



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103492330 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201280018927. 7

C03B 5/183(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 04. 17

C03B 35/14(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/476, 412 2011. 04. 18 US

(56) 对比文件

JP 2007526978 A, 2007. 09. 20,

US 2008276647 A, 2008. 11. 13,

CN 101448749 A, 2009. 06. 03,

KR 20100021991 A, 2010. 02. 26,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/033867 2012. 04. 17

审查员 王公领

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/145280 EN 2012. 10. 26

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 王文超

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 项丹

(51) Int. Cl.

C03B 29/16(2006. 01)

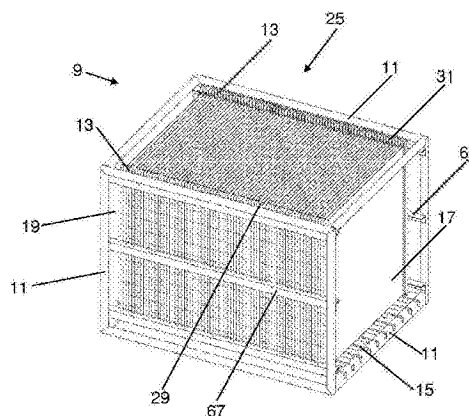
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

对玻璃薄板进行对流热处理的方法和设备

(57) 摘要

提供了用于玻璃薄板(17)的对流热处理的方法和设备。将玻璃板(17)保持在具有加工体积(19)的固定装置(9)中,所述加工体积(19)具有开放顶部和开放底部。底部支撑系统(15)支撑了玻璃板(17)的底部边缘,而不会阻挡加工体积的开放底部的绝大部分。侧面支撑系统(13)在对流热处理过程中固定玻璃板的垂直边缘区域,从而降低了由于热处理所导致的玻璃板的震动和变形(翘曲)。侧面支撑系统(13)可包括具有臂(37)的垂直元件(33),所述臂(37)可包括用于啮合玻璃板(17)的主表面的唇缘(73)。



1. 一种对玻璃板进行热处理的方法,所述方法依次包括以下步骤:

(a) 采用固定装置以垂直朝向固定多块玻璃板,所述固定装置包括:

(i) 箱式开放框架,其限定了加工体积,并具有顶侧面、底侧面以及第一垂直侧面、第二垂直侧面、第三垂直侧面和第四垂直侧面,所述第一和第二垂直侧面位于框架的相对侧;

(ii) 用于玻璃板的侧面支撑系统,其包括安装在框架的第一垂直侧面上的第一组垂直元件和安装在框架的第二垂直侧面上的第二组垂直元件,所述第一组垂直元件形成沿着框架的第一垂直侧面延伸的第一组接收玻璃空间,所述第二组垂直元件形成沿着框架的第二垂直侧面延伸的第二组接收玻璃空间,所述第一和第二组接收玻璃空间成对对齐,用于接收单块玻璃板的相对边缘区域;以及

(iii) 用于玻璃板的底部支持系统,其安装在框架的底部上;

(b) 将加热气体通过加工体积和多块玻璃板的主表面,以将玻璃板的温度提升至处理温度 $T_{\text{处理}}$;以及

(c) 将冷却气体通过加工体积和多块玻璃板的主表面,以将玻璃板的温度下降至操作温度 $T_{\text{操作}}$;

其中:

(i) 玻璃板在操作温度时具有宽度 $W1$,在处理温度时具有宽度 $W2$, $W2$ 大于 $W1$;

(ii) 每个接收玻璃空间具有内端和外端,所述内端靠近框架的相对垂直侧面,所述外端远离框架的相对垂直侧面;

(iii) 第一组接收玻璃空间的外端与第二组接收玻璃空间的外端在操作温度时的间距为 $O1$,在处理温度时的间距为 $O2$, $O2$ 大于 $O1$;

(iv) 第一组接收玻璃空间的内端与第二组接收玻璃空间的内端在操作温度时的间距为 $I1$,在处理温度时的间距为 $I2$, $I2$ 大于 $I1$;

(v) 在步骤 (b) 中加热玻璃板的速率使得玻璃板先于框架达到 $T_{\text{处理}}$;

(vi) 在步骤 (c) 中冷却玻璃板的速率使得玻璃板先于框架达到 $T_{\text{操作}}$;以及

(vii) $W1$ 、 $W2$ 、 $O1$ 和 $I2$ 满足以下关系:

$O1 > W2$,

$W2 > I2$, 以及

$I2 > W1$ 。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在室温时, $W1$ 、 $O1$ 和 $I1$ 满足如下关系:

$(O1 - W1) / W1 \geq 0.02$, 并且

$(W1 - I1) / W1 \geq 0.04$ 。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:

(i) 加工体积具有面积分别为 $A_{\text{顶}}$ 和 $A_{\text{底}}$ 的开放顶部和开放底部;

(ii) 底部支持系统阻止气体通过部分而非全部的 $A_{\text{底}}$,对于气体通过仍然开放的那部分 $A_{\text{底}}$ 至少为 75% 的 $A_{\text{底}}$;

(iii) 在步骤 (b) 中,通过利用 $A_{\text{顶}}$ 和 $A_{\text{底}}$ 的开放部分使得加热气体通过加工体积,将所述加热气体通过玻璃板的主表面;

(iv) 在步骤 (c) 中,通过利用 $A_{\text{顶}}$ 和 $A_{\text{底}}$ 的开放部分使得冷却气体通过加工体积,将所述冷却气体通过玻璃板的主表面;

(v) 在加热处理期间,第一和第二组垂直元件沿着玻璃板垂直侧面的基本整个长度夹住所述玻璃板的垂直侧面,从而降低当加热气体通过玻璃板主表面时产生的玻璃板的震动。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:

(i) 每个垂直元件具有水平截面,水平截面具有延伸进入加工体积并且相互水平远离张开的两个臂;以及

(ii) 玻璃板的垂直侧面被夹在相邻垂直元件的臂之间。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,在步骤 (a) 之前,采用自动装置将多块玻璃板插入框架中,所述自动装置依次将单块玻璃板滑动进入依次对齐的成对接收玻璃空间中,使得玻璃板的底部搁在底部支撑系统上。

6. 一种用于在热处理期间以垂直朝向固定多块玻璃板的设备,所述设备包括:

(a) 箱式框架,其具有顶侧面、底侧面以及第一垂直侧面、第二垂直侧面、第三垂直侧面和第四垂直侧面,所述第一和第二垂直侧面位于框架的相对侧;

(b) 支撑系统,其具有安装在框架的第一垂直侧面上的第一组垂直元件和安装在框架的第二垂直侧面上的第二组垂直元件,所述第一组垂直元件形成位于框架的第一垂直侧面上的第一组接收玻璃空间,所述第二组垂直元件形成位于框架的第二垂直侧面上的第二组接收玻璃空间,所述第一和第二组接收玻璃空间成对对齐,用于在使用所述设备的过程中接收单块玻璃板的相对边缘区域;以及

(c) 安装在框架的底部的底部支撑系统,其用于在使用所述设备的过程中啮合玻璃板的底部边缘;

其中:

(i) 每个垂直元件具有水平截面,水平截面包括相互水平远离张开的两个臂;

(ii) 第一组垂直元件的每个垂直元件安装到框架的第一垂直侧面上,使其臂伸向框架的第二垂直侧面;

(iii) 第二组垂直元件的每个垂直元件安装到框架的第二垂直侧面上,使其臂伸向框架的第一垂直侧面;

(iv) 相邻垂直元件的臂分别形成第一和第二组接收玻璃空间。

7. 如权利要求 6 所述的设备,其特征在于,所述垂直元件的臂包括在使用该设备的过程中与玻璃板主表面接触的唇缘。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,所述垂直元件的臂在使用该设备的过程中与玻璃板的主表面发生线接触。

9. 如权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,所述垂直元件相互水平间隔开,使得当没有夹住玻璃板时,相邻元件的臂发生接触。

10. 如权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,各个垂直元件的各个臂的顶部部分发生弯曲以引导相邻垂直元件之间的玻璃板。

对玻璃薄板进行对流热处理的方法和设备

[0001] 领域

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119, 要求 2011 年 4 月 18 日提交的美国临时申请第 61/476412 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。

[0003] 本发明涉及对玻璃薄板例如显示器级别玻璃板进行对流热处理的方法和设备。在一个特定有益的应用中, 在离子交换强化之前采用所述方法和设备对玻璃板进行热处理。

技术背景

[0004] 在显示器应用中, 常需要对玻璃板进行热处理以对它们的性质进行提升或改性。例如, 玻璃板制造厂商在将玻璃板货运至客户之前经常对它们进行热处理, 使玻璃板用于客户的工艺中时不发生收缩或者收缩很小。这种热处理被称作“预收缩”、“预压紧”或简称为“压紧”。这些热处理不同于退火, 因为所述热处理在低温, 如低于构成玻璃板的玻璃的应变点下进行。

[0005] 作为需要进行预收缩的一个例子, 是用于制造液晶显示器的玻璃基板, 特别是使用多晶 Si 技术的那些玻璃板在制造显示器工艺中需要处于相对高温条件。如果没有进行预收缩, 基板可能发生的形状变化较大, 足以对制成的显示器的质量产生不利的影 响。通过对形成基板的玻璃板进行预收缩, 显著降低了这种问题的发生。

[0006] 近年来, 化学强化玻璃板在用于移动电子产品的面板和 / 或触摸板的制造中变得流行。例如, 康宁公司 (Corning Incorporated) 的 GORILLA® 玻璃已经被广泛地用于该目的。结合该类型玻璃的化学强化, 发现化学强化之前在接近玻璃应变点附近的热处理可以显著改善玻璃已经具有的高强度。参见 2010 年 12 月 14 日提交的题为“用于强化玻璃的热处理 (Heat Treatment for Strengthening Glasses)”的共同转让的美国专利申请第 61/422, 812 号, 其全文通过引用结合入本文。

[0007] 美国专利第 7, 363, 777 号以及美国专利申请公开第 US 2007/0267312 号揭示了可用于玻璃板热处理的设备。虽然这些专利文件中所揭示的设备和方法已经成功地用于实践中, 但是本文所揭示的技术的焦点在于对玻璃板进行较为缓慢的加热和冷却。因此, 这些现有方法可实现的产量是受到限制的。

[0008] 本发明解决了所述低产量的问题。具体地, 本发明提供了这样的方法和设备, 所述方法和设备可以在较短时间内对玻璃板进行热处理, 同时仍然实现适用于显示器和其他所需应用的低水平的翘曲和表面性质。除此之外, 如下文所述, 本文所揭示的方法和设备使得玻璃板实现更为均匀的热历史, 这对于在热处理之后将要进行化学强化的玻璃板是有利的。

发明内容

[0009] 根据本发明的第一方面, 揭示了一种对玻璃板 (17) 进行热处理的方法, 所述方法依次包括以下步骤:

[0010] (a) 采用固定装置 (9) 以垂直朝向固定多块玻璃板 (17), 所述固定装置 (9) 包括:

[0011] (i) 箱式开放框架 (11), 其限定了加工体积 (19), 并具有顶侧面 (25)、底侧面 (27) 以及第一垂直侧面 (21)、第二垂直侧面 (21)、第三垂直侧面 (23) 和第四垂直侧面 (23), 所述第一和第二垂直侧面 (21) 位于框架 (11) 的相对侧;

[0012] (ii) 用于玻璃板 (17) 的侧面支撑系统 (13), 其包括安装在框架的第一垂直侧面 (21) 上的第一组垂直元件 (33、47) 和安装在框架的第二垂直侧面 (21) 上的第二组垂直元件 (33、47), 所述第一组垂直元件 (33、47) 形成沿着框架的第一垂直侧面 (21) 延伸的第一组接收玻璃空间 (61), 所述第二组垂直元件 (33、47) 形成沿着框架的第二垂直侧面 (21) 延伸的第二组接收玻璃空间 (61), 所述第一和第二组接收玻璃空间 (61) 成对对齐, 用于接收单块玻璃板 (17) 的相对边缘区域; 以及

[0013] (iii) 用于玻璃板 (17) 的底部支持系统 (15), 其安装在框架 (11) 的底部 (27) 上;

[0014] (b) 将加热气体通过加工体积 (19) 和多块玻璃板 (17) 的主表面, 以将玻璃板的温度提升至处理温度 $T_{\text{处理}}$; 以及

[0015] (c) 将冷却气体通过加工体积 (19) 和多块玻璃板 (17) 的主表面, 以将玻璃板的温度下降至操作温度 $T_{\text{操作}}$;

[0016] 其中:

[0017] (i) 玻璃板 (17) 在操作温度时具有宽度 W_1 , 在处理温度时具有宽度 W_2 , W_2 大于 W_1 ;

[0018] (ii) 每个接收玻璃空间 (61) 具有内端 (63) 和外端 (65), 所述内端 (63) 靠近框架 (11) 的相对垂直侧面 (21), 所述外端 (65) 远离框架 (11) 的相对垂直侧面 (21);

[0019] (iii) 第一组接收玻璃空间 (61) 的外端 (65) 与第二组接收玻璃空间 (61) 的外端 (65) 在操作温度时的间距为 O_1 , 在处理温度时的间距为 O_2 , O_2 大于 O_1 ;

[0020] (iv) 第一组接收玻璃空间 (61) 的内端 (63) 与第二组接收玻璃空间 (61) 的内端 (63) 在操作温度时的间距为 I_1 , 在处理温度时的间距为 I_2 , I_2 大于 I_1 ;

[0021] (v) 在步骤 (b) 中加热玻璃板 (17) 的速率使得玻璃板 (17) 先于框架 (11) 达到 $T_{\text{处理}}$;

[0022] (vi) 在步骤 (c) 中冷却玻璃板 (17) 的速率使得玻璃板 (17) 先于框架达到 $T_{\text{操作}}$; 以及

[0023] (vii) W_1 、 W_2 、 O_1 和 I_2 满足以下关系:

[0024] $O_1 > W_2$,

[0025] $W_2 > I_2$, 以及

[0026] $I_2 > W_1$ 。

[0027] 在根据本发明第一方面的方法的某些实施方式中, 在室温下, W_1 、 O_1 和 I_1 满足以下关系:

[0028] $(O_1 - W_1) / W_1 \geq 0.02$, 以及

[0029] $(W_1 - I_1) / W_1 \geq 0.04$ 。

[0030] 在根据本发明第一方面的方法的某些其他实施方式中:

[0031] (i) 加工体积具有面积分别为 $A_{\text{顶}}$ 和 $A_{\text{底}}$ 的开放顶部和开放底部;

[0032] (ii) 底部支持系统阻止气体通过部分而非全部的 $A_{\text{底}}$, 对于气体通过仍然开放的

那部分 A 底至少为 75% 的 $A_{底}$ ；

[0033] (iii) 在步骤 (b) 中, 通过利用 $A_{顶}$ 和 $A_{底}$ 的开放部分使得加热气体通过加工体积, 将所述加热气体通过玻璃板的主表面；

[0034] (iv) 在步骤 (c) 中, 通过利用 $A_{顶}$ 和 $A_{底}$ 的开放部分使得冷却气体通过加工体积, 将所述冷却气体通过玻璃板的主表面；

[0035] (v) 在加热处理期间, 第一和第二组垂直元件沿着玻璃板垂直侧面的基本整个长度夹住所述玻璃板的垂直侧面, 从而降低当加热气体通过玻璃板主表面时产生的玻璃板的震动。

[0036] 在根据本发明第一方面的方法的某些其他实施方式中,

[0037] (i) 每个垂直元件具有水平截面, 水平截面具有延伸进入加工体积并且相互水平远离张开的两个臂；以及

[0038] (ii) 玻璃板的垂直侧面被夹在相邻垂直元件的臂之间。

[0039] 在根据本发明第一方面的方法的某些实施方式中, 垂直元件的臂包括与玻璃板的主表面接触的唇缘。

[0040] 在根据本发明第一方面的方法的某些实施方式中, 垂直元件相互水平间隔, 使得当没有夹住玻璃板时, 相邻元件的臂发生接触。

[0041] 在根据本发明第一方面的方法的某些实施方式中, 各个垂直元件的各个臂的顶部部分发生弯曲以引导相邻垂直元件之间的玻璃板。

[0042] 在根据本发明第一方面的方法的某些实施方式中, 在步骤 (a) 之前, 采用自动装置将多块玻璃板插入框架中, 所述自动装置依次将单块玻璃板滑动进入依次对齐的成对接收玻璃空间中, 使得玻璃板的底部搁在底部支撑系统上。

[0043] 本发明的第二个方面涉及对玻璃板进行热处理的方法, 所述方法包括：

[0044] (a) 采用固定装置以垂直朝向固定多块玻璃板, 所述固定装置包括：

[0045] (i) 箱式开放框架, 其具有顶侧面、底侧面以及第一垂直侧面、第二垂直侧面、第三垂直侧面和第四垂直侧面, 该框架其内部限定了加工体积, 该加工体积具有面积分别为 $A_{顶}$ 和 $A_{底}$ 的开放顶部和开放底部；

[0046] (ii) 用于玻璃板的侧面支撑系统, 其包括安装在框架的第一垂直侧面的第一侧面支撑子系统和安装在框架的第二垂直侧面的第二侧面支撑子系统；以及

[0047] (iii) 用于玻璃板的底部支持系统, 其安装在框架的底部上；以及

[0048] (b) 对多块玻璃板进行热处理, 其中将玻璃板的温度提升至比构成玻璃板的玻璃的应变点低 50°C 之内；

[0049] 其中：

[0050] (i) 底部支持系统阻止气体通过部分而非全部的 $A_{底}$, 对于气体通过仍然开放的那部分 $A_{底}$ 至少为 75% 的 $A_{底}$ ；

[0051] (ii) 加热处理包括通过利用 $A_{顶}$ 和 $A_{底}$ 的开放部分使得加热气体通过加工体积, 将所述加热气体通过玻璃板的主表面；以及

[0052] (iii) 在加热处理期间, 第一和第二侧面支撑子系统沿着玻璃板垂直侧面的基本整个长度夹住所述玻璃板的垂直侧面, 从而降低当加热气体通过玻璃板主表面时产生的玻璃板的震动。

[0053] 在根据本发明的第二方面的方法的某些实施方式中,所述方法在步骤 (b) 之后还包括额外的步骤,该步骤利用 $A_{\text{顶}}$ 和 $A_{\text{底}}$ 的开放部分使得冷却气体通过加工体积,将冷却气体通过玻璃板的主表面。

[0054] 在根据本发明的第二方面的方法的某些实施方式中,所述方法还包括:

[0055] (i) 第一侧面支撑子系统包括安装在框架的第一垂直侧面上的第一组垂直元件;

[0056] (ii) 第二侧面支撑子系统包括安装在框架的第二垂直侧面上的第二组垂直元件;

[0057] (iii) 每个垂直元件具有水平截面,水平截面具有延伸进入加工体积并且相互水平远离张开的两个臂;以及

[0058] (iv) 玻璃板的垂直侧面被夹在相邻垂直元件的臂之间。

[0059] 在根据本发明第二方面的方法的某些实施方式中,垂直元件的臂包括与玻璃板的主表面接触的唇缘。

[0060] 在根据本发明第二方面的方法的某些实施方式中,垂直元件相互水平间隔,使得当没有夹住玻璃板时,相邻元件的臂发生接触。

[0061] 在根据本发明第二方面的方法的某些实施方式中,各个垂直元件的各个臂的顶部部分发生弯曲以引导相邻垂直元件之间的玻璃板。

[0062] 在根据本发明第二方面的方法的某些实施方式中,在步骤 (a) 之前,采用自动装置将多块玻璃板插入框架中,所述自动装置依次将单块玻璃板滑动进入第一和第二侧面支撑子系统中,直至玻璃板的底部接触底部支撑系统。

[0063] 根据本发明的第三个方面,揭示了一种在热处理期间以垂直朝向固定多块玻璃板 (17) 的设备,该设备包括:

[0064] (a) 箱式框架 (11),其具有顶侧面 (25)、底侧面 (27) 以及第一垂直侧面 (21)、第二垂直侧面 (21)、第三垂直侧面 (23) 和第四垂直侧面 (23),所述第一和第二垂直侧面 (21) 位于框架 (11) 的相对侧;

[0065] (b) 支撑系统 (13),其具有安装在框架的第一垂直侧面 (21) 上的第一组垂直元件 (33) 和安装在框架的第二垂直侧面 (21) 上的第二组垂直元件 (33),所述第一组垂直元件 (33) 形成位于框架的第一垂直侧面 (21) 上的第一组接收玻璃空间 (61),所述第二组垂直元件 (33) 形成位于框架的第二垂直侧面 (21) 上的第二组接收玻璃空间 (61),所述第一和第二组接收玻璃空间 (61) 成对对齐,用于在使用所述设备的过程中接收单块玻璃板 (17) 的相对边缘区域;以及

[0066] (c) 安装在框架 (11) 的底部 (27) 的底部支撑系统 (15),其用于在使用所述设备的过程中啮合玻璃板 (17) 的底部边缘;

[0067] 其中:

[0068] (i) 每个垂直元件 (33) 具有水平截面,水平截面包括相互水平远离张开的两个臂 (37);

[0069] (ii) 第一组垂直元件的每个垂直元件 (33) 安装到框架的第一垂直侧面 (21) 上,使其臂伸向框架的第二垂直侧面 (21);

[0070] (iii) 第二组垂直元件的每个垂直元件 (33) 安装到框架的第二垂直侧面 (21) 上,使其臂伸向框架的第一垂直侧面 (21);以及

- [0071] (iv) 相邻垂直元件 (33) 的臂 (37) 分别形成第一和第二组接收玻璃空间 (61)。
- [0072] 在根据本发明第三方面的设备的某些实施方式中,垂直元件的臂包括与使用所述设备期间与玻璃板的主表面接触的唇缘。
- [0073] 在根据本发明第三方面的设备的某些实施方式中,使用所述设备期间垂直元件的臂与玻璃板的主表面发生线接触。
- [0074] 在根据本发明第三方面的设备的某些实施方式中,垂直元件相互水平间隔,使得当没有夹住玻璃板时,相邻元件的臂发生接触。
- [0075] 在根据本发明第三方面的设备的某些实施方式中,各个垂直元件的各个臂的顶部部分发生弯曲以引导相邻垂直元件之间的玻璃板。
- [0076] 在以上对本发明的各方面的概述中使用的附图标记只是为了读者的方便,并未用来限制本发明的范围,也不应被理解为对本发明范围的限制。一般而言,应理解前面的一般性描述和以下的详细描述都只是对本发明的示例,用来提供理解本发明的性质和特性的总体评述或框架。
- [0077] 在以下的详细描述中提出了本发明的附加特征和优点,对于本领域的技术人员而言,由所述内容或通过按照本文所述实施本发明而了解,其中的部分特性和优点将是显而易见的。所包含的附图供进一步理解本发明,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。应理解,在本说明书和附图中揭示的本发明的各种特征可以任意和所有的组合方式使用。
- [0078] 附图简要说明
- [0079] 图 1 是根据本发明构建的玻璃操作设备的一个实施方式的透视图。
- [0080] 图 2 是图 1 所示设备的侧视图。
- [0081] 图 3 是图 1 所示设备的侧视图。
- [0082] 图 4 是图 1 所示设备的仰视图。
- [0083] 图 5 是显示了单块玻璃板及其相连侧面支撑系统的透视图。
- [0084] 图 6 是图 5 所示单块玻璃板和侧面支撑系统的俯视图。
- [0085] 图 7 是图 5 所示单块玻璃板和侧面支撑系统的侧视图。
- [0086] 图 8 是图 1 所示设备由内而外的示意性侧视图,显示了将玻璃板引导入侧面支撑系统中。
- [0087] 图 9 是一片金属板的平面图,可以由所述一片金属板形成例如图 5-7 的垂直元件。
- [0088] 图 10 是图 9 的一片金属板在第一次弯曲操作之后的侧视图。
- [0089] 图 11 是图 10 的一片金属板的进一步弯曲之后的完成的垂直元件的透视图。
- [0090] 图 12 是显示了采用具有不同长度的臂的侧面支撑系统对玻璃板施加弯曲力矩的示意图。
- [0091] 图 13 是显示了采用唇缘,以避免采用具有不同长度的臂的侧面支撑系统对玻璃板施加弯曲力矩的示意图。
- [0092] 图 14 是一片金属板的平面图,可以通过弯曲由所述一片金属板形成如图 13 所示类型的垂直元件。
- [0093] 图 15 是显示了根据本发明另一个实施方式的单块玻璃板及其相连侧面支撑系统的透视图。

[0094] 图 16 是显示了在加热 / 冷却循环过程中,采用不具有唇缘的臂的侧面支撑系统的玻璃板边缘区域位置的示意图。

[0095] 图 17 是显示了在加热 / 冷却循环过程中,采用具有唇缘的臂的侧面支撑系统的玻璃板边缘区域位置的示意图。

[0096] 图 18 是显示了在加热 / 冷却循环过程中,玻璃板以及接收玻璃空间的内端和外端的相对长度的示意图。

[0097] 附图中使用的附图标记对应于以下部件：

[0098] 9 固定装置

[0099] 11 框架

[0100] 13 侧面支撑系统

[0101] 15 底部支撑系统

[0102] 17 玻璃板

[0103] 19 加工体积

[0104] 21 第一垂直侧面 (第二垂直侧面)

[0105] 23 第三垂直侧面 (第四垂直侧面)

[0106] 25 顶部

[0107] 27 底部

[0108] 29 第一侧面支撑子系统

[0109] 31 第二侧面支撑子系统

[0110] 33 侧面支撑系统的垂直元件

[0111] 35 腿

[0112] 37 臂

[0113] 39 臂的歪曲部分

[0114] 41 弯曲线

[0115] 43 弯曲线

[0116] 45 弯曲线

[0117] 47 侧面支撑系统的替代垂直元件

[0118] 49 引入唇缘

[0119] 51 初始状态

[0120] 53 快速加热所导致的玻璃比框架更快膨胀的状态

[0121] 55 加热过程中的框架追及状态

[0122] 57 快速冷却所导致的玻璃比框架更快冷却的状态

[0123] 59 冷却过程中的框架追及状态

[0124] 61 接收玻璃空间

[0125] 63 接收玻璃空间的内端

[0126] 65 接收玻璃空间的外端

[0127] 67 角元件

[0128] 69 箱元件

[0129] 71 平面

[0130] 73 唇缘

具体实施方式

[0131] 如上所述,本发明提供了用于玻璃薄板(例如,厚度小于或等于 0.7 毫米的玻璃板)的高产量热处理的设备和方法。

[0132] 本发明揭示的技术所面临和解决的挑战在于加工玻璃板的翘曲问题。对于大的玻璃薄板(例如,厚度小于或等于 0.7 毫米并且相对主表面的单个面积大于或等于 0.25m²的玻璃板),翘曲是特别成问题的,因为玻璃在加工温度下变得相当软。如果翘曲超过规定,则对于显示器级别的玻璃不仅仅是质量问题,还对下游酸蚀刻过程产生问题。

[0133] 除了翘曲之外,在显示器应用中用作基材或用于移动电子器件的面板的玻璃板需要具有符合表面缺陷(例如划痕)和污染方面的严格标准的“质量区域”。因此,例如用于窗玻璃的常规高产量设置,如传送带上的水平退火,不适用于旨在用于所述应用的玻璃板的热处理。

[0134] 根据本发明,已经确定为了使得翘曲最小化并保护表面质量,玻璃板需要保持在垂直、直立方向,支撑在玻璃板的垂直边缘。同样地,支撑设备需要是尺寸稳定的,从而不会对玻璃板施加任何扭曲或弯曲力。此外,为了实现高产量水平,支撑设备需要采用对流加热(以及可任选的对流冷却),从而可以将玻璃温度快速提升至加工温度(以及,可任选地快速下降至操作温度,例如小于或等于 40°C)。基于这些相同概念,自动装置辅助的玻璃装载和卸载对于增加产量是有利的。

[0135] 图 1-7 显示根据实现低翘曲、低表面破坏、低表面污染和高产量的本发明的原则构建的固定装置 9 的一个实施方式。所述固定装置设计成在加热处理(例如玻璃板的化学强化之前的热处理)期间固定多块玻璃板(例如至少 50 块玻璃板)。如图所示,可见固定装置具有开放箱式结构,不同于上文所提及的美国专利第 7,363,777 号和美国专利申请公开第 US 2007/0267312 号所用的闭合箱式结构类型。

[0136] 固定装置 9 的开放箱式结构实现了对流加热和冷却,这比辐射加热/冷却更快速且更均匀。化学强化的玻璃的测试已经显示通过化学强化实现的有益压缩应力(CS)对于玻璃的“热历史”是敏感的。因此,如果部分玻璃在较高温度加热或者在相同温度加热但是持续较长或较短的时间,则该部分中的 CS 会不同于玻璃板余下部分中的 CS。至少在部分程度上而言,冷却差异也会影响化学处理的玻璃板的 CS。因此,希望同时且均匀地加热(和可任选地冷却)整个负载的玻璃板,从而避免“热历史”差异。相比于辐射加热(冷却),采用开放箱式设计的对流加热(冷却)对于符合玻璃板的质量区域上的基本均匀热历史的要求明显更好。

[0137] 通过使得加热气体(冷却气体)通过固定装置,实现对流加热(和对流冷却,如果采用的话)。所述加热气体(冷却气体)通常会经加热的(经冷却的)空气,其经过过滤以去除微粒,但是如果需要的话也可以采用其它气体。如图 1-4 最佳所示,固定装置 9 包括箱式开放框架 11,其具有顶侧面 25(参见图 1)、底侧面 27(参见图 4)、第一和第二垂直侧面 21(参见图 2)以及第三和第四垂直侧面 23(参见图 3)。除了其基本箱式结构外,如图所示,框架 11 还可包括角元件 67 以用于稳定框架的结构,并用于将固定装置的侧面支撑系统安装到框架上(见下文)。例如,可以将所述角元件焊接到框架上。

[0138] 框架 11 的内部限定了加工体积 19, 其具有面积 $A_{\text{顶}}$ 的开放顶部和面积 $A_{\text{底}}$ 的开放底部。在图中, $A_{\text{顶}} = A_{\text{底}}$, 但是通常来说, 这些面积可以是不同的, 例如, 可以在固定装置 9 的底部采用比顶部更大的框架元件, 从而使得 $A_{\text{顶}}$ 大于 $A_{\text{底}}$ 。

[0139] 固定装置 9 包括底部支撑系统 15 (参见图 1 和 4), 其啮合并支撑了玻璃板的底部边缘。在图中, 所述底部支撑系统采用多个垂直固定翼片 (fin), 所述垂直固定翼片安装在底部框架元件中切割的槽中。在使用时, 玻璃板通过其顶部插入框架 11 并下降到固定翼片上, 每块玻璃板的底部边缘搁在支撑翼片上。底部支撑系统可采用其他机制来啮合玻璃板的底部边缘, 例如为此目的可采用在框架的垂直侧面之间延伸的多条缆线。无论采用哪种机制, 重要的是底部支撑系统不会明显阻碍气体流过加工体积 19。具体地, 底部支撑系统应该留下至少 75% 的 $A_{\text{底}}$ 是开放的 (例如, 在一个实施方式中, 80% 的 $A_{\text{底}}$ 是开放的), 用于气体流动。

[0140] 为了实现快速加热和快速冷却 (如果采用的话), 通过加工体积 19 的气体流量需要非常高, 例如加热期间约为至少 $1\text{m}^3/\text{s}$, 例如冷却期间约为至少 $1\text{m}^3/\text{s}$ 。该气体流量会导致加工的玻璃板的震动, 而该震动会进而导致玻璃板的损坏。为了降低玻璃板的震动, 固定装置 9 包括侧面支撑系统 13, 其沿着玻璃板的相对垂直侧面的基本整个长度夹住所述相对垂直侧面。具体地, 侧面支撑系统以零间隙啮合玻璃板的垂直侧面。除了降低玻璃板震动之外, 侧面支撑系统 13 还通过在加热处理期间原位固定玻璃板的边缘使得翘曲最小化。因为在接近玻璃的应变点的温度下, 例如比应变点 (低) 50°C 之内 (在一个实施方式中, 比应变点低 20°C 之内) 进行热处理, 所以在加热处理过程中, 玻璃板会至少部分程度上发生翘曲 (变形)。通过同时支撑玻璃板的底部和保持其垂直侧面固定, 显著降低了过度发生所述翘曲的可能性。

[0141] 如图所示, 侧面支撑系统 13 包括安装在框架 11 的第一垂直侧面上的第一支撑子系统 29 和安装在框架的第二垂直侧面上的第二支撑子系统 31。每个子系统包括多个垂直元件 (垂直翼片), 它们形成用于接收玻璃板边缘区域的接收玻璃空间。所述接收玻璃空间可具有各种间距, 例如在用于厚度为 0.7 毫米的玻璃板的一个实施方式中间距可以是例如 10 毫米。

[0142] 在如图 1-14 所示的实施方式中, 在支撑系统的相邻垂直元件 33 之间形成接收玻璃空间, 而在图 15 的实施方式中, 在垂直元件 47 中形成接收玻璃空间。具体地, 在图 1-12 的实施方式中, 每个垂直元件包括一个腿 35 和两个臂 37, 所述臂 37 从所述腿向外成角 (向外张开), 即每个垂直元件具有“Y”形式的水平截面。例如, 如图 12 所示, 可以通过将腿 35 插入角元件 67 中形成的凹槽中, 将垂直元件安装到框架 11 上。腿可以焊接 (例如点焊) 到一个或多个角元件上, 例如在图中焊接到中间角元件上。

[0143] 例如, 如图 5 可见, 相邻垂直元件对于玻璃板起了“书挡”的作用, 相邻元件的臂从玻璃板的边缘内侧与玻璃板的相对主表面发生线接触 (在一个实施方式中, 线接触可以是例如, 在玻璃板边缘内侧 10 毫米)。从而由相邻垂直元件的臂和角元件 67 的内侧表面限定了接收玻璃空间 (参见例如图 16)。

[0144] 在实践中, 臂 37 的长度变化会向玻璃板施加弯曲力矩。该效果如图 12 所示, 其中从左往右第四个垂直元件具有较短的臂, 从而当相邻垂直元件具有较长的臂时, 会使得玻璃板 17 倾向于向内转动。同样如图 12 所示, 给定垂直元件的臂可以是不同的长度, 从而与

相邻臂产生间隙（参见图 12 中从左往右的第五个垂直元件的右臂和第六个垂直元件的左臂）。当然，这些是实践中可以容易避免的加工误差。但是，为了放宽加工误差，可以在臂的端部加上唇缘 73 以适应臂长变化。此类唇缘如图 13 所示。此图的垂直元件包括代替腿 35 的平面 71。所述平面可以与一个或多个箱式元件 69 焊接，当采用具有平面代替了腿的垂直元件时，其可用于代替角元件 67。当然，图 12 的 Y 形状的垂直元件也可采用唇缘 73。

[0145] 例如，如图 8 所示，垂直元件可以包括弯曲部分 39 以用于引导玻璃板 17 进入由垂直元件产生的接收玻璃空间中。如图 9 所示，所述弯曲可以由例如形成了垂直元件的金属板坯料 (blank) 形成。如图 9 可见，采用折叠线 41、43 和 45，可以容易地由坯料形成 Y 形状的垂直元件，即首先沿着折叠线 43 折叠坯料，然后沿着折叠线 43 和 45 折叠坯料以形成腿 35 和臂 37，每个都具有弯曲部分 39。图 14 显示可用于形成垂直元件的相应坯料，所述垂直元件采用平面 71 用于安装到框架 11 上并在臂 37 上包括唇缘 73 以放宽加工误差。虽然未在图中示出，但是类似地，图 15 的垂直元件 47 可容易地由例如金属板坯料形成。在此情况下，所述垂直元件包括引入唇缘 49 以用于引导玻璃板进入形成了垂直元件的接收玻璃空间的垂直元件体内。所述引入唇缘可通过切割坯料并将唇缘由元件体的平面向外折叠形成。

[0146] 如上所述，图 1-12 的 Y 形状的垂直元件与玻璃板的相对主表面发生线接触。垂直元件的臂所增加的唇缘导致带状接触，而图 15 所示类型的垂直元件导致面接触。垂直元件和玻璃板之间的接触程度影响玻璃板的热历史。具体来说，靠近接触点的玻璃板的区域会经受与远离接触点的区域不同的热历史。对于许多应用而言，该差异并不会大到足以影响后续的化学强化过程。但是，在一些情况中，该差异可能是重要的，在这种情况下，具有唇缘的垂直元件可能比图 15 所示类型的垂直元件更为合适。在其他情况中，可能需要仅发生线接触的垂直元件。

[0147] 同样如上所述，本文所揭示的技术的一个优势在于能够对玻璃板进行快速加热和快速冷却，从而改善产量。但是，此类快速加热和冷却会导致加热期间的玻璃破损，并在冷却期间失去对玻璃板的控制。产生这些问题的原因在于玻璃板是薄的。具体来说，在加热期间，玻璃板基本上会在框架到达处理温度之前到达该温度，相反地，在冷却期间，玻璃板基本上会在框架到达操作温度之前到达该温度。

[0148] 这些效果如图 16-18 所示，附图标记 51、53、55、57 和 59 分别显示：(1) 框架和玻璃板的初始状态；(2) 在快速加热期间玻璃板相对于框架的较大膨胀；(3) 在加热期间框架追及玻璃板；(4) 在快速冷却期间玻璃板相对于框架的较大收缩；以及 (5) 在冷却期间框架追及玻璃板。这些图中还显示由垂直元件、接收玻璃空间的内端 63 和接收玻璃空间的外端 65 形成的接收玻璃空间 61。图 18 还分别显示在操作温度和处理温度时玻璃板的宽度 W1 和 W2，在操作温度和处理温度时接收玻璃空间的外端之间的距离 O1 和 O2，以及在操作温度和处理温度时接收玻璃空间的内端之间的距离 I1 和 I2。

[0149] 定量来说，至少对于一级近似，W1、W2、O1、O2、I1 和 I2 具有如下关系： $W2 = W1 \cdot (1 + C_{\text{玻璃}} \Delta T)$ ， $O2 = O1 \cdot (1 + C_{\text{框架}} \Delta T)$ ，以及 $I2 = I1 \cdot (1 + C_{\text{框架}} \Delta T)$ ，其中 $C_{\text{玻璃}}$ 是玻璃的热膨胀系数 (CTE)， $C_{\text{框架}}$ 是用于构建框架的材料（例如钢）的 CTE， ΔT 是处理温度和操作温度的温差。

[0150] 为了避免在快速加热期间由于与接收玻璃空间的外端接触所导致的玻璃板的破

损,以及快速冷却期间侧面支撑系统的垂直元件失去对玻璃板的控制,W1、W2、O1 和 I2 应该满足以下关系: $O1 > W2$, $W2 > I2$ 并且 $I2 > W1$ 。在某些实施方式中,对 O1 和 I1 进行选择,使得满足如下关系: $(O1 - W1) / W1 \geq 0.02$ 并且 $(W1 - I1) / W1 \geq 0.04$ 。在实践中,当在室温(20℃)时满足这些关系时, $O1 > W2$, $W2 > I2$ 和 $I2 > W1$ 的关系会满足大多数的处理温度和操作温度的组合。

[0151] 可采用各种材料来构建固定装置 9。例如,框架 11、角元件 67(如果使用的话)和箱式元件 69(如果使用的话)可由弹簧回火奥氏体不锈钢,例如 304 或 301,或者超合金,例如 INCONEL 718 或 625 制造。对于侧面和底部支撑系统,可以使用相同类型的材料。侧面支撑系统的垂直元件可由金属板制造,从而它们是挠性的,并在加热期间起了用于保持玻璃板原位固定的弹簧的作用。该弹簧作用还使得给定的固定装置用于各种厚度的玻璃板。但是,如果需要的话,可以采用能够耐受与热处理相关的温度和应力的其他材料来构建固定装置 9。

[0152] 在使用过程中,采用例如商用自动装置将玻璃一片接一片装载到固定装置 9 中。将装载的固定装置输送至装备有对流加热机制的玻璃钢化炉中,并进行快速加热,之后在处理温度($T_{处理}$)保持一段时间。当然,加热速率、处理温度和保持的持续时间取决于要进行热处理的具体玻璃。作为一般准则,加热速率可以是例如 600–1200℃/小时,处理温度可以是例如 500–750℃,保持时间可以是 0.5–4 小时。

[0153] 在加热之后,可以将固定装置输送至装备有对流冷却机制的冷却室中。同样地,在进一步加工之前玻璃板的冷却速率和冷却到的温度(操作温度($T_{操作}$))取决于要处理的具体玻璃。作为一般准则,冷却速率可以是 600–1200℃/小时,操作温度可以是 25–50℃。在冷却完成之后,采用例如自动装置将玻璃一片接一片地从固定装置卸载,并输送至下一加工步骤,例如化学强化工艺。

[0154] 由上可见,本发明提供了在接近玻璃应变点的温度对大块显示器级别的玻璃薄片进行热处理的实用设备。在不接触大部分玻璃表面(即不接触质量区域)的情况下进行热处理,从而避免刮痕和污染。将玻璃板保持垂直和直立位置,从而使得翘曲最小化,并且垂直固定机制提供了阻尼作用,从而控制了在对流加热/冷却循环过程中由于玻璃震动所导致的损坏。具体地,垂直固定机制可轻轻地“夹住”玻璃(机制与玻璃之间具有零间隙),从而在加热循环过程中,玻璃能更好地保持直立位置并且较不容易发生弯垂。

[0155] 设备可装载许多玻璃板从而增加产率,并且能够确保所有的玻璃板(以及每块单独玻璃板的整个质量区域)加热至相同的温度、保持相同的持续时间并以相同的方式冷却,以避免玻璃板的不同部分的不同热历史所导致的玻璃板的最终性质的变化。

[0156] 具有开放箱式设计的设备比加热处理过程中用于装载玻璃板的现有设备更简单且更轻。从而设备是简单而实用的、稳定且轻量化的,成本节约且操作高效。设备还是尺寸稳定的,因为其简单和轻量化的框架比更为复杂的结构不容易在加热和冷却循环期间遭受热变形。

[0157] 设备对于自动装置是友好的,能够自动装载/卸载玻璃板以增加产率和降低成本。具体地,垂直元件顶部的引导特征(垂直固定翼片)使得能够易于插于玻璃板。箱式框架还促进了自动装载/卸载操作中设备的定位和索引。

[0158] 本文揭示的内容,在不偏离本发明的精神和范围下所做的各种修改对于本领域的

技术人员而言将是显而易见的。下面的权利要求书的目的是覆盖本文中提出的具体实施方式以及这些实施方式的修改、变化和等同项。

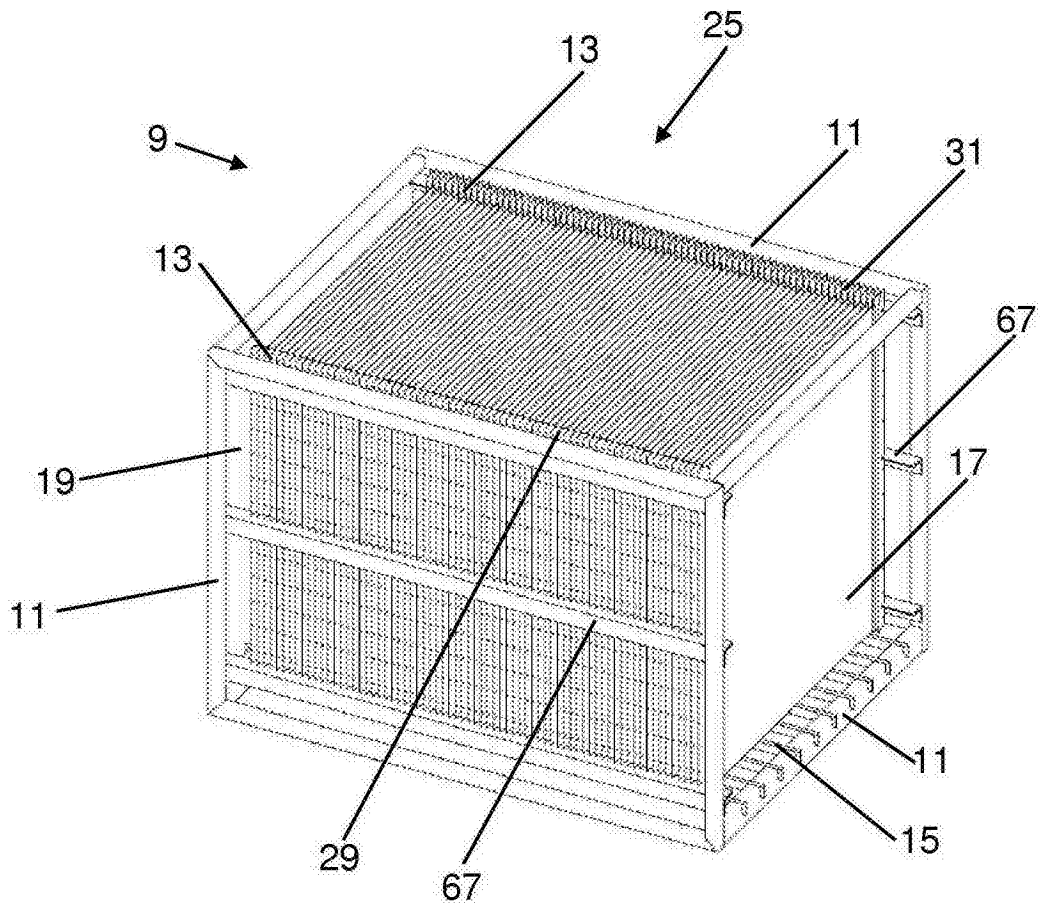


图 1

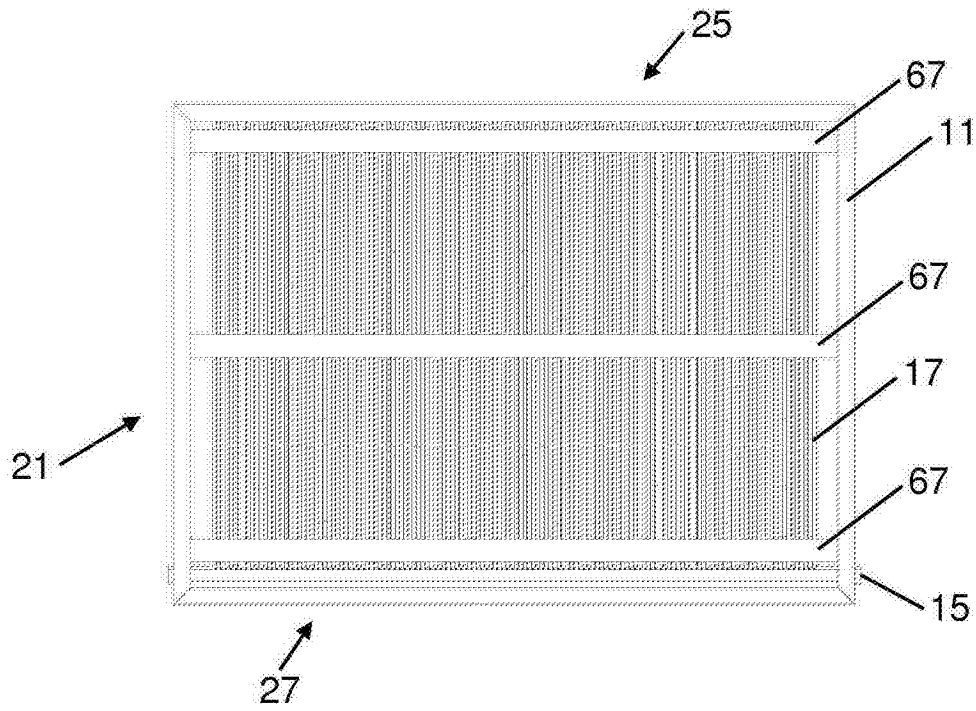


图 2

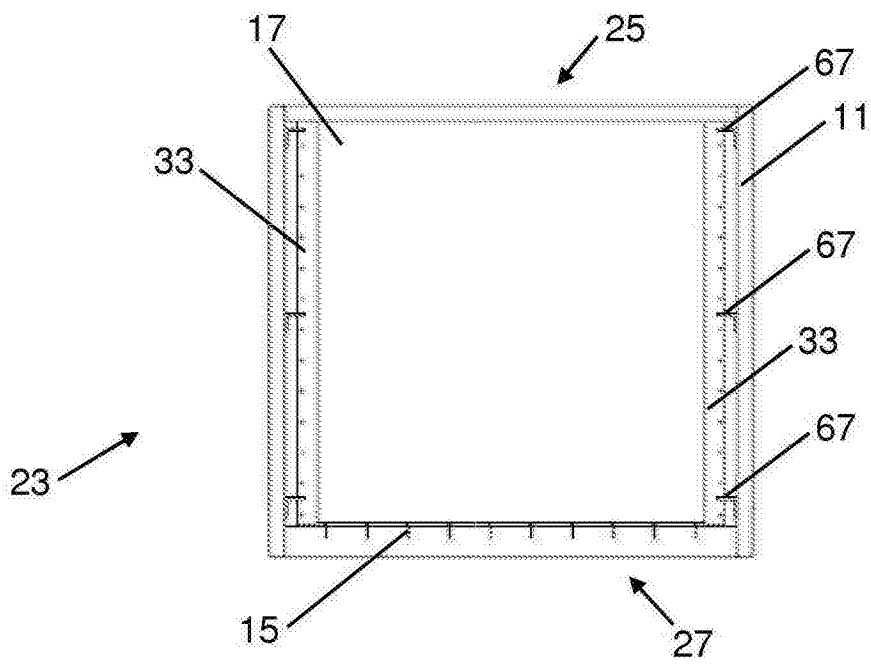


图 3

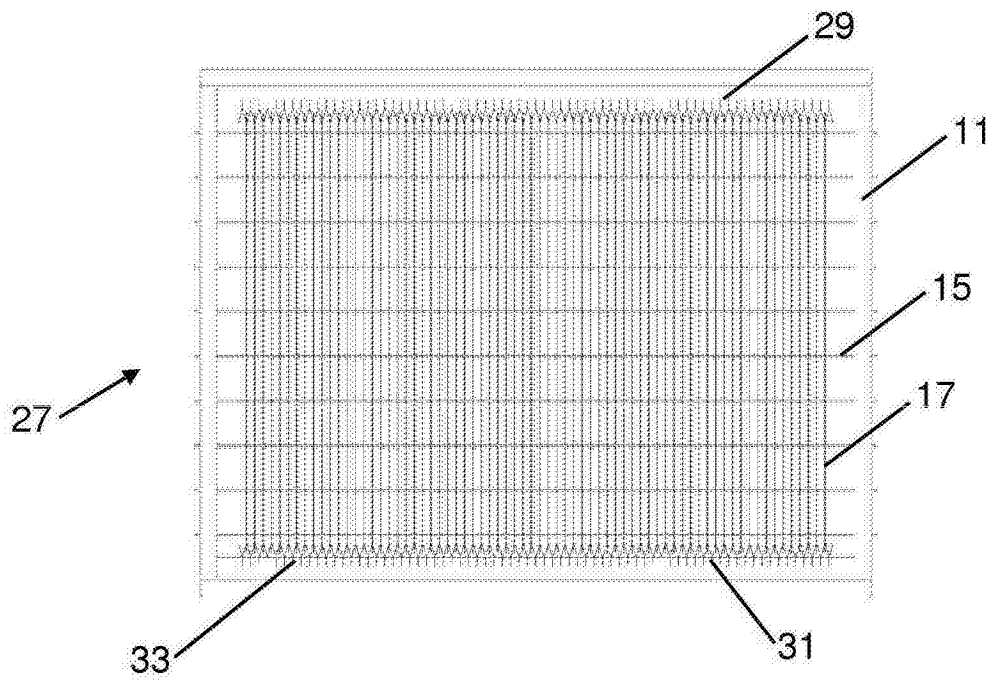


图 4

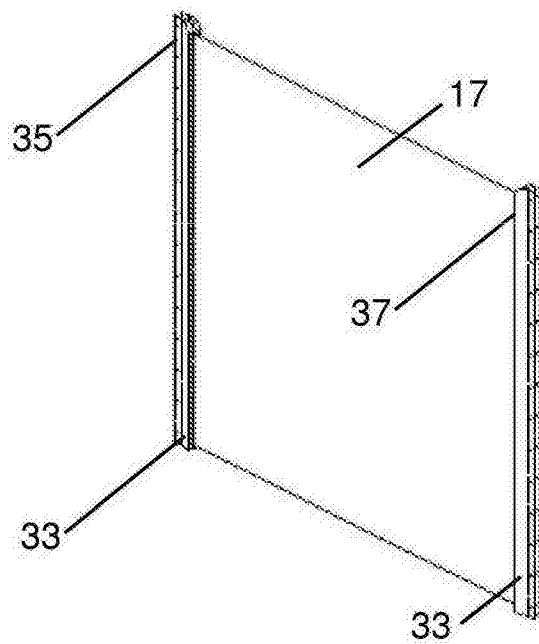


图 5

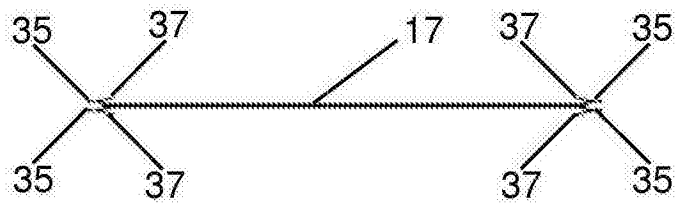


图 6

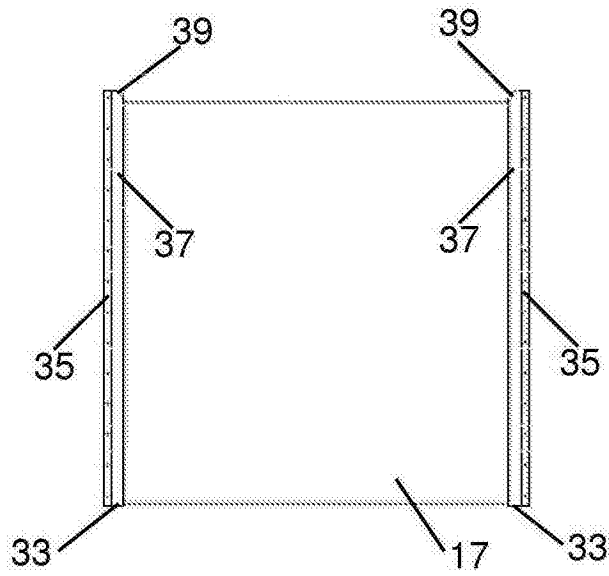


图 7

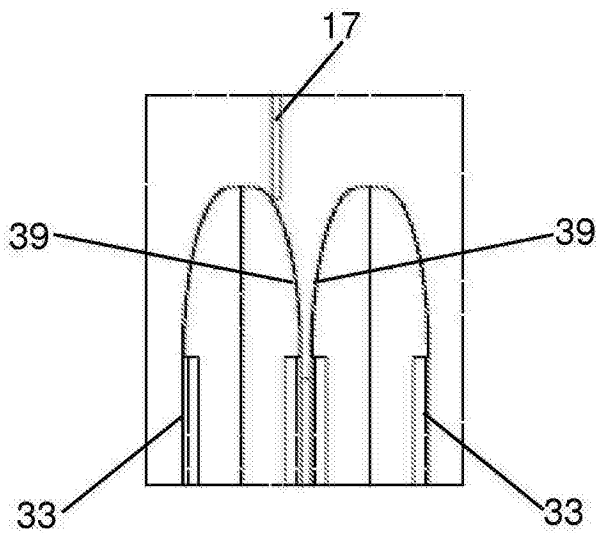


图 8

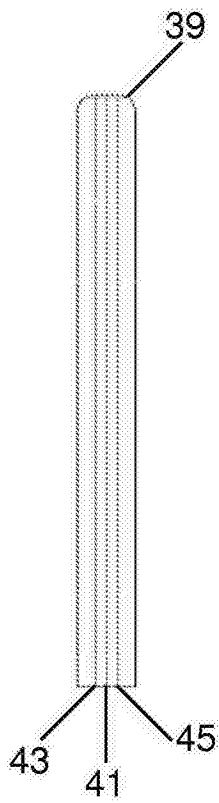


图 9

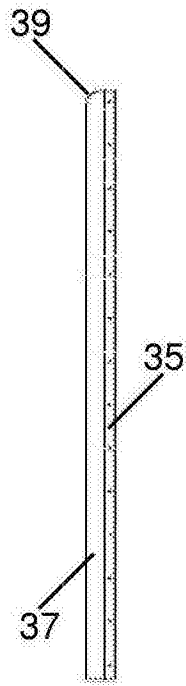


图 10

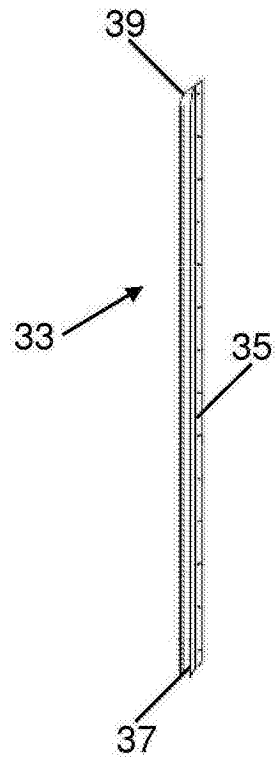


图 11

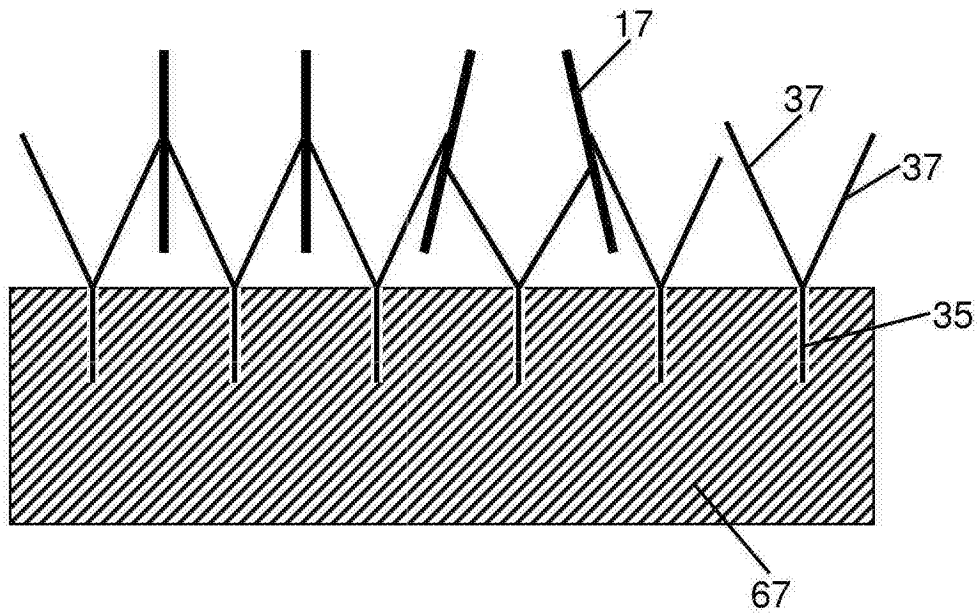


图 12

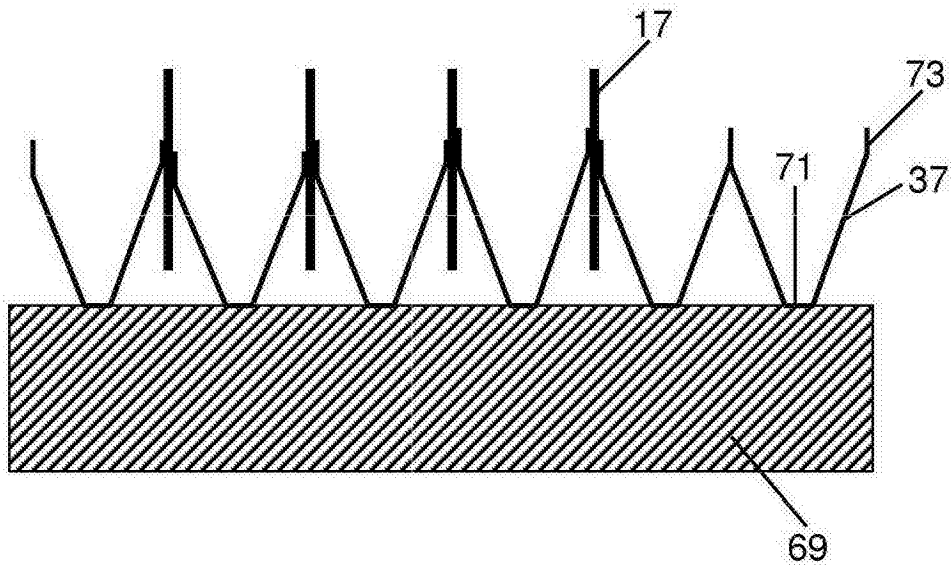


图 13

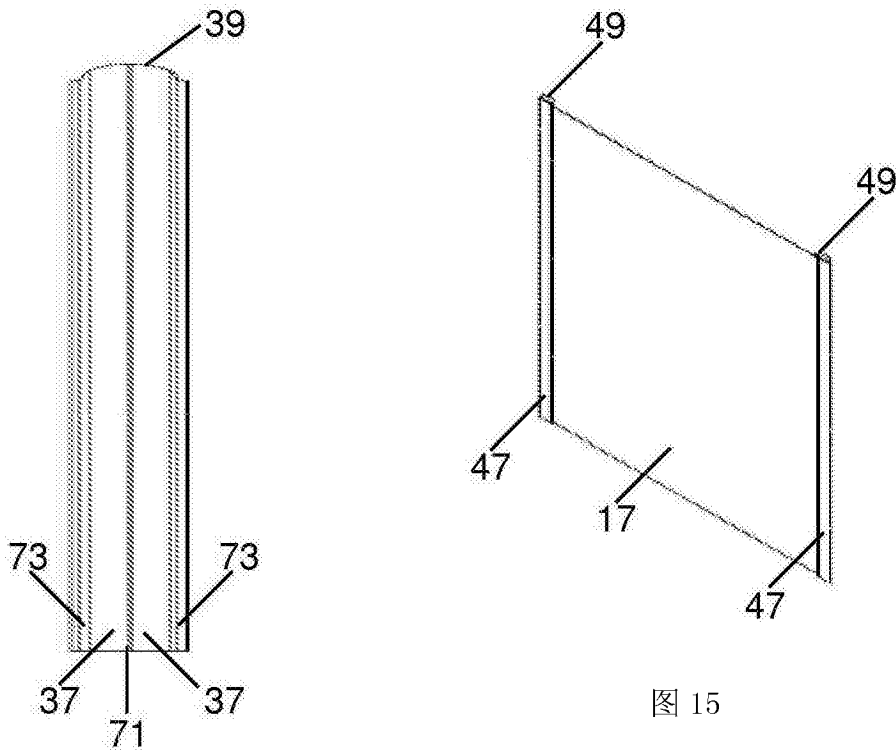


图 14

图 15

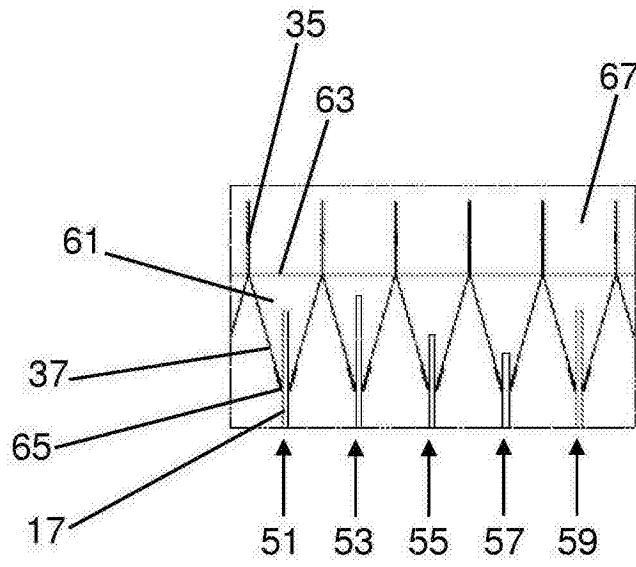


图 16

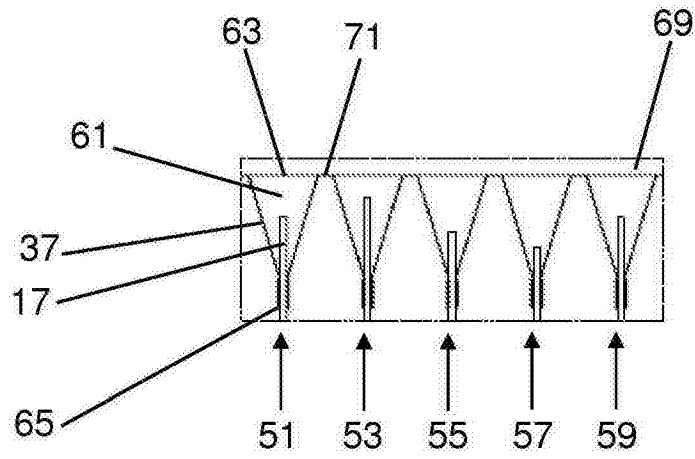


图 17

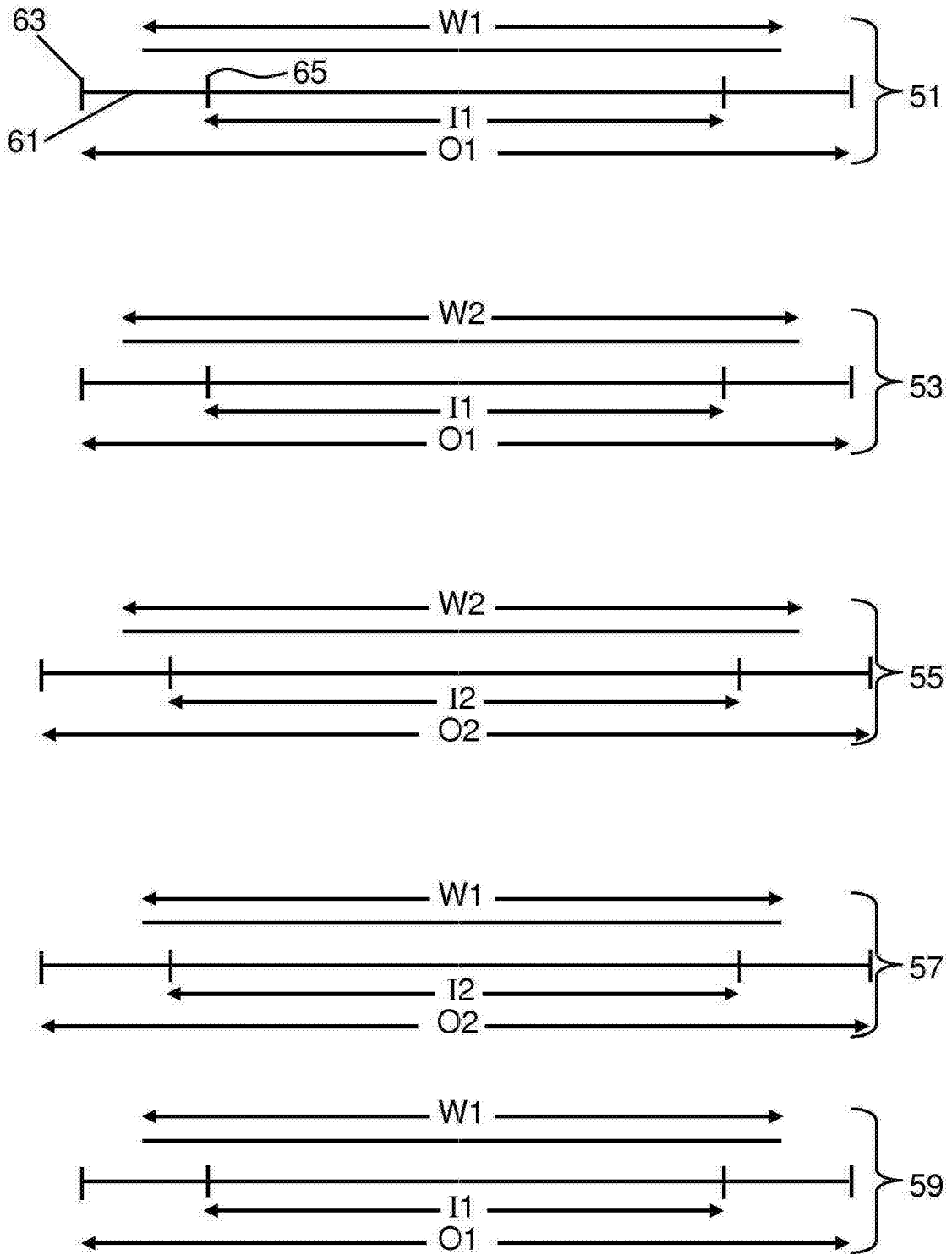


图 18