



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115893871 B

(45) 授权公告日 2023.07.07

(21) 申请号 202211371824.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.11.03

G03C 21/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 谢伟伟

申请公布号 CN 115893871 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(73) 专利权人 青岛中兴通轨道交通科技有限公司

地址 266109 山东省青岛市城阳区棘洪滩  
街道锦盛二路青岛城阳区工业园区管  
理委员会

(72) 发明人 张方存 朱元涛 陈杨 姜欣  
刘建世 梅香寒

(74) 专利代理机构 北京维正专利代理有限公司  
11508

专利代理师 崔颖

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

一种玻璃强化剂及玻璃强化方法

(57) 摘要

本申请涉及玻璃强化领域,具体公开了一种玻璃强化剂及其玻璃强化方法。玻璃强化剂包括以下质量份的原料:83-90份的硝酸钾、1-3份硝酸钠、0.5-1.5份高锰酸钾、8-12份氧化铝、0.5-1.5份氧化硅;玻璃强化方法为:配置玻璃强化液、玻璃预热、玻璃强化、冷却。本申请的玻璃强化剂具有增大了离子交换速度,增强了玻璃表面强化效果优点;另外,本申请的玻璃强化方法具有提高玻璃表面应力和应力层深度,降低玻璃破碎时的飞溅现象的优点。

1. 一种玻璃强化方法,其特征在于,包括以下步骤:

配置玻璃强化液:将玻璃强化剂加热熔化,形成玻璃强化液,所述玻璃强化剂包括以下质量份的原料:83-90份的硝酸钾、1-3份硝酸钠、0.5-1.5份高锰酸钾、8-12份氧化铝、0.5-1.5份氧化硅;

玻璃预热:将玻璃预热至350-480℃;

玻璃强化:将预热后的玻璃置于温度为410-430℃的玻璃强化液中,恒温浸泡10-14h;

冷却:将强化完成后的玻璃置于300-350℃下,自然冷却后,在60-80℃的水中浸泡10-14h,然后用去离子清洗、烘干,获得强化玻璃;

激光熔覆保护膜:将氧化锆、氧化硅、PBT树脂和PC树脂混合,研磨粉碎,制得混合颗粒,将混合颗粒预热至150-180℃后平铺在强化后的玻璃上,进行单层激光熔覆,在强化玻璃两侧均形成保护膜;

所述PC树脂经过以下预处理:

将PC树脂置于浓度为3-5wt%的氢氧化钠溶液中,升温至60-80℃,搅拌1-2h,过滤,去离子水清洗,烘干后与浓度为1.5-2wt%的硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液、浓度为10-12wt%的10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液混合均匀,超声处理5-10min,过滤,去离子水清洗、烘干。

2. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于:所述玻璃强化剂包括以下质量份的原料:85-90份的硝酸钾、2-3份硝酸钠、1-1.5份高锰酸钾、10-12份氧化铝、1-1.5份氧化硅。

3. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于,所述玻璃强化剂中还包括0.5-1重量份焦锑酸钾和0.5-1.5重量份氢氧化钾。

4. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于,所述玻璃强化剂的熔化温度为410-430℃,熔化后,恒温24-26h。

5. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于,所述氧化锆、氧化硅、PBT树脂和PC树脂的质量比为6-6.2:3.8-4:1.5-2:1-1.5。

6. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于,所述单层激光熔覆的参数为:激光功率密度为150-200W/cm<sup>2</sup>,扫描速率为10-15mm/s,光斑直径为5-10mm,气氛环境为氩气,保护层厚度为80-200 $\mu$ m。

7. 根据权利要求1所述的玻璃强化方法,其特征在于,所述混合颗粒的粒径为30-50 $\mu$ m。

## 一种玻璃强化剂及玻璃强化方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及玻璃强化技术领域,更具体地说,它涉及一种玻璃强化剂及玻璃强化方法。

### 背景技术

[0002] 玻璃是由二氧化硅和其他化学物质熔融在一起形成的,在熔融时形成连续网络结构,冷却过程中粘度逐渐增大并硬化致使其结晶的硅酸盐类非金属材料。玻璃制品在建筑、交通等领域应用越来越多,但玻璃的抗拉强度远小于抗压强度,是典型的脆性材料,因此很容易因外力而破碎。为了提高玻璃的抗张强度,人们对强化工艺进行了大量的研究。目前普遍应用的强化方法为化学强化法,具体是将产品放置在熔融状态下的硝酸钾或者硝酸钠、硝酸钾的混合溶液中,放置一定的时间,玻璃中的离子半径较小的 $\text{Na}^+$ 离子和盐液中的离子半径比较大 $\text{K}^+$ 离子发生交换,玻璃中的 $\text{Li}^+$ 离子和盐液中的 $\text{K}^+$ 离子和 $\text{Na}^+$ 离子进行交换,使表面“挤塞”膨胀,产生应力,最终在产品表面形成压应力,使玻璃强度增大。

[0003] 现有的玻璃化学强化工艺中,一般使用的强化组合物是在硝酸钾、或者硝酸钠和亚硝酸钾的熔盐中加入0.5%的碳酸钾,或者加入0.02%的磷酸钾和0.2%的氧化铝,虽然能够提高玻璃的强度,但强化后的玻璃抗冲击能力较低。

[0004] 针对上述中的相关技术,发明人发现亟待一种能显著提高玻璃表面抗冲击能力的玻璃强化剂。

### 发明内容

[0005] 为了提高玻璃表面的抗冲击能力,延长玻璃的使用寿命,本申请提供一种玻璃强化剂及玻璃强化方法。

[0006] 第一方面,本申请提供一种玻璃强化剂,采用如下的技术方案:

[0007] 一种玻璃强化剂,包括以下质量份的原料:83-90份的硝酸钾、1-3份硝酸钠、0.5-1.5份高锰酸钾、8-12份氧化铝、0.5-1.5份氧化硅。

[0008] 通过采用上述技术方案,硝酸钾能提供离子半径较大的钾离子,从而与玻璃中离子半径较小的钠离子进行交换,氧化铝能吸附产生的不熔物,并保护玻璃表面不受熔盐过渡侵蚀,氧化铝取代玻璃中的二氧化硅或氧化钠后离子体积增大的同时,加快了熔盐离子进入玻璃内部,促进了离子快速交换,使玻璃强化后表面应力大,抗冲击性强。

[0009] 可选的,包括以下质量份的原料:85-90份的硝酸钾、2-3份硝酸钠、1-1.5份高锰酸钾、10-12份氧化铝、1-1.5份氧化硅。

[0010] 通过采用上述技术方案,各原料用量更加精准,使玻璃的强化效果更好。

[0011] 可选的,所述玻璃强化剂中还包括0.5-1重量份焦铋酸钾和0.5-1.5重量份氢氧化钾。

[0012] 通过采用上述技术方案,氢氧化钾能加快离子的交换速度,节约能源,焦铋酸钾能填充在玻璃微裂纹中,减少大部分的微裂纹,消除了玻璃表面的应力集中点,提高了玻璃的

表面平整度,延长玻璃的使用寿命。

[0013] 第二方面,本申请提供一种玻璃强化方法,采用如下的技术方案:

[0014] 一种玻璃强化方法,包括以下步骤:

[0015] 配置玻璃强化液:将玻璃强化剂加热熔化,形成玻璃强化液;

[0016] 玻璃预热:将玻璃预热至350-480℃;

[0017] 玻璃强化:将预热后的玻璃置于温度为410-430℃的玻璃强化液中,恒温浸泡10-14h;

[0018] 冷却:将强化完成后的玻璃置于300-350℃下,自然冷却后,在60-80℃的水中浸泡10-14h,然后用去离子清洗、烘干,获得强化后的玻璃。

[0019] 通过采用上述技术方案,将玻璃先经过热处理,能提高玻璃的耐损坏性,增加其应力层深度,再浸渍于玻璃强化液中,进行离子交换,能将玻璃表面离子半径较小的钠离子换为离子半径较大的钾离子,在玻璃表面产生压应力,实现化学强化,氧化铝能吸附离子交换时产生的不溶物,并保护玻璃表面不受熔盐过渡侵蚀,氧化铝取代玻璃中的二氧化硅或氧化钠后离子体积增大的同时,加快了熔盐离子进入玻璃内部,促进了离子快速交换。

[0020] 可选的,所述玻璃强化剂的熔化温度为410-430℃,熔化后,恒温24-26h。

[0021] 通过采用上述技术方案,将硝酸钾、硝酸钠等玻璃强化剂的组分在此温度下热熔,能获得性质均一且流动性好的强化液。

[0022] 可选的,还包括激光熔覆保护膜,具体步骤如下:

[0023] 将氧化锆、氧化硅、PBT树脂和PC树脂混合,研磨粉碎,制得混合颗粒,将混合颗粒预热至150-180℃后平铺在强化后的玻璃上,进行单层激光熔覆,在强化玻璃两侧均形成保护膜。

[0024] 通过采用上述技术方案,激光能量被施加到玻璃表面时会形成高温瞬时的表面热源,从而达到速熔速凝的效果,将混合颗粒先经过预热,再平铺至玻璃表面进行激光熔覆,预热能减少混合颗粒内部在激光熔覆过程中产生温度梯度,缓和层间热应力,避免由于热应力集中而导致保护膜出现翘曲变形以及内部裂纹等问题;PBT和PC树脂均采用激光热熔型树脂,在激光的热熔作用下,PBT和PC树脂热熔,将氧化锆和氧化硅黏合在玻璃表面,氧化锆能提高玻璃表面的机械强度,增强玻璃表面保护膜的黏附牢度,使玻璃上应力层的链接更加紧密,减少玻璃破碎后形成菱角锐度,提升安全性,对微裂纹具有修复能力的氧化硅,能改善玻璃的抗冲击强度,保护膜既能保护强化后玻璃表面容易损伤的压应力层,又能保持原有的优异的抗弯强度;在玻璃经强化之后再行激光熔覆,能防止先激光熔覆制成的保护膜影响后续的离子交换。

[0025] 可选的,所述氧化锆、氧化硅、PBT树脂和PC树脂的质量比为6-6.2:3.8-4:1.5-2:1-1.5。

[0026] 通过采用上述技术方案,利用较少用量的PBT树脂和PC树脂黏附氧化锆和氧化硅,经激光热熔后,PBT树脂和PC树脂热熔固化,固化后的PBT树脂和PC树脂与玻璃有较强的黏附作用,能降低玻璃破碎时产生的飞溅情况,提高安全性。

[0027] 可选的,所述PC树脂经过以下预处理:

[0028] 将PC树脂置于浓度为3-5wt%的氢氧化钠溶液中,升温至60-80℃,搅拌1-2h,过滤,去离子水清洗,烘干后与浓度为1.5-2wt%的硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液、浓度为10-

12wt%的10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液混合均匀,超声处理5-10min,过滤,去离子水清洗、烘干。

[0029] 通过采用上述技术方案,玻璃进行离子交换后,表面均匀存在着非常小的凹凸不平区域,就像玻璃表面覆盖了一层均匀的膜,因为玻璃表面经离子交换后,交换的离子半径不同,从而表现为交换后玻璃表面呈现大面积均匀的凹凸不平,因此也更有利于其与PC树脂的黏合;将PC树脂经过氢氧化钠处理后,其表面出现条纹和缺陷,且分子链中酯基会发生断裂,高分子链段间的作用力削弱,间距增大,表面粗糙度增加,表面积和接触面积增加,从而有利于其与玻璃的黏合,将PC树脂与硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS和10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯混合,从而在PC树脂上负载这两种物质,在将PC树脂、氧化锆等混合颗粒进行激光熔覆时,硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS能与氧化硅之间形成Si-O-Si键,从而能提升氧化硅的黏附强度,10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯与氧化锆之间,形成锆-氧-磷键,从而提高氧化锆与PC树脂的粘接强度,因此经预处理的PC树脂,能增强氧化锆和氧化硅与PC树脂的黏附强度,从而增强玻璃的抗冲击性能长久性,改善玻璃的使用寿命。

[0030] 可选的,所述单层激光熔覆的参数为:激光功率密度为150-200W/cm<sup>2</sup>,扫描速率为10-15mm/s,光斑直径为5-10mm,气氛环境为氩气,保护层厚度为80-200 $\mu$ m。

[0031] 通过采用上述技术方案,保护膜获得能量的多少取决于激光功率密度与扫描速度的快慢,在此功率和扫描速度下,能将氧化锆、氧化硅、PBT树脂和PC树脂熔融并固化在强化后的玻璃表面,以适宜的扫描速度进行扫描,使激光与混合颗粒的作用时间适宜,使混合颗粒吸收的能量足以形成组织均匀致密的保护膜,并且使混合颗粒吸收的能量不会过多,不会使保护膜和玻璃受到损伤,激光产生的热量使保护膜与玻璃紧密结合,增加玻璃破碎时,对破碎玻璃渣的黏附性,防止破碎的玻璃渣到处飞溅,提高安全性。

[0032] 可选的,所述混合粉末的粒径为30-50 $\mu$ m。

[0033] 通过采用上述技术方案,若氧化锆、氧化硅等混合粉末的粒径较小,在强化后玻璃上平铺时,易产生团聚现象,使粉末分布疏密不一,激光熔覆时粉末相对疏松的地方易产生缺陷和气孔,导致玻璃表面厚度不一,抗冲击性能下降。

[0034] 综上所述,本申请具有以下有益效果:

[0035] 1、由于本申请采用硝酸钾、硝酸钠等配合氧化铝和氧化硅制成玻璃强化剂,能改善玻璃的强化效果,使玻璃的压应力层深度高,应力大,抗弯强度高,而且还在玻璃强化剂中添加了氢氧化钾和焦锑酸钾,进一步改善玻璃的强化效果。

[0036] 2、本申请的玻璃强化方法简单、易操作,能大幅提高玻璃表面的压应力,增大离子扩散层厚度,提高玻璃强度,且在玻璃经强化液强化后,还使用激光熔覆将PBT树脂和PC树脂、氧化锆和氧化硅熔覆在强化后玻璃的表面,能进一步提高玻璃的抗冲击性和压应力,并且能防止玻璃破碎时飞溅,提高了玻璃的使用安全性。

[0037] 3、本申请的玻璃强化方法中还对激光热熔时使用的PC树脂进行了预处理,在PC树脂上负载10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯和硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS,从而使硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS与氧化硅形成Si-O-Si键,10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯与氧化锆形成Zr-O-P键,提升氧化硅和氧化锆与PC树脂的黏附强度,提高玻璃的抗冲击强度,降低玻璃的破碎飞溅。

## 具体实施方式

[0038] 实施例

[0039] 实施例1:一种玻璃强化剂,由表1所示的原料混合制成。

[0040] 表1实施例1-5中玻璃强化剂的原料用量

kg 组分	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
硝酸钾	85	90	83	87	85
硝酸钠	3	1	2	2	3
高锰酸钾	1	0.5	1.5	1	1
氧化铝	10	8	12	8	8
氧化硅	1	0.5	1.5	0.5	1
焦锑酸钾	0	0	0	1	0.5
氢氧化钾	0	0	0	0.5	1.5

[0043] 实施例2-5:一种玻璃强化剂,与实施例1的区别在于,原料用量如表1所示。

[0044] 实施例6:一种玻璃强化方法,包括以下步骤:

[0045] S1、配置玻璃强化液:将实施例1制成的玻璃强化剂加热至430℃熔化,恒温24h,形成玻璃强化液;

[0046] S2、玻璃预热:将玻璃预热至350℃;

[0047] S3、玻璃强化:将预热后的玻璃置于温度为410℃的玻璃强化液中,恒温浸泡14h;

[0048] S4、冷却:将强化完成后的玻璃置于350℃下,自然冷却后,在60℃的水中浸泡10h,然后用去离子清洗、烘干,获得强化后的玻璃。

[0049] 实施例7:一种玻璃强化方法,包括以下步骤:

[0050] S1、配置玻璃强化液:将实施例2制成的玻璃强化剂加热至410℃熔化,恒温26h,形成玻璃强化液;

[0051] S2、玻璃预热:将玻璃预热至380℃;

[0052] S3、玻璃强化:将预热后的玻璃置于温度为430℃的玻璃强化液中,恒温浸泡10h;

[0053] S4、冷却:将强化完成后的玻璃置于300℃下,自然冷却后,在80℃的水中浸泡12h,然后用去离子清洗、烘干,获得强化后的玻璃。

[0054] 实施例8:一种玻璃强化方法,与实施例6的区别在于,玻璃强化剂由实施例3制成。

[0055] 实施例9:一种玻璃强化方法,与实施例6的区别在于,玻璃强化剂由实施例4制成。

[0056] 实施例10:一种玻璃强化方法,与实施例6的区别在于,玻璃强化剂由实施例5制成。

[0057] 实施例11:一种玻璃强化方法,与实施例6的区别在于,还包括步骤S5、激光熔覆保护层:将氧化锆、氧化铝、PBT树脂和PC树脂按照6:4:1.5:1的质量比混合,研磨粉碎至粒径为50μm,制得混合颗粒,将混合颗粒预热至150℃后平铺在强化玻璃上,进行单层激光熔覆,

一侧熔覆完成后,再熔覆另一侧,在强化玻璃的两侧均形成保护膜,PBT树脂选自深圳市仁捷塑胶原料有限公司,型号为北化院301-G0,PC树脂选自东莞市常平龙瑜原料经营部,型号为沙伯基础DX14354X,激光功率为 $150\text{W}/\text{cm}^2$ ,扫描速率 $10\text{mm}/\text{s}$ ,光斑直径为 $10\text{mm}$ ,气氛环境为氩气,保护层厚度为 $80\mu\text{m}$ 。

[0058] 实施例12:一种玻璃强化方法,与实施例6的区别在于,还包括步骤S5、激光熔覆保护层:将氧化锆、氧化锆、PBT树脂和PC树脂按照6.2:3.8:2:1.5的质量比混合,研磨粉碎至粒径为 $30\mu\text{m}$ ,制得混合颗粒,将混合颗粒预热至 $180^\circ\text{C}$ 后平铺在强化玻璃上,进行单层激光熔覆,一侧熔覆完成后,再熔覆另一侧,在强化玻璃的两侧均形成保护膜,PBT树脂选自深圳市仁捷塑胶原料有限公司,型号为北化院301-G0,PC树脂选自东莞市常平龙瑜原料经营部,型号为沙伯基础DX14354X,激光功率密度为 $200\text{W}/\text{cm}^2$ ,扫描速率 $15\text{mm}/\text{s}$ ,光斑直径为 $5\text{mm}$ ,气氛环境为氩气,保护层厚度为 $200\mu\text{m}$ 。

[0059] 实施例13:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,使用等量氧化硅替代氧化锆。

[0060] 实施例14:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,使用等量的氧化铝替代氧化硅。

[0061] 实施例15:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,未添加PBT树脂。

[0062] 实施例16:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,未添加PC树脂。

[0063] 实施例17:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,将预热后的玻璃先进行激光熔覆,再进行玻璃强化液浸渍强化。

[0064] 实施例18:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,PC树脂经过以下预处理:将PC树脂置于浓度为 $3\text{wt}\%$ 的氢氧化钠溶液中,升温至 $60^\circ\text{C}$ ,搅拌 $2\text{h}$ ,过滤,去离子水清洗,烘干后与浓度为 $1.5\text{wt}\%$ 的硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液、浓度为 $10\text{wt}\%$ 的10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液混合均匀,超声处理 $5\text{min}$ ,过滤,去离子水清洗、烘干。

[0065] 实施例19:一种玻璃强化方法,与实施例12的区别在于,PC树脂经过以下预处理:将PC树脂置于浓度为 $5\text{wt}\%$ 的氢氧化钠溶液中,升温至 $80^\circ\text{C}$ ,搅拌 $1\text{h}$ ,过滤,去离子水清洗,烘干后与浓度为 $2\text{wt}\%$ 的硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液、浓度为 $12\text{wt}\%$ 的10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液混合均匀,超声处理 $10\text{min}$ ,过滤,去离子水清洗、烘干。

[0066] 实施例20:一种玻璃强化方法,与实施例18的区别在于,未添加硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液。

[0067] 实施例21:一种玻璃强化方法,与实施例18的区别在于,未添加10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液。

[0068] 实施例22:一种玻璃强化方法,与实施例1的区别在于,使用实施例5制备的玻璃强化剂,还包括步骤S5、激光熔覆保护层:将氧化锆、氧化锆、PBT树脂和PC树脂按照6:4:1.5:1的质量比混合,研磨粉碎至粒径为 $50\mu\text{m}$ ,制得混合颗粒,将混合颗粒平铺在强化玻璃上,进行单层激光熔覆,一侧熔覆完成后,再熔覆另一侧,在强化玻璃的两侧均形成保护膜,PBT树脂选自深圳市仁捷塑胶原料有限公司,型号为北化院301-G0,PC树脂选自东莞市常平龙瑜原料经营部,型号为沙伯基础DX14354X,激光功率 $490\text{W}$ ,扫描速率 $30\mu\text{m}/\text{s}$ ,光斑直径为 $10\text{mm}$ ,气氛环境为氩气,保护层厚度为 $80\mu\text{m}$ ;PC树脂经过以下预处理:将PC树脂置于浓度为 $5\text{wt}\%$ 的氢氧化钠溶液中,升温至 $80^\circ\text{C}$ ,搅拌 $1\text{h}$ ,过滤,去离子水清洗,烘干后与浓度为 $2\text{wt}\%$ 的硅

烷偶联剂  $\gamma$ -MPS 的水溶液、浓度为 12wt% 的 10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液混合均匀,超声处理 10min,过滤,去离子水清洗、烘干。

[0069] 对比例

[0070] 对比例 1:一种玻璃强化剂,与实施例 1 的区别在于,未添加氧化硅。

[0071] 对比例 2:一种玻璃强化剂,与实施例 1 的区别在于,未添加氧化铝。

[0072] 对比例 3:一种玻璃强化方法,与实施例 6 的区别在于,玻璃强化剂由对比例 1 制成。

[0073] 对比例 4:一种玻璃强化方法,与实施例 6 的区别在于,玻璃强化剂由对比例 2 制成。

[0074] 对比例 5:一种玻璃强化的催化剂,包括以下重量份的组分:组分 A:氢氧化钾 2 份,组分 B:硅酸钾 20 份,组分 C:铬酸钾 80 份、碳酸钾 50 份;玻璃强化方法:步骤 a:将硅酸钾加入到强化炉中的硝酸钾熔盐中加热熔解 4h 形成第一熔盐混合物;步骤 b:将铬酸钾碳酸钾加到第一熔盐混合物中,加热熔解 1h,形成第二熔盐混合物;步骤 c:将氢氧化钾加入到第二熔盐混合物中,加热熔解,静置 2h,得玻璃强化液,硝酸钾熔盐与催化剂重量比为 1:99。

[0075] 利用该玻璃强化液增加玻璃强度的方法,包括以下步骤:

[0076] 将经过抛光的钠钙浮法玻璃清洗、烘干放入烘箱内预热至 400℃ 并维持 15min,将其在温度为 400℃ 的条件下浸泡在玻璃强化液中 8 小时,取出,清洗至玻璃表面去残留物,干燥,在连续使用周期内每隔 2 天加入 2 份氢氧化钾。

[0077] 性能检测试验

[0078] 按照实施例 6-22 和对比例 3-5 中的方法对玻璃进行强化,每个实施例或对比例均进行 10 块玻璃的强化检测,并参照以下方法检测强化后玻璃的性能,将检测结果记录于表 2 中。

[0079] 1、表面应力:使用 FSM-600LE 进行检测,试样玻璃的厚度为  $(0.7 \pm 0.05)$  mm,规格为 38.6mm $\times$ 30.84mm;

[0080] 2、应力层深度:用 FSM-600LE 进行检测,试样玻璃的厚度为  $(0.7 \pm 0.05)$  mm,规格为 38.6mm $\times$ 30.84mm;

[0081] 3、抗弯强度:使用美国 TA 仪器 RSA-G2 型固体动态分析仪进行检测;

[0082] 4、抗冲击性能:按照 GB9963-1988《钢化玻璃》进行检测,钢球重量为 10g,试样规格为 10mm $\times$ 10mm,厚度为  $(0.7 \pm 0.05)$  mm,称重,记为 W,在玻璃受冲击破碎后,将与受冲击玻璃本体分离的碎裂玻璃渣称重,记为 M,按照  $M/W \times 100\%$  的方法计算玻璃渣飞溅率。

[0083] 表 2 强化后玻璃的性能检测



项目	表面应力 /MPa	应力层深 度/ $\mu\text{m}$	抗弯强度 /MPa	抗冲击性能 /cm	玻璃渣飞 溅率/%
实施例 6	755.5	36.4	714.5	115	10.4
实施例 7	757.2	36.8	712.6	116	10.2
实施例 8	748.4	36.1	715.4	114	10.5
实施例 9	772.5	38.5	713.8	122	10.1
实施例 10	773.8	38.9	713.5	125	10.3
实施例 11	798.5	42.5	901.5	144	3.4
实施例 12	801.2	43.4	902.8	146	3.2
实施例 13	782.5	41.5	900.7	134	5.1
实施例 14	781.4	41.8	900.4	135	4.2
实施例 15	798.4	43.1	885.4	138	6.2
实施例 16	798.5	42.8	871.3	140	5.7
实施例 17	781.4	40.4	875.6	132	7.8
实施例 18	802.8	43.8	903.5	147	0.8
实施例 19	802.5	43.9	903.8	148	0.5
实施例 20	801.4	43.6	902.7	146	1.5
实施例 21	801.6	43.7	902.8	147	1.8
实施例 22	803.2	44.1	904.2	149	0.3
对比例 3	644.5	27.2	712.5	107	10.8
对比例 4	632.4	26.5	714.1	101	10.6
对比例 5	736.5	33.4	654.7	92	13.5

[0085] 由表2内数据可以看出,实施例6、实施例7和实施例8中玻璃强化方法分别采用实施例1、实施例2和实施例3制成的玻璃强化剂,强化后的玻璃表面化学强化应力层深度可达 $36.8\mu\text{m}$ ,提高了玻璃的表面强度,表面应力大,但经强化后的玻璃在破碎时易飞溅,安全性下降。

[0086] 实施例9和实施例10与实施例6相比,分别采用实施例4和实施例5制成的玻璃强化剂,表2内显示,实施例9和实施例10中方法强化的玻璃,强化效果进一步提升。

[0087] 实施例11和实施例12与实施例6相比,还在强化后的玻璃两侧,通过激光熔覆,形成保护层,实施例11和实施例12强化后的玻璃,应力层深度增加,表面应力达到800MPa左右,抗弯强度显著增大,且玻璃破碎时,玻璃渣的飞溅率降低,安全性提升。

[0088] 实施例13和实施例14与实施例6相比,实施例13中使用氧化硅替代氧化锆,实施例

14中使用氧化铝替代氧化硅,实施例13和实施例14中强化后玻璃的表面应力下降,应力层深度变化不是很明显,抗弯强度变化也不大,玻璃破碎后玻璃渣的飞溅率增大,安全性相较于实施例12有所下降。

[0089] 实施例15和实施例16相较于实施例6,实施例15中未添加PBT树脂,实施例16中未添加PC树脂,强化后玻璃的应力大小和应力层厚度变化不大,但抗弯强度降低,受到冲击破碎时,玻璃飞溅严重。

[0090] 实施例17与实施例12相比,将预热后的玻璃先进行激光熔覆,再进行强化液的强化,表2内显示,强化后玻璃的应力下降,应力层厚度降低,抗弯强度减小,玻璃渣的飞溅率增大,说明先镀膜再进行离子交换强化,会引起离子交换深度降低,玻璃强化效果减弱。

[0091] 实施例18和实施例19相较于实施例12,在激光熔覆前,还使用10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液、硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液对PC树脂进行了预处理,经处理后的PC树脂,经熔覆后,与玻璃的粘接强度增大,玻璃渣的飞溅率显著降低。

[0092] 实施例20和实施例21与实施例18相比,对PC树脂预处理时,分别未添加硅烷偶联剂 $\gamma$ -MPS的水溶液和10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯的乙醇溶液,表2内显示,强化后的玻璃,其余性能与实施例18相差不大,但玻璃渣的飞溅率增加,玻璃破碎时安全性下降。

[0093] 实施例21中不仅使用了实施例5制备的玻璃强化剂,还在玻璃强化剂强化后的玻璃两侧通过激光熔覆保护层,保护层中包含氧化锆、氧化硅、PCT树脂和PC树脂,还对PC树脂进行了预处理,经实施例21中强化方法强化的玻璃,应力层深度高,应力大,抗弯曲强度高,抗冲击性强,且破碎时玻璃渣飞溅少,安全性高。

[0094] 对比例3和对比例4中分别使用对比例1和对比例2制成的玻璃强化剂,与实施例6相比,对比例3和对比例4中方法强后的玻璃应力层深度下降,应力减小,抗冲击性能下降。

[0095] 对比例5为现有技术公开的一种玻璃强化用催化剂以及其使用方法,其强化的玻璃应力强度和抗冲击性能均不及本申请实施例6。

[0096] 本具体实施例仅仅是对本申请的解释,其并不是对本申请的限制,本领域技术人员在阅读完本说明书后可以根据需要对本实施例做出没有创造性贡献的修改,但只要在本申请的权利要求范围内都受到专利法的保护。