(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-529746
(P2024-529746A)
(43)公表日　令和6年8月8日(2024.8.8)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
E04C 2/04 (2006.01)		E04C	2/04	Z	2E162

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全44頁）

(21)出願番号　特願2024-509522(P2024-509522)
(86)(22)出願日　令和4年8月19日(2022.8.19)
(85)翻訳文提出日　令和6年4月15日(2024.4.15)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/073258
(87)国際公開番号　WO2023/021210
(87)国際公開日　令和5年2月23日(2023.2.23)
(31)優先権主張番号　102021121595.1
(32)優先日　令和3年8月19日(2021.8.19)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　524060991
エスジー シャオムグラス ゲーエムベーハー アンド カンパニー ケイジー
ＳＧ ＳＣＨＡＵＭＧＬＡＳ ＧＭＢＨ ＆ ＣＯ． ＫＧ
ドイツ連邦共和国 ９５６６６ ミッタータイヒ，ヒューブルタイヒシュトラーセ １７
Ｈｕｅｂｌｔｅｉｃｈｓｔｒ． １７，９５６６６ Ｍｉｔｔｅｒｔｅｉｃｈ ＧＥＲＭＡＮＹ
(74)代理人　110002734
弁理士法人藤本パートナーズ
(72)発明者　フランク，ウォルター
ドイツ連邦共和国 ９２６３７ ヴァイデ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　複合発泡ガラス要素及びそれらの用途

(57)【要約】
【要約】
本発明は、複合発泡ガラス要素に関し、特に、少なくとも１つの、好ましくは複数の発泡ガラス体（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）と、少なくとも１つの補強要素（３，４，５，６，９；１９；２３，２４，２５；３３，３４，３５，３６；４３，４４，４６，５０；５４，５６，６０；６６，６９，７０；７３，７４，７５，７６，７，７８，７９；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；１９３，１９

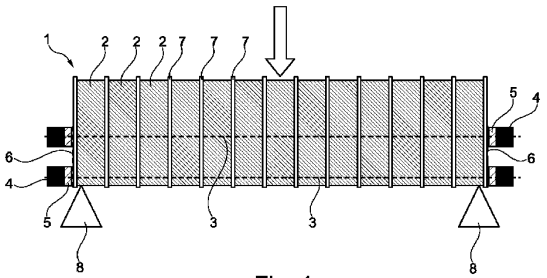

Fig. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも１つの、好ましくは複数の発泡ガラス体（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）と、少なくとも１つの補強要素（３，４，５，６，９；１９；２３，２４，２５；３３，３４，３５，３６；４３，４４，４６，５０；５４，５６，６０；６６，６９，７０；７３，７４，７５，７６，７，７８，７９；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）であって、少なくとも１つの補強要素を通じて少なくとも一方向に沿って１つ以上の前記発泡ガラス体に圧縮応力が作用するように、及び／又は、２つ以上の前記発泡ガラス体が前記少なくとも１つの補強要素によって互いに接続されるように配置されている、少なくとも１つの補強要素とを有する複合発泡ガラス要素。
【請求項２】
前記発泡ガラス体（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）が、複数の気孔が封入されたガラスで均質に形成された発泡ガラス製の一体成形体であり、前記気孔は、開放又は閉鎖されている、請求項１に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項３】
前記複合発泡ガラス要素における複数の、特に全ての発泡ガラス体が同一の設計である、又は、前記複合発泡ガラス要素が、複数の異なる発泡ガラス体であって、特に該発泡ガラス体の形状及び／又はサイズ及び／又は密度及び／又は気孔率及び／又は化学組成が異なっている、複数の異なる発泡ガラス体を含むことを特徴とする、請求項１又は２に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項４】
前記発泡ガラス体（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）が、少なくとも１つの平坦面及び／又は互いに平行に整列された少なくとも２つの面及び／又は互いに相補的な接触面を有する本体であって、特に、複数の発泡体、特に複数の異なる発泡ガラス体を有する複合発泡ガラス要素の場合、１つの前記発泡ガラス体の接触面が、別の発泡ガラス体の接触面に適合されている、請求項１～３のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項５】
前記発泡ガラス体（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）が、直方体、直方体形状体、直方体類似体、角柱、角錐、平行六面体、四面体、多面体、円柱、中空円柱、回転体、円形体、円盤状体及び環状体からなる群より選択される少なくとも１つの要素によって形成される、請求項１～４のいずれか１項に記載の複合発泡

ガラス要素。
【請求項６】
前記補強要素（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）は、バンド、ケーブル、ストランド、ファイバー、ワイヤ、ストリップ、ストラップ、バー、チューブ、シリンダー、ガーダ、Ｔ字形梁、二重Ｔ字形梁、棒、形材棒、ねじ付き棒、板、少なくとも部分的に曲がっている縁部を備えた板、Ｕ字形材、二次元又は三次元の、特に矩形又は直方体形状の枠要素、ヨーク、二次元及び三次元のトラス、ボルト、張力付与要素、ばね、クランプ要素、塑性変形可能な保持要素等からなる群より選択される少なくとも１つの要素を含む、請求項１～５のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項７】
前記補強要素が、複数の構成要素から構成されている、及び／又は、前記補強要素（３，４，５，６，９；１９；２３，２４，２５；３３，３４，３５，３６；４３，４４，４６，５０；５４，５６，６０；６６，６９，７０；７３，７４，７５，７６，７，７８，７９；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）は、金属、プラスチック、ガラス、セラミック、プラスチック、天然材料及びそれらの組み合わせからなる群より形成される、若しくは、それらからなる材料を含む、請求項１～６のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項８】
少なくとも１つの、好ましくは複数の補強要素が、弾性変形しており、かつ、引張応力下にあることを特徴とする、請求項１～７のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項９】
前記少なくとも１つの補強要素が、前記少なくとも１つの発泡ガラス体を少なくとも部分的に貫通して、及び／又は、前記少なくとも１つの発泡ガラス体の表面に沿って、及び／又は、前記少なくとも１つの発泡ガラス体の窪み内に延在していることを特徴とする、請求項１～８のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項１０】
前記複合発泡ガラス要素が、板又はバンド又は枠の形態である少なくとも２つの補強要素を有しており、該少なくとも２つの補強要素の間に、複数の発泡ガラス体と、ケーブル、棒、バンド等の形態である少なくとも１つ、好ましくは複数の補強要素とが、板又はバンド又は板を前記発泡ガラス体に押し付けると共に、前記発泡ガラス体どうしを互いに押し付けるように配置されていることを特徴とする、請求項１～９のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項１１】
前記少なくとも１つの補強要素が、前記少なくとも１つの発泡ガラス体を完全に環状に取り囲んでいることを特徴とする、請求項１～１０のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。
【請求項１２】

前記発泡ガラス体（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）が、前記発泡ガラス体間に結合材が配置されない組積造として配置され、特に、公知のタイプの組積造、好ましくは単純積み重ね、荷重支持、長手積み、小口積み、イギリス積み、交差イギリス積み等からなる群からのタイプの組積造として配置される、請求項１～１１のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１３】

前記発泡ガラス体（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）が、少なくとも部分的には互いに材料接続されていない、請求項１～１２のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１４】

前記複合発泡ガラス要素が、列状に配置された発泡ガラス体の単層又は多層の積み重ねから形成されており、該発泡ガラス体が、列ごとに互いの上に及び／又は千鳥状に配置されていることを特徴とする、請求項１～１３のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１５】

前記発泡ガラス体（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）が、少なくとも部分的に互いに直接接しており、又は、隣り合う発泡ガラス体の間に分離要素が少なくとも部分的に配置されており、該分離要素が、特に、シート又はホイル、好ましくは変形可能なシート又はホイル、好ましくは紙、厚紙、ゴム又はプラスチック、ポリイソブチレン、布地、織布、かぎ針編布、ニット編布、編組布、縫製布、不織布又はフェルトの形態の分離要素である、請求項１～１４のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１６】

前記複合発泡ガラス要素、及び、特に前記発泡ガラス体が、表面にコーティングされており、及び／又は、前記複合発泡ガラス要素が、特にその主表面の少なくとも１つにカバー（１５８）を有することを特徴とする、請求項１～１５のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１７】

前記複合発泡ガラス要素又は前記発泡ガラス体が、構造化された表面を有し、該構造化された表面が、凸状湾曲部（４８）、凹状湾曲部（４７）、盲孔、段差、アンダーカット、鋸歯状段差等から選択される要素のうち少なくとも１つを含むことを特徴とする、請求項１～１６のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１８】

前記発泡ガラス要素が、壁要素、天井要素、床要素、フローティング体、クラッディング要素、トンネルライニング要素、防音要素等からなる群より選択されることを特徴とする、請求項１～１７のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素。

【請求項１９】

請求項１～１８のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素の少なくとも１つ、好ましくは複数を含む構造体。

【請求項２０】

前記構造体が、少なくとも２つの複合発泡ガラス要素が接続されている少なくとも１つ

の接続要素を備えることを特徴とする、請求項１９に記載の構造体。
【請求項２１】
前記接続要素が、バンド、ケーブル、ワイヤ、ストリップ、棒、形材棒、ねじ付き棒、板、少なくとも部分的に曲げられた縁部を有する板、Ｕ字形材、枠要素、二次元又は三次元、特に矩形又は直方体の枠要素、継梁、二次元及び三次元トラス、ボルト、張力付与要素、クランプ要素、塑性変形可能な保持要素等からなる群より選択される少なくとも１つの要素を含むことを特徴とする、請求項２０に記載の構造体。
【請求項２２】
前記接続要素が、複数の構成要素から構成されていることを特徴とする、請求項２０又は２１に記載の構造体。
【請求項２３】
少なくとも１つの、好ましくは複数の補強要素が、弾性変形しており、かつ、引張応力下にあることを特徴とする、請求項２０～２２のいずれか１項に記載の構造体。
【請求項２４】
前記構造体が、壁、遮音壁（４５，５５，６５）、建築物（２６０）、クラッディング及びトンネルライニング（２２９）からなる群より選択されることを特徴とする、請求項１９～２３のいずれか１項に記載の構造体。
【請求項２５】
構造体を製造する方法、好ましくは請求項１９～２４のいずれか１項に記載の構造体を製造する方法であって、請求項１～１８のいずれか１項に記載の複合発泡ガラス要素が使用される、方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複合発泡ガラス要素、特に、少なくとも１つ、好ましくは複数の発泡ガラス体又は発泡ガラスパネルを有する複合発泡ガラスパネル要素、並びに、該複合発泡ガラス要素から製造される構造体、その製造方法及び使用方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
発泡ガラスパネルは既に技術的に知られており、主に断熱材として使用されている。ガラスマトリックスに囲まれた複数の細孔からなる発泡ガラスの構造により、発泡ガラスは優れた特性、特に断熱特性を有する。発泡ガラスはその重量の割に圧縮強度が高く、耐薬品性に優れ、気孔が閉じているため水密や蒸気密閉が可能で、不燃性で害虫を寄せ付けず、熱伝導率が低く、耐久性に優れている。また、発泡ガラスパネルは、１００％リサイクルガラスから、エコロジーかつ持続可能な形で経済的に生産できるようになった。パネルサイズは３ｍ×１．５ｍであり、工業規模での生産が既に可能である。
【０００３】
しかしながら、発泡ガラスの引張強度は比較的低い。また、発泡ガラスは比較的脆い。そのため、使用又は応用の領域は限られている。
【０００４】
加えて、発泡ガラス板、すなわち、個々の発泡ガラス粒の配列を規定可能な、規定された形状及び寸法を有する発泡ガラス体の製造は、冷却中の残留応力割れを避けるために非常に遅い冷却を行わなければならないため、非常に複雑である。したがって、発泡ガラスは、形状が定まっていない複数の発泡ガラス粒を有する発泡ガラス砂利としても頻繁に使用されており、この砂利は、対応する理由により製造が容易であり、断熱材としても使用することができる。
【０００５】
発泡ガラスパネルは、製造工程が複雑で、割れ強度が低く脆い性質があるため、断熱性、不燃性、圧縮強度、比重の低さ等の優れた特性にもかかわらず、その使用は依然として限定されている。

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
したがって、本発明の課題は、既存の有利な特性を損なうことなく、発泡ガラス又は発泡ガラスパネルの用途の可能性を改善又は拡大することである。とりわけ、特に曲げ応力を伴う用途における低い引張強度に関する不利な特性を克服する、又は、少なくとも低減することである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
この問題は、請求項１の特徴を有する複合発泡ガラス要素、請求項１９の特徴を有する構造体、及び、請求項２５の特徴を有する方法によって解決される。有利な実施形態は、従属請求項の主題である。
【０００８】
本発明によれば、少なくとも１つの、好ましくは複数の発泡ガラス体と、少なくとも１つの補強要素とを有する複合発泡ガラス要素、特に複合発泡ガラスパネル要素が提案され、少なくとも１つの補強要素は、少なくとも一方向に沿って１つ又は複数の発泡ガラス体に圧縮応力を印加させるように配置されている。圧縮応力の印加は、発泡ガラス体又は発泡ガラス体の破損につながる可能性のある引張応力を打ち消し、複数の発泡ガラス体が補強要素によって複合発泡ガラス要素内で互いに押し付けられる場合には、それに対応して高い摩擦力が発泡ガラス体の界面に生じるため、複合発泡ガラス要素が全体として高い強度及び剛性を有する。したがって、複合発泡ガラス要素は、引張荷重、特に曲げ荷重の下で使用され得る。単純な発泡ガラスパネルに比べて機械的特性が改善されているため、複合発泡ガラス要素は、コンクリートや木材等の従来の建築材料に取って代わることができる。セメント製造には大量のエネルギーが必要であり、かなりの量のCO_2が排出される（世界のCO_2排出量の約１０％がセメント製造時に発生している）といった事実を考慮すると、本発明に係る複合発泡ガラス要素は、製造時にガラス材料が完全に溶融されるのではなく、添加剤の存在下で約８００℃に加熱されるだけであるため、従来の建築材料と比較してエネルギー消費量及びCO_2排出量の点で非常に有利である。また、発泡ガラスは優れた断熱材であり、さらに不燃性であって、クラッディングによって風化から保護することができる。また、従来の建築材料よりも大幅に軽量であるため、輸送や設置にかかるエネルギーも少なくて済む。最後に、複合発泡ガラス要素を形成する発泡ガラス体を貫通している補強要素／引張要素は、火災時の熱材料疲労に対してより良く保護される。
【０００９】
その結果、本発明に係る複合発泡ガラス要素は、発泡ガラスの低エネルギー消費、低CO_2発生、断熱性、耐火性、再利用性と、建築物の建設に必要な機械的安定性（圧縮強度、引張強度、曲げ強度）とを兼ね備えているため、本発明は、多数の用途のための未来志向の建築材料を提供する。
【００１０】
本発明に係る複合発泡ガラス要素に収容される発泡ガラス体は、発泡ガラスから一体形成された、及び／又は、均質な構造を有する本体を意味すると理解することができ、複数の封入孔がガラスマトリックスによって取り囲まれている。これらは開気孔又は閉気孔であってもよく、閉気孔である場合、水等の流体は外部から気孔内へと浸透することができない。
【００１１】
複合発泡ガラス要素の発泡ガラス体は、発泡ガラス体の特性を変化させて構成されていてもよい。例えば、発泡ガラス体の密度は、より高い密度を有する発泡ガラス体が複合発泡ガラス要素の所定の領域に使用され、より低い密度を有する発泡ガラス体が他の領域に使用され得るように、変化させられていてもよい。したがって、発泡ガラス体の弾性率も異なっていることができ、使用目的に適合させることができる。したがって、例えば開放気孔率や閉鎖気孔率等の他の特性が異なっている、複数の異なる発泡ガラス体を複合発泡

ガラス要素に使用することもできる。このことは、同じ発泡ガラス体のみを複合発泡ガラス要素に使用することも、異なる特性を有する発泡ガラス体を使用することも可能であることを意味する。

【００１２】

複合発泡ガラス要素の発泡ガラス体は、形状及び／又はサイズが全て同一のもので構成されることができるが、形状及び／又はサイズが互いに異なっている、複数の異なる発泡ガラス体が複合発泡ガラス要素に収容されることもできる。

【００１３】

発泡ガラス体は、対応する発泡ガラス体を複合発泡ガラス要素内に規定された方法で配置することを可能にする規定された形状及び寸法を有することができる。特に、寸法は、構造物又は構造物の部品、特に建築物又は建築物の部品を製造するための設計及び構造的使用に適した複合発泡ガラス要素を形成することができるように選択することができる。使用される発泡ガラス体にも、発泡ガラス体から形成される複合発泡ガラス要素にも、広い範囲の寸法が可能であるが、発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の最小寸法は、１ｃｍ、５ｃｍ又は１０ｃｍ以上の範囲とすることができ、発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の最大寸法は、数１０ｃｍ、例えば５０ｃｍ、１ｍ、２ｍ、５ｍ、１０ｍ以上の範囲とすることができる。発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の最小寸法又は最小限の寸法は、最小の外延を有する発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の寸法を表し、例えば厚さ方向又は幅方向とすることができ、一方、発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の最大寸法は、最大の外延を有する発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の寸法であり、それに応じて長さ方向を規定することができる。

【００１４】

発泡ガラス体は、任意の形状の体とすることができるが、しかしながら、規定された所定の形状を有する。特に、本発明に係る複合発泡ガラス要素の発泡ガラス体は、立方体、立方体状体、立方体様体、立方体、プリズム、ピラミッド、平行六面体、四面体、多面体、円柱、中空円柱、回転体、円形体、円盤状体及び／又は環状体等の形状を有することができる。

【００１５】

発泡ガラス体は、少なくとも１つの平坦面、及び／又は、互いに平行に整列された少なくとも２つの面、及び／又は、任意の三次元形状の表面を有することができ、そのうちの隣り合う発泡ガラス体の隣接する表面（接触面）は、複合発泡ガラス要素を製造するための発泡ガラス体の積み重ね又は一般的な組積造を形成することができるように、互いに平坦になるように互いに相補的になるように設計される。したがって、発泡ガラス体の対向面が互いに相補的になるように構成されてもよく、発泡ガラス体の接触面が別の異なる設計の発泡ガラス体の接触面に適合されてもよい。その後、他の発泡ガラス体が少なくとも１つの接触面上に配置されてもよい。１つ以上の接触面又は互いに平坦又は相補的な面の場合、発泡ガラス体は、種々異なる形状の複合発泡ガラス要素を形成するために、互いの上に、及び／又は、互いの後ろに、及び／又は、互いの隣に、行及び／又は列状に配置され得る。好ましくは、発泡ガラス体の表面は、互いに接触する発泡ガラス体の相互摩擦力を最大にするために、最大の表面を表す接触面として構成され得る。

【００１６】

発泡ガラス体の接触面が互いに相補的になるように構成されている場合、発泡ガラス体は、一方の面に第１の接触面を有し、反対側の面に第１の接触面に対して相補的になるように構成された第２の接触面を有することができ、これにより、これらの発泡ガラス体を複数個、組積造又は積み重ねとなるように配置することができる。接触面は、凸部及び／又は凹部を有していてもよい。接触面がデカルト座標系においてｘ方向及びｙ方向に広がる平面によって定義される場合、凸部及び／又は凹部は、ｘｙ平面に垂直なｚ方向に延びる。凸部及び／又は凹部の完全に任意の配置に加えて、凸部及び／又は凹部は、ｘｙ平面の一方又は両方向、すなわちｘ方向又はｙ方向に周期的に繰り返すことができるため、接触面は、起伏のある、又はのこぎり歯状もしくはナブ状の表面形状を有することができる

。

【００１７】

複合発泡ガラス要素における発泡ガラス体は、発泡ガラス体の間に、例えば石積み組積造において提供されるモルタルのような結合材が配置されることなく、互いの上に、及び／又は、互いの後ろに、及び／又は、互いの隣に、及び／又は、石積み組積造の態様で積み重ねられ得る。特に、複合発泡ガラス要素中の発泡ガラス体は、少なくとも部分的に材料接続を有しないことができるが、好ましくは材料結合を全く有しないことができ、発泡ガラス体、補強要素及びそれらの構成要素は互いに容易に再分離することができるため、対応する複合発泡ガラス要素もまた容易にリサイクルすることができる。

【００１８】

複合発泡ガラス要素における発泡ガラス体の配置のタイプは、様々な方法で行うことができる。特に、荷重支持（Tragverband）、長手積み（Lauferverband）、小口積み（Binderverband）、イギリス積み（Blockverband）、交差イギリス積み（Kreuzverband）等の公知のタイプの石積み組積造を形成することができる。さらに、発泡ガラス体が、個々の発泡ガラス体を互いに重ねて、又は列状に配置した単層又は多層の積み重ねで提供される単純な積み重ねも可能である。発泡ガラス体は、列ごとに積み重ねて配置することができ、互いの上に整列させて、及び／又は、互いに対して千鳥状に配置されてもよい。

【００１９】

発泡ガラス体は、複合発泡ガラス要素内において少なくとも部分的に互いに直接接しており、又は、例えばシート又はホイルの形態の少なくとも部分的な分離要素を、隣り合う発泡ガラス体の間に少なくとも部分的に設けることができる。シート又はホイルは、紙、厚紙、ゴム又はプラスチック、例えばポリイソブチレン、織布、かぎ針編布、ニット編布、編組布、縫製布、不織布又はフェルト等の布地、又は、他の適切な材料で形成され得る。分離要素は、発泡ガラス体の粗面を貫通し、一方では、互いに当接する発泡ガラス体が互いに損傷するのを防止し、他方では、複合発泡ガラス要素内の発泡ガラス体の凝集力を強化し、したがって複合発泡ガラス要素の強度を強化するために、発泡ガラス体間の摩擦力を増大させるように、弾性的又は塑性的に変形可能であるように構成され得る。分離要素によって得られる追加の安定化は、発泡ガラス体の表面構造によって強化され得る。発泡ガラス体は、平坦な表面を得るために切断され、好ましくは研磨されてもよい。切断及び／又は研磨により、表面付近の微小空洞（孔）が破壊され、これらの微小空洞を囲んでいた壁の残骸が巨視的に平坦な表面から鋭く突出する。表面上（又は２つの発泡ガラス体間）に配置された分離要素内にこれらの微視的な突出縁部が侵入することにより、分離要素とそれぞれの発泡ガラス体との間に面ファスナ状の静止摩擦を生じさせることができ、この静止摩擦は、接着剤又はモルタルを追加的に使用することなく、積み重ねられた発泡ガラス体から形成された壁要素を横方向に作用する力（図１中の矢印）に対して安定化させることに寄与することができ、そのため、このような壁要素も再び完全に解体することができ、発泡ガラス体を適宜再利用することができる。これにより、複合発泡ガラス要素はエネルギー面で有利となるだけでなく、持続可能な建築材料にもなる。コンクリートスラブは、せん断力に対して十分な耐性を持つためには補強が必要である。しかしながら、補強材のかなりの割合がコンクリートの高い自重によるものである。対照的に、本発明に係る複合発泡ガラス要素は、非常に低い自重又は比重を有するため、この理由だけで、複合発泡ガラス要素中の補強要素は、その数及び寸法の点で、低い体積及び重量の割合で選択することができるが、複合発泡ガラス要素を形成する発泡ガラス体と分離要素との間の摩擦力は、高い静止摩擦力により横力に対する付加的な抵抗を提供することができ、その結果、補強要素の割合はさらに低くなり得る。

【００２０】

１つ又は複数の発泡ガラス体と共に複合発泡ガラス要素を形成する少なくとも１つの補強要素は、また、多種多様な形状で構成することができ、特に、１つ又は複数の方向の引張力を吸収するような、又は、補強要素と共に配置されたガラス体に圧縮力を及ぼすこと

ができるような形状にすることができる。特に、本発明に係る複合発泡ガラス要素の少なくとも１つの補強要素は、バンド、ケーブル、ストランド、ファイバー、ワイヤ、ストリップ、ストラップ、バー、棒、形材棒、ねじ付き棒、チューブ、シリンダー、ガーダ、断面梁、Ｔ字形梁、二重Ｔ字形梁、板、少なくとも部分的に曲がっている縁部を備えた板、Ｕ字形材、枠要素、二次元又は三次元の枠要素、特に矩形又は直方体状（quaderformig）の枠要素、ヨーク（Bugel）、二次元又は三次元のトラス、ボルト、張力付与要素、クランプ要素、ばね、塑性変形可能な保持要素等として構成されていてもよい。

【００２１】

補強要素は、単一の構成要素として構成されてもよく、複数の構成要素から構成されてもよく、該構成要素は、特に上記の要素によって形成され得る。補強要素又は複数の補強要素の構成要素は、任意の適切な方法で組み合わせて互いに接続することができ、力接続（kraftschlussige Verbindung）、形状接続（formschlussige Verbindung）、及び／又は、材料接続（stoffschlussige Verbindung）が可能である。例えば、ねじ接続、クランプ接続、溶接又は接着接続を、補強要素及び／又は補強要素の構成要素間で実現することができる。

【００２２】

補強要素は、任意の適切な材料から作ることができ、特に鋼、特にステンレス鋼、不錆鋼又は他の従来の金属合金等の金属材料から作ることができる。さらに、ナイロンやポリエステル等の炭素材料やプラスチック、あるいは炭素繊維や炭素繊維強化プラスチック等の繊維材料も、補強要素に使用することができる。麻繊維等の天然素材や、玄武岩、石板等の他の天然素材も考えられる。さらに、ガラス、セラミック、セラミック複合材料も、例えばパネル要素などを形成するために使用することができる。

【００２３】

少なくとも１つの補強要素は、複合発泡ガラス要素の少なくとも１つの発泡ガラス体に圧縮応力を印加することができるように、弾性的に変形可能であることができる。複数の補強要素及び／又は複数の構成要素を有する補強要素が使用される場合、少なくとも１つの補強要素又は少なくとも１つの構成要素、好ましくは複数の補強要素又は複数の構成要素は、弾性的に変形可能であることができる。したがって、少なくとも１つの補強要素又はその構成要素は、複合発泡ガラス要素において引張応力を受けることができる。

【００２４】

少なくとも１つの補強要素は、少なくとも１つの発泡ガラス体を少なくとも部分的に貫通するように、複合発泡ガラス要素内に配置することができる。複数の発泡ガラス体が接合されて複合発泡ガラス要素を形成する場合、少なくとも１つの補強要素、特に複数の補強要素もまた、少なくとも部分的に発泡ガラス体を貫通することができ、この目的のために、対応する貫通部又は開口部を有することができる。補強部材は、発泡ガラス体をほぼ完全に貫通することも可能であり、その場合、例えば、板等のさらなる補強部材に接続するために、対応する発泡ガラス体からは小部分のみが突出する。さらに、少なくとも１つの補強要素は、少なくとも１つの発泡ガラス体の表面に沿って配置することもできる。

【００２５】

特に、複合発泡ガラス要素の複数の補強要素は、例えば、発泡ガラス体又は複合発泡ガラス要素の表面に配置された板、バンド又は枠要素が、発泡ガラス体を貫通するケーブル、棒、バー、バンド、ワイヤ等で互いに接続され、補強要素が貫通するそれらの間に配置された発泡ガラス体が互いに押し付けられるように、協働することができる。

【００２６】

少なくとも１つの発泡ガラス体上に少なくとも１つの補強要素を配置するために、１つ又は複数の発泡ガラス体の表面に窪み等の対応する受け部を設けることもできる。例えば、補強要素として表面に設けられたバンドは、複合発泡ガラス要素の平滑面又は平坦面を形成することができるように、対応する溝内に延びていてもよい。

【００２７】

少なくとも１つの補強要素は、特に、複合発泡ガラス要素の発泡ガラス体の周囲を環状

に延在していてもよく、このとき、環状の補強要素は、発泡ガラス体を全ての側面から圧縮することができる。互いに平行に及び／又は互いに交差して延びていてもよい複数の環状の補強要素を配置することによって、複合発泡ガラス要素のいくつかの、特に全ての側面から発泡ガラス体に圧縮応力を蓄積することができ、その結果、コンパクトな組積造を形成することができる。

【００２８】

複合発泡ガラス要素は、複合発泡ガラス要素を形成する発泡ガラス体に類似した多種多様な形状に設計することができ、それによって特に直方体又は直方体類似体の設計を提供することができる。したがって、このような複合発泡ガラス要素は、幅、長さ及び高さを有し、これにより、このような直方体又は直方体類似体の複合発泡ガラス要素の主面は、例えば、高さと長さ又は幅と長さに、最大の寸法を有する方向に広がる。他の面は、対応する端面を形成する。補強要素は、好ましくは、複合発泡ガラス要素のそのような設計において、発泡ガラス体が少なくとも複合発泡ガラス要素の最大の外延又は最大の寸法の方向にあるように配置することができる。例えば、棒、バー、ワイヤ、ケーブル又はバンドの形態の補強要素は、長さ方向に走行し、圧縮応力が発泡ガラス体に伝達される板又はバンドの形態の補強要素は、端面に対応して配置される。

【００２９】

複合発泡ガラス要素の表面は、種々異なる適用領域に適応させるために、少なくとも部分的にコーティング及び／又は被覆されていてもよい。

【００３０】

加えて、複合発泡ガラス要素又は複合発泡ガラス要素の表面に存在する発泡ガラス体は、構造化された表面を有することができ、それにより、多種多様な構造が想定される。例えば、凸状及び／又は凹状湾曲部及び／又は盲孔及び／又は段差及び／又はアンダーカット及び／又は鋸歯状段差等が、複合発泡ガラス要素の表面に設けられてもよい。

【００３１】

対応する複合発泡ガラス要素は、例えば、構造物や建築物の壁及び／又は天井及び／又は床要素として、フローティング体として、クラッディング要素として、トンネルライニング要素として、あるいは遮音要素として、様々な用途に使用することができる。その他の用途もまた想定される。構造体とは、移動も可能なあらゆる構造物を意味すると理解される。

【００３２】

したがって、特に上述したタイプの、少なくとも１つ、好ましくは数個の複合発泡ガラス要素を含む構造体についても保護が請求される。

【００３３】

構造体中の複数の複合発泡ガラス要素を接続するために、構造体は、複合発泡ガラス要素が接続される少なくとも１つの、好ましくは複数の接続要素を含み得る。接続要素は、複合発泡ガラス要素内の発泡ガラス体を接続する補強要素と同様に構成され得る。しかしながら、材料接続を含む他の接続要素も考えられる。一般に、複合発泡ガラス要素は、力接続、形状接続、及び／又は、材料接続によって、任意の適切な方法で互いに接続することができる。

【００３４】

特に、接続要素は、バンド、ケーブル、ワイヤ、ストリップ、棒、形材棒、ねじ付き棒、板、少なくとも部分的に曲がっている縁部を有する板、Ｕ字形材、枠要素、二次元又は三次元、特に矩形又は直方体の枠要素、ヨーク、二次元及び三次元のトラス、ボルト、張力付与要素、クランプ要素、塑性変形可能な保持要素等で構成することができる。

【００３５】

接続要素は複数の部品で構成されていてもよく、その場合、補強要素について既に説明したように、個々の接続要素としても使用され得る構成要素によって形成されていてもよい。

【００３６】

複合発泡ガラス要素の補強要素と同様に、接続要素も弾性変形可能であり、特に、構造体において少なくとも部分的に引張応力を受けるようにすることができ、その結果、複合発泡ガラス要素は圧縮応力を受けて互いに接続される。

【００３７】

本発明の複合発泡ガラス要素は、建築物の壁、床及び／又は天井、遮音壁、ポンツーン、フローティングハウス、トンネルライニングなど、様々な構造物又は建築物を形成するために使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００３８】

添付の図面では、以下について単に模式的に示す。

【図１】本発明に係る複合発泡ガラス要素の第１の実施形態。

【図２】図１の実施形態の斜視図。

【図３】本発明に係る複合発泡ガラス要素の第２の実施形態の斜視図。

【図４】本発明に係る複合発泡ガラス要素の第３の実施形態の側面図。

【図５】本発明に係る複合発泡ガラス要素の第４の実施形態の側面図。

【図６】本発明に係る複合発泡ガラス要素の第５の実施形態を示す部分的分解図。

【図７】図６の複合発泡ガラス要素を複数備えた遮音壁の形態である、本発明に係る構造体の第１の実施形態。

【図８】図６の実施形態の表現に類似した、本発明に係る複合発泡ガラス要素の第６の実施形態。

【図９】図８の複合発泡ガラス要素の一部の詳細図。

【図１０】図８の複合発泡ガラス要素を複数備えた遮音壁の第２の実施形態。

【図１１】図６及び図８の実施形態に類似した、本発明に係る複合発泡ガラス要素の第７の実施形態。

【図１２】図１１の複合発泡ガラス要素を複数備えた遮音壁の第３の実施形態。

【図１３】本発明に係るさらなる複合発泡ガラス要素の一部を示す斜視図。

【図１４】図１３の複合発泡ガラス要素を示す詳細図。

【図１５】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる部分斜視図。

【図１６】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる部分斜視図。

【図１７】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。

【図１８】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。

【図１９】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。

【図２０】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。

【図２１】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる部分破断斜視図。

【図２２】本発明に係るさらなる複合発泡ガラス要素を示す部分破断図。ここでは明確化のため、いくつかの発泡ガラス体は図示していない。

【図２３】図２２の複合発泡ガラス要素の一部を示す詳細斜視図。

【図２４】本発明に係るさらなる複合発泡ガラス要素を示す部分破断斜視図。ここでは明確化のため、いくつかの発泡ガラス体は図示していない。

【図２５】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。ここでは明確化のため、いくつかの発泡ガラス体は図示していない。

【図２６】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。ここでは明確化のため、いくつかの発泡ガラス体は図示していない。

【図２７】図２６の複合発泡ガラス要素を別の視点から示す図。

【図２８】図２６及び図２７の本発明に係る複合発泡ガラス要素を示す部分詳細斜視図。

【図２９】本発明に係る複合発泡ガラス要素を示す部分詳細斜視図。

【図３０】張力付与要素を備えたバンド形状の補強要素を示す斜視図。

【図３１】図３０の実施形態に係る補強要素を備えた、本発明に係る複合発泡ガラス要素を示す部分斜視図。

【図３２】バンドを固定するためのクランプ要素を備えた、弾性的に引張可能なバンド形

状のさらなる補強要素を示す図。
【図３３】本発明に係るさらなる複合発泡ガラス要素を示す図。
【図３４】本発明に係る複合発泡ガラス要素で作製されたトンネルライニングの一部を示す図。
【図３５】図３４のトンネルライニングの一部として使用される複合発泡ガラス要素を示す斜視図。
【図３６】図３６の複合発泡ガラス要素を示す部分斜視図。
【図３７】図３６及び図３７の複合発泡ガラス要素のトンネルライニングとしての配置を示す図。
【図３８】図３４及び図３８によるトンネルライニングの一部として使用可能な複合発泡ガラス要素を示すさらなる斜視図。
【図３９】トンネル内における図３６、図３７、図３９の複合発泡ガラス要素の配置を示す詳細斜視図。
【図４０】本発明に係る複合発泡ガラス要素を使用したトンネルライニングのさらなる実施形態。
【図４１】本発明に係る複合発泡ガラス要素をさらに備えたトンネルライニングの別の実施形態。
【図４２】図４２のトンネルライニングの複合発泡ガラス要素を示す図。
【図４３】本発明に係る複合発泡ガラス要素を使用した建築物を示す図。
【図４４】本発明に係る複合発泡ガラス要素でファサードが作成された高層ビルを示す図。
【図４５】互いに対して相補的に構成されている接触面を備えた２つの異なる発泡ガラス体の組積造を示す図。
【図４６】互いに対して相補的に構成されている接触面を備えた２つの異なる発泡ガラス体の組積造を示すさらなる図。
【図４７】互いに対して相補的に構成されている接触面を備えた２つの異なる発泡ガラス体の組積造を示す別の図。
【図４８】ポンツーン上の建築物を示す図であり、ここでは、建築物又はその一部とポンツーンとの両方が、本発明に係る複合発泡ガラス要素で作製されている。
【発明を実施するための形態】
【００３９】
本発明のさらなる利点、特徴及び特性は、以下の実施形態の詳細な説明において明らかになるであろう。しかしながら、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。
【００４０】
図１は、本発明に係る複合発泡ガラス要素１の第１の実施形態を示しており、この要素は、例えば、建築物の天井又は屋根要素として、あるいは梁又は桁として他の任意の形態で使用することができる。複合発泡ガラス要素１は、その両端が２つの支持体８に支持されており、図１に示す矢印は、本発明に係る複合発泡ガラス要素１の構造により、複合発泡ガラス要素１が、２つの支持体８の間の中央部における荷重印加による曲げ応力に耐えることができることを示している。複合発泡ガラス要素１は、互いに隣り合って配置された複数の直方体状の発泡ガラス体２から構成されており、個々の発泡ガラス体２の間には、分離要素７が設けられており、この分離要素７は、圧縮性、特に弾性的に圧縮可能な材料、例えばゴム材料又はゴム状プラスチックから形成することができる。
【００４１】
発泡ガラス体２は、発泡ガラス体２及び分離要素７を貫通するように挿入されたねじ付き棒３を介して互いに接続されている。ねじ付き棒３の端部にはねじ山があり、ナット４の形をした固定具をそれぞれのねじ山にねじ込むことができる。ナット４を螺合して締め付けることにより、ねじ付き棒３上のナット４間の空間を減少させることができ、発泡ガラス体２及び分離要素７が互いに押し付けられるため、発泡ガラス体２及び分離要素７に圧縮応力が作用し、弾性変形可能なねじ付き棒３に引張応力が作用する。既に上述したよ

うに、分離要素は、接着剤やモルタルを使用する必要なく、発泡ガラス体間にかなりの静止摩擦を作用させる。このため、複合発泡ガラス要素１は、ナット４を緩めた後、再び構成要素に完全に分解することができ、その後、発泡ガラス体及び補強要素を再利用することができる。したがって、本発明に係る複合発泡ガラス要素１は、持続可能性の観点から特に有利である。

【００４２】

図示した図１の例示の実施形態では、複合発泡ガラス要素１のナット４と最後の発泡ガラス体２との間にもばね要素５が配置されており、このばね要素５も、ナット４をねじ付き棒３に螺合させることによって引っ張られ、発泡ガラス体２と分離要素７とに対応する圧縮応力を及ぼす。

【００４３】

ナット４及び／又はばね要素５によって複合発泡ガラス要素１の端部に配置された発泡ガラス体２又は分離要素７に応力ピークが導入されるのを防止するため、圧力分配板６は、ねじ付き棒３のねじ山に螺合することによりナット４によって、及び／又は、ばね要素５によって、発泡ガラス体２又は分離要素７に加えられる圧縮応力を、複合発泡ガラス要素１の端部に取り付けられた発泡ガラス体２又は分離要素７の表面のより広い範囲に分散させるために、複合発泡ガラス要素１の表面に配置される。

【００４４】

ねじ付き棒３は、発泡ガラス体２の開口部を通して直接案内することができ、ねじ付き棒３を収容可能な分離要素７又は管等のガイド要素を設けることができる。ねじ付き棒３の代わりにケーブル等の他の補強要素を使用することもできる。

【００４５】

図１から分かるように、図示した例示の実施形態では、ナット４、ばね要素５及び圧力分配板６と組み合わせたねじ付き棒３の形態の補強要素が、曲げ梁として示した複合発泡ガラス要素１の下部領域に配置されており、矢印で示した荷重に応じたたわみ時に最大の引張応力が発生する領域において、補強要素３，４，５及び６を介した予応力による圧縮応力の形態の逆応力が発生するようになっている。この圧縮予応力は、この部分の曲げによって加えられる引張応力を補償する。したがって、脆い発泡ガラス材料にもかかわらず、部品が破損することはない。

【００４６】

図２は、複数の発泡ガラス体２と、ねじ付き棒３、ナット４、ばね要素５（図２には別々に図示していない）の形態の補強要素／引張要素９とを備えた複合発泡ガラス要素１を、支持体８上に配置された状態で、圧力分配板６の配置を除いた状態で、さらに斜視図で示している。ここで、補強要素９の数は、複合発泡ガラス要素１の中央部よりも下部領域で多くすることができることが分かる。

【００４７】

図３は、本発明に係る複合発泡ガラス要素１１のさらなる実施形態を示しており、この複合発泡ガラス要素１１は、複数の発泡ガラス体１２を備えており、これらの発泡ガラス体１２は、互いに隣り合って背後に配置されており、これにより、発泡ガラス体１２は、それぞれの列において互いに千鳥状に配置されており、いわゆる組積造が提供されるようになっており、しかしながら、発泡ガラス体１２間の材料接続は、結合材によって提供されることはない。さらに、複合発泡ガラス要素１１には、補強要素／引張要素１９が長さ方向Ｌと幅方向Ｂとの両方に配置されており、これにより、発泡ガラス体１２は長さ方向Ｌと幅方向Ｂとの両方に圧縮応力を受けて配置され、圧力分配板１６が幅方向側と長さ方向側との両方に設けられている。

【００４８】

図４は、図１に示す図と同様の本発明に係る複合発泡ガラス要素２１のさらなる実施形態を示す。ここでも、複数の直方体の発泡ガラス体２２が互いに隣り合って配置され、発泡ガラス体間に配置された分離要素２７によって互いに分離されている。しかしながら、図１の複合発泡ガラス要素１に使用されているような、発泡ガラス体２を貫通するねじ付

き棒３の代わりに、複合発泡ガラス要素２１の発泡ガラス体２２と分離要素２７とは、複合発泡ガラス要素２１の外側に設けられた補強要素によって接続されており、この補強要素は、引張バンド／張力付与バンドの形態のバンド２３と、張力付与要素２４の形態の固定部とを有し、この引張バンド／張力付与バンドによって、バンド２３は、発泡ガラス体２２及び分離要素２７の周囲に引張応力下でしっかりと引っ張られ、圧縮応力下でこれらが互いに耐えるようになっている。バンド２３と張力付与要素２４とによって発泡ガラス体２２と分離要素２７とに及ぼされる圧力を分配するために、Ｌ字形状の圧力分配形材２５が、複合発泡ガラス要素１の一方の縁に沿って延びる角部に設けられる。あるいは、個々の圧力分布板を使用することもできる。このような設計であっても、図４に示すように、複合発泡ガラス要素２１は、支持体２８への複合発泡ガラス要素２１の取り付けと、図４の矢印による荷重の印加によって示されるように、曲げ応力に耐えることができる。

【００４９】

図５は、壁要素の形態の別の複合発泡ガラス要素３１を示す。ここでも、複数の発泡ガラス体３２が他方の上に１つずつ配置され、分離要素３７によって分離され、ナット３４の形態の固定具で端部をねじ止めされたねじ付き棒３３の形態の補強要素／引張要素を介して接続されている（ねじ付き棒３３は１本のみ示されているが、複数のねじ付き棒３３が、画像の平面に垂直な方向に他方の後ろに１つずつ配置されている）。ばね要素３５及び圧力分配板３６は、発泡ガラス体３２及び分離要素３７に圧縮応力を印加するために使用される。このような壁要素３１は、補強要素３３，３４，３５，３６を介して印加される圧縮応力によって、発泡ガラス体３２と分離要素３３とが互いに強固に接続されているため、複合発泡ガラス要素３１の下部領域に矢印で示すように、せん断応力にも耐えることができる。したがって、このような複合発泡ガラス要素は、特にせん断力を吸収しなければならない耐震建築物にも使用することができる。しかしながら、壁要素の形態の複合発泡ガラス要素３１は、両側からせん断力のような横方向の力を吸収しなければならないため、ねじ付き棒３３、ナット３４、張力付与要素３５及び圧力分配板３６の形態の補強要素は、対称的な配置を達成するために、複合発泡ガラス要素１の中央に配置される。

【００５０】

図６は、遮音壁の一部として設計された本発明に係る複合発泡ガラス要素４１の第５の例示の実施形態を示す。この複合発泡ガラス要素４１は、基本形状が直方体であり、互いに積み重ねられている複数の発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄを有している。図１に示す実施形態の複合発泡ガラス要素４１は、形状の異なる種々の発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄを有している。

【００５１】

図１に示す図において最上部の発泡ガラス体である発泡ガラス体４２は、上部の長さ方向の縁に傾斜面を有し、それによって発泡ガラス体４２が屋根構造を形成するようになっている。

【００５２】

複合発泡ガラス要素４１の最上部の発泡ガラス体として配置される発泡ガラス体４２の下方には、長さ方向の一辺に凹状窪み４７を有する発泡ガラス体４２ａが配置されている。凹状窪み４７を有する発泡ガラス体４２ａの下方には、凸状湾曲部４８を有する発泡ガラス体４２ｂが配置されており、発泡ガラス体４２ａ，４２ｂの組み合わせによりＳ字状の表面が形成されるようになっている。さらに、複合発泡ガラス要素４１が波状の表面を有するように、複数の発泡ガラス体４２ａ及び４２ｂが互いの上に交互に配置される。表面に設けることができる盲孔と共に、これは音波を反射及び吸収する役割を果たし、したがって遮音性を提供する。また、発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄを開気孔で構成しても、遮音性が向上する。

【００５３】

複合発泡ガラス要素４１の下部領域には、形状の異なる発泡ガラス体４２ｃ，４２ｄがさらに配置されている。発泡ガラス体４２ｃはその長さ方向に沿って溝４９を有し、発泡ガラス体４２ｄは直方体の発泡ガラス体として設計されている。図６に示す複合発泡ガラ

ス要素４１では、２つの発泡ガラス体５，６が交互に配置されている。

【００５４】

全ての発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄは、基板５０上に配置されており、この基板５０は、例えば、金属板から作製され得る。

【００５５】

基板５０に対向して、カバー板又は圧力分配板４６が最上部の発泡ガラス体４２上に配置され、この発泡ガラス体４２は、ねじ付き棒４３の形態の補強要素／引張要素を介して基板５０に接続されている。明瞭にするために、実際の複合発泡ガラス要素４１には当てはまらないことが勿論であるが、図６に示す図では、最下部の発泡ガラス体と２つの発泡ガラス体とが、ねじ付き棒４３を示すために、上部領域において間隔をあけて示されている。ねじ付き棒４３はそれぞれ、その端部にねじ山を有し、基板５０は、棒４３がねじ込まれる対応するねじ穴を有することができる。発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄは、棒４３が案内される対応する開口部を有し、それにより、カバー板４６も開口部を有し、棒４３は、カバー板４６の開口部を通して、その端部にそれぞれのねじ山を有して突出する。棒４３の端部はナット４４の形の固定具でねじ止めされ、カバー板４６が発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄに押し付けられ、発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄの積み重ね全体が棒４３を介して支えられた状態になる、発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄが圧縮応力を受ける一方で、棒４３には引張応力が作用するように、棒４３及び基板５０並びにカバー板４６及びナット４４とのねじ接続部を介して張力付与されている。

【００５６】

また、図６に示す複合発泡ガラス要素４１は、１つの発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄを他の発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄの上方に設けているが、１つの発泡ガラス体４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄの代わりに、同種の発泡ガラス体を複数個隣り合わせて一列に設けることもできる。

【００５７】

図７は、完全な遮音壁４５が形成されるように、図６の複数の複合発泡ガラス要素４１が互いに隣り合って壁配置された状態を示しており、これにより、図１の個々の複合発泡ガラス要素４１が互いに隣り合って整列されている。複合発泡ガラス要素４１は、例えば、棒４３と同様に、複合発泡ガラス要素４１を貫通するか、又は、複合発泡ガラス要素４１の表面に沿って走る水平に延びる接続要素によって、単に互いに隣り合って配置されるか、又は、互いに接続されることができる。

【００５８】

図８は、複合発泡ガラス要素５１のさらなる例示の実施形態を示し、この複合発泡ガラス要素５１は、図６の例示の実施形態の複合発泡ガラス要素４１に実質的に対応している。図６の複合発泡ガラス要素４１の発泡ガラス体４２ａ及び４２ｂの代わりに、図８の複合発泡ガラス要素５１では、複数の同一の発泡ガラス体５２ａが互いの上に１つずつ配置され、これらは順に直方体の基本形状を有するが、その長さ方向の側面の１つに傾斜面５８を有し、その結果、発泡ガラス体５２ａの底面が上面よりも小さくなり、発泡ガラス体５２ａが互いの上に積み重ねられたときに複合発泡ガラス要素５１の鋸歯状の表面が生じる。このような表面は、盲孔等の可能な他の表面構造と共に、騒音防止要素を形成するために音波を反射及び／又は吸収する役割を果たす。複合発泡ガラス要素４１の場合と同様に、個々の発泡ガラス体５２，５２ａ，５２ｂ，５２ｃは、上板５６及び基板６０並びに棒（図示しない）を介して互いにねじ止め及び張力付与されている。

【００５９】

図９における複合発泡ガラス要素５１の一部の詳細図には、発泡ガラス体５２，５２ａを貫通するねじ付き棒（図示しない）と、カバー板又は圧力分配板５６と、発泡ガラス体５２，５２ａとを螺合することができるナット５４の形態の固定具が示されている。さらに、図９には、音波の反射及び／又は吸収を改善するために発泡ガラス体５２ａに設けられた盲孔５９が示されている。

【００６０】
図１０は、図７の遮音壁４５と同様の遮音壁５５を示しており、これは複数の複合発泡ガラス要素５１から形成されている。
【００６１】
図１１は、複数の発泡ガラス体６２，６２ａ，６２ｂ，６２ｃ，６２ｄが積み重ねられて形成された複合発泡ガラス要素６１のさらなる例示の実施形態を示す。図１１の例示の実施形態が図６及び図８の例示の実施形態と異なる点は、図６の例示の実施形態における発泡ガラス体４２ａ，６２ｂ及び図３の例示の実施形態における発泡ガラス体５２ａに代えて、発泡ガラス体６２ａ，６２ｂの幅及び底面積がそれぞれ異なっており、発泡ガラス体６２ａ及び６２ｂは、交互に積み重ねられているため、発泡ガラス体６２ａ及び６２ｂの長さ方向の側面の一方を揃えると、複合発泡ガラス要素６１の表面の反対側に窪み６７及び突起６８が形成され、ここで、窪み６７及び突起６８はそれぞれ直方体構成である。したがって、複合発泡ガラス要素６１の構造化された表面もここに構成され、ひいては音波の反射及び／又は吸収によって音を低減する役割を果たす。
【００６２】
図１２は、複数の複合発泡ガラス要素６１が隣り合って配置された、実施形態７及び１０の遮音壁４５，５５と同様の対応する遮音壁６５を示す。
【００６３】
図１３は、本発明に係る複合発泡ガラス要素７１のさらなる実施形態の部分斜視図であり、この実施形態では、複数の直方体状の発泡ガラス体７２が、異なる方向に作用する様々な補強要素によって互いに保持されている。まず、トラス要素７３が複合発泡ガラス要素７１の主表面に設けられており、このトラス要素７３は、複合発泡ガラス要素７１の幅及び長さにまたがっており、発泡ガラス体７２を貫通する張力ワイヤ７４の形態の引張要素を介して互いに接続されており、発泡ガラス体７２が高さ方向Ｈにおいて互いに張力付与されるようになっている。さらに、複合発泡ガラス要素７１の長さ方向Ｌに沿って２つのＵ字形材７５，７６が配置され、これらは筋交い７７を介して互いに接続されている。複合発泡ガラス要素７１の長さ方向両側に設けられたＵ字形材７５，７６は、ナット７８でＵ字形材にねじ止めされたねじ付き棒７９の形態の補強要素／締結棒を介して接続されており、これにより発泡ガラス体７２もまた幅方向に互いに補強されている。
【００６４】
図１４は、Ｕ字形材７５，７６及び筋交い７７の形態の補強要素、並びにねじ付き棒７９及びナット７８をより詳細に示している。
【００６５】
対応する複合発泡ガラス要素７１は、様々な用途において、特に様々な構造物又は建築物の建設において、壁要素、床要素又は天井要素として使用することができる。例えば、このような複合発泡ガラス要素７１は、フローティング体、いわゆるポンツーンを形成するために、又は、建築物を建設するために使用することができる。
【００６６】
図１５は、本発明に係る複合発泡ガラス要素８１のさらなる例示の実施形態を示しており、この例示の実施形態では、長さ方向の側面に再びＵ字形材８５，８６が配置され、これらは、ナット８８でねじ止めされたねじ付き棒８７の形態の補強要素／引張要素を介して接続されている。図１５の例示の実施形態が示すように、任意の形状のＵ字形材を使用することができ、例えば、図１５に示すＵ字形材８５，８６は、ストリップに比べて底面が大きいため、Ｕ字形材８５，８６は板状である。
【００６７】
また、図１５からは、複合発泡ガラス要素８１において、発泡ガラス体８２が、ねじ付き棒８７及びナット８８と同様に、Ｕ字形材８５，８６の形態の補強要素で長さ方向側面を介して既に張力付与されているが、複合発泡ガラス要素８１の幅方向側面もまた、補強要素を介して接続及び張力付与されている、すなわち、ねじ付き棒８７の長さ方向軸線の方向を横断する方向に発泡ガラス体８２の接続及び張力付与があることが分かる。図１５

の例示の実施形態では、この目的のためにトラス８３が幅方向に設けられており、このトラス８３は、張力ワイヤ（図示しない）を介して互いに接続されている。

【００６８】

本発明に係る複合発泡ガラス要素９１のさらなる実施形態が、図１６に部分斜視図で示されている。複合発泡ガラス要素９１は、複数の発泡ガラス体９２を含んでおり、これらの発泡ガラス体９２は、順番に、直方体構造において互いの上に１つずつ隣り合って配置されている。先の実施形態と同様に、複合発泡ガラス要素９１の発泡ガラス体９２は、複合発泡ガラス要素９１の主表面及び幅方向側面上のトラス９３，９４の形態の補強要素と、それぞれのトラス９３，９４の間に配された張力ワイヤ（図示しない）とを介して張力付与されており、一方では、複合発泡ガラス要素９１の長さ方向の側面には、二重Ｔ字形梁９５，９６が配置され、これらは順にねじ付き棒及びナット（詳細には図示しない）を介して接続され、間に配置された発泡ガラス体６２を互いに押し付けて張力付与する。トラス、ねじ付き棒、張力付与ケーブル等の、これまでの実施形態から既に知られている補強要素に加えて、この実施形態では、このように、一方の端面に二重Ｔ字形梁９５，９６を有し、この二重Ｔ字形梁９５，９６は、今度は、ねじ付き棒又は張力付与ケーブル等を介して、対向する補強要素（例えば、二重Ｔ字形梁であってもよい）によって、間に配された発泡ガラス体９２に圧縮応力を加えるために張力付与される。

【００６９】

図１７は、複合発泡ガラス要素１０１を示し、この要素１０１では、互いに隣り合って上下に配置された複数の直方体の発泡ガラス体１０２が、一方では、上面及び下面並びに側面のトラス１０３と、対向するトラス１０３を接続するための対応する補強要素とによって、さらに側面の全周に二重Ｔ字形梁１０６を備え、この二重Ｔ字形梁１０６が、補強要素１０９を介して対向する二重Ｔ字形梁１０６に張力付与されることにより、発泡ガラス体１０２が全面に圧縮応力を受けて保持される。

【００７０】

図１８，１９及び２０では、寸法の異なる様々な複合発泡ガラス要素１１１，１２１及び１３１が示されているが、それ以外は、複数の直方体状の発泡ガラス体１１２，１２２，１３２と、表面側に互いに対向して配置されたトラス１１３，１２３及び１３３とを有する同一の構造を有している、対向する表面側に配置されたトラス１１３，１２３，１３３は、その間に位置する発泡ガラス体１１２，１２２，１３２がそれぞれ圧縮応力を受けて保持されるように、発泡ガラス体１１２，１２２，１３２を貫通して延びるバー、棒、ケーブル等を介して順に相互に接続されている。

【００７１】

さらなる複合発泡ガラス要素１４１が図２１に示されており、複合発泡ガラス要素１４１の斜視図において、複合発泡ガラス要素１４１の主表面上のカバー１４７の一部が切り開かれており、複合発泡ガラス要素１４１内を通って長さ方向（Ｌ）及び幅方向（Ｂ）の両方向に延びるねじ付き棒１４３の形態の補強要素／引張要素を見えるようにするために、発泡ガラス体１４２の一部が示されていない。複合発泡ガラス要素の先行実施形態で既に示したように、複合発泡ガラス要素１４１は、複数の直方体発泡ガラス体１４２からなり、これらは互いに隣り合って積み重ねられ、壁要素を形成する。圧力分配板１４５，１４６は、複合発泡ガラス要素１４１の端面の全周に設けられており、この圧力分配板１４５，１４６は、発泡ガラス体１４２に圧縮応力が作用するように、補強要素／引張要素１４８，１４９を介して、それぞれの対向する圧力分配板１４５，１４６に接続され、張力付与されている。複合発泡ガラス要素１４１の内部を通るねじ付き棒１４３は、補強要素／引張要素１４８，１４９の一部である。

【００７２】

図２１の例示の実施形態ではさらに、複合発泡ガラス要素１４１の表面、すなわち、長さ（Ｌ）方向と幅（Ｂ）方向とにまたがる複合発泡ガラス要素１４１の主表面の１つにカバー１４７が設けられているため、複合発泡ガラス要素１４１は任意の所望の表面を有することができる。このようなカバーの材料としては、鋼、プラスチック、石膏ボード等の

任意の適切な材料を使用することができ、コーティングとして設計することもできる。勿論、このようなカバーは、複合発泡ガラス要素の全ての表面又は個々の表面のみに設けることができ、複合発泡ガラス要素の全ての実施形態に設けることができる。

【００７３】

図２２は、本発明に係る複合発泡ガラス要素１５１のさらなる例を示しており、この要素は、側板１５５，１５６及びバー１５３，１５４の形態の補強要素／引張要素を介して互いにクランプされた複数の発泡ガラス体１５２から形成されている。図２２に示す実施形態の複合発泡ガラス要素１５１は、複合発泡ガラス要素１５１の主要面を覆うカバー（又は、クラッディング若しくはファサード）１５８をさらに備える。発泡ガラス体１５２と、複合発泡ガラス要素１５１の側板１５５，１５６を対向する側で接続するバー１５３，１５４とを示すために、カバー１５８は中央領域で省略され、さらに、一部の発泡ガラス体１５２も図示されていない。

【００７４】

バー１５３は、直方体の複合発泡ガラス要素１５１の対向する側に配置される側板１５６を接続し、図２２に示す図において水平に延びるバー１５４は、複合発泡ガラス要素１５１の対向する側に配置される側板１５５を接続する。バー１５３，１５４は、ねじ接続部１５７の形態の固定具を介して側板１５５，１５６に接続され、これにより、側板１５５，１５６の開口部を通して挿入されたバー１５３，１５４にねじ込まれるナットの配置、又はバー１５３，１５４がその端部にねじ山を有してねじ込まれる側板１５５，１５６のねじ穴など、ねじ接続部の多種多様な設計が考えられる。

【００７５】

図２３は、図２２の複合発泡ガラス要素１５１の一部を別の視点から示しており、カバー１５８が主表面の一方にどのように配置され得るかを示している。図２３に示す図では、カバー１５８の背後にあるバー１５３，１５４であって、対向する側板１５５，１５６を接続し、それによって介在する発泡ガラス体１５２を互いに押し付けるバー１５３，１５４が見えるように、カバー１５８は、主表面から浮き上がっている。

【００７６】

カバー１５８は、プラスチック又は金属等の任意の適切な材料から形成することができ、適切な接合技術を用いて、複合発泡ガラス要素１５１又は発泡ガラス体１５２と、側板１５５，１５６及びバー１５３，１５４の形態の補強要素とに接続することができる。例えば、カバー１５８は、材料接続、特に接着又は溶接によって配置することができる。

【００７７】

バー１５３，１５４は、ねじ接続部１５７を有し、これにより、図示の例示の実施形態では、バー１５３，１５４は、その端部にねじ山を有し、これにより、側板１５５，１５６の開口部に通されたバー１５３，１５４は、ナットでねじ止めされる。

【００７８】

側板１５５，１５６及びバー１５３，１５４は、任意の適切な材料から形成することができ、金属材料、特に鋼材などがここでは特に適している。

【００７９】

複合発泡ガラス要素１４１及び１５１の組み合わせは、複合発泡ガラス要素１６１において実現され、この要素１６１は、図２４の斜視図に示されており、ここでもまた、内側及び外側に配置されたねじ付き棒１６３，１６４の形態の補強要素／引張要素の配置を説明するために、カバー１６７の一部が切り開かれ、発泡ガラス体１６２の一部が省略されている。先の実施形態で既に示したように、ねじ付き棒、張力付与ケーブル等の補強要素の少なくとも一部は、複合発泡ガラス要素の内部を、特に発泡ガラス体を貫通して延びることができる。しかしながら、補強要素を、複合発泡ガラス要素又は発泡ガラス体の表面上に全体的又は大部分配置することも可能である。しかしながら、複合発泡ガラス要素１６１の例として図２４に示すように、補強要素の内部配置及び外部配置を互いに組み合わせることも可能である。端面又は側面の円周方向に配置された圧力分配板１６５，１６６を、それぞれの対向する圧力分配板１６５，１６６に接続するために、補強要素／引張要

素１６８，１６９の両方が設けられ、これらの補強要素は、発泡ガラス体１６２を主に貫通すると共に、発泡ガラス体１６２の表面に沿っている。図２４から分かるように、雌ねじ付き棒１６３は、複合発泡ガラス要素１６１の内部に配置され、一方、発泡ガラス体１６２の表面に沿って延びる雄ねじ付き棒１６４は、発泡ガラス体１６２の表面に配置され、内部及び雄ねじ付き棒１６３，１６４の両方が、発泡ガラス体１６２に圧縮応力を加えるために、圧力分配板１６５，１６６に順にねじ止めされる。雄ねじ付き棒１６４は、カバー１６７で覆われていてもよい。

【００８０】

図２５は、本発明に係る複合発泡ガラス要素１７１のさらなる実施形態を示し、この複合発泡ガラス要素１７１は、原理的には先の複合発泡ガラス要素１５１と同様に構成されている。複合発泡ガラス要素１７１が複合発泡ガラス要素１５１と異なるのは、側板１７５，１７６が側板１５５，１５６のような平坦な側板として設計されておらず、複合発泡ガラス要素１７１の主表面を取り囲む、その長さ方向端部に丸みを帯びた角部を有する点のみである。したがって、補強要素／引張要素１７３，１７４の形態の補強要素は、例えば、対応する開口部に吊り下げられたり、それらを貫通したりすることによって、これらの角度のある領域上に配置することができる。補強要素／引張要素１７３，１７４は、それぞれの対向する側板１７５，１７６を順に接続し、側板１７５，１７６がそれらの間に位置する発泡ガラス体８２を互いに押し付けるように、対応して弾性的に張力付与される。

【００８１】

先の図２１～２５の例示の実施形態に類似するさらなる複合発泡ガラス要素１９１を図２６に示す。この複合発泡ガラス要素１９１もまた、角度をなす領域をその長さ方向端部に有する側板１９３，１９４を有しており、該長さ方向端部は、対応する側板１９３，１９４の基面に対して横方向に角度をなすと共に主面を包含する丸みを帯びている。しかしながら、ワイヤ（又は丸鋼など）１９５，１９６が補強要素として設けられており、このワイヤ１９５，１９６は、複合発泡ガラス要素１９１の周囲を環状に延びており、側板１９３，１９４が配置された複合発泡ガラス要素１９１の２つの主面及び対向する側面の上に延びている。環状閉鎖のために、各ワイヤ１９５，１９６の両端には、締結ねじ接続部又は引張要素１９７が設けられており、この締結ねじ接続部又は引張要素１９７により、各ワイヤ１９５，１９６のねじ端部が互いに向かって引っ張られ、これにより張力が調整される。張力付与されたワイヤ１９５，１９６は、対向する側板１９３，１９４を、介在する発泡ガラス体１９２に押し付け、それらに張力付与して、本発明に係る複合発泡ガラス要素１９１を形成する。

【００８２】

図２７～２９は、締結ねじ接続部１９７の原理及び構造、並びに、側板１９３，１９４の丸みを帯びた角度の付いた長さ方向の縁を明確に認識できるように、複合発泡ガラス要素１９１を異なる視点からより詳細に示している。

【００８３】

図３０は、締結ねじ接続部１７７のさらなる例示の実施形態を示し、これは、ワイヤ１９５，１９６のねじ接続及び張力付与のために、図２６～２９の複合発泡ガラス要素１９１にも使用することができる。バンド１７３の環状配置は、その端部に差込レセプタクル１７８及びねじ付きレセプタクル１７９を有し、ボルト１８０と協働することが、図３０に明瞭に示されている。ボルト１８０は、差込レセプタクル１７８を通して挿入され、ねじ付きレセプタクル１７９のねじ山に係合するため、差込レセプタクル１７８及びねじ付きレセプタクル１７９に接続されたバンド１７３の端部は、ボルトがねじ付きレセプタクル１７９にねじ込まれたときに互いに向かって移動し、こうしてバンド１７３は、複合発泡ガラス要素（図示しない）の周囲に張力付与されることができる。

【００８４】

図３１は、先の例示の実施形態と同様に、複合発泡ガラス要素２０１の端面に側板２０３，２０４を有し、この側板２０３，２０４は、複合発泡ガラス要素２０１の主面の方向

に角度を有し、これらを包含する丸みを帯びた領域をその長さ方向端部に有する複合発泡ガラス要素２０１のさらなる例示の実施形態を示す。複合発泡ガラス要素１９１のワイヤ１９５，１９６と同様に、複数の平行なバンド２０５，２０６が複合発泡ガラス要素２０１の周囲に延びており、このバンド２０５，２０６は、対向する端面に位置する側板２０３，２０４を、その間に配置された発泡ガラス体に対して押し付ける。各バンド２０５，２０６の環状閉鎖のためにクランプ要素が設けられており、これは対応するバンド２０６と共に図３２で示されている。バンド２０６の両端は、重なり合うように、側面にスロットが設けられたスリーブを通して案内され、それによってスリーブは、バンド２０６の両端が互いに押し付けられるように押し合わされる。その結果、クランプ要素２０７の塑性変形によりクランプ要素２０７によって維持されるバンド２０６の端部間の摩擦接続により、バンド２０６の確実な環状閉鎖が達成される。対応するバンド２０５，２０６の弾性張力を側板２０３，２０４に作用させるために、バンド２０５，２０６は、クランプ要素２０７でクランプする前に牽引によって弾性変形させることができ、これにより、クランプ要素２０７によるバンド２０６の端部の相互固定後、側板２０３，２０４の間に配置された発泡ガラス体が互いに押し付けられる。

【００８５】

図３３は、さらなる複合発泡ガラス要素２１１を示し、この複合発泡ガラス要素２１１は、複数の発泡ガラス体２１２から構成されている。直方体状の発泡ガラス体２１２は、直方体状の複合発泡ガラス要素２１１を形成するように積み重ねられており、幅方向と高さ方向とにまたがる端面の各々には、端面の縁に沿って延び、角部形材で構成される縁部枠２１３が設けられており、縁部枠は、一方では対応する端面に対して、他方では複合発泡ガラス要素２１１の高さと長さとによって画定される隣り合う主面及び長さ方向の側面に対して静止するようになっている。対向する端面に配置された２つの縁部枠２１３は、平行に延びている複数の弾性変形バンド２１６を介して互いに支えられ、介在する発泡ガラス体２１２が互いに押し付けられるようになっている。さらに、複合発泡ガラス要素２１１の長さ方向の端部には角部形材２１４が配置されており、この角部形材２１４も、互いに平行に延びている複数の弾性的に張力付与されたバンド２１５を介して発泡ガラス体２１２に対して押し付けられており、これにより、発泡ガラス体２１２は、複合発泡ガラス要素２１１の幅方向及び高さ方向並びに長さ方向の両方において互いに張力付与されている。

【００８６】

本発明に係る複合発泡ガラス要素の多くの可能な用途の１つは、トンネルライニング２２９が配置されたトンネル２２８を形成することであり、このトンネルライニング２２９はトンネル管を画定し、トンネルライニング２２９とトンネル２２８のトンネル壁との間にトンネル中間空間２３０が形成されるようになっている。トンネルライニング２２９は、複数の複合発泡ガラス要素２２１によって形成され、これらの複合発泡ガラス要素２２１は、ブラケット２２７を介してトンネル２２８のトンネル壁に取り付けられている。

【００８７】

図３４は、トンネルライニング２２９を形成するための複合発泡ガラス要素２２１のアーチ状配置を示している。複合発泡ガラス要素２２１の機械的特性により、列車が高速で通過する際に圧縮荷重が複合発泡ガラス要素によって消散されるため、高速列車用のトンネルであってもトンネルライニングにおける配置が可能である。個々の複合発泡ガラス要素２２１は、それ自体がアーチ状であり、個々の発泡ガラス体２２２は、わずかに楔型の形状を有し、そのため、隣り合う発泡ガラス体２２２が対向する発泡ガラス体２２２の対向する接触面は、互いに平行に整列されず、むしろ互いに小さな角度を形成し、複数の発泡ガラス体２２２がそれらの接触面を互いに対向させて配置されると、複合発泡ガラス要素２２１のアーチ状の構造が生じる。発泡ガラス体２２２を互いに接続して押し付けるための対応する補強要素は、先に示した実施形態に従って発泡ガラス体２２２を貫通して、及び／又は発泡ガラス体２２２の表面に沿って案内することができる。

【００８８】

トンネルライニング２２９を形成する複合発泡ガラス要素２２１の一つが図３５に示されている。複合発泡ガラス要素２２１は、順番に複数の発泡ガラス体２２２から構成され、これらの発泡ガラス体２２２は、端板２２３と２２４（基板は図２３に図示しない。図３６参照）との間に取り付けられ、発泡ガラス体２２２を貫通して延びる棒２２６と表面に沿って延びているストリップ２２５を介して互いにクランプされている。図３５の例示の実施形態は、湾曲又はアーチ状の複合発泡ガラス要素も形成できることを示している。図３５に示される例示の実施形態では、個々の発泡ガラス体２２２は、環状セグメント又は切断された楔として形成されているため、隣り合う発泡ガラス体２２２と連接させられるか、又は、発泡ガラス体１２２を互いに積み重ねる役割を果たす２つの対向面は、互いに斜めに形成されている。これにより、複合発泡ガラス要素２２１の湾曲又はアーチ構造を実現することが可能となり、複数のアーチ型複合発泡ガラス要素２２１が一緒になって、断面が円形のアーチ型トンネルライニング２２９を形成する。

【００８９】

端板２２３，２２４がその間に配置された発泡ガラス体２２２に押し付けられる棒２２６は、発泡ガラス体２２２又は複合発泡ガラス要素２２１を貫通して延びている。さらに、複合発泡ガラス要素２２１の外面にはストリップ２２５が設けられており、このストリップ２２５も複合発泡ガラス要素２２１の端板２２３，２２４を互いに接続している。

【００９０】

ブラケット２２７は、端板２２３の少なくとも一方に設けられており、これにより、複合発泡ガラス要素２２１をトンネル壁から離れた位置でトンネル２２８内に固定することができる。

【００９１】

図３６～３９は、トンネルライニング２２９と関連する複合発泡ガラス要素２２１を様々な図で示しており、これにより、ブラケット２２７を介したトンネル２２８のトンネル壁面上の複合発泡ガラス要素２２１の配置と、端板２２３，２２４及びＵ字形ストリップ２２５を有する個々の複合発泡ガラス要素２２１の構造との両方を認識することができる。

【００９２】

図３７はまた、トンネルライニング２２９との組み合わせでどのように事故防止の改善を実現できるかを示している。発泡ガラスバラスト２２０のようなエネルギー吸収材料も、トンネルライニング２２９とトンネル２２８との間のトンネル中間空間２３０に充填することができ、車両がトンネルライニング２２９に衝突した場合の衝撃エネルギーの大部分を吸収して消散させることができるため、トンネル壁面又はトンネルライニング２２９への衝突を伴う事故の結果を緩和することができる。

【００９３】

トンネルライニング２２９のさらなる実施形態は、図４０～４２に見ることができる。図４０のトンネルライニング２２９では、湾曲した複合発泡ガラス要素２２１の代わりに、直線状又は平坦な複合発泡ガラス要素２３１が使用されており、これらの複合発泡ガラス要素２３１は、湾曲したトンネルライニング２２９を実現するために多角形の形に並べられている。発泡ガラス製の楔要素２３２は、接合部において直線状又は平坦な複合発泡ガラス要素２３１の間に生じる隙間を埋めるために、個々の平坦又は直線状の複合発泡ガラス要素２３１の間に挿入される。

【００９４】

あるいは、複合発泡ガラス要素２４１を使用することもでき、この複合発泡ガラス要素２４１は、隣り合う複合発泡ガラス要素２４１との接続端に楔型発泡ガラス端体２４３を有し、複合発泡ガラス要素２４１の残りの発泡ガラス体２４２は、直方体の発泡ガラス体として設計することができる。

【００９５】

複合発泡ガラス要素２４１は、図４２に詳細に示されている。図４２に見られるように、直方体状の発泡ガラス体２４２は互いに積み重ねられ、楔型発泡ガラス端体２４３が積

み重ねられた両端に配置されている。ブラケット２４７を備えた圧力分配板２４６は、楔型発泡ガラス端体２４３のそれぞれの表面に配置され、複合発泡ガラス要素２４１をトンネル壁に固定する役割を果たす。圧縮応力は、圧力分配板２４６を介して発泡ガラス体２４２，２４３に、楔型発泡ガラス端体２４３及び直方体発泡ガラス体２４２を貫通する補強要素２４９によって及ぼされ、これらの発泡ガラス体２４２，２４３が順に圧縮応力を受ける。

【００９６】

本発明のさらなる２つの用途を、図４３及び図４４に示す。

【００９７】

図４３は、全体が複合発泡ガラス要素２５１及び２６１から形成されている建築物２６０を示している。複合発泡ガラス要素２６１は壁を形成し、複合発泡ガラス要素２５１は天井又は屋根として形成される。

【００９８】

複合発泡ガラス要素２５１の発泡ガラス体２５２は、発泡ガラス体２５２を貫通して挿入された金属棒と共に、複合発泡ガラス要素２５１の端面に円周方向に配置された金属板２５３によって補強されており、これにより、金属棒と共に金属板２５３が発泡ガラス体２５２を互いに押し付けて、強度を高めている。閉鎖気孔を有する発泡ガラス体２５２により、このような複合発泡ガラス要素２５１は水に対して不透過性であり、機械的強度により、対応する複合発泡ガラス要素２５１からなる屋根は、要求される積雪荷重などに容易に耐えることができる。さらに、機械的特性は、発泡ガラス体の製造工程中に発泡ガラスの密度を変えることによって影響を及ぼすことができる。例えば、発泡ガラス体の密度を高くすることにより、より高い弾性率、ひいてはより高い機械的強度を達成することができる。

【００９９】

さらに、複合発泡ガラス要素２５１，２６１は、熱伝導率や不燃性等の建築安全性の面で高い基準を満たすため、パッシブハウスのような建築物を建設することができる。

【０１００】

これまでの全ての例示の実施形態と同様に、複合発泡ガラス要素２５１，２６１は、通常、材料接続がない又はわずかしかなく、補強要素を介した機械的接続のみがあり、取り外し可能であるため、発泡ガラスや補強要素の材料等の個々の材料をリサイクル可能なように容易に分離することができ、容易にリサイクル可能である。

【０１０１】

本発明に係る複合発泡ガラス要素のさらなる応用例を図４４に示す。図４４は、例えばスケルトン構造で建てられた高層ビル２７０を示している。複合発泡ガラス要素２７１は、高層ビル２７０のスケルトンのファサード要素として使用されている。複合発泡ガラス要素２７１の良好な機械的特性のために、対応する高層ビルで発生する風荷重に耐えることができる。また、断熱性に優れ、リサイクルが容易であるという利点もある。

【０１０２】

壁を形成する複合発泡ガラス要素は、例えば、先に述べた直方体状の複合発泡ガラス要素によって形成することができる。

【０１０３】

複合発泡ガラス要素の個々の発泡ガラス体間のコールドブリッジをさらに回避するため、及び／又は、隣り合う発泡ガラス体の接続を改善するために、発泡ガラス体の形状を、少なくとも一方向において隣り合う発泡ガラス体間にも形状接続するように適合させることができる。これは、発泡ガラス体の接触面の表面形状又は表面形状の特別な設計によって可能となる。これは、本発明の全ての複合発泡ガラス要素に概ね適用され、特に既に説明した全ての実施形態にも適用される。

【０１０４】

発泡ガラス体２８２，２８２ａ，２９２，２９２ａ，３０２及び３０２ａの様々な構成を図４５～４７に示す。

【０１０５】
図４５では、２つの異なる発泡ガラス体２８２，２８２ａが示されており、これらの発泡ガラス体２８２，２８２ａは、隣り合う発泡ガラス体２８２，２８２ａに接続するための異なる接触面を有する。例えば、発泡ガラス体２８２は、波形状である第１の端面２８３を有し、発泡ガラス体２８２の反対側の端部には、互いに斜めに配置された２つの平坦面を有する第２の端面２８４が設けられている。発泡ガラス体２８２ａは、発泡ガラス体２８２の第２の端面２８４と相補的な第３の端面２８５を有し、発泡ガラス体２８２ａの第４の端面２８６も同様に波形状であって、これに対応して発泡ガラス体２８２の第１の端面２８３と相補的であり、それによって発泡ガラス体２８２及び２８２ａを交互に前後に配置することができる。
【０１０６】
同様に、図４６は２つの発泡ガラス体２９２及び２９２ａを示し、これらは順に対応する端面２９３，２９４，２９５及び２９６を有する。発泡ガラス体２９２の第１の端面２９３は、発泡ガラス体２９２ａの第４の端面２９６と相補的であり、同様に波形状を有する。互いに相補的な端面２９４，２９５、すなわち発泡ガラス体２９２の第２の端面２９４及び発泡ガラス体２９２の第３の端面２９５は、３つの平面状の部分面を有し、そのうちの２つは第３の部分面に対して斜めに配置されている。
【０１０７】
図４７のさらなる例示の実施形態では、発泡ガラス体３０２の第１の端面３０３及び発泡ガラス体３０２ａの第４の端面３０６は先の例示の実施形態の第１の端面及び第４の端面に対応し、発泡ガラス体３０２の第２の端面３０４と発泡ガラス体３０２ａの第３の端面は鋸歯状の表面構造を有するが、第２の端面３０４と第３の端面３０５は同様に互いに相補的に形成されている。
【０１０８】
図４５～４７の例示の実施形態では、２つの異なる発泡ガラス体が複合体の中で互いに組み合わされている。しかしながら、全て同じ発泡ガラス体又は複数の異なる発泡ガラス体を用いた複合体の場合にも、接触面又は端面の対応する構成が実現されることも考えられる。
【０１０９】
図４８は、フローティングハウス３１０のための複合発泡ガラス要素の用途を示しており、複合発泡ガラス要素は、図４３の実施形態のように、ハウスの壁及び天井又は屋根に使用されるだけでなく、特に、フローティングハウスが支持されるポンツーン３１１を形成するために使用される。細孔の割合が高いために発泡ガラスの密度が低くなると共にガラスの圧縮強度が高くなっており、かつ、補強要素によって機械的補強が施されていることにより複合発泡ガラス要素の機械的強度が高くなっているため、本発明の複合発泡ガラス要素は、自重が低く、浮力が高いことによって、浮き家屋のポンツーンとして使用するのに有利である。
【０１１０】
本発明を例示の実施形態に基づいて詳細に説明したが、本発明がこれらの例示の実施形態に限定されるものではなく、むしろ、添付の特許請求の範囲の保護範囲を逸脱することなく、特に示された例示の実施形態の個々の特徴を省略したり、特徴の異なる組み合わせを実現したりすることができるように、設計の変更だけでなく、多様な応用が可能であることは、当業者には明らかである。特に、本開示は、様々な例示の実施形態に示される個々の特徴の全ての組み合わせを含んでおり、そのため、１つの例示の実施形態に関連してのみ記載される個々の特徴は、他の例示の実施形態又は明示的に示されていない個々の特徴の組み合わせにおいても使用することができる。
【符号の説明】
【０１１１】
１　複合発泡ガラス要素
２　発泡ガラス体

３　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
４　固定具（ナット）
５　ばね要素
６　圧力分配板
７　分離要素
８　支持体
９　補強要素／引張要素
１１　複合発泡ガラス要素
１２　発泡ガラス体
１６　圧力分配板
１９　補強要素／引張要素
２１　複合発泡ガラス要素
２２　発泡ガラス体
２３　バンド（張力調整バンド／引張バンド）
２４　張力付与要素（固定具）
２５　圧力分布形材
２７　分離要素
２８　支持体
３１　複合発泡ガラス要素
３２　発泡ガラス体
３３　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
３４　固定具（ナット）
３５　張力付与要素
３６　圧力分配板
４１　複合発泡ガラス要素
４２，４２ａ，４２ｂ，４２ｃ，４２ｄ　発泡ガラス体
４３　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
４４　固定具（ナット）
４５　遮音壁
４６　圧力分配板
４７　凹状窪み
４８　凸状湾曲部
４９　溝
５０　基板
５１　複合発泡ガラス要素
５２，５２ａ，５２ｂ，５２ｃ　発泡ガラス体
５４　固定具（ナット）
５５　遮音壁
５６　圧力分配板
５８　傾斜面
５９　盲孔
６０　基板
６１　複合発泡ガラス要素
６２，６２ａ，６２ｂ，６２ｃ，６２ｄ　発泡ガラス体
６５　遮音壁
６６　圧力分配板
６７　窪み
６８　突起
６９　補強要素／引張要素
７０　基板

７１　複合発泡ガラス要素
７２　発泡ガラス体
７３　トラス
７４　引張要素（張力ワイヤ）
７５　Ｕ字形材
７６　Ｕ字形材
７７　筋交い
７８　ナット
７９　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
８１　複合発泡ガラス要素
８２　発泡ガラス体
８３　トラス
８５　Ｕ字形材
８６　Ｕ字形材
８７　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
８８　ナット
９１　複合発泡ガラス要素
９２　発泡ガラス体
９３　トラス
９４　トラス
９５　二重Ｔ字形梁
９６　二重Ｔ字形梁
１０１　複合発泡ガラス要素
１０２　発泡ガラス体
１０３　トラス
１０６　二重Ｔ字形梁
１１１　複合発泡ガラス要素
１１２　発泡ガラス体
１１３　トラス
１２１　複合発泡ガラス要素
１２２　発泡ガラス体
１２３　トラス
１３１　複合発泡ガラス要素
１３２　発泡ガラス体
１３３　トラス
１４１　複合発泡ガラス要素
１４２　発泡ガラス体
１４３　補強要素／引張要素（ねじ付き棒）
１４５　圧力分配板
１４６　圧力分配板
１４７　カバー
１４８　補強要素／引張要素
１４９　補強要素／引張要素
１５１　複合発泡ガラス要素
１５２　発泡ガラス体
１５３　バー
１５４　バー
１５５　側板
１５６　側板
１５７　固定具（ねじ接続）

１５８　カバーリング／クラッディング／ファサード
１６１　複合発泡ガラス要素
１６２　発泡ガラス体
１６３　補強要素／引張要素（雌ねじ付き棒）
１６４　補強要素／引張要素（雄ねじ付き棒）
１６５　圧力分配板
１６６　圧力分配板
１６７　カバー
１６８　水平補強要素／引張要素
１６９　垂直補強要素／引張要素
１７１　複合発泡ガラス要素
１７２　発泡ガラス体
１７３　補強要素／引張要素
１７４　補強要素／引張要素
１７５　側板
１７６　側板
１７７　締結ねじ接続部
１７８　差込レセプタクル
１７９　ねじ付きレセプタクル
１８０　ボルト
１９１　複合発泡ガラス要素
１９２　発泡ガラス体
１９３　側板
１９４　側板
１９５　ワイヤ／丸鋼
１９６　ワイヤ／丸鋼
１９７　締結ねじ接続部／引張要素
２０１　複合発泡ガラス要素
２０３　側板
２０４　側板
２０５　バンド
２０６　バンド
２０７　クランプ要素
２１１　複合発泡ガラス要素
２１２　発泡ガラス体
２１３　縁部枠
２１４　角部形材
２１５　バンド
２１６　バンド
２２０　発泡ガラスバラスト
２２１　複合発泡ガラス要素
２２２　発泡ガラス体
２２３　端板
２２４　端板
２２５　ストリップ
２２６　棒
２２７　ブラケット
２２８　トンネル
２２９　トンネルライニング
２３０　トンネル中間空間

２３１　複合発泡ガラス要素
２３２　楔要素
２４１　複合発泡ガラス要素
２４２　発泡ガラス体
２４３　楔型発泡ガラス端体
２４６　端板
２４７　ブラケット
２４９　補強要素
２５１　複合発泡ガラス要素
２５２　発泡ガラス体
２５３　金属板
２６０　建築物
２６１　複合発泡ガラス要素
２７０　高層ビル
２７１　複合発泡ガラス要素
２８２，２８２ａ　発泡ガラス体
２８３　第１の端面
２８４　第２の端面
２８５　第３の端面
２８６　第４の端面
２９２，２９２ａ　発泡ガラス体
２９３　第１の端面
２９４　第２の端面
２９５　第３の端面
２９６　第４の端面
３０２，３０２ａ　発泡ガラス体
３０３　第１の端面
３０４　第２の端面
３０５　第３の端面
３０６　第４の端面
３１０　フローティングハウス
３１１　ポンツーン
Ｈ　高さ
Ｂ　幅
Ｌ　長さ

【図面】

【図１】

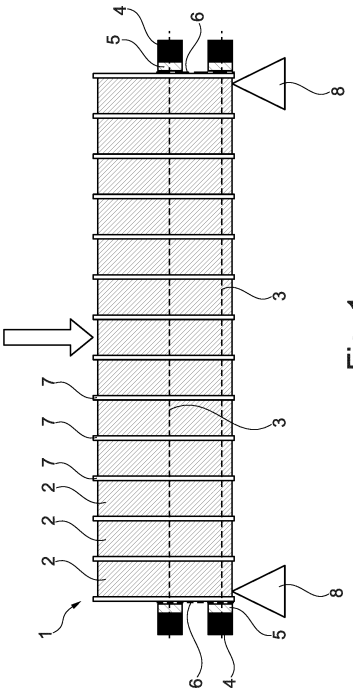

Fig. 1

【図２】

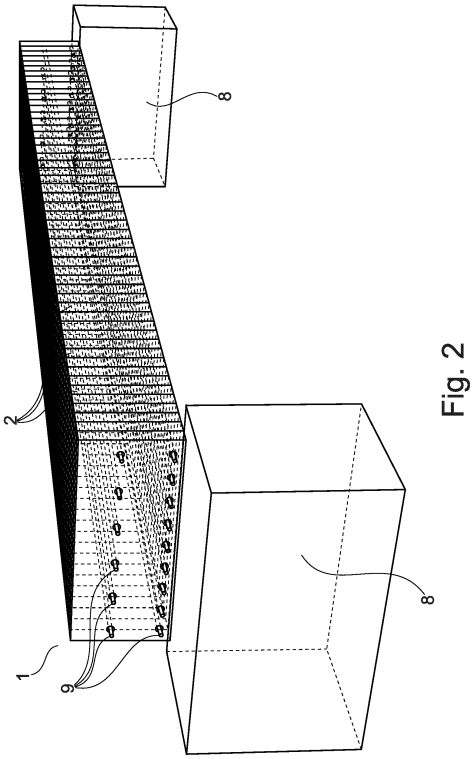

Fig. 2

【図３】

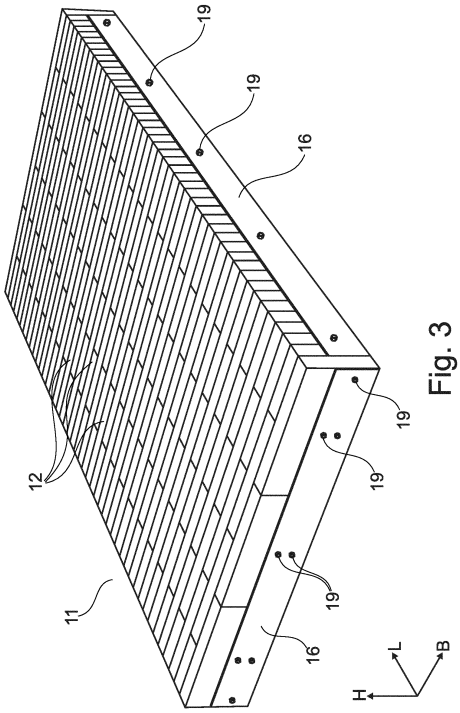

Fig. 3

【図４】

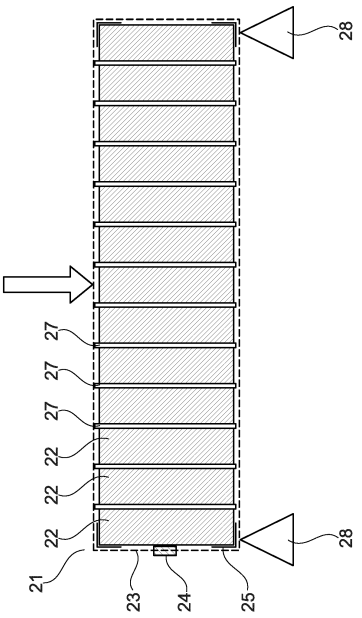

Fig. 4

【図５】

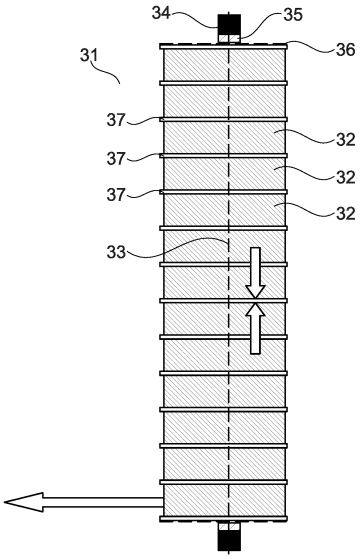

Fig. 5

【図６】

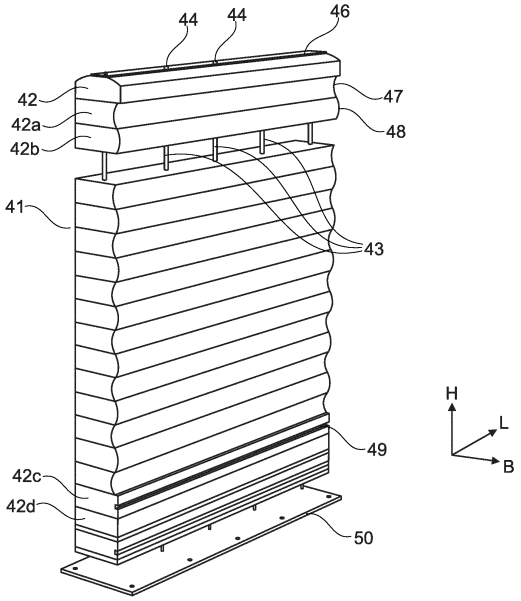

Fig. 6

【図７】

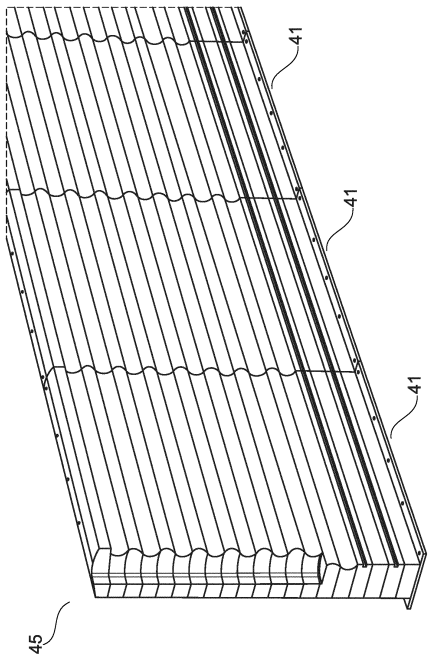

Fig. 7

【図８】

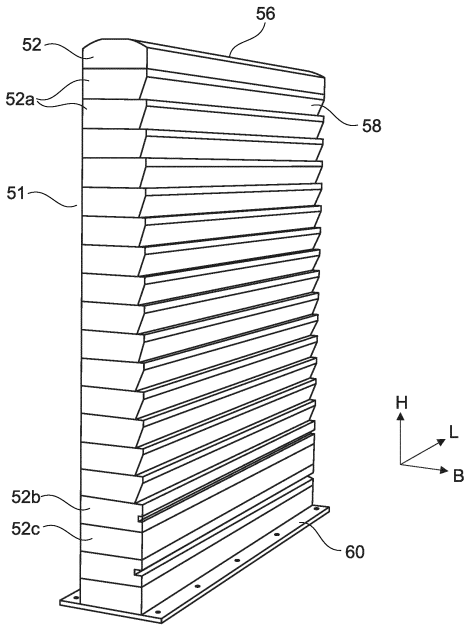

Fig. 8

【図９】

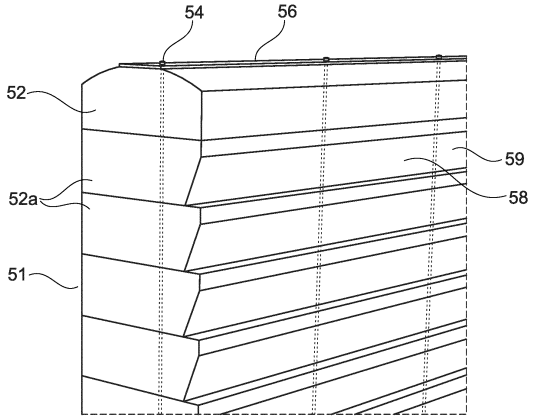

Fig. 9

【図１０】

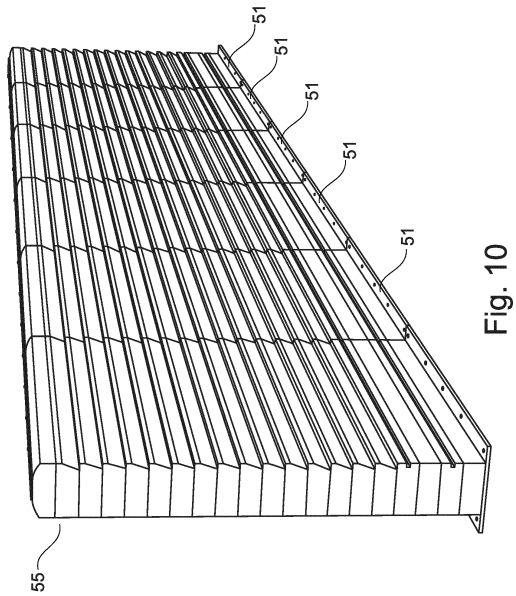

Fig. 10

【図１１】

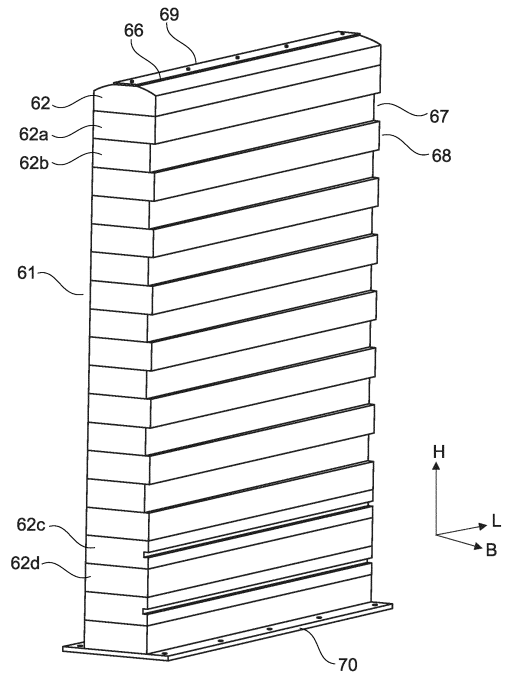

Fig. 11

【図１２】

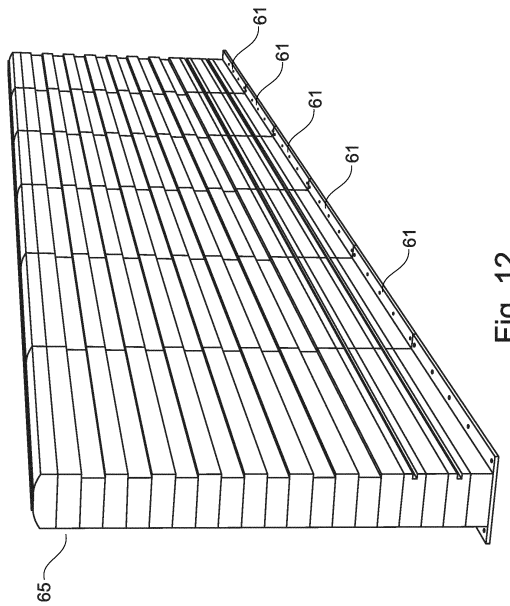

Fig. 12

【図１３】

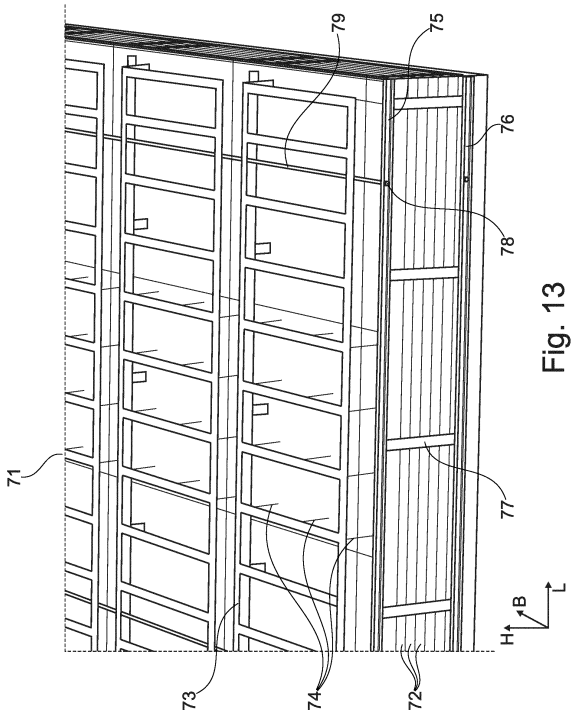

Fig. 13

【図１４】

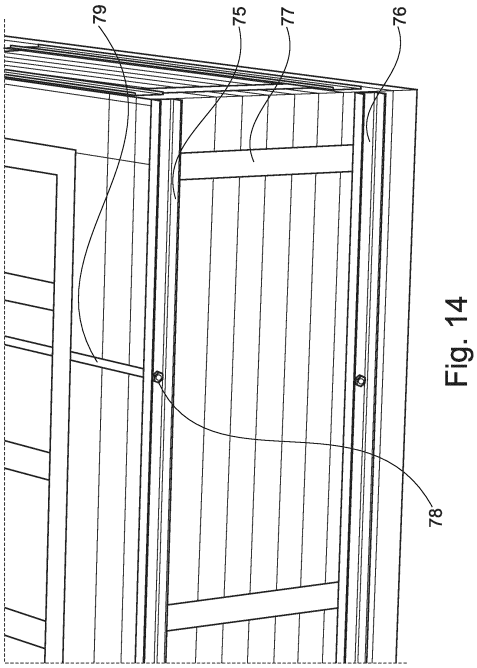

Fig. 14

【図１５】

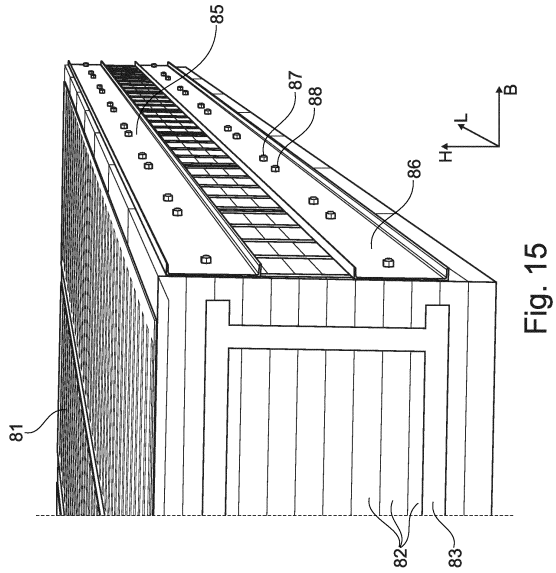

Fig. 15

【図１６】

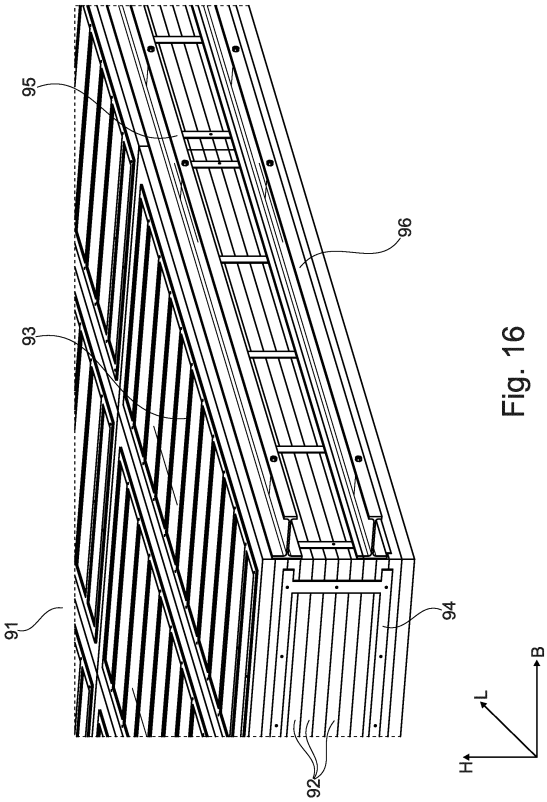

Fig. 16

【図１７】

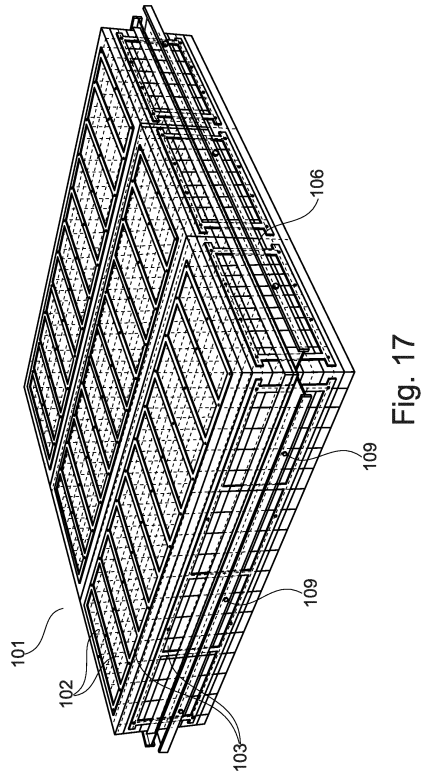

Fig. 17

【図１８】

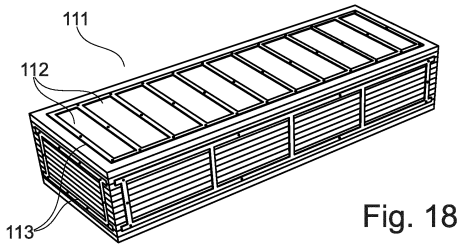

Fig. 18

【図１９】

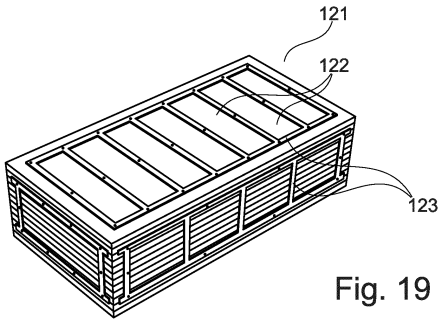

Fig. 19

【図２０】

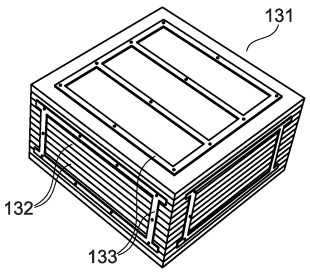

Fig. 20

【図２１】

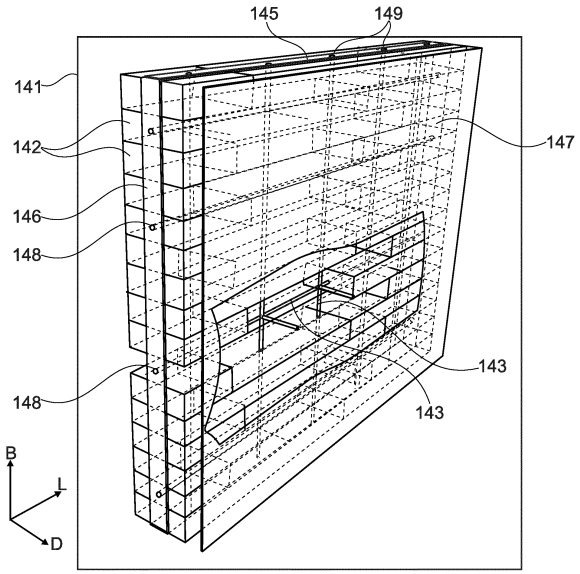

Fig. 21

【図２２】

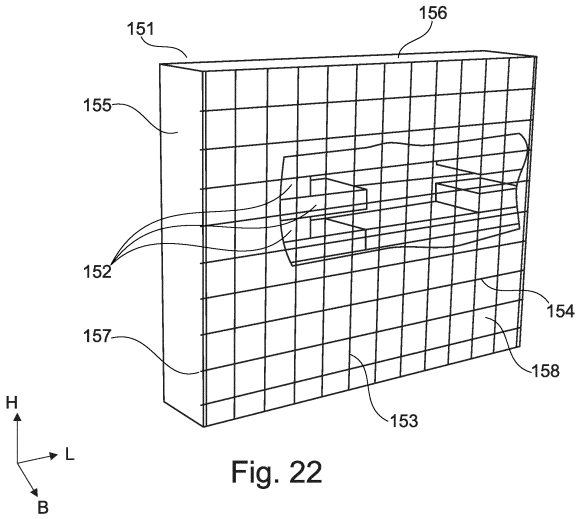

Fig. 22

【図２３】

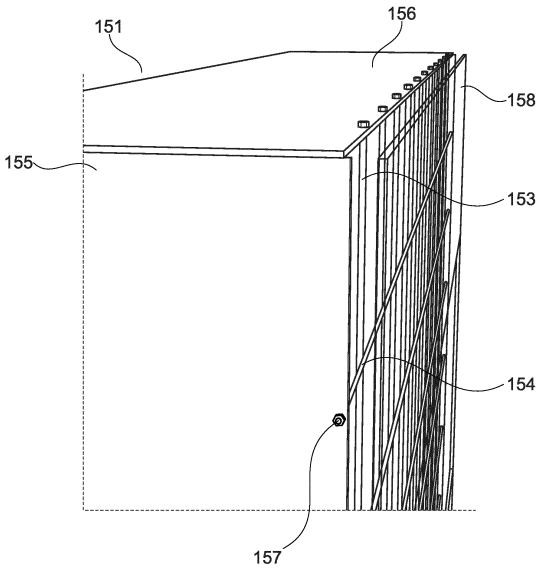

Fig. 23

【図２４】

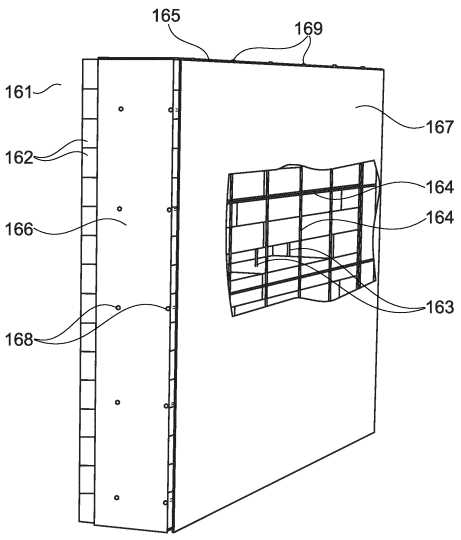

Fig. 24

【図２５】

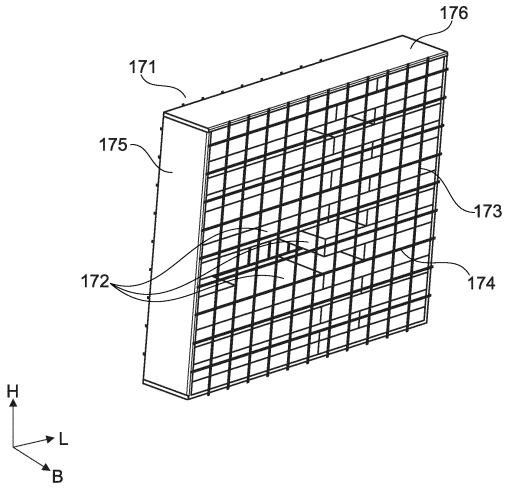

Fig. 25

【図２６】

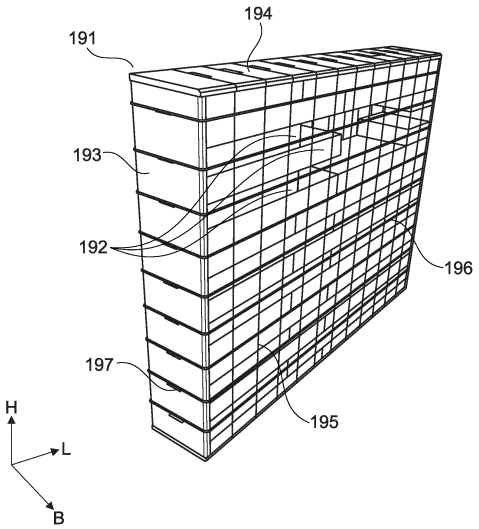

Fig. 26

【図２７】

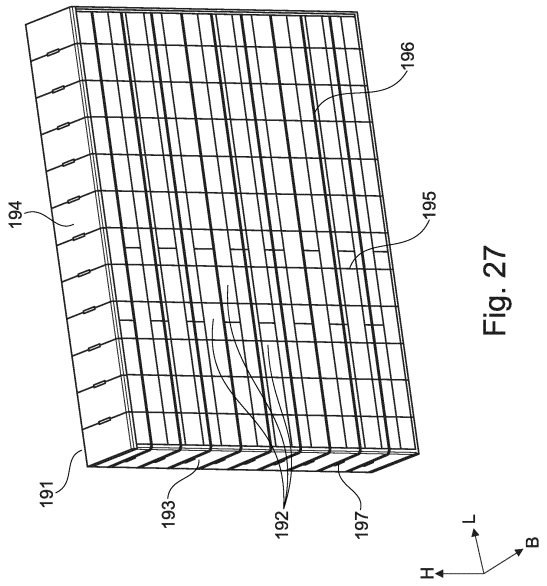

Fig. 27

【図２８】

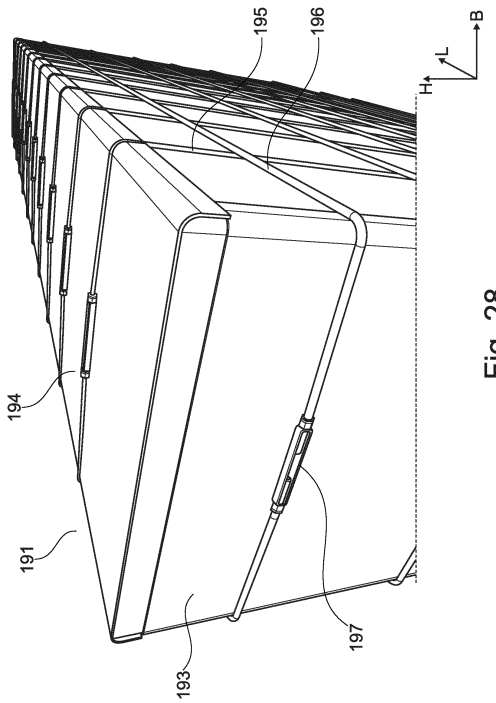

Fig. 28

【図２９】

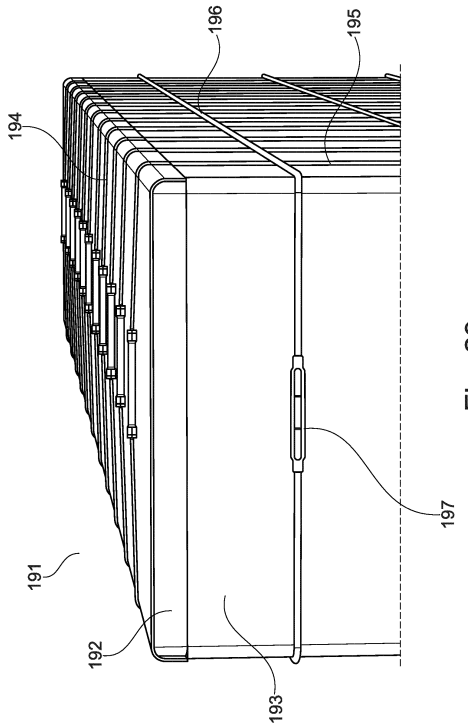

Fig. 29

【図３０】

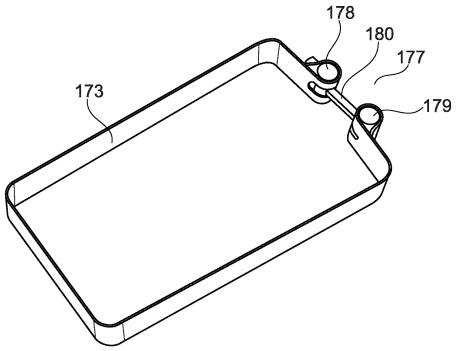

Fig. 30

【図３１】

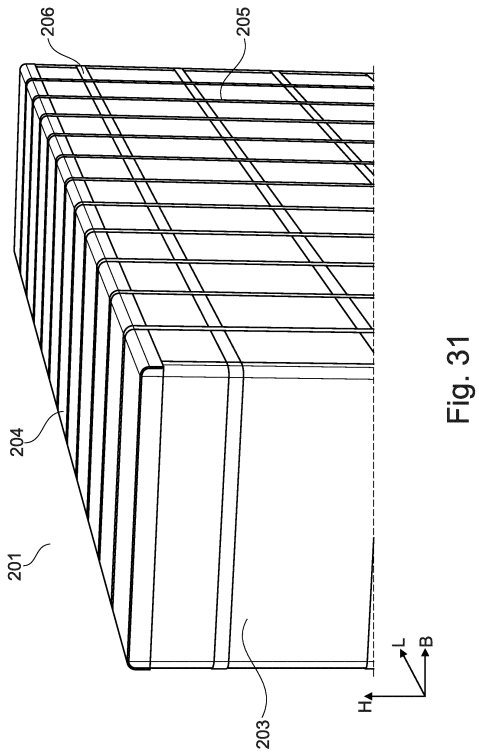

Fig. 31

【図３２】

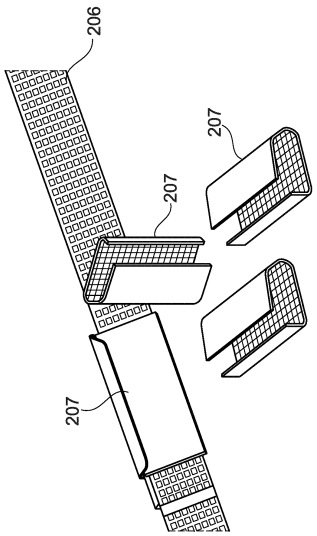

Fig. 32

【図３３】

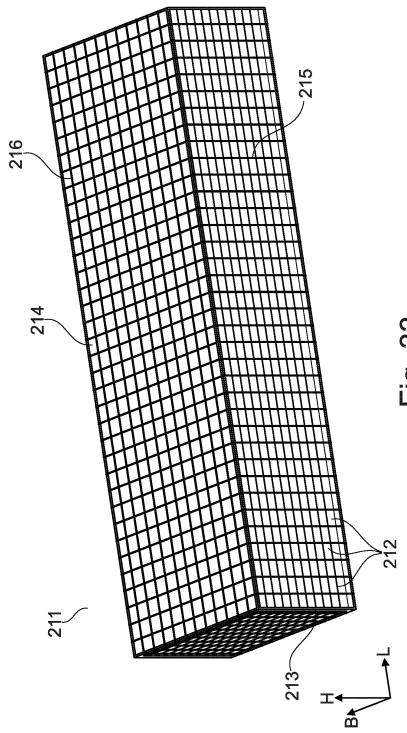

Fig. 33

【図３４】

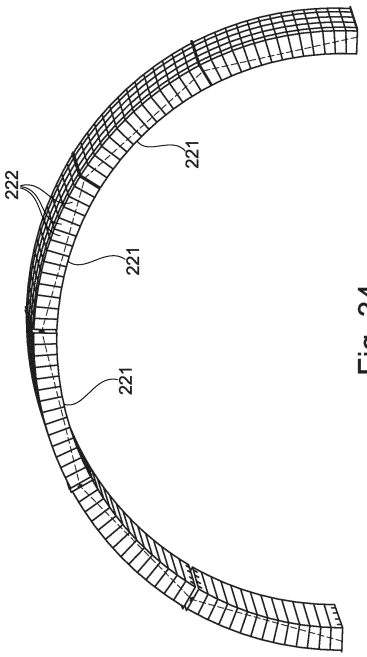

Fig. 34

【図３５】

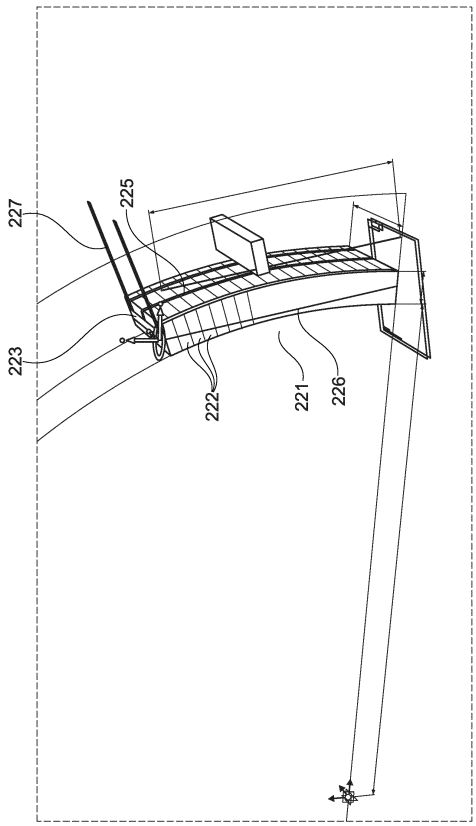

Fig. 35

【図３６】

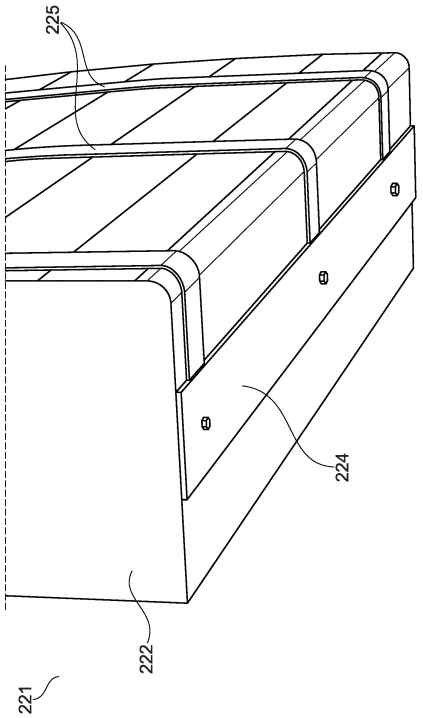

Fig. 36

【図３７】

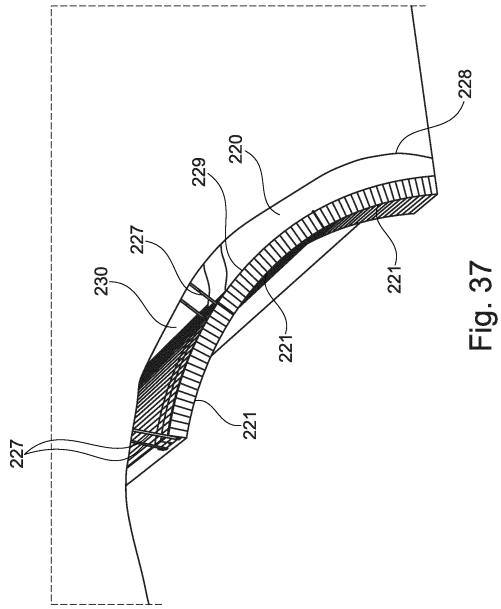

Fig. 37

【図３８】

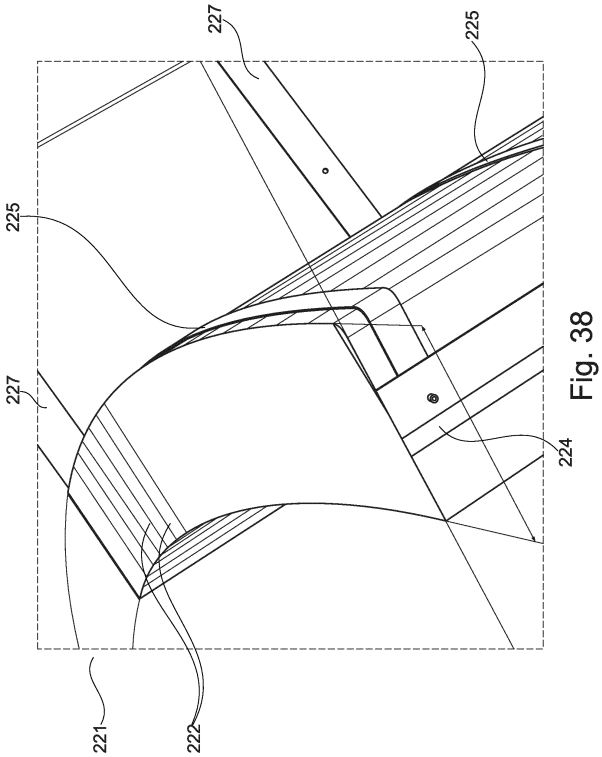

Fig. 38

【図３９】

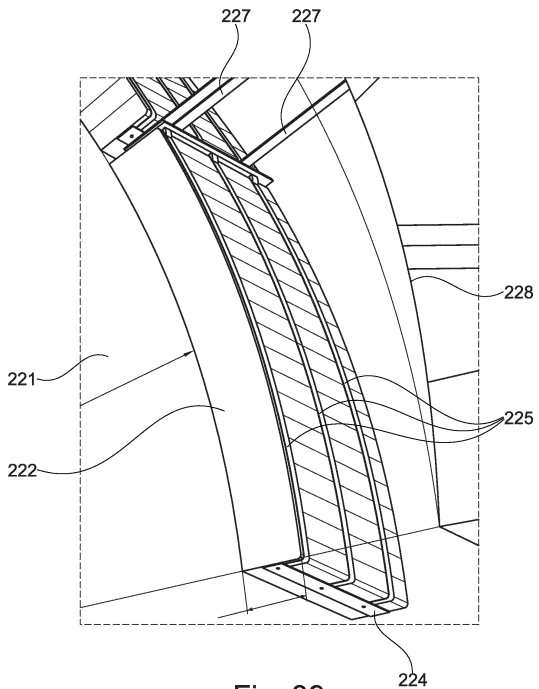

Fig. 39

【図４０】

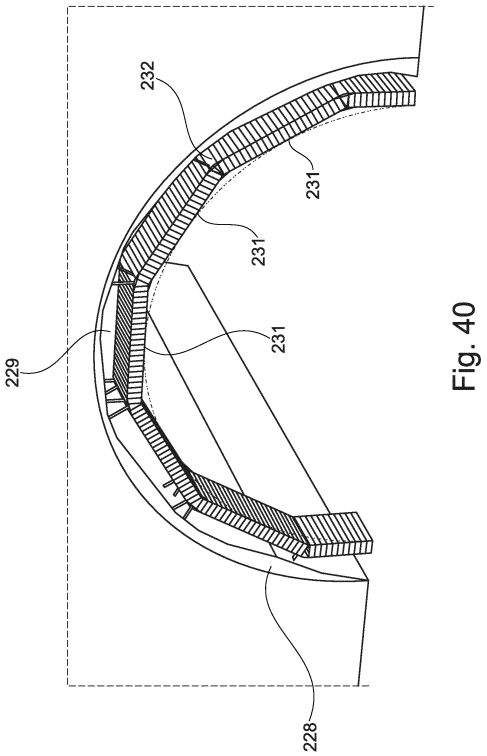

Fig. 40

【図４１】

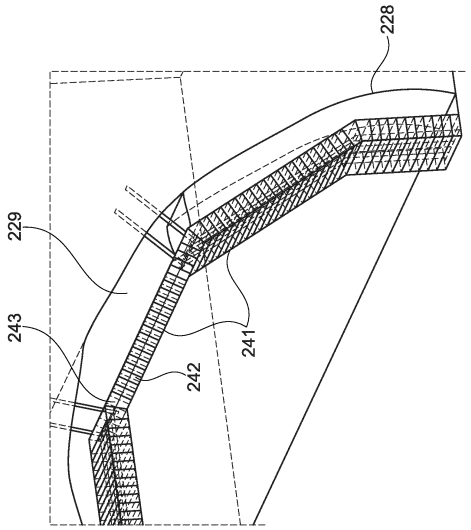

Fig. 41

【図４２】

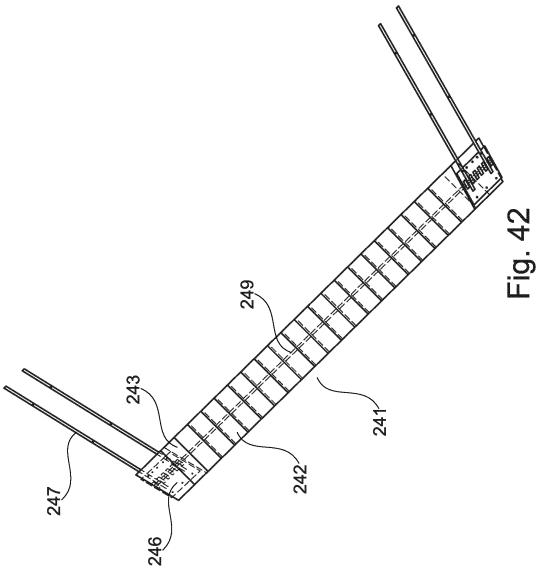

Fig. 42

【図４３】

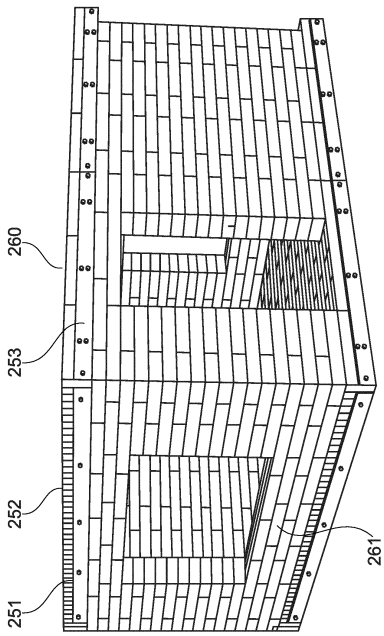

Fig. 43

【図４４】

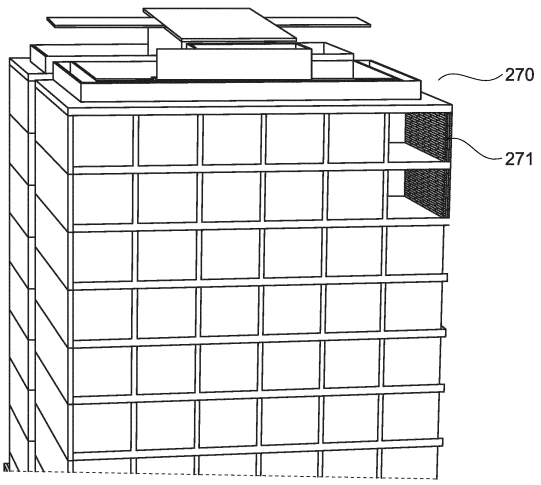

Fig. 44

【図４５】

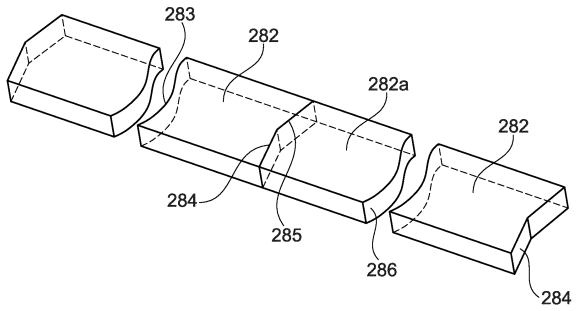

Fig. 45

【図４６】

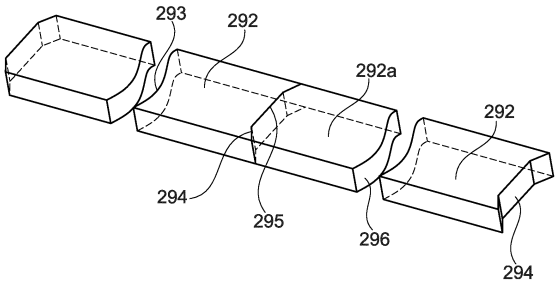

Fig. 46

【図４７】

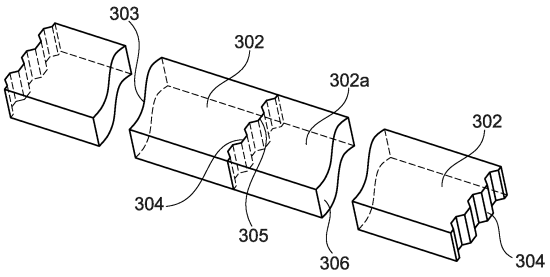

Fig. 47

【図４８】

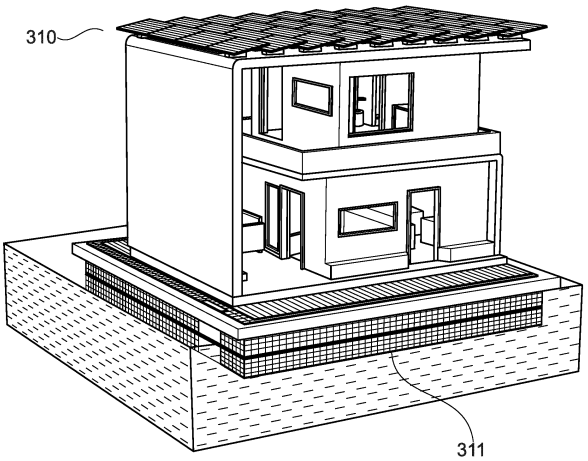

Fig. 48

【国際調査報告】

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.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

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

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

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

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

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

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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

ン インデアオーバープファルツ，マイラーシュトラーセ １４

Ｆターム（参考）　2E162　CA25

【要約の続き】

４，１９５，１９６，１９７；２０３，２０４，２０５，２０６，２０７；２１３，２１４，２１５，２１６；２２３，２２４，２２５，２２６；２４６，２４９；２５３）であって、少なくとも１つの補強要素によって少なくとも一方向に沿って１つ以上の前記発泡ガラス体に圧縮応力が作用するように、及び／又は、２つ以上の前記発泡ガラス体が前記少なくとも１つの補強要素によって互いに接続されるように配置されている、少なくとも１つの補強要素とを有する複合発泡ガラス要素に関し、さらに、該複合発泡ガラス要素から製造される構造体、その製造方法及び使用方法に関する。

【選択図】図１