preferably more than one, foam-glass body (2; 12; 22; 32; 42, 42a, 42b, 42c, 42d; 52, 52a, 52b, 52c; 62, 62a, 62b, 62c, 62d; 72; 82; 92; 102; 112; 122; 132; 142; 152; 162; 172; 192; 212; 222; 242; 252; 282; 282a; 292, 292a; 302, 302a), and at least one reinforcing element (3, 4, 5, 6, 9; 19; 23, 24, 25; 33, 34, 35, 36; 43, 44, 46, 50; 54, 56, 60; 66, 69, 70; 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79; 83, 85, 86, 87, 88; 93, 94, 95, 96; 103, 106, 109; 113; 123; 133; 143, 145, 146, 148, 149; 153, 154, 155, 156, 157; 163, 164, 165, 166, 168, 169; 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180; 193, 194, 195, 196, 197; 203, 204, 205, 206, 207; 213, 214, 215, 216; 223, 224, 225, 226; 246, 249; 253), which is arranged such that the one or more foam-glass bodies is or are subjected to compressive stressing, at least along one direction, by the at least one reinforcing element and/or two or more foam-glass bodies are connected to one another by the at least one reinforcing element, and also relates to constructions produced from the composite foam-glass element

WO 2023/021210 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

and to methods for producing the same and the use thereof.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaumglasverbundelement und insbesondere ein Schaumglasplattenverbundelement mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren Schaumglaskörpern (2; 12; 22; 32; 42, 42a, 42b, 42c, 42d; 52, 52a, 52b, 52c; 62, 62a, 62b, 62c, 62d; 72; 82; 92; 102; 112; 122; 132; 142; 152; 162; 172; 192; 212; 222; 242; 252; 282; 282a; 292, 292a; 302, 302a) und mindestens einem Verstärkungselement (3, 4, 5, 6, 9; 19; 23, 24, 25; 33, 34, 35, 36; 43, 44, 46, 50; 54, 56, 60; 66, 69, 70; 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79; 83, 85, 86, 87, 88; 93, 94, 95, 96; 103, 106, 109; 113; 123; 133; 143, 145, 146, 148, 149; 153, 154, 155, 156, 157; 163, 164, 165, 166, 168, 169; 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180; 193, 194, 195, 196, 197; 203, 204, 205, 206, 207; 213, 214, 215, 216; 223, 224, 225, 226; 246, 249; 253), welches so angeordnet ist, sodass durch das mindestens eine Verstärkungselement auf den einen oder die mehreren Schaumglaskörper zumindest entlang einer Richtung eine Druckspannung wirkt und / oder zwei oder mehr Schaumglaskörper durch das mindestens eine Verstärkungselement miteinander verbunden sind, sowie daraus hergestellte Bauwerke und Verfahren zur Herstellung und Anwendung.

SCHAUMGLASVERBUNDELEMENTE UND IHRE ANWENDUNG

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaumglasverbundelement und insbesondere ein Schaumglasplattenverbundelement mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren Schaumglaskörpern bzw. Schaumglasplatten, sowie daraus hergestellte Bauwerke und Verfahren zur Herstellung und Anwendung.

STAND DER TECHNIK

Schaumglasplatten sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt und werden hauptsächlich als Wärmedämmstoff eingesetzt. Durch den Aufbau des Schaumglases aus einer Vielzahl von Poren, die von einer Glasmatrix umgeben sind, weist Schaumglas hervorragende Eigenschaften, insbesondere Wärmedämmeigenschaften auf. Schaumglas hat relativ zum Gewicht, eine hohe Druckfestigkeit, ist chemisch resistent, kann bei geschlossener Porosität wasser- bzw. dampfdicht ausgebildet sein, ist nicht brennbar und schädlingssicher, weist eine niedrige thermische Leitfähigkeit und ist extrem langlebig. Mittlerweile können Schaumglasplatten auch ökologisch und nachhaltig, wirtschaftlich zu 100% aus Recyclingglas hergestellt werden. Plattengrößen von 3 m x 1,5 m sind bereits großtechnisch herstellbar.

Allerdings hat Schaumglas eine relativ geringe Zugfestigkeit. Zudem ist Schaumglas relativ spröde. Demzufolge sind die Einsatz- bzw. Anwendungsbereiche eingeschränkt.

Darüber hinaus ist die Herstellung von Schaumglasplatten, also Schaumglaskörpern mit einer definierten Form und Dimensionen, die eine definierte Anordnung einzelner Schaumglaskörper ermöglichen, sehr aufwändig, da zur Vermeidung von Eigenspannungsrissen während des Abkühlens eine sehr langsame Abkühlung erfolgen muss.

Entsprechend wird Schaumglas auch häufig als Schaumglasschotter mit einer Vielzahl von Schaumglaskörnern von undefinierter Form eingesetzt, welches aus den entsprechenden Gründen einfacher zu produzieren ist und ebenfalls als Wärmedämmstoff einsetzbar ist.

Aufgrund der aufwändigen Herstellung und des spröden Verhaltens mit geringer Risszähigkeit von Schaumglasplatten ist der Einsatz von Schaumglasplatten trotz der herausragenden Eigenschaften hinsichtlich der Wärmedämmeigenschaften, der Nicht – Brennbarkeit, der Druckfestigkeit und des niedrigen spezifischen Gewichts gleichwohl noch limitiert.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Anwendungsmöglichkeiten von Schaumglas bzw. Schaumglasplatten zu verbessern bzw. zu erweitern, ohne die bestehenden vorteilhaften Eigenschaften zu beeinträchtigen. Insbesondere sollen die nachteiligen Eigenschaften bezüglich geringer Zugfestigkeit, insbesondere bei Anwendungen mit Biegebeanspruchung überwunden oder zumindest verringert werden.

TECHNISCHE LÖSUNG

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Schaumglasverbundelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Bauwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 19 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 25. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß der Erfindung wird ein Schaumglasverbundelement und insbesondere ein Schaumglasplattenverbundelement mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren Schaumglaskörpern und mindestens einem Verstärkungselement vorgeschlagen, wobei das mindestens eine Verstärkungselement so angeordnet ist, dass das mindestens eine

Verstärkungselement auf den einen oder die mehreren Schaumglaskörper zumindest entlang einer Richtung eine Druckspannung aufbringt. Durch das Aufbringen von Druckspannungen wird möglichen Zugspannungen, die zu einem Versagen des oder der Schaumglaskörper führen könnten, entgegengewirkt und bei mehreren Schaumglaskörpern, die in einem Schaumglasverbundelement durch das Verstärkungselement gegeneinander gedrückt werden, stellt sich an den Grenzflächen der Schaumglaskörper eine entsprechend hohe Reibungskraft ein, sodass das Schaumglasverbundelement insgesamt eine hohe Festigkeit und Steifigkeit aufweist. Entsprechend kann das Schaumglasverbundelement unter Zugbelastungen und insbesondere auch Biegebeanspruchungen eingesetzt werden. Das Verbundschaumglaselement kann wegen seiner gegenüber einfachen Schaumglasplatten verbesserten mechanischen Eigenschaften herkömmliche Baumaterialien wie Beton oder Holz ersetzen. Im Hinblick darauf, dass die Zementherstellung einen großen Energiebedarf hat und erhebliche Mengen CO_2 freisetzt (ca. 10% der weltweiten CO_2-Emissionen werden bei der Zementherstellung erzeugt), ist das erfindungsgemäße Schaumglasverbundelement bezüglich des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen gegenüber herkömmlichen Baumaterialien sehr vorteilhaft, denn bei der Herstellung wird das Glasmaterial nicht vollständig aufgeschmolzen, sondern bei Vorhandensein von Zusatzstoffen auf lediglich ca. 800 °C erwärmt. Schaumglas ist ferner ein hervorragendes Dämmmaterial und zudem ist es nicht brennbar und kann durch eine Verkleidung vor Verwitterung geschützt werden. Es ist auch deutlich leichter als herkömmliche Baumaterialien und kann dementsprechend mit weniger Energieaufwand transportiert und installiert werden. Schließlich sind Verstärkungselemente / Zugelemente, welche durch die ein Schaumglasverbundelement bildenden Schaumglaskörper hindurch laufen, bei einem Brand besser vor thermischer Materialermüdung geschützt.

Im Ergebnis bietet die Erfindung ein zukunftsweisendes Baumaterial für zahlreiche Anwendungszwecke, weil bei dem erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelement der geringe Energieverbrauch, die geringe CO_2-Erzeugung, die Wärmedämmung, Feuerfestigkeit sowie Wiederverwendbarkeit von Schaumglas mit der zur Errichtung von Gebäuden erforderlichen mechanischen Stabilität (Druck -, Zug - und Biegefestigkeit) kombiniert werden.

Unter Schaumglaskörper, die in dem erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelement aufgenommen sind, können Körper verstanden werden, die einstückig aus Schaumglas gebildet sind und / oder eine homogene Struktur aufweisen, wobei eine Vielzahl eingeschlossener Poren von einer Glasmatrix umgeben sind. Hierbei kann es sich um offene oder geschlossene Poren handeln, wobei bei geschlossenen Poren kein Fluid von außen in die Poren dringen kann, wie beispielsweise Wasser.

Die Schaumglaskörper eines Schaumglasverbundelements können mit variierenden Eigenschaften der Schaumglaskörper ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Dichte der Schaumglaskörper variieren, sodass in bestimmten Bereichen des Schaumglasverbundelements Schaumglaskörper mit einer höheren Dichte eingesetzt werden, während in anderen Bereichen Schaumglaskörper mit niedrigerer Dichte Verwendung finden können. Entsprechend können auch die Elastizitätsmodule der Schaumglaskörper unterschiedlich sein und auf den Einsatzzweck angepasst sein. Entsprechend können in einem Schaumglasverbundelement auch unterschiedliche Schaumglaskörper eingesetzt werden, die sich in anderen Eigenschaften unterscheiden, beispielsweise hinsichtlich einer offenen oder geschlossenen Porosität. Somit können in einem Schaumglasverbundelement ausschließlich gleiche Schaumglaskörper eingesetzt werden oder Schaumglaskörper mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Die Schaumglaskörper eines Schaumglasverbundelements können alle identisch in Form und / oder Größe ausgebildet sein, aber es können auch unterschiedliche Schaumglaskörper, die sich in Form und / oder Größe voneinander unterscheiden, in einem Schaumglasverbundelement aufgenommen sein.

Der Schaumglaskörper kann eine definierte Form aufweisen und Dimensionen besitzen, die es ermöglichen, dass die entsprechenden Schaumglaskörper in einer definierten Art und Weise in dem Schaumglasverbundelement angeordnet werden können. Insbesondere können die Dimensionen so gewählt sein, dass Schaumglasverbundelemente gebildet werden können, die für die Gestaltung und den konstruktiven Einsatz zur Herstellung von Bauwerken oder Bauwerksteilen und insbesondere von Gebäuden oder Gebäudeteilen geeignet sind. Obwohl eine große Bandbreite an Dimensionen sowohl für die eingesetzten Schaumglaskörper als auch für die aus den Schaumglaskörper gebildeten

Schaumglasverbundelemente möglich sind, können die Mindestdimensionen eines Schaumglaskörpers oder eines Schaumglasverbundelements im Bereich von 1 cm, 5 cm oder 10 cm und mehr liegen, während die maximalen Dimensionen eines Schaumglaskörpers oder Schaumglasverbundelements im Bereich von einigen 10 cm, Beispielsweise 50 cm, 1 m, 2 m, 5 m, 10 m oder mehr liegen können. Die Mindestdimension oder minimale Dimension eines Schaumglaskörpers oder eines Schaumglasverbundelements stellt die Dimension des Schaumglaskörpers oder des Schaumglasverbundelements dar, die die kleinste Ausdehnung besitzt und kann beispielsweise in der Dicken – oder Breitenrichtung vorliegen, während die maximale Dimension eines Schaumglaskörpers oder Schaumglasverbundelements die Dimension des Schaumglaskörpers oder des Schaumglasverbundelements ist, die die größte Ausdehnung besitzt und entsprechend die Längsrichtung definieren kann.

Der Schaumglaskörper kann ein beliebig geformter Körper sein, der jedoch eine definierte und vorbestimmte Form aufweist. Insbesondere kann der Schaumglaskörper eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements die Form eines Quaders, quaderförmigen Körpers, quaderartigen Körpers, eines Würfels, eines Prismas, einer Pyramide, eines Parallelepipeds, eines Tetraeders, eines Polyeders, Zylinders, Hohlzylinders, Rotationskörpers, eines kreisförmigen Körpers, eines scheibenförmigen Körper und / oder eines ringförmigen Körpers oder dergleichen besitzen.

Der Schaumglaskörper kann mindestens eine ebene Fläche und / oder mindestens zwei zueinander parallel ausgerichtete Flächen und / oder beliebig dreidimensional geformte Flächen aufweisen, von denen die aneinander anliegenden Flächen (Anlageflächen) benachbarter Schaumglaskörper komplementär zueinander ausgebildet sind, sodass sie flächig aneinander anliegen, um so Stapel oder allgemein Verbunde von Schaumglaskörpern zur Herstellung eines Schaumglasverbundelements bilden zu können. Entsprechend können gegenüberliegende Oberflächen eine Schaumglaskörpers komplementär zueinander ausgebildet sein oder die Anlagefläche eines Schaumglaskörpers kann an die Anlagefläche eines anderen, unterschiedlich ausgebildeten Schaumglaskörpers angepasst sein. An der mindestens einen Anlagefläche lassen sich dann entsprechend andere Schaumglaskörper anordnen. Bei zwei oder mehr Anlageflächen bzw. ebenen oder komplementär zueinander ausgebildeten Flächen können die Schaumglaskörper in

Reihen und / oder Spalten übereinander und / oder hintereinander und / oder nebeneinander angeordnet werden, um unterschiedliche Formen von Schaumglasverbundelementen zu bilden. Vorzugsweise können die Oberflächen des Schaumglaskörpers als Anlageflächen ausgebildet sein, die die größten Oberflächen darstellen, um die gegenseitige Reibungskraft der aneinander anliegenden Schaumglaskörper zu maximieren.

Bei komplementär zueinander ausgebildeten Anlageflächen der Schaumglaskörper kann ein Schaumglaskörper auf der einen Seite eine erste Anlagefläche aufweisen und auf einer gegenüberliegend abgewandten Seite eine zweite Anlagefläche, die komplementär zur ersten Anlagefläche ausgebildet ist, sodass mehrere dieser Schaumglaskörper in einem Verbund oder Stapel angeordnet werden können. Die Anlageflächen können Vorsprünge und / oder Vertiefungen aufweisen. Wird die Anlagefläche durch eine in einem kartesischen Koordinatensystem in x – und y – Richtung aufgespannte Ebene definiert, so erstrecken sich die Vorsprünge und / oder Vertiefungen in der senkrecht zur xy – Ebene verlaufenden z – Richtung. Neben völlig beliebigen Anordnungen von Vorsprüngen und / oder Vertiefungen können die Vorsprünge und / oder Vertiefungen sich periodisch in einer oder beiden Richtungen der xy – Ebene, also in x – oder y – Richtung, wiederholen, sodass die Anlageflächen eine wellenförmige oder sägezahnförmige oder noppenartige Oberflächenform aufweisen können.

Die Schaumglaskörper in einem Schaumglasverbundelement können übereinander und / oder hintereinander und / oder nebeneinander gestapelt und / oder in der Art eines Mauerwerksverbands angeordnet sein, ohne dass zwischen den Schaumglaskörpern Bindemittel angeordnet sind, wie sie beispielsweise mit Mörtel bei Mauerwerksverbänden gegeben sind. Insbesondere können die Schaumglaskörper im Schaumglasverbundelement zumindest teilweise keine stoffschlüssige, vorzugsweise jedoch gar keine stoffschlüssige Verbindung untereinander aufweisen, sodass ein entsprechendes Schaumglasverbundelement auch in einfacher Weise wieder recycelt werden kann, da Schaumglaskörper und Verstärkungselemente sowie deren Komponenten leicht wieder voneinander getrennt werden können.

Die Art der Anordnung der Schaumglaskörper in einem Schaumglasverbundelement kann in unterschiedlicher Art und Weise erfolgen. Insbesondere können bekannte Arten

von Mauerwerksverbänden gebildet werden, wie beispielsweise ein Tragverband, ein Läuferverband, ein Binderverband, ein Blockverband, ein Kreuzverband oder dergleichen. Darüber hinaus sind einfache Stapel, bei denen die Schaumglaskörper in einem ein – oder mehrschichtigem Stapel von einzelnen übereinander oder in Reihen angeordneten Schaumglaskörpern vorgesehen sind, möglich. Die Schaumglaskörper können in einem Stapel von Reihe zu Reihe fluchtend übereinander und / oder versetzt zueinander angeordnet sein.

Die Schaumglaskörper können in dem Schaumglasverbundelement zumindest teilweise direkt und / oder unmittelbar aneinander anliegen oder es können zumindest teilweise zwischen benachbarten Schaumglaskörper zumindest teilweise Trennelemente, beispielsweise in Form von Blättern oder Folien vorgesehen sein. Die Blätter oder Folien können aus Papier, Pappe, Gummi oder Kunststoff, beispielsweise Polyisobutylen, Textilien, wie Gewebe, Gewirke, Gestricke, Geflechte, Nähgewirke, Vliesstoffe und Filze oder anderen geeigneten Werkstoffen gebildet sein. Die Trennelemente können so ausgebildet sein, dass sie elastisch oder plastisch verformbar sind, sodass sie in die raue Oberfläche der Schaumglaskörper eindringen können und zum einen verhindern, dass aneinander liegende Schaumglaskörper sich gegenseitig beschädigen und zum anderen bewirken, dass die Reibungskraft zwischen den Schaumglaskörpern verstärkt wird, um den Zusammenhalt der Schaumglaskörper im Schaumglasverbundelement und somit die Festigkeit des Schaumglasverbundelements zu stärken. Die zusätzliche Stabilisierung, welche sich aus den Trennelementen ergeben kann, kann durch die Oberflächenstruktur der Schaumglaskörper verstärkt werden. Die Schaumglaskörper können geschnitten und vorzugsweise geschliffen werden, um eine ebene Oberfläche zu erhalten. Das Schneiden und / oder Schleifen führt dazu, dass oberflächennahe Mikrohohlräume (Poren) aufgebrochen werden und die Überreste der Wandungen, welche diese Mikrohohlräume eingeschlossen hatten, scharfkantig von der makroskopisch ebenen Oberfläche abstehen. Das Eindringen dieser mikroskopischen, abstehenden Kanten in ein auf der Oberfläche (bzw. zwischen zwei Schaumglaskörpern) angeordnetes Trennelement kann eine klettbandartige Haftreibung zwischen dem Trennelement und dem jeweiligen Schaumglaskörper bewirken, die einen Beitrag zur Stabilisierung von aus übereinander gestapelten Schaumglaskörpern gebildeten Wandelementen gegenüber quer einwirkenden Kräften

(Pfeil in Fig. 1) bilden kann, und zwar ganz ohne die zusätzliche Verwendung eines Klebers oder Mörtels, sodass solche Wandelemente auch wieder vollständig rückgebaut und die Schaumglaskörper dementsprechend wieder verwendet werden können. Darum ist das Schaumglasverbundelement nicht nur aus energetischen Gründen vorteilhaft, sondern auch ein nachhaltiges Baumaterial. Es ist ferner zu beachten, dass Betonplatten einer Bewehrung bedürfen, um gegenüber Querkräften ausreichend widerstandsfähig zu sein. Ein erheblicher Teil der Bewehrung ist aber dem hohen Eigengewicht des Betons geschuldet. Das erfindungsgemäß Schaumglasverbundelement weist demgegenüber ein sehr geringes Eigengewicht bzw. spezifisches Gewicht auf, sodass bereits aus diesem Grund die Verstärkungselemente hinsichtlich ihrer Anzahl und Dimensionen mit einem niedrigen Volumen – und Gewichtsanteil im Schaumglasverbundelement gewählt werden können, wobei jedoch die Reibungskraft zwischen den das Schaumglasverbundelement bildenden Schaumglaskörpern und den Trennelementen aufgrund der hohen Haftreibungsraft zusätzlich Widerstandsfähigkeit gegenüber Querkräften bewirken kann und folglich der Anteil der Verstärkungselemente noch geringer ausfallen kann.

Das mindestens eine Verstärkungselement, welches zusammen mit einem oder mehreren Schaumglaskörpern das Schaumglasverbundelement bildet, kann ebenfalls in sehr vielfältigen Formen ausgebildet sein und insbesondere so geformt sein, dass es in einer oder mehreren Richtungen Zugkräfte aufnehmen bzw. Druckkräfte auf die mit dem Verstärkungselement angeordneten Glaskörper ausüben kann. Insbesondere kann das mindestens eine Verstärkungselement eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements als Band, Seil, Strang, Faser, Draht, Streifen, Gurt, Stab, Stange, Profilstange, Gewindestange, Rohr, Zylinder, Balken, Profilträger, T – Träger, Doppel – T – Träger, Platte, Platte mit zumindest teilweise umgebogenen Rändern, U – Profil, Rahmenelement, zwei – oder dreidimensionales Rahmenelement, insbesondere rechteckiges oder quaderförmiges Rahmenelement, Bügel, zwei – oder dreidimensionales Gitter, Schraube, Spannelement, Klemmelement, Feder, plastisch verformbares Halteelemente oder dergleichen ausgebildet sein.

Das Verstärkungselement kann als einzelne Komponente ausgebildet sein oder aus mehreren Komponenten zusammengesetzt sein, wobei die Komponenten insbesondere durch die oben aufgezählten Elemente gebildet sein können. Die Komponenten eines

Verstärkungselements oder mehrere Verstärkungselemente können in jeder geeigneten Art kombiniert und miteinander verbunden werden, wobei formschlüssige, kraftschlüssige und / oder stoffschlüssige Verbindungen möglich sind. Beispielsweise können Schraubverbindungen, Klemmverbindungen, Schweiß – oder Klebeverbindungen zwischen den Verstärkungselementen und / oder den Komponenten des oder der Verstärkungselemente realisiert sein.

Die Verstärkungselemente können aus jedem geeigneten Werkstoff gebildet sein und insbesondere aus metallischen Werkstoffen, wie Stahl, insbesondere Edelstahl, nichtrostende Stählen oder auch anderen üblichen metallischen Legierungen. Darüber hinaus können für die Verstärkungselemente Kohlenstoffwerkstoffe oder Kunststoffe, wie Nylon oder Polyester, verwendet werden oder auch Fasermaterialien, wie Kohlenstofffasern oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe. Auch Naturmaterialien, wie Hanffasern oder dergleichen sowie andere Naturstoffe, wie beispielsweise Basalt, Steinplatten oder dergleichen, sind vorstellbar. Darüber hinaus sind auch Glas, Keramiken oder Keramikverbundwerkstoffe beispielsweise zur Bildung von Plattenelementen oder dergleichen einsetzbar.

Das mindestens eine Verstärkungselement kann elastisch verformbar sein, um entsprechend die Druckspannungen auf den mindestens einen Schaumglaskörper des Schaumglasverbundelements aufbringen zu können. Werden mehrere Verstärkungselemente oder und / oder Verstärkungselemente mit mehreren Komponenten verwendet, können mindestens ein Verstärkungselement oder mindestens eine Komponente, vorzugsweise mehrere Verstärkungselemente oder mehrere Komponenten elastisch verformbar sein. Entsprechend können das mindestens eine Verstärkungselement oder eine Komponente davon im Schaumglasverbundelement unter Zugspannung stehen.

Das mindestens eine Verstärkungselement kann in dem Schaumglasverbundelement so angeordnet sein, dass es zumindest teilweise durch den mindestens einen Schaumglaskörper verläuft. Sind mehrere Schaumglaskörper zu einem Schaumglasverbundelement zusammengefügt, so können ebenfalls das mindestens eine Verstärkungselement und insbesondere mehrere Verstärkungselemente zumindest teilweise durch die Schaumglaskörper verlaufen, die hierzu entsprechende Durchführungen bzw. Öffnungen aufweisen können. Das oder die Verstärkungselemente können auch nahezu komplett durch

den oder die Schaumglaskörper verlaufen, wobei beispielsweise lediglich kleine Abschnitte aus den entsprechenden Schaumglaskörper hervorstehen, um mit weiteren Verstärkungselementen, wie z.B. Platten verbunden zu werden. Darüber hinaus kann das mindestens eine Verstärkungselement auch entlang der Oberfläche des mindestens einen Schaumglaskörpers angeordnet sein.

Insbesondere können mehrere Verstärkungselemente eines Schaumglasverbundelements zusammenwirken, sodass beispielsweise an der Oberfläche der Schaumglaskörper bzw. des Schaumglasverbundelements angeordnete Platten, Bänder oder Rahmenelemente mit durch die Schaumglaskörper verlaufenden Seilen, Stangen, Stäben, Bändern, Drähten oder dergleichen miteinander verbunden sind und die dazwischen angeordneten Schaumglaskörper, durch die die Verstärkungselemente verlaufen, gegeneinander zu drücken.

Zur Anordnung des mindestens einen Verstärkungselements an dem mindestens einen Schaumglaskörper können an der Oberfläche des oder der Schaumglaskörper auch entsprechende Aufnahmebereiche, wie beispielsweise Einbuchtungen oder dergleichen, vorgesehen sein. Beispielsweise kann ein an der Oberfläche als Verstärkungselemente vorgesehenes Band in einer entsprechenden Nut verlaufen, sodass sich eine glatte bzw. ebene Oberfläche des Schaumglasverbundelements bilden kann.

Das mindestens eine Verstärkungselement kann insbesondere ringförmig um die Schaumglaskörper des Schaumglasverbundelements verlaufen, wobei das ringförmige Verstärkungselemente von allen Seiten die Schaumglaskörper zusammendrücken kann. Durch Anordnung von mehreren ringförmigen Verstärkungselementen, die parallel zueinander und / oder kreuzweise zueinander verlaufen können, können von mehreren, insbesondere allen Seiten des Schaumglasverbundelements Druckspannungen auf die Schaumglaskörper aufgebaut werden und so ein kompakter Verbund geschaffen werden.

Die Schaumglasverbundelemente können ähnlich den Schaumglaskörpern, die die Schaumglasverbundelemente bilden, in unterschiedlichster Form gestaltet sein, wobei insbesondere quaderförmige oder quaderartige Gestaltungen vorgesehen sein können. Entsprechend weisen derartige Schaumglasverbundelemente eine Breite, eine Länge und eine Höhe auf, wobei die Hauptflächen eines derartigen quaderförmigen oder

quaderartigen Schaumglasverbundelements durch die Richtungen aufgespannt sind, die die größten Dimensionen aufweisen, also beispielsweise durch die Höhe und Länge oder Breite und Länge. Die anderen Flächen bilden entsprechende Stirnflächen. Die Anordnung der Verstärkungselemente kann bei einer derartigen Gestaltung der Schaumglasverbundelemente vorzugsweise so erfolgen, dass die Schaumglaskörper zumindest in Richtung der größten Erstreckung bzw. größten Dimensionen des Schaumglasverbundelements, also in Längsrichtung, gegeneinander verpresst werden, also beispielsweise die Verstärkungselemente in Form von Stangen, Stäben, Drähten, Seilen oder Bändern in Längsrichtung verlaufen und die Verstärkungselemente in Form von Platten oder Bändern, mit denen die Druckspannungen auf die Schaumglaskörper übertragen werden, entsprechend an den Stirnseiten angeordnet sind.

Das Schaumglasverbundelement kann an seiner Oberfläche zumindest teilweise eine Beschichtung und / oder eine Abdeckung aufweisen, um die Oberfläche an verschiedene Einsatzgebiete anpassen zu können.

Darüber hinaus können das Schaumglasverbundelement bzw. die an der Oberfläche des Schaumglasverbundelements vorliegenden Schaumglaskörper eine strukturierte Oberfläche aufweisen, wobei vielfältige Strukturierungen denkbar sind. Beispielsweise können an der Oberfläche des Schaumglasverbundelements konvexe und / oder konkave Wölbungen und / oder Sackbohrungen und / oder Stufen und / oder Hinterschneidungen und / oder Sägezahnstufen und dergleichen vorgesehen werden.

Ein entsprechendes Schaumglasverbundelement kann bei vielfältigen Anwendungen eingesetzt werden, beispielsweise als Wand – und / oder Decken – und / oder Bodenelement eines Bauwerks oder eines Gebäudes, als Schwimmkörper, als Verkleidungselement, als Tunnelauskleidungselement oder als Schallschutzelement. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind denkbar. Unter Bauwerk wird hierbei jegliche Konstruktion verstanden, die auch beweglich sein kann.

Entsprechend wird auch Schutz für ein Bauwerk beansprucht, welches mindestens ein, vorzugsweise mehrere Schaumglasverbundelemente insbesondere der vorher beschriebenen Art umfasst.

Zur Verbindung von mehreren Schaumglasverbundelementen in einem Bauwerk kann das Bauwerk mindestens ein, vorzugsweise mehrere Verbindungselemente umfassen, mit denen die Schaumglasverbundelemente verbunden werden. Die Verbindungselemente können ähnlich den Verstärkungselementen aufgebaut sein, die die Schaumglaskörper innerhalb des Schaumglasverbundelements miteinander verbinden. Darüber hinaus sind jedoch auch weitere Verbindungselemente einschließlich stoffschlüssiger Verbindungen denkbar. Ganz allgemein können die Schaumglasverbundelemente in jeder geeigneten Weise durch kraftschlüssige und / oder formschlüssige und / oder stoffschlüssige Verbindung miteinander verbunden werden.

Insbesondere können die Verbindungselemente Bänder, Seile, Drähte, Streifen, Stangen, Profilstangen, Gewindestangen, Platten, Platten mit zumindest teilweise umgebogenen Rändern, U – Profile, Rahmenelemente, zwei – oder dreidimensionale, insbesondere rechteckige oder quaderförmige Rahmenelemente, Bügel, zwei – und dreidimensionale Gitter, Schrauben, Spannelemente, Klemmelemente, plastisch verformbare Halteelemente und dergleichen umfassen.

Die Verbindungselemente können aus mehreren Komponenten zusammengesetzt sein, wobei die Komponenten durch Komponenten gebildet werden können, die auch als einzelne Verbindungselemente eingesetzt werden können, wie dies bereits für die Verstärkungselemente beschrieben worden ist.

Ähnlich den Verstärkungselementen der Schaumglasverbundelemente können auch die Verbindungselemente elastisch verformbar sein und insbesondere im Bauwerk zumindest teilweise unter Zugspannung stehen, sodass die Schaumglasverbundelemente wiederum unter Druckspannung miteinander verbunden sind.

Mit den Schaumglasverbundelementen der vorliegenden Erfindung können vielfältige Bauwerke oder Gebäude gebildet werden, wie beispielsweise Wände, Böden und / oder Decken von Gebäuden, Lärmschutzwände, Pontons, schwimmende Häuser, Tunnelauskleidungen und dergleichen.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 2 eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform aus Figur 1,

Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 4 eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 5 eine Seitenansicht einer vierten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 6 eine teilweise aufgebrochene Darstellung einer fünften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 7 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauwerks in Form einer Lärmschutzwand mit einer Vielzahl von Schaumglasverbundelementen aus Figur 6,

Figur 8 eine sechste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements ähnlich der Darstellung der Figur 6,

Figur 9 eine Detailansicht eines Teils des Schaumglasverbundelements aus Figur 8,

Figur 10 eine zweite Ausführungsform einer Lärmschutzwand mit einer Vielzahl von Schaumglasverbundelementen aus Figur 8,

Figur 11 eine siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements ähnlich den Ausführungen der Figuren 6 und 8,

Figur 12 eine dritte Ausführungsform einer Lärmschutzwand mit einer Vielzahl von Schaumglasverbundelementen aus Figur 11,

Figur 13 eine perspektivische Darstellung eines Teils eines weiteren erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 14 eine Detaildarstellung des Schaumglasverbundelements aus Figur 13,

Figur 15 eine weitere perspektivische Teildarstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 16 eine weitere perspektivische Teildarstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 17 eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 18 eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 19 eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 20 eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 21 eine weitere perspektivische, teilweise aufgebrochene Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 22 eine perspektivische, teilweise aufgebrochene Darstellung eines weiteren erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements, bei welchem zur Verdeutlichung einige Schaumglaskörper nicht gezeigt sind,

Figur 23 eine perspektivische Detaildarstellung eines Teils des Schaumglasverbundelements aus Figur 22,

Figur 24 eine perspektivische, teilweise aufgebrochene Darstellung eines weiteren erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements, bei welchem zur Verdeutlichung einige Schaumglaskörper nicht gezeigt sind,

Figur 25 eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements, bei welchem zur Verdeutlichung einige Schaumglaskörper nicht gezeigt sind,

Figur 26 noch eine weitere perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements, bei welchem zur Verdeutlichung einige Schaumglaskörper nicht gezeigt sind,

Figur 27 eine Darstellung des Schaumglasverbundelements aus Figur 26 aus anderer Perspektive,

Figur 28 eine teilweise, perspektivische Detaildarstellung des erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements aus den Figuren 26 und 27,

Figur 29 eine teilweise, perspektivische Detaildarstellung des erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements aus Figur 28 aus anderer Perspektive,

Figur 30 eine perspektivische Darstellung eines Verstärkungselements in Form eines Bandes mit einem Spannelement,

Figur 31 eine teilweise, perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements mit Verstärkungselementen gemäß der Ausführungsform aus Figur 30,

Figur 32 eine Darstellung eines weiteren Verstärkungselements in Form eines elastisch verspannbaren Bandes mit Klemmelementen zur Fixierung des Bandes,

Figur 33 eine Darstellung eines weiteren erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements,

Figur 34 eine Darstellung eines Teils einer Tunnelauskleidung aus erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelementen,

Figur 35 eine perspektivische Darstellung eines Schaumglasverbundelements, welches als Teil der Tunnelauskleidung in Figur 34 eingesetzt wird,

Figur 36 eine perspektivische Teildarstellung des Schaumglasverbundelements aus Figur 36,

Figur 37 eine Darstellung der Anordnung der Schaumglasverbundelemente aus den Figuren 36 und 37 als Tunnelauskleidung,

Figur 38 eine weitere perspektivische Darstellung eines Schaumglasverbundelements, welches als Teil einer Tunnelauskleidung gemäß den Figuren 34 und 38 eingesetzt werden kann,

Figur 39 eine perspektivische Detailansicht der Anordnung von Schaumglasverbundelementen aus Figuren 36, 37 und 39 in einem Tunnel,

Figur 40 eine weitere Ausführungsform einer Tunnelauskleidung mit erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelementen,

Figur 41 noch eine Ausführungsform einer Tunnelauskleidung mit weiteren erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelementen,

Figur 42 eine Darstellung eines Schaumglasverbundelements der Tunnelauskleidung aus der Figur 42,

Figur 43 eine Darstellung eines Gebäudes, welches aus Schaumglasverbundelementen gemäß der Erfindung hergestellt ist

Figur 44 eine Darstellung eines Hochhauses, bei dem die Fassade mit erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelement den hergestellt ist,

Figur 45 eine Darstellung eines Verbunds von zwei verschiedenen Schaumglaskörpern mit komplementär zueinander ausgebildeten Anlageflächen,

Figur 46 eine weitere Darstellung eines Verbunds von zwei verschiedenen Schaumglaskörpern mit komplementär zueinander ausgebildeten Anlageflächen,

Figur 47 noch eine Darstellung eines Verbunds von zwei verschiedenen Schaumglaskörpern mit komplementär zueinander ausgebildeten Anlageflächen und in

Figur 48 eine Darstellung eines Gebäudes auf einem Ponton, wobei sowohl das Gebäude oder Teile davon als auch der Ponton aus erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelementen hergestellt sind.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsbeispiele ersichtlich. Allerdings ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt.

Die Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 1, welches beispielsweise als Decken – oder Dachelement eines Gebäudes oder in sonst einer Form als Balken oder Träger verwendet werden kann. Das Schaumglasverbundelement 1 ist an seinen beiden Enden auf zwei Auflagern 8 gelagert und der Pfeil, der in der Figur 1 dargestellt ist, verdeutlicht, dass das Schaumglasverbundelement 1 einer Biegebeanspruchung durch eine Lastaufbringung in der Mitte zwischen den beiden Auflagen 8 aufgrund der erfindungsgemäßen Struktur des Schaumglasverbundelements widerstehen kann. Das Schaumglasverbundelement 1 ist aus einer Vielzahl von quaderförmig Schaumglaskörper 2 aufgebaut, welche benachbart zueinander angeordnet sind, wobei zwischen den einzelnen Schaumglaskörpern 2 Trennelemente 7 vorgesehen sind, die aus einem komprimierbaren, insbesondere elastisch komprimierbaren Material, wie beispielsweise einem Gummimaterial oder gummiartigen Kunststoff gebildet sein können.

Die Schaumglaskörper 2 sind über Gewindestangen 3 miteinander verbunden, die durch die Schaumglaskörper 2 und die Trennelemente 7 hindurch gesteckt sind. An ihren Enden weisen die Verstärkungselemente bzw. Zugelemente in Form von Gewindestangen 3 Gewinde auf, sodass entsprechend jeweils eine Fixierung in Form einer Mutter 4 auf das jeweilige Gewinde aufgeschraubt werden kann. Durch das Aufschrauben und Anziehen der Muttern 4 kann der Raum zwischen den Muttern 4 an der Gewindestange 3 verkleinert werden und die Schaumglaskörper 2 und die Trennelemente 7 werden gegeneinander gepresst, sodass auf die Schaumglaskörper 2 und die Trennelemente 7 eine Druckspannung einwirkt und die elastische verformbare Gewindestange 3 unter Zugspannung gesetzt wird. Die Trennelemente bewirken, wie oben bereits beschrieben worden ist, dass eine erhebliche Haftreibung zwischen den Schaumglaskörpern wirkt, ohne dass ein Kleber oder Mörtel zur Anwendung kommen muss, weshalb das Schaumglasverbundelement 1, nachdem die Muttern 4 gelöst wurden, wieder vollständig in seine Bestandteile zerlegt werden kann und die Schaumglaskörper und Verstärkungselemente können sodann wieder verwendet werden. Dementsprechend ist das erfindungsgemäße Schaumglasverbundelement 1 unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten besonders vorteilhaft.

In dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Figur 1 sind zudem Federelemente 5 jeweils zwischen den Muttern 4 und dem jeweils letzten Schaumglaskörper 2 des Schaumglasverbundelements 1 angeordnet, die durch das Verschrauben der Muttern 4 mit den Gewindestangen 3 ebenfalls verspannt werden und entsprechend eine Druckspannung auf die Schaumglaskörper 2 und Trennelemente 7 ausüben.

Um keine Spannungsspitzen in die an den Enden des Schaumglasverbundelements 1 angeordneten Schaumglaskörper 2 bzw. Trennelemente 7 durch die Muttern 4 und / oder die Federelemente 5 einzubringen, ist an den Oberflächen der Schaumglasverbundelements 1 jeweils eine Druckverteilungsplatte 6 angeordnet, um die durch die Muttern 4 durch das Verschrauben mit dem Gewinde der Gewindestangen 3 und / oder durch die Federelemente 5 auf die Schaumglaskörper 2 oder die Trennelemente 7 aufgebrachte Druckspannung über eine größere Fläche an der Oberfläche der an den Enden des Schaumglasverbundelements 1 angebrachten Schaumglaskörper 2 bzw. Trennelemente 7 zu verteilen.

Die Gewindestangen 3 können direkt durch Öffnungen in den Schaumglaskörpern 2 und Trennelementen 7 hindurch geführt sein oder es können Führungselemente, wie beispielsweise Rohre vorgesehen sein, in welchen die Gewindestangen 3 aufgenommen sein können. Entsprechend können anstelle von Gewindestangen 3 auch andere Verstärkungselemente, wie beispielsweise Seile oder dergleichen verwendet werden.

Wie sich aus der Figur 1 ergibt, sind bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die Verstärkungselemente in Form der Gewindestangen 3 in Verbindung mit den Muttern 4, den Federelementen 5 und den Druckverteilungsplatten 6 im unteren Bereich des als Biegebalken gezeigten Schaumglasverbundelements 1 angeordnet, sodass in dem Bereich, in welchem bei einer Durchbiegung gemäß der durch den Pfeil dargestellten Last die größten Zugspannungen auftreten, durch die Vorspannung über die Verstärkungselemente 3, 4, 5 und 6 eine Gegenspannung in Form einer Druckspannung vorliegt. Diese Druckvorspannung kompensiert die durch die Verbiegung aufgebrachte Zugspannung in diesem Bereich. Entsprechend kommt es trotz des spröden Schaumglasmaterials nicht zu einem Versagen des Bauteils.

Die Figur 2 zeigt das Schaumglasverbundelement 1 mit einer Vielzahl von Schaumglaskörpern 2 und den Verstärkungselementen / Zugelementen 9 in Form von Gewindestangen 3, Muttern 4, Federelemente 5 (in Fig. 2 nicht separat dargestellt) ohne die Anordnung der Druckverteilungsplatten 6 in einer weiteren perspektivischen Darstellung in der Anordnung auf den Auflagen 8. Hier ist zu sehen, dass die Anzahl der Verstärkungselemente 9 im unteren Bereich des Schaumglasverbundelements 1 höher sein kann, als in einem mittleren Bereich.

Die Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 11 mit einer Vielzahl von Schaumglaskörpern 12, die nebeneinander und hintereinander angeordnet sind, wobei die Anordnung der Schaumglaskörper 12 in den jeweiligen Reihen versetzt zueinander erfolgt, sodass ein sogenannte Mauerverband gegeben ist, ohne dass jedoch eine stoffschlüssige Verbindung der Schaumglaskörper 12 durch irgend ein Bindemittel gegeben wäre. Darüber hinaus sind bei dem Schaumglasverbundelement 11 Verstärkungselemente / Zugelemente 19 sowohl in der Längsrichtung L als auch in der Breitenrichtung B angeordnet, sodass die Schaumglaskörper

12 sowohl in Längsrichtung L als auch in Breitenrichtung B unter Druckspannung angeordnet sind und sowohl an den Breitseiten als auch an den Längsseiten Druckverteilungsplatten 16 vorgesehen sind.

In der Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 21 ähnlich der Darstellung der Figur 1 gezeigt. Auch hier ist eine Vielzahl von quaderförmigen Schaumglaskörpern 22 nebeneinander angeordnet und durch zwischen den Schaumglaskörpern angeordneteTrennelemente 27 voneinander getrennt. Anstelle der durch die Schaumglaskörper 2 hindurch verlaufenden Gewindestangen 3, wie sie beim Schaumglasverbundelement 1 der Figur 1 Verwendung finden, sind die Schaumglaskörper 22 des Schaumglasverbundelements 21 und die Trennelemente 27 jedoch durch ein an der Außenseite des Schaumglasverbundelements 21 vorgesehenes Verstärkungselement verbunden, welches ein Band 23 in Form eines Verspannungsbandes / Zugbandes mit einer Fixierung in Form eines Spannelementes 24 aufweist, durch welches das Band 23 straff und unter Zugspannung um die Schaumglaskörper 22 und die Trennelemente 27 gespannt werden kann, sodass diese wiederum unter Druckspannung gegeneinander anliegen. Um den Druck, der durch das Band 23 und das Spannelement 24 auf die Schaumglaskörper 22 und die Trennelemente 27 einwirkt, zu verteilen, sind an den Ecken Druckverteilungsprofile 25 in Form von L – förmigen Profilen vorgesehen, die sich entlang einer Kante des Schaumglasverbundelements 1 erstrecken. Alternativ können auch einzelne Druckverteilungsplatten Verwendung finden. Auch bei einer derartigen Gestaltung, wie in Fig. 4 gezeigt, kann das Schaumglasverbundelements 21 einer Biegebeanspruchung, wie sie durch die Lagerung des Schaumglasverbundelements 21 auf den Auflagern 28 und die Lastaufbringung durch den Pfeil in der Figur 4 dargestellt ist, widerstehen.

Die Figur 5 zeigt ein weiteres Schaumglasverbundelement 31 in Form eines Wandelements. Auch hier sind eine Vielzahl von Schaumglaskörpern 32 durch Trennelemente 37 voneinander getrennt übereinander angeordnet und über Verstärkungselemente / Zugelemente in Form von Gewindestangen 33, die an ihren Enden mit Fixierungen in Form von Muttern 34 verschraubt sind, verbunden (gezeigt ist nur eine Gewindestange 33, aber in Richtung senkrecht zur Bildebene sind mehrere Gewindestangen 33 hintereinander angeordnet). Über Federelemente 35 und Druckverteilungsplatten 36 wird wiederum eine

Druckspannung auf die Schaumglaskörper 32 und Trennelemente 37 aufgebracht. Ein derartiges Wandelement 31 kann, wie der Pfeil im unteren Bereich des Schaumglasverbundelements 31 andeutet, auch Scherspannungen widerstehen, da die Schaumglaskörper 32 und die Trennelement 33 durch die über die Verstärkungselemente 33, 34, 35,36 aufgebrachte Druckspannung fest miteinander verbunden sind. Entsprechend kann ein derartiges Schaumglasverbundelement auch für erdbebensichere Bauten eingesetzt werden, bei denen insbesondere Scherkräfte aufgenommen werden müssen. Da allerdings das Schaumglasverbundelement 31 in Form eines Wandelement seitliche Kräfte, wie beispielsweise Scherkräfte von beiden Seiten abtragen muss, sind die Verstärkungselemente in Form der Gewindestangen 33, Muttern 34, Spannelemente 35 und Druckverteilungsplatten 36 in der Mitte des Schaumglasverbundelements 1 angeordnet, um eine symmetrische Anordnung zu erzielen.

Die Figur 6 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 41, welches als Teil einer Lärmschutzwand ausgebildet ist. Das Schaumglasverbundelement 41 weist mehrere Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d auf, die eine quaderförmige Grundform aufweisen und übereinander gestapelt sind. Das Schaumglasverbundelement 41 der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform weist verschiedene Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d auf, die sich in ihrer Formgebung unterscheiden.

Der Schaumglaskörper 42, der in der Darstellung der Fig. 1 der oberste Schaumglaskörper ist, weist an den oberen Längskanten Schrägflächen auf, sodass der Schaumglaskörper 42 eine Dachstruktur ausbildet.

Unterhalb des Schaumglaskörpers 42, die als oberster Schaumglaskörper des Schaumglasverbundelements 41 angeordnet ist, befinden sich ein Schaumglaskörper 42a, der an einer Längsseite eine konkave Einbuchtung 47 aufweist. Unterhalb des Schaumglaskörpers 42a mit der konkaven Einbuchtung 47 ist ein Schaumglaskörper 42b mit einer konvexen Wölbung 48 angeordnet, sodass sich in Kombination der Schaumglaskörper 42a und 42b eine S – förmige Oberfläche ergibt. Weiterhin sind mehrere Schaumglaskörper 42a und 42b abwechselnd übereinander angeordnet, sodass das Schaumglasverbundelement 41 eine Oberfläche mit einer Wellenform aufweist. Diese dient zusammen

mit Sackbohrungen, die in die Oberfläche eingebracht sein können, zur Reflexion und Absorption von Schallwellen und somit zur Schalldämmung. Die Schalldämmung kann auch dadurch verbessert werden, wenn die Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d mit einer offenen Porosität ausgebildet sind.

Im unteren Bereich des Schaumglasverbundelements 41 sind weitere Schaumglaskörper 42c, 42d mit unterschiedlichen Formen angeordnet. Der Schaumglaskörper 42c weist entlang seiner Längsseite eine Nut 49 auf, während der Schaumglaskörper 42d als quaderförmiger Schaumglaskörper ausgebildet ist. Bei dem in Figur 6 gezeigten Schaumglasverbundelement 41 sind abwechselnd jeweils zwei Schaumglaskörper 5 und 6 angeordnet.

Sämtliche Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d sind auf einer Bodenplatte 50 angeordnet, die beispielsweise aus einer Metallplatte gebildet sein kann.

Gegenüberliegend der Bodenplatte 50 ist eine Deckplatte bzw. Druckverteilungsplatte 46 auf dem obersten Schaumglaskörper 42 angeordnet, die über Verstärkungselemente / Zugelemente in Form von Gewindestangen 43 mit der Bodenplatte 50 verbunden ist. Zur Verdeutlichung sind in der Darstellung der Figur 6 der unterste Schaumglaskörper und zwei Schaumglaskörper im oberen Bereich beabstandet dargestellt, um die Gewindestangen 43 zu zeigen, auch wenn dies natürlich im realen Schaumglasverbundelement 41 nicht der Fall ist. Die Gewindestangen 43 weisen an ihren Enden jeweils ein Gewinde auf und die Bodenplatte 50 kann entsprechende Gewindelöcher besitzen, in die die Stangen 43 eingeschraubt werden. Die Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d weisen entsprechende Öffnungen auf, durch die hindurch die Stangen 43 geführt sind, wobei die Deckplatte 46 ebenfalls Öffnungen aufweist, sodass die Stangen 43 mit ihren jeweiligen Gewinden an ihren Enden durch die Öffnungen der Deckplatte 46 hindurchragen. Die Enden der Stangen 43 sind mit Fixierungen in Form von Muttern 44 verschraubt, sodass die Deckplatte 46 gegen die Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d gedrückt wird und der gesamte Stapel aus Schaumglaskörpern 42, 42a, 42b, 42c, 42d über die Stangen 43 und die Bodenplatte 50 sowie die Deckplatte 46 und die Schraubverbindungen mit den Muttern 44 verspannt sind, sodass die Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d unter Druckspannungen gesetzt sind, während auf die Stangen 43 eine Zugspannung einwirkt.

Das Schaumglasverbundelement 41, welches in Figur 6 gezeigt ist, weist jeweils einen Schaumglaskörper 42, 42a, 42b, 42c, 42d über dem anderen auf, wobei jedoch statt eines einzelnen Schaumglaskörpers 42, 42a, 42b, 42c, 42d in einer Reihe auch mehrere Schaumglaskörper der gleichen Art nebeneinander vorgesehen sein können.

Die Figur 7 zeigt mehrere Schaumglasverbundelemente 41 aus Figur 6 in einer Wandanordnung nebeneinander, sodass eine komplette Lärmschutzwand 45 gebildet ist, wobei die einzelnen Schaumglasverbundelemente 41 aus Figur 1 fluchtend nebeneinander gestellt sind. Die Schaumglasverbundelemente 41 können dabei einfach nebeneinander gestellt sein oder gegenseitig miteinander verbunden sein, beispielsweise durch horizontal verlaufende Verbindungselemente, die ähnlich den Stangen 43 die Schaumglasverbundelemente 41 durchdringen oder entlang der Oberflächen der Schaumglasverbundelemente 41 verlaufen.

Die Figur 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Schaumglasverbundelements 51, welches in großen Teilen dem Schaumglasverbundelement 41 des Ausführungsbeispiels der Figur 6 entspricht. Anstelle der Schaumglaskörper 42a und 42b des Schaumglasverbundelements 41 aus Figur 6 sind beim Schaumglasverbundelement 51 der Figur 8 eine Vielzahl von gleichen Schaumglaskörpern 52a übereinander angeordnet, die wiederum eine quaderförmige Grundform aufweisen, jedoch an einer ihrer Längsseiten eine geneigte Fläche 58 besitzen, die dazu führt, dass die Grundfläche des Schaumglaskörpers 52a kleiner ist als die Oberseite, sodass sich bei den aufeinandergestapelten Schaumglaskörpern 52a eine sägezahnartige Oberfläche des Schaumglasverbundelements 51 ergibt. Eine derartige Oberfläche dient wiederum zusammen mit möglichen weiteren Oberflächenstrukturen, wie Sacklöchern oder dergleichen, der Reflexion und / oder Absorption von Schallwellen, umso ein Lärmschutzelement auszubilden. Die einzelnen Schaumglaskörper 52, 52a, 52b, 52c sind wie beim Schaumglasverbundelement 41 über die Deckplatte 56 und die Bodenplatte 60 sowie die nicht gezeigten Stangen miteinander verschraubt und verspannt.

Die Detailansicht eines Teils des Schaumglasverbundelements 51 zeigt in Figur 9 die Fixierungen in Form von Muttern 54 kann mit denen die nicht gezeigten Gewindestangen, die durch die Schaumglaskörper 52, 52a verlaufen, und die Deckplatte bzw.

Druckverteilungsplatte 56 und die Schaumglaskörper 52, 52a verschraubt ist. Außerdem sind in Figur 9 die Sacklöcher 59 dargestellt, die zur Verbesserung der Reflexion und / oder Absorption von Schallwellen in die Schaumglaskörper 52a eingebracht sind.

Die Figur 10 zeigt eine Lärmschutzwand 55 ähnlich der Lärmschutzwand 45 aus Fig. 7, die aus mehreren Schaumglasverbundelementen 51 gebildet ist.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Schaumglasverbundelements 61, welches durch eine Vielzahl von übereinander gestapelten Schaumglaskörper 62, 62a, 62b, 62c, 62d gebildet ist. Das Ausführungsbeispiel der Figur 11 unterscheidet sich von den Ausführungsbeispielen der Figuren 6 und 8 dadurch, dass anstelle der Schaumglaskörper 42a und 62b des Ausführungsbeispiels der Figur 6 und der Schaumglaskörper 52a des Ausführungsbeispiels der Figur 3 abwechselnd Schaumglaskörper 62a und 62b mit unterschiedlicher Breite bzw. Grundfläche der Schaumglaskörper 62a und 62b übereinander gestapelt sind, sodass sich bei einer fluchtenden Ausrichtung von einer der Längsseiten der Schaumglaskörper 62a und 62b an der gegenüberliegenden Seite Einbuchtung 67 und Vorsprünge 68 an der Oberfläche des Schaumglasverbundelements 61 ergeben, wobei die Einbuchtungen 67 und Vorsprünge 68 jeweils quaderartig ausgebildet sind. Entsprechend ist auch hier eine strukturierte Oberfläche des Schaumglasverbundelements 61 ausgebildet, welche wiederum zur Schallreduzierung durch Reflexion und / oder Absorption von Schallwellen dient.

Die Figur 12 zeigt eine entsprechende Lärmschutzwand 65 ähnlich den Lärmschutzwänden 45, 55 aus den Ausführungsbeispielen der Figuren 7 und 10 mit mehreren nebeneinander angeordneten Schaumglasverbundelementen 61.

Die Figur 13 zeigt eine perspektivische Teildarstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 71, bei welchem eine Vielzahl von quaderförmig Schaumglaskörper 72 über verschiedene Verstärkungselemente zusammengehalten werden, die in verschiedenen Richtungen wirken. Zum einen sind an den Hauptflächen des Schaumglasverbundelements 71, die durch die Breite und Länge des Schaumglasverbundelements 71 aufgespannt sind, Gitterrahmenelemente 73 vorgesehen, die über durch die Schaumglaskörper 72 verlaufende Zugelemente in Form von Spanndrähten 74 miteinander verbunden sind, sodass die Schaumglaskörper 72 in

Höhenrichtung H miteinander verspannt sind. Darüber hinaus sind entlang der Längsrichtung L des Schaumglasverbundelements 71 zwei U – Profile 75, 76 angeordnet, die über Querstreben 77 miteinander verbunden sind. Die an beiden Längsseiten des Schaumglasverbundelements 71 vorgesehenen U – Profile 75, 76 sind über Verstärkungselemente / Zugstangen in Form von Gewindestangen 79 verbunden, die mit Muttern 78 an den U – Profilen verschraubt sind, sodass die Schaumglaskörper 72 in Breitenrichtung ebenfalls miteinander verspannt sind.

Die Figur 14 zeigt die Verstärkungselemente in Form der U – Profile 75, 76 und der Querstreben 77 sowie der Gewindestange 79 und Muttern 78 in größerem Detail.

Ein entsprechendes Schaumglasverbundelement 71 kann als Wandelement, Boden – oder Deckenelement in einer Vielzahl von Anwendungen und insbesondere bei der Errichtung einer Vielzahl von Bauwerken oder Gebäuden eingesetzt werden. Beispielsweise können derartige Schaumglasverbundelemente 71 zur Bildung von Schwimmkörpern, sogenannten Pontons, oder zur Errichtung von Gebäuden eingesetzt werden.

Die Figur 15 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Schaumglasverbundelement 81, bei welchen an den Längsseiten wiederum U – Profile 85, 86 angeordnet sind, die über Verstärkungselemente / Zugelemente in Form von Gewindestangen 87, die mit Muttern 88 verschraubt sind, verbunden sind. Wie das Ausführungsbeispiel der Figur 15 zeigt, können U – Profile jeglicher Formgestaltung verwendet werden, wie beispielsweise die in Figur 15 gezeigten U – Profile 85, 86 mit einer gegenüber den Stegen groß dimensionierten Basis, sodass die U – Profile 85, 86 plattenartig ausgebildet sind.

Der Figur 15 ist zudem zu entnehmen, dass bei dem Schaumglasverbundelement 81, bei welchem die Schaumglaskörper 82 bereits über die Längsseiten mit Verstärkungselementen in Form von U – Profilen 85, 86 sowie Gewindestangen 87 und Muttern 88 verspannt sind, zusätzlich auch die Breitseiten des Schaumglasverbundelements 81 über Verstärkungselemente verbunden und verspannt sind, also in einer Richtung quer zur Richtung zur Längsachse der Gewindestangen 87 eine Verbindung und Verspannung der Schaumglaskörper 82 vorliegt. Beim Ausführungsbeispiel der Figur 15 sind hierzu

Gitterrahmen 83 an den Breitseiten vorgesehen, die wiederum über Spanndrähte (nicht gezeigt) miteinander verbunden sind.

Eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 91 ist in einer teilweisen perspektivischen Darstellung in Figur 16 dargestellt. Das Schaumglasverbundelement 91 umfasst eine Vielzahl von Schaumglaskörpern 92, die wiederum übereinander und nebeneinander in einer Quaderformstruktur angeordnet sind. Wie bereits in den vorangegangenen Ausführungsbeispielen sind die Schaumglaskörper 92 des Schaumglasverbundelements 91 über Verstärkungselemente in Form von Gitterrahmen 93, 94 an den Hauptflächen und Breitseiten des Schaumglasverbundelements 91 und zwischen den jeweiligen Gitterrahmen 93, 94 angeordnete Spanndrähte (nicht gezeigt) gegeneinander verspannt, während an den Längsseiten des Schaumglasverbundelements 91 Doppel – T – Träger 95, 96 angeordnet sind, die wiederum über nicht näher gezeigte Gewindestangen und Muttern verbunden sind und die dazwischen angeordneten Schaumglaskörper 62 gegeneinander drücken und verspannen. Neben den bereits aus den vorangegangenen Ausführungsformen bekannten Verstärkungselementen, wie Gitterrahmen, Gewindestangen, Spannseile und dergleichen weist diese Ausführungsform somit an einer Stirnseite Doppel – T – Träger 95,96 auf, die wiederum über Gewindestangen oder Spannseile oder dergleichen mit gegenüberliegenden Verstärkungselementen, wie beispielsweise ebenfalls Doppel – T – Trägern, verspannt sind, um auf die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 92 eine Druckspannung aufzubringen.

Die Figur 17 zeigt ein Schaumglasverbundelement 101, bei dem eine Vielzahl an quaderförmigen Schaumglaskörpern 102, die nebeneinander und übereinander angeordnet sind, einerseits durch Gitterrahmen 103 an der Ober – und Unterseite sowie an den Seitenflächen und entsprechende Verstärkungselemente zur Verbindung der einander gegenüberliegenden Gitterrahmen 103 zusätzlich umlaufend an den Seitenflächen Doppel – T – Träger 106 aufweist, die wiederum über Verstärkungselemente 109 mit den gegenüberliegenden Doppel – T – Trägern 106 verspannt sind, sodass die Schaumglaskörper 102 allseitig unter Druckspannung gehalten sind.

In den Figuren 18,19 und 20 sind verschiedene Schaumglasverbundelemente 111,121 und 131 mit unterschiedlichen Dimensionen gezeigt, die jedoch ansonsten einen identischen Aufbau mit einer Vielzahl von quaderförmig Schaumglaskörpern 112,122,132 sowie an den Oberflächenseiten gegenüberliegend angeordneten Gitterrahmen 113,123 und 133 aufweisen, wobei die an gegenüberliegenden Oberflächenseiten angeordneten Gitterrahmen 113, 123 und 133 wiederum gegenseitig über Stäbe, Stangen, Seile oder dergleichen, die durch die Schaumglaskörper 112, 122, 132 verlaufen, miteinander so verbunden sind, dass die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 112,122 und 132 jeweils unter Druckspannung gehalten werden.

Ein weiteres Schaumglasverbundelement 141 ist in Figur 21 gezeigt, wobei bei der perspektivischen Darstellung des Schaumglasverbundelements 141 ein Teil einer Abdeckung 147 auf einer Hauptfläche des Schaumglasverbundelements 141 aufgeschnitten ist und ein Teil der Schaumglaskörper 142 nicht dargestellt ist, um die durch das Schaumglasverbundelement 141 hindurch verlaufenden Verstärkungselemente / Zugelemente in Form von Gewindestangen 143, die sowohl in Längs – (L) als auch in Breitenrichtung (B) durch das Schaumglasverbundelement 141 verlaufen, sichtbar zu machen. Wie bereits bei den vorhergehenden Ausführungsformen der Schaumglasverbundelemente dargestellt, umfasst das Schaumglasverbundelement 141 eine Vielzahl von quaderförmigen Schaumglaskörpern 142, die zu einem Wandelement nebeneinander und übereinander gestapelt sind. An den Stirnseiten des Schaumglasverbundelements 141 sind umlaufend Druckverteilungsplatten 145,146 vorgesehen, die über Verstärkungselemente / Zugelemente 148,149 mit den jeweils gegenüberliegenden Druckverteilungsplatten 145,146 verbunden und verspannt sind, sodass Druckspannungen auf die Schaumglaskörper 142 ausgeübt werden. Die im Inneren des Schaumglasverbundelements 141 verlaufenden Gewindestangen 143 sind Teil der Verstärkungselemente / Zugelemente 148,149.

Das Ausführungsbeispiel der Figur 21 zeigt weiterhin, dass an einer Oberfläche des Schaumglasverbundelements 141, nämlich einer der Hauptflächen des Schaumglasverbundelements 141, die durch die Längen – (L) und Breitenrichtung (B) aufgespannt ist, eine Abdeckung 147 vorgesehen ist, sodass das Schaumglasverbundelement 141 eine beliebige Oberfläche aufweisen kann. Als Material für derartige Abdeckungen, die auch als Beschichtungen ausgeführt sein können, können alle geeigneten Materialien, wie

Stahl, Kunststoff, Gipskartonplatten und dergleichen Verwendung finden. Selbstverständlich können derartige Abdeckungen an allen oder nur an einzelnen Oberflächen eines Schaumglasverbundelements sowie an allen Ausführungsformen von Schaumglasverbundelementen vorgesehen werden.

Die Figur 22 zeigt ein weiteres Beispiel eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 151, welches aus einer Vielzahl von Schaumglaskörpern 152 gebildet ist, die über Verstärkungselemente / Zugelemente in Form von Seitenplatten 155, 156 und Stäben 153, 154 miteinander verklemmt sind. Das Schaumglasverbundelement 151 der in Figur 22 gezeigten Ausführungsform weist weiterhin eine Abdeckung (oder Verkleidung oder Fassade) 158 auf, die eine Hauptfläche des Schaumglasverbundelements 151 bedeckt. Zur Darstellung der Schaumglaskörper 152 und der Stäbe 153, 154, die die Seitenplatten 155, 156 des Schaumglasverbundelements 151 an gegenüberliegenden Seiten verbinden, ist die Abdeckung 158 in einem mittleren Bereich weggelassen und zusätzlich sind auch einige Schaumglaskörper 152 nicht dargestellt.

Die Stäbe 153 verbinden die Seitenplatten 156, die an gegenüberliegenden Seiten des quaderförmigen Schaumglasverbundelements 151 angeordnet sind, während die in der Darstellung der Figur 22 horizontal verlaufenden Stäbe 154 die Seitenplatten 155 verbinden, die an gegenüberliegenden Seiten des Schaumglasverbundelements 151 angeordnet sind. Die Stäbe 153, 154 sind über Fixierungen in Form von Verschraubungen 157 mit den Seitenplatten 155, 156 verbunden, wobei unterschiedlichste Gestaltungen der Verschraubungen denkbar sind, wie beispielsweise eine Anordnung von Muttern, die mit den durch Öffnungen der Seitenplatten 155, 156 durchgesteckten Stäben 153, 154 verschraubt sind oder Gewindelöcher in den Seitenplatten 155, 156, in die die Stäbe 153, 154 mit Gewinden an ihren Enden eingeschraubt sind.

Die Figur 23 zeigt einen Teil des Schaumglasverbundelements 151 aus Figur 22 aus einer anderen Perspektive, wobei dargestellt ist, wie die Abdeckung 158 an einer der Hauptflächen angeordnet werden kann. In der Darstellung der Figur 23 ist die Abdeckung 158 von der Hauptfläche abgehoben, sodass die dahinter liegenden Stäbe 153, 154, die die gegenüberliegenden Seitenplatten 155, 156 verbinden und damit die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 152 gegeneinander pressen, zu sehen sind.

Die Abdeckung 158 kann aus jedem geeigneten Material, wie beispielsweise Kunststoff oder Metall gebildet sein und durch geeignete Fügetechniken mit dem Schaumglasverbundelement 151 bzw. den Schaumglaskörpern 152 und den Verstärkungselementen in Form der Seitenplatten 155, 156 und Stäbe 153, 154 verbunden sein. Beispielsweise kann die Abdeckung 158 durch stoffschlüssige Verbindung angeordnet sein, insbesondere durch Aufkleben oder Verschweißen.

Die Stäbe 153, 154 weisen Verschraubungen 157 auf, wobei bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die Stäbe 153, 154 an ihren Enden Gewinde besitzen, wobei die durch Öffnungen in den Seitenplatten 155, 156 hindurchgeführten Stäbe 153, 154 mit einer Mutter verschraubt sind.

Die Seitenplatten 155 und 156 sowie die Stäbe 153, 154 können aus jedem geeigneten Material gebildet sein, wobei sich hier insbesondere metallische Materialien und insbesondere Stahlwerkstoffe oder dergleichen anbieten.

Eine Kombination der Schaumglasverbundelemente 141 und 151 ist in dem Schaumglasverbundelement 161 verwirklicht, welches in Figur 24 in einer perspektivischen Darstellung gezeigt ist, wobei wiederum ein Teil der Abdeckung 167 aufgeschnitten und ein Teil der Schaumglaskörper 162 weggelassen ist, um die Anordnung der Verstärkungselemente / Zugelemente in Form der innen und außenliegenden Gewindestangen 163,164 zu verdeutlichen. Wie sich aus den vorangegangenen Ausführungsbeispielen bereits gegeben hat, können zumindest Teile der Verstärkungselemente, wie beispielsweise Gewindestangen, Spannseile oder dergleichen im Inneren des Schaumglasverbundelements und insbesondere durch die Schaumglaskörper hindurch verlaufen. Allerdings ist es auch möglich, dass Verstärkungselemente ganz oder überwiegend an den Oberflächen des Schaumglasverbundelements bzw. der Schaumglaskörper angeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich die innen und außenliegende Anordnung der Verstärkungselemente miteinander zu kombinieren, wie dies in Figur 24 beispielhaft für das Schaumglasverbundelement 161 gezeigt ist. Um die Druckverteilungsplatten 165,166, die sich umlaufende an den Stirn - bzw. Seitenflächen befinden, mit der jeweils gegenüberliegenden Druckverteilungsplatte 165,166 zu verbinden, sind sowohl Verstärkungselemente / Zugelemente 168,169 vorgesehen, die überwiegend durch die Schaumglaskörper 162

verlaufen als auch entlang der Oberfläche der Schaumglaskörper 162. Wie in Figur 24 zu sehen ist, befinden sich innenliegende Gewindestangen 163 im Inneren des Schaumglasverbundelements 161, während an der Oberfläche der Schaumglaskörper 162 entlang verlaufende äußere Gewindestangen 164 an der Oberfläche der Schaumglaskörper 162 angeordnet sind, wobei sowohl innenliegende als auch außenliegende Gewindestangen 163, 164 wiederum mit den Druckverteilungsplatten 165, 166 verschraubt sind, um Druckspannungen auf die Schaumglaskörper 162 auszuüben. Die außenliegenden Gewindestangen 164 können dabei durch die Abdeckung 167 abgedeckt sein.

Die Figur 25 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelements 171, welches im Prinzip ähnlich dem vorangegangenen Schaumglasverbundelement 151 aufgebaut ist. Das Schaumglasverbundelement 171 unterscheidet sich von dem Schaumglasverbundelement 151 lediglich dadurch, dass die Seitenplatten 175, 176 nicht als ebene Seitenplatten ausgebildet sind, wie die Seitenplatten 155, 156, sondern an ihren Längsrändern abgerundete und abgewinkelte Bereiche aufweisen, die die Hauptflächen des Schaumglasverbundelements 171 umgreifen. Entsprechend können die Verstärkungselemente in Form von Verstärkungselementen / Zugelementen 173, 174 an diesen abgewinkelten Bereichen angeordnet sein, beispielsweise indem sie in entsprechende Öffnungen eingehängt sind oder durch diese verlaufen. Die Verstärkungselemente / Zugelemente 173, 174, die wiederum die jeweils gegenüberliegenden Seitenplatten 175, 176 verbinden, sind entsprechend elastisch verspannt, sodass die Seitenplatten 175, 176 die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 82 gegeneinander drücken.

Ein weiteres Schaumglasverbundelement 191, das den vorangegangenen Ausführungsbeispielen der Figuren 21 bis 25 ähnelt, ist in Figur 26 gezeigt. Das Schaumglasverbundelement 191 weist ebenfalls Seitenplatten 193, 194 auf, die an ihren Längsrändern abgerundete und abgewinkelte Bereiche aufweisen, die quer zu der Grundfläche der entsprechenden Seitenplatte 193, 194 abgewinkelt sind und die Hauptflächen umgreifen. Allerdings sind als Verstärkungselemente Drähte (oder Rundstahl oder Ähnliches) 195, 196 vorgesehen, die ringförmig umlaufend um das Schaumglasverbundelement 191 verlaufen, wobei sie sich über die beiden Hauptflächen und die gegenüberliegenden Seitenflächen des Schaumglasverbundelements 191, an denen die Seitenplatten 193, 194

angeordnet sind, erstrecken. Zum Ringsschluss ist an den beiden Enden eines jeden Drahtes 195, 196 eine Spannverschraubung oder Zugelement 197 vorgesehen, mit der die mit Gewinde versehenen Enden des jeweiligen Drahts 195, 196 aufeinander zu gezogen und somit gespannt werden können. Durch die verspannten Drähte 195, 196 werden die gegenüberliegenden Seitenplatten 193, 194 gegen die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 192 gedrückt und verspannen diese zu dem erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelement 191.

Die Figuren 27 bis 29 zeigen das Schaumglasverbundelement 191 aus unterschiedlichen Perspektiven in größerem Detail, sodass das Prinzip und der Aufbau der Spannverschraubung 197 sowie die abgerundeten und abgewinkelten Längsränder der Seitenplatten 193, 194 gut zu erkennen sind.

Die Figur 30 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Spannverschraubung 177, welche auch bei dem Schaumglasverbundelement 191 aus den Figuren 26 bis 29 für die Verschraubung und das Spannen der Drähte 195, 196 eingesetzt werden kann. In der Figur 30 ist gut die ringförmige Anordnung eines Bands 173 zu erkennen, welches an seinen Enden eine Steckaufnahme 178 und eine Gewindeaufnahme 179 aufweist, welche mit einer Schraube 180 zusammenwirken. Die Schraube 180 ist durch die Steckaufnahme 178 hindurch gesteckt und greift in ein Gewinde der Gewindeaufnahme 179 ein, sodass die mit der Steckaufnahme 178 und der Gewindeaufnahme 179 verbundenen Enden des Bandes 173 beim Eindrehen der Schraube in die Gewindeaufnahme 179 aufeinander zu bewegt werden und somit das Band 173 um ein nicht dargestelltes Schaumglasverbundelement gespannt werden kann.

In der Figur 31 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Schaumglasverbundelements 201 gezeigt, welches ähnlich den vorangegangenen Ausführungsbeispielen an den Stirnseiten des Schaumglasverbundelements 201 Seitenplatten 203, 204 aufweist, die an ihren Längsrändern abgewinkelte und abgerundete Bereiche aufweisen, die in Richtung der Hauptflächen des Schaumglasverbundelements 201 abgewinkelt sind und diese umgreifen. Ähnlich den Drähten 195, 196 des Schaumglasverbundelements 191 verlaufen um das Schaumglasverbundelement 201 mehrere, parallel angeordnete Bänder 205, 206, die die an gegenüberliegenden Stirnseiten befindlichen Seitenplatten 203, 204

gegen die dazwischen angeordneten Schaumglaskörper drücken. Für den Ringsschluss der Bänder 205, 206 ist jeweils ein Klemmelement vorgesehen, welches in der Figur 32 mit einem entsprechenden Band 206 gezeigt ist. Die Enden des Bands 206 sind durch eine seitlich mit einem Schlitz versehene Hülse geführt, sodass sie überlappen, wobei anschließend die Hülse zusammengepresst wird, sodass dadurch die Enden des Bands 206 gegeneinander gepresst sind. Durch den dadurch erzeugten Reibschluss zwischen den Enden des Bands 206, der durch das Klemmelement 207 aufgrund der plastischen Verformung des Klemmelements 207 aufrechterhalten bleibt, kann ein sicherer Ringschluss des Bands 206 bewerkstelligt werden. Um eine elastische Verspannung der entsprechenden Bänder 205, 206 auf die Seitenplatten 203, 204 auszuüben, können die Bänder 205, 206 vor der Verklemmung mit dem Klemmelement 207 durch Zug elastisch verformt werden, sodass nach der gegenseitigen Befestigung der Enden des Bands 206 durch das Klemmelement 207 die zwischen den Seitenplatten 203 und 204 angeordneten Schaumglaskörper gegeneinander gepresst werden.

Die Figur 33 zeigt ein weiteres Schaumglasverbundelement 211, welches wiederum aus einer Vielzahl von Schaumglaskörpern 212 aufgebaut ist. Die quaderförmigen Schaumglaskörper 212 sind zu einem quaderförmigen Schaumglasverbundelement 211 gestapelt, wobei an den Stirnseiten, die durch die Breitenrichtung und die Höhenrichtung aufgespannt sind, jeweils ein Kantenrahmen 213 vorgesehen ist, der sich entlang des Randes der Stirnseite erstreckt und aus Eckprofilen zusammengesetzt ist, sodass der Kantenrahmen zum einen an der entsprechenden Stirnseite und zum anderen an den benachbarten Hauptflächen und Längsseiten, die durch die Höhe und Länge des Schaumglasverbundelements 211 definiert sind, anliegt. Die beiden an den gegenüberliegenden Stirnseiten angeordnet Kantenrahmen 213 sind über mehrere, parallel verlaufende, elastisch deformierte Bänder 216 zueinander verspannt, sodass die dazwischenliegenden Schaumglaskörper 212 gegeneinander gedrückt werden. Darüber hinaus sind an den Längskanten des Schaumglasverbundelements 211 Eckprofile 214 angeordnet, die ebenfalls über mehrere, parallel zueinander verlaufende Bänder 215, die elastisch verspannt sind, gegen die Schaumglaskörper 212 gedrückt werden, sodass die Schaumglaskörper 212 sowohl in Breitenrichtung als auch in Höhenrichtung und Längsrichtung des Schaumglasverbundelements 211 gegeneinander verspannt sind.

Eine von vielen Anwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelemente ist die Ausbildung eines Tunnels 228, in welchem eine Tunnelauskleidung 229 angeordnet ist, die eine Tunnelröhre definiert, sodass zwischen der Tunnelauskleidung 229 und der Tunnelwand des Tunnels 228 ein Tunnelzwischenraum 230 gebildet ist. Die Tunnelauskleidung 229 ist durch eine Vielzahl von Schaumglasverbundelementen 221 gebildet, die über Halterungen 227 an der Tunnelwand des Tunnels 228 befestigt sind.

Die Figur 34 zeigt die bogenförmige Anordnung von Schaumglasverbundelementen 221 zur Ausbildung einer Tunnelauskleidung 229. Aufgrund der mechanischen Eigenschaften der Schaumglasverbundelemente 221 ist eine Anordnung in einer Tunnelauskleidung selbst bei Tunneln für Hochgeschwindigkeitszüge möglich, da die Druckbelastungen bei mit hohen Geschwindigkeiten vorbeifahrende Züge durch die Schaumglasverbundelemente abgetragen werden. Die einzelnen Schaumglasverbundelemente 221 sind selbst bogenförmige ausgebildet, wobei die einzelnen Schaumglaskörper 222 eine leicht keilförmige Form aufweisen, sodass die gegenüberliegenden Anlageflächen eines Schaumglaskörpers 222, an denen die benachbarten Schaumglaskörper 222 anliegen, nicht parallel zueinander ausgerichtet sind, sondern einen kleinen Winkel zueinander einnehmen, sodass bei einer Anordnung mehrerer Schaumglaskörper 222 mit ihren Anlageflächen aneinander sich eine bogenförmige Struktur des Schaumglasverbundelements 221 ergibt. Die entsprechenden Verstärkungselemente zum Verbinden und gegenseitigen Verpressen der Schaumglaskörper 222 gegeneinander können entsprechend den vorher gezeigten Ausführungsbeispielen durch die Schaumglaskörper 222 geführt sein und / oder entlang der Oberfläche der Schaumglaskörper 222.

Eines der Schaumglasverbundelemente 221, welche die Tunnelauskleidung 229 bilden, ist in Figur 35 dargestellt. Das Schaumglasverbundelement 221 ist wiederum aus einer Vielzahl von Schaumglaskörpern 222 aufgebaut, die zwischen Endplatten 223 und 224 (Bodenplatte in Fig. 23 nicht zu sehen, siehe Fig. 36) gelagert sind und über eine sich durch die Schaumglaskörper 222 erstreckende Stange 226 und an der Oberfläche verlaufende Stege 225 miteinander verklemmt sind. Das Ausführungsbeispiel der Figur 35 zeigt, dass auch gekrümmte oder gewölbte Schaumglasverbundelemente gebildet werden können. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Figur 35 sind die einzelnen Schaumglaskörper 222 als Ringsegmente oder Keilstümpfe ausgebildet, sodass die

beiden gegenüber liegenden Flächen, die mit benachbarten Schaumglaskörpern 222 in Verbindung gebracht werden bzw. die zum Aufeinanderstapeln der Schaumglaskörper 122 dienen, schräg zueinander ausgebildet sind. Dadurch lässt sich ein gekrümmter bzw. gewölbter Aufbau des Schaumglasverbundelements 221 erzielen, wobei mehrere gewölbte Schaumglasverbundelemente 221 zusammen eine gewölbte Tunnelauskleidung 229 ergeben, die im Querschnitt kreisringförmig ist.

Die Stange 226, mit der die Endplatten 223, 224 gegen die dazwischen angeordneten Schaumglaskörper 222 gedrückt werden, verläuft durch die Schaumglaskörper 222 bzw. das Schaumglasverbundelement 221. Zusätzlich sind an der Außenfläche des Schaumglasverbundelements 221 Stege 225 vorgesehen, die ebenfalls die Endplatten 223, 224 des Schaumglasverbundelements 221 miteinander verbinden.

An zumindest einer der Endplatten 223 sind Halterungen 227 vorgesehen, die es ermöglichen das Schaumglasverbundelement 221 beabstandet zur Tunnelwand im Tunnel 228 zu befestigen.

Die Figuren 36 bis 39 zeigen die Tunnelauskleidung 229 bzw. die dazugehörigen Schaumglasverbundelemente 221 in verschiedenen Ansichten, wobei sowohl die Anordnung der Schaumglasverbundelemente 221 an der Tunnelwand des Tunnels 228 über die Halterungen 227 als auch der Aufbau des einzelnen Schaumglasverbundelemente 221 mit den Endplatten 223, 224 und den U – förmig verlaufenden Stegen 225 zu erkennen ist.

In der Figur 37 ist zudem dargestellt, wie in Kombination mit der Tunnelauskleidung 229 ein verbesserter Unfallschutz realisiert werden kann. In den Tunnelzwischenraum 230 zwischen der Tunnelauskleidung 229 und dem Tunnel 228 kann zusätzlich ein Energie absorbierendes Material, wie beispielsweise Schaumglasschotter 220 eingefüllt werden, welches bei einem Aufprall eines Fahrzeugs auf die Tunnelauskleidung 229 einen Großteil der Aufprallenergie absorbieren und abbauen kann, sodass die Folgen eines Unfalls mit einer Kollision an der Tunnelwand bzw. der Tunnelauskleidung 229 abgemildert werden können.

Weitere Ausgestaltungen von Tunnelauskleidungen 229 sind in den Figuren 40 bis 42 zu sehen. Bei der Tunnelauskleidung 229 der Figur 40 werden anstelle von bogenförmigen Schaumglasverbundelementen 221 gerade bzw. ebene Schaumglasverbundelemente 231 eingesetzt, die in Form eines Polygonzugs aneinandergereiht sind, um ebenfalls eine bogenförmige Tunnelauskleidung 229 zu erzielen. Zwischen den einzelnen, ebenen bzw. geraden Schaumglasverbundelementen 231 sind Keilelemente 232 aus Schaumglas eingesetzt, um die zwischen den geraden bzw. ebenen Schaumglasverbundelementen 231 an den Stößen entstehenden Lücken aufzufüllen.

Alternativ hierzu können Schaumglasverbundelemente 241 eingesetzt werden, die selbst an den Verbindungsenden zu den benachbarten Schaumglasverbundelementen241 keilförmige Schaumglasendkörper 243 aufweisen, während die übrigen Schaumglaskörper 242 des Schaumglasverbundelements 241 wiederum als quaderförmige Schaumglaskörper ausgebildet sein können.

Das Schaumglasverbundelement 241 ist im Detail in Figur 42 dargestellt. Wie der Figur 42 zu entnehmen ist, sind die quaderförmigen Schaumglaskörper 242 übereinander gestapelt und an den beiden Enden des Stapels sind keilförmige Schaumglasendkörper 243 angeordnet. An den jeweiligen Oberflächen der keilförmigen Schaumglasendkörper 243 sind Druckverteilungsplatten 246 mit Halterungen 247 angeordnet, die zum Befestigen des Schaumglasverbundelements 241 an einer Tunnelwand dienen. Über die Druckverteilungsplatten 246 werden mittels eines Verstärkungselements 249, welches durch die keilförmigen Schaumglasendkörper 243 und die quaderförmigen Schaumglaskörper 242 verläuft, Druckspannungen auf die Schaumglaskörper 242, 243 ausgeübt, sodass diese wiederum unter Druckspannung stehen.

Zwei weitere Anwendungsfälle der vorliegenden Erfindung sind in den Figuren 43 und 44 gezeigt.

Die Figur 43 zeigt ein Gebäude 260, welches vollständig aus Schaumglasverbundelementen 251 und 261 gebildet ist. Die Schaumglasverbundelemente 261 bilden die Wände, während das Schaumglasverbundelement 251 als Decke bzw. Dach ausgebildet ist.

Die Schaumglaskörper 252 des Schaumglasverbundelements 251 sind durch an den Stirnseiten des Schaumglasverbundelements 251 umlaufend angeordnete Metallplatten 253, die zusammen mit Metallstäben, die durch die Schaumglaskörper 252 hindurch gesteckt sind, verstärkt, wobei die Metallplatten 253 mit den Metallstäben die Schaumglaskörper 252 gegeneinander drücken und so die Festigkeit erhöhen. Durch Schaumglaskörper 252 mit geschlossener Porosität weist ein derartiges Schaumglasverbundelement 251 Dichtheit gegenüber Wasser auf und aufgrund der mechanischen Festigkeit kann ein Dach aus einem entsprechenden Schaumglasverbundelement 251 erforderliche Schneelasten oder dergleichen leicht abtragen. Ferner können die mechanischen Eigenschaften durch eine Veränderung der Dichte des Schaumglases beim Herstellungsprozess der Schaumglaskörper beeinflusst werden. So kann durch eine höhere Dichte der Schaumglaskörper ein höherer Elastizitätsmodul und somit eine höhere mechanische Festigkeit eingestellt werden.

Darüber hinaus erfüllen die Schaumglasverbundelemente 251, 261 hohe Standards hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit und der Gebäudesicherheit, wie der Nicht – Brennbarkeit, sodass damit entsprechende Gebäude, wie beispielsweise Passivhäuser gebaut werden können.

Wie bei allen vorangegangenen Ausführungsbeispielen sind die Schaumglasverbundelemente 251, 261 leicht recycelbar, da sie üblicherweise keine oder nur geringfügige stoffschlüssige Verbindungen aufweisen, sondern lediglich mechanische Verbindungen durch die Verstärkungselemente besitzen, die lösbar sind, sodass die einzelnen Werkstoffe, wie das Schaumglas und die Werkstoffe der Verstärkungselemente für eine Wiederverwertbarkeit leicht getrennt werden können.

Ein weiterer Anwendungsfall der erfindungsgemäßen Schaumglasverbundelemente ist in Figur 44 gezeigt. Die Figur 44 zeigt ein Hochhaus 270, welches beispielsweise in Skelettbauweise errichtet worden ist. Die Schaumglasverbundelemente 271 werden als Fassadenelemente in das Skelett des Hochhauses 270 eingesetzt. Durch die guten mechanischen Eigenschaften der Schaumglasverbundelemente 271 sind sie in der Lage Windlasten, wie sie bei entsprechenden Hochhausgebäuden auftreten, zu widerstehen.

Darüber hinaus weisen Sie die Vorteile einer guten Wärmedämmung und der einfachen Recyclingfähigkeit auf.

Die Schaumglasverbundelemente, die die Wände bilden, können beispielsweise durch die vorher beschriebenen Schaumglasverbundelemente in Quaderform gebildet werden.

Um zusätzlich Kältebrücken zwischen den einzelnen Schaumglaskörpern eines Schaumglasverbundelements zu vermeiden und / oder die Verbindung der benachbarten Schaumglaskörper zu verbessern, kann die Form der Schaumglaskörper so angepasst sein, dass zusätzlich ein Formschluss zwischen benachbarten Schaumglaskörpern zumindest in einer Richtung gegeben ist. Dies wird durch eine besondere Gestaltung des Oberflächenprofils bzw. der Oberflächenform der Anlageflächen der Schaumglaskörper ermöglicht. Dies gilt ganz allgemein für alle Schaumglasverbundelemente der vorliegenden Erfindung und insbesondere auch für sämtliche bereits beschriebenen Ausführungsformen.

In den Figuren 45 bis 47 sind verschiedene Gestaltungen von Schaumglaskörper 282, 282a, 292, 292a, 302 und 302a gezeigt.

In der Figur 45 sind zwei verschiedene Schaumglaskörper 282 und 282a gezeigt, die unterschiedliche Anlageflächen zur Verbindung mit benachbarten Schaumglaskörpern 282, 282a aufweisen. So weist der Schaumglaskörper 282 eine erste Endfläche 283 auf, die gewellt ist, während am gegenüberliegenden Ende des Schaumglaskörpers 282 eine zweite Endfläche 284 mit zwei zueinander winkelig angeordneten ebenen Flächen vorgesehen ist. Der Schaumglaskörper 282a weist eine dritte Endfläche 285 auf, die komplementär zur zweiten Endfläche 284 des Schaumglaskörpers 282 ist, während die vierte Endfläche 286 des Schaumglaskörpers 282a wiederum gewellt ist und entsprechend komplementär zur ersten Endfläche 283 des Schaumglaskörpers 282 ist, sodass abwechselnd Schaumglaskörper 282 und 282a hintereinander angeordnet werden können.

Die Figur 46 zeigt in ähnlicher Weise zwei Schaumglaskörper 292 und 292a, die wiederum entsprechende Endflächen 293, 294, 295 und 296 aufweisen. Die erste Endfläche 293 des Schaumglaskörpers 292 ist komplementär zur vierten Endfläche 296 des Schaumglaskörpers 292a und weist wiederum eine Wellenform auf. Die zueinander

komplementären Endfläche 294, 295, nämlich die zweite Endfläche 294 des Schaumglaskörpers 292 und die dritte Endfläche 295 des Schaumglaskörpers 292 weisen drei ebene Teilflächen auf, von denen zwei winkelig zu einer dritten Teilfläche angeordnet sind.

Im weiteren Ausführungsbeispiel der Figur 47 entsprechen die erste Endfläche 303 des Schaumglaskörpers 302 und die vierte Endfläche 306 des Schaumglaskörper 302a den ersten und vierten Endflächen der vorangegangenen Ausführungsbeispiele, während die zweite Endfläche 304 des Schaumglaskörpers 302 und die dritte Endfläche des Schaumglaskörpers 302a eine sägezahnartige Oberflächenstruktur besitzen, wobei jedoch die zweite Endfläche 304 und die dritte Endfläche 305 wiederum komplementär zueinander ausgebildet sind.

Bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 45 bis 47 sind jeweils zwei unterschiedliche Schaumglaskörper in einem Verbund miteinander kombiniert worden. Allerdings ist es auch denkbar, dass die entsprechenden Gestaltungen der Anlageflächen bzw. Endfläche auch bei Verbunden mit lauter gleichen Schaumglaskörpern oder mehreren unterschiedlichen Schaumglaskörpern verwirklicht werden.

Die Figur 48 zeigt eine Anwendung der Schaumglasverbundelemente für ein schwimmendes Haus 310, wobei die Schaumglasverbundelemente nicht nur für die Wände und die Decke bzw. das Dach des Hauses, wie bei der Ausführungsform der Figur 43, verwendet werden, sondern insbesondere zur Bildung eines Pontons 311 eingesetzt werden, auf welchem das schwimmende Haus gelagert ist. Durch den hohen Anteil an Poren und der sich daraus ergebenden niedrigen Dichte des Schaumglases sowie der hohen mechanischen Festigkeit der Schaumglasverbundelemente durch die hohe Druckfestigkeit des Glases und die mechanische Verstärkung durch die Verstärkungselemente sind die Schaumglasverbundelemente der vorliegenden Erfindung vorteilhaft als Ponton für ein schwimmendes Haus zu verwenden, da das Eigengewicht niedrig und der Auftrieb hoch sind.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele detailliert beschrieben worden ist, ist für den Fachmann selbstverständlich, dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern dass vielmehr vielfältige

Anwendungen sowie Abwandlungen in der Gestaltung in der Weise möglich sind, dass insbesondere einzelne Merkmale der gezeigten Ausführungsbeispiele weggelassen oder andersartige Kombinationen von Merkmalen verwirklicht werden können, ohne dass der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche verlassen wird. Insbesondere schließt die vorliegende Offenbarung sämtliche Kombinationen der in den verschiedenen Ausführungsbeispielen gezeigten Einzelmerkmale mit ein, sodass einzelne Merkmale, die nur in Zusammenhang mit einem Ausführungsbeispiel beschrieben sind, auch bei anderen Ausführungsbeispielen oder nicht explizit dargestellten Kombinationen von Einzelmerkmalen eingesetzt werden können.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Schaumglasverbundelement
2	Schaumglaskörper
3	Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestange)
4	Fixierung (Mutter)
5	Federelement
6	Druckverteilungsplatte
7	Trennelement
8	Auflager
9	Verstärkungselement / Zugelement
11	Schaumglasverbundelement
12	Schaumglaskörper
16	Druckverteilungsplatte
19	Verstärkungselement / Zugelement
21	Schaumglasverbundelement
22	Schaumglaskörper
23	Band (Verspannungsband / Zugband)
24	Spannelement (Fixierung)
25	Druckverteilungsprofil
27	Trennelemente
28	Auflager
31	Schaumglasverbundelement
32	Schaumglaskörper
33	Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestange)
34	Fixierung (Mutter)
35	Spannelement
36	Druckverteilungsplatte
41	Schaumgalsverbundelement
42, 42a, 42b, 42c, 42d	Schaumglaskörper
43	Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestange)

44 Fixierung (Mutter)
45 Lärmschutzwand
46 Druckverteilungsplatte
47 konkave Einbuchtung
48 konvexe Wölbung
49 Nut
50 Bodenplatte
51 Schaumglasverbundelement
52, 52a, 52b, 52c Schaumglaskörper
54 Fixierung (Mutter)
55 Lärmschutzwand
56 Druckverteilungsplatte
58 Schrägfläche
59 Bohrung
60 Bodenplatte
61 Schaumglasverbundelement
62, 62a, 62b, 62c, 62d Schaumglaskörper
65 Lärmschutzwand
66 Druckverteilungsplatte
67 Einbuchtung
68 Vorsprung
69 Verstärkungselement / Zugelement
70 Bodenplatte
71 Schaumglasverbundelement
72 Schaumglaskörper
73 Gitterrahmen
74 Zugelement (Spanndraht)
75 U – Profil
76 U – Profil
77 Querstrebe
78 Mutter
79 Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestange)

81	Schaumglasverbundelement
82	Schaumglaskörper
83	Gitterrahmen
85	U – Profil
86	U – Profil
87	Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestange)
88	Mutter
91	Schaumglasverbundelement
92	Schaumglaskörper
93	Gitterrahmen
94	Gitterrahmen
95	Doppel – T – Träger
96	Doppel – T – Träger
101	Schaumglasverbundelement
102	Schaumglaskörper
103	Gitterrahmen
106	Doppel – T – Träger
111	Schaumglasverbundelement
112	Schaumglaskörper
113	Gitterrahmen
121	Schaumglasverbundelement
122	Schaumglaskörper
123	Gitterrahmen
131	Schaumglasverbundelement
132	Schaumglaskörper
133	Gitterrahmen
141	Schaumglasverbundelement
142	Schaumglaskörper
143	Verstärkungselement / Zugelement (Gewindestangen)
145	Druckverteilungsplatte
146	Druckverteilungsplatte
147	Abdeckung

148	Verstärkungselement / Zugelement
149	Verstärkungselement / Zugelement
151	Schaumglasverbundelement
152	Schaumglaskörper
153	Stab
154	Stab
155	Seitenplatte
156	Seitenplatte
157	Fixierung (Verschraubung)
158	Abdeckung / Verkleidung / Fassade
161	Schaumglasverbundelement
162	Schaumglaskörper
163	Verstärkungselement / Zugelement (innen liegende Gewindestangen)
164	Verstärkungselement / Zugelement (außen liegende Gewindestangen)
165	Druckverteilungsplatte
166	Druckverteilungsplatte
167	Abdeckung
168	horizontale Verstärkungselemente / Zugelemente
169	vertikale Verstärkungselemente / Zugelemente
171	Schaumglasverbundelement
172	Schaumglaskörper
173	Verstärkungselement / Zugelement
174	Verstärkungselement / Zugelement
175	Seitenplatte
176	Seitenplatte
177	Spannverschraubung
178	Steckaufnahme
179	Gewindeaufnahme
180	Schraube
191	Schaumglasverbundelement
192	Schaumglaskörper
193	Seitenplatte

194	Seitenplatte
195	Draht / Rundstahl
196	Draht / Rundstahl
197	Spannverschraubung / Zugelement
201	Schaumglasverbundelement
203	Seitenplatte
204	Seitenplatte
205	Band
206	Band
207	Klemmelement
211	Schaumglasverbundelement
212	Schaumglaskörper
213	Kantenrahmen
214	Eckprofil
215	Band
216	Band
220	Schaumglasschotter
221	Schaumglasverbundelement
222	Schaumglaskörper
223	Endplatte
224	Endplatte
225	Steg
226	Stange
227	Halterung
228	Tunnel
229	Tunnelauskleidung
230	Tunnelzwischenraum
231	Schaumglasverbundelement
232	Keilelement
241	Schaumglasverbundelement
242	Schaumglaskörper
243	keilförmiger Schaumglasendkörper

246	Endplatte
247	Halterung
249	Verstärkungselement
251	Schaumglasverbundelement
252	Schaumglaskörper
253	Metallplatten
260	Gebäude
261	Schaumglasverbundelement
270	Hochhaus
271	Schaumglasverbundelement
282, 282a	Schaumglaskörper
283	erste Endlfäche
284	zweite Endfläche
285	dritte Endfläche
286	vierte Endfläche
292, 292a	Schaumglaskörper
293	erste Endlfäche
294	zweite Endfläche
295	dritte Endfläche
296	vierte Endfläche
302, 302a	Schaumglaskörper
303	erste Endlfäche
304	zweite Endfläche
305	dritte Endfläche
306	vierte Endfläche
310	schwimmendes Haus
311	Ponton
H	Höhe
B	Breite
L	Länge

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaumglasverbundelement mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren Schaumglaskörpern (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) und mindestens einem Verstärkungselement (3,4,5,6,9;19;23,24,25;33,34,35,36;43,44,46,50;54,56,60;66,69,70;73,74,75,76,77,78,79;83,85,86,87,88;93,94,95,96;103,106,109;113;123;133;143,145,146,148,149;153,154,155,156,157;163,164,165,166,168,169;173,174,175,176,177,178,179,180;193,194,195,196,197;203,204,205,206,207;213,214,215,216;223,224,225,226;246,249;253), welches so angeordnet ist, sodass durch das mindestens eine Verstärkungselement auf den einen oder die mehreren Schaumglaskörper zumindest entlang einer Richtung eine Druckspannung wirkt und / oder zwei oder mehr Schaumglaskörper durch das mindestens eine Verstärkungselement miteinander verbunden sind.

2. Schaumglasverbundelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) ein einstückiger Körper aus Schaumglas ist, der homogen aus Glas mit einer Vielzahl eingeschlossener Poren gebildet ist, wobei die Poren offen oder geschlossen ausgebildet sind.

3. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere, insbesondere alle Schaumglaskörper des Schaumglasverbundelements identisch ausgebildet sind oder das Schaumglasverbundelement mehrere unterschiedliche Schaumglaskörper umfasst, die sich insbesondere in ihrer Form

und / oder Größe und / oder ihrer Dichte und / oder Porosität und / oder ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden.

4. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) ein Körper ist, der mindestens eine ebene Fläche und / oder mindestens zwei zueinander parallel ausgerichtete Flächen und / oder komplementär aufeinander abgestimmte Anlageflächen aufweist, wobei insbesondere bei einem Schaumglasverbundelement mit mehreren, insbesondere unterschiedlichen Schaumglaskörpern eine Anlagefläche des einen Schaumglaskörpers auf eine Anlagefläche eines anderen Schaumglaskörper angepasst ist.

5. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
der Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) durch mindestens ein Element aus der Gruppe gebildet ist, die Quader, quaderförmige Körper, quaderartige Körper, Würfel, Prismen, Pyramiden, Parallelepipede, Tetraeder, Polyeder, Zylinder, Hohlzylinder, Rotationskörper, kreisförmige Körper, scheibenförmige Körper und ringförmige Körper umfasst.

6. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Verstärkungselement (3,4,5,6,9;19;23,24,25;33,34,35,36;43,44,46,50;54,56,60;66,69,70;73,74,75,76,77,78,79;83,85,86,87,88;93,94,95,96;103,106,109;113;123;133;143,145,146,148,149;153,154,155,156,157;163,164,165,166,168,169;173,174,175,176,177,178,179,180;193,194,195,196,197;203,204,205,206,207;213,214,215,216;223,224,225,226;246,249;253) mindestens ein Element umfasst, welches aus der Gruppe

ausgewählt ist, die Bänder, Seile, Stränge, Fasern, Drähte, Streifen, Gurte, Stäbe, Rohre, Zylinder, Balken, T – Träger, Doppel – T – Träger, Stangen, Profilstangen, Gewindestangen, Platten, Platten mit zumindest teilweise umgebogenen Rändern, U – Profile, Rahmenelemente, zwei – oder dreidimensionale, insbesondere rechteckige oder quaderförmige Rahmenelemente, Bügel, zwei – und dreidimensionale Gitter, Schrauben, Spannelemente, Federn, Klemmelemente, plastisch verformbare Halteelemente und dergleichen umfasst.

7. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Verstärkungselement aus mehreren Komponenten zusammengesetzt ist und / oder das Verstärkungselement (3,4,5,6,9;19;23,24,25;33,34,35,36;43,44,46,50;54,56,60;66,69,70;73,74,75,76,77,78,79;83,85,86,87,88;93,94,95,96;103,106,109;113;123;133;143,145,146,148,149;153,154,155,156,157;163,164,165,166,168,169;173,174,175,176,177,178,179,180;193,194,195,196,197;203, 204,205,206,207;213,214,215,216;223,224,225,226;246,249;253) aus einem Stoff aus der Gruppe gebildet ist oder diesen umfasst, die Metall, Kunststoff, Glas, Keramik, Kunststoff, Naturstoffe und Kombinationen davon umfasst.

8. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
mindestens ein, vorzugsweise mehrere Verstärkungselemente elastisch verformt sind und unter Zugspannung stehen.

9. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das mindestens eine Verstärkungselement zumindest teilweise durch den mindestens einen Schaumglaskörper verläuft und / oder entlang der Oberfläche des mindestens einen Schaumglaskörpers und / oder in einer Einbuchtung des mindestens einen Schaumglaskörpers verläuft.

10. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Schaumglasverbundelement mindestens zwei Verstärkungselemente in Form von Platten oder Bändern oder Rahmen aufweist, zwischen denen mehrere Schaumglaskörper und mindestens ein, vorzugsweise mehrere Verstärkungselemente in Form von Seilen, Stangen, Bändern oder dergleichen angeordnet sind, um die Platten oder Bänder oder Platten gegen die Schaumglaskörper und die Schaumglaskörper gegeneinander zu drücken.

11. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das mindestens eine Verstärkungselement den mindestens einen Schaumglaskörper vollständig ringförmig umgibt.

12. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) in einem Mauerwerksverband ohne zwischen den Schaumglaskörpern angeordnetem Bindemittel angeordnet sind, insbesondere in einer Verbandart der bekannten Art, vorzugsweise in einer Art aus der Gruppe, die einfache Stapel, Tragverband, Läuferverband, Binderverband, Blockverband, Kreuzverband und dergleichen umfasst.

13. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) zumindest teilweise keine stoffschlüssige Verbindung untereinander aufweisen.

14. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Schaumglasverbundelement aus einem ein – oder mehrschichtigem Stapel

von in Reihen angeordneten Schaumglaskörpern gebildet ist, die von Reihe zu Reihe übereinander und / oder versetzt zueinander angeordnet sind.

15. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Schaumglaskörper (2;12;22;32;42,42a,42b,42c,42d;52,52a,52b,52c;62,62a,62b,62c,62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282282a;292,292a;302,302a) zumindest teilweise direkt und unmittelbar aneinander liegen oder zwischen benachbarten Schaumglaskörpern zumindest teilweise Trennelemente, insbesondere in Form Blättern oder Folien, vorzugsweise verformbaren Blättern oder Folien, vorzugsweise aus Papier, Pappe, Gummi oder Kunststoff, Polyisobutylen, Textilien, Gewebe, Gewirken, Gestricken, Geflechten, Nähgewirken, Vliesstoffen oder Filzen angeordnet sind.

16. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Schaumglasverbundelement und insbesondere der Schaumglaskörper an der Oberfläche beschichtet ist und / oder das Schaumglasverbundelement eine Abdeckung (158), insbesondere an mindestens einer seiner Hauptflächen aufweist.

17. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Schaumglasverbundelement oder der Schaumglaskörper eine strukturierte Oberfläche aufweist, wobei die strukturierte Oberfläche mindestens ein Element aus der Gruppe umfasst, die konvexe Wölbungen (48), konkave Wölbungen (47), Sackbohrungen, Stufen, Hinterschneidungen, Sägezahnstufen und dergleichen aufweisen.

18. Schaumglasverbundelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das Schaumglaselement ausgewählt ist aus der Gruppe, die ein Wandelement, ein Deckenelement, ein Bodenelement, einen Schwimmkörper, ein

Verkleidungselement, ein Tunnelauskleidungselement, ein Schallschutzelement oder dergleichen umfasst.

19. Bauwerk, welches mindestens ein, vorzugsweise mehrere Schaumglasverbundelemente nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

20. Bauwerk nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bauwerk mindestens ein Verbindungselement umfasst, mit dem mindestens zwei Schaumglasverbundelemente verbunden sind.

21. Bauwerk nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verbindungselement mindestens ein Element umfasst, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, die Bänder, Seile, Drähte, Streifen, Stangen, Profilstangen, Gewindestangen, Platten, Platten mit zumindest teilweise umgebogenen Rändern, U – Profile, Rahmenelemente, zwei – oder dreidimensionale, insbesondere rechteckige oder quaderförmige Rahmenelemente, Bügel, zwei – und dreidimensionale Gitter, Schrauben, Spannelemente, Klemmelemente, plastisch verformbare Halteelemente und dergleichen umfasst.

22. Bauwerk nach einem der Ansprüche 20 oder 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verbindungselement aus mehreren Komponenten zusammengesetzt ist.

23. Bauwerk nach einem der Ansprüche 20 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens ein, vorzugsweise mehrere Verbindungselemente elastisch verformt sind und unter Zugspannung stehen.

24. Bauwerk nach einem der Ansprüche 19 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Bauwerk ausgewählt ist aus der Gruppe, die eine Wand, eine

Lärmschutzwand (45,55,65), ein Gebäude (260), eine Verkleidung und eine Tunnelauskleidung (229) umfasst.

25. Verfahren zur Herstellung eines Bauwerks, vorzugsweise eines Bauwerks nach einem der Ansprüche 19 bis 24, bei welchem Schaumglasverbundelemente nach einem der Ansprüche 1 bis 18 verwendet werden.

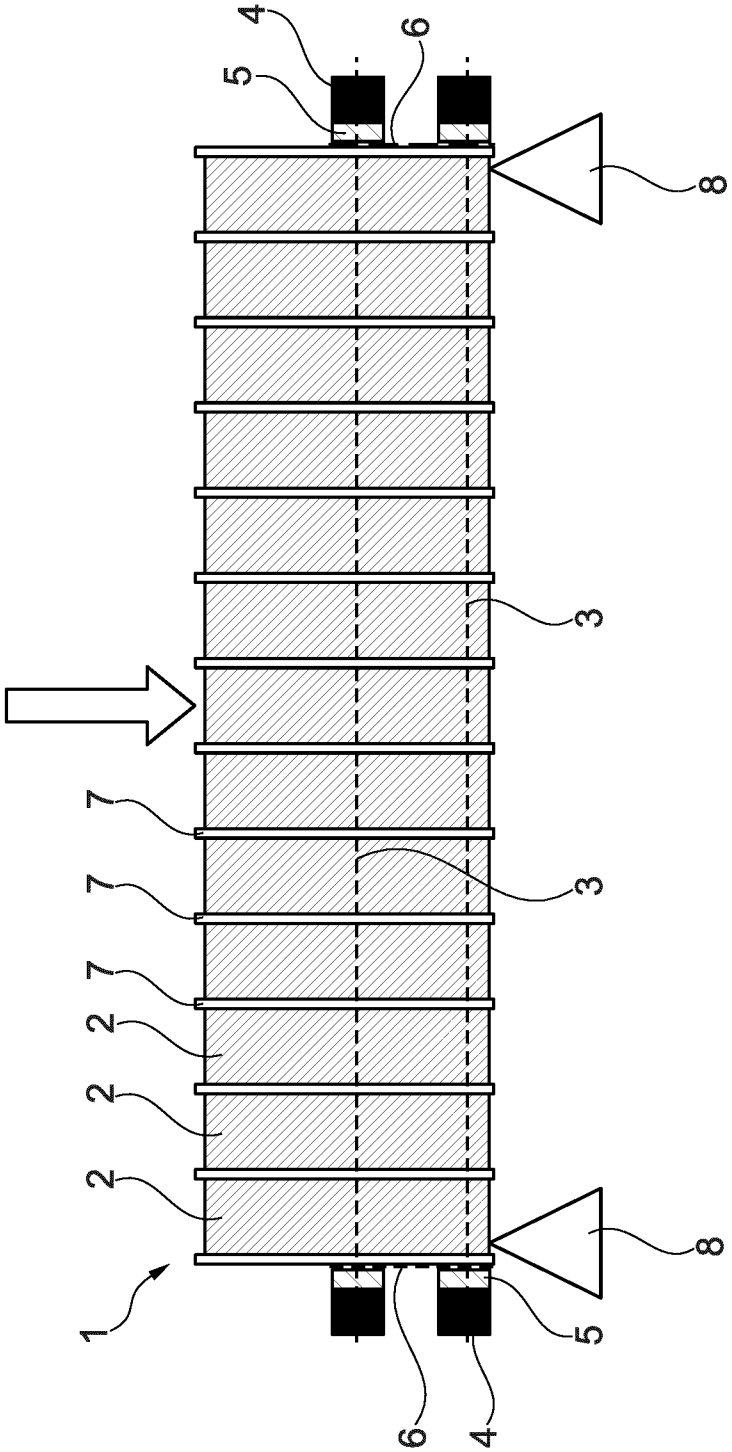


Fig. 1

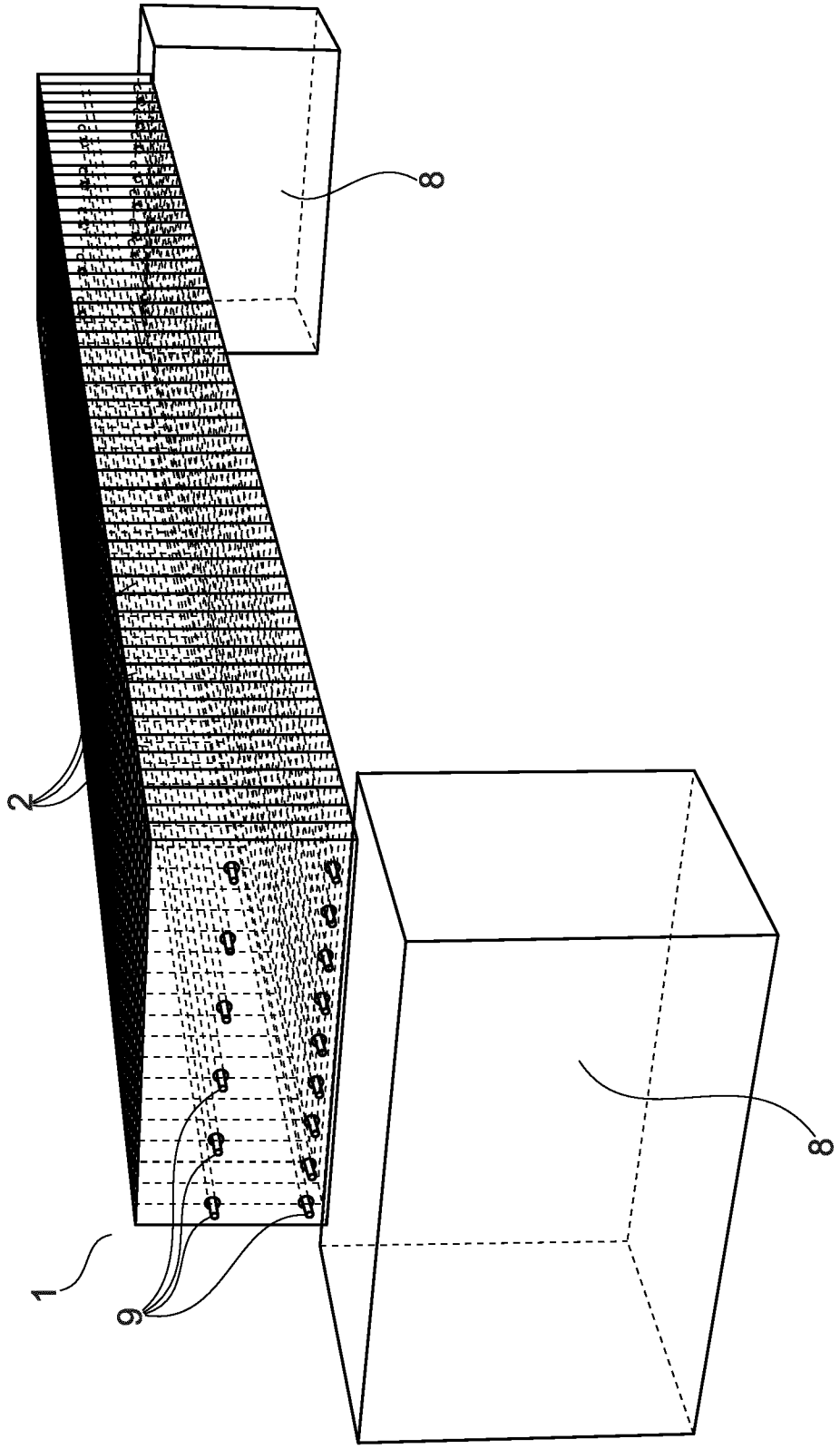


Fig. 2

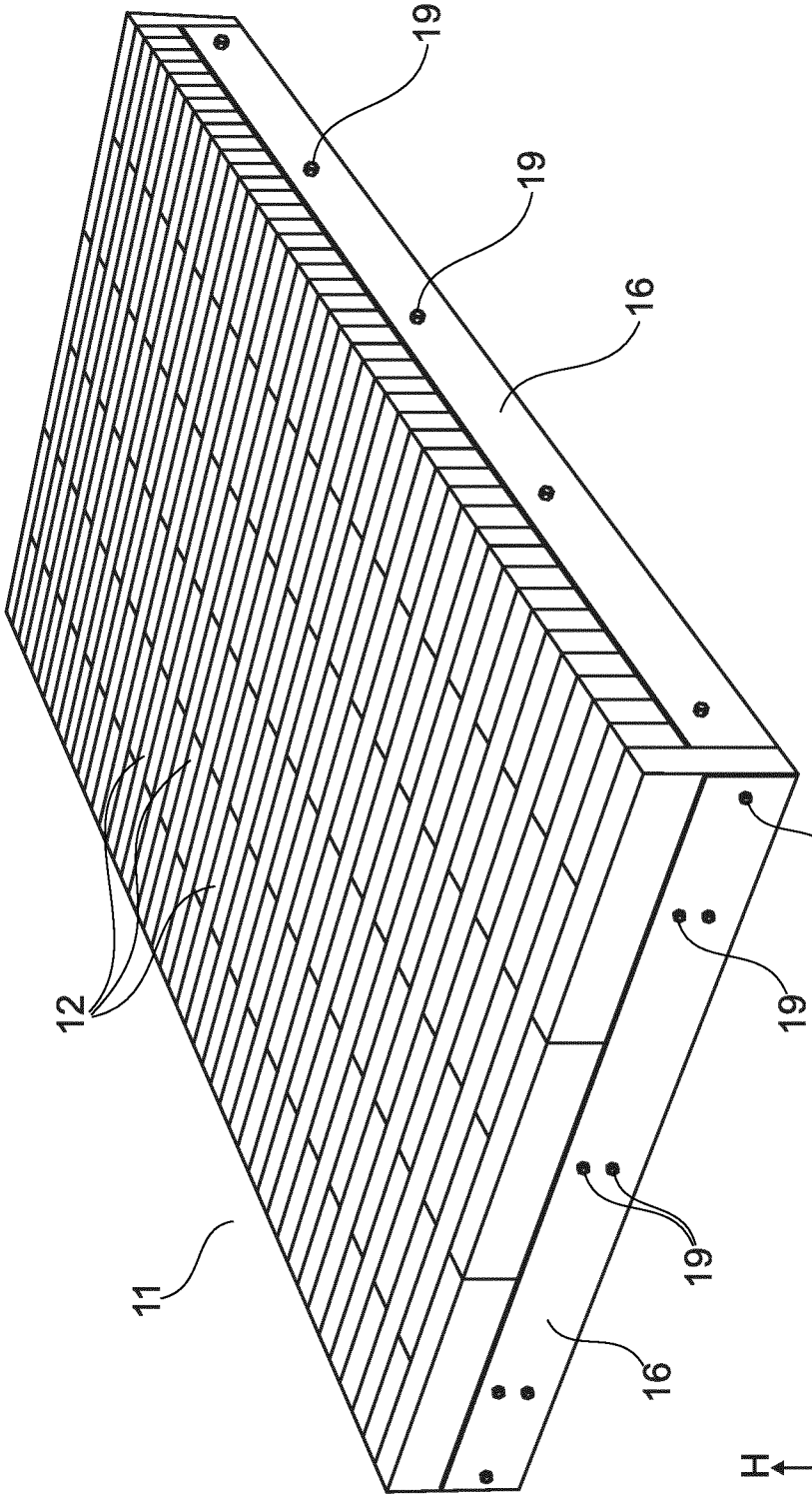


Fig. 3

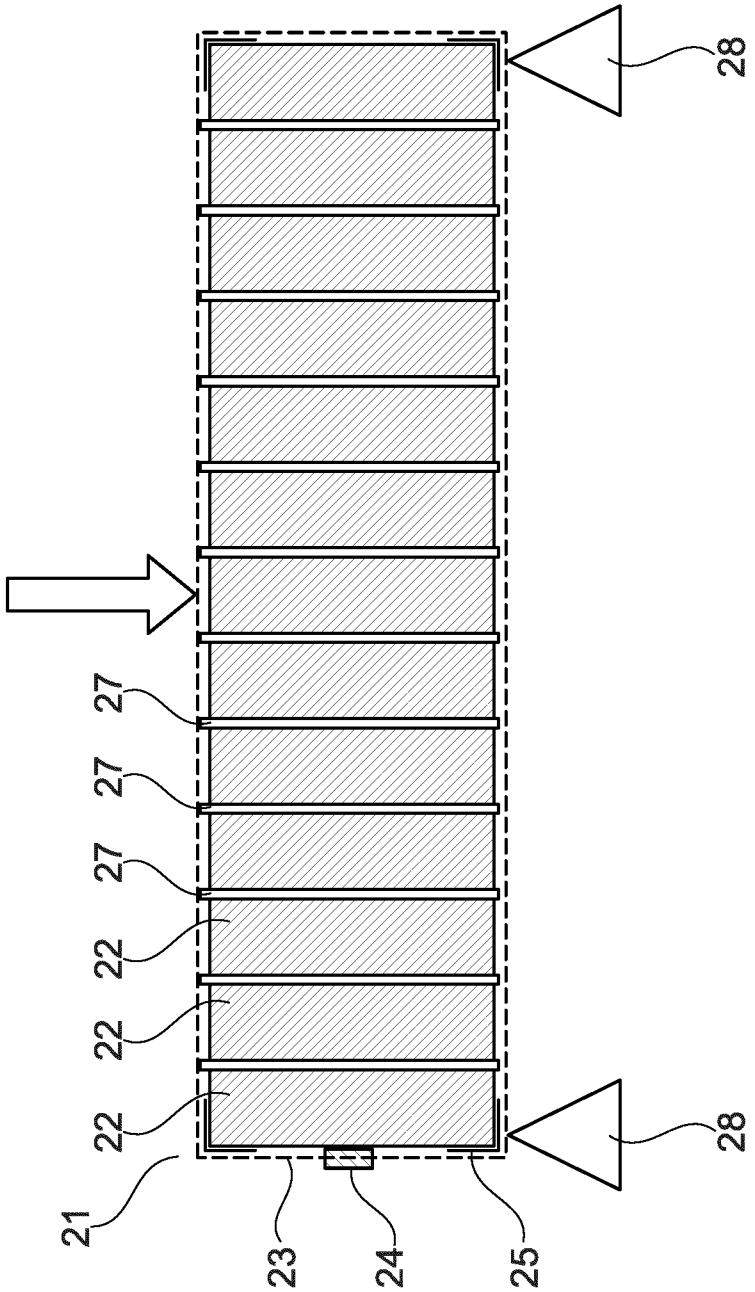


Fig. 4

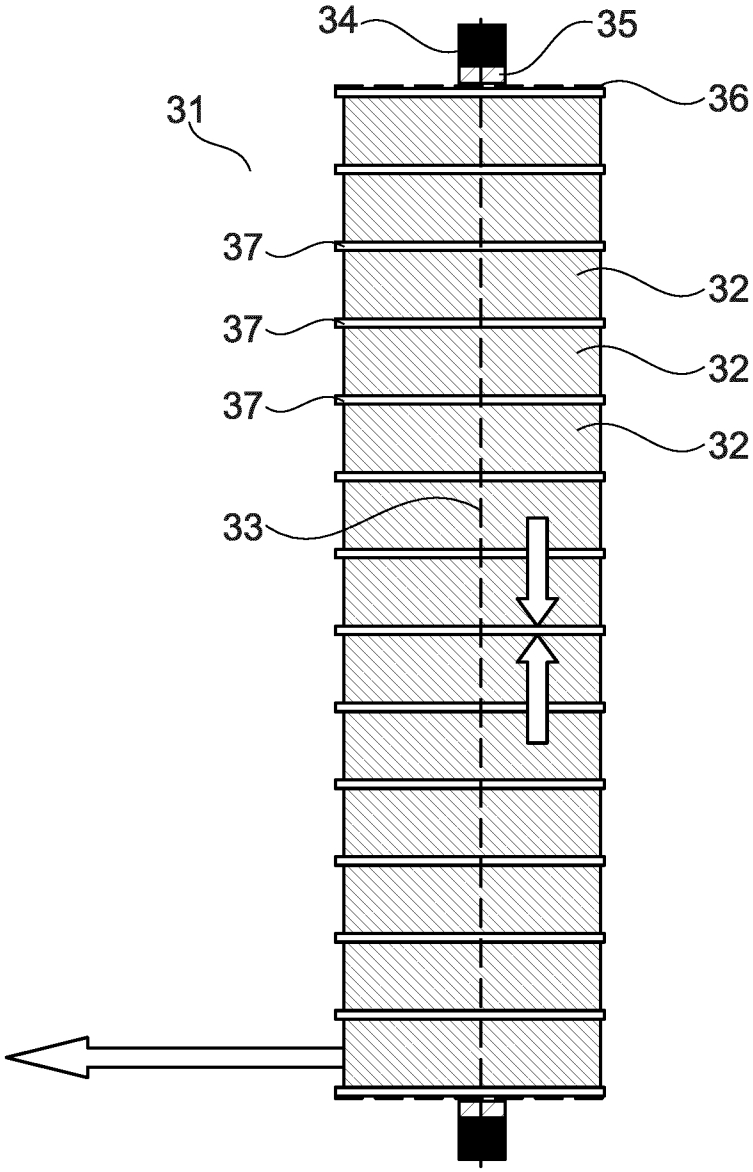


Fig. 5

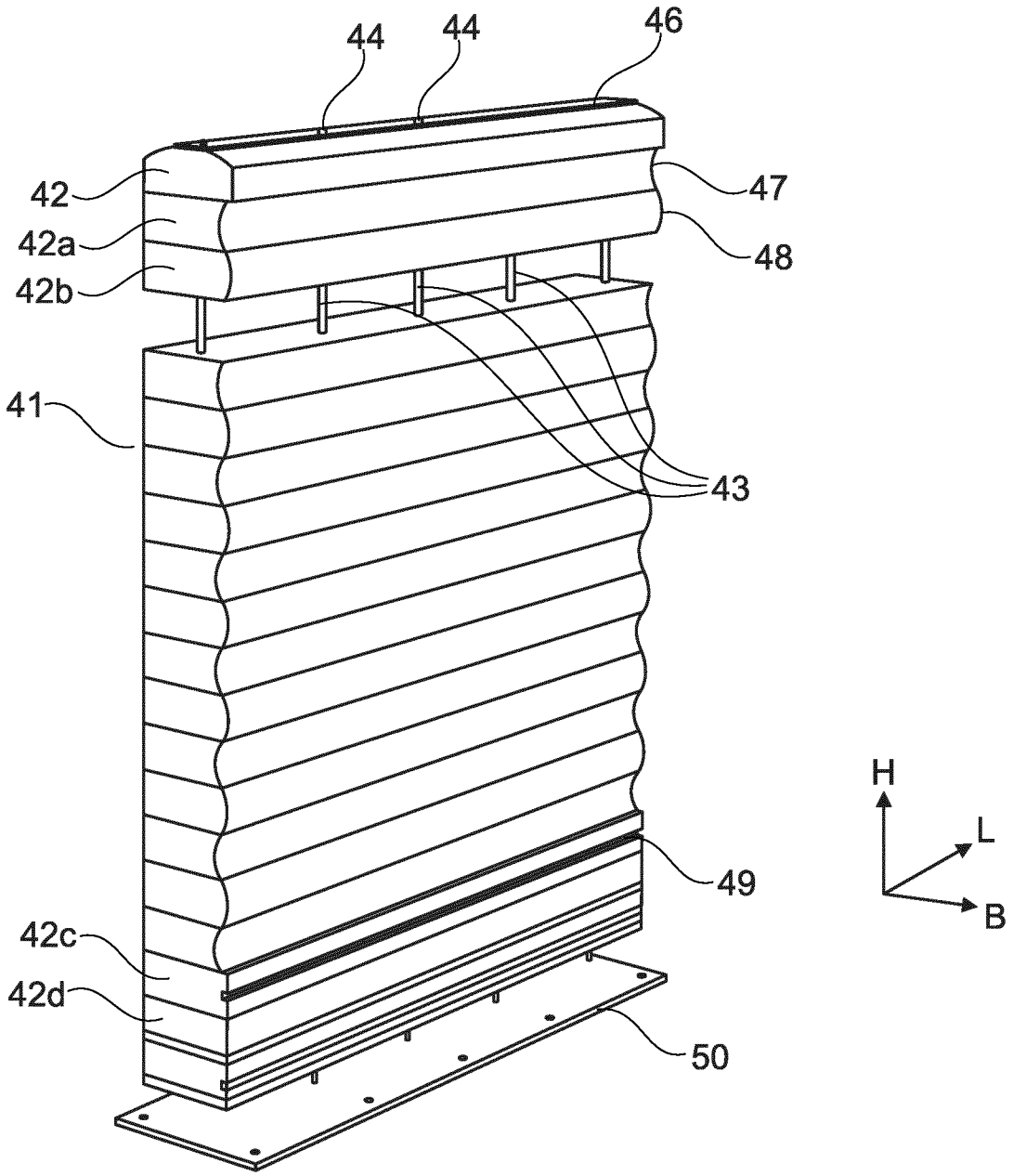


Fig. 6

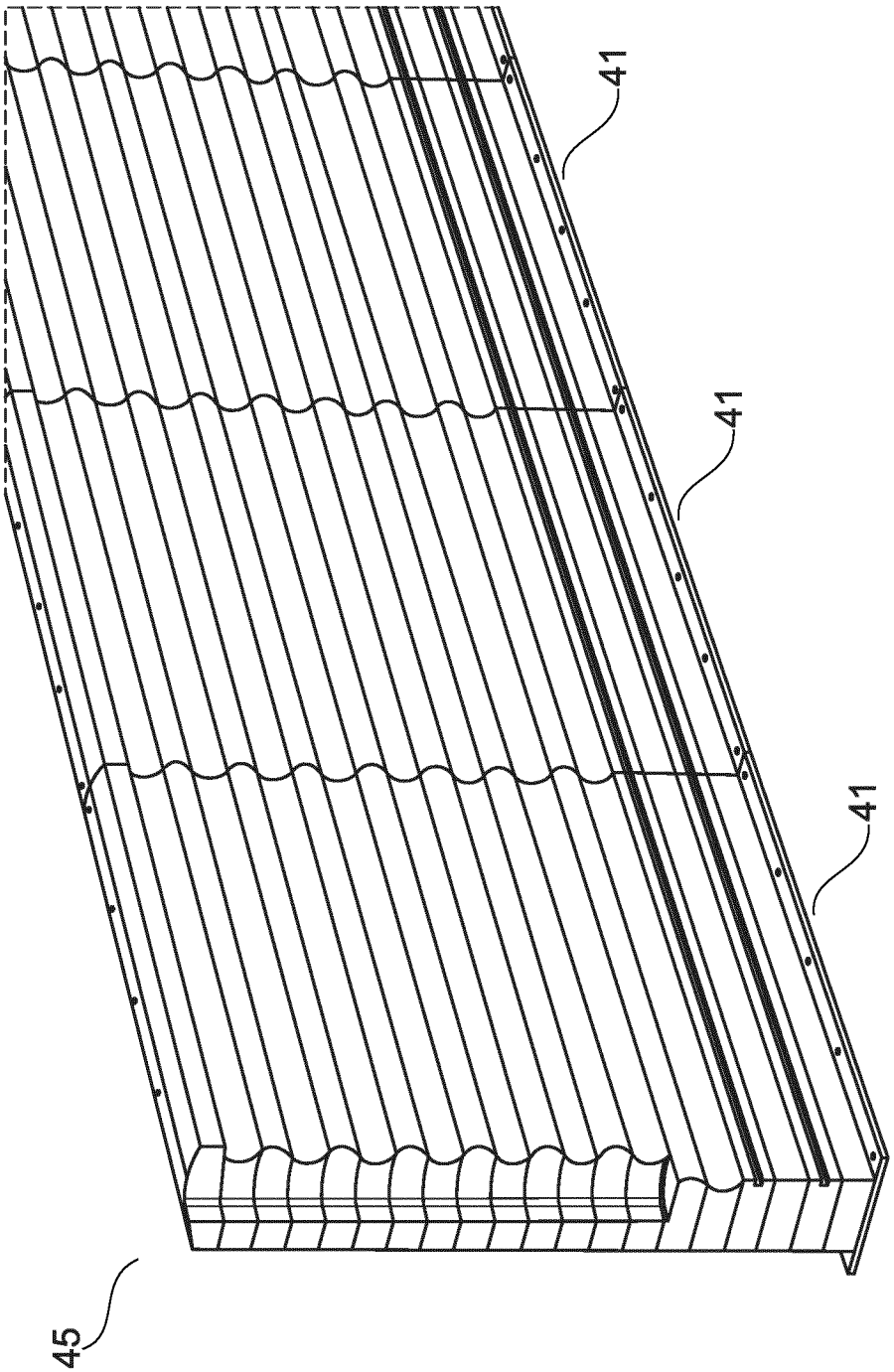


Fig. 7

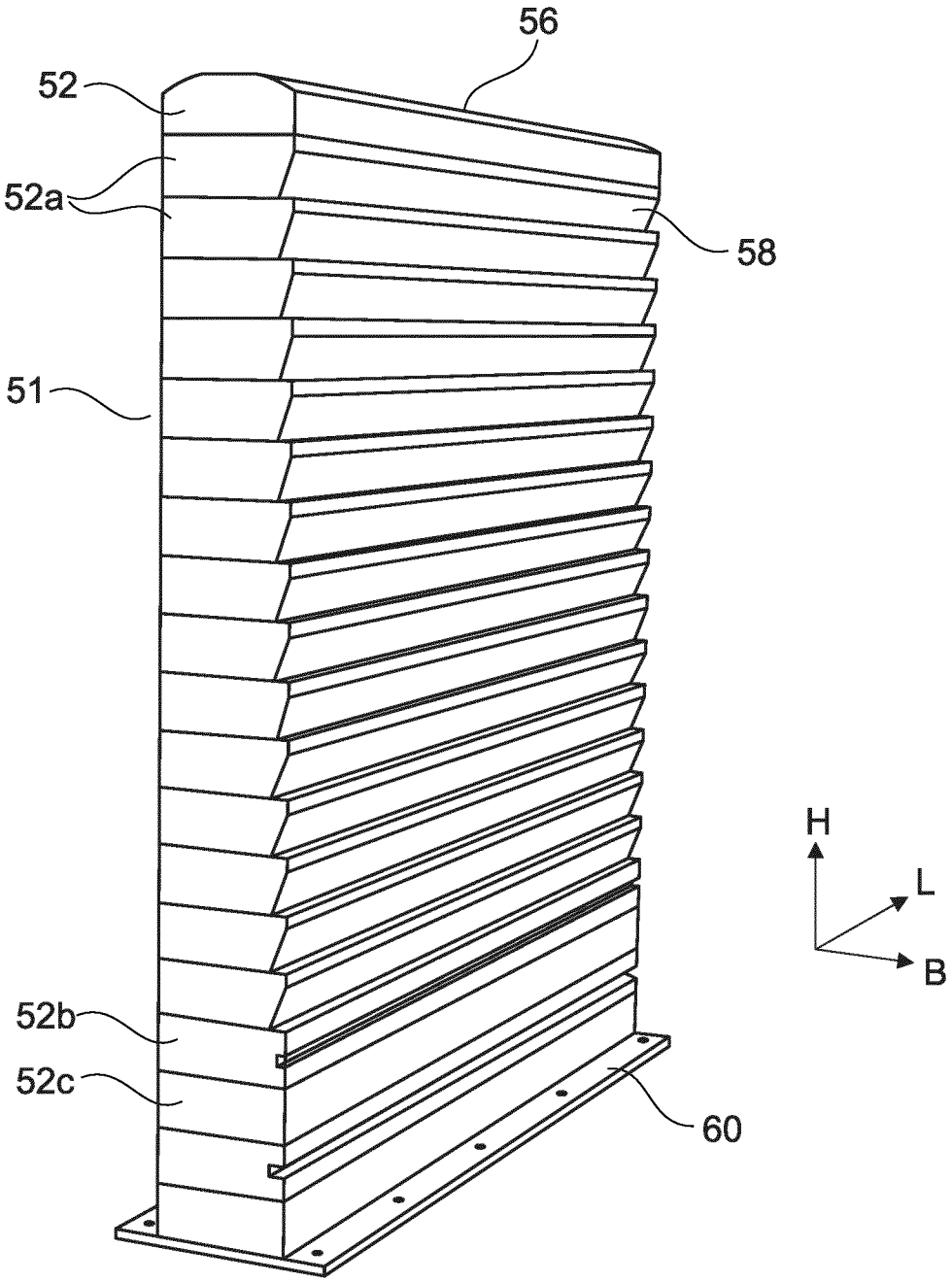


Fig. 8

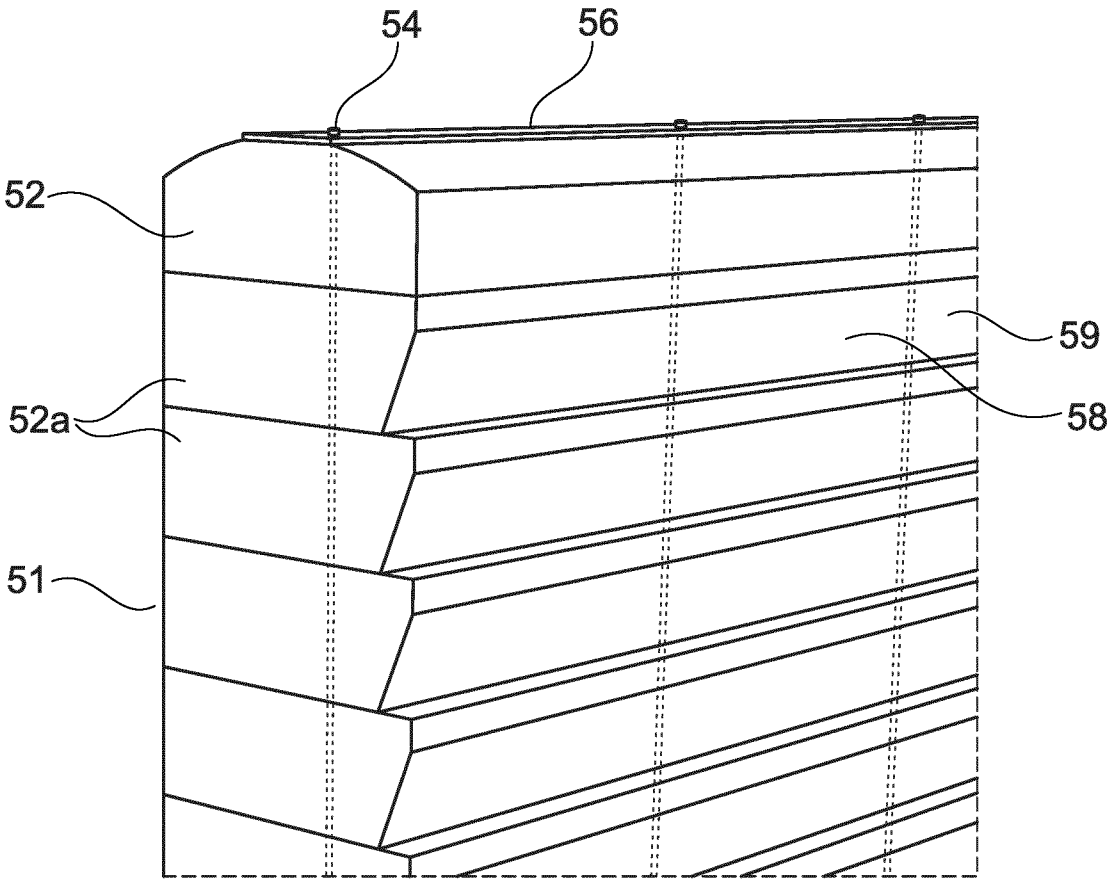


Fig. 9

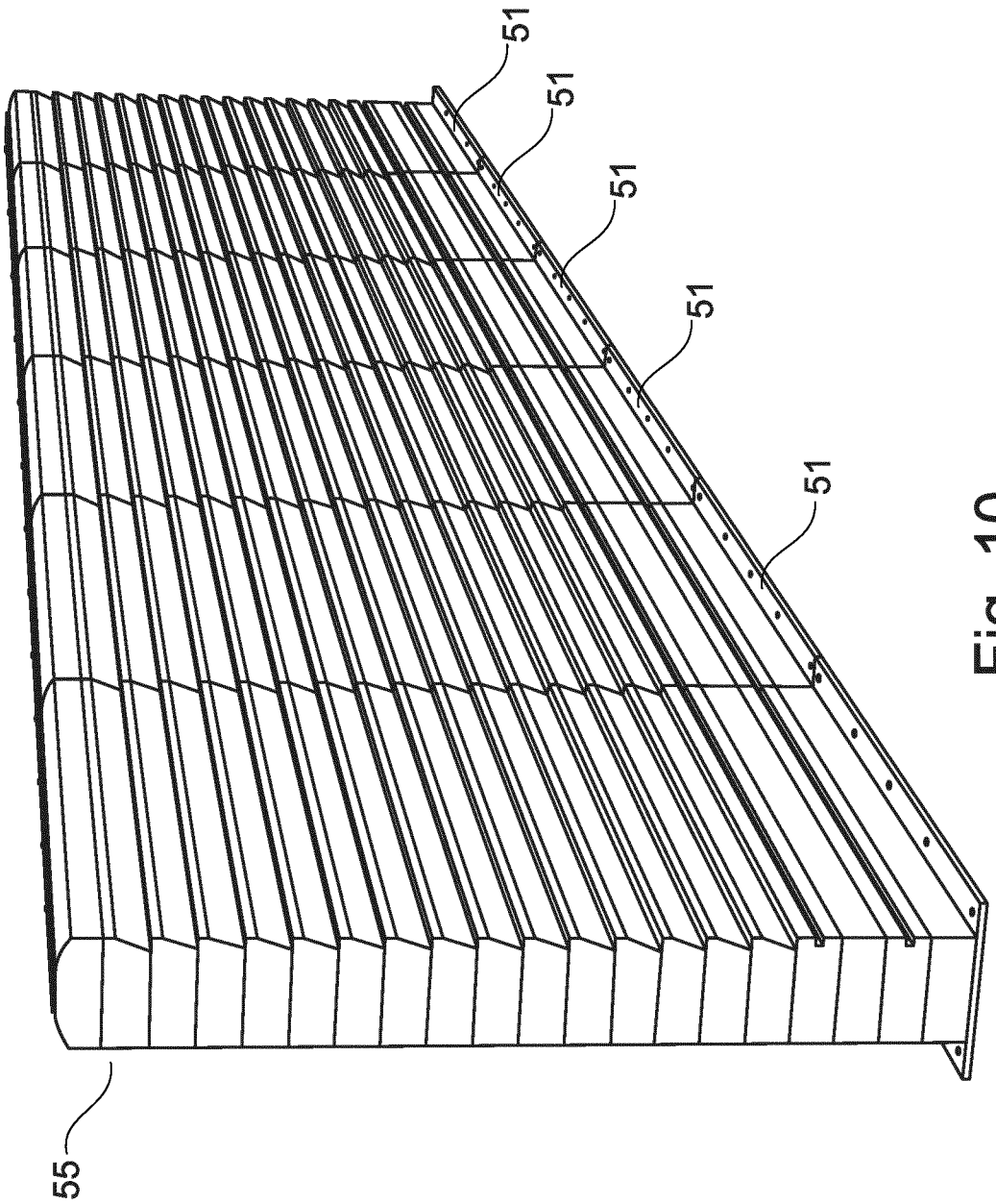


Fig. 10

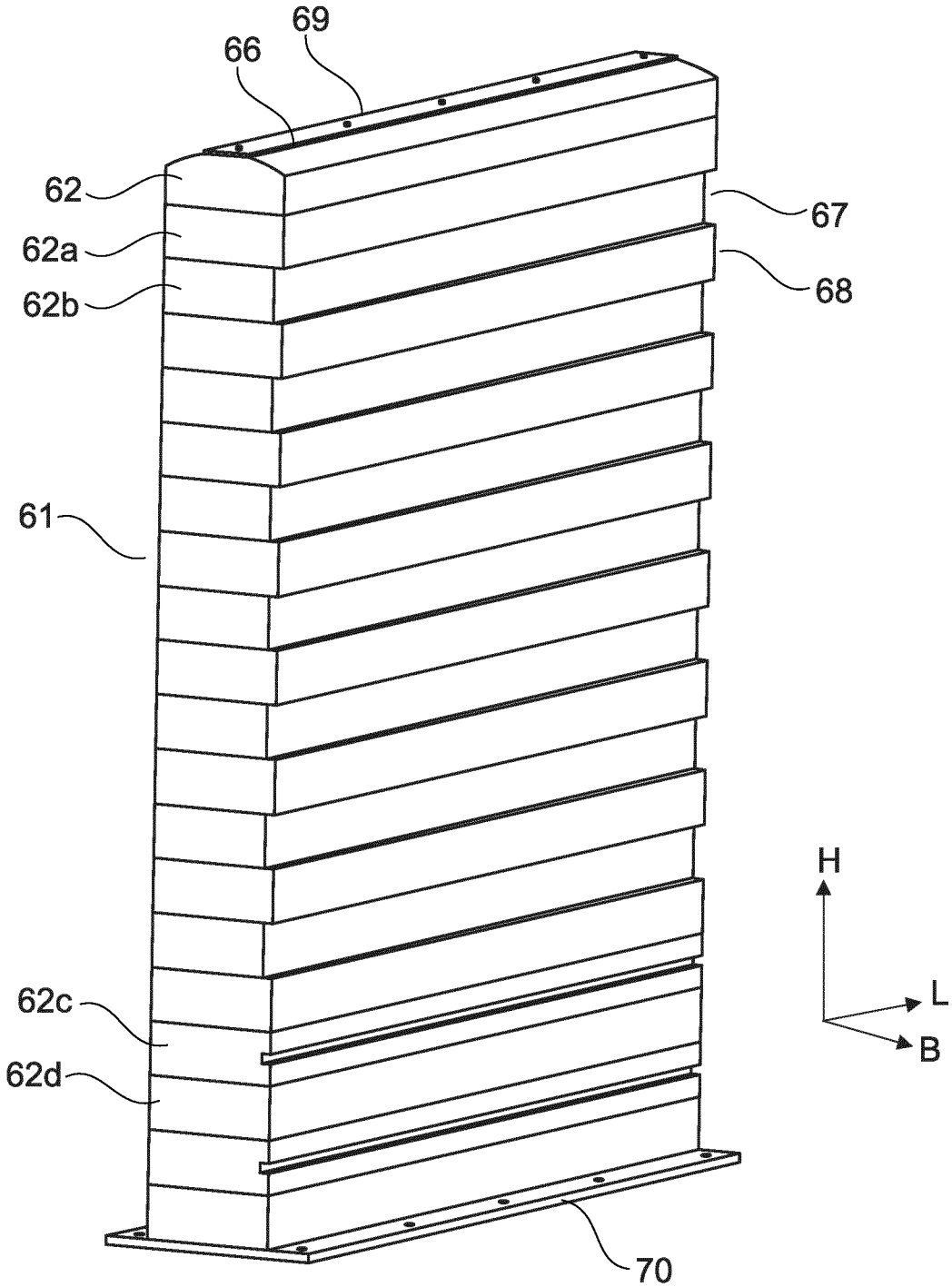


Fig. 11

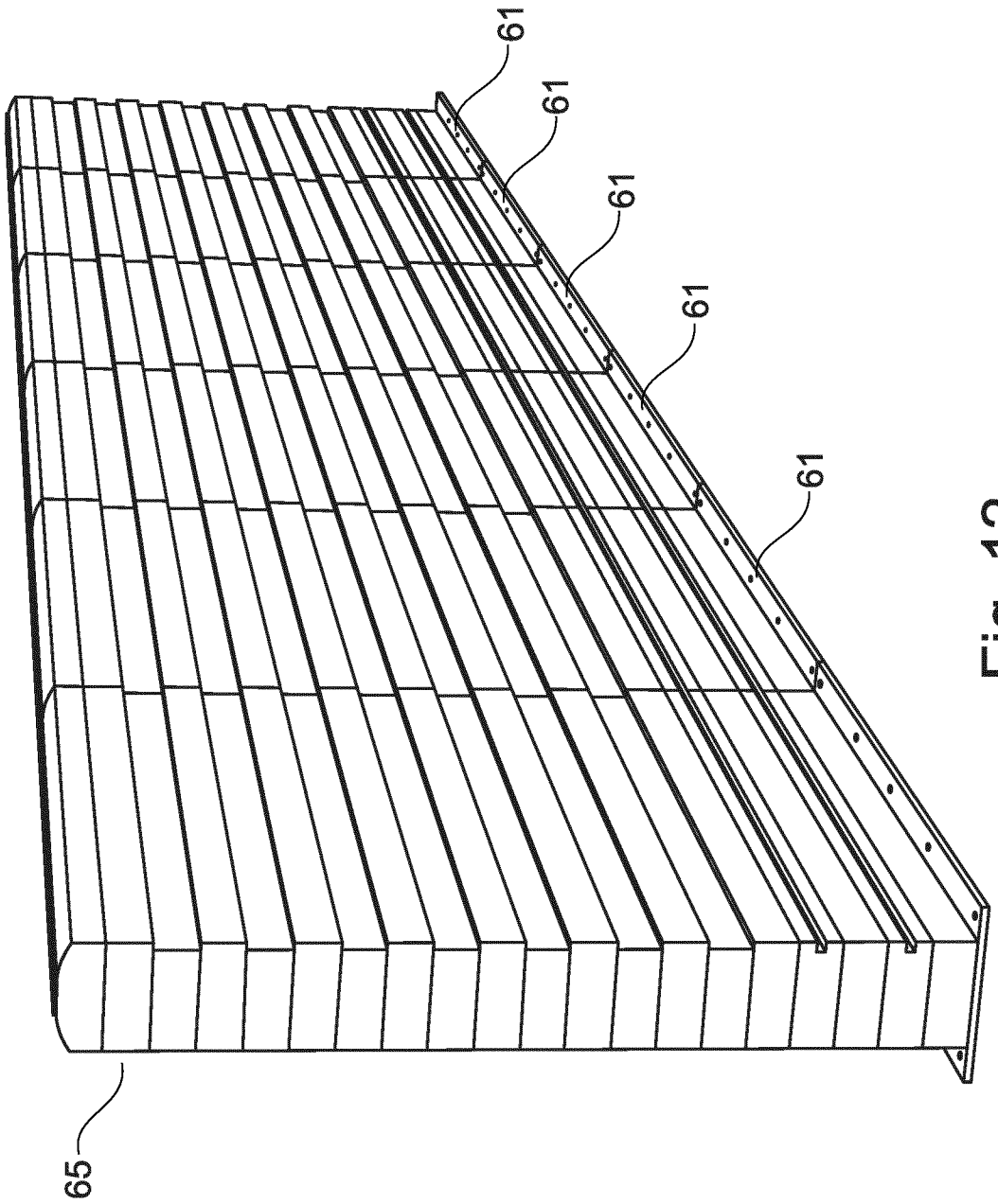


Fig. 12

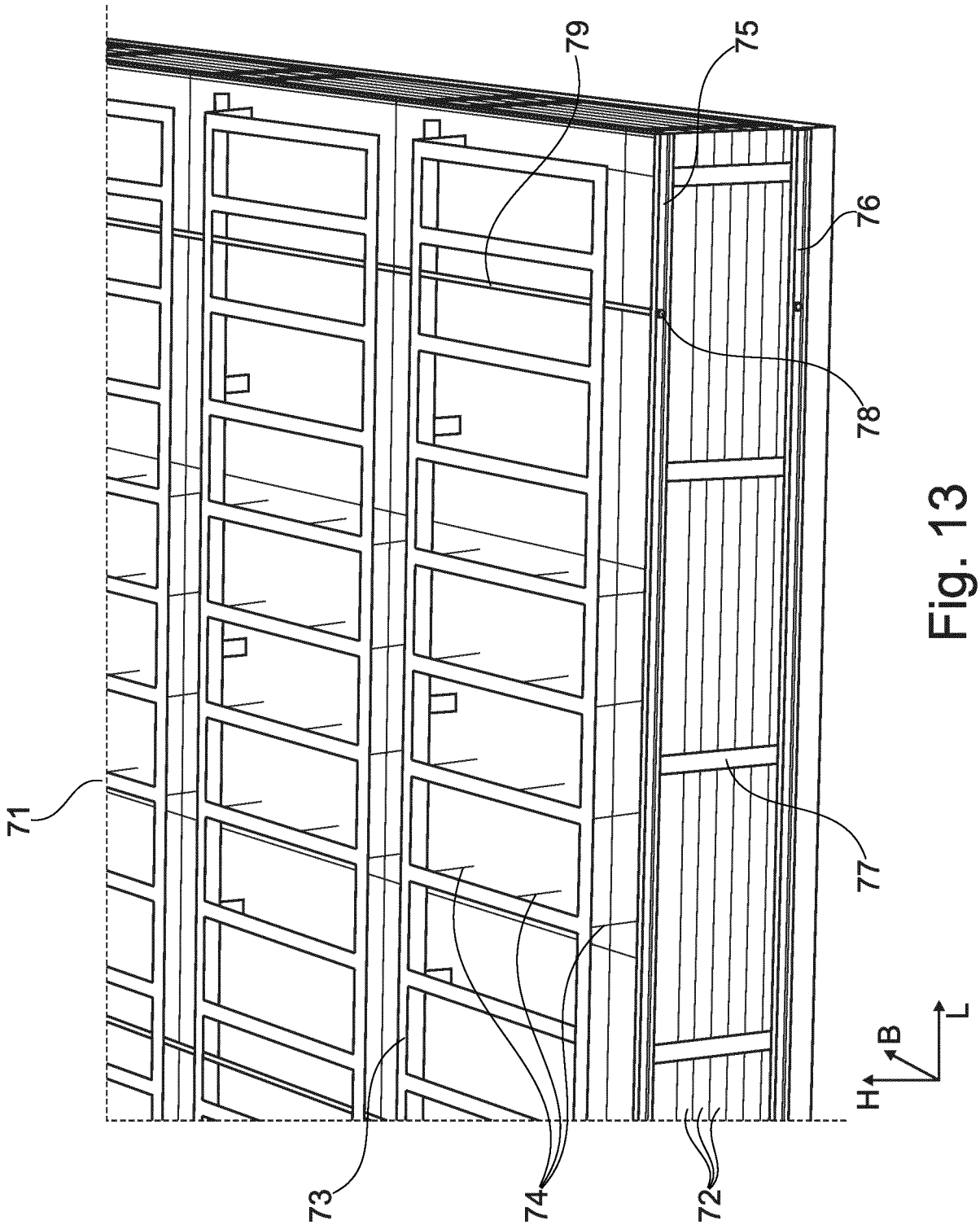


Fig. 13

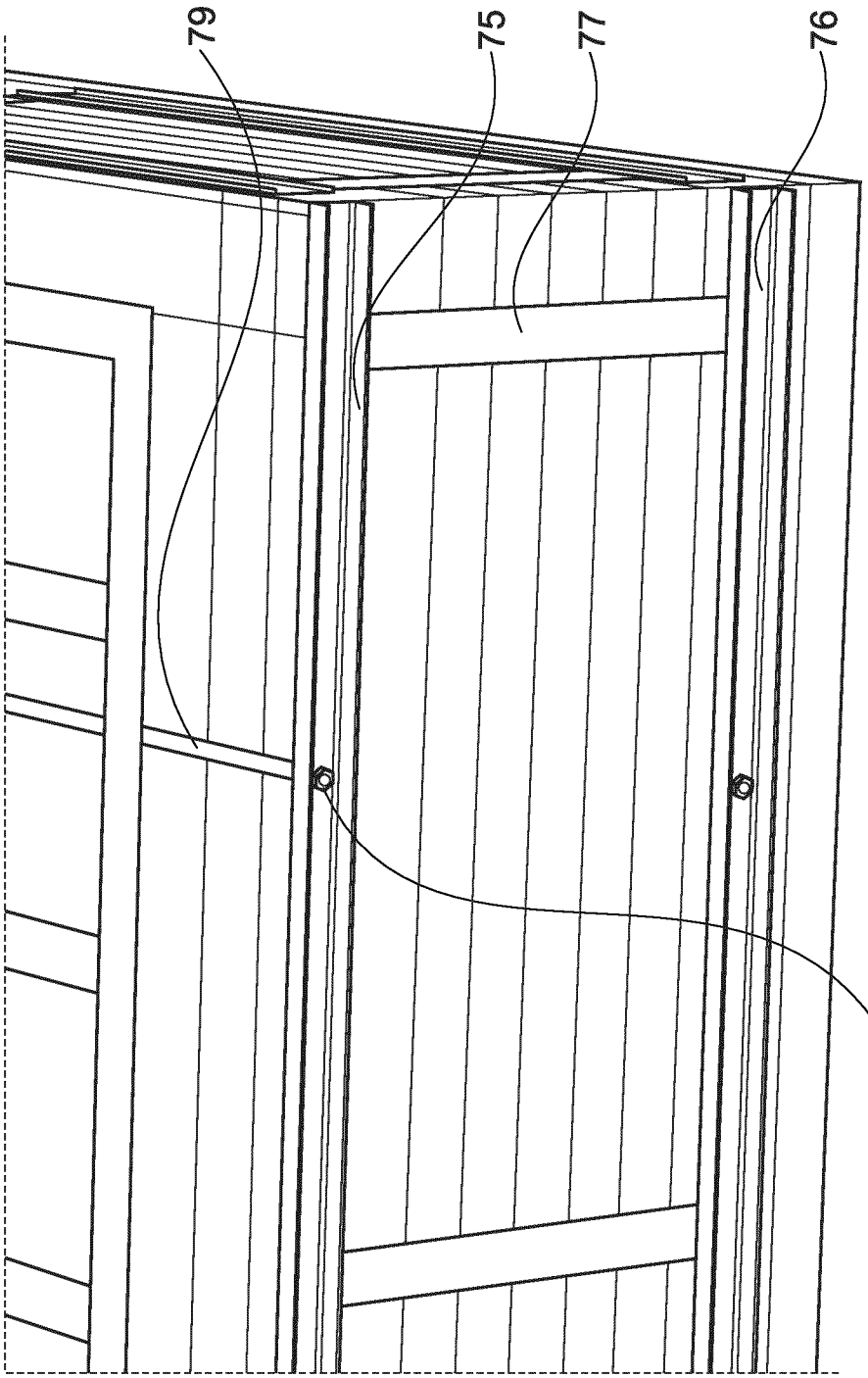


Fig. 14

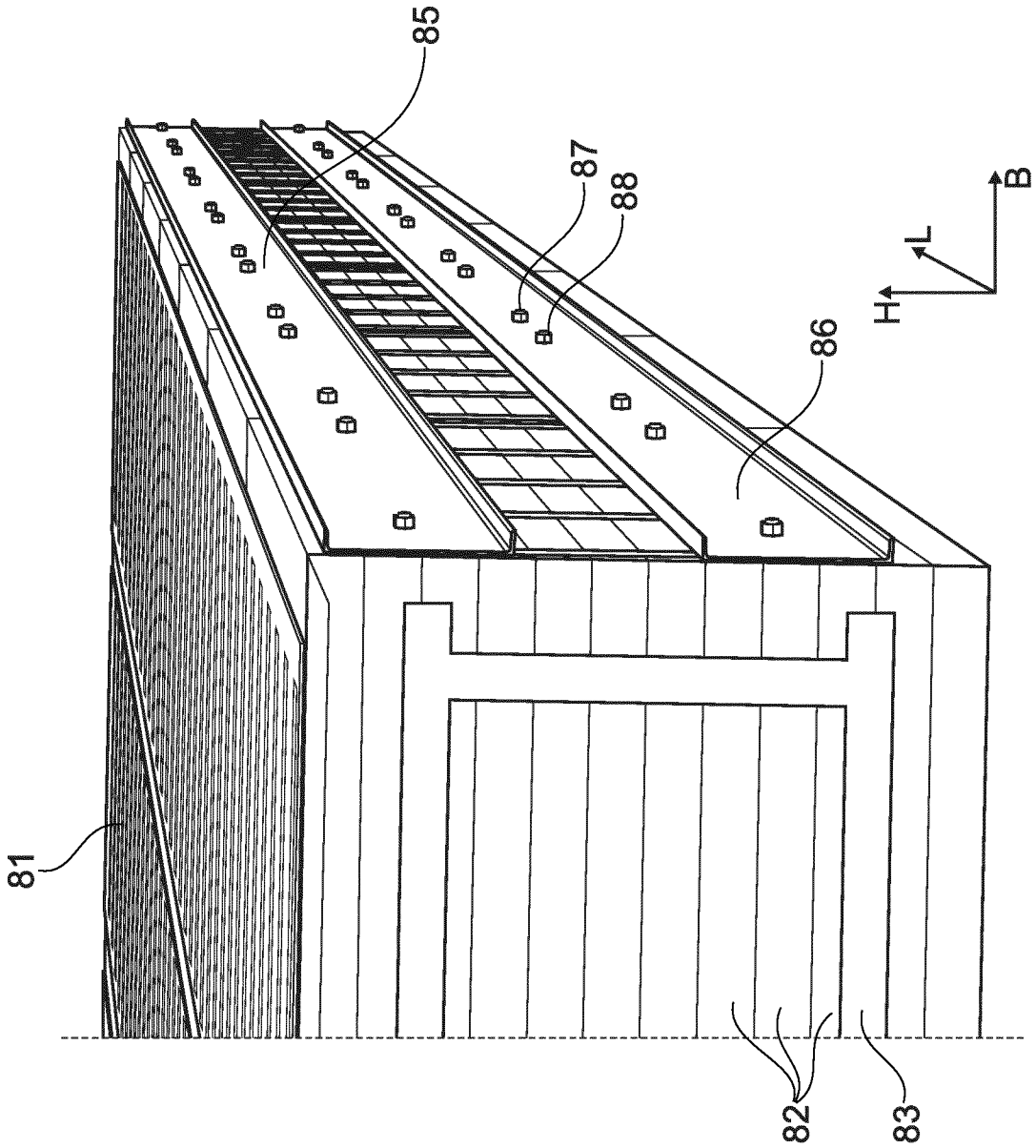


Fig. 15

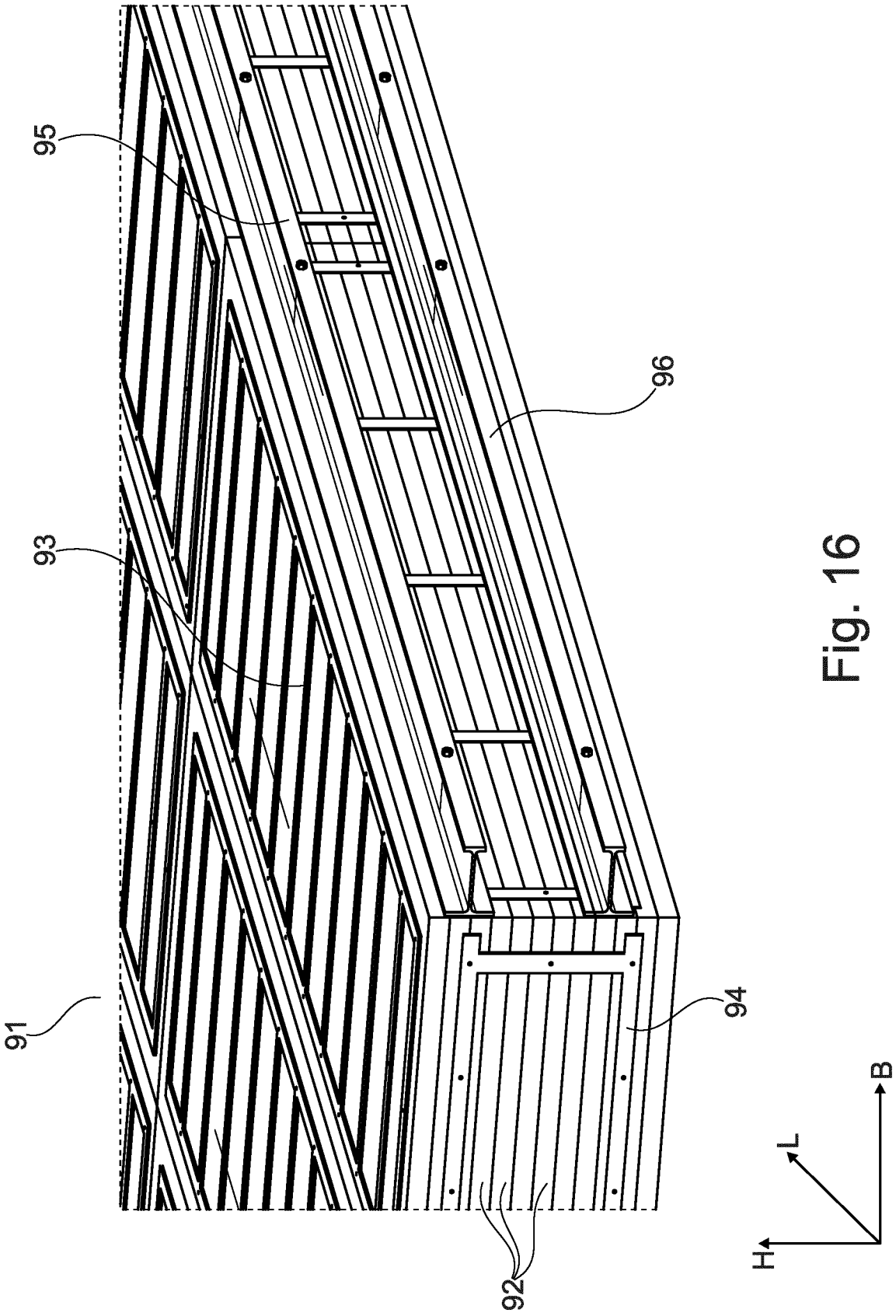


Fig. 16

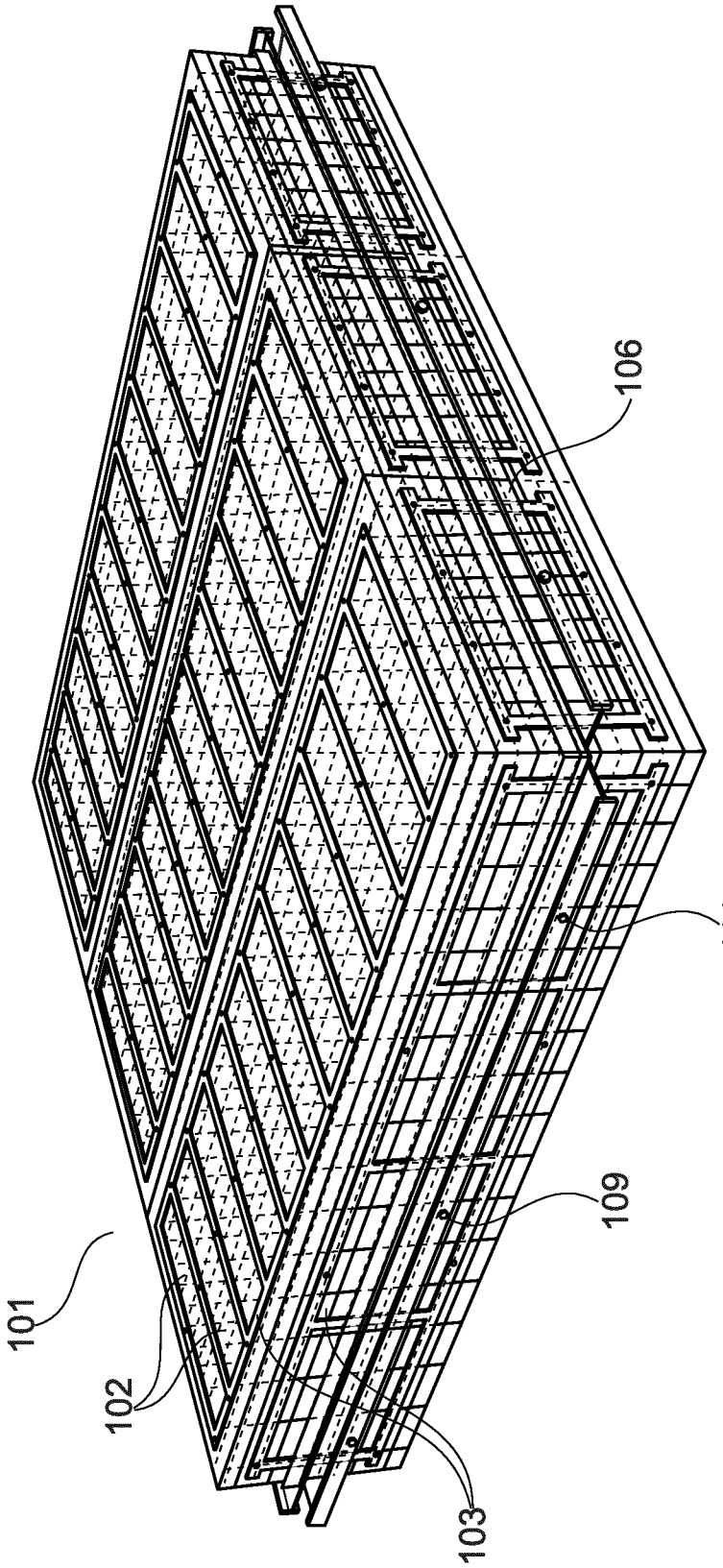


Fig. 17

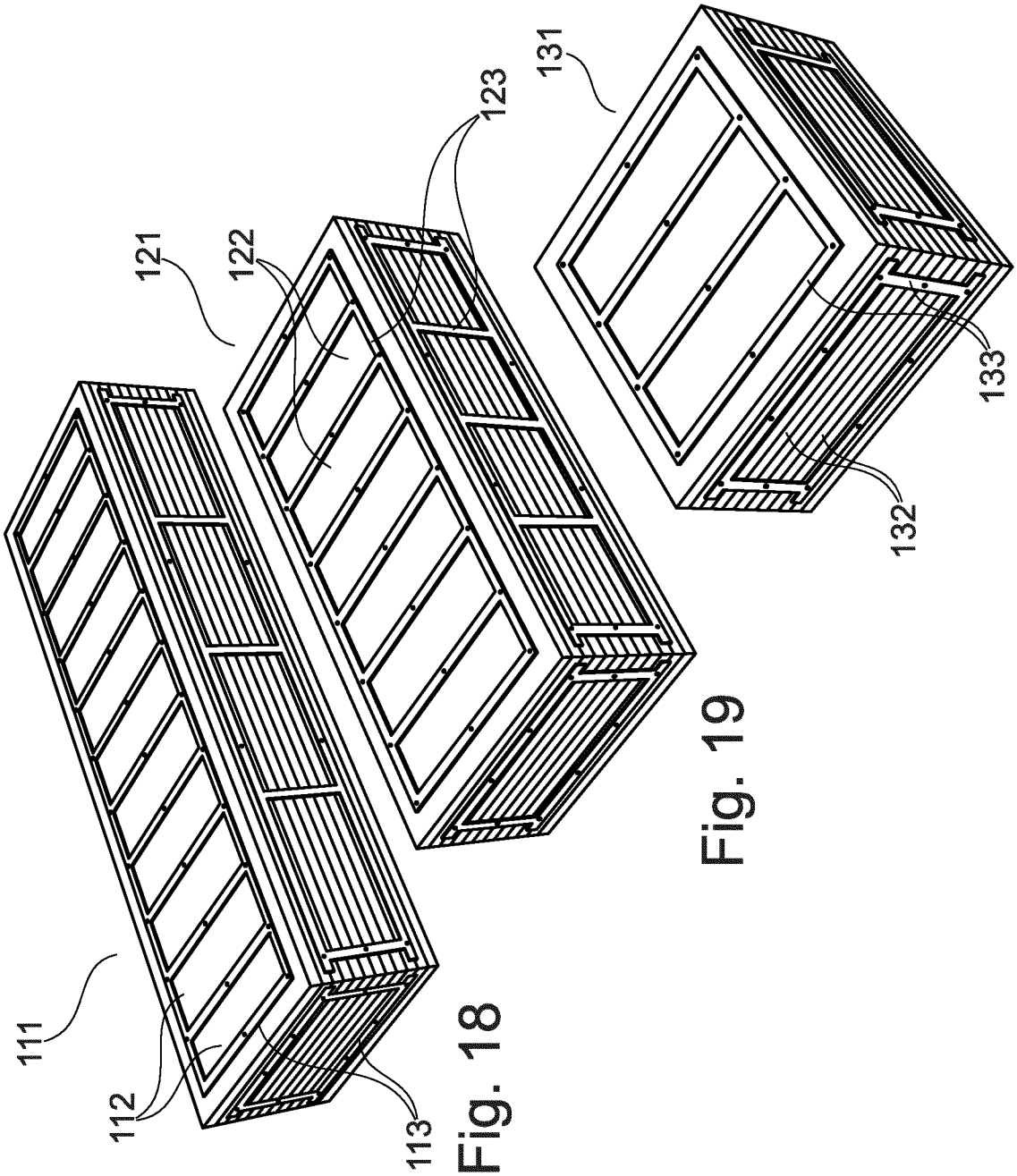


Fig. 18

Fig. 19

Fig. 20

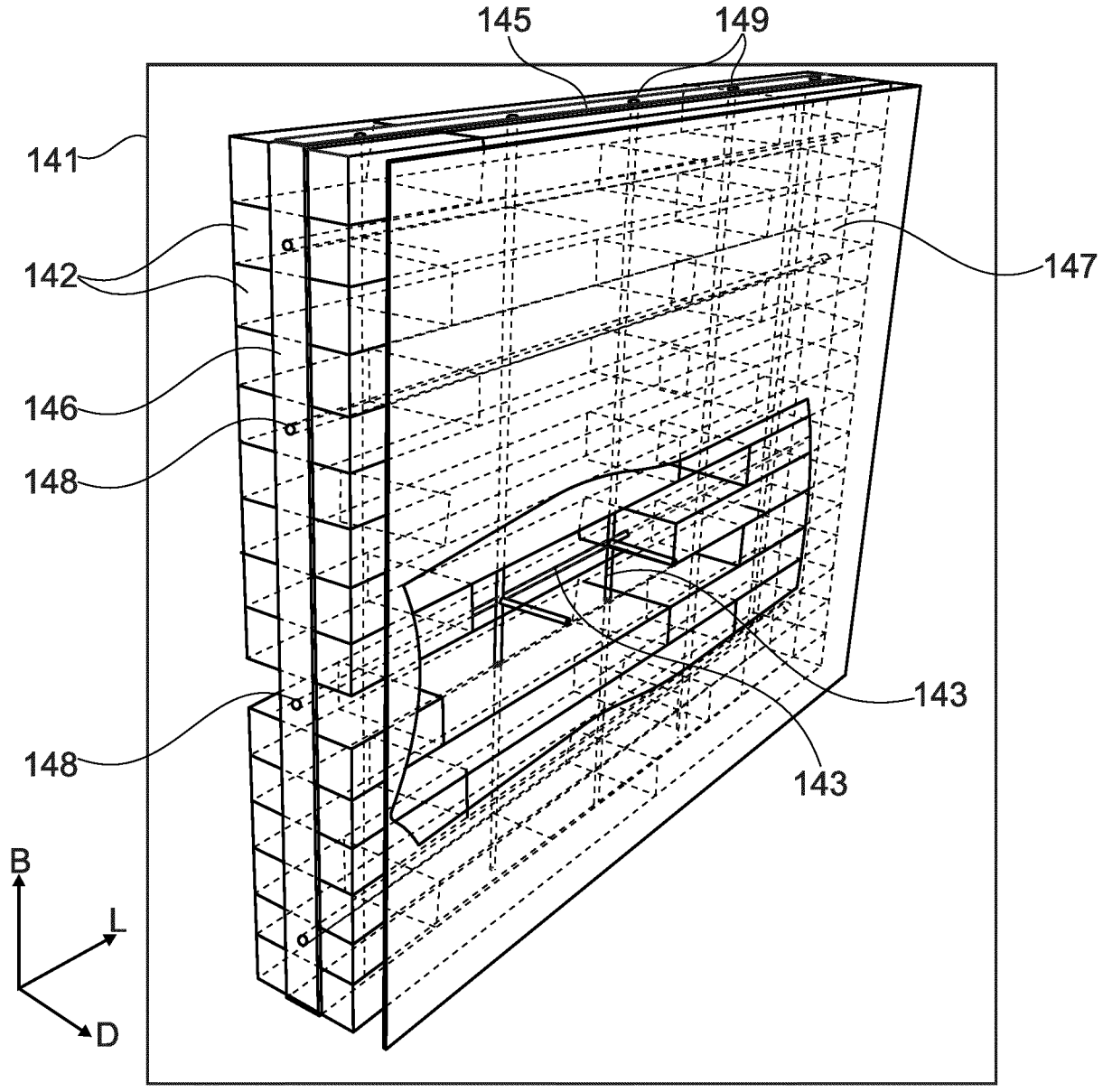


Fig. 21

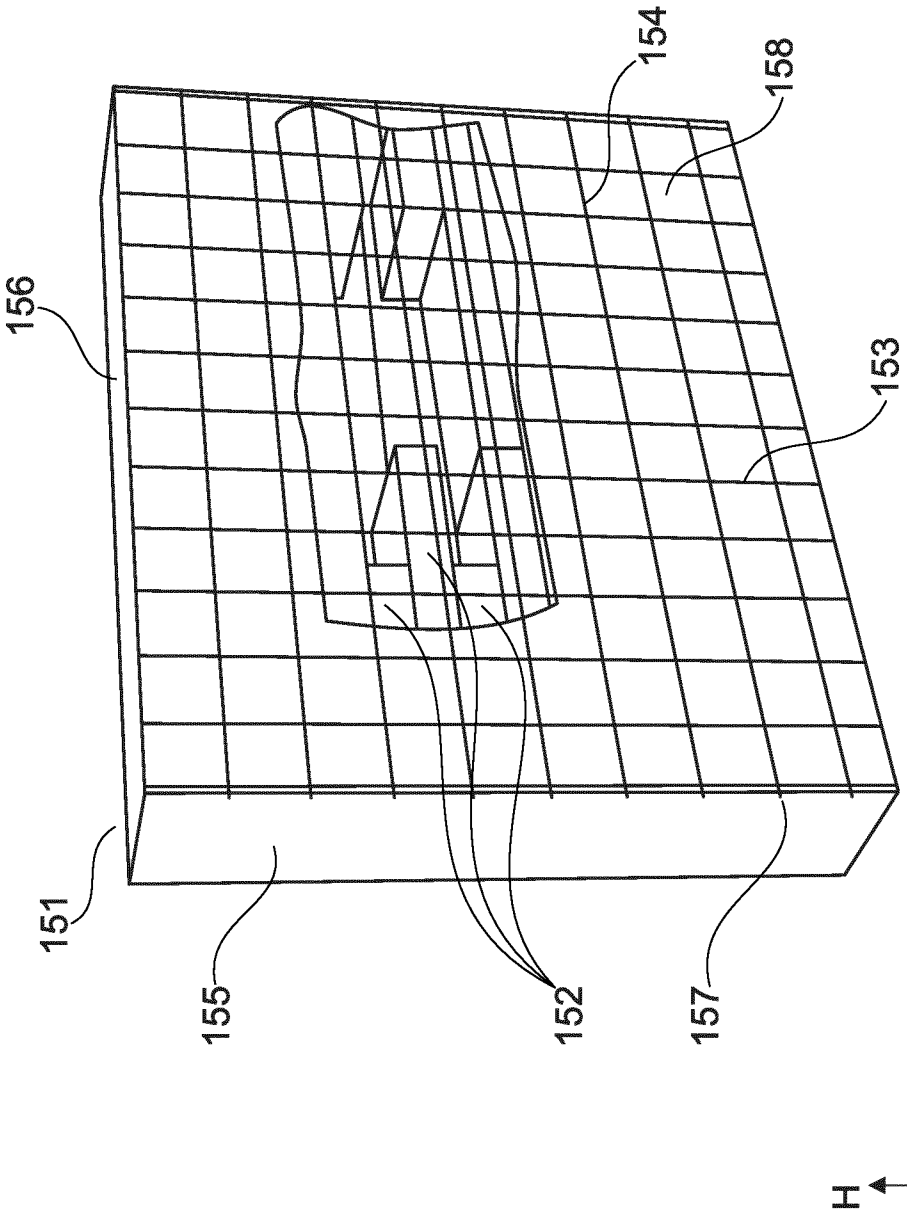


Fig. 22

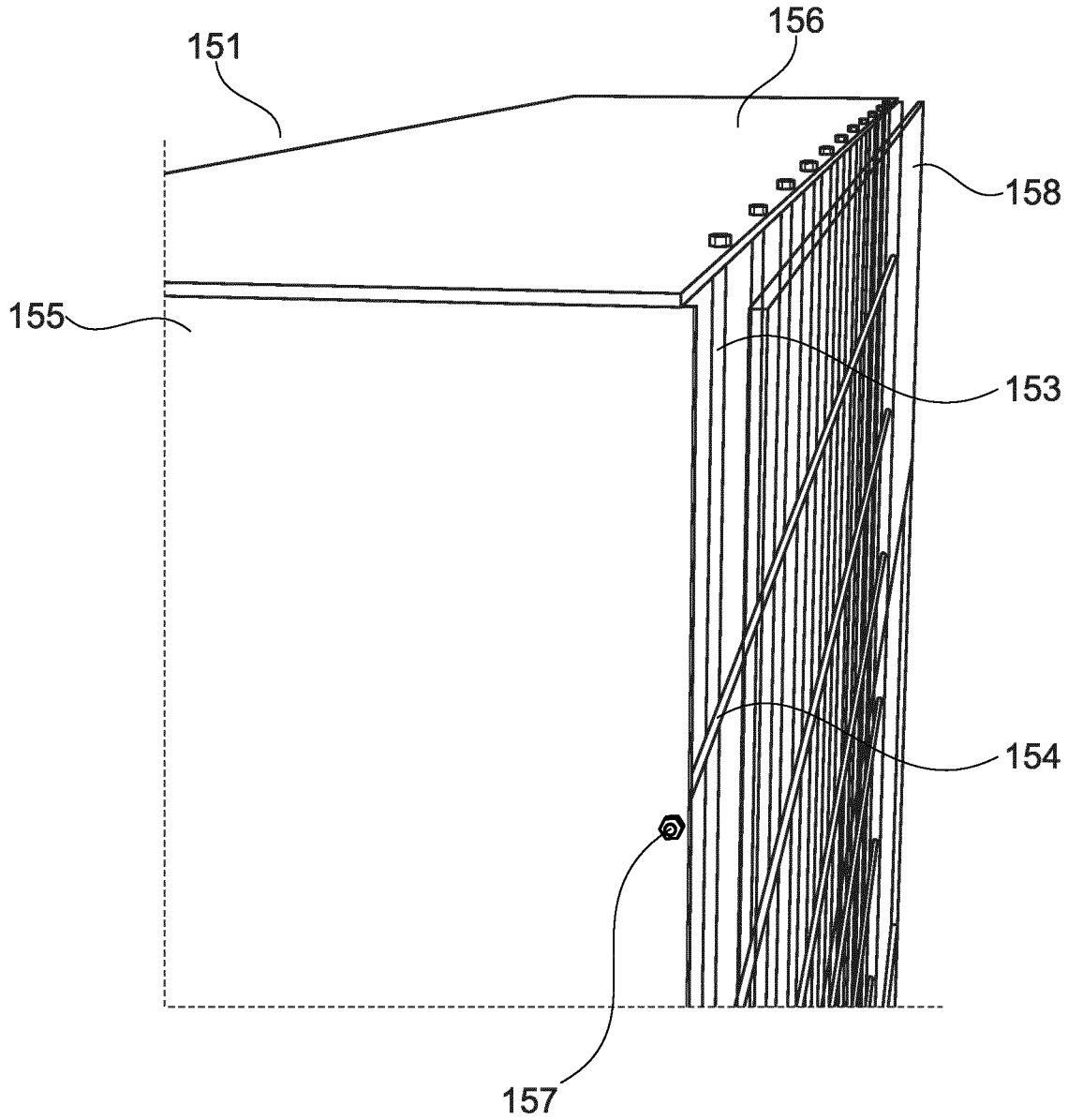


Fig. 23

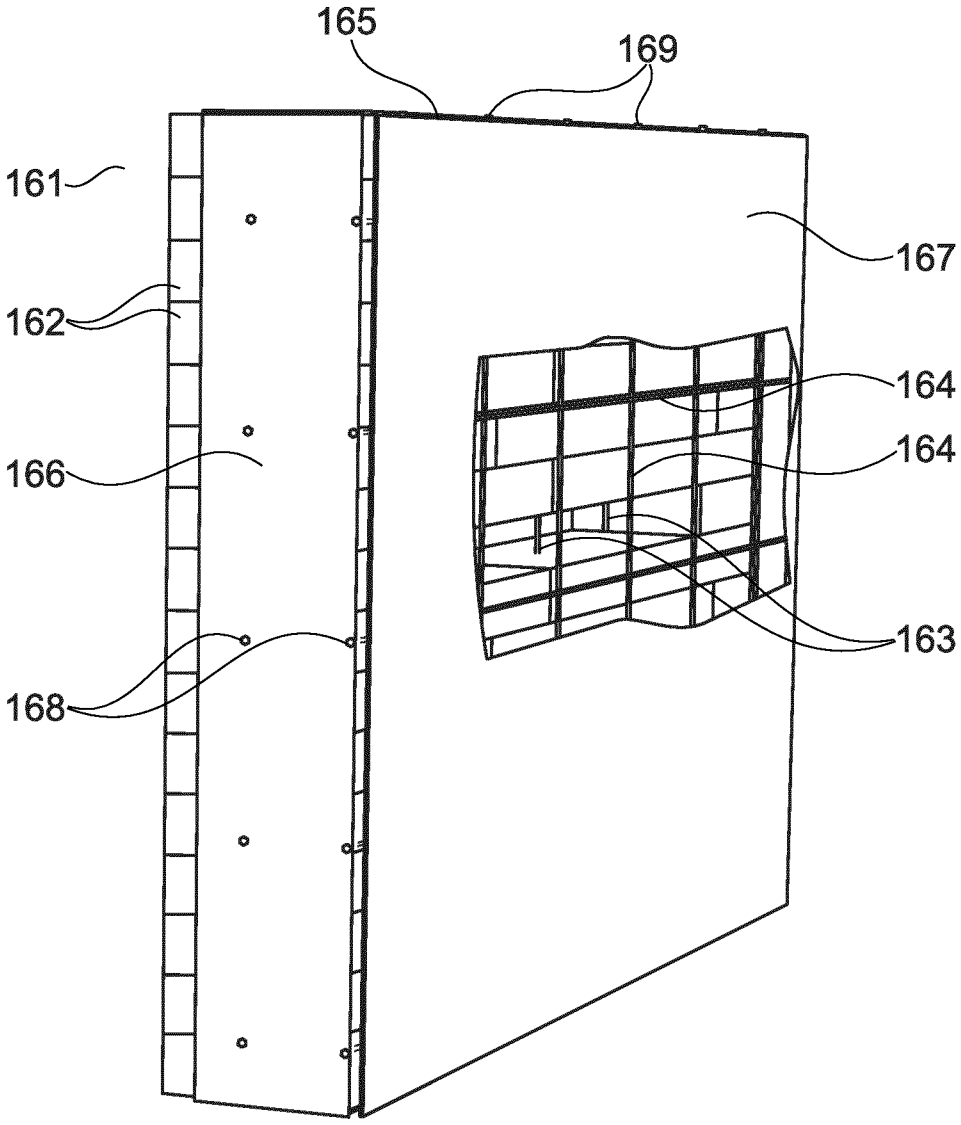


Fig. 24

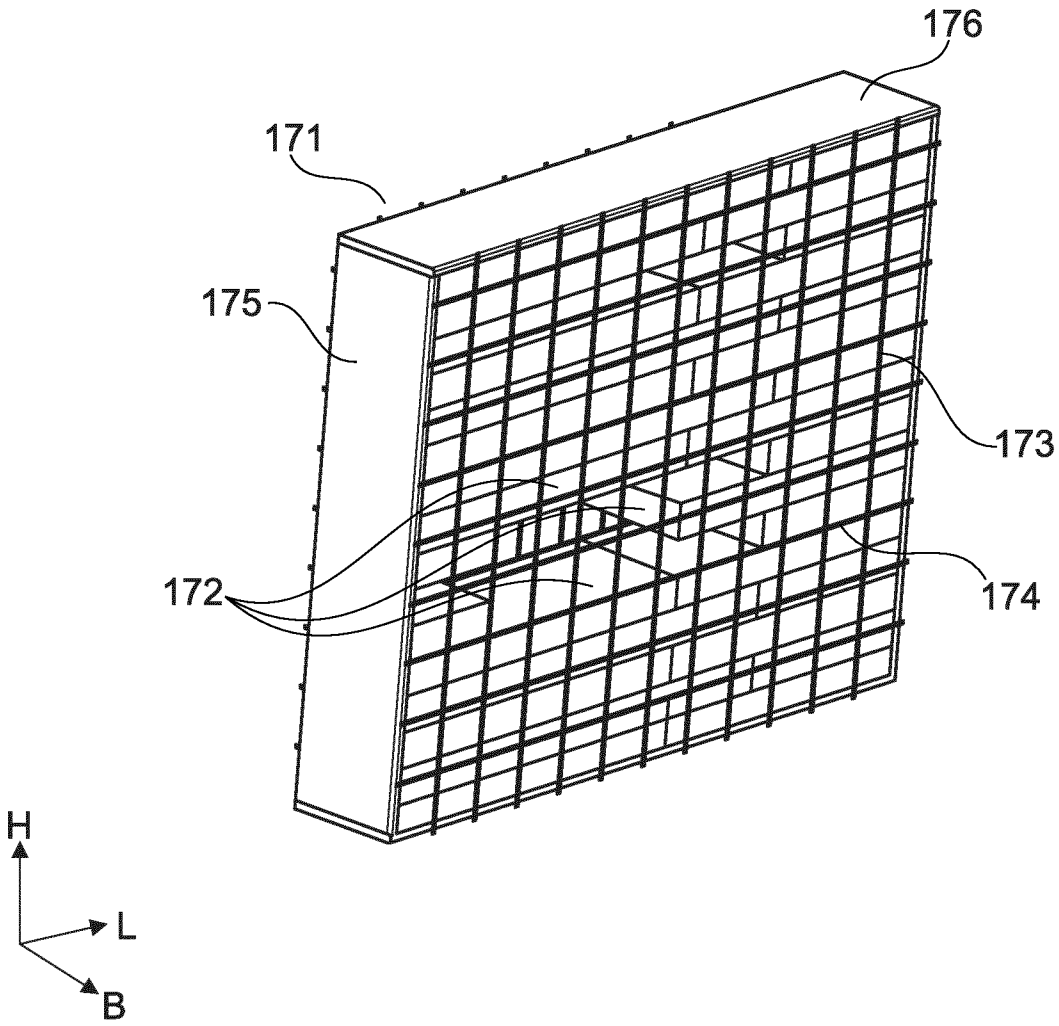


Fig. 25

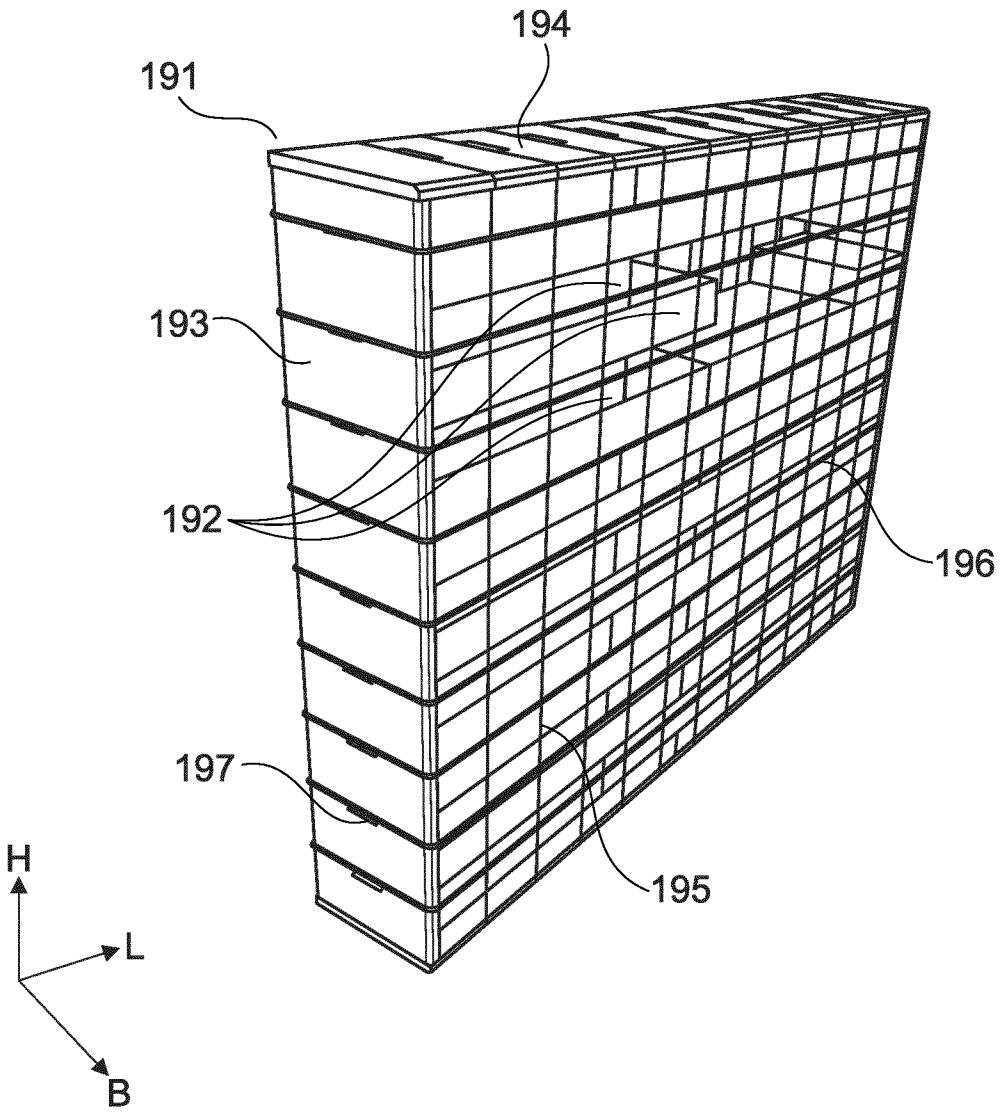


Fig. 26

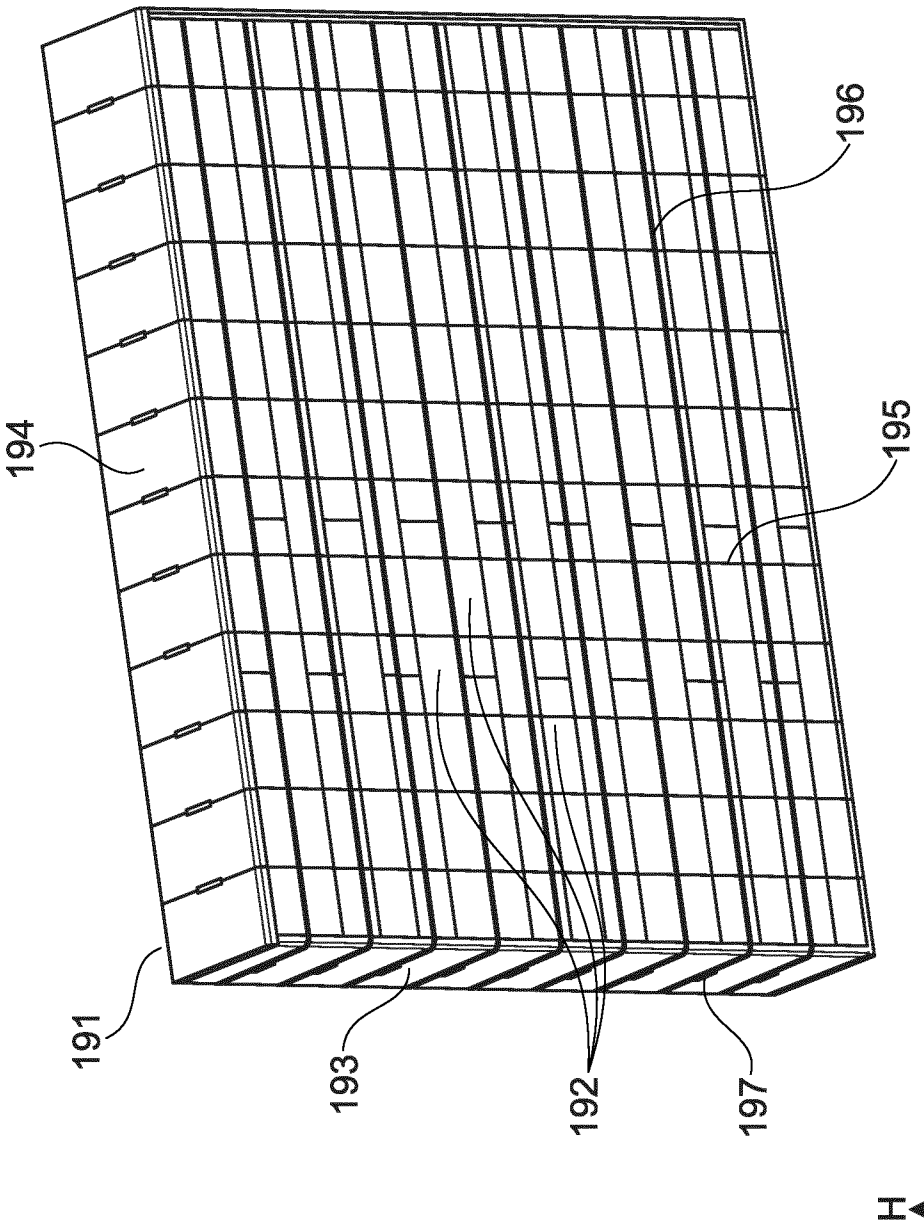


Fig. 27

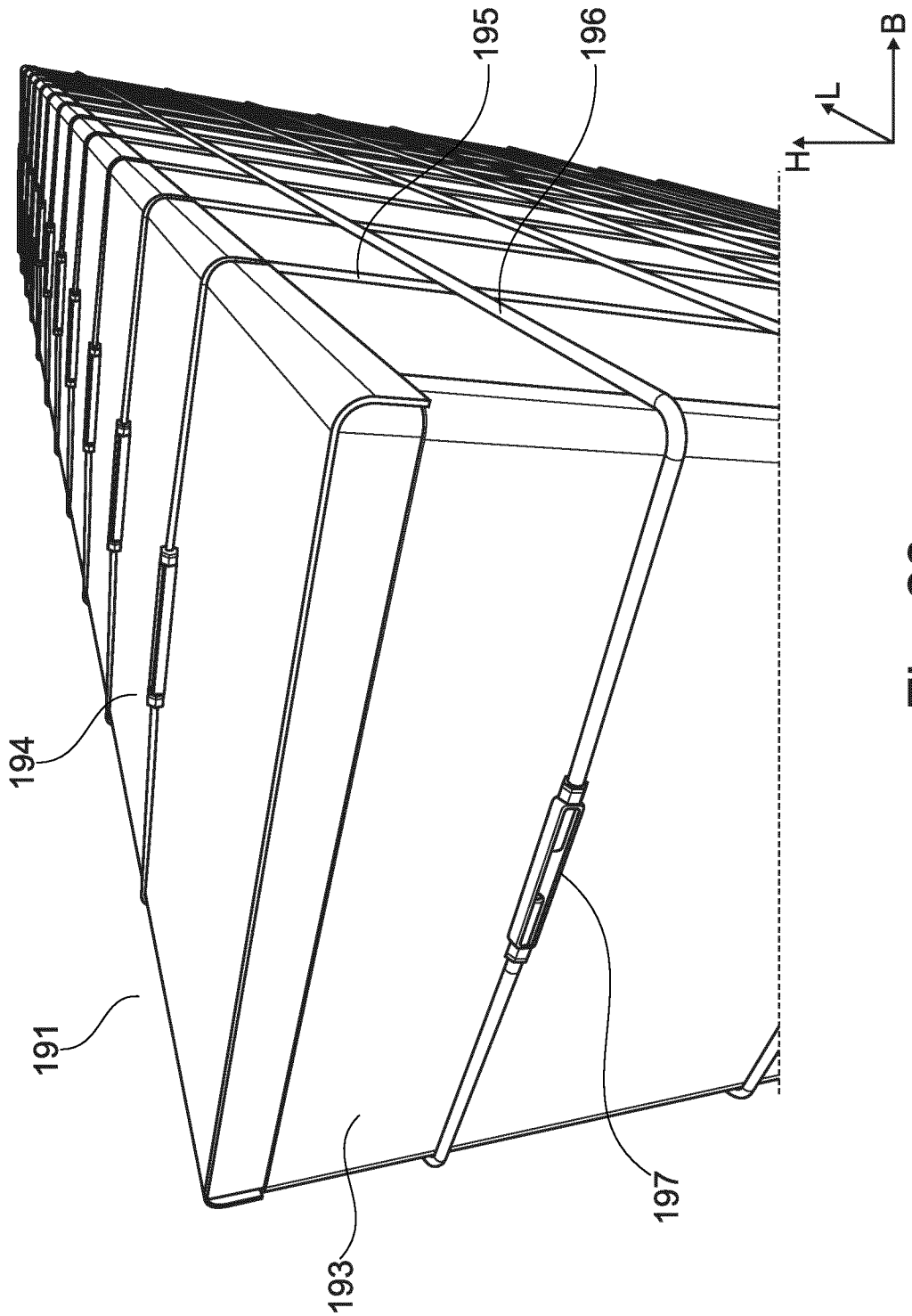


Fig. 28

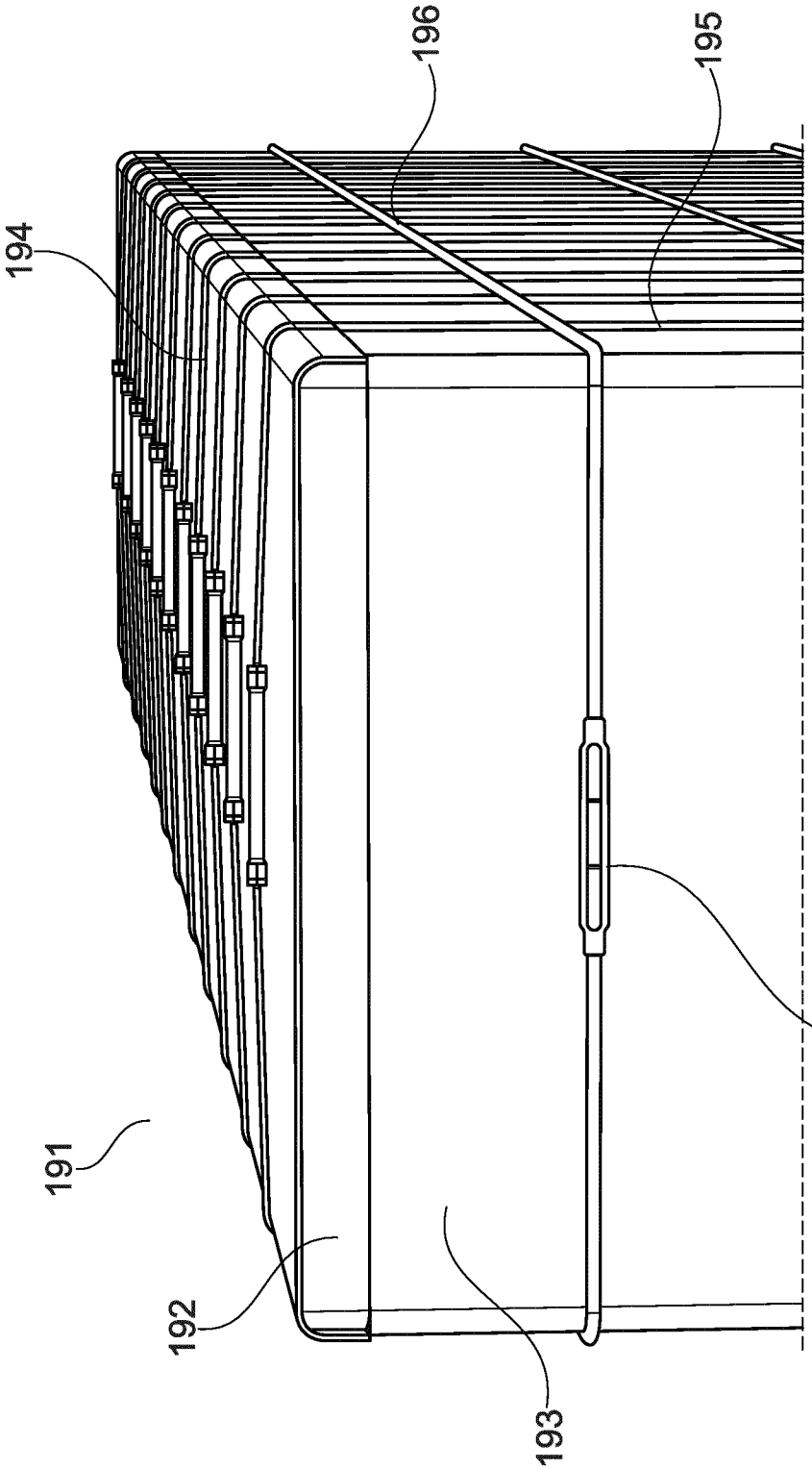


Fig. 29

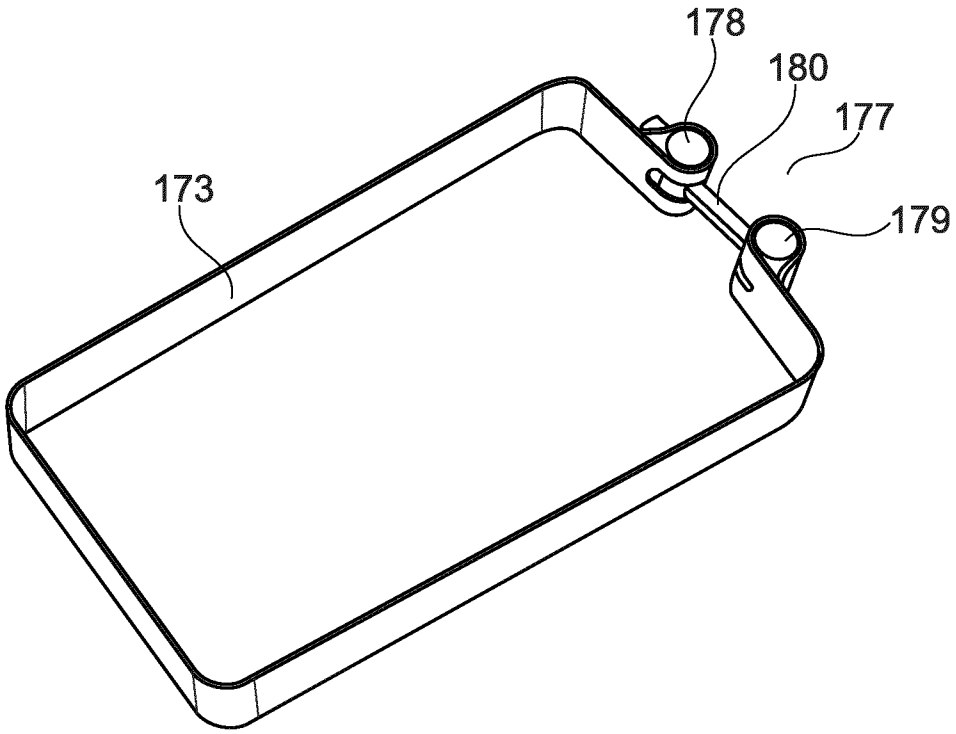


Fig. 30

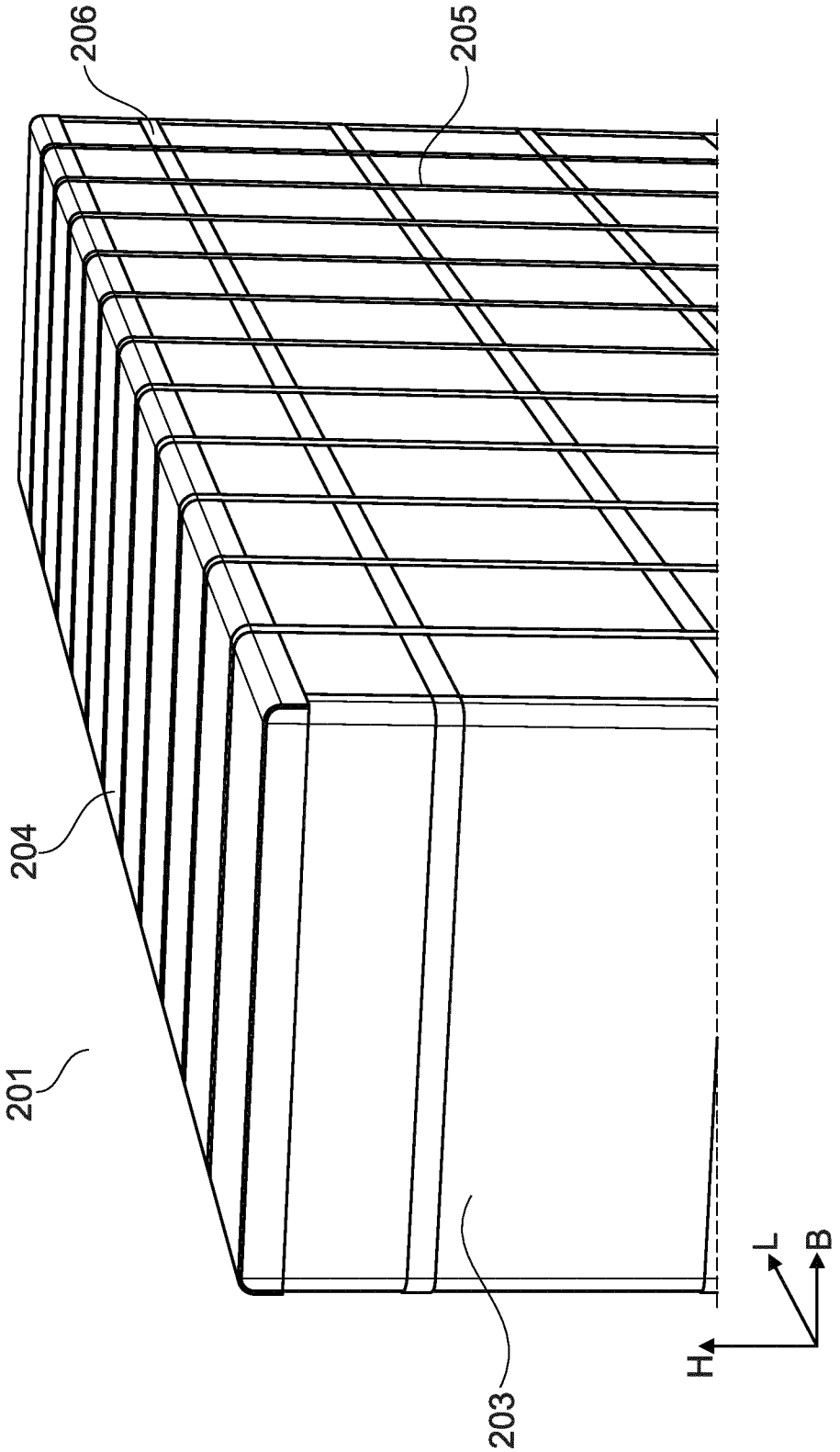


Fig. 31

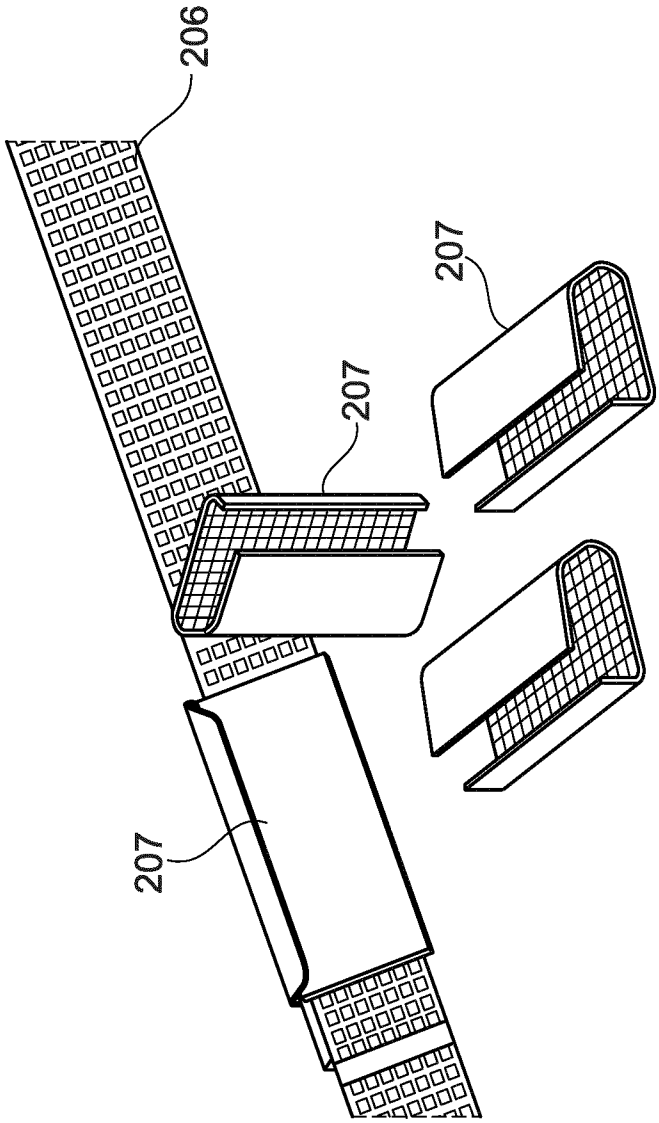


Fig. 32

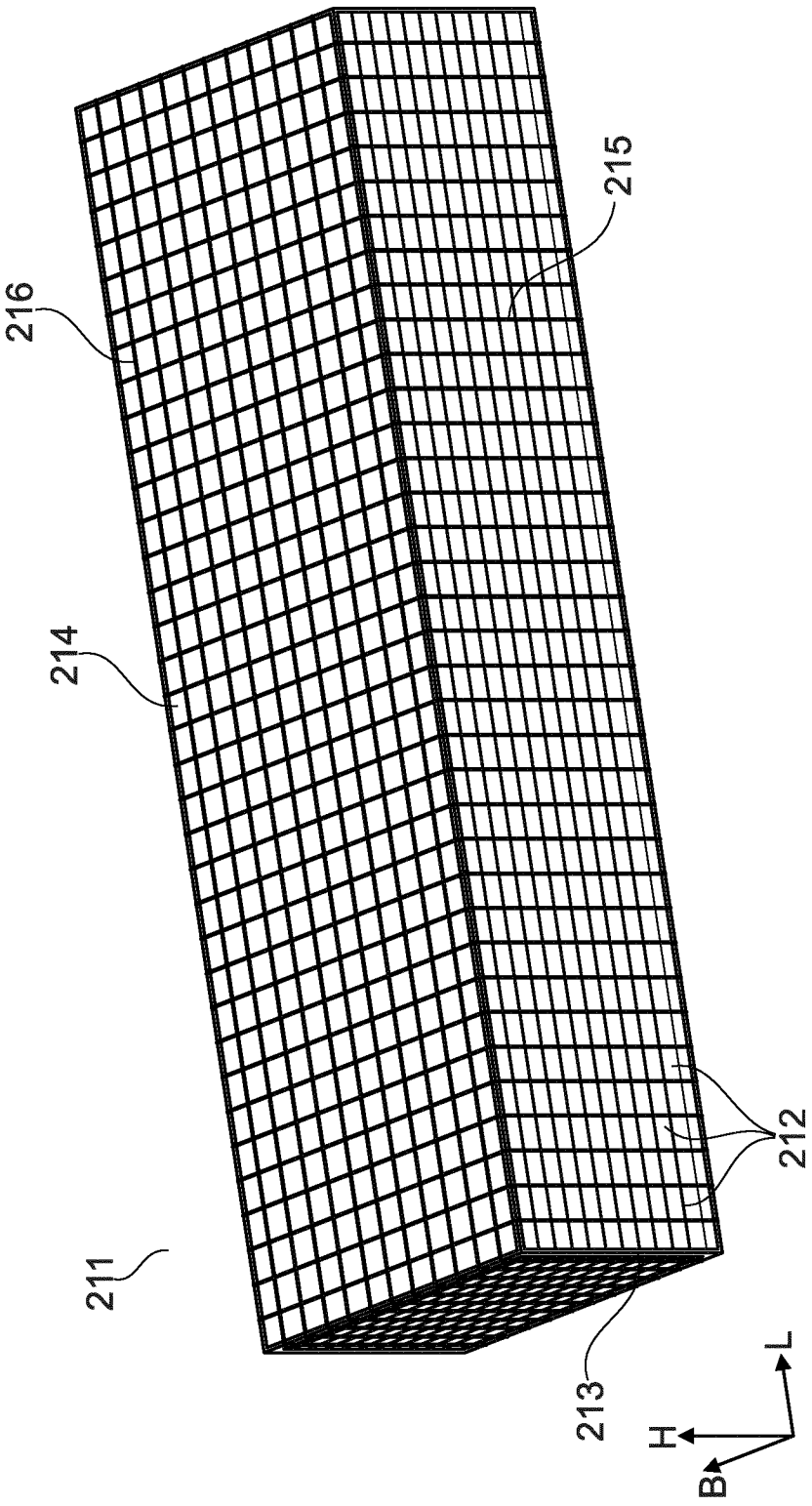


Fig. 33

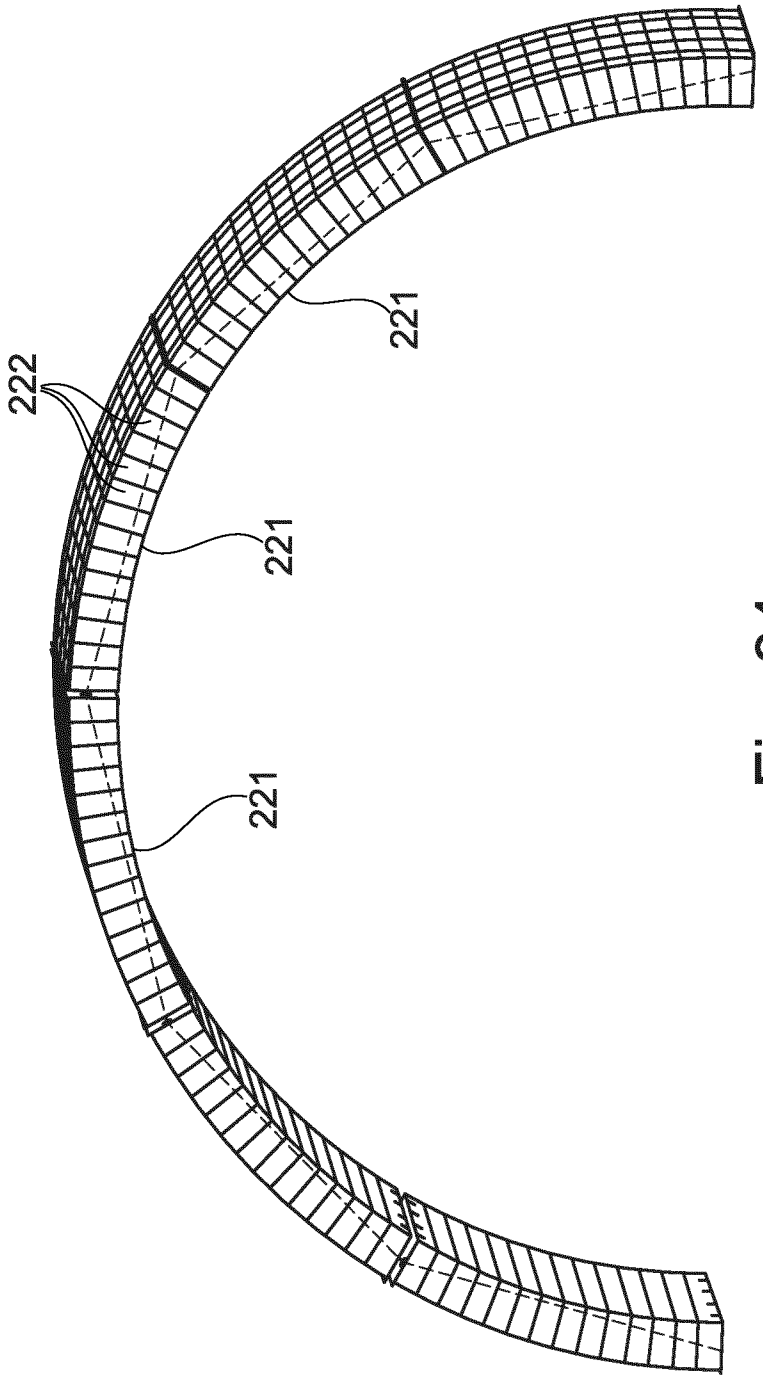


Fig. 34

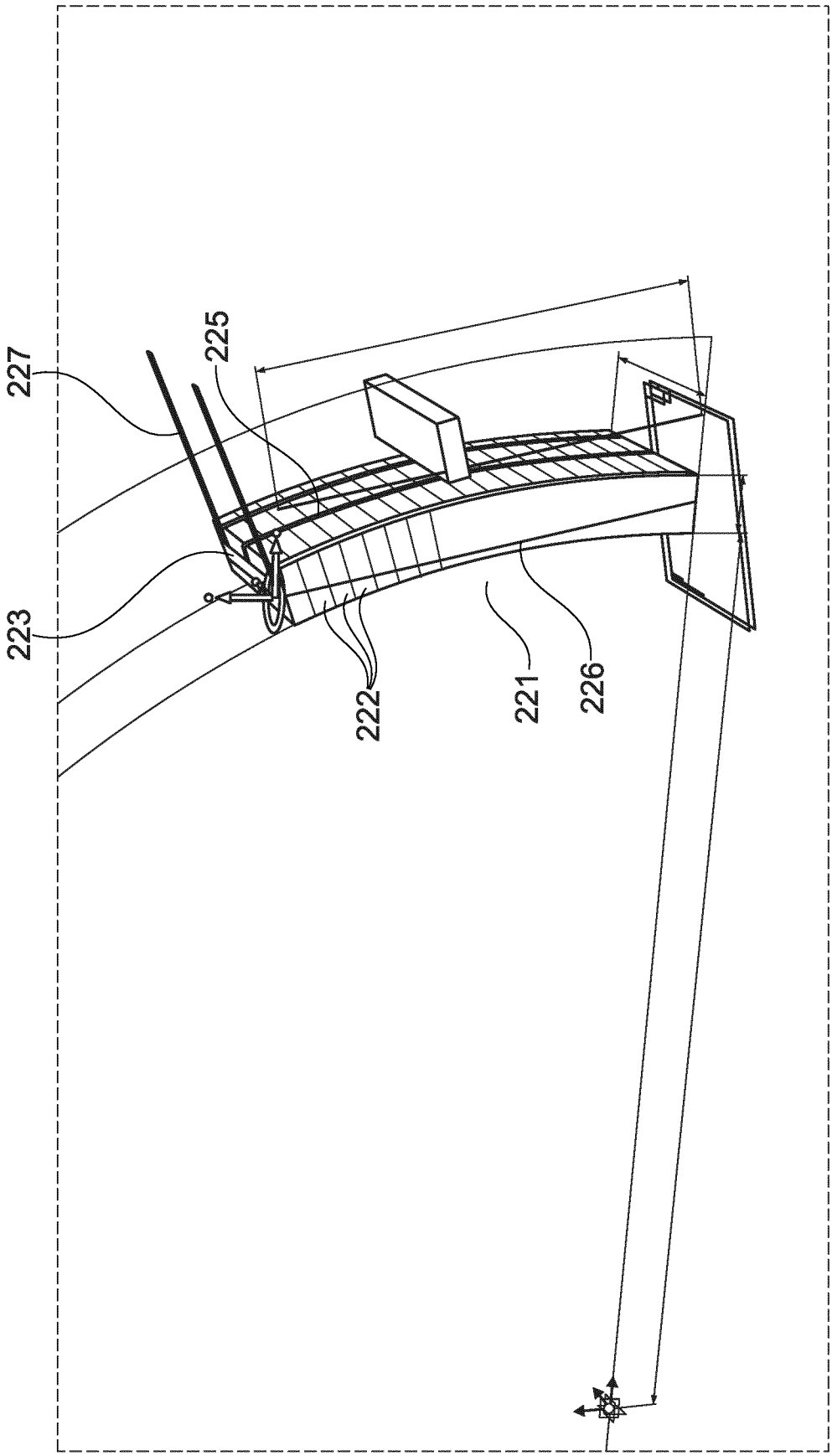


Fig. 35

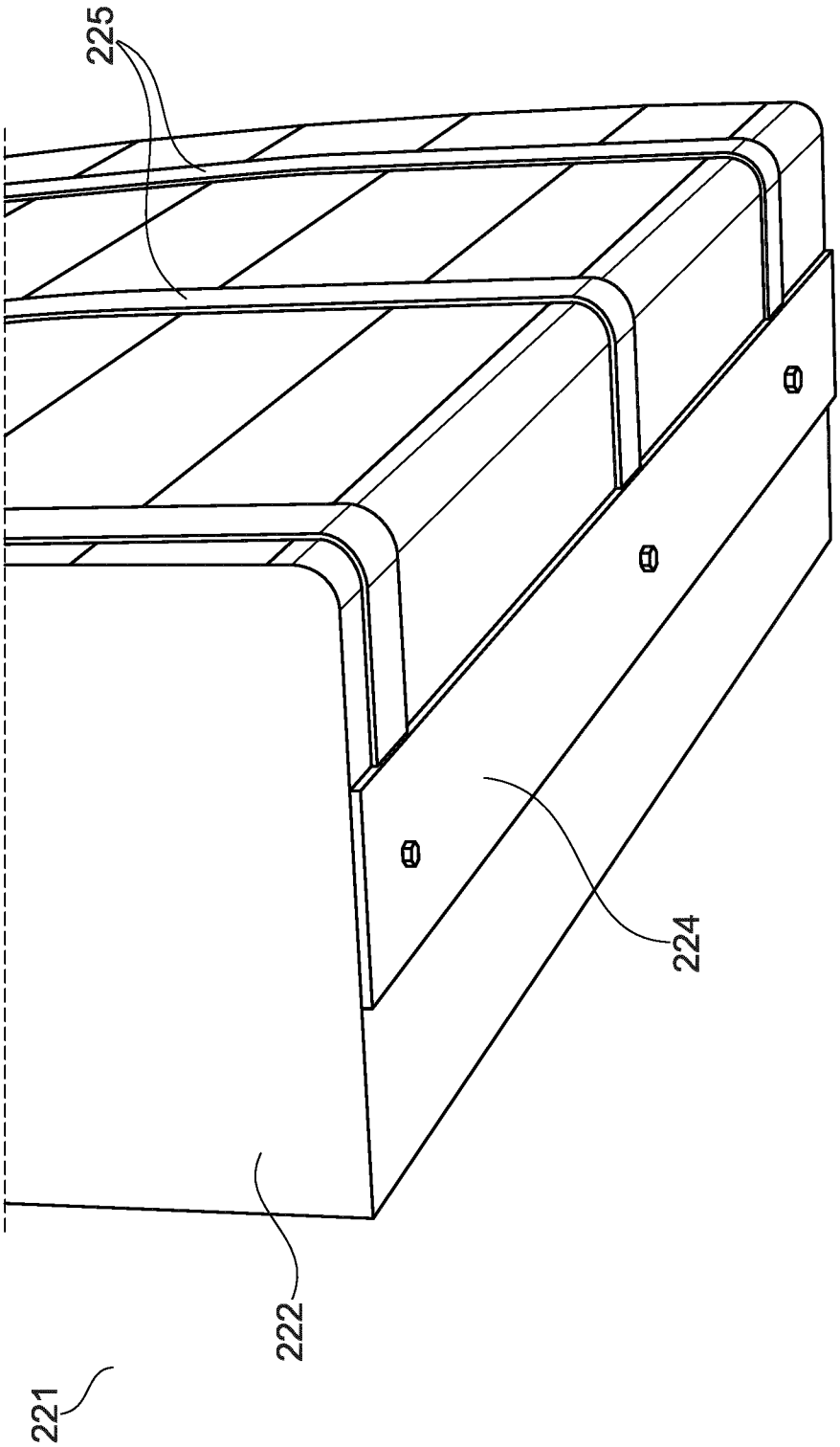


Fig. 36

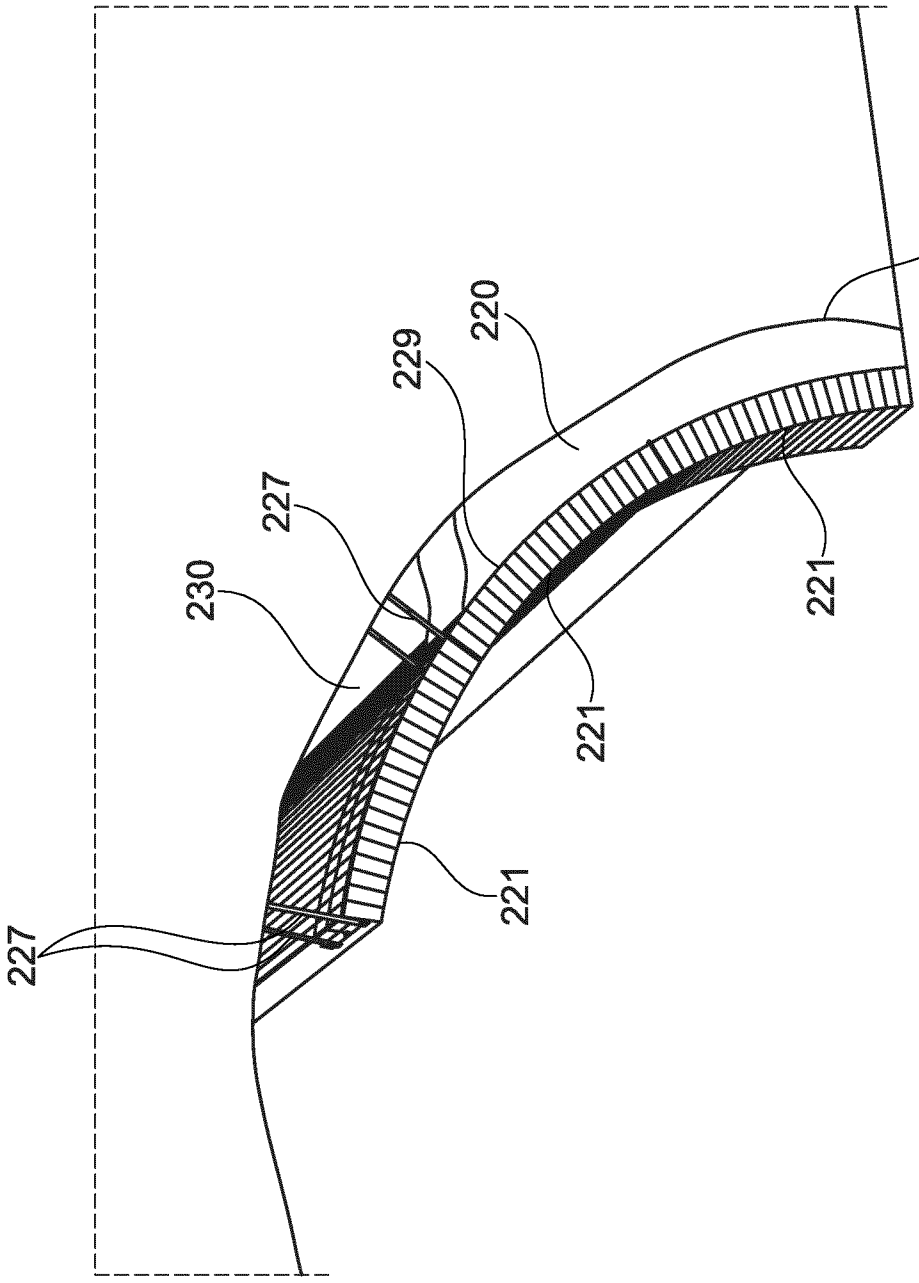


Fig. 37

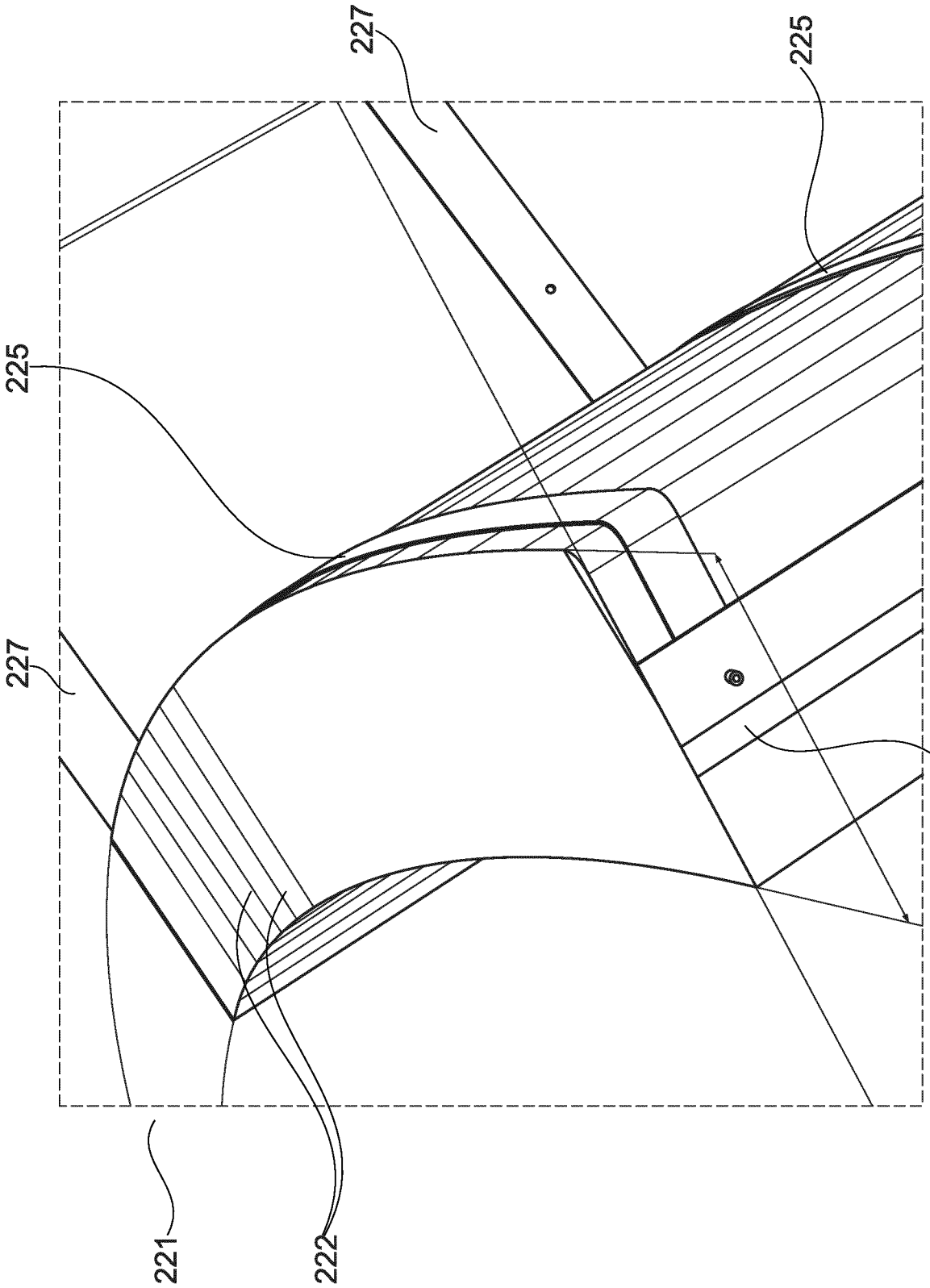


Fig. 38

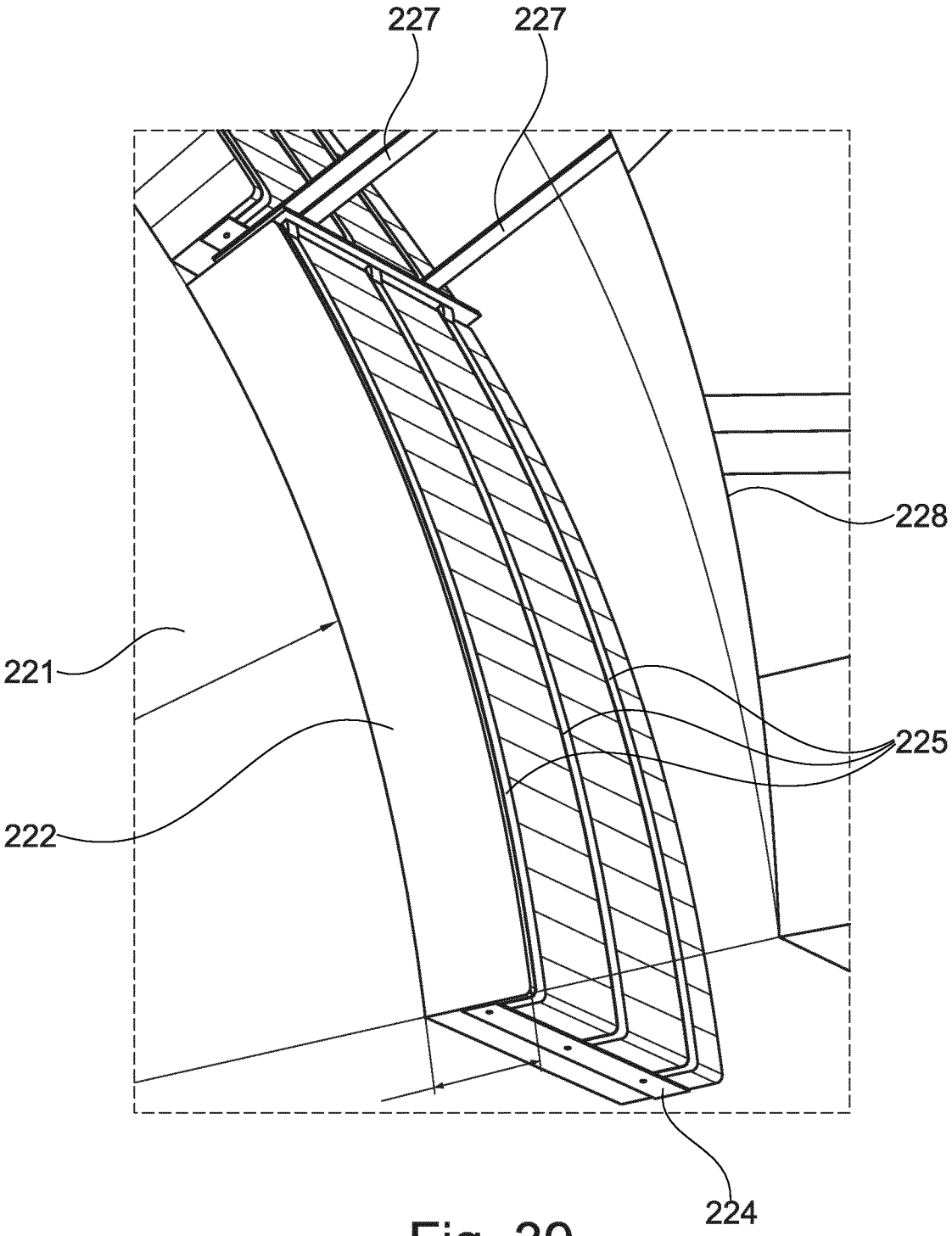


Fig. 39

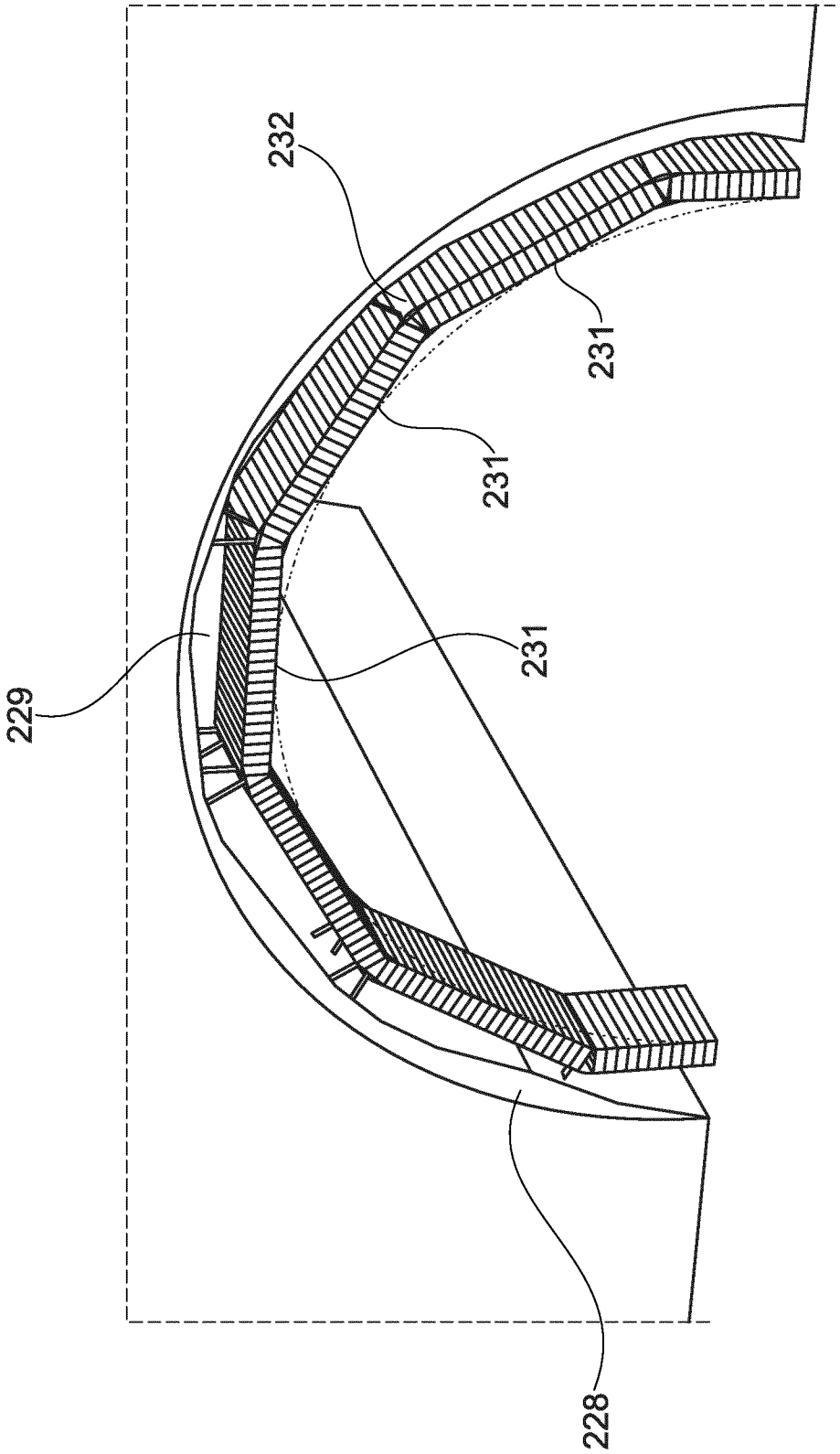


Fig. 40

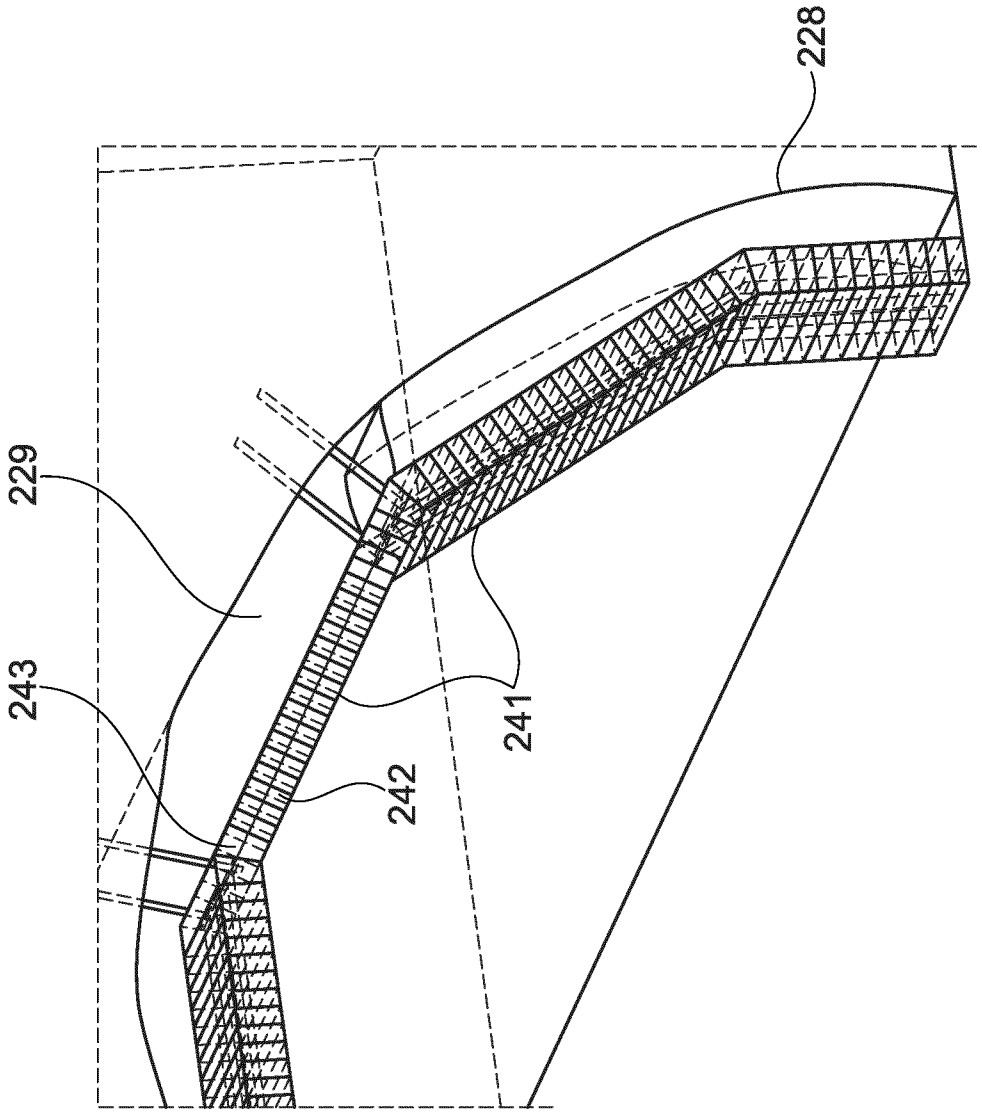


Fig. 41

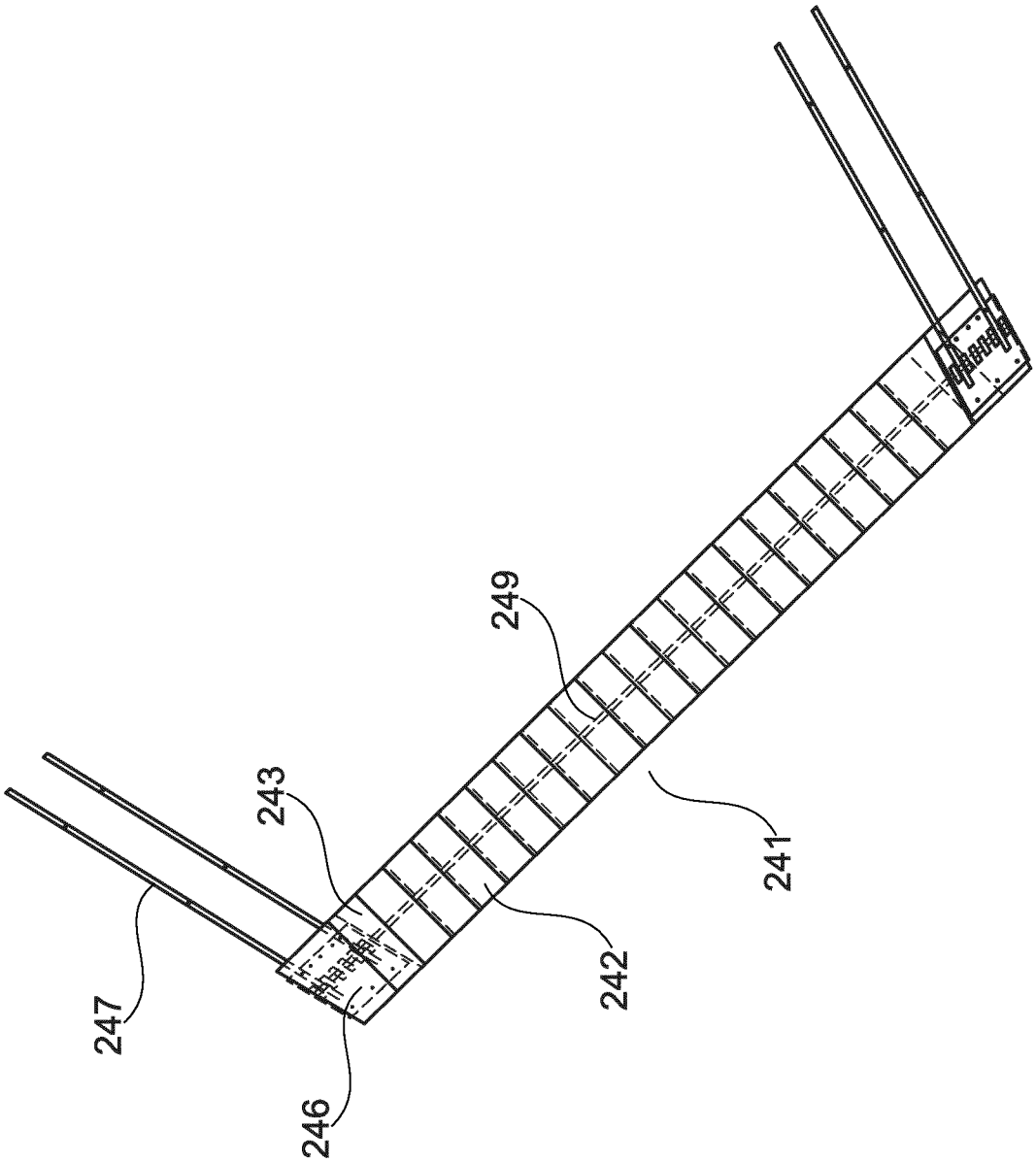


Fig. 42

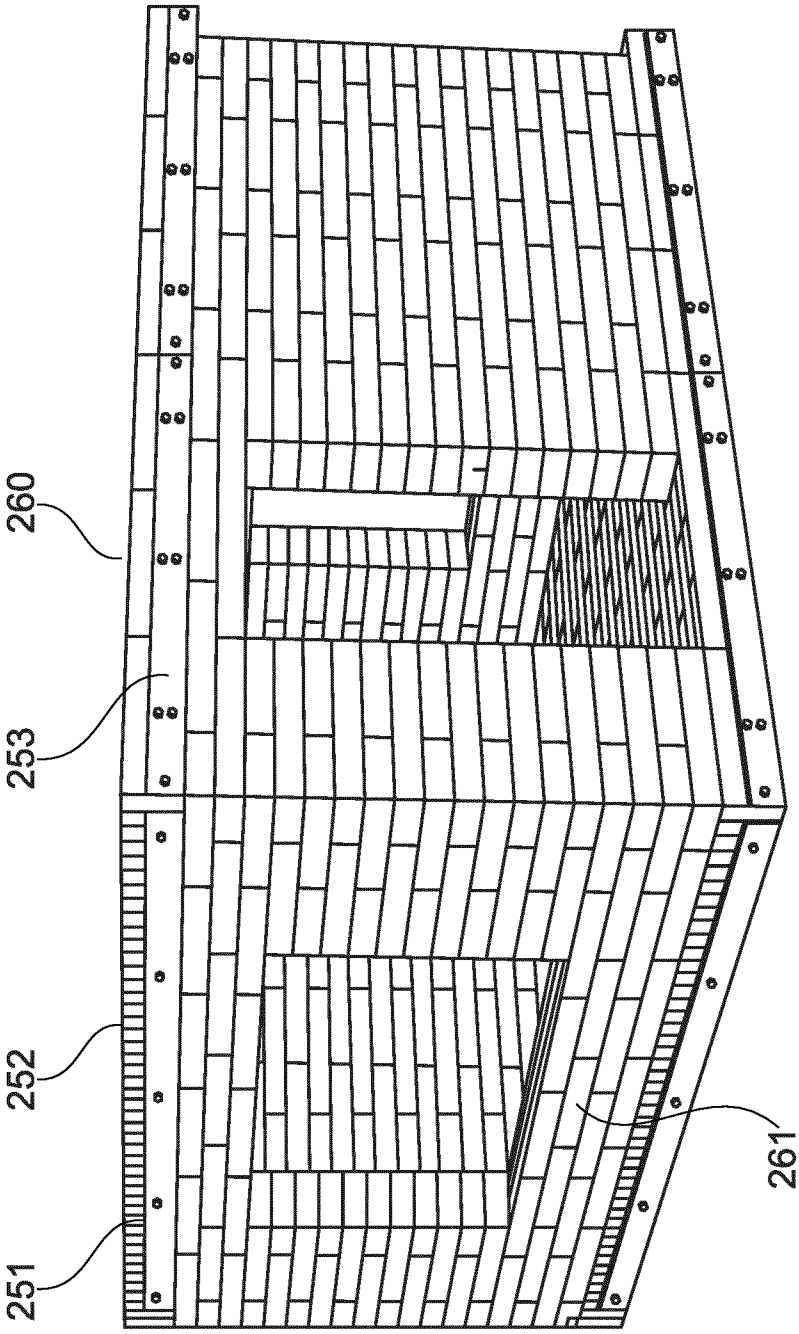


Fig. 43

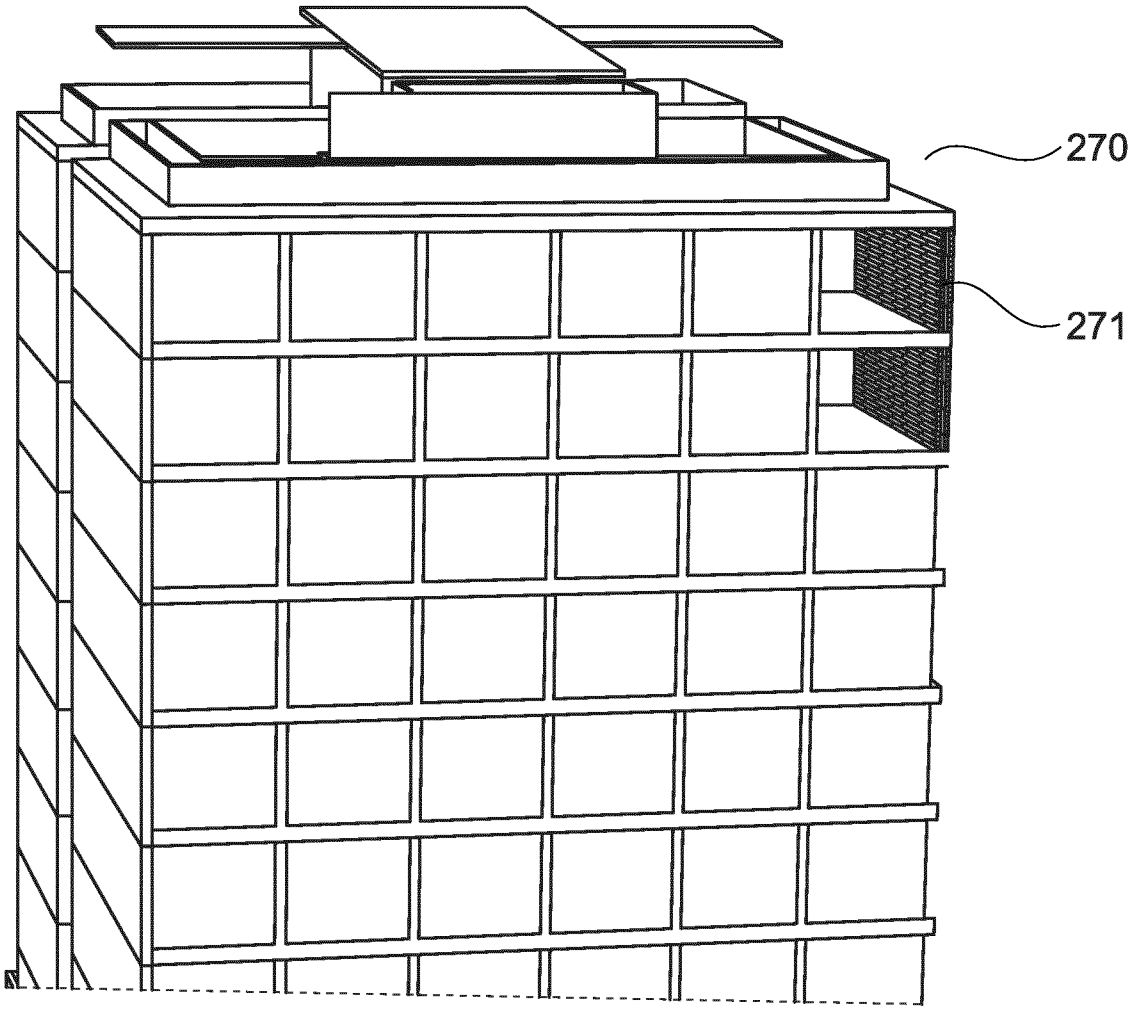


Fig. 44

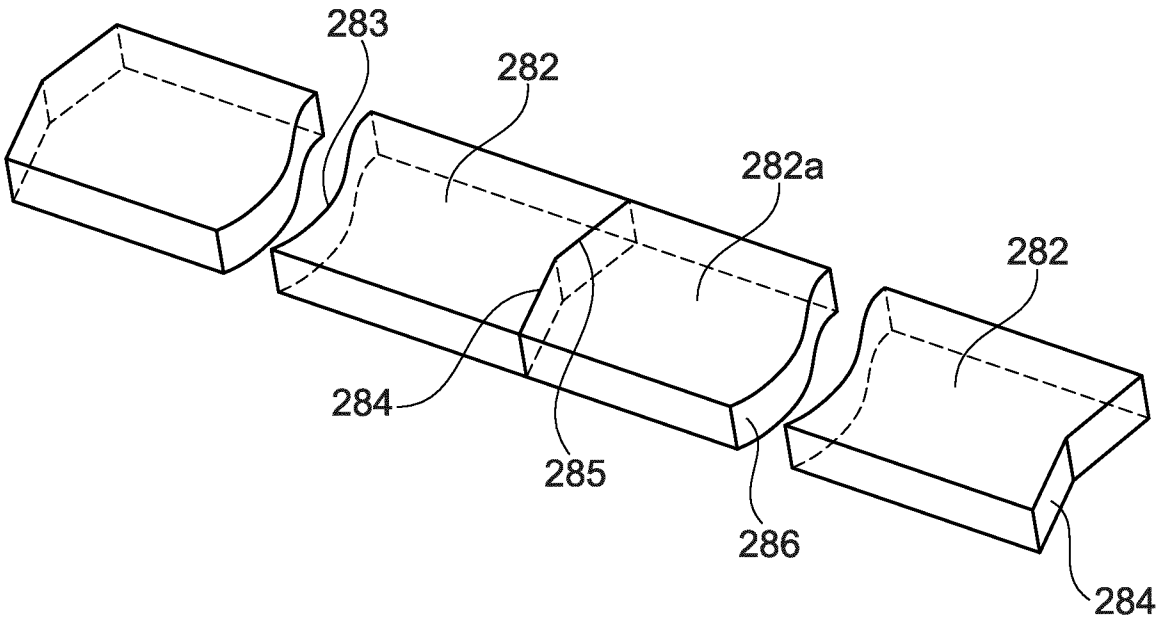

283
282
282a
282
284
285
286
284

Fig. 45

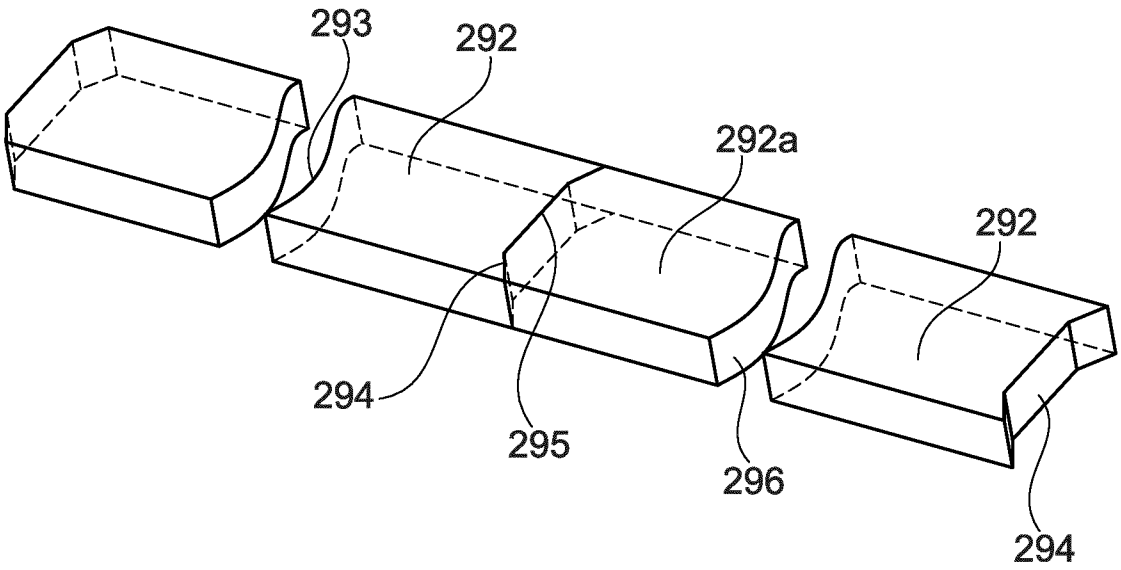

293
292
292a
292
294
295
296
294

Fig. 46

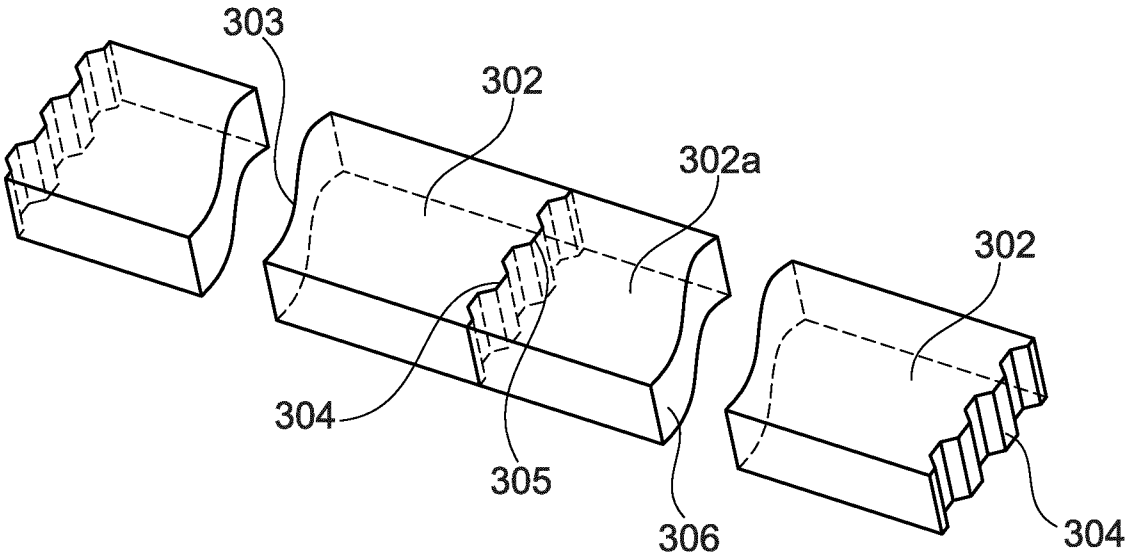


Fig. 47

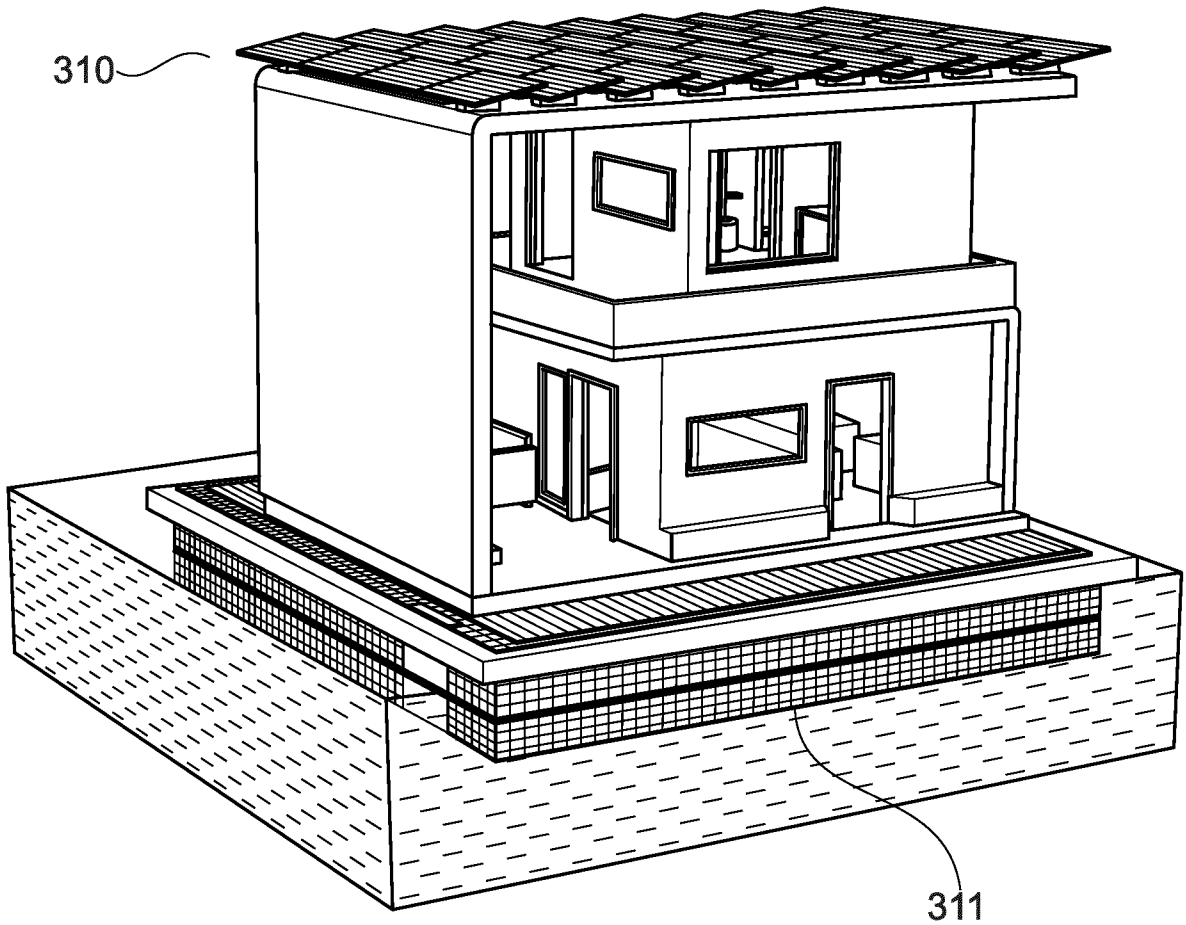


Fig. 48

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/073258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04C 1/40(2006.01)i; ***E04C 2/04***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008245005 A1 (FENNELL HARRY C [US]) 09 October 2008 (2008-10-09) paragraphs [0046] - [0053]; figures 4-6	1-25
X	DE 29818277 U1 (FRINORM AG [LI]) 14 January 1999 (1999-01-14) pages 6-7; figures 2,3	1,6,9,11-15,19-21,23,25
X	US 2014196397 A1 (SOURLIS TOM [US] ET AL) 17 July 2014 (2014-07-17) paragraphs [0037] - [0057]; figures 2,6,7	1,6,9,11-15,19,25

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 December 2022	**09 January 2023**

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. **(+31-70)340-2040**
Facsimile No. **(+31-70)340-3016**

Authorized officer

Saretta, Guido

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/073258

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2008245005 A1	09 October 2008	NONE	
DE 29818277 U1	14 January 1999	AT 413836 B	15 June 2006
		CH 692957 A5	31 December 2002
		DE 29818277 U1	14 January 1999
US 2014196397 A1	17 July 2014	CA 2839798 A1	17 July 2014
		US 2014196397 A1	17 July 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/073258

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E04C1/40 E04C2/04
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
E04C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/245005 A1 (FENNELL HARRY C [US]) 9. Oktober 2008 (2008-10-09) Absätze [0046] - [0053]; Abbildungen 4-6	1-25
X	DE 298 18 277 U1 (FRINORM AG [LI]) 14. Januar 1999 (1999-01-14) Seiten 6-7; Abbildungen 2,3	1,6,9, 11-15, 19-21, 23,25
X	US 2014/196397 A1 (SOURLIS TOM [US] ET AL) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Absätze [0037] - [0057]; Abbildungen 2,6,7	1,6,9, 11-15, 19,25

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Dezember 2022	09/01/2023

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Saretta, Guido

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/073258

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008245005 A1	09-10-2008	KEINE	
DE 29818277 U1	14-01-1999	AT 413836 B	15-06-2006
		CH 692957 A5	31-12-2002
		DE 29818277 U1	14-01-1999
US 2014196397 A1	17-07-2014	CA 2839798 A1	17-07-2014
		US 2014196397 A1	17-07-2014