



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110757898 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201911071574.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.03.06

B32B 3/26(2006.01)

(30)优先权数据

B32B 17/10(2006.01)

61/949,359 2014.03.07 US

B32B 17/06(2006.01)

(62)分案原申请数据

C03C 27/12(2006.01)

201580021799.5 2015.03.06

G02B 27/01(2006.01)

(71)申请人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 T·M·克利里 D·E·格弗尔什

R·S·普里斯特雷 王传哲

A·扎哈里安

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 徐鑫 项丹

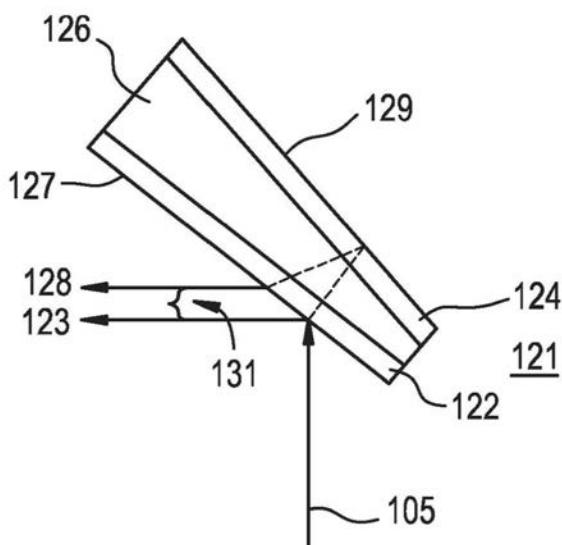
权利要求书1页 说明书15页 附图13页

(54)发明名称

用于平视显示系统的玻璃层叠结构

(57)摘要

本申请涉及用于平视显示系统的玻璃层叠结构。玻璃层叠结构，其包括非强化的外部玻璃片、强化的内部玻璃片以及位于外部玻璃片和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层。内部玻璃片的厚度可以约为0.3-1.5mm，外部玻璃片的厚度可以约为1.5-3.0mm，以及聚合物中间层的第一边缘可以具有第一厚度，与第一边缘相对的第二边缘可以具有大于第一厚度的第二厚度。其他实施方式包括外部和内部强化玻璃片以及外部强化玻璃片和内部非强化玻璃片。



1. 一种玻璃层叠体结构,其包括:

厚度是约1.5mm至约3.0mm的外部玻璃片;

厚度小于所述外部玻璃片的厚度的内部玻璃片,所述内部玻璃片的厚度是约0.3mm至约1.5mm;以及

位于所述外部玻璃片和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层,

其中,所述至少一层聚合物中间层具有第一边缘和与所述第一边缘相对的第二边缘,所述第一边缘具有第一厚度,所述第二边缘具有第二厚度,所述第二厚度大于所述第一厚度,

其中,所述内部玻璃片包含:63.5-66.5摩尔%的SiO<sub>2</sub>;8-12摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-3摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-5摩尔%的Li<sub>2</sub>O;8-18摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-5摩尔%的K<sub>2</sub>O;1-7摩尔%的MgO;0-2.5摩尔%的CaO;0-3摩尔%的ZrO<sub>2</sub>;0.05-0.25摩尔%的SnO<sub>2</sub>;0.05-0.5摩尔%的CeO<sub>2</sub>;小于50ppm的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;以及小于50ppm的Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;其中,14摩尔%≤(Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)≤18摩尔%,并且2摩尔%≤(MgO+CaO)≤7摩尔%。

2. 如权利要求1所述的玻璃层叠体结构,其中,所述内部玻璃片包括一种或多种碱土氧化物,使得碱土氧化物的含量至少约为5重量%。

3. 如权利要求1所述的玻璃层叠体结构,其中,所述内部玻璃片的厚度是约0.3mm至约0.7mm。

4. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述聚合物中间层包括单片聚合物片、多层聚合物片或者复合聚合物片。

5. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述聚合物中间层包括选自下组的材料:聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、聚碳酸酯、吸声PVB、乙烯乙酸乙烯酯(EVA)、热塑性聚氨酯(TPU)、离聚物、热塑性材料,及其组合。

6. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述聚合物中间层在所述第一边缘处的厚度是约0.4至约1.2mm。

7. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述外部玻璃片包括选自下组的材料:钠钙玻璃和经退火的玻璃。

8. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述玻璃层叠体是车辆挡风玻璃、天窗或盖板。

9. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述内部玻璃片的表面压缩应力是约250MPa至约900MPa。

10. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述内部玻璃片是Gorilla®玻璃并且包括最小波动,从而使得当在所述内部玻璃片上传输波阵面时,反射波阵面与传输的波阵面相比基本未发生变化,其中,所述波动包括干涉图样的变化。

11. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体结构,其中,所述内部玻璃片是Gorilla®玻璃并且基本不含拉制线。

12. 如权利要求1-3中任一项所述的玻璃层叠体,其中,所述内部玻璃片是Gorilla®玻璃并且包括表面波动,通过Zygo新视野干涉仪所测得的所述表面波动的峰谷表面粗糙度小于约+0.089762μm且大于约-0.0505μm。

## 用于平视显示系统的玻璃层叠结构

[0001] 本申请是国际申请号为PCT/US2015/019101,国际申请日为2015年3月6 日,进入中国国家阶段的申请号为201580021799.5,发明名称为“用于平视显示系统的玻璃层叠结构”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请交叉参考

[0003] 本申请根据35 U.S.C. §119,要求2014年3月7日提交的美国临时申请系列第61/949359号的优先权,本文以该申请为基础并将其全文通过引用结合于此。

[0004] 背景

[0005] 玻璃层叠结构可用作建筑和运输应用(包括汽车、铁路车辆和飞机)中的窗户和玻璃窗。本文所用的玻璃窗可以是壁或者其他结构的透明或半透明部分。用于建筑和汽车应用的常见类型的玻璃窗包括透明有色玻璃,包括层叠玻璃。包括用塑化聚(乙烯醇丁缩醛)(PVB)片分开的相对玻璃片的层叠玻璃窗,可用作例如窗户、挡风玻璃或者天窗。在某些应用中,希望玻璃层叠结构具有高机械强度和声衰减性质,从而提供安全阻隔的同时降低来自外部来源的声传输。

[0006] 在许多车辆应用中,燃料经济性与车辆重量相关。因此,希望降低此类应用中玻璃窗的重量,而不损害强度和声衰减性质。关于这一点,对于玻璃层叠结构来说,下述情况是优选的:相对于外部冲击事件例如蓄意强行进入或与石头或冰雹接触时具有机械牢固性,又能适当地耗散由内部冲击事件例如与乘坐者的接触(如在碰撞中)造成的能力(和裂纹)。此外,政府法规对于道路车辆正要求更高的燃料里程和更低的二氧化碳排放。因此,不断努力降低这些车辆的重量的同时维持现有政府和工业安全标准。已经开发了非玻璃窗口材料,例如聚碳酸酯,其降低了车辆重量,但是无法提供合适的环境抗性、抗碎片性和其他考虑。

[0007] 此外,工业上致力于使用具有抬头或平视显示器(HUD)的汽车玻璃窗。通常来说,采用浮法工艺制造汽车挡风玻璃;但是在制造过程期间,该工艺提供的在熔融玻璃和熔融锡之间的摩擦所产生的透明度和拉制线不足。在HUD应用中,例如,在光投射到挡风玻璃上的地方,这些线是可见的。此外,由于厚度以及各层叠结构中的玻璃片的透明度缺乏,常规HUD系统会提供双重图像或者幻影图像。

[0008] 但是,本发明的实施方式提供了明显的重量降低、安全合规性、有效的耐用性并降低了车辆撞击事件中的破裂可能性。本文的实施方式还可提供当使用HUD系统时具有优异特性的汽车玻璃窗。鉴于前文所述,需要薄的、轻量化的、高透明度玻璃窗,其具有与较厚、较重的玻璃窗相比拟的耐久性和消音性能。

[0009] 概述

[0010] 本文一般地涉及玻璃层叠结构,更具体地,涉及混合玻璃层叠结构,其包含:强化的外侧玻璃窗格和非强化的内侧玻璃窗格,强化的内侧玻璃窗格和非强化的外侧玻璃窗格,以及强化的内侧和外侧玻璃窗格。此类混合层叠结构可表征为轻量化、良好的消音性能以及高抗冲击性。具体来说,所揭示的混合层叠结构可满足用于非挡风玻璃应用的商业适用的冲击测试标准并且可以提供清楚的屏幕来向司机投射平视图像。本文所用术语“强

化”可包括化学强化、热强化(例如,热回火或者退火)、用于玻璃强化的其他技术,或其组合。

[0011] 在一些实施方式中,提供的玻璃层叠结构包括:非强化的外部玻璃片、强化的内部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层,其中,内部玻璃片的厚度约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm,外部玻璃片的厚度约为1.5-3.0mm,以及聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度,与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。

[0012] 在其他实施方式中,提供的玻璃层叠结构包括:非强化的内部玻璃片、强化的外部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层,其中,外部玻璃片的厚度约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm,其中,内部玻璃片的厚度约为1.5-3.0mm,以及其中,聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度,与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。

[0013] 在其他实施方式中,提供的玻璃层叠结构包括:强化的内部玻璃片、强化的外部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层,其中,外部和内部玻璃片的厚度分别约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm,以及其中,聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度,与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。

[0014] 在以下的详细描述中给出了要求保护的主题内容的其他特征和优点,其中的部分特征和优点对本领域的技术人员而言,根据所作描述就容易看出,或者通过实施包括以下详细描述、权利要求书以及附图在内的本文所述的所要求保护的主题而被认识。

[0015] 应理解的是,前面的一般性描述和以下的详细描述都介绍了本发明的实施方式,用来提供理解要求保护的主题的性质和特性的总体评述或框架。包括的附图提供了对本发明的进一步的理解,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。附图举例说明了本发明的各种实施方式,并与描述一起用来解释所要求保护的主题的原理和操作。

[0016] 附图简要说明

[0017] 出于说明的目的,在附图中示出目前优选的形式,但是,应理解,本文所揭示和所讨论的实施方式不限于所示的精确配置和手段。

[0018] 图1是根据本发明的一些实施方式的示例性平面混合玻璃层叠体的示意图。

[0019] 图2是根据本发明的其他实施方式的示例性弯曲混合玻璃层叠体的示意图。

[0020] 图3是根据本发明的其他实施方式的示例性弯曲混合玻璃层叠体的示意图。

[0021] 图4是根据本发明的额外实施方式的示例性弯曲混合玻璃层叠体的示意图。

[0022] 图5A是以45°入射角拍摄的1.6mm厚的钠钙玻璃片的照片。

[0023] 图5B是以45°入射角拍摄的2.1mm厚的钠钙玻璃片的照片。

[0024] 图5C是以45°入射角拍摄的0.7mm厚的Gorilla®玻璃片的照片。

[0025] 图6A和6B是1.6mm厚的钠钙玻璃片的轮廓和表面曲线测量。

[0026] 图7A和7B是0.7mm厚的Gorilla®玻璃片的轮廓和表面曲线测量。

[0027] 图8A和8B是1.6mm厚的钠钙玻璃片的Zygo强度图。

[0028] 图9A和9B是0.7mm厚的Gorilla®玻璃片的Zygo强度图。

[0029] 图10是采用HUD系统的标准挡风玻璃的图示。

[0030] 图11A、11B和11C是使用HUD系统的一些实施方式的图示。

[0031] 图12是一些实施方式的楔角与层叠结构厚度的关系图。

[0032] 图13是采用标称HUD系统参数的双重图像角度 $\Delta\theta_r$ 对于挡风玻璃厚度变化的依赖性图。

[0033] 图14是对于标称HUD系统参数的双重图像角度 $\Delta\theta_r$ 对于楔角变化的依赖性图。

[0034] 发明详述

[0035] 在以下描述中,相同的附图标记表示附图所示的若干视图中类似或相应的部分。还应理解,除非另外指出,术语如“顶部”,“底部”,“向外”,“向内”等是方便用语,不构成对术语的限制。此外,每当将一个组描述为包含一组要素中的至少一个要素和它们的组合时,应将其理解为所述组可以单个要素或相互组合的形式包含任何数量的这些所列要素,或者主要由它们组成,或者由它们组成。

[0036] 类似地,每当将一个组描述为由一组要素中的至少一个要素或它们的组合组成时,应将其理解为所述组可以单个要素或相互组合的形式由任何数量的这些所列要素组成。除非另外说明,否则,列举的数值范围同时包括所述范围的上限和下限。除非另外说明,否则,本文所用的不定冠词“一个”和“一种”及其相应的定冠词“该”表示“至少一个(个/种)”,或者“一(个/种)或多(个/种)”。

[0037] 提供以下对本发明的描述,作为按其目前已知的最佳实施方式来揭示本发明内容。本领域技术人员将会认识到,可以对本文所述的实施方式做出许多改变,同时仍能获得本发明的有益结果。还显而易见的是,本发明所需的有益结果中的一部分可以通过选择本发明的一些特征而不利用其他的特征来获得。因此,本领域技术人员会认识到,对本发明的许多更改和修改都是可能的,在某些情况下甚至是理想的,并且是本发明的一部分。因此,提供以下描述作为对本发明原理的说明,不构成对本发明的限制。

[0038] 本领域技术人员应理解的是,本文所述的示例性实施方式可以具有各种改进而不背离本发明的精神和范围。因此,描述并不旨在也不应理解为限制于给出的例子,而是应该具有所附权利要求及其等价形式所提供的完全保护范围。此外,还可使用本发明的一些特征,而相应地不使用其它特征。因此,以下提供示例或示意实施方式的描述,来说明本发明的原理,而不构成其限制,且可包括对本发明的修改和置换。

[0039] 本文所揭示的玻璃层叠结构可构造成包括:外部强化玻璃片和内部非强化玻璃片,外部非强化玻璃片和内部强化玻璃片,或者外部和内部强化玻璃片。如本文所限定,当使用玻璃层叠结构时,外部玻璃片会接近或接触环境,而内部玻璃片会接近或接触结合了玻璃层叠构成的结构或车辆(例如汽车)的内部(例如,客舱)。

[0040] 如图1所示是示例性玻璃层叠结构。玻璃层叠结构100包括外部玻璃片110、内部玻璃片120和聚合物中间层130。聚合物中间层可以分别与相应的外部玻璃片和内部玻璃片直接物理接触(例如,与它们层叠)。在所示的非限制性实施方式中,聚合物中间层130是非楔型中间层。外部玻璃片110具有外表112和内表面114。类似地,内部玻璃片120具有外表面122和内表面124。如示意性实施方式所示,外部玻璃片110的内表面114和内部玻璃片120的内表面124分别与聚合物中间层130接触。

[0041] 在使用过程中,希望玻璃层叠结构能够抵抗响应外部冲击事件的破裂。但是,响应内部冲击事件,例如玻璃层叠体被车辆的乘坐者撞击时,希望所述玻璃层叠体将乘坐者保持在车辆中,且耗散冲击后的能量以使得损伤最小化。模拟发生于车辆内部的冲击事件的ECE R43人头模型测试,是要求层叠玻璃窗响应规定的内部冲击而碎裂的常规测试。

[0042] 不希望受到理论的限制,当玻璃片/聚合物中间层/玻璃片层叠体的一块窗格受到冲击时,受冲击玻璃片的相对表面以及相对玻璃片的外表面处于拉伸状态中。玻璃片/聚合物中间层/玻璃片层叠体在双轴向负载下计算的应力分布表明:负载率低时,受到冲击的玻璃片的相对表面的拉伸应力的大小可相当于(或甚至稍微大于)相对玻璃片的外表面所经受的拉伸应力的大小。但是,当负载率高时(这通常也是汽车中经受的冲击的特点),相对玻璃片的外表面的拉伸应力的大小,可能远大于受到冲击的玻璃片的相对表面的拉伸应力。如本文所揭示,通过将混合玻璃层叠结构构造成具有化学强化的外部玻璃片和非化学强化的内部玻璃片,可同时优化对于外部冲击事件和内部冲击事件的抗冲性。

[0043] 合适的内部或外部玻璃片可以是非强化的玻璃片,或者也可以是强化的玻璃片。(无论是强化或者非强化的)玻璃片,都可包括钠钙玻璃,铝硅酸盐、硼铝硅酸盐或者碱性铝硅酸盐玻璃。任选地,内部玻璃片可进行热强化。在将钠钙玻璃用作非化学强化的玻璃片的实施方式中,可以使用常规的装饰材料和方法(例如玻璃料釉和丝网印刷),这可简化玻璃层叠结构制造工艺。可将有色钠钙玻璃片结合到混合玻璃层叠结构中,从而实现电磁谱上所需的透过率和/或衰减。

[0044] 可以通过离子交换过程对合适的外部或内部玻璃片进行化学强化。在该过程中,通常将玻璃片在熔盐浴中浸没一段预定的时间,玻璃片表面处或者表面附近的离子与来自盐浴的较大金属离子发生交换。在一个实施方式中,熔盐浴的温度约为430°C,预定的时间约为8小时。较大离子结合到玻璃中,通过在近表面区域产生压缩应力来强化玻璃片。在玻璃的中心区域内诱发了相应的拉伸应力,以平衡压缩应力。

[0045] 适用于形成混合玻璃层叠结构的示例性可离子交换玻璃是钠钙玻璃、碱性铝硅酸盐玻璃或者碱性铝硼硅酸盐玻璃,但是也考虑其他玻璃组合物。如本文所用,“可离子交换”表示玻璃能够通过尺寸更大或更小的同价态阳离子交换位于玻璃表面处或附近的阳离子。一种示例性玻璃组合物包含SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Na<sub>2</sub>O,其中,(SiO<sub>2</sub>+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)≥66摩尔%,并且Na<sub>2</sub>O≥9摩尔%。在一个实施方式中,玻璃片包含至少6重量%的氧化铝。在另一个实施方式中,玻璃片包含一种或多种碱土氧化物,使得碱土氧化物的含量至少为5重量%。在一些实施方式中,合适的玻璃组合物还包含K<sub>2</sub>O、MgO和CaO中的至少一种。在一个特定实施方式中,玻璃可包含61-75摩尔%的SiO<sub>2</sub>;7-15摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-12摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;9-21摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-4摩尔%的K<sub>2</sub>O;0-7摩尔%的MgO;以及0-3摩尔%的CaO。

[0046] 适合形成混合玻璃层叠结构的另一种示例性玻璃组合物包含:60-70摩尔%的SiO<sub>2</sub>;6-14摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-15摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-15摩尔%的Li<sub>2</sub>O;0-20摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-10摩尔%的K<sub>2</sub>O;0-8摩尔%的MgO;0-10摩尔%的CaO;0-5摩尔%的ZrO<sub>2</sub>;0-1摩尔%的SnO<sub>2</sub>;0-1摩尔%的CeO<sub>2</sub>;小于50ppm的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;以及小于50ppm的Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;其中12摩尔%≤(Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)≤20摩尔%,并且0摩尔%≤(MgO+CaO)≤10摩尔%。

[0047] 另一种示例性玻璃组合物包含:63.5-66.5摩尔%的SiO<sub>2</sub>;8-12摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-3摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-5摩尔%的Li<sub>2</sub>O;8-18摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-5摩尔%的K<sub>2</sub>O;1-7摩尔%的MgO;0-2.5摩尔%的CaO;0-3摩尔%的ZrO<sub>2</sub>;0.05-0.25摩尔%的SnO<sub>2</sub>;0.05-0.5摩尔%的CeO<sub>2</sub>;小于50ppm的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;以及小于50ppm的Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;其中,14摩尔%≤(Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)≤18摩尔%,并且2摩尔%≤(MgO+CaO)≤7摩尔%。

[0048] 在一个具体实施方式中,碱性铝硅酸盐玻璃包含氧化铝、至少一种碱金属以及,

在一些实施方式中大于50摩尔%的SiO<sub>2</sub>,在另一些实施方式中至少58 摩尔%的SiO<sub>2</sub>,以及在其他实施方式中至少60摩尔%的SiO<sub>2</sub>,其中比例  $\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{改性剂}} > 1$ ,其中组分的比例以摩尔%计,改性剂是碱金属氧化物。在具体 实施方式中,该玻璃包括下述组分、基本由下述组分组成或者由下述组分组成: 58-72摩尔%的SiO<sub>2</sub>;9-17摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;2-12摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;8-16摩尔%的 Na<sub>2</sub>O;以及0-4摩尔%的K<sub>2</sub>O,其中比例  $\frac{Al_2O_3 + B_2O_3}{\sum \text{改性剂}} > 1$ 。

[0049] 在另一个实施方式中,碱性铝硅酸盐玻璃包含以下组分、基本由以下组分 组成或者由以下组分组成:61-75摩尔%的SiO<sub>2</sub>;7-15摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-12摩 尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;9-21摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-4摩尔%的K<sub>2</sub>O;0-7摩尔%的MgO;以 及0-3摩尔%的CaO。

[0050] 在另一个实施方式中,碱性铝硅酸盐玻璃基材包含以下组分、基本由以下 组分组成或者由以下组分组成:60-70摩尔%的SiO<sub>2</sub>;6-14摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-15 摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-15 摩尔%的Li<sub>2</sub>O;0-20摩尔%的Na<sub>2</sub>O;0-10摩尔%的K<sub>2</sub>O; 0-8摩尔%的MgO;0-10摩尔%的CaO; 0-5摩尔%的ZrO<sub>2</sub>;0-1摩尔%的SnO<sub>2</sub>; 0-1摩尔%的CeO<sub>2</sub>;小于50ppm的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;以及小于50ppm 的Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;其中 12摩尔%≤Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O≤20摩尔%,0摩尔%≤MgO+CaO≤10摩尔%。

[0051] 在另一个实施方式中,碱性铝硅酸盐玻璃包含以下组分、主要由以下组分 组成或者由以下组分组成:64-68摩尔%的SiO<sub>2</sub>;12-16摩尔%的Na<sub>2</sub>O;8-12 摩尔%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0-3摩尔%的B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;2-5摩尔%的K<sub>2</sub>O;4-6摩尔%的MgO;以 及0-5摩尔%CaO,其中66摩尔%≤SiO<sub>2</sub>+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO≤69摩尔%;Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MgO+CaO+SrO>10摩尔%;5摩尔%≤MgO+CaO+SrO≤8 摩尔 %;(Na<sub>2</sub>O+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)≤Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤2摩尔%;2摩尔%≤Na<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤6摩尔%;以 及4摩尔%≤(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤10摩尔%。

[0052] 在一些实施方式中,化学强化玻璃以及非化学强化玻璃可以配有0-2摩尔 %的选自下组的至少一种澄清剂,该组包括:Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、NaCl、NaF、NaBr、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、KCl、KF、KBr和SnO<sub>2</sub>。

[0053] 在一个示例性实施方式中,化学强化玻璃中的钠离子可以被来自熔盐浴的 钾离子替换,但是具有较大原子半径的其他碱金属离子(例如铷或铯)也可以 替换玻璃中较小的碱金属离子。根据具体实施方式,玻璃中较小的碱金属离子 可以被Ag<sup>+</sup>离子替换。类似地,其它碱金属盐,例如但不限于硫酸盐以及卤化 物等,可以用于离子交换过程。

[0054] 在低于玻璃网络会发生松弛的温度下用较大离子替换较小离子,在玻璃表 面上产生离子分布,这导致应力曲线。进入的离子的较大体积在表面上产生压 缩应力(CS),在 玻璃中心产生张力(中心张力,或者CT)。压缩应力与中 心张力的关系如下式所示:

$$[0055] CS = CT \left( \frac{t - 2DOL}{DOL} \right)$$

[0056] 式中,t是玻璃片的总厚度,以及DOL是交换深度,也称为层深度。

[0057] 根据各个实施方式,混合玻璃层叠结构包括离子交换的玻璃,其可以具有 多种所需性质,包括轻量化、高抗冲性和改善的声衰减。在一个实施方式中, 化学强化玻璃片的表面压缩应力可以至少为300MPa,例如至少400、450、500、 550、600、650、700、750或者 800MPa,层深度至少约为20μm(例如,至 少约为20、25、30、35、40、45或者50μm),且/或中心 张力大于40MPa(例 如,大于40、45或者50MPa),但是小于100MPa(例如,小于100、95、 90、

85、80、75、70、65、60或者55MPa)。

[0058] 化学强化的玻璃片的弹性模量可以约为60-85GPa(例如,60、65、70、75、80或85GPa)。玻璃片和聚合物中间层的弹性模量可同时影响所得到的玻璃层叠结构的机械性质(例如,挠度和强度)以及声性能(例如,穿透损耗)。

[0059] 可以通过热回火过程或者退火过程对合适的外部或内部玻璃片进行热强化。经热强化的玻璃片的厚度可以小于约2mm或者小于约1mm。

[0060] 示例性玻璃片成形方法包括熔合拉制和狭缝拉制工艺,其例子分别是下拉法和浮法。强化和非强化的玻璃片都可以用这些方法形成。熔合拉制工艺使用拉制容器,其具有用来接受熔融玻璃原料的通道。通道具有堰,其沿着通道的长度在通道两侧的顶部开放。当用熔融材料填充通道时,熔融玻璃从堰溢流。在重力的作用下,熔融玻璃从拉制容器的外表面流下。这些外表面向下且向内延伸,从而它们在拉制容器下方的边缘处结合。两个流动玻璃表面在该边缘处结合,从而熔合并形成单个流动片材。熔合拉制法的优点在于,由于从通道上流过的两块玻璃膜熔合在一起,因此所得到的玻璃片的任一外表面都没有与设备的任何部件相接触。因此,熔合拉制玻璃片的表面性质不受到此类接触的影响。

[0061] 狹缝拉制法与熔合拉制法不同。在此方法中,将熔融原料玻璃提供到拉制容器。拉制容器的底部具有开放狭缝,其具有沿着狭缝的长度延伸的喷嘴。熔融玻璃流过狭缝/喷嘴,以连续的片材下拉并进入退火区。狭缝拉制工艺可以比熔合拉制工艺提供更薄的片材,因为仅有单片被拉制通过狭缝,而不是将两片熔合在一起。

[0062] 下拉工艺生产具有均匀厚度和较原始加工表面的玻璃片。因为玻璃表面的强度受到表面瑕疵的量和尺寸的控制,因此接触程度最小的原始表面具有较高的初始强度。当随后对该高强度玻璃进行化学强化时,所得到的强度可高于已经进行过磨光和抛光的表面的强度。下拉玻璃可以拉制成厚度小于约2mm。此外,下拉玻璃具有非常平坦、光滑的表面,使得可用于其最终应用而无需高成本的研磨和抛光。

[0063] 在浮法玻璃方法中,可通过使得熔融玻璃在熔融金属(通常是锡)床上浮动,来制造可表征为具有光滑表面和均匀厚度的玻璃片。在示例性过程中,将熔融玻璃进料到熔融锡床表面上,形成浮动带。随着玻璃带沿着锡浴流动,温度逐渐降低直至可以将固体玻璃片从锡上举起到辊上。一旦离开浴,可以对玻璃片进行进一步冷却并退火以降低内应力。

[0064] 玻璃片可用于形成玻璃层叠结构。如本文所限定,在一个实施方式中,混合玻璃层叠结构可以包括朝向外部的强化玻璃片,朝向内部的非强化玻璃片,以及形成在玻璃片之间的聚合物中间层。另一种混合玻璃层叠结构可以包括朝向外部的非强化玻璃片,朝向内部的强化玻璃片,以及形成在玻璃片之间的聚合物中间层。聚合物中间层可包含整体式聚合物片、楔形聚合物片、多层聚合物片或者复合聚合物片。聚合物中间层可以是,例如,塑化聚(乙烯醇缩丁醛)片。

[0065] 可以采用各种工艺形成玻璃层叠结构。在示例性实施方式中,组装涉及敷设第一玻璃片,将聚合物中间层(例如PVB片)铺在其上,敷设第二玻璃片,以及随后裁剪超出玻璃片边缘的过量PVB。粘结步骤可包括从界面处排出大部分的空气,并使PVB与玻璃片部分粘合。通常在提升的温度和压力下进行的精整步骤完成了各块玻璃片与聚合物中间层的匹配。在前述实施方式中,所述第一片可以是化学强化的玻璃片,以及所述第二片可以是非化学强化的玻璃片,反之亦然。虽然上文描述的中间层是单层和/或是基本平坦的,但是本

文所附的权利要求书不限于此。例如，中间层可以是楔形的和/或可以是多层材料，其包括在部分或者全部中间层上的有色层、IR隔绝或者隔热层、隔声层等。在一个实施方式中，示例性楔形中间层可以在层叠结构的第一边缘具有约为0.8mm的厚度。在与层叠结构的第一边缘相对的第二边缘，中间层的厚度可以约为1.0 mm。当然，这些厚度仅仅是示例性的，且不应限制本文所附权利要求的范围。

[0066] 可以将热塑性材料(例如PVB)用作预先形成的聚合物中间层。在某些实施方式中，热塑性层的厚度可以至少为0.125mm(例如，0.125、0.25、0.38、0.5、0.7、0.76、0.81、1、1.14、1.19或者1.2mm)。热塑性层的厚度可以小于或等于1.6mm(例如，0.4-1.2mm，例如约0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1或1.2mm)。热塑性层可以覆盖玻璃的两个相反主表面的大部分，或者优选地基本上全部覆盖。它还可覆盖玻璃的边缘面。可以将与热塑性层接触的玻璃片加热至高于热塑性材料的软化点，例如比软化点高至少5°C或10°C，以促进热塑性材料与各个玻璃片的粘结。可以在玻璃与热塑性层接触的情况下，在压力下进行加热。

[0067] 选择市售可得的聚合物中间层材料总结于表1，其还提供每种产品样品的玻璃转化温度和模量。从供应商的技术数据页或者采用DSC 200差示扫描量热仪(日本精工仪器公司(Seiko Instruments Corp., Japan))或者通过用于玻璃转化和模量数据的ASTM D638方法，来分别确定玻璃转化温度和模量数据。用于ISD树脂的丙烯酸类/硅酮树脂材料的进一步描述见美国专利第5,624,763号，吸声改性的PVB树脂的描述见日本专利第05138840号，它们的全文分别通过引用结合入本文。

[0068] 表1：示例性聚合物中间层材料

	中间层材料	T <sub>g</sub> (°C)	模量, psi (MPa)
[0069]	EVA(美国康涅狄格州恩菲尔德 STR 公司(STR Corp., Enfield, CT))	-20	750-900 (5.2-6.2)
	EMA (美国德克萨斯州贝敦市埃克森化学公司 (Exxon Chemical Co., Baytown, TX))	-55	<4,500 (27.6)
	EMAC (美国德克萨斯州奥兰治市雪佛兰公司 (Chevron Corp., Orange, TX))	-57	<5,000 (34.5)
	塑化 PVC (美国俄亥俄州雅芳湖吉纶公司(Geon Company, Avon Lake, OH))	-45	<1500 (10.3)
	塑化 PVB (美国密苏里州圣路易斯市首诺公司 (Solutia, St.Louis, MO))	0	<5000 (34.5)
	聚乙烯, 金属茂催化 (美国德克萨斯州贝敦市埃克森化学公司(Exxon Chemical Co., Baytown, TX))	-60	<11,000 (75.9)
	聚氨酯硬度 (97 肖氏 A 硬度)	31	400
	半刚性聚氨酯 (78 肖氏 A 硬度)	-49	54
	ISD 树脂 (美国明尼苏达州明尼阿波利斯市 3M 公司 (3M Corp., Minneapolis, MN))	-20	
	声改性 PVB (日本大阪市积水 KKK 公司(Sekisui KKK, Osaka, Japan)))		140
	Uvekol A (液态可固化树脂) (美国纽约州森林公园赛泰克公司(Cytec, Woodland Park, NJ))		

[0070] 可以在混合玻璃层叠结构中结合一层或多层聚合物中间层。多层中间层可以提供互补或不同的功能性,包括促进粘附、控制吸声、控制UV透射率、调色、染色和/或控制IR透射率。

[0071] 聚合物中间层的弹性模量可以约为1-75MPa (例如,约为1、2、5、10、20、25、50或75MPa)。对于1Hz的负荷率 (loading rate),标准PVB中间层的弹性模量可以约为15MPa,吸声等级PVB中间层的弹性模量可以约为2 MPa。

[0072] 在层叠过程中,通常将中间层加热至实现中间层软化的温度,这促进了中间层与玻璃片的相应表面的共形匹配。对于PVB,层叠温度可以约为140°C。中间层材料中流动的聚合物链与玻璃表面建立键合,这促进了粘附。提升的温度还加速了残留的空气和/或水分从玻璃-聚合物界面扩散出去。

[0073] 施加压力同时促进了中间层材料的流动并抑制了气泡的形成,否则水的蒸汽压

与界面处俘获的空气结合起来可能会导致气泡的形成。为了抑制气泡的形成,对高压釜中的组件同时加热和加压。

[0074] 混合玻璃层叠结构可提供有益的效果,包括噪声衰减、降低UV和/或IR光透射,和/或增加窗口的美观性。包含所揭示的玻璃层叠结构的单片玻璃片以及所形成的层叠体可以用以下一个或多个属性进行表征,包括:组成、密度、厚度、表面形貌以及各种性质,包括光学性质、声衰减性质以及机械性质如抗冲性。本文描述了混合玻璃层叠结构的各个方面。

[0075] 示例性混合玻璃层叠结构可适于用作例如窗户或者玻璃窗,并且构造成任意合适的尺寸和大小。在一些实施方式中,玻璃层叠结构的长度和宽度可以独立地从10cm变化至1m或更大(例如,0.1、0.2、0.5、1、2或5m)。独立地,玻璃层叠体可具有大于0.1m<sup>2</sup>的面积,例如大于0.1、0.2、0.5、1、2、5、10或25m<sup>2</sup>。

[0076] 示例性混合玻璃层叠结构可以是基本平坦的或者对于某些应用是具有形状的。例如,用于挡风玻璃或盖板的玻璃层叠结构可以成形为弯曲或者具有形状的部件。具有形状的玻璃层叠体的结构可以是简单或复杂的。在某些实施方式中,具有形状的玻璃层叠结构可以具有复杂曲率,其中,玻璃片在两个独立方向上具有不同的曲率半径。从而此类具有形状的玻璃片可以表征为具有“交叉曲率”,其中,玻璃沿着平行于给定维度的轴弯曲,还沿着垂直于该相同维度的轴弯曲。例如,通常测得的汽车天窗约为0.5m x 1.0m,沿短轴的曲率半径为2-2.5m,沿长轴的曲率半径为4-5m。

[0077] 根据某些实施方式,可以通过弯曲因子来定义具有形状的玻璃层叠结构,其中,对于给定的部件,弯曲因子等于沿着给定轴的曲率半径除以该轴的长度。因此,对于沿0.5m和1.0m的各轴的曲率半径分别为2m和4m的示例性汽车天窗,沿各轴的弯曲因子是4。具有形状的玻璃层叠结构的弯曲因子可以为2-8(2、3、4、5、6、7或8)。

[0078] 图2显示了示例性的具有形状的玻璃层叠结构200。具有形状的玻璃层叠结构200包括在层叠体的凸表面上形成的外部(强化)玻璃片110,同时在层叠体的凹表面上形成的内部(非强化)玻璃片120。但是,应理解,非示意性实施方式的凸面可包括非强化玻璃片,同时相对凹表面可包括强化玻璃片。还应理解的是,非示意性实施方式的凸表面和凹表面都可包括化学强化玻璃片。

[0079] 图3是本文其他实施方式的横截面图。图4是本文的额外实施方式的透视图。参见图3和4以及上文段落中的讨论,示例性层叠结构10可以包括化学强化玻璃(例如Gorilla®玻璃)的内层16。该内层16可以经过热处理、离子交换和/或退火。外层12可以是非化学强化的玻璃片,例如常规钠钙玻璃或者经退火的玻璃等。层叠结构10还可包括位于外玻璃层和内玻璃层之间的聚合物中间层14。玻璃的内层16的厚度可以小于或等于1.0mm,并且残留表面CS水平约为250-350MPa,DOL大于60微米。在另一个实施方式中,内层16的CS水平优选约为300MPa。在一个实施方式中,中间层14的厚度可以约为0.8mm。示例性中间层14可以包括但不限于聚乙烯醇缩丁醛或者本文所述的其他合适的聚合物材料。其他中间层14可以包括楔形中间层(例如,单层,多层结构,所述多层结构包括在部分或者全部多层结构上的有色层,IR隔绝层或者隔热层,隔声层等)。在额外的实施方式中,可以对外层12和/或内层16的任意表面进行酸蚀刻,以改善对于外部冲击事件的耐用性。例如,在一个实施方式中,外层12的第一表面13可以经过酸蚀刻和/或内层的另一表面17可以经

过酸蚀刻。在另一个实施方式中，外层的第一表面15可以经过酸蚀刻和/或内层的另一表面19可以经过酸蚀刻。从此类实施方式可以提供层叠构造，其明显比常规层叠结构更轻，并且其符合规定冲击要求。外层12和/或内层16的示例性厚度可以是约为0.3-1.5mm，0.5mm至1.5mm至2.0mm，或者更厚。

[0080] 在优选的实施方式中，薄的化学强化内层16的表面应力可以约为250-900 MPa，并且厚度可以约为0.5-1.0mm。在该实施方式中，外层12可以是经过退火(非化学强化)的玻璃，厚度约为1.5-3.0mm或者更厚。当然，在各个层叠结构10中，外层12和内层16的厚度可以是不同的。示例性层叠结构的另一个优选实施方式可以包括0.7mm的化学强化玻璃的内层、约为0.76mm厚的聚乙烯醇缩丁醛层以及2.1mm的经退火玻璃的外层。

[0081] 在一些实施方式中，示例性混合玻璃层叠结构可用于具有平视或抬头显示(HUD)系统的交通工具(汽车和飞行器等)。根据一些实施方式，熔融形成的透明度可以优于通过浮法形成的玻璃，从而提供更好的驾驶经历并且改善安全性，因为可以更容易地读取信息，不容易分散注意力。非限制性HUD系统可以包括投影单元、组合器以及视频生成计算机。示例性HUD中的投影单元可以是光学准直仪，其具有凸透镜或者凹面镜，在其焦距处具有显示器(例如，光波导、扫描激光器、LED、CRT或者视频成像仪等)，但不限于此。投影单元可用于产生所需的图像。在一些实施方式中，HUD系统还可包括组合器或者分束器，改变来自投影单元的投影图像的方向，从而改变或更改视域和投影图像。一些组合器可以包括特殊涂层，以对投影到其上的单色光进行反射，同时允许其他光波长穿过。在额外的实施方式中，组合器也可以是曲面的，从而对来自投影单元的图像进行重新聚焦。任意示意性HUD系统还可包括处理系统，以提供投影单元和可用交通工具系统之间的界面，由此可以接受、操作、监测和/或显示数据。一些处理系统还可用子产生待通过投影单元进行显示的图像和符号。

[0082] 使用此类示例性HUD系统，可以通过将来自HUD系统的图像投影到示例性玻璃层叠结构10的朝内表面19上，来产生信息显示(例如，数字、图像、方向或者字符等)。然后，玻璃层叠结构10可以改变图像的方向，从而使其处于驾驶员的视域内。在一些实施方式中，中间层14可以包括额外的膜，其反射投影仪的特定光波长(分束器)。可以在一些实施方式中采用额外的中间层(例如，偏振膜等)，它们取决于各HUD系统的设计及其光源。

[0083] 因此，根据一些实施方式的示例性玻璃层叠结构可以为玻璃的内片16提供薄的原始表面19。在一些实施方式中，可以将熔合拉制的Gorilla玻璃用作内片。此类玻璃不含任何通过浮法制造的常规玻璃(例如，钠钙玻璃)所通常具有的浮线(float line)。图5A是以45°入射角拍摄的1.6mm厚的钠钙玻璃片的照片。图5B是以45°入射角拍摄的2.1mm厚的钠钙玻璃片的照片。图5C是以45°入射角拍摄的0.7mm厚的Gorilla玻璃片的照片。如图5A、5B和5C所证实，Gorilla玻璃片不具有拉制线外观(其会导致图5A和5B中的钠钙玻璃片的重影)。

[0084] 申请人所进行的表面测量表明，通过Zygo新视野干涉仪测得Gorilla玻璃和钠钙玻璃片之间的峰谷表面粗糙度存在一个数量级的增加。图6A和6B是1.6mm厚的钠钙玻璃片沿着线50的轮廓和表面曲线测量。图7A和7B是0.7mm厚的Gorilla®玻璃片沿着线52的轮廓和表面曲线测量。如这些附图所示，通过浮法形成的钠钙玻璃的表面波动变化极大(例如，多达约+0.089762μm至-0.0505μm)，并且申请人发现对HUD显示器中所看到的重影具有贡

献。相比较而言,发现Gorilla玻璃片具有最小波动,如图7A和7B所示。

[0085] 采用Zygo GPI干涉仪对1.6mm厚的钠钙玻璃和0.7mm厚的Gorilla玻璃样品进行测量,确定拉制线对于玻璃片上的传输波阵面的影响。在不具有本体不均匀性(例如,没有拉制线)的情况下,离开的波阵面或者反射波阵面保持基本未变化;但是,当存在本体不均匀性时(钠钙玻璃),离开的波阵面或者反射波阵面变得扭曲。图8A和8B是1.6mm厚的钠钙玻璃片的Zygo强度图,以及图9A和9B是0.7mm厚的Gorilla玻璃片的Zygo强度图。参见图8A和8B,相比于扩展通过Gorilla玻璃片的波阵面(图9A和9B),在钠钙玻璃片的干涉图样中观察到高得多且更为剧烈的周期性变化,显示更大的波阵面扭曲(因而具有重影效应)。

[0086] 根据本文实施方式的HUD可用于机动车、飞行器、合成视觉系统和/或面具显示器(例如,头戴式显示器,例如护目镜、面具以及头盔等),其采用本文所述的示例性玻璃层叠结构。此类HUD系统可以通过玻璃层叠结构将关键信息(速度、燃料、温度、转向信号、警告信息)等投射到驾驶员前方。在其他实施方式中,HUD系统可以采用具有平坦或者楔形聚合物中间层的玻璃层叠结构。但是,应注意的是,除了上文所述的玻璃片的组成和类型之外,玻璃层叠结构的几何形貌也会对为用户或驾驶员所提供的图像质量产生影响。图10以及11A-11C图示了采用HUD系统的标准挡风玻璃(图10)以及采用HUD系统的一些实施方式(图11A-11C)。参见图10,显示标准挡风玻璃101具有平坦形状的聚合物中间层106,其位于第一和第二钠钙玻璃片102、104之间。可以从HUD系统或者投影仪投影图像(速度、燃料、温度、转向信号、警告信息等)105到标准挡风玻璃101上,从而产生来自第一钠钙玻璃片102的内表面107的第一图像103以及从第二钠钙玻璃片104的外表面109反射并传输通过挡风玻璃的图像105的第二图像108。第二图像108通过挡风玻璃的大传播距离导致第一和第二图像106、108之间的较大间隙111。该间隙通常称作重影或者导致提供到观察者的模糊复合图像。

[0087] 参见图11A,根据本文实施方式的一些示例性玻璃层叠结构121可以包括位于第一和第二化学强化玻璃片122、124(例如,Gorilla玻璃)之间的楔形聚合物中间层126。可以从HUD系统或者投影仪投影图像(速度、燃料、温度、转向信号、警告信息等)105到结构121上,从而产生来自第一化学强化玻璃片122的内表面127的第一图像122以及从第二化学强化玻璃片124的外表面129反射并传输通过结构的图像105的第二图像128。该第二图像128通过结构121的短传播距离导致第一和第二图像126、128之间的小间隙131(如果存在的话),并且导致提供到观察者的高质量复合图像。类似地,参见图11B,其他示例性玻璃层叠结构140可以包括位于内部非化学强化玻璃片142和外部化学强化玻璃片144之间的楔形聚合物中间层126。可以从HUD系统或者投影仪投影图像(速度、燃料、温度、转向信号、警告信息等)105到结构140上,从而产生来自内部非化学强化玻璃片142的内表面147的第一图像143,以及从外部化学强化玻璃片144的外表面149反射并传输通过结构的图像105的第二图像148。该第二图像148通过结构140的短传播距离导致第一和第二图像146、148之间的小间隙150(如果存在的话),并且导致提供到观察者的高质量复合图像。参见图11C,其他示例性玻璃层叠结构160可以包括位于内部化学强化玻璃片162和外部非化学强化玻璃片164之间的楔形聚合物中间层126。可以从HUD系统或者投影仪投影图像(速度、燃料、温度、转向信号、警告信息等)105到结构160上,从而产生来自内部化学强化玻璃片162的内表面167的第一图像163以及从外部非化学强化玻璃片164的外表面169反射并传输

通过结构的图像105的第二图像168。该第二图像168通过结构160的短传播距离导致第一和第二图像166、168之间的小间隙170(如果存在的话),并且导致提供到观察者的高质量复合图像。

[0088] 应注意的是,HUD系统对于反射介质的角度(例如,挡风玻璃位置)是敏感的。因而,相比于根据本文实施方式的示例性结构的间隙(如果存在的话),相对于水平方向呈现更为锐角的标准挡风玻璃所展现出来的间隙会是更为明显可注意到的。因而,本文所述的实施方式可以通过更为宽松的挡风玻璃制造规格来提供产率,并且可以实现更宽的可视角。

[0089] 虽然本文描述的楔形中间层是单层,但是本文所附的权利要求书不应限于此。例如,楔形中间层可以是多层材料,其包括在部分或者全部中间层上的有色层、IR隔绝层或者隔热层、隔声层等。在一个实施方式中,示例性楔形中间层可以在层叠结构的第一边缘具有约为0.8mm的厚度。在与层叠结构的第一边缘相对的第二边缘,中间层的厚度可以约为1.0mm。当然,这些厚度仅仅是示例性的,且不应限制本文所附权利要求的范围。

[0090] 图12是一些实施方式的楔角与层叠结构厚度的关系图。参见图12,发现楔角 $\alpha$ 对于玻璃层叠结构(例如挡风玻璃等)的厚度具有线性依赖性,采用标称HUD系统参数(例如,曲率半径 $R_c=8301\text{mm}$ ,源距离 $R_i=1000\text{mm}$ ,折射率 $n=1.52$ ,以及入射角 $\theta=62.08^\circ$ )。如图12所示,发现消除叠影所需的楔角 $\alpha$ 随着挡风玻璃厚度线性下降。也就是说,对于标称挡风玻璃参数,当厚度降低0.7mm时,楔角从约为0.475毫弧度降低至约为0.4毫弧度。

[0091] 图13是采用标称HUD系统参数的双重图像角度 $\Delta\theta_r$ 对于挡风玻璃厚度变化的依赖性图。参见图13,发现叠影角 $\Delta\theta_r$ 随着厚度降低。此外,还发现对于厚度变化的 $\Delta\theta_r$ 依赖性(梯度)不是厚度相关的。也就是说,如果由于制造工艺规格所导致的厚度变化是标称厚度的百分数,则符合如下规律:较薄的挡风玻璃会具有较小的叠影角变化,如变量70、72所示。

[0092] 图14是对于标称HUD系统参数的双重图像角度 $\Delta\theta_r$ 对于楔角变化 $\alpha$ 的依赖性图。参见图14,发现依赖于楔角变化的叠影角 $\Delta\theta_r$ 不是厚度敏感的。例如,对于楔角 $\alpha$ 的0.1毫弧度变化,对于标准厚度(4.96mm)和厚度减小(4.26mm)的挡风玻璃,叠影角 $\Delta\theta_r$ 都近似为0.02度。因此,符合如下规律:如果由于加工条件所导致的楔角变化可以成比例地降低至 $\alpha$ 值,则对于较薄的挡风玻璃,叠影角变化也会成比例地降低。

[0093] 在一些实施方式中,提供的玻璃层叠结构包括:非化学强化的外部玻璃片、化学强化的内部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层,其中,内部玻璃片的厚度约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm,外部玻璃片的厚度约为1.5-3.0mm,以及聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度,与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。在另一个实施方式中,内部玻璃片包含一种或多种碱土氧化物,使得碱土氧化物的含量至少约为5重量%。在其他实施方式中,内部玻璃片的厚度约为0.3-0.7mm。在另一个实施方式中,内部玻璃片的表面压缩应力约为250-900MPa。示例性聚合物中间层可以是单片聚合物片、多层聚合物片或者复合聚合物片。中间层还可以包括如下材料,例如但不限于,聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、聚碳酸酯、吸声PVB、乙丙烯乙酸乙烯酯(EVA)、热塑性聚氨酯(TPU)、离聚物、热塑性材料,及其组合。在一些实施方式中,聚合物中间层在第一边缘处的厚度约为0.4-1.2mm。在其他实施方式中,外部玻璃片包括选自下组的材料:钠钙玻璃和

经退火的玻璃。示例性玻璃层叠体可用于车辆挡风玻璃、天窗或盖板等应用。

[0094] 在其他实施方式中，提供的玻璃层叠结构包括：非化学强化的内部玻璃片、化学强化的外部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层，其中，外部玻璃片的厚度约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm，其中，内部玻璃片的厚度约为1.5-3.0mm，以及其中，聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度，与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。在另一个实施方式中，外部玻璃片包含一种或多种碱土氧化物，使得碱土氧化物的含量至少约为5重量%。在其他实施方式中，外部玻璃片的厚度约为0.3-0.7mm。在另一个实施方式中，外部玻璃片的表面压缩应力约为250-900MPa。示例性聚合物中间层可以是单片聚合物片、多层聚合物片或者复合聚合物片。中间层还可以包括如下材料，例如但不限于，聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、聚碳酸酯、吸声PVB、乙烯乙酸乙烯酯(EVA)、热塑性聚氨酯(TPU)、离聚物、热塑性材料，及其组合。在一些实施方式中，聚合物中间层在第一边缘处的厚度约为0.4-1.2mm。在其他实施方式中，内部玻璃片包括选自下组的材料：钠钙玻璃和经退火的玻璃。示例性玻璃层叠体可用于车辆挡风玻璃、天窗或盖板等应用。

[0095] 在其他实施方式中，提供的玻璃层叠结构包括：化学强化的内部玻璃片、化学强化的外部玻璃片以及位于外部和内部玻璃片之间的至少一层聚合物中间层，其中，外部和内部玻璃片的厚度分别约为0.3-1.5mm、约为0.5-1.5mm，以及其中，聚合物中间层的第一边缘具有第一厚度，与第一边缘相对的第二边缘具有大于第一厚度的第二厚度。在另一个实施方式中，外部和内部玻璃片可以包含一种或多种碱土氧化物，使得碱土氧化物的含量至少约为5重量%。在其他实施方式中，内部和外部玻璃片的厚度可以约为0.3-0.7mm。在另一个实施方式中，外部和内部玻璃片的表面压缩应力约为250-900MPa。在这些实施方式的一部分中，内部玻璃片或其部分的表面压缩应力可以小于外部玻璃片的表面压缩应力。示例性聚合物中间层可以是单片聚合物片、多层聚合物片或者复合聚合物片。中间层还可以包括如下材料，例如但不限于，聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、聚碳酸酯、吸声PVB、乙烯乙酸乙烯酯(EVA)、热塑性聚氨酯(TPU)、离聚物、热塑性材料，及其组合。在一些实施方式中，聚合物中间层在第一边缘处的厚度约为0.4-1.2mm。示例性玻璃层叠体可用于车辆挡风玻璃、天窗或盖板等应用。

[0096] 从而本发明的实施方式可以提供一种通过使用较薄的玻璃材料来降低汽车车窗的重量同时维持光学和安全要求的方式。常规层叠挡风玻璃可占据车辆玻璃窗总重的62%；但是，通过例如采用0.7-mm厚的化学强化内层以及2.1-mm厚的非化学强化外层，可以使挡风玻璃重量降低33%。此外，发现使用1.6-mm厚的非化学强化外层以及0.7-mm厚的化学强化内层，得到45%的整体重量节约。因此，根据本发明的实施方式使用示例性层叠结构可以允许层叠挡风玻璃符合所有规定的安全要求，包括对来自内部和外部物体的穿透的抵抗力以及得到可接受的头部冲击标准(HIC)值的合适弯曲度。此外，包括经过退火的玻璃的示例性外层可以提供由外部物体冲击所导致的可接受的破裂图案，并且允许当由于冲击结果产生碎片或裂纹时通过挡风玻璃的连续操作可见性。研究还证实，采用化学强化玻璃作为不对称挡风玻璃的内表面提供了如下额外益处：相比于常规退火挡风玻璃的乘客冲击的情况，降低了破裂可能性。

[0097] 玻璃层叠结构的弯曲和/或成形方法可以包括重力弯曲、按压弯曲以及它们的混合方法。在将薄的平坦玻璃片重力弯曲成弯曲形状(例如车辆挡风玻璃)的常规方法中，将

冷的、预切割的单片或多片玻璃片放在弯曲固定件的刚性、预成形的、周界支撑表面上。弯曲固定件可以用金属或耐火材料制造。在示例 性方法中,可以使用活动连接的弯曲固定件。在弯曲之前,通常仅在数个接触 点上支撑玻璃。通常通过在玻璃融化炉中暴露于提升的温度,来加热玻璃,这 使得玻璃软化,实现玻璃重力弯垂或跌落成与周围支撑表面一致。通常,进而 基本上整个支撑表面会与玻璃周界接触。

[0098] 一种相关技术是按压弯曲,其中,将单块平坦玻璃片加热至基本对应于玻 璃软化点的温度。然后在具有互补成形表面的阳模和阴模元件之间,将经过加 热的玻璃片压制或者成形为所需曲率。模具元件成形表面可包括真空或空气喷 嘴,以与玻璃片啮合。在一些实施方式中,成形表面可构成基本上与相应的 整个玻璃表面接触。或者,相对成形表面中的一个或两个可以在离散区域或离 散接触点分别与玻璃表面接触。例如,阴模表面可以是环形表面。在一些实施 方式中,可以使用重力弯曲和按压弯曲技术的组合。

[0099] 玻璃层叠结构的总厚度范围可以约为2-5mm,其中,外部化学强化的玻璃 片和/或 内部化学强化的玻璃片的厚度小于或等于1mm(例如,0.3-1mm,例 如0.3、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9或者1mm)。此外,内部非化学强化玻璃片和/ 或外部非化学强化玻璃片的厚度可以 小于或等于2.5mm(例如,1-2mm,例如 1、1.5、2或者2.5mm),或者厚度可以大于或等于 2.5mm。在一些实施方式 中,玻璃层叠体中的玻璃片的总厚度小于3.5mm(例如,小于3.5、3、2.5或 者2.3mm)。

[0100] 申请人已经显示本文所揭示的玻璃层叠结构具有优异的耐用性、抗冲击 性、韧性和耐划痕性。正如本领域技术人员所熟知的那样,玻璃片或层叠体的 强度和抗机械冲击性能受到玻璃中的缺陷(包括两个表面和内部的缺陷)的限 制。当玻璃层叠结构受到冲击时,冲击点受到压缩,同时冲击点周围的环或者 “环带”以及受到冲击的玻璃片的相对表面处于拉伸状态中。通常,会从裂纹 处开始发生破坏,这常常位于玻璃表面上的最高张力点或者 最高张力点附近。这可能发生在相对表面上,但是也可能发生在环内。如果在冲击事件中,玻璃 中的裂纹处于拉伸,则裂纹可能会扩展,玻璃通常会破裂。因此,高量级和深 度的压缩应力(层深度)是优选的。

[0101] 因为强化作用,所揭示的混合玻璃层叠结构中使用的强化玻璃片的一个或 两个 表面处于压缩状态。在玻璃的近表面区域结合压缩应力,可抑制玻璃片的 裂纹扩展和失 效。为了使裂纹扩展以及失效发生,来自冲击的拉伸张力必须在 裂纹尖端处超过表面压缩 应力。在一些实施方式中,强化玻璃片的高压缩应力 和高层深度允许使用比非化学强化玻 璃的情况下更薄的玻璃。

[0102] 在混合玻璃层叠结构的情况下,层叠结构在响应机械冲击时,与更厚的整体式非 化学强化玻璃,或者更厚的非化学强化玻璃层叠体相比,可更进一步挠 曲而不发生破裂。这种增加的挠度实现了将更多的能量转移到层叠体中间层, 这可以降低到达玻璃的相对侧的能量。因此,与具有相似厚度的整体式非强化 玻璃或者非化学强化玻璃层叠体相比,本文所揭示的混合玻璃层叠体可以经受 更高的冲击能量。

[0103] 本领域技术人员应理解,除了它们的机械性能以外,层叠结构还可用于削 弱声 波。本文所揭示的混合玻璃层叠件虽然使用较薄(且较轻)的结构,但是 可以显著地降低声 波传输,所述较薄(且较轻)的结构还拥有许多窗用玻璃应 用所必需的机械性质。

[0104] 层叠体和玻璃窗的吸声性能通常受到玻璃窗结构的挠性振动的影响。不希 望受

到理论的限制,人体声响应峰通常为500–5000Hz,对应于空气中约0.1–1m 的波长以及玻璃中1–10m的波长。对于厚度小于0.01m(<10mm)的玻璃窗 结构,主要通过振动和声波与玻璃窗的挠曲振动的耦合产生透过。层叠玻璃窗 结构可以设计成将能量从玻璃窗挠曲模式转化为聚合物中间层中的剪切应变。在采用较薄玻璃片的玻璃层叠体中,较薄玻璃的较大顺应性允许较大的振动幅 度,这进而赋予中间层较大的剪切应变。大多数粘弹性聚合物中间层材料的低 抗剪切性意味着中间层会通过高剪切应变来促进阻尼衰减,所述高剪切应变会在分子链滑动和松弛影响下转化成热量。

[0105] 除了玻璃层叠体厚度,构成层叠体的玻璃片的特性也会影响声衰减性质。例如,在强化玻璃片和非强化玻璃片之间,可能在玻璃–聚合物中间层界面处存 在小的、但是明显的差异,这导致聚合物层中较高的剪切应变。同样地,除了 它们的明显组成不同之外,铝硅酸盐玻璃和钠钙玻璃具有不同的物理和机械性 质,包括模量、泊松比、密度等,这可能导致不同的声响应。

[0106] 虽然本文可包含许多具体情况,但是它们不应该理解为对本发明的范围的 限制,而是对于具体的特定实施方式的特征的描述。在本说明书的单独的实施 方式中描述的某些特征也可以组合起来在单个实施方式中实现。反之,在单一 实施方式的内容中描述的各种特征也可以在多个实施方式中独立地或者以任 何适当次级组合的形式实现。而且,虽然上述特征被描述成以某些组合的形式 起作用,而且甚至最初也是这样要求权利的,但所要求权利的组合中的一种或 多种特征在一些情况下可以从该组合中去除,所要求权利的组合可以针对次级 组合或者次级组合的变化。

[0107] 类似地,虽然在图中或附图中以特定的顺序来描述操作,但是这不应理解 为要求此类操作以所示特定顺序或者连续顺序进行,或者进行所有所示的操作,以实现所需的结果。在某些情况下,多任务化和平行操作可能是有利的。

[0108] 本文中,范围可以表示为从“约”一个具体值和/或到“约”另一个具体值 的范围。当表述这种范围时,例子包括自某一具体值始和/或至另一具体值止。类似地,当使用先行词“约”表示数值为近似值时,应理解,具体数值构成另 一个方面。还应理解的是,每个范围的端点值在与另一个端点值有关和与另一 个端点值无关时,都是有意义的。

[0109] 还要注意的是,本文关于将本发明的组件“配置成”或“使其适于”以特 定的方式起作用的描述。这方面而言,对这样一个组件进行“配置成”或“使 其适于”是为了具体表现特定的性质,或者以特定的方式起作用,其这样的描 述是结构性的描述,而不是对预期应用的描述。更具体地,本文所述的将组件 “构造成”或“使其适于”的方式表示该组分现有的 物理条件,因此可以将其 看作该组件的结构特征的限定性描述。

[0110] 如附图所示的各种构造和实施方式所示,描述了用于平视显示的各种玻璃 层叠结构。

[0111] 虽然已经描述了本发明的优选实施方式,但是应理解的是,所述的实施方 式仅仅是示意性的,本发明的范围仅由所附权利要求书以及在阅读本发明的基 础上本领域技术人员自然获得的等价形式、许多变形和改进的全部范围所限 定。

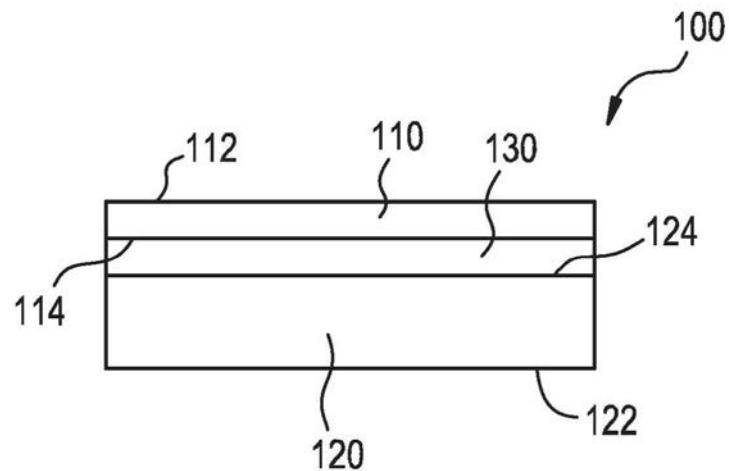


图1

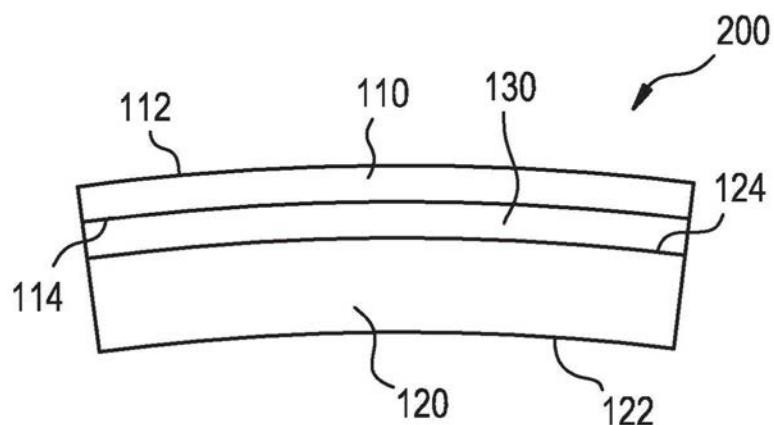


图2

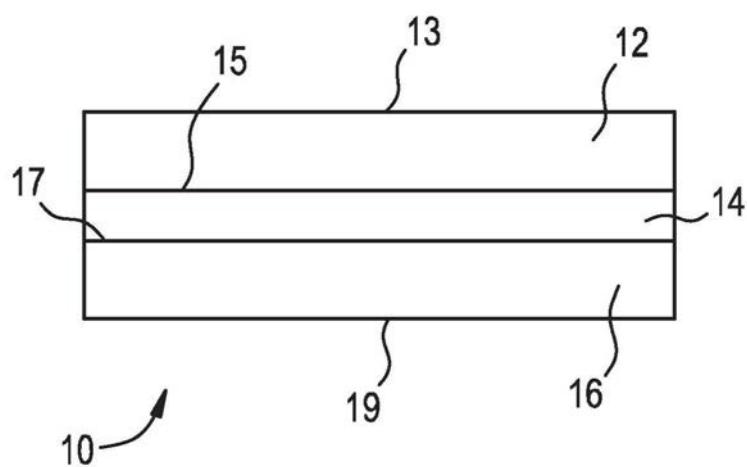


图3

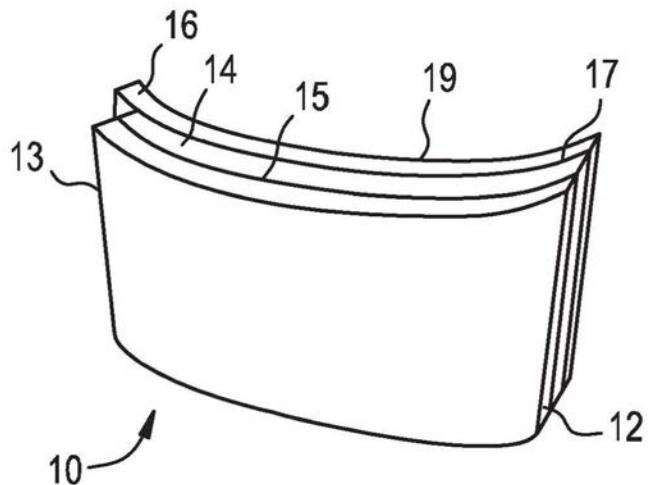


图4

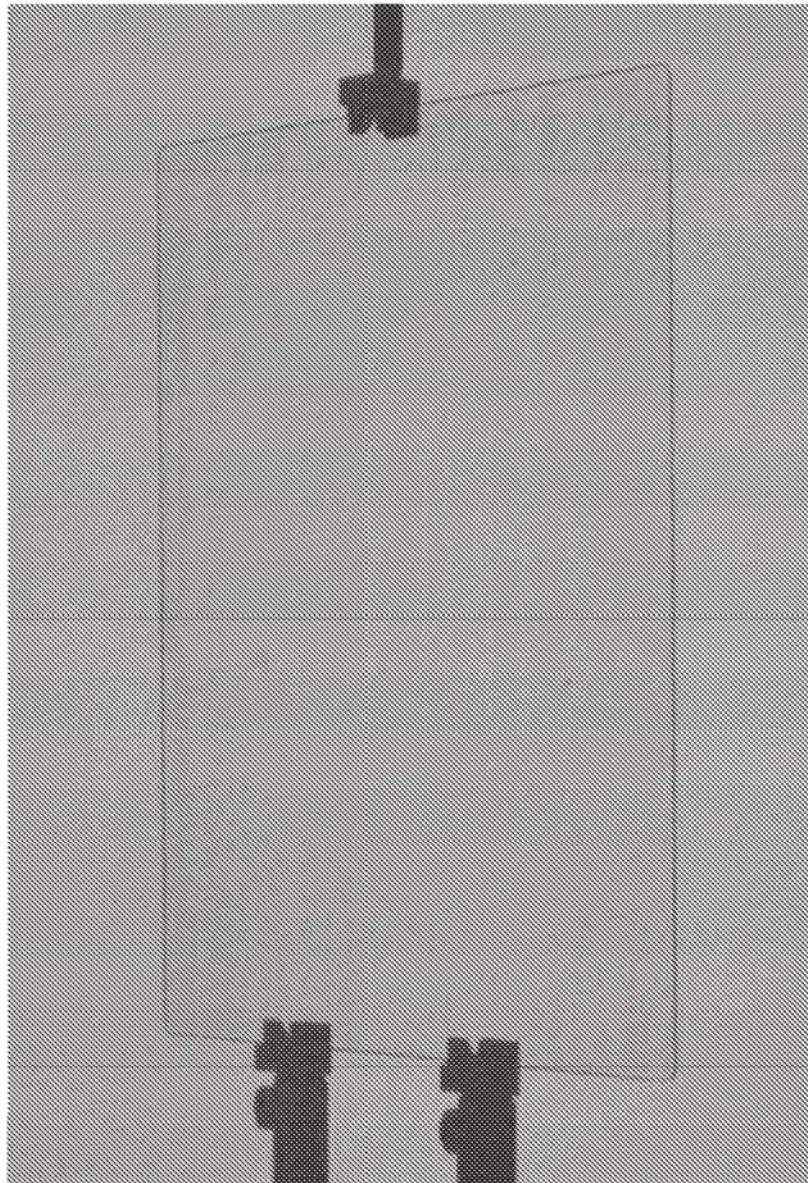


图5A

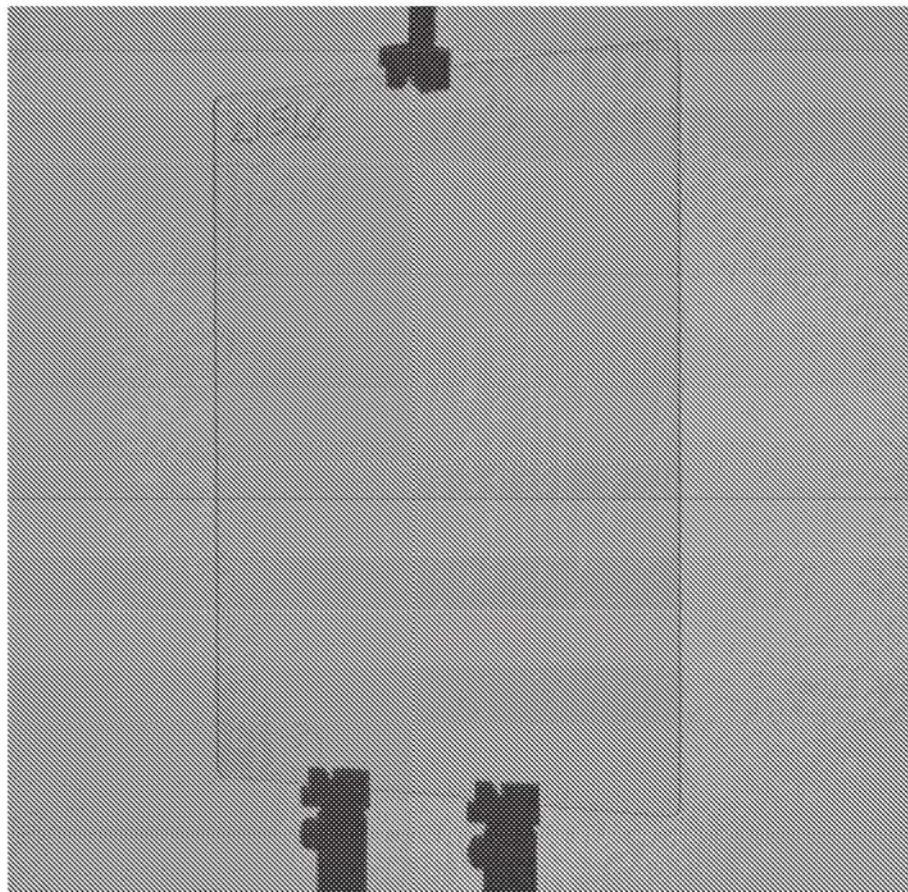


图5B

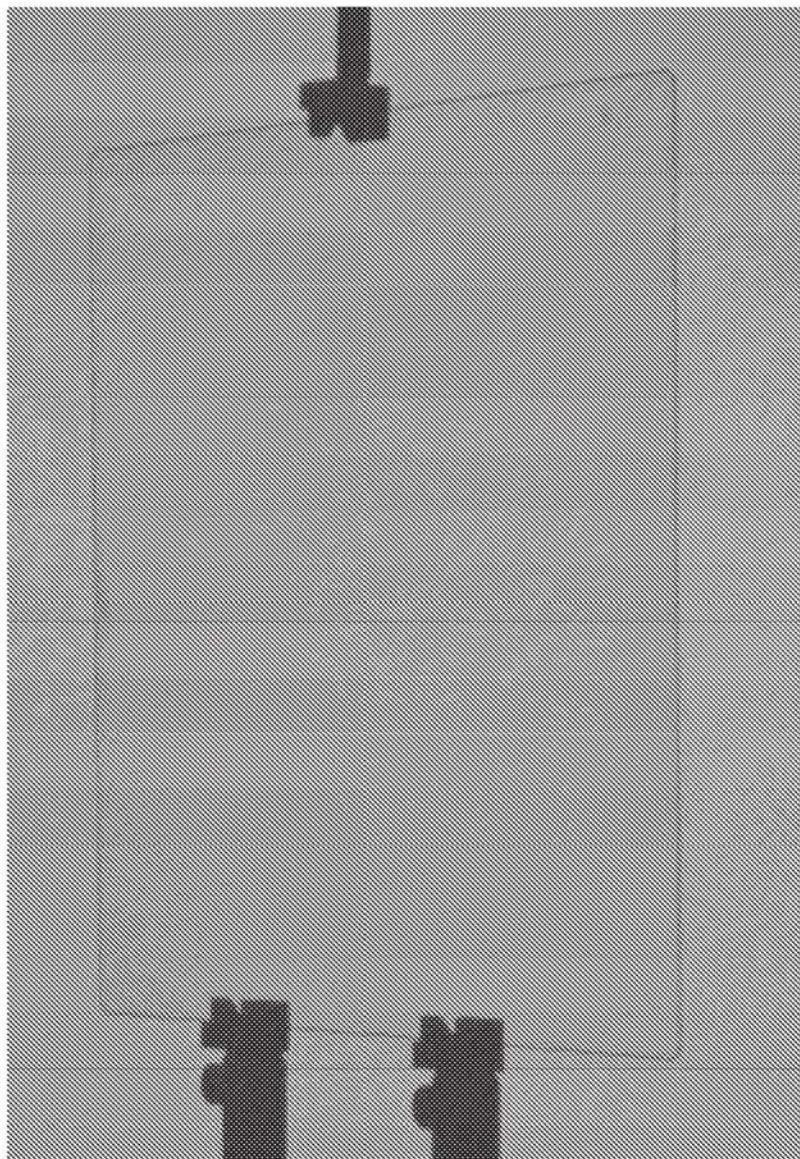


图5C

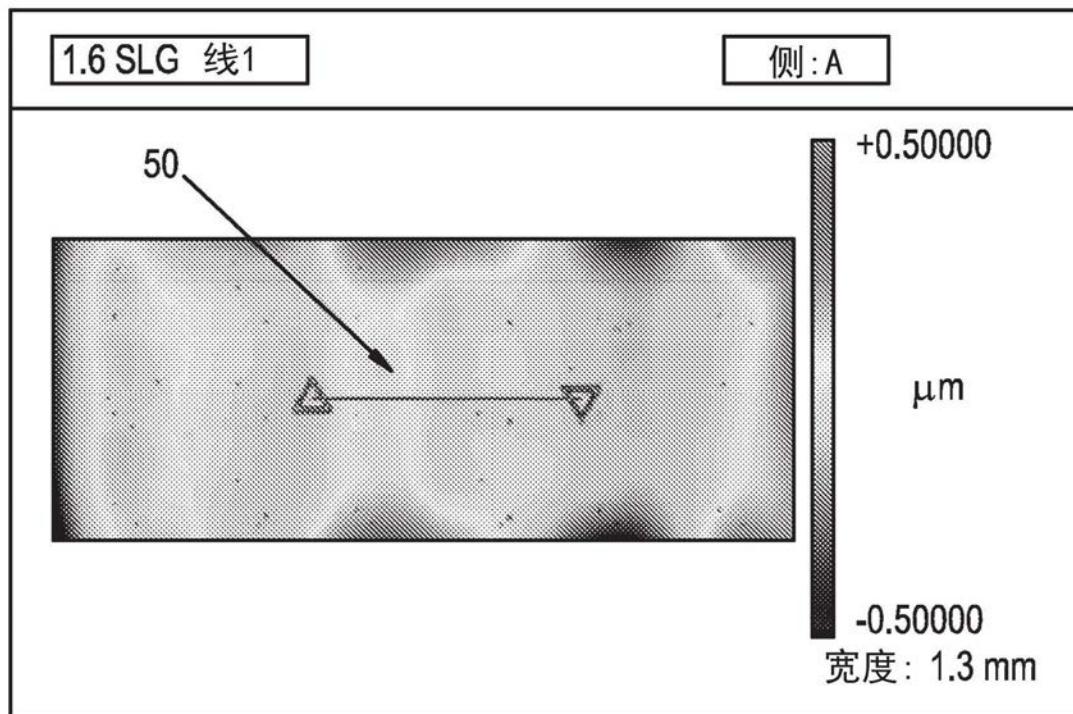


图6A

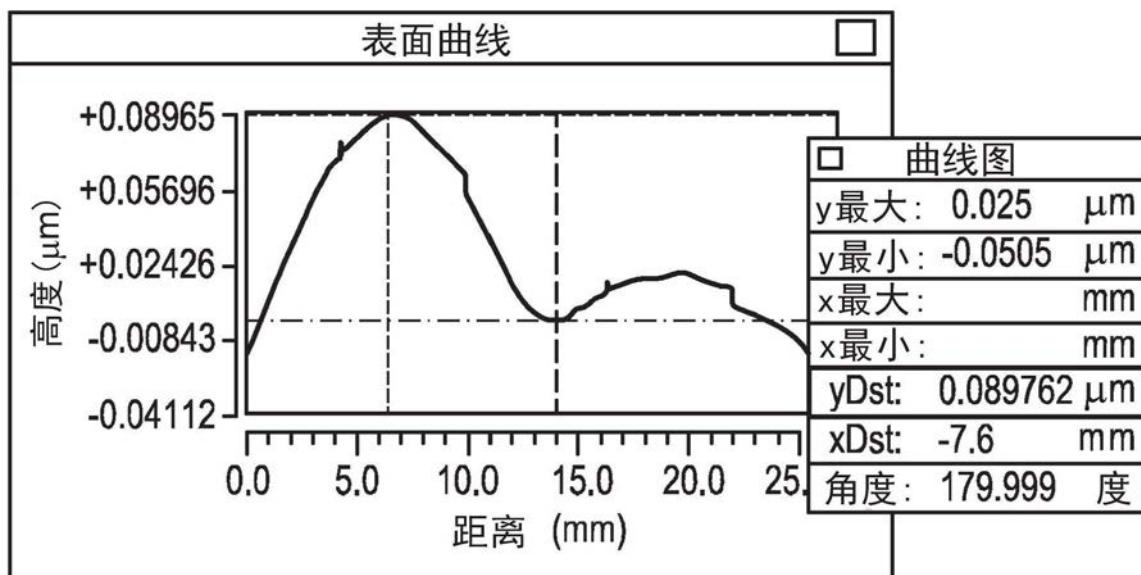


图6B

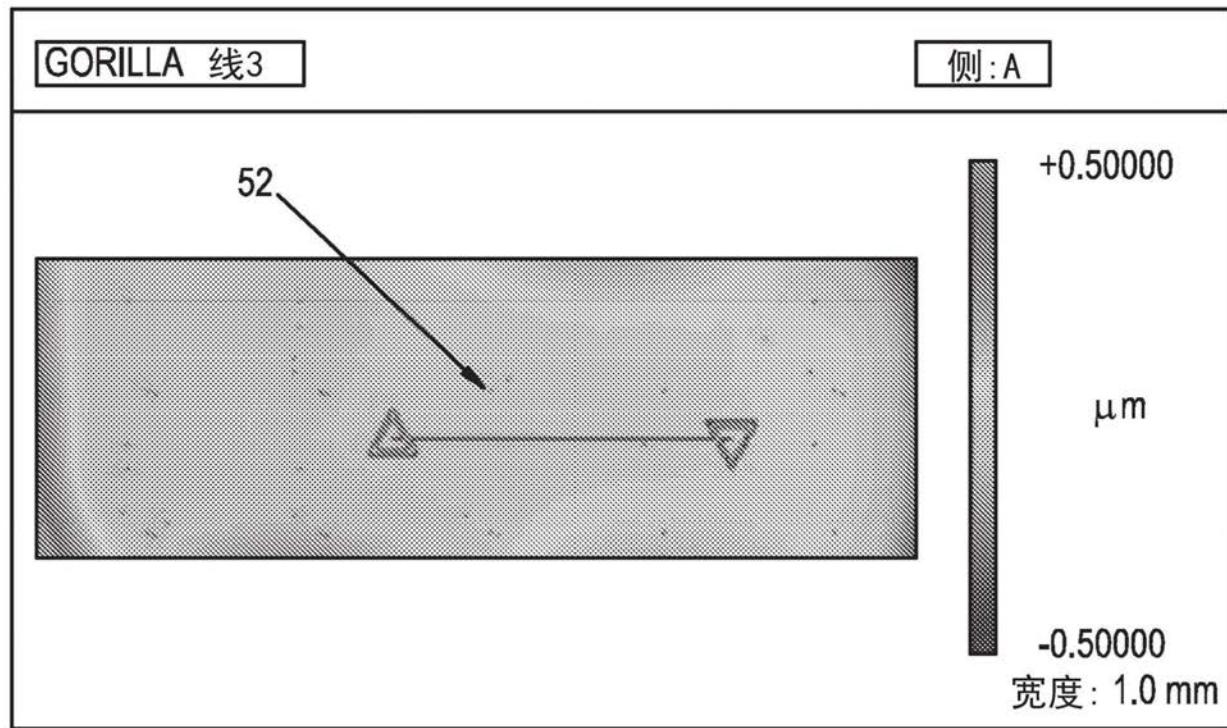


图7A

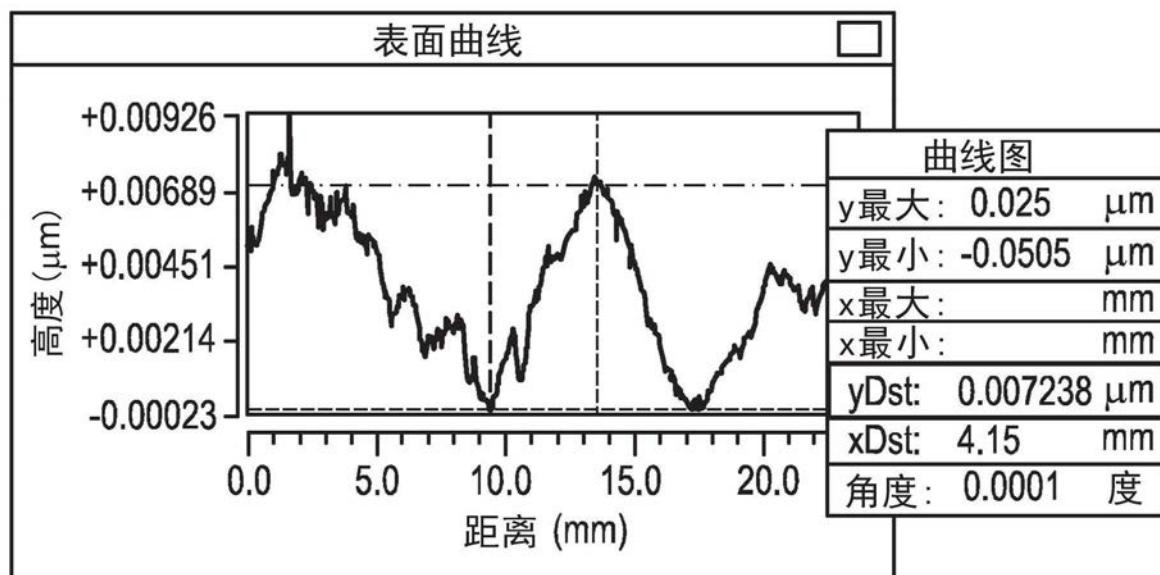


图7B

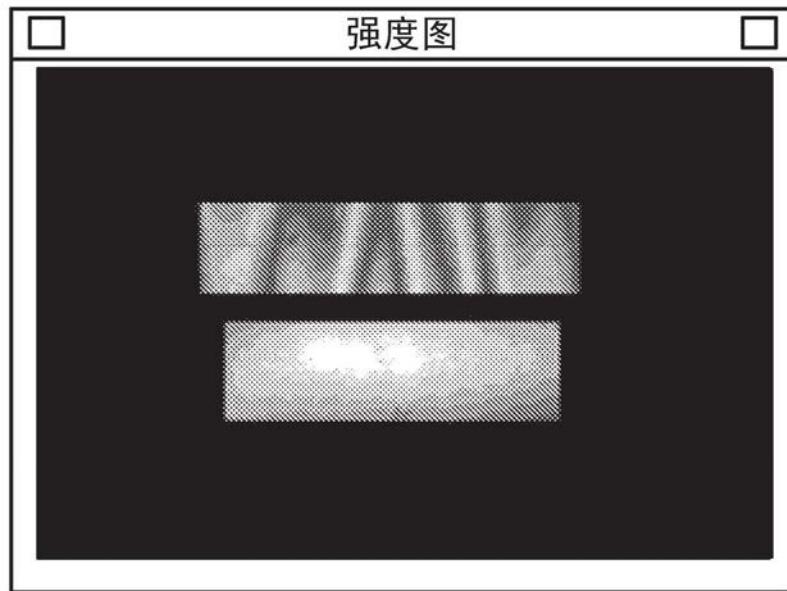


图8A

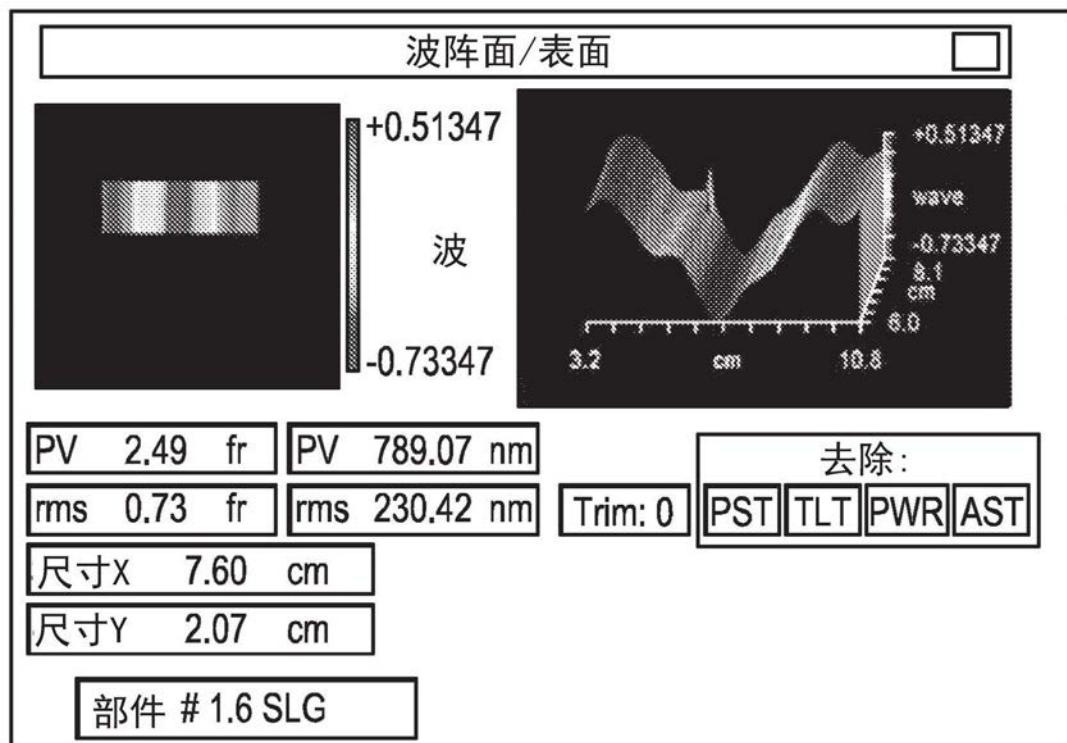


图8B

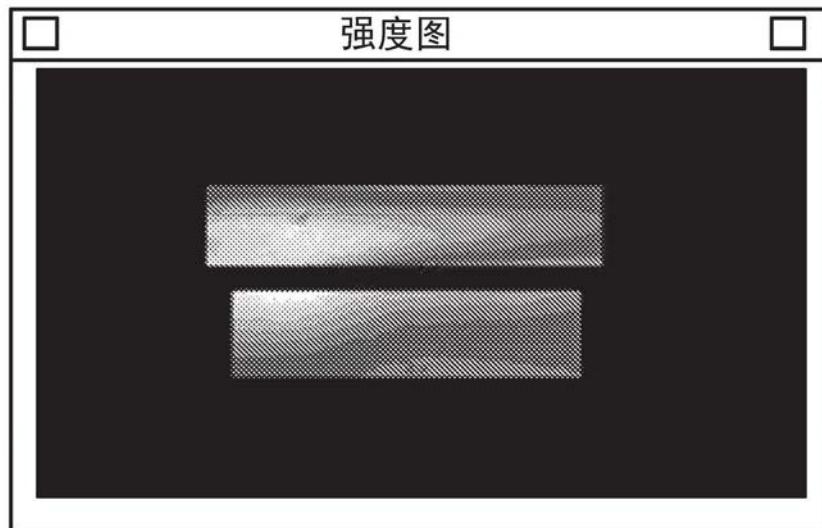


图9A

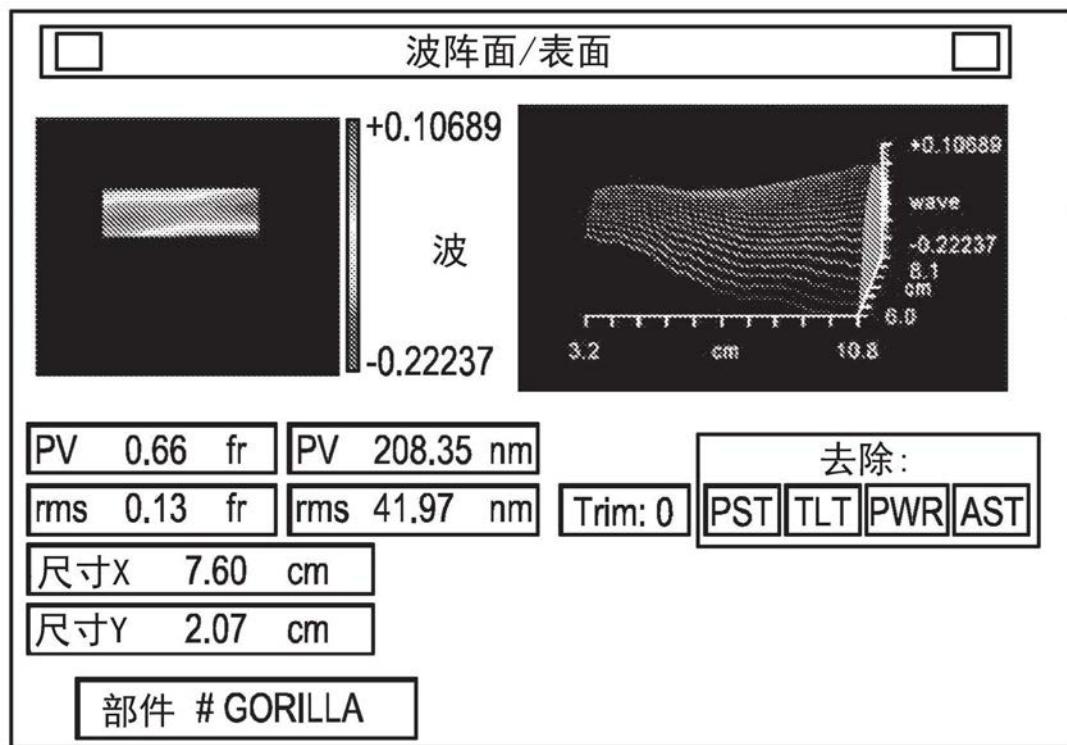


图9B

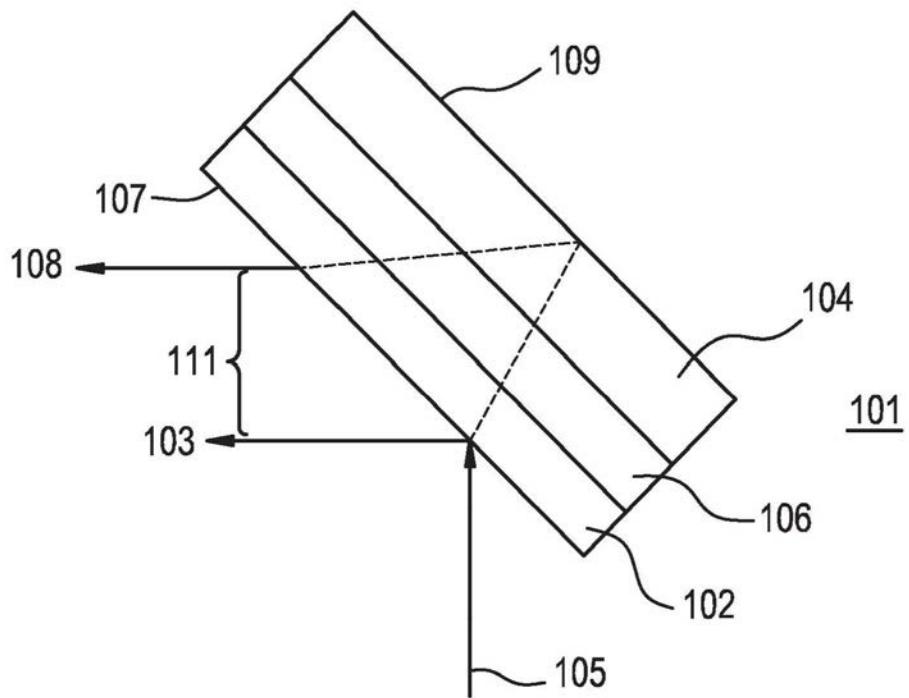


图10

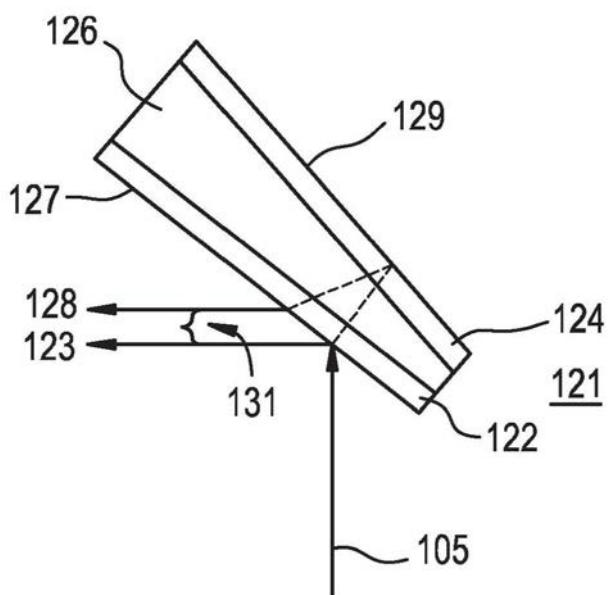


图11A

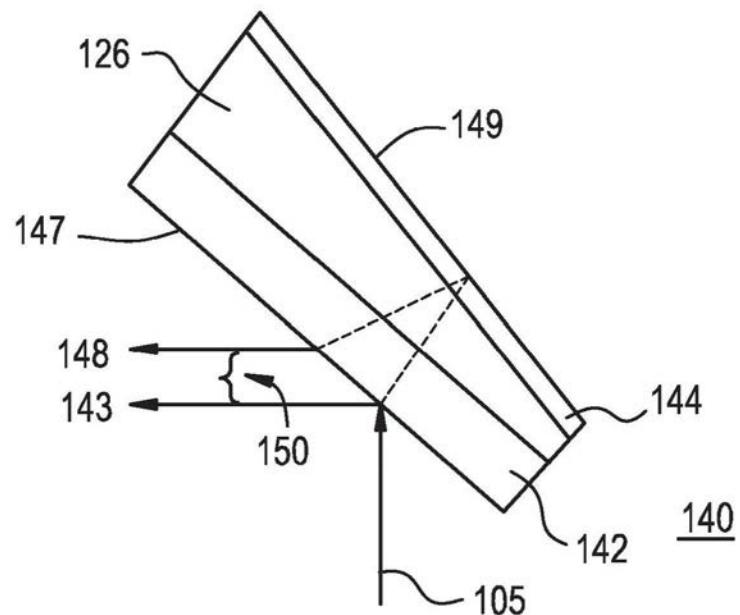


图11B

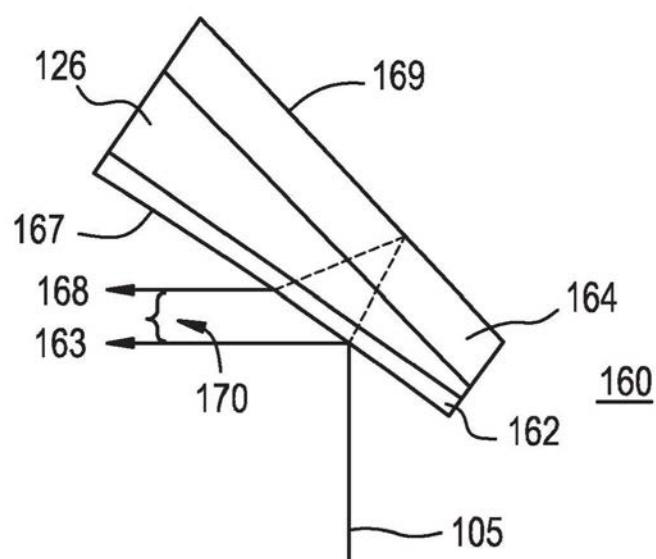


图11C

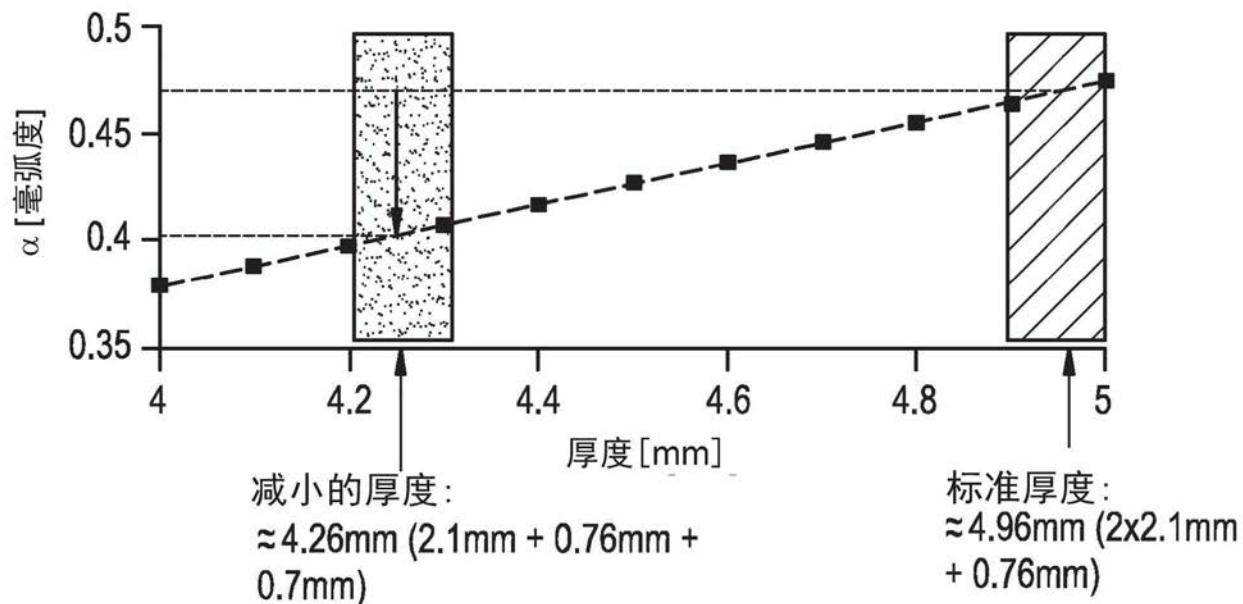


图12

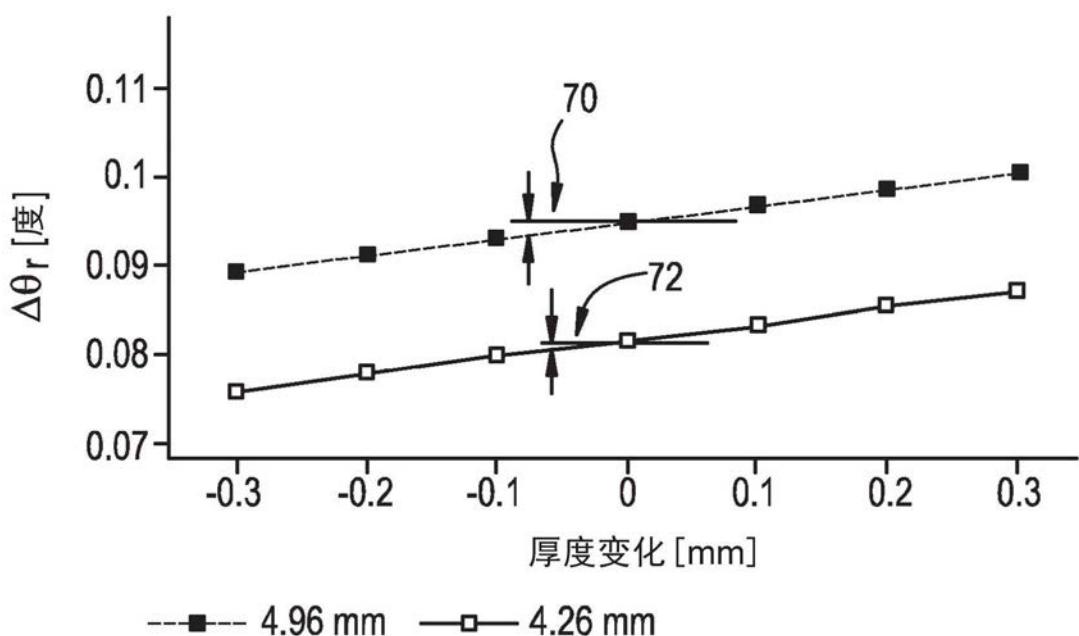


图13

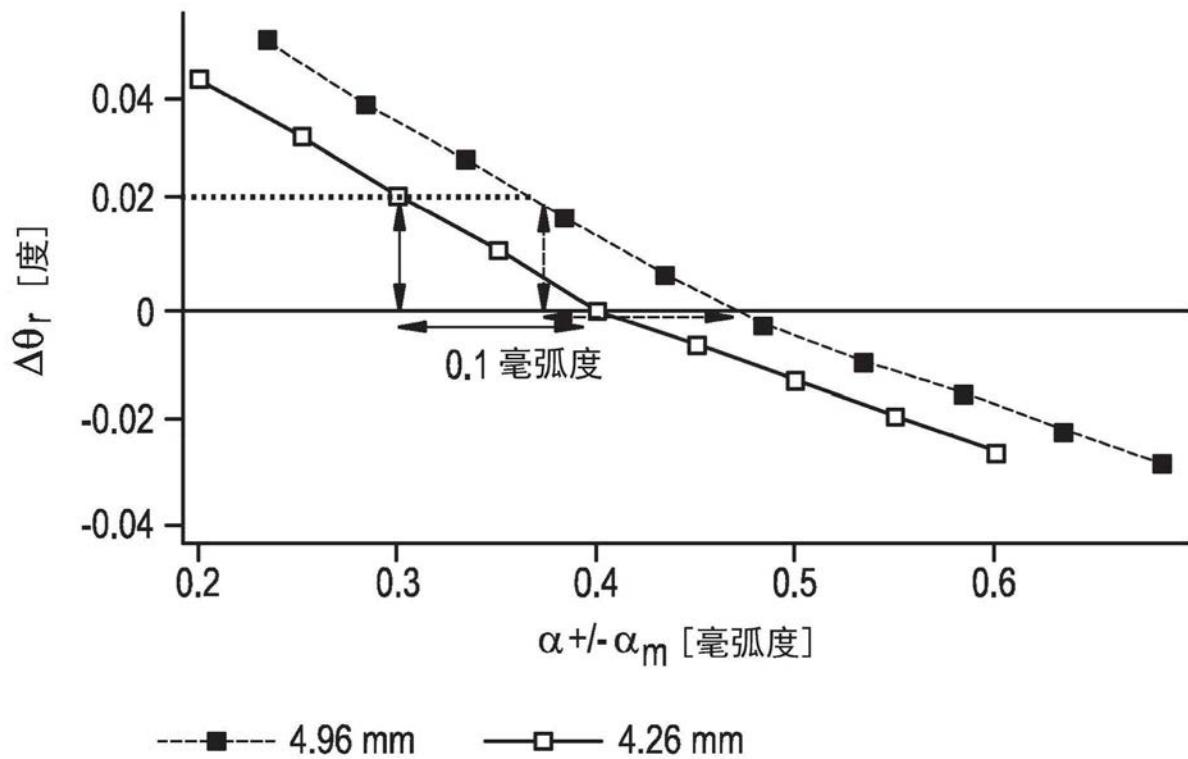


图14