



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113831005 B
(45) 授权公告日 2025. 02. 25

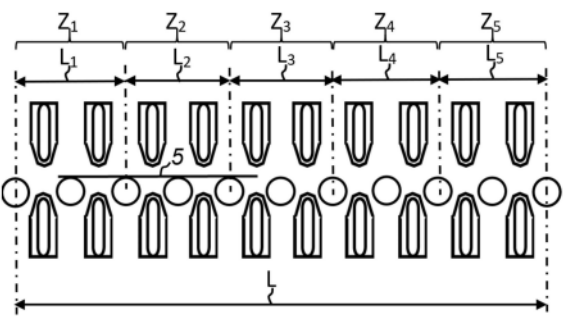
(21) 申请号 202110627159.6
(22) 申请日 2021.06.04
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113831005 A
(43) 申请公布日 2021.12.24
(30) 优先权数据
 20205593 2020.06.08 FI
(73) 专利权人 格拉司通芬兰公司
 地址 芬兰坦佩雷
(72) 发明人 J·苏洛宁
(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
 限公司 44205
 专利代理师 赵学超

(51) Int.Cl.
 C03B 27/044 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 101312919 A, 2008.11.26
 EP 0968970 A2, 2000.01.05
 US 4891056 A, 1990.01.02
 审查员 谢伟伟

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称
 用于回火玻璃板的方法和装置

(57) 摘要
 本发明涉及一种用于将玻璃板回火至表面压应力至少为150MPa,同时无毛细裂纹以实现良好光学性能并且节能的方法,其中,当玻璃板行进通过淬火段时,通过利用吹气机经由吹气箱罩上的吹气孔(6、7),并利用空气压缩机压力经由管嘴(10),在玻璃板的上表面和下表面吹送空气射流来对玻璃板进行淬火,在该淬火段,在玻璃板上方和下方分别有可单独调节吹气压力的至少三个相继的压缩空气对流吹气区。在玻璃板的上表面和下表面吹送和压缩的空气射流共同产生的平均对流传热系数,在第一区中为至少750W/m²/K,在第二区中比在第一区中低至少10%,在第三区中至少与在第一区中同样高。通过改变管嘴(10)的吹气压力来实现传热系数的区特定差异。



1. 一种用于将玻璃板回火至表面压应力为至少150MPa的方法,在所述方法中,当所述玻璃板行进通过淬火段时,通过以下方式在所述玻璃板的上表面和下表面吹送空气射流来对所述玻璃板进行淬火:通过吹气机经由吹气箱上的吹气孔(6、7)吹送吹气空气射流;并利用空气压缩机经由管嘴(10)吹送压缩空气射流,其特征在于,所述淬火段包括至少三个相继的淬火区,通过在所述玻璃板的所述上表面和所述下表面的所述吹气空气射流和压缩空气射流共同产生的平均对流传热系数,在第一淬火区中为至少 $750\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$,在第二淬火区中比在所述第一淬火区中低至少10%,在第三淬火区中与在所述第一淬火区中一样高,通过改变所述管嘴(10)的吹气压力来实现所述平均对流传热系数的区特定差异。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在第一淬火区中,所述平均对流传热系数为至少 $800\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的方法,其特征在于,待回火的玻璃板的回火温度低于 670°C ,所述玻璃板的表面上的目标压应力为至少180MPa。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,第一淬火区和第三淬火区中的平均对流传热系数比第二淬火区中的平均对流传热系数高出至少20%。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在第二淬火区中,所述管嘴(10)的吹气压力比第一淬火区和第三淬火区中的吹气压力低至少0.5巴,其中,所述管嘴(10)的吹气压力为至少1巴。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在第一淬火区中,所述管嘴(10)的吹气压力为至少1巴,在第二淬火区中为至多0.5巴,并且在第三淬火区中为至少2巴。

7. 根据权利要求1或5所述的方法,其特征在于,在至少一个淬火区中,位于所述玻璃板上方的所述管嘴(10)的吹气压力比位于所述玻璃板下方的所述管嘴(10)的吹气压力高至少0.2巴。

8. 根据权利要求1或5所述的方法,其特征在于,在每个所述淬火区中,当玻璃负载的前缘靠近所述淬火区的起点的距离为0-150mm时,开始利用所述管嘴(10)吹送压缩空气,当所述玻璃负载的后缘离开所述淬火区的终点的距离为0-150mm时,结束吹送。

9. 一种用于将玻璃板回火至表面压应力为至少150MPa的方法,在所述方法中,当所述玻璃板行进通过淬火段时,通过以下方式在所述玻璃板的上表面和下表面吹送空气射流来对所述玻璃板进行淬火:通过吹气机经由吹气箱上的吹气孔(6、7)吹送吹气空气射流;并利用空气压缩机经由管嘴(10)吹送压缩空气射流,其特征在于,所述淬火段包括至少三个相继的淬火区,通过在所述玻璃板的所述上表面和所述下表面的所述吹气空气射流和压缩空气射流共同产生的平均对流传热系数,在第一淬火区中为至少 $750\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$,在第二淬火区中比在所述第一淬火区中低至少10%,在第三淬火区中比在所述第一淬火区中高出至少10%,通过改变所述管嘴(10)的吹气压力来实现所述平均对流传热系数的区特定差异。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,待回火的玻璃板的回火温度低于 670°C ,所述玻璃板的表面上的目标压应力为至少180MPa。

11. 一种用于将玻璃板回火至表面压应力为至少150MPa的方法,在所述方法中,当所述玻璃板行进通过淬火段时,通过以下方式在所述玻璃板的上表面和下表面吹送空气射流来对所述玻璃板进行淬火:通过吹气机经由吹气箱上的吹气孔(6、7)吹送吹气空气射流;并利用空气压缩机经由管嘴(10)吹送压缩空气射流,其特征在于,所述淬火段包括至少三个相

继的淬火区,通过在所述玻璃板的所述上表面和所述下表面的所述吹气空气射流和压缩空气射流共同产生的平均对流传热系数,通过改变所述管嘴(10)的吹气压力来实现所述平均对流传热系数的区特定差异,待回火的玻璃板的厚度为5.8-6.7mm,第一淬火区中的平均对流传热系数为至少 $750\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$,第二淬火区中的平均对流传热系数为至多 $600\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$,第三淬火区中的平均对流传热系数为至少 $800\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$ 。

12.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,待回火的玻璃板的回火温度低于 670°C ,所述玻璃板的表面上的目标压应力为至少180MPa。

13.一种用于将玻璃板回火至表面压应力为至少150MPa的装置,其中,当所述玻璃板行进通过淬火段时,通过以下方式在所述玻璃表面吹送空气射流,来对所述玻璃板进行淬火:通过吹气机(11)经由吹气箱上的吹气孔(6、7)吹送吹气空气射流;并利用空气压缩机经由附接到所述吹气箱内的压缩空气箱上的管嘴(10)吹送压缩空气射流,其特征在于,在所述淬火段中,在所述玻璃板的任一侧分别有所述管嘴(10)的至少三个压缩空气对流吹气区,所述压缩空气对流吹气区的吹气压力被设定为可单独调节,并且第一区和第二区的长度均为80-550mm,通过在所述玻璃板的上表面和下表面的吹气空气射流和压缩空气射流共同产生的平均对流传热系数,在第一区中为至少 $750\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$,在第二区中比在所述第一区中低至少10%,在第三区中与在所述第一区中一样高。

14.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,在所述淬火段的起点,在所述玻璃板的上方和下方都有至少五个相继的、吹气压力可单独调节的压缩空气对流吹气区。

15.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述第一区和所述第二区的长度均为100-400mm。

16.根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述第一区和所述第二区均覆盖位于所述玻璃板的任一侧上的1-3个压缩空气吹气箱。

用于回火玻璃板的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于回火玻璃板的方法,其中,通过对玻璃板的两面吹送冷却空气对在回火温度下的玻璃板进行淬火。本发明还涉及一种用于实施该方法的装置,该装置包括输送轨道和位于输送轨道上方和下方的冷却空气箱,冷却空气箱具有冷却空气吹气孔,该冷却空气吹气孔定位成使通过吹气孔吹气形成的冷却作用导向正在移动的玻璃板的上表面和下表面。

背景技术

[0002] 玻璃回火是指首先将玻璃加热到回火温度,然后迅速冷却的过程。玻璃板回火生产线包括装载台、加热炉、淬火机和卸料台。本发明涉及一种淬火机。

[0003] 钠钙硅酸盐玻璃是最常见的钢化玻璃类型,本发明尤其关注该类型玻璃的回火。进入回火过程的玻璃具有出色的平直度和光学性能。在回火过程中,目的是充分提高玻璃板的强度,同时尽可能减小对玻璃板的平直度和光学性能的影响。除了强度,钢化玻璃的另一个期望特性是发生破裂时的安全性。非钢化玻璃会碎成大块碎片,有割伤风险,而钢化玻璃碎成小块,几乎无伤害风险。

[0004] 回火过程中在玻璃表面形成的压应力(强化程度或回火程度)取决于当玻璃在玻璃化转变温度范围特征(对于钠钙硅酸盐玻璃为约 $600\rightarrow 500^{\circ}\text{C}$)之内冷却时玻璃的垂直温度分布。在这种情况下,玻璃的垂直温度分布近似于抛物线的形状。例如,在表面压应力为100MPa、厚度为4mm的玻璃中,在温度分布中玻璃表面与玻璃中心的温差约为 100°C 。回火过程中玻璃上形成的残余应力分布也具有抛物线形状,其中在具有平均厚度的玻璃中,上述100MPa的表面压应力对应于约46MPa的张应力。

[0005] 在淬火开始时,玻璃表面形成瞬时张应力,理论上玻璃板平均承受30MPa的张应力。如果玻璃回火温度过低,则超出此限值,使得而玻璃破裂的风险增加。另一方面,回火温度过高会破坏玻璃的光学性能。淬火开始时的瞬时张应力也随着冷却效率的提高而增大。

[0006] 在玻璃回火过程中,特别是当玻璃的期望表面张应力的大小与正常玻璃回火过程相比相对较高时,由于各种原因,例如由于玻璃表面原有的微裂纹扩展、玻璃内部温度差异和玻璃厚度的变化,在回火过程的初期,玻璃上会形成难以检测到的毛细裂纹。然而,在对玻璃表面的回火明显大于正常回火的回火过程中,毛细裂纹主要是由高冷却效率,即高吹气压力的冷却引起的。特别是在回火初期,玻璃表面的冷却效率高,导致玻璃表面快速冷却,瞬时张应力强,从而导致玻璃表面微裂纹扩展。在这种情况下,玻璃板的距表面更深处的温度几乎仍处于原始回火温度和高弹性。因此,毛细裂纹只影响玻璃的表层。在玻璃板的表面区域中,毛细裂纹通常形成在其中心。特别是当使用压缩空气吹气来增强回火时,这种现象尤为突出,在这种情况下,单个射流的热传递在任一点都很集中。

[0007] 本发明解决了上述涉及的毛细裂纹问题,特别对于超级钢化玻璃。在超级回火中,需要对玻璃采用比正常回火显著更强的回火。当淬火装置中空气射流的冷却效率相对于回火显著提高时,可实现超级回火。最常见的超级钢化玻璃是防火玻璃,或FRG玻璃,用于减缓

建筑物中火势的蔓延。根据消防安全标准,防火隔间的边界面的玻璃必须通过严格的耐久测试。回火成防火玻璃的钠钙硅酸盐玻璃表面的压应力为至少150MPa,通常更高。例如,对于6mm厚的玻璃,其表面压应力通常需达到约175MPa,以使玻璃更可靠地通过E30耐火测试。另一方面,市场上也出现了对经历了比上述回火更强回火的钢化FRG玻璃的需求,该玻璃至少要通过E60耐火测试,即在消防安全测试中,测试期间燃烧温度和环境温度超过900°C,玻璃可承受超过60分钟。市场对通过E90耐火测试的钢化玻璃也有需求。因此,玻璃的表面张应力需达到220MPa。在对玻璃表面张应力大小的要求增加的同时,对玻璃尺寸的要求也增加了。因此,超级回火设备还需要改进的性能、可调节性和可再现性。由于上述与毛细裂纹有关的问题,将玻璃回火至表面张应力超过160MPa,特别是超过180MPa会存在问题。含有毛细裂纹的玻璃基本上会破碎,因此不适合使用。本发明能够将玻璃回火成FRG玻璃,同时避免上述破碎问题。FRG玻璃通常为6-6.5mm厚,这实际上意味着测量玻璃时,玻璃厚度为5.8-6.7mm。还需要更薄的4mm(测量玻璃时,玻璃厚度为3.8-4.2mm)的FRG玻璃。

[0008] 目前,避免毛细裂纹的最常见方法是将回火温度提高到670°C以上,但是这会降低玻璃的光学性能。本发明可以实现降低回火温度。在根据本发明的方法中,炉中合适的最终温度,即,将钠钙硅酸盐玻璃回火至表面张应力超过180MPa的回火温度优选为约645°C-665°C,并在任何情况下都低于670°C。

[0009] 超级回火所需的冷却效率很高,要实现这些要求,需要涡轮机使用大功率电动机,这会消耗大量电力。本发明还可实现大幅节省能源消耗。

[0010] 从专利公开文件FI90046B和FI104422B中已知了一种方法和装置,其中,在回火阶段,冷却空气射流部分利用压缩空气通过管嘴产生,并部分利用吹送空气通过吹气箱中的孔产生。该装置仅包括一个淬火区。在参考文献FI104422B中,该区也充当后冷却区,但是在后冷却阶段停止喷射压缩空气。

[0011] 在专利US4445921的方法中,首先用干燥空气对玻璃进行回火,然后用气态可升华材料对玻璃进行回火。干燥空气的传热系数小于可升华材料。在参考文献实例中,干燥空气的传热系数为70BTU/hr/ft²/°F(=397W/m²/K),可升华材料的传热系数为115BTU/hr/ft²/°F(=653W/m²/K)。

[0012] 在专利申请US2007122580A1中,通过将淬火器的第一区中的传热系数设置为明显低于第二区,避免了回火过程中玻璃表面的瞬时张应力超过4800psi(=33MPa)并且避免了玻璃破裂。根据参考文献的表3中的计算,例如,对于0.25英寸(=6.35mm)厚的玻璃,其回火温度为1266F(=686°C),可以以传热系数最高94BTU/hr/ft²/°F(=533W/m²/K)开始淬火,以确保不会超过根据参考文献中的33MPa的张应力极限,从而确保玻璃不会破裂。参考文献中通过计算给出0.05s作为第一淬火阶段的持续时间,在350mm/s的典型传送速率下,这对应于淬火区长度为17.5mm。在第二淬火区中,传热系数为198BTU/hr/ft²/°F(=1123W/m²/K)。根据该参考文献的教导,在第一淬火区中,回火温度为686°C时,玻璃板不能承受超过121BTU/hr/ft²/°F(=686W/m²/K)的传热系数。提出了通过调节吹气距离、空气温度、流速或体积流率来调节特定区的传热系数。

发明内容

[0013] 为了避免现有技术中的缺点,本发明的目的是提供一种方法和装置,其能够将玻

璃回火至高达150MPa的表面张应力,优选为180MPa,同时避免上述毛细裂纹问题,使得玻璃具有良好光学性能,并且节约能源。

附图说明

[0014] 下面将参照附图更详细地描述本发明,其中

[0015] 图1详细示出了用于实施该方法的优选实施例的装置的冷却空气箱;

[0016] 图2示出了用于实施本发明的回火装置的示意性侧视图;

[0017] 图3确定了淬火区的长度。

具体实施方式

[0018] 图2所示的回火装置包括设置有加热元件17的炉15,通过该炉将在辊道上移动的包含至少一块玻璃板5的玻璃负载加热到回火温度。玻璃负载可能包括彼此相邻且相继的多个玻璃板5,但为了清楚起见,图2仅示出一个玻璃板5。玻璃负载在炉中往复运动,且当根据加热方案的加热时间结束时,经加热的玻璃负载在辊道上被传送至淬火段16。玻璃负载的传送速度W为250-800mm/s,玻璃负载以该速度行进通过淬火段16。在玻璃板5上形成的回火取决于淬火段的冷却过程,且后冷却段18的目的是将玻璃板冷却至手动处理温度。在后冷却段18中,冷却效率明显低于淬火段16。在淬火段16中,吹气箱2位于由辊道形成的传送平面的上方和下方,压缩空气箱9位于吹气箱内部。冷却空气通过吹气机11供给到吹气箱2。冷却空气从压缩空气筒13供给到压缩空气箱9,该压缩空气筒通过空气压缩机12填充。淬火段包括多个淬火区,其中压缩空气的吹气压力通过区特定压力调节阀1设定为可单独调节。这些区也可称为压缩空气吹气区。在图2中,在玻璃板上方和下方分别有五个这样的区。在图2中,每个区包含两个压缩空气箱9。图1中更详细地示出了吹气箱和压缩空气箱。

[0019] 在图1中,位于支承在辊3上的玻璃板5的上方和下方的吹气箱和压缩空气箱基本上类似。因此,在玻璃板的两侧,吹气箱和压缩空气箱及其部件用相同的附图标记表示。吹气箱2和压缩空气箱9的长度,即玻璃在横向水平方向上的移动尺寸为1-3.5m,这取决于回火生产线的宽度。吹气箱2设有吹气孔6和7,由吹气机11产生的空气通过吹气孔作为射流朝向玻璃板5排出。这些射流可以称为吹气空气射流。吹气孔6、7在吹气箱2的纵向方向上形成排,其中相邻吹气孔之间的距离优选为30-50mm,而不同排上且在吹气箱的纵向方向上的不同点处的吹气孔的距离优选为15-25mm。吹气孔7的直径为4-10mm,优选地为约5-8mm。当吹气孔6到玻璃板的竖直距离短于吹气孔7到玻璃板的竖直距离时,吹气孔6的直径优选地比吹气孔7的直径小1-3mm,当距离相同时,直径优选相同。由吹气孔6形成的排位于由吹气孔7形成的排之间。吹气孔6的数量可能基本上等于吹气孔7的数量。由吹气机11产生的通过吹气孔6、7排出的气流的体积流率取决于所用吹气压力或超压的大小,该压力为至少2kPa并且在2-20kPa范围内,取决于玻璃的厚度和回火的目标。吹气射流的吹气压力优选在4-10kPa范围内。通过改变吹气机11的叶轮的转速可以调节吹气压力。可以对玻璃的每一侧分别调节吹气压力,但是例如,在淬火段上方的吹气箱中的吹气压力优选地在所有淬火区中都相等。

[0020] 进入吹气箱2和玻璃板5之间的相对狭窄空间的强气流在该区域中产生相对于周围压力的超压。当玻璃下表面上的超压高于上表面时,存在玻璃板从辊上升起的风险,这将

导致玻璃板撞击吹气箱然后破裂。在图1中,在玻璃板5上方,与辊3相对的是假辊4,其目的是增加玻璃板5的上表面上的压力,以防止玻璃板漂浮,为了清楚起见,图2和图3中将其省略。还通过分别调节上方和下方的吹气距离来控制确保玻璃板与辊保持接触。

[0021] 吹气箱2内的压缩空气箱9设有拧到压缩空气箱上的管嘴10,管嘴朝向吹气孔7延伸。管嘴10具有直径在2-5mm范围内的压缩空气开口8。通过管嘴10朝向玻璃板排出并作为射流的气流的速度取决于所用吹气压力或过压的大小,该压力 p_i 在0-10巴的范围内,优选为0-6巴,这取决于压缩空气吹气区、玻璃板的厚度和钢化玻璃所需的表面压应力。从管嘴10排出的射流可以称为压缩空气射流。可以通过压力调节阀1对每个区单独调节吹气压力。一个压缩空气箱9中的管嘴10的数量通常为每米压缩空气箱40-80个。

[0022] 从管嘴10排出的气流优选地从吹气箱2经由吹气孔7朝向玻璃板排出,来自吹气机11的空气也通过该吹气孔朝向玻璃排出。管嘴10的外边缘向管嘴的尖端成圆锥形地逐渐变小。特定管嘴10的尖端几乎与吹气箱2的内表面齐平,并且可能在吹气孔7的内部延伸或者略微保持在吹气孔的外部。特定管嘴10的尖端优选至少基本上不限制相应吹气孔7的流动区域。吹气孔7的直径优选地比压缩空气开口8的直径大至少1mm。优选地,吹气箱2的吹气孔的30-80%设置有管嘴10。

[0023] 从吹气孔6、7到玻璃板的竖直吹气距离布置成可以例如通过链条、齿轮和电动机调节,能够单独调节上吹气距离和下吹气距离是很重要的。在淬火段16的同一侧,所有相应的吹气孔的吹气距离都相同。从吹气孔6、7到玻璃板的竖直吹气距离优选为10-25mm,在这种情况下,从管嘴10的尖端到玻璃的距离优选为大3-12mm。

[0024] 在淬火段16中,通过在玻璃板的同一表面上吹送两种类型的空气射流来进行增强冷却过程,即,由空气压缩机12产生的空气射流通过管嘴10,以及由吹气机11产生的空气射流通过吹气孔6、7。这些空气射流一起在玻璃表面上产生对流传热系数 h 。在淬火时,玻璃也通过辐射冷却,但在超级回火中,辐射的比例较小。在650-670°C的典型回火温度下,玻璃辐射等于大约玻璃表面的数值40kW/m²,其作为辐射热传递系数对应于对流传热系数为约60W/m²/K,该值随着玻璃温度的降低而减小。

[0025] 从本发明的角度来看,将压缩空气吹气至少分成三个,优选地至少分成五个淬火区,其压缩空气吹气压力可以单独调节,这是很必要的。通过空气射流在玻璃板表面上实现的冷却效率 Q (单位W/m²)可以由方程 $Q=h \times (T_{\text{玻璃}}-T_{\text{空气}})$ 计算,其中 $T_{\text{空气}}$ 是朝向玻璃排放的air的温度, $T_{\text{玻璃}}$ 是玻璃表面的温度。平均对流传热系数 h 取决于吹气孔和压缩空气孔的直径、数量、位置、吹气距离和吹气压力。通过冷却空气射流系统在玻璃表面上实现的传热系数存在局部变化。局部传热系数在空气射流冲击玻璃表面的点处最高。平均传热系数是指在由射流系统的一部分覆盖的区域上的平均传热系数。例如,区1的平均热传递系数是在面积 $L_1 \times \text{WIDTH}$ 上的平均热传递系数,其中 L_1 是淬火器的长度中被区1覆盖的长度,WIDTH是玻璃的宽度,即,玻璃在横向水平方向上移动的尺寸。实际上,特定的冷却空气射流系统在玻璃表面上的冷却效率只能通过改变吹气距离或吹气压力来调节。仅通过改变吹气距离,冷却效率不会有显著的变化。通过吹气压力进行调节明显比通过吹气距离进行调节更有效、简单和精确。此外,通过吹气距离降低冷却效率根本不会降低压缩空气消耗,而通过降低吹气压力会降低消耗。

[0026] 相对于淬火时间对冷却效率进行区划分,即在淬火段中沿玻璃板的行进方向划

分,优选地通过单独调节相继的压缩空气吹气区中的吹气压力来实现。从本发明的角度来看,针对冷却效率进行区划分是必要的,以便能够解决如说明书中以上所讨论的玻璃板在超级回火中的毛细裂纹问题。通过调节吹气距离,并且通过针对具体区分别改变玻璃板上表面和下方的管嘴10的吹气压力,确保玻璃板与辊接触。当吹气压力为至少1巴时,位于玻璃板上表面上的管嘴10的吹气压力优选地比位于下表面上的管嘴10的吹气压力高至少0.2巴。在回火时,玻璃板的上表面和下表面应基本上沿相同的温度曲线冷却,以避免成品钢化玻璃板弯曲。通过改变两侧的吹气压力来控制玻璃表面的均匀冷却。

[0027] 在图2的装置实例中,玻璃的两侧分别有五个淬火区(图3中的 Z_1-Z_5),即,压缩空气区,其可通过管嘴10的吹气压力单独调节。淬火区的长度是淬火区覆盖的淬火器长度 L 的部分。图2和图3中的区的长度为 L_1-L_5 。在图2和图3的装置实例中,压缩空气吹气压力可单独调节的每个区覆盖在玻璃的两侧的两个辊隙和两个压缩空气箱。区 Z_1-Z_5 也可能具有不同的长度。朝向玻璃上表面的各区的压力调节阀1的压缩空气吹气压力设定为 $p_{u1}-p_{u5}$,其与吹气空气一起在玻璃上表面上产生对流传热系数 $h_{u1}-h_{u5}$ 。朝向玻璃下表面的各区的压缩空气开口8的吹气压力是 $p_{l1}-p_{l5}$,其与吹气空气一起在玻璃下表面上产生平均对流传热系数 $h_{l1}-h_{l5}$ 。上部吹气距离 H_u 和由吹气机11设定的到上部吹气箱的吹气压力 $p_{fan,u}$ 在玻璃板上方的所有区中是相同的。下部吹气距离 H_l 和由吹气机11设定的到下部吹气箱的吹气压力 $p_{fan,l}$ 在玻璃板下方的所有区中是相同的。

[0028] 当玻璃板以传送速度 W 从回火炉传送到淬火段时,玻璃板到达区 Z_1 ,在该区,管嘴10在玻璃板上表面上以吹气压力 p_{lu} 吹送空气射流,在玻璃板下表面上以吹气压力 p_{ll} 吹送空气射流。这些吹气压力在1-10巴的范围内,优选1-6巴。优选地, $p_{lu} \geq p_{ll} + 0.2$ 巴。从吹气机11进入吹气箱2并且进一步穿过吹气孔6、7作为朝向玻璃的空气射流的吹气压力在玻璃上方是 $p_{fan,u}$,在玻璃下方是 $p_{fan,l}$ 。由区 Z_1 中的空气射流共同产生的平均对流传热系数在玻璃的上表面为 h_{lu} ,在玻璃的下表面为 h_{ll} 。对于小于3.8mm厚的玻璃,传热系数超过 $800\text{W/m}^2/\text{K}$,对于至少3.8mm厚的玻璃,传热系数超过 $750\text{W/m}^2/\text{K}$,优选地超过 $800\text{W/m}^2/\text{K}$ 。玻璃板(其每个点)在区 Z_1 中保持的时间为 $t_1 = L_1/W$ 。区 Z_1 的长度为80-550mm,其包括1-4个压缩空气吹气箱9。区 Z_1 的长度优选为100-400mm,其包括1-3个压缩空气吹气箱9。在区 Z_1 中的停留时间为0.2-2s。优选地,在区 Z_1 中的停留时间为0.3-1.5s。

[0029] 在第二区 Z_2 中,吹气压力为 p_{2u} 、 p_{2l} ,比第一区 Z_1 中的吹气压力低至少0.5巴,优选地低至少1巴。优选地,如果 $p_{2l} \geq 1$ 巴,则 $p_{2u} \geq p_{2l} + 0.2$ 巴。从吹气机11进入吹气箱中并进一步朝向玻璃板的吹气压力与区 Z_1 中相同。由区 Z_2 中的空气射流共同产生的平均对流传热系数在玻璃上表面为 h_{2u} ,在玻璃下表面为 h_{2l} 。这些传热系数低于区 Z_1 中的传热系数。在第二淬火区中,传热系数优选地比第一淬火区低至少10%,甚至更优选低至少20%。 Z_2 区的长度为80-550mm,其包括1-4个压缩空气吹气箱9。 Z_2 区的长度优选地为100-400mm,其包括1-3个压缩空气吹气箱9。在 Z_2 区的停留时间为0.2-2s。优选地,在 Z_2 区的停留时间为0.3-1.5s。

[0030] 在第三区 Z_3 中,吹气压力为 p_{3u} 、 p_{3l} ,优选地比区 Z_1 中的吹气压力高至少0.5巴,并且比区 Z_2 中的吹气压力高至少1巴。优选地, $p_{3u} \geq p_{3l} + 0.2$ 巴。从吹气机11进入吹气箱中并进一步朝向玻璃板的吹气压力与区 Z_1 中相同。由区 Z_3 中的空气射流共同产生的平均对流传热系数在玻璃上表面为 h_{3u} ,在玻璃下表面为 h_{3l} 。这些传热系数比区 Z_2 中高,优选地比区 Z_2 中高至少20%,比区 Z_1 中高10%。第三区 Z_3 中的平均对流传热系数至少与第一区 Z_1 中的一样高。在第

一淬火区中,管嘴的吹气压力优选地为至少1巴,在第二区中为至多0.5巴,在第三区中为至少2巴。

[0031] 如果区3为最后一个区,则区3的长度为至少1500mm。淬火段优选地至少还包括第四区和第五区。在这种情况下,区3-5的长度分别为至少300mm,并且总共为至少1500mm。区4中的吹气压力与区3中的相同。从吹气机11到吹气箱以及进一步朝向玻璃板的吹气压力在区3-5中与区1中相同。

[0032] 在第一区和第三区中吹送的压缩空气的吹气压力的大小为至少1巴。优选地,在第一区中吹送的压缩空气的吹气压力的大小在1-3巴的范围内,在第二区中在0-1巴的范围内,以及在第三区中在2-5巴的范围内。

[0033] 优选地,当待回火的玻璃板的厚度为5.8-6.7mm时,第一淬火区中的平均对流传热系数为至少750W/m²/K,第二淬火区中的平均对流传热系数为至多600W/m²/K,第三淬火区中的平均对流传热系数为至少800W/m²/K。玻璃的传送速度优选为250-600mm/s,并且在前两个区中每单位长度的玻璃板都保持0.5-1.3秒。表1中示出了区1-3的平均对流传热系数的优选极限值。特别地,区3的传热系数取决于玻璃的所需表面张应力,该表面张应力为至少150MPa。

[0034] 表1

[0035]

玻璃厚度	h_{u1} 和 h_{l1}	h_{u2} 和 h_{l2}	h_{u3} 和 h_{l3}
小于3.8	800-1000	200-600	1000-1500
3.8-4.2	750-1000	200-600	900-1500
5.8-6.7	750-1000	200-600	800-1500
7.8-8.2	750-1000	200-600	750-1500
mm	W/m ² /K	W/m ² /K	W/m ² /K

[0036] 实例1

[0037] 在表2的实施例1中,淬火段包括六个可单独调节的压缩空气吹气区。吹气装置,即吹气箱和压缩空气箱以及其部件,在所有区中都是相同的。辊隙为125mm,即,例如,375mm长的第一区包含三个压缩空气箱。表2中示出了区长度 L_i (其中i是区的顺序编号)和所使用的吹气压力,还示出了各不同区中的由空气射流共同产生的计算所得平均对流传热系数(=ht系数)。进行回火的玻璃的厚度为6mm,传送速度W为375mm/s。玻璃上表面的吹气距离为15mm,下表面的吹气距离为15mm。玻璃的回火温度为665°C。在表2中,时间 t_i 表示玻璃的某一点在该区中的停留时间,即, $t_i=L_i/W$ 。

[0038] 表2

[0039]

区 Z_i	长度 L_i	时间 t_i	吹气压力 p_{ui} 和 p_{li}	吹气压力 $p_{fan,l}$ 和 $p_{fan,u}$	Ht 系数 h_{ui} 和 h_{li}
Z_1	375	1	1.6	7	810
Z_2	250	0.67	0	7	475
Z_3	625	1.67	3.6	7	1072
Z_4	625	1.67	3.6	7	1072
Z_5	625	1.67	2.5	7	988
Z_6	625	1.67	0	7	475
	mm	s	巴	kPa	W/m ² /K

[0040] 通过根据实施例1的淬火,6mm玻璃的表面张应力达到约220MPa,这实现了在耐火测试中达到至少E60甚至E90耐火等级所需的耐久性。钢化玻璃没有毛细裂纹并且具有可接受的光学性能。发现将第二淬火区中的压缩空气吹气压力和传热系数相对于区1和区3中显著降低对于避免毛细裂纹是很重要的。另一方面,发现将第一吹气区中的吹气压力降低为明显低于表2中的数值(1.6巴),对钢化玻璃的表面张应力大小和玻璃的光学性能有不利影响。出于节能原因,降低了末端处(即区 Z_5 和 Z_6 中)的吹气压力,因为将吹气压力保持在与区 Z_3 和 Z_4 相同的水平上,最多使玻璃的表面张应力增加约2MPa。

[0041] 通过根据本发明的装置,通过调节玻璃两侧的每个区中的压力调节阀的压力水平,来控制玻璃的表面张应力大小,防止玻璃出现毛细裂纹以及控制玻璃的平直度。如果某一区的压力调节阀不打开,则该区中的玻璃仅受在输送期间使用的吹气压力的影响。

[0042] 将淬火段分成至少三个、且优选地分成至少五个可单独调节的压缩空气吹气区,以及采用压力调节阀,通过压力调节阀可非常快速地切断向压缩空气吹气区的空气供给,即可将吹气压力降至零,从节约压缩空气生产方面的能源的角度来看,这两种因素都是非常重要的。当玻璃负载的前缘接近边缘(margin)R1处的区的起点时,开始向每个区吹送压缩空气,当玻璃负载的后缘离开边缘R2处的区的终点时,结束吹送。边缘R1和R2优选地在0-150mm的范围内。更优选地,边缘R1为0-50mm,边缘R2为0-50mm。在以下实例中,为了清楚起见,将边缘设置为零。例如,如果玻璃负载的长度为1000mm,传送速度为500mm/s,并且淬火器仅具有一个3000mm长的区,则吹送整个区的压缩空气将持续 $(3000+1000)/500=8s$ 。在六个500mm长的区的情况下,在一个区中的吹送时间仅为 $(500+1000)/500=3s$ 。在该实例中,划分成区节省了5/8的压缩空气消耗。因此,玻璃的传送速度和负载长度决定了每个单独的压缩空气吹气区的操作时间。

[0043] 根据本发明的装置还包括计算机和为控制系统提供玻璃负载的位置数据的装置,根据该数据来打开和关闭各区的压力调节阀。该装置例如是回火炉传送机的伺服电动机或连接到传送机的致动器的脉冲发射器。根据本发明的装置还包括用于测量吹气压力的压力计。

[0044] 以上描述的本发明不限于公开的实施例,而是可以在由权利要求所限定的保护范

围内以各种方式修改。

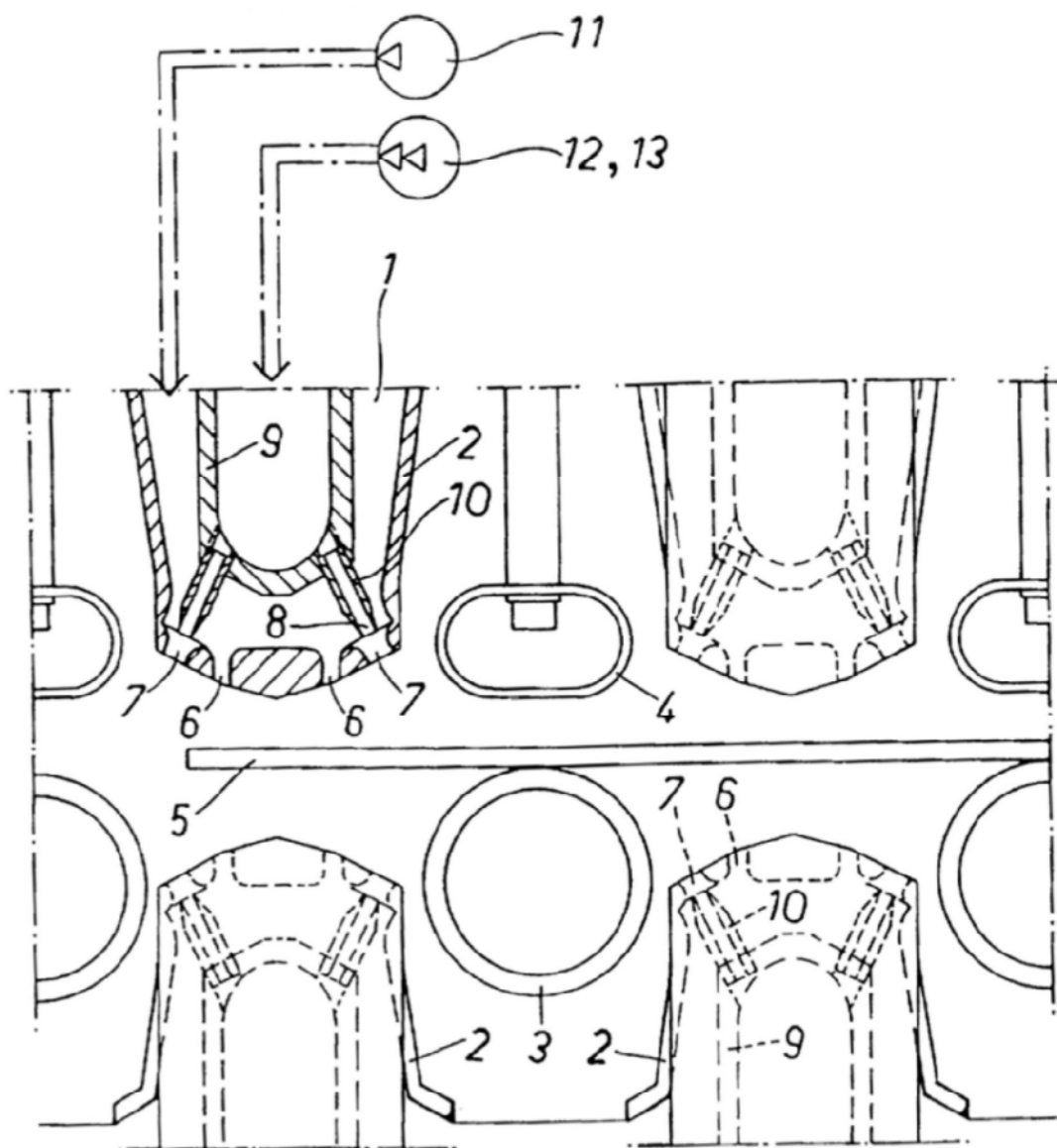


图1

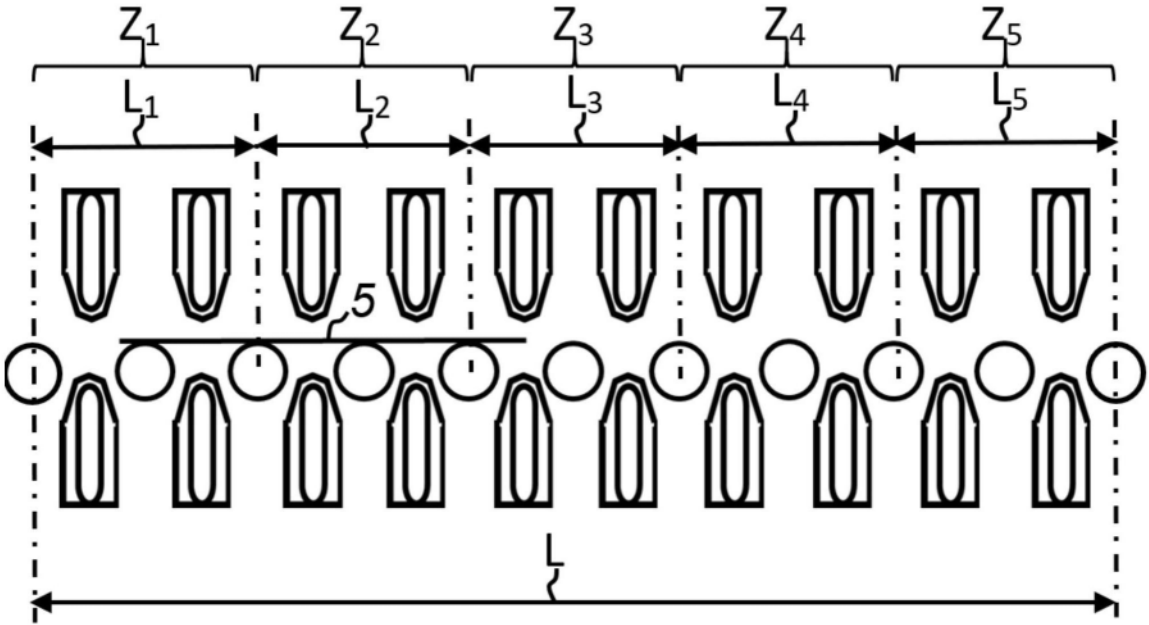


图3