



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I782239 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 01 日

(21) 申請案號：108137983 (22) 申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 22 日

(51) Int. Cl. : **C03C10/04 (2006.01)** **C03C3/097 (2006.01)**
G06F1/16 (2006.01) **H05K5/03 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/10/26 中國大陸 201811264839.0

(71) 申請人：大陸商成都光明光電股份有限公司 (中國大陸) CDGM GLASS CO.,LTD. (CN)
 中國大陸

(72) 發明人：于天來 YU, TIANLAI (CN)；原保平 YUAN, BAOPING (CN)；劉振禹 LIU,
 ZHENYU (CN)

(74) 代理人：閻啓泰；林景郁

(56) 參考文獻：
 TW I387569B

審查人員：葉獻全

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：0 共 70 頁

(54) 名稱

微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法

(57) 摘要

本發明公開了一種微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法。所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，微晶玻璃 0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下，其組成按重量百分比表示，含有：
 SiO_2 ：65 ~ 85%； Al_2O_3 ：1 ~ 15%； Li_2O ：5 ~ 15%； ZrO_2 ：0.1 ~ 10%； P_2O_5 ：0.1 ~ 10%；
 K_2O ：0 ~ 10%； MgO ：0 ~ 10%； ZnO ：0 ~ 10%。本發明的微晶玻璃及微晶玻璃製品具有抗
 摔、抗壓、耐劃的優點，能夠滿足製造蓋板材料對機械性能的要求。



I782239

【發明摘要】

【中文發明名稱】 微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法

【中文】本發明公開了一種微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法。所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.6%以下，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65~85%； Al_2O_3 ：1~15%； Li_2O ：5~15%； ZrO_2 ：0.1~10%； P_2O_5 ：0.1~10%； K_2O ：0~10%； MgO ：0~10%； ZnO ：0~10%。本發明的微晶玻璃及微晶玻璃製品具有抗摔、抗壓、耐劃的優點，能夠滿足製造蓋板材料對機械性能的要求。

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法

【技術領域】本發明涉及一種微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法，本發明特別是涉及一種具有優異機械性能適用於電子設備或顯示設備的微晶玻璃、微晶玻璃製品及其製造方法。

【先前技術】

【0001】微晶玻璃是一種通過對玻璃進行熱處理而在玻璃內部析出結晶的材料。微晶玻璃通過在內部分散的結晶，能夠具備在玻璃中無法得到的物性值。例如，對於楊氏模量、斷裂韌性等機械強度，對酸性或鹼性藥液的蝕刻特性，熱膨脹係數等熱性能，玻璃化轉變溫度的上升以及消失等。微晶玻璃具有更高的機械性能，並且由於在玻璃中形成微晶，其抗彎、耐磨性能等相對於一般的玻璃都有明顯的優勢。

【0002】基於以上優點，目前有將微晶玻璃或其處理後的玻璃製品應用於抗摔、抗壓、耐劃要求高的顯示設備或電子設備中。但目前市面上存在的微晶玻璃存在著不易化學鋼化，或者化學鋼化後機械性能難以達到應用於蓋板材料的要求。因此開發一款具有適用於抗摔、抗壓、耐劃要求高的顯示設備或電子設備的微晶玻璃及微晶玻璃製品，成了科技人員所追求的目標。

【發明內容】

【0003】本發明所要解決的技術問題是提供一種具有優異的機械性能的微晶玻璃製品。

【0004】本發明解決技術問題所採用的技術方案是：

【0005】（1）微晶玻璃製品，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃製品四點彎曲強度為 600MPa 以上，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：

65~85% ; Al_2O_3 : 1~15% ; Li_2O : 5~15% ; ZrO_2 : 0.1~10% ; P_2O_5 : 0.1~10% ;
 K_2O : 0~10% ; MgO : 0~10% ; ZnO : 0~10% ; Na_2O : 0~5% 。

【0006】(2) 微晶玻璃製品，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 : 65~85% ;
 Al_2O_3 : 1~15% ; Li_2O : 5~15% ; ZrO_2 : 0.1~10% ; P_2O_5 : 0.1~10% ; K_2O : 0
~10% ; MgO : 0~10% ; ZnO : 0~10% ; Na_2O : 0~5% 。

【0007】(3) 微晶玻璃製品，含有 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Li_2O 作為必要組分，所述微
晶玻璃製品四點彎曲強度為 600MPa 以上。

【0008】(4) 微晶玻璃製品，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，結晶度為 50%
以上，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 : 65~85% ; Al_2O_3 : 1~15% ; Li_2O :
5~15% 。

【0009】(5) 微晶玻璃製品，0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率為 80% 以上，
其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 : 65~85% ; Al_2O_3 : 1~15% ; Li_2O : 5~
15% ; ZrO_2 : 0.1~10% ; P_2O_5 : 0.1~10% 。

【0010】(6) 根據 (3) ~ (5) 任一所述的微晶玻璃製品，其組成按重量百分
比表示，含有： SiO_2 : 65~85% ; Al_2O_3 : 1~15% ; Li_2O : 5~15% ; ZrO_2 : 0.1
~10% ; P_2O_5 : 0.1~10% ; K_2O : 0~10% ; MgO : 0~10% ; ZnO : 0~10% ; Na_2O :
0~5% 。

【0011】(7) 根據 (1) ~ (6) 任一所述的微晶玻璃製品，其組成按重量百分
比表示，含有： SrO : 0~5% ; 和/或 BaO : 0~5% ; 和/或 TiO_2 : 0~5% ; 和/或
 Y_2O_3 : 0~5% ; 和/或 B_2O_3 : 0~3% ; 和/或澄清劑 : 0~2% 。

【0012】(8) 微晶玻璃製品，其組成按重量百分比表示由 SiO_2 : 65~85% ; Al_2O_3 :
1~15% ; Li_2O : 5~15% ; ZrO_2 : 0.1~10% ; P_2O_5 : 0.1~10% ; K_2O : 0~10% ;

MgO : 0~10% ; ZnO : 0~10% ; SrO : 0~5% ; BaO : 0~5% ; TiO₂ : 0~5% ;
Y₂O₃ : 0~5% ; Na₂O : 0~5% ; B₂O₃ : 0~3% ; 澄清劑 : 0~2%組成。

【0013】 (9) 根據 (1) ~ (8) 任一所述的微晶玻璃製品，各組分含量滿足以下 6 種情形中的一種或一種以上：

- 1) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為 6~15 ;
- 2) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 5~20 ;
- 3) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 40~80 ;
- 4) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 40~90 ;
- 5) (K₂O+MgO) /ZrO₂ 為 0.6~1.2 ;
- 6) Li₂O/ (K₂O+ZrO₂) 為 2.3~4.0 。

【0014】 (10) 根據 (1) ~ (9) 任一所述的微晶玻璃製品，其組成按重量百分比表示，含有：SiO₂ : 70~80% ; 和/或 Al₂O₃ : 4~12% ; 和/或 Li₂O : 7~15% ; 和/或 ZrO₂ : 0.5~6% ; 和/或 P₂O₅ : 0.5~5% ; 和/或 K₂O : 0~5% ; 和/或 MgO : 0~5% ; 和/或 ZnO : 0~5% ; 和/或 SrO : 0~1% ; 和/或 BaO : 0~1% ; 和/或 TiO₂ : 0~1% ; 和/或 Y₂O₃ : 0~1% ; 和/或 Na₂O : 0~3% ; 和/或 B₂O₃ : 0.1~2% ; 和/或澄清劑 : 0~1% 。

【0015】 (11) 根據 (1) ~ (10) 任一所述的微晶玻璃製品，各組分含量滿足以下 6 種情形中的一種或一種以上：

- 1) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為 8~13 ;
- 2) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 6~14 ;
- 3) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 40~70 ;
- 4) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 45~85 ;

5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.7~1.1 ;

6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.5~3.5 。

【0016】 (12) 根據 (1) ~ (11) 任一所述的微晶玻璃製品，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70~76%；和/或 Al_2O_3 ：4~10%；和/或 Li_2O ：8~12.5%；和/或 ZrO_2 ：1~5%；和/或 P_2O_5 ：1~2%；和/或 K_2O ：0~3%；和/或 MgO ：0.3~2%；和/或 ZnO ：0~3%；和/或 Na_2O ：0~1%；和/或 Sb_2O_3 ：0~1%；和/或 SnO_2 ：0~1%；和/或 SnO ：0~1%。

【0017】 (13) 根據 (1) ~ (12) 任一所述的微晶玻璃製品，各組分含量滿足以下 6 種情形中的一種或一種以上：

1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8~12.5 ;

2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8~14 ;

3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 42~60 ;

4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 46~80 ;

5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.8~1.0 ;

6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.8~3.3 。

【0018】 (14) 根據 (1) ~ (13) 任一所述的微晶玻璃製品，其組成按重量百分比表示，含有： Li_2O ：8~小於 10%；和/或不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 Y_2O_3 ；和/或不含有 GeO_2 ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 Cs_2O ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 B_2O_3 ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 La_2O_3 ；和/或不含有 Tb_2O_3 。

【0019】 (15) 根據 (1) ~ (14) 任一所述的微晶玻璃製品，各組分含量滿足以下 4 種情形中的一種或一種以上：

- 1) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.5~14；
- 2) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 45~60；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48~80；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8.5~12。

【0020】(16) 根據(1)~(15)任一所述的微晶玻璃製品，其主要晶相含有二矽酸鋰和石英晶相和/或透鋰長石。

【0021】(17) 根據(1)~(16)任一所述的微晶玻璃製品，結晶度為 50%以上，優選為 65%以上，更優選為 70%以上，進一步優選為 75%以上。

【0022】(18) 根據(1)~(17)任一所述的微晶玻璃製品，表面應力為 200MPa 以上，優選為 250MPa 以上，更優選為 300MPa 以上。

【0023】(19) 根據(1)~(18)任一所述的微晶玻璃製品，離子交換層深度為 30 μm 以上，優選為 50 μm 以上，更優選 60 μm 以上，進一步優選為 80 μm 以上。

【0024】(20) 根據(1)~(19)任一所述的微晶玻璃製品，落球試驗高度為 700mm 以上，優選為 800mm 以上，更優選為 1000mm 以上，進一步優選為 1200mm 以上。

【0025】(21) 根據(1)~(20)任一所述的微晶玻璃製品，斷裂韌性為 $1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，優選為 $1.3\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，更優選為 $1.5\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上。

【0026】(22) 根據(1)~(21)任一所述的微晶玻璃製品，四點彎曲強度為 600MPa 以上，優選為 650MPa 以上，更優選為 700MPa 以上。

【0027】(23) 根據(1)~(22)任一所述的微晶玻璃製品，0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下，優選為 0.5% 以下，更優選為 0.4% 以下。

【0028】(24) 根據(1)～(23)任一所述的微晶玻璃製品，晶粒尺寸為 100nm 以下，優選為 80nm 以下，更優選為 60nm 以下，進一步優選 50nm 以下，更進一步優選為 40nm 以下。

【0029】(25) 根據(1)～(24)任一所述的微晶玻璃製品，折射率溫度係數為 $-0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，優選 $-0.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0030】(26) 根據(1)～(25)任一所述的微晶玻璃製品，1mm 厚 400～800nm 波長的平均光透射率為 80%以上，優選為 85%以上，更優選為 88%以上。

【0031】(27) 根據(1)～(26)任一所述的微晶玻璃製品，0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率為 80%以上，優選為 85%以上，更優選為 88%以上，進一步優選為 91%以上。

【0032】(28) 根據(1)～(27)任一所述的微晶玻璃製品，還含有著色劑，可使微晶玻璃製品呈現不同顏色。

【0033】(29) 根據(28)所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0034】(30) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0035】(31) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0036】(32) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，含有： NiO ：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~3%。

【0037】(33) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，含有： CoO ：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%。

【0038】(34) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，含有： Cu_2O ：0.5~3%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

【0039】(35) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0040】(36) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0041】(37) 根據(28)或(29)任一所述的微晶玻璃製品，其著色劑按重量百分比表示，含有： Er_2O_3 ：0.4~6%、 Nd_2O_3 ：0.4~4%、 MnO_2 ：0.1~2%。

【0042】本發明還提供一種具有優異機械性能的微晶玻璃。

【0043】本發明解決技術問題所採用的技術方案是：

【0044】(38) 微晶玻璃，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃 0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%。

【0045】(39) 微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%。

【0046】(40) 微晶玻璃，含有 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Li_2O 作為必要組分，所述微晶玻璃 0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下。

【0047】(41) 微晶玻璃，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，結晶度為 50% 以上，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%。

【0048】(42) 微晶玻璃，0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率為 80% 以上，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%。

【0049】(43) 根據 (40)～(42) 任一所述的微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%。

【0050】(44) 根據 (38)～(43) 任一所述的微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，還含有： SrO ：0～5%；和/或 BaO ：0～5%；和/或 TiO_2 ：0～5%；和/或 Y_2O_3 ：0～5%；和/或 Na_2O ：0～3%；和/或 B_2O_3 ：0～3%；和/或澄清劑：0～2%。

【0051】(45) 根據(38)～(44)任一所述的微晶玻璃，各組分含量滿足以下6種情形中的一種或一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ 為 6～15；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 5～20；
- 3) $(\text{SiO}_2 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～80；
- 4) $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} + \text{ZrO}_2) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～90；
- 5) $(\text{K}_2\text{O} + \text{MgO}) / \text{ZrO}_2$ 為 0.6～1.2；
- 6) $\text{Li}_2\text{O} / (\text{K}_2\text{O} + \text{ZrO}_2)$ 為 2.3～4.0。

【0052】(46) 根據(38)～(45)任一所述的微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～80%；和/或 Al_2O_3 ：4～12%；和/或 Li_2O ：7～15%；和/或 ZrO_2 ：0.5～6%；和/或 P_2O_5 ：0.5～5%；和/或 K_2O ：0～5%；和/或 MgO ：0～5%；和/或 ZnO ：0～5%；和/或 SrO ：0～1%；和/或 BaO ：0～1%；和/或 TiO_2 ：0～1%；和/或 Y_2O_3 ：0～1%；和/或 Na_2O ：0～1%；和/或 B_2O_3 ：0.1～2%；和/或澄清劑：0～1%。

【0053】(47) 根據(38)～(46)任一所述的微晶玻璃，各組分含量滿足以下6種情形中的一種或一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8～13；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 6～14；
- 3) $(\text{SiO}_2 + \text{Li}_2\text{O}) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～70；
- 4) $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} + \text{ZrO}_2) / \text{P}_2\text{O}_5$ 為 45～85；
- 5) $(\text{K}_2\text{O} + \text{MgO}) / \text{ZrO}_2$ 為 0.7～1.1；
- 6) $\text{Li}_2\text{O} / (\text{K}_2\text{O} + \text{ZrO}_2)$ 為 2.5～3.5。

【0054】(48) 根據(38)～(47)任一所述的微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～76%；和/或 Al_2O_3 ：4～10%；和/或 Li_2O ：8～12.5%；和/或 ZrO_2 ：1～5%；和/或 P_2O_5 ：1～2%；和/或 K_2O ：0～3%；和/或 MgO ：0.3～2%；和/或 ZnO ：0～3%；和/或 Sb_2O_3 ：0～1%；和/或 SnO_2 ：0～1%；和/或 SnO ：0～1%。

【0055】(49) 根據(38)～(48)任一所述的微晶玻璃，各組分含量滿足以下6種情形中的一種或一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8～12.5；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8～14；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 42～60；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 46～80；
- 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.8～1.0；
- 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.8～3.3。

【0056】(50) 根據(38)～(49)任一所述的微晶玻璃，其組成按重量百分比表示，含有： Li_2O ：9～小於 10%；不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 Y_2O_3 ；和/或不含有 GeO_2 ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 Cs_2O ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 La_2O_3 ；和/或不含有 Tb_2O_3 ；和/或不含有 Na_2O ；和/或不含有 B_2O_3 。

【0057】(51) 根據(38)～(50)任一所述的微晶玻璃，各組分含量滿足以下4種情形中的一種或一種以上：

- 1) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.5～14；
- 2) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 45～60；

3) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48~80；

4) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8.5~12。

【0058】(52) 根據(38)~(51)任一所述的微晶玻璃，其特徵在於，其主要晶相含有二矽酸鋰和石英晶相和/或透鋰長石。

【0059】(53) 根據(38)~(52)所述的微晶玻璃，其特徵在於，結晶度為50%以上，優選為65%以上，更優選為70%以上，進一步優選為75%以上。

【0060】(54) 根據(38)~(53)任一所述的微晶玻璃，0.55mm厚度的霧度為0.6%以下，優選為0.5%以下，更優選為0.4%以下。

【0061】(55) 根據(38)~(54)任一所述的微晶玻璃，晶粒尺寸為100nm以下，優選為80nm以下，更優選為60nm以下，進一步優選50nm以下，更進一步優選為40nm以下。

【0062】(56) 根據(38)~(55)任一所述的微晶玻璃，折射率溫度係數為 $-0.5\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下，優選 $-0.8\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下。

【0063】(57) 根據(38)~(56)任一所述的微晶玻璃，1mm厚400~800nm波長的平均光透射率為80%以上，優選為85%以上，更優選為88%以上。

【0064】(58) 根據(38)~(57)任一所述的微晶玻璃，0.55mm厚550nm波長的光透射率為80%以上，優選為85%以上，更優選為88%以上，進一步優選為91%以上。

【0065】(59) 根據(38)~(58)任一所述的微晶玻璃，折射率(nd)為1.520~1.550，優選為1.530~1.545。

【0066】(60) 根據(38)~(59)任一所述的微晶玻璃，還含有著色劑，可使微晶玻璃呈現不同顏色。

【0067】(61) 根據(60)所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0068】(62) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0069】(63) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0070】(64) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，含有： NiO ：0.1~3%；和/或 Ni_2O_3 ：0.1~3%。

【0071】(65) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，含有： CoO ：0.05~1.8%；和/或 Co_2O_3 ：0.05~1.8%。

【0072】(66) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，含有： Cu_2O ：0.5~3%；和/或 CeO_2 ：0.5~3%。

【0073】(67) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0074】(68) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0075】(69) 根據(60)或(61)任一所述的微晶玻璃，其著色劑按重量百分比表示，含有： Er_2O_3 ：0.4~6%、 Nd_2O_3 ：0.4~4%、 MnO_2 ：0.1~2%。

【0076】本發明還提供一種玻璃組合物。

【0077】本發明解決技術問題採用的技術方案是：

【0078】(70) 玻璃組合物，熱膨脹係數($\alpha_{20^\circ\text{C}-120^\circ\text{C}}$)為 $45 \times 10^{-7}/\text{K} \sim 70 \times 10^{-7}/\text{K}$ ，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65~85%； Al_2O_3 ：1~15%； Li_2O ：5~15%； ZrO_2 ：0.1~10%； P_2O_5 ：0.1~10%； K_2O ：0~10%； MgO ：0~10%； ZnO ：0~10%； SrO ：0~5%； BaO ：0~5%； TiO_2 ：0~5%； Y_2O_3 ：0~5%； B_2O_3 ：0~3%； Na_2O ：0~3%；澄清劑：0~2%。

【0079】(71) 玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65~85%； Al_2O_3 ：1~15%； Li_2O ：5~15%； ZrO_2 ：0.1~10%； P_2O_5 ：0.1~10%； K_2O ：0~10%； MgO ：0~10%； ZnO ：0~10%。

【0080】(72) 玻璃組合物，含有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 為必要組分，其折射率(nd)為 1.500~1.530，熱膨脹係數($\alpha_{20^\circ\text{C}-120^\circ\text{C}}$)為 $45 \times 10^{-7}/\text{K} \sim 70 \times 10^{-7}/\text{K}$ 。

【0081】(73) 根據(72)所述的玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65~85%； Al_2O_3 ：1~15%； Li_2O ：5~15%； ZrO_2 ：0.1~10%； P_2O_5 ：0.1~10%； K_2O ：0~10%； MgO ：0~10%； ZnO ：0~10%。

【0082】(74) 根據(71)~(73)任一所述的玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SrO ：0~5%； BaO ：0~5%； TiO_2 ：0~5%； Y_2O_3 ：0~5%； B_2O_3 ：0~3%； Na_2O ：0~3%；澄清劑：0~2%。

【0083】(75) 玻璃組合物，其組成按重量百分比表示由 SiO_2 ：65~85%； Al_2O_3 ：1~15%； Li_2O ：5~15%； ZrO_2 ：0.1~10%； P_2O_5 ：0.1~10%； K_2O ：0~10%； MgO ：0~10%； ZnO ：0~10%； SrO ：0~5%； BaO ：0~5%； TiO_2 ：0~5%； Y_2O_3 ：0~5%； B_2O_3 ：0~3%； Na_2O ：0~3%；澄清劑：0~2%組成。

【0084】(76) 根據(70)~(75)任一所述的玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70~80%，優選為70~76%；和/或 Al_2O_3 ：4~12%，優選為4~10%；和/或 Li_2O ：7~15%，優選為8~12.5；和/或 ZrO_2 ：0.5~6%，優選為1~5%；和/或 P_2O_5 ：0.5~5%，優選為1~2%；和/或 K_2O ：0~5%，優選為0~3%；和/或 MgO ：0~5%，優選為0.5~2%；和/或 ZnO ：0~5%，優選為0~3%；和/或 SrO ：0~1%；和/或 BaO ：0~1%；和/或 TiO_2 ：0~1%；和/或 Y_2O_3 ：0~1%；和/或 Na_2O ：0~1%；和/或澄清劑：0~1%。

【0085】(77) 根據(70)~(76)任一所述的玻璃組合物，各組分含量滿足以下6種情形中的一種或一種以上：

【0086】1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為6~15，優選為8~13，更優選為8~12.5，進一步優選為8.5~12；

【0087】 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 5~20，優選為 6~14，更優選為 8~14，進一步優選為 8.5~14；

【0088】 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~80，優選為 40~70，更優選為 42~60，進一步優選為 45~60；

【0089】 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~90，優選為 45~85，更優選為 46~80，進一步優選為 48~80；

【0090】 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6~1.2，優選為 0.7~1.1，更優選為 0.8~1.0；

【0091】 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3~4.0，優選為 2.5~3.5，更優選為 2.8~3.3。

【0092】 (78) 根據 (70) ~ (77) 任一所述的玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： Li_2O ：8~小於 10%；不含有 SrO ；和/或不含有 BaO ；和/或不含有 TiO_2 ；和/或不含有 Y_2O_3 ；和/或不含有 GeO_2 ；和/或不含有 CaO ；和/或不含有 Cs_2O ；和/或不含有 PbO ；和/或不含有 As_2O_3 ；和/或不含有 La_2O_3 ；和/或不含有 Tb_2O_3 ；和/或不含有 Na_2O ；和/或不含有 B_2O_3 。

【0093】 (79) 根據 (70) ~ (78) 任一所述的玻璃組合物，熱膨脹係數 ($\alpha_{20}^{\text{°C}-120\text{°C}}$) 為 $45\times 10^{-7}/\text{K}\sim 70\times 10^{-7}/\text{K}$ ，優選為 $50\times 10^{-7}/\text{K}\sim 70\times 10^{-7}/\text{K}$ 。

【0094】 (80) 根據 (70) ~ (79) 任一所述的玻璃組合物，折射率 (nd) 為 1.500~1.530，優選為 1.510~1.525。

【0095】 (81) 根據 (70) ~ (80) 任一所述的玻璃組合物，還含有著色劑，可使玻璃組合物呈現不同顏色。

【0096】(82) 根據(81)所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0097】(83) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0098】(84) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0099】(85) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，含有：NiO：0.1~3%；和/或 Ni₂O₃：0.1~3%。

【0100】(86) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，含有：CoO：0.05~1.8%；和/或 Co₂O₃：0.05~1.8%。

【0101】(87) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，含有：Cu₂O：0.5~3%；和/或 CeO₂：0.5~3%。

【0102】(88) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0103】(89) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，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%。

【0104】(90) 根據(81)或(82)任一所述的玻璃組合物，其著色劑按重量百分比表示，含有： Er_2O_3 ：0.4~6%、 Nd_2O_3 ：0.4~4%、 MnO_2 ：0.1~2%。

【0105】本發明還提供一種玻璃蓋板：

【0106】(91) 玻璃蓋板，含有(1)~(37)任一所述的微晶玻璃製品，和/或(38)~(69)任一所述的微晶玻璃，和/或(70)~(90)任一所述的玻璃組合物。

【0107】本發明還提供一種玻璃元器件：

【0108】(92) 玻璃元器件，含有(1)~(37)任一所述的微晶玻璃製品，和/或(38)~(69)任一所述的微晶玻璃，和/或(70)~(90)任一所述的玻璃組合物。

【0109】本發明還提供一種顯示設備：

【0110】(93) 顯示設備，含有(1)~(37)任一所述的微晶玻璃製品，和/或(38)~(69)任一所述的微晶玻璃，和/或(70)~(90)任一所述的玻璃組合物，和/或(91)所述的玻璃蓋板。

【0111】本發明還提供一種電子設備：

【0112】(94) 電子設備，含有(1)～(37)任一所述的微晶玻璃製品，和/或(38)～(69)任一所述的微晶玻璃，和/或(70)～(90)任一所述的玻璃組合物，和/或(91)所述的玻璃蓋板，和/或(92)所述的玻璃元器件。

【0113】本發明還提供一種上述微晶玻璃製品的製造方法。

【0114】本發明解決技術問題所採用的技術方案是：

【0115】(95) 微晶玻璃製品的製造方法，包括以下步驟：

【0116】形成玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； SrO ：0～5%； BaO ：0～5%； TiO_2 ：0～5%； Y_2O_3 ：0～5%； B_2O_3 ：0～3%； Na_2O ：0～3%；澄清劑：0～2%。

【0117】對所述玻璃組合物通過晶化工藝形成微晶玻璃，所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，再對所述微晶玻璃通過化學鋼化工藝形成微晶玻璃製品，所述微晶玻璃製品四點彎曲強度為 600MPa 以上。

【0118】(96) 根據(95)所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述玻璃組合物組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～80%，優選為 70～76%；和/或 Al_2O_3 ：4～12%，優選為 4～10%；和/或 Li_2O ：7～15%，優選為 8～12.5；和/或 ZrO_2 ：0.5～6%，優選為 1～5%；和/或 P_2O_5 ：0.5～5%，優選為 1～2%；和/或 K_2O ：0～5%，優選為 0～3%；和/或 MgO ：0～5%，優選為 0.5～2%；和/或 ZnO ：0～5%，優選為 0～3%；和/或 SrO ：0～1%；和/或 BaO ：0～1%；和/或 TiO_2 ：0～1%；和/或 Y_2O_3 ：0～1%；和/或 Na_2O ：0～1%；和/或澄清劑：0～1%。

【0119】(97) 根據(95)或(96)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述玻璃組合物各組分含量滿足以下 6 種情形中的一種或一種以上：

【0120】 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 6~15，優選為 8~13，更優選為 8~12.5，進一步優選為 8.5~12；

【0121】 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 5~20，優選為 6~14，更優選為 8~14，進一步優選為 8.5~14；

【0122】 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~80，優選為 40~70，更優選為 42~60，進一步優選為 45~60；

【0123】 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~90，優選為 45~85，更優選為 46~80，進一步優選為 48~80；

【0124】 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6~1.2，優選為 0.7~1.1，更優選為 0.8~1.0；

【0125】 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3~4.0，優選為 2.5~3.5，更優選為 2.8~3.3。

【0126】 (98) 根據 (95) ~ (97) 任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：升溫至規定的晶化處理溫度，在達到熱處理溫度之後，將其溫度保持一定的時間，然後再進行降溫。該晶化處理的溫度優選為在 490~800°C，更優選為 550~750°C，在晶化處理溫度下的保持時間，優選為 0~8 小時，更優選為 1~6 小時。

【0127】 (99) 根據 (95) ~ (97) 任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：在第 1 溫度下進行成核工藝的處理，然後在比成核工藝溫度高的第 2 溫度下進行晶體生長工藝的處理。

【0128】 (100) 根據 (99) 所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：第 1 溫度為 490~650°C，第 2 溫度為 600~850°C。在第 1 溫度下的保

持時間為0~24小時，優選為2~15小時。在第2溫度下的保持時間為0~10小時，優選為0.5~6小時。

【0129】(101) 根據(95)~(100)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述化學鋼化工藝包括：微晶玻璃浸沒於430°C~470°C的溫度的熔融Na鹽的鹽浴中約6~20小時，優選溫度範圍為435°C~460°C，優選時間範圍為8~13小時；和/或微晶玻璃浸沒於400°C~450°C的溫度的熔融K鹽的鹽浴中1~8小時，優選時間範圍為2~4小時。

【0130】(102) 根據(95)~(100)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，通過在450°C的熔融Na鹽的鹽浴中化學鋼化8小時，微晶玻璃製品的離子交換層深度達80 μ m以上，優選為85 μ m以上。

【0131】(103) 根據(95)~(102)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品主要晶相含有二矽酸鋰和石英晶相和/或透鋰長石。

【0132】(104) 根據(95)~(103)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品結晶度為50%以上，優選為65%以上，更優選為70%以上，進一步優選為75%以上。

【0133】(105) 根據(95)~(103)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品表面應力為200MPa以上，優選為250MPa以上，更優選為300MPa以上。

【0134】(106) 根據(95)~(105)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品離子交換層深度為30 μ m以上，優選為50 μ m以上，更優選60 μ m以上，進一步優選為80 μ m以上。

【0135】(107) 根據(95)～(106)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品落球試驗高度為700mm以上，優選為800mm以上，更優選為1000mm以上，進一步優選為1200mm以上。

【0136】(108) 根據(95)～(107)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品斷裂韌性為 $1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，優選為 $1.3\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，更優選為 $1.5\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上。

【0137】(109) 根據(95)～(108)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品四點彎曲強度為600MPa以上，優選為650MPa以上，更優選為700MPa以上。

【0138】(110) 根據(95)～(109)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品0.55mm厚度的霧度為0.6%以下，優選為0.5%以下，更優選為0.4%以下。

【0139】(111) 根據(95)～(110)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品晶粒尺寸為100nm以下，優選為80nm以下，更優選為60nm以下，進一步優選50nm以下，更進一步優選為40nm以下。

【0140】(112) 根據(95)～(111)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品折射率溫度係數為 $-0.5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，優選 $-0.8\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0141】(113) 根據(95)～(112)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品1mm厚400～800nm波長的平均光透射率為80%以上，優選為85%以上，更優選為88%以上。

【0142】(114) 根據(95)～(113)任一所述的微晶玻璃製品的製造方法，所述微晶玻璃製品 0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率為 80%以上，優選為 85%以上，更優選為 88%以上，進一步優選為 91%以上。

【0143】本發明還提供一種微晶玻璃的製造方法。

【0144】本發明解決技術問題採用的技術方案是：

【0145】(115) 微晶玻璃的製造方法，包括以下步驟：

【0146】形成玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； SrO ：0～5%； BaO ：0～5%； TiO_2 ：0～5%； Y_2O_3 ：0～5%； B_2O_3 ：0～3%； Na_2O ：0～3%；澄清劑：0～2%。

【0147】對所述玻璃組合物通過晶化工藝形成微晶玻璃，所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃 0.55mm 厚度的霧度為 0.6%以下。

【0148】(116) 根據(115)所述的微晶玻璃的製造方法，所述玻璃組合物組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～80%，優選為 70～76%；和/或 Al_2O_3 ：4～12%，優選為 4～10%；和/或 Li_2O ：7～15%，優選為 8～12.5；和/或 ZrO_2 ：0.5～6%，優選為 1～5%；和/或 P_2O_5 ：0.5～5%，優選為 1～2%；和/或 K_2O ：0～5%，優選為 0～3%；和/或 MgO ：0～5%，優選為 0.5～2%；和/或 ZnO ：0～5%，優選為 0～3%；和/或 SrO ：0～1%；和/或 BaO ：0～1%；和/或 TiO_2 ：0～1%；和/或 Y_2O_3 ：0～1%；和/或 Na_2O ：0～1%；和/或澄清劑：0～1%。

【0149】(117) 根據(115)或(116)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述玻璃組合物各組分含量滿足以下 6 種情形中的一種或一種以上：

【0150】 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 6~15，優選為 8~13，更優選為 8~12.5，進一步優選為 8.5~12；

【0151】 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 5~20，優選為 6~14，更優選為 8~14，進一步優選為 8.5~14；

【0152】 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~80，優選為 40~70，更優選為 42~60，進一步優選為 45~60；

【0153】 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40~90，優選為 45~85，更優選為 46~80，進一步優選為 48~80；

【0154】 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6~1.2，優選為 0.7~1.1，更優選為 0.8~1.0；

【0155】 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3~4.0，優選為 2.5~3.5，更優選為 2.8~3.3。

【0156】 (118) 根據 (115) ~ (117) 任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：升溫至規定的晶化處理溫度，在達到熱處理溫度之後，將其溫度保持一定的時間，然後再進行降溫。該晶化處理的溫度優選為在 490~800°C，更優選為 550~750°C，在晶化處理溫度下的保持時間，優選為 0~8 小時，更優選為 1~6 小時。

【0157】 (119) 根據 (115) ~ (117) 任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：在第 1 溫度下進行成核工藝的處理，然後在比成核工藝溫度高的第 2 溫度下進行晶體生長工藝的處理。

【0158】 (120) 根據 (119) 所述的微晶玻璃的製造方法，所述晶化工藝包括以下步驟：第 1 溫度為 490~650°C，第 2 溫度為 600~850°C。在第 1 溫度下的保持

時間為0~24小時，優選為2~15小時。在第2溫度下的保持時間為0~10小時，優選為0.5~6小時。

【0159】(121)根據(115)~(120)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃主要晶相含有二矽酸鋰和石英晶相和/或透鋰長石。

【0160】(122)根據(115)~(121)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃結晶度為50%以上，優選為65%以上，更優選為70%以上，進一步優選為75%以上。

【0161】(123)根據(115)~(122)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.6%以下，優選為0.5%以下，更優選為0.4%以下。

【0162】(124)根據(115)~(123)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃晶粒尺寸為100nm以下，優選為80nm以下，更優選為60nm以下，進一步優選50nm以下，更進一步優選為40nm以下。

【0163】(125)根據(115)~(124)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃折射率溫度係數為 $-0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，優選 $-0.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0164】(126)根據(115)~(125)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃1mm厚400~800nm波長的平均光透射率為80%以上，優選為85%以上，更優選為88%以上。

【0165】(127)根據(115)~(126)任一所述的微晶玻璃的製造方法，所述微晶玻璃0.55mm厚550nm波長的光透射率為80%以上，優選為85%以上，更優選為88%以上，進一步優選為91%以上。

【0166】本發明的有益效果是：通過合理的組分設計，使得本發明微晶玻璃和微晶玻璃製品具有優異的機械性能，適用於電子設備或顯示設備。

【圖式簡單說明】

【0167】

無

【實施方式】

【0168】本發明的微晶玻璃和微晶玻璃製品是具有晶相和玻璃相的材料，其有別於非晶質固體。微晶玻璃和微晶玻璃製品的晶相可以通過 X 射線衍射分析的 X 射線衍射圖案中出現的峰值角度以及通過 TEMEDX 進行辨別，主要晶相由 X 射線衍射測得。

【0169】本發明的發明人經過反復試驗和研究，對於構成微晶玻璃和微晶玻璃製品的特定成分，通過將其含量以及含量比例規定為特定值並使其析出特定的晶相，以較低的成本得到了本發明的微晶玻璃或微晶玻璃製品。

【0170】下面，對本發明玻璃組合物、微晶玻璃或微晶玻璃製品的各成分的組成範圍進行說明。在本說明書中，如果沒有特殊說明，各組分的含量全部採用相對於換算成氧化物的組成的玻璃物質總量的重量百分比表示。在這裏，所述“換算成氧化物的組成”是指，作為本發明的玻璃組合物、微晶玻璃或微晶玻璃製品組成成分的原料而使用的氧化物、複合鹽及氫氧化物等熔融時分解並轉變為氧化物的情況下，將該氧化物的物質總量作為 100%。此外，在本說明書中僅稱為玻璃時為結晶化前的玻璃組合物，玻璃組合物結晶化後稱為微晶玻璃，微晶玻璃製品是指經化學鋼化後的微晶玻璃。

【0171】除非在具體情況下另外指出，本文所列出的數值範圍包括上限和下限值，“以上”和“以下”包括端點值，在該範圍內的所有整數和分數，而不限於所限定範圍時所列的具體值。本文所使用的術語“約”指配方、參數和其他數量以及特徵不是、且無需是精確的，如有需要，可以近似和/或更大或更低，這反映公差、換算因子和測量誤差等。本文所稱“和/或”是包含性的，例如“A 和/或 B”，是指只有 A，或者只有 B，或者同時有 A 和 B。

【0172】本發明所述的玻璃、微晶玻璃和微晶玻璃製品可以概括的描述為含鋰的鋁矽酸鹽玻璃、微晶玻璃及微晶玻璃製品，包含 SiO_2 、 Al_2O_3 、和 Li_2O ，除此之外，還包括 ZrO_2 、 P_2O_5 等其他成分。在一些實施方式中，取決於玻璃的組成，微晶玻璃和微晶玻璃製品的第一主要晶相是矽酸鋰；在一些實施方式中，第一主要晶相是透鋰長石；在一些實施方式中，第一主要晶相是石英晶相（包括石英、石英及石英固溶體兩種情況）。在一些實施方式中，主要晶相包括矽酸鋰和石英晶相。在一些實施方式中，主要晶相包括矽酸鋰和透鋰長石。在一些實施方式中，第一晶相是矽酸鋰，第二主要晶相是石英晶相；在一些實施方式中，第一晶相是石英晶相，第二主要晶相是矽酸鋰；在一些實施方式中，第一晶相是矽酸鋰，第二主要晶相是透鋰長石；在一些實施方式中，第一晶相是透鋰長石，第二主要晶相是矽酸鋰。在一些實施方式中，主要晶相包括矽酸鋰、透鋰長石和石英晶相；在一些實施方式中，第一晶相是矽酸鋰，第二主要晶相是透鋰長石，第三主要晶相是石英晶相；在一些實施方式中，第一晶相是矽酸鋰，第二主要晶相是石英晶相，第三主要晶相是透鋰長石；在一些實施方式中，第一主要晶相是透鋰長石，第二主要晶相是矽酸鋰，第三主要晶相是石英晶相；在一些實施方式中，第一晶相是石英晶相，第二主要晶相是矽酸鋰，第三主要

晶相是透鋰長石。在一些實施方式中，石英晶相為 α -六方石英晶相；在一些實施方式中，矽酸鋰為二矽酸鋰；也可存在作為次要晶相的 β -鋰輝石 ss、磷酸鋰等。需要說明的是，本文所稱的石英晶相包括僅含石英晶體、含有石英及石英固溶體兩種情況。

【0173】 在一些實施方式中，微晶玻璃及微晶玻璃製品中殘留的玻璃相重量百分含量為 8~45%；在一些實施方式中，為 10~40%；在一些實施方式中，為 12~40%；在一些實施方式中，為 15~40%；在一些實施方式中，為 15~35%；在一些實施方式中，為 15~32%；在一些實施方式中，為 20~45%；在一些實施方式中，為 20~40%；在一些實施方式中，為 32~45%；在一些實施方式中，為 32~40%；在一些實施方式中，為 35~45%。

【0174】 微晶玻璃主要晶相為石英晶相、矽酸鋰及透鋰長石其中之一或其組合時，微晶玻璃斷裂韌性變高。微晶玻璃主要晶相為石英晶相、二矽酸鋰時，微晶玻璃的折射率溫度係數變低，斷裂韌性變高；微晶玻璃製品的落球試驗高度變大、四點彎曲強度變大。

【0175】 本發明中主晶相占微晶玻璃或微晶玻璃製品的重量百分數達到 50~92%；在一些實施方式中，重量百分數達到 60~90%；在一些實施方式中，重量百分數達到 65~85%；在一些實施方式中，重量百分數達到 70~80%；在一些實施方式中，重量百分數達到 80~92%。本文所稱主晶相，是指具有比在微晶玻璃或微晶玻璃製品中存在的其它晶相更高重量百分數的晶相。

【0176】 在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重量百分數在 70%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重量百分數在 65%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重

量百分數在 60%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重量百分數在 55%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重量百分數在 50%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的石英晶相重量百分數在 45%以下。

【0177】 在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的矽酸鋰晶相重量百分數在 55%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的矽酸鋰晶相重量百分數在 50%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的矽酸鋰晶相重量百分數在 45%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的矽酸鋰晶相重量百分數在 40%以下。

【0178】 在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數在 40%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數在 35%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數在 30%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數在 25%以下；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數小於 20%；在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透鋰長石晶相重量百分數在 15%以下。

【0179】 SiO_2 是本發明的玻璃組合物的基礎成分，可用於穩定玻璃和微晶玻璃網絡結構，其是結晶化後形成矽酸鋰、石英晶相和透鋰長石的成分之一，如果 SiO_2 的含量在 65%以下，在微晶玻璃中形成晶體會變少並且晶體容易變粗，影響微晶玻璃和微晶玻璃製品的霧度，以及微晶玻璃製品的落球試驗高度等性能，因此， SiO_2 含量的下限優選為 65%，優選為 70%；如果 SiO_2 含量在 85%以上，玻璃熔化溫度高，化料困難，並且不容易成型，影響玻璃的一致性，因此， SiO_2

含量的上限優選為 85%，優選為 80%，進一步優選為 76%。在一些實施方式中，可包含約 66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%的 SiO_2 。

【0180】 Al_2O_3 是形成玻璃網狀結構的組分，其是有助於穩定玻璃成型、提高化學穩定性的重要成分，還可改善玻璃的機械性能，增加微晶玻璃製品離子交換層深度和表面應力，但如果其含量不足 1%，則效果不佳，因此， Al_2O_3 含量的下限為 1%，優選為 4%。另一方面，如果 Al_2O_3 的含量超過 15%，則玻璃的熔融性與耐失透性降低，並且晶化時晶體容易增大，降低微晶玻璃和微晶玻璃製品的強度，因此， Al_2O_3 含量的上限為 15%，優選為 12%，更優選為 10%。在一些實施方式中，可包含約 1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%的 Al_2O_3 。

【0181】 Li_2O 是通過晶化後成為晶相組成的必要成分，有助於形成矽酸鋰和透鋰長石等含鋰晶相，也是化學強化必要成分。但如果其含量不足 5%，則效果不佳，因此， Li_2O 含量的下限為 5%，優選為 7%，更優選 8%，在一些實施方式中，進一步優選為 9%；另一方面，如果過多地含有 Li_2O ，則很容易使玻璃的化學穩定性降低，且會使微晶玻璃和微晶玻璃製品的光透射率劣化，因此， Li_2O 含量的上限優選為 15%，更優選為 12.5%，在一些實施方式中，進一步優選為小於 10%。在一些實施方式中，可包含約 5%、6%、7%、8%、9%、9.8%、10%、11%、12%、13%、14%、15%的 Li_2O 。

【0182】本發明人大量實驗研究發現，通過控制 SiO_2 、 Li_2O 和 Al_2O_3 以一定的比例引入，可影響玻璃的熱膨脹係數、微晶玻璃和微晶玻璃製品的霧度和晶粒大小，尤其是 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 6~15 的範圍內時，可使玻璃具有較低的熱膨

脹係數，並在晶化後獲得較小的晶粒，提高微晶玻璃和微晶玻璃製品的機械強度，在一些實施方式中，優選 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8~13，更優選為 8~12.5，還可獲得較低的霧度，使微晶玻璃及微晶玻璃製品具有優異的光透射率；進一步優選 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 8.5~12，效果尤其明顯。在一些實施方式中， $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的值可為 6、6.5、7、7.5、8、8.5、9、9.5、10、10.5、11、11.5、12、12.5、13、13.5、14、14.5、15。

【0183】 P_2O_5 是有助於提高玻璃的低溫熔化性的可選成分，能夠在玻璃中進行分相形成晶核，提高玻璃在晶化過程中的熱膨脹穩定性， P_2O_5 含量的下限優選為 0.1，更優選為 0.5%，進一步優選為 1%；但如果過多地含有 P_2O_5 ，則很容易使玻璃產生耐失透性降低及玻璃的分相，且玻璃機械性能有劣化的趨勢。因此， P_2O_5 含量的上限為 10%，優選為 5%，更優選為 2%。在一些實施方式中，可包含約 0%，0.1%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%的 P_2O_5 。

【0184】本發明中通過控制 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值在 40~80 範圍內，可優化微晶玻璃製品的離子交換層深度，尤其是 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值在 40~70 範圍內，更優選 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值為 42~60，進一步優選為 45~60，微晶玻璃製品可以獲得更深的離子交換層；在一些實施方式中，使 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值在 40~70 範圍內，更優選 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值為 42~60，進一步優選為 45~60 內時，晶化過程對形成石英晶相和二矽酸鋰有利，還可使微晶玻璃和微晶玻璃製品具有優異的折射率溫度係數，使其可達 $-0.5\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下，優選 $-0.8\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下，降低微晶玻璃和微晶玻璃製品中玻璃相與各晶相之間因溫度差異所帶來的折射率變化差異，避免微晶玻璃或微晶玻璃製品因溫差變化

而使光透射率降低。在一些實施方式中， $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值可為 40、41、42、43、44、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。

【0185】經發明人大量實驗研究發現， Al_2O_3 、 Li_2O 和 P_2O_5 為在玻璃中的引入比例，對微晶玻璃和微晶玻璃製品的表面應力和四點彎曲強度有重要影響，尤其是 $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 5~20 範圍內時，可提高微晶玻璃和微晶玻璃製品的表面應力，優選 $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 6~14 時，在一些實施方式中，更優選 $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8~14，進一步優選 $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.5~14，較易形成石英晶相和二矽酸鋰，並使微晶玻璃和微晶玻璃製品的四點彎曲強度提升明顯，在一些實施方式中，微晶玻璃和微晶玻璃製品的四點彎曲強度為 600MPa 以上，優選為 650MPa 以上，更優選為 700MPa 以上。在一些實施方式中， $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 的值可為 5、5.5、6、6.5、7、7.5、8、8.5、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、18.5、19、19.5、20。

【0186】 ZrO_2 具有結晶析出形成晶核的作用，同時有助於提高玻璃的化學穩定性的可選成分，研究發現， ZrO_2 還可通過在形成過程中顯著降低玻璃失透以及降低液相線溫度，來提高 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ 玻璃的穩定性。本發明中 ZrO_2 含量的下限優選為 0.1，更優選為 0.5%，進一步優選為 1%；但如果過多地含有 ZrO_2 ，則玻璃的耐失透性很容易降低，同時玻璃晶化過程控制難度增加，因此， ZrO_2 含量的上限為 10%，優選為 6%，更優選為 5%。在一些實施方式中，可包含約 0%、0.1%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%的 ZrO_2 。

【0187】在大量實驗研究過程中，本發明人發現，通過控制 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 和 ZrO_2 的合計含量與 P_2O_5 引入量的比值 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 在 40~90 範圍內，可使微晶玻璃製品經受 700mm 以上的落球衝擊，優選 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 45~85；尤其在一些實施方式中， $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 在 46~80 範圍內時，較易形成二矽酸鋰和石英晶相，且微晶玻璃製品較易獲得優異的斷裂韌性，斷裂韌性可為 $1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，優選為 $1.3\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，更優選為 $1.5\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上；同時進一步優化落球試驗高度的承受能力，進一步優選 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48~80，落球試驗高度為 700mm 以上，優選為 800mm 以上，更優選為 1000mm 以上，進一步優選為 1200mm 以上。在一些實施方式中， $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 可為 40、41、42、43、44、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、71、72、73、74、75、76、77、78、79、80、81、82、83、84、85、86、87、88、89、90。

【0188】 K_2O 是有助於提高玻璃的低溫熔融性與成形性的可選成分，但如果過多地含有 K_2O ，則很容易產生玻璃化學穩定性的降低以及平均線膨脹係數的升高。因此， K_2O 的含量為 0~10%，優選為 0~5%，更優選為 0~3%。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.1%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10% 的 K_2O 。

【0189】本發明中，當控制 Li_2O 與 K_2O 和 ZrO_2 的合計含量 ($\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2$) 的引入量比例 $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3~4.0 範圍內時，可優化微晶玻璃的晶化性能，使微晶玻璃和微晶玻璃製品具有合適量的結晶度，從而使微晶玻璃及微晶玻璃製品具有優異的性能；優選 $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.5~3.5，更優選為 2.8~3.3，

微晶玻璃和微晶玻璃製品落球試驗高度變大，在一些實施方式中，球試驗高度優選為 800mm 以上，更優選為 1000mm 以上，進一步優選為 1200mm 以上。在一些實施方式中， $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 的值可為 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。

【0190】ZnO 可提高玻璃的熔化性能，改善玻璃的化學穩定性，晶化時細化晶粒，將 ZnO 含量的上限控制在 10% 以下，可以抑制失透性降低，因此，ZnO 含量的上限為 10%，優選為 5%，更優選為 3%。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10% 的 ZnO。

【0191】MgO 有助於降低玻璃的黏度、成型時抑制玻璃析晶和晶化時細化晶粒，還具有提高低溫熔化性的效果，MgO 在本發明中是可選成分，優選含量在 0.3% 以上；但如果 MgO 含量過高，可能會引起耐失透性下降，在晶化後會得到不理想的晶體，導致微晶玻璃和微晶玻璃製品的性能下降，因此，MgO 含量的上限為 10%，優選為 5%，更優選為 2%。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10% 的 MgO。

【0192】通過本發明人大量實驗研究發現，當控制 K_2O 和 MgO 的合計含量 $\text{K}_2\text{O}+\text{MgO}$ 與 ZrO_2 的引入量比例 $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 在 0.6~1.2 範圍內時，可與 Li_2O 發生協同作用，促使微晶玻璃和微晶玻璃製品具有合適量的結晶度，使微晶玻璃及微晶玻璃製品具有優異的性能；同時研究發現，通過優選控制 $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.7~1.1，可細化晶粒，並使其光透射率和機械強度更優異，更優選 $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.8-1.0 時，在一些實施方式中，微晶玻璃和微晶玻璃製品四點彎曲強度變大，四點彎曲強度優選為 650MPa 以上，更優選為

700MPa 以上。在一些實施方式中， $(K_2O+MgO)/ZrO_2$ 可為 0.6、0.65、0.7、0.75、0.8、0.85、0.9、0.95、1.0、1.05、1.1、1.15、1.2。

【0193】SrO 是提高玻璃的低溫熔化性和抑制成型析晶的可選成分，本發明中優選控制 SrO 在 5% 以下，可以使微晶玻璃和微晶玻璃製品較易獲得優異的晶粒大小，優選其含量在 1% 以下，在一些實施方式中，優選為不引入。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5% 的 SrO。

【0194】BaO 是有助於提高玻璃的成玻性能的可選成分，當其含量超過 5% 時，玻璃的耐失透性降低，因此本發明中 BaO 含量優選控制在 5% 以下，更優選為 1% 以下，在一些實施方式中，優選不引入。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5% 的 BaO。

【0195】TiO₂ 是一種有助於降低玻璃的熔化溫度、提高化學穩定性的可選成分，本發明中引入 5% 以下的，可以使玻璃晶化過程變得容易控制，優選為 1% 以下，在一些實施方式中，優選不引入。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5% 的 TiO₂。

【0196】Y₂O₃ 是提高玻璃的硬度、化學穩定性的可選成分，但其含量過多則容易引起玻璃析晶，其含量為 5% 以下，優選為 1% 以下，在一些實施方式中，優選不引入。在一些實施方式中，可包含約 0%、大於 0%、0.3%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5% 的 Y₂O₃。

【0197】Na₂O 是提高玻璃的熔融性的任意成分，如果含量高，則容易引起為了在晶化過程中析出晶相增大或析出結晶相變化，因此，可在不會有損本發明微晶玻璃和微晶玻璃製品性能的情況下，在微晶玻璃製品中可優選含有 5% 以下的 Na₂O，更優選 3% 以下的 Na₂O，進一步優選 1% 以下的 Na₂O；在玻璃和微晶玻璃

中可優選含有3%以下的 Na_2O ，更優選1%以下的 Na_2O ，在一些實施方式中，優選為不含有 Na_2O 。在一些實施方式中，可包含約0%、大於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%、2.1%、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%、4.1%、4.2%、4.3%、4.4%、4.5%、4.6%、4.7%、4.8%、4.9%、5.0%的 Na_2O 。

【0198】 B_2O_3 有助於提供具有低熔融溫度的玻璃，當其含量高時，玻璃化學穩定性降低，因此 B_2O_3 含量為3%以下，在一些實施方式中，優選為0.1~2%，在一些實施方式中，優選不引入 B_2O_3 。在一些實施方式中，可包含約0%、大於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%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3.0%的 B_2O_3 。

【0199】 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SnO 中的一種或幾種組分作為澄清劑加入， Sb_2O_3 含量上限為2%，優選為1%，更優選為0.5%。 SnO_2 、 SnO 各自的含量上限分別為2%，優選為1%，更優選為0.5%。在一些實施方式中，以上3種澄清劑中的一種或一種以上的含量約為0%、大於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%。

【0200】在一些實施方式中，還可以用 As_2O_3 、Cl的化合物、Br的化合物等作為澄清劑，其含量分別為2%以下，優選為1%以下，更優選為0.5%以下。

【0201】本發明中為獲得合適的晶粒尺寸和晶相種類，因此在一些實施方式中優選不引入 La_2O_3 、 Cs_2O 、 Tb_2O_3 、 GeO_2 和 CaO 等成分； PbO 和 As_2O_3 是有毒物質，即使少量的加入也不符合環保的要求，因此本發明在一些實施方式中不含有 PbO 和 As_2O_3 。

【0202】本發明的一些實施方式中，通過在原料中加入著色劑製備出具有顏色的玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，可使玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品呈現不同的顏色，著色劑含有： 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%。其著色劑重量百分比含量及其作用詳述如下：

【0203】本發明製備的褐色或綠色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 NiO 、 Ni_2O_3 或 Pr_2O_5 為著色劑。 NiO 和 Ni_2O_3 為著色劑，用於製備褐色或綠色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，兩種組分可以單獨使用或者混合使用，其分別含量一般不超過4%，優選不超過3%，如果含量超過4%，著色劑不能很好溶於玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品中，其分別的含量下限在0.1%以上，如低於0.1%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯。在一些實施方式中，可包含約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%、4.0%的 NiO 或 Ni_2O_3 。如混合使用時， NiO 和 Ni_2O_3 合計量一般不超過4%，合計量下限在0.1%以上。在一些實施方式中，可包含約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%、4.0%的 NiO 和 Ni₂O₃。使用 Pr₂O₅ 作為綠色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品著色劑，單獨使用，一般含量不超過 8%，優選含量不超過 6%，其含量下限在 0.4%以上，如低於 0.4%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯。在一些實施方式中，可包含約 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 Pr₂O₅。

【0204】本發明製備的藍色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 CoO 或 Co₂O₃ 為著色劑，兩種著色劑組分可以單獨使用或者混合使用，其分別的含量都一般不超過 2%，優選不超過 1.8%，如果含量超過了 2%，著色劑不能很好溶於玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品中，其分別的含量下限在 0.05%以上，如低於 0.05%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯。在一些實施方式中，可包含約 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 Co₂O₃。如混合使用時，CoO 和 Co₂O₃ 合計量不超過 2%，合計量下限在 0.05%以上。在一些實施方式中，可包含約 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 Co₂O₃。

【0205】本發明製備的黃色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 Cu₂O 或 CeO₂ 為著色劑，兩種著色劑組分單獨使用或者混合使用，其分別的含量下限在 0.5%

以上，如低於 0.5%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯，單獨使用 Cu_2O 不超過 4%，優選不超過 3%，如果含量超過 4%，容易使玻璃析晶。在一些實施方式中，可包含約 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 。單獨使用 CeO_2 含量一般不超過 4%，優選不超過 3%，如含量超過 4%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品光澤不好。在一些實施方式中，可包含約 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 。同時，少量的 CeO_2 加入玻璃中具有除泡的效果， CeO_2 在玻璃中還可以作為澄清劑使用。如果兩種著色劑混合使用時，其合計量一般不超過 4%，合計量下限在 0.5% 以上。在一些實施方式中，可包含約 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 和 Cu_2O 。

【0206】 本發明製備的黑色或煙灰色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，單獨使用 Fe_2O_3 為著色劑；或者使用 Fe_2O_3 和 CoO 兩種混合使用的著色劑；或者使用 Fe_2O_3 和 Co_2O_3 兩種混合使用的著色劑；或者使用 Fe_2O_3 、 CoO 和 NiO 三種混合使用的著色劑；或者使用 Fe_2O_3 、 Co_2O_3 和 NiO 三種混合使用的著色劑。製備黑色和煙灰色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品的著色劑主要使用 Fe_2O_3 著色，含量

不超過 7%，優選不超過 5%，其含量下限在 0.2% 以上，在一些實施方式中，可包含約 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%、4.0%、4.5%、5.0%、5.5%、6.0%、6.5%、7.0% 的 Fe_2O_3 。 CoO 和 Co_2O_3 在可見光有吸收，可以加深玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品的黑度，一般與 Fe_2O_3 混合使用時各自的含量不超過 0.3%，合計量下限在 0.2% 以上，在一些實施方式中，可包含約 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 的 CoO 和 Co_2O_3 。 NiO 在可見光有吸收，可以加深玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品的黑度，一般混合使用時其含量不超過 1%，合計量下限在 0.2% 以上，，在一些實施方式中，可包含約 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0% 的 NiO 。

【0207】本發明製備的紫色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 MnO_2 為著色劑，使用含量一般不超過 4%，優選在 3% 以內，其含量下限在 0.1% 以上，如低於 0.1%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯，在一些實施方式中，可包含約 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%、4.0% 的 MnO_2 。

【0208】本發明製備的粉色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 Er_2O_3 為著色劑，使用含量一般不超過 8%，優選在 6% 以內。由於稀土元素 Er_2O_3 著色效率低，當使用含量超過 8%，也不能使玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品的顏色進一步的

加深，反而增加成本，其含量下限在0.4%以上，如低於0.4%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯，在一些實施方式中，可包含約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 Er_2O_3 。

【0209】本發明製備的紫紅色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 Nd_2O_3 為著色劑，使用含量一般不超過8%，優選在6%以內。由於稀土元素 Nd_2O_3 著色效率低，使用含量超過了8%，也不能使玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品的顏色進一步的加深，反而增加成本，其含量下限在0.4%以上，如低於0.4%，玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品顏色不明顯，在一些實施方式中，可包含約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 Nd_2O_3 。

【0210】本發明製備的紅色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，使用 Er_2O_3 、 Nd_2O_3 和 MnO_2 混合著色劑，玻璃中 Er 離子在400-500nm有吸收， Mn 離子主要在500nm處有吸收， Nd 離子主要在580nm處有強的吸收，三種物質的混合，可以製備紅色玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品，由於 Er_2O_3 和 Nd_2O_3 為稀土著色，著色能力比較弱， Er_2O_3 使用量在6%以內， Nd_2O_3 使用量在4%以內， Mn 離子著色強，使用量在2%範圍內，其使用混合著色劑合計量的下限在0.9%以上。

【0211】 本文所記載的“不引入”“不含有”“0%”是指沒有故意將該化合物、分子或元素等作為原料添加到本發明玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品中；但作為生產玻璃、微晶玻璃和微晶玻璃製品的原材料和/或設備，會存在某些不是故意添加的雜質或組分，會在最終的玻璃組合物、微晶玻璃和微晶玻璃製品中少量或痕量含有，此種情形也在本發明專利的保護範圍內。

【0212】 本發明的一些實施方式中，微晶玻璃和微晶玻璃製品中主要晶相包括矽酸鋰和石英晶相，矽酸鋰分為二矽酸鋰 ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) 和偏矽酸鋰 (Li_2SiO_3)，在一些實施方式中優選以二矽酸鋰和石英晶相和/或透鋰長石作為主要晶相，在一些實施方式中優選以二矽酸鋰和石英晶相作為主要晶相，在一些優選實施方式中，以二矽酸鋰和 α -石英晶相作為主要晶相，從而獲得本發明中較為優異的性能。

【0213】 為本發明微晶玻璃提供優異的機械性能，同時還可進行離子交換以獲得額外的機械強度。本發明通過合理的組分設計，可使本發明微晶玻璃和微晶玻璃製品獲得合適的晶粒大小；同時本發明中微晶玻璃和微晶玻璃製品具有良好的結晶度，使本發明微晶玻璃和微晶玻璃製品具有優異的機械性能。本文所稱的結晶度是指結晶的完整程度，結晶完整的晶體內部質點的排列比較規則，衍射線強、尖銳且對稱，衍射峰的半高寬接近儀器測量的寬度；結晶度差的晶體中有位錯等缺陷，使衍射線峰形寬而彌散。結晶度越差，衍射能力越弱，衍射峰越寬，直到消失在背景之中。

【0214】 本發明微晶玻璃或微晶玻璃製品的晶粒尺寸和霧度會影響微晶玻璃或微晶玻璃製品的透明度，即影響光透射率，晶粒越小透明度越高，霧度越小，透明度越高。在一些實施方式中，0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下，優選為 0.5%

以下，更優選為 0.4% 以下。在一些實施方式中，晶粒尺寸為 100nm 以下，優選為 80nm 以下，更優選為 60nm 以下，進一步優選為 50nm 以下，更進一步優選為 40nm 以下。另一方面，通過研究發現，微晶玻璃中晶相與玻璃相的折射率差距越小，微晶玻璃或微晶玻璃製品的透明度越高。

【0215】 在一些實施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃製品在可見光範圍中呈現高的透明度（即微晶玻璃或微晶玻璃製品是透明的）。在一些實施方式中 1mm 厚度 400~800nm 的平均光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上。在一些優選的實施方式中，0.55mm 厚度 550nm 的光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上，進一步優選為 91% 以上。

【0216】 在一些實施方式中，可將抗微生物成分添加到玻璃、微晶玻璃或微晶玻璃製品中。

【0217】 本發明的玻璃組合物、微晶玻璃和微晶玻璃製品可以通過如下方法進行生產和製造：

【0218】 生成玻璃組合物：按照組成比例範圍將原料混合均勻，將均勻的混合物放入鉑制或石英制的坩堝中，根據玻璃組成的熔化難易度，在電爐或燃氣爐中在 1250~1650°C 的溫度範圍內進行 5~24 小時熔化，攪拌使其均勻後，降至適當的溫度並澆鑄到模具中，緩慢冷卻而成。

【0219】 本發明的玻璃組合物可以通過眾所周知的方法進行成型。在一些實施方式中，本發明玻璃組合物的折射率(nd)為 1.500~1.530，優選為 1.510~1.525。

【0220】 本發明的玻璃組合物，在成型後或成型加工後通過晶化工藝進行晶化處理，在玻璃內部均勻地析出結晶。該晶化處理可以通過 1 個階段進行，也可以通過 2 個階段進行，但優選採用 2 個階段進行晶化處理。在第 1 溫度下進行成核工

藝的處理，然後在比成核工藝溫度高的第2溫度下進行晶體生長工藝的處理。將
在第1溫度下進行的晶化處理稱為第1晶化處理，將在第2溫度下進行的晶化處理
稱為第2晶化處理。

【0221】為了使微晶玻璃得到所期望的物理性質，優選的晶化工藝為：

【0222】上述通過1個階段進行晶化處理，可以連續地進行核形成工藝與結晶生
長工藝。即，升溫至規定的晶化處理溫度，在達到熱處理溫度之後，將其溫度
保持一定的時間，然後再進行降溫。該晶化處理的溫度優選為在490~800°C，
為了能夠析出所期望的晶相，更優選為550~750°C，在晶化處理溫度下的保持
時間，優選為0~8小時，更優選為1~6小時。

【0223】上述通過2個階段進行晶化處理時，第1溫度優選為490~650°C，第2溫
度優選為600~850°C。在第1溫度下的保持時間，優選為0~24小時，更優選為2
~15小時。在第2溫度下的保持時間，優選為0~10小時，更優選為0.5~6小時。

【0224】上述保持時間0小時，是指在達到其溫度後不到1分鐘又開始降溫或升
溫。

【0225】在一些實施方式中，本發明通過晶化工藝所得到的微晶玻璃的折射率
(nd) 為 1.520~1.550，優選為 1.530~1.545。

【0226】在一些實施方式中，可通過各種工藝將本文所述的玻璃組合物或微晶
玻璃製造成成形體，所述成形體包括但不限於片材，所述工藝包括但不限於狹
縫拉制、浮法、輥壓和本領域公知的其他形成片材的工藝。或者，可通過本領
域所公知的浮法或輥壓法來形成玻璃組合物或微晶玻璃。

【0227】本發明的玻璃組合物或微晶玻璃，可以採用研磨或拋光加工等方法製
造片材的玻璃成形體，但製造玻璃成形體的方法，並不限定於這些方法。

【0228】本發明的玻璃或微晶玻璃成形體，可以在一定溫度下採用熱彎或壓型等方法製備形成各種形狀，並不限定於這些方法。

【0229】本發明所述的玻璃組合物、微晶玻璃和微晶玻璃製品可具有合理有用的任何厚度。

【0230】本發明的微晶玻璃除了通過析出結晶提高機械特性之外，還可以通過形成壓縮應力層獲得更高的強度，從而製成微晶玻璃製品。

【0231】在一些實施方式中，可將玻璃組合物或微晶玻璃加工成片材，和/或造型（如打孔、熱彎等），定形後拋光和/或掃光，再通過化學鋼化工藝進行化學鋼化。

【0232】本發明所述的化學鋼化，即是離子交換法。本發明的玻璃、微晶玻璃都是可通過本技術領域所公知的方法進行離子交換。在離子交換過程中，玻璃或微晶玻璃中的較小的金屬離子被靠近玻璃或微晶玻璃的具有相同價態的較大金屬離子置換或“交換”。用較大的離子置換較小的離子，在玻璃或微晶玻璃中構建壓縮應力，形成壓縮應力層。

【0233】在一些實施方式中，金屬離子是單價鹼金屬離子(例如 Na^+ 、 K^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 等)，離子交換通過將玻璃或微晶玻璃浸沒在包含較大的金屬離子的至少一種熔融鹽的鹽浴中來進行，該較大的金屬離子用於置換玻璃中的較小的金屬離子。或者，其他單價金屬離子例如 Ag^+ 、 Tl^+ 、 Cu^+ 等也可用於交換單價離子。用來化學鋼化玻璃或微晶玻璃的一種或更多種離子交換過程可包括但不限於：將其浸沒在單一鹽浴中，或者將其浸沒在具有相同或不同組成的多個鹽浴中，在浸沒之間有洗滌和/或退火步驟。

【0234】 在一些實施方式中，玻璃或微晶玻璃可通過在浸沒於約430°C~470°C的溫度的熔融Na鹽（如NaNO₃）的鹽浴中約6~20小時來進行離子交換，優選溫度範圍為435°C~460°C，優選時間範圍為8~13小時。在這種實施方式中，Na離子置換玻璃或微晶玻璃中的部分Li離子，從而形成表面壓縮層且呈現高機械性能。在一些實施方式中，玻璃或微晶玻璃可通過在浸沒於可通過浸沒於約400°C~450°C的溫度下熔融K鹽（如KNO₃）的鹽浴中1~8小時來對實施方式進行離子交換，優選時間範圍為2~4小時。

【0235】 在一些優選實施方式中，通過在450°C的熔融Na鹽（如NaNO₃）的鹽浴中約8小時，離子交換層深度達80μm以上，優選為85μm以上。

【0236】 在一些實施方式中，還有向玻璃或微晶玻璃的表層注入離子的離子注入法，以及對玻璃或微晶玻璃進行加熱，然後快速冷卻的熱鋼化法。

【0237】 本發明玻璃組合物、微晶玻璃和/或微晶玻璃製品各項性能指標採用以下方法測試：

【0238】 [熱膨脹係數]

【0239】 熱膨脹係數（ $\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}}$ ）按照GB/T7962.16-2010測試方法進行測試。

【0240】 [折射率]

【0241】 折射率（nd）按照 GB/T7962.1-2010 方法測試。

【0242】 [霧度]

【0243】 採用霧度測試儀EEL57D，以0.55mm厚玻璃樣品製備，以GB2410-80為標準進行測試。

【0244】 [晶粒尺寸]

【0245】利用SEM掃描電鏡進行測定，微晶玻璃通過在HF酸中進行表面處理，再對微晶玻璃表面進行噴金，在SEM掃描電鏡下進行表面掃描，確定其晶粒的大小。

【0246】 [光透射率]

【0247】將樣品加工成1mm厚度並進行相對面平行拋光，利用日立U-41000形分光光度計測定400~800nm的平均光透射率。

【0248】將樣品加工成0.55mm厚度並進行相對面平行拋光，利用日立U-41000形分光光度計測定550nm的光透射率。

【0249】 [折射率溫度係數]

【0250】折射率溫度係數按照 GB/T 7962.4—2010 規定方法測試，測定 20~40℃的折射率溫度係數。

【0251】 [結晶度]

【0252】將XRD衍射峰與數據庫圖譜進行對比，結晶度是通過計算結晶相衍射強度在整體圖譜強度中所占比例所得，並且通過使用純石英晶體進行內部標定。

【0253】 [表面應力]和[離子交換層深度]

【0254】利用玻璃表面應力儀FSM-6000LEUV進行表面應力測定。

【0255】利用玻璃表面應力儀SLP-2000進行離子交換層深度測定。

【0256】作為測定條件以樣品的折射率為1.54、光學彈性常數為25.3[(nm/cm)/Mpa]進行計算。

【0257】 [落球試驗高度]

【0258】對 150×57×0.55mm 的樣品兩表面進行拋光後放置在橡膠片上，使 132g 的鋼球從規定高度落下，樣品不發生斷裂而能夠承受的衝擊的最大落球試驗高度。具體地說，試驗從落球試驗高度 650mm 開始實施，在不發生斷裂的情況下，通過 700mm、750mm、800mm、850mm 和 900mm 及以上依次改變高度。對於具有“落球試驗高度”的實施例，以微晶玻璃製品為試驗對象。在實施例中記錄為 900mm 的試驗數據，表示即使從 900mm 的高度使鋼球落下微晶玻璃製品也不發生斷裂而承受了衝擊。

【0259】 [斷裂韌性]

【0260】使用直接測量壓痕擴展裂紋尺寸的方法，試樣規格為 2mm×4mm×20mm，經過倒角、磨平和拋光，試樣製備完成後，用維氏硬度壓頭在試樣上加 49N 的力並維持 30s 的時間，打出壓痕後，用三點彎曲的方法測定其斷裂強度。

【0261】 [四點彎曲強度]

【0262】採用微機控制電子萬能試驗機 CMT6502，玻璃規格 150×57×0.55mm，以 ASTM C 158-2002 為標準進行測試。

【0263】本發明玻璃組合物具有以下性能：

【0264】1) 在一些實施方式中，熱膨脹係數 ($\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}}$) 為 $45 \times 10^{-7}/\text{K} \sim 70 \times 10^{-7}/\text{K}$ ，優選為 $50 \times 10^{-7}/\text{K} \sim 70 \times 10^{-7}/\text{K}$ 。

【0265】2) 在一些實施方式中，折射率 (nd) 為 1.500~1.530，優選為 1.510~1.525。

【0266】本發明微晶玻璃具有以下性能：

【0267】1) 在一些實施方式中，0.55mm 厚度的霧度為 0.6% 以下，優選為 0.5% 以下，更優選為 0.4% 以下。

【0268】 2) 在一些實施方式中，晶粒尺寸為 100nm 以下，優選為 80nm 以下，更優選為 60nm 以下，進一步優選為 50nm 以下，更進一步優選為 40nm 以下。

【0269】 3) 在一些實施方式中，本發明微晶玻璃折射率溫度係數為 $-0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，優選 $-0.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下，更優選 $-1.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下。

【0270】 4) 在一些實施方式中，結晶度為50%以上，優選為65%以上，更優選為70%以上，進一步優選為75%以上。

【0271】 5) 在一些實施方式中，折射率 (nd) 為 1.520~1.550，優選為 1.530~1.545。

【0272】 6) 在一些實施方式中，1mm 厚度 400~800nm 的平均光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上。

【0273】 7) 在一些實施方式中，0.55mm 厚度 550nm 的光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上，進一步優選為 91% 以上。

【0274】本發明微晶玻璃製品除具有上述微晶玻璃的性能外，還具有以下性能：

【0275】 1) 在一些實施方式中，表面應力為 200MPa 以上，優選為 250MPa 以上，更優選為 300MPa 以上；

【0276】 2) 在一些實施方式中，四點彎曲強度為 600MPa 以上，優選為 650MPa 以上，更優選為 700MPa 以上；

【0277】 3) 在一些實施方式中，離子交換層深度為 30 μm 以上，優選為 50 μm 以上，更優選 60 μm 以上，進一步優選 80 μm 以上；

【0278】 4) 在一些實施方式中，落球試驗高度為 700mm 以上，優選為 800mm 以上，更優選為 1000mm 以上，進一步優選為 1200mm 以上；

【0279】5) 在一些實施方式中，斷裂韌性為 $1\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，優選為 $1.3\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上，更優選為 $1.5\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 以上。

【0280】6) 在一些實施方式中，1mm 厚度 400~800nm 的平均光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上。

【0281】7) 在一些實施方式中，0.55mm 厚度 550nm 的光透射率為 80% 以上，優選為 85% 以上，更優選為 88% 以上，進一步優選為 91% 以上。

【0282】本發明的微晶玻璃和微晶玻璃製品由於具有上述優異的性能，可廣泛製作成玻璃蓋板或玻璃元器件；同時，本發明微晶玻璃、微晶玻璃製品，以及所製成的玻璃蓋板或玻璃元器件還可應用於電子設備或顯示設備中，如手機、手錶、電腦、觸摸顯示屏等。

【0283】實施例

【0284】為了進一步清楚地闡釋和說明本發明的技術方案，提供以下的非限制性實施例。本發明實施例經過諸多努力以確保數值(例如數量、溫度等)的精確性，但是必須考慮到存在一些誤差和偏差。組成自身基於氧化物以重量%給出，且已標準化成100%。

【0285】以下表1~3中所示為玻璃組合物實施例

【0286】表1.

組分 (wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	75.5	75.5	75.3	74.6	74.2	79.0	78.5	76.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.6	8.5	9.5	9.8	7.0	8.0	8.0
Li ₂ O	9.5	9.6	10.0	9.5	9.3	9.0	8.0	10.0
K ₂ O	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.8	1.0	0.6
ZnO	0.7	0.5	0.5	1.0	0.6	0.0	0.4	0.5
MgO	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	2.0	1.5	1.7	1.2	1.1	1.4
ZrO ₂	2.0	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	10.00	11.20	10.04	8.85	8.52	12.57	10.81	10.81
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	47.22	44.79	42.65	56.07	49.12	73.33	78.64	61.79
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.00	9.05	9.25	12.67	11.24	13.33	14.55	12.86
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	53.06	50.05	48.00	63.73	56.06	80.83	87.73	68.93
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	1.00	0.83	0.68	0.95	1.00	0.90	1.00	0.80
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.17	2.82	3.70	3.17	3.10	3.21	2.67	3.85
熱膨脹係數 $\alpha_{20^{\circ}\text{C}}$ -120 [°] C ($\times 10^{-7}/\text{K}$)	64	62	58	65	64	57	55	59
折射率 nd	1.5215	1.5206	1.5159	1.5233	1.5219	1.5189	1.5142	1.5177

【0287】表 2.

組分 (wt%)	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	72.0	71.9	73.0	73.5	76.0	74.0	74.5	74.5
Al ₂ O ₃	9.5	9.0	8.0	7.8	6.9	7.9	7.8	9.5
Li ₂ O	10.0	10.0	9.9	10.0	9.6	10.0	9.7	9.0
K ₂ O	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	1.1	0.9
ZnO	1.0	2.5	2.3	2.3	0.8	1.2	1.3	0.9
MgO	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8
ZrO ₂	3.0	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	8.63	9.10	10.36	10.71	12.41	10.63	10.79	8.79
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	45.56	43.11	46.06	43.95	42.80	42.00	44.32	46.39
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.83	10.00	9.94	9.37	8.25	8.95	9.21	10.28
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	52.50	49.00	51.89	49.21	47.35	47.20	49.58	52.89
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.83	0.91	1.00	0.91	0.91	0.84	0.95	0.86
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	2.86	3.13	2.83	3.13	3.00	3.23	2.94	2.90

熱膨脹係數 $\alpha_{20^\circ\text{C}}$ -120 $^\circ\text{C}$ ($\times 10^{-7}/\text{K}$)	63	63	64	61	57	59	59	63
折射率 nd	1.524 3	1.522	1.523 9	1.521 1	1.513 5	1.514 6	1.523 2	1.524

【0288】表 3.

組分 (wt%)	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	74.9	72.5	72.7	75.9	75.8	75.7	75.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.5	9.5	7.0	7.3	7.5	7.8
Li ₂ O	10.0	12.0	9.5	9.9	9.8	9.7	9.6
K ₂ O	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ZnO	0.2	1.7	1.9	0.9	0.8	0.8	0.8
MgO	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
ZrO ₂	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	9.99	11.27	8.65	12.26	11.73	11.39	10.91
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	42.45	44.47	43.26	45.16	45.05	44.95	44.79
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	9.25	10.26	10.00	8.89	9.00	9.05	9.16
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	47.80	49.58	49.32	50.00	50.05	50.05	50.05
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.91
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.13	3.24	3.17	3.09	3.06	3.03	3.00
熱膨脹係數 $\alpha_{20^\circ\text{C}}$ -120 $^\circ\text{C}$ ($\times 10^{-7}/\text{K}$)	63	62	63	61	64	61	60
折射率 nd	1.5192	1.5224	1.5233	1.5226	1.5244	1.5213	1.5214

【0289】以下表 4~6 中所示為微晶玻璃實施例

【0290】表 4.

組分 (wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	75.5	75.5	75.3	74.6	74.2	79.0	78.5	76.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.6	8.5	9.5	9.8	7.0	8.0	8.0
Li ₂ O	9.5	9.6	10.0	9.5	9.3	9.0	8.0	10.0
K ₂ O	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.8	1.0	0.6
ZnO	0.7	0.5	0.5	1.0	0.6	0.0	0.4	0.5
MgO	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	2.0	1.5	1.7	1.2	1.1	1.4

ZrO ₂	2.0	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	10.00	11.20	10.04	8.85	8.52	12.57	10.81	10.81
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	47.22	44.79	42.65	56.07	49.12	73.33	78.64	61.79
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.00	9.05	9.25	12.67	11.24	13.33	14.55	12.86
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	53.06	50.05	48.00	63.73	56.06	80.83	87.73	68.93
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	1.00	0.83	0.68	0.95	1.00	0.90	1.00	0.80
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.17	2.82	3.70	3.17	3.10	3.21	2.67	3.85
0.55mm 厚霧度 (%)	0.25	0.34	0.44	0.20	0.35	0.39	0.40	0.42
晶粒尺寸 (nm)	40	40	45	40	40	50	45	45
折射率溫度係數 (×10 ⁻⁶ /°C)	-1.4	-1.5	-0.8	-1.4	-1.4	-1.1	-0.9	-0.8
結晶度	0.81	0.82	0.7	0.8	0.82	0.77	0.75	0.74
折射率 nd	1.5415	1.5406	1.5359	1.5433	1.5419	1.5389	1.5342	1.5377
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率	0.87	0.86	0.85	0.88	0.88	0.85	0.85	0.85
0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率	0.92	0.91	0.88	0.92	0.92	0.88	0.9	0.89
主要晶相	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰、透鋰長石	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰	石英晶相, 二矽酸鋰
晶化第一溫度和時間	540°C-10h	560°C-10h	570°C-10h	590°C-10h	580°C-6h	590°C-10h	600°C-10h	590°C-10h
晶化第二溫度和時間	770°C-0.5h	740°C-4h	800°C-0.5h	715°C-1h	690°C-2h	710°C-6h	730°C-2h	730°C-1h

【0291】表 5.

組分 (wt%)	9	10	11	12	13	14	15	16
----------	---	----	----	----	----	----	----	----

SiO ₂	72.0	71.9	73.0	73.5	76.0	74.0	74.5	74.5
Al ₂ O ₃	9.5	9.0	8.0	7.8	6.9	7.9	7.8	9.5
Li ₂ O	10.0	10.0	9.9	10.0	9.6	10.0	9.7	9.0
K ₂ O	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	1.1	0.9
ZnO	1.0	2.5	2.3	2.5	0.8	1.2	1.3	0.9
MgO	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8
ZrO ₂	3.0	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	8.63	9.10	10.36	10.71	12.41	10.63	10.79	8.79
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	45.56	43.11	46.06	43.95	42.80	42.00	44.32	46.39
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.83	10.00	9.94	9.37	8.25	8.95	9.21	10.28
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	52.50	49.00	51.89	49.21	47.35	47.20	49.58	52.89
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.83	0.91	1.00	0.91	0.91	0.84	0.95	0.86
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	2.86	3.13	2.83	3.13	3.00	3.23	2.94	2.90
0.55mm 厚霧度 (%)	0.35	0.36	0.24	0.35	0.38	0.38	0.39	0.26
晶粒尺寸 (nm)	40	40	40	40	50	45	45	40
折射率溫度係數 (×10 ⁻⁶ /°C)	-1.4	-1.3	-1.4	-1.2	-1.1	-1.5	-1.4	-1.3
結晶度	0.83	0.8	0.83	0.81	0.78	0.82	0.81	0.83
折射率 nd	1.5443	1.542	1.5439	1.5411	1.5335	1.5346	1.5432	1.544
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率	0.87	0.87	0.88	0.87	0.85	0.85	0.85	0.88
0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率	0.92	0.9	0.92	0.9	0.89	0.9	0.89	0.92
主要晶相	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰
晶化第一溫度和時間	510°C-6h	510°C-4h	510°C-4h	550°C-10h	520°C-8h	520°C-6h	520°C-6h	510°C-4h

晶化第二溫度和時間	710 °C-6h	715 °C-4h	740 °C -0.5h	710 °C-6h	715 °C-4h	720 °C-2h	720 °C-1h	715°C -4h
-----------	--------------	--------------	--------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

【0292】表 6.

組分 (wt%)	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	74.9	72.5	72.7	75.9	75.8	75.7	75.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.5	9.5	7.0	7.3	7.5	7.8
Li ₂ O	10.0	12.0	9.5	9.9	9.8	9.7	9.6
K ₂ O	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ZnO	0.2	1.7	1.9	0.9	0.8	0.8	0.8
MgO	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
ZrO ₂	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	9.99	11.27	8.65	12.26	11.73	11.39	10.91
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	42.45	44.47	43.26	45.16	45.05	44.95	44.79
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	9.25	10.26	10.00	8.89	9.00	9.05	9.16
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	47.80	49.58	49.32	50.00	50.05	50.05	50.05
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.91
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.13	3.24	3.17	3.09	3.06	3.03	3.00
0.55mm 厚霧度 (%)	0.36	0.37	0.38	0.37	0.23	0.38	0.36
晶粒尺寸 (nm)	50	45	45	45	40	50	50
折射率溫度係數 (×10 ⁻⁶ /°C)	-1.4	-1.2	-1.4	-1.5	-1.4	-1.3	-1.4
結晶度	0.8	0.82	0.81	0.82	0.84	0.82	0.83
折射率 nd	1.5392	1.5424	1.5433	1.5426	1.5444	1.5413	1.5414
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率	0.85	0.85	0.85	0.85	0.9	0.85	0.85
0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率	0.9	0.91	0.91	0.9	0.92	0.9	0.9
主要晶相	石英晶相，二矽酸	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰

	鋰、透 鋰長石						
晶化第一溫度和 時間	510°C -6h	520°C -6h	560°C -6h	520°C -2h	510°C -6h	520°C -4h	510°C -6h
晶化第二溫度和 時間	690°C -2h	710°C -6h	715°C -4h	720°C -2h	710°C -6h	715°C -4h	720°C -2h

【0293】 以下表 7~9 中所示為微晶玻璃製品實施例

【0294】 表 7.

組分 (wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	75.5	75.5	75.3	74.6	74.2	79.0	78.5	76.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.6	8.5	9.5	9.8	7.0	8.0	8.0
Li ₂ O	9.5	9.6	10.0	9.5	9.3	9.0	8.0	10.0
K ₂ O	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.8	1.0	0.6
ZnO	0.7	0.5	0.5	1.0	0.6	0.0	0.4	0.5
MgO	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	2.0	1.5	1.7	1.2	1.1	1.4
ZrO ₂	2.0	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	10.00	11.20	10.04	8.85	8.52	12.57	10.81	10.81
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	47.22	44.79	42.65	56.07	49.12	73.33	78.64	61.79
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.00	9.05	9.25	12.67	11.24	13.33	14.55	12.86
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	53.06	50.05	48.00	63.73	56.06	80.83	87.73	68.93
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	1.00	0.83	0.68	0.95	1.00	0.90	1.00	0.80
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.17	2.82	3.70	3.17	3.10	3.21	2.67	3.85
0.55mm 厚霧度 (%)	0.25	0.34	0.44	0.20	0.35	0.39	0.4	0.42
晶粒尺寸 (nm)	40	40	45	40	40	50	45	45
折射率溫度係數 (×10 ⁻⁶ /°C)	-1.4	-1.5	-0.8	-1.4	-1.4	-1.1	-0.9	-0.8
結晶度	0.81	0.82	0.7	0.8	0.82	0.77	0.75	0.74
折射率 nd	1.541 5	1.540 6	1.535 9	1.543 3	1.541 9	1.538 9	1.534 2	1.537 7
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率	0.87	0.86	0.85	0.88	0.88	0.85	0.85	0.85

第 55 頁，共 61 頁(發明說明書)

0.55mm 厚 550nm 波長的光 透射率	0.92	0.91	0.88	0.92	0.92	0.88	0.9	0.89
主要晶相	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰、透 鋰長 石	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰	石英 晶 相,二 矽酸 鋰
表面應力 (MPa)	379	380	287	369	363	351	300	298
四點彎曲強度 (MPa)	750	752	685	739	742	701	698	677
離子交換層深度 (μm)	94	85	75	88	90	80	78	79
落球高度 (mm)	1450	1400	1150	1250	1400	1250	1200	1200
斷裂韌性 ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$)	2.1	2	1.3	1.7	1.6	1.5	1.2	1.3

【0295】表 8.

組分 (wt%)	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	72.0	71.9	73.0	73.5	76.0	74.0	74.5	74.5
Al ₂ O ₃	9.5	9.0	8.0	7.8	6.9	7.9	7.8	9.5
Li ₂ O	10.0	10.0	9.9	10.0	9.6	10.0	9.7	9.0
K ₂ O	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	1.1	0.9
ZnO	1.0	2.5	2.3	2.3	0.8	1.2	1.3	0.9
MgO	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0
P ₂ O ₅	1.8	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	1.9	1.8
ZrO ₂	3.0	2.2	2.5	2.2	2.2	2.5	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	8.63	9.10	10.36	10.71	12.41	10.63	10.79	8.79
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	45.56	43.11	46.06	43.95	42.80	42.00	44.32	46.39
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	10.83	10.00	9.94	9.37	8.25	8.95	9.21	10.28
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	52.50	49.00	51.89	49.21	47.35	47.20	49.58	52.89
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.83	0.91	1.00	0.91	0.91	0.84	0.95	0.86
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	2.86	3.13	2.83	3.13	3.00	3.23	2.94	2.90
0.55mm 厚霧度	0.35	0.36	0.24	0.35	0.38	0.38	0.39	0.26

(%)								
晶粒尺寸 (nm)	40	40	40	40	50	45	45	40
折射率溫度係數 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	-1.4	-1.3	-1.4	-1.2	-1.1	-1.5	-1.4	-1.3
結晶度	0.83	0.8	0.83	0.81	0.78	0.82	0.81	0.83
折射率 nd	1.544 3	1.542	1.543 9	1.541 1	1.533 5	1.534 6	1.543 2	1.544
1mm 厚 400~ 800nm 的平均光 透射率	0.87	0.87	0.88	0.87	0.85	0.85	0.85	0.88
0.55mm 厚 550nm 波長的光 透射率	0.92	0.9	0.92	0.9	0.89	0.9	0.89	0.92
主要晶相	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二矽 酸鋰	石英 晶相， 二 矽酸 鋰
表面應力 (MPa)	378	372	374	355	358	360	359	375
四點彎曲強度 (MPa)	745	742	746	725	726	728	730	735
離子交換層深度 (μm)	85	86	92	92	85	81	82	93
落球高度 (mm)	1300	1300	1350	1350	1300	1350	1500	1550
斷裂韌性 ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$)	2	2.1	2	1.9	1.7	1.9	1.8	1.6

【0296】表 9.

組分 (wt%)	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	74.9	72.5	72.7	75.9	75.8	75.7	75.5
Al ₂ O ₃	8.5	7.5	9.5	7.0	7.3	7.5	7.8
Li ₂ O	10.0	12.0	9.5	9.9	9.8	9.7	9.6
K ₂ O	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ZnO	0.2	1.7	1.9	0.9	0.8	0.8	0.8
MgO	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P ₂ O ₅	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
ZrO ₂	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
Sb ₂ O ₃	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	9.99	11.27	8.65	12.26	11.73	11.39	10.91
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O	42.45	44.47	43.26	45.16	45.05	44.95	44.79

5							
$(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$	9.25	10.26	10.00	8.89	9.00	9.05	9.16
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$	47.80	49.58	49.32	50.00	50.05	50.05	50.05
$(\text{MgO}+\text{K}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.91
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$	3.13	3.24	3.17	3.09	3.06	3.03	3.00
0.55mm 厚霧度 (%)	0.36	0.37	0.38	0.37	0.23	0.38	0.36
晶粒尺寸 (nm)	50	45	45	45	40	50	50
折射率溫度係數 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)	-1.4	-1.2	-1.4	-1.5	-1.4	-1.3	-1.4
結晶度	0.8	0.82	0.81	0.82	0.84	0.82	0.83
折射率 nd	1.5392	1.5424	1.5433	1.5426	1.5444	1.5413	1.5414
1mm 厚 400~800nm 的平均光透射率	0.85	0.85	0.85	0.85	0.89	0.85	0.85
0.55mm 厚 550nm 波長的光透射率	0.9	0.91	0.91	0.9	0.92	0.9	0.9
主要晶相	石英晶相，二矽酸鋰、透鋰長石	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰	石英晶相，二矽酸鋰
表面應力 (MPa)	355	370	373	363	364	368	367
四點彎曲強度 (MPa)	731	739	738	728	724	721	720
離子交換層深度 (μm)	89	89	89	89	95	88	86
落球高度 (mm)	1300	1200	1500	1300	1500	1450	1500
斷裂韌性 ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$)	1.9	2.1	1.8	1.9	1.6	1.7	1.6

【0297】 以下表 10~12 中所示為彩色微晶玻璃製品實施例

【0298】 表 10.

組分 (wt%)	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO_2	66.0	75.3	72.0	71.9	73.0	73.5	72.5	72.7
Al_2O_3	10.0	8.5	9.5	9.0	8.0	7.8	7.5	9.5
Li_2O	14.0	10.0	10.0	10.0	9.9	10.0	12.0	9.5
K_2O	3.1	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0
ZnO	0.0	0.0	0.1	0.5	0.3	0.5	1.0	0.2
MgO	0.0	1.0	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	1.0
P_2O_5	1.9	2.0	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9

ZrO ₂	3.0	2.2	3.0	2.2	2.5	2.2	2.2	2.0
Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.5
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NiO	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ni ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pr ₂ O ₅	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CoO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Co ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Cu ₂ O	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0
MnO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
Er ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Nd ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	8.00	10.0 4	8.63	9.10	10.3 6	10.7 1	11.2 7	8.65
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	42.1 1	42.6 5	45.5 6	43.1 1	46.0 6	43.9 5	44.4 7	43.2 6
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	12.6 3	9.25	10.8 3	10.0 0	9.94	9.37	10.2 6	10.0 0
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	48.9 5	48.0 0	52.5 0	49.0 0	51.8 9	49.2 1	49.5 8	49.3 2
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	1.03	0.68	0.83	0.91	1.00	0.91	0.91	1.00
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	2.30	3.70	2.86	3.13	2.83	3.13	3.24	3.17
玻璃顏色	黃色	褐色	綠色	藍色	黃色	黑色	紫色	粉色

【0299】表 11.

組分 (wt%)	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	75.9	74.0	71.0	72.4	75.0	71.0	70.0	70.0
Al ₂ O ₃	7.0	7.9	7.9	7.7	8.1	6.8	7.7	8.5
Li ₂ O	9.9	10.0	11.0	12.5	9.5	10.0	11.0	8.5
K ₂ O	1.0	0.6	0.5	1.5	1.0	0.6	0.5	1.0
ZnO	0.0	0.0	3.0	0.8	0.7	3.3	0.0	3.6
MgO	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0	2.0	2.0	0.5
P ₂ O ₅	1.9	2.0	1.5	1.8	1.8	1.5	1.5	1.4
ZrO ₂	2.2	2.5	3.0	2.5	2.2	3.0	3.0	2.0
Sb ₂ O ₃	0.2	0.3	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.2	0.0
Ni ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0

Pr ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CoO	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0
Co ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Cu ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
MnO ₂	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Er ₂ O ₃	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nd ₂ O ₃	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CeO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	12.2 6	10.6 3	10.3 8	11.0 3	10.4 3	11.9 1	10.5 2	9.24
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	45.1 6	42.0 0	54.6 7	47.1 7	46.9 4	54.0 0	54.0 0	56.0 7
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	8.89	8.95	12.6 0	11.2 2	9.78	11.2 0	12.4 7	12.1 4
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	50.0 0	47.2 0	61.9 3	52.8 3	52.6 7	60.5 3	61.1 3	63.5 7
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.91	0.84	0.83	0.80	0.91	0.87	0.83	0.75
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	3.09	3.23	3.14	3.13	2.97	2.78	3.14	2.83
玻璃顏色	紫紅色	紅色	黑色	藍色	藍色	褐色	煙灰色	綠色

【0300】表 12.

組分 (wt%)	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂	73.4	70.0	71.5	71.5	70.0	71.5	70.0
Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.8	7.0	6.8	8.0	7.0
Li ₂ O	9.5	11.5	8.5	12.5	9.5	9.7	10.0
K ₂ O	0.3	0.5	0.0	1.5	0.4	1.1	0.5
ZnO	0.0	0.7	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
MgO	2.0	2.0	2.0	0.8	2.0	0.7	2.0
P ₂ O ₅	1.8	1.8	1.6	1.8	1.7	1.8	1.5
ZrO ₂	3.0	3.0	2.6	2.7	2.5	2.2	2.9
Sb ₂ O ₃	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Y ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ni ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pr ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
CoO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Co ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cu ₂ O	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MnO ₂	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.8
Er ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	3.8
Nd ₂ O ₃	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.5

CeO ₂	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(SiO ₂ +Li ₂ O)/Al ₂ O ₃	11.84	11.64	10.26	12.00	11.69	10.15	11.43
(SiO ₂ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	46.06	45.28	50.00	46.67	46.76	45.11	53.33
(Al ₂ O ₃ +Li ₂ O)/P ₂ O ₅	9.17	10.28	10.19	10.83	9.59	9.83	11.33
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Li ₂ O+ZrO ₂)/P ₂ O ₅	51.61	50.83	56.50	52.06	52.24	50.78	59.93
(MgO+K ₂ O)/ZrO ₂	0.77	0.83	0.77	0.85	0.96	0.82	0.86
Li ₂ O/(K ₂ O+ZrO ₂)	2.88	3.29	3.27	2.98	3.28	2.94	2.94
玻璃顏色	黃色	黃色	紫紅色	紫色	粉色	綠色	紅色

【符號說明】

【0301】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種微晶玻璃製品，其特徵在於，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃製品四點彎曲強度為600MPa以上，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； Na_2O ：0～5%； $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為8.89～20； $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為6～11.73； $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為47～90。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，其組成按重量百分比表示，還含有： SrO ：0～5%；和/或 BaO ：0～5%；和/或 TiO_2 ：0～5%；和/或 Y_2O_3 ：0～5%；和/或 B_2O_3 ：0～3%；和/或澄清劑：0～2%。

【第3項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 7～11.73；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.89～18；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～80；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48～90；
- 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為0.6～1.2；
- 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為2.3～4.0。

【第4項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～76%；和/或 Al_2O_3 ：4～10%；和/或 Li_2O ：8～12.5%；和/或 ZrO_2 ：1～5%；和/或 P_2O_5 ：1～2%；和/或 K_2O ：0

~3%；和/或MgO：0.3~2%；和/或ZnO：0~3%；和/或Na₂O：0~1%；和/或Sb₂O₃：0~1%；和/或SnO₂：0~1%；和/或SnO：0~1%。

【第5項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為 8~11.73；
- 2) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 9~14；
- 3) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 42~60；
- 4) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 48~80；
- 5) (K₂O+MgO)/ZrO₂ 為 0.8~1.0；
- 6) Li₂O/(K₂O+ZrO₂) 為2.8~3.3。

【第6項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，各組分含量滿足以下4種情形中的一種以上：

- 1) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 9.25~14；
- 2) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 45~60；
- 3) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 49~80；
- 4) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為8.5~11.73。

【第7項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，所述微晶玻璃製品的表面應力為250MPa以上；和/或離子交換層深度為50μm以上；和/或落球試驗高度為1000mm以上；和/或斷裂韌性為1.3MPa·m^{1/2}以上；和/或四點彎曲強度為700MPa以上；和/或0.55mm厚度的霧度為0.5%以下；和/或晶粒尺寸為優選為80nm 以下；和/或折射率溫度係數為-0.8×10⁻⁶/°C 以下；和/或1mm厚400~800nm波長的平均光透射率為85%以上；和/或0.55mm厚550nm波長的光透射率為85%以上。

【第8項】如申請專利範圍第1或2項中任一項所述的微晶玻璃製品，其特徵在於，還含有著色劑，可使微晶玻璃製品呈現不同顏色。

【第9項】一種微晶玻璃，其特徵在於，其主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.6%以下，其組成按重量百分比表示，含有：
 SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為8.89～20； $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為6～11.73； $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為47～90。

【第10項】如申請專利範圍第9項所述的微晶玻璃，其特徵在於，其組成按重量百分比表示，還含有： SrO ：0～5%；和/或 BaO ：0～5%；和/或 TiO_2 ：0～5%；和/或 Y_2O_3 ：0～5%；和/或 Na_2O ：0～3%；和/或 B_2O_3 ：0～3%；和/或澄清劑：0～2%。

【第11項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，其特徵在於，各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 7～11.73；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.89～18；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～80；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48～90；
- 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6～1.2；
- 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3～4.0。

【第12項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，其特徵在於，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：70～76%；和/或 Al_2O_3 ：4～10%；和/或 Li_2O ：8～12.5%；和/或 ZrO_2 ：1～5%；和/或 P_2O_5 ：1～2%；和/或 K_2O ：0～3%；

和/或MgO：0.3~2%；和/或ZnO：0~3%；和/或Sb₂O₃：0~1%；和/或SnO₂：0~1%；和/或SnO：0~1%。

【第13項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，其特徵在於，各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為 8~11.73；
- 2) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 9~14；
- 3) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 42~60；
- 4) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 48~80；
- 5) (K₂O+MgO)/ZrO₂ 為 0.8~1.0；
- 6) Li₂O/(K₂O+ZrO₂) 為2.8~3.3。

【第14項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，各組分含量滿足以下4種情形中的一種以上：

- 1) (Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅ 為 9.25~14；
- 2) (SiO₂+Li₂O)/P₂O₅ 為 45~60；
- 3) (SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅ 為 49~80；
- 4) (SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃ 為 8.5~11.73。

【第15項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，其特徵在於，所述微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.5%以下；和/或晶粒尺寸為60nm以下；和/或折射率溫度係數為 $-0.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下；和/或1mm厚400~800nm波長的平均光透射率為85%以上；和/或0.55mm厚550nm波長的光透射率為85%以上。

【第16項】如申請專利範圍第9或10項中任一項所述的微晶玻璃，其特徵在於，還含有著色劑，可使微晶玻璃呈現不同顏色。

【第17項】一種玻璃組合物，其特徵在於，熱膨脹係數（ $\alpha_{20^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C}}$ ）為 $45 \times 10^{-7}/\text{K}$ ～ $70 \times 10^{-7}/\text{K}$ ，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； SrO ：0～5%； BaO ：0～5%； TiO_2 ：0～5%； Y_2O_3 ：0～5%； B_2O_3 ：0～3%； Na_2O ：0～3%；澄清劑：0～2%； $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為8.89～20； $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為6～11.73； $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為47～90。

【第18項】如申請專利範圍第17項所述的玻璃組合物，在特徵在於，各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 7～11.73；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.89～18；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～80；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48～90；
- 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6～1.20；
- 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為2.3～4.0。

【第19項】一種玻璃蓋板，其特徵在於，含有如申請專利範圍第1～8項中任一項所述的微晶玻璃製品，和/或如申請專利範圍第9～16項中任一項所述的微晶玻璃，和/或如申請專利範圍第17～18項中任一項所述的玻璃組合物。

【第20項】一種電子設備，其特徵在於，含有如申請專利範圍第1～8項中任一項所述的微晶玻璃製品，和/或如申請專利範圍第9～16項中任一項所述的微晶玻璃，和/或如申請專利範圍第17～18項中任一項所述的玻璃組合物，和/或如申請專利範圍第19項中任一項所述的玻璃蓋板。

【第21項】一種微晶玻璃製品的製造方法，其特徵在於，所述方法包括以下步驟：

形成玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65～85%； Al_2O_3 ：1～15%； Li_2O ：5～15%； ZrO_2 ：0.1～10%； P_2O_5 ：0.1～10%； K_2O ：0～10%； MgO ：0～10%； ZnO ：0～10%； SrO ：0～5%； BaO ：0～5%； TiO_2 ：0～5%； Y_2O_3 ：0～5%； B_2O_3 ：0～3%； Na_2O ：0～3%；澄清劑：0～2%； $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.89～20； $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 6～11.73； $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 47～90；

對所述玻璃組合物通過晶化工藝形成微晶玻璃，所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，再對所述微晶玻璃通過化學鋼化工藝形成微晶玻璃製品，所述微晶玻璃製品四點彎曲強度為600MPa以上。

【第22項】如申請專利範圍第21項所述的微晶玻璃製品的製造方法，其特徵在於，所述玻璃組合物各組分含量滿足以下6種情形中的一種以上：

- 1) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 為 7～11.73；
- 2) $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 8.89～18；
- 3) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 40～80；
- 4) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Li}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)/\text{P}_2\text{O}_5$ 為 48～90；
- 5) $(\text{K}_2\text{O}+\text{MgO})/\text{ZrO}_2$ 為 0.6～1.2；
- 6) $\text{Li}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{ZrO}_2)$ 為 2.3～4.0。

【第23項】如申請專利範圍第21項所述的微晶玻璃製品的製造方法，其特徵在於，晶化工藝包括以下步驟：在第1溫度下進行成核工藝的處理，然後在比成核工藝溫度高的第2溫度下進行晶體生長工藝的處理；第1溫度為490～650℃，第2溫度為600～850℃；在第1溫度下的保持時間為2～15小時。在第2溫度下的保持時間為0.5～6小時。

【第24項】如申請專利範圍第21項所述的微晶玻璃製品的製造方法，其特徵在於，化學鋼化工藝包括：微晶玻璃浸沒於435°C～460°C的溫度的熔融Na鹽的鹽浴中約8～13小時；和/或微晶玻璃浸沒於400°C～450°C的溫度的熔融K鹽的鹽浴中2～4小時；通過在450°C的熔融Na鹽的鹽浴中化學鋼化8小時，微晶玻璃製品的離子交換層深度達80 μ m以上。

【第25項】如申請專利範圍第21項所述的微晶玻璃製品的製造方法，其特徵在於，所述微晶玻璃製品表面應力為250MPa以上；和/或離子交換層深度為50 μ m以上；和/或落球試驗高度為1000mm以上；和/或斷裂韌性為1.3MPa·m^{1/2}以上；和/或四點彎曲強度為650 MPa以上；和/或0.55mm厚度的霧度為0.5%以下；和/或晶粒尺寸為60nm 以下；和/或折射率溫度係數為 $-0.8\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下；和/或1mm厚400～800nm波長的平均光透射率為85%以上；和/或0.55mm厚550nm波長的光透射率為85%以上。

【第26項】一種微晶玻璃的製造方法，其特徵在於，包括以下步驟：

形成玻璃組合物，其組成按重量百分比表示，含有：SiO₂：65～85%；Al₂O₃：1～15%；Li₂O：5～15%；ZrO₂：0.1～10%；P₂O₅：0.1～10%；K₂O：0～10%；MgO：0～10%；ZnO：0～10%；SrO：0～5%；BaO：0～5%；TiO₂：0～5%；Y₂O₃：0～5%；B₂O₃：0～3%；Na₂O：0～3%；澄清劑：0～2%；(Al₂O₃+Li₂O)/P₂O₅為8.89～20；(SiO₂+Li₂O)/Al₂O₃為6～11.73；(SiO₂+Al₂O₃+Li₂O+ZrO₂)/P₂O₅為47～90；

對所述玻璃組合物通過晶化工藝形成微晶玻璃，所述微晶玻璃的主要晶相含有矽酸鋰和石英晶相，所述微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.6%以下。

【第27項】如申請專利範圍第26項所述的微晶玻璃的製造方法，其特徵在於，所述晶化工藝包括以下步驟：在第1溫度下進行成核工藝的處理，然後在比成核

工藝溫度高的第2溫度下進行晶體生長工藝的處理；第1溫度為490～650℃，第2溫度為600～850℃；在第1溫度下的保持時間為2～15小時；在第2溫度下的保持時間為0.5～6小時。

【第28項】 如申請專利範圍第26項所述的微晶玻璃的製造方法，其特徵在於，所述微晶玻璃0.55mm厚度的霧度為0.5%以下；和/或晶粒尺寸為60nm 以下；和/或折射率溫度係數為 $-0.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下；和/或1mm厚400～800nm波長的平均光透射率為85%以上；和/或0.55mm厚550nm波長的光透射率為85%以上。