



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105164071 B

(45)授权公告日 2019.03.01

(21)申请号 201480024561.3

(73)专利权人 康宁股份有限公司

(22)申请日 2014.04.29

地址 美国纽约州

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 S·利基凡尼奇库 W·E·洛克
S·佩斯基耶拉

申请公布号 CN 105164071 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(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

(30)优先权数据

13/873,695 2013.04.30 US

(51)Int.CI.

C03B 32/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

C03B 40/033(2006.01)

2015.10.30

C03B 13/08(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

C03B 17/06(2006.01)

PCT/US2014/035770 2014.04.29

(87)PCT国际申请的公布数据

审查员 王庆磊

W02014/179250 EN 2014.11.06

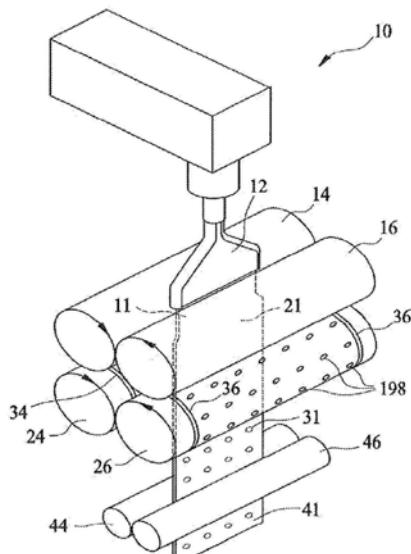
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

降低玻璃-陶瓷表面粘附的方法,及用于其的预成形件

(57)摘要

本文提供了生产玻璃-陶瓷片的方法。方法包括:对第一玻璃片的至少一个表面进行织构化,以及将第一玻璃片与第二玻璃片堆叠。堆叠第一玻璃片和第二玻璃片,使得第一玻璃片的织构化表面与第二玻璃片的表面接触。第一和第二玻璃片被陶瓷化。在冷却之后,分离经陶瓷化的第一和第二玻璃片。还提供了用于生产玻璃-陶瓷片的预成形件。预成形件包括具有织构化表面的第一玻璃片,以及与第一玻璃片接触的第二玻璃片。第一玻璃片的织构化表面与第二玻璃片的表面接触。



1. 一种用于生产玻璃-陶瓷片的方法,所述方法包括:
对第一玻璃片的至少一个表面进行织构化;
堆叠所述第一玻璃片和第二玻璃片,使得所述第一玻璃片的织构化表面与所述第二玻璃片的表面接触;
使得所述第一玻璃片和所述第二玻璃片陶瓷化;
分开所述陶瓷化的第一玻璃片和所述陶瓷化的第二玻璃片,
其中,所述织构化步骤包括通过使得所述第一玻璃片的至少一个表面与织构化辊接触,以对所述至少一个表面进行织构化。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度与所述第二玻璃片的表面的平均表面粗糙度之差大于或等于约 $0.85\mu\text{m}$ 。
3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第一玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度大于或等于约 $1.00\mu\text{m}$,所述第二玻璃片的表面的平均表面粗糙度小于或等于约 $0.230\mu\text{m}$ 。
4. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第二玻璃片的表面是织构化的,以及所述第一玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度与所述第二玻璃片的表面的平均表面粗糙度大于或等于约 $1.00\mu\text{m}$ 。
5. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,使得所述陶瓷化的第一玻璃片和所述陶瓷化的第二玻璃片分开的作用力的量小于约9.50磅/英寸。
6. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,陶瓷化步骤包括:
将所述玻璃片以第一加热速率从室温加热到第一温度;
将所述玻璃片在所述第一温度保持一段预定的时间量;
将所述玻璃片以第二加热速率从所述第一温度加热到第二温度;
将所述玻璃片在所述第二温度保持一段预定的时间量;
将所述玻璃片以第一冷却速率从所述第二温度冷却至室温。
7. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述陶瓷化步骤的最大温度约为900-1000°C。
8. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述玻璃片厚约0.5-1.5mm,宽约30-90mm,并且长约100-500mm。
9. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,通过轧成形工艺形成所述第一和第二玻璃片。
10. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,使得所述陶瓷化的第一玻璃片和所述陶瓷化的第二玻璃片分开的作用力的量小于或等于约0.50磅/英寸。

降低玻璃-陶瓷表面粘附的方法,及用于其的预成形件

[0001] 本申请根据35U.S.C. §120,要求2013年4月30日提交的美国申请序列第13/873,695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。

背景技术

技术领域

[0002] 本说明书一般地涉及制造玻璃-陶瓷片的方法。更具体地,本说明书涉及制造玻璃-陶瓷片的方法,所述玻璃-陶瓷片包含具有织构化表面的堆叠玻璃片。

[0003] 技术背景

[0004] 可以通过薄轧工艺制造玻璃薄片。为了增加产能,在陶瓷化步骤中,通常对通过薄轧工艺制造的薄片进行堆叠。此外,可以使用具有较高陶瓷化温度的较短陶瓷化循环来降低与陶瓷化循环相关的成本和生产时间。陶瓷化循环中使用的高温和堆叠玻璃片的数量会导致堆叠玻璃片的表面熔合在一起。加入到堆叠的玻璃片越多,以及使用的陶瓷化温度越高,玻璃薄片之间的粘附变得越强。在陶瓷化过程之后分离熔合的玻璃片可能导致破裂,进而导致生产损耗。

[0005] 为了解决上述问题,向玻璃薄片相互接触的表面施加阻隔粉末。这些阻隔粉末降低了玻璃薄片之间发生熔合的量。但是,需要额外的工艺步骤以在陶瓷化过程之前向玻璃片施加阻隔粉末,以及在陶瓷化过程之后从玻璃-陶瓷片去除阻隔粉末。因而增加了成本和生产时间。此外,阻隔粉末可能在陶瓷化室内留下污染物。

[0006] 因此,存在对于这样的制造玻璃-陶瓷片的方法的需求,其实现了分离堆叠的玻璃-陶瓷片和较短的陶瓷化循环,而不增加不必要的工艺步骤。

发明内容

[0007] 根据一个实施方式,揭示了用于生产玻璃-陶瓷片的方法。方法包括:对第一玻璃片的至少一个表面进行织构化,以及将第一玻璃片与第二玻璃片堆叠。堆叠第一玻璃片和第二玻璃片,使得第一玻璃片的织构化表面与第二玻璃片的表面接触。对第一和第二玻璃片进行加热,然后冷却以形成玻璃-陶瓷片。在冷却之后,分离第一和第二玻璃-陶瓷片。

[0008] 在另一个实施方式中,揭示了用于生产玻璃-陶瓷片的预成形件。预成形件包括具有织构化表面的第一玻璃片,以及与第一玻璃片接触的第二玻璃片。第一玻璃片的织构化表面与第二玻璃片的表面接触。

[0009] 在以下的详细描述中提出了本发明的其他特征和优点,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各种实施方式而被认识。

[0010] 应理解的是,前面的一般性描述和以下的详细描述介绍了各种实施方式,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各种实施方式的进一步的理解,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。附图以图示形式说

明了本文所述的各种实施方式，并与说明书一起用来解释要求保护的主题的原理和操作。

附图说明

[0011] 图1是根据本发明的一个实施方式的高精度玻璃轧成形和织构化设备和工艺的一个实施方式的示意性透视图；

[0012] 图2是图1所示的高精度玻璃轧成形和织构化设备和工艺的示意性侧视图；

[0013] 图3是具有坩埚或勺斗进料的图1所示的高精度玻璃轧成形和织构化设备的一个实施方式的示意性透视图；

[0014] 图4所示是来自本文实施方式的鱼尾槽进料的玻璃进料的示意性正视图；

[0015] 图5是柱状图，显示分离了样品1-3的玻璃-陶瓷片的最大负荷；以及

[0016] 图6是柱状图，显示分离了样品2和3的玻璃-陶瓷片的负荷vs时间。

具体实施方式

[0017] 采用精轧来制造织构化玻璃片的方法参见美国专利申请序列第13/687,078号，其全文通过引用结合入本文。

[0018] 下面详细参考本发明的实施方式，这些实施方式的例子在附图中示出。只要有可能，在所有附图中使用相同的附图标记来表示相同或类似的部分。如图1示意性所示是用于生产非常薄的织构化玻璃片的高精度玻璃轧成形设备和工艺的一个实施方式，本文中一般由附图标记10指代。

[0019] 本文以及所附权利要求书中所使用的关于玻璃-陶瓷片的术语“薄”或“非常薄”指的是厚度小于或等于约1mm，或者小于或等于约0.8mm，或者小于或等于0.75mm的玻璃-陶瓷的片材。

[0020] 本文以及所附权利要求书中所使用的术语“平均表面粗糙度”指的是 R_{RMS} 平均表面粗糙度，除非另有说明。

[0021] 现参见图1和2，可以将熔融玻璃流11从例如鱼尾槽或进料槽传递到第一对成形辊14和16之间的夹持部的中心。槽孔可以具有宽范围的宽度/长度和厚度。可以在大于或等于约1000°C的玻璃温度下，将玻璃流传递到第一对成形辊14和16的夹持部。第一对成形辊可以是常规热成形辊，其可以是温度受控的，处于约为500-600°C或更高的表面温度，这取决于进行成形的玻璃的组成和粘度。应理解的是，可以使用常规工艺和设备来控制辊的温度。第一/热成形辊可以使得熔融玻璃流11变平坦、变薄和变光滑，成为例如厚度约为1.5-2mm的玻璃平板21。

[0022] 在一些实施方式中，成形辊14和16可以由钢形成。在一些实施方式中，热成形辊的成形表面可以是略微具有轮廓的，以补偿由于将热玻璃递送到成形辊的中心部分的夹持部所引起的热成形辊的热膨胀。轮廓可以是逐渐变细或者可变化的，使得成形辊的中心部分较薄，例如成形辊的中心部分的外直径小于成形辊的外部分或边缘部分，从而离开热成形辊的玻璃片21的玻璃片的中心部分略厚于外部分或边缘部分，从而避免哑铃形(dog bone)玻璃带形状效果，其中形成的玻璃带在靠近带的侧边缘比中心厚。如果形成的玻璃带的玻璃带外区域或边缘区域较厚，则当下文所述的通过尺寸设定辊对玻璃带进行尺寸设定时，可能会在玻璃带中形成皱纹或波形。应理解的是，小心地选择并控制成形辊的转速和温度

以及成形辊之间的间隙尺寸,以产生具有所需宽度和厚度的玻璃带21。

[0023] 然后将离开热成形辊14和16的玻璃片21递送到第二对成形辊24和26之间的夹持部的中心处。第二对成形辊24和26是精密尺度的尺寸设定辊,其进一步使得玻璃片21成形和变薄成为所需厚度的玻璃片。在一些实施方式中,尺寸设定辊26(例如,尺寸设定和织构化辊,或者简称为织构化辊26)的至少一个的外表面是织构化的,从而向玻璃带的表面赋予织构纹理。另一个尺寸设定辊24的外表面也可任选是织构化的(从而向玻璃片的两个表面赋予织构纹理),或者其也可以是光滑的。相比于常规成形辊,尺寸设定和织构化辊24和26可以是被温度控制成较冷表面温度。在一些实施方式中,尺寸设定和织构化辊24和26的温度可以约为100–400°C。在一些实施方式中,尺寸设定和织构化辊的表面温度可以低至玻璃组合物和工艺/设备配置所允许的那样。冷尺寸设定和织构化辊的玻璃尺寸设定/织构化外表面可以是精密尺度圆柱体,其形成的尺寸和偏心率(run out)(例如,绕着辊的转动轴的尺寸设定外表面的半径和同心度)的容差不超过+/-0.0125mm。冷尺寸设定和织构化辊的玻璃成形外表面可以由绝热材料形成,或者用绝热材料进行涂覆。在织构化尺寸设定辊中形成并被赋予到玻璃带的表面的织构纹理可以由极精细表面织构式样形成,特征尺度小至10–12μm。尺寸设定/织构化辊上以及玻璃带上的织构特征在图1和2中没有按比例绘制,而是出于示意性目的进行了极为夸张的尺寸放大。

[0024] 可以采用激光来形成织构特征198,例如采用广泛用于印刷工业来形成Anilox辊的制造技术,对织构化辊26的表面进行雕刻。激光可用于在辊的表面上雕刻规则、可重复的织构特征198的几何式样,或者激光可以在织构化辊的表面上形成织构特征198的无规式样。在各个实施方式中,织构特征可以全部是相同的尺寸和几何形状,或者两个或更多个,或者甚至无规尺寸和几何形状。织构特征可以在织构化辊的表面上以规则、可重复式样排成阵列,或者以变化或甚至无规式样排成阵列。在附图中主要显示在织构化辊26的表面中的凹陷形式(例如凹点或缝)的凹陷织构特征,其在玻璃带的表面上形成对应形状升高的特征(例如凸起或脊)。织构特征198或者可以是升高的特征,例如凸起或脊,其在玻璃带的表面上形成对应形状的凹陷,例如凹点或缝。可以通过直接激光雕刻、施加电弧等离子体喷雾陶瓷表面涂层或者任意其他合适的雕刻或材料去除工艺,例如蚀刻、喷砂以及其他表面复制方法,来形成织构特征198。可以用任意合适的材料沉积工艺在织构化辊的表面上形成升高的特征。在织构化辊中形成并被赋予到玻璃带的表面的织构特征可以由极精细表面织构式样形成,特征尺度小至10–12μm。

[0025] 织构特征198可具有许多几何形式或形状。例如,织构特征可以是六边形、菱形或者其他几何形貌或者甚至是无规形状。在一些实施方式中,特征可以是60°的六边形单元式样,每英寸集中了1200个单元,单元开口为18μm,单元之间的壁厚为3μm。在另一个例子中,特征可以是具有不同特征数或单元数的间隔开的凹陷,其形成织构化辊表面的总表面积的20–100%的表面覆盖。在其他例子中,织构特征可以排列成3个或更多个紧密间隔开的特征或单元组,所述组在织构化辊的表面上以重复或无规式样排列。可以通过直接激光雕刻技术产生几乎是无限数量的单元式样。

[0026] 冷尺寸设定/织构化辊的玻璃成形外表面可以由陶瓷绝热圆柱体、绝热套或者绝热涂层形成。绝热圆柱体可提供热阻隔,其使得从热熔融玻璃带转移到冷尺寸设定/织构化辊的热量最小化。由绝热圆柱体提供的热阻隔可允许尺寸设定和织构化辊在小于200°C,或

者甚至小于100°C运行,而不会由于玻璃的过快冷却导致玻璃片或玻璃带的裂开或细裂。在小于200°C或者小于100°C操作尺寸设定和织构化辊还导致由于热膨胀(在操作期间,尺寸设定和织构化辊的温度增加没有成形辊的温度增加得那么多)所产生的尺寸设定和织构化辊24和26的玻璃成形外表面的轮廓的可以忽略不计的变化,从而通过对熔融玻璃带进行单独的冷轧尺寸设定实现形成的玻璃带的控制,而无需对所产生的玻璃板进行后续精整操作。

[0027] 在成形辊将玻璃成形为约为1.5-2mm的较厚玻璃带或玻璃片,在形成的玻璃片中留下了足够质量的熔融玻璃,在片材中心具有足够的热能,从而对通过与成形辊接触而被冷却的玻璃片的外部区域进行再加热。此类玻璃片外部区域的再加热实现了在成形辊和尺寸设定辊之间对玻璃片任选地拉制和变薄,并且在尺寸设定和织构化辊处进行尺寸设定和织构化。

[0028] 可以靠近各个尺寸设定和织构化辊24和26的端部安装精密尺度间隔环34和36。间隔环被精密机械加工成具有容差不超过+/-0.0125mm的圆柱形外表面。可以将尺寸设定和织构化辊压到一起,使得尺寸设定辊24上的间隔环34与尺寸设定和织构化辊26上的间隔环36接触并压在一起。以这种方式,可靠地实现了尺寸设定和织构化辊24和26之间的精密间隙控制,而无需考虑支承块或支撑结构的任意热膨胀。也可任选地在热成形辊14和16上使用间隔环。通过尺寸设定和织构化辊24和26使得形成的玻璃带21进一步变薄并精确地成形为非常薄(例如,厚度小于或等于约1mm,厚度小于或等于0.8mm,或者厚度小于或等于0.75mm)的经过尺寸设定和织构化的玻璃带31,其具有容差不超过+/-0.025mm的精密厚度并且在至少一个表面上具有所需的织构纹理。如本领域所理解,小心地选择并控制尺寸设定和织构化辊的转速和表面温度以及尺寸设定和织构化辊之间的间隙尺寸,以产生具有所需宽度、织构和厚度的玻璃带31。

[0029] 为了形成具有高精度厚度的非常薄的玻璃片,以及出于热控制、引导和平坦度的考虑,如果需要的话,可以以串联方式(一个位于另一个的下方)采用两对或更多对尺寸设定辊(仅示出一对)。以这种构造,第一对尺寸设定辊中的尺寸设定辊可以是光滑的,第二尺寸设定对的尺寸设定辊可以包括至少一个织构化尺寸设定辊,用于对玻璃带的至少一个表面进行织构化。

[0030] 在一些实施方式中,可以在尺寸设定和织构化辊34和36的下方提供一对或多对常规牵拉辊44和46,从而向下牵拉玻璃带31并在玻璃带31中产生轻微的张力,从而使得玻璃带稳定化,使得玻璃带31伸长,将玻璃成形区域中的玻璃流11和玻璃带21与下游加工分开,维持玻璃带31的平坦度,或者使得玻璃带进一步变薄以形成玻璃带41。这些牵拉辊的表面材料和织构必须进行合适地选择,从而不会对精密形成/尺度的玻璃带/片41的所需表面精整造成负面影响。然后将玻璃带31或41冷却并传递至取出机制,其中,将玻璃带切割成所需尺寸的单独玻璃片。取出机制可以是移动砧刀(其用于从移动的玻璃片的底部划线并裂开玻璃片)以及具有伯努利夹具的机器臂(其用于从玻璃成形设备去除分离的玻璃片),或者玻璃取出机制可以是水平传输机(其将玻璃带传输到下游玻璃加工站,例如玻璃切割站、(边缘和表面)精整站或者成型站)。

[0031] 可以使用任意合适的玻璃递送方法,将熔融玻璃流11进料到热成形辊14和16的夹持部的中心。例如,可以从坩埚或预成形的勺子将熔融玻璃以批料的形式递送到成形辊;或

者可以从鱼尾孔、狭缝孔、熔合成形溢流槽或者挤出炉将熔融玻璃作为玻璃流连续进料到成形辊。

[0032] 如图3示意性所示,可以使用勺子或坩埚70将熔融玻璃批料进料到热成形辊14和16的夹持部中。用已知的方式使得熔融玻璃填充勺子70。然后可以将熔融玻璃的勺子移动到热成形辊14和16的夹持部上方的位置,倾斜勺子将熔融玻璃倒入热成形辊14和16的夹持部中。可以以受控制的方式倾倒勺子,使得以所需的流速从勺子倾倒玻璃,用成形辊14和16形成所需宽度的玻璃带。或者,取决于相对于成形辊14和16的长度的勺子体积,勺子可以将其熔融玻璃内含物快速倾倒到成形辊14和16的夹持部上,在成形辊的夹持部上形成熔融玻璃的坑(puddle)。然后通过重力和成形辊的旋转玻璃成形表面从坑向下拉制熔融玻璃,形成经成形的玻璃带21。但是,对于这种方式可能难以控制玻璃带21的宽度,因为从勺子一次性地倾倒了所有的玻璃。

[0033] 通过将玻璃进料狭缝12放置成尽可能地靠近成形辊14和16的夹持部,在成形辊14、16的夹持部,在大于或等于约1000°C(例如,约为1000–1500°C)的递送温度具有较低粘度的薄玻璃可以被用于用本文所述的轧成形设备来形成玻璃片。例如,在递送温度具有约为200泊的粘度的玻璃-陶瓷组合物,以及具有高至约10000泊或者更高的粘度的玻璃-陶瓷组合物可以通过本文所述和所示的精密玻璃轧成形设备形成为所规定的厚度。使用常规狭缝拉制和熔合拉制方法无法对如此低粘度的玻璃组合物进行成形,因为熔融玻璃流/带11、21、31在其自身重量和/或在此方法中施加到熔融玻璃带上的张力的作用下变得不稳定,并失去其形状。此外,可以通过将玻璃进料狭缝12放置成尽可能地靠近成形辊14和16的夹持部,使得生产的玻璃片的宽度最大化,从而使得玻璃流11在通过成形辊成形之前变细的时间最小化。

[0034] 在一些实施方式中,玻璃片的厚度可以约为0.5–1.5mm,或者甚至约为0.7–1.2mm。在其他实施方式中,玻璃片的厚度可以约为1.0mm。玻璃片的长度可以约为30–90mm,或者甚至约为40–80mm。在其他实施方式中,玻璃片的宽度可以约为50–70mm,或者甚至约为60mm。玻璃片的长度可以约为100–500mm,或者甚至约为200–400mm。在其他实施方式中,玻璃片的长度可以约为250–350mm,或者甚至约为300mm。应理解的是,本文所揭示的方法可适用于具有其他形状和尺寸的玻璃片。

[0035] 根据一些实施方式,玻璃片可具有一个或多个织构化表面。在一些实施方式中,织构化表面的平均表面粗糙化可以大于或等于约1.00μm,或者甚至大于或等于约1.02μm。在一些实施方式中,织构化表面的平均表面粗糙化可以大于或等于约1.04μm,或者甚至大于或等于约1.06μm。在其他实施方式中,织构化表面的平均表面粗糙化可以大于或等于约1.08μm,或者甚至大于或等于约1.10μm。

[0036] 在一些实施方式中,非织构化玻璃表面的平均表面粗糙化可以小于或等于约0.230μm,或者甚至小于或等于约0.210μm。在其他实施方式中,非织构化玻璃表面的平均表面粗糙化可以小于或等于约0.200μm,或者甚至小于或等于0.190μm。在其他实施方式中,非织构化玻璃表面的平均表面粗糙化可以小于或等于约0.180μm,或者甚至小于或等于约0.170μm。

[0037] 形成的玻璃片可以堆叠然后进行陶瓷化过程,以增加在陶瓷化循环中可以进行陶瓷化的玻璃片的数量。在玻璃片堆叠内,第一玻璃片的表面可以与第二、相邻玻璃片的表面

接触。在一些实施方式中，第一玻璃片的接触表面可以是织构化的，第二、相邻玻璃片的接触表面可以不是织构化的。在其他实施方式中，玻璃片和相邻玻璃片的接触表面可以是织构化的。可以重复该堆叠，使得在堆叠中的任意数量的玻璃片的织构化表面与相连玻璃片的非织构化或织构化表面接触。应理解的是，堆叠中的玻璃片的数量没有特定限制。

[0038] 在一些实施方式中，玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度和相邻玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度之差可以大于或等于约 $0.75\mu\text{m}$ ，或者甚至大于或等于约 $0.85\mu\text{m}$ 。在其他实施方式中，玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度和相邻玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度之差可以大于或等于约 $0.95\mu\text{m}$ ，大于或等于约 $1.00\mu\text{m}$ ，或者甚至大于或等于约 $1.25\mu\text{m}$ 。在一些实施方式中，玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度和相邻玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度之差可以大于或等于约 $1.50\mu\text{m}$ ，或者大于或等于约 $1.75\mu\text{m}$ ，或者甚至大于或等于约 $2.00\mu\text{m}$ 。在其他实施方式中，玻璃片的织构化表面的平均表面粗糙度和相邻玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度之差可以大于或等于约 $2.10\mu\text{m}$ ，或者甚至大于或等于约 $2.20\mu\text{m}$ 。

[0039] 在玻璃片的接触表面与相邻玻璃片的接触表面都是织构化的实施方式中，第一玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度与相邻玻璃片的接触表面的平均表面粗糙度可以是相同的。

[0040] 可以对根据上文的实施方式堆叠的玻璃片进行陶瓷化，即进行热处理，以产生所需的玻璃-陶瓷产品。在一些实施方式中，陶瓷化循环可包括如下5个步骤：1) 将玻璃片以第一加热速率从室温加热到第一温度；2) 将玻璃片在第一温度保持一段预定的时间量；3) 将玻璃片以第二加热速率从第一温度加热到第二温度；4) 将玻璃片在第二温度保持一段预定的时间量；以及5) 将玻璃片以第一冷却速率从第二温度冷却到室温。

[0041] 在一些实施方式中，第一温度可以约为 $700\text{--}800^\circ\text{C}$ ，或者甚至约为 $720\text{--}780^\circ\text{C}$ 。在其他实施方式中，第一温度可以约为 $740\text{--}760^\circ\text{C}$ ，或者甚至约为 750°C 。在一些实施方式中，第一温度可以约为 780°C 。在一些实施方式中，第一保持温度可以大于或等于约90分钟，或者甚至大于或等于约105分钟。在其他实施方式中，第一保持温度可以大于或等于约115分钟，或者甚至120分钟。第二温度可以约为 $950\text{--}1000^\circ\text{C}$ ，或者甚至约为 $960\text{--}990^\circ\text{C}$ 。在一些实施方式中，第二温度可以约为 975°C 。在一些实施方式中，第二保持温度可以大于或等于约150分钟，或者甚至大于或等于约180分钟。在其他实施方式中，第一保持温度可以大于或等于约220分钟，或者甚至240分钟。如本文所用，室温可以是任意环境温度，并且可以包括约为 $22\text{--}27^\circ\text{C}$ 的温度。应理解的是，第一和第二加热速率以及第一冷却速率可以根据玻璃组成和陶瓷化工艺温度发生变化，并且不一定限于如下加热和冷却速率。在一些实施方式中，第一和第二加热速率可以约为 $250\text{--}350^\circ\text{C}/\text{小时}$ ，例如约为 $300^\circ\text{C}/\text{小时}$ 。在一些实施方式中，第一冷却速率可以约为 $-250\text{至}-350^\circ\text{C}/\text{小时}$ ，例如约为 $-300^\circ\text{C}/\text{小时}$ 。

[0042] 可以通过任意常规工艺或设备来分离堆叠的玻璃-陶瓷片。在一些实施方式中，可以通过向一片或多片玻璃-陶瓷片施加作用力，来分离玻璃-陶瓷片。在各个实施方式中，可以通过例如刀片或楔形物，在两块接触的玻璃-陶瓷片之间的界面处施加作用力。在一些实施方式中，对于玻璃-陶瓷片的接触表面是织构化的并且相邻玻璃-陶瓷片的接触表面不是织构化的情况下，分离两块接触的玻璃-陶瓷片的最大作用力可以小于约0.5磅/英寸，或者甚至小于0.3磅/英寸。在其他实施方式中，对于玻璃-陶瓷片的接触表面是织构化的并且相

邻玻璃-陶瓷片的接触表面不是织构化的情况下,分离两块接触的玻璃-陶瓷片的最大作用力可以小于约0.2磅/英寸,小于约0.1磅/英寸,或者甚至约为0.01磅/英寸。

[0043] 在一些实施方式中,对于第一玻璃-陶瓷片的接触表面和第二片的接触表面是织构化的情况下,分离两块接触的玻璃-陶瓷片的最大作用力可以小于或等于约9.5磅/英寸,或者甚至小于或等于约9.0磅/英寸。在一些实施方式中,对于第一玻璃-陶瓷片的接触表面和第二片的接触表面是织构化的情况下,分离两块接触的玻璃-陶瓷片的最大作用力可以小于或等于约8.5磅/英寸,或者甚至小于或等于约8.0磅/英寸。在一些实施方式中,对于第一玻璃-陶瓷片的接触表面和第二片的接触表面是织构化的情况下,分离两块接触的玻璃-陶瓷片的最大作用力可以约为9.3磅/英寸。

[0044] 根据本文的各个实施方式,提供了用于生产玻璃-陶瓷片的堆叠玻璃片的预成形件。预成形件可以至少包括如上文详细所述的具有织构化表面的第一玻璃片,以及第二玻璃片(其具有与第一玻璃片的织构化表面接触的表面)。在一些实施方式中,与第一玻璃片的织构化表面接触的第二玻璃片的表面可以是织构化的。在其他实施方式中,与第一玻璃片的织构化表面接触的第二玻璃片的表面可以不是织构化的。

[0045] 实施例

[0046] 通过以下实施例进一步阐述本发明的实施方式。

[0047] 实施例1

[0048] 采用没有织构的精密辊来制备三块玻璃片。这三块玻璃片的表面具有 $0.102\mu\text{m}$ 的平均表面粗糙度。采用本文所述的织构化精密辊来制备三块额外的玻璃片。这三块玻璃片的表面具有 $1.080\mu\text{m}$ 的平均表面粗糙度。玻璃片厚1mm,宽60mm,长300mm。

[0049] 通过使得玻璃片的平均表面粗糙度为 $0.102\mu\text{m}$ 的非织构化表面与玻璃片的平均表面粗糙度为 $1.080\mu\text{m}$ 的织构化表面发生接触,来制造样品1。通过使得两块平均表面粗糙度为 $1.080\mu\text{m}$ 的织构化玻璃片表面发生接触,来制备样品2。通过使得两块平均表面粗糙度为 $0.102\mu\text{m}$ 的非织构化玻璃片表面发生接触,来制备样品3。

[0050] 样品1-3分别经受具有如下循环的陶瓷化过程:1)以 $300^\circ\text{C}/\text{小时}$ 的加热速率从 25°C 加热至 780°C ;2)在 780°C 保持2小时;3)以 $300^\circ\text{C}/\text{小时}$ 的加热速率从 780°C 加热至 975°C ;4)在 975°C 保持4小时;以及5)以 $300^\circ\text{C}/\text{小时}$ 的冷却速率从 975°C 冷却至 25°C 。

[0051] 在陶瓷化循环之后,样品分别受到由英斯特朗公司(Instron)制造的Instron442负荷框施加的作用力,在玻璃-陶瓷片之间的界面处具有楔形物。施加作用力直至分开玻璃-陶瓷片。分离测试结果如图5和6所示。如图5所示,样品1无需施加任意作用力来分开玻璃-陶瓷片;在样品2中, $9.24\text{磅}/\text{英寸}$ 的作用力分开了玻璃-陶瓷片;以及在样品3中, $10.31\text{磅}/\text{英寸}$ 的作用力分开了玻璃-陶瓷片。如图6所示,分开样品2的玻璃-陶瓷片所需的时间明显少于分开样品3的玻璃-陶瓷片所需的时间。分开样品1的玻璃-陶瓷片所需的时间量最少,因此其没有显示在图6中。

[0052] 从该实施例可以看出,当第一玻璃片的表面是织构化的,并且与第一玻璃片的织构化表面接触的相邻玻璃片的表面不是织构化的情况下,陶瓷化过程之后的玻璃-陶瓷片之间的表面粘附可以是最小化的。此外,当第一玻璃片的表面是织构化的,并且与第一玻璃片的织构化表面接触的相邻玻璃片的表面也是织构化的情况下,可以降低陶瓷化过程之后的玻璃-陶瓷片之间的表面粘附。

[0053] 本领域的技术人员显而易见的是,可以在不偏离要求专利权的主题的精神和范围的情况下,对本文所述的实施方式进行各种修改和变动。因此,本说明书旨在涵盖本文所述的各种实施方式的修改和变化形式,只要这些修改和变化形式落在所附权利要求及其等同内容的范围之内。

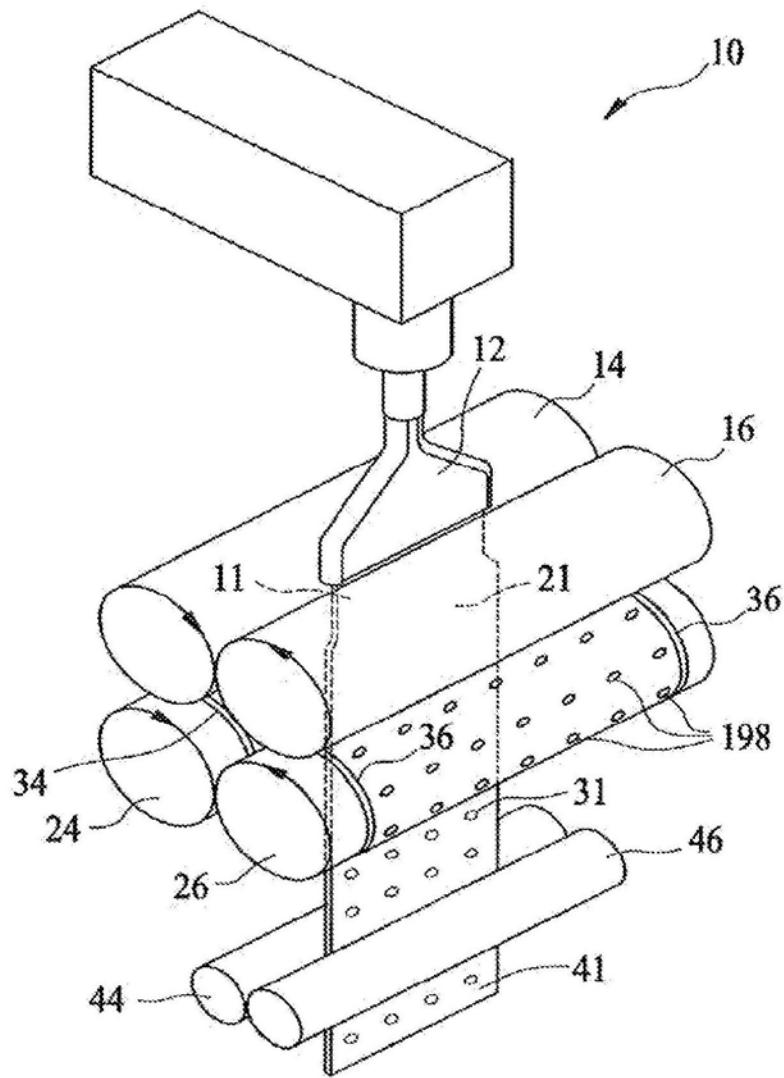


图1

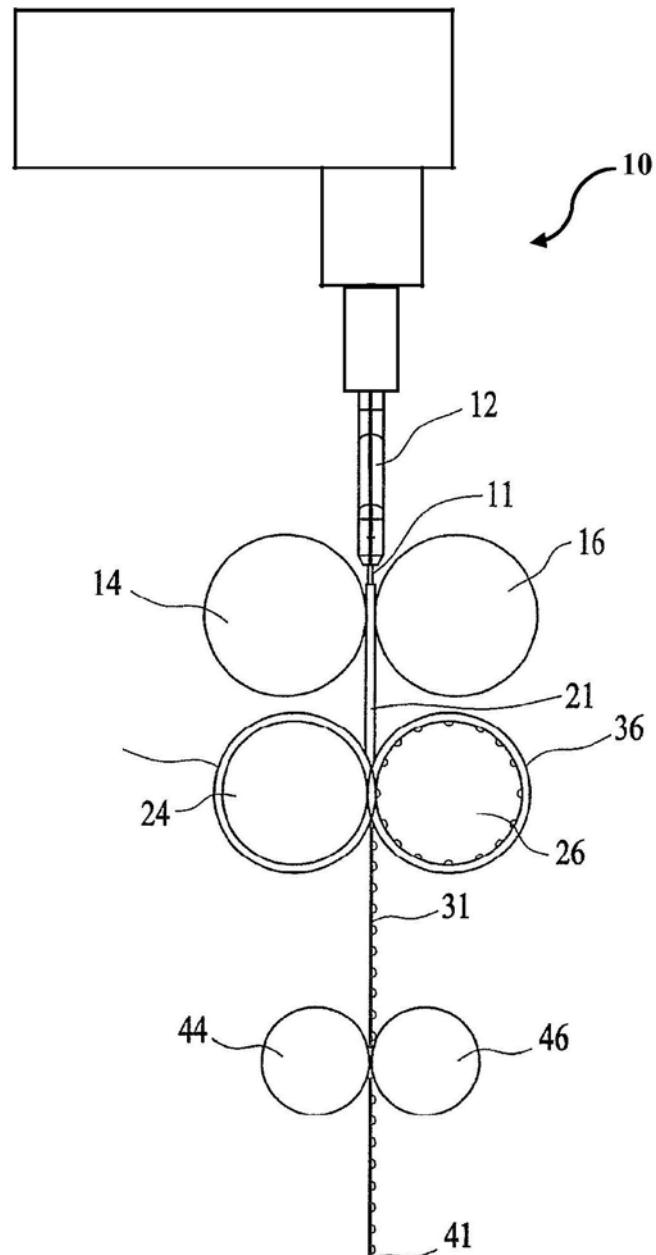


图2

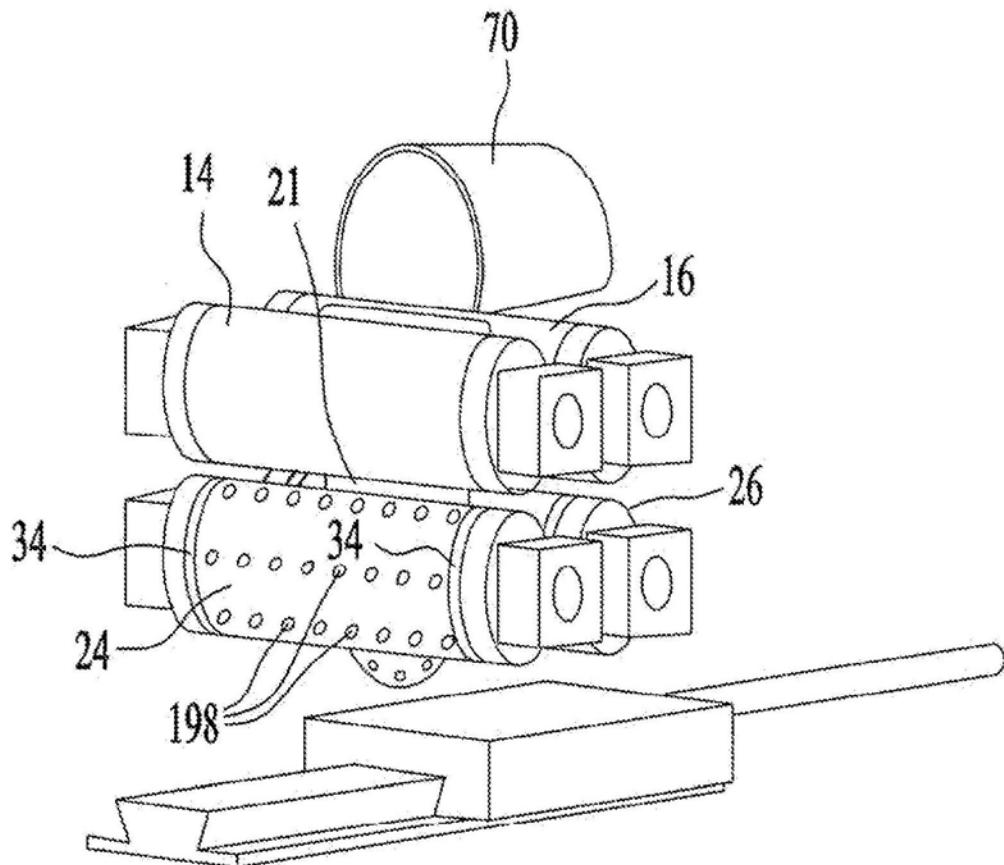


图3

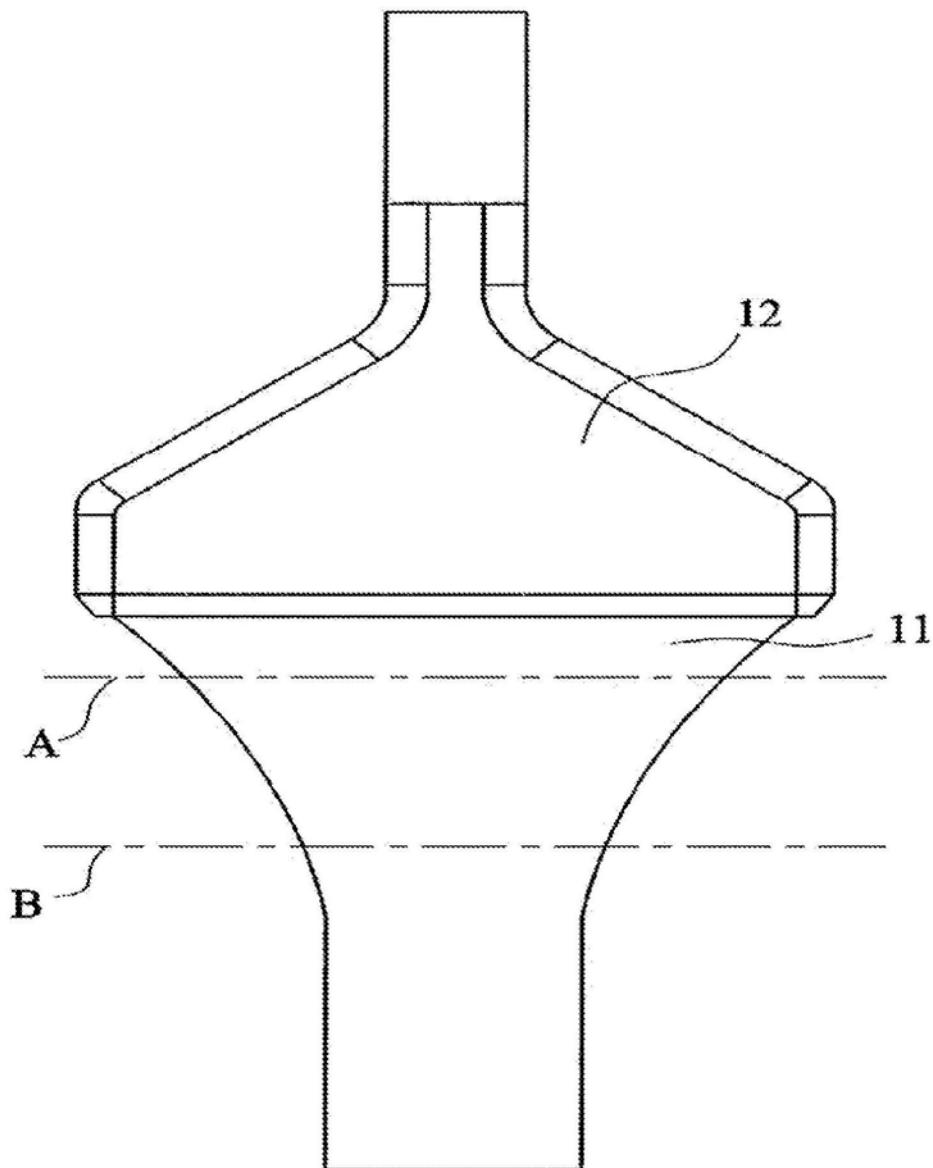


图4

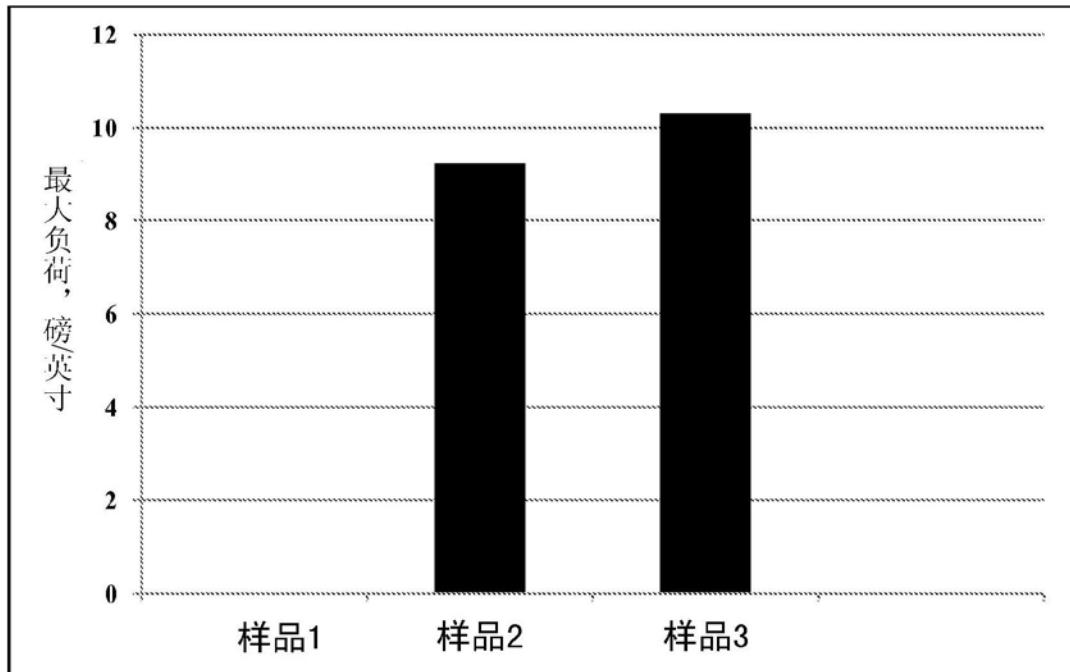


图5

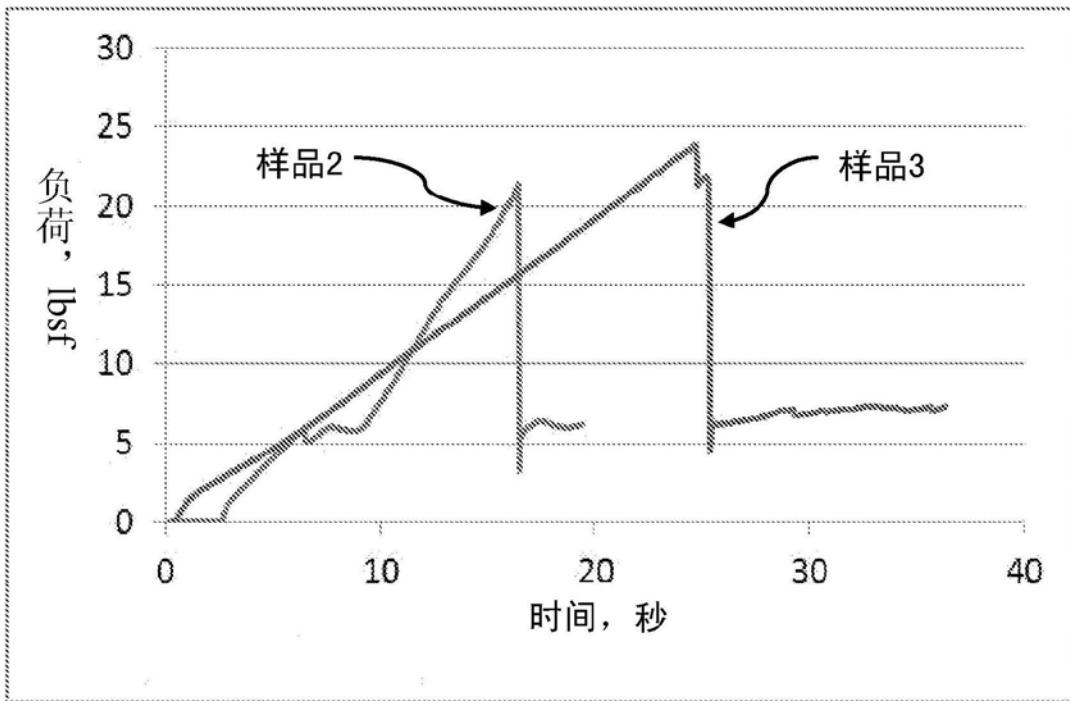


图6