

明 細 書

発明の名称： 透光部材及び複層透光体

技術分野

[0001] 本開示は、透光部材及び複層透光体に関する。

背景技術

[0002] 特開平 7－2 2 0 6 6 2 号公報は、内部を大気圧よりも低い圧力にすることが必要な画像素子に係る。この特開平 7－2 2 0 6 6 2 号公報には、軽量薄型の平面型画像素子に関する技術が開示されている。

[0003] 特開 2 0 0 6－2 7 4 6 6 2 号公報には、圧縮力が作用するガラス板の圧縮力作用方向の両端部を、躯体側の固定金物の凹溝部に嵌め込んで固定するガラス板固定構造に関する技術が開示されている。このガラス板の両端部の両面と凹溝部との間には、緩衝材が挟み込まれている。

[0004] 特開 2 0 0 7－1 9 8 0 1 6 号公報には、軸組又は枠組の内側にガラスパネルを固定するガラスパネル固定構造に関する技術が開示されている。

[0005] 特開 2 0 1 8－1 7 8 3 7 2 号公報には、エアロゲルを利用した透光部材、特に外壁パネルなどの建材として利用される透光部材に関する技術が開示されている。この透光部材には、第 1 透光板及び第 2 透光板と、これら第 1 透光板及び第 2 透光板の間に画成される半透明領域とを具備するエアロゲルが利用されている。半透明領域は、第 1 透光板及び第 2 透光板の間に、少なくともエアロゲルの半透明粒子を充填することにより形成されている。半透明粒子の平均粒子径は、0.05～0.5 mm の範囲とされている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 対向して配置された一对の透光性板材の間にエアロゲルを充填してエアロゲル層を形成する際に、エアロゲル層から一对の透光性板材に作用する圧力（側圧）によって、一对の透光性板材が外側にはらむと、一对の透光性板材の間にエアロゲルが過充填される虞がある。

[0007] 本開示は、一对の透光性板材の間にエアロゲルを充填してエアロゲル層を形成する際に、一对の透光性板材が外側にはらむことを抑制することが目的である。

課題を解決するための手段

[0008] 第1態様に係る透光部材は、互いに対向して配置された一对の透光性板材と、一对の前記透光性板材の間に充填されたエアロゲルによって形成されたエアロゲル層と、一对の前記透光性板材の間の外縁部を封止すると共に一对の前記透光性板材の幅方向の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し、前記エアロゲル層から一对の前記透光性板材に作用する側圧による一对の前記透光性板材のはらみを抑制する保持部材と、を備える。

[0009] 第1態様によれば、一对の透光性板材の幅方向の側端部は、保持部材によって互いに厚み方向内側に傾斜された状態で保持されている。そのため、一对の透光性板材は、エアロゲルが充填されていない状態では、各々の側端部から幅方向の中央部に向かうにしたがって厚み方向内側に湾曲している。これにより、第1態様では、一对の透光性板材の側端部が傾斜していない場合と比較し、一对の透光性板材の間にエアロゲルを充填してエアロゲル層を形成する際に、一对の透光性板材が外側へはらむことが抑制される。よって、一对の透光性板材の間に、エアロゲルが過充填されることが防止又は抑制される。更に、保持部材によって一对の透光性板材を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持することにより、一对の透光性板材の間にエアロゲルを充填する前において、透光部材を運搬又は移動等する際に、一对の透光性板材の形態が保持されやすい。

[0010] また、一对の透光性板材の幅方向の側端部は、保持部材によって互いに厚み方向内側に傾斜された状態で保持されるので、一对の透光性板材の幅方向の側端部からエアロゲル層に圧縮力が付与される。この圧縮力によってエアロゲル層の振動等が抑制されるため、振動等によるエアロゲルの沈降が防止又は抑制される。

[0011] 第2態様に係る透光部材は、第1態様に係る透光部材において、前記保持

部材は、前記透光性板材の前記側端部の端面に沿った枠部と、前記枠部の外端部から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の外面に沿って配置される外側爪部と、を有し、前記保持部材は前記透光性板材よりも剛性が大きい。

[0012] 第2態様によれば、保持部材の外側爪部は、枠部の外端部から透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出している。また、保持部材は、透光性板材よりも剛性が大きい。これにより、エアロゲル層から外側爪部に側圧が作用したときに、外側爪部の倒れが抑制される。そのため、保持部材によって、一对の透光性板材の幅方向の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し続けることができる。

[0013] 第3態様に係る透光部材は、第2態様に係る透光部材において、前記外側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大きい。

[0014] 第4態様に係る透光部材は、第2態様に係る透光部材において、前記外側爪部は、前記枠部の両側の前記外端部から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記外面に沿ってそれぞれ配置される。

[0015] 第5態様に係る透光部材は、第2態様に係る透光部材において、前記保持部材は、前記枠部における前記外端部の内側から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の内面に沿って配置される内側爪部を有している。

[0016] 第5態様によれば、保持部材の内側爪部は、枠部における外端部の内側から透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出している。また、保持部材は、透光性板材よりも剛性が大きい。これにより、エアロゲル層から外側爪部及び内側爪部に側圧が作用した場合に、外側爪部及び内側爪部の倒れが抑制される。そのため、保持部材によって、一对の透光性板材の幅方向の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し続けることができる。

[0017] 第6態様に係る透光部材は、第5態様に係る透光部材において、前記外側爪部及び前記内側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大きい。

- [0018] 第7態様に係る透光部材は、第5態様に係る透光部材において、前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さ以上である。
- [0019] 第8態様に係る透光部材は、第5態様に係る透光部材において、前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さと同じである。
- [0020] 第9態様に係る透光部材は、第5態様に係る透光部材において、前記内側爪部は、前記枠部における両側の前記外端部の内側から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記内面に沿ってそれぞれ配置される。
- [0021] 第10態様に係る透光部材は、第1態様に係る透光部材において、一对の前記透光性板材は、前記側端部から幅方向の中央部に向かって厚み方向外側にはらむ。
- [0022] 第11態様に係る透光部材は、第1態様に係る透光部材において、前記保持部材は、一对の前記透光性板材の幅方向両側の前記側端部をそれぞれ保持する。
- [0023] 第12態様に係る透光部材は、第1態様に係る透光部材において、前記透光性板材は、エアロゲルが充填される複数の中空部を有している。
- [0024] 第13態様に係る透光部材は、第5態様に係る透光部材において、前記透光性板材は、互いに対向する一对のポリカーボネート板と、一对の前記ポリカーボネート板の間に設けられ、一对の前記ポリカーボネート板を連結すると共に、一对の前記ポリカーボネート板の間に複数の中空部を形成する複数のリブと、を有し、前記中空部には、エアロゲルが充填されている。
- [0025] 第14態様に係る複層透光体は、互いに対向すると共に、縁部間が閉塞された複数枚の透光板と、隣り合う前記透光板の間の中空層に、前記透光板と間隔をあけて設けられた第1態様～第13態様の何れか1つに係る透光部材と、を備える。
- [0026] 第14態様によれば、一对の透光性板材の間にエアロゲル層が形成された透光部材が、隣り合う透光板の間の中空層に設けられているので、複層透光体の断熱性が向上する。また、エアロゲル層から一对の透光性板材に作用する側圧による一对の透光性板材のはらみが、保持部材によって抑制されてい

る。これにより、透光板と透光性板材との接触が防止されるので、複層透光体の断熱効果が向上する。

- [0027] 第15態様に係る複層透光体は、第14態様に係る複層透光体において、前記透光性板材及び前記透光板は、ガラス板とされ、前記透光性板材の厚みは、前記透光板の厚み以下である。

発明の効果

- [0028] 本開示によれば、一对の透光性板材の間にエアロゲルを充填してエアロゲル層を形成する際に、一对の透光性板材が外側にはらむことを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1]第一実施形態に係る複層透光体のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。
- [図2]第一実施形態に係る複層透光体のX方向の中央部の鉛直断面を示す断面図である。
- [図3A]第一実施形態における中空ポリカーボネート板のX方向の側端部を保持する保持部材の断面図である。
- [図3B]第一実施形態における中空ポリカーボネート板のZ方向の側端部を保持する保持部材の断面図である。
- [図4A]第一実施形態に係る透光部材の製造工程において、一对の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填する前の、一对の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。
- [図4B]第一実施形態に係る透光部材の製造工程において、一对の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填した後の、一对の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。
- [図5A]第一実施形態に係る透光部材の製造工程において、一对の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填する前の、一对の中空ポリカーボネート板のX方向の中央部の垂直断面を示す断面図である。
- [図5B]第一実施形態に係る透光部材の製造工程において、一对の中空ポリカ

ーボネート板の間にエアロゲルを充填し、一対の中空ポリカーボネート板の上端部間を封止した後の、一対の中空ポリカーボネート板のX方向の中央部の垂直断面を示す断面図である。

[図6]第一実施形態における中空ポリカーボネート板に作用する曲げモーメントと、中空ポリカーボネート板の側端部の回転角曲線との関係を示すグラフである。

[図7]図6に示されるグラフの弾性域を示すグラフである。

[図8]図6及び図7に示されるグラフの計算例の条件を説明する説明図である。

[図9]第二実施形態に係る複層透光体のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。

[図10]第二実施形態に係る複層透光体のX方向の中央部の鉛直断面を示す断面図である。

[図11A]第二実施形態における中空ポリカーボネート板のX方向の側端部を保持する保持部材の断面図である。

[図11B]第二実施形態における中空ポリカーボネート板のZ方向の側端部を保持する保持部材の断面図である。

[図12A]第二実施形態に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填する前の、一対の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。

[図12B]第二実施形態に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填した後の、一対の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。

[図13A]第二実施形態に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填する前の、一対の中空ポリカーボネート板のX方向の中央部の鉛直断面を示す断面図である。

[図13B]第二実施形態に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填し、一対の中空ポリカーボネート板の

上端部を封止した後の、中空ポリカーボネート板のX方向の中央部の鉛直断面を示す断面図である。

[図14A]参考例に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填する前の、一対の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。

[図14B]参考例に係る透光部材の製造工程において、一対の中空ポリカーボネート板の間にエアロゲルを充填した後の、一対の中空ポリカーボネート板のZ方向の中央部の水平断面を示す断面図である。

[図15]第一実施形態及び第二実施形態における中空ポリカーボネート板の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0030] <第一実施形態>

第一実施形態の複層透光体について説明する。なお、互いに直交する水平二方向をX方向及びY方向とし、それぞれの方向を矢印X及び矢印Yで示す。X方向及びY方向と直交する鉛直方向をZ方向とし、その方向を矢印Zで示す。また、後述する複層透光体12は、透光板の一例としてのガラス板52の面外方向が、Y方向となる状態で設置されている。この状態を基準として、複層透光体12の構造を説明する。

[0031] (構造)

先ず、複層透光体の構造について説明する。なお、図1は複層透光体の鉛直方向の中央部の水平断面を示す断面図である。図2は複層透光体のX方向の中央部の鉛直断面を示す断面図である。

[0032] 図1及び図2に示す複層透光体12は、透光板の一例として二枚のガラス板52と、二枚のガラス板52の間に設けられた透光部材10と、を有している。ガラス板52及び透光部材10は、Y方向から見た形状が四角形状である。本実施形態の複層透光体12は、窓枠16に取り付けられている。しかし、複層透光体12の取付対象は、窓枠16に限定されない。

[0033] 二枚のガラス板52の間には、中空層55が形成されている。二枚のガラ

ス板 5 2 の縁部 5 3 の間には、スペーサー 2 1 が挟まっている。本実施形態では、ガラス板 5 2 の縁部 5 3 とスペーサー 2 1 とは、ブチル系テープ材 2 2 で接着されている。しかし、ガラス板 5 2 の縁部 5 3 とスペーサー 2 1 との接合方法は、適宜変更可能である。また、二枚のガラス板 5 2 の縁部 5 3 の間のスペーサー 2 1 の外側は、閉塞材の一例としてのシリコン系シーリング材 3 1 によって閉塞されている。

[0034] なお、本実施形態のスペーサー 2 1 は、内部が空洞である。このスペーサー 2 1 の空洞部分には、図示されていない乾燥剤が充填されている。しかし、スペーサー 2 1 の構造は、適宜変更可能である。

[0035] 中空層 5 5 には、透光部材 1 0 が設けられている。透光部材 1 0 は、透光性樹脂板の一例としての二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 と、保持部材 1 5 0 (図 2 及び図 3 B 参照) と、保持部材 1 5 1 (図 1 及び図 3 A 参照) と、エアロゲル層 1 3 0 と、を有して構成されている。エアロゲル層 1 3 0 は、二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の間にエアロゲル N が充填されることで形成されている。本実施形態の中空ポリカーボネート板 1 0 0 は、Y 方向から見ると四角形状とされている。

[0036] 図 1 5 に示すように、中空ポリカーボネート板 1 0 0 は、互いに対向する二枚のポリカーボネート板 1 0 2 と、二枚のポリカーボネート板 1 0 2 の間に設けられる複数のリブ 1 0 4 と、を有している。複数のリブ 1 0 4 は、二枚のポリカーボネート板 1 0 2 を連結している。これらのポリカーボネート板 1 0 2 及びリブ 1 0 4 によって、所定方向に並ぶ複数の中空部 1 0 6 が形成されている。そして、中空ポリカーボネート板 1 0 0 の中空部 1 0 6 には、エアロゲル M が充填されている。

[0037] 図 1 に示すように、保持部材 1 5 1 は、二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の X 方向に沿った幅方向の側端部 1 1 0 X を保持して封止すると共に二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 間の外縁部 1 3 2 X を封止する。

[0038] 図 1 及び図 3 A に示す保持部材 1 5 1 は、枠部 1 5 1 C と、枠部 1 5 1 C の両側の外端部からそれぞれ突出した 2 つの外側爪部 1 5 1 B と、枠部 1 5

1 Cにおける2つの外側爪部1 5 1 Bの内側から突出する2つの内側爪部1 5 1 Aと、を有している。

[0039] 枠部1 5 1 Cは、中空ポリカーボネート板1 0 0の側端部1 1 0 Xの端面1 1 2 Xに沿って設けられている。外側爪部1 5 1 Bは、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0における側端部1 1 0 Xの外面1 1 3 Xに沿ってそれぞれ設けられている。内側爪部1 5 1 Aは、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0における側端部1 1 0 Xの内面1 1 4 Xに沿ってそれぞれ設けられている。外側爪部1 5 1 B及び内側爪部1 5 1 Aは、中空ポリカーボネート板1 0 0の厚み方向内側、つまりエアロゲル層1 3 0側に向かって傾斜する。また、保持部材1 5 1は、中空ポリカーボネート板1 0 0よりも剛性が大きい。また、枠部1 5 1 Cは、外側爪部1 5 1 B及び内側爪部1 5 1 Aよりも剛性が大きい。

[0040] 図1に示すように、一対の中空ポリカーボネート板1 0 0の側端部1 1 0 Xは、保持部材1 5 1によって互いに厚み方向内側（エアロゲル層1 3 0側）に向かって傾斜された状態で保持されている。

[0041] なお、中空ポリカーボネート板1 0 0の剛性とは、ピン固定（ピン支持）されたX方向の両側の側端部1 1 0 Xを支点として、中空ポリカーボネート板1 0 0がY方向に湾曲する場合の曲げ剛性である。

[0042] ここで、図1及び後述する図2、図4 B、図5 B等は、判りやすくするために、中空ポリカーボネート板1 0 0の湾曲の度合いを実際の湾曲の度合いよりも大きく図示している。

[0043] 図2に示すように、保持部材1 5 0は、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0のZ方向に沿った幅方向の側端部1 1 0 Zを保持して封止すると共に二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0間の外縁部1 3 2 Zを封止する。

[0044] なお、保持部材1 5 0は、前述の保持部材1 5 1と同じ構造であるので、保持部材1 5 0の構造の説明を簡略化する。図2及び図3 Bに示す保持部材1 5 0は、枠部1 5 0 Cと、枠部1 5 0 Cの両側の外端部からそれぞれ突出した2つの外側爪部1 5 0 Bと、枠部1 5 0 Cにおける2つの外側爪部1 5

0 Bの内側から突出する2つの内側爪部1 5 0 Aと、を有している。外側爪部1 5 0 B及び内側爪部1 5 0 Aは、当該外側爪部1 5 0 B及び内側爪部1 5 0 Aの厚み方向内側、つまりエアロゲル層1 3 0側に向かって傾斜する。また、保持部材1 5 0は、中空ポリカーボネート板1 0 0よりも剛性が大きい。また、枠部1 5 0 Cは、外側爪部1 5 0 B及び内側爪部1 5 0 Aよりも剛性が大きい。

[0045] これにより、図2に示すように、一対の中空ポリカーボネート板1 0 0の側端部1 1 0 Zは、保持部材1 5 0によって互いに厚み方向内側（エアロゲル層1 3 0側）に向かって傾斜された状態で保持されている。

[0046] なお、中空ポリカーボネート板1 0 0の剛性とは、ピン固定（ピン支持）されたZ方向の両側の側端部1 1 0 Xを支点として、中空ポリカーボネート板1 0 0がY方向に湾曲する場合の曲げ剛性である。

[0047] 図1及び図2に示すように、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0の側端部1 1 0 X、1 1 0 Zは、内側に向けて傾斜する。図1に示す水平断面では、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0の間に充填されたエアロゲルNによってエアロゲル層1 3 0が形成されている。このエアロゲル層1 3 0から二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0の内面に作用する側圧によって、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0が、側端部1 1 0 X、1 1 0 Zから中央部に向かって厚み方向外側にはらんでいる（膨らんでいる）。但し、中空ポリカーボネート板1 0 0とガラス板5 2との間には、間隔Lが形成されている。図2に示す鉛直断面においても、エアロゲル層1 3 0から二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0に作用する側圧によって、二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0が厚み方向外側にはらんでいる（膨らんでいる）。二枚の中空ポリカーボネート板1 0 0のはらみは、下方の方が大きく、上方にいくほど小さくなる。中空ポリカーボネート板1 0 0とガラス板5 2との間には、間隔Lが形成されている。

[0048] 図1及び図2に示すように、保持部材1 5 0と保持部材1 5 1との接合部位の隙間は、シリコン系等のシーリング材、連続発泡ウレタンスポンジ等

のフォーム材及びホットメルト系接着剤等を用いて埋められ、当該隙間からエアロゲルNが漏れ出ない程度に封止されている。

[0049] なお、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zは、保持部材150、151に摩擦により固定される。しかし、シリコン系シーリング材等の接着剤を用いて、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zを保持部材150、151に固定してもよい。

[0050] 以上、説明したように、保持部材150、151は、透光部材10の外縁部を封止している。

[0051] また、本実施形態における外側爪部150B、151Bの突出方向の長さ、内側爪部150A、151Aの突出方向の長さとは、同じである。しかし、外側爪部150B、151Bの突出方向の長さ、内側爪部150A、151Aの突出方向の長さとは、異なってもよい。但し、外側爪部150B、151Bの突出方向の長さは、内側爪部150A、151Aの突出方向の長さ以上であることが望ましい。また、外側爪部150B、151Bの突出方向の長さは、内側爪部150A、151Aの突出方向の長さと同じであることがより望ましい。なお、外側爪部150B、151Bの突出方向の長さ及び内側爪部150A、151Aの突出方向の長さとは、側端部110X、110Zを保持する長さ（かかり代）である。

[0052] ここで、エアロゲルとは、ゲル中に含まれる溶媒を超臨界乾燥法等によって気体に置換して得られた顆粒又は粉状等で、多孔性の低密度構造体である。また、エアロゲルM、Nには、シリカフューム、シリカ球状粒子、中空シリカ及び発泡スチロール粒子等の粒子成分が別途入っていてもよい。

[0053] （製造方法）

次に、本実施形態の透光部材10の製造方法の一例について説明する。なお、以下の製造方法は一例であって、適宜変更可能である。

[0054] まず、中空ポリカーボネート板100を、リブ104（図15参照）に沿った方向、つまり筒状の中空部106（図15参照）の軸方向を鉛直方向として設置する。また、中空ポリカーボネート板100の上方側の側端部11

0 Zを除いて、中空ポリカーボネート板 1 0 0 の側端部 1 1 0 X、1 1 0 Z に保持部材 1 5 0、1 5 1 を接合し、中空部 1 0 6 及びエアロゲル層 1 3 0 の下方の開口端を塞ぐ。そして、中空ポリカーボネート板 1 0 0 の中空部 1 0 6 の上方の開口から、中空部 1 0 6 にエアロゲル M を充填する。なお、中空部 1 0 6 にエアロゲル M を充填する際に、中空ポリカーボネート板 1 0 0 に振動を与えてもよい。

[0055] 図 4 A は、上記状態の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の Z 方向の中央部の水平断面である。図 5 A は、上記状態の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の X 方向の中央部の垂直断面である。なお、図 5 A に示される中空ポリカーボネート板 1 0 0 の上方側に保持部材 1 5 0 を設けた場合、中空ポリカーボネート板 1 0 0 の曲率は異なる場合があるものの、中空ポリカーボネート板 1 0 0 が側端部 1 1 0 Z から幅方向の中央部に向うにしたがって厚み方向内側に湾曲する点で、図 4 A に示される中空ポリカーボネート板 1 0 0 と同じ形状になる。

[0056] 更に、エアロゲル N を二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の間に充填し、中空ポリカーボネート板 1 0 0 の上方の側端部 1 1 0 Z に保持部材 1 5 0 を接合して中空部 1 0 6 及びエアロゲル層 1 3 0 の上方の開口端を塞ぐ。なお、二枚の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の間にエアロゲル N を充填する際に、中空ポリカーボネート板 1 0 0 に振動を与えてもよい。

[0057] 図 4 B は、上記状態の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の Z 方向の中央部の水平断面である。図 5 B は、上記状態の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の X 方向の中央部の垂直断面である。

[0058] (作用及び効果)

次に、本実施形態の作用及び効果について説明する。

[0059] 本実施形態の透光部材 1 0 では、一対の中空ポリカーボネート板 1 0 0 の側端部 1 1 0 X、1 1 0 Z が、保持部材 1 5 0、1 5 1 によって、互いに厚み方向内側に傾斜した状態で保持されている。

[0060] そのため、一対の中空ポリカーボネート板 1 0 0 は、一対の中空ポリカー

ボネート板 100 の間にエアロゲル N が充填されていない状態では、側端部 110X、110Z から幅方向の中央部に向かうにしたがって厚み方向内側に湾曲する（図 4 A 参照）。これにより、本実施形態は、側端部 110X、110Z が傾斜していない場合と比較し、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を充填してエアロゲル層 130 を形成する際に、一対の中空ポリカーボネート板 100 が外側へはらむことが抑制される。よって、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間に、エアロゲル N が過充填されることが防止又は抑制される。また、中空ポリカーボネート板 100 が、ガラス板 52 に近接又は接触することが抑制されるため、中空ポリカーボネート板 100 とガラス板 52 との間隔 L が確保される。

[0061] また、保持部材 150、151 によって、一対の中空ポリカーボネート板 100 を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持することにより、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を充填する前において、透光部材 10 を運搬又は移動等する際に、一対の中空ポリカーボネート板 100 の形態が保持されやすい。

[0062] ここで、図 14 A 及び図 14 B に示すように、比較例に係る保持部材 950 によって、一対の中空ポリカーボネート板 100 を保持した場合を説明する。比較例に係る保持部材 950 では、外側爪部 950B 及び内側爪部 950A が傾斜していない。

[0063] 図 14 A に示すように、二枚の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を充填する前は、二枚の中空ポリカーボネート板 100 は平行している。そして、図 14 B に示すように、二枚の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を充填すると、エアロゲル層 130 から二枚の中空ポリカーボネート板 100 に作用する側圧によって、二枚の中空ポリカーボネート板 100 の幅方向の中央部分が互いに離れる方向に湾曲してはらむ。なお、図 14 B では、判り易くするために、実際よりも、二枚の中空ポリカーボネート板 100 のはらみ量を大きく図示している。

[0064] そのため、二枚の中空ポリカーボネート板 100 に充填されるエアロゲル

Nの充填量が多くなる。つまり、二枚の中空ポリカーボネート板100にエアロゲルNが過充填される。また、中空ポリカーボネート板100の幅方向の中央部分がガラス板52（図1参照）に近接又は接触するため、中空ポリカーボネート板100とガラス板52との間隔Lが確保されない。

[0065] これに対して本実施形態では、保持部材150、151によって、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zを厚み方向内側に傾斜させた状態で保持する。これにより、二枚の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNを充填してエアロゲル層130を形成する際に、一对の中空ポリカーボネート板100が互いに離れる方向に湾曲するはらみが抑制される。

[0066] なお、本実施形態の中空ポリカーボネート板100は、ピン固定されたZ方向の両側の側端部110Zを支点としてY方向に湾曲すると共に、ピン固定されたX方向の両側の側端部110Xを支点としてY方向に湾曲する。そのため、中空ポリカーボネート板100は、角部から中心部に向かって稜線が形成される複雑な湾曲形状となる。更に、本実施形態の中空ポリカーボネート板100の内部には、Z方向に沿った複数のリブ104が形成されている（図15参照）。そのため、正確には、ピン固定された側端部110Zを支点としてY方向に湾曲する中空ポリカーボネート板100の曲げ剛性と、ピン固定されたX方向の両側の側端部110Xを支点としてY方向に湾曲する中空ポリカーボネート板100の曲げ剛性と、が異なる。したがって、中空ポリカーボネート板100の湾曲形状は、更に複雑となる。

[0067] ここで、本実施形態では、保持部材150、151によって、中空ポリカーボネート板100のはらみが規定値内に納まるように、保持部材150、151等が設定されている。

[0068] 中空ポリカーボネート板100のはらみが規定値内に納まる設定とは、本実施形態の中空ポリカーボネート板100のはらみが、比較例の保持部材950によって、中空ポリカーボネート板100を保持した場合の中空ポリカーボネート板100のはらみよりも小さくなる設定が好ましい。

- [0069] また、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、間隔 L の設定値からのずれが所定範囲内、例えば、10%以内に納まる設定がより好ましい。例えば、間隔 L の設定値が 10 mm である場合、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、間隔 L が 9 mm ~ 11 mm の間に納まる設定となる。また、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、例えば、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を隙間なく充填する場合のエアロゲル N の設定量からのずれが、所定範囲内、例えば 10%以内に納まる設定が好ましい。
- [0070] また、複層透光体 12 では、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル層 130 が形成された透光部材 10 が、隣り合うガラス板 52 の間の中空層 55 に設けられている。これにより、複層透光体 12 の断熱性が向上する。また、複層透光体 12 では、一対の中空ポリカーボネート板 100 のはらみが、保持部材 150、151 によって規定値内に納められている。これにより、ガラス板 52 と中空ポリカーボネート板 100 との接触が防止されるので、複層透光体 12 の断熱効果が向上する。
- [0071] また、一対の中空ポリカーボネート板 100 の側端部 110X、110Z は、保持部材 150、151 によって互いに厚み方向内側に傾斜された状態で保持されている。そのため、例えば、エアロゲル層 130 の上端部分のように、エアロゲル層 130 から一対の中空ポリカーボネート板 100 に作用する側圧が低い部分でも、一対の中空ポリカーボネート板 100 からエアロゲル層 130 に圧縮力が付与される。この圧縮力によって、エアロゲル層 130 の振動等によるエアロゲルの移動が抑制されるため、振動等によるエアロゲル N の沈降が防止又は抑制される。
- [0072] また、一対の中空ポリカーボネート板 100 が仮に熱によって伸長しても、一対の中空ポリカーボネート板 100 からエアロゲル層 130 に圧縮力が作用するので、エアロゲル N の沈降が抑制される。
- [0073] また、保持部材 150 は、中空ポリカーボネート板 100 よりも剛性が大

きい。そのため、エアロゲル層130から外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151Aに側圧が作用しても、外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151Aが倒れることがない。よって、保持部材150によって、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zを互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し続けることができる。

[0074] ここで、中空ポリカーボネート板100の面外方向の力に抵抗する各部材の剛性は、前述したように、以下の関係になっている。

杵部150C、151C > 外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151A > 中空ポリカーボネート板100

[0075] エアロゲル層130から中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって、中空ポリカーボネート板100に生じるモーメントには、外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151Aが抵抗する。外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151Aに生じるモーメントには、杵部150C、151Cが抵抗する。このとき、杵部150C、151Cと外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151Aとに変形が生じると、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zがみかけ上回転し、この回転角に応じて中空ポリカーボネート板100の中央位置のたわみが大きくなる。

[0076] そのため、中空ポリカーボネート板100の中央位置のたわみの発生を抑制するための各部材の剛性の序列は、以下となる。

杵部150C、151C $\geq$ 外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151A > 中空ポリカーボネート板100

また、中空ポリカーボネート板100の中央位置のたわみの発生を抑制するための各部材の剛性の序列は、以下の方が好ましい。

杵部150C、151C > 外側爪部150B、151B及び内側爪部150A、151A > 中空ポリカーボネート板100

[0077] (計算例)

つぎに、中空ポリカーボネート板100のたわみ量の計算の一例を図6、

図7、及び図8を用いて説明する。なお、図8では、説明を判りやすくするために、保持部材151の内側爪部151Aが傾斜していない。

[0078] まず、図8に示すように、中空ポリカーボネート板100を保持部材151で湾曲固定させる場合の中空ポリカーボネート板100の最大たわみ量を、二枚の中空ポリカーボネート板100が接するときのたわみ量とする。

[0079] 中空ポリカーボネート板100の厚み方向の中心線をCH、エアロゲル層130の厚みを t 、中空ポリカーボネート板100のX方向の幅を L 、中空ポリカーボネート板100の最大たわみ量を δMAX 、そのときの中空ポリカーボネート板100の回転角（最大回転角）を ΘMAX とすると、以下の（式1）及び（式2）が得られる。

$$\delta MAX = t / 2 \cdots \cdots \text{（式1）}$$

$$\Theta MAX = t / L \cdots \cdots \text{（式2）}$$

[0080] よって、保持部材151により、中空ポリカーボネート板100の側端部110Xは、回転角 $0 \text{ rad} \sim t / L \text{ rad}$ で固定され保持される。中空ポリカーボネート板100のX方向幅を $300 \text{ mm} (=L)$ 、中空ポリカーボネート板100のZ方向幅を 1000 mm 、中空ポリカーボネート板100の厚みを 4 mm とする。また、図8に示すように、間隔を空けて対向する2枚の中空ポリカーボネート板100の側端部110Xの間隔 t を 5 mm とする。

[0081] 図6は、この中空ポリカーボネート板100の剛性を、曲げモーメントと側端部110Xの回転角曲線との関係で示したグラフである。

[0082] 図7は、図6における弾性域DS（直線部分）を示し、弾性域DS（直線部分）の近似式は、以下の（式3）となる。

$$y = 1657x - 1.0832 \text{（式3）}$$

[0083] 上記条件の場合で、側端部110X両端をピン固定としたとき、二枚の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNを充填することにより形成されたエアロゲル層130から、1枚の中空ポリカーボネート板100に作用する側圧は、エアロゲル層130の体積と、エアロゲルNの密度と、荷重

を受ける中空ポリカーボネート板100の面積とによって求められる。例えば、密度80g/L（リットル）のエアロゲルNを湾曲固定していない2枚の中空ポリカーボネート板100の間に充填する場合、エアロゲルNの体積（ $1.5L = 5[mm] \times 300[mm] \times 1000[mm]$ ）に密度80g/Lを乗じて求められるエアロゲル層130の重量（120g）の半分の重量（60g）が、1枚の中空ポリカーボネート板100に作用する。この際、中空ポリカーボネート板100のX方向に沿った断面において、中空ポリカーボネート板100に作用する等分布荷重は、 $0.2g/mm (= 60[g] / 300[mm])$ となる。また、中空ポリカーボネート板100の幅方向の中央部に作用する線荷重は、 $0.00196N/mm (= 0.2[g/mm] \times 9.8 / 1000)$ となる。このときの側端部110Xに発生する曲げモーメントは $22.05N \cdot mm (= 0.00196[N/mm] \times 300^2[mm] / 8)$ となる。

[0084] この値を上記（式3）に代入すると、側端部110Xに発生する回転角は $0.014rad$ となる。

そして、側端部110Xの回転角が $0.014rad$ のときの中空ポリカーボネート板100の中央部のたわみ量は $2.09mm$ となる。

[0085] また、上記（式1）と（式2）より、本条件における δMAX は $2.5mm$ であり、 ΘMAX は $0.016rad$ である。

[0086] 本条件では、エアロゲル層130から中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって発生する側端部110Xの回転角 $0.014rad$ を、あらかじめ中空ポリカーボネート板100の側端部110Xに発生させて固定することで、中空ポリカーボネート板100のはらみが抑制される。この結果、二枚の中空ポリカーボネート板100の間に規定量のエアロゲルNを充填することができる。

[0087] なお、上記計算は、中空ポリカーボネート板100が、ピン固定されたX方向の両側の側端部110Xを支点としてY方向に湾曲する場合の計算例である。

[0088] しかし、上記第一実施形態の中空ポリカーボネート板 100 は、前述したように、ピン固定された Z 方向の両側の側端部 110 Z を支点として Y 方向にも湾曲する。また、中空ポリカーボネート板 100 の内部には、Z 方向に沿った複数のリブ 104 が形成されている（図 15 参照）。そのため、上記第一実施形態の中空ポリカーボネート板 100 は、複雑な湾曲形状となる。したがって、上記計算例は、上記第一実施形態の正確な計算例として利用することはできないが、上記第一実施形態の簡易的な計算例として利用することができる。なお、正確に中空ポリカーボネート板 100 の湾曲形状及び回転角等を求める場合は、コンピュータを用いた数値解析或いは試作品による実験等の結果から、湾曲形状及び回転角等を求めればよい。

[0089] （実験例）

つぎに、上記第一実施形態の透光部材 10 における一対の中空ポリカーボネート板 100 のはらみを抑制することで、エアロゲル N の過充填が抑制されることを確認した実験例について説明する。

[0090] 具体的には、図 1、図 2、図 4 A、図 4 B、図 5 A、及び図 5 B に示す第一実施形態の透光部材 10 と、図 14 A 及び図 14 B に示す比較例の透光部材 900 と、でエアロゲル N の過充填を比較する。なお、下記の条件で、第一実施形態の透光部材 10 と比較例の透光部材 900 とを比較した。

[0091] 実験に用いた本実施形態の透光部材 10 には、中空ポリカーボネート板 100 でなく、2 mm 厚の中実のポリカーボネート板を用いた。また、実験に用いた比較例の透光部材 900 には、エアロゲルを中空部に充填していない 4 mm 厚の中実のポリカーボネート板を用いた。

[0092] また、実験に用いた本実施形態の保持部材 150、151 は、ASA 樹脂で構成されている。実験に用いた本実施形態の内側爪部 150 A、151 A 及び外側爪部 150 B、151 B の板厚は 1.0 mm である。実験に用いた本実施形態の枠部 150 C、151 C の板厚は 1.5 mm である。同様に、実験に用いた比較例の保持部材 950 は、ASA 樹脂で構成されている。実験に用いた比較例の内側爪部 950 A、外側爪部 950 B 及び枠部 950 C

の板厚は0.5 mmである。

- [0093] また、実験に用いた本実施形態の一对のポリカーボネート板の間のエアロゲル層の大きさは、高さ1.5 m、幅0.3 m、厚み9 mmである。実験に用いた本実施形態の一对のポリカーボネート板の間に充填されるエアロゲルNの規定量 α は311.85 gである。なお、エアロゲル層の大きさ及びエアロゲルNの規定の充填量は、一对のポリカーボネート板が湾曲していない場合の数値である。また、本実験に用いたエアロゲルNは、平均粒子径が約3 mmであり、密度が77 g/L（リットル）である。
- [0094] 実験に用いた比較例の一对のポリカーボネート板の間のエアロゲル層の大きさは、高さ1.0 m、幅0.3 m、厚み5 mmである。比較例の一对のポリカーボネート板の間に充填されるエアロゲルNの規定量 α は115.5 gである。同様にエアロゲルNは、平均粒子径が約3 mmであり、密度は77 g/Lである。
- [0095] また、エアロゲルNは、振動を与えながら一对のポリカーボネート板の間に充填した。具体的には、上方側の側端部を除いて保持部材150、151、950を接合した一对のポリカーボネート板（図4 A及び図5 Aを参照）を木製等の板材の上に載せて固定する。そして、ボールバンプ等の振動装置で板材を振動させた状態で、一对のポリカーボネート板の間にエアロゲルNを自由落下させて充填する。
- [0096] この結果、本実施形態の保持部材150、151を用いた場合のエアロゲルNの充填量 β は321.89 gであった。よって、比率 β/α は、1.03である。比較例の保持部材950を用いた場合のエアロゲルNの充填量 β は、168.45 gであった。よって、比率 β/α は、1.46である。
- [0097] このように、本実施形態の保持部材150、151を用いた場合のエアロゲルNの充填量 β は、規定量 α とほぼ同等となった。しかし、比較例の保持部材950を用いた場合のエアロゲルNの充填量 β は、規定量 α よりも1.5倍近く多くなり、エアロゲルNの充填量が過大となった。つまり、本実施形態の透光部材10では、エアロゲルNの過充填が抑制されていることが本

実験例で確認された。

[0098] <第二実施形態>

次に、第二実施形態の複層透光体について説明する。なお、第二実施形態において、第一実施形態と同一の部材には第一実施形態と同一の符号を付し、第一実施形態と同一の部材の説明は簡略化又は省略する。また、第二実施形態と第一実施形態とは、透光部材の保持部材が異なるだけである。よって、第二実施形態の保持部材以外の部材の説明は簡略化又は省略する。

[0099] (構造)

先ず、複層透光体の構造について説明する。なお、図9は複層透光体の鉛直方向の中央部の水平断面の断面図である。図10は複層透光体のX方向の中央部の鉛直断面の断面図である。

[0100] 図9及び図10に示す複層透光体13は、透光板の一例として二枚のガラス板52と、二枚のガラス板52の間に設けられた透光部材11と、を有している。

[0101] 二枚のガラス板52の間の中空層55には、透光部材11が設けられている。透光部材11は、透光性樹脂板の一例としての二枚の中空ポリカーボネート板100と、保持部材250(図10及び図11B参照)と、保持部材251(図9及び図11A参照)と、エアロゲル層130と、を有して構成されている。エアロゲル層130は、二枚の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNが充填されることで形成されている。

[0102] 図9に示す保持部材251は、二枚の中空ポリカーボネート板100のX方向に沿った幅方向の側端部110Xを保持して封止すると共に二枚の中空ポリカーボネート板100間の外縁部132Xを封止する。

[0103] 図9及び図11Aに示す保持部材251は、枠部251Bと、枠部251Bの外端部から突出した外側爪部251Aと、を有している。別の観点から説明すると、保持部材251は、第一実施形態の保持部材151から内側爪部151A(図3A参照)を省略した構成と同じである。

[0104] 枠部251Bは、中空ポリカーボネート板100の側端部110Xの端面

112Xに沿って設けられている。外側爪部251Aは、側端部110Xの外側面113Xに沿って設けられている。外側爪部251Aは、中空ポリカーボネート板100の厚み方向内側、つまりエアロゲル層130側に向かって傾斜する。また、保持部材251は、中空ポリカーボネート板100よりも剛性が大きい。また、枠部251Bは、外側爪部251Aよりも剛性が大きい。

[0105] これにより、図9に示すように、一対の中空ポリカーボネート板100の側端部110Xは、保持部材251によって互いに厚み方向内側（エアロゲル層130側）に向かって傾斜された状態で保持されている。

[0106] なお、中空ポリカーボネート板100の剛性とは、ピン固定されたX方向の両側の側端部110Xを支点として、中空ポリカーボネート板100がY方向に湾曲する場合の曲げ剛性である。

[0107] ここで、図9及び後述する図12B等は、判りやすくするために、中空ポリカーボネート板100の湾曲の度合いを実際の湾曲の度合いよりも大きく図示している。

[0108] 図10に示す保持部材250は、二枚の中空ポリカーボネート板100のZ方向に沿った幅方向の側端部110Zを保持して封止すると共に二枚の中空ポリカーボネート板100間の外縁部132Zを封止する。

[0109] 図10及び図11Bに示す保持部材250は、枠部250Bと、枠部250Bの外端部から突出した外側爪部250Aと、を有している。

[0110] 枠部250Bは、中空ポリカーボネート板100の側端部110Zの端面112Zに沿って設けられている。外側爪部250Aは、側端部110Zの外側面113Zに沿って設けられている。外側爪部250Aは、枠部250Bに対して直交しており、枠部250Bに対して傾斜していない。また、保持部材250は、中空ポリカーボネート板100よりも剛性が大きい。また、枠部250Bは、外側爪部250Aよりも剛性が大きい。

[0111] なお、中空ポリカーボネート板100の剛性とは、ピン固定されたZ方向の両側の側端部110Zを支点として、中空ポリカーボネート板100がY

方向に湾曲する場合の曲げ剛性である。

[0112] ここで、図10及び後述する図13Bでは、二枚の中空ポリカーボネート板100は平行又は略平行であるが、実際には二枚の中空ポリカーボネート板100の中央部分が若干外側にはらむ。

[0113] 図9に示すように、二枚の中空ポリカーボネート板100の側端部110Xは、厚み方向内側に向けて傾斜する。また、二枚の中空ポリカーボネート板100は、エアロゲル層130から二枚の中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって、側端部110Xから中央部に向かって厚み方向外側にはらんでいる（膨らんでいる）。但し、中空ポリカーボネート板100とガラス板52との間には、間隔Lが形成されている。

[0114] 図10に示すように、二枚の中空ポリカーボネート板100は、平行又は略平行である。但し、中空ポリカーボネート板100とガラス板52との間には、間隔Lが形成されている。

[0115] なお、保持部材250と保持部材251との接合部位の隙間は、シリコーン系等のシーリング材、連続発泡ウレタンスポンジ等のフォーム材及びホットメルト系接着剤等を用いて埋められ、当該隙間からエアロゲルNが漏れ出ない程度に封止されている。

[0116] また、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zは、保持部材250、251にシリコーン系シーリング材等の接着剤を用いて固定されている。

[0117] 以上、説明したように、保持部材250、251は、透光部材11の外縁部を封止している。

[0118] （製造方法）

次に、本実施形態の透光部材10の製造方法の一例について説明する。なお、以下の製造方法は、一例であって、適宜変更可能である。

[0119] まず、中空ポリカーボネート板100を、リブ104（図15参照）に沿った方向、つまり筒状の中空部106の軸方向（図15参照）を鉛直方向として設置する。また、中空ポリカーボネート板100の上方側の側端部11

0 Zを除いて、中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zに保持部材250、251を接合し、中空部106及びエアロゲル層130の下方の開口端を塞ぐ。そして、中空ポリカーボネート板100の中空部106の上方の開口から、中空部106にエアロゲルMを充填する。

[0120] 図12Aは、上記状態の中空ポリカーボネート板100のZ方向の中央部の水平断面である。図13Aは、上記状態の中空ポリカーボネート板100のX方向の中央部の垂直断面である。

[0121] 更に、エアロゲルNを二枚の中空ポリカーボネート板100の間に充填し、中空ポリカーボネート板100の上方の側端部110Zに保持部材250を接合して中空部106及びエアロゲル層130の上方の開口端を塞ぐ。図12Bは、上記状態の中空ポリカーボネート板100のZ方向の中央部の水平断面である。図13Bは、上記状態の中空ポリカーボネート板100のX方向の中央部の垂直断面である。

[0122] なお、エアロゲル層130から中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって、中空ポリカーボネート板100は、側端部110Xが厚み方向内側に向けて傾斜すると共に、側端部110Xから中央部に向かって厚み方向外側にはらむ（膨らむ）。

[0123] （作用及び効果）

次に、本実施形態の作用及び効果について説明する。

[0124] 透光部材10では、一对の中空ポリカーボネート板100の側端部110X、110Zが、保持部材251によって互いに厚み方向内側に傾斜された状態で保持されている。そのため、本実施形態は、側端部110Xが傾斜していない場合と比較し、一对の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNが充填されて形成されたエアロゲル層130から一对の中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって、一对の中空ポリカーボネート板100が外側へはらむことが抑制される。よって、一对の中空ポリカーボネート板100の間に対するエアロゲルNの過充填が防止又は抑制される。また、中空ポリカーボネート板100がガラス板52に近接又は接触すること

が抑制されるため、中空ポリカーボネート板 100 とガラス板 52 との間隔 L が確保される。

[0125] ここで、本実施形態では、保持部材 250、251 によって、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まるように保持部材 250、251 等が設定されている。

[0126] 中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、実施形態の中空ポリカーボネート板 100 のはらみが、比較例の保持部材 950 によって一対の中空ポリカーボネート板 100 を保持した場合の中空ポリカーボネート板 100 のはらみよりも小さくなる設定が好ましい。

[0127] また、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、間隔 L の設定値のずれが所定範囲、例えば、10% 以内に納まる設定がより好ましい。例えば、間隔 L の設定値が 10 mm である場合、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、9 mm ~ 11 mm の間に納まる設定となる。また、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが規定値内に納まる設定とは、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を隙間なく充填した場合のエアロゲル N の設定量からのずれが、所定値内、例えば 10% 以内に納まる設定が好ましい。

[0128] また、複層透光体 13 では、一対の中空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル層 130 が形成された透光部材 11 が、隣り合うガラス板 52 の間の中空層 55 に設けられている。これにより、複層透光体 12 の断熱性が向上する。また、エアロゲル層 130 から一対の中空ポリカーボネート板 100 に作用する側圧による一対の中空ポリカーボネート板 100 のはらみが、保持部材 250、251 によって抑制され、規定値内に納められている。よって、ガラス板 52 と中空ポリカーボネート板 100 との接触が防止されるので、複層透光体 13 の断熱効果が向上する。

[0129] また、一対の中空ポリカーボネート板 100 の側端部 110X は、保持部材 251 によって互いに厚み方向内側に傾斜された状態で保持されている。そのため、例えば、エアロゲル層 130 の上端部分のように、エアロゲル層

130から一対の中空ポリカーボネート板100に作用する側圧が低い部分でも、一対の中空ポリカーボネート板100からエアロゲル層130に圧縮力が付与されている。この圧縮力によって、エアロゲル層130の振動等が抑制されるため、振動等によるエアロゲルNの沈降が防止又は抑制される。

[0130] また、中空ポリカーボネート板100が仮に熱によって伸長しても、一対の中空ポリカーボネート板100からエアロゲル層130に圧縮力が作用するので、エアロゲルNの沈降を抑制する効果が得られる。

[0131] また、保持部材250は、中空ポリカーボネート板100よりも剛性が高い。そのため、エアロゲル層130から外側爪部251Aに側圧が作用しても、外側爪部251Aが倒れることがない。よって、保持部材250によって、中空ポリカーボネート板100の側端部110Xを互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し続けることができる。

[0132] <その他>

なお、本開示は、上記第一実施形態及び第二実施形態に限定されない。

[0133] 例えば、上記第一実施形態及び第二実施形態では、スペーサー21がガラス板52の四辺の全てに設けられている。しかし、スペーサー21は、適宜省略可能である。スペーサー21が省略された場合は、例えば、保持部材151、251とシリコーン系シーリング材31とが、直接接着されてもよい。

[0134] また、例えば、上記第一実施形態及び第二実施形態では、図1、図2及び図10等のように、一対の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNが充填されて形成されたエアロゲル層130から一対の中空ポリカーボネート板100に作用する側圧によって、一対の中空ポリカーボネート板100が厚み方向外側にはらんでいる（膨らんでいる）。しかし、一対の中空ポリカーボネート板100は、厚み方向外側にはらまなくてもよい。例えば、中空ポリカーボネート板100の一辺の幅が50cm程度と小さい場合等は、一対の中空ポリカーボネート板100の間にエアロゲルNが充填された後も、一対の中空ポリカーボネート板100は、殆どはらず、又は一対の中

空ポリカーボネート板 100 の間にエアロゲル N を充填する前の湾曲状態を維持する場合がある。

[0135] また、例えば、上記第一実施形態では、保持部材 150、151 が中空ポリカーボネート板 100 における側端部 110X と側端部 110Z の両方を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持している。しかし、保持部材 150、151 は、側端部 110X 及び側端部 110Z の一方のみを厚み方向内側に傾斜させた状態で保持する構成でもよい。

[0136] また、例えば、上記第二実施形態では、保持部材 250、251 が中空ポリカーボネート板 100 における側端部 110 を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持している。しかし、保持部材 250、251 は、側端部 110X 及び側端部 110Z の一方又は両方を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持する構成でもよい。

[0137] また、保持部材 150、保持部材 151、保持部材 250 及び保持部材 251 は、適宜組み合わせて使用可能である。例えば、保持部材 151 と保持部材 251 とを組み合わせてもよいし、保持部材 151 と保持部材 250 とを組み合わせてもよい。

[0138] また、保持部材は、中空ポリカーボネート板 100 における側端部 110X 及び側端部 110Z の少なくとも一方を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持する構成でもよい。保持部材には、例えば、側端部 110X 及び側端部 110Z がはめ込まれることによって、側端部 110X 及び側端部 110Z を厚み方向内側に傾斜させた状態で保持する溝部が設けられても良い。

[0139] なお、中空ポリカーボネート板 100 のはらみが十分に抑制されていない場合は、二枚の中空ポリカーボネート板 100 の間隔を狭くしたり、エアロゲル N の密度を小さくしたりする等の対応で、中空ポリカーボネート板 100 のはらみを抑制する。仮に上記の対応を行う場合であっても、二枚の中空ポリカーボネート板 100 に本開示の技術を適用することで、上記対応の程度を小さくすることができる。

[0140] また、例えば、上記第一実施形態及び第二実施形態では、透光性樹脂板と

して中空ポリカーボネート板 100 を用いた。しかし、透光性樹脂板は、中空ポリカーボネート板 100 に限定されない。透光性樹脂板は、エアロゲルが充填可能な中空部を有してもよいし、中空部を有しなくてもよい。透光性樹脂板は、例えば、中実のポリカーボネート板又はアクリル板等でもよい。更に、透光性板材は、例えば、透光性樹脂板以外のガラス板等でもよい。

[0141] なお、透光性板材がガラス板の場合、透光性板材（ガラス板）の厚み（図 1 では、中空ポリカーボネート板 100 の厚みに対応）は、透光板（ガラス板 52）の厚み以下であることが望ましい（透光性板材（ガラス板）の厚み $\leq$ 透光板（ガラス板 52）の厚み）。

[0142] このように透光性板材（ガラス板）の厚みを透光板（ガラス板 52）の厚み以下とすることで、透光性板材（ガラス板）の軽量化を図ることができる。これにより、二枚の透光性板材（ガラス板）の間にエアロゲル N を充填する際の作業性が向上するため、透光部材 10 の製造効率が向上する。また、透光性板材（ガラス板）の厚みを透光板（ガラス板 52）の厚み以下とすることで、透光性板材（ガラス板）及び透光板（ガラス板 52）によって複層ガラスを構成した際に、複層ガラスの透明度を高めることができる。

[0143] また、例えば、上記第一実施形態及び第二実施形態では、複層透光体 12、13 に二枚のガラス板 52 が設けられている。しかし、複層透光体 12、13 に設けるガラス板 52 の枚数は、二枚に限定されない、複層透光体 12、13 には、例えば、三枚以上のガラス板 52 が設けられてもよい。なお、複層透光体 12、13 に三枚以上のガラス板を設ける場合、複層透光体 12、13 が複数の中空層を有することになる。この場合、複数の中空層の少なくとも一つに、本開示の技術が適用された透光部材を設けることができる。

[0144] また、例えば、上記第一実施形態及び第二実施形態では、透光板としてガラス板 52 を用いた。しかし、透光板は、ガラス板 52 に限定されない。透光板は、例えば、アクリル板又はポリカーボネート板等の樹脂製でもよい。なお、樹脂製の透光板は、ガラスに比べ耐火性又は耐久性が低下するが、ガラスよりも軽量である。

[0145] また、透光部材、透光板及び透光性板材は、光が透過すればよく、透明でもよいし、半透明でもよい。

[0146] 更に、上記第一実施形態及び第二実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得る。また、上記第一実施形態、第二実施形態、及び変形例等は、適宜、組み合わせて実施可能である。

[0147] なお、2022年4月12日に出願された日本国特許出願特願2022-065815号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

[0148] なお、上記第一実施形態及び第二実施形態に関し、以下の付記を開示する。

[0149] <付記1>

互いに対向して配置された一対の透光性板材と、
一対の前記透光性板材の間に充填されたエアロゲルによって形成されたエアロゲル層と、

一対の前記透光性板材の間の外縁部を封止すると共に一対の前記透光性板材の幅方向の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し、前記エアロゲル層から一対の前記透光性板材に作用する側圧による一対の前記透光性板材のはらみを抑制する保持部材と、

を備えた透光部材。

<付記2>

前記保持部材は、
前記透光性板材の前記側端部の端面に沿った枠部と、
前記枠部の外端部から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の外面に沿って配置される外側爪部と、

を有し、

前記保持部材は前記透光性板材よりも剛性が大きい、

付記 1 に記載の透光部材。

<付記 3>

前記外側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大きい、

付記 2 に記載の透光部材。

<付記 4>

前記外側爪部は、前記枠部の両側の前記外端部から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記外面に沿ってそれぞれ配置される、

付記 2 に記載の透光部材。

<付記 5>

前記保持部材は、前記枠部における前記外端部の内側から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の内面に沿って配置される内側爪部を有している、

付記 2 ～付記 4 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 6>

前記外側爪部及び前記内側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大きい、

付記 5 に記載の透光部材。

<付記 7>

前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さ以上である、

付記 5 に記載の透光部材。

<付記 8>

前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さと同じである、

付記 5 に記載の透光部材。

<付記 9>

前記内側爪部は、前記枠部における両側の前記外端部の内側から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記内面に沿ってそれぞれ配置される、

付記 5 ～付記 8 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 1 0>

一对の前記透光性板材は、前記側端部から幅方向の中央部に向かって厚み方向外側にはらむ、

付記 1 ～付記 9 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 1 1>

前記保持部材は、一对の前記透光性板材の幅方向両側の前記側端部をそれぞれ保持する、

付記 1 ～付記 1 0 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 1 2>

前記透光性板材は、エアロゲルが充填される複数の中空部を有している、

付記 1 ～付記 1 1 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 1 3>

前記透光性板材は、

互いに対向する一对のポリカーボネート板と、

一对の前記ポリカーボネート板の間に設けられ、一对の前記ポリカーボネート板を連結すると共に、一对の前記ポリカーボネート板の間に複数の中空部を形成する複数のリブと、

を有し、

前記中空部には、エアロゲルが充填されている、

付記 1 ～付記 1 1 の何れか 1 つに記載の透光部材。

<付記 1 4>

互いに対向すると共に、縁部間が閉塞された複数枚の透光板と、

隣り合う前記透光板の間の中空層に、前記透光板と間隔をあけて設けられた付記 1 ～付記 1 3 の何れか 1 つに記載の透光部材と、

を備えた複層透光体。

<付記 1 5>

前記透光性板材及び前記透光板は、ガラス板とされ、

前記透光性板材の厚みは、前記透光板の厚み以下である、

付記 1 4 に記載の複層透光体。

[0150] 更に、上記第一実施形態及び第二実施形態に関し、以下の付記を開示する。

[0151] <付記 1>

対向して配置された一対の透光性板材と、

一対の前記透光性板材の間にエアロゲルが充填されて形成されたエアロゲル層と、

一対の前記透光性板材の間の外縁部を封止すると共に幅方向両側の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させて保持し、前記エアロゲル層の側圧による前記透光性板材のはらみを抑制する保持部材と、

を備えた透光部材。

<付記 2>

前記保持部材は、

前記透光性板材の前記側端部の端面に沿った枠部と、

前記枠部の外端部から厚み方向内側に向かって傾斜して突出し、前記側端部の外面に沿った外側爪部と、

を有し、

前記保持部材は前記透光性板材よりも剛性が大きい、

付記 1 に記載の透光部材。

<付記 3>

前記保持部材は、前記枠部における前記外端部の内側から厚み方向内側に向かって傾斜して突出し、前記側端部の内面に沿った内側爪部を有している、

付記 2 に記載の透光部材。

<付記 4>

付記 1 ～付記 3 のいずれか 1 つに記載の透光部材が、縁部間が閉塞された複数枚の透光板の間の中空層に前記透光板と間隔をあけて設けられている、

複層透光体。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに対向して配置された一对の透光性板材と、
一对の前記透光性板材の間に充填されたエアロゲルによって形成されたエアロゲル層と、
一对の前記透光性板材の間の外縁部を封止すると共に一对の前記透光性板材の幅方向の側端部を互いに厚み方向内側に傾斜させた状態で保持し、前記エアロゲル層から一对の前記透光性板材に作用する側圧による一对の前記透光性板材のはらみを抑制する保持部材と、
を備えた透光部材。
- [請求項2] 前記保持部材は、
前記透光性板材の前記側端部の端面に沿った枠部と、
前記枠部の外端部から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の外面に沿って配置される外側爪部と、
を有し、
前記保持部材は前記透光性板材よりも剛性が大きい、
請求項1に記載の透光部材。
- [請求項3] 前記外側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大きい、
請求項2に記載の透光部材。
- [請求項4] 前記外側爪部は、前記枠部の両側の前記外端部から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記外面に沿ってそれぞれ配置される、
請求項2に記載の透光部材。
- [請求項5] 前記保持部材は、前記枠部における前記外端部の内側から前記透光性板材の厚み方向内側に向かって傾斜した状態で突出し、前記側端部の内面に沿って配置される内側爪部を有している、
請求項2に記載の透光部材。
- [請求項6] 前記外側爪部及び前記内側爪部は、前記透光性板材よりも剛性が大

きい、

請求項 5 に記載の透光部材。

[請求項7] 前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さ以上である、

請求項 5 に記載の透光部材。

[請求項8] 前記外側爪部の突出方向の長さは、前記内側爪部の突出方向の長さと同じである、

請求項 5 に記載の透光部材。

[請求項9] 前記内側爪部は、前記枠部における両側の前記外端部の内側から突出し、一对の前記透光性板材の前記側端部の前記内面に沿ってそれぞれ配置される、

請求項 5 に記載の透光部材。

[請求項10] 一对の前記透光性板材は、前記側端部から幅方向の中央部に向かって厚み方向外側にはらむ、

請求項 1 に記載の透光部材。

[請求項11] 前記保持部材は、一对の前記透光性板材の幅方向両側の前記側端部をそれぞれ保持する、

請求項 1 に記載の透光部材。

[請求項12] 前記透光性板材は、エアロゲルが充填される複数の中空部を有している、

請求項 1 に記載の透光部材。

[請求項13] 前記透光性板材は、

互いに対向する一对のポリカーボネート板と、

一对の前記ポリカーボネート板の間に設けられ、一对の前記ポリカーボネート板を連結すると共に、一对の前記ポリカーボネート板の間に複数の中空部を形成する複数のリブと、

を有し、

前記中空部には、エアロゲルが充填されている、

請求項 1 に記載の透光部材。

[請求項14] 互いに対向すると共に、縁部間が閉塞された複数枚の透光板と、隣り合う前記透光板の間の中空層に、前記透光板と間隔をあけて設けられた請求項 1 ～請求項 1 3 の何れか 1 項に記載の透光部材と、を備えた複層透光体。

[請求項15] 前記透光性板材及び前記透光板は、ガラス板とされ、前記透光性板材の厚みは、前記透光板の厚み以下である、請求項 1 4 に記載の複層透光体。