



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112776425 B

(45) 授权公告日 2023.05.30

(21) 申请号 202110065557.3
 (22) 申请日 2016.12.21
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112776425 A
 (43) 申请公布日 2021.05.11
 (30) 优先权数据
 62/272,266 2015.12.29 US
 (62) 分案原申请数据
 201680081080.5 2016.12.21
 (73) 专利权人 康宁公司
 地址 美国纽约
 (72) 发明人 詹姆斯·格雷戈里·库伊拉德
 迈克尔·阿伦·麦克唐纳
 保罗·乔治·里克尔
 (74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
 有限公司 11006
 专利代理师 徐金国 吴启超

(51) Int. Cl.
 B32B 7/027 (2019.01)
 B32B 17/10 (2006.01)
 B32B 15/18 (2006.01)
 B32B 18/00 (2006.01)
 B32B 9/00 (2006.01)
 B32B 9/04 (2006.01)
 B32B 15/082 (2006.01)
 B32B 27/30 (2006.01)
 B32B 37/06 (2006.01)
 B32B 37/10 (2006.01)
 B32B 37/00 (2006.01)
 B32B 37/14 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 102458836 A, 2012.05.16
 US 2014127857 A1, 2014.05.08
 WO 2014035942 A1, 2014.03.06

审查员 陈力

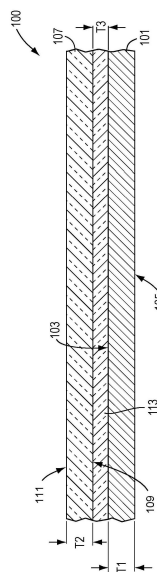
权利要求书1页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

用于减小层压结构中的弓形弯曲的不对称处理方法

(57) 摘要

本文公开用于制作不对称层压结构的方法以及用于减小不对称层压结构中弓形弯曲的方法,所述方法包括在层压期间差别地加热所述层压结构或在层压之后差别地冷却所述层压结构。本文还公开用于减小不对称层压结构中弓形弯曲的方法,所述方法包括在层压之前使所述层压结构中的至少一个基板经受不对称回火或退火。本文进一步公开根据这类方法制作的层压结构。



1. 一种用于制作层压结构的方法,包括:
在第一基板与第二基板之间定位中间层以形成堆叠;
加热所述堆叠至第一平均层压温度以形成层压结构;和
将所述层压结构冷却至第二平均温度;其中所述第二基板的热膨胀系数大于所述第一基板的热膨胀系数;并且

其中加热所述堆叠包括以快于所述第二基板的第二加热速率的第一加热速率差别地加热所述第一基板,或者其中冷却所述层压结构包括以慢于所述第二基板的第二冷却速率的第一冷却速率差别地冷却所述第一基板。

2. 如权利要求1所述的方法,其中加热所述堆叠还包括将所述第一基板保持在第一层压温度下并且将所述第二基板保持在第二层压温度下,其中所述第二层压温度小于所述第一层压温度。

3. 如权利要求2所述的方法,其中所述第一层压温度比所述第二层压温度大至少20°C。

4. 如权利要求1所述的方法,其中所述第一加热速率比所述第二加热速率大至少30%,或者所述第二冷却速率比所述第一冷却速率大至少30%。

5. 如权利要求1所述的方法,其中所述第二基板的所述热膨胀系数比所述第一基板的所述热膨胀系数大至少30%。

6. 如权利要求1所述的方法,其中所述层压结构在-20°C至90°C范围的温度下的最小曲率半径比所述层压结构的最大尺寸大至少40倍。

7. 如权利要求1所述的方法,其中所述层压结构的面外偏转小于所述层压结构的厚度的两倍。

8. 一种利用如权利要求1-7中任一项所述的方法制成的层压结构,所述层压结构包括第一玻璃基板、第二玻璃基板以及附接所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的中间层,

其中所述第二玻璃基板是钠钙玻璃,并且所述第二玻璃基板的热膨胀系数比所述第一玻璃基板的热膨胀系数大至少30%;并且

其中所述层压结构的面外偏转小于所述层压结构的厚度的两倍。

用于减小层压结构中的弓形弯曲的不对称处理方法

[0001] 本申请是2016年12月21日提交的PCT国际申请PCT/US2016/068037的中国国家阶段申请201680081080.5的分案申请。本申请根据专利法要求2015年12月29日提交的美国临时申请序列号62/272,266的优先权权益,所述临时申请的内容是本申请的基础并且以引用的方式整体并入本文。

技术领域

[0002] 本公开内容涉及层压结构和用于制造层压结构的方法,并且更具体地,涉及用于减小不对称玻璃层压结构中弓形弯曲的方法。

背景技术

[0003] 层压结构可在多种行业中用于宽范围的应用。例如,层压结构可用于诸如壁板、装饰板、橱柜安装、壁面涂料等建筑应用中。层压结构也可用于家具用品和/或家用电器。例如,层压结构可作为橱柜、家具用品和/或家用电器的外板并入。层压结构可进一步用作汽车中的功能或装饰部件,例如窗户、天窗、反光镜以及外部或内部镶板。

[0004] 机动车、交通运输、航空和建筑窗户通常由包括具有类似厚度和组成的两块玻璃板的层压结构制成。然而,对于各种应用来说,可能令人期望的是,提供包括相异基板(例如具有不同组成和/或厚度的基板)的层压结构。例如,金属-玻璃层压体、塑料-玻璃层压体、玻璃-陶瓷层压体以及其他类似的层压体对于美观或结构质量来说可能是令人期望的。

[0005] 此外,包括相异玻璃基板的玻璃-玻璃层压体,例如,包括具有不同组成、厚度和其他性质(诸如热膨胀系数(CTE))的玻璃的层压体对于各种应用也可能令人期望的。作为非限制性示例,离子交换玻璃薄板可层压在较厚的钠钙玻璃板上以提供增强的抗损伤性。电致变色窗户和反光镜可包括电活性薄膜沉积在其上的无碱薄玻璃基板,所述无碱薄玻璃基板可层压到较厚的钠钙玻璃基片以增强结构刚性。

[0006] 包括相异基板的层压结构在本文中被称为“不对称”层压体。尽管与对称层压体相比,不对称层压体可能存在一个或多个优点,但是这些层压体也可存在各种挑战。例如,不对称层压体可包括具有不同CTE的两个或更多个基板。在层压处理期间,基板可被加热至层压温度并且随后冷却至例如室温。当层压结构冷却时,基板之间的CTE错配可导致面外偏转(通常称为“弓形弯曲”)。层压结构中的弓形弯曲可干扰诸如薄膜沉积的后续处理步骤,可导致最终产品产生不期望的光学失真,和/或可导致产生不适于预期应用和/或不符合期望目标形状的产品。

[0007] 因此,将有利的是,提供用于制作层压结构的方法,所述方法可减少或消除冷却后结构中的弓形弯曲。还将有利的是,提供具有很少或没有面外偏转或弓形弯曲的不对称层压结构。在本文中更详细地论述本公开内容的这些和其他方面。

发明内容

[0008] 在各种实施方式中,本公开内容涉及用于制作层压结构的方法,所述方法包括在

第一基板与第二基板之间定位中间层以形成堆叠,并且将所述堆叠加热至层压温度以形成层压结构,其中第二基板是包括第一表面和第二表面的不对称退火或回火玻璃基板,所述第一表面的第一压缩应力小于所述第二表面的第二压缩应力;并且其中所述层压结构在约-20°C至约90°C范围的温度下的最小曲率半径比层压结构的最大尺寸大至少约40倍。

[0009] 本文还公开包括层压结构,所述层压结构第一基板、第二基板以及附接所述第一基板和所述第二基板的中间层,其中所述第二基板是包括第一表面和第二表面的不对称退火或回火玻璃基板,所述第一表面的压缩应力小于第二表面的压缩应力;其中所述第一基板的CTE不同于所述第二基板的CTE;并且其中所述层压结构在约-20°C至约90°C范围的温度下的最小曲率半径比所述层压结构的最大尺寸大至少约40倍。

[0010] 在某些实施方式中,所述第二基板的CTE可大于所述第一基板的CTE,并且所述第二基板的所述第一表面可与所述中间层接触。在其他实施方式中,所述第二基板的CTE可小于所述第一基板的CTE,并且所述第二基板的所述第二表面可与所述中间层接触。在又一些实施方式中,所述第一基板和所述第二基板两者可是不对称退火或钢化玻璃基板。

[0011] 本文进一步公开的是用于制作层压结构的方法,所述方法包括:在第一基板与第二基板之间定位中间层以形成堆叠;将所述堆叠加热至第一平均堆叠温度以形成层压结构;和将所述层压结构冷却至第二平均温度;其中所述第二基板的CTE大于所述第一基板的CTE;并且其中加热所述堆叠包括以大于所述第二基板的第二加热速率的第一加热速率差别地加热所述第一基板,或者其中冷却所述层压结构包括以小于第二基板的第二冷却速率的第一冷却速率差别地冷却所述第一基板。

[0012] 本文还进一步公开层压结构,所述层压结构包括第一玻璃基板、第二玻璃基板以及附接所述第一玻璃基板和所述第二玻璃基板的中间层,其中所述第二玻璃基板的CTE比所述第一玻璃基板的CTE大至少约30%,并且其中所述层压结构的面外偏转小于所述层压结构的厚度的两倍。

[0013] 另外的特征和优点将在接下来的详细描述中进行阐述,并且本领域的技术人员将借助于所述描述很容易理解或通过实践本文所描述的方法(包括随后的详细描述、权利要求书以及附图)很容易认识其部分内容。

[0014] 应理解,以上概述和以下详述呈现本公开内容的各种实施方式,并且均意图提供用于理解权利要求的性质和特征的概观或框架。包括附图以提供进一步理解并且该附图并入本说明书且构成本说明书的一部分。附图示出各种非限制性实施方式,并且连同本说明用于解释本公开内容的原理和操作。

附图说明

[0015] 当参考附图阅读以下详细描述时,可更好地理解本公开内容的各种特征、方面和优点,其中在可能的情况下相同的结构用相同的附图标号来表示,在附图中:

[0016] 图1是示出根据本公开内容的实施方式的示例性层压结构的剖视图;

[0017] 图2示出用于产生不对称层压结构的示例性方法;

[0018] 图3A-B示出根据本公开内容的实施方式的用于产生不对称层压结构的方法;并且

[0019] 图4示出使用现有技术层压方法产生的层压结构的面外偏转。

具体实施方式

[0020] 层压结构

[0021] 图1示出根据本公开内容的各种实施方式的层压结构100的剖视图。层压结构可包括第一基板101、第二基板107以及附接第一基板和第二基板的中间层113。第一基板101可具有第一表面103和相对的第二表面105,并且在两个表面之间具有厚度T1。类似地,第二基板可具有第一表面109和相对的第二表面111,并且在两个表面之间具有厚度T2。中间层113也可具有厚度T3。

[0022] 第一基板101和第二基板107可包括宽范围的材料,包括但不限于玻璃、玻璃-陶瓷、陶瓷、塑料和金属。根据非限制性实施方式,第一基板和第二基板中的至少一者是玻璃基板。在另外的实施方式中,第一基板和第二基板都包括玻璃。合适的玻璃基板可包括例如碱石灰、铝硅酸盐、碱铝硅酸盐、硼硅酸盐、碱硼硅酸盐、铝硼硅酸盐和碱铝硼硅酸盐玻璃,或其他合适的玻璃材料。在一些实施方式中,可对玻璃基板进行处理(例如退火或化学或热回火)以增加玻璃的强度和/或其抗断裂和/或抗刮擦性。在一个实施方式中,玻璃板基板可包括化学强化玻璃,诸如来自Corning公司的Corning®Gorilla®玻璃。例如,这类化学强化玻璃可根据美国专利号7,666,511、4,483,700和/或5,674,790提供,所述专利以引用的方式整体并入本文。来自Corning公司的Coming®Willow®玻璃、Coming®Lotus™玻璃、Coming®EAGLEXG®和Corning Iris™玻璃也可在各种实施方式中适于用作玻璃基板。

[0023] 根据另外方面,第一玻璃基板或第二玻璃基板可具有大于约100MPa的压缩应力(CS)和大于约10微米的压缩应力的层深度(DOL),例如压缩应力大于约500MPa并且DOL大于约20微米,或者压缩应力大于约700MPa并且DOL大于约40微米。例如,用于制作Corning®Gorilla®玻璃的化学强化过程可在相对高的DOL(例如约40微米,或甚至大于约100微米)下赋予相对高的CS(例如,约700MPa至约730MPa,或甚至大于约800MPa)。

[0024] 根据另外的实施方式,第一玻璃基板或第二玻璃基板可被酸蚀刻以进一步强化玻璃基板。玻璃的酸蚀刻可能能够在本公开内容的层压结构中使用甚至更薄的基板而不会使结构完整性或冲击性能劣化。在一些示例中,酸蚀刻步骤可将薄层从玻璃基板的表面中的一个或多个去除。通过去除上述表面层,据信酸蚀刻可清除小于1微米的大部分表面缺陷和/或否则可负面地影响应力集中因子较大缺陷的尖端变圆。通过酸蚀刻(例如,去除小的表面缺陷并使较大缺陷的尖端变圆)对玻璃表面作出的改进可提高玻璃强度,诸如耐冲击性。此外,可仅去除相对小的深度的玻璃,使得玻璃板中显著的CS下降可能不会发生,因为玻璃可在更大的深度处具有相对较高的CS,诸如距表面约40微米,或者在一些示例中甚至大于约100微米。

[0025] 第一基板101和第二基板107可具有在第一表面与相对的第二表面之间延伸的小于或等于约10mm,诸如小于或等于约8mm、小于或等于约6mm或者小于或等于约3mm的厚度T1、T2厚度。例如,玻璃厚度可以在约0.1mm至约3mm,诸如约0.3mm至约2mm、约0.5mm至约1.5mm或约0.7mm至约1mm的范围内,包括其间的所有范围和子范围。在一个非限制性实施方式中,玻璃基板可具有在约3mm至约10mm,诸如约4mm至约9mm、约5mm至约8mm或约6mm至约7mm的范围内(包括其间的所有范围和子范围)的厚度。

[0026] 在一些实施方式中,第一基板101和第二基板107可以是具有例如在以下范围内的

热膨胀系数 (CTE) 的玻璃基板: 约 $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 诸如约 $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或约 $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 包括其间的所有范围和子范围。在某些实施方式中, 玻璃基板的 CTE 范围可以是约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 例如, 约 $8.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $9.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。在其他实施方式中, 玻璃基板的 CTE 范围可以是约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 诸如约 $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $4.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。根据非限制性实施方式, 玻璃基板可以是具有在约 $7.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $8.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内的 CTE 的 Corning® Gorilla® 玻璃、具有在约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内的 CTE 的 Corning® EAGLE XG® 玻璃、具有在约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内的 CTE 的 Corning® Lotus™ 玻璃、或具有在约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内的 CTE 的 Corning® Willow® 玻璃。在另外的实施方式中, 玻璃基板可以是具有在约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内的 CTE 的钠钙玻璃。

[0027] 第一基板 101 和第二基板 107 也可选自金属和金属合金, 诸如钢 (例如冷轧钢、镀锌钢以及不锈钢)、铝或任何其他合适的金属。可商购获得的不锈钢可包括例如 200 系列、300 系列以及 400 系列不锈钢, 诸如 201#、201#、220#、230#、301#、304#、305#、312#、316#、321#、409#、410#、416#、430#、440# 和 446# 不锈钢等。在各种实施方式中, 金属基板具有在约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 诸如约 $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内 (包括其间的所有范围和子范围) 的 CTE。

[0028] 金属基板的厚度可取决于特定应用而变化。相对较薄的金属板可用于各种应用中, 例如以减小材料成本和/或层压结构的重量, 同时仍提供足够的抗偏转性。在另外的实施方式中, 可在各种应用中使用相对厚的金属板, 例如, 在所述各种应用中需要进一步支撑以维持层压结构的机械完整性。在一些实施方式中, 厚度范围可以从 30 号金属板高达至 10 号金属板。在另外的实施方式中, 厚度范围可以从 25 号金属板高达至 15 号金属板。根据另一非限制性实施方式, 可使用具有约 0.1mm 至约 5mm 范围内, 例如, 约 0.3mm 至约 3mm 范围内、约 0.5mm 至约 2mm 或者约 1mm 至约 1.5mm 范围内 (包括其间的所有范围和子范围) 的厚度的金属板, 但是其他厚度可取决于特定应用而被提供。

[0029] 也可包括塑料基板作为合适的层压材料, 例如, 模制和挤出塑料。在某些实施方式中, 塑料基板可具有约 0.1mm 至约 12mm, 诸如约 0.3mm 至约 10mm、约 0.5mm 至约 8mm、约 1mm 至约 5mm、约 1.5mm 至约 4mm、或约 2mm 至约 3mm 范围内 (包括其间的所有范围和子范围) 的厚度, 但是其他厚度可取决于特定应用而被提供。在各种实施方式中, 塑料基板可具有约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $130 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 诸如约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $120 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $110 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $100 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $90 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $30 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $80 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $35 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $70 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $40 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或约 $45 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 范围内 (包括其间的所有范围和子范围) 的 CTE。

[0030] 第一基板 101 和第二基板 107 也可选自玻璃-陶瓷和陶瓷基板。合适的玻璃-陶瓷基板可包括例如二硅酸锂、霞石、β-锂辉石以及 β-石英玻璃-陶瓷, 仅列举几个。可商购获得的玻璃-陶瓷的非限制性示例包括来自 Corning 公司的 Macor® 和 Pyroceram®。陶瓷或玻璃-陶

陶瓷基板可具有约0.5mm至约5mm,诸如约1mm至约4mm、约1.5mm至约3mm或约2mm至约2.5mm范围内(包括其间的所有范围和子范围)的厚度。陶瓷或玻璃-陶瓷基板的CTE范围可以是,例如,约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 20×10^{-6} ,诸如约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、或约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,包括其间的所有范围和子范围。

[0031] 应理解,本文所公开的所有CTE值被表示为在约 0°C 至约 300°C 范围内的温度下测量的CTE。如本文所提供,第一基板和第二基板的CTE因此可独立地(作为非限制性示例)从约 $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $130 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,诸如从约 $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $100 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、从约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $80 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、从约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、从约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或从约 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $30 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的范围内变化,包括其间的所有范围和子范围。在各种实施方式中,第一基板和第二基板的CTE可不匹配,例如可具有相差至少约0.1%,诸如至少约1%、至少约5%、至少约10%、至少约15%、至少约20%、至少约25%、至少约30%、至少约40%、至少约50%以及更高的值。对于例如大于约 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 的更大零件来说,更低程度的CTE不匹配可引起明显的弓形弯曲,例如,低至0.1%,诸如至少约0.1%、1%、2%、3%、4%或5%的CTE差值。类似地,CTE不匹配可导致更小零件发生弓形弯曲,例如,当CTE不匹配大于约10%时。作为非限制性示例,第二基板的CTE可以是第一基板的CTE的10倍多,诸如是约9倍、8倍、7倍、6倍、5倍、4倍、3倍或2倍,反之亦然。在其他非限制性实施方式中,第一CTE与第二CTE之间的差值(例如,CTE2-CTE1或CTE1-CTE2)的范围可以是例如约 $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $130 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,诸如约 $2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $120 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $110 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $100 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $80 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $70 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $40 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或约 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $30 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,包括其间的所有范围和子范围。

[0032] 如图1所示,层压结构还可包括将第一基板101附接到第二基板107的中间层113。取决于例如基板的应用和特性,中间层113可包括宽范围的材料。中间层可包括各种材料,诸如乙烯乙酸乙烯酯(EVA)、热塑性聚氨酯(TPU)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)和离聚物(诸如来自Kuraray有线公司的SentryGlas®离聚物)或任何其他合适的中间层材料。在某些实施方式中,中间层可选自EVA和PVB。

[0033] 根据非限制性实施方式,中间层113可选自具有大于或等于15MPa,诸如大于或等于约30MPa、约50MPa、约100MPa、约150MPa、约200MPa、约250MPa、约300MPa、约350MPa或约400MPa(包括其间的所有范围和子范围)的杨氏模量的那些。PVB例如可具有大于约15MPa的杨氏模量,EVA可以具有大于约50MPa的杨氏模量,并且SentryGlas®离聚物可具有大于约275MPa的杨氏模量。在某些实施方式中,中间层113可具有在从约0.1mm至约2mm、诸如从约0.3mm至约1.5mm、从约0.5mm至约1.2mm、从约0.75mm至约1.1mm或从约0.9mm至约1mm的范围内(包括其间的所有范围和子范围)变化的厚度T3。

[0034] 中间层113可被选择成改进层压结构的强度并且可进一步帮助在层压体破裂或碎裂的情况下保持来自例如玻璃基板的基板碎片。根据某些实施方式,可提供基本上透明的透光中间层,但是在另外的实施方式中可提供不透明且可能着色的中间层。在其他实施方式中,可为了美观和/或功能的目的,例如通过丝网印刷或数字扫描印刷将令人期望的图像印刷到中间层上。因为这些印刷图像可布置在界面上(例如,在中间层和/或透光基板的内

部表面上),所以它们可在产品寿命期间很好地防止刮擦。

[0035] 根据各种实施方式,当根据本文所公开的方法进行处理时,可产生具有很少或没有面外偏转(或弓形弯曲)的层压结构。面外偏转可被测量为层压体边缘上的最低点至层压体中心区域中的最高点之间的距离,反之亦然。换句话说,面外偏转是层压体中的最低点(谷)与层压体中最高点(峰)之间的最大距离,例如峰谷弓形弯曲(参见例如图4)。在一些实施方式中,层压结构的面外偏转可小于层压体的总厚度约3倍,诸如小于总厚度约2.5倍、小于约2倍或小于约1.5倍,包括其间的所有范围和子范围。根据另外的实施方式,层压结构的面外偏转可小于或等于层压结构的总厚度,诸如小于总厚度的约一半(0.5)、小于总厚度的约四分之一(0.25)或小于总厚度的约十分之一(0.1),包括其间的所有范围和子范围。作为非限制性示例,面外偏转可小于约20mm,诸如小于约15mm、小于约12mm、小于约10mm、小于约8mm、小于约5mm、小于约3mm、小于约2mm、小于约1mm或小于约0.5mm,包括其间的所有范围和子范围。

[0036] 在某些非限制性实施方式中,层压结构可包括第一玻璃基板和第二玻璃基板以及设置在基板之间的中间层,其中层压结构在约-20°C至约90°C范围内的温度下的最小曲率半径大于所述层压结构的最大尺寸至少约40倍,并且其中第二玻璃基板的CTE比第一玻璃基板的CTE大至少约30%。例如,第一玻璃基板与第二玻璃基板之间的CTE不匹配可大于约40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%、200%、300%或500%,包括其间的所有范围和子范围。在其他实施方式中,第一玻璃基板与第二玻璃基板之间的CTE的差值($CTE_2 - CTE_1$ 或 $CTE_1 - CTE_2$)范围可以是约 $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,诸如约 $2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 或约 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,包括其间的所有范围和子范围。

[0037] 层压结构还可包括例如长度、宽度、直径等最大尺寸,所述最大尺寸在本文中用于指例如与其他尺寸相比具有最大量值的基板的尺寸。例如,对于包括两个短边和两个长边的矩形板,最大尺寸可对应于长边的长度。非矩形的例如四边形玻璃板可类似地包括对应于最长边的长度的最大尺寸。同样可确定具有多于或少于四条边(诸如多边形,三角形和圆形,仅列出几个)的基板的最大尺寸。

[0038] 曲率半径是曲率的倒数。更平坦的基板由更高的曲率半径限定,并且完全平坦的基板具有无限的曲率半径。在某些实施方式中,层压结构的曲率半径可大于层压结构的最大尺寸。例如,曲率半径可以是层压结构的最大尺寸的两倍、约5倍、约10倍、约15倍、约20倍、约30倍或约35倍。

[0039] 根据各种实施方式,层压结构的最小曲率半径可大于层压结构的最大尺寸至少约40倍、至少约50倍、至少约60倍、至少约70倍、至少约80倍、至少约90倍或至少约100倍,包括其间的所有范围和子范围。在另外的实施方式中,曲率半径可在约0°C至约75°C,诸如约10°C至约50°C、约20°C至约40°C或约25°C至约35°C(包括其间的所有范围和子范围)的温度范围内测量。

[0040] 在各种实施方式中,层压结构的总厚度范围可以是约0.2mm至约10mm,诸如约0.5mm至约8mm、约1mm至约6mm、约2mm至约5mm或约3mm至约4mm,包括其间的所有范围和子范围。示例性层压结构可具有范围可以是约100mm至约1000mm或更大,诸如约200mm至约900mm、约300mm至约800mm、约400mm至约700mm或约500mm至约600mm,包括其间的所有范围

和子范围的至少一个其他尺寸(例如长度、宽度、直径)。当然,这些尺寸仅是示例性的,并且可取决于特定应用使用层压板厚度、长度、宽度、直径等的其他尺寸。

[0041] 在各种实施方式中,层压结构可包括薄玻璃板和更厚玻璃板。例如,第一玻璃基板的厚度范围可以是约0.3mm至约2mm,而第二玻璃基板的厚度范围可以是约3mm至约10mm,反之亦然。第一玻璃基板的CTE的范围可以是,例如,约 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,而所述第二玻璃基板的CTE范围可以是约 $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,反之亦然。

[0042] 应理解,根据本公开内容的层压结构不限于包括两个基板和/或单个中间层的结构。例如,层压结构还可包括另外的基板和/或中间层,诸如将第三基板附接到层压体的第二中间层。在某些实施方式中,层压结构可包括层压到塑料基板的相对表面的两个玻璃基板。根据本公开内容的其他方面,层压结构可包括一个或多个另外的基板或层,诸如聚合物膜、另外的玻璃层、反射层、光致变色层、电致变色层、电解质层、光伏层、传感器、指示器或有源装置。例如,电致变色层可包括沉积在基板的一个或多个表面上的一个或多个电活性薄膜。合适的电致变色层可包括但不限于包含三氧化钨 WO_3 的无机层。当然,可使用层的其他组合和它们相应的特征来提供意图属于本公开内容的范围内的各种各样的配置。

[0043] 方法

[0044] 本文还公开用于制作层压结构并减少层压结构中的弓形弯曲的方法。根据各种实施方式,本文所公开的方法可包括用中间层将第一基板附接到第二基板以产生例如如图1所示的三层层压结构的步骤。然后可使用本领域已知的任何合适的方法或设备将由此产生的堆叠加热至层压温度。作为非限制性示例,可将堆叠放置在真空室中,诸如真空或层压袋中。可卷绕或以其他方式固定所述堆叠以防止堆叠移位。例如,可使用高温胶带(诸如聚酯胶带)来固定堆叠。根据各种实施方式,薄通气布可围绕堆叠卷绕。

[0045] 取决于期望的吞吐量,可以室内的单个层或堆叠的多个层一次处理一个堆叠。堆叠袋可进行热密封并且真空口可连接到其上。真空室可至少部分地抽空并且可使用预定的温度和压力分布来加热堆叠。在一些情况下,可将堆叠放置在两个板之间,这些板可用来自向堆叠施加压力和/或加热和/或冷却堆的相应层。例如,可使用特定的温度和压力分布来执行层压步骤以实现层压结构的期望的粘附(结合)质量。当然,可使用用于实现层压温度和/或压力的其他设备和方法,并将其设想为属于本公开内容的范围内。

[0046] 在一些实施方式中,平均层压温度范围可以是约 120°C 至约 160°C ,诸如约 125°C 至约 150°C 、约 130°C 至约 145°C 的或约 135°C 至约 140°C ,包括其间的所有范围和子范围。例如,层压步骤可包括以约 $1^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $10^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 的升温速率升温至层压温度,诸如约 $2^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $9^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 、约 $3^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 到约 $8^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 、约 $4^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 到约 $7^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 或约 $5^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 到约 $6^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 。根据另外的实施方式,层压压力范围可以是约0.1MPa至约1.5MPa,诸如约0.2MPa至约1.4MPa、约0.3MPa至约1.3MPa、约0.4MPa至约1.2MPa、约0.5MPa至约1.1MPa、约0.6MPa至约1MPa或约0.8MPa至约0.9MPa,包括其间的所有范围和子范围。如果施加压力,则可在温度升高期间或在达到层压温度时逐渐施加压力。可逐渐施加压力,例如以约20Pa/m至约100Pa/min,诸如约30Pa/min至约80Pa/m、约40Pa/min至约70Pa/min或约50Pa/min至约6Pa/min,包括其间的所有范围和子范围。层压结构可在层压温度和压力下保持停留时间范围约10分钟至约120分钟,诸如约20分钟至约100分钟、约30分钟至约80分钟或约40分钟至约60分钟,包括其间的所有范围和子范围。

[0047] 在期望的停留时间之后,温度可以约 $1^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $10^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 的速率范围下降例如至室温,诸如以约 $2^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $9^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$,约 $3^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $8^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$,约 $4^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $7^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 或约 $5^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 至约 $6^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$,包括其间的所有范围和子范围。根据各种实施方式,可在维持层压压力的同时降低温度,这在某些实施方式中可减少中间层中气泡的形成。可替代地,可以在升温之前或升温过程中减小压力。在一些实施方式中,可使用逐渐减压,例如,缓变率范围是约 $20\text{Pa}/\text{min}$ 至约 $100\text{Pa}/\text{min}$,诸如约 $30\text{Pa}/\text{min}$ 至约 $80\text{Pa}/\text{min}$ 、约 $40\text{Pa}/\text{min}$ 至约 $70\text{Pa}/\text{min}$ 或约 $50\text{Pa}/\text{min}$ 至约 $60\text{Pa}/\text{min}$,包括其间的所有范围和子范围。

[0048] 根据其他实施方式,可在层压之前调节中间层,例如以控制中间层的含水量、软化中间层和/或去除中间层与基板之间的任何残余空气。在一个示例中,调节步骤可将中间层的水分含量调节到小于约 1% ,诸如小于或等于约 0.8% 、诸如小于或等于约 0.5% 、小于或等于约 0.3% 或者小于或等于约 0.2% ,包括其间的所有范围和子范围。控制中间层的含水量可有利于改进层压程序期间中间层的结合质量。根据各种实施方式,可使用调节步骤来在层压之前软化PVB中间层。

[0049] 调节可根据本领域已知的任何方法来进行。例如,可将中间层放置在可调节温度和/或湿度的受控环境中以实现中间层的期望含水量。可在中间层定位于两个基板之前和/或在堆叠形成之后进行调节。例如,在层压之前,可将堆叠预热到调节温度范围约 75°C 至约 100°C ,诸如约 80°C 至约 95°C 或约 85°C 至约 90°C ,包括其间的所有范围和子范围。

[0050] 在层压之前和/或之后,本文所公开的方法还可包括可为层压结构提供另外的有益特征的任选处理步骤。例如,用于示例性玻璃基板的另外的处理步骤可包括化学强化(例如,离子交换)、热回火、酸蚀刻、防眩光处理、机械粗糙化、溶胶-凝胶处理、薄膜沉积、抗微生物涂层等。

[0051] 根据各种实施方式,基板中的至少一个可以是不对称退火或回火玻璃基板。例如,可对层压结构中的一个或多个玻璃基板进行化学回火、热回火和/或退火以提供额外的耐久性和/或安全性。化学回火可包括例如离子交换过程,其中表面处或附近的玻璃基板内的金属离子可被交换成更大的金属离子。将较大的离子掺入到玻璃中可在近表面区域中产生压缩应力,并在玻璃板的中心区域内引起对应拉伸应力以平衡所述压缩应力。因此,表面压缩程度可能与化学回火的离子交换程度有关。可通过将玻璃加热至其转变温度(T_g)以上并且例如通过强制空气对流来快速淬火玻璃表面来实现热回火。可通过将玻璃加热到退火温度(或应力消除点)并将玻璃缓慢冷却到其应变点以下来进行退火。对于热回火和退火两者来说,表面压缩程度可能与冷却速率有关。

[0052] 这种回火和退火过程通常对称地进行,使得玻璃板的两个主表面均匀地进行离子交换和/或加热或以相同的温度和/或速率进行冷却。图2中示出用于使用对称地回火的玻璃基板来制造层压结构的方法。第二基板207可由对称处理 T_s 进行回火(或退火)以形成对称基板207s。然后可在步骤A中将此对称基板与第一基板201和中间层(未示出)布置在一起以产生堆叠215。然后可使用对称或等温层压方法 L_1 来产生层压板200。值得注意的是,当第二基板207的CTE不同于第一基板201的CTE时(如图所示),所得层压板200在层压结构冷却时可由于CTE不匹配而不期望地弓形弯曲。

[0053] 然而,如图3A-B所示,通过用不对称处理(T_A 或 L_D)替换对称回火和/或层压步骤(T_s 或 L_1)中的一个或多个,可减少或消除所得层压板中的面外偏转。例如,在一些实施方式中,

可能令人期望的是,对基板中的一个或两个进行热回火或退火,使得一个表面具有比另一个高的CS。由于内部应力不平衡,因此所得不对称基板可能会弓形弯曲。如图3A所示,第二基板307可通过不对称处理 T_A 进行回火(或退火),以形成具有带有不同CS的第一表面309和第二表面311的不对称基板307a。然后可在步骤A中将不对称基板与第一基板301和中间层(未示出)布置在一起以产生堆叠315。然后可使用等温(对称)层压处理 L_1 来产生层压板300。可替代地,可使用差分(不对称)层压处理(未示出)。不受理论的束缚,据信,不对称基板307a中的弓形弯曲可抵消原本将在层压平坦(例如,对称回火(或退火))基板时出现的弓形弯曲(参见例如图2)。换句话说,CTE不匹配所致的热应力可通过非对称基板中的内部应力来平衡,从而减少或消除所得层压板的面外弓形弯曲。

[0054] 可例如通过在一个表面上施加涂层以防止离子交换,同时使相对的表面暴露和/或通过回火步骤期间施加电场来执行不对称化学回火。可通过以不同于相对表面的速率(例如,更快或更慢)冷却基板的一个表面来执行不对称热回火和/或退火。使用这种不对称处理,可产生例如以基本上球面形状弓形弯曲到面外的玻璃基板。作为非限制性示例,不对称玻璃基板的弓形弯曲的形状和/或量值可与存在于通过对称处理产生的层压板中的弓形弯曲(参见例如图2中的层压板200)。

[0055] 不对称基板307a可在堆叠315中定向,使得基板中的弓形弯曲抵消层压板中潜在的弓形弯曲。例如,如图3A所示,不对称基板307A可具有带有第二表面311的CS小的CS的第一表面309。可替代地,不对称基板307a可具有带有比第二表面311(未示出)的CS大的CS的第一表面309。根据各种实施方式,第一表面和第二表面的CS可不同,例如它们的值可相差至少约1%,诸如至少约5%、至少约10%、至少约15%、至少约20%、至少约25%、至少约30%、至少约40%、至少约50%以及更高,包括其间的所有范围和子范围。例如,第一表面与第二表面的CS之间的差值(CS1-CS2或CS2-CS1)可大于约1MPa,诸如大于约5MPa、大于约10MPa、大于约50MPa、大于约100MPa、大于约200MPa、大于约300MPa、大于约400MPa、大于约500MPa或更大,包括其间的所有范围和子范围。

[0056] 在一些实施方式中,第二基板307的CTE可比第一基板301的CTE大,并且不对称基板的第一表面309(较低CS)可朝向堆叠315中的第一基板301定向,例如,第一表面可与中间层接触。在其他实施方式(未示出)中,第二基板307的CTE可比第一基板301的CTE小,并且不对称基板的第二表面311(较高CS)可朝向堆叠315中的第一基板301定向,例如,第二表面可与中间层接触。根据另外的实施方式,第一基板和第二基板两者可被不对称地回火或退火。当然,基板的任何其他布置和/或定向都是可能的并且可设想为属于本公开内容的范围内。

[0057] 如图3B所示,第二基板307可通过对称处理 T_s 进行回火(或退火)以形成第一表面309和第二表面311具有基本上相同的CS的对称基板307s。可替代地,可使用不对称回火处理(未示出)。然后可在步骤A中将对称基板307s与第一基板301和中间层(未示出)布置在一起以产生堆叠315。然后可使用差分(不对称)层压处理 L_D 来产生层压板300。不希望受理论的束缚,据信可通过在层压期间不对称或差别地加热和/或冷却基板,从而减少或消除所得层压板的面外弓形弯曲来减小由于CTE不匹配所致的热应力。

[0058] 例如,对于包括CTE高于第一基板的CTE的第二基板的层压板来说,可通过在层压期间差别地加热堆叠使得以更快的速率加热第一基板和/或通过层压之后差别地冷却层压体使得第一基板以比第二基板慢的速率冷却,来减小层压体的面外偏转。类似地,对于包

括CTE高于第二基板的CTE的第一基板的层压体来说,可在层压期间对堆叠进行差别加热,使得第一基板以较慢的速率被加热和/或层压体可在层压之后被差别地冷却使得第一基板以比第二基板快的速率冷却。例如,第一表面和第二表面的加热和/或冷却速率可不同,例如它们的值可相差至少约1%,诸如至少约5%、至少约10%、至少约15%、至少约20%、至少约25%、至少约30%、至少约40%、至少约50%以及更高,包括其间的所有范围和子范围。在一些实施方式中,第一表面和第二表面的加热和/或冷却速率之间的差值可大于约1°C/min,诸如大于约2°C/min、大于约3°C/min、大于约3°C/分钟、大于约5°C/分钟、大于约6°C/分钟、大于约7°C/分钟、大于约8°C/分钟、大于约9°C/分钟、大于约10°C/分钟或更大,包括其间的所有范围和子范围。

[0059] 在差别加热的情况下,层压可如上所述在平均层压温度下进行。因此,在一些实施方式中平均层压温度的范围可以是约120°C至约160°C,诸如约125°C至约150°C、约130°C至约145°C或约135°C至约140°C,包括其间的所有范围和子范围。根据各种实施方式,差别加热分布可包括将一个基板保持在更高(或更低)的层压温度下。例如,第一基板可保持在比保持第二基板的第二层压温度高至少20°C的第一层压温度,反之亦然。以上描述了合适的保持(或停留)时间。在一些实施方式中,第一层压温度与第二层压温度(T_{L1} - T_{L2} 或 T_{L2} - T_{L1})之间的差值范围可以是约20°C到约50°C、约25°C到约40°C或约30°C至约35°C,包括其间的所有范围和子范围。

[0060] 应理解,本文所公开的各种不对称处理方法可以任何期望的布置方式彼此组合以产生具有期望程度的面外偏转的基本上平坦的层压体。在一些实施方式中,第一基板和第二基板两者可进行不对称地回火或退火,并且所得堆叠可在层压期间进行等温加热和/或在层压之后等温冷却。在其他实施方式中,第二基板可进行不对称地回火或退火,并且所得堆叠可在层压期间进行差别加热和/或在层压之后进行差别冷却。在另外的实施方式中,第一基板可以被不对称地回火或退火,并且所得到的堆叠可以在层压期间被不同地加热和/或在层压之后进行差别冷却。因此,本文所公开的方法可包括一个或多个不对称处理步骤,在一些实施方式中,所述不对称处理步骤可抵消原本可由于使用对称处理步骤层压对称基板所致的弓形弯曲。

[0061] 与常规层压方法相比,可使用本文所公开的方法来产生具有一个或多个优点的不对称层压结构。例如,减小CTE不匹配对层压挠曲(或弓形弯曲)的影响的能力可允许对基板材料、中间层和/或层压体几何形状的更广泛的选择。此外,本发明方法可提供的对无挠曲层压体更广泛选择,诸如更大的层压结构和/或包括非常规基板组合的层压结构。因为根据本发明方法制造的层压结构可能具有很小的或没有挠曲,例如弓形弯曲,所以这类层压体的光学性能也可得到改进。最后,本文所公开的方法可能不如用于制造不对称层压体的诸如在压力下层压和/或使用不对称加热进行的层压等其他方法复杂。当然,应理解,本文所公开的层压结构和方法可能不具有以上优点中的一个或多个,但意图属于所附权利要求书的范围内。

[0062] 应了解,各种公开的实施方式可涉及结合所述特定实施方式所述的特定特征、元件或步骤。还应了解,虽然关于一个特定实施方式进行描述,但是特定特征、元件或步骤可以各种未示出的组合或排列与替代实施方式互换或组合。

[0063] 还应理解,除非相反地明确指明,否则如本文所使用的术语“所述”、“一个”或“一

个”意指“至少一个”，并且不应限于“仅一个”。因此，例如，除非上下文另外清晰指明，否则对“玻璃基板”的提及包括具有两个或更多个此类玻璃基板的示例。

[0064] 在本文中，范围可表达为从“约”一个特定值和/或至“约”另一特定值。当表达这种范围时，示例包括从一个特定值和/或至另一特定值。类似地，当通过使用先行词“约”将值表达为近似值时，应理解，特定值形成另一方面。还应理解，范围中的每一个的端值相对于另一端值并且独立于另一端值都是有意义的。

[0065] 除非另外明确陈述，否则决不意图将本文所列举的任何方法解释为要求以特定顺序执行其步骤。因此，在方法权利要求项没有实际叙述其步骤遵循的顺序或在权利要求书或描述中没有另外具体陈述步骤将限于特定顺序的情况下，决不意图推断任何特定顺序。

[0066] 虽然可使用过渡短语“包括”来公开特定实施方式的各种特征、元件或步骤，但应理解，包括可使用过渡短语“由...组成”或“基本上由...组成”的实施方式的替代实施方式是隐含的。因此，例如，对于包括A+B+C的结构隐含替代实施方式包括其中结构由A+B+C组成的实施方式和

[0067] 其中结构基本上由A+B+C组成的实施方式。

[0068] 对本领域技术人员将显而易见的是，可在不背离本发明的精神和范围的情况下对本公开内容进行各种修改和变化。由于本领域技术人员可想到结合了本公开内容的精神和实质的所公开实施方式的修改、组合、子组合和变化，因此本公开内容应被解释为包括在随附权利要求书及其等同物的范围内的所有内容。

[0069] 以下实施例意图是非限制性和仅说明性的，本发明的范围由权利要求限定。

[0070] 实施例

[0071] 对比实施例1

[0072] 使用0.7mm厚的EAGLE XG®玻璃、6mm厚的钠钙玻璃(SLG)和0.76mm厚的EVA中间层来制备尺寸为66cm×76.2cm(26"×30")的不对称层压结构。Corning EAGLE XG®基板的CTE约为 $3.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，而钠钙玻璃的CTE约为 $8.5-9.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。三个层在室温下相互接触，并在约1MPa(140psi)的压力下加热至140-150°C的层压温度，随后冷却回至室温。

[0073] 当从层压温度冷却至室温时，玻璃基板自然收缩。由于不同的CTE，这两个基板不同程度地收缩，从而产生均匀的双轴应力球面面外弓形弯曲，如图4所示。这部分的面外弓形弯曲(中心到角落或峰到谷)为1.4mm(0.5mm-(-0.9mm))。

[0074] 实施例2

[0075] 使用0.7mm厚的Corning®EAGLE XG®玻璃、6mm厚的钠钙玻璃和0.76mm的PVB中间层来制备尺寸为91.44cm×152.4cm(3'×5')的三个不对称层压结构。通过在层压期间使用绝缘毯来改变两种玻璃基板的加热或冷却速率。在实施例2A中，钠钙玻璃比EAGLE XG®玻璃快地进行冷却；在实施例2B中，钠钙玻璃比EAGLE XG®玻璃快地进行加热；在实施方式2C中，钠钙玻璃比EAGLE XG®玻璃慢地进行冷却。下表1中示出每个层压板的所得面外弓形弯曲(mm)。

[0076] 表1:层压结构的面外弓形弯曲

[0077]

实施例	差温分布	等温	具有差温
2A	更快地冷却SLG	7.1	5.9
2B	更快地加热SLG	5.75	6.4

2C	更慢地冷却SLG	7.1	13.6
----	----------	-----	------

[0078] 如表1所展示,通过与具有较低CTE (EAGLEXG®)的基板相比更慢地加热具有较大CTE (钠钙)的基板和/或将其更快地冷却,可减小两种基板的绝对膨胀差,从而减少层压板中的诱发应力和所得面外弓形弯曲。例如,在实施例2A中,当比EAGLE XG®玻璃更快地冷却钠钙玻璃时,观察到弓形弯曲减少17% (与等温处理相比)的改善。相反,当与具有较低CTE (EAGLEXG®)的基板相比更快地加热具有较大CTE (钠钙)的基板和/或将其更慢地冷却时,所得层压板的面外弓形弯曲比等温处理的层压板的弓形弯曲 (实施例2B-C) 更差。

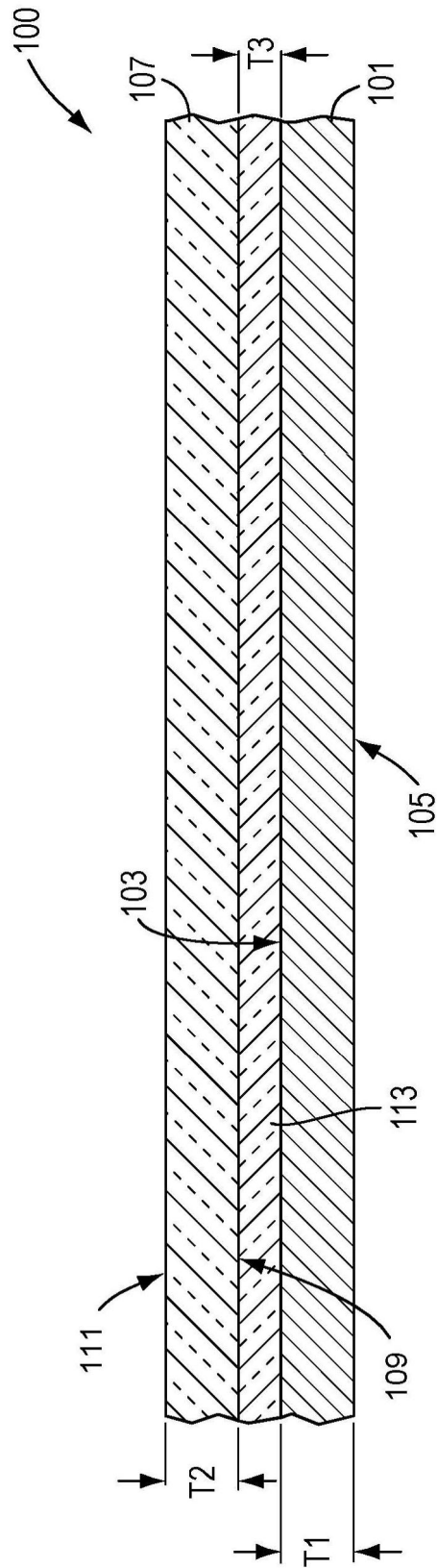


图1

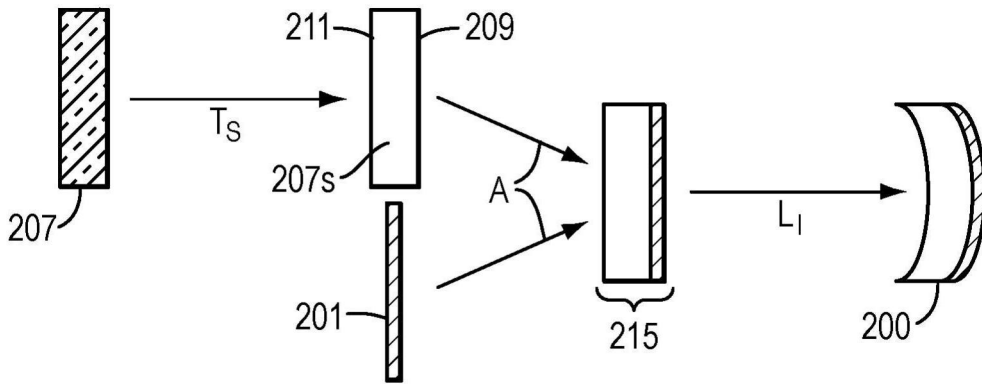


图2

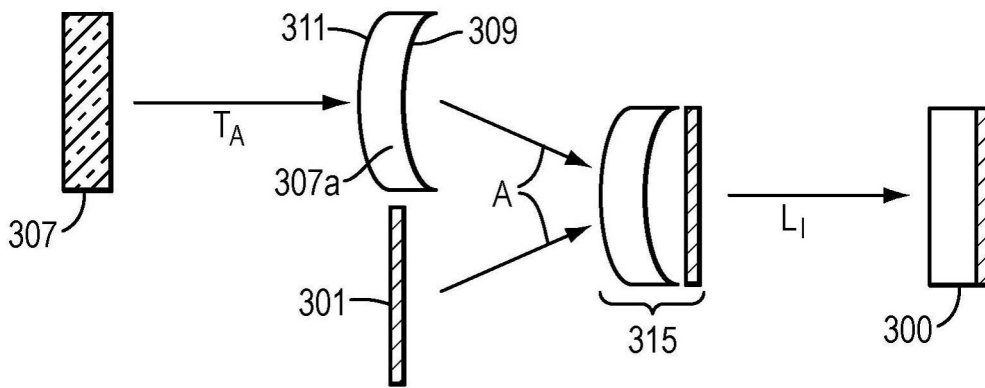


图3A

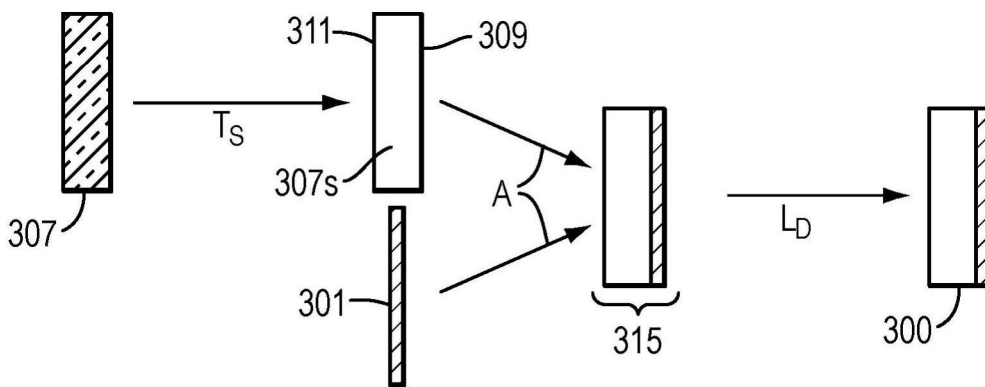


图3B

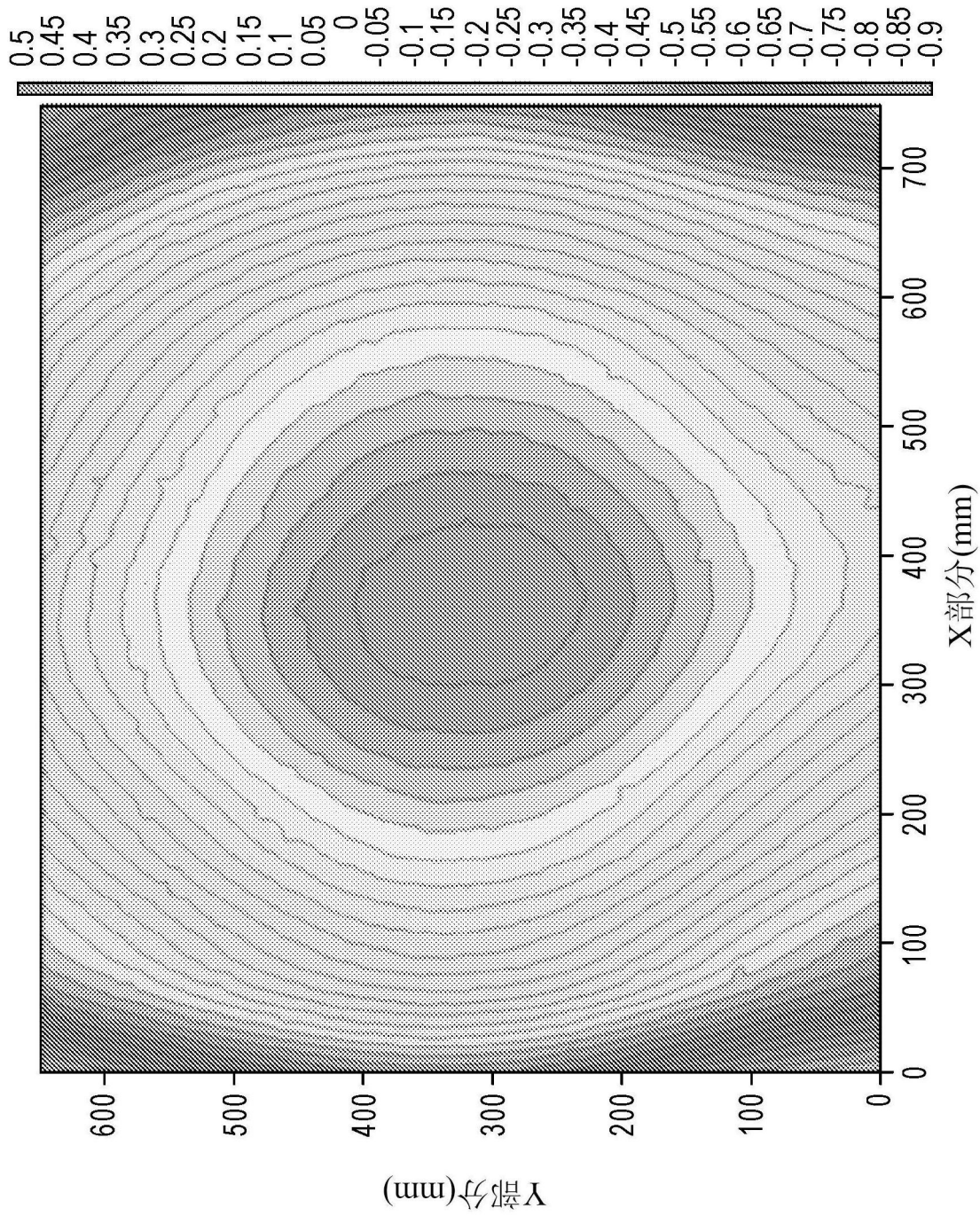


图4