

5

微晶玻璃、微晶玻璃制品及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种微晶玻璃、微晶玻璃制品及其制造方法，本发明特别是涉及一种具有优异的机械性能和光学性能，适用于电子设备或显示设备的微晶玻璃、微晶玻璃制品及其制造方法。

背景技术

微晶玻璃是一种通过对玻璃进行热处理而在玻璃内部析出结晶的材料，具有比常规的玻璃更优异的机械性能，在玻璃中形成微晶，其抗弯、耐磨以及抗摔等性能相对于常规的玻璃都有明显的优势。另一方面，微晶玻璃还可以通过化学强化，进一步提高机械性能。

基于以上优点，目前有将微晶玻璃或其处理后得到的玻璃制品应用于抗摔、抗压、耐划等要求较高的显示设备或电子设备中，尤其在便携式电子设备（如手机、手表、PAD等）的前后盖应用中。

随着科技的发展，电子设备或显示设备对用于其中的玻璃材料的光学性能提出了更高的要求，光学性能是指物质对光线的吸收、反射和折射时所表现的性能，包括透过率、雾度、|B|值以及折射率等。但是目前市面上的微晶玻璃存在化学强化性能差、雾度高和|B|值大等问题，难以应用于要求较高的显示设备或电子设备中。

因此开发一款具有优异的机械性能和光学性能且适用于显示设备或电子设备的微晶玻璃及微晶玻璃制品，成了科技人员所追求的目标。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种具有优异的机械性能和光学性能的微晶玻璃制品。

本发明解决技术问题所采用的技术方案是：

(1) 微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，含有：SiO₂：45~70%；Al₂O₃：8~18%；Li₂O：10~25%；ZrO₂：5~15%；P₂O₅：2~10%；Y₂O₃：大于

5 0 但小于或等于 8%。

(2) 根据 (1) 所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(3) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 、 ZrO_2 、 P_2O_5 和 Y_2O_3 , 所述微晶玻璃制品的晶相含有一硅酸锂, 一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数。

15 (4) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 、 ZrO_2 和 P_2O_5 , 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下。

(5) 微晶玻璃制品, 含有一硅酸锂晶相, 所述微晶玻璃制品的落球试验高度为 1300mm 以上。

(6) 根据 (3) ~ (5) 任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%。

(7) 根据 (3) ~ (6) 任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(8) 微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%; K_2O : 0~5%; MgO : 0~2%; ZnO : 0~2%; Na_2O : 0~6%; SrO : 0~5%; BaO : 0~5%; CaO : 0~5%; TiO_2 : 0~5%; B_2O_3 : 0~5%; Ln_2O_3 :

- 5 0~5%; 澄清剂: 0~2%组成, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(9) 根据 (1) ~ (8) 任一所述的微晶玻璃制品, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0;
- 10 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0;
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9;
- 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下;
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

- (10) 根据 (1) ~ (9) 任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 50~65%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%; 和/或 Li_2O : 13~22%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%; 和/或 K_2O : 0~4%; 和/或 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%; 和/或 SrO : 0~3%; 和/或 BaO : 0~3%; 和/或 CaO : 0~3%; 和/或 TiO_2 : 0~3%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%; 和/或澄清剂: 0~1%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(11) 根据 (1) ~ (10) 任一所述的微晶玻璃制品, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 0.1~1.0;
- 25 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 3.0~40.0;
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.18~0.6;
- 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 0.1~5.0;
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 0.01~0.12。

- (12) 根据 (1) ~ (11) 任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 53~63%; 和/或 Al_2O_3 : 8~12%; 和/或 Li_2O : 14~21%; 和/或 ZrO_2 : 7~12%; 和/或 P_2O_5 : 4~8%; 和/或 K_2O : 0~2%; 和/或

5 Y_2O_3 : 2~6%; 和/或 B_2O_3 : 0~2%; 和/或 Na_2O : 1.5~4%; 和/或 SrO : 0~1%;
和/或 TiO_2 : 0~1%; 和/或 BaO : 0~1%; 和/或 CaO : 0~1%; 和/或 Ln_2O_3 :
0~3%; 和/或澄清剂: 0~0.5%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的
一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多
种。

10 (13) 根据 (1) ~ (12) 任一所述的微晶玻璃制品, 各组分含量满足
以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 15 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。

(14) 根据 (1) ~ (13) 任一所述的微晶玻璃制品, 其组分中不含有
 SrO ; 和/或不含有 BaO ; 和/或不含有 CaO ; 和/或不含有 ZnO ; 和/或不含有
 PbO ; 和/或不含有 As_2O_3 ; 和/或不含有 TiO_2 ; 和/或不含有 B_2O_3 ; 和/或
20 不含有 Ln_2O_3 ; 和/或不含有 F ; 和/或不含有 Ta_2O_5 。

(15) 根据 (1) ~ (14) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制
品的晶相含有一硅酸锂; 和/或磷酸锂。

(16) 根据 (1) ~ (15) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制
品的晶相主要含有一硅酸锂, 一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数,
25 一硅酸锂占微晶玻璃制品的 10~63.5%, 优选为 15~55%。

(17) 根据 (1) ~ (16) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制
品中含有磷酸锂晶相, 磷酸锂晶相占微晶玻璃制品的重量百分比为 3~15%,
优选为 5~12%。

(18) 根据 (1) ~ (17) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制
30 品的表面应力为 600MPa 以上, 优选为 650MPa 以上, 更优选为 700MPa 以上。

(19) 根据 (1) ~ (18) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制

5 品的四点弯曲强度为 600MPa 以上, 优选为 650MPa 以上, 更优选为 700MPa 以上。

(20) 根据 (1) ~ (19) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的离子交换层深度为 20 μm 以上, 优选为 30 μm 以上, 更优选 40 μm 以上。

10 (21) 根据 (1) ~ (20) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的落球试验高度为 1300mm 以上, 优选为 1400mm 以上, 更优选为 1500mm 以上。

(22) 根据 (1) ~ (21) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的和/或断裂韧性为 $1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 优选为 $1.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 更优选
15 为 $1.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。

(23) 根据 (1) ~ (22) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的维氏硬度为 $700\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上, 优选为 $720\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上, 更优选为 $730\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上。

(24) 根据 (1) ~ (23) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制
20 品的结晶度为 50%以上, 优选为 60%以上, 更优选为 70%以上;

(25) 根据 (1) ~ (24) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的晶粒尺寸为 50nm 以下, 优选为 40nm 以下, 更优选为 30nm 以下。

(26) 根据 (1) ~ (15) 任一所述的微晶玻璃制品, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的雾度为 0.15%以下, 优选为 0.12%以下, 更优选为 0.1%以
25 下。

(27) 根据 (1) ~ (26) 任一所述的微晶玻璃制品, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的 400~800nm 波长的平均透过率 89%以上。

(28) 根据 (1) ~ (27) 任一所述的微晶玻璃制品, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的 550nm 波长的透过率为 91%以上。

30 (29) 根据 (1) ~ (28) 任一所述的微晶玻璃制品, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下, 优选为 0.55 以

5 下,更优选为 0.5 以下。

(30) 根据 (26) ~ (29) 任一所述的微晶玻璃制品,所述微晶玻璃制品的厚度为 0.2~1mm,优选为 0.3~0.9mm,更优选为 0.5~0.8mm,进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

(31) 根据 (1) ~ (7) 任一所述的微晶玻璃制品,所述微晶玻璃制
10 品含有着色剂。

(32) 根据 (31) 所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: NiO: 0~4%; 和/或 Ni_2O_3 : 0~4%; 和/或 CoO: 0~2%; 和/或 Co_2O_3 : 0~2%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~7%; 和/或 MnO_2 : 0~4%; 和/或 Er_2O_3 : 0~8%; 和/或 Nd_2O_3 : 0~8%; 和/或 Cu_2O : 0~4%; 和/或 Pr_2O_3 : 0~8%; 和/或
15 CeO_2 : 0~4%。

(33) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: NiO: 0.1~4%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~4%; 和/或 CoO: 0.05~2%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~2%; 和/或 Fe_2O_3 : 0.2~7%; 和/或 MnO_2 : 0.1~4%; 和/或 Er_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 Nd_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 Cu_2O : 0.5~4%;
20 和/或 Pr_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 CeO_2 : 0.5~4%。

(34) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~3%; 和/或 CoO: 0.05~1.8%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~1.8%; 和/或 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 和/或 MnO_2 : 0.1~3%; 和/或 Er_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 Nd_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 Cu_2O : 0.5~3%; 和/或 Pr_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 CeO_2 : 0.5~3%。
25

(35) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~3%。

(36) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: CoO: 0.05~1.8%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~1.8%。

(37) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品,所述着色剂按重量百分比表示,含有: Cu_2O : 0.5~3%; 和/或 CeO_2 : 0.5~3%。
30

5 (38) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%。

(39) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述着色剂按
10 重量百分比表示, 含有: Pr_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 或者 MnO_2 : 0.1~3%; 或者 Er_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Nd_2O_3 : 0.4~6%。

(40) 根据 (31) 或 (32) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Er_2O_3 : 0.4~6%、 Nd_2O_3 : 0.4~4%、 MnO_2 : 0.1~2%。

本发明还供一种具有优异的机械性能和光学性能的微晶玻璃。

15 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

(41) 微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%。

(42) 根据 (41) 所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 还含
20 有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

25 (43) 微晶玻璃, 其组分中含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 、 ZrO_2 、 P_2O_5 和 Y_2O_3 , 所述微晶玻璃的晶相含有一硅酸锂, 一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数。

(44) 微晶玻璃, 其组分中含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 、 ZrO_2 和 P_2O_5 , 1mm 以下厚度的微晶玻璃 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下。

30 (45) 微晶玻璃, 含有一硅酸锂晶相, 所述微晶玻璃的本体落球高度为 1000mm 以上。

5 (46) 根据 (43) ~ (45) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%。

(47) 根据 (43) ~ (46) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和
10 /或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(48) 微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 :
15 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%; K_2O : 0~5%; MgO : 0~2%; ZnO : 0~2%; Na_2O : 0~6%; SrO : 0~5%; BaO : 0~5%; CaO : 0~5%; TiO_2 : 0~5%; B_2O_3 : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; 澄清剂: 0~2% 组成, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

20 (49) 根据 (41) ~ (48) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0;
- 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0;
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9;
- 25 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下;
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

(50) 根据 (41) ~ (49) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 50~65%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%; 和/或 Li_2O : 13~22%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%; 和/或 K_2O : 0~4%; 和/或 MgO :
30 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%; 和/或 SrO : 0~3%; 和/或 TiO_2 : 0~3%; 和/或 BaO : 0~3%; 和/或 CaO : 0~

- 5 3%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%; 和/或澄清剂: 0~1%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(51) 根据 (41) ~ (50) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 10 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.1~1.0;
2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 3.0~40.0;
3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.18~0.6;
4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.1~5.0;
5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.01~0.12。

- 15 (52) 根据 (41) ~ (51) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 53~63%; 和/或 Al_2O_3 : 8~12%; 和/或 Li_2O : 14~21%; 和/或 ZrO_2 : 7~12%; 和/或 P_2O_5 : 4~8%; 和/或 K_2O : 0~2%; 和/或 Y_2O_3 : 2~6%; 和/或 B_2O_3 : 0~2%; 和/或 Na_2O : 1.5~4%; 和/或 SrO : 0~1%; 和/或 TiO_2 : 0~1%; 和/或 BaO : 0~1%; 和/或 CaO : 0~1%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%;
20 和/或澄清剂: 0~0.5%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(53) 根据 (41) ~ (52) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
25 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。

- (54) 根据 (41) ~ (53) 任一所述的微晶玻璃, 其组分中不含有 SrO ;
30 和/或不含有 BaO ; 和/或不含有 CaO ; 和/或不含有 ZnO ; 和/或不含有 PbO ;
和/或不含有 As_2O_3 ; 和/或不含有 TiO_2 ; 和/或不含有 B_2O_3 ; 和/或不含有 Ln_2O_3 ;

5 和/或不含有 F；和/或不含有 Ta₂O₅。

(55) 根据 (41) ~ (54) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的晶相含有一硅酸锂；和/或磷酸锂。

(56) 根据 (41) ~ (55) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的晶相主要含有一硅酸锂，一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅
10 酸锂占微晶玻璃的 10~63.5%，优选为 15~55%。

(57) 根据 (41) ~ (56) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃的重量百分比为 3~15%，优选为 5~12%。

(58) 根据 (41) ~ (57) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的结
15 晶度为 50%以上，优选为 60%以上，更优选为 70%以上。

(59) 根据 (41) ~ (58) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的晶粒尺寸为 50nm 以下，优选为 40nm 以下，更优选为 30nm 以下。

(60) 根据 (41) ~ (59) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的热膨胀系数为 $75\sim95\times10^{-7}/K$ 。

20 (61) 根据 (41) ~ (60) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的折射率为 1.5700~1.5800。

(62) 根据 (41) ~ (61) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的本体落球高度为 1000mm 以上，优选为 1100mm 以上，更优选为 1200mm 以上。

(63) 根据 (41) ~ (62) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的维
25 氏硬度为 650kgf/mm² 以上，优选为 680kgf/mm² 以上，更优选为 700kgf/mm² 以上。

(64) 根据 (41) ~ (63) 任一所述的微晶玻璃，1mm 以下厚度的微晶玻璃的雾度为 0.15%以下，优选为 0.12%以下，更优选为 0.1%以下。

(65) 根据 (41) ~ (64) 任一所述的微晶玻璃，1mm 以下厚度的微
30 晶玻璃 400~800nm 波长的平均透过率 89%以上。

(66) 根据 (41) ~ (65) 任一所述的微晶玻璃，1mm 以下厚度的微

5 晶玻璃 550nm 波长的透过率为 91%以上。

(67) 根据 (41) ~ (66) 任一所述的微晶玻璃, 1mm 以下厚度的微晶玻璃 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下, 优选为 0.55 以下, 更优选为 0.5 以下。

(68) 根据 (64) ~ (67) 任一所述的微晶玻璃, 所述微晶玻璃的厚度为 0.2~1mm, 优选为 0.3~0.9mm, 更优选为 0.5~0.8mm, 进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

(69) 根据 (41) ~ (47) 任一所述的微晶玻璃, 所述微晶玻璃含有着色剂。

(70) 根据 (69) 所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO: 0~4%; 和/或 Ni₂O₃: 0~4%; 和/或 CoO: 0~2%; 和/或 Co₂O₃: 0~2%; 和/或 Fe₂O₃: 0~7%; 和/或 MnO₂: 0~4%; 和/或 Er₂O₃: 0~8%; 和/或 Nd₂O₃: 0~8%; 和/或 Cu₂O: 0~4%; 和/或 Pr₂O₃: 0~8%; 和/或 CeO₂: 0~4%。

(71) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO: 0.1~4%; 和/或 Ni₂O₃: 0.1~4%; 和/或 CoO: 0.05~2%; 和/或 Co₂O₃: 0.05~2%; 和/或 Fe₂O₃: 0.2~7%; 和/或 MnO₂: 0.1~4%; 和/或 Er₂O₃: 0.4~8%; 和/或 Nd₂O₃: 0.4~8%; 和/或 Cu₂O: 0.5~4%; 和/或 Pr₂O₃: 0.4~8%; 和/或 CeO₂: 0.5~4%。

(72) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni₂O₃: 0.1~3%; 和/或 CoO: 0.05~1.8%; 和/或 Co₂O₃: 0.05~1.8%; 和/或 Fe₂O₃: 0.2~5%; 和/或 MnO₂: 0.1~3%; 和/或 Er₂O₃: 0.4~6%; 和/或 Nd₂O₃: 0.4~6%; 和/或 Cu₂O: 0.5~3%; 和/或 Pr₂O₃: 0.4~6%; 和/或 CeO₂: 0.5~3%。

(73) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni₂O₃: 0.1~3%。

(74) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量

5 百分比表示, 含有: CoO : 0.05~1.8%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~1.8%。

(75) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Cu_2O : 0.5~3%; 和/或 CeO_2 : 0.5~3%。

(76) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%。

(77) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Pr_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 或者 MnO_2 : 0.1~3%; 或者 Er_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Nd_2O_3 : 0.4~6%。

15 (78) 根据 (69) 或 (70) 任一所述的微晶玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Er_2O_3 : 0.4~6%、 Nd_2O_3 : 0.4~4%、 MnO_2 : 0.1~2%。

本发明还提供一种基质玻璃。

本发明解决技术问题所采用的技术方案是:

(79) 基质玻璃, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于0但小于或等于8%。

(80) 根据 (79) 所述的基质玻璃, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(81) 基质玻璃, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于0但小于或等于8%; K_2O : 0~5%; MgO : 0~2%; ZnO : 0~2%; Na_2O : 0~6%; SrO : 0~5%; BaO : 0~5%; CaO : 0~5%; TiO_2 : 0~5%; B_2O_3 : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~

- 5 5%；澄清剂：0~2%组成，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(82) 根据 (79) ~ (81) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0；
- 10 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0；
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9；
- 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下；
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

- (83) 根据 (79) ~ (82) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： SiO_2 ：50~65%；和/或 Al_2O_3 ：8~15%；和/或 Li_2O ：13~22%；和/或 ZrO_2 ：6~12%；和/或 P_2O_5 ：3.5~9%；和/或 K_2O ：0~4%；和/或 MgO ：0~1%；和/或 ZnO ：0~1%；和/或 Na_2O ：1~5%；和/或 Y_2O_3 ：1~7%；和/或 SrO ：0~3%；和/或 TiO_2 ：0~3%；和/或 BaO ：0~3%；和/或 CaO ：0~3%；和/或 B_2O_3 ：0~3%；和/或 Ln_2O_3 ：0~4%；和/或澄清剂：0~1%，其中
20 所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(84) 根据 (79) ~ (83) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 0.1~1.0；
- 25 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 3.0~40.0；
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.18~0.6；
- 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 0.1~5.0；
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 0.01~0.12。

- (85) 根据 (79) ~ (84) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： SiO_2 ：53~63%；和/或 Al_2O_3 ：8~12%；和/或 Li_2O ：14~21%；和/或 ZrO_2 ：7~12%；和/或 P_2O_5 ：4~8%；和/或 K_2O ：0~2%；和/或 Y_2O_3 ：2~
- 30

5 6%; 和/或 B_2O_3 : 0~2%; 和/或 Na_2O : 1.5~4%; 和/或 SrO : 0~1%; 和/或 TiO_2 : 0~1%; 和/或 BaO : 0~1%; 和/或 CaO : 0~1%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%; 和/或澄清剂: 0~0.5%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(86) 根据 (79) ~ (85) 任一所述的基质玻璃, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
- 15 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。

(87) 根据 (79) ~ (86) 任一所述的基质玻璃, 其组分中不含有 SrO ; 和/或不含有 BaO ; 和/或不含有 CaO ; 和/或不含有 ZnO ; 和/或不含有 PbO ; 和/或不含有 As_2O_3 ; 和/或不含有 TiO_2 ; 和/或不含有 B_2O_3 ; 和/或不含有 Ln_2O_3 ; 和/或不含有 F ; 和/或不含有 Ta_2O_5 。

20 (88) 根据 (79) ~ (87) 任一所述的基质玻璃, 所述基质玻璃的热膨胀系数为 $50 \times 10^{-7}/K \sim 70 \times 10^{-7}/K$ 。

(89) 根据 (79) ~ (88) 任一所述的基质玻璃, 所述基质玻璃的折射率为 1.5600~1.5700。

(90) 根据 (79) 或 (80) 任一所述的基质玻璃, 所述基质玻璃含有
25 着色剂。

(91) 根据 (90) 所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO : 0~4%; 和/或 Ni_2O_3 : 0~4%; 和/或 CoO : 0~2%; 和/或 Co_2O_3 : 0~2%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~7%; 和/或 MnO_2 : 0~4%; 和/或 Er_2O_3 : 0~8%; 和/或 Nd_2O_3 : 0~8%; 和/或 Cu_2O : 0~4%; 和/或 Pr_2O_3 : 0~8%; 和/或 CeO_2 : 0~
30 4%。

(92) 根据 (90) 或 (91) 任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量

5 百分比表示, 含有: NiO: 0.1~4%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~4%; 和/或 CoO: 0.05~2%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~2%; 和/或 Fe_2O_3 : 0.2~7%; 和/或 MnO_2 : 0.1~4%; 和/或 Er_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 Nd_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 Cu_2O : 0.5~4%; 和/或 Pr_2O_3 : 0.4~8%; 和/或 CeO_2 : 0.5~4%。

(93) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
10 百分比表示, 含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~3%; 和/或 CoO: 0.05~1.8%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~1.8%; 和/或 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 和/或 MnO_2 : 0.1~3%; 和/或 Er_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 Nd_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 Cu_2O : 0.5~3%; 和/或 Pr_2O_3 : 0.4~6%; 和/或 CeO_2 : 0.5~3%。

(94) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
15 百分比表示, 含有: NiO: 0.1~3%; 和/或 Ni_2O_3 : 0.1~3%。

(95) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
百分比表示, 含有: CoO: 0.05~1.8%; 和/或 Co_2O_3 : 0.05~1.8%。

(96) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
百分比表示, 含有: Cu_2O : 0.5~3%; 和/或 CeO_2 : 0.5~3%。

20 (97) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
百分比表示, 含有: Fe_2O_3 : 0.2~5%、CoO: 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、CoO: 0.05~0.3%、NiO: 0.1~1%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%、NiO: 0.1~1%。

(98) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
25 百分比表示, 含有: Pr_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 或者 MnO_2 : 0.1~3%; 或者 Er_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Nd_2O_3 : 0.4~6%。

(99) 根据(90)或(91)任一所述的基质玻璃, 所述着色剂按重量
百分比表示, 含有: Er_2O_3 : 0.4~6%、 Nd_2O_3 : 0.4~4%、 MnO_2 : 0.1~2%。

本发明还提供一种玻璃盖板。

30 (100) 玻璃盖板, 含有(1)~(40)任一所述的微晶玻璃制品, 和/或(41)~(78)任一所述的微晶玻璃, 和/或(79)~(99)任一所述的

5 基质玻璃。

本发明还提供一种玻璃元器件。

(101) 玻璃元器件，含有(1)～(40)任一所述的微晶玻璃制品，和/或(41)～(78)任一所述的微晶玻璃，和/或(79)～(99)任一所述的基质玻璃。

10 本发明还提供一种显示设备。

(102) 显示设备，其含有(1)～(40)任一所述的微晶玻璃制品，和/或(41)～(78)任一所述的微晶玻璃，和/或(79)～(99)任一所述的基质玻璃，和/或(100)所述的玻璃盖板，和/或(101)所述的玻璃元器件。

15 本发明还提供一种电子设备。

(103) 电子设备，其含有(1)～(40)任一所述的微晶玻璃制品，和/或(41)～(78)任一所述的微晶玻璃，和/或(79)～(99)任一所述的基质玻璃，和/或(100)所述的玻璃盖板，和/或(101)所述的玻璃元器件。

20 本发明还提供一种微晶玻璃制品的制造方法。

(104) 微晶玻璃制品的制造方法，所述方法包括以下步骤：

形成基质玻璃，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：45～70%； Al_2O_3 ：8～18%； Li_2O ：10～25%； ZrO_2 ：5～15%； P_2O_5 ：2～10%； Y_2O_3 ：大于0但小于或等于8%；

25 对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃，再对所述微晶玻璃通过化学强化工艺形成微晶玻璃制品。

(105) 根据(104)所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，还含有： K_2O ：0～5%；和/或 MgO ：0～2%；和/或 ZnO ：0～2%；和/或 Na_2O ：0～6%；和/或 SrO ：0～5%；和/或 TiO_2 ：0～5%；和/或 BaO ：0～5%；和/或 CaO ：0～5%；和/或 B_2O_3 ：0～5%；和/或 Ln_2O_3 ：0～5%；和/或澄清剂：0～2%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一

5 种或多种,澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(106) 微晶玻璃制品的制造方法,所述方法包括以下步骤:

形成基质玻璃,所述基质玻璃的组分按重量百分比表示,由 SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%; K_2O : 0~5%; MgO : 0~2%; ZnO : 0~2%; Na_2O : 0~6%; SrO : 0~5%; TiO_2 : 0~5%; BaO : 0~5%; CaO : 0~5%; B_2O_3 : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; 澄清剂: 0~2% 组成,其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种,澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种;

15 对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃,再对所述微晶玻璃通过化学强化工艺形成微晶玻璃制品。

(107) 根据 (104) ~ (106) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法,所述基质玻璃的组分按重量百分比表示,各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0;
- 20 2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0;
- 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9;
- 4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下;
- 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

(108) 根据 (104) ~ (107) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法,25 所述基质玻璃的组分按重量百分比表示,其中: SiO_2 : 50~65%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%; 和/或 Li_2O : 13~22%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%; 和/或 K_2O : 0~4%; 和/或 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%; 和/或 SrO : 0~3%; 和/或 TiO_2 : 0~3%; 和/或 BaO : 0~3%; 和/或 CaO : 0~3%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%; 和/或澄清剂: 0~1%,其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种,澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

5 (109) 根据 (104) ~ (108) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中
的一种以上：

- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.1~1.0;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 3.0~40.0;
- 10 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.18~0.6;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.1~5.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.01~0.12。

(110) 根据 (104) ~ (109) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，其中： SiO_2 ：53~63%；和/或 Al_2O_3 ：
15 8~12%；和/或 Li_2O ：14~21%；和/或 ZrO_2 ：7~12%；和/或 P_2O_5 ：4~8%；
和/或 K_2O ：0~2%；和/或 Y_2O_3 ：2~6%；和/或 B_2O_3 ：0~2%；和/或 Na_2O ：1.5~
4%；和/或 SrO ：0~1%；和/或 TiO_2 ：0~1%；和/或 BaO ：0~1%；和/或 CaO ：
0~1%；和/或 Ln_2O_3 ：0~3%；和/或澄清剂：0~0.5%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、
 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、F、Cl 和
20 Br 中的一种或多种。

(111) 根据 (104) ~ (110) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中
的一种以上：

- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
- 25 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。

(112) 根据 (104) ~ (111) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
30 所述基质玻璃的组分中不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 CaO ；
和/或不含有 ZnO ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 TiO_2 ；

5 和/或不含有 B_2O_3 ；和/或不含有 Ln_2O_3 ；和/或不含有 F；和/或不含有 Ta_2O_5 。

(113) 根据 (104) 或 (105) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述基质玻璃含有着色剂。

(114) 根据 (113) 所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有：NiO：0~4%；和/或 Ni_2O_3 ：0~4%；和/或 CoO：0~
10 2%；和/或 Co_2O_3 ：0~2%；和/或 Fe_2O_3 ：0~7%；和/或 MnO_2 ：0~4%；和/或 Er_2O_3 ：0~8%；和/或 Nd_2O_3 ：0~8%；和/或 Cu_2O ：0~4%；和/或 Pr_2O_3 ：0~8%；和/或 CeO_2 ：0~4%。

(115) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有：NiO：0.1~4%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~
15 4%；和/或 CoO：0.05~2%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~2%；和/或 Fe_2O_3 ：0.2~7%；和/或 MnO_2 ：0.1~4%；和/或 Er_2O_3 ：0.4~8%；和/或 Nd_2O_3 ：0.4~8%；和/或 Cu_2O ：0.5~4%；和/或 Pr_2O_3 ：0.4~8%；和/或 CeO_2 ：0.5~4%。

(116) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有：NiO：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~
20 3%；和/或 CoO：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%；和/或 Fe_2O_3 ：0.2~5%；和/或 MnO_2 ：0.1~3%；和/或 Er_2O_3 ：0.4~6%；和/或 Nd_2O_3 ：0.4~6%；和/或 Cu_2O ：0.5~3%；和/或 Pr_2O_3 ：0.4~6%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

(117) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有：NiO：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~
25 3%。

(118) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有：CoO：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%。

(119) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
30 所述着色剂按重量百分比表示，含有： Cu_2O ：0.5~3%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

5 (120) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述着色剂按重量百分比表示，含有： Fe_2O_3 ：0.2~5%、 CoO ：0.05~0.3%；
或者 Fe_2O_3 ：0.2~5%、 Co_2O_3 ：0.05~0.3%；或者 Fe_2O_3 ：0.2~5%、 CoO ：0.05~
0.3%、 NiO ：0.1~1%；或者 Fe_2O_3 ：0.2~5%、 Co_2O_3 ：0.05~0.3%、 NiO ：0.1~
1%。

10 (121) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述着色剂按重量百分比表示，含有： Pr_2O_3 ：0.4~6%；或者 Fe_2O_3 ：0.2~
5%；或者 MnO_2 ：0.1~3%；或者 Er_2O_3 ：0.4~6%；或者 Nd_2O_3 ：0.4~6%。

 (122) 根据 (113) 或 (114) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述着色剂按重量百分比表示，含有： Er_2O_3 ：0.4~6%、 Nd_2O_3 ：0.4~4%、
15 MnO_2 ：0.1~2%。

 (123) 根据 (104) ~ (122) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述晶化工艺包括以下步骤：升温至规定的晶化处理温度，在达到晶化处
理温度之后，将其温度保持一定的时间，然后再进行降温。该晶化处理温
度为 600~750℃，优选为 650~700℃，在晶化处理温度下的保持时间为 0~
20 8 小时，优选为 1~6 小时。

 (124) 根据 (104) ~ (122) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述晶化工艺包括以下步骤：在第1温度下进行成核工艺的处理，然后在比
成核工艺温度高的第2温度下进行晶体生长工艺的处理。

 (125) 根据 (124) 所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述晶化工艺
25 包括以下步骤：第 1 温度为 470~630℃，第 2 温度为 650~750℃；在第 1
温度下的保持时间为 0~24 小时，优选为 2~15 小时；在第 2 温度下的保
持时间为 0~10 小时，优选为 0.5~6 小时。

 (126) 根据 (104) ~ (125) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
所述化学强化工艺包括：微晶玻璃浸没于 430℃~470℃的温度的熔融 Na
30 盐的盐浴中 6~20 小时，优选温度范围为 435℃~460℃，优选时间范围为
8~13 小时；和/或微晶玻璃浸没于 400℃~450℃的温度下熔融 K 盐的盐浴

5 中 1~8 小时, 优选时间范围为 2~4 小时。

(127) 根据 (104) ~ (126) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的晶相含有一硅酸锂; 和/或磷酸锂。

(128) 根据 (104) ~ (127) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的晶相主要含有一硅酸锂, 一硅酸锂具有比其他晶相更
10 高的重量百分数, 一硅酸锂占微晶玻璃制品的 10~63.5%, 优选为 15~55%。

(129) 根据 (104) ~ (128) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品中含有磷酸锂晶相, 磷酸锂晶相占微晶玻璃制品的重量百分比为 3~15%, 优选为 5~12%。

(130) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的表面应力为 600MPa 以上, 优选为 650MPa 以上, 更优
15 选为 700MPa 以上。

(131) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的四点弯曲强度为 600MPa 以上, 优选为 650MPa 以上, 更优选为 700MPa 以上。

(132) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的离子交换层深度为 20 μm 以上, 优选为 30 μm 以上, 更优选 40 μm 以上。
20

(133) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的落球试验高度为 1300mm 以上, 优选为 1400mm 以上, 更优选为 1500mm 以上。
25

(134) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的断裂韧性为 $1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 优选为 $1.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 更优选为 $1.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上

(135) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述微晶玻璃制品的维氏硬度为 $700\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上, 优选为 $720\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上, 更优选为 $730\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上。
30

5 (136) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述微晶玻璃制品的结晶度为 50% 以上，优选为 60% 以上，更优选为 70% 以上。

(137) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述微晶玻璃制品的晶粒尺寸为 50nm 以下，优选为 40nm 以下，更优选为
10 30nm 以下。

(138) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的雾度为 0.15% 以下，优选为 0.12% 以下，更优选为 0.1% 以下。

(139) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，
15 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品 400~800nm 波长的平均透过率 89% 以上。

(140) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品 550nm 波长的透过率为 91% 以上。

(141) 根据 (104) ~ (112) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下，
20 优选为 0.55 以下，更优选为 0.5 以下。

(142) 根据 (138) ~ (141) 任一所述的微晶玻璃制品的制造方法，所述微晶玻璃制品的厚度为 0.2~1mm，优选为 0.3~0.9mm，更优选为 0.5~0.8mm，进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

本发明还提供一种微晶玻璃的制造方法。

25 (143) 微晶玻璃的制造方法，所述方法包括以下步骤：

形成基质玻璃，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，含有：SiO₂：45~70%；Al₂O₃：8~18%；Li₂O：10~25%；ZrO₂：5~15%；P₂O₅：2~10%；Y₂O₃：大于 0 但小于或等于 8%；

对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃。

30 (144) 根据 (143) 所述的微晶玻璃的制造方法，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，还含有：K₂O：0~5%；和/或 MgO：0~2%；和/或 ZnO：

- 5 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(145) 微晶玻璃的制造方法, 所述方法包括以下步骤:

- 10 形成基质玻璃, 所述基质玻璃的组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%; K_2O : 0~5%; MgO : 0~2%; ZnO : 0~2%; Na_2O : 0~6%; SrO : 0~5%; TiO_2 : 0~5%; BaO : 0~5%; CaO : 0~5%; B_2O_3 : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; 澄清剂: 0~2% 组成, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3
15 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种;

对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃。

- (146) 根据 (143) ~ (145) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述基质玻璃的组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 20 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0;
2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0;
3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9;
4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下;
25 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

- (147) 根据 (143) ~ (146) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述基质玻璃的组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 50~65%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%; 和/或 Li_2O : 13~22%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%; 和/或 K_2O : 0~4%; 和/或 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%; 和/或 SrO : 0~3%; 和/或 TiO_2 : 0~3%; 和/或 BaO : 0~3%; 和/或 CaO : 0~3%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%; 和/

- 5 或澄清剂：0~1%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

(148) 根据 (143) ~ (147) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 10 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 0.1~1.0；
2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 3.0~40.0；
3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.18~0.6；
4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 0.1~5.0；
5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 0.01~0.12。

- 15 (149) 根据 (143) ~ (148) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，其中： SiO_2 ：53~63%；和/或 Al_2O_3 ：8~12%；和/或 Li_2O ：14~21%；和/或 ZrO_2 ：7~12%；和/或 P_2O_5 ：4~8%；和/或 K_2O ：0~2%；和/或 Y_2O_3 ：2~6%；和/或 B_2O_3 ：0~2%；和/或 Na_2O ：1.5~4%；和/或 SrO ：0~1%；和/或 TiO_2 ：0~1%；和/或 BaO ：0~1%；和/或 CaO ：0~1%；和/或 Ln_2O_3 ：0~3%；和/或澄清剂：0~0.5%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

- 25 (150) 根据 (143) ~ (149) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 0.2~0.6；
2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 4.0~21.0；
3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.19~0.5；
4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 0.3~2.0；
30 5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 0.03~0.09。

- (151) 根据 (143) ~ (150) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述

- 5 基质玻璃的组分中不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 ZnO ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 B_2O_3 ；和/或不含有 Ln_2O_3 ；和/或不含有 F ；和/或不含有 Ta_2O_5 。

(152) 根据 (143) 或 (144) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述基质玻璃含有着色剂。

- 10 (153) 根据 (152) 所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： NiO ：0~4%；和/或 Ni_2O_3 ：0~4%；和/或 CoO ：0~2%；和/或 Co_2O_3 ：0~2%；和/或 Fe_2O_3 ：0~7%；和/或 MnO_2 ：0~4%；和/或 Er_2O_3 ：0~8%；和/或 Nd_2O_3 ：0~8%；和/或 Cu_2O ：0~4%；和/或 Pr_2O_3 ：0~8%；和/或 CeO_2 ：0~4%。

- 15 (154) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： NiO ：0.1~4%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~4%；和/或 CoO ：0.05~2%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~2%；和/或 Fe_2O_3 ：0.2~7%；和/或 MnO_2 ：0.1~4%；和/或 Er_2O_3 ：0.4~8%；和/或 Nd_2O_3 ：0.4~8%；和/或 Cu_2O ：0.5~4%；和/或 Pr_2O_3 ：0.4~8%；和/或 CeO_2 ：0.5~4%。

- 20 (155) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： NiO ：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~3%；和/或 CoO ：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%；和/或 Fe_2O_3 ：0.2~5%；和/或 MnO_2 ：0.1~3%；和/或 Er_2O_3 ：0.4~6%；和/或 Nd_2O_3 ：0.4~6%；和/或 Cu_2O ：0.5~3%；和/或 Pr_2O_3 ：0.4~6%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

- 25 (156) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： NiO ：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~3%。

(157) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： CoO ：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%。

- 30 (158) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述着色剂按重量百分比表示，含有： Cu_2O ：0.5~3%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

5 (159) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 CoO : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%、 Co_2O_3 : 0.05~0.3%、 NiO : 0.1~1%。

10 (160) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Pr_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Fe_2O_3 : 0.2~5%; 或者 MnO_2 : 0.1~3%; 或者 Er_2O_3 : 0.4~6%; 或者 Nd_2O_3 : 0.4~6%。

(161) 根据 (152) 或 (153) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: Er_2O_3 : 0.4~6%、 Nd_2O_3 : 0.4~4%、 MnO_2 :
15 0.1~2%。

(162) 根据 (143) ~ (161) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述晶化工艺包括以下步骤: 升温至规定的晶化处理温度, 在达到晶化处理温度之后, 将其温度保持一定的时间, 然后再进行降温。该晶化处理温度为 600~750°C, 优选为 650~700°C, 在晶化处理温度下的保持时间为 0~8
20 小时, 优选为 1~6 小时。

(163) 根据 (143) ~ (161) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述晶化工艺包括以下步骤: 在第1温度下进行成核工艺的处理, 然后在比成核工艺温度高的第2温度下进行晶体生长工艺的处理。

(164) 根据 (163) 所述的微晶玻璃的制造方法, 所述晶化工艺包括
25 以下步骤: 第 1 温度为 470~630°C, 第 2 温度为 650~750°C; 在第 1 温度下的保持时间为 0~24 小时, 优选为 2~15 小时; 在第 2 温度下的保持时间为 0~10 小时, 优选为 0.5~6 小时。

(165) 根据 (143) ~ (164) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述微晶玻璃的晶相含有一硅酸锂; 和/或磷酸锂。

30 (166) 根据 (143) ~ (165) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述微晶玻璃的晶相主要含有一硅酸锂, 一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量

5 百分数，一硅酸锂占微晶玻璃的10~63.5%，优选为15~55%。

(167) 根据(143)~(166)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述微晶玻璃中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃的重量百分比为3~15%，优选为5~12%。

(168) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述
10 微晶玻璃的结晶度为50%以上，优选为60%以上，更优选为70%以上。

(169) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述微晶玻璃的晶粒尺寸为50nm以下，优选为40nm以下，更优选为30nm以下；和/或热膨胀系数为 $75\sim 95\times 10^{-7}/\text{K}$ 。

(170) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述
15 微晶玻璃的折射率为1.5700~1.5800。

(171) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述微晶玻璃的本体落球高度为1000mm以上，优选为1100mm以上，更优选为1200mm以上。

(172) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，所述
20 微晶玻璃的维氏硬度为650kgf/mm²以上，优选为680kgf/mm²以上，更优选为700kgf/mm²以上。

(173) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，1mm以下厚度的微晶玻璃的雾度为0.15%以下，优选为0.12%以下，更优选为0.1%以下。

25 (174) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，1mm以下厚度的微晶玻璃400~800nm波长的平均透过率89%以上。

(175) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，1mm以下厚度的微晶玻璃550nm波长的透过率为91%以上

(176) 根据(143)~(151)任一所述的微晶玻璃的制造方法，1mm
30 以下厚度的微晶玻璃400~800nm的平均光|B|值为0.6以下，优选为0.55以下，更优选为0.5以下。

5 (177) 根据 (173) ~ (176) 任一所述的微晶玻璃的制造方法, 所述微晶玻璃的厚度为 0.2~1mm, 优选为 0.3~0.9mm, 更优选为 0.5~0.8mm, 进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

 本发明的有益效果是: 通过合理的组分设计, 本发明获得的微晶玻璃和微晶玻璃制品具有优异的机械性能和光学性能, 适用于电子设备或显示
10 设备。

具体实施方式

 本发明的微晶玻璃和微晶玻璃制品是具有晶相和玻璃相的材料, 其有别于非晶质固体。微晶玻璃和微晶玻璃制品的晶相可以通过 X 射线衍射分析的 X 射线衍射图案中出现的峰值角度进行辨别和/或通过 TEMEDX 测得。

15 本发明的发明人经过反复试验和研究, 对于构成微晶玻璃和微晶玻璃制品的特定成分, 通过将其含量以及含量比例规定为特定值并使其析出特定的晶相, 以较低的成本得到了本发明的微晶玻璃或微晶玻璃制品。

 下面, 对本发明基质玻璃、微晶玻璃及微晶玻璃制品的各组分(成分)的范围进行说明。在本说明书中, 如果没有特殊说明, 各组分的含量全部
20 采用相对于换算成氧化物的组成的基质玻璃、或微晶玻璃、或微晶玻璃制品物质总量的重量百分比(wt%)表示。在这里, 所述“换算成氧化物的组成”是指, 作为本发明的基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品组成成分的原料而使用的氧化物、复合盐及氢氧化物等熔融时分解并转变为氧化物的情况下, 将该氧化物的物质总量作为100%。此外, 在本说明书中仅称为玻
25 璃时为结晶化前的基质玻璃, 基质玻璃结晶化后称为微晶玻璃, 微晶玻璃制品是指经化学强化后的微晶玻璃。

 除非在具体情况下另外指出, 本文所列出的数值范围包括上限和下限值, “以上”和“以下”包括端点值, 以及在该范围内的所有整数和分数, 而限于所限定范围时所列的具体值。本文所使用的术语“约”指配方、
30 参数和其他数量以及特征不是、且无需是精确的, 如有需要, 可以近似和/或更大或更低, 这反映公差、换算因子和测量误差等。本文所称“和/或”

- 5 是包含性的，例如“A；和/或B”，是指只有A，或者只有B，或者同时有A和B。

在本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品中，晶相含有一硅酸锂；和/或磷酸锂。

- 10 在本发明的一些实施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃制品中的晶相主要含有一硅酸锂晶相，一硅酸锂晶相具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅酸锂晶相占微晶玻璃或微晶玻璃制品的10~63.5%，在一些实施方式中，重量百分比范围为15~55%。

- 在本发明的一些实施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃制品中的晶相含有磷酸锂晶相，该晶相占微晶玻璃或微晶玻璃制品的重量百分比范围为3~
15 15%，在一些实施方式中，重量百分比范围为5~12%。

- SiO₂是本发明玻璃的必要成分，其是热处理后形成晶体的主要成分之一，如果SiO₂的含量在45%以下，玻璃中较难形成晶体，因此，SiO₂含量的下限为45%，优选为50%，进一步优选为53%；如果SiO₂含量在70%以上，不利玻璃成型，影响微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度和|B|值。因此，SiO₂
20 含量的上限为70%，优选为65%，进一步优选为63%。在一些实施方式中，可包含约45%、46%、47%、48%、49%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%的SiO₂。

- Al₂O₃可作为玻璃网络结构，有利于玻璃的成型，降低玻璃晶化温度，
25 有利于玻璃晶化；Al₂O₃是形成微晶玻璃晶体的成分之一，有利于微晶玻璃的化学强化，增加微晶玻璃制品的离子交换层深度，但如果其含量不足8%，则上述效果不佳，因此，Al₂O₃含量的下限为8%。另一方面，如果Al₂O₃的含量超过18%，影响微晶玻璃化学强化后的碎片大小，因此Al₂O₃含量的上限为18%，优选为15%，进一步优选为12%。在一些实施方式中，可包含约8%、8.5%、
30 9%、9.5%、10%、10.5%、11%、11.5%、12%、12.5%、13%、13.5%、14%、14.5%、15%、15.5%、16%、16.5%、17%、17.5%、18%的Al₂O₃。

5 Li_2O 可促进玻璃熔化，降低熔炼温度，是晶体形成主要成分，同时也是化学强化处理中主要与钠、钾离子进行置换的组分，可增大化学强化后微晶玻璃制品的表面应力，提升微晶玻璃制品的落球高度，但如果其含量不足10%，则形成一硅酸锂的晶相不佳，影响微晶玻璃制品的落球高度和碎片大小，因此， Li_2O 含量的下限为10%，优选为13%，进一步优选为14%。另一方面，如果过多地含有 Li_2O ，在晶化时，玻璃容易分相，影响微晶玻璃和微晶玻璃制品的透过率。因此， Li_2O 含量的上限为25%，优选为22%，进一步优选为21%。在一些实施方式中，可包含约10%、10.5%、11%、11.5%、12%、12.5%、13%、13.5%、14%、14.5%、15%、15.5%、16%、16.5%、17%、17.5%、18%、18.5%、19%、19.5%、20%、20.5%、21%、21.5%、22%、22.5%、23%、23.5%、24%、24.5%、25%的 Li_2O 。

Na_2O 为任选组分，可以降低玻璃的熔炼温度，有利于玻璃或微晶玻璃化学强化工艺的调整，因此，本发明中 Na_2O 含量的下限优选为1%，更优选为1.5%。另一方面，若玻璃中过多含有 Na_2O ，会促使玻璃产生分相，导致晶化后微晶玻璃和微晶玻璃制品的透过率下降。因此， Na_2O 含量的上限为6%，优选为5%，进一步优选为4%。在一些实施方式中，可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、6%的 Na_2O 。

K_2O 有利于玻璃成型，降低玻璃的粘度，但如果过多地含有 K_2O ，则容易导致玻璃化学稳定性以及硬度的下降。因此， K_2O 含量的上限为5%，优选为4%，进一步优选为2%。在一些实施方式中，可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的 K_2O 。

P_2O_5 能够在玻璃晶化过程中形成晶核，促进晶体的形成，提高微晶玻璃或微晶玻璃制品的结晶度，有利于化学强化，增加微晶玻璃制品的硬度、落球高度和抗弯强度， P_2O_5 含量的下限为2%，优选为3.5%，进一步优选为4%。但如果过多地含有 P_2O_5 ，则很容易导致玻璃的分相和降低玻璃的化学稳定性。因此， P_2O_5 含量的上限为10%，优选为9%，进一步优选为8%。在一些实

5 施方式中,可包含约2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%、7.5%、8.0%、8.5%、9.0%、9.5%、10%的 P_2O_5 。

ZrO_2 与 P_2O_5 可相互溶解,降低 P_2O_5 在玻璃成型时分相,晶化时可升高玻璃的晶化温度,保证微晶玻璃和微晶玻璃制品中一硅酸锂晶相的完整程度,降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度和|B|值,提高微晶玻璃制品的耐摔
10 性,因此, ZrO_2 含量的下限为5%,优选为6%,进一步优选为7%。另一方面,如果过多地含有 ZrO_2 ,则玻璃熔化困难,因此 ZrO_2 含量的上限为15%,优选为12%。在一些实施方式中,可包含约5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%、7.5%、8.0%、8.5%、9.0%、9.5%、10.0%、10.5%、11.0%、11.5%、12%、12.5%、13.0%、13.5%、14.0%、14.5%、15.0%的 ZrO_2 。

15 Y_2O_3 可促进 ZrO_2 的熔化,降低玻璃的熔炼难度,减少玻璃中分相,降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度和|B|值, Y_2O_3 含量的下限为大于0%,优选为1%,进一步优选为2%。另一方面,若 Y_2O_3 含量过多,玻璃晶化时形成晶体困难,微晶玻璃和微晶玻璃制品的结晶度下降,因此 Y_2O_3 含量的上限为8%,优选为7%,进一步优选为6%。在一些实施方式中,可包含约大于0%、0.1%、
20 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0%、7.5%、8.0%的 Y_2O_3 。

经发明人大量实验研究发现,在一些实施方式中, Y_2O_3 和 ZrO_2 的相对含量,对微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度和|B|值有重要影响,尤其是使 Y_2O_3/ZrO_2 大于0,可降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度和|B|值,改善
25 终端产品摄影和照相效果。因此,优选 Y_2O_3/ZrO_2 为大于0,更优选 Y_2O_3/ZrO_2 为0.1~1.0,进一步优选 Y_2O_3/ZrO_2 为0.2~0.6。在一些实施方式中, Y_2O_3/ZrO_2 的值可为大于0、0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.35、0.4、0.45、0.5、0.55、0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1.0。

在本发明的一些实施方式中,使 $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 在2.5~50.0范围内,可使基质玻璃在晶化过程中细化晶粒,使微晶玻璃和微晶玻璃制品获得更为细小的晶粒,降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的雾度。因此,优选
30

5 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为2.5~50.0, 更优选 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为3.0~40.0, 进一步优选 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为4.0~21.0。在一些实施方式中,
10 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 的值可为2.5、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0、11.0、12.0、13.0、14.0、15.0、16.0、17.0、18.0、19.0、20.0、21.0、22.0、23.0、24.0、25.0、26.0、27.0、28.0、29.0、30.0、31.0、32.0、33.0、34.0、35.0、36.0、37.0、38.0、39.0、40.0、41.0、42.0、43.0、44.0、45.0、46.0、47.0、48.0、49.0、50.0。

在大量实验研究过程中, 本发明人发现, 通过控制 Al_2O_3 与 P_2O_5 、 Li_2O 和 ZrO_2 的合计含量 $\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5$ 之间的比值 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 在0.16~0.9范围内, 可使微晶玻璃制品经受1300mm及以上的落球冲击, 更优选
15 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为0.18~0.6。进一步的, 在一些实施方式中, 进一步优选 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 在0.19~0.5范围内时, 较易形成一硅酸锂晶相, 且微晶玻璃制品较易获得优异的断裂韧性, 断裂韧性可为 $1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上, 优选为 $1.1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上, 更优选为 $1.2\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上; 同时进一步优化落球试验高度的承受能力, 因此进一步优选 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为0.19~
20 0.5。在一些实施方式中, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 可为0.16、0.17、0.18、0.19、0.2、0.21、0.22、0.23、0.24、0.25、0.26、0.27、0.28、0.29、0.30、0.31、0.32、0.33、0.34、0.35、0.36、0.37、0.38、0.39、0.40、0.41、0.42、0.43、0.44、0.45、0.46、0.47、0.48、0.49、0.50、0.55、0.60、0.65、0.70、0.75、0.80、0.85、0.90。

25 经发明人大量实验研究发现, Na_2O 和 Y_2O_3 的相对含量, 对微晶玻璃制品的表面应力和离子交换层深度有重要影响, 尤其是 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为6.0以下, 可提高微晶玻璃制品的表面应力和离子交换层深度, 更优选 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为0.1~5.0。在一些实施方式中, 进一步优选 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为0.3~2.0, 还可改善微晶玻璃制品的碎片大小, 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的表面应力为
30 600MPa以上, 优选为650MPa以上, 更优选为700MPa以上; 微晶玻璃制品的离子交换层深度为20 μm 以上, 优选为30 μm 以上, 更优选40 μm 以上。在一

5 些实施方式中, $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 的值可为0、大于0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.3、2.5、2.7、3.0、3.3、3.5、3.7、4.0、4.3、4.5、4.7、5.0、5.3、5.5、5.7、6.0。

在本发明的一些实施方式中, 当控制 Y_2O_3 与 Al_2O_3 和 SiO_2 的合计含量
10 $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 的含量比例 $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于0但小于或等于0.15时, 可优化玻璃的晶化性能, 使微晶玻璃和微晶玻璃制品具有合适的结晶度, 从而使微晶玻璃及微晶玻璃制品具有优异的性能; 优选 $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为0.01~0.12, 更优选为0.03~0.09, 微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球试验高度变大, 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的落球试验高度优选为1300mm
15 以上, 更优选为1400mm以上, 进一步优选为1500mm以上。在一些实施方式中, $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 的值可为大于0、0.01、0.02、0.03、0.04、0.05、0.06、0.07、0.08、0.09、0.1、0.11、0.12、0.13、0.14、0.15。

B_2O_3 可以改善玻璃的网络结构, 优化玻璃和微晶玻璃的化学强化性能, 提升微晶玻璃制品的落球高度, B_2O_3 含量超过5%时, 不利于玻璃成型, 在成
20 型时容易析晶, 因此 B_2O_3 含量上限为5%, 优选为3%, 更优选为2%, 进一步优选不含有 B_2O_3 。在一些实施方式中, 可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的 B_2O_3 。

ZnO 可降低玻璃的熔炼难度, 但含量高时会促进玻璃低温晶化, 降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的结晶度和透过率, 升高微晶玻璃和微晶玻璃制品
25 的雾度, 因此其含量上限为2%, 优选为1%, 更优选不含有 ZnO 。在一些实施方式中, 可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%的 ZnO 。

MgO 可降低玻璃熔炼难度, 有利于增加微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球高度, 但是容易促进玻璃低温晶化, 降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的结晶度和透过率, 因此其含量上限为2%, 优选为1%。在一些实施方式中, 可包
30 含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%的 MgO 。

SrO 是提高玻璃的低温熔化性和抑制玻璃成型时析晶的任选组分。含量

5 过多时,影响玻璃成型,成型时易析晶。因此本发明中SrO含量的范围为0~5%,优选为0~3%,更优选0~1%,进一步优选不含有SrO。在一些实施方式中,可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的SrO。

BaO是有助于提高玻璃的成玻性能的任选组分,含量过多时,不利玻璃
10 成型。因此本发明BaO含量的范围为0~5%,优选为0~3%,更优选0~1%,进一步优选不含有BaO。在一些实施方式中,可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的BaO。

CaO可以增加玻璃的硬度,含量过多时,玻璃成型时容易发乳。因此本发明中CaO含量的范围为0~5%,优选为0~3%,更优选0~1%,进一步优选
15 不含有CaO。在一些实施方式中,可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的CaO。

TiO₂是一种有助于降低基质玻璃的熔化温度、提高化学稳定性的可选成分,本发明中含有5%以下的TiO₂,可以使基质玻璃晶化过程变得容易控制,优选为3%以下,更优选为1%以下。在一些实施方式中,进一步优选不
20 含有TiO₂。在一些实施方式中,可包含约0%、大于0%、0.1%、0.3%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%的TiO₂。

Ln₂O₃ (Ln₂O₃为La₂O₃、Gd₂O₃、Yb₂O₃中的一种或多种)是提高微晶玻璃的硬度和化学稳定性,抑制玻璃成型析晶的任选组分,含量过多时会影响玻璃的化学强化性能,降低微晶玻璃制品的强度。因此本发明中Ln₂O₃含量的范
25 围为0~5%,优选为0~4%,更优选0~3%,进一步优选不含有Ln₂O₃。在一些实施方式中,可包含约0%、大于0%、0.1%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%、5.0%的Ln₂O₃。

在一些实施方式中,玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品还可包括0~2%的澄清剂,以提高玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的除泡能力。这种澄清剂
30 包括但不限于Sb₂O₃、SnO₂、SnO、CeO₂、F、Cl和Br中的一种或多种,优选Sb₂O₃作为澄清剂。上述澄清剂单独或组合存在时,其含量的上限优选为1%,更

5 优选为0.5%。在一些实施方式中，上述澄清剂中的一种或多种的含量约为0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%。

为使本发明玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品获得期望的机械性能、光学性能、生产性能和化学强化性能等优异性能，在本发明的一些实施方式
10 中优选不含有F；和/或不含有Ta₂O₅。

PbO和As₂O₃是有毒物质，即使少量的加入也不符合环保的要求，因此本发明在一些实施方式中优选不含有PbO和As₂O₃。

本发明的一些实施方式中，通过含有着色剂，可以制备出具有颜色的基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，可使基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻
15 璃制品呈现不同的颜色，着色剂含有：NiO：0~4%；和/或Ni₂O₃：0~4%；和/或CoO：0~2%；和/或Co₂O₃：0~2%；和/或Fe₂O₃：0~7%；和/或MnO₂：0~4%；和/或Er₂O₃：0~8%；和/或Nd₂O₃：0~8%；和/或Cu₂O：0~4%；和/或Pr₂O₅：0~8%；和/或CeO₂：0~4%。其着色剂重量百分比含量及其作用详述如下：

20 本发明制备的褐色或绿色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用NiO、Ni₂O₃或Pr₂O₅为着色剂。NiO和Ni₂O₃为着色剂，用于制备褐色或绿色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，两种组分可以单独使用或者混合使用，其分别含量一般为4%以下，优选为3%以下，如果含量超过4%，着色剂不能很好溶于基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品中，其分别的含量下
25 限在0.1%以上，如低于0.1%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不明显。在一些实施方式中，可包含约0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、
30 4.0%的NiO或Ni₂O₃。如混合使用时，NiO和Ni₂O₃合计量一般为4%以下，合计量下限在0.1%以上。在一些实施方式中，可包含约0.1%、0.2%、0.3%、

5 0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、
1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、
2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、
3.7%、3.8%、3.9%、4.0%的 NiO 和 Ni_2O_3 。使用 Pr_2O_5 作为绿色基质玻璃、微
晶玻璃或微晶玻璃制品着色剂，单独使用，一般含量为 8% 以下，优选含量
10 为 6% 以下，其含量下限在 0.4% 以上，如低于 0.4%，基质玻璃、微晶玻璃
或微晶玻璃制品颜色不明显。在一些实施方式中，可包含约 0.4%、0.6%、
0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%、2.2%、2.4%、2.6%、2.8%、
3.0%、3.2%、3.4%、3.6%、3.8%、4.0%、4.2%、4.4%、4.6%、4.8%、5.0%、
5.2%、5.4%、5.6%、5.8%、6.0%、6.2%、6.4%、6.6%、6.8%、7.0%、7.2%、
15 7.4%、7.6%、7.8%、8.0% 的 Pr_2O_5 。

本发明制备的蓝色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 CoO 或
 Co_2O_3 为着色剂，两种着色剂组分可以单独使用或者混合使用，其分别的含
量都一般为 2% 以下，优选为 1.8% 以下，如果含量超过了 2%，着色剂不能
很好溶于基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品中，其分别的含量下限在
20 0.05% 以上，如低于 0.05%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不明
显。在一些实施方式中，可包含约 0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、
0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、
1.7%、1.8%、1.9%、2.0% 的 CoO 或 Co_2O_3 。如混合使用时，CoO 和 Co_2O_3 合
计量不超过 2%，合计量下限在 0.05% 以上。在一些实施方式中，可包含约
25 0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、
1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0% 的 CoO 和
 Co_2O_3 。

本发明制备的黄色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 Cu_2O 或
 CeO_2 为着色剂，两种着色剂组分单独使用或者混合使用，其分别的含量下
30 限在 0.5% 以上，如低于 0.5%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不
明显，单独使用 Cu_2O 为 4% 以下，优选为 3% 以下，如果含量超过 4%，容易

5 使基质玻璃析晶。在一些实施方式中，可包含约 0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4.0%的 Cu_2O 。单独使用 CeO_2 含量一般为 4% 以下，优选为 3% 以下，如含量超过 4%，基质
10 玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品光泽不好。在一些实施方式中，可包含约 0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4.0% 的 CeO_2 。同时，少量的 CeO_2 加入玻璃中具有除泡的效果，
15 CeO_2 在玻璃中还可以作为澄清剂使用。如果两种着色剂混合使用时，其合计量一般为 4% 以下，合计量下限在 0.5% 以上。在一些实施方式中，可包含约 0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、
20 3.8%、3.9%、4.0% 的 CeO_2 和 Cu_2O 。

本发明制备的黑色或烟灰色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，单独使用 Fe_2O_3 为着色剂；或者使用 Fe_2O_3 和 CoO 两种混合使用的着色剂；或者使用 Fe_2O_3 和 Co_2O_3 两种混合使用的着色剂；或者使用 Fe_2O_3 、 CoO 和 NiO 三种混合使用的着色剂；或者使用 Fe_2O_3 、 Co_2O_3 和 NiO 三种混合使用的着色
25 剂。制备黑色和烟灰色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的着色剂主要使用 Fe_2O_3 着色，含量为 7% 以下，优选为 5% 以下，其含量下限在 0.2% 以上，在一些实施方式中，可包含约 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、
30 3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4.0%、4.5%、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0% 的 Fe_2O_3 。 CoO 和 Co_2O_3 在可见光有吸收，可

5 以加深基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的着色程度，一般与 Fe_2O_3 混合使用时各自的含量为 0.6% 以下，下限在 0.2% 以上。在一些实施方式中，可包含约 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 的 CoO 和/或 Co_2O_3 。 NiO 在可见光有吸收，可以加深基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的着色程度，一般混合使用时其含量为 1% 以下，合计量下限在 0.2% 以上。在一些实施方式中，
10 可包含约 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0% 的 NiO 。

本发明制备的紫色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 MnO_2 为着色剂，使用含量一般为 4% 以下，优选在 3% 以下，其含量下限在 0.1% 以上，如低于 0.1%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不明显。在一些实施方式中，可包含约 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、
15 0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4.0% 的 MnO_2 。

本发明制备的粉色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 Er_2O_3 为着色剂，使用含量一般为 8% 以下，优选在 6% 以下。由于稀土元素 Er_2O_3 着色效率低，当使用含量超过 8%，也不能使基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的颜色进一步的加深，反而增加成本，其含量下限在 0.4% 以上，如低于 0.4%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不明显。在一些实施方式中，可包含约 0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%、
20 2.2%、2.4%、2.6%、2.8%、3.0%、3.2%、3.4%、3.6%、3.8%、4.0%、4.2%、4.4%、4.6%、4.8%、5.0%、5.2%、5.4%、5.6%、5.8%、6.0%、6.2%、6.4%、6.6%、6.8%、7.0%、7.2%、7.4%、7.6%、7.8%、8.0% 的 Er_2O_3 。

本发明制备的紫红色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 Nd_2O_3 为着色剂，使用含量一般为 8% 以下，优选在 6% 以下。由于稀土元素 Nd_2O_3 着色效率低，使用含量超过了 8%，也不能使基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的颜色进一步的加深，反而增加成本，其含量下限在 0.4% 以上，如低
30

5 于0.4%，基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品颜色不明显。在一些实施方式中，可包含约0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%、2.2%、2.4%、2.6%、2.8%、3.0%、3.2%、3.4%、3.6%、3.8%、4.0%、4.2%、4.4%、4.6%、4.8%、5.0%、5.2%、5.4%、5.6%、5.8%、6.0%、6.2%、6.4%、6.6%、6.8%、7.0%、7.2%、7.4%、7.6%、7.8%、8.0%的Nd₂O₃。

10 本发明制备的红色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，使用 Er₂O₃、Nd₂O₃和 MnO₂混合着色剂，玻璃中 Er 离子在 400-500nm 有吸收，Mn 离子主要在 500nm 处有吸收，Nd 离子主要在 580nm 处有强的吸收，三种物质的混合，可以制备红色基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品，由于 Er₂O₃和 Nd₂O₃为稀土着色，着色能力比较弱，Er₂O₃使用量在 6%以内，Nd₂O₃使用量在 4%
15 以内，MnO₂着色强，使用量在 2%范围内，其使用混合着色剂合计量的下限在 0.9%以上。

本文所记载的“不含有”“0%”是指没有故意将该化合物、分子或元素等作为原料添加到本发明基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品中；但作为生产基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品的原材料和/或设备，会存在某些
20 不是故意添加的杂质或组分，会在最终的基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品中少量或痕量含有，此种情形也在本发明专利的保护范围内。

本发明的一些实施方式中，微晶玻璃和微晶玻璃制品中晶相含有一硅酸锂晶体，为本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品提供高的强度，微晶玻璃和微晶玻璃制品断裂韧性变高；微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球试验高度和
25 四点弯曲强度变大。本发明微晶玻璃化学强化性能优异，还可通过化学强化以获得额外的机械强度。通过合理的组分设计，可使本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品获得合适的晶粒大小，使本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品具有高的强度。本发明中微晶玻璃和微晶玻璃制品具有良好的结晶度，使本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品具有优异的机械性能。本文所称的结晶度是
30 指结晶的完整程度，结晶完整的晶体内部质点的排列比较规则，衍射线强、尖锐且对称，衍射峰的半高宽接近仪器测量的宽度；结晶度差的晶体中有

5 位错等缺陷，使衍射线峰形宽而弥散。结晶度越差，衍射能力越弱，衍射峰越宽，直到消失在背景之中。在一些实施方式中，微晶玻璃制品或微晶玻璃的结晶度为50%以上，优选为60%以上，更优选为70%以上。

本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品中晶粒尺寸和种类会影响微晶玻璃或微晶玻璃制品的雾度和透过率，晶粒越小透过率越高；雾度越小，透过率
10 越高。在一些实施方式中，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品或微晶玻璃的雾度为 0.15%以下，优选为 0.12%以下，更优选为 0.1%以下。在一些实施方式中，微晶玻璃制品或微晶玻璃的晶粒尺寸为 50nm 以下，优选为 40nm 以下，更优选为 30nm 以下。

在一些实施方式中，本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品中晶相含量和折
15 射率影响微晶玻璃或微晶玻璃制品的 |B| 值，在可见光范围观察微晶玻璃或微晶玻璃制品出现偏蓝或者偏黄，影响产品的光学性能，在 LAB（物质颜色的色度值）中用 |B| 值进行标示。微晶玻璃或微晶玻璃制品在可见光范围中呈现低 |B| 值，在一些实施方式中 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品或微晶玻璃 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下，优选为 0.55 以下，更
20 优选为 0.5 以下。

在一些实施方式中，本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品在可见光范围中呈现高的透明度（即微晶玻璃或微晶玻璃制品是透明的）。微晶玻璃或微晶玻璃制品在可见光范围中呈现高的透过率，在一些实施方式中 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品或微晶玻璃 400~800nm 的平均光透过率优选为 89%
25 以上。在一些优选的实施方式中，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品或微晶玻璃 550nm 的光透过率优选为 91%以上。

在一些实施方式中，可将抗微生物成分添加到基质玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃制品中。本文所述的微晶玻璃或微晶玻璃制品可用于例如厨房或餐饮工作台面的应用，其中很可能暴露于有害细菌。可添加到基质玻璃、
30 微晶玻璃或微晶玻璃制品的抗微生物组分包括但不限于Ag, AgO, Cu, CuO, Cu₂O等。在一些实施方式中，上述抗微生物组分的单独或组合含量为2%以下，优

5 选为1%以下。

本发明的基质玻璃、微晶玻璃和微晶玻璃制品可以通过如下方法进行生产和制造：

生成基质玻璃：按照组分比例将原料混合均匀，将均匀的混合物放入铂制或石英制的坩埚中，根据玻璃组成的熔化难易度，在电炉或燃气炉中
10 在1250~1650℃的温度范围内进行5~24小时。熔化，搅拌使其均匀后，降至适当的温度并浇铸到模具中，缓慢冷却而成。

本发明的基质玻璃可以通过众所周知的方法进行成型。

本发明的基质玻璃，在成型后或成型加工后通过晶化工艺进行晶化处理，在玻璃内部均匀地析出结晶。该晶化处理可以通过1个阶段进行，也可以
15 通过2个阶段进行，优选采用2个阶段进行晶化处理。在第1温度下进行成核工艺的处理，然后在比成核工艺温度高的第2温度下进行晶体生长工艺的处理。将在第1温度下进行的晶化处理称为第1晶化处理，将在第2温度下进行的晶化处理称为第2晶化处理。

为了使微晶玻璃得到所期望的物理性质，优选的晶化工艺为：

20 上述通过1个阶段进行晶化处理，可以连续地进行核形成工艺与结晶生长工艺。即，升温至规定的晶化处理温度，在达到晶化处理温度之后，将其温度保持一定的时间，然后再进行降温。该晶化处理温度优选为在600~750℃，为了能够析出所期望的晶相，更优选为650~700℃，在晶化处理温度下的保持时间，优选为0~8小时，更优选为1~6小时。

25 上述通过2个阶段进行晶化处理时，第1温度优选为470~630℃，第2温度优选为650~750℃。在第1温度下的保持时间，优选为0~24小时，更优选为2~15小时。在第2温度下的保持时间，优选为0~10小时，更优选为0.5~6小时。

上述保持时间0小时，是指在达到其温度后不到1分钟又开始降温或升
30 温。

在一些实施方式中，可通过各种工艺将本文所述的基质玻璃或微晶玻

5 璃制造成成形体，所述成形体包括但不限于片材，所述工艺包括但不限于狭缝拉制、浮法、辊压和本领域公知的其他形成片材的工艺。或者，可通过本领域所公知的浮法或辊压法来形成基质玻璃或微晶玻璃。

本发明的基质玻璃或微晶玻璃，可以采用研磨或抛光加工等方法制造片材的玻璃成形体，但制造玻璃成形体的方法，并不限于这些方法。

10 本发明的基质玻璃或微晶玻璃成形体，可以在一定温度下采用热弯或压型等方法制备形成各种形状，并不限于这些方法。

本发明所述的基质玻璃、微晶玻璃和微晶玻璃制品可具有合理有用的任何厚度。

15 本发明的微晶玻璃除了通过析出结晶提高机械特性之外，还可以通过形成压缩应力层获得更高的强度，从而制成微晶玻璃制品。

在一些实施方式中，可将基质玻璃或微晶玻璃加工成片材，和/或造型（如打孔、热弯等），定形后抛光和/或扫光，再通过化学强化工艺进行化学强化。

20 本发明所述的化学强化，即是离子交换法。本发明的基质玻璃、微晶玻璃都是可通过本技术领域所公知的方法进行离子交换。在离子交换过程中，基质玻璃或微晶玻璃中的较小的金属离子被靠近基质玻璃或微晶玻璃的具有相同价态的较大金属离子置换或“交换”。用较大的离子置换较小的离子，在基质玻璃或微晶玻璃中构建压缩应力，形成压缩应力层。

25 在一些实施方式中，金属离子是单价碱金属离子（例如 Na^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 等），离子交换通过将基质玻璃或微晶玻璃浸没在包含较大的金属离子的至少一种熔融盐的盐浴中进行，该较大的金属离子用于置换基质玻璃中的较小的金属离子。或者，其他单价金属离子例如 Ag^+ 、 Tl^+ 、 Cu^+ 等也可用于交换单价离子。用来化学强化基质玻璃或微晶玻璃的一种或更多种离子交换过程可包括但不限于：将其浸没在单一盐浴中，或者将其浸没在具有相同或不同组成的多个盐浴中，在浸没之间有洗涤和/或退火步骤。

30 在一些实施方式中，基质玻璃或微晶玻璃可通过在浸没于约 430°C ～

- 5 470℃的温度的熔融Na盐（如NaNO₃）的盐浴中约6~20小时来进行离子交换，
优选温度范围为435℃~460℃，优选时间范围为8~13小时。在这种实施方式中，Na离子置换基质玻璃或微晶玻璃中的部分Li离子，从而形成表面压缩层且呈现高机械性能。在一些实施方式中，基质玻璃或微晶玻璃可通过在
10 浸没于约400℃~450℃的温度下熔融K盐（如KNO₃）的盐浴中1~8小时来进行离子交换，优选时间范围为2~4小时。

在一些实施方式中，还有向基质玻璃或微晶玻璃的表层注入离子的离子注入法，以及对基质玻璃或微晶玻璃进行加热，然后快速冷却的热强化法。

- 15 本发明微晶玻璃和/或微晶玻璃制品和/或基质玻璃各项性能指标采用以下方法测试：

[雾度]

采用雾度测试仪EEL57D，以1mm以下的样品制备，以GB2410-80为标准进行测试。

[晶粒尺寸]

- 20 利用SEM扫描电镜进行测定，微晶玻璃通过在HF酸中进行表面处理，再对微晶玻璃表面进行喷金，在SEM扫描电镜下进行表面扫描，确定其晶粒的大小。

[光透过率]

本文所述的光透过率均为外部透过率，有时候简称透过率。

- 25 将样品加工成1mm以下并进行相对面平行抛光，利用日立U-41000形分光光度计测定400~800nm的平均光透过率。

将样品加工成1mm以下并进行相对面平行抛光，利用日立U-41000形分光光度计测定550nm的光透过率。

[结晶度]

- 30 将XRD衍射峰与数据库图谱进行对比，结晶度是通过计算结晶相衍射强度在整体图谱强度中所占比例所得，并且通过使用纯石英晶体进行内部标

5 定。

[表面应力]和[离子交换层深度]

利用玻璃表面应力仪FSM-6000LEUV进行表面应力测定。

利用玻璃表面应力仪SLP-2000进行离子交换层深度测定。

作为测定条件以样品的折射率为1.54、光学弹性常数为

10 25.3[(nm/cm)/Mpa]进行计算。

[落球试验高度]

将 150×57×0.55mm 的微晶玻璃制品样品放置在玻璃承载夹具上，使 132g 的钢球从规定高度落下，样品不发生断裂而能够承受的冲击的最大落球试验高度。具体地说，试验从落球试验高度 800mm 开始实施，在不发生
15 断裂的情况下，通过 850mm、900mm、950mm、1000mm 及以上依次改变高度。对于具有“落球试验高度”的实施例，以微晶玻璃制品为试验对象。在实施例中记录为 1000mm 的试验数据，表示即使从 1000mm 的高度使钢球落下微晶玻璃制品也不发生断裂而承受了冲击。本发明中落球试验高度有时候简称落球高度。

20 [本体落球高度]

将 150×57×0.55mm 的微晶玻璃样品放置在玻璃承载夹具上，使 32g 的钢球从规定高度落下，样品不发生断裂而能够承受的冲击的最大落球试验高度即为本体落球高度。具体地说，试验从落球试验高度 500mm 开始实施，在不发生断裂的情况下，通过 550mm、600mm、650mm、700mm 及以上依
25 次改变高度。对于具有“本体落球高度”的实施例，以微晶玻璃为试验对象。在实施例中记录为 1000mm 的试验数据，表示即使从 1000mm 的高度使钢球落下微晶玻璃也不发生断裂而承受了冲击。

[断裂韧性]

使用直接测量压痕扩展裂纹尺寸的方法，试样规格为2mm×4mm×20mm，
30 经过倒角、磨平和抛光，试样制备完成后，用维氏硬度压头在试样上加49N的力并维持30s的时间，打出压痕后，用三点弯曲的方法测定其断裂强度。

5 [四点弯曲强度]

采用微机控制电子万能试验机CMT6502, 样品规格为1mm以下厚度, 以ASTM C 158-2002为标准进行测试。

样品厚度优选为0.2~1mm, 更优选为0.3~0.9mm, 进一步优选为0.5~0.8mm, 更进一步优选为0.55mm或0.6mm或0.68mm或0.72mm或0.75mm。

10 [维氏硬度]

用相对面夹角为136°的金刚石四角锥压头在试验面上压入金字塔形状的凹陷时的负荷(N)除以通过凹陷的长度计算出的表面积(mm^2)的值表示。使试验负荷为100(N)、保持时间为15(秒)进行。本发明中有时候将维氏硬度简称为硬度。

15 [|B|值]

使用美能达CM-700d进行B值检测。用配套校正长筒和短筒分别进行仪器零位校准和白板校准, 校准后用长筒再进行对空测试, 判定仪器稳定校准可靠性($B \leq 0.05$), 仪器校正合格后将产品放置在零位长筒上进行测试。

20 [|B|值是B值的绝对值。]

[热膨胀系数]

热膨胀系数($\alpha_{20^\circ\text{C}-120^\circ\text{C}}$)按照GB/T7962.16-2010测试方法进行测试。

[折射率]

折射率(nd)按照GB/T7962.1-2010方法测试。

25 本发明微晶玻璃制品具有以下性能:

1) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的表面应力为600MPa以上, 优选为650MPa以上, 更优选为700MPa以上。

2) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的四点弯曲强度为600MPa以上, 优选为650MPa以上, 更优选为700MPa以上。

30 3) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的离子交换层深度为20 μm 以上, 优选为30 μm 以上, 更优选40 μm 以上。

- 5 4) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的落球试验高度为 1300mm 以上, 优选为 1400mm 以上, 更优选为 1500mm 以上。
- 5) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的断裂韧性为 $1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 优选为 $1.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上, 更优选为 $1.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上。
- 6) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的维氏硬度 (H_v) 为 $700\text{kgf}/\text{mm}^2$
10 以上, 优选为 $720\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上, 更优选为 $730\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上。
- 7) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的结晶度为 50% 以上, 优选为 60% 以上, 更优选为 70% 以上。
- 8) 在一些实施方式中, 微晶玻璃制品的晶粒尺寸为 50nm 以下, 优选为 40nm 以下, 更优选为 30nm 以下。
- 15 9) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的雾度为 0.15% 以下, 优选为 0.12% 以下, 更优选为 0.1% 以下。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 10) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品, 400~800nm
20 波长的平均透过率 89% 以上。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 11) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品, 550nm 波长的透过率为 91% 以上。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步
25 优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 12) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃制品, 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下, 优选为 0.55 以下, 更优选为 0.5 以下。该厚度
30 优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

本发明微晶玻璃具有以下性能:

- 5 1) 在一些实施方式中, 微晶玻璃的结晶度为 50%以上, 优选为 60%以上, 更优选为 70%以上。
- 2) 在一些实施方式中, 微晶玻璃的晶粒尺寸为 50nm 以下, 优选为 40nm 以下, 优选为 30nm 以下。
- 3) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃的雾度为 0.15% 以下, 10 优选为 0.12% 以下, 更优选为 0.1% 以下。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 4) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃, 400~800nm 波长的平均透过率 89% 以上。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一 15 步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 5) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃, 550nm 波长的透过率为 91% 以上。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 20 6) 在一些实施方式中, 微晶玻璃本体落球高度为 1000mm 以上, 优选为 1100mm 以上, 更优选为 1200mm 以上。
- 7) 在一些实施方式中, 1mm 以下厚度的微晶玻璃, 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下, 优选为 0.55 以下, 更优选为 0.5 以下。该厚度优选为 0.2~1mm, 更优选为 0.3~0.9mm, 进一步优选为 0.5~0.8mm, 更进一步优 25 选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。
- 8) 在一些实施方式中, 微晶玻璃的维氏硬度 (H_v) 为 650kgf/mm² 以上, 优选为 680kgf/mm² 以上, 更优选为 700kgf/mm² 以上。
- 9) 在一些实施方式中, 微晶玻璃的热膨胀系数 ($\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}}$) 为 75~95 $\times 10^{-7}$ /K。
- 30 10) 在一些实施方式中, 微晶玻璃的折射率 (n_d) 为 1.5700~1.5800。
- 本发明基质玻璃具有以下性能:

5 1) 在一些实施方式中，基质玻璃的热膨胀系数（ $\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}}$ ）为 $50\times 10^{-7}/\text{K}\sim 70\times 10^{-7}/\text{K}$ 。

2) 在一些实施方式中，基质玻璃的折射率（ n_d ）为 1.5600~1.5700。

本发明的微晶玻璃、微晶玻璃制品和基质玻璃由于具有上述优异的性能，可广泛制作成玻璃盖板或玻璃元器件；同时，本发明微晶玻璃、微晶
10 玻璃制品和基质玻璃应用于电子设备或显示设备中，如手机、手表、电脑、
触摸显示屏等，用于制造移动电话、智能电话、平板电脑、笔记本电脑、PDA、
电视机、个人电脑、MTA 机器或工业显示器的防护玻璃，或用于制造触摸屏、
防护窗、汽车车窗、火车车窗、航空机械窗、触摸屏防护玻璃，或用于
制造硬盘基材或太阳能电池基材，或用于制造白色家电，如用于制造冰
15 箱部件或厨具。

实施例

为了进一步清楚地阐释和说明本发明的技术方案，提供以下的非限制性
实施例。本发明实施例经过诸多努力以确保数值(例如数量、温度等)的
精确性，但是必须考虑到存在一些误差和偏差。组成自身基于氧化物以重量
20 量%给出，且已标准化成 100%。

〈基质玻璃实施例〉

本实施例采用上述基质玻璃的制造方法得到具有表 1~表 4 所示的组
成的基质玻璃。另外，通过本发明所述的测试方法测定各基质玻璃的特性，
并将测定结果表示在表 1~表 4 中。

25 表 1.

组分 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
SiO ₂	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Al ₂ O ₃	11.5	11	10	11	11	8	8	8	9
Li ₂ O	13	13.5	15	14.5	15	16	18	13	13
Na ₂ O	1	1	2	1	2	1	1	1	3
P ₂ O ₅	4	4	4	4	5	6	4	5	4
ZrO ₂	10	11	8.5	8	7	8	7	10	7
Y ₂ O ₃	6	5	4	3	3	3	3	3	3
K ₂ O	1	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	2	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MgO	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	4.5	5.7	6.9	8.8	9.0	10.0	9.7	9.3	8.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.43	0.39	0.36	0.42	0.41	0.27	0.28	0.29	0.38
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	1.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.09	0.08	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
α 20°C-120°C (×10 ⁻⁷ /K)	62	65	65	63	63	68	68	65	68
n _d	1.5629	1.5615	1.5601	1.5659	1.5633	1.5619	1.5689	1.5642	1.5677

5 表 2.

组分 (wt%)	10#	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#
SiO ₂	62	63	53	53	50	51	52	64	65
Al ₂ O ₃	8	8	12	9	15	8	14	8	8
Li ₂ O	14.5	13	20	15	13	22	15	13	13
Na ₂ O	1	1	1	1	0	1	4	0	0
P ₂ O ₅	4	5	4	7	9	4	4	4	4
ZrO ₂	7	7	7	12	6	12	8	7	8
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	7	2	3	1	1
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	3	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.4	0.4	0.4	0.3	1.2	0.2	0.4	0.1	0.1
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	8.5	8.3	10.3	11.3	4.0	19.0	9.0	24.0	25.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.31	0.32	0.39	0.26	0.54	0.21	0.52	0.33	0.32
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.5	1.3	0.0	0.0

$Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$	0.04	0.04	0.05	0.05	0.11	0.03	0.05	0.01	0.01
$\alpha_{20^\circ C-120^\circ C} (\times 10^{-7}/K)$	69	69	68	65	60	58	59	62	70
n_d	1.5601	1.5622	1.5610	1.5612	1.5611	1.5610	1.5608	1.5602	1.5626

5

表 3.

组分 (wt%)	19#	20#	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#
SiO ₂	54	55	55	45	46	47	48	49	66
Al ₂ O ₃	8	8	8	10	17	16	10	10	8
Li ₂ O	15	15	15	25	18	18	24	23	10
Na ₂ O	0	4	2	0	0	0	0	0	0
P ₂ O ₅	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ZrO ₂	9	9	9	8	9	9	9	9	9
Y ₂ O ₃	4	3	3	8	3	3	3	3	3
K ₂ O	4	0	2	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	2	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	2	0
SrO	2	0	0	0	3	0	0	0	0
BaO	0	2	0	0	0	3	0	0	0
TiO ₂	0	0	2	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.4	0.3	0.3	1.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	7.0	9.3	9.3	4.6	10.3	10.3	12.3	12.0	7.7
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.29	0.29	0.29	0.27	0.55	0.52	0.27	0.28	0.35
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.06	0.05	0.05	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
$\alpha_{20^\circ C-120^\circ C} (\times 10^{-7}/K)$	62	70	70	53	52	52	65	64	63
n_d	1.5650	1.5625	1.5608	1.5632	1.5667	1.5611	1.5632	1.5688	1.5655

表 4.

组分 (wt%)	28#	29#	30#	31#	32#	33#	34#
SiO ₂	67	68	69	70	49	50	55
Al ₂ O ₃	8	8	8	8	10	10	8
Li ₂ O	10	10	10	10	12	15	15
Na ₂ O	1	0	0	0	2	6	2
P ₂ O ₅	2	2	2	2	4	4	4
ZrO ₂	9	9	8	7	15	9	9
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	8	1	2
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	5
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	5	0

ZnO	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.1	0.2
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	7.0	7.0	6.7	6.3	3.9	28.0	14.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.38	0.38	0.40	0.42	0.32	0.36	0.29
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	1.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.14	0.02	0.03
$\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}} (\times 10^{-7}/\text{K})$	68	69	70	65	65	65	65
n _d	1.5666	1.5689	1.5634	1.5641	1.5625	1.5618	1.5625

5 <微晶玻璃实施例>

本实施例采用上述微晶玻璃的制造方法得到具有表 5～表 8 所示的组成的微晶玻璃。另外，通过本发明所述的测试方法测定各微晶玻璃的特性，并将测定结果表示在表 5～表 8 中。

表 5.

组分 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
SiO ₂	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Al ₂ O ₃	11.5	11	10	11	11	8	8	8	9
Li ₂ O	13	13.5	15	14.5	15	16	18	13	13
Na ₂ O	1	1	2	1	2	1	1	1	3
P ₂ O ₅	4	4	4	4	5	6	4	5	4
ZrO ₂	10	11	8.5	8	7	8	7	10	7
Y ₂ O ₃	6	5	4	3	3	3	3	3	3
K ₂ O	1	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	2	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	4.5	5.7	6.9	8.8	9.0	10.0	9.7	9.3	8.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.43	0.39	0.36	0.42	0.41	0.27	0.28	0.29	0.38
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	1.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.09	0.08	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
晶相	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂
结晶度 (%)	80	84	90	80	82	88	75	74	73
晶粒尺寸 (nm)	25	25	30	25	25	25	25	30	25
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
1mm 厚 B 值	0.45	0.45	0.4	0.45	0.4	0.45	0.4	0.42	0.47
H _v (kgf/mm ²)	706	703	710	711	706	707	701	703	705
1mm 厚 400~800nm 的 平均光透射率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的光 透射率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92
本体落球高度 (mm)	1200	1200	1200	1200	1250	1200	1200	1200	1300
α _{20℃-120℃} (×10 ⁻⁷ /K)	92	93	90	92	95	92	98	92	88
n _d	1.5789	1.5734	1.5711	1.5725	1.5718	1.5788	1.5755	1.5766	1.5778

5 表 6.

组分 (wt%)	10#	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#
SiO ₂	62	63	53	53	50	51	52	64	65
Al ₂ O ₃	8	8	12	9	15	8	14	8	8
Li ₂ O	14.5	13	20	15	13	22	15	13	13
Na ₂ O	1	1	1	1	0	1	4	0	0
P ₂ O ₅	4	5	4	7	9	4	4	4	4
ZrO ₂	7	7	7	12	6	12	8	7	8
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	7	2	3	1	1
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	3	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0

合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y_2O_3/ZrO_2	0.4	0.4	0.4	0.3	1.2	0.2	0.4	0.1	0.1
$(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$	8.5	8.3	10.3	11.3	4.0	19.0	9.0	24.0	25.0
$Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$	0.31	0.32	0.39	0.26	0.54	0.21	0.52	0.33	0.32
Na_2O/Y_2O_3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.5	1.3	0.0	0.0
$Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$	0.04	0.04	0.05	0.05	0.11	0.03	0.05	0.01	0.01
晶相	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂
结晶度 (%)	77	76	85	89	67	68	65	61	62
晶粒尺寸 (nm)	25	25	30	25	35	35	35	40	40
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.14	0.14
1mm 厚 B 值	0.4	0.45	0.4	0.48	0.54	0.54	0.48	0.54	0.54
H_v (kgf/mm ²)	708	709	703	702	695	685	680	692	684
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的 光透射率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92
本体落球高度 (mm)	1200	1200	1350	1200	1100	1100	1100	1100	1100
α 20°C-120°C ($\times 10^{-7}/K$)	92	86	89	85	93	95	80	83	85
n_d	1.5705	1.5725	1.5709	1.5778	1.5708	1.5702	1.5726	1.575	1.5725

5

表 7.

组分 (wt%)	19#	20#	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#
SiO_2	54	55	55	45	46	47	48	49	66
Al_2O_3	8	8	8	10	17	16	10	10	8
Li_2O	15	15	15	25	18	18	24	23	10
Na_2O	0	4	2	0	0	0	0	0	0
P_2O_5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ZrO_2	9	9	9	8	9	9	9	9	9
Y_2O_3	4	3	3	8	3	3	3	3	3
K_2O	4	0	2	0	0	0	0	0	0
B_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	2	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	2	0
SrO	2	0	0	0	3	0	0	0	0
BaO	0	2	0	0	0	3	0	0	0
TiO_2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.4	0.3	0.3	1.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	7.0	9.3	9.3	4.6	10.3	10.3	12.3	12.0	7.7
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.29	0.29	0.29	0.27	0.55	0.52	0.27	0.28	0.35
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.06	0.05	0.05	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
晶相	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂、磷酸 锂	一硅酸 锂
结晶度 (%)	68	69	68	55	56	57	58	59	54
晶粒尺寸 (nm)	35	35	35	35	35	35	35	35	35
1mm 厚雾度 (%)	0.12	0.12	0.12	0.11	0.09	0.09	0.1	0.1	0.09
1mm 厚 B 值	0.48	0.48	0.48	0.58	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
H _v (kgf/mm ²)	695	698	690	675	674	665	668	673	663
1mm 厚 400 ~ 800nm 的平均光透射率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的 光透射率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92
本体落球高度 (mm)	1100	1100	1100	1000	1000	1000	1000	1000	1000
α 20°C-120°C (×10 ⁻⁷ /K)	86	88	85	75	76	77	77	83	85
n _d	1.5710	1.5712	1.5705	1.5715	1.5706	1.5759	1.5733	1.5719	1.5789

5 表 8.

组分 (wt%)	28#	29#	30#	31#	32#	33#	34#
SiO ₂	67	68	69	70	49	50	55
Al ₂ O ₃	8	8	8	8	10	10	8
Li ₂ O	10	10	10	10	12	15	15
Na ₂ O	1	0	0	0	2	6	2
P ₂ O ₅	2	2	2	2	4	4	4
ZrO ₂	9	9	8	7	15	9	9
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	8	1	2
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	5
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	5	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.1	0.2

$(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$	7.0	7.0	6.7	6.3	3.9	28.0	14.0
$\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$	0.38	0.38	0.40	0.42	0.32	0.36	0.29
$\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	1.0
$\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.14	0.02	0.03
晶相	一硅酸锂	一硅酸锂	一硅酸锂	一硅酸锂	一硅酸锂	一硅酸锂	一硅酸锂
结晶度 (%)	53	55	55	51	55	58	59
晶粒尺寸 (nm)	35	35	35	35	35	40	35
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.14	0.14	0.1
1mm 厚 B 值	0.48	0.48	0.48	0.50	0.48	0.48	0.48
H_v (kgf/mm ²)	653	654	663	668	685	686	689
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率 (%)	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的光透射率 (%)	92	92	92	92	92	92	92
本体落球高度 (mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
α 20°C - 120°C ($\times 10^{-7}/\text{K}$)	86	88	82	86	88	89	88
n_d	1.5742	1.5779	1.5732	1.5767	1.5711	1.5732	1.5711

5 <微晶玻璃制品实施例>

本实施例采用上述微晶玻璃制品的制造方法得到具有表 9~表 12 所示的组成的微晶玻璃制品。另外，通过本发明所述的测试方法测定各微晶玻璃制品的特性，并将测定结果表示在表 9~表 12 中。

表 9.

组分 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
SiO_2	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Al_2O_3	11.5	11	10	11	11	8	8	8	9
Li_2O	13	13.5	15	14.5	15	16	18	13	13
Na_2O	1	1	2	1	2	1	1	1	3
P_2O_5	4	4	4	4	5	6	4	5	4
ZrO_2	10	11	8.5	8	7	8	7	10	7
Y_2O_3	6	5	4	3	3	3	3	3	3
K_2O	1	0	0	0	0	0	0	0	0
B_2O_3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sb ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	4.5	5.7	6.9	8.8	9.0	10.0	9.7	9.3	8.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.43	0.39	0.36	0.42	0.41	0.27	0.28	0.29	0.38
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	1.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.09	0.08	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
表面应力 (MPa)	775	805	778	776	786	769	780	856	780
离子交换层深度 (μ m)	28	26	26	48	49	45	45	45	46
四点弯曲 (MPa)	775	758	736	755	843	855	795	810	862
落球试验高度 (mm)	1600	1500	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1500
断裂韧性 (MPa• m ^{1/2})	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3
H _v (kgf/mm ²)	766	763	770	771	766	767	761	763	765
结晶度 (%)	80	84	90	80	82	88	75	74	73
晶粒尺寸 (nm)	25	25	30	25	25	25	25	30	25
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
1mm 厚 400~800nm 的平均光透过率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的光透过率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92

5

表 10.

组分 (wt%)	10#	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#
SiO ₂	62	63	53	53	50	51	52	64	65
Al ₂ O ₃	8	8	12	9	15	8	14	8	8
Li ₂ O	14.5	13	20	15	13	22	15	13	13
Na ₂ O	1	1	1	1	0	1	4	0	0
P ₂ O ₅	4	5	4	7	9	4	4	4	4
ZrO ₂	7	7	7	12	6	12	8	7	8
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	7	2	3	1	1
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	3	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.4	0.4	0.4	0.3	1.2	0.2	0.4	0.1	0.1

(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	8.5	8.3	10.3	11.3	4.0	19.0	9.0	24.0	25.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.31	0.32	0.39	0.26	0.54	0.21	0.52	0.33	0.32
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.5	1.3	0.0	0.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.04	0.04	0.05	0.05	0.11	0.03	0.05	0.01	0.01
表面应力 (MPa)	785	790	765	773	655	659	688	656	688
离子交换层深度 (μm)	45	45	55	46	28	40	45	35	35
四点弯曲 (MPa)	835	799	745	776	704	669	691	633	688
落球试验高度 (mm)	1600	1600	1700	1600	1400	1400	1400	1400	1400
断裂韧性 (MPa·m ^{1/2})	1.5	1.3	1.4	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
H _v (kgf/mm ²)	768	769	763	762	703	708	711	713	724
结晶度 (%)	77	76	85	89	67	68	65	61	62
晶粒尺寸 (nm)	25	25	30	25	35	35	35	40	40
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11	0.12	0.14	0.14
1mm 厚 400 ~ 800nm 的平均光透过率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的光透过率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92

5

表 11.

组分 (wt%)	19#	20#	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#
SiO ₂	54	55	55	45	46	47	48	49	66
Al ₂ O ₃	8	8	8	10	17	16	10	10	8
Li ₂ O	15	15	15	25	18	18	24	23	10
Na ₂ O	0	4	2	0	0	0	0	0	0
P ₂ O ₅	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ZrO ₂	9	9	9	8	9	9	9	9	9
Y ₂ O ₃	4	3	3	8	3	3	3	3	3
K ₂ O	4	0	2	0	0	0	0	0	0
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	2	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	2	0
SrO	2	0	0	0	3	0	0	0	0
BaO	0	2	0	0	0	3	0	0	0
TiO ₂	0	0	2	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.4	0.3	0.3	1.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	7.0	9.3	9.3	4.6	10.3	10.3	12.3	12.0	7.7
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.29	0.29	0.29	0.27	0.55	0.52	0.27	0.28	0.35
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.06	0.05	0.05	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
表面应力 (MPa)	673	697	656	638	635	635	648	649	625
离子交换层深度 (μ m)	35	35	35	25	35	35	35	35	30
四点弯曲 (MPa)	698	668	695	658	678	635	645	655	635
落球试验高度 (mm)	1400	1400	1300	1300	1600	1600	1700	1600	1600
断裂韧性 (MPa• m ^{1/2})	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
H _v (kgf/mm ²)	706	720	721	713	714	716	711	705	704
结晶度 (%)	68	69	68	55	56	57	58	59	54
晶粒尺寸 (nm)	35	35	35	35	35	35	35	35	35
1mm 厚雾度 (%)	0.12	0.12	0.12	0.11	0.09	0.09	0.1	0.1	0.09
1mm 厚 400 ~ 800nm 的平均光透过率 (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的光透过率 (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92

5

表 12.

组分 (wt%)	28#	29#	30#	31#	32#	33#	34#
SiO ₂	67	68	69	70	49	50	55
Al ₂ O ₃	8	8	8	8	10	10	8
Li ₂ O	10	10	10	10	12	15	15
Na ₂ O	1	0	0	0	2	6	2
P ₂ O ₅	2	2	2	2	4	4	4
ZrO ₂	9	9	8	7	15	9	9
Y ₂ O ₃	3	3	3	3	8	1	2
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	5
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	5	0
ZnO	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Yb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100
Y ₂ O ₃ /ZrO ₂	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.1	0.2
(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)/Y ₂ O ₃	7.0	7.0	6.7	6.3	3.9	28.0	14.0
Al ₂ O ₃ /(Li ₂ O+ZrO ₂ +P ₂ O ₅)	0.38	0.38	0.40	0.42	0.32	0.36	0.29
Na ₂ O/Y ₂ O ₃	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	1.0
Y ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +SiO ₂)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.14	0.02	0.03
表面应力 (MPa)	612	638	648	635	645	601	645
离子交换层深度 (μ m)	45	30	30	30	45	45	35
四点弯曲 (MPa)	648	651	645	638	679	625	612

落球试验高度 (mm)	1600	1700	1600	1700	1300	1400	1500
断裂韧性 (MPa• m ^{1/2})	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
H _v (kgf/mm ²)	713	712	709	705	701	711	701
结晶度 (%)	53	55	55	51	55	58	59
晶粒尺寸 (nm)	35	35	35	35	35	40	35
1mm 厚雾度 (%)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.14	0.14	0.1
1mm 厚 400 ~ 800nm 的 平均光透过率 (%)	90	90	90	90	90	90	90
1mm 厚 550nm 波长的 光透过率 (%)	92	92	92	92	92	92	92

5

10

15

20

5

权利要求书

1、微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：45～70%； Al_2O_3 ：8～18%； Li_2O ：10～25%； ZrO_2 ：5～15%； P_2O_5 ：2～10%； Y_2O_3 ：大于0但小于或等于8%。

10 2、如权利要求1所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，还含有： K_2O ：0～5%；和/或 MgO ：0～2%；和/或 ZnO ：0～2%；和/或 Na_2O ：0～6%；和/或 SrO ：0～5%；和/或 BaO ：0～5%；和/或 CaO ：0～5%；和/或 TiO_2 ：0～5%；和/或 B_2O_3 ：0～5%；和/或 Ln_2O_3 ：0～5%；和/或澄清剂：0～2%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

3、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下5种情形中的一种以上：

- 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于0；
2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为2.5～50.0；
20 3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为0.16～0.9；
4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为6.0以下；
5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于0但小于或等于0.15。

4、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：50～65%；和/或 Al_2O_3 ：8～15%；和/或 Li_2O ：13～22%；和/或 ZrO_2 ：6～12%；和/或 P_2O_5 ：3.5～9%；和/或 K_2O ：0～4%；
25 和/或 MgO ：0～1%；和/或 ZnO ：0～1%；和/或 Na_2O ：1～5%；和/或 Y_2O_3 ：1～7%；和/或 SrO ：0～3%；和/或 BaO ：0～3%；和/或 CaO ：0～3%；和/或 TiO_2 ：0～3%；和/或 B_2O_3 ：0～3%；和/或 Ln_2O_3 ：0～4%；和/或澄清剂：0～1%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、
30 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

5、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下5种情形中的一种以上：

- 5 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.1~1.0;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 3.0~40.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.18~0.6;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.1~5.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.01~0.12。
- 10 6、如权利要求 1 或 2 所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：53~63%；和/或 Al_2O_3 ：8~12%；和/或 Li_2O ：14~21%；和/或 ZrO_2 ：7~12%；和/或 P_2O_5 ：4~8%；和/或 K_2O ：0~2%；和/或 Y_2O_3 ：2~6%；和/或 B_2O_3 ：0~2%；和/或 Na_2O ：1.5~4%；和/或 SrO ：0~1%；和/或 TiO_2 ：0~1%；和/或 BaO ：0~1%；和/或 CaO ：0~1%；和/或 Ln_2O_3 ：0~3%；和/或澄清剂：0~0.5%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。
- 7、如权利要求 1 或 2 所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：
- 20 1) Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。
- 25 8、如权利要求 1 或 2 所述的微晶玻璃制品，其特征在于，其组分中不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 ZnO ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 B_2O_3 ；和/或不含有 Ln_2O_3 ；和/或不含有 F；和/或不含有 Ta_2O_5 。
- 9、如权利要求 1 或 2 所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃
- 30 制品的晶相含有一硅酸锂；和/或磷酸锂。
- 10、如权利要求 1 或 2 所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻

- 5 璃制品的晶相主要含有一硅酸锂，一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅酸锂占微晶玻璃制品的10~63.5%，优选为15~55%。

11、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃制品中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃制品的重量百分比为3~15%，优选为5~12%。

- 10 12、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃制品的表面应力为600MPa以上，优选为650MPa以上，更优选为700MPa以上；和/或四点弯曲强度为600MPa以上，优选为650MPa以上，更优选为700MPa以上；和/或离子交换层深度为20 μ m以上，优选为30 μ m以上，更优选40 μ m以上；和/或落球试验高度为1300mm以上，优选为1400mm以上，
15 上，更优选为1500mm以上；和/或断裂韧性为1MPa $\cdot$ m^{1/2}以上，优选为1.1MPa $\cdot$ m^{1/2}以上，更优选为1.2MPa $\cdot$ m^{1/2}以上；和/或维氏硬度为700kgf/mm²以上，优选为720kgf/mm²以上，更优选为730kgf/mm²以上。

- 13、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃制品的结晶度为50%以上，优选为60%以上，更优选为70%以上；和/或晶粒尺寸为50nm以下，优选为40nm以下，更优选为30nm以下。
20

- 14、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，1mm以下厚度的微晶玻璃制品的雾度为0.15%以下，优选为0.12%以下，更优选为0.1%以下；和/或400~800nm波长的平均透过率89%以上；和/或550nm波长的透过率为91%以上；和/或400~800nm的平均光|B|值为0.6以下，
25 优选为0.55以下，更优选为0.5以下。

15、如权利要求14所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃制品的厚度为0.2~1mm，优选为0.3~0.9mm，更优选为0.5~0.8mm，进一步优选为0.55mm或0.6mm或0.68mm或0.72mm或0.75mm。

- 16、如权利要求1或2所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述微晶玻璃制品含有着色剂。
30

17、如权利要求16所述的微晶玻璃制品，其特征在于，所述着色剂按

5 重量百分比表示, 含有: NiO: 0~4%; 和/或 Ni_2O_3 : 0~4%; 和/或 CoO: 0~2%; 和/或 Co_2O_3 : 0~2%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~7%; 和/或 MnO_2 : 0~4%; 和/或 Er_2O_3 : 0~8%; 和/或 Nd_2O_3 : 0~8%; 和/或 Cu_2O : 0~4%; 和/或 Pr_2O_3 : 0~8%; 和/或 CeO_2 : 0~4%。

18、微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 :
10 45~70%; Al_2O_3 : 8~18%; Li_2O : 10~25%; ZrO_2 : 5~15%; P_2O_5 : 2~10%;
 Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8%。

19、如权利要求 18 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%; 和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~5%; 和/或 TiO_2 : 0~
15 5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。

20、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

- 20 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0;
2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 2.5~50.0;
3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 0.16~0.9;
4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下;
5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15。

25 21、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 50~65%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%; 和/或 Li_2O : 13~22%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%; 和/或 K_2O : 0~4%; 和/或 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%; 和/或 SrO : 0~3%; 和/或 TiO_2 : 0~3%; 和/或 BaO : 0~3%; 和/或 CaO :
30 0~3%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%; 和/或澄清剂: 0~1%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、

5 SnO、CeO₂、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。

22、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃，其特征在于，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 1) Y₂O₃/ZrO₂ 为 0.1~1.0;
- 2) (Li₂O+ZrO₂+P₂O₅)/Y₂O₃ 为 3.0~40.0;
- 10 3) Al₂O₃/(Li₂O+ZrO₂+P₂O₅) 为 0.18~0.6;
- 4) Na₂O/Y₂O₃ 为 0.1~5.0;
- 5) Y₂O₃/(Al₂O₃+SiO₂) 为 0.01~0.12。

23、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃，其特征在于，其组分按重量百分比表示，含有：SiO₂：53~63%；和/或 Al₂O₃：8~12%；和/或 Li₂O：
15 14~21%；和/或 ZrO₂：7~12%；和/或 P₂O₅：4~8%；和/或 K₂O：0~2%；和/或 Y₂O₃：2~6%；和/或 B₂O₃：0~2%；和/或 Na₂O：1.5~4%；和/或 SrO：0~1%；和/或 TiO₂：0~1%；和/或 BaO：0~1%；和/或 CaO：0~1%；和/或 Ln₂O₃：0~3%；和/或澄清剂：0~0.5%，其中所述 Ln₂O₃ 为 La₂O₃、Gd₂O₃、Yb₂O₃ 中的一种或多种，澄清剂为 Sb₂O₃、SnO₂、SnO、CeO₂、F、Cl 和 Br 中的一种或多
20 种。

24、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃，其特征在于，其组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 1) Y₂O₃/ZrO₂ 为 0.2~0.6;
- 2) (Li₂O+ZrO₂+P₂O₅)/Y₂O₃ 为 4.0~21.0;
- 25 3) Al₂O₃/(Li₂O+ZrO₂+P₂O₅) 为 0.19~0.5;
- 4) Na₂O/Y₂O₃ 为 0.3~2.0;
- 5) Y₂O₃/(Al₂O₃+SiO₂) 为 0.03~0.09。

25、如权利要求 18 或 19 所述的微晶玻璃，其特征在于，其组分中不含有 SrO；和/或不含有 BaO；和/或不含有 CaO；和/或不含有 ZnO；和/或
30 不含有 PbO；和/或不含有 As₂O₃；和/或不含有 TiO₂；和/或不含有 B₂O₃；和/或不含有 Ln₂O₃；和/或不含有 F；和/或不含有 Ta₂O₅。

5 26、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃的晶相含有一硅酸锂；和/或磷酸锂。

27、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃的晶相主要含有一硅酸锂，一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅酸锂占微晶玻璃的10~63.5%，优选为15~55%。

10 28、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃的重量百分比为3~15%，优选为5~12%。

29、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃的结晶度为50%以上，优选为60%以上，更优选为70%以上；和/或晶粒
15 尺寸为50nm以下，优选为40nm以下，更优选为30nm以下；和/或热膨胀系数为 $75\sim 95\times 10^{-7}/\text{K}$ ；和/或折射率为1.5700~1.5800。

30、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃的落球高度为1000mm以上，优选为1100mm以上，更优选为1200mm以上；和/或维氏硬度为 $650\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上，优选为 $680\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上，更优
20 选为 $700\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上。

31、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，1mm以下厚度的微晶玻璃的雾度为0.15%以下，优选为0.12%以下，更优选为0.1%以下；和/或400~800nm波长的平均透过率89%以上；和/或550nm波长的透过率为91%以上；和/或400~800nm的平均光|B|值为0.6以下，优选为
25 0.55以下，更优选为0.5以下。

32、如权利要求31所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻璃的厚度为0.2~1mm，优选为0.3~0.9mm，更优选为0.5~0.8mm，进一步优选为0.55mm或0.6mm或0.68mm或0.72mm或0.75mm。

33、如权利要求18或19所述的微晶玻璃，其特征在于，所述微晶玻
30 璃含有着色剂。

34、如权利要求33所述的微晶玻璃，其特征在于，所述着色剂按重量

5 百分比表示, 含有: NiO : $0\sim 4\%$; 和/或 Ni_2O_3 : $0\sim 4\%$; 和/或 CoO : $0\sim 2\%$; 和/或 Co_2O_3 : $0\sim 2\%$; 和/或 Fe_2O_3 : $0\sim 7\%$; 和/或 MnO_2 : $0\sim 4\%$; 和/或 Er_2O_3 : $0\sim 8\%$; 和/或 Nd_2O_3 : $0\sim 8\%$; 和/或 Cu_2O : $0\sim 4\%$; 和/或 Pr_2O_3 : $0\sim 8\%$; 和/或 CeO_2 : $0\sim 4\%$ 。

35、基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 :
10 $45\sim 70\%$; Al_2O_3 : $8\sim 18\%$; Li_2O : $10\sim 25\%$; ZrO_2 : $5\sim 15\%$; P_2O_5 : $2\sim 10\%$; Y_2O_3 : 大于 0 但小于或等于 8% 。

36、如权利要求 35 所述的基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 还含有: K_2O : $0\sim 5\%$; 和/或 MgO : $0\sim 2\%$; 和/或 ZnO : $0\sim 2\%$; 和/或 Na_2O : $0\sim 6\%$; 和/或 SrO : $0\sim 5\%$; 和/或 BaO : $0\sim 5\%$; 和/或 CaO : $0\sim$
15 5% ; 和/或 TiO_2 : $0\sim 5\%$; 和/或 B_2O_3 : $0\sim 5\%$; 和/或 Ln_2O_3 : $0\sim 5\%$; 和/或澄清剂: $0\sim 2\%$, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。

37、如权利要求 35 或 36 所述的基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上:

20 1) $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为大于 0, 优选 $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 $0.1\sim 1.0$, 更优选 $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$ 为 $0.2\sim 0.6$;

2) $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 $2.5\sim 50.0$, 优选 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 $3.0\sim 40.0$, 更优选 $(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 $4.0\sim 21.0$;

3) $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 $0.16\sim 0.9$, 优选 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$
25 为 $0.18\sim 0.6$, 更优选 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2+\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 $0.19\sim 0.5$;

4) $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 6.0 以下, 优选 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 $0.1\sim 5.0$, 更优选 $\text{Na}_2\text{O}/\text{Y}_2\text{O}_3$ 为 $0.3\sim 2.0$;

5) $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15 , 优选 $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 $0.01\sim 0.12$, 更优选 $\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2)$ 为 $0.03\sim 0.09$ 。

30 38、如权利要求 35 或 36 所述的基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : $50\sim 65\%$, 优选 SiO_2 : $53\sim 63\%$; 和/或 Al_2O_3 :

5 8~15%，优选 Al_2O_3 ：8~12%；和/或 Li_2O ：13~22%，优选 Li_2O ：14~21%；
和/或 ZrO_2 ：6~12%，优选 ZrO_2 ：7~12%；和/或 P_2O_5 ：3.5~9%，优选 P_2O_5 ：
4~8%；和/或 K_2O ：0~4%，优选 K_2O ：0~2%；和/或 MgO ：0~1%；和/或 ZnO ：
0~1%；和/或 Na_2O ：1~5%，优选 Na_2O ：1.5~4%；和/或 Y_2O_3 ：1~7%，优
10 选 Y_2O_3 ：2~6%；和/或 SrO ：0~3%，优选 SrO ：0~1%；和/或 BaO ：0~3%，
优选 BaO ：0~1%；和/或 TiO_2 ：0~3%，优选 TiO_2 ：0~1%；和/或 CaO ：0~
3%，优选 CaO ：0~1%；和/或 B_2O_3 ：0~3%，优选 B_2O_3 ：0~2%；和/或 Ln_2O_3 ：
0~4%，优选 Ln_2O_3 ：0~3%；和/或澄清剂：0~1%，优选澄清剂：0~0.5%，
其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、
 SnO 、 CeO_2 、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。

15 39、如权利要求 35 或 36 所述的基质玻璃，其特征在于，其组分中不
含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 ZnO ；和/或
不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 B_2O_3 ；和
/或不含有 Ln_2O_3 ；和/或不含有 F；和/或不含有 Ta_2O_5 。

20 40、如权利要求 35 或 36 所述的基质玻璃，其特征在于，所述基质玻
璃的热膨胀系数为 $50 \times 10^{-7}/\text{K} \sim 70 \times 10^{-7}/\text{K}$ ；和/或折射率为 1.5600~
1.5700。

41、如权利要求 35 或 36 所述的基质玻璃，其特征在于，所述基质玻
璃含有着色剂。

25 42、如权利要求 41 所述的基质玻璃，其特征在于，所述着色剂按重量
百分比表示，含有： NiO ：0~4%；和/或 Ni_2O_3 ：0~4%；和/或 CoO ：0~2%；
和/或 Co_2O_3 ：0~2%；和/或 Fe_2O_3 ：0~7%；和/或 MnO_2 ：0~4%；和/或 Er_2O_3 ：
0~8%；和/或 Nd_2O_3 ：0~8%；和/或 Cu_2O ：0~4%；和/或 Pr_2O_3 ：0~8%；和
/或 CeO_2 ：0~4%。

30 43、玻璃盖板，其特征在于，含有权利要求 1~17 任一权利要求所述
的微晶玻璃制品，和/或权利要求 18~34 任一权利要求所述的微晶玻璃，
和/或权利要求 35~42 任一权利要求所述的基质玻璃。

5 44、玻璃元器件，其特征在于，含有权利要求 1~17 任一权利要求所述的微晶玻璃制品，和/或权利要求 18~34 任一权利要求所述的微晶玻璃，和/或权利要求 35~42 任一权利要求所述的基质玻璃。

45、显示设备，其特征在于，含有权利要求 1~17 任一权利要求所述的微晶玻璃制品，和/或权利要求 18~34 任一权利要求所述的微晶玻璃，
10 和/或权利要求 35~42 任一权利要求所述的基质玻璃，和/或权利要求 43 所述的玻璃盖板，和/或权利要求 44 所述的玻璃元器件。

46、电子设备，其特征在于，含有权利要求 1~17 任一权利要求所述的微晶玻璃制品，和/或权利要求 18~34 任一权利要求所述的微晶玻璃，和/或权利要求 35~42 任一权利要求所述的基质玻璃，和/或权利要求 43
15 所述的玻璃盖板，和/或权利要求 44 所述的玻璃元器件。

47、微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

形成基质玻璃，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：45~70%； Al_2O_3 ：8~18%； Li_2O ：10~25%； ZrO_2 ：5~15%； P_2O_5 ：2~10%； Y_2O_3 ：大于 0 但小于或等于 8%；

20 对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃，再对所述微晶玻璃通过化学强化工艺形成微晶玻璃制品。

48、如权利要求 47 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，还含有： K_2O ：0~5%；和/或 MgO ：0~2%；和/或 ZnO ：0~2%；和/或 Na_2O ：0~6%；和/或 SrO ：0~5%；和/或 TiO_2 ：
25 0~5%；和/或 BaO ：0~5%；和/或 CaO ：0~5%；和/或 B_2O_3 ：0~5%；和/或 Ln_2O_3 ：0~5%；和/或澄清剂：0~2%，其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种，澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。

49、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，
30 于，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，各组分含量满足以下 5 种情形中的一种以上：

- 5 1) Y_2O_3/ZrO_2 为大于 0, 优选 Y_2O_3/ZrO_2 为 0.1~1.0, 更优选 Y_2O_3/ZrO_2 为 0.2~0.6;
- 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 2.5~50.0, 优选 $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 3.0~40.0, 更优选 $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.16~0.9, 优选 $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.18~0.6, 更优选 $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 10 4) Na_2O/Y_2O_3 为 6.0 以下, 优选 Na_2O/Y_2O_3 为 0.1~5.0, 更优选 Na_2O/Y_2O_3 为 0.3~2.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15, 优选 $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.01~0.12, 更优选 $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。
- 15 50、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法, 其特征在于, 所述基质玻璃的组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 50~65%, 优选 SiO_2 : 53~63%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%, 优选 Al_2O_3 : 8~12%; 和/或 Li_2O : 13~22%, 优选 Li_2O : 14~21%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%, 优选 ZrO_2 : 7~12%; 和/或 P_2O_5 : 3.5~9%, 优选 P_2O_5 : 4~8%; 和/或 K_2O : 0~4%, 优选 K_2O : 0~2%; 和/或 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%, 优选 Na_2O : 1.5~4%; 和/或 Y_2O_3 : 1~7%, 优选 Y_2O_3 : 2~6%; 和/或 SrO : 0~3%, 优选 SrO : 0~1%; 和/或 BaO : 0~3%, 优选 BaO : 0~1%; 和/或 TiO_2 : 0~3%, 优选 TiO_2 : 0~1%; 和/或 CaO : 0~3%, 优选 CaO : 0~1%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%, 优选 B_2O_3 : 0~2%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~4%, 优选 Ln_2O_3 : 0~3%; 和/或澄清剂: 0~1%, 优选澄清剂: 0~0.5%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。
- 25 51、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法, 其特征在于, 所述基质玻璃不含有 SrO ; 和/或不含有 BaO ; 和/或不含有 CaO ; 和/或不含有 ZnO ; 和/或不含有 PbO ; 和/或不含有 As_2O_3 ; 和/或不含有 TiO_2 ; 和/或不含有 B_2O_3 ; 和/或不含有 Ln_2O_3 ; 和/或不含有 F ; 和/或不含有 Ta_2O_5 。
- 30

5 52、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述基质玻璃含有着色剂，所述着色剂按重量百分比表示，含有：NiO：0~4%；和/或 Ni₂O₃：0~4%；和/或 CoO：0~2%；和/或 Co₂O₃：0~2%；和/或 Fe₂O₃：0~7%；和/或 MnO₂：0~4%；和/或 Er₂O₃：0~8%；和/或 Nd₂O₃：0~8%；和/或 Cu₂O：0~4%；和/或 Pr₂O₃：0~8%；和/或 CeO₂：0~4%。

10 53、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述晶化工艺包括以下步骤：升温至规定的晶化处理温度，在达到晶化处理温度之后，将其温度保持一定的时间，然后再进行降温，该晶化处理温度为 600~750℃，优选为 650~700℃，在晶化处理温度下的保持时间为 0~8 小时，优选为 1~6 小时。

15 54、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述晶化工艺包括以下步骤：在第 1 温度下进行成核工艺的处理，然后在比成核工艺温度高的第 2 温度下进行晶体生长工艺的处理。

55、如权利要求 54 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述晶化工艺包括以下步骤：第 1 温度为 470~630℃，第 2 温度为 650~
20 750℃；在第 1 温度下的保持时间为 0~24 小时，优选为 2~15 小时；在第 2 温度下的保持时间为 0~10 小时，优选为 0.5~6 小时。

56、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述化学强化工艺包括：微晶玻璃浸没于 430℃~470℃ 的温度的熔融 Na 盐的盐浴中 6~20 小时，优选温度范围为 435℃~460℃，优选时间范围
25 为 8~13 小时；和/或微晶玻璃浸没于 400℃~450℃ 的温度下熔融 K 盐的盐浴中 1~8 小时，优选时间范围为 2~4 小时。

57、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃制品的晶相含有一硅酸锂；和/或磷酸锂。

58、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，
30 所述微晶玻璃制品的晶相主要含有一硅酸锂，一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅酸锂占微晶玻璃制品的 10~63.5%，优选为 15~55%。

5 59、如权利要求47或48所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃制品中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃制品的重量百分比为3~15%，优选为5~12%。

60、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃制品的表面应力为 600MPa 以上，优选为 650MPa 以上，
10 更优选为 700MPa 以上；和/或四点弯曲强度为 600MPa 以上，优选为 650MPa 以上，更优选为 700MPa 以上；和/或离子交换层深度为 20 μm 以上，优选为 30 μm 以上，更优选 40 μm 以上；和/或落球试验高度为 1300mm 以上，优选为 1400mm 以上，更优选为 1500mm 以上；和/或断裂韧性为 $1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，优选为 $1.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上，更优选为 $1.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 以上；和/或维氏
15 硬度为 700kgf/mm² 以上，优选为 720kgf/mm² 以上，更优选为 730kgf/mm² 以上；和/或结晶度为 50%以上，优选为 60%以上，更优选为 70%以上；和/或晶粒尺寸为 50nm 以下，优选为 40nm 以下，更优选为 30nm 以下。

61、如权利要求 47 或 48 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，1mm 以下厚度的微晶玻璃制品的雾度为 0.15%以下，优选为 0.12%以下，
20 更优选为 0.1%以下；和/或 400~800nm 波长的平均透过率 89%以上；和/或 550nm 波长的透过率为 91%以上；和/或 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下，优选为 0.55 以下，更优选为 0.5 以下。

62、如权利要求 61 所述的微晶玻璃制品的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃制品的厚度为 0.2~1mm，优选为 0.3~0.9mm，更优选为 0.5~
25 0.8mm，进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

63、微晶玻璃的制造方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

形成基质玻璃，所述基质玻璃的组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：45~70%； Al_2O_3 ：8~18%； Li_2O ：10~25%； ZrO_2 ：5~15%； P_2O_5 ：2~10%； Y_2O_3 ：大于 0 但小于或等于 8%；

30 对所述基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃。

64、如权利要求 63 所述的微晶玻璃的制造方法，其特征在于，所述基

- 5 质玻璃的组分按重量百分比表示,还含有: K_2O : 0~5%; 和/或 MgO : 0~2%;
和/或 ZnO : 0~2%; 和/或 Na_2O : 0~6%; 和/或 SrO : 0~5%; 和/或 BaO : 0~
5%; 和/或 TiO_2 : 0~5%; 和/或 CaO : 0~5%; 和/或 B_2O_3 : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 :
0~5%; 和/或澄清剂: 0~2%, 其中所述 Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 中的一
种或多种,澄清剂为 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 、 CeO_2 、 F 、 Cl 和 Br 中的一种或多种。
- 10 65、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法,其特征在于,
所述基质玻璃的组分按重量百分比表示,各组分含量满足以下 5 种情形中
的一种以上:
- 1) Y_2O_3/ZrO_2 为大于 0, 优选 Y_2O_3/ZrO_2 为 0.1~1.0, 更优选 Y_2O_3/ZrO_2
为 0.2~0.6;
- 15 2) $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 2.5~50.0, 优选 $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为
3.0~40.0, 更优选 $(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)/Y_2O_3$ 为 4.0~21.0;
- 3) $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.16~0.9, 优选 $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$
为 0.18~0.6, 更优选 $Al_2O_3/(Li_2O+ZrO_2+P_2O_5)$ 为 0.19~0.5;
- 4) Na_2O/Y_2O_3 为 6.0 以下, 优选 Na_2O/Y_2O_3 为 0.1~5.0, 更优选 Na_2O/Y_2O_3
20 为 0.3~2.0;
- 5) $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为大于 0 但小于或等于 0.15, 优选 $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$
为 0.01~0.12, 更优选 $Y_2O_3/(Al_2O_3+SiO_2)$ 为 0.03~0.09。
- 66、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法,其特征在于,
所述基质玻璃的组分按重量百分比表示,含有: SiO_2 : 50~65%, 优选 SiO_2 :
25 53~63%; 和/或 Al_2O_3 : 8~15%, 优选 Al_2O_3 : 8~12%; 和/或 Li_2O : 13~22%,
优选 Li_2O : 14~21%; 和/或 ZrO_2 : 6~12%, 优选 ZrO_2 : 7~12%; 和/或 P_2O_5 :
3.5~9%, 优选 P_2O_5 : 4~8%; 和/或 K_2O : 0~4%, 优选 K_2O : 0~2%; 和/或
 MgO : 0~1%; 和/或 ZnO : 0~1%; 和/或 Na_2O : 1~5%, 优选 Na_2O : 1.5~4%;
和/或 Y_2O_3 : 1~7%, 优选 Y_2O_3 : 2~6%; 和/或 SrO : 0~3%, 优选 SrO : 0~
30 1%; 和/或 BaO : 0~3%, 优选 BaO : 0~1%; 和/或 CaO : 0~3%, 优选 CaO :
0~1%; 和/或 TiO_2 : 0~3%, 优选 TiO_2 : 0~1%; 和/或 B_2O_3 : 0~3%, 优选

5 B₂O₃: 0~2%; 和/或 Ln₂O₃: 0~4%, 优选 Ln₂O₃: 0~3%; 和/或澄清剂: 0~1%, 优选澄清剂: 0~0.5%, 其中所述 Ln₂O₃ 为 La₂O₃、Gd₂O₃、Yb₂O₃ 中的一种或多种, 澄清剂为 Sb₂O₃、SnO₂、SnO、CeO₂、F、Cl 和 Br 中的一种或多种。

67、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述基质玻璃不含有 SrO; 和/或不含有 BaO; 和/或不含有 CaO; 和/或不
10 含有 ZnO; 和/或不含有 PbO; 和/或不含有 As₂O₃; 和/或不含有 TiO₂; 和/或不含有 B₂O₃; 和/或不含有 Ln₂O₃; 和/或不含有 F; 和/或不含有 Ta₂O₅。

68、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述基质玻璃含有着色剂, 所述着色剂按重量百分比表示, 含有: NiO: 0~4%; 和/或 Ni₂O₃: 0~4%; 和/或 CoO: 0~2%; 和/或 Co₂O₃: 0~2%; 和/或
15 Fe₂O₃: 0~7%; 和/或 MnO₂: 0~4%; 和/或 Er₂O₃: 0~8%; 和/或 Nd₂O₃: 0~8%; 和/或 Cu₂O: 0~4%; 和/或 Pr₂O₃: 0~8%; 和/或 CeO₂: 0~4%。

69、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述晶化工艺包括以下步骤: 升温至规定的晶化处理温度, 在达到晶化处理温度之后, 将其温度保持一定的时间, 然后再进行降温, 该晶化处理温
20 度为 600~750℃, 优选为 650~700℃, 在晶化处理温度下的保持时间为 0~8 小时, 优选为 1~6 小时。

70、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述晶化工艺包括以下步骤: 在第 1 温度下进行成核工艺的处理, 然后在比成核工艺温度高的第 2 温度下进行晶体生长工艺的处理。

25 71、如权利要求 70 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述晶化工艺包括以下步骤: 第 1 温度为 470~630℃, 第 2 温度为 650~750℃; 在第 1 温度下的保持时间为 0~24 小时, 优选为 2~15 小时; 在第 2 温度下的保持时间为 0~10 小时, 优选为 0.5~6 小时。

72、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述
30 微晶玻璃的晶相含有一硅酸锂; 和/或磷酸锂。

73、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所

5 述微晶玻璃的晶相主要含有一硅酸锂，一硅酸锂具有比其他晶相更高的重量百分数，一硅酸锂占微晶玻璃的10~63.5%，优选为15~55%。

74、如权利要求63或64所述的微晶玻璃的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃中含有磷酸锂晶相，磷酸锂晶相占微晶玻璃的重量百分比为3~15%，优选为5~12%。

10 75、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃的结晶度为 50%以上，优选为 60%以上，更优选为 70%以上；和/或晶粒尺寸为 50nm 以下，优选为 40nm 以下，更优选为 30nm 以下；和/或热膨胀系数为 $75\sim95\times10^{-7}/\text{K}$ ；和/或折射率为 1.5700~1.5800；和/或本体落球高度为 1000mm 以上，优选为 1100mm 以上，更优选为 1200mm 以上；
15 和/或维氏硬度为 650kgf/mm² 以上，优选为 680kgf/mm² 以上，更优选为 700kgf/mm² 以上。

76、如权利要求 63 或 64 所述的微晶玻璃的制造方法，其特征在于，1mm 以下厚度的微晶玻璃的雾度为 0.15%以下，优选为 0.12%以下，更优选为 0.1%以下；和/或 400~800nm 波长的平均透过率 89%以上；和/或 550nm
20 波长的透过率为 91%以上；和/或 400~800nm 的平均光 |B| 值为 0.6 以下，优选为 0.55 以下，更优选为 0.5 以下。

77、如权利要求 76 所述的微晶玻璃的制造方法，其特征在于，所述微晶玻璃的厚度为 0.2~1mm，优选为 0.3~0.9mm，更优选为 0.5~0.8mm，进一步优选为 0.55mm 或 0.6mm 或 0.68mm 或 0.72mm 或 0.75mm。

25

30