



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116217074 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 06

(21) 申请号 202211678111.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.12.26

G03C 3/095 (2006.01)

G03C 21/00 (2006.01)

(71) 申请人 中建材玻璃新材料研究院集团有限公司

G03C 17/22 (2006.01)

地址 233010 安徽省蚌埠市涂山路1047号

申请人 中国建材集团有限公司

凯盛科技集团有限公司

(72) 发明人 彭寿 张冲 李常青 曹欣

石丽芬 仲召进 高强 王萍萍

赵凤阳 王巍巍 李金威 倪嘉

韩娜 胡文涛 杨勇 周刚 王鹏

张晓雨 柯震坤 崔介东 单传丽

(74) 专利代理机构 合肥维可专利代理事务所

(普通合伙) 34135

专利代理师 吴明华

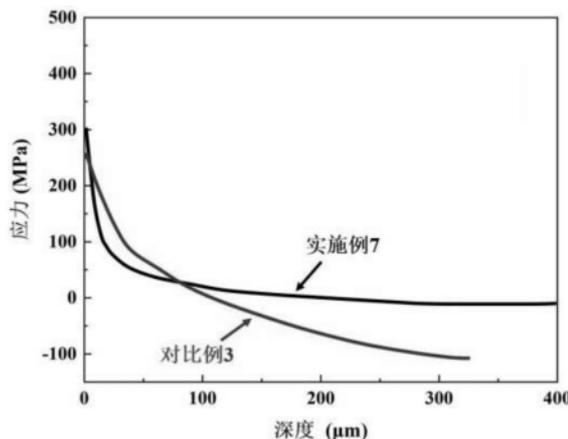
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法和应用

(57) 摘要

本发明涉及一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法和应用,所述的柔性玻璃包括以下重量百分比的组分:SiO<sub>2</sub> 55-75.5%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.5-24.5%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-5.5%, Li<sub>2</sub>O 0-5%, Na<sub>2</sub>O 0.5-15%, K<sub>2</sub>O 0.5-7%, MgO 0-8%, CaO 0-8%, ZrO<sub>2</sub> 0-5.5%, RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1-6.5%;其中:MgO+CaO≤12%;Na<sub>2</sub>O/R0≤1.2;K<sub>2</sub>O/R0≤0.3;R0/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤1.5,R0为碱土金属氧化物。所述的表面处理方法包括以下步骤:S1、将上述组成制备的柔性玻璃进行镀膜;S2、将上述薄膜材料均匀涂覆在柔性玻璃表面;S3、采用一步法或二步法的方法将柔性玻璃进行化学强化。本发明从组成结构的角...



1. 一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,其特征在於,包括以下重量百分比的组分:SiO<sub>2</sub> 55-75.5%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.5-24.5%,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-5.5%,Li<sub>2</sub>O 0-5%,Na<sub>2</sub>O 0.5-15%,K<sub>2</sub>O 0.5-7%,MgO 0-8%,CaO 0-8%,ZrO<sub>2</sub> 0-5.5%,RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1-6.5%;其中:MgO+CaO≤12%;Na<sub>2</sub>O/RO≤1.2;K<sub>2</sub>O/RO≤0.3;RO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤1.5,RO为碱土金属氧化物。

2. 根据权利要求1所述的一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,其特征在於,包括以下重量百分比的组分:SiO<sub>2</sub> 57.5-73.5%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7.5-22.5%,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-3%,Li<sub>2</sub>O 0-4.5%,Na<sub>2</sub>O 1.5-13.5%,K<sub>2</sub>O 1-6.5%,MgO 0.5-7.5%,CaO 0-6.5%,ZrO<sub>2</sub> 0-4%,RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1-5.5%;其中:MgO+CaO≤10.5%;Na<sub>2</sub>O/RO≤1.15;K<sub>2</sub>O/RO≤0.25;RO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤1.4,RO为碱土金属氧化物。

3. 根据权利要求1或2所述的一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,其特征在於:所述RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中的一种或几种。

4. 一种如权利要求1~3中任一项所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於,该表面处理方法包括以下步骤:

步骤S1、将上述组成制备的柔性玻璃进行镀膜,所镀薄膜的总重量为100%,包括如下重量百分比的组分:

0-65%的硅酸盐、1-5%纳米Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、3-5%的粘结剂、0.1-0.5%的润湿剂、30-70%的水,将这几种组分通过高速离心混合制成薄膜材料;

步骤S2、将上述薄膜材料均匀涂覆在柔性玻璃表面,采用化学沉积,经过表面固化、烘箱烘干,形成薄膜;

步骤S3、采用一步法或二步法的方法将柔性玻璃进行化学强化,将覆膜后的玻璃浸置在高温熔盐中1-2次,冷却清洗后得到低翘曲、高强度的柔性玻璃。

5. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述硅酸盐中包含硅酸铝、偏硅酸铝中的至少一种。

6. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述粘结剂包括水玻璃、硅溶胶、磷酸二氢铝中的至少一种。

7. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述润湿剂包括十二烷基苯磺酸钠、十六烷基磺酸钠中的至少一种。

8. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述的离心混合速率为4500~8000r/min,时间为3~25min。

9. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述的化学沉积覆膜次数为1-3次。

10. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述的化学强化熔盐为KNO<sub>3</sub>、NaNO<sub>3</sub>、LiNO<sub>3</sub>中的一种或多种。

11. 根据权利要求4所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,其特征在於:所述的化学强化温度为360-420℃,时间为1-30min。

12. 一种如权利要求1或2所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃在电子玻璃中的应用。

## 一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明属于特种玻璃技术领域,特别涉及一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法和应用。

### 背景技术

[0002] 随着电子显示产业快速发展,显示用电子玻璃产业规模也逐年攀升,电子显示产品应用无处不在,电子显示产品包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑、信息查询机、电视等。柔性显示技术发展迅速,使得信息显示更加灵活多样,是一种非常具有前景的显示技术。厚度小于100 $\mu\text{m}$ 的电子玻璃表现出可弯曲性和柔性,且随着厚度越小,柔韧性越好。柔性玻璃经化学强化可以提高柔性玻璃强度、可弯折次数和耐磨性,弥补柔性显示屏的不足,但是同样也会带来翘曲形变等问题。目前柔性玻璃盖板主要采用低温离子交换法进行强化,其原理在于:将玻璃浸置在高温熔盐中,玻璃表层半径较小的碱金属离子(如 $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ )与熔盐中半径较大的离子(如 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ )进行离子交换,表面形成“挤塞效应”,形成表面压应力层。此方法由于在高温熔盐中进行,要求玻璃两个面的组成结构、热历史等性质接近,否则,容易造成强化后的玻璃平整度差(翘曲值),平整度差会影响玻璃的贴合效果,从而影响电子产品的抗冲击、抗跌落性能。

[0003] 玻璃产生翘曲主要有以下几方面的原因:一是平板玻璃采用浮法生产造成的空气面与锡面二者在化学组成以及结构都具有一定的差异性,这种差异会造成玻璃两表面离子交换的效率、速率不一致,导致两面强化后的表面压应力(CS)、应力层深度(DOL)的不一致,两面应力不均匀导致强化后产生明显的翘曲;二是由于组成结构、生产工艺等原因导致玻璃表层不均匀,引起应力分布不均,受力不均会导致翘曲的加剧;三是强化完成后,将玻璃从熔盐中取出的过程中,由上至下的热性质差异产生应力中心,最终导致翘曲量超标。

[0004] 目前解决翘曲的方式大多采用机械抛光或者化学蚀刻的方式,以达到玻璃两面成分一致的目的,虽然形变得以一定程度修复,但是化学强化强度因此受损。此外还有通过对原片在线处理的方法,以酸性气体、液体去和玻璃表面发生脱碱反应,调节空气面、锡面的碱金属含量来调控浮法玻璃的强化翘曲,但是此方法会对窑炉产生腐蚀作用,影响窑炉使用寿命。同时以上方法的酸性气体或液体对环境也会对产生较大危害。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的不足,提供了一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法和应用,目的在于解决柔性玻璃由于自身组成结构或化学强化后温度、应力梯度对翘曲产生的影响,具体技术方案如下:

[0006] 本发明提供了一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,包括以下重量百分比的组分: $\text{SiO}_2$  55-75.5%, $\text{Al}_2\text{O}_3$  4.5-24.5%, $\text{B}_2\text{O}_3$  0-5.5%, $\text{Li}_2\text{O}$  0-5%, $\text{Na}_2\text{O}$  0.5-15%, $\text{K}_2\text{O}$  0.5-7%, $\text{MgO}$  0-8%, $\text{CaO}$  0-8%, $\text{ZrO}_2$  0-5.5%, $\text{RE}_2\text{O}_3$  0.1-6.5%;其中: $\text{MgO}+\text{CaO}\leq 12\%$ ; $\text{Na}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 1.2$ ; $\text{K}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 0.3$ ; $\text{R}_0/\text{Al}_2\text{O}_3\leq 1.5$ , $\text{R}_0$ 为碱土金属氧化物。

[0007] 作为本发明一种优选技术方案,一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,包括以下重量百分比的组分:SiO<sub>2</sub> 57.5-73.5%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7.5-22.5%,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-3%,Li<sub>2</sub>O 0-4.5%,Na<sub>2</sub>O 1.5-13.5%,K<sub>2</sub>O 1-6.5%,MgO 0.5-7.5%,CaO 0-6.5%,ZrO<sub>2</sub> 0-4%,RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1-5.5%;其中:MgO+CaO≤10.5%;Na<sub>2</sub>O/R<sub>0</sub>≤1.15;K<sub>2</sub>O/R<sub>0</sub>≤0.25;R<sub>0</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤1.4,R<sub>0</sub>为碱土金属氧化物。

[0008] 作为本发明一种优选技术方案,所述RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中的一种或几种。

[0009] 本发明还提供了一种低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法,该表面处理方法包括以下步骤:

[0010] 步骤S1、将上述组成制备的柔性玻璃进行镀膜,所镀薄膜的总重量为100%,包括如下重量百分比的组分:

[0011] 0-65%的硅酸盐、1-5%纳米Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、3-5%的粘结剂、0.1-0.5%的润湿剂、30-70%的水,将这几种组分通过高速离心混合制成薄膜材料;

[0012] 步骤S2、将上述薄膜材料均匀涂覆在柔性玻璃表面,采用化学沉积,经过表面固化、烘箱烘干,形成薄膜;

[0013] 步骤S3、采用一步法或二步法的方法将柔性玻璃进行化学强化,将覆膜后的玻璃浸置在高温熔盐中1-2次,冷却清洗后得到低翘曲、高强度的柔性玻璃。

[0014] 作为本发明一种优选技术方案,所述硅酸盐中包含硅酸铝、偏硅酸铝中的至少一种。

[0015] 作为本发明一种优选技术方案,所述粘结剂包括水玻璃、硅溶胶、磷酸二氢铝中的至少一种。

[0016] 作为本发明一种优选技术方案,所述润湿剂包括十二烷基苯磺酸钠、十六烷基磺酸钠中的至少一种。

[0017] 作为本发明一种优选技术方案,所述的离心混合速率为4500~8000r/min,时间为3~25min。

[0018] 作为本发明一种优选技术方案,所述的化学沉积覆膜次数为1-3次。

[0019] 作为本发明一种优选技术方案,所述的化学强化熔盐为KNO<sub>3</sub>、NaNO<sub>3</sub>、LiNO<sub>3</sub>中的一种或多种。

[0020] 作为本发明一种优选技术方案,所述的化学强化温度为360-420℃,时间为1-30min。

[0021] 本发明还提供了一种低翘曲、高强度的柔性玻璃在电子玻璃中的应用。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] (1) 本发明提供了一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,从组成结构的角度调控柔性玻璃的应力分布均匀性,从柔性玻璃本身解决翘曲影响。

[0024] (2) 本发明通过镀膜的方法,降低柔性玻璃离子交换效率,改变应力中心,减少柔性玻璃化学强化后温度或者应力梯度对翘曲产生的影响,使用“双保险”的方式,将化学强化产生翘曲的影响进一步降低到最小。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明中实施例7以及对比例3中柔性玻璃的化学强化后应力曲线。

## 具体实施方式

[0026] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0027] 本发明实施例通过提供一种低翘曲、高强度的柔性玻璃及其表面处理方法,解决柔性玻璃由于自身组成结构或化学强化后温度、应力梯度对翘曲产生的影响。

[0028] 本发明实施例中的技术方案为解决上述翘曲的问题,总体思路如下:本发明首先从玻璃组成结构的角度,调控玻璃表面应力层,同时通过镀膜的方法,改变玻璃应力中心,均化应力分布,减少玻璃化学强化后温度或者应力梯度对翘曲产生的影响;与目前常用的解决翘曲方法(酸蚀刻、抛光或在线处理)相比,从玻璃内部解决强化后易出现形变的问题,同时再化学强化过程中采取保护措施,使用“双保险”的方式,将化学强化产生翘曲的影响进一步降低到最小。

[0029] 为了更好地理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0030] 一种低翘曲、高强度的柔性玻璃,包括以下重量百分比的组分: $\text{SiO}_2$  55-75.5%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4.5-24.5%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  0-5.5%,  $\text{Li}_2\text{O}$  0-5%,  $\text{Na}_2\text{O}$  0.5-15%,  $\text{K}_2\text{O}$  0.5-7%,  $\text{MgO}$  0-8%,  $\text{CaO}$  0-8%,  $\text{ZrO}_2$  0-5.5%,  $\text{RE}_2\text{O}_3$  0.1-6.5%;其中: $\text{MgO}+\text{CaO}\leq 12\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 1.2$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 0.3$ ;  $\text{R}_0/\text{Al}_2\text{O}_3\leq 1.5$ ,  $\text{R}_0$ 为碱土金属氧化物。

[0031] 本发明中,所述的柔性玻璃,优选地,包括以下重量百分比的组分: $\text{SiO}_2$  57.5-73.5%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7.5-22.5%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  0-3%,  $\text{Li}_2\text{O}$  0-4.5%,  $\text{Na}_2\text{O}$  1.5-13.5%,  $\text{K}_2\text{O}$  1-6.5%,  $\text{MgO}$  0.5-7.5%,  $\text{CaO}$  0-6.5%,  $\text{ZrO}_2$  0-4%,  $\text{RE}_2\text{O}_3$  0.1-5.5%;其中: $\text{MgO}+\text{CaO}\leq 10.5\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 1.15$ ;  $\text{K}_2\text{O}/\text{R}_0\leq 0.25$ ;  $\text{R}_0/\text{Al}_2\text{O}_3\leq 1.4$ ,  $\text{R}_0$ 为碱土金属氧化物。

[0032] 本发明中, $\text{SiO}_2$ 是构成玻璃网络结构的主要成分,在玻璃中以硅氧四面体的形式存在,能够提高玻璃的化学稳定性和机械强度,但如果含量过多,会提高熔融温度和黏度,所述的柔性玻璃 $\text{SiO}_2$ 含量55-75.5%,优选地, $\text{SiO}_2$ 含量57.5-73.5%。

[0033] 本发明中, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 在本玻璃体系中同样是构成网络形成体的存在,在玻璃中以铝氧四面体存在时与硅氧四面体相互连接可起到补网作用,可与有助于增强玻璃网络结构致密性,提高玻璃强度,同时铝氧四面体体积比硅氧四面体体积大,使离子更有利于离子在玻璃体系中移动,适当降低 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量便可降低离子交换效率,所述的柔性玻璃 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量4.5-24.5%,优选地, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量7.5-22.5%。

[0034] 本发明中, $\text{B}_2\text{O}_3$ 是良好的助熔剂,能大幅降低玻璃熔化温度,同时可以提高玻璃的断裂韧性和化学稳定性,所述的柔性玻璃 $\text{B}_2\text{O}_3$ 的含量0-5.5%,优选地, $\text{B}_2\text{O}_3$ 含量0-3%。

[0035] 本发明中,碱金属氧化物 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 是柔性玻璃化学强化的必需成分,其含量直接影响离子交换效率以及玻璃强化后性能,同时适当提高碱金属含量能促进玻璃的熔融过程,降低熔化温度,但含量过多会影响玻璃化学稳定性。所述的柔性玻璃 $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量0-5%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量0.5-15%,  $\text{K}_2\text{O}$ 的含量0.5-7%,优选地, $\text{Li}_2\text{O}$ 的含量0-4.5%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 的含量1.5-13.5%,  $\text{K}_2\text{O}$ 的含量1-6.5%。

[0036] 本发明中, $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 可调节降低高温黏度和改善玻璃熔融性能的作用,但含量过多可能会使玻璃析晶。所述的柔性玻璃 $\text{MgO}$ 的含量0-8%,  $\text{CaO}$ 的含量0-8%,优选地, $\text{MgO}$ 的含量

0.5-7.5%，CaO的含量0-6.5%。

[0037] 本发明中， $ZrO_2$ 的引入可以抑制碱金属、碱土金属的迁移，同时可以提升玻璃的硬度、弹性模量和化学稳定性。所述的柔性玻璃 $ZrO_2$ 的含量0-5.5%，优选地， $ZrO_2$ 的含量0-4%。

[0038] 本发明中， $RE_2O_3$ 为 $Sc_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 中的一种或几种， $Sc_2O_3$ 、 $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 的引入可降低玻璃的熔制温度和成型温度，低温条件下主要起到积聚作用，使得网络结构得到加强，提高玻璃网络结构强度以及杨氏模量，同时还可以均化应力分布，降低翘曲量；但过多引入可能会使玻璃易析晶。所述的柔性玻璃稀土氧化物 $RE_2O_3$ 的含量0.1-6.5%，优选地， $RE_2O_3$ 的含量0.1-5.5%。

[0039] 本发明中，所述的低翘曲、高强度的柔性玻璃的表面处理方法，包括以下步骤：

[0040] 步骤S1、将上述组成制备的柔性玻璃进行镀膜，所镀薄膜的总重量为100%，包括如下重量百分比的组分：0-65%的硅酸盐、1-5%纳米 $Al_2O_3$ 、3-5%的粘结剂、0.1-0.5%的润湿剂、30-70%的水，将这几种组分通过高速离心混合制成薄膜材料；

[0041] 步骤S2、将上述薄膜材料均匀涂覆在柔性玻璃表面，采用化学沉积，经过表面固化、烘箱烘干，形成薄膜；

[0042] 步骤S3、采用一步法或二步法的方法将柔性玻璃进行化学强化，将覆膜后的玻璃浸置在高温熔盐中1-2次，冷却清洗后得到低翘曲、高强度的柔性玻璃。

[0043] （备注：一步法化学强化就是将柔性玻璃在高温熔盐中浸置一次；二步法化学强化就是将柔性玻璃在高温熔盐中浸置二次。）

[0044] 本发明中，所述的柔性玻璃薄膜材料，所含的硅酸盐主要用于形成膜层，所含的纳米 $Al_2O_3$ 在玻璃表面形成富集层，改变玻璃应力中心，降低离子交换效率，均化应力分布，改善玻璃翘曲。

[0045] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的硅酸盐中包含硅酸铝、偏硅酸铝中的至少一种。

[0046] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的粘结剂包括水玻璃、硅溶胶、磷酸二氢铝中的至少一种。本发明中，所述的柔性玻璃的黏滞活化能 $E_n$  (1300-1550℃)  $\leq$  250kJ/mol<sup>-1</sup>。

[0047] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的润湿剂包括十二烷基苯磺酸钠、十六烷基磺酸钠中的至少一种。

[0048] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的离心混合速率为4500~8000r/min，时间3~25min。

[0049] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的化学沉积覆膜次数为1-3次。

[0050] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的化学强化熔盐为 $KNO_3$ 、 $NaNO_3$ 、 $LiNO_3$ 中的一种或多种。

[0051] 本发明中，所述的柔性玻璃表面处理方法，所述的化学强化温度为360-420℃，时间为1-30min。

[0052] 上述低翘曲、高强度的柔性玻璃主要应用于柔性显示方面的电子玻璃。

[0053] 本发明具体实施例如下：

[0054] 本发明适用于一次成型的柔性玻璃，优选地，所述的柔性玻璃包括以下重量百分

比的组分:SiO<sub>2</sub> 57.5-73.5%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7.5-22.5%,B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0-3%,Li<sub>2</sub>O 0-4.5%,Na<sub>2</sub>O 1.5-13.5%,K<sub>2</sub>O 1-6.5%,MgO 0.5-7.5%,CaO 0-6.5%,ZrO<sub>2</sub> 0-4%,RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1-5.5%;

[0055] 其中:MgO+CaO≤10.5%;Na<sub>2</sub>O/RO≤1.15;K<sub>2</sub>O/RO≤0.25;RO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>≤1.4;RO为碱土金属氧化物;RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>中的一种或几种。按照此组分进行玻璃的配料、熔制得到的玻璃样品实施例1~10,并对样品进行性能测试。

[0056] 采用L75VS1000Platinum热膨胀系数测试仪测试柔性玻璃的热膨胀系数,FA2004B电子天平测试柔性玻璃的密度,GindoSonicMK7动态弹性模量仪测试柔性玻璃的杨氏模量。

[0057] 实施例1~10制得的柔性玻璃的组分及性能如表1所示。

[0058] 表1实施例1~10组分及性能

[0059]

组份(wt.%)	实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	实施 例 7	实施 例 8	实施 例 9	实施 例 10
SiO <sub>2</sub>	58.3	64.3	66.5	69.7	63.5	64.5	58.2	58.4	67.6	65.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.6	16.3	11.4	6.4	10.7	11.8	17.4	17.6	13.5	8
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5	/	1.5	2	/	/	/	1.5	/	/
Li <sub>2</sub> O	3	3	0.1	1	3.9	2.1	3	0.1	2	3

[0060]

Na <sub>2</sub> O	9	10.9	8	9.8	10.9	5	10.9	8	3.8	8
K <sub>2</sub> O	1.5	1	3.5	1	2.5	4.5	2	3.5	1	5
MgO	0	1.5	3	5	3.5	0	3	2	6	3.5
CaO	3.1	1	3	2	1.5	3.1	2	4	2	2
ZrO <sub>2</sub>	3	1	2	0.1	0.5	5	0.5	0.9	0.1	0.5
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	/	/	1	2	/	1	0.5	2	1.5
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	/	1	/	2	/	2	1	1.5	1.5	1.5
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	/	/	1	/	1	2	1	2	0.5	1.5
MgO+CaO	3.1	2.5	6	7	5	3.1	5	6	8	5.5
Na <sub>2</sub> O/RO≤1.15	0.67	0.73	0.69	0.83	0.63	0.43	0.69	0.69	0.56	0.50
K <sub>2</sub> O/RO	0.11	0.07	0.30	0.08	0.14	0.39	0.13	0.30	0.15	0.31
RO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.66	0.91	1.02	1.84	1.62	0.98	0.91	0.66	0.50	2.00
热膨胀系数 (20-300°C)×10 <sup>-7</sup>	92.5	95.3	96.9	97.2	96.2	94.7	95.3	93.9	93.6	94.5
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.41	2.43	2.49	2.53	2.51	2.43	2.52	2.48	2.47	2.53
杨氏模量(GPa)	70.3	70.4	70.1	70.6	70.5	70.8	70.9	70.8	70.7	70.8

[0061] 对比例1~4制得的柔性玻璃的组分及性能如表2所示。

[0062] 表2对比例1~4组分及性能

组份(wt.%)	对比 例 1	对比 例 2	对比 例 3	对比 例 4
SiO <sub>2</sub>	59.3	65.3	67.5	69.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.6	16.3	11.4	7.4
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5	/	1.5	2
Li <sub>2</sub> O	3	3	0.1	1
Na <sub>2</sub> O	9	10.9	8	11.8
K <sub>2</sub> O	1.5	1	3.5	1
MgO	0	1.5	3	5
CaO	3.1	1	3	2
ZrO <sub>2</sub>	3	1	2	0.1
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0
MgO+CaO	3.1	2.5	6	7
Na <sub>2</sub> O/RO≤1.15	0.67	0.73	0.69	0.86
K <sub>2</sub> O/RO	0.11	0.07	0.30	0.07
RO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.66	0.91	1.02	1.86
热膨胀系数 (20-300°C) ×10 <sup>-7</sup>	93.6	95.8	97.2	97.5
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.43	2.45	2.51	2.55
杨氏模量(GPa)	69.6	69.8	69.8	69.9

[0064] 对比表1和表2可以看出, 实施例1~10的杨氏模量普遍高于70GPa, 对比例1~4的杨氏模量普遍都低于69.9GPa; 实施例1~10的热膨胀系数普遍高于对比例1~4, 实施例1~10的密度普遍低于对比例1~4; 说明引入RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>可以提高柔性玻璃热膨胀系数和杨氏模量。

[0065] 将实施例1~10与对比例1~4进行表面处理及化学强化处理, 步骤包括: 步骤S1、将上述组成制备的柔性玻璃镀膜, 所薄膜的总重量为100%, 包括如下重量百分比的组分0-65%的硅酸盐、1-5%纳米Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、3-5%的粘结剂、0.1-0.5%的润湿剂、30-70%的水, 将几种组分通过高速离心混合制成薄膜材料。步骤S2、将薄膜材料均匀涂覆在柔性玻璃表面, 采用化学沉积, 经过表面固化、烘箱烘干, 形成薄膜。步骤S3、采用一步法或二步法的方法将柔性玻璃进行化学强化, 将覆膜后的玻璃浸置在高温熔盐中1-2次, 冷却清洗后得到低翘曲、高强度的柔性玻璃。

[0066] 采用翘曲度测量仪测量柔性玻璃强化后翘曲, 采用FSM-7000H玻璃应力仪测试柔性玻璃强化后CS、DOL, 并导出应力曲线如图1所示。

[0067] 实施例1~10制得的柔性玻璃化学强化工艺及性能如表3所示。

[0068] 表3实施例1~10柔性玻璃化学强化工艺及性能

组份(wt.%)	实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	实施 例 7	实施 例 8	实施 例 9	实施 例 10	
玻璃厚度( $\mu\text{m}$ )	70 $\pm$ 5										
熔盐配比 (wt.%)	LiNO <sub>3</sub>	0.5	1	1.5	0.5	1	1.5	0.5	1	1.5	0.5
	NaNO <sub>3</sub>	4.5	4	3.5	9.5	9	8.5	14.5	14	13.5	14.5
	KNO <sub>3</sub>	95	95	95	90	90	90	85	85	85	85
强化温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	380	390	370	400	420	410	390	390	380	370	
强化时间 (min)	5	10	15	30	45	5	10	20	30	5	
CS (MPa)	325	332	278	317	322	256	296	282	264	228	
DOL ( $\mu\text{m}$ )	20.5	22.4	23.7	23.9	25.6	20.6	21.9	22.6	24.1	19.8	
强化后翘曲 (mm)	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	

[0069] 对比例1~4制得的柔性玻璃化学强化工艺及性能如表4所示。

[0070] 表4对比例1~4柔性玻璃化学强化工艺及性能

组份(wt.%)	对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4	
玻璃厚度( $\mu\text{m}$ )	70 $\pm$ 5				
熔盐配比	LiNO <sub>3</sub>	0.5	1	1.5	0.5

(wt.%)	NaNO <sub>3</sub>	4.5	4	3.5	9.5
	KNO <sub>3</sub>	95	95	95	90
强化温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )		380	390	370	400
强化时间 (min)		5	10	15	30
CS (MPa)		307	318	263	299
DOL ( $\mu\text{m}$ )		18.8	20.1	21.2	21.5
强化后翘曲 (mm)		0.18	0.22	0.25	0.26

[0072] 对比表3和表4可以看出,实施例1~10化学强化后CS、DOL普遍高于对比例1~4;实施例1~10化学强化后翘曲普遍低于对比例1~4。

[0073] 图1表征柔性玻璃强化后的应力曲线,从图1中可以看出本发明实施例7比对比例3的应力层分布更加集中,说明引入Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>有利于玻璃翘曲降低。

[0074] (备注:柔性玻璃表面具有压缩应力层,将所述压缩应力层的最外表面的压缩应力记做CS(MPa)、将所述压缩应力层的压缩应力是0MPa时的应力深度记做DOL( $\mu\text{m}$ ))

[0075] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

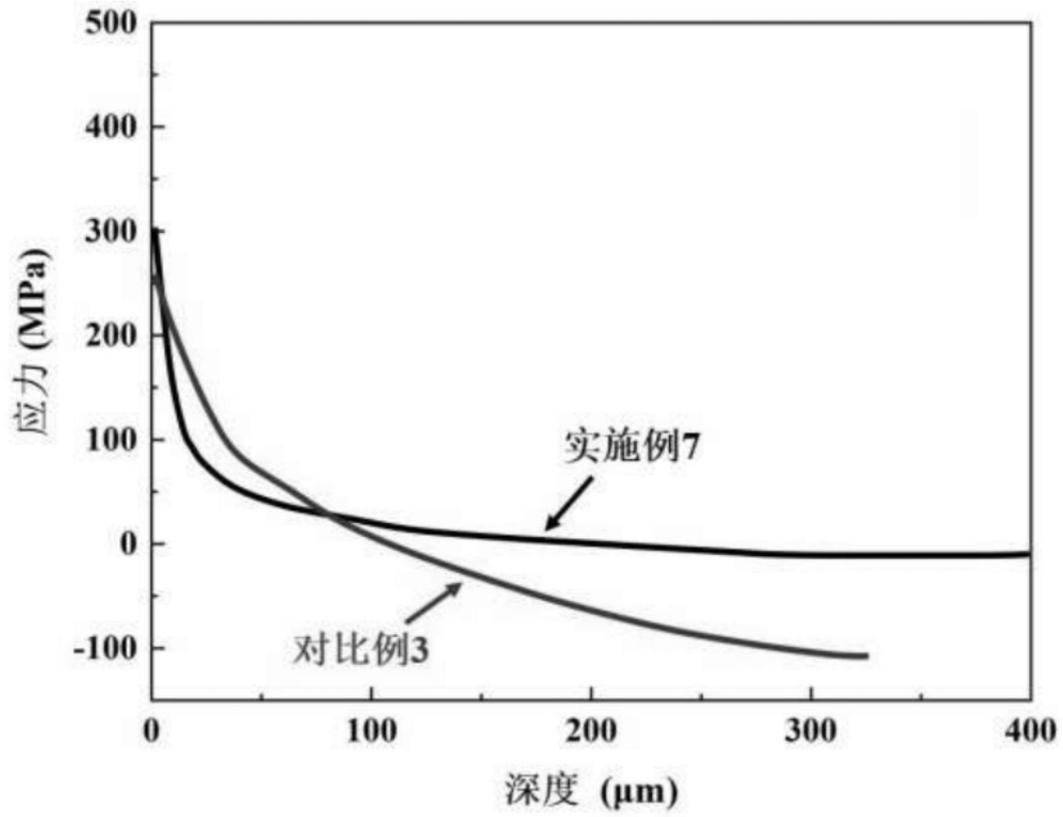


图1