

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第4部門第1区分

【発行日】平成26年6月19日(2014.6.19)

【公表番号】特表2013-527350(P2013-527350A)

【公表日】平成25年6月27日(2013.6.27)

【年通号数】公開・登録公報2013-034

【出願番号】特願2013-512645(P2013-512645)

【国際特許分類】

E 04 D 13/03 (2006.01)

【F I】

E 04 D 13/03 R

【手続補正書】

【提出日】平成26年4月30日(2014.4.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】断熱窓割り装置および光を窓割り装置を通過させて建物の内部に取り入れる方法

【技術分野】

【0001】

本開示は、概して窓割りに関するものであり、特に断熱効果をもたらす窓割り装置および光を窓割り装置を通過させて建物の内部に取り入れる方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

多くの建物には壁、天井、および／または屋根が設けられており、外の環境からそれらの建物の中に入ってくる光を少なくとも部分的に遮断している。窓割り装置および方法は外の光を屋内に通すために使用することができる。また、それらによって屋内にいる人間が外を見ることができ、および／または、実質的に日中の光で屋内を照らすことができる。窓割り装置には窓、天窓、及び他のタイプの明かり取り、及び明かり取りのカバーがある。窓は一般的に建物の壁の開口部に位置し、天窓は一般的に建物の屋根または天井の開口部に位置する。天窓には数多くのタイプがあり、例えば、プラスチックをはめた天窓、ガラスをはめた天窓、吹き抜け(light wells)、および筒型採光装置(TDD)等がある。吹き抜けや筒型採光装置は、屋根から屋内の天井へと光を通す。

【発明の概要】

【0003】

本明細書において説明される典型的な実施形態は、いくつかの特徴を有しており、そのうちのいかなる1つも不可欠というわけではなく、単独でそれらの望ましい属性をもたらしているわけでもない。いくつかの実施形態の好都合な特徴のうちのいくつかを、以下で簡単に説明するが、そのような説明は、特許請求の範囲の技術的範囲を限定するものではない。

【0004】

いくつかの実施形態は、建物のエンベロープの開口部に設置することができる、少なくとも1つのグレージングペインと、前記少なくとも1つのグレージングペインに隣接して配置された格子状構造体(例えば、空間的に図で示されているデリニエイト(delineated)構造体)を備えた窓割り装置を記載している。前記格子状構造体は、第1のペインと第

2のペインを有する少なくとも1つの区画を有する。前記格子状構造体は第1のペインと第2のペインを有する少なくとも1つの区画を有していてもよい。前記少なくとも1つの区画は、少なくとも部分的に複数の空間的に分割されたセルを前記開口部の実質的な隣接領域内に定めてもよい。各セルの体積は他のセルの体積と完全に異なっていてもよいし、そうでなくてもよい。前記セルは1つ以上の壁を共有していてもよいし、共有していないなくてもよい。前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは幅および深さを有している。前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは、前記少なくとも1つの区画の前記第1のペイン、前記少なくとも1つの区画の前記第2のペイン、または前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインおよび前記第2のペインの組み合わせによって、少なくとも部分的に囲まれている。

【0005】

あるいくつかの実施形態において、前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインの視感反射率は、95%以上である。いくつかの実施形態において、前記少なくとも1つの区画の前記第2のペインの視感反射率は、95%以上である。いくつかの実施形態において、前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインおよび前記第2のペインのそれぞれの視感反射率は、99%以上であってもよい。前記少なくとも1つの区画は複数の反射膜のセグメントを含んでいてもよい。いくつかの実施形態では、前記窓割り装置は複数の区画を含んでいてもよい。

【0006】

前記格子状構造体には、例えば立体プリズムハニカム構造体または六角プリズムハニカム構造体、または他の好適な構造体といったハニカム構造体を含んでいてもよい。

【0007】

当該装置は第2のグレージングペインを有していてもよい。前記格子状構造体は前記少なくとも1つのグレージングペインと前記第2のグレージングペインとの間に配置されていてもよい。いくつかの実施形態において、前記窓割り装置は、外光が前記格子状構造体を通った後に前記第2のグレージングペインを通過するように配置されていてもよい。いくつかの実施形態において、前記第2のグレージングペインから出る可視光の割合は前記窓割り装置に入る前記可視光の約85%以上であってもよい。

【0008】

前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれの前記深さは、約0.5インチ以上であってもよい。前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれの前記幅は約2インチ以下であってもよい。

【0009】

前記建物のエンベロープは屋根、壁、および/または他の建物の要素を含んでいてもよい。前記建物のエンベロープの前記開口部は、屋根の孔と建物内部の箇所との間で伸びる内側反射筒を含んでいてもよい。

【0010】

いくつかの実施形態は、建物の内部に光を取り入れる方法を記載している。当該方法は、建物のエンベロープの開口部に、少なくとも1つのグレージングペインを配置する工程と、前記少なくとも1つのグレージングペインに隣接した格子状構造体を配置する工程を含んでいてもよい。前記格子状構造体は第1のペインと第2のペインを有する少なくとも1つの区画を有していてもよい。前記少なくとも1つの区画は、複数の空間的に分割されたセルを前記開口部の実質的な隣接領域内に定めてもよい。前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは幅および深さを有していてもよい。前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは、前記少なくとも1つの区画の前記第1のペイン、前記少なくとも1つの区画の前記第2のペイン、または前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインおよび前記第2のペインの組み合わせによって、少なくとも部分的に囲まれている。前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインの視感反射率は、いかなる好適な値であってもよく、例えば約95%以上である。

【0011】

当該方法は、前記少なくとも1つのグレージングペインと第2のグレージングペインを組み込んでいる二重グレージングユニットを設ける工程を更に含んでいてもよい。前記格子状構造体は、前記少なくとも1つのグレージングペインと前記第2のグレージングペインとの間に配置されていてもよい。当該方法は、ディヒューバーを設け、前記格子状構造体に隣接、または近くに(なるように)前記ディヒューバーを配置する工程を更に含んでいてもよい。前記ディヒューバーは、窓割り装置の前記建物の内部からの視界を変えたり曇昧にさせたりするようなやり方で、前記ディヒューバーを介して伝播する光を屈折または反射させるように構成されていてもよい。

【0012】

いくつかの実施形態は、窓割り装置を製造する方法を記載している。当該方法は、反射膜のシートを、それがセグメント長さを有する複数のセグメントに分割する工程と、前記複数のセグメントから、少なくとも第1のフィルムのループ、第2のフィルムのループ、および第3のフィルムのループを形成する工程と、第1のマンドレルを前記第1のフィルムのループに挿入し、当該第1のループが所望の形になるまで前記第1のマンドレルを拡張する工程と、第2のマンドレルを前記第2のフィルムのループに挿入し、当該第2のループが所望の形になるまで前記第2のマンドレルを拡張する工程と、前記第1のマンドレルを当該第1のループに、前記第2のマンドレルを当該第2のループに挿入しながら、当該第2のループを当該第1のループに接合する工程と、前記第1のマンドレルまたは第3のマンドレルを前記第3のフィルムのループに挿入し、当該第3のループが所望の形になるまで当該マンドレルを拡張する工程と、前記第1のマンドレルまたは第3のマンドレルを当該第3のループに、前記第2のマンドレルを当該第2のループに挿入しながら、当該第3のループを当該第2のループに接合する工程を含んでいてもよい。当該第1、第2、および第3のループが組立セル構造体を構成することができる。前記組立セル構造体が前記窓割り装置の孔を実質的に埋めるまで、追加のループを前記組立セル構造体に接合してもよい。いくつかの実施形態において、前記組立セル構造体はハニカム構造体を含んでいてもよい。前記複数のセグメントのそれぞれの前記セグメント長さは前記組立構造体におけるセルの周囲長以上であってもよい。

【0013】

いくつかの実施形態は複数の多角形セルからなる格子状構造体を有する窓割り装置の製造方法を記載している。当該方法は、第1のフィルムのストリップと第2のフィルムのストリップを設ける工程と、前記第1のフィルムのストリップおよび前記第2のフィルムのストリップに、前記多角形のセルの側の長さに等しい大きさを単位としてひだをつける工程と、所望の多角形の形を有する複数のセルからなる組立セル構造体を形成するように選択された箇所で、前記第1のフィルムのストリップを前記第2のフィルムのストリップに接合させる工程と、前記組立セル構造体が前記窓割り装置の孔を実質的に埋めるまで追加の組立構造体を形成する工程を含んでいる。

【0014】

いくつかの実施形態において、前記組立セル構造体は第1と第2のグレージングペインとの間に保持されていてもよい。前記第1のフィルムのストリップおよび前記第2のフィルムのストリップの少なくとも一方は、視感反射率が、CIE illuminant D₆₅に対して測定した際に、95%以上である材料から構成されていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0015】

種々の実施形態は例示を目的とする添付図面に示されているが、本発明の範囲を限定するものと解釈されるべきではない。さらに、異なる実施形態における種々の特徴を組み合わせて本開示の一部をなす付加的実施形態とすることができる。いずれの特徴または構造も削除または省略することができる。図面全体を通して、参照する構成要素間の関連性を示すため、同じ参照符号を使用することもある。

【図1】二重窓割り装置(double glazed fenestration device)を部分的に示す斜視図である。

【図2】図1に示された窓割り装置を通過する光の伝播（経路）を示す模式的な光線図である。

【図3】他の二重窓割り装置を示す模式図である。

【図4A】作成前の格子状構造体のセルの斜視図である。

【図4B】格子状構造体のセルを作成するための装置を示す模式図である。

【図4C】格子状構造体のセルを作成するための装置の動作を示す模式図である。

【図4D】格子状構造体のセルを作成するための装置の動作を示す模式図である。

【図5】格子状構造体のセルを作成するための他の装置の動作を示す模式図である。

【図6】格子状構造体のセルを作成するための膜の面積とグレージング孔の面積との割合の例を示すチャートの例である。

【図7】断熱窓割り装置を備えつけた例示的TDD設備の模式図である。

【図8】断熱窓割り装置の斜視図である。

【図9】図8に示す断熱窓割り装置を備えつけた例示的TDD設備を部分的に示した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本明細書において、いくつかの好ましい実施形態及び実施例が以下に開示されているが、本発明の主題は、具体的に開示された実施形態における実施例を超えて、他の代替の実施形態および/または使用にまで、そしてそれらの改良物及び同等物にまで及ぶものである。すなわち、本明細書に示された発明の範囲は、以下に開示されたいかなる特定の実施形態にも制限されない。例えば、本明細書に開示されたいずれの方法又はプロセスにおいて、その方法/プロセスを構成する行為又は操作が、いずれの適当な順序で実施されて良く、特定の開示された順序に必ずしも制限されない。種々の操作が、実施形態の理解を助けとなるような方法で、代わりに複数の個別の操作として説明され得るが、説明の順序は、これらの操作が順序に左右される可能性があることを示唆すると解釈されるべきではない。また、更に、本明細書に説明される構造物、システムおよび/または装置は統合された構成部分または別々の構成部分として具体化することができる。様々な実施形態を比較する目的で、これらの実施形態の特定の様相および利点が説明される。すべてのこのような様相または利点は必ずしも何か特定の実施形態により達成されるとは限らない。従って、例えば、種々の実施形態は、本明細書でこれも教示または示唆されるかも知れない他の様相または利点を必ずしも達成せずに、本明細書で教示されるような一つの利点または利点の群を達成または最適化する方法で実施することができる。

【0017】

窓割り製品は屋内にいる人間が外を見る能够るように設計されたものである。そのような製品は、太陽光で屋内を照らすこともできる。いくつかの実施形態において、窓割り装置は建物の天井または屋根の開口部に位置している。本明細書において用いられる用語「窓割り（fenestration）」、「窓割り装置（fenestration device）」、「窓割装置（fenestration apparatus）」、「窓割り方法（fenestration method）」、および同様の用語は広義および/または通常の感覚で使用される。例えば、窓割り装置には天窓、窓、壁、ブロック、ドア、スクリーン、シャフト、穴、チューブ、その他の完全に不透明ではない構造物、またはそれらの組み合わせが含まれる。

【0018】

建物の屋根や天井の開口部に設置される窓割り装置はたいてい天窓と称され、垂直に設置される窓割り装置または壁の開口部に設置される窓割り装置はたいてい窓と称される。天窓および窓にはプラスチック、ガラス、クリアな材料、プリズム状の材料、半透明な材料、その他の完全に不透明ではない材料、不透明ではない材料の組み合わせ、または1種類またはそれ以上の不透明ではない材料と1種類またはそれ以上の不透明な材料の組み合わせ、といった様々な材料からなる、透明なまたは半透明のグレージングといったものを含むことができる。筒型採光装置および吹き抜けは建物の屋根からの光を、天井や屋内へ通すことができる天窓の例である。

【0019】

グレージングは1つ以上の性能限界があることが欠点となりうる。例えば、グレージング表面に対する太陽光の入射角は、太陽の運行により1日を通して、1年を通して大きく変化しうる。太陽光の入射角の変化はグレージングの光透過特性に影響を与えるかもしれない。透過特性はまたグレージングに使用される材料の屈折率に基づいて変化することもある。

【0020】

不透明ではないグレージングの材料は、建物の残りのエンベロープに使用される透明でない材料と比べて、高い熱伝導率と光透過率を有する傾向がある。少なくともこの理由によって、窓割り装置および方法は建物における熱損失や熱取得に大きく影響を及ぼすこともある。

【0021】

窓割り装置は熱損失や熱取得を減らすように構成されることがある。例えば、1つ以上のグレージングペインには、赤外線の透過率が減少するように低い放射率特性を有するスペクトル選択性コーティングを含んでいてもよい。二重窓（グレージング）システムでは、内側のペインは、寒冷時に暖かい内側のペインから外に向かって赤外線波長でエネルギー（赤外線波長のエネルギー）の放出を減らすために、スペクトル選択性コーティングで覆われていてもよい。低い放射率を有するコーティングはまた、グレージングに入ってくる太陽光を反射することにより、温暖な時期に建物の太陽熱増加（ソーラーヒートゲイン）を減らすことができる。しかしながら、低い放射率のコーティングがなされたグレージングはコーティングされていないグレージングよりも可視光線透過率が低くなりうる。

【0022】

他の例として、グレージングの多重なペインの間の空間を不活性ガスで満たすことにより、伝導熱損失を減らすことができる。この技術によって、対流（熱）損失をも減らすことができる、というのも不活性ガスは概して空気より重く、ガスの動きを抑制することができるからである。しかしながら、グレージングユニットがそういったガスが漏れるのを防ぐような密閉性を保つことは難しいかもしれない。

【0023】

さらなる例として、グレージングの多重ペインの間の空間を発泡体で満たすことにより、熱損失や熱取得を減らすことができる。発泡体は、非常に小さなエアポケットを多く内部に含むため、伝導熱損失や対流（熱）損失を減らすことができる。これらのエアポケットにより、熱伝導率を減らすことができる、というのも静止した空気はすぐれた断熱材となるからである。発泡体は概して半透明であり、グレージングを通る可視光の透過率を減らすことができる。

【0024】

図1に示された実施形態において、二重窓割り装置100は2つのグレージングペイン102、104間に熱エネルギー移動を減らすように構成された構造体106から構成されている。図1は、詳細部分がわかりやすいように、二重窓割り装置100の一部分のみを示している。二重窓割り装置100の全体の大きさは、窓割りを部分的に満たすか、実質的に満たすか、または完全に満たすかに応じて選択することができる。格子状構造体、例えば図1に示されるような立体ハニカム構造体106は、異なる温度の2つのペイン102、104の間に設けられた際に、熱放射や対流を抑えるのに有用ないくつかの特性を有することができる。本明細書において用いられる用語「格子状構造体（tessellated structure）」はその広義および/または通常の感覚で使用される。例えば、格子状構造体には断面がタイルの構造体（structures with a cross-sectional tiling）、概ね多孔性の構造体、ハニカムに類似した構造体、ハニカム構造体、プリズムハニカム構造体、六角プリズムハニカム構造体、立体プリズムハニカム構造体、不規則なハニカム構造体、少なくとも一部がハニカム構造体となっている構造体、他の多角形の構造体、構造体の組み合わせ等といったものがある。

【0025】

いくつかの実施形態において、グレージング 100 の格子状構造体 106 は少なくとも 1 つ以上の壁 112 によって部分的に区切られている複数のセル 110 からなる。遠赤外放射線がグレージング 100 のペイン 104 から半球状のパターンで放射されることがで、高さ h と壁 112 同士の間の距離 w に基づいて格子状構造体 106 の壁 112 同士を交差させることができる。壁 112 が放射線を吸収し、高い放射率を有する場合には、壁 112 は放射エネルギーの少なくとも一部をペイン 104 や格子状構造体 106 の他の壁 112 向かって再放射することができる。壁 112 は、熱エネルギーが地表の温度で通常移動される波長を含む赤外線波長で放射線の相当量を吸収するように構成することができる。格子状構造体 106 による熱エネルギーの吸収および再放射によって、他のグレージングペイン 102 を遮って、大気に放出する放射線の量を減らすことができる。いくつかの実施形態において、格子状構造体 106 の壁 112 は遠赤外線波長で放射線の相当量を吸収する材料系からなり、遠赤外線波長において高い放射率を有し、太陽光の可視波長でよく反射する。

【0026】

あるいくつかの実施形態において、対流によりグレージング 100 はペイン 102、104 の間の熱エネルギー移動を減らすように構成されている。セル 110 を取り囲む壁 112 同士の間の距離 w は窓割りの開口部（孔）よりもずっと短いはずであるから、ペイン 102、104 の間の格子状構造体 106 は、対流を抑制することができる。対流によるペイン 102、104 の間の熱移動はまたグレージングペイン 102、104 の間の距離 h によって影響される。あるいくつかの実施形態において、グレージングペイン 102、104 の間の距離 h が大きくなると対流による熱損失を減らすことができる。窓割り装置 100 のレイリー数は、格子状構造体 106 におけるセル 110 の幅 w と深さ h によって少なくとも部分的に影響されるかもしれない。本明細書にさらに詳細に説明されるように、セル 110 の幅 w と深さ h は、グレージングの下のペイン 104 とグレージングの上のペイン 102 との間の空気の流れを少なくしたり、最小化したり、実質的に遮るよう選択することができる。下のペイン 104 が上のペイン 102 よりも暖かい時、上のペイン 102 から下のペイン 104 への空気の流れを減らすことによって、窓割りによる熱損失を減らすことができる。

【0027】

窓割り装置 100 の格子状構造体 106 はどんな好適な材料系から構成されていてもよい。材料系の少なくとも一部は、少なくとも可視光の範囲で実質的に透明であればよく、少なくとも可視光の範囲で実質的に反射効果があればよく、また部分的に透明で、部分的に反射効果があればよい。格子状構造体 106 は、可視光をグレージングペイン 102、104 の間に伝わらせることができる。ペイン 102、104 の間の光の伝播の効率は材料系の透過性や反射性、格子状構造体 106 の寸法や形状、窓割り装置 100 の光学的要素に対する、窓割り装置 100 に入射する入射光の入射角によって決まることができる。

【0028】

いくつかの実施形態において、格子状構造体 106 の壁 112 が実質的に垂直であり、格子状構造体 106 の中の壁 112 のペアは実質的に平行にすることができる。格子状構造体 106 は実質的に水平のグレージングペイン 102、104 の間に配置することができる。壁 112 はいかなる好適な技術を用いたとしても、実質的に反射効果があればよい。例えば、壁 112 は反射膜から構成されていればよい。その膜によってハニカムに類似した複数の密閉性のあるセル 110 を形成してもよい。多くの他の変形例が可能である。例えば、壁 112 は反射膜やコーティングで覆われていてもよく、または硬い反射材料といった強固な材料から構成されていてもよい。セル 110 はいかなる好適な形状であってもよく、四角形、六角形、三角形、円形、他の多角形、カーブした辺または不規則な辺を持つ形状、またはいくつかの形状の組み合わせであってもよい。いくつかの実施形態では、格子状構造体 106 の材料系、セルの深さ h 、セルの幅 w 、およびセルの形状はペイン 102、104 の間の熱移動を小さくするように選択すればよい。

【0029】

いくつかのある実施形態では、格子状構造体 106 のセル 110 は、その少なくとも一部が、ミネソタ州メイプルウッドに本拠をおくスリーエム社製の「DF2000MA-Daylighting Film」から構成されている。「DF2000MA-Daylighting Film」は可視光線の波長の反射率が 99% より大きく、遠赤外線反射率が 10% 未満(1000 nm から 3000 nm の間)である。「DF2000MA-Daylighting Film」はまた放射率が 0.90 より大きく、熱伝導率が約 1.5 (BTU/hr·ft²·°F/inch) であり、その膜厚は 0.0027 インチ以下である。例えば、セルの壁の厚みは、実質的に窓割り装置のグレージング層より実質的に薄く、および/またはセルの幅よりも実質的に小さければよい。

【0030】

セル 110 は様々な他の膜や材料から構成することができる。いくつかの実施形態では、セル 110 の壁 112 を形成したは覆う膜や材料は、大いに反射性があればよい。例えば、膜は 95% 以上、または 98% 以上、または 99% 以上の視感反射率があればよい。例えば、膜や材料は、長波長赤外線の実質的な一部分(または実質的にすべて)を吸収および放射するように構成されればよい。セル 110 は、コーティングされた材料、硬い材質の材料、柔軟性のある材料、その他の材料、または材料の組み合わせから構成されればよい。セル 110 は対流による熱移動を減らすように形づくられ、大きさが決められればよい。セル 110 の形状は、対流を小さくし、最小化し、実質的に遮る(取り除く)ことによって窓割り装置 100 の断熱機能に大きく影響をおよぼすことができる。

【0031】

例として、グレージングの上のペインと下のペインの間に位置するハニカム構造体を有する窓割り装置において、対流による熱損失をシミュレーションするコンピューターモデルを作成した。様々な大きさや形状を有するハニカム構造体をシミュレーションした。また、このコンピューターモデルでは、同じ窓割り装置であるがハニカム構造体がないものについても熱損失をシミュレーションした。テストは窓割り装置内の温度差が華氏で 70 度になる条件下で行った。下のペインは華氏 70 度の滞留空気にさらし、および上のペインは華氏 0 度で表面を風速が時速 12.3 マイル(mph)の風にさらした。両方のペインとも水平なペインである(例えば、地面に対して平行である)。シミュレーションの結果は表 1 に示されるとおりである。

【0032】

【表1】

ハニカム(HC) 構造体	グレージングの 間隔 Separation (インチ)	HCの大きさ 辺の長さ/セルの面積 (インチ)/(平方インチ)	U-ファクタ (断熱性能) (BTU/Hr-Ft ² -°F)
HCなし	1. 0	-----	0. 70
四角形	1. 0	1. 5 / 2. 25	0. 46
四角形	1. 0	1. 0 / 1. 0	0. 41
四角形	1. 0	. 5 / . 25	0. 33
五角形	1. 0	. 93 / 2. 25	0. 46
三角形	1. 0	2. 28 / 2. 25	0. 52
HCなし	1. 5	-----	0. 67
四角形	1. 5	1. 5 / 2. 25	0. 36
四角形	1. 5	. 5 / . 25	0. 26

【0033】

表1に示された結果によると、ハニカム構造体といった好適な格子状構造体がグレージングペインに配置された際に、対流による実質的な熱移動が減少する。いくつかの実施形態において、熱移動の割合は、25%以上、35%以上、40%以上、50%以上、60%以上減らすことができる。シミュレーションでは(熱)伝導や(熱)対流による熱エネルギー移動の割合を測定したが、放射線による熱エネルギー移動はまたグレージングペイン同士の間の格子状構造体の構造によって変化することもある。シミュレーションしたハニカム構造体は膜厚が0.010インチであり、熱伝導率が空気の伝導率よりも7.5倍優れた膜から構成した。したがって、ハニカム構造体のない構成のものにおける熱損失を、ハニカム構造体を有する構成のものと比較すると、伝導による熱損失はハニカム構造体を有する構成のもののがすぐれている。このことは、対流による熱移動が大きく減少するために、ハニカム構造体を有する構成のものにおける熱移動の割合が著しく減少しうるということを示している。

【0034】

格子状構造体のセルの大きさは、窓割り装置を通して熱移動の割合を減らしたり、最小化したりするように選択すればよい。例えば、格子状構造体が概ね四角形のセル構造を有するハニカムである場合、表1の結果によると、セルの大きさを減らしたり、セルの深さを深くしたり、またセルの大きさを減らしかつセルの深さを深くすることによって対流損失の機能を向上させることができる。ペイン同士の間の間隔が異なる複数の窓割り装置構造であっても、好適なセルの幅を選択することにより、同様な対流損失の機能を向上させるように設計することができる。例えば、もしペイン同士の間隔がそれぞれ1インチと1.5インチである2つの二重窓装置で、最小のU因子要件(断熱性能要件)が0.33である場合、ペイン同士の間隔が1インチの構造のものに対しては、ハニカム構造体は0.5インチの幅の四角形のセルを有するものになる。ペイン同士の間隔が1.5インチの構造のものに対しては、1インチの幅の四角形のセルを有するハニカム構造体であれば、同様の対流損失の機能を有することができる。いくつかの実施形態において、ペイン同士の間隔が異なった多重ペインを有する複数のグレージングユニットを、いずれのグレージン

グユニットのペイン同士の間隔を変更することなしに同じ熱要件を達成するように改変することができる。

【0035】

格子状構造体におけるセルの形やトポロジーは窓割り装置内の熱移動の割合を減らすまたは最小化するように選択すればよい(選択することができる)。例えば、表1の結果によると、いくつかの実施形態において、セルのトポロジーを四角形から六角形に変えて同じセルの面積を保つことにより、ほぼ同様のU因子(断熱性能)を保つことができる。同じセルの面積を保ちながらセルのトポロジーを三角形に変えると、対流損失の機能が損なわれる。三角形のセルを有する格子状構造体は、四角形や六角形のセルを有する格子状構造体よりも孔の単位面積あたりの壁の材料がより多く必要となるかもしれない。

【0036】

格子状構造体のセルを高い可視光反射率の材料から構成することにより、格子状構造体を通る光の可視光線透過率を実質的に減らさずに、対流損失の機能を高めることができる。例えば、セルが高い可視光反射率を有する膜からなる場合、セルは、広い入射角の範囲を超える光損失がほとんどなしで、セルの面積に対するセルの深さの割合が高くなるように構成することができる(例えば、割合が少なくとも約2.0、または少なくとも約2.5、または少なくとも7.5など)。図2に示された実施形態において、格子状構造体106は高い可視光反射率を有する材料からなる壁112を有するセル110からなる。上のペイン102に対して、入射角_Aが60度で窓割り装置100に入射する光線Aは、上のペイン102を通って、格子状構造体106の壁112に、下のペイン104を通る前に3度反射し、窓割り装置の反対側から出ていく。上のペイン102に対して、入射角_Aが30度で窓割り装置100に入射する光線Bは、上のペイン102を通って、格子状構造体106の壁112に、下のペイン104を通る前に1度反射し、窓割り装置の反対側から出ていく。いくつかの実施形態において、壁112が高い反射率を有する場合、窓割り装置100の、上のペイン102に入射して下のペイン104から出ていく可視光の割合は、光線AもBも実質的に同じである。

【0037】

表2に示されたデータは六角形のセルのハニカム構造体を有する2つの窓割り装置の構造に対して光の伝播効率を示している。2つの異なったセルの深さを有する構造を、反射率が99%の反射材料を用いてシミュレーションした。シミュレーションでは、セルの幅が0.42インチ、セルの辺長が0.28インチ、セルの面積が0.20平方インチであった。

【0038】

【表2】

入射角(度)	セルの深さ0.5インチのときの割合 (深さ/面積(2.5))	セルの深さ1.5インチのときの割合 (深さ/面積(7.5))
30	99%	97%
45	99%	96%
60	97%	93%
75	95%	85%

【0039】

図3に示された実施形態では、窓割り装置200は、可視光の範囲で、部分的に、実質的に、または完全に透明か半透明の壁212を有する格子状構造体206からなる。格子状構造体206は透明なペイン202および204の間に配置されている。その実施形態

では、窓割り装置 200 の上のペイン 202 に対して入射し、下のペイン 204 から出でていく光線 C の割合は、図 2 に示された、窓割り装置 100 の下のペイン 104 から出でていく光の割合よりも実質的に低くすることができる。窓割り装置を通過する光の割合の違いは、光線 C が透明な壁 212 を通るときにおこる表面反射、吸収、散乱によって引きおこされることができる。光線 C が格子状構造体 206 の多くの層を通るときに起こる光損失により、高い反射性のある壁 112 を有する格子状構造体 106 を含む窓割り装置 100 に比べて、断熱効果が薄れたりまたはなくなったりするかもしれない。

【0040】

透明または半透明な壁 212 を有する格子状構造体の構造は、赤外線波長の放射線を吸収したり対流を減らしたりすることによって、グレージングまたは太陽熱収集装置から熱損失を抑えることができる。そのような構造において、光が格子状構造体 206 の壁 212 を通過する。光が高い入射角でそのような構造に入射すると、格子状構造体 206 を通る可視光の割合は高い反射性のある壁 112 を有する格子状構造体 106 を通る可視光の割合よりも実質的に低くなるかもしれない。

【0041】

そのような構造で可視光の損失を軽減するため、いくつかの実施形態では比較的わずかな可視光を吸収する透明な側壁 212 を含んでいる。例えば、高い透過率を有する側壁 212 は 97 % 以上、または約 97 % 以上、または 100 % 近くの光の透過率を有していてもよい。高い透過率を達成するためには、側壁 212 の少なくとも一部が非常に薄くてもよく（例えば、約 3 mm 以下、または約 1 mm 以下、または約 300 mm 以下）、少なくとも 1 つの高強度材料を含んでいてもよく、非常に透明性の高い材料から構成されていてもよく、吸収性の高い材料や不純物が含まれないように形成されていてもよく、または透過率を高める特徴をもつものの組み合わせを含んでいてもよい。あるいくつかの実施形態では、側壁 212 には、側壁 212 と周囲の 1 つまたはそれ以上の媒体との 1 つ以上の境界ペインにおいて、光の反射率を実質的に減らしたり、または反射の度合いをなくす反射防止コーティング、反射防止膜、または反射防止層が含まれている。本明細書において使用されているように、光の透過率や光の反射率は、標準的な日光（例えば、CIE illuminant D₆₅）に対して測定することができる。

【0042】

いくつかの実施形態において、窓割り装置は 2 つの離間したグレージングペイン同士の間に配置された格子状構造体を有し、そのグレージングペイン同士の離間距離は約 0.5 インチ以上である。そのような窓割り装置は従来の天窓、筒型採光装置、窓、または高い光透過性と低い熱損失が所望された（が実現するように意図された）いかなる製品にも使用することができる。窓割り装置は製品の暖かい側と冷たい側との間の対流損失を抑えることができる。つまり、窓割り装置は 1 年の寒冷な時期または温暖な時期に有益となりうる。

【0043】

いくつかの実施形態において、本明細書に記載の格子状構造体は太陽熱平板または太陽熱集光器に組み込まれる。ハニカム構造体は平板において、熱収集板と外のグレージングとの間に配置することができる。集光器は光を屈折光学素子または反射光学素子を用いて小さな熱収集チューブまたはプレートに集めることができる。いくつかの実施形態において、格子状構造体は熱収集器と透明なカバーとの間に配置することができる。この収集器の裏側または非光学素子部分は熱損失を抑えるため不透明な断熱材料で覆うことができる。

【0044】

あるいくつかの実施形態において、本明細書に記載の格子状構造体の製造方法が記載されている。いくつかの実施形態において、格子状構造体は薄い反射膜を用いて構成されている。その膜は連続するウェブで丸めてコアにしたものから製造することができる。ウェブはハニカム構造体の深さと合致したストリップに分割することができる。接着剤またはほかの接着材料を膜の一方側にコーティングまたは塗布することができる。膜のストリッ

プは格子状構造体の1つ以上のセルの周囲長以上の長さを有するセグメントに分割することができる。セグメントの長さは、セグメントの一部の長さを重なりあう接着面を形成するのに用いることができるよう、セルの周囲長よりもいくらか長くすればよい。

【0045】

図4Aに示されるように、ストリップのセグメントの一方の端が他方の端に接着されて、フィルムループ300を形成することができ、フィルムループ300は内側を向いた反射側302と、外側を向いた接着側304からなる。拡張・縮小自在のマンドレル310をフィルムループ300に挿入することができ、フィルムループを所望するセルの形にするように、拡張することができる。拡張・縮小自在のマンドレル310は、図4Bに示されるように、ループ300に挿入される際に一緒になっている2つ以上のへら状のものから構成することができる。フィルムのループを格子状構造体におけるセルの形にするように構成された、複数の拡張・縮小自在のマンドレルを用いることができる。図4Cに示されるように、第1の拡張・縮小自在のマンドレル310aはフィルムループ300を形作るのに用いることができ、第2の拡張・縮小自在のマンドレル310bは、一時的に、それ以前に形成されたループ300b内にあり、フィルムループ300aをそれ以前に形成されたループ300bに接着させるための支持体となっている。図4Dに示されるように、新しく形成された300aは、新しく形成された300aを他の形成済みのループ300b、ループ300cに押しつけることによって、形成済みのループ300b、ループ300cに、接合させることができる。形成されたループの接着側面304は互いに押しつけたときに接着している。このプロセスは格子状構造体の所望の構造が完成するまで繰り返すことができる。

【0046】

図5に示された実施形態において、格子状構造体は接着剤を用いないロール状の膜400a、400bから構成されている。ストリップ状の膜402a、402bは、セルの辺長（六角形、四角形等）の長さに等しい大きさを単位として、膜402a、402bに折り目をつけたり、ひだをつけるように構成されたひとまとまりのニップローラー404a、404bに通すことができる。折り目をつけたり、ひだをつけられた膜402a、402bは、膜402a、402bの2つのストリップを熱溶接、溶剤接着、または機械的に固定するように構成された、他のひとまとまりのニップローラー406a、406bを、選択された箇所で続けて通って所望の形を有する個々のセルに形成することができる。例えば、接着ローラー406a、406bは膜402a、402bのストリップがともに溶ける温度まで加熱されるポイント先端部406a、406bを含むことができる。接着ローラー406a、406bは、組み立てられたフィルムセル410の群を生産することができる。複数の組み立てられたフィルムセル410は、格子状構造体を形作るのに十分なセルが作られるまで、そのプロセスを繰り返すことによって、生産することができる。

【0047】

いくつかの実施形態において、図4A～4Dに示されたマンドレルプロセスを用いて形成された格子状構造体は、図5に示された折り目をつけるロールプロセスを用いて形成された格子状構造体よりもより強固である。いくつかの実施形態において、マンドレルプロセスは、格子状構造体を作るのに、折り目をつけるロールプロセスよりも2倍のフィルム材料を使うことになる。図6に示されたチャートは、使用される膜の面積と格子状構造体によって埋められるグレージング孔の面積との関係を示したものである。例えば、セルの幅が0.5インチ、1.0インチ、または1.5インチ、およびセルの深さが0.5インチ、1.0インチ、1.5インチ、または2.0インチのセル構造に対して面積比が示されている。グラフは、図4A～4Dに示されたマンドレルプロセスを用いてセル構造を組み立てた場合の、実施例における孔の面積に対する膜の面積の比を表している。いくつかの実施形態において、セルの幅に対するセルの深さの比は少なくとも約1.0以上であり、例えば約1.5または約2.0になりうる。いくつかの実施形態において、例えば図5に示された折り目をつけるロールプロセスを用いるような場合にはそれぞれの比は実質的に低く、上記に示される比の約半分の比の範囲になる。

【0048】

いくつかの実施形態において、格子状構造体を有する窓割り装置は、筒型採光装置に組み込まれる。TDDは、日光を、建物の屋根から、内側に反射面を有するチューブを通して内部に通すように構成されている。TDDはしばしば「天窓」とも呼ぶことができる。TDDの設備は、建物の屋根やまたはほかの適切な場所に設置された透明なカバーを含むことができる。内側に反射面を有するチューブは、カバーとチューブの基部に設置されたディヒューザーとの間で伸び縮みする。透明なカバーはドーム型またはほかの適切な形であってもよく、太陽光をとらえるように構成されればよい。いくつかの実施形態において、カバーは外の湿気や他の物質がチューブの中に入らせないようにしている。ディヒューザーは、チューブからの光を部屋やディヒューザーがすえつけられている領域に拡散する。

【0049】

カバーは内部の光、例えば日光をチューブにとりいれることができる。いくつかの実施形態において、カバーはチューブに入ってくる日光を向上させたり増加させるように構成されている集光システムを有する。いくつかの実施形態において、TDDは光混合系を含む。例えば、光混合系はチューブに配置することができるし、チューブと一体化することができるし、光をディヒューザーの方向に通すように構成することができる。ディヒューザーは、光を概ね部屋や屋内の領域に分散または拡散させるように構成することができる。様々なディヒューザーのデザインが可能である。副次的な光システムをTDDに設置することができ、十分な量の日光を屋内の照明に必要なレベルまで確保できない際にも、チューブからの光を目標とする領域に行き渡らせることができる。

【0050】

チューブに反射する光の方向は様々な光の伝播要因によって影響されうる。光の伝播要因の1つは光がTDDに入る角度であり、それはしばしば「エントランス・アングル（入射角）」と呼ぶことができる。エントランス・アングルは、とりわけ太陽高度、透明カバーの光学的特性、および地上に対するカバーの角度に影響されうる。他の光の伝播要因にはチューブの側壁の1つ以上の部分が傾斜していること、および側壁の内側の反射面の鏡面性といったものがある。1日を通して光の伝播要因の可能な組み合わせが増えると、光がTDDへ広く様々な角度で継続的に入ってくることができる。

【0051】

図7は、建物16に設置された、自然光で建物16の内部の部屋12を照らすための、実施例TDD10の断面図を示したものである。TDD10は建物16の屋根18に搭載され、自然光がチューブ24に入れるようにする透明カバー20を有する。カバー20はフラッシングを用いて屋根18に搭載することができる。フラッシングは、屋根18に取り付けられたフランジ22aおよびフランジ22aから上に向かって立ち上がっているヘリ22bを含むことができ、屋根18の斜面に対して適宜角度をなしてあり、カバー20を概ね垂直にまっすぐな位置にはめている。他の位置にすることも可能である。

【0052】

チューブ24は、フラッシング22につなぐことができ、屋根18から内部の部屋12の天井15を通して伸ばすことができる。チューブ24は、チューブ24に下に向かって入ってくる光L_Dを、光を部屋の中に分散させるライトディヒューザー26へ導くことができる。チューブ24の内側表面25は反射することができる。いくつかの実施形態において、チューブ24は、実質的に平行な側壁（例えば、概して円柱状の表面）からなる少なくとも1つの部分を有している。図で示されているように、チューブ24は隣り合った部分で角度をなすようにつながった複数の角ばった部分を含むことができる。他のチューブの形や構造が多く可能である。チューブ24は金属、繊維、プラスチック、硬い材料のもの、合金、その他適切な材料、または材料の組み合わせから製造することができる。例えば、チューブ24の本体は、1150型アルミニウム合金(type 1150 alloy aluminum)から構成することができる。チューブ24の形、位置、構造、および材料は、日光L_Dまたは部屋12に伝播させるチューブ24に入ってくる他のタイプの光の部分を増加

または最大化させるように選択することができる。

【0053】

チューブ24はライトディヒューザー26までであり、またはライトディヒューザー26に機能的に結合させることができる。ライトディヒューザー26は1つ以上の装置を含むことができ、それらにより、ディヒューザー26またはその装置がない場合よりも、光を広い面積にわたって適切な方法で分散または拡散させている。いくつかの実施形態において、ディヒューザー26はチューブ24の下に向かっている可視光の多くまたはほとんどすべてを部屋12に伝播させている。ディヒューザーは1つ以上のレンズ、すりガラス、ホログラフィックディフューザー、ほかの拡散性の材料、または材料の組み合わせを含むことができる。ディヒューザー26はどのような適切な接合技術でもチューブ24につなげてもよい。例えば、シールリング28は、チューブ24の一方の端部にディヒューザー26を保持するために、チューブ24を取り囲んで連結され、ライトディヒューザー26につなぐことができる。いくつかの実施形態では、ディヒューザー26は天井15と同じ平面、天井の面と概ね平行、または天井15の面の近くに位置している。

【0054】

いくつかの実施形態において、ディヒューザー26の大きさはチューブ24の大きさと実質的に同じであったり、チューブ24の大きさよりわずかに大きかったり、チューブ24の大きさよりわずかに小さかったり、またはチューブ24の大きさより実質的にわずかに大きい。ディヒューザー26はディヒューザーに入射する光をディヒューザーより低い面に向かって分散させることができ（例えば、床11）、いくつかの部屋の構造においては部屋12内の上のペイン（例えば、少なくとも1つの壁13または天井15）に向かって分散させることができる。ディヒューザー26は、少なくとも約1平方フィートおよび／または約4平方フィート以下のディヒューザー領域からの光は、一般的な部屋の構造において、少なくとも約60平方フィートおよび／または約200平方フィート以下の床および／または壁の領域に分散させることができるように、光を分散させることができる。

【0055】

図7に示された実施形態において、TDD10はTDD10の内部と部屋12との間の熱エネルギーの移動の割合を減らすように構成された窓割り装置30を含んでいる。図示された実施形態において、窓割り装置30はディヒューザー26に隣接し、ディヒューザー26とチューブ24の内部との間に配置されている。窓割り装置30は、チューブ24の上部近くや、屋根18の高さの近く、天井15の高さの近く、またはドーム20の近くといついかなる好適な位置にも配置することができる。いくつかの実施形態において、窓割り装置30は建物の断熱層と同じ高さに配置することができる。例えば、断熱層14が天井15の直上にある建物において、窓割り装置30は、実質的に隣接する断熱層を設けるために、断熱層14の高さまたはそれに近い高さに配置することができる。TDD10はまた複数の位置の組み合わせた部分に配置された、複数の窓割り装置を有することができる。（複数の）窓割り装置30の配置場所は、いずれの所望の熱エネルギーの移動特性を達成するように選択することができる。

【0056】

窓割り装置30は図8に示されるように、格子状構造体を有することができる。図示された格子状構造体は六角形に形成された、反射性側壁34を有するセル32を有する。格子状構造体を取り囲むリング36により、窓割り装置30をTDD10のチューブ24の内部、チューブ24の端部、または他の部分の窓割りのための孔内に固定することができる。窓割り装置30は格子状構造体の一方側に配置された一体化したグレージングペイン38bまたは格子状構造体の両側に配置されたグレージングペイン38a、38bを有することができる。いくつかの実施形態において、グレージングペイン38bしかない窓割り装置30は、ペインのない側がディヒューザーといった実質的に平坦な透明なペインに隣接するように、開口部に設置されるように構成されている。他の実施形態において、窓割り装置30はそれに一体化したグレージングペインを有さず、複数のペイングレージングユニットのペイン間に位置するように構成されている。

【0057】

図9に示された実施形態において、図8に示された窓割り装置30はTDD10に、ディヒューザー26の直上に設置されている。図示されたディヒューザー26は、部屋にいる観察者の視点から見ると、窓割り装置30の外観に少なくとも部分的に影響しうる複数のレンズ素子を有している。ディヒューザー26は、窓割り装置30の視界(view)を変えたり曖昧にさせたりするようなやり方で、ディヒューザーを介して伝播する光を屈折または反射させるように構成することができる。このやり方では、ディヒューザー26は、窓割り装置30の審美的外観を向上させるために用いることができる。いくつかの実施形態において、窓割り装置30は、建物のエンベロープの開口部に設置する際に、水平に位置している。

【0058】

本明細書の種々の実施形態における議論は、概ね図面に示された実施形態に追随している。しかしながら、本明細書において議論されたいかなる実施形態の特定の特徴、構造または特性は、明確に図示されたり記述されていない1つ以上の個々の実施形態においていかなる好適な方法で組み合わせてもよいことが意図される。例えば、窓割り装置はグレージングペインを含まないこともできるし、1つのグレージングペイン、または1つより多くのグレージングペインを有することができることが理解される。窓割り装置はまた光学素子、反射面、拡散面、吸収性のある面、屈折面、およびここに開示された特徴に加えてほかの特徴を含むことができる。多くの場合、一体又は連続的なものとして記述または図示された構造は分離することもできるし、一体の構造物として機能を発揮することもできる。多くの例において、分離したものとして記述または図示された構造は、結合したりまたは組み合わせることができるし、分離した構造としてそれぞれ機能を発揮することもできる。本明細書に開示された格子状構造体は少なくともいくつかの採光システム、窓割り装置、および/またはTDDの他に、他の照明設備に用いてもよいことがさらに理解される。

【0059】

実施形態の上記の説明においては、開示を能率的にし、本発明の種々の態様の1つ以上の理解を助ける目的で、種々の特徴がただ1つの実施形態、図、またはそれらの説明にまとめられていることがある。しかしながら、この開示のやり方を、いずれかの請求項がその請求項に明示的に記載されているよりも多くの特徴を必要とするという意図を反映していると解釈してはならない。さらに、図示されたおよび/または特定の実施形態に記載されたいかなる構成要素、特徴、工程もいかなる他の実施形態にも適用したりまたは用いることができる。すなわち、本明細書に開示された発明の範囲は上記の特定の実施形態に限定されるものではなく、以下に続く特許請求の範囲の公正な解釈によってのみ決定されるべきであることが意図されている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

建物のエンベロープの開口部に設置することができる、少なくとも1つのグレージングペインと、

前記少なくとも1つのグレージングペインに隣接して配置された格子状構造体を備えた窓割り装置であって、

前記格子状構造体は、第1のペインと第2のペインを有する少なくとも1つの区画を有し、前記少なくとも1つの区画は、複数の空間的に分割されたセルを前記開口部の実質的な隣接領域内に定め、前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは面積および深さを

有しております、

前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれは、前記少なくとも1つの区画の前記第1のペイン、前記少なくとも1つの区画の前記第2のペイン、または前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインおよび前記第2のペインの組み合わせによって、少なくとも部分的に囲まれております、

前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインの視感反射率は、CIE illuminant D₆₅に対して測定した際に、99%以上であり、

光の伝播効率は、入射角が75度で前記窓割り装置に入射する光に対して測定した際に、85%以上である装置。

【請求項2】

請求項1の装置において、

前記少なくとも1つの区画の前記第2のペインの視感反射率は、CIE illuminant D₆₅に対して測定した際に、95%以上である装置。

【請求項3】

請求項2の装置において、

前記少なくとも1つの区画の前記第1のペインおよび前記第2のペインのそれぞれの視感反射率は、CIE illuminant D₆₅に対して測定した際に、99%以上である装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1つの装置において、

前記少なくとも1つの区画は複数の反射膜のセグメントを含む装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1つの装置において、

前記格子状構造体はハニカム構造体を含む装置。

【請求項6】

請求項5の装置において、

前記格子状構造体は立体プリズムハニカム構造体または六角プリズムハニカム構造体を含む装置。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1つの装置において、

さらに第2のグレージングペインを有し、

前記格子状構造体は前記少なくとも1つのグレージングペインと前記第2のグレージングペインとの間に配置されている装置。

【請求項8】

請求項7の装置において、

前記窓割り装置は、外光が前記格子状構造体を通った後に前記第2のグレージングペインを通過するように配置されており、

前記第2のグレージングペインから出る可視光の割合は前記窓割り装置に入る前記可視光の約85%以上である装置。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか1つの装置において、

前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれの前記深さは約0.5インチ以上である装置。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか1つの装置において、

前記複数の空間的に分割されたセルのそれぞれの前記幅は約2インチ以下である装置。

【請求項11】

請求項1～10のいずれか1つの装置において、

前記建物のエンベロープは屋根を含み、前記開口部は屋根の孔と建物内部の箇所との間で伸びる内側反射筒を含む装置。

【請求項12】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つの装置において、

前記少なくとも 1 つの区画の膜厚は 0.01 インチ以下である装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 つの装置において、

前記複数の空間的に分割されたセルの前記面積に対する前記深さの割合は少なくとも 2.0 である装置。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 つの装置において、

格子状構造体のない構成の窓割り装置と比較すると、前記窓割り装置の U 因子は少なくとも 25% 減少する装置。

【請求項 15】

請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 つの装置において、

格子状構造体のない構成の窓割り装置と比較すると、熱移動の割合の減少は 25% 以上である装置。

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 つの装置において、

前記少なくとも 1 つの区画の熱伝導率は約 1.5 (BTU/hr·ft²·°F/inch) 以下である装置。

【請求項 17】

光を建物のエンベロープの開口部に設置された窓割り装置を通過させて前記建物の内部に取り入れる方法であって、

光を前記開口部に設置された少なくとも 1 つのグレージングペインを通過させて送る工程と、

光を前記少なくとも 1 つのグレージングペインに隣接して配置された、少なくとも 1 つの区画を有する格子状構造体を通過させて導く工程と、

少なくとも一部の光を前記少なくとも 1 つの区画の壁に反射させる工程とを含んでおり、

前記少なくとも 1 つの区画は、複数の空間的に分割されたセルを定め、前記少なくとも 1 つの区画の膜厚は 0.01 インチ以下であり、

前記壁の視感反射率は、CIE illuminant D₆₅ に対して測定した際に、99% 以上であり、

前記窓割り装置の光の伝播効率は、入射角が 75 度で前記窓割り装置に入射する光に対して測定した際に、85% 以上である方法。

【請求項 18】

請求項 17 の方法において、

光を前記格子状構造体に隣接して配置された第 2 のグレージングペインを通過させて送る工程を更に含む方法。

【請求項 19】

請求項 18 の方法において、

前記第 2 のグレージングペインから出る可視光の割合は前記窓割り装置に入る前記可視光の約 85% 以上である方法。

【請求項 20】

請求項 17 の方法において、

格子状構造体のない構成の窓割り装置と比較すると、熱移動の割合の減少は 25% 以上である方法。