

1. 一种制造玻璃片的方法,该方法包括:

(A) 采用拉制法制造玻璃带,所述玻璃带具有:

(i) 中线,

(ii) 第一边缘,

(iii) 第二边缘,

(iv) 第一外缘部分,其开始于第一边缘,朝着中线向内延伸,所述第一外缘部分具有内边和宽度 W_{B1} ,

(v) 第二外缘部分,其开始于第二边缘,朝着中线向内延伸,所述第二外缘部分具有内边和宽度 W_{B2} ,

(vi) 第一 S- 翘曲部分,其开始于第一外缘部分的内边,朝着中线向内延伸, S- 翘曲的特征是,在成形过程中,在平行于玻璃带连续边缘的玻璃片一个或两个边缘上出现的玻璃片的正弦波状面外扭曲,所述“连续边缘”是在成形过程中平行于玻璃的移动方向的玻璃带边缘;

(vii) 第二 S- 翘曲部分,其开始于第二外缘部分的内边,朝着中线向内延伸,所述第一和第二 S- 翘曲部分各自具有等于 $(W_{B1}+W_{B2})/2$ 的宽度 W_S ;

(B) 从所述玻璃带上切下玻璃片;

(C) 从玻璃片上修剪下所述第一外缘部分和第二外缘部分;

其中:

(i) 所述玻璃具有一定的玻璃化转变温度范围,在此范围内,玻璃发生从基本粘弹性材料向基本弹性材料的转变;

(ii) 在步骤 (A) 中,将所述玻璃带从高于玻璃化转变温度范围的温度冷却到低于玻璃化转变温度范围的温度;

(iii) 在所述玻璃带的中线处于高于玻璃化转变温度范围的温度的位置处,所述玻璃带的第一外缘部分和第二外缘部分分别与第一边缘辊和第二边缘辊接触;

(iv) 所述边缘辊与玻璃带的接触局部地降低了玻璃的温度;

(v) 在所述玻璃带中线的温度在所述玻璃化转变温度范围范围内的至少一个位置,对所述玻璃带的第一外缘部分与第二外缘部分和 / 或第一 S- 翘曲部分与第二 S- 翘曲部分进行加热,并且 / 或者对所述玻璃带的中心部分进行冷却,以减小横贯 S- 翘曲部分宽度 W_S 的温差,从而减少玻璃片中 S- 翘曲的出现。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述加热和 / 或冷却将横贯 S- 翘曲部分宽度的温差减小到小于 40°C 。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述玻璃化转变温度范围的上端低于或等于 850°C ,所述玻璃化转变温度范围的下端高于或等于 650°C 。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述加热和 / 或冷却基本在整个玻璃化转变温度范围内发生。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,(i) 所述玻璃化转变温度范围具有较低温度部分,其上端低于或等于 780°C ,其下端高于或等于 720°C , (ii) 进行加热和 / 或冷却的至少一个位置包括位于所述玻璃化转变温度范围的较低温度部分内的位置。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,(i) 所述玻璃化转变温度范围具有较低温度

部分,该部分的上端低于或等于 780℃,其下端高于或等于 760℃,(ii) 进行加热和 / 或冷却的至少一个位置包括位于所述玻璃化转变温度范围的较低温度部分内的位置。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述加热和 / 或冷却将横贯 S- 翘曲部分宽度的温差减小到小于 40℃。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述横贯 S- 翘曲部分宽度的温差主要是通过对所述第一外缘部分和第二外缘部分以及第一 S- 翘曲部分和第二 S- 翘曲部分进行加热而减小的。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述边缘辊是空气冷却的。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述玻璃片的标称 S- 翘曲水平小于 250 微米。

具有低水平翘曲的平坦玻璃的制造方法

[0001] I. 发明领域

[0002] 本发明涉及玻璃片的制造,这种玻璃片用作液晶显示器(LCD)之类的显示器器件中的基片。更具体来说,本发明涉及用来减小被称为“S-翘曲”的问题的方法,这种问题会在通过熔融下拉法之类的方法制造这种玻璃片的时候出现。

[0003] II. 发明背景

[0004] A. 显示器器件

[0005] 显示器器件被用于各种应用。例如,薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)被用于笔记本计算机,平板台式监视器,LCD 电视机,以及网络和通信器件等。一些显示器器件,例如 TFT-LCD 面板和有机发光二极管(OLED)面板是直接平坦的玻璃片上制造的。对于许多显示器器件,用于面板的玻璃必须是平坦的,整个玻璃表面的平整度约在 150-250 微米之内。玻璃内的任意翘曲或波动都会对显示器质量造成不利的影响。

[0006] 出于说明的目的,在许多显示器器件(例如上述的那些)中,可以有效地将电子部件结合在用于显示器器件中的玻璃片(玻璃基片)上。所述电子部件通常是互补金属氧化物半导体(CMOS)器件,包括 TFT。在这些应用中,在显示器的玻璃材料上直接形成所述半导体结构的有益的。

[0007] 因此,许多液晶显示器经常包括与其上已经形成了晶体管的玻璃基片连接的液晶(LC)材料层。所述晶体管以图案化的阵列设置,通过外部电路驱动,提供(启动)所需的电压,使得 LC 材料中的分子以所需的形式取向。所述晶体管是显示器的图像元素(像素)的主要部件。

[0008] 可以很容易地理解,玻璃面板平整度的任意变化都会造成晶体管和像素之间间距的变化。这可能会造成显示器面板内的扭曲。因此,在 LCD 和其它玻璃显示器应用中,提供具有可接受水平之内的平整度公差玻璃基片,能够特别有益地至少避免上文讨论的翘曲玻璃的问题。

[0009] B. S-翘曲

[0010] 翘曲是通过与平面的偏离来表征的玻璃片的缺陷。翘曲已经成为 LCD 玻璃基片制造当中最麻烦而又最持续出现的问题。已知有各种翘曲,本发明考虑 S-翘曲。

[0011] 如图 1 所示,S-翘曲的特征是,在成形过程中,在平行于玻璃带“连续边缘”的玻璃片一个或两个边缘(23a, 23b)上出现的玻璃片的正弦波状面外扭曲。所述“连续边缘”是在成形过程中平行于玻璃的移动方向的玻璃带边缘。例如,在熔融下拉法中,这些边缘的取向是垂直向,而在浮法中,该取向是水平向。

[0012] 通常,与 S-翘曲相关的面外偏差的振幅约为例如 0.1-2 毫米(峰到谷),偏差的周期约为 200-700 毫米。在特殊的玻璃制造工艺和设备中也会出现其它的振幅和周期,本发明也可应用于这些情况。

[0013] 本领域技术人员可以理解,最终玻璃片中可以接受的 S-翘曲的水平将取决于玻璃片预期的用途。作为常规性的原则,沿玻璃片长度的峰到谷 S-翘曲的水平优选小于 1000 微米,更优选小于 600 微米,最优选约等于或小于 200 微米,所述玻璃片的标称 S-翘曲水平

可小于 250 微米。

[0014] 在本发明之前,人们对 S-翘曲的来源尚无基础性的理解,所以没有用来减小 / 控制 S-翘曲的系统性方法。因此人们需要的是至少能够克服本领域中的这些缺陷的形成基本平坦的玻璃的方法。

III. 发明内容

[0015] 本发明提供了一种制造玻璃片(例如用于制造平板显示器的玻璃基片)的方法,该方法包括:

[0016] (A) 采用下拉法制造玻璃带(例如见图 2 和图 3 中的附图标记 15),所述玻璃带具有:

[0017] (i) 中线 (17),

[0018] (ii) 第一边缘 (19a),

[0019] (iii) 第二边缘 (19b),

[0020] (iv) 第一外缘 (bead) 部分 (21a),其开始于第一边缘 (19a),朝着中线 (17) 向内延伸,所述第一外缘部分具有内边 (23a) 和宽度 W_{B1} ,

[0021] (v) 第二外缘部分 (21b),其开始于第二边缘 (19b),朝着中线 (17) 向内延伸,所述第二外缘部分具有内边 (23b) 和宽度 W_{B2} ,

[0022] (vi) 第一 S-翘曲部分 (25a),其开始于第一外缘部分 (21a) 的内边 (23a),朝着中线 (17) 向内延伸;

[0023] (vii) 第二 S-翘曲部分 (25b),其开始于第二外缘部分 (21b) 的内边 (23b),朝着中线 (17) 向内延伸,所述第一和第二 S-翘曲部分各自具有等于 $(W_{B1}+W_{B2})/2$ 的宽度 W_S ;

[0024] (B) 从玻璃带 (15) 上切下玻璃片 (13);

[0025] (C) 从玻璃片 (13) 上修剪下所述第一外缘部分和第二外缘部分 (21a, 21b);

[0026] 其中:

[0027] (i) 所述玻璃具有一定的玻璃化转变温度范围 (GTTR),在此范围内,玻璃发生从基本粘弹性材料向基本弹性材料的转变;

[0028] (ii) 在步骤 (A) 中,所述玻璃带 (15) 从高于 GTTR 的温度冷却到低于 GTTR 的温度;

[0029] (iii) 在所述玻璃带 (15) 的中线 (17) 处于高于 GTTR 的温度的位置处,所述玻璃带 (15) 的第一外缘部分和第二外缘部分 (21a, 21b) 分别与第一边缘辊和第二边缘辊 (27a, 27b) 接触;

[0030] (iv) 所述边缘辊 (27a, 27b) 与玻璃带 (15) 的接触局部地降低了玻璃的温度(例如所述边缘辊可以是空气冷却或水冷的,使得它们的稳态温度低于玻璃带的温度);

[0031] (v) 在所述玻璃带中线的温度在所述 GTTR 范围之内的至少一个位置(例如图 3 中的区域 31 之内的位置)处,对所述玻璃带 (15) 的第一外缘部分与第二外缘部分 (21a, 21b) 和 / 或第一 S-翘曲部分与第二 S-翘曲部分 (25a, 25b) 进行加热,并且 / 或者对所述玻璃带的中心部分进行冷却,以减小 S-翘曲部分宽度 W_S 上的温差,从而减少玻璃片中 S-翘曲的出现。

[0032] 在某些优选的实施方式中,进行加热和 / 或冷却,使得 S-翘曲部分宽度上的温差

小于 40℃,更优选小于 30℃,最优选小于或等于 20℃。

[0033] 在其它优选的实施方式中,所述 GTTR 具有较低温度部分,进行加热和 / 或冷却的至少一个位置包括在较低温度部分内的一个位置(例如图 3 中区域 33 内的一个位置)。

[0034] 在另一个优选的实施方式中,在 S- 翘曲部分的宽度上的温差主要通过对所述第一外缘部分和第二外缘部分(21a,21b)以及所述第一 S- 翘曲部分和第二 S- 翘曲部分(25a,25b)进行加热(例如用加热丝线圈加热)而减小。

[0035] 为了便于表达,结合制造玻璃片的情形描述本发明并提出权利要求。但是应当理解,在说明书和权利要求书中,术语“玻璃”同时包括玻璃和玻璃-陶瓷材料。

[0036] 用于上面发明内容中的图 1-4 的附图标记仅仅是为了便于阅读者理解,绝不是也不应看作是对本发明范围的限制。更广泛来说,应当理解上面的一般描述和以下的详述仅仅是本发明的示例,用来提供本发明性质和特征的概览或框架。

[0037] 下面的详述中将列出本发明的其它特征和优点,其中的一部分,通过本发明的描述或实施,对本领域技术人员来说将是显而易见的。所包括的附图用来进一步理解本发明,它们结合在本说明书中,构成说明书的一部分。

[0038] IV. 附图简述

[0039] 图 1 是显示 S- 翘曲的示意图。图中的纵轴单位为毫米,图中所示的最大翘曲水平(最大弯曲)为 0.5 毫米。

[0040] 图 2 是显示通过拉制法形成的玻璃带的示意图,将要从所述玻璃带上切割下单独的玻璃片。图中显示了玻璃带的外缘部分和 S- 翘曲部分相对于玻璃带的中线和边缘的位置。

[0041] 图 3 是根据本发明示例性实施方式的熔融玻璃制造设备的示意图。在此图中示意性地显示了边缘辊(27a,27b),GTTR(31),以及 GTTR 的较低温度部分 GTTR(33)的位置。

[0042] 图 4 是根据本发明可用来减少或消除 S- 翘曲的代表性温度曲线的曲线图。

[0043] 在附图中使用的附图标记如下:

[0044] 13 玻璃片(玻璃基片)

[0045] 15 玻璃带

[0046] 17 玻璃带的中线

[0047] 19a, b 玻璃带的边缘

[0048] 21a, b 玻璃带的外缘部分

[0049] 23a, b 外缘部分的内边

[0050] 25a, b 玻璃带的 S- 翘曲部分

[0051] 27a, b 边缘辊

[0052] 29 牵拉辊

[0053] 31 对应于 GTTR 的玻璃带区域

[0054] 33GTTR 的较低温度部分

[0055] 35 刻划线

[0056] 37 溢流槽(isopipe),即用于熔融下拉法的成形结构

[0057] 39 溢流槽中用来接收熔融玻璃的空腔

[0058] 41 溢流槽根部

[0059] V. 本发明的详述及其优选实施方式

[0060] 用于制造显示器面板（例如液晶显示器面板）的玻璃基片的共同特征是很薄，例如基片厚度最多为 1.1 毫米，更优选约为 0.7 毫米，将来甚至可能更薄。由于基片很薄，它们可能通过挠曲而释放应力，这种通过挠曲而释放应力的现象在基片成品状态以及制造过程中都会出现。

[0061] 如果将成品基片置于无重力或者基本无重力的环境中（例如置于密度与玻璃相同的流体中），则基片将基本不存在长程的面内应力。否则，基片将通过挠曲而采取非平坦的形状，在此形状下，长程的面内应力得以释放。如果从该环境中取出并置于平坦表面上，则其形状将会在重力作用下变化，也会由于重力的作用在玻璃中产生一定的应力。这样一来，在无重力或基本无重力环境下的挠曲的基本无应力的成品基片将在重力作用下在平坦表面上变成挠曲的包含应力的基片，但是此种挠曲将不同于在无重力或基本无重力条件下的挠曲。

[0062] 对于用来制造平板显示器的常规基片，能够通过挠曲而释放的长程应力的空间周期约大于 30 毫米。一些短程应力，例如在约等于或小于 10 毫米的面内距离之内的应力可能无法释放，但是在更长的面内距离内，将会通过挠曲机理基本上消除面内应力。

[0063] 应当注意在常规的情况下，基片内的面内应力具有二维分布。这种分布可以通过空间分量来分析。具有较低空间频率（较长空间周期）的分量可通过挠曲而释放，而具有较高空间频率（较短空间周期）的分量通常无法通过挠曲释放。如上文所讨论，对于用于平板显示器的常规基片，能够通过挠曲有效释放应力的长空间周期与挠曲可能无法有效释放应力的短空间周期之间的转变，通常在 10-30 毫米范围内。

[0064] 用于显示器应用的玻璃基片在工业上通过连续制造工艺生产，例如使用下拉法、上拉法和浮法，这些方法各自产生了玻璃带，从该玻璃带上切割下独立的基片。这种连续制造法包括对原料进行熔融和澄清化，制得熔融玻璃，然后使用合适的成形设备，例如对于溢流类下拉法，使用“溢流槽”将所述熔融玻璃成形制成玻璃带。

[0065] 一旦成形之后，使玻璃带冷却，导致形成该玻璃带的玻璃发生从粘弹性材料（例如玻璃态 / 半液态材料）向薄的弹性材料的转变，在所述粘弹性材料中，应力可以快速释放，而所述薄的弹性材料可以耐受张力应力，但是通过挠曲对压缩应力产生反应。尽管从粘弹性材料向弹性材料的转变是一个复杂的现象，但是作为一级近似，可以认为该转变是在沿着玻璃带长度的特定区域（转变区域）内发生的。所述转变区域位于玻璃经过其玻璃化转变温度范围（GTTR）的玻璃带部分内。更具体来说，所述区域通常位于 GTTR 的较低温度端附近。对于一级近似（first approximation），所述玻璃带在所述转变区域内是基本无应力的，这是因为其为或刚刚曾经为粘弹性材料，可以快速释放应力。

[0066] 因此，总的来说，使用连续玻璃带制造玻璃基片的制造工艺可以看作是从一个基本长程无应力态（转变区域的状态）向另一个基本长程无应力态（室温下的切割基片的状态）的发展，所述室温下的基本长程无应力态是通过玻璃片的薄度造成的，该种薄度允许通过挠曲释放应力。

[0067] 如上文所讨论，本发明涉及从 GTTR 到室温之间的冷却造成的那类挠曲的特殊例子，即 S- 翘曲。在各种连续玻璃带成形过程（例如熔融法或浮法）中，这类挠曲可能是一个问题。为了成功地制造低应力和 / 或低翘曲产品，需要将 S- 翘曲减小到低水平或消除

S-翘曲。

[0068] 可通过使用高强度点光源灯（例如氙灯）很容易地检测 S-翘曲。在此技术中，玻璃片的设置方式使得玻璃片保持垂直，待检查 S-翘曲的边缘位于顶部。从灯射出的光被玻璃片的表面以浅角度反射。这产生了玻璃片的反射图像，可以在设置于灯对面的屏幕上观察到该图像。在投射的图像中，S-翘曲的峰-谷尺寸被极大地放大了。

[0069] 还可使用全片翘曲测量观察到 S-翘曲。在此技术中，玻璃片被水平地设置在平坦的台子上，使用测量玻璃片距离所述平坦台子的高程的装置对玻璃片的表面进行读取。图 1 显示了具有 S-翘曲的玻璃片的代表性全片翘曲数据的图。

[0070] 根据本发明，发现了 S-翘曲的来源，开发出了能够有效减少或消除玻璃基片中的这种缺陷的方法。具体来说，已经确定 S-翘曲的成因是当玻璃带通过 GTTR 的时候，玻璃带 S-翘曲部分的过大的温差。

[0071] 参照图 3 可以理解 S-翘曲的起源，图 3 显示了将本发明应用于熔融下拉式玻璃拉制法。如图 3 所示，常规的熔融设备包括成形设备（溢流槽）37，其将熔融玻璃（未显示）容纳在空腔 39 之内。图中显示所述溢流槽的根部位于 41，所述玻璃带 15 在离开根部之后，横穿过边缘辊 27a, 27b。溢流槽 37 的根部 41 表示来自溢流槽 37 两个外侧的熔融玻璃结合在一起的位置。由于熔融设备是本领域已知的，所以我们省略了细节以免混淆示例性实施方式的描述。但是应当注意，可以将其它种类的玻璃制造设备（例如浮法设备）与本发明结合使用。这种设备是玻璃制造领域普通技术人员的能力范围以内的。

[0072] 在熔融类或其它种类的玻璃制造设备中，当玻璃片（玻璃带）向下通过设备的拉制部分的时候，玻璃片经历复杂的结构变化，不仅包括物理尺度的变化，而且还包括分子水平的变化。通过小心地选择温度场，使得机械要求和化学要求相平衡，以完成从液态向固态的转变，从而完成了从位于例如溢流槽根部的约 50 毫米厚度的顺应性液体形式向厚度约 0.5 毫米的刚性玻璃片的转变。不够完美的温度梯度会造成玻璃片偏离平面，具体来说是 S-翘曲。

[0073] 举例来说，示例性实施方式的玻璃是厚度约为 0.1-2.0 毫米的平坦玻璃。所述玻璃沿基片长度的平整度优选约为 150-250 微米（取决于基片的尺寸）。所述玻璃可用于玻璃显示器，例如上文所述的那些，或者用于其它的宜采用平坦而基本无波动的玻璃表面的应用。作为代表性的例子，所述玻璃可以是康宁有限公司（Corning Incorporated）的 Code 1737 或 Code Eagle 2000 玻璃，或者其它制造商生产的用于显示器应用的玻璃。

[0074] 如上文讨论和图 3 所示，边缘辊 27a, 27b 在对应于玻璃的 GTTR（即图 3 中区域 31 上方的位置）的上方位置与玻璃带 15 接触。所述边缘辊的温度低于玻璃带，例如所述边缘辊是水冷却或空气冷却的。由于该较低的温度，所述边缘辊局部地降低了玻璃带的温度。这种冷却发挥了减少玻璃被拉细的重要作用，即局部冷却有助于控制在拉制（例如通过图 3 中的牵拉辊 29 的作用进行拉制）过程中发生的玻璃带宽度的减小。因此，在工业制造玻璃片、特别是宽玻璃片的时候，需要在玻璃带边缘附近至少进行一定的局部冷却。

[0075] 但是根据本发明，已经确定了这种玻璃带的局部冷却会在从所述玻璃带切割的玻璃片中造成 S-翘曲。具体来说，对于目前 LCD 显示器应用常用的玻璃片（例如康宁有限公司的 Code Eagle 2000 玻璃），通过试验研究，我们已经确定，会由于玻璃带边缘附近相对于玻璃带中心较冷的温度而产生 S-翘曲。

[0076] 通过以下思考试验可以进一步理解产生 S- 翘曲背后的物理原理。

[0077] 设想有三条薄玻璃片（假定 0.7 毫米厚），其在室温（RT）下长 1 米：宽 0.8 米的中心条和两个各自宽 0.1 米的边缘条。这些条都是平坦和无应力的。接下来，如果对这些条中的一个进行加热，其长度会根据其热膨胀系数（假定为 $3.33\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ）增大。例如，如果中心条从 RT 加热至 $\text{RT}+30^{\circ}\text{C}$ ，则该玻璃条长度会增大到 1.000100 米。

[0078] 接下来，设想对所述条的宽度和长度进行物理修剪，使其回到 0.8 米 $\times$ 1.0 米的初始尺度。接下来，设想将两个端部条连接到所述修剪过的中心条上，制得 1 米宽的玻璃片。此时拼接起来的玻璃片是无应力而平坦的。接下来，设想将中心条冷却至 RT。因此其与端部条相连接，中心条无法自由收缩。相反，中心条会产生面内张力应力，在端部条之内会产生平衡压缩应力。

[0079] 如果产生了足够的应力，假定存在很小的暂时性扰动，使得玻璃片略微弯曲偏离平面（例如声波），则该玻璃片、特别是在压缩应力作用下的端部条将会挠曲以释放应力。该想像试验产生的挠曲图案的大体形状与具有 S- 翘曲的玻璃基片观察到的情况相同（见图 1）。

[0080] 从另一个方面来看，在室温下，边缘条的长度大于中心条，这是因为边缘条开始的时候更冷，因此收缩更少。但是因为中心条和边缘条连接在一起，所以边缘条需要适应性地挠曲（S- 形），从而具有该更长的长度。

[0081] 下面再回到玻璃片成形工艺。在玻璃带成形工艺中，在临界温度范围内，即在 GTTR 中，具体来说是在 GTTR 的较低温度部分，使边缘条温度比中心区域低 30°C ，使玻璃片为平坦状态。这种条件实际上会制得具有“冷冻在” 30°C 温差情况下的玻璃片。只要保持 30°C 的梯度，玻璃片将保持平坦。当这些玻璃片最终达到均一的温度（例如室温）的时候，将会如想像试验所述那样产生 S- 翘曲。

[0082] 在实际情况下，物理现象更为复杂。玻璃片的热膨胀系数会随温度变化。实际上在 GTTR 的一些部分中，其比室温下的热膨胀系数高 2 倍到 3 倍。因此 GTTR 中的 30°C 温差将无法与想像试验 1 : 1 地匹配。同时，在成形工艺中，所述玻璃片不一定是平坦的。这种形状可能会增加 S- 翘曲并且与 S- 翘曲产生相互作用。另外，如果在 GTTR 中，玻璃片上的冷却速率不同，还会在玻璃中产生不同的结构弛豫，这会影响玻璃的性质，以及应力和形状。

[0083] 尽管因为上述物理因素增大了复杂性，但是试验表明 S- 翘曲的响应方式与上面的想像试验中所述的模式相符。另外，可以使用该种模式作为指导，有效地控制 S- 翘曲。

[0084] 一种控制 S- 翘曲的方法是测量临界温度范围内的横跨玻璃带的片温度，然后调节加热和冷却，以确保玻璃片边缘的临界范围不会显著比中心更冷（ 40°C 的冷边缘可能足以在厚 7 毫米、宽 1.5 米、长 1.5 米的 Code Eagle2000 玻璃中引起 S- 翘曲）。

[0085] 第二种方法是测量产品中的 S- 翘曲，然后在存在 S- 翘曲的时候，依照一定的方式调节工艺中的加热和冷却，以使得边缘更热和 / 或使得中心更冷。所述第二种方法可以在无需对玻璃带进行温度测量的情况下实施（如果需要省略温度测量的话）。例如，人们可以依照一定的方式反复调节加热和冷却，使得人们可以预期该临界温度范围内得到较热的边缘和 / 或较冷的中心，每次反复调节时都测量产品中的 S 翘曲。当看到 S- 翘曲已经充分减小或者消除的时候，该反复调节工艺便已完成。较佳的是，可以将所述用来减小或消除 S- 翘曲的第一种方法和第二种方法结合使用。

[0086] 可以采用各种加热 / 冷却装置调节玻璃 GTTR 之内的温度曲线, 使得能够以比采用加热和对流的独立辐射更慢 / 更快的速率进行冷却。可以用玻璃片制造领域中技术人员力所能及的加热 / 冷却装置实现所需的热曲线。

[0087] 作为减少 S- 翘曲的一个总体指导方针, 临界温度范围为 GTTR, 具体来说 GTTR 的较低温度部分。作为 LCD 玻璃的代表性数值, 具体来说, 对于康宁有限公司的 Code Eagle 2000LCD 玻璃, GTTR 的上端通常约低于或等于 850℃, GTTR 的下端通常约高于或等于 650℃, 例如 GTTR 的下端可约高于或等于 700℃。对于 GTTR 的较低温度部分, 其上端通常约低于或等于 780℃, 其下端约高于或等于 720℃, 例如所述 GTTR 较低温度部分的下端可约高于或等于 760℃。

[0088] 不希望以任意的形式进行限制, 在以下实施例中更充分地描述本发明。

[0089] 实施例

[0090] S- 翘曲减小

[0091] 图 4 显示了康宁有限公司的 Code Eagle 2000 玻璃在玻璃化转变温度范围 (GTTR) 内的温度曲线, 已经发现其能够制得具有低水平 S- 翘曲的玻璃基片。更具体来说, 图 4 的温度曲线至少用于 GTTR 的较低温度部分。

[0092] 图中显示了用来减少 S- 翘曲的温度曲线和对应的玻璃带厚度。图中还显示了玻璃带的外缘部分和 S- 翘曲部分的位置。

[0093] 从此图中可以看出, S- 翘曲部分上的温差各自小于 40℃。在实际上, 已经发现通过将横贯玻璃带 S- 翘曲部分的温差保持在等于或小于该水平可以得到低水平的 S- 翘曲, 例如翘曲水平等于或小于 250 微米, 同时仍然可以通过边缘辊对玻璃带进行充分冷却, 从而可以对宽玻璃带进行拉制, 例如图 4 中的全部宽度为 2250 毫米的玻璃带。

[0094] 尽管已经描述和说明了本发明的具体实施方式, 但是应当理解可以在不背离本发明精神和范围的前提下进行改良。例如, 尽管本发明上面主要关于熔融下拉法进行描述, 但是本发明也可等同地应用于浮法, 在浮法中, 用边缘辊对玻璃带的边缘进行冷却, 从而限制由于用一个或多个牵拉辊进行拉制造成的玻璃带拉细。

[0095] 对本文所揭示领域的普通技术人员来说, 可以明显地看出, 可以在不背离本发明精神和范围的前提下进行各种其它的改良。所附的权利要求书包括本文所列的具体实施方式, 以及这些改良、变化和等同内容。

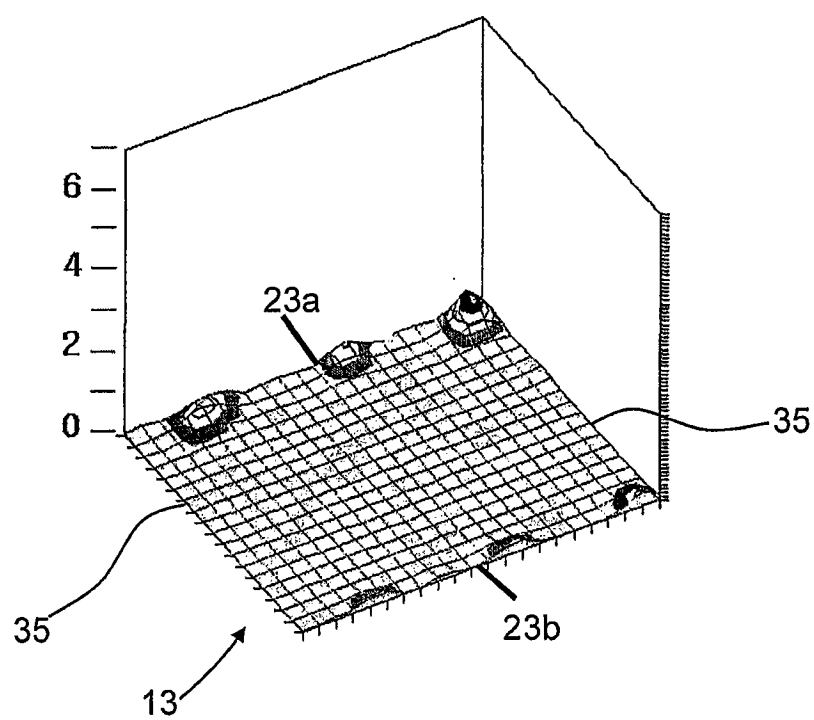


图 1

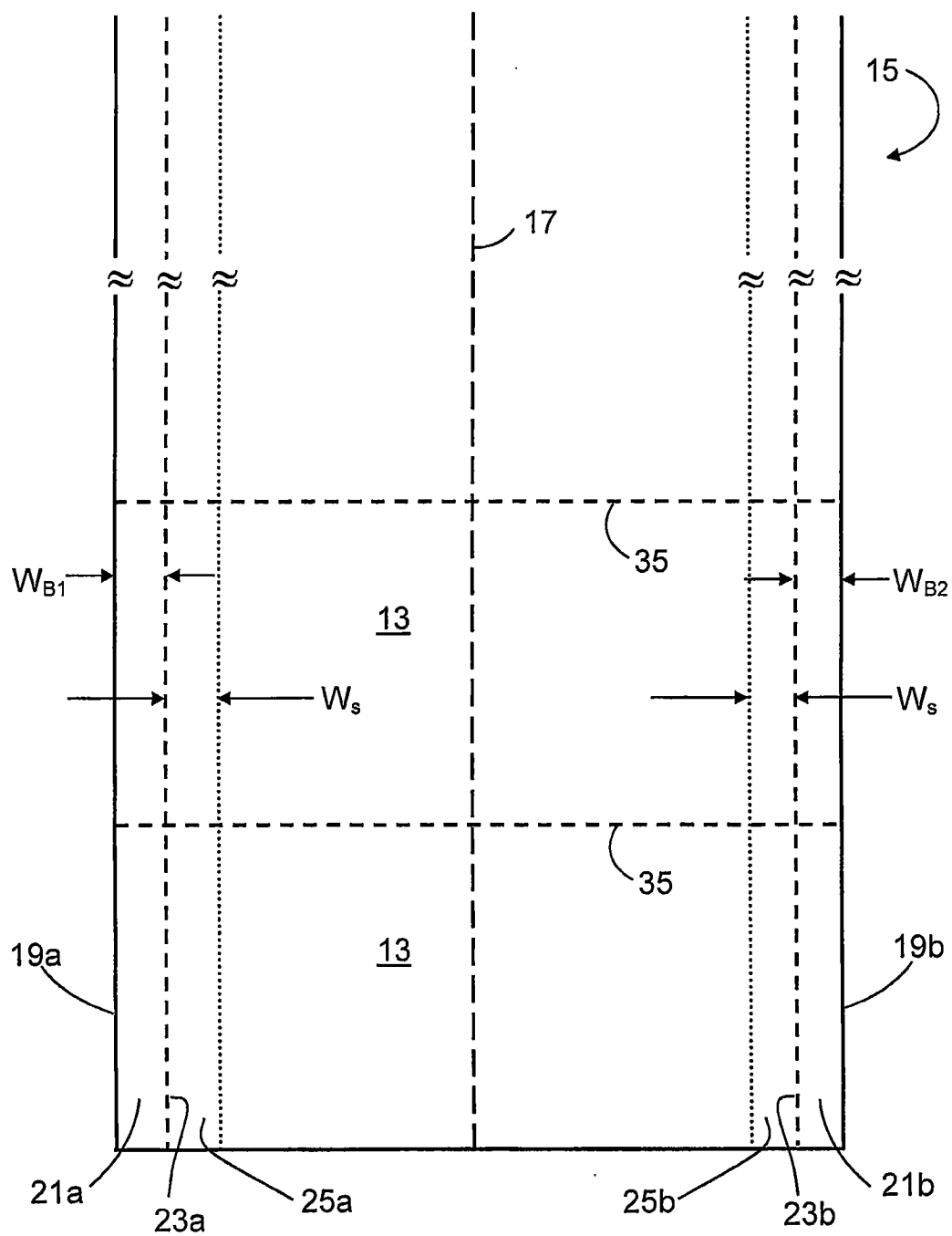


图 2

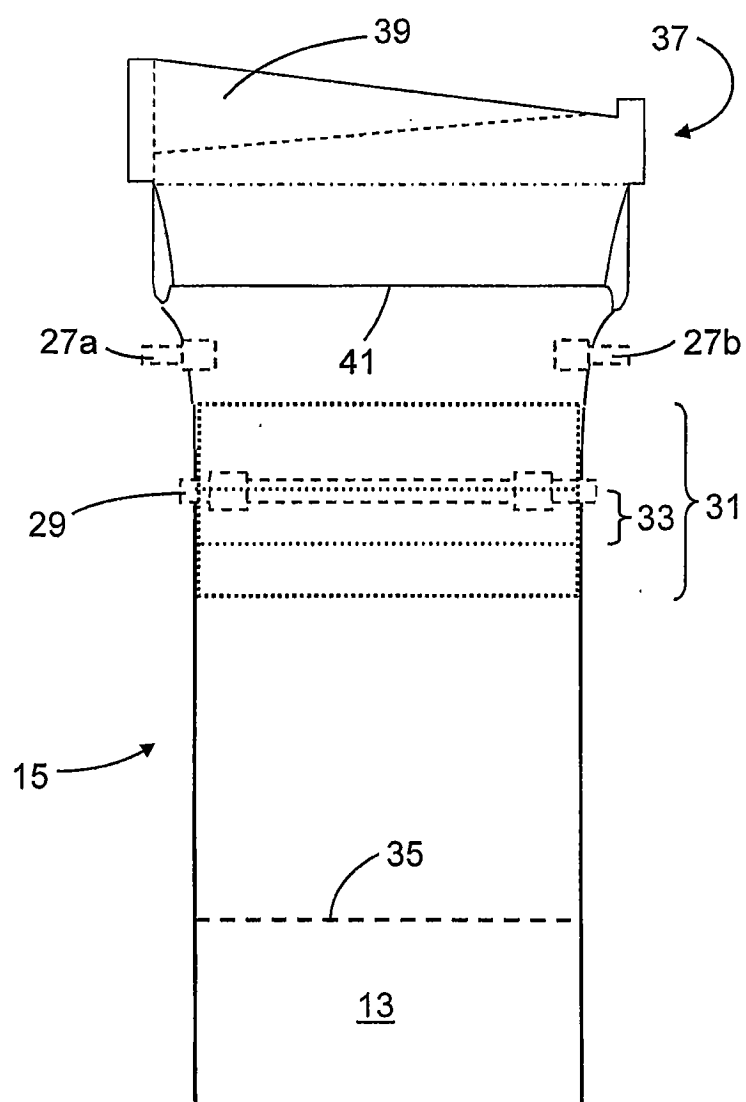


图 3

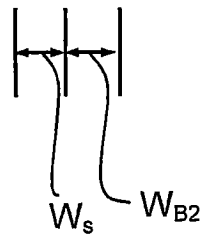
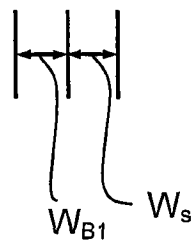
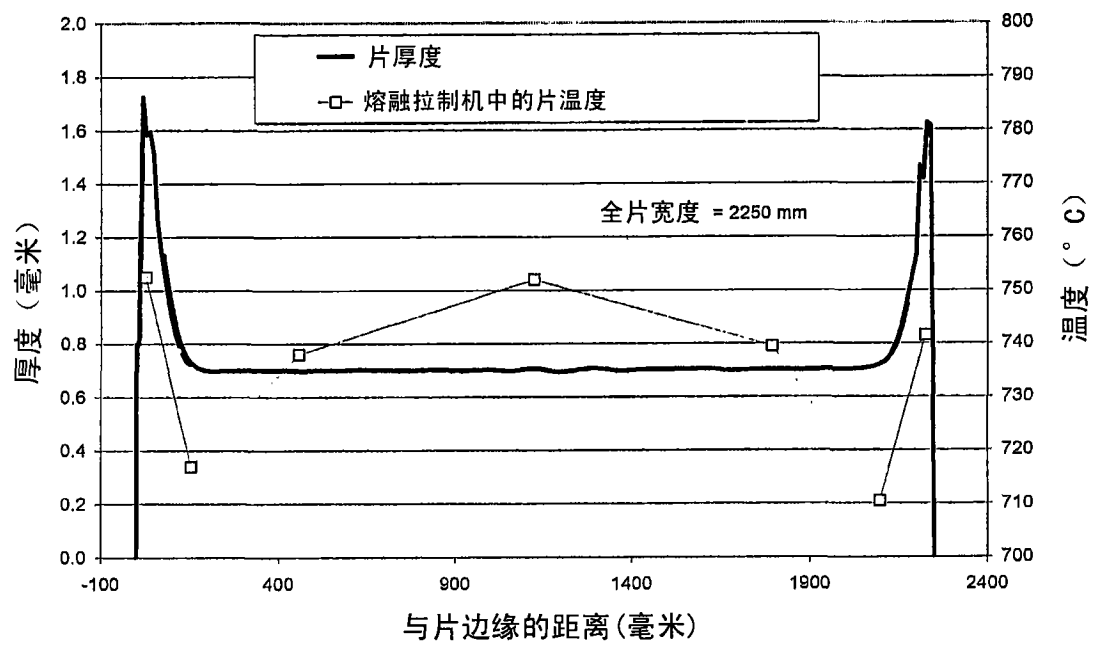


图 4