

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6278480号
(P6278480)

(45) 発行日 平成30年2月14日(2018.2.14)

(24) 登録日 平成30年1月26日(2018.1.26)

(51) Int.Cl.

C03C 27/04 (2006.01)

F 1

C03C 27/04

D

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-551801 (P2015-551801)
 (86) (22) 出願日 平成26年1月6日 (2014.1.6)
 (65) 公表番号 特表2016-504264 (P2016-504264A)
 (43) 公表日 平成28年2月12日 (2016.2.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/010287
 (87) 國際公開番号 WO2014/107640
 (87) 國際公開日 平成26年7月10日 (2014.7.10)
 審査請求日 平成28年11月28日 (2016.11.28)
 (31) 優先権主張番号 61/749,671
 (32) 優先日 平成25年1月7日 (2013.1.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 397068274
 コーニング インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
 31 コーニング リヴァーフロント ブ
 ラザ 1
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 カン, キアット チャイ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
 70ペインテッド ポスト フィールド
 ヴュー ドライヴ 111

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】強化合わせガラス構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

合わせガラス構造であって、
0.1mmから5mmの範囲の厚さを有する非ガラス基板、および
 前記非ガラス基板に結合されて、前記合わせガラス構造を形成するガラス板、
 を備え、

前記合わせガラス構造は、535gのステンレス鋼球を0.8mの高さから該合わせガラス構造に落下させ、該鋼球が前記ガラス板に衝突する鋼球落下試験に耐え、

前記ガラス板は、該ガラス板が、亀裂を生じずに、前記鋼球落下試験の前記鋼球が衝突したときに前記非ガラス基板の任意の形状変化に適合するような変形を示すような厚さを有し、

前記非ガラス基板と前記ガラス板との間のCTEの不一致によって前記ガラス板の厚さに亘る少なくとも30Mpaの圧縮応力が導入されるように前記非ガラス基板が前記ガラス板に対して熱膨張している状態で前記ガラス板が前記非ガラス基板に結合されており、前記非ガラス基板のCTEは前記ガラス板のCTEの2倍以上である、
 合わせガラス構造。

【請求項 2】

前記ガラス板が300μm以下の厚さを有する、請求項1記載の合わせガラス構造。

【請求項 3】

前記合わせガラス構造が、前記鋼球が前記ガラス板に衝突し、前記非ガラス基板が発泡

スチロールシートに面するように、アルミニウム製試験台上に置かれた 25.4 mm 厚の押出発泡スチロールシートにより支持されている、請求項 1 記載の合わせガラス構造。

【請求項 4】

前記非ガラス基板が金属または合金から構成される、請求項 1 記載の合わせガラス構造。

【請求項 5】

前記ガラス板と前記非ガラス基板との間に接触して配置された接着剤の層をさらに備え
、
前記非ガラス基板が熱膨張している状態で前記接着剤の層が硬化されている、請求項 1
記載の合わせガラス構造。

10

【請求項 6】

合わせガラス構造であって、

300 μm 以下の厚さを有するガラス板、および

該ガラス板の表面に貼り合わされた、5 mm 以下の厚さを有する金属基板を備えてなり

、
前記金属基板と前記ガラス板との間の CTE の不一致によって前記ガラス板の厚さに亘る少なくとも 30 MPa の圧縮応力が達成されるように前記金属基板が前記ガラス板に対して熱膨張している状態で前記金属基板が前記ガラス板の表面に貼り合されており、前記金属基板の CTE は前記ガラス板の CTE の 2 倍以上である、

合わせガラス構造。

20

【請求項 7】

前記ガラス板と前記金属基板との間に接触して配置された接着剤の層をさらに備え、
前記金属基板が熱膨張している状態で前記接着剤の層が硬化されている、請求項 6 記載の合わせガラス構造。

【請求項 8】

前記接着剤の層が 1000 μm 以下の厚さを有する、請求項 5 または 7 記載の合わせガラス構造。

【請求項 9】

前記基板が、30,000 MPa 以上かつ 500,000 MPa 以下のヤング率を有する、請求項 1 または 6 記載の合わせガラス構造。

30

【発明の詳細な説明】

【優先権】

【0001】

本出願は、その内容が依拠され、ここに全てが引用される、2013年1月7日に出願された米国仮特許出願第 61/749671 号の米国法典第 35 編第 119 条の下での優先権の恩恵を主張するものである。

【技術分野】

【0002】

本開示は、合わせガラス構造に関し、より詳しくは、強化 / 損傷および衝撃抵抗合わせガラス構造に関する。

40

【背景技術】

【0003】

合わせガラス構造が、様々な電化製品、自動車部品、建築物または電子機器の製造における部品として使用されることがある。例えば、合わせガラス構造は、冷蔵庫、装飾板ガラス、テレビなどの様々な最終製品のためのカバーガラスとして、またはスマートインターフェイスディスプレイのための埋め込み型タッチ式積層板として、組み込まれることがある。しかしながら、合わせガラス構造を利用する用途は、強度と衝撃の制限を受ける。その上、いくつかの電子機器では、湾曲、成形、面取り、枠付き、または他の輪郭プロファイルを有する合わせガラス板などの特殊形状の合わせガラス構造が必要とされる。

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

したがって、強化および／または衝撃抵抗合わせガラス構造を形成するための装置および方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

可撓性ガラスの機械的信頼性を改善するための技法の1つは、その可撓性ガラスを特異構造の1つ以上の積層材料または基板に積層する、すなわち結合することである。可撓性ガラスは、以下に限られないが、300、275、250、225、200、190、180、170、160、150、140、130、120、110、100、90、80、70、60、50、40、30、20、または10マイクロメートルを含む300マイクロメートル以下の厚さを有するガラスであってよい。合わせガラス構造の機械的強度および衝撃抵抗の要件、並びに対象とする用途に予測される曲げ応力および曲げ方向に応じて、合わせガラス構造は、ここに開示された概念にしたがって、様々な機械的要件を満たすように設計することができる。合わせガラス構造は、適切に使用されれば、積層されていない可撓性ガラスより改善された機械的信頼性および衝撃抵抗性能を提供することができる。

【0006】

例えば、下記に論じるように、合わせガラス構造の衝撃抵抗は、鋼球落下試験装置を使用した鋼球落下試験における性能により定義してもよい。51mmの直径および535gの質量を有するステンレス鋼球を、静止状態の固定高さから、アルミニウム製台上に置かれた発泡ブロックにより支持された合わせガラス構造上に落下させると、その合わせガラス構造は、可撓性ガラスが積層または結合された積層材料または基板にへこみが形成される一方で、可撓性ガラスは、無傷のままで、非ガラス基板の形状に適合するように変形することがある。可撓性ガラスがその厚さ方向に破碎せず、可撓性ガラスのどの部分も合わせガラス構造から分離しなければ、合わせガラス構造は、ステンレス鋼球が落とされた高さの衝撃抵抗を有すると考えてよい、言い換えれば、合わせガラス構造は、そのような鋼球落下試験に耐えたと言ってよい。

【0007】

追加の特徴および利点が、以下の詳細な説明に述べられており、一部は、その説明から当業者に容易に明白である、または記載された説明および添付の特許請求の範囲に例示されたように本開示を実施することによって認識されるであろう。先の一般的な説明および以下の詳細な説明の両方とも、本開示の単なる例示であり、特許請求の範囲に記載された本開示の性質および特徴を理解するための概要または骨子を提供することが意図されていることが理解されよう。

【0008】

添付の図面は、本開示の原理のさらなる理解を与えるために含まれ、本明細書に含まれ、その一部を構成する。図面は、1つ以上の実施の形態を図解しており、説明と共に、例として、本開示の原理および動作を説明する働きをする。本明細書および図面に開示された本開示の様々な特徴は、任意の組合せと全ての組合せで使用できることが理解されよう。非限定的な例として、本開示の様々な特徴は、以下の態様によりお互いに組み合わせてもよい。

【0009】

第1の態様によれば、合わせガラス構造であって、
非ガラス基板、および

この非ガラス基板に結合されて、合わせガラス構造を形成するガラス板、
を備え、この合わせガラス構造は、535gのステンレス鋼球を少なくとも0.8mの高
さから合わせガラス構造に落下させ、鋼球がガラス板に衝突する鋼球落下試験に耐え、

このガラス板は、亀裂を生じずに、鋼球落下試験の鋼球が衝突したときに非ガラス基板
の任意の形状変化に適合するような変形をガラス板が示すような厚さを有する、合わせガ

10

20

30

40

50

ラス構造が提供される。

【0010】

第2の態様によれば、鋼球が0.9mの高さから落とされる、態様1の合わせガラス構造が提供される。

【0011】

第3の態様によれば、鋼球が1mの高さから落とされる、態様1の合わせガラス構造が提供される。

【0012】

第4の態様によれば、鋼球が1.295mの高さから落とされる、態様1の合わせガラス構造が提供される。

10

【0013】

第5の態様によれば、鋼球が1.45mの高さから落とされる、態様1の合わせガラス構造が提供される。

【0014】

第6の態様によれば、ガラス板が300μm以下の厚さを有する、態様1から5いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0015】

第7の態様によれば、合わせガラス構造が、非ガラス基板が発泡スチロールシートに面する状態で、鋼球がガラス板に衝突するように、アルミニウム製試験台上に置かれた25.4mm厚の押出発泡スチロールシートにより支持されている、態様1から6いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

20

【0016】

第8の態様によれば、非ガラス基板が金属または合金から構成される、態様1から7いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0017】

第9の態様によれば、非ガラス基板が、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、黄銅、青銅、チタン、タンクステン、銅、鋳鉄および貴金属の1つ以上から構成される、態様1から8いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0018】

第10の態様によれば、ガラス板と非ガラス基板との間に位置する接着剤層をさらに備えた、態様1から9いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

30

【0019】

第11の態様によれば、接着剤層が約1000μm以下の厚さを有する、態様10の合わせガラス構造が提供される。

【0020】

第12の態様によれば、接着剤層が硬化状態で光学的に透明である、態様10または11の合わせガラス構造が提供される。

【0021】

第13の態様によれば、接着剤層内の気泡が100マイクロメートル以上の直径を持たない、態様10から12いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

40

【0022】

第14の態様によれば、接着剤層が不透明である、態様10から13いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0023】

第15の態様によれば、接着剤層が熱硬化されている、態様10から14いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0024】

第16の態様によれば、接着剤層が紫外線への曝露により硬化されている、態様10から14いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0025】

50

第 1 7 の態様によれば、接着剤層が接着剤のシートまたは膜である、態様 1 0 から 1 6 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 2 6 】

第 1 8 の態様によれば、接着剤のシートまたは膜が、ガラス板を通じて見える装飾パターンを有する、態様 1 7 の合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 2 7 】

第 1 9 の態様によれば、非ガラス基板が約 5 mm 以下の厚さを有する、態様 1 から 1 8 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 2 8 】

第 2 0 の態様によれば、非ガラス基板が、ガラス板の熱膨張係数 (C T E) の少なくとも約 2 倍の C T E を有する、態様 1 から 1 9 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。10

【 0 0 2 9 】

第 2 1 の態様によれば、圧縮応力が厚さに亘り少なくとも約 3 0 M P a である、態様 1 から 2 0 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 0 】

第 2 2 の態様によれば、圧縮応力が厚さに亘り少なくとも約 8 0 M P a である、態様 1 から 2 1 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 1 】

第 2 3 の態様によれば、非ガラス基板が、ガラス板の C T E の少なくとも 5 倍の C T E を有する、態様 1 から 2 2 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。20

【 0 0 3 2 】

第 2 4 の態様によれば、ガラス板が第 1 のガラス板であり、合わせガラス構造が第 2 のガラス板を備え、非ガラス基板が、第 1 と第 2 のガラス板の間に配置されている、態様 1 から 2 3 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 3 】

第 2 5 の態様によれば、非ガラス基板が、約 3 0 , 0 0 0 M P a 以上かつ約 5 0 0 , 0 0 M P a 以下のヤング率を有する、態様 1 から 2 4 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 4 】

第 2 6 の態様によれば、ガラス板が、約 2 p p m / 以上かつ約 5 p p m / 以下の第 1 の C T E を有し、非ガラス基板が、約 1 0 p p m / 以上の第 2 の C T E を有する、態様 1 から 2 5 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。30

【 0 0 3 5 】

第 2 7 の態様によれば、ガラス板が抗菌性を有する、態様 1 から 2 6 いずれか 1 つの合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 6 】

第 2 8 の態様によれば、合わせガラス構造であって、
約 3 0 0 μ m 以下の厚さを有するガラス板、および
ガラス板の厚さに亘り少なくとも約 3 0 M P a の圧縮応力を達成するように、ガラス板の表面に貼り合わされた金属基板、
を備えた合わせガラス構造が提供される。40

【 0 0 3 7 】

第 2 9 の態様によれば、ガラス基板の厚さに亘る圧縮応力が少なくとも約 8 0 M P a である、態様 2 8 の合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 8 】

第 3 0 の態様によれば、ガラス基板の厚さに亘る圧縮応力が少なくとも約 1 0 0 M P a である、態様 2 8 または 2 9 の合わせガラス構造が提供される。

【 0 0 3 9 】

第 3 1 の態様によれば、金属基板が、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、黄銅、50

青銅、チタン、タングステン、銅、鑄鉄および貴金属の1つ以上から構成される、態様28から30のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0040】

第32の態様によれば、ガラス板と金属基板との間に接触して配置された接着剤の層をさらに備えた、態様28から31のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0041】

第33の態様によれば、接着剤の層が硬化状態で光学的に透明である、態様32の合わせガラス構造が提供される。

【0042】

第34の態様によれば、接着剤の層が約1000μm以下の厚さを有する、態様32から33のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。 10

【0043】

第35の態様によれば、金属基板が約5mm以下の厚さを有する、態様28から34のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0044】

第36の態様によれば、金属基板が、ガラス基板の熱膨張係数(CTE)の少なくとも2倍のCTEを有する、態様28から35のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0045】

第37の態様によれば、金属基板が、ガラス基板のCTEの少なくとも5倍のCTEを有する、態様28から36のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。 20

【0046】

第38の態様によれば、第1のガラス板層、第2のガラス板層、および第1と第2のガラス板層の間に配置された金属板層を含む少なくとも3層を備えた、態様28から37のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0047】

第39の態様によれば、金属基板が、約30,000MPa以上かつ約500,000MPa以下のヤング率を有する、態様28から38のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0048】

第40の態様によれば、接着剤の層が熱硬化されている、態様32から39のいずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0049】

第41の態様によれば、接着剤の層が紫外線への曝露により硬化されている、態様32から39いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【0050】

第42の態様によれば、接着剤の層が不透明である、態様32から39いずれか1つの合わせガラス構造が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0051】

本開示のこれらと他の特徴、態様および利点は、本開示の以下の詳細な説明が添付図面と共に読まれたときに、よりよく理解される。

【図1】本開示の態様による対称合わせガラス構造の1つの実施の形態の断面図

【図2】本開示の態様による上記対称合わせガラス構造に関連する圧縮応力試験のグラフ

【図3】本開示の態様による接着剤層を有する非対称合わせガラス構造の1つの実施の形態の断面図

【図4】本開示の態様による上記非対称合わせガラス構造に関連する圧縮応力試験のグラフ

【図5】本開示の態様による、接着剤層上に装飾パターンを有する、図1の対称合わせガラス構造の断面斜視図

【図6】本開示の態様による、接着剤層を持たない非対称合わせガラス構造の1つの実施の形態の断面図

【図7】本開示の態様により形成し、試験した合わせガラス構造サンプルの材料特性を列挙した表

【図8】本開示の態様による、図6の非対称合わせガラス構造について可能性のある反りを示す説明図

【図9】本開示の態様による試験サンプルに使用した鋼球落下試験装置を示す説明図

【図10】本開示の態様による、図7に記載した材料特性を有する合わせガラス構造に行った鋼球落下試験の結果を示すグラフ

【図11】本開示の態様による、図10の鋼球落下試験装置を使用して試験した合わせガラス構造のサンプルの正面図

【図12】本開示の態様による合わせガラス構造サンプルの圧縮応力分析を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0052】

以下の詳細な説明において、制限ではなく説明の目的で、本開示の様々な原理の完全な理解を与えるために、具体的な詳細を開示する例示の実施の形態を述べる。しかしながら、本開示の恩恵を受けた当業者には、本開示は、ここに開示された具体的な詳細から逸脱する他の実施の形態で実施してもよいことが理解されよう。さらに、本開示の様々な原理の説明を分かりにくくしないように、周知の装置、方法および材料の説明が省略されることもある。最後に、適用できるときはいつでも、同様の参照番号が同様の要素を指す。

【0053】

範囲は、「約」1つの特定の値から、および／または「約」別の特定の値まで、どこに表すことができる。そのような範囲が表された場合、別の実施の形態は、当該のある特定の値からおよび／または当該の他の特定の値までを含む。同様に、値が、「約」という先行詞の使用により、近似として表されている場合、その特定の値は別の実施の形態を形成することが理解されよう。それらの範囲の各々の端点は、他の端点に関してと、他の端点には関係なく両方で有意であることがさらに理解されよう。

【0054】

ここに用いた方向の用語、例えば、上、下、右、左、前、後ろ、頂部、底は、描かれた図面に関してのみ使用され、絶対的な向きを意味することは意図されていない。

【0055】

明白に別記しない限り、ここに述べられたどの方法も、その工程が特定の順序で行われることを要求するものとして考えられることは決して意図されていない。したがって、方法の請求項が、その工程が従うべき順序を実際に列挙していない場合、または工程が特定の順序に制限されるべきであることが、請求項または説明に別なふうに具体的に述べられていない場合、どれに関しても、順序が暗示されていることは決して意図されていない。このことは、工程またはオペレーションナルフローの配置に関する論理事項；文法構成または句読点に由来する単純な意味；明細書に記載された実施の形態の数またはタイプを含む解釈のためのどの可能性のある不明確な基準(non-express basis)でも適用する。

【0056】

ここに用いたように、名詞は、文脈が明らかにそうではないと指示していない限り、複数の対象を含む。それゆえ、例えば、「成分」への言及は、文脈が明らかにそうではないと示していない限り、そのような成分を2つ以上有する態様を含む。

【0057】

ガラスは本質的に強い素材であるが、その強度と機械的信頼性は、表面欠陥または傷のサイズ密度分布および時間の経過での材料の応力への累積曝露の関数である。製品の全ライフサイクル中、合わせガラス構造は、様々な種類の静的および動的な機械的応力に曝露されるであろう。ここに記載された実施の形態は、概して、非ガラス基板を使用して可撓性ガラス板が強化された合わせガラス構造に関する。ここに論じられる特定の実施例は、非ガラス基板が、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、黄銅、青銅、チタン、タンゲ

10

20

30

40

50

ステン、銅、鑄鉄または貴金属などの金属または合金である、合わせガラス構造に関する。非ガラス基板と可撓性ガラス板との間の比較的大きい熱膨張係数（CTE）の不一致を利用して、高い積層温度で非ガラス基板を可撓性ガラスに貼り合わせ、その後、ゆっくりと冷却することによって、衝撃抵抗を改善する。そのような高い積層温度での貼り合わせ手法は、合わせガラス構造が一旦冷却されると、可撓性ガラスの厚さに亘り均一に分布した残留圧縮応力を生じさせることができる。

【0058】

合わせガラス構造

図1と3を参照すると、2つの例示の合わせガラス構造200と202の断面図が示されている。最初に図1を参照すると、合わせガラス構造200は、概して、対称合わせガラス構造と称され、可撓性ガラス板140から形成された第1の最も外側の可撓性ガラス層141、別の可撓性ガラス板140から形成された第2の最も外側の可撓性ガラス層143および第1と第2の可撓性ガラス層141と143の間に挟まれて貼り合わされた非ガラス基板層133を備えている。図1に示された対称合わせガラス構造200は、合わせガラス構造200の中心平面Cの下の層が、中心平面Cの上の層の鏡像を形成するように構成されているのに対し、図3に示された非対称合わせガラス構造は、その中心平面についてそのような鏡像を持たない。非ガラス基板層133は、木材、金属、および／または合金、例えば、ステンレス鋼、銅、ニッケル、黄銅、青銅、チタン、タングステン、鑄鉄、アルミニウム、セラミック、複合体、もしくは別の高分子または剛性材料またはこれらの材料の組合せなどの非ガラス基板130から形成されている。多くの実施の形態において、非ガラス基板130は金属または合金から形成されている。

10

【0059】

接着剤層174、175は、第1と第2の可撓性ガラス層141、143を非ガラス基板層133にそれぞれの広い表面134、142および132、148の間の界面で貼り合わせるために使用してよい接着材料170から形成されてよい。その接着材料170は、非粘着性中間層、接着剤、接着剤のシートまたは膜（乾燥塗膜または後に硬化される液体塗膜であり得る）、液体接着剤、粉末接着剤、粘着剤、紫外線接着剤、熱接着剤、または他の類似の接着剤もしくはそれらの組合せであってよい。接着材料170は、貼り合わせ中に可撓性ガラス板140を非ガラス基板130に貼り付けるのを支援するであろう。接着材料170のいくつかの例が、Norland 68、3M OCA 8211、3M 8212、DuPont SentiGlas、DuPont PV 5411、シリコーン、アクリレート、Japan World Corporation material FAS、カプセル材料、ポリウレタン、ポリビニルブチラール樹脂、木工用接着剤など、または光学的に透明な接着剤として市販されている。接着剤層174は、薄くてよく、約100μm以下、約50μm以下、約25μm以下、およびサブミクロンの厚さを含む、約150μm以下を含む、約200μm以下を含む、約300μm以下、約250μmを含む、約400μm以下を含む、約500μm以下を含む、約600μm以下を含む、約700μm以下を含む、約800μm以下を含む、約900μm以下を含む、約1000μm以下の厚さを有することがある。接着剤は、色素、装飾、耐熱性または耐UV性、反射防止（AR）フィルタ性能などの他の機能性成分も含有することがある。接着材料170は、硬化状態で光学的に透明であっても、そうでなければ不透明であってもよい。接着材料170が接着剤のシートまたは膜である実施の形態において、接着材料170は、図5に示されるように、可撓性ガラスの厚さを通して見える装飾パターンまたはデザインを有してもよい。

20

30

40

【0060】

図5において、合わせガラス構造200は、接着材料170のシートまたは膜から形成された接着剤層174を備えている。接着材料170は、可撓性ガラス層141の外面144から見えるストライプのパターン145を有している。いくらかの気泡が、貼り合わせ中または後に合わせガラス構造内に取り込まれることがあるかもしれないが、100μm以下の直径を有する気泡は、合わせガラス構造の衝撃抵抗に影響しないであろう。気泡

50

の形成は、構造の表面への圧力の印加または真空システムの使用により減少するであろう。他の実施の形態において、可撓性ガラス層を、接着剤を用いずに貼り合わせてもよい。さらにいくつかの他の実施の形態において、第2の可撓性ガラス層143を、第1の可撓性ガラス層141の可撓性ガラス板140と異なる化学組成を有する可撓性ガラスから形成してもよい。合わせガラス構造の層141、174、133の間の結合強度の操作も、合わせガラス構造の衝撃抵抗に影響するであろう。

【0061】

図1は、対称合わせガラス構造200において最も外側の可撓性ガラス層141、143を示しているのに対し、図3は、概して、非対称合わせガラス構造と称される、非ガラス基板層133に貼り合わされた第1の最も外側の可撓性ガラス層141のみを有する代わりの合わせガラス構造202を示している。重ねて、第1の可撓性ガラス層141を非ガラス基板層133にそれぞれの広い表面134、142の間の界面で貼り合わせるために、接着剤層174が使用されることがある。図6は、接着剤層174を用いずに、非ガラス基板層133に貼り合わされた第1の最も外側の可撓性ガラス層141を備えた別の合わせガラス構造204を示している。図1、3、5および6は、数多くの層を有する例示の合わせガラス構造を示しているが、それより層が多い少ない他の合わせガラス構造を利用してもよい。

【0062】

可撓性ガラス板140は、以下に限られないが、例えば、約0.01~0.05mm、約0.05~0.1mm、約0.1~0.15mm、約0.15~0.3mm、0.3、0.275、0.25、0.225、0.2、0.19、0.18、0.17、0.16、0.15、0.14、0.13、0.12、0.11、0.10、0.09、0.08、0.07、0.06、0.05、0.04、0.03、0.02、または0.01mmの厚さを含む約0.3mm以下の厚さ146を有することがある。可撓性ガラス板140は、ガラス、ガラスセラミック、セラミック材料またはその複合体から形成されてもよい。高品質の可撓性ガラス板を形成するフュージョン法（例えば、ダウンドロー法）を、フラットパネルディスプレイなどの様々な装置に使用することができる。フュージョン法で製造されるガラス板は、他の方法により製造されるガラス板と比べると、優れた平坦性および平滑性を備えた表面を有する。このフュージョン法が、米国特許第3338696号および同第3682609号の各明細書に記載されている。他の適切なガラス板形成法には、フロート法、アップドロー法およびスロットドロー法がある。さらに、可撓性ガラス板140は、米国特許出願公開第2012/0034435A1号明細書にさらに記載されている、0超から0.047μm/cm²の範囲の表面Agイオン濃度を含む、ガラスの化学組成を使用することによって、抗菌特性も含んでよい。可撓性ガラス板140は、米国特許出願公開第2011/0081542A1号明細書にさらに記載されているように、銀からなる釉薬で被覆して、または他の様式で銀イオンを添加して、所望の抗菌特性を得てもよい。さらに、可撓性ガラス板140は、所望の抗菌効果を達成するために、50%のSiO₂、25%のCaO、および25%のNa₂Oのモル組成を有してもよい。

【0063】

ここで、図2および4を参照すると、非ガラス基板層の増加する厚さに対する可撓性ガラス板140における残留圧縮応力を示す例示の応力図210および220が、対応する合わせガラス構造200（図1）および202（図3）について示されている。これらの例示の応力図210および220について、非ガラス基板層133は、3種類の異なる非ガラス基板130：ステンレス鋼、アルミニウム、および銅から形成されている。これらの非ガラス基板130の材料特性が図7に示されている。

【0064】

最初に図2を参照すると、合わせガラス構造200の可撓性ガラス層141および143（厚さ100μm）における残留圧縮応力は、可撓性ガラス層141および143の厚さに亘り実質的に均一である。その残留圧縮応力は、高い積層温度で、図1に示されるように、非ガラス基板130（約0.1mmから約5mmに及ぶ厚さの）を可撓性ガラス層

10

20

30

40

50

141および143に貼り合わせ、毎分華氏約3度（約1.7）または毎分華氏約4度（約2.2）などの、非ガラス基板130の熱質量に応じた冷却速度で室温まで冷却することによって、生じる。高い積層温度は、室温より高く、以下に限られないが、約165、約140、または約110を含む、非ガラス基板に特異的な変形温度より低い。さらに、三層合わせガラス構造が図1に示されているが、層の数は、三層よりも少なくとも差し支えなく、例えば、最終用途および加工要件に応じて選択することができる。様々な他の層状貼り合わせの例がここに記載されている。

【0065】

ここで、図4を参照すると、合わせガラス構造202の可撓性ガラス層141（厚さ100μm）における残留圧縮応力は、可撓性ガラス層141の厚さに亘り実質的にまたはほぼ均一であるであろう。その残留圧縮応力は、高い積層温度で、図3に示されるように、非ガラス基板130（約0.1mmから約5mmに及ぶ厚さの）を可撓性ガラス層141に貼り合わせ、次いで、室温まで冷却することによって、生じる。10

【0066】

対称合わせガラス構造の強化

理論により縛られることを望まないが、本開示の合わせガラス構造は、ガラス層に存在する圧縮応力のために、増加した衝撃／損傷抵抗を有するであろう。本開示は、非ガラス基板130と可撓性ガラス板140（例えば、図1に示されるような）を高い積層温度で貼り合わせ、次いで、冷却して、可撓性ガラス板140の厚さ146に亘り残留圧縮応力を生じさせることによって、非ガラス基板130と可撓性ガラス板140との間の大きいCTE不一致（例えば、約10倍以上などの、約5倍以上などの、約2倍以上）を利用する、可撓性ガラス板を強化するための装置および方法を提供する。非ガラス基板130は、非ガラス基板130を可撓性ガラス板140に貼り合わせる前の可撓性ガラス板140と非ガラス基板130との間の大きいCTEの不一致のために、可撓性ガラス板140に対して、少なくともある程度、熱膨張できるべきである。合わせガラス構造200は、一旦貼り合わされると、室温まで制御可能に冷却し（例えば、好ましくは約1～2／分以下）、接着剤層174、175を完全に硬化させてよく、これにより、圧縮応力が可撓性ガラス板140に導入される。いくつかの実施の形態において、CTEの不一致は、約50ppm／以上などの、約27ppm／以上などの、約20ppm／以上などの、約15ppm／以上などの、約12ppm／以上などの、約9ppm／以上などの、約6ppm／以上などの、少なくとも約3ppm／以上であろう。合わせガラス構造は、対称（例えば、200）および非対称（例えば、202、204）と分類してもよい。先に説明したように、対称合わせガラス構造200は、合わせガラス構造200の中心平面C（図1に示されている）の下の層が、中心平面Cの上の層の鏡像を形成するように構成されており、非対称合わせガラス構造202、204は、その中心平面についてそのような鏡像を持たない。20

【0067】

2種類の異なる材料から形成され、異なるCTEを持つ3つ以上の層を有し、高い積層温度で貼り合わされた、合わせガラス構造200などの対称合わせガラス構造について、室温での可撓性ガラス板140の厚さ146に亘る圧縮応力_g（二軸変形を仮定する）は、40

【0068】

【数1】

$$\sigma_g = -\frac{E_g}{(1-v_g)+E_g t_g (1-v_m)/E_m t_m} (\alpha_m - \alpha_g) (T_{lam} - T_{room})$$

【0069】

【数2】

$$\sigma_m = \frac{E_g E_m t_g}{E_g t_g (1 - v_m) + E_m t_m (1 - v_g)} (\alpha_m - \alpha_g) (T_{lam} - T_{room})$$

【0070】

により与えられ、ここで、 $t_m t_m + t_g t_g = 0$ であり、 E はヤング率であり、 α は線熱膨張係数であり、 t は1つのタイプの材料の全厚であり、 v はポアソン比であり、下付文字「 g 」および「 m 」は、それぞれ、「ガラス」および「材料（非ガラス基板）」を指す。 T_{lam} は積層過程に使用した接着剤の硬化温度を指し、 T_{room} は室温を指す。それゆえ、可撓性ガラスにおける圧縮応力 σ_g は、以下の1つ以上により増加し得る：

1. ガラス層の厚さ t_g を減少させること；
2. 可撓性ガラスのヤング率 E_g を増加させること；
3. 非ガラス基板層のヤング率 E_m を増加させること；
4. 非ガラス基板層の厚さ t_m を増加させること；
5. 可撓性ガラス板 140 と非ガラス基板 130 との間の熱膨張係数の差を増加させること；および
6. 積層温度 T_{lam} を上昇させること。

【0071】

より大きい圧縮応力（例えば、約 110 MPa 以上などの、約 100 MPa 以上などの、約 90 MPa 以上などの、約 80 MPa 以上などの、約 70 MPa 以上などの、60 MPa 以上などの、50 MPa 以上などの、30 MPa 以上）が可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘り望ましいかもしれないが、導入できる圧縮応力の量には限界がある。例えば、可撓性ガラス板 140において大きい圧縮応力 σ_g を達成するために、1つの手法は、できるだけ高い積層温度 T_{lam} を設定することである。しかしながら、この積層温度 T_{lam} の上限は、使用される任意の接着剤の加工温度限界などの、合わせガラス構造の特異的性能により設定される限界を超えるべきではない。どの接着剤層 174 も、接着剤層 174 は軟質であり、可撓性ガラス板 140 と非ガラス基板 130 の両方のヤング率よりも低いヤング率を有するであろうから、可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘る圧縮応力 σ_g に 10 MPa 未満などの最小の影響を有するであろう。材料および構造的完全性は、製品の信頼性を提供する上で考慮すべきである。それゆえ、様々な限界が、可撓性ガラス板 140 に導入できる圧縮応力の量に影響するであろう。

【0072】

以下の方程式は、二軸合わせガラス構造の可撓性ガラス板における最大圧縮応力 $\sigma_{g,max}$ を概算する。この方程式は、対称と非対称両方の合わせガラス構造に適合する：

【0073】

【数3】

$$\sigma_{g,max} = -\frac{E_g}{1-v_g} (\alpha_m - \alpha_g) (T_{lam} - T_{room})$$

【0074】

図 1 の合わせガラス構造について、例えば、積層温度 T_{lam} と室温 T_{room} との間の差を 100 と仮定すると、可撓性ガラス板 140において、金属基板材料がステンレス鋼である対称合わせガラス構造 200 については 132 MPa の、金属基板材料がアルミニウムである対称合わせガラス構造 200 については 190 MPa の、そして、金属基板材料が銅である対称合わせガラス構造 200 については 127 MPa の最大圧縮応力 $\sigma_{g,max}$ が生じるであろう。これらの計算は、図 7 に記載された数値を使用して行った。

【0075】

非対称合わせガラス構造の強化

積層過程を使用して、合わせガラス構造 202 および 204（図 3 および 5）などの非対称合わせガラス構造における応力プロファイルを操作しても、または応力プロファイル

10

20

30

40

50

に作用を及ぼしてもよい。これらの実施の形態において、基板材料層 133 は、非ガラス基板 130 を可撓性ガラス板 140 に貼り合わせる前の可撓性ガラス板 140 と非ガラス基板 130 との間の大きい CTE の不一致のために、可撓性ガラス板 140 に対して熱膨張してもよいであろう。しかしながら、合わせガラス構造 202、204 の非対称の性質のために、可撓性ガラスと基板材料層に一軸または二軸曲げが導入されるであろう。その上、非対称合わせガラス構造における応力プロファイル 202、204 は、室温まで冷却されたときに、反るかもしれない。

【0076】

図 8 を参照すると、非対称合わせガラス構造 206 における CTE の不一致により誘発される一軸曲げ曲率は、(平面応力を仮定し、可撓性ガラス板 140 と非ガラス基板 130 が同じ幅と長さの寸法を有するものとすると) :

【0077】

【数 4】

$$\kappa = \frac{6(\alpha_m - \alpha_g)t_g t_m (T_{lam} - T_{room})(t_g + t_m)}{\frac{E_g t_g^4}{E_m} + 4t_g^3 t_m + 6t_g^2 t_m^2 + 4t_g t_m^3 + E_m t_m^4 / E_g}$$

【0078】

により与えられ、式中、 κ は曲げ曲率であり、 E はヤング率であり、 α は線熱膨張係数であり、 t は 1 つのタイプの材料の全厚であり、下付文字「g」および「m」は、それぞれ、「ガラス」および「基板材料」を指す。 T_{lam} は積層過程に使用した接着剤の硬化温度を指し、 T_{room} は室温を指す。

曲げ曲率 κ は、 $R = 1 / \kappa$ により、中心 C から中立軸 A まで測定した半径 R に関連付けられる。この中立軸までの高さは :

【0079】

【数 5】

$$h = R \left(1 - \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right) = \frac{1}{\kappa} \left(1 - \cos \left(\frac{\kappa L}{2} \right) \right)$$

【0080】

により決定できる。二軸曲げについて、 E は、上記方程式において、

$$\left(\frac{E}{1-v} \right)$$

【0081】

により置き換えられ、一軸平面歪み曲げについて、 E は、上記方程式において、

$$\left(\frac{E}{1-v^2} \right)$$

【0082】

により置き換えられる。それゆえ、非対称合わせガラス構造の曲げ特徴は、材料特性と積層温度が公知の場合に決定できる。

【0083】

ある場合には、非対称合わせガラス構造 202、204 について、圧縮応力 $\sigma_{g,top}$ は、可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘り均一ではないであろう。可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘る圧縮応力 $\sigma_{g,top}$ は、可撓性ガラス板 140 の、図 3 ~ 4 に位置するような、上面 144 について以下の方程式を使用して計算されるであろう :

【0084】

【数 6】

$$\sigma_{g,top} = -\frac{E_g E_m t_m (E_m t_m^3 + E_g t_g^2 (2t_g + 3t_m))}{E_g^2 t_g^4 + E_m^2 t_m^4 + 2E_g E_m t_g t_m (2t_g^2 + 3t_g t_m + 2t_m^2)} (\alpha_m - \alpha_g)(T_{lam} - T_{room})$$

【0085】

式中、 E はヤング率であり、 α は線熱膨張係数であり、 t は 1 つのタイプの材料の全厚であり、下付文字「 g 」および「 m 」は、それぞれ、「ガラス」および「材料（基板材料）」を指す。 T_{lam} は積層過程に使用した接着剤の硬化温度を指し、 T_{room} は室温を指す。可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘る圧縮応力 $\sigma_{g,bot}$ は、可撓性ガラス板 140 の、図 1 および 3 に位置するような、下面 148 について以下の方程式を使用して計算されるであろう：

【0086】

【数 7】

$$\sigma_{g,bot} = -\frac{E_g E_m t_m (E_m t_m^3 + E_g t_g^2 (4t_g + 3t_m))}{E_g^2 t_g^4 + E_m^2 t_m^4 + 2E_g E_m t_g t_m (2t_g^2 + 3t_g t_m + 2t_m^2)} (\alpha_m - \alpha_g) (T_{lam} - T_{room}) \quad 10$$

【0087】

可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘る平均圧縮応力 $\sigma_{g,avg}$ は、以下の方程式：

【0088】

【数 8】

$$\sigma_{g,avg} = -\frac{E_g E_m t_m (E_m t_m^3 + E_g t_g^3)}{E_g^2 t_g^4 + E_m^2 t_m^4 + 2E_g E_m t_g t_m (2t_g^2 + 3t_g t_m + 2t_m^2)} (\alpha_m - \alpha_g) (T_{lam} - T_{room})$$

【0089】

を使用して計算されるであろう。先に挙げた方程式のいずれについても二軸曲げを計算する場合、 E は

$$\left(\frac{E}{1-v}\right)$$

【0090】

により置き換えられる。先に挙げた方程式のいずれについても一軸平面歪み曲げを計算する場合、 E は

$$\left(\frac{E}{1-v^2}\right)$$

【0091】

により置き換えられる。

【0092】

先に挙げた方程式に基づいて、可撓性ガラス板 140 における圧縮応力 σ は、以下の 1 つ以上により増加し得る：

1. 可撓性ガラス板 140 の厚さ t_g を減少させること；
2. 可撓性ガラス板 140 のヤング率 E_g を増加させること；
3. 非ガラス基板 130 のヤング率 E_m を増加させること；
4. 非ガラス基板 130 の厚さ t_m を増加させること；
5. 可撓性ガラス板 140 と非ガラス基板 130 との間の熱膨張係数の差を増加させること；
6. 積層温度を上昇させること。

接着剤層 174 は典型的に、接着剤層 174 は典型的に軟質であり、可撓性ガラス板 140 のヤング率と非ガラス基板 130 の両方のヤング率の両方よりも低いヤング率を有するので、可撓性ガラス板 140 の厚さ 146 に亘り圧縮応力 σ に、10 MPa 未満などの最小の影響を有する。しかし、接着剤を選択することにより、イオンまたは化学結合および / または機械的構造連結および収縮に基づく圧縮により、積層構造の衝撃抵抗が向上することに留意すべきである。最後に、非対称合わせガラス構造に関する最大圧縮応力 $\sigma_{g,max}$ は、上述した対称合わせガラス構造についてと同じである。

【実施例】

【0093】

鋼球落下試験

20

30

40

50

上述した装置および方法にしたがって、対称と非対称両方の合わせガラス構造のサンプルを形成した。各合わせガラス構造のサンプルは、 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ のガラス、 $101.6\text{ mm} \times 101.6\text{ mm}$ の金属基板、および $250\text{ }\mu\text{m}$ 厚の DuPont PV の接着剤層を有した。可撓性ガラス板を、3種類の異なる基板材料：ステンレス鋼、アルミニウム、および銅に貼り合わせた。その材料特性が図7に記載されている。これらの合わせガラス構造のサンプルは、より厚いガラスおよび／またはより厚い金属基板を有する他の合わせガラス構造と比べた場合、増加した衝撃抵抗能力および高い固有強度を有することが分かった。本開示による合わせガラス構造のサンプルを鋼球落下試験において試験して衝撃抵抗を決定し、それらのサンプルが向上した衝撃抵抗および高い固有強度を有することが分かった。

10

【0094】

ここで図9を参照すると、鋼球落下試験装置402が概略示されている。鋼球落下試験装置402は、アルミニウム製試験台410、合わせガラス構造のサンプル420、および 51 mm の直径を有する 535 g ラムの質量のステンレス鋼球430を備えている。高さ調節機構431を使用して、 15 cm から始まり、破損するまで 5 cm ずつ増加させるように、鋼球落下高さ432を調節した。鋼球解放機構435は、ステンレス鋼球430を静止状態から磁気解放できるようにするアーマチュア433に配置した。真空および／または機械式解放も使用してよい。鋼球430は、 535 g の質量および 51 mm の直径を有した。 25.4 mm の厚さを有する発泡ブロック480（例えば、Owens Corning Foamular 250押出ポリスチレン（XPS）フォーム）を、合わせガラス構造420の下に置き、合わせガラス構造420の全面積を支持した。他の実施の形態において、発泡ブロック480を使用しなくてもよく、合わせガラス構造420をアルミニウム製試験台410上に直接載せても差し支えない。アルミニウム製試験台410は、剛性であり、その構造による最小のエネルギー吸収を確実にするように完全に支持され、高さ調節制御装置を用いて、鋼球落下高さ432の精度を確保した。

20

【0095】

本出願において行った衝撃試験の手法は、以下のとおりであった： 535 g の質量のステンレス鋼球430を 0.15 m の鋼球落下高さ432から合わせガラス構造のサンプル420の上面422（ガラスを上向きにして）に落下させた。合わせガラス構造のサンプル420は、水平に置き、アルミニウム製試験台410に拘束しなかった。ステンレス鋼球430を、合わせガラス構造のサンプル420の幾何学的中心に位置する直径 $5/8\text{ inch}$ （約 1.59 cm ）の円を狙い、その円内に当てた。ステンレス鋼球430は、自由落下中、または衝撃の前に、案内も、他の様式で制限もしなかった。そうではなく、ステンレス鋼球430を、静止状態から、 0 m/s の初速度で固定位置から落下させた。ステンレス鋼球430を解放し、合わせガラス構造のサンプル420のガラス板に激突するまで、自由落下させた。

30

【0096】

合わせガラス構造のサンプル420が衝撃試験に合格した否かを判定するために、合わせガラス構造のサンプル420の上面422は、破損がないままでなければならない。亀裂が合わせガラス構造のサンプル420におけるガラスの全厚を通って伝搬した場合、または裸眼に見える合わせガラス構造のサンプル420からの任意のガラス片が、合わせガラス構造のサンプル420の任意の表面から剥離した場合、その合わせガラス構造のサンプル420は、破損したと考えた。

40

【0097】

合わせガラス構造のサンプル420が、高さ432の衝撃抵抗に相当する衝撃試験に合格した場合、同じ合わせガラス構造のサンプル420をアルミニウム製試験台410上に再び置き、ステンレス鋼球430を再び落下させた。このとき、鋼球落下高さ432は 0.8 m に増加させた。合わせガラス構造のサンプル420が再び衝撃試験に合格した場合、鋼球落下高さ432を 0.9 m に増加させ、破損するまで、または 1.45 m の衝撃抵抗に相当する 1.45 m の鋼球落下高さ432に到達するまで、それに続く各衝撃試験に

50

ついて、約 0 . 1 m ずつ増加させた。鋼球落下高さ 432 は、1 m、1 . 295 m、および 1 . 45 m を含んだ。

【 0098 】

合わせガラス構造のサンプル 420 の 3 つの組合せを鋼球落下試験装置 402 で試験した。それらの組合せの各々は、図 7 に記載された範囲内の材料特性を有した。一組目の合わせガラス構造のサンプル 440 は、以下の組合せを有した：100 μm の厚さを有する可撓性ガラス、1 . 5875 mm の厚さを有するステンレス鋼基板材料、および 250 μm の厚さを有する、それらの間の 3M OCA 8211 接着剤。二組目の合わせガラス構造のサンプル 450 は、以下の組合せを有した：100 μm の厚さを有する可撓性ガラス、0 . 8128 mm の厚さを有するアルミニウム基板材料、および 250 μm の厚さを有する、それらの間の DuPont SentriGlas 接着剤。三組目の合わせガラス構造のサンプル 460 は、以下の組合せを有した：100 μm の厚さを有する可撓性ガラス、1 . 5875 mm の厚さを有するステンレス鋼基板材料、および 250 μm の厚さを有する、それらの間の DuPont SentriGlas 接着剤。

【 0099 】

3 つのサンプル 440、450、460 の鋼球落下試験の結果が図 10 に与えられている。これらの組合せの全てで試験したサンプルの各々は、0 . 8 m の高さでの鋼球落下試験からの衝撃に耐えた。さらに、いくつかのサンプルは、1 . 45 m の高さから落下した球に耐えたことにより、1 . 45 m の衝撃抵抗を示した。三組目の組合せが、最高の一貫したしうげきて測定値を有するようであった。

【 0100 】

ここで図 11 を参照すると、15 cm の鋼球落下高さから始め、5 cm ずつ増加させた、図 9 に記載された発泡体鋼球落下試験を行った 1 つの合わせガラス構造のサンプル 420 が示されている。1 . 45 m の鋼球落下高さに到達するまで、合わせガラス構造のサンプル 420 を試験した。その合わせガラス構造のサンプル 420 は、1 . 45 m の鋼球落下高さでの鋼球落下試験にうまく合格した。ステンレス鋼球 430 を、高さを増しながら、合わせガラス構造のサンプル 420 上に繰り返し落下させたときに、その合わせガラス構造は、可撓性ガラス板 140 が貼り合わされた非ガラス基板 130 に窪みまたは凹部が形成されるほど変形した一方で、可撓性ガラス板 140 は無傷のままであった。図 11 に示されるように、可撓性ガラス板 140 は、亀裂を生じずに、非ガラス基板 130 の形状変化、または窪みに適合した。図 11 に示された特定の合わせガラス構造のサンプルは、100 μm の厚さを有する可撓性ガラス、16 ゲージ、すなわち 1 . 59 mm の厚さを有するステンレス鋼基板材料、および 250 μm の厚さを有する DuPont SentriGlas / PV5411 の接着剤層を備えていた。可撓性ガラス板 140 は、図 11 に示されるように無傷なままであったので、合わせガラス構造のサンプル 420 は、高さ 432 の鋼球落下試験に合格した。様々な衝撃関連基準が、IEC - 60065 および UL - 60950 により記載されている。

【 0101 】

圧縮応力測定

サブミクロン厚の Norland 68 UV 接着剤がガラスと非ガラス基板との間に配置された、1 つの合わせガラス構造において、直接圧縮応力を測定した。その直接圧縮応力の測定は、FSM - 6000 プリズム - 結合器装置を使用して行い、その結果が図 12 に示されている。その結果は、合わせガラス構造における複屈折を示している。

【 0102 】

両方とも厚さ 0 . 1 mm の 2 枚の可撓性ガラス板、および 1 . 3 mm の厚さを有する、透明な熱可塑性物質である、ポリメチルメタクリレート (PMMA) から形成された層を使用して、図 1 に示されたような合わせガラス構造のサンプルを形成した。その PMMA 層と可撓性ガラス層との間に、約 20 nm の厚さで、UV、すなわち紫外線感受性接着剤 (Norland Products 社から市販されている NOA68) を塗布した。この合わせガラス構造を熱電気式ホットプレート上に置き、片面から加熱し、80 °C に維持

10

20

30

40

50

した。この温度は、UV感受性接着剤の90の加工限度より低かった。次いで、UV感受性接着剤を、熱電気式ホットプレートと反対の合わせガラス構造の面からUV感受性接着剤に印加したUV光を使用して硬化させて、高い積層温度で金属層を可撓性ガラス層に結合し、3／分の速度で冷ました。図12に示されている複屈折測定(FSM)を使用して、可撓性ガラスにおいて約110MPaの圧縮応力を確認した。下記の表Iは、この例示の合わせガラス構造に関する材料特性を明らかにしており、下記の表IIは、先に述べた圧縮応力式を使用した応力の推定値を示している。

【0103】

【表1】

材料	ヤング率(GPa)	ポアソン比	熱膨張係数(10 ⁻⁶ /°C)	厚さ(mm)	積層温度/室温(°C)
PMMA	2.5	0.37	90	1.3	80/20
ガラス基板	73.6	0.23	3.17	0.1 (0.2合計)	

表I：材料

【0104】

【表2】

	ガラス基板における残留圧縮応力(MPa)	PMMAにおける残留引張応力(MPa)
推定値	105.8	16.3

表II：応力推量

【0105】

上述した実施例は、金属層と可撓性ガラスを結合するために中間接着剤層を利用しているが、他の実施の形態は、中間接着剤層を使用せずに、可撓性ガラスに直接結合した金属層を含んでもよい。例えば、金属層は、プラスチックの軟化温度(ガラス転移温度)より高いが、金属の溶融温度より低い温度に加熱してもよい。PMMAについて、例えば、軟化温度は91から115であり、溶融温度は160である。熱と圧力の組合せを利用して(例えば、オートクレーブを使用する)、金属層を軟化温度と溶融温度の間の温度に加熱してもよい。ある場合には、加熱温度は、予め選択した期間に亘り保持しておく、次いで、合わせガラス構造を所定の速度で(例えば、約3°F(約1.7)/分未満)冷却してもよい。

【0106】

一般的検討事項

先に述べたものに加え、高い積層温度で非ガラス基板130を可撓性ガラス板140に貼り合わせるための接着材料170のさらに別の非限定的例としては、Norland(商標)Optical Adhesivesにより製造されたもの(NOA60、NOA61、NOA63、NOA65、NOA68、NOA68T、NOA71、NOA72、NOA73、NOA74、NOA75、NOA76、NOA78、NOA81、NOA84、NOA88、NOA89)、Dow Corning(商標)により製造されたもの(Sylard 184および他の熱硬化性シリコーン)、Dymax(商標)、および他の製造業者により製造されたものなどの、UV硬化性光学接着剤または光学セメントが挙げられる。熱により活性化される接着材料(例えば、NOA83H)については、可撓性ガラスに貼り合わせる前に、その可撓性ガラスに対して膨張する機会を基板材料に与えるために、予め選択した温度より高い活性化温度(例えば、100以上などの、80以上などの、約70以上などの、約50以上)を有する接着材料を使用してよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 7 】

さらに、各非ガラス基板自体が、異なるヤング率、異なるポアソン比、および／または異なる層厚を有する異なるタイプの金属から製造された積層または複合構造であってもよい。この場合、当業者は、ガラス - 金属積層体を有益に構成するためにここに記載したように用いてよい、効果的な厚さ、効果的なヤング率、および効果的なポアソン比を含む層全体の効果的な値を見つけるために複合層を均質にすることができるであろう。その複合体は、例えば、ステンレス鋼、ニッケル、銅、貴金属、金属酸化物などの、上述した材料および／または金属の任意の組合せから形成してもよい。

【 0 1 0 8 】

ここに記載した合わせガラス構造は、電子装置における保護要素として使用するために光学的に透明な成形可能および／または可撓性構造であってよく、この合わせガラス構造は、5から300マイクロメートルの厚さの可撓性ガラス板140の層、および0.1mmから5mmの厚さに及ぶ、金属などの非ガラス基板130の層を備えた複合構造である。これに関連して、合わせガラス構造の成形性のために、いくつかの他の物体の形状または外形に適合できるように、曲げるおよび／または捻ることによって、完全な平面性からその合わせガラス構造が逸脱できる。

10

【 0 1 0 9 】

可撓性ガラス板140および非ガラス基板130は、バッチプロセスにしたがってシート形態で提供できる。あるいは、可撓性ガラス板140をシート形態で提供し、非ガラス基板130を連続ロールから提供できる。さらに別の可能性として、可撓性ガラス板140と非ガラス基板130の両方が連続ロールからのものである。

20

【 0 1 1 0 】

非ガラス基板130について、エポキシ樹脂、ポリウレタン、フェノール樹脂、およびメラミン樹脂などの、プレポリマーまたはプレコンパウンドとして堆積／被覆し、次いで、転化できるポリマーを使用することも可能である。可撓性ガラス板140と非ガラス基板130の貼合せは、それらの層の間の接着材料170によるものであって差し支えない。その場合、接着材料170は、室温または高い積層温度で、圧力の有無にかかわらずに、可撓性ガラス板140と非ガラス基板130の両方または二者の内の一方に予め被覆するか、または貼合せ過程中に他の様式で供給することができる。UV硬化接着剤も適している。非ガラス基板130は、ヒートシール接着剤が予め被覆された金属板の形態にあっても差し支えない。非ガラス基板130の可撓性ガラス板140上への貼合せおよび／または堆積は、ガラスの製造過程で統合することができる、すなわち、可撓性ガラスが製造ラインから出て、次いで（まだ熱いまたは温かいまたは冷たい）、金属基板で被覆される。

30

【 0 1 1 1 】

上述した合わせガラス構造は、可撓性ガラスに増大した強度を与える。対称合わせガラス構造について、ガラス厚に亘り、ほぼ一定の均質な圧縮応力を与えることができる。基板材料は、破損保護を与え、どの破損の場合にも、可撓性ガラスと一緒に保持することができる。合わせガラス構造は、タッチ式カバーガラスを提供でき、これは、化学強化ガラスを置き換えるために使用できるであろう。非対称合わせガラス構造に関して先に論じたもののような湾曲ディスプレイ用ガラスを提供することができる。その可撓性ガラスは、気密防湿層として働くこともできる、望ましくないUV光を遮断することもできる、または下にある基板の腐食を阻害することもできる。

40

【 0 1 1 2 】

合わせガラス構造は、可撓性ガラスを通る基板材料の光学的品質、性能、強度、衝撃抵抗、下にある基板への引っ掻き抵抗、および機械的耐久性も改善するであろう。その基板材料は、合わせガラス構造における可撓性ガラスの層により、引っ掻き、破損、または他の損傷から保護されるであろう。合わせガラス構造の外面の可撓性ガラスは、基板材料の表面よりも洗浄が容易であろう。例えば、可撓性ガラスに貼り合わされたステンレス鋼を備えた合わせガラス構造から製造された冷蔵庫のドアは、耐指紋性であるであろう、また

50

は可撓性ガラスに貼り合わされたアルミニウムを備えた合わせガラス構造から製造された携帯用電子装置の電池カバーは、耐引挿性かつ洗浄が容易であろう。別の可能な利用法は、銅材料、例えば、屋根ふき材または雨樋材料、もしくは水分を含む環境で使用されるプランターボックス（さらに、栽植媒質に面するガラス面が、銅が植物中に望ましくなく移行するのを防ぐであろう）における緑青作用を阻害するであろう。

【0113】

追加の機能性を非ガラス基板130に組み込むことができる。例えば、基板材料は、金属偏光板、コントラスト促進フィルタ積層板を備え、反射防止特性、カラーフィルタ特性または色変換特性を有することができる。代わりにまたは加えて、非ガラス基板130は、導波が低減し、装置の輝度が増すように、望ましくない周囲光を遮断するおよび／または散乱粒子を有するように設計することができる。さらにまた、代わりにまたは加えて、ガラスは、抗菌官能基を有することができる。そのような追加の官能基は可撓性ガラス板140に組み込むことができるであろう。

【0114】

高分子材料は、容易に引っ搔き傷が付き、日光への曝露を含む環境要素により劣化し、水分／酸素遮断特性が乏しい。他方で、ガラスは、耐引挿性であり、耐久性であり、優れた水分／酸素遮断特性で知られている。しかしながら、ガラスは、例えば、金属と比べて密度が高く、ガラスの強度が欠陥および傷により影響を受けた場合、脆い材料である。上述した合わせガラス構造およびその製造方法は、これら2つの部類の材料を利用し、むき出しの可撓性ガラス積層板と比べて、改善された遮断特性、軽量およびより高い機械的信頼性を有する1つの積層構造に組み合わせている。

【0115】

結論

どの実施の形態をも含む、本開示の上述した実施の形態は、実施の単なる可能性のある例であり、本開示の様々な原理の明確な理解のために単に述べられていることを強調すべきである。本開示の精神および様々な原理から実質的に逸脱せずに、本開示の上述した実施の形態に様々な改変および変更を行ってよい。そのような変更と改変は、本開示の範囲に含まれ、以下の特許請求の範囲により保護されることが意図されている。

【符号の説明】

【0116】

- 130 非ガラス基板
- 133 非ガラス基板層
- 140 可撓性ガラス板
- 141、143 可撓性ガラス層
- 145 ストライプのパターン
- 170 接着材料
- 174、175 接着剤層
- 200、202、204、206 合わせガラス構造
- 400 鋼球落下試験装置
- 410 アルミニウム製試験台
- 420 合わせガラス構造のサンプル
- 430 ステンレス鋼球
- 431 高さ調節機構
- 435 鋼球解放機構
- 480 発泡ブロック

10

20

30

40

【図1】

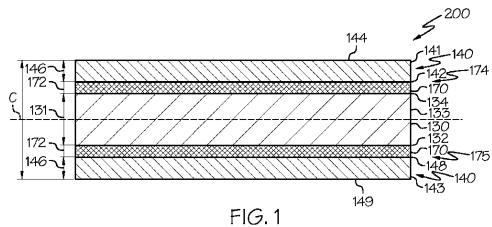


FIG. 1

【図3】

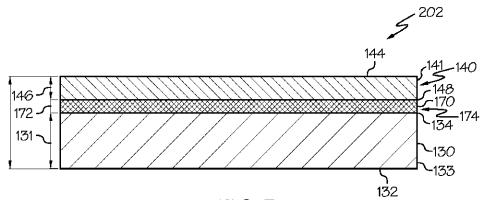
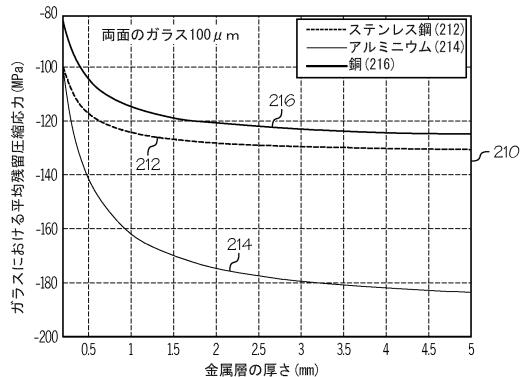
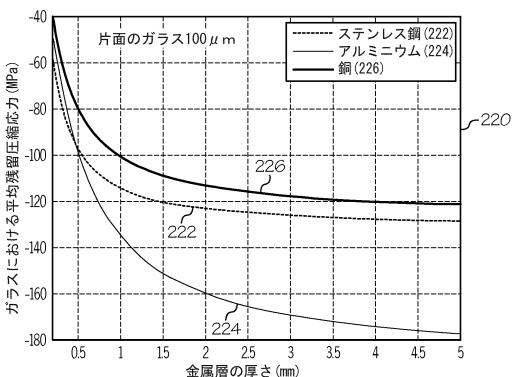


FIG. 3

【図2】



【図4】



【図5】

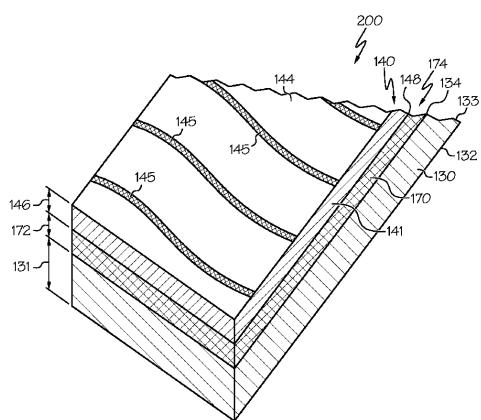


FIG. 5

【図6】

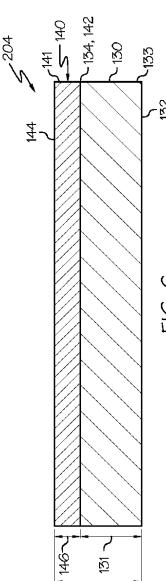
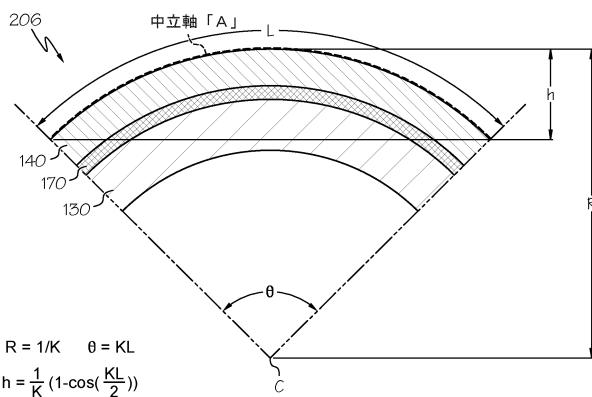


FIG. 6

【図 7】

材料	ヤング率(MPa)	ボアソン比	熱膨張係数(ppm/°C)
ステンレス鋼	200000	0.3	17
アルミニウム	70000	0.35	231
銅	110000	0.34	16.5
WILLOW/EVG	73600	0.23	317
接着剤	<500	0.04-0.05	10-200

【図 8】



【図 9】

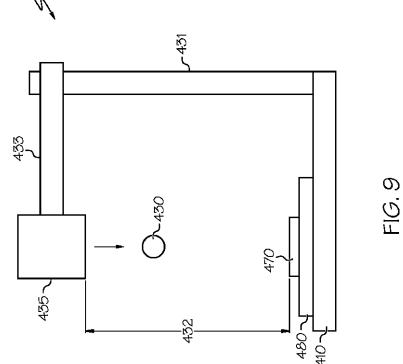
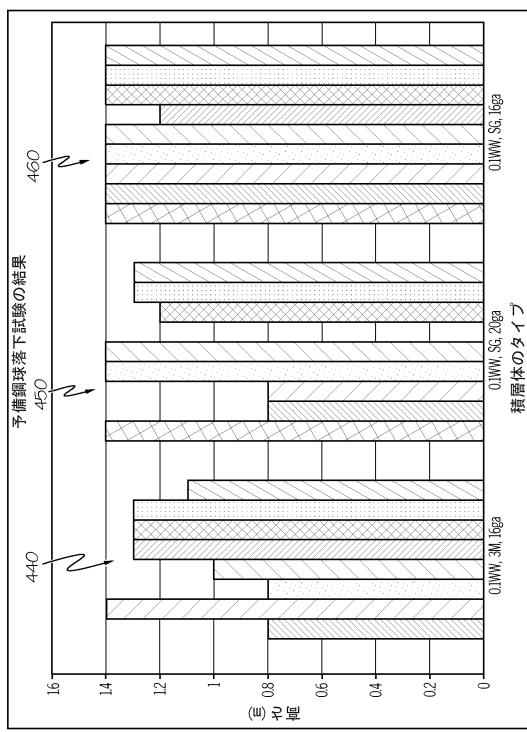


FIG. 9

【図 10】



【図 11】

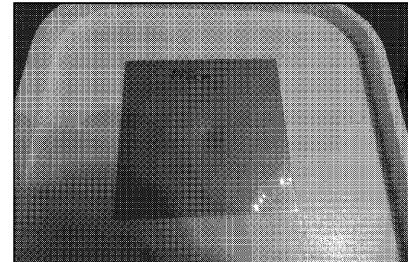


FIG. 11

【図 12】

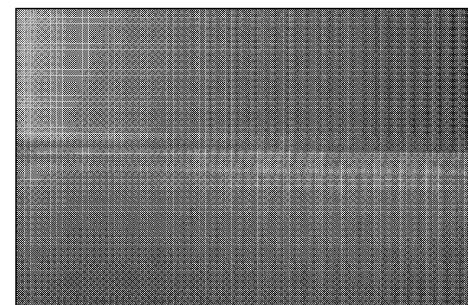


FIG. 12

フロントページの続き

(72)発明者 ルイス , スー カミーユ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580 ウェブスター チグウェル レイン エヌ 14
96

(72)発明者 ナタラジャン , ゴヴィンダラジャン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 12603 ポキブシー リージエンシー ドライヴ 32

(72)発明者 シアオ , ユイ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14534 ピツツフォード ファーム フィールド レイン
31

(72)発明者 チヤン , チュンハア
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14845 ホースヘッズ ハイラン テラス 113

審査官 山田 貴之

(56)参考文献 特開2002-248704 (JP, A)
特開昭55-106402 (JP, A)
特許第4773617 (JP, B2)
特表2015-527946 (JP, A)
特開昭52-117671 (JP, A)
国際公開第2011/147429 (WO, A1)
特開昭60-189286 (JP, A)
英国特許出願公開第02074089 (GB, A)
米国特許出願公開第2010/0065116 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C03C 27/04