



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110577355 A

(43)申请公布日 2019. 12. 17

(21)申请号 201910848530.4

C03C 3/091(2006.01)

(22)申请日 2019.09.09

C03C 3/097(2006.01)

(71)申请人 深圳精匠云创科技有限公司

地址 518109 广东省深圳市龙华区龙华街道东环二路二号富士康科技园D1区塑模厂1层及夹层A区

(72)发明人 姚全星 张月皎 罗恺 袁晓波

刘庆 李军旗

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代

理有限公司 44334

代理人 叶乙梅

(51) Int. Cl.

C03B 27/03(2006.01)

C03C 3/085(2006.01)

C03C 3/087(2006.01)

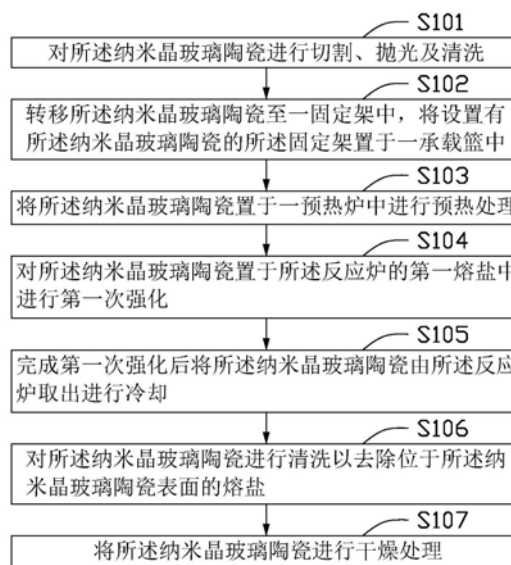
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法

(57)摘要

一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,包括以下步骤:提供一纳米晶玻璃陶瓷;对所述纳米晶玻璃陶瓷置于一预热炉中进行预热处理;将完成预热处理的所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出,并置于一反应炉中进行强化处理,将所述纳米晶玻璃陶瓷放置于一第一熔盐中进行第一次强化,所述第一熔盐为至少包含硝酸钾或硝酸钠的其中一种的熔融状态盐类,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第一熔盐之间存在离子交换反应,所述第一次强化的时间为第一强化时间;完成第一次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出并冷却。



1. 一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,包括以下步骤:

提供一纳米晶玻璃陶瓷;

对所述纳米晶玻璃陶瓷置于一预热炉中进行预热处理;

将完成预热处理的所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出,并置于一反应炉中进行强化处理,将所述纳米晶玻璃陶瓷放置于一第一熔盐中进行第一次强化,所述第一熔盐为至少包含钾离子或钠离子的其中一种的熔融状态盐类,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第一熔盐之间存在离子交换反应,所述第一次强化的时间为第一强化时间;以及

完成第一次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出并冷却。

2. 如权利要求1所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,还包括以下步骤:

将冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行预热处理;

将完成预热处理的所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出,并置于一反应炉中进行强化处理,将所述纳米晶玻璃陶瓷放置于一第二熔盐中进行第二次强化,所述第二熔盐为至少包含钾离子或钠离子的其中一种的熔融状态盐类,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第二熔盐之间存在离子交换反应,所述第二次强化的时间为第二强化时间;以及

完成第二次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出并冷却。

3. 如权利要求2所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,所述第一强化时间大于所述第二强化时间。

4. 如权利要求2所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,所述第一熔盐及所述第二熔盐均含有钾离子,所述第一熔盐中的钾离子浓度小于所述第二熔盐中的钾离子的浓度。

5. 如权利要求2所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,所述第一熔盐为含有钾离子及钠离子的混合物,所述第二熔盐为含有钾离子及钠离子的混合物。

6. 如权利要求2至5任意一项所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第一熔盐进行离子交换的温度范围均为350℃至600℃,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第二熔盐进行离子交换的温度范围均为350℃至600℃。

7. 如权利要求6所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中直接取出并对所述纳米晶玻璃陶瓷进行物理冷却,使所述纳米晶玻璃陶瓷降温至室温。

8. 如权利要求6所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方2至10分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行冷却至不高于100℃,使所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并降温至室温。

9. 如权利要求6所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方2至10分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行冷却至250-300℃,使所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并对所述纳米晶玻璃陶瓷进行物理冷却,使所述纳米晶玻璃陶瓷降温至室温。

10. 如权利要求6所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方10至30分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中在温度范围为300-400℃的恒定温度下降温,随后使所述纳米晶玻璃陶瓷自然冷却至不大于100℃,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并降温至室温。

11. 如权利要求6所述的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,所述纳米晶玻璃陶瓷包括以下重量百分比的组分:二氧化硅40%-80%,氧化铝5%-35%,氧化镁0%-10%,氧化锌0%-10%,氧化钾0.5%-20%,氧化钠0.5%-20%,氧化钙0%-10%,三氧化二铁0%-8%,氧化磷0%-8%,二氧化钛0%-8%,二氧化锆0%-8%,二氧化锡0%-5%,氧化锑0%-5%,氧化硼0%-5%,三氧化二砷0%-5%。

## 一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法

### 技术领域

[0001] 发明涉及化工领域,尤其涉及一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法。

### 背景技术

[0002] 纳米晶玻璃陶瓷是一种结合致密的纳米晶相(结晶相)和玻璃相组成的多相复合材料。可将特定组成的基础玻璃进行特定的热处理制程后,使玻璃液相中发生成核并结晶生长,进一步使其变成具有纳米晶相和玻璃相均匀分布的多相复合材料。纳米晶玻璃陶瓷性能十分优越,一方面,纳米晶玻璃陶瓷具有陶瓷的高强度和高硬度等特性,且,纳米晶玻璃陶瓷耐磨耐腐蚀性好、抗冲击能力强、化学性能稳定;另一方面,纳米晶玻璃陶瓷具有玻璃的高透过性,可利用热成型工艺实现曲面成型。纳米晶玻璃陶瓷可广泛应用在智能手机、智能手表、平板计算机、汽车中控保护屏等智能产品的屏幕盖板和背板,还能广泛应用于显微镜、数码摄像机、投影仪及各类光学镜头。

[0003] 纳米晶玻璃陶瓷材料能够在机械强度、表面硬度、热膨胀性能及热稳定性等方面具有独特优点,但纳米晶玻璃陶瓷材料仍存在表面缺陷,当足够大的拉应力施加在表面缺陷时可能产生破裂。如何提供一种纳米晶玻璃陶瓷的成分配比及与之对应的强化方法,进一步有效提升了纳米晶玻璃陶瓷的性能是本领域技术人员需要考虑的。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法。

[0005] 本发明提供一种纳米晶玻璃陶瓷的强化方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0006] 提供一纳米晶玻璃陶瓷;

[0007] 对所述纳米晶玻璃陶瓷置于一预热炉中进行预热处理;

[0008] 将完成预热处理的所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出,并置于一反应炉中进行强化处理,将所述纳米晶玻璃陶瓷放置于一第一熔盐中进行第一次强化,所述第一熔盐为至少包含钾离子或钠离子的其中一种的熔融状态盐类,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第一熔盐之间存在离子交换反应,所述第一次强化的时间为第一强化时间;以及

[0009] 完成第一次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出并冷却。

[0010] 进一步的,还包括以下步骤:

[0011] 将冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行预热处理;

[0012] 将完成预热处理的所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出,并置于一反应炉中进行强化处理,将所述纳米晶玻璃陶瓷放置于一第二熔盐中进行第二次强化,所述第二熔盐为至少包含钾离子或钠离子的其中一种的熔融状态盐类,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第二熔盐之间存在离子交换反应,所述第二次强化的时间为第二强化时间;以及

[0013] 完成第二次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出并冷却。

[0014] 进一步的,所述第一强化时间大于所述第二强化时间。

[0015] 进一步的,所述第一熔盐及所述第二熔盐均含有钾离子,所述第一熔盐中的钾离

子浓度小于所述第二熔盐中的钾离子的浓度。

[0016] 进一步的,所述第一熔盐为含有钾离子及钠离子的混合物,所述第二熔盐为含有钾离子及钠离子的混合物。

[0017] 进一步的,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第一熔盐进行离子交换的温度范围均为350℃至600℃,所述纳米晶玻璃陶瓷与所述第二熔盐进行离子交换的温度范围均为350℃至600℃。

[0018] 进一步的,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中直接取出并对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却,使所述纳米晶玻璃陶瓷降温至室温。

[0019] 进一步的,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方2至10分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行冷却至不高于100℃,使所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并降温至室温。

[0020] 进一步的,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方2至10分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行冷却至250-300℃,使所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并对所述纳米晶玻璃陶瓷进行物理冷却,使所述纳米晶玻璃陶瓷降温至室温。

[0021] 进一步的,对所述纳米晶陶瓷材料进行冷却的步骤为:将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉中取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷悬挂放置于所述反应炉上方10至30分钟使所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔融状态盐类滴落回所述反应炉中,将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中在温度范围为300-400℃的恒定温度下降温,随后使所述纳米晶玻璃陶瓷自然冷却至不大于100℃,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述预热炉中取出并降温至室温。

[0022] 进一步的,所述纳米晶玻璃陶瓷包括以下重量百分比的组分:二氧化硅40%-80%,氧化铝5%-35%,氧化镁0%-10%,氧化锌0%-10%,氧化钾0.5%-20%,氧化钠0.5%-20%,氧化钙0%-10%,三氧化二铁0%-8%,氧化磷0%-8%,二氧化钛0%-8%,二氧化锆0%-8%,二氧化锡0%-5%,氧化镱0%-5%,氧化硼0%-5%,三氧化二砷0%-5%。

[0023] 本发明的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法包括一次强化法和两次强化法。一次强化法可使纳米晶玻璃陶瓷形成较大的表面压应力CS和较深应力层DOL;两次强化法中的第一次强化可增大离子交换层深度DOL,第二次强化可增大表面压应力CS,有效降低纳米晶玻璃陶瓷的中心拉应力CT值。纳米晶玻璃陶瓷材料片材经过强化处理后,其表面化学成分发生改变,纳米晶玻璃陶瓷的表面钾离子含量增加,应力层中的钾、钠离子含量呈现梯度变化,强化后的纳米晶玻璃陶瓷强度明显提升。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明一实施例的纳米晶玻璃陶瓷的一次强化法的流程示意图。

[0025] 图2为本发明一实施例的纳米晶玻璃陶瓷的二次强化法的流程示意图。

[0026] 主要元件符号说明

[0027]	步骤	S101~S107、S201~S212
--------	----	---------------------

[0028] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

### 具体实施方式

[0029] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似应用,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0030] 本发明的纳米晶玻璃陶瓷中各原料的组分和重量百分比可以为:

[0031] 二氧化硅( $\text{SiO}_2$ ) 40%~80%,氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 5%~35%,氧化镁( $\text{MgO}$ ) 0%~10%,氧化锌( $\text{ZnO}$ ) 0%~10%,氧化钾( $\text{K}_2\text{O}$ ) 0.5%~20%,氧化钠( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 0.5%~20%,氧化钙( $\text{CaO}$ ) 0%~10%,三氧化二铁( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0%~8%,氧化磷( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 0%~8%,二氧化钛( $\text{TiO}_2$ ) 0%~8%,二氧化锆( $\text{ZrO}_2$ ) 0%~8%,二氧化锡( $\text{SnO}_2$ ) 0%~5%,氧化锑( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) 0%~5%,氧化硼( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 0%~5%,三氧化二砷( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) 0%~5%。

[0032] 其中, $\text{SiO}_2$ 用于构成纳米晶玻璃陶瓷的基础骨架, $\text{SiO}_2$ 含量过低会使得纳米晶玻璃陶瓷中生成的晶相不稳定或结构变粗,且会使得纳米晶玻璃陶瓷缺少光泽甚至失透,而 $\text{SiO}_2$ 含量过高会使得原料难以融化,使得纳米晶玻璃陶瓷制备过程需要较高的熔制温度,因此, $\text{SiO}_2$ 的重量百分比应控制在40%~80%之间。

[0033] 其中, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 可用于增加纳米晶玻璃陶瓷的机械强度和稳定性,但是,当 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量过高时可能导致纳米晶玻璃陶瓷熔融过程发生困难或其抗失透性下降,因此, $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的重量百分比应控制在5%~35%之间。

[0034] 其中, $\text{MgO}$ 可用于使纳米晶玻璃陶瓷形成高强度、稳定的晶相,且,适量加入 $\text{MgO}$ 可以增强纳米晶玻璃陶瓷的机械强度和化学稳定性,因此, $\text{MgO}$ 的重量百分比可为0%~10%之间。

[0035] 其中, $\text{ZnO}$ 可用于能改善纳米晶玻璃陶瓷的化学稳定性,且可用于降低纳米晶玻璃陶瓷的软化点温度,有利于纳米晶玻璃陶瓷的融化制备过程,但, $\text{ZnO}$ 含量过高会导致晶相种类发生较大变化,进一步使得无法形成稳定的晶粒,因此, $\text{ZnO}$ 的重量百分比应控制在0%~10%之间。

[0036] 其中, $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 可以作为良好的助溶剂,其可以为纳米晶玻璃陶瓷结构网络外的氧化物,可以有效降低纳米晶玻璃陶瓷的粘度以降低融化温度。但是,过量的 $\text{Na}_2\text{O}$ 会使得纳米晶玻璃陶瓷的热膨胀系数变大,进而导致纳米晶玻璃陶瓷的机械强度和化学稳定性降低; $\text{K}_2\text{O}$ 可增加纳米晶玻璃陶瓷的透明度和光泽度,但含量过高的 $\text{K}_2\text{O}$ 会降低纳米晶玻璃陶瓷的析晶能力,因此, $\text{K}_2\text{O}$ 或 $\text{Na}_2\text{O}$ 的重量百分比应控制在0.5%~20%之间。

[0037] 其中, $\text{CaO}$ 可以作为良好的助溶剂,其可以为纳米晶玻璃陶瓷结构网络外的氧化物,可以有效降低纳米晶玻璃陶瓷的粘度以降低融化温度。但是,过量的 $\text{CaO}$ 可能导致玻璃的料性变短、脆性增大,并使得纳米晶玻璃陶瓷的结晶倾向增大,因此, $\text{CaO}$ 的重量百分比应控制在0%~10%之间。

[0038] 其中, $\text{B}_2\text{O}_3$ 可以作为良好的助溶剂,其可以为纳米晶玻璃陶瓷结构网络外的氧化物,对形成稳定的网络结构有重要影响,因此, $\text{B}_2\text{O}_3$ 的重量百分比可为0%~5%之间。

[0039] 其中, $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 可以作为晶核剂, $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 可以促进纳米晶相的析出和形成,但是, $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含

量过高可能导致材料的致密性变差,并降低材料的化学稳定性,因此,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的重量百分比应控制在0%-8%之间。

[0040] 其中,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>可以作为晶核剂,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>可以促进纳米晶相的析出和形成并且防止晶粒生长过大,且可以提高纳米晶玻璃陶瓷的色散系数和透过率,但是含量过高的P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>会增大材料热膨胀系数是纳米晶玻璃陶瓷产生白浊现象而失透,因此,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>的重量百分比应控制在0%-8%之间。

[0041] 其中,TiO<sub>2</sub>可以作为晶核剂,TiO<sub>2</sub>可以促进纳米晶相的析出和形成并增加纳米晶玻璃陶瓷的均匀性,但是含量过高的TiO<sub>2</sub>可能导致纳米晶玻璃陶瓷失透,因此,TiO<sub>2</sub>的重量百分比应控制在0%-8%之间。

[0042] 其中,ZrO<sub>2</sub>可以作为晶核剂,ZrO<sub>2</sub>可以促进纳米晶相的析出和形成且可以使晶粒细小,进一步可以增加纳米晶玻璃陶瓷的机械强度和化学稳定性,但是含量过高的TiO<sub>2</sub>可能导致原材料难以融化,因此,ZrO<sub>2</sub>的重量百分比应控制在0%-8%之间。

[0043] 其中,Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>可作为澄清剂,Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>有利于促进原料熔制过程中气泡的排出,进一步提高纳米晶玻璃陶瓷的致密性,Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SnO<sub>2</sub>的重量百分比可为0%-5%之间。

[0044] 可将上述原料按前述比例混合后制作纳米晶玻璃陶瓷,可通过强化法对所制备的纳米晶玻璃陶瓷进行强化以增强其性能。

[0045] 如图1所示,本发明提供一种纳米晶玻璃陶瓷的一次强化法:

[0046] 步骤S101:对所述纳米晶玻璃陶瓷进行切割、抛光及清洗。

[0047] 具体地,抛光研磨后的,将所述纳米晶玻璃陶瓷切割成厚度范围为0.2mm至5mm的纳米晶玻璃陶瓷片材,对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行抛光,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于一清洗卡槽中并放入清洗机清洗30至60分钟,完成清洗后取出。

[0048] 步骤S102:转移所述纳米晶玻璃陶瓷至一固定架中,将设置有所述纳米晶玻璃陶瓷的所述固定架置于一承载篮中。

[0049] 具体地,将洗净后的纳米晶玻璃陶瓷片材从清洗卡槽移至一钢化固定架,将设置有纳米晶玻璃陶瓷片材的所述钢化固定架放入强化设备的承载吊篮中,承载吊篮可承载物料进入强化预热炉和反应炉。

[0050] 步骤S103:将所述纳米晶玻璃陶瓷置于一预热炉中进行预热处理。

[0051] 具体地,将纳米晶玻璃陶瓷片材置于预热炉,在320℃至400℃的温度范围内预热处理40至120分钟。

[0052] 步骤S104:对所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述反应炉的第一熔盐中进行第一次强化。

[0053] 具体地,将完成预热的纳米晶玻璃陶瓷片材置于反应炉中,使纳米晶玻璃陶瓷片材浸入第一熔盐中进行离子交换,第一强化温度(离子交换过程的温度范围)为350℃至600℃,第一强化时间(离子交换保温时间)为120至600分钟。

[0054] 所述第一熔盐为熔融状态的盐类,盐类配比可以为:

[0055] 第一配比:纯硝酸钾(KNO<sub>3</sub>),KNO<sub>3</sub>的纯度大于99.9%;

[0056] 第二配比:纯硝酸钠(NaNO<sub>3</sub>),NaNO<sub>3</sub>的纯度大于99.9%;

[0057] 第三配比:50%-99.9%硝酸钾(KNO<sub>3</sub>)、0.1-50%的硝酸钠(NaNO<sub>3</sub>)以及0-5%添加

剂及催化剂；

[0058] 第四配比：0.1-50%的硝酸钾(KNO<sub>3</sub>)、50%-99.9%的硝酸钠(NaNO<sub>3</sub>)以及0-5%添加剂及催化剂。

[0059] 可将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于具有第一配比至第四配比中任意配比的第一熔盐中进行离子交换，上述配比中的硝酸钾可替换为其他含有钾离子的盐类如硫酸钾、氯化钾等，硝酸钠可替换为其他含有钠离子的盐类如硫酸钠、氯化钠等、硝酸锂可替换为其他含有锂离子的盐类如硫酸锂、氯化锂等。

[0060] 熔盐中的钾离子可与纳米晶玻璃陶瓷中的钠离子交换，纳米晶玻璃陶瓷内部的钾离子往表面迁移，熔盐中的钠离子往纳米晶玻璃陶瓷部迁移，在纳米晶玻璃陶瓷的表面形成表面压应力层。交换过程中，纳米晶玻璃陶瓷表面通过交换获得的钾离子较多，纳米晶玻璃陶瓷内部通过交换获得的钾离子较少，纳米晶玻璃陶瓷表面的压应力由表面向内部逐渐降低。

[0061] 步骤S105：完成第一次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出进行冷却。

[0062] 具体地，第一次强化完成，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出并进行冷却，所述冷却过程可包括如下四种冷却方法：

[0063] 第一冷却方式：快速冷却，将承载吊篮由反应炉直接取出且不置于预热炉中，使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却，所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温；

[0064] 第二冷却方式：自然冷却，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为2至10分钟，随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却，随后以自然冷却方式降温至100℃以下，随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷片材静置至室温；

[0065] 第三冷却方式：梯度冷却，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为2至10分钟，以自然冷却方式降温至250-300℃，然后吊篮承载物料从炉内取出，使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却，所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温；

[0066] 第四冷却方式：退火，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为10至30分钟，随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却，预热炉内为恒温，预热炉内温度范围为300-400℃，滴加熔盐完成后，以自然冷却方式降温至100℃以下，随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷

片材静置至室温。

[0067] 通过冷却和退火过程可以延长纳米晶玻璃陶瓷的化强时间,增加离子交换的深度。

[0068] 步骤S106:对所述纳米晶玻璃陶瓷进行清洗以去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐。

[0069] 具体地,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架放置水浴中去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐,溶解熔盐的水浴方式至少包括如下3种:

[0070] 第一水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡或喷淋20-60分钟;

[0071] 第二水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-35℃的冷水浴中浸泡或喷淋20-60分钟;

[0072] 第三水浴方式:先将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡或喷淋20-60分钟,再将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-35℃的冷水浴中浸泡或喷淋20-60分钟。

[0073] 步骤S107:将所述纳米晶玻璃陶瓷进行干燥处理。

[0074] 具体地,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架从水浴中取出并静置滤水20-30分钟至水渍滤尽。

[0075] 如图2所示,本发明提供一种纳米晶玻璃陶瓷的二次强化法:

[0076] 步骤S201:对所述纳米晶玻璃陶瓷进行切割、抛光及清洗。

[0077] 具体地,抛光研磨后的,将所述纳米晶玻璃陶瓷切割成厚度范围为0.2mm至5mm的纳米晶玻璃陶瓷片材,对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行抛光,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于一清洗卡槽中并放入清洗机清洗30至60分钟,完成清洗后取出。

[0078] 步骤S202:转移所述纳米晶玻璃陶瓷至一固定架中,将设置有所述纳米晶玻璃陶瓷的所述固定架置于一承载篮中。

[0079] 具体地,将洗净后的纳米晶玻璃陶瓷片材从清洗卡槽移至一钢化固定架,将设置有纳米晶玻璃陶瓷片材的所述钢化固定架放入强化设备的承载吊篮中,承载吊篮可承载物料进入强化预热炉和反应炉。

[0080] 步骤S203:将所述纳米晶玻璃陶瓷置于一预热炉中进行预热处理。

[0081] 具体地,将纳米晶玻璃陶瓷片材置于预热炉,在320℃至400℃的温度范围内预热处理40至120分钟。

[0082] 步骤S204:对所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述反应炉的第一熔盐中进行第一次强化。

[0083] 具体地,将完成预热的纳米晶玻璃陶瓷片材置于反应炉中,使纳米晶玻璃陶瓷片材浸入第一熔盐中进行离子交换,第一强化温度(离子交换过程的温度范围)为350℃至600℃,第一强化时间(离子交换保温时间)为120至600分钟。

[0084] 所述第一熔盐为熔融状态的盐类,盐类配比可以为:

[0085] 第一配比:纯硝酸钾( $\text{KNO}_3$ ), $\text{KNO}_3$ 的纯度大于99.9%;

[0086] 第二配比:纯硝酸钠( $\text{NaNO}_3$ ), $\text{NaNO}_3$ 的纯度大于99.9%;

[0087] 第三配比:50%-99.9%硝酸钾( $\text{KNO}_3$ )、0.1-50%的硝酸钠( $\text{NaNO}_3$ )以及0-5%添加

剂及催化剂；

[0088] 第四配比：0.1-50%的硝酸钾(KNO<sub>3</sub>)、50%-99.9%的硝酸钠(NaNO<sub>3</sub>)以及0-5%添加剂及催化剂。

[0089] 可将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于具有第一配比至第四配比中任意配比的第一熔盐中进行离子交换，上述配比中的硝酸钾可替换为其他含有钾离子的盐类如硫酸钾、氯化钾等，硝酸钠可替换为其他含有钠离子的盐类如硫酸钠、氯化钠等、硝酸锂可替换为其他含有锂离子的盐类如硫酸锂、氯化锂等。

[0090] 熔盐中的钾离子可与纳米晶玻璃陶瓷中的钠离子交换，纳米晶玻璃陶瓷内部的钾离子往表面迁移，熔盐中的钠离子往纳米晶玻璃陶瓷部迁移，在纳米晶玻璃陶瓷的表面形成表面压应力层。交换过程中，纳米晶玻璃陶瓷表面通过交换获得的钾离子较多，纳米晶玻璃陶瓷内部通过交换获得的钾离子较少，纳米晶玻璃陶瓷表面的压应力由表面向内部逐渐降低。

[0091] 步骤S205：完成第一次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出进行冷却。

[0092] 具体地，第一次强化完成，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出并进行冷却，所述冷却过程可包括如下四种冷却方法：

[0093] 第一冷却方式：快速冷却，将承载吊篮由反应炉直接取出且不置于预热炉中，使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却，所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温；

[0094] 第二冷却方式：自然冷却，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为2至10分钟，随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却，随后以自然冷却方式降温至100℃以下，随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷片材静置至室温；

[0095] 第三冷却方式：梯度冷却，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为2至10分钟，以自然冷却方式降温至250-300℃，然后吊篮承载物料从炉内取出，使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却，所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温；

[0096] 第四冷却方式：退火，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出，将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方，使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中，该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费，另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐，上述滴盐时间为10至30分钟，随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却，预热炉内为恒温，预热炉内温度范围为300-400℃，滴加熔盐完成后，以自然冷却方式降温至100℃以下，随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷

片材静置至室温。

[0097] 步骤S206:对所述纳米晶玻璃陶瓷进行清洗以去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐。

[0098] 具体地,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架放置水浴中去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐,溶解熔盐的水浴方式至少包括如下3种:

[0099] 第一水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡或喷淋20-60分钟;

[0100] 第二水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-35℃的冷水浴中浸泡或喷淋20-60分钟;

[0101] 第三水浴方式:先将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡或喷淋20-60分钟,再将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-35℃的冷水浴中浸泡或喷淋20-60分钟。

[0102] 步骤S207:将所述纳米晶玻璃陶瓷进行干燥处理。

[0103] 具体地,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架从水浴中取出并静置滤水20-30分钟至水渍滤尽。

[0104] 步骤S208:将所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述预热炉中进行预热处理。

[0105] 具体地,将纳米晶玻璃陶瓷片材置于预热炉,在320℃至400℃的温度范围内预热处理40至120分钟。

[0106] 步骤S209:对所述纳米晶玻璃陶瓷置于所述反应炉的第二熔盐中进行第二次强化。

[0107] 具体地,将完成预热的纳米晶玻璃陶瓷片材置于反应炉中,使纳米晶玻璃陶瓷片材浸入第二熔盐中进行离子交换,第二强化温度(离子交换过程的温度范围)为350℃至600℃,第二强化时间(离子交换保温时间)为10至200分钟。

[0108] 所述第二熔盐为熔融状态的盐类,盐类配比可以为:

[0109] 第一配比:纯硝酸钾( $\text{KNO}_3$ ), $\text{KNO}_3$ 的纯度大于99.9%;

[0110] 第二配比:纯硝酸钠( $\text{NaNO}_3$ ), $\text{NaNO}_3$ 的纯度大于99.9%;

[0111] 第三配比:50%-99.9%硝酸钾( $\text{KNO}_3$ )、0.1-50%的硝酸钠( $\text{NaNO}_3$ )以及0-5%添加剂及催化剂;

[0112] 第四配比:0.1-50%的硝酸钾( $\text{KNO}_3$ )、50%-99.9%的硝酸钠( $\text{NaNO}_3$ )以及0-5%添加剂及催化剂。

[0113] 可将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于具有第一配比至第四配比中任意配比的第二熔盐中进行离子交换,上述配比中的硝酸钾可替换为其他含有钾离子的盐类如硫酸钾、氯化钾等,硝酸钠可替换为其他含有钠离子的盐类如硫酸钠、氯化钠等、硝酸锂可替换为其他含有锂离子的盐类如硫酸锂、氯化锂等。

[0114] 第一次强化过程着重增加离子交换层的深度,第一次化学强的强化时间较长,进而延长钠钾离子交换层深度,即DOL1。第二次强化过程中,熔盐中的钾离子浓度应大于第一次强化过程中钾离子的浓度,当所述第一熔盐及所述第二熔盐均含有硝酸钾时,所述第一熔盐中的钾离子浓度小于所述第二熔盐中的钾离子的浓度;第二次强化的强化时间应短于第一次强化的强化时间,即,所述第一强化时间大于所述第二强化时间,进而在纳米晶玻璃

陶瓷置表面的短距离内形成一个密集离子交换区,使得在较小DOL2区域内,有一个较大的压应力CS1。通过两次强化可以在纳米晶玻璃陶瓷置表面形成压应力不同的两段压应力区域,使得纳米晶玻璃陶瓷置在保持具有较大表面压应力CS1和较深的应力层DOL1的同时,可获得较小的中心拉应力CT。

[0115] 步骤S210:完成第二次强化后将所述纳米晶玻璃陶瓷由所述反应炉取出进行冷却。

[0116] 具体地,第二次强化完成,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出并进行冷却,所述冷却过程可包括如下四种冷却方法:

[0117] 第一冷却方式:快速冷却,将承载吊篮由反应炉直接取出且不置于预热炉中,使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却,所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温;

[0118] 第二冷却方式:自然冷却,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方,使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中,该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费,另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐,上述滴盐时间为2至10分钟,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却,随后以自然冷却方式降温至100℃以下,随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷片材静置至室温;

[0119] 第三冷却方式:梯度冷却,将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方,使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中,该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费,另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐,上述滴盐时间为2至10分钟,以自然冷却方式降温至250-300℃,然后吊篮承载物料从炉内取出,使用风扇对所述纳米晶玻璃陶瓷片材进行物理冷却,所述纳米晶玻璃陶瓷片材的温度快速降低至室温;

[0120] 第四冷却方式:退火,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷片材的所述承载吊篮由反应炉取出,将所述纳米晶玻璃陶瓷片材由所述反应炉取出后悬挂放置于所述反应炉上方,使所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面的熔融状态的盐类滴落回所述反应炉中,该过程一方面可避免熔融状态的盐类的浪费,另一方面可以避免冷却后的所述纳米晶玻璃陶瓷片材表面产生过多的盐,上述滴盐时间为10至30分钟,随后将所述纳米晶玻璃陶瓷片材置于所述预热炉中进行冷却,预热炉内为恒温,预热炉内温度范围为300-400℃,滴加熔盐完成后,以自然冷却方式降温至100℃以下,随后开启预热炉门并将承载吊篮取出并使所述纳米晶玻璃陶瓷片材静置至室温。

[0121] 步骤S211:对所述纳米晶玻璃陶瓷进行清洗以去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐。

[0122] 具体地,将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架放置水浴中去除位于所述纳米晶玻璃陶瓷表面的熔盐,溶解熔盐的水浴方式至少包括如下3种:

[0123] 第一水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡20-60分钟;

[0124] 第二水浴方式:将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-

35℃的冷水浴中浸泡20-60分钟；

[0125] 第三水浴方式：先将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为50-70℃的热水浴中浸泡20-60分钟，再将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架置于温度范围为15-35℃的冷水浴中浸泡20-60分钟。

[0126] 步骤S212：将所述纳米晶玻璃陶瓷进行干燥处理。

[0127] 具体地，将承载有所述纳米晶玻璃陶瓷的钢化固定架从水浴中取出并静置滤水20-30分钟至水渍滤尽。

[0128] 本发明提供的纳米晶玻璃陶瓷的强化方法包括一次强化法和两次强化法。一次强化法可使纳米晶玻璃陶瓷形成较大的表面压应力CS和较深应力层DOL；两次强化法中的第一次强化可增大离子交换层深度DOL，第二次强化可增大表面压应力CS，有效降低纳米晶玻璃陶瓷的中心拉应力CT值。

[0129] 厚约0.2mm-5mm的纳米晶玻璃陶瓷材料片材经过强化处理后，其表面化学成分发生改变，纳米晶玻璃陶瓷的表面钾离子含量增加，应力层中的钾、钠离子含量呈现梯度变化。纳米晶玻璃陶瓷离子交换层深度DOL值的范围可为35μm-160μm，进一步可以为35μm-79μm、80μm-120μm及121μm-160μm，表面压应力CS值可在700MPa-1200MPa之间。

[0130] 强化后的纳米晶玻璃陶瓷的抗冲击能力可高达2-3焦耳，现有强化技术强化的普通玻璃陶瓷的抗冲击能力仅能达到1焦耳；强化后的纳米晶玻璃陶瓷的抗折强度也明显增强，强化后抗折强度可达900Mpa以上，现有强化技术强化的普通玻璃陶瓷的抗折强度约600Mpa；强化后的纳米晶玻璃陶瓷的维氏硬度HV明显提升，强化后维氏硬度达850kgf/mm<sup>2</sup>。强化后的纳米晶玻璃陶瓷强度明显提升。

[0131] 实例1

[0132] 对尺寸为155mm\*75mm\*0.6mm研磨抛光后的纳米晶玻璃陶瓷的2D(或2.5D)片材采用一次强化法进行强化。在纯KNO<sub>3</sub>熔盐中进行一次强化，强化温度为450℃，强化时间为100分钟。强化后的纳米晶玻璃陶瓷片材的表面应力值及应力层深度如下：

序号	CS1/Mpa	DOL1/μm	CT/Mpa
1	1061	102	24
2	1077	103.5	24
3	1072	104	24
4	1068	102.5	24
5	1066	102.2	24
6	1078	101.6	23

[0134] 由上表可知，尺寸为155mm\*75mm\*0.6mm的纳米晶玻璃陶瓷的2D(或2.5D)片材经过一次强化法后，表面压应力值(CS1值)可达1078MPa，应力层深度(DOL1值)可达103.5μm。通过各项性能测试得，强化后的维氏硬度HV最高为831kgf/mm<sup>2</sup>，抗冲击能力最高为2.8焦耳，其抗折强度最大为1130Mpa。

[0135] 实例2

[0136] 对尺寸为155mm\*75mm\*0.6mm研磨抛光后的纳米晶玻璃陶瓷的3D片材采用两次强化法进行强化。在KNO<sub>3</sub>:NaNO<sub>3</sub>=13:7的熔盐中进行第一次强化，强化温度为480℃，强化时间为480分钟；在纯KNO<sub>3</sub>熔盐中进行第二次强化，强化温度为480℃，强化时间为20分钟。强化

后的纳米晶玻璃陶瓷片材的3D片材的表面应力值及应力层深度如下：

序号	CS1/	DOL1/	CS2/	DOL2/	CT/Mpa
	Mpa	$\mu\text{m}$	Mpa	$\mu\text{m}$	
1	971	97.9	248.1	20.55	66.801
2	973	91.9	238.1	21.65	65.167
3	960	91	236.0	21.35	65.401
4	961	92.1	235.6	21.65	65.338
5	968	91.8	237.5	21.25	63.879
6	985	99.2	226.6	21.85	66.699

[0137] 由上表可知，尺寸为155mm\*75mm\*0.6mm的纳米晶玻璃陶瓷的3D片材经过两次强化后，其表面压应力值 (CS1值) 达985MPa，应力层最大深度 (DOL1值) 达99.2 $\mu\text{m}$ ，拐点处压应力值 (CS2值) 达248.1MPa，拐点处应力层深度 (DOL2值) 达21.85 $\mu\text{m}$ 。其维氏硬度HV最高可为825kgf/mm<sup>2</sup>，抗冲击能力最高可为2焦耳，抗折强度最高可为925Mpa。

[0139] 实例3

[0140] 对尺寸为155mm\*75mm\*0.8mm研磨抛光后的纳米晶玻璃陶瓷片材采用两次强化。在KNO<sub>3</sub>:NaNO<sub>3</sub>=13:7的熔盐中进行第一次强化，强化温度为500℃，强化时间为500分钟；在纯KNO<sub>3</sub>熔盐中进行第二次强化，强化温度为500℃，强化时间为20分钟。强化后纳米晶玻璃陶瓷片材的表面应力值及应力层深度如下：

序号	CS1/	DOL1/ $\mu$	CS2/	DOL2/	CT/Mpa
	Mpa	m	Mpa	$\mu\text{m}$	
1	1087	94.9	255.5	20.75	50.2
2	1085	95.1	249.5	20.75	51.4
3	1072	95.2	245.6	20.95	50.6
4	1082	95.1	254.2	20.25	50.3
5	1074	93.9	254.1	20.6	50.0
6	1081	93.4	249.9	20.5	49.9

[0141] 由上表可知，尺寸为155mm\*75mm\*0.8mm的纳米晶玻璃陶瓷片材经过两次强化法后，其表面压应力值 (CS1值) 达1087MPa，应力层最大深度 (DOL1值) 达95.1 $\mu\text{m}$ ，拐点处压应力值 (CS2值) 达255.5MPa，拐点处应力层深度 (DOL2值) 达20.95 $\mu\text{m}$ 。其抗冲击能力最大可为3焦耳，维氏硬度HV最大可为850kgf/mm<sup>2</sup>，其抗折强度最高可为970Mpa。

[0142] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，根据本发明的技术方案及其

发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

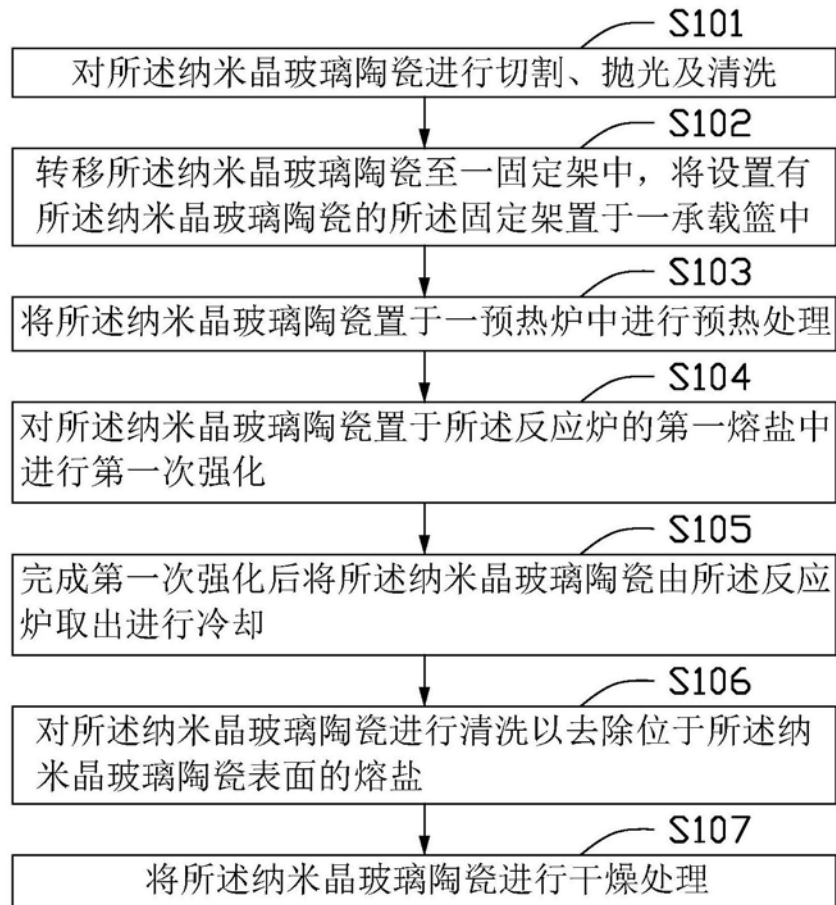


图1

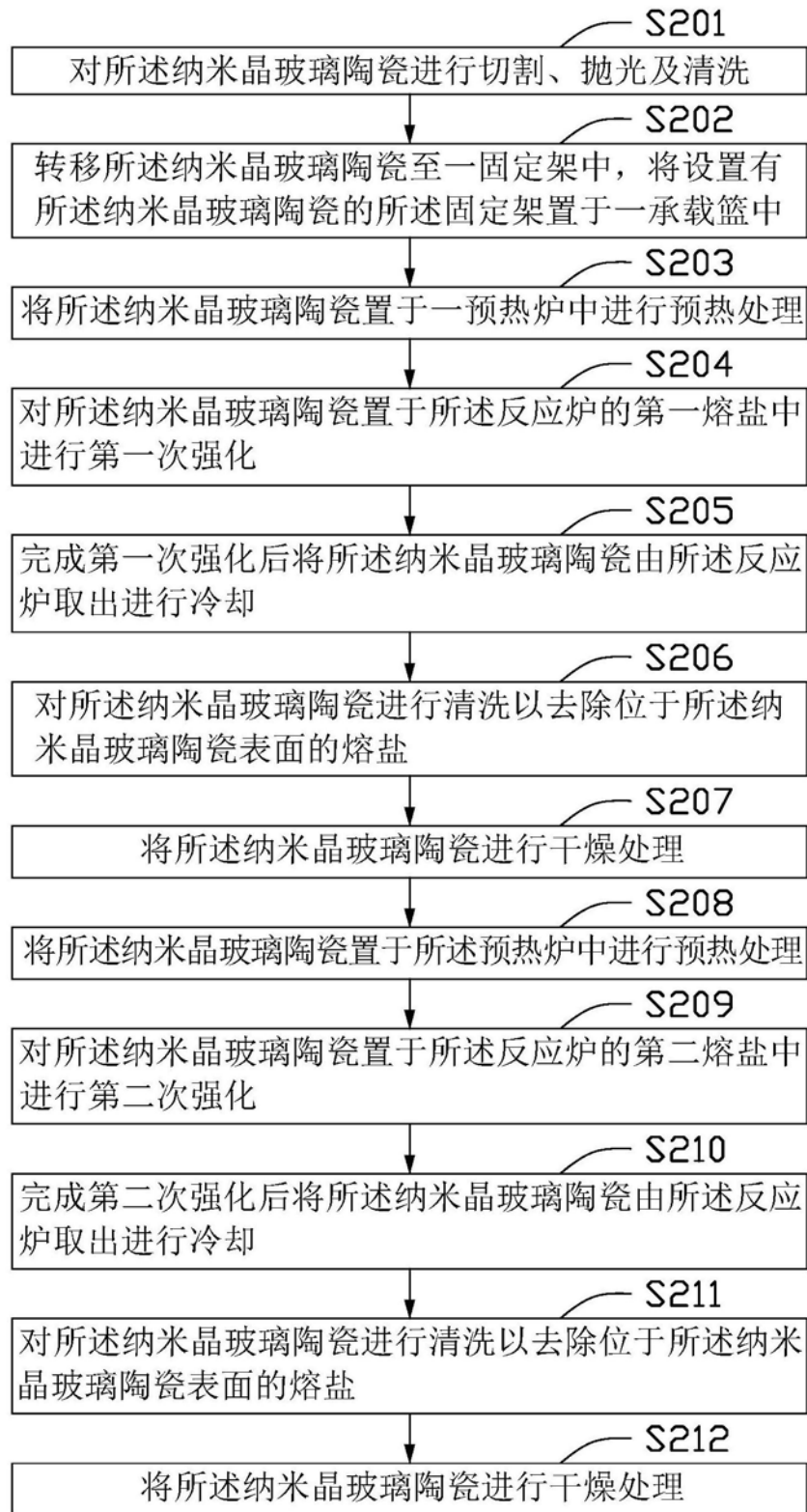


图2