

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，尤其是涉及一种适于化学强化的微晶玻璃。

背景技术

近年来，随着消费电子产品的不断兴起和发展，玻璃作为一种透明且性能良好的材料，大量应用于电子设备中。电子设备由于其内部具有许多精密的电子元器件，因此需要设置盖板或者外壳对内部的电子元器件加以保护。随着市场需求的多样化，保护盖板玻璃的使用场景越来越复杂，起到的作用也不再仅仅是作为内部电子器件的保护，有时也需要兼具其他功能。例如在智能手表的生命体征监测上，需要玻璃材料局部透光，但是在其他地方又需要遮光以此避免杂光的干扰，因此需要玻璃材料同时具有黑色以及透明两个部分，这就对玻璃制造工艺技术提出了新的挑战。现有技术中，可以采用透明和黑色两种不同材料通过嵌入式设计的方式制造上述盖板材料，但由于两种材料的强度不同，膨胀系数差异大，且需要加工通孔，玻璃内壁存在微裂纹，导致盖板材料的强度降低，对于较小的孔或异型图形加工困难，制作成本高。

光敏微晶玻璃是基质玻璃在紫外光的照射下在玻璃体内部发生结构变化，产生晶核，继续在某一温度下热处理后在照射区域生成大量特定晶体的微晶玻璃。经过曝光的部分结晶度高，玻璃颜色变深，光透过率降低，未经过曝光的部分，玻璃不会被晶化，仍然保持透明，因此可以通过掩膜曝光，实现玻璃材料中同时存在黑色和透明部分。另一方面，用于制造保护盖板的玻璃材料还需要具有优异的机械性能，以使其能长时间承受来自使用中的常规“触摸”接触，以及可能发生的偶然弯折、划伤和冲击破坏。为了提高抵抗偶然外力导致破坏的能力，可以通过化学强化的方式提高玻璃材料的强度。但现有技术中的光敏微晶玻璃存在不能化学强化，或者因光敏微晶玻璃身的“不均匀”（结晶部分和未结晶部分的结构存在差异）容易导致化学强化效果不佳，难以满足高性能电子设备等的使用。

发明内容

基于以上原因，本发明所要解决的技术问题是提供一种可用于制造具有黑化部分和透明部分微晶玻璃的基质玻璃。

本发明还要提供一种适于化学强化的微晶玻璃，所述微晶玻璃以及由其制成的微晶玻璃制品具有优异的机械性能。

本发明解决技术问题所采用的解决方案是：

(1) 微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(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: Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%, 所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(3) 微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%; Sb_2O_3 : 0~1%; SnO_2 : 0~0.5%; MO : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; Fe_2O_3 : 0~1% 组成, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(4) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 CeO_2 和 Ag_2O , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, 所述微晶玻璃制品的落球试验高度 II 为 800mm 以上。

(5) 微晶玻璃制品, 包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分, 所述微晶玻璃制品中含有偏硅酸锂晶相, 在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~50%。

(6) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 CeO_2 和 Ag_2O , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, 所述微晶玻璃制品包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分。

(7) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, 其组分按重量百分比表示, 其中: $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0。

(8) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, 其组分按重量百分比表示, 其中: $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1。

(9) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 , 其组分按重量百分比表示, 其中: $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0。

(10) 微晶玻璃制品, 其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, 所述微晶玻璃制品中含有偏硅酸锂晶相, 偏硅酸锂晶相具有比其他晶相更高的重量百分比。

(11) 微晶玻璃制品, 包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分, 0.2~

1.5mm厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在870nm处的透过率 T_{870nm} 为15.0%以下。

(12) 微晶玻璃制品, 包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分, 0.2~1.5mm厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在940nm处的透过率 T_{940nm} 为50.0%以下。

(13) 根据(4)~(12)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 : 65~78%; 和/或 R_2O : 2~12%; 和/或 Li_2O : 5~15%; 和/或 Al_2O_3 : 3~12%; 和/或 ZrO_2 : 1.5~10%; 和/或 CeO_2 : 0.01~0.6%; 和/或 Ag_2O : 0.01~0.8%; 和/或 Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(14) 根据(1)~(13)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/Li_2O 为 5.5~10.0, 优选 SiO_2/Li_2O 为 6.0~9.0, 更优选 SiO_2/Li_2O 为 7.0~8.5。

(15) 根据(1)~(14)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 0.1~5.0, 优选 $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 0.5~3.5, 更优选 $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 1.0~2.6。

(16) 根据(1)~(15)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.5~7.1, 优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.7~4.5, 更优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.8~2.5。

(17) 根据(1)~(16)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: Ag_2O/CeO_2 为 1.0~10.0, 优选 Ag_2O/CeO_2 为 1.5~6.5, 更优选 Ag_2O/CeO_2 为 2.0~4.5。

(18) 根据(1)~(17)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: Li_2O/ZrO_2 为 1.0~7.5, 优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.2~5.0, 更优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.4~4.3, 进一步优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.6~3.0。

(19) 根据(1)~(18)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 8.0~55.0, 优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 10.0~37.0, 更优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 12.0~25.0, 进一步优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 13.0~20.0。

(20) 根据(1)~(19)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示, 其中: $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 2.3~50.0, 优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 6.5~35.0, 更优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 8.5~20.0, 进一步优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 11.0~18.0。

(21) 根据(1)~(20)任一所述的微晶玻璃制品, 其组分按重量百分比表示,

其中： $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 1.0~30.0，优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 3.0~20.0，更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 5.0~12.5，进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 7.5~10.0。

(22) 根据 (1) ~ (21) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~10.0，优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.4~5.0，更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.7~3.7，进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.5~3.2。

(23) 根据 (1) ~ (22) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.9，优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.6，更优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.5。

(24) 根据 (1) ~ (23) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 15~30%，优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 17.5~29.5%，更优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 18.5~26%，进一步优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 20~25%，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(25) 根据 (1) ~ (24) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.0~7.5，优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.7~6.5，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.3~6.0，进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.8~5.8。

(26) 根据 (1) ~ (25) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{M0}/\text{ZrO}_2$ 为 2.5 以下，优选 $\text{M0}/\text{ZrO}_2$ 为 1.5 以下，更优选 $\text{M0}/\text{ZrO}_2$ 为 0.5 以下，所述 M0 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种。

(27) 根据 (1) ~ (26) 任一所述的微晶玻璃制品，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.05~1.2%，优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.1~1%，更优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.2~0.7%。

(28) 根据 (1) ~ (27) 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 ：68~77%，优选 SiO_2 ：69.5~75.5%；和/或 R_2O ：3~10%，优选 R_2O ：4~8%；和/或 Li_2O ：7~13%，优选 Li_2O ：8.5~12%；和/或 Al_2O_3 ：4~10%，优选 Al_2O_3 ：5~9%；和/或 ZrO_2 ：2~8%，优选 ZrO_2 ：3~6.5%；和/或 CeO_2 ：0.07~0.4%，优选 CeO_2 ：0.08~0.3%；和/或 Ag_2O ：0.1~0.6%，优选 Ag_2O ：0.2~0.5%；和/或 Sb_2O_3 ：0.01~0.7%，优选 Sb_2O_3 ：0.07~0.5%；和/或 SnO_2 ：0~0.3%，优选 SnO_2 ：0~0.2%；和/或 M0 ：0~3%，优选 M0 ：0~1%，更优选不含有 M0 ；和/或 Ln_2O_3 ：0~3%，优选 Ln_2O_3 ：0~1%，更优选不

含有 Ln_2O_3 ; 和/或 Fe_2O_3 : 0~0.5%, 优选 Fe_2O_3 : 0~0.2%, 更优选不含有 Fe_2O_3 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(29) 根据 (1) ~ (28) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分; 或微晶玻璃制品整体为黑化部分。

(30) 根据 (1) ~ (29) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品中含有硅酸锂晶相, 优选含有偏硅酸锂晶相, 更优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~50%, 进一步优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~40%, 更进一步优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 10~30%。

(31) 根据 (1) ~ (30) 任一所述的微晶玻璃制品, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的透明部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800\text{nm}}$ 为 85.0% 以上, 优选为 88.0% 以上, 更优选为 90.0% 以上, 进一步优选为 91.0% 以上, 更进一步优选为 91.5~95.0%; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800\text{nm}}$ 为 5.0% 以下, 优选为 3.0% 以下, 更优选为 1.5% 以下, 进一步优选为 1.2% 以下, 更进一步优选为 0.5% 以下; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 870nm 处的透过率 $T_{870\text{nm}}$ 为 15.0% 以下, 优选为 0.1~12.5%, 更优选为 0.1~10%, 进一步优选为 0.1~8.0%, 更进一步优选为 0.1~5.0%; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 940nm 处的透过率 $T_{940\text{nm}}$ 为 50.0% 以下, 优选为 0.1~35.0%, 更优选为 0.3~20.0%, 进一步优选为 0.3~15.0%, 更进一步优选为 0.3~10.0%。

(32) 根据 (1) ~ (31) 任一所述的微晶玻璃制品, 所述微晶玻璃制品的厚度为 0.5~1.5mm, 优选为 0.8~1.2mm, 更优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

(33) 根据 (1) ~ (32) 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 II 为 800mm 以上, 优选为 900mm 以上, 更优选为 1000mm 以上, 进一步优选为 1100mm 以上。

(34) 微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(35) 根据 (34) 所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 还含有: Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%,

所述 M0 为 MgO、CaO、SrO、BaO、ZnO 中的一种或多种， Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(36) 微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，由 SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%; Sb_2O_3 : 0~1%; SnO_2 : 0~0.5%; M0: 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; Fe_2O_3 : 0~1% 组成，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，M0 为 MgO、CaO、SrO、BaO、ZnO 中的一种或多种， Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(37) 微晶玻璃，包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分，所述微晶玻璃中含有偏硅酸锂晶相，在微晶玻璃的黑化部分中，偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~50%。

(38) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 CeO_2 和 Ag_2O ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，所述微晶玻璃包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分。

(39) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0。

(40) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1。

(41) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0。

(42) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 Li_2O 、 Al_2O_3 、 CeO_2 和 Ag_2O ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种， $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.0~10.0。

(43) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，所述微晶玻璃中含有偏硅酸锂晶相，偏硅酸锂晶相具有比其他晶相更高的重量百分比。

(44) 微晶玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，所述微晶玻璃中含有硅酸锂晶相。

(45) 微晶玻璃，包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分，0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 870nm 处的透过率 $T_{870\text{nm}}$ 为 15.0% 以下。

(46) 微晶玻璃，包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分，0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 940nm 处的透过率 $T_{940\text{nm}}$ 为 50.0% 以下。

(47) 根据 (37)~(46) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其

中： SiO_2 ：65~78%；和/或 R_2O ：2~12%；和/或 Li_2O ：5~15%；和/或 Al_2O_3 ：3~12%；和/或 ZrO_2 ：1.5~10%；和/或 CeO_2 ：0.01~0.6%；和/或 Ag_2O ：0.01~0.8%；和/或 Sb_2O_3 ：0~1%；和/或 SnO_2 ：0~0.5%；和/或 MO ：0~5%；和/或 Ln_2O_3 ：0~5%；和/或 Fe_2O_3 ：0~1%，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种， MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种， Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(48) 根据 (34) ~ (47) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0，优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 6.0~9.0，更优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 7.0~8.5。

(49) 根据 (34) ~ (48) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~5.0，优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.5~3.5，更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.0~2.6。

(50) 根据 (34) ~ (49) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1，优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.7~4.5，更优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.8~2.5。

(51) 根据 (34) ~ (50) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.0~10.0，优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.5~6.5，更优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 2.0~4.5。

(52) 根据 (34) ~ (51) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.0~7.5，优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.2~5.0，更优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.4~4.3，进一步优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.6~3.0。

(53) 根据 (34) ~ (52) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0，优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 10.0~37.0，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 12.0~25.0，进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 13.0~20.0。

(54) 根据 (34) ~ (53) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 2.3~50.0，优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 6.5~35.0，更优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 8.5~20.0，进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 11.0~18.0。

(55) 根据 (34) ~ (54) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 1.0~30.0，优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 3.0~20.0，更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 5.0~12.5，进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 7.5~10.0。

(56) 根据 (34) ~ (55) 任一所述的微晶玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~10.0，优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.4~5.0，更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.7~3.7，进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为

1.5~3.2。

(57) 根据 (34) ~ (56) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: $\text{SnO}_2 / (\text{CeO}_2 + \text{SnO}_2)$ 为 0~0.9, 优选 $\text{SnO}_2 / (\text{CeO}_2 + \text{SnO}_2)$ 为 0~0.6, 更优选 $\text{SnO}_2 / (\text{CeO}_2 + \text{SnO}_2)$ 为 0~0.5。

(58) 根据 (34) ~ (57) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: $\text{R}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 15~30%, 优选 $\text{R}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 17.5~29.5%, 更优选 $\text{R}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 18.5~26%, 进一步优选 $\text{R}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 为 20~25%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(59) 根据 (34) ~ (58) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 为 3.0~7.5, 优选 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 为 3.7~6.5, 更优选 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 为 4.3~6.0, 进一步优选 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 为 4.8~5.8。

(60) 根据 (34) ~ (59) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: MO / ZrO_2 为 2.5 以下, 优选 MO / ZrO_2 为 1.5 以下, 更优选 MO / ZrO_2 为 0.5 以下, 所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种。

(61) 根据 (34) ~ (60) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$: 0.05~1.2%, 优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$: 0.1~1%, 更优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$: 0.2~0.7%。

(62) 根据 (34) ~ (61) 任一所述的微晶玻璃, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 68~77%, 优选 SiO_2 : 69.5~75.5%; 和/或 R_2O : 3~10%, 优选 R_2O : 4~8%; 和/或 Li_2O : 7~13%, 优选 Li_2O : 8.5~12%; 和/或 Al_2O_3 : 4~10%, 优选 Al_2O_3 : 5~9%; 和/或 ZrO_2 : 2~8%, 优选 ZrO_2 : 3~6.5%; 和/或 CeO_2 : 0.07~0.4%, 优选 CeO_2 : 0.08~0.3%; 和/或 Ag_2O : 0.1~0.6%, 优选 Ag_2O : 0.2~0.5%; 和/或 Sb_2O_3 : 0.01~0.7%, 优选 Sb_2O_3 : 0.07~0.5%; 和/或 SnO_2 : 0~0.3%, 优选 SnO_2 : 0~0.2%; 和/或 MO : 0~3%, 优选 MO : 0~1%, 更优选不含有 MO ; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%, 优选 Ln_2O_3 : 0~1%, 更优选不含有 Ln_2O_3 ; 和/或 Fe_2O_3 : 0~0.5%, 优选 Fe_2O_3 : 0~0.2%, 更优选不含有 Fe_2O_3 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(63) 根据 (34) ~ (62) 任一所述的微晶玻璃, 所述微晶玻璃包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分; 或微晶玻璃整体为黑化部分。

(64) 根据 (34) ~ (63) 任一所述的微晶玻璃, 所述微晶玻璃中含有硅酸锂晶相, 优选含有偏硅酸锂晶相, 更优选在微晶玻璃的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比

为 5~50%，进一步优选在微晶玻璃的黑化部分中，偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~40%，更进一步优选在微晶玻璃的黑化部分中，偏硅酸锂晶相的重量百分比为 10~30%。

(65) 根据 (34)~(64) 任一所述的微晶玻璃，0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的透明部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800nm}$ 为 85.0% 以上，优选为 88.0% 以上，更优选为 90.0% 以上，进一步优选为 91.0% 以上，更进一步优选为 91.5~95.0%；和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800nm}$ 为 5.0% 以下，优选为 3.0% 以下，更优选为 1.5% 以下，进一步优选为 1.2% 以下，更进一步优选为 0.5% 以下；和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 870nm 处的透过率 T_{870nm} 为 15.0% 以下，优选为 0.1~12.5%，更优选为 0.1~10%，进一步优选为 0.1~8.0%，更进一步优选为 0.1~5.0%；和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 940nm 处的透过率 T_{940nm} 为 50.0% 以下，优选为 0.1~35.0%，更优选为 0.3~20.0%，进一步优选为 0.3~15.0%，更进一步优选为 0.3~10.0%。

(66) 根据 (34)~(65) 任一所述的微晶玻璃，所述微晶玻璃的厚度为 0.5~1.5mm，优选为 0.8~1.2mm，更优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

(67) 基质玻璃，其组分按重量百分比表示，含有： SiO_2 ：65~78%； R_2O ：2~12%； Li_2O ：5~15%； Al_2O_3 ：3~12%； ZrO_2 ：1.5~10%； CeO_2 ：0.01~0.6%； Ag_2O ：0.01~0.8%，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(68) 根据 (67) 所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，还含有： Sb_2O_3 ：0~1%；和/或 SnO_2 ：0~0.5%；和/或 MO ：0~5%；和/或 Ln_2O_3 ：0~5%；和/或 Fe_2O_3 ：0~1%，所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种， Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(69) 基质玻璃，其组分按重量百分比表示，由 SiO_2 ：65~78%； R_2O ：2~12%； Li_2O ：5~15%； Al_2O_3 ：3~12%； ZrO_2 ：1.5~10%； CeO_2 ：0.01~0.6%； Ag_2O ：0.01~0.8%； Sb_2O_3 ：0~1%； SnO_2 ：0~0.5%； MO ：0~5%； Ln_2O_3 ：0~5%； Fe_2O_3 ：0~1% 组成，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种， MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种， Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(70) 基质玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： SiO_2/Li_2O 为 5.5~10.0。

(71) 基质玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.5~7.1。

(72) 基质玻璃，其组分中含有 SiO_2 、 R_2O 、 Li_2O 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 ，所述 R_2O 为 Na_2O 、

K₂O 中的一种或两种，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0。

(73) 基质玻璃，其组分中含有 SiO₂、R₂O、Li₂O、Al₂O₃、ZrO₂、CeO₂ 和 Ag₂O，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，Ag₂O/CeO₂ 为 1.0~10.0。

(74) 基质玻璃，其组分中含有 SiO₂、R₂O、Li₂O、Al₂O₃ 和 ZrO₂，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，所述基质玻璃的杨氏模量 E 为 $7000\times 10^7\text{Pa}\sim 9500\times 10^7\text{Pa}$ 。

(75) 基质玻璃，其组分中含有 SiO₂、R₂O、Li₂O、Al₂O₃ 和 ZrO₂，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，所述基质玻璃的介电常数 ϵ_r 为 5.5~8.5。

(76) 基质玻璃，其组分中含有 SiO₂、R₂O、Li₂O、Al₂O₃ 和 ZrO₂，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，所述基质玻璃的努氏硬度 Hk_{0.1} 为 450kgf/mm² 以上。

(77) 基质玻璃，其组分中含有 SiO₂、R₂O、Li₂O 和 ZrO₂，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，所述基质玻璃的线膨胀系数 $\alpha_{20^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}}$ 为 $100\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下。

(78) 根据 (70)~(77) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中：SiO₂：65~78%；和/或 R₂O：2~12%；和/或 Li₂O：5~15%；和/或 Al₂O₃：3~12%；和/或 ZrO₂：1.5~10%；和/或 CeO₂：0.01~0.6%；和/或 Ag₂O：0.01~0.8%；和/或 Sb₂O₃：0~1%；和/或 SnO₂：0~0.5%；和/或 MO：0~5%；和/或 Ln₂O₃：0~5%；和/或 Fe₂O₃：0~1%，所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种，MO 为 MgO、CaO、SrO、BaO、ZnO 中的一种或多种，Ln₂O₃ 为 La₂O₃、Gd₂O₃、Y₂O₃ 中的一种或多种。

(79) 根据 (67)~(78) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中：SiO₂/Li₂O 为 5.5~10.0，优选 SiO₂/Li₂O 为 6.0~9.0，更优选 SiO₂/Li₂O 为 7.0~8.5。

(80) 根据 (67)~(79) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~5.0，优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.5~3.5，更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.0~2.6。

(81) 根据 (67)~(80) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1，优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.7~4.5，更优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.8~2.5。

(82) 根据 (67)~(81) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中：Ag₂O/CeO₂ 为 1.0~10.0，优选 Ag₂O/CeO₂ 为 1.5~6.5，更优选 Ag₂O/CeO₂ 为 2.0~4.5。

(83) 根据 (67)~(82) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中：Li₂O/ZrO₂ 为 1.0~7.5，优选 Li₂O/ZrO₂ 为 1.2~5.0，更优选 Li₂O/ZrO₂ 为 1.4~4.3，进一步优选 Li₂O/ZrO₂ 为 1.6~3.0。

(84) 根据 (67)~(83) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其

中： $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0，优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 10.0~37.0，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 12.0~25.0，进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 13.0~20.0。

(85) 根据 (67) ~ (84) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 2.3~50.0，优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 6.5~35.0，更优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 8.5~20.0，进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 11.0~18.0。

(86) 根据 (67) ~ (85) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 1.0~30.0，优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 3.0~20.0，更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 5.0~12.5，进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 7.5~10.0。

(87) 根据 (67) ~ (86) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~10.0，优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.4~5.0，更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.7~3.7，进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.5~3.2。

(88) 根据 (67) ~ (87) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.9，优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.6，更优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.5。

(89) 根据 (67) ~ (88) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 15~30%，优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 17.5~29.5%，更优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 18.5~26%，进一步优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 20~25%，所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

(90) 根据 (67) ~ (89) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.0~7.5，优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.7~6.5，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.3~6.0，进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.8~5.8。

(91) 根据 (67) ~ (90) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： MO/ZrO_2 为 2.5 以下，优选 MO/ZrO_2 为 1.5 以下，更优选 MO/ZrO_2 为 0.5 以下，所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种。

(92) 根据 (67) ~ (91) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.05~1.2%，优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.1~1%，更优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ ：0.2~0.7%。

(93) 根据 (67) ~ (92) 任一所述的基质玻璃，其组分按重量百分比表示，其中： SiO_2 ：68~77%，优选 SiO_2 ：69.5~75.5%；和/或 R_2O ：3~10%，优选 R_2O ：4~8%；和/

或 Li_2O : 7~13%, 优选 Li_2O : 8.5~12%; 和/或 Al_2O_3 : 4~10%, 优选 Al_2O_3 : 5~9%; 和/或 ZrO_2 : 2~8%, 优选 ZrO_2 : 3~6.5%; 和/或 CeO_2 : 0.07~0.4%, 优选 CeO_2 : 0.08~0.3%; 和/或 Ag_2O : 0.1~0.6%, 优选 Ag_2O : 0.2~0.5%; 和/或 Sb_2O_3 : 0.01~0.7%, 优选 Sb_2O_3 : 0.07~0.5%; 和/或 SnO_2 : 0~0.3%, 优选 SnO_2 : 0~0.2%; 和/或 MO : 0~3%, 优选 MO : 0~1%, 更优选不含有 MO ; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%, 优选 Ln_2O_3 : 0~1%, 更优选不含有 Ln_2O_3 ; 和/或 Fe_2O_3 : 0~0.5%, 优选 Fe_2O_3 : 0~0.2%, 更优选不含有 Fe_2O_3 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

(94) 根据 (67) ~ (93) 任一所述的基质玻璃, 所述的基质玻璃的折射率 n_d 为 1.51~1.55, 优选为 1.52~1.54, 更优选为 1.53~1.535, 进一步优选为 1.53112~1.53284; 和/或杨氏模量 E 为 $7000 \times 10^7 \text{Pa}$ ~ $9500 \times 10^7 \text{Pa}$, 优选为 $7500 \times 10^7 \text{Pa}$ ~ $9200 \times 10^7 \text{Pa}$, 更优选为 $7836 \times 10^7 \text{Pa}$ ~ $9014 \times 10^7 \text{Pa}$, 进一步优选为 $8005 \times 10^7 \text{Pa}$ ~ $8488 \times 10^7 \text{Pa}$; 和/或努氏硬度 $\text{Hk}_{0.1}$ 为 450kgf/mm^2 以上, 优选为 $470 \sim 600 \text{kgf/mm}^2$, 更优选为 $480 \sim 582 \text{kgf/mm}^2$, 进一步优选为 $492 \sim 532 \text{kgf/mm}^2$; 和/或落球试验高度 I 为 200mm 以上, 优选为 300mm 以上, 更优选为 400mm 以上; 和/或介电损耗 $\tan \delta$ 为 11.0×10^{-3} 以下, 优选为 $7.0 \times 10^{-3} \sim 10.5 \times 10^{-3}$, 更优选为 $7.2 \times 10^{-3} \sim 9.8 \times 10^{-3}$, 进一步优选为 $7.4 \times 10^{-3} \sim 9.2 \times 10^{-3}$; 和/或介电常数 ϵ_r 为 5.5~8.5, 优选为 6.0~8.0, 更优选为 6.2~7.7, 进一步优选为 6.3~7.0; 和/或线膨胀系数 $\alpha_{20^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}}$ 为 $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下, 优选为 $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 更优选为 $71 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 进一步优选为 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

(95) 玻璃盖板, 含有 (1) ~ (33) 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或 (34) ~ (66) 任一所述的微晶玻璃, 和/或 (67) ~ (94) 任一所述的基质玻璃。

(96) 玻璃元器件, 含有 (1) ~ (33) 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或 (34) ~ (66) 任一所述的微晶玻璃, 和/或 (67) ~ (94) 任一所述的基质玻璃。

(97) 一种设备, 含有 (1) ~ (33) 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或 (34) ~ (66) 任一所述的微晶玻璃, 和/或 (67) ~ (94) 任一所述的基质玻璃, 和/或 (95) 所述的玻璃盖板, 和/或 (96) 所述的玻璃元器件。

(98) (1) ~ (33) 任一所述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, 将基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃, 再将所述微晶玻璃通过化学强化工艺形成微晶玻璃制品。

(99) 根据 (98) 所述的微晶玻璃制品的制造方法, 所述晶化工艺包括对基质玻璃

进行掩膜曝光处理,然后再晶化热处理,所述掩膜曝光处理包括将基质玻璃的特定位置或区域进行紫外曝光,紫外光波长优选为 313nm,曝光时间优选为 5~60 分钟。

(100) 根据 (98) 或 (99) 所述的微晶玻璃制品的制造方法,所述晶化热处理采用 2 个阶段进行,所述 2 个阶段晶化热处理包括在第 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,优选第 1 温度为 490℃~520℃,优选第 1 温度处理时间为 1~4 小时,优选第 2 温度为 540℃~620℃,优选第 2 温度处理时间为 1~8 小时。

(101) 根据 (98)~(100) 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将微晶玻璃浸没于 350℃~470℃ 的温度的熔融 Na 盐,和/或 K 盐,和/或 Na 与 K 混合盐的盐浴中约 1~36 小时,优选温度为 380℃~460℃,优选时间为 2~24 小时。

(102) (34)~(66) 任一所述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,将基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃。

(103) 根据 (102) 所述的微晶玻璃的制造方法,所述晶化工艺包括对基质玻璃进行掩膜曝光处理,然后再晶化热处理,所述掩膜曝光处理包括将基质玻璃的特定位置或区域进行紫外曝光,紫外光波长优选为 313nm,曝光时间优选为 5~60 分钟。

(104) 根据 (102) 或 (103) 所述的微晶玻璃的制造方法,所述晶化热处理采用 2 个阶段进行,所述 2 个阶段晶化热处理包括在第 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,优选第 1 温度为 490℃~520℃,优选第 1 温度处理时间为 1~4 小时,优选第 2 温度为 540℃~620℃,优选第 2 温度处理时间为 1~8 小时。

本发明的有益效果是:通过合理的组分设计,本发明的基质玻璃可通过晶化工艺处理获得具有黑化部分和透明部分的微晶玻璃。本发明获得的微晶玻璃适于化学强化,微晶玻璃以及由其制成的微晶玻璃制品具有优异的机械性能。在一些实施方式中,本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品具有黑化部分和透明部分,透明部分在可见光波段具有高的透过率,黑化部分在可见光波段具有低的透过率。

具体实施方式

下面,对本发明的实施方式进行详细说明,但本发明不限于下述的实施方式,在本发明目的范围内可进行适当的变更来加以实施。此外,关于重复说明部分,虽然有适当的省略说明的情况,但不会因此而限制发明的主旨。

本发明的微晶玻璃和微晶玻璃制品是具有晶相(有时候也称为晶体)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。

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,得到了本发明的微晶玻璃或微晶玻璃制品。

在一些实施方式中,本发明微晶玻璃包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分,所述透明部分是指将微晶玻璃加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为85.0%以上的部分,黑化部分是指将微晶玻璃加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为5.0%以下的部分。在一些实施方式中,微晶玻璃的黑化部分含有晶相,微晶玻璃的透明部分不含有晶相。在一些实施方式中,微晶玻璃的黑化部分的晶相是均匀分布的。

在一些实施方式中,本发明微晶玻璃制品包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分,所述透明部分是指将微晶玻璃制品加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃制品在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为85.0%以上的部分,黑化部分是指将微晶玻璃制品加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃制品在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为5.0%以下的部分。在一些实施方式中,微晶玻璃制品的黑化部分含有晶相,微晶玻璃制品的透明部分不含有晶相。在一些实施方式中,微晶玻璃制品的黑化部分的晶相是均匀分布的。

在一些实施方式中,本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品整体为黑化部分,所述黑化部分是指将微晶玻璃或微晶玻璃制品加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃或微晶玻璃制品在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为5.0%以下的部分。在一些实施方式中,微晶玻璃或微晶玻璃制品的黑化部分的晶相是均匀分布的。

在一些实施方式中,本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品整体为透明部分,所述透明部分是指将微晶玻璃或微晶玻璃制品加工成0.2~1.5mm厚时,微晶玻璃或微晶玻璃制品在400~800nm波段范围的平均透过率($T_{400-800nm}$)为85.0%以上的部分。

在一些实施方式中,本发明微晶玻璃或微晶玻璃制品中黑化部分可构成任意形状和/或大小的图案。

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璃时为结晶化（即晶化工艺处理）前的基质玻璃，基质玻璃结晶化（即晶化工艺处理）后称为微晶玻璃，微晶玻璃制品是指微晶玻璃经化学强化后得到的产品。

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，而不同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、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”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。

在本发明的一些实施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃制品中的晶相（晶体）含有硅酸锂晶相，优选为偏硅酸锂晶相（ Li_2SiO_3 ）晶相。在一些实施方式中，偏硅酸锂晶相具有比其他晶相更高的重量百分比。在一些实施方式中，微晶玻璃或微晶玻璃制品中的晶相仅包括偏硅酸锂晶相。

在一些实施方式中，在微晶玻璃或微晶玻璃制品的黑化部分中，偏硅酸锂晶相的重量百分比为5~50%，优选偏硅酸锂晶相的重量百分比为5~40%，更优选偏硅酸锂晶相的重量百分比为10~30%。在一些实施方式中，在微晶玻璃或微晶玻璃制品的黑化部分中，偏硅酸锂晶相的重量百分比为5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、26%、27%、28%、29%、30%、31%、32%、33%、34%、35%、36%、37%、38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%、50%。

SiO_2 是玻璃形成体氧化物，是形成玻璃的骨架，具有较低的介电常数和介电损耗， SiO_2 是微晶玻璃中偏硅酸锂的组成组分。当 SiO_2 含量小于65%时，玻璃的硬度和膨胀系数降低，玻璃的介电常数和介电损耗升高。当 SiO_2 的含量高于78%时，微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率升高。因此， SiO_2 的含量范围为65~78%，优选为68~77%，更优选为69.5~75.5%。在一些实施方式中，可包含约65%、65.5%、66%、66.5%、67%、67.5%、68%、68.5%、69%、69.5%、70%、70.5%、71%、71.5%、72%、72.5%、73%、73.5%、74%、74.5%、75%、75.5%、76%、76.5%、77%、77.5%、78%的 SiO_2 。

Li_2O 为本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品形成晶体的主要成分。当 Li_2O 的含量小于5%时，微晶玻璃或微晶玻璃制品的晶体含量降低，黑化部分的透过率较高；当 Li_2O 含量大于15%时，玻璃的杨氏模量和落球试验高度降低，玻璃的折射率和介电损耗增加，同时基质玻璃在晶化过程中未紫外曝光部分的玻璃在热处理过程中容易析晶，微晶玻璃和微

晶玻璃制品的透明部分的透过率降低。因此， Li_2O 的含量限定为5~15%，优选为7~13%，更优选为8.5~12%。在一些实施方式中，可包含约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%的 Li_2O 。

发明人研究发现，在一些实施方式中，玻璃的硬度和落球试验高度随着 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 的值增加而增加，折射率随着 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 的值增加而降低。同时，当 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 低于 5.5 时，微晶玻璃和微晶玻璃制品透明部分的透过率降低，黑化部分的透过率升高；当 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 超过 10.0 时，微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的晶体含量较低，黑化部分的透过率升高。因此，在一些实施方式中，优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0，更优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 6.0~9.0，进一步的优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 7.0~8.5 时，微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分在可见光波段的透过率较高，同时黑化部分的透过率较低，特别适用于电子产品的光信号通道或光屏蔽系统。在一些实施方式中， $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 的值可为 5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8.0、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.9、9.0、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7、9.8、9.9、10.0。

碱金属氧化物 R_2O （ R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种）可促进偏硅酸锂晶体析出，改善微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的透过率。当 R_2O 含量小于2%时，微晶玻璃和微晶玻璃制品的晶体含量降低，黑化部分的透过率升高，甚至无法达到黑化效果；当 R_2O 含量大于12%时，玻璃的杨氏模量和落球试验高度降低，玻璃的折射率、介电常数和介电损耗增加。因此， R_2O 的含量限定为2~12%，优选为3~10%，更优选为4~8%。在一些实施方式中，可包含约2%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、6%、6.5%、7%、7.5%、8%、8.5%、9%、9.5%、10%、10.5%、11%、11.5%、12%的 R_2O 。

Al_2O_3 可抑制经过掩膜曝光及热处理后微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分的透过率降低，并提高玻璃的强度及硬度，增强玻璃的化学稳定性。当 Al_2O_3 的含量低于3%时，玻璃的硬度和杨氏模量降低，线膨胀系数增加；当 Al_2O_3 的含量高于12%时，玻璃的介电常数和介电损耗增加，微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的晶体含量降低，黑化部分的透过率升高，甚至无法达到黑化效果。因此， Al_2O_3 的含量为3~12%，优选为4~10%，更优选为5~9%。在一些实施方式中，可包含约3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、6%、6.5%、7%、7.5%、8%、8.5%、9%、9.5%、10%、10.5%、11%、11.5%、12%的 Al_2O_3 。

在一些实施方式中，当 R_2O 、 Li_2O 和 Al_2O_3 的合计含量 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 小于15%时，玻璃的折射率、硬度、杨氏模量降低，当 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 大于30%时，玻璃的介电常数和介电

损耗升高。因此，优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为15~30%，更优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为17.5~29.5%，进一步优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为18.5~26%，更进一步优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为20~25%。在一些实施方式中， $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 约为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%、25.5%、26%、26.5%、27%、27.5%、28%、28.5%、29%、29.5%、30%。

发明人大量实验研究发现，在一些实施方式中，控制 SiO_2 和 Al_2O_3 的合计含量 $SiO_2+Al_2O_3$ 与 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 的合计含量 $Li_2O+Na_2O+K_2O$ 之间的比值 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 在3.0~7.5范围内，微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率更低，并且玻璃的折射率较低，能够降低光信号在玻璃表面的反射率，提高光信号的入射率。因此，优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为3.0~7.5，更优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为3.7~6.5，进一步优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为4.3~6.0，更进一步优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为4.8~5.8。在一些实施方式中， $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 的值可为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、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5。

ZrO_2 可调制玻璃经过掩膜曝光后黑化部分形成黑色图案的精度，提高曝光部分和未曝光部分的界面区分度，防止未曝光部分经过热处理后，在分界面位置附近析晶，从而保持未曝光部分经过热处理后，在可见光波段具有高的透过率，同时确保曝光部分经过热处理后，黑化部分具有较低的透过率。当 ZrO_2 的含量低于1.5%时，玻璃的膨胀系数升高，玻璃在热处理时，未曝光部分容易析晶，导致透明部分的透过率降低。当 ZrO_2 含量高于10%时，微晶玻璃和微晶玻璃制品的晶体含量降低，黑化部分的透过率升高，甚至无法达到黑化效果。因此， ZrO_2 的含量为1.5~10%，优选为2~8%，更优选为3~6.5%。在一些实施方式中，可包含约1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、6%、6.5%、7%、7.5%、8%、8.5%、9%、9.5%、10%的 ZrO_2 。

在一些实施方式中，控制 K_2O 、 Na_2O 的合计含量 K_2O+Na_2O 与 ZrO_2 的含量之间的比值 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 在0.5~7.1范围内，微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分的透过率较高，且玻璃的硬度和杨氏模量较高，玻璃的介电常数较低。因此，优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为0.5~7.1，更优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为0.7~4.5，进一步优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为0.8~2.5。在一些实施方式中， $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 的值可为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、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5.0、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、6.0、6.5、7.0、7.1。

在一些实施方式中，控制 Li_2O 的含量与 ZrO_2 的含量之间的比值 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 在 1.0~7.5 范围内，可使玻璃具有较低的折射率和介电损耗，可提高玻璃经过掩膜曝光及热处理后，微晶玻璃和微晶玻璃制品内形成图案的精度，微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分的透过率较高，且黑化部分的透过率较低。因此，优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.0~7.5，更优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.2~5.0，进一步优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.4~4.3，更进一步优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.6~3.0。在一些实施方式中， $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 的值可为 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、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5。

在一些实施方式中，控制 SiO_2 和 Li_2O 的合计含量 $\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O}$ 与 ZrO_2 的含量之间的比值 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 在 8.0~55.0 范围内，可提高玻璃的硬度和落球试验高度，降低玻璃的膨胀系数和介电常数，提高玻璃经过掩膜曝光及热处理后微晶玻璃和微晶玻璃制品内形成图案的精度，提高微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球试验高度；微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率较低。因此，优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0，更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 10.0~37.0，进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 12.0~25.0，更进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 13.0~20.0。在一些实施方式中， $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 的值可为 8.0、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0、30.5、31.0、31.5、32.0、32.5、33.0、33.5、34.0、34.5、35.0、35.5、36.0、36.5、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、51.0、52.0、53.0、54.0、55.0。

碱土金属氧化物 M0 (M0 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种) 可改善玻璃的介电常数，改善微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的透过率，当 M0 的含量高于 5% 时，玻璃的介电常数和介电损耗增加，玻璃的杨氏模量和落球试验高度降低。因此，本发明中 M0 的含量限定为 0~5%，优选为 0~3%，更优选为 0~1%，进一步优选不含有 M0。在一些实施方式中，可包含约 0%、大于 0%、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、

1.8%、1.9%、2%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4%、4.1%、4.2%、4.3%、4.4%、4.5%、4.6%、4.7%、4.8%、4.9%、5%的MO。

在一些实施方式中，当MO/ZrO₂大于2.5时，玻璃介电损耗增加，玻璃的硬度、杨氏模量和落球试验高度降低，微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的透过率升高。因此，优选MO/ZrO₂为2.5以下，更优选MO/ZrO₂为1.5以下，进一步优选MO/ZrO₂为0.5以下。在一些实施方式中，MO/ZrO₂的值可为0、大于0、0.01、0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5。

CeO₂为光敏剂，为Ag、Sb、Sn等组分提供电子，当CeO₂含量低于0.01%时，无法提供足够的电子，导致微晶玻璃的晶体含量过低，降低微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率，且微晶玻璃和微晶玻璃制品的杨氏模量降低；当CeO₂含量高于0.6%时，微晶玻璃和微晶玻璃制品在透明部分的透过率降低，且微晶玻璃和微晶玻璃制品在紫外波段的穿透深度降低，微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分内部晶体含量降低，透过率升高。因此，CeO₂的含量为0.01~0.6%，优选为0.07~0.4%，更优选为0.08~0.3%。在一些实施方式中，可包含约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%、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%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.41%、0.42%、0.43%、0.44%、0.45%、0.46%、0.47%、0.48%、0.49%、0.5%、0.51%、0.52%、0.53%、0.54%、0.55%、0.56%、0.57%、0.58%、0.59%、0.6%的CeO₂。

Ag₂O作为本发明微晶玻璃和微晶玻璃制品的晶核剂，在微晶玻璃和微晶玻璃制品中起到改善黑化效果的作用。当Ag₂O的含量低于0.01%时，微晶玻璃和微晶玻璃制品黑化部分的透过率升高，甚至无法黑化，且微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球试验高度降低，膨胀系数增加，图形精度降低。当Ag₂O的含量超过0.8%时，玻璃在成型或热处理过程中，透明部分的透过率降低，且由于晶核含量过高，微晶玻璃和微晶玻璃制品内晶体的数量增多，导致晶粒尺寸过于细化，黑化部分晶体对可见光的散射作用减弱，易导致黑化部分的透过率升高，且玻璃容易在成型时析晶。因此，Ag₂O的含量限定为0.01~0.8%，优选为0.1~0.6%，更优选为0.2~0.5%。在一些实施方式中，可包含约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%、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%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.41%、0.42%、0.43%、0.44%、0.45%、0.46%、0.47%、0.48%、0.49%、0.5%、0.51%、0.52%、0.53%、0.54%、0.55%、0.56%、0.57%、0.58%、0.59%、0.6%、0.61%、0.62%、0.63%、0.64%、0.65%、0.66%、0.67%、0.68%、0.69%、0.7%、0.71%、0.72%、0.73%、0.74%、0.75%、0.76%、0.77%、0.78%、0.79%、0.8%的 Ag_2O 。

发明人研究发现，在一些实施方式中，控制 Ag_2O 的含量与 CeO_2 的含量之间的比值 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 在 1.0~10.0 范围内，微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的晶粒尺寸较大，晶体含量更高，对可见光波段的光散射作用越强，黑化部分的透过率较低，微晶玻璃和微晶玻璃制品的硬度和落球试验高度增加。因此，优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.0~10.0，更优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.5~6.5，进一步优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 2.0~4.5。在一些实施方式中， $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 的值可为 1.0、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、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0。

在一些实施方式中，控制 ZrO_2 的含量与 Ag_2O 和 CeO_2 的合计含量 $\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2$ 之间的比值 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 在 2.3~50.0 范围内，可优化玻璃的膨胀系数，提高玻璃经过掩膜曝光及热处理后，微晶玻璃内形成图案的精度，同时微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分的透过率较高，且黑化部分的透过率较低，并可提高玻璃和微晶玻璃制品的硬度与落球高度。因此，优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 2.3~50.0，更优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 6.5~35.0，进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 8.5~20.0，更进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 11.0~18.0。在一些实施方式中， $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 的值可为 2.3、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、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、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。

Sb_2O_3 和 SnO_2 在紫外曝光过程中，吸收 Ce^{3+} 释放出的电子，起到存储电子的作用，为后续热处理过程中的 Ag^+ 提供电子，形成 Ag 胶体成核，促进微晶玻璃黑化。当 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ 的含量低于 0.05% 时，微晶玻璃或微晶玻璃制品难以达到黑化效果，当 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ 的含

量高于 1.2%时,微晶玻璃或微晶玻璃制品的黑化部分有透过率升高的趋势。因此, $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ 的含量为 0.05~1.2%,优选为 0.1~1%,更优选为 0.2~0.7%。在一些实施方式中, $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ 的含量约为 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%、1.05%、1.1%、1.15%、1.2%。

SnO_2 具有较好的促使微晶玻璃黑化的效果,但在一些实施方式中,当 SnO_2 的含量高于 0.5%时,玻璃在成型或热处理时,透明部分的透过率降低,甚至失透。因此, SnO_2 的含量限定为 0~0.5%,优选为 0~0.3%,更优选为 0~0.2%。 Sb_2O_3 的含量限定为 0~1%,优选为 0.01~0.7%,更优选为 0.07~0.5%。在一些实施方式中,可包含约 0%、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%、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%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.41%、0.42%、0.43%、0.44%、0.45%、0.46%、0.47%、0.48%、0.49%、0.5%的 SnO_2 。在一些实施方式中,可包含约 0%、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%、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%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.41%、0.42%、0.43%、0.44%、0.45%、0.46%、0.47%、0.48%、0.49%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%的 Sb_2O_3 。

发明人经过大量实验研究发现,在一些实施方式中,控制 Sb_2O_3 和 SnO_2 的合计含量 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$ 与 Ag_2O 的含量之间的比值 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 在 0.1~5.0 范围内,可降低玻璃的介电损耗,提高玻璃和微晶玻璃制品的落球实验高度,微晶玻璃和微晶玻璃制品的透明部分的透过率较高,且黑化部分的透过率较低。因此,优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~5.0,更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.5~3.5,进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.0~2.6。在一些实施方式中, $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 的值可为 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。

在一些实施方式中,控制 Ag_2O 、 SnO_2 和 Sb_2O_3 的合计含量 $\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3$ 与 CeO_2 的含量之间的比值 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 在 1.0~30.0 范围内,可使微晶玻璃和微晶玻璃制

品的黑化部分的透过率较低,在降低玻璃的介电常数的同时,提高硬度和杨氏模量。因此,优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为1.0~30.0,更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为3.0~20.0,进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为5.0~12.5,更进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为7.5~10.0。在一些实施方式中, $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 的值可为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、8.5、9.0、9.5、10.0、10.5、11.0、11.5、12.0、12.5、13.0、13.5、14.0、14.5、15.0、15.5、16.0、16.5、17.0、17.5、18.0、18.5、19.0、19.5、20.0、20.5、21.0、21.5、22.0、22.5、23.0、23.5、24.0、24.5、25.0、25.5、26.0、26.5、27.0、27.5、28.0、28.5、29.0、29.5、30.0。

在一些实施方式中,控制 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 CeO_2 的合计含量 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2$ 与 Ag_2O 的含量之间的比值 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 在0.1~10.0范围内,可降低玻璃的介电损耗和膨胀系数,使微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率较低。因此,优选

$(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为0.1~10.0,更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为0.4~5.0,进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为0.7~3.7,更进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为1.5~3.2。在一些实施方式中, $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 的值可为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、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6.0、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0。

在一些实施方式中,当 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 的值大于0.9时,在玻璃成型或热处理时,玻璃的透明部分的透过率急剧降低,甚至完全失透。因此,优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为0~0.9,更优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为0~0.6,进一步优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为0~0.5。在一些实施方式中, $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 的值可为0、大于0、0.01、0.02、0.03、0.04、0.05、0.07、0.1、0.13、0.15、0.17、0.2、0.23、0.25、0.27、0.3、0.33、0.35、0.37、0.4、0.43、0.45、0.47、0.5、0.53、0.55、0.57、0.6、0.63、0.65、0.67、0.7、0.73、0.75、0.77、0.8、0.83、0.85、0.87、0.9。

Ln_2O_3 (Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种)可调整玻璃的介电常数和介电损耗,并且可以为 Ag^+ 提供电子,促进微晶玻璃的黑化。当 Ln_2O_3 高于5%时,微晶玻璃和微晶玻璃制品的黑化部分的透过率升高,玻璃的介电常数和介电损耗增加。因此, Ln_2O_3 的含量限定为0~5%,优选为0~3%,更优选为0~1%,在一些实施方式中,进一步优

选不含有 Ln_2O_3 。在一些实施方式中,可包含约 0%、大于 0%、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3%、3.1%、3.2%、3.3%、3.4%、3.5%、3.6%、3.7%、3.8%、3.9%、4%、4.1%、4.2%、4.3%、4.4%、4.5%、4.6%、4.7%、4.8%、4.9%、5%的 Ln_2O_3 。

Fe_2O_3 在玻璃紫外曝光的过程中可以吸收紫外光,可以为 Ag^+ 提供电子,促进微晶玻璃黑化。当 Fe_2O_3 的含量高于 1%时,微晶玻璃和微晶玻璃制品透明部分在可见光波段范围内的透过率降低,黑化部分的透过率增加,微晶玻璃和微晶玻璃制品的落球试验高度降低。因此, Fe_2O_3 的含量限定为 0~1%,优选为 0~0.5%,更优选为 0~0.2%,在一些实施方式中,进一步优选不含有 Fe_2O_3 。在一些实施方式中,可包含约 0%、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%、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%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.41%、0.42%、0.43%、0.44%、0.45%、0.46%、0.47%、0.48%、0.49%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%的 Fe_2O_3 。

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:

<光透过率>

光透过率按照下面方法进行测试:将待测样品加工成一定的厚度并进行相对面平行抛光,按照国家标准《GB/T 7962.12-2010》进行测试。

<线膨胀系数>

线膨胀系数 ($\alpha_{20^\circ\text{C}-300^\circ\text{C}}$) 按照国家标准《GB/T7962.16-2010》进行测试 20℃-300℃的数据。本发明中线膨胀系数有时候简称为膨胀系数。

<介电常数>

介电常数 (ϵ_r) 依据国家标准《GB/T 7265.1-1987》进行测试,测试 1GHz 条件下

的数据。

<介电损耗>

介电损耗 ($\tan\delta$) 依据国家标准《GB/T 7265.1-1987》进行测试, 测试 1GHz 条件下的数据。

<落球试验高度>

将 $\phi 20 \times 1\text{mm}$ 的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落球试验高度。具体地说, 试验从落球试验高度 100mm 开始实施, 在不发生断裂的情况下, 通过 100mm、200mm、300mm、400mm、500mm、600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm、1100mm、1200mm 及以上依次改变高度。对于具有“落球试验高度 II”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。对于具有“落球试验高度 I”的实施例, 以基质玻璃为试验对象。本发明中落球试验高度有时候简称落球高度。

<努氏硬度>

用相对面夹角为 172.5° 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。本发明中有时候将努氏硬度简称为硬度。

<杨氏模量>

杨氏模量 (E) 采用超声波测试其纵波速度和横波速度, 再按以下公式计算得出。

$$E = \frac{4G^2 - 3GV_T^2 \rho}{G - V_T^2 \rho}$$

$$G = V_s^2 \rho$$

式中: E 为杨氏模量, Pa;

G 为剪切模量, Pa;

V_T 为横波速度, m/s;

V_s 为纵波速度, m/s;

ρ 为玻璃密度, g/cm^3 。

<折射率>

折射率 (n_d) 按照《GB/T7962.1-2010》规定的方法测试。

本发明基质玻璃具有以下性能:

1) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的折射率 (n_d) 为 1.51~1.55, 优选为 1.52~

1.54, 更优选为 1.53~1.535, 进一步优选为 1.53112~1.53284。

2) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的杨氏模量 (E) 为 $7000 \times 10^7 \text{Pa} \sim 9500 \times 10^7 \text{Pa}$, 优选为 $7500 \times 10^7 \text{Pa} \sim 9200 \times 10^7 \text{Pa}$, 更优选为 $7836 \times 10^7 \text{Pa} \sim 9014 \times 10^7 \text{Pa}$, 进一步优选为 $8005 \times 10^7 \text{Pa} \sim 8488 \times 10^7 \text{Pa}$ 。

3) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的努氏硬度 ($H_{k0.1}$) 为 450kgf/mm^2 以上, 优选为 $470 \sim 600 \text{kgf/mm}^2$, 更优选为 $480 \sim 582 \text{kgf/mm}^2$, 进一步优选为 $492 \sim 532 \text{kgf/mm}^2$ 。

4) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的落球试验高度 I 为 200mm 以上, 优选为 300mm 以上, 更优选为 400mm 以上。

5) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的介电损耗 ($\tan \delta$) 为 11.0×10^{-3} 以下, 优选为 $7.0 \times 10^{-3} \sim 10.5 \times 10^{-3}$, 更优选为 $7.2 \times 10^{-3} \sim 9.8 \times 10^{-3}$, 进一步优选为 $7.4 \times 10^{-3} \sim 9.2 \times 10^{-3}$ 。

6) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的介电常数 (ϵ_r) 为 $5.5 \sim 8.5$, 优选为 $6.0 \sim 8.0$, 更优选为 $6.2 \sim 7.7$, 进一步优选为 $6.3 \sim 7.0$ 。

7) 在一些实施方式中, 本发明基质玻璃的线膨胀系数 ($\alpha_{20^\circ\text{C}-300^\circ\text{C}}$) 为 $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下, 优选为 $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 更优选为 $71 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 进一步优选为 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

本发明微晶玻璃具有以下性能:

1) 在一些实施方式中, $0.2 \sim 1.5 \text{mm}$ 厚度的微晶玻璃的透明部分在 $400 \sim 800 \text{nm}$ 波段范围的平均透过率 ($T_{400-800 \text{nm}}$) 为 85.0% 以上, 优选为 88.0% 以上, 更优选为 90.0% 以上, 进一步优选为 91.0% 以上, 更进一步优选为 $91.5 \sim 95.0\%$ 。上述厚度优选为 $0.5 \sim 1.5 \text{mm}$, 更优选为 $0.8 \sim 1.2 \text{mm}$, 进一步优选为 0.5mm 、 0.7mm 、 0.8mm 、 0.9mm 、 1.0mm 、 1.1mm 、 1.2mm 。

2) 在一些实施方式中, $0.2 \sim 1.5 \text{mm}$ 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 $400 \sim 800 \text{nm}$ 波段范围的平均透过率 ($T_{400-800 \text{nm}}$) 为 5.0% 以下, 优选为 3.0% 以下, 更优选为 1.5% 以下, 进一步优选为 1.2% 以下, 更进一步优选为 0.5% 以下。上述厚度优选为 $0.5 \sim 1.5 \text{mm}$, 更优选为 $0.8 \sim 1.2 \text{mm}$, 进一步优选为 0.5mm 、 0.7mm 、 0.8mm 、 0.9mm 、 1.0mm 、 1.1mm 、 1.2mm 。

3) 在一些实施方式中, $0.2 \sim 1.5 \text{mm}$ 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 870nm 处的透过率 ($T_{870 \text{nm}}$) 为 15.0% 以下, 优选为 $0.1 \sim 12.5\%$, 更优选为 $0.1 \sim 10\%$, 进一步优选为 $0.1 \sim 8.0\%$, 更进一步优选为 $0.1 \sim 5.0\%$ 。上述厚度优选为 $0.5 \sim 1.5 \text{mm}$, 更优选为 $0.8 \sim 1.2 \text{mm}$, 进一步优选为 0.5mm 、 0.7mm 、 0.8mm 、 0.9mm 、 1.0mm 、 1.1mm 、 1.2mm 。

4) 在一些实施方式中, $0.2 \sim 1.5 \text{mm}$ 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 940nm 处的透过

率 (T_{940nm}) 为 50.0% 以下, 优选为 0.1~35.0%, 更优选为 0.3~20.0%, 进一步优选为 0.3~15.0%, 更进一步优选为 0.3~10.0%。上述厚度优选为 0.5~1.5mm, 更优选为 0.8~1.2mm, 进一步优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

在一些实施方式中, 由于本发明微晶玻璃的透明部分没有产生结晶, 因此具有上述基质玻璃相同的性能, 如杨氏模量 (E)、努氏硬度 ($Hk_{0.1}$)、落球试验高度、介电损耗 ($\tan\delta$)、介电常数 (ϵ_r)、线膨胀系数 ($\alpha_{20^\circ C-300^\circ C}$) 等。具体而言, 在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的杨氏模量 (E) 为 $7000 \times 10^7 Pa \sim 9500 \times 10^7 Pa$, 优选为 $7500 \times 10^7 Pa \sim 9200 \times 10^7 Pa$, 更优选为 $7836 \times 10^7 Pa \sim 9014 \times 10^7 Pa$, 进一步优选为 $8005 \times 10^7 Pa \sim 8488 \times 10^7 Pa$ 。在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的努氏硬度 ($Hk_{0.1}$) 为 $450 kgf/mm^2$ 以上, 优选为 $470 \sim 600 kgf/mm^2$, 更优选为 $480 \sim 582 kgf/mm^2$, 进一步优选为 $492 \sim 532 kgf/mm^2$ 。在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的落球试验高度为 200mm 以上, 优选为 300mm 以上, 更优选为 400mm 以上。在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的介电损耗 ($\tan\delta$) 为 11.0×10^{-3} 以下, 优选为 $7.0 \times 10^{-3} \sim 10.5 \times 10^{-3}$, 更优选为 $7.2 \times 10^{-3} \sim 9.8 \times 10^{-3}$, 进一步优选为 $7.4 \times 10^{-3} \sim 9.2 \times 10^{-3}$ 。在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的介电常数 (ϵ_r) 为 5.5~8.5, 优选为 6.0~8.0, 更优选为 6.2~7.7, 进一步优选为 6.3~7.0。在一些实施方式中, 本发明微晶玻璃的透明部分的线膨胀系数 ($\alpha_{20^\circ C-300^\circ C}$) 为 $100 \times 10^{-7}/^\circ C$ 以下, 优选为 $65 \times 10^{-7}/^\circ C \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ C$, 更优选为 $71 \times 10^{-7}/^\circ C \sim 95 \times 10^{-7}/^\circ C$, 进一步优选为 $75 \times 10^{-7}/^\circ C \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ C$ 。

本发明微晶玻璃制品具有以下性能:

1) 在一些实施方式中, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的透明部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 ($T_{400-800nm}$) 为 85.0% 以上, 优选为 88.0% 以上, 更优选为 90.0% 以上, 进一步优选为 91.0% 以上, 更进一步优选为 91.5~95.0%。上述厚度优选为 0.5~1.5mm, 更优选为 0.8~1.2mm, 进一步优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

2) 在一些实施方式中, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 ($T_{400-800nm}$) 为 5.0% 以下, 优选为 3.0% 以下, 更优选为 1.5% 以下, 进一步优选为 1.2% 以下, 更进一步优选为 0.5% 以下。上述厚度优选为 0.5~1.5mm, 更优选为 0.8~1.2mm, 进一步优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

3) 在一些实施方式中, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 870nm 处的透过率 (T_{870nm}) 为 15.0% 以下, 优选为 0.1~12.5%, 更优选为 0.1~10%, 进一步优选为

0.1~8.0%，更进一步优选为0.1~5.0%。上述厚度优选为0.5~1.5mm，更优选为0.8~1.2mm，进一步优选为0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

4) 在一些实施方式中，0.2~1.5mm厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在940nm处的透过率(T_{940nm})为50.0%以下，优选为0.1~35.0%，更优选为0.3~20.0%，进一步优选为0.3~15.0%，更进一步优选为0.3~10.0%。上述厚度优选为0.5~1.5mm，更优选为0.8~1.2mm，进一步优选为0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

5) 在一些实施方式中，本发明微晶玻璃制品的落球试验高度II为800mm以上，优选为900mm以上，更优选为1000mm以上，进一步优选为1100mm以上。

在一些实施方式中，本发明基质玻璃/微晶玻璃/微晶玻璃制品具有较低的介电常数为和介电损耗，可以降低电信号的传输损耗。

在一些实施方式中，本发明基质玻璃/微晶玻璃/微晶玻璃制品具有较高的努氏硬度、杨氏模量和落球高度。

在一些实施方式中，本发明基质玻璃/微晶玻璃/微晶玻璃制品具有较低的线膨胀系数，以提高光信号通道或掩膜图形的精度。

在一些实施方式中，本发明基质玻璃/微晶玻璃/微晶玻璃制品具有较低的折射率，可以降低表面光信号的反射率，提高光信号的入射率。

本发明的微晶玻璃、微晶玻璃制品、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、微晶玻璃制品、基质玻璃、以及由其制成的玻璃盖板或玻璃元器件可应用于制造各种仪器或设备，所述仪器或设备包括但不限于电子设备、医疗器械、装饰或工艺品，如手机、手表、电脑、生物医学检测等，用于制造移动电话、智能电话、平板电脑、笔记本电脑、电视等的局部光屏蔽玻璃或带图案的盖板玻璃，或用于智能手表、生物医疗器械等的光信号通道玻璃，或用于制造带图案的装饰品或工艺品玻璃中。

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：

基质玻璃的制造方法包括以下步骤：按照组分比例称量原料并混合均匀，将均匀的混合原料放入铂制或石英制的坩埚中，在1450~1600℃下熔化、澄清、均化后降温，将熔融的玻璃液浇注到模具中成型，并通入循环冷却空气，确保玻璃不析晶，优选将模具预热到200~500℃，将成型后的玻璃同模具一起放入退火炉内保温退火，然后断电随炉冷却，得到基质玻璃。

微晶玻璃的制造方法包括以下步骤：形成基质玻璃，将基质玻璃通过晶化工艺处理，或将基质玻璃加工成特定形状的玻璃元件后再通过晶化工艺处理，得到本发明微晶玻

璃。本发明加工成特定形状的玻璃元件的方法包括热压、研磨或抛光加工等本领域技术人员所知晓的方法。本发明所述晶化工艺处理包括对基质玻璃进行掩膜曝光处理，然后再晶化热处理，在玻璃曝光位置均匀地析出结晶。本发明所述的掩膜曝光处理，是指在基质玻璃的特定位置或区域进行紫外曝光，紫外光波长优选为313nm，可根据应用需要定制专用的光掩膜版图形，曝光时间优选为5~60分钟。本发明所述晶化热处理可以通过1个阶段进行，也可以通过2个阶段进行，优选采用2个阶段进行晶化热处理。所述2个阶段晶化热处理是指在第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，优选第1温度为490℃~520℃，优选第1温度处理时间为1~4小时，优选第2温度为540℃~620℃，优选第2温度处理时间为1~8小时。

微晶玻璃制品的制造方法包括以下步骤：将本发明微晶玻璃通过化学强化工艺处理，或将微晶玻璃加工成特定形状的微晶玻璃元件后再通过化学强化工艺处理，得到本发明微晶玻璃制品。本发明加工成特定形状的方法包括热压、研磨或抛光加工等本领域技术人员所知晓的方法。

本发明所述的化学强化，即是离子交换法。在离子交换过程中，微晶玻璃中的较小的金属离子被靠近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，在微晶玻璃中构建压缩应力，形成压缩应力层。

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微晶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，在浸没之间可以增加洗涤和/或退火步骤。

在一些实施方式中，微晶玻璃可通过在浸没于约350℃~470℃的温度的熔融Na盐(如NaNO₃)，和/或K盐(如KNO₃)，和/或Na与K混合盐的盐浴中1~36小时来进行离子交换，优选温度范围为380℃~460℃，优选时间范围为2~24小时。

在一些实施方式中，本发明基质玻璃可以通过上述化学强化工艺制造强化玻璃，再通过上述晶化工艺处理得到微晶玻璃制品。在一些实施方式中，本发明基质玻璃可以加工成玻璃元件，然后将玻璃元件通过上述化学强化工艺制造强化玻璃，再通过上述晶化工艺处理得到微晶玻璃制品。

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%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。

表 1.

实施例 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#
SiO ₂	72.66	67.2	69.9	65	77.19	74.37	75.58	70.1	69.2	71.5
Al ₂ O ₃	7.4	9.46	6.9	10	3	6.7	5.5	5.9	7.7	9
Li ₂ O	10	8.7	11.6	10.5	9.9	10.6	8.6	11.5	8.7	8.3
K ₂ O	4.2	3.8	3.5	5.5	2.5	2.7	4.8	4.1	5.1	2.2
Na ₂ O	2.2	5.6	4.9	3.6	3	2.6	1.7	3.9	4.3	5
ZrO ₂	2.6	4.5	2.2	4.6	3.5	2.5	3.1	3.2	4	1.5
CeO ₂	0.1	0.07	0.12	0.06	0.14	0.07	0.08	0.14	0.1	0.09
Ag ₂ O	0.2	0.42	0.38	0.32	0.34	0.27	0.33	0.45	0.47	0.41
Sb ₂ O ₃	0.52	0.2	0.36	0.32	0.42	0.15	0.15	0.09	0.32	0.46
SnO ₂	0.12	0.05	0.14	0.1	0.01	0.04	0.16	0.12	0.11	0.04
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.4	9.4	8.4	9.1	5.5	5.3	6.5	8	9.4	7.2
SiO ₂ /Li ₂ O	7.27	7.72	6.03	6.19	7.8	7.02	8.79	6.1	7.95	8.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.64	0.25	0.5	0.42	0.43	0.19	0.31	0.21	0.43	0.5
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	3.2	0.6	1.32	1.31	1.26	0.7	0.94	0.47	0.91	1.22
Ag ₂ O/CeO ₂	2	6	3.17	5.33	2.43	3.86	4.13	3.21	4.7	4.56
Li ₂ O/ZrO ₂	3.85	1.93	5.27	2.28	2.83	4.24	2.77	3.59	2.18	5.53
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	2.46	2.09	3.82	1.98	1.57	2.12	2.1	2.5	2.35	4.8
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	31.79	16.87	37.05	16.41	24.88	33.99	27.15	25.50	19.48	53.2
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	8.67	9.18	4.4	12.11	7.29	7.35	7.56	5.42	7.02	3

$(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$	8.4	9.57	7.33	12.33	5.5	6.57	8	4.71	9	10.11
$(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$	3.7	0.76	1.63	1.50	1.68	0.96	1.18	0.78	1.13	1.44
$\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$	0.55	0.42	0.54	0.63	0.07	0.36	0.67	0.46	0.52	0.31
$\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$	23.8	27.56	26.9	29.6	18.4	22.6	20.6	25.4	25.8	24.5
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	4.88	4.24	3.84	3.83	5.21	5.1	5.37	3.9	4.25	5.19
ϵ_r	6.9	7.3	7.2	7.5	6.3	6.8	6.6	7.1	7.1	7.2
$\text{Tan}\delta \quad (\times 10^{-3})$	8.7	9.57	9.43	10.06	7.43	8.43	7.96	9.13	9.17	9.33
$\text{HK}_{0.1} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$	516	494	479	478	528	523	532	479	493	506
$E \text{ (}\times 10^5\text{Pa)}$	8254	8035	7892	7886	8372	8324	8413	7897	8032	8157
$\alpha_{20^\circ\text{C}-300^\circ\text{C}} \text{ (}\times 10^{-7}/^\circ\text{C)}$	83	90	95	95	79	81	78	95	90	86
落球试验高度 I (mm)	400	400	300	300	400	400	400	400	300	400
n_d	1.53234	1.53277	1.53238	1.53284	1.53037	1.53225	1.53190	1.53216	1.53252	1.53265

表 2.

实施例 (wt%)	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#
SiO_2	73.78	72.36	76.2	74.27	69.2	72.56	70.4	72.7	76.3	75.4
Al_2O_3	6.9	5.3	3.8	4.9	5.5	4.9	7	7.8	5.4	6.4
Li_2O	7.5	8.3	9.2	9.6	10.4	7.3	11.9	10	10.5	8
K_2O	1.1	3.4	2.4	3	3.8	3.3	4	3.3	1.4	2.3
Na_2O	3.4	3.7	2	2.5	4.4	4.1	1.5	1.3	1.5	2.2
ZrO_2	6.6	6.1	5.6	4.5	6.2	5.3	4.7	4.1	3.9	5.2
CeO_2	0.07	0.13	0.13	0.1	0.09	0.1	0.12	0.11	0.13	0.11
Ag_2O	0.42	0.44	0.3	0.46	0.24	0.37	0.23	0.22	0.32	0.23
Sb_2O_3	0.07	0.1	0.22	0.55	0.07	0.06	0.08	0.45	0.51	0.11
SnO_2	0.16	0.17	0.15	0.12	0.1	0.01	0.07	0.02	0.04	0.05
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La_2O_3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Gd_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe_2O_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R_2O	4.5	7.1	4.4	5.5	8.2	7.4	5.5	4.6	2.9	4.5
$\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$	9.84	8.72	8.28	7.74	6.65	9.94	5.92	7.27	7.27	9.43
$\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$	0.23	0.27	0.37	0.67	0.17	0.07	0.15	0.47	0.55	0.16

$(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$	0.55	0.61	1.23	1.46	0.71	0.19	0.65	2.14	1.72	0.7
$\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$	6	3.38	2.31	4.6	2.67	3.7	1.92	2	2.46	2.09
$\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$	1.14	1.36	1.64	2.13	1.68	1.38	2.53	2.44	2.69	1.54
$(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$	0.68	1.16	0.79	1.22	1.32	1.4	1.17	1.12	0.74	0.87
$(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$	12.32	13.22	15.25	18.64	12.84	15.07	17.51	20.17	22.26	16.04
MO/ZrO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$	13.47	10.7	13.02	8.04	18.79	11.28	13.43	12.42	8.67	15.29
$(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$	9.29	5.46	5.15	11.3	4.56	4.4	3.17	6.27	6.69	3.55
$(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$	0.71	0.91	1.67	1.67	1.08	0.46	1.17	2.64	2.13	1.17
$\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$	0.7	0.57	0.54	0.55	0.53	0.09	0.37	0.15	0.24	0.31
$\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$	18.9	20.7	17.4	20	24.1	19.6	24.4	22.4	18.8	18.9
$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	6.72	5.04	5.88	5.24	4.02	5.27	4.45	5.51	6.1	6.54
ϵ_r	6.4	6.5	6.2	6.5	6.9	6.7	7.0	6.7	6.4	6.4
$\text{Tan}\delta \quad (\times 10^{-3})$	7.56	7.94	7.2	7.78	8.78	8.19	8.86	8.36	7.53	7.55
$\text{HK}_{0.1} \quad (\text{kgf}/\text{mm}^2)$	582	523	553	531	485	507	500	540	559	577
$E \quad (\times 10^5 \text{Pa})$	8892	8322	8611	8396	7951	8166	8094	8488	8677	8846
$\alpha_{20^\circ\text{C}-300^\circ\text{C}} \quad (\times 10^{-7}/^\circ\text{C})$	66	81	71	78	93	86	88	75	69	63
落球试验高度 I (mm)	400	400	400	400	300	400	400	400	400	400
n_d	1.53230	1.53191	1.53112	1.53173	1.53207	1.53176	1.53239	1.53248	1.53186	1.53216

表 3.

实施例 (wt%)	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#	28#	29#	30#
SiO_2	72.76	72	72.5	69.8	69.4	73.5	71	71.5	67.5	78
Al_2O_3	5.7	6	6.1	6.5	8.4	7.6	7.9	9.5	6	3
Li_2O	9.2	10.2	9.8	10	12	9.2	11.2	9.8	11.6	11.8
K_2O	4.3	3	3.1	5.2	2.1	2.5	3.7	1.8	3.7	3
Na_2O	1.9	2.5	2.8	5.4	3.3	1.7	4	3.7	4.1	1
ZrO_2	5.5	5.5	4.8	2.4	3.7	4.6	1.6	2.9	6.5	2.1
CeO_2	0.1	0.1	0.15	0.14	0.09	0.1	0.07	0.11	0.12	0.14
Ag_2O	0.29	0.33	0.22	0.21	0.5	0.31	0.3	0.4	0.32	0.4
Sb_2O_3	0.07	0.23	0.42	0.3	0.43	0.29	0.22	0.21	0.14	0.46
SnO_2	0.18	0.14	0.11	0.05	0.08	0.2	0.01	0.08	0.02	0.1
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.2	5.5	5.9	10.6	5.4	4.2	7.7	5.5	7.8	4
SiO ₂ /Li ₂ O	7.91	7.06	7.40	6.98	5.78	7.99	6.34	7.30	5.82	6.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.25	0.37	0.53	0.35	0.51	0.49	0.23	0.29	0.16	0.56
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	0.86	1.12	2.41	1.67	1.02	1.58	0.77	0.73	0.5	1.4
Ag ₂ O/CeO ₂	2.9	3.3	1.47	1.5	5.56	3.1	4.29	3.64	2.67	2.86
Li ₂ O/ZrO ₂	1.67	1.85	2.04	4.17	3.24	2	7	3.38	1.78	5.62
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	1.13	1	1.23	4.42	1.46	0.91	4.81	1.9	1.2	1.9
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	14.9	14.95	17.15	33.25	22	17.98	51.38	28.03	12.17	42.76
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	14.1	12.79	12.97	6.86	6.27	11.22	4.32	5.69	14.77	3.89
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	5.4	7	5	4	11.22	8	7.57	6.27	4	6.86
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	1.21	1.42	3.09	2.33	1.2	1.9	1	1	0.88	1.75
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.64	0.58	0.42	0.26	0.47	0.67	0.13	0.42	0.14	0.42
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	21.1	21.7	21.8	27.1	25.8	21	26.8	24.8	25.4	18.8
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.09	4.97	5.01	3.7	4.47	6.05	4.17	5.29	3.79	5.13
ε _r	6.6	6.7	6.7	7.3	7.1	6.6	7.2	7.0	7.1	6.4
Tanδ (×10 ⁻³)	8.07	8.24	8.26	9.5	9.17	8.06	9.41	8.94	9.08	7.54
HK _{0.1} (kgf/mm ²)	523	519	520	473	501	558	490	531	477	524
E (×10 ⁷ Pa)	8326	8284	8289	7836	8109	8660	8005	8396	7871	8334
α _{20℃~300℃} (×10 ⁻⁷ /℃)	81	82	82	97	88	69	91	78	96	80
落球试验高度 I (mm)	400	400	400	300	300	400	400	400	300	400
n _d	1.53203	1.53216	1.53216	1.53231	1.53261	1.53244	1.53252	1.53271	1.53223	1.53034

表 4.

实施例 (wt%)	31#	32#	33#	34#	35#	36#	37#	38#	39#	40#
SiO ₂	71.1	70.9	73.5	72.3	74.2	72.5	72.1	72.9	70.1	70.5
Al ₂ O ₃	8.9	8.4	3.5	7.6	5.9	6	6	4.8	9.7	8
Li ₂ O	8.5	10.2	11	9.6	9.8	10.4	10.7	10.8	7.4	11.6
K ₂ O	1.8	3.2	3.8	2.3	3.2	3.4	4.5	3.7	4.6	1.1

Na ₂ O	5.5	1.9	3.2	1.1	2.9	2.1	2.8	3.9	1.3	2.5
ZrO ₂	2	4.8	4.3	2	3.4	5.1	3	3.4	6.1	5.4
CeO ₂	0.15	0.12	0.09	0.15	0.09	0.1	0.11	0.1	0.13	0.13
Ag ₂ O	0.36	0.24	0.23	0.34	0.29	0.22	0.3	0.25	0.24	0.3
Sb ₂ O ₃	0.5	0.21	0.31	0.43	0.15	0.08	0.39	0.14	0.35	0.44
SnO ₂	0.09	0.03	0.07	0.18	0.07	0.1	0.1	0.01	0.08	0.03
ZnO	1.1	0	0	4	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	7.3	5.1	7	3.4	6.1	5.5	7.3	7.6	5.9	3.6
SiO ₂ /Li ₂ O	8.36	6.95	6.68	7.53	7.57	6.97	6.74	6.75	9.47	6.08
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.59	0.24	0.38	0.61	0.22	0.18	0.49	0.15	0.43	0.47
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	1.64	1	1.65	1.79	0.76	0.82	1.63	0.60	1.79	1.57
Ag ₂ O/CeO ₂	2.4	2	2.56	2.27	3.22	2.2	2.73	2.5	1.85	2.31
Li ₂ O/ZrO ₂	4.25	2.13	2.56	4.8	2.88	2.04	3.57	3.18	1.21	2.15
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	3.65	1.06	1.63	1.7	1.79	1.08	2.43	2.24	0.97	0.67
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	39.8	16.9	19.65	40.95	24.71	16.25	27.6	24.62	12.7	15.2
MO/ZrO ₂	0.55	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	3.92	13.33	13.44	4.08	8.95	15.94	7.32	9.71	16.49	12.56
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	6.33	4	6.78	6.33	5.67	4	7.18	4	5.15	5.92
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	2.06	1.5	2.04	2.24	1.07	1.27	2	1	2.33	2
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.38	0.2	0.44	0.55	0.44	0.5	0.48	0.09	0.38	0.19
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	24.7	23.7	21.5	20.6	21.8	21.9	24	23.2	23	23.2
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.06	5.18	4.28	6.15	5.04	4.94	4.34	4.22	6	5.16
ε _r	7.2	6.9	6.7	6.7	6.7	6.7	6.9	6.8	6.8	6.8
Tanδ (×10 ⁻³)	9.39	8.7	8.18	8.19	8.25	8.28	8.76	8.56	8.53	8.56
HK _{0.1} (kgf/mm ²)	502	526	494	555	521	517	496	492	554	526
E (×10 ⁷ Pa)	8118	8348	8038	8629	8299	8264	8060	8021	8624	8351
α _{20℃~300℃} (×10 ⁻⁷ /℃)	88	80	90	70	81	83	90	91	71	80

落球试验高度 I (mm)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
n_d	1.532 65	1.532 59	1.530 98	1.532 38	1.532 07	1.532 12	1.532 13	1.531 72	1.532 74	1.532 54

<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，以下实施例中微晶玻璃的透过率采用 1mm 厚的样品进行测试。

表 5.

实施例 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#
SiO ₂	72.66	67.2	69.9	65	77.19	74.37	75.58	70.1	69.2	71.5
Al ₂ O ₃	7.4	9.46	6.9	10	3	6.7	5.5	5.9	7.7	9
Li ₂ O	10	8.7	11.6	10.5	9.9	10.6	8.6	11.5	8.7	8.3
K ₂ O	4.2	3.8	3.5	5.5	2.5	2.7	4.8	4.1	5.1	2.2
Na ₂ O	2.2	5.6	4.9	3.6	3	2.6	1.7	3.9	4.3	5
ZrO ₂	2.6	4.5	2.2	4.6	3.5	2.5	3.1	3.2	4	1.5
CeO ₂	0.1	0.07	0.12	0.06	0.14	0.07	0.08	0.14	0.1	0.09
Ag ₂ O	0.2	0.42	0.38	0.32	0.34	0.27	0.33	0.45	0.47	0.41
Sb ₂ O ₃	0.52	0.2	0.36	0.32	0.42	0.15	0.15	0.09	0.32	0.46
SnO ₂	0.12	0.05	0.14	0.1	0.01	0.04	0.16	0.12	0.11	0.04
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.4	9.4	8.4	9.1	5.5	5.3	6.5	8	9.4	7.2
SiO ₂ /Li ₂ O	7.27	7.72	6.03	6.19	7.8	7.02	8.79	6.1	7.95	8.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.64	0.25	0.5	0.42	0.43	0.19	0.31	0.21	0.43	0.5
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	3.2	0.6	1.32	1.31	1.26	0.7	0.94	0.47	0.91	1.22
Ag ₂ O/CeO ₂	2	6	3.17	5.33	2.43	3.86	4.13	3.21	4.7	4.56
Li ₂ O/ZrO ₂	3.85	1.93	5.27	2.28	2.83	4.24	2.77	3.59	2.18	5.53
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	2.46	2.09	3.82	1.98	1.57	2.12	2.1	2.5	2.35	4.8
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	31.79	16.87	37.05	16.41	24.88	33.99	27.15	25.50	19.48	53.2
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ZrO ₂ / (Ag ₂ O+CeO ₂)	8.67	9.18	4.4	12.11	7.29	7.35	7.56	5.42	7.02	3
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	8.4	9.57	7.33	12.33	5.5	6.57	8	4.71	9	10.11
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	3.7	0.76	1.63	1.50	1.68	0.96	1.18	0.78	1.13	1.44
SnO ₂ / (CeO ₂ +SnO ₂)	0.55	0.42	0.54	0.63	0.07	0.36	0.67	0.46	0.52	0.31
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	23.8	27.56	26.9	29.6	18.4	22.6	20.6	25.4	25.8	24.5
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	4.88	4.24	3.84	3.83	5.21	5.1	5.37	3.9	4.25	5.19
透明部分 T _{400-800nm} (%)	91.8	92.0	91.6	91.8	92.0	92.0	90.7	91.6	91.8	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	0.3	21.7	3.3	2.8	4.0	17.1	10.1	2.5	11.1	4.8
黑化部分 T _{870nm} (%)	0.3	7.6	1.2	1.0	1.4	6.0	3.5	0.9	3.9	1.7
黑化部分 T _{400-800nm} (%)	0	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	0.5	0.3

表 6.

实施例 (wt%)	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#
SiO ₂	73.78	72.36	76.2	74.27	69.2	72.56	70.4	72.7	76.3	75.4
Al ₂ O ₃	6.9	5.3	3.8	4.9	5.5	4.9	7	7.8	5.4	6.4
Li ₂ O	7.5	8.3	9.2	9.6	10.4	7.3	11.9	10	10.5	8
K ₂ O	1.1	3.4	2.4	3	3.8	3.3	4	3.3	1.4	2.3
Na ₂ O	3.4	3.7	2	2.5	4.4	4.1	1.5	1.3	1.5	2.2
ZrO ₂	6.6	6.1	5.6	4.5	6.2	5.3	4.7	4.1	3.9	5.2
CeO ₂	0.07	0.13	0.13	0.1	0.09	0.1	0.12	0.11	0.13	0.11
Ag ₂ O	0.42	0.44	0.3	0.46	0.24	0.37	0.23	0.22	0.32	0.23
Sb ₂ O ₃	0.07	0.1	0.22	0.55	0.07	0.06	0.08	0.45	0.51	0.11
SnO ₂	0.16	0.17	0.15	0.12	0.1	0.01	0.07	0.02	0.04	0.05
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	4.5	7.1	4.4	5.5	8.2	7.4	5.5	4.6	2.9	4.5
SiO ₂ /Li ₂ O	9.84	8.72	8.28	7.74	6.65	9.94	5.92	7.27	7.27	9.43
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.23	0.27	0.37	0.67	0.17	0.07	0.15	0.47	0.55	0.16
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	0.55	0.61	1.23	1.46	0.71	0.19	0.65	2.14	1.72	0.7

Ag ₂ O/CeO ₂	6	3.38	2.31	4.6	2.67	3.7	1.92	2	2.46	2.09
Li ₂ O/ZrO ₂	1.14	1.36	1.64	2.13	1.68	1.38	2.53	2.44	2.69	1.54
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	0.68	1.16	0.79	1.22	1.32	1.4	1.17	1.12	0.74	0.87
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	12.32	13.22	15.25	18.64	12.84	15.07	17.51	20.17	22.26	16.04
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	13.47	10.7	13.02	8.04	18.79	11.28	13.43	12.42	8.67	15.29
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	9.29	5.46	5.15	11.3	4.56	4.4	3.17	6.27	6.69	3.55
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	0.71	0.91	1.67	1.67	1.08	0.46	1.17	2.64	2.13	1.17
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.7	0.57	0.54	0.55	0.53	0.09	0.37	0.15	0.24	0.31
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	18.9	20.7	17.4	20	24.1	19.6	24.4	22.4	18.8	18.9
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	6.72	5.04	5.88	5.24	4.02	5.27	4.45	5.51	6.1	6.54
透明部分 T _{100-800nm} (%)	90.7	90.7	91.5	90.7	91.8	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	20.7	18.8	4.7	1.0	19.7	35.9	18.3	0.4	0.4	12.8
黑化部分 T _{870nm} (%)	7.3	6.6	1.7	0.4	6.9	12.6	6.4	0.1	0.1	4.5
黑化部分 T _{400-800nm} (%)	0.7	0.6	0.3	0.2	0.6	1.2	0.6	0	0	0.2

表 7.

实施例 (wt%)	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#	28#	29#	30#
SiO ₂	72.76	72	72.5	69.8	69.4	73.5	71	71.5	67.5	78
Al ₂ O ₃	5.7	6	6.1	6.5	8.4	7.6	7.9	9.5	6	3
Li ₂ O	9.2	10.2	9.8	10	12	9.2	11.2	9.8	11.6	11.8
K ₂ O	4.3	3	3.1	5.2	2.1	2.5	3.7	1.8	3.7	3
Na ₂ O	1.9	2.5	2.8	5.4	3.3	1.7	4	3.7	4.1	1
ZrO ₂	5.5	5.5	4.8	2.4	3.7	4.6	1.6	2.9	6.5	2.1
CeO ₂	0.1	0.1	0.15	0.14	0.09	0.1	0.07	0.11	0.12	0.14
Ag ₂ O	0.29	0.33	0.22	0.21	0.5	0.31	0.3	0.4	0.32	0.4
Sb ₂ O ₃	0.07	0.23	0.42	0.3	0.43	0.29	0.22	0.21	0.14	0.46
SnO ₂	0.18	0.14	0.11	0.05	0.08	0.2	0.01	0.08	0.02	0.1
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.2	5.5	5.9	10.6	5.4	4.2	7.7	5.5	7.8	4
SiO ₂ /Li ₂ O	7.91	7.06	7.40	6.98	5.78	7.99	6.34	7.30	5.82	6.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.25	0.37	0.53	0.35	0.51	0.49	0.23	0.29	0.16	0.56
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	0.86	1.12	2.41	1.67	1.02	1.58	0.77	0.73	0.5	1.4
Ag ₂ O/CeO ₂	2.9	3.3	1.47	1.5	5.56	3.1	4.29	3.64	2.67	2.86
Li ₂ O/ZrO ₂	1.67	1.85	2.04	4.17	3.24	2	7	3.38	1.78	5.62
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	1.13	1	1.23	4.42	1.46	0.91	4.81	1.9	1.2	1.9
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	14.9	14.95	17.15	33.25	22	17.98	51.38	28.03	12.17	42.76
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	14.1	12.79	12.97	6.86	6.27	11.22	4.32	5.69	14.77	3.89
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	5.4	7	5	4	11.22	8	7.57	6.27	4	6.86
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	1.21	1.42	3.09	2.33	1.2	1.9	1	1	0.88	1.75
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.64	0.58	0.42	0.26	0.47	0.67	0.13	0.42	0.14	0.42
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	21.1	21.7	21.8	27.1	25.8	21	26.8	24.8	25.4	18.8
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.09	4.97	5.01	3.7	4.47	6.05	4.17	5.29	3.79	5.13
透明部分 T _{400~800nm} (%)	90.8	91.6	91.6	92.0	92.0	90.5	92.0	92.0	92.0	90.5
黑化部分 T _{940nm} (%)	12.6	7.0	7.9	2.1	6.4	0.9	17.0	17.5	24.6	0.5
黑化部分 T _{870nm} (%)	4.4	2.5	2.8	0.7	2.2	0.3	6.0	6.2	8.6	0.2
黑化部分 T _{400~800nm} (%)	0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.1	0.6	0.6	0.7	0

表 8.

实施例 (wt%)	31#	32#	33#	34#	35#	36#	37#	38#	39#	40#
SiO ₂	71.1	70.9	73.5	72.3	74.2	72.5	72.1	72.9	70.1	70.5
Al ₂ O ₃	8.9	8.4	3.5	7.6	5.9	6	6	4.8	9.7	8
Li ₂ O	8.5	10.2	11	9.6	9.8	10.4	10.7	10.8	7.4	11.6
K ₂ O	1.8	3.2	3.8	2.3	3.2	3.4	4.5	3.7	4.6	1.1
Na ₂ O	5.5	1.9	3.2	1.1	2.9	2.1	2.8	3.9	1.3	2.5
ZrO ₂	2	4.8	4.3	2	3.4	5.1	3	3.4	6.1	5.4
CeO ₂	0.15	0.12	0.09	0.15	0.09	0.1	0.11	0.1	0.13	0.13
Ag ₂ O	0.36	0.24	0.23	0.34	0.29	0.22	0.3	0.25	0.24	0.3
Sb ₂ O ₃	0.5	0.21	0.31	0.43	0.15	0.08	0.39	0.14	0.35	0.44
SnO ₂	0.09	0.03	0.07	0.18	0.07	0.1	0.1	0.01	0.08	0.03
ZnO	1.1	0	0	4	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	7.3	5.1	7	3.4	6.1	5.5	7.3	7.6	5.9	3.6
SiO ₂ /Li ₂ O	8.36	6.95	6.68	7.53	7.57	6.97	6.74	6.75	9.47	6.08
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.59	0.24	0.38	0.61	0.22	0.18	0.49	0.15	0.43	0.47
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	1.64	1	1.65	1.79	0.76	0.82	1.63	0.60	1.79	1.57
Ag ₂ O/CeO ₂	2.4	2	2.56	2.27	3.22	2.2	2.73	2.5	1.85	2.31
Li ₂ O/ZrO ₂	4.25	2.13	2.56	4.8	2.88	2.04	3.57	3.18	1.21	2.15
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	3.65	1.06	1.63	1.7	1.79	1.08	2.43	2.24	0.97	0.67
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	39.8	16.9	19.65	40.95	24.71	16.25	27.6	24.62	12.7	15.2
MO/ZrO ₂	0.55	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	3.92	13.33	13.44	4.08	8.95	15.94	7.32	9.71	16.49	12.56
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	6.33	4	6.78	6.33	5.67	4	7.18	4	5.15	5.92
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	2.06	1.5	2.04	2.24	1.07	1.27	2	1	2.33	2
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.38	0.2	0.44	0.55	0.44	0.5	0.48	0.09	0.38	0.19
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	24.7	23.7	21.5	20.6	21.8	21.9	24	23.2	23	23.2
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.06	5.18	4.28	6.15	5.04	4.94	4.34	4.22	6	5.16
透明部分 T _{400-800nm} (%)	91.8	92.0	92.0	90.8	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	0.3	7.1	0.5	0.9	22.7	9.7	0.7	21.7	0.3	1.0
黑化部分 T _{870nm} (%)	0.1	2.5	0.2	0.3	8.0	3.4	0.2	7.6	0.1	0.3
黑化部分 T _{400-800nm} (%)	0	0.4	0	0	0.7	0.2	0	0.7	0	0.1

<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，以下实施例中微晶玻璃制品的透过率采用 1mm 厚的样品进行测试。

表 9.

实施例 (wt%)	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#
-----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

SiO ₂	72.66	67.2	69.9	65	77.19	74.37	75.58	70.1	69.2	71.5
Al ₂ O ₃	7.4	9.46	6.9	10	3	6.7	5.5	5.9	7.7	9
Li ₂ O	10	8.7	11.6	10.5	9.9	10.6	8.6	11.5	8.7	8.3
K ₂ O	4.2	3.8	3.5	5.5	2.5	2.7	4.8	4.1	5.1	2.2
Na ₂ O	2.2	5.6	4.9	3.6	3	2.6	1.7	3.9	4.3	5
ZrO ₂	2.6	4.5	2.2	4.6	3.5	2.5	3.1	3.2	4	1.5
CeO ₂	0.1	0.07	0.12	0.06	0.14	0.07	0.08	0.14	0.1	0.09
Ag ₂ O	0.2	0.42	0.38	0.32	0.34	0.27	0.33	0.45	0.47	0.41
Sb ₂ O ₃	0.52	0.2	0.36	0.32	0.42	0.15	0.15	0.09	0.32	0.46
SnO ₂	0.12	0.05	0.14	0.1	0.01	0.04	0.16	0.12	0.11	0.04
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.4	9.4	8.4	9.1	5.5	5.3	6.5	8	9.4	7.2
SiO ₂ /Li ₂ O	7.27	7.72	6.03	6.19	7.8	7.02	8.79	6.1	7.95	8.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.64	0.25	0.5	0.42	0.43	0.19	0.31	0.21	0.43	0.5
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	3.2	0.6	1.32	1.31	1.26	0.7	0.94	0.47	0.91	1.22
Ag ₂ O/CeO ₂	2	6	3.17	5.33	2.43	3.86	4.13	3.21	4.7	4.56
Li ₂ O/ZrO ₂	3.85	1.93	5.27	2.28	2.83	4.24	2.77	3.59	2.18	5.53
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	2.46	2.09	3.82	1.98	1.57	2.12	2.1	2.5	2.35	4.8
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	31.79	16.87	37.05	16.41	24.88	33.99	27.15	25.50	19.48	53.2
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	8.67	9.18	4.4	12.11	7.29	7.35	7.56	5.42	7.02	3
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	8.4	9.57	7.33	12.33	5.5	6.57	8	4.71	9	10.11
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	3.7	0.76	1.63	1.50	1.68	0.96	1.18	0.78	1.13	1.44
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.55	0.42	0.54	0.63	0.07	0.36	0.67	0.46	0.52	0.31
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	23.8	27.56	26.9	29.6	18.4	22.6	20.6	25.4	25.8	24.5
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	4.88	4.24	3.84	3.83	5.21	5.1	5.37	3.9	4.25	5.19
透明部分 T _{400~800nm} (%)	91.8	92.0	91.6	91.8	92.0	92.0	90.7	91.6	91.8	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	0.3	21.7	3.3	2.8	4.0	17.1	10.1	2.5	11.1	4.8

黑化部分 T_{870nm} (%)	0.3	7.6	1.2	1.0	1.4	6.0	3.5	0.9	3.9	1.7
黑化部分 $T_{400-800nm}$ (%)	0	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	0.5	0.3
落球试验高度 II (mm)	1200	800	900	800	800	1200	900	1100	800	1200

表 10.

实施例 (wt%)	11#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#
SiO ₂	73.78	72.36	76.2	74.27	69.2	72.56	70.4	72.7	76.3	75.4
Al ₂ O ₃	6.9	5.3	3.8	4.9	5.5	4.9	7	7.8	5.4	6.4
Li ₂ O	7.5	8.3	9.2	9.6	10.4	7.3	11.9	10	10.5	8
K ₂ O	1.1	3.4	2.4	3	3.8	3.3	4	3.3	1.4	2.3
Na ₂ O	3.4	3.7	2	2.5	4.4	4.1	1.5	1.3	1.5	2.2
ZrO ₂	6.6	6.1	5.6	4.5	6.2	5.3	4.7	4.1	3.9	5.2
CeO ₂	0.07	0.13	0.13	0.1	0.09	0.1	0.12	0.11	0.13	0.11
Ag ₂ O	0.42	0.44	0.3	0.46	0.24	0.37	0.23	0.22	0.32	0.23
Sb ₂ O ₃	0.07	0.1	0.22	0.55	0.07	0.06	0.08	0.45	0.51	0.11
SnO ₂	0.16	0.17	0.15	0.12	0.1	0.01	0.07	0.02	0.04	0.05
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	4.5	7.1	4.4	5.5	8.2	7.4	5.5	4.6	2.9	4.5
SiO ₂ /Li ₂ O	9.84	8.72	8.28	7.74	6.65	9.94	5.92	7.27	7.27	9.43
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.23	0.27	0.37	0.67	0.17	0.07	0.15	0.47	0.55	0.16
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	0.55	0.61	1.23	1.46	0.71	0.19	0.65	2.14	1.72	0.7
Ag ₂ O/CeO ₂	6	3.38	2.31	4.6	2.67	3.7	1.92	2	2.46	2.09
Li ₂ O/ZrO ₂	1.14	1.36	1.64	2.13	1.68	1.38	2.53	2.44	2.69	1.54
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	0.68	1.16	0.79	1.22	1.32	1.4	1.17	1.12	0.74	0.87
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	12.32	13.22	15.25	18.64	12.84	15.07	17.51	20.17	22.26	16.04
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	13.47	10.7	13.02	8.04	18.79	11.28	13.43	12.42	8.67	15.29
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	9.29	5.46	5.15	11.3	4.56	4.4	3.17	6.27	6.69	3.55
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	0.71	0.91	1.67	1.67	1.08	0.46	1.17	2.64	2.13	1.17

SnO ₂ / (CeO ₂ +SnO ₂)	0.7	0.57	0.54	0.55	0.53	0.09	0.37	0.15	0.24	0.31
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	18.9	20.7	17.4	20	24.1	19.6	24.4	22.4	18.8	18.9
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	6.72	5.04	5.88	5.24	4.02	5.27	4.45	5.51	6.1	6.54
透明部分 T _{400-800nm} (%)	90.7	90.7	91.5	90.7	91.8	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	20.7	18.8	4.7	1.0	19.7	35.9	18.3	0.4	0.4	12.8
黑化部分 T _{870nm} (%)	7.3	6.6	1.7	0.4	6.9	12.6	6.4	0.1	0.1	4.5
黑化部分 T _{400-800nm} (%)	0.7	0.6	0.3	0.2	0.6	1.2	0.6	0	0	0.2
落球试验高度 II (mm)	800	900	900	1000	800	800	800	1200	1100	800

表 11.

实施例 (wt%)	21#	22#	23#	24#	25#	26#	27#	28#	29#	30#
SiO ₂	72.76	72	72.5	69.8	69.4	73.5	71	71.5	67.5	78
Al ₂ O ₃	5.7	6	6.1	6.5	8.4	7.6	7.9	9.5	6	3
Li ₂ O	9.2	10.2	9.8	10	12	9.2	11.2	9.8	11.6	11.8
K ₂ O	4.3	3	3.1	5.2	2.1	2.5	3.7	1.8	3.7	3
Na ₂ O	1.9	2.5	2.8	5.4	3.3	1.7	4	3.7	4.1	1
ZrO ₂	5.5	5.5	4.8	2.4	3.7	4.6	1.6	2.9	6.5	2.1
CeO ₂	0.1	0.1	0.15	0.14	0.09	0.1	0.07	0.11	0.12	0.14
Ag ₂ O	0.29	0.33	0.22	0.21	0.5	0.31	0.3	0.4	0.32	0.4
Sb ₂ O ₃	0.07	0.23	0.42	0.3	0.43	0.29	0.22	0.21	0.14	0.46
SnO ₂	0.18	0.14	0.11	0.05	0.08	0.2	0.01	0.08	0.02	0.1
ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	6.2	5.5	5.9	10.6	5.4	4.2	7.7	5.5	7.8	4
SiO ₂ /Li ₂ O	7.91	7.06	7.40	6.98	5.78	7.99	6.34	7.30	5.82	6.61
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.25	0.37	0.53	0.35	0.51	0.49	0.23	0.29	0.16	0.56
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/A g ₂ O	0.86	1.12	2.41	1.67	1.02	1.58	0.77	0.73	0.5	1.4
Ag ₂ O/CeO ₂	2.9	3.3	1.47	1.5	5.56	3.1	4.29	3.64	2.67	2.86
Li ₂ O/ZrO ₂	1.67	1.85	2.04	4.17	3.24	2	7	3.38	1.78	5.62
(K ₂ O+Na ₂ O) /ZrO ₂	1.13	1	1.23	4.42	1.46	0.91	4.81	1.9	1.2	1.9

(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	14.9	14.95	17.15	33.25	22	17.98	51.38	28.03	12.17	42.76
MO/ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	14.1	12.79	12.97	6.86	6.27	11.22	4.32	5.69	14.77	3.89
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	5.4	7	5	4	11.22	8	7.57	6.27	4	6.86
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	1.21	1.42	3.09	2.33	1.2	1.9	1	1	0.88	1.75
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.64	0.58	0.42	0.26	0.47	0.67	0.13	0.42	0.14	0.42
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	21.1	21.7	21.8	27.1	25.8	21	26.8	24.8	25.4	18.8
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.09	4.97	5.01	3.7	4.47	6.05	4.17	5.29	3.79	5.13
透明部分 T _{400-800nm} (%)	90.8	91.6	91.6	92.0	92.0	90.5	92.0	92.0	92.0	90.5
黑化部分 T _{940nm} (%)	12.6	7.0	7.9	2.1	6.4	0.9	17.0	17.5	24.6	0.5
黑化部分 T _{870nm} (%)	4.4	2.5	2.8	0.7	2.2	0.3	6.0	6.2	8.6	0.2
黑化部分 T _{100-800nm} (%)	0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.1	0.6	0.6	0.7	0
落球试验高度 II (mm)	1200	1200	1100	800	800	1200	900	1200	800	1000

表 12.

实施例 (wt%)	31#	32#	33#	34#	35#	36#	37#	38#	39#	40#
SiO ₂	71.1	70.9	73.5	72.3	74.2	72.5	72.1	72.9	70.1	70.5
Al ₂ O ₃	8.9	8.4	3.5	7.6	5.9	6	6	4.8	9.7	8
Li ₂ O	8.5	10.2	11	9.6	9.8	10.4	10.7	10.8	7.4	11.6
K ₂ O	1.8	3.2	3.8	2.3	3.2	3.4	4.5	3.7	4.6	1.1
Na ₂ O	5.5	1.9	3.2	1.1	2.9	2.1	2.8	3.9	1.3	2.5
ZrO ₂	2	4.8	4.3	2	3.4	5.1	3	3.4	6.1	5.4
CeO ₂	0.15	0.12	0.09	0.15	0.09	0.1	0.11	0.1	0.13	0.13
Ag ₂ O	0.36	0.24	0.23	0.34	0.29	0.22	0.3	0.25	0.24	0.3
Sb ₂ O ₃	0.5	0.21	0.31	0.43	0.15	0.08	0.39	0.14	0.35	0.44
SnO ₂	0.09	0.03	0.07	0.18	0.07	0.1	0.1	0.01	0.08	0.03
ZnO	1.1	0	0	4	0	0	0	0	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gd ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R ₂ O	7.3	5.1	7	3.4	6.1	5.5	7.3	7.6	5.9	3.6

SiO ₂ /Li ₂ O	8.36	6.95	6.68	7.53	7.57	6.97	6.74	6.75	9.47	6.08
Sb ₂ O ₃ +SnO ₂	0.59	0.24	0.38	0.61	0.22	0.18	0.49	0.15	0.43	0.47
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂)/Ag ₂ O	1.64	1	1.65	1.79	0.76	0.82	1.63	0.60	1.79	1.57
Ag ₂ O/CeO ₂	2.4	2	2.56	2.27	3.22	2.2	2.73	2.5	1.85	2.31
Li ₂ O/ZrO ₂	4.25	2.13	2.56	4.8	2.88	2.04	3.57	3.18	1.21	2.15
(K ₂ O+Na ₂ O)/ZrO ₂	3.65	1.06	1.63	1.7	1.79	1.08	2.43	2.24	0.97	0.67
(SiO ₂ +Li ₂ O)/ZrO ₂	39.8	16.9	19.65	40.95	24.71	16.25	27.6	24.62	12.7	15.2
MO/ZrO ₂	0.55	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂ /(Ag ₂ O+CeO ₂)	3.92	13.33	13.44	4.08	8.95	15.94	7.32	9.71	16.49	12.56
(Ag ₂ O+SnO ₂ +Sb ₂ O ₃)/CeO ₂	6.33	4	6.78	6.33	5.67	4	7.18	4	5.15	5.92
(Sb ₂ O ₃ +SnO ₂ +CeO ₂)/Ag ₂ O	2.06	1.5	2.04	2.24	1.07	1.27	2	1	2.33	2
SnO ₂ /(CeO ₂ +SnO ₂)	0.38	0.2	0.44	0.55	0.44	0.5	0.48	0.09	0.38	0.19
R ₂ O+Li ₂ O+Al ₂ O ₃	24.7	23.7	21.5	20.6	21.8	21.9	24	23.2	23	23.2
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	5.06	5.18	4.28	6.15	5.04	4.94	4.34	4.22	6	5.16
透明部分 T _{400-800nm} (%)	91.8	92.0	92.0	90.8	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
黑化部分 T _{940nm} (%)	0.3	7.1	0.5	0.9	22.7	9.7	0.7	21.7	0.3	1.0
黑化部分 T _{870nm} (%)	0.1	2.5	0.2	0.3	8.0	3.4	0.2	7.6	0.1	0.3
黑化部分 T _{400-900nm} (%)	0	0.4	0	0	0.7	0.2	0	0.7	0	0.1
落球试验高度 II (mm)	1200	1100	1000	900	800	800	800	800	800	800

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 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

2. 根据权利要求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: Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%, 所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

3. 微晶玻璃制品, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%; Sb_2O_3 : 0~1%; SnO_2 : 0~0.5%; MO : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; Fe_2O_3 : 0~1% 组成, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

4. 根据权利要求1~3任一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, 满足以下14种情形中的一种或多种:

1) $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0, 优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 6.0~9.0, 更优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 7.0~8.5;

2) $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~5.0, 优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.5~3.5, 更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.0~2.6;

3) $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1, 优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.7~4.5, 更优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.8~2.5;

4) $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.0~10.0, 优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.5~6.5, 更优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 2.0~4.5;

5) $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.0~7.5, 优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.2~5.0, 更优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.4~4.3, 进一步优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.6~3.0;

6) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0, 优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 10.0~37.0, 更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 12.0~25.0, 进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 13.0~20.0;

7) $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 2.3~50.0, 优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 6.5~35.0, 更优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 8.5~20.0, 进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 11.0~18.0;

8) $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 1.0~30.0, 优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 3.0~20.0, 更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 5.0~12.5, 进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 7.5~10.0;

9) $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~10.0, 优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.4~5.0, 更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.7~3.7, 进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.5~3.2;

10) $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.9, 优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.6, 更优选 $\text{SnO}_2/$

权 利 要 求 书

(CeO₂+SnO₂) 为 0~0.5;

11) R₂O+Li₂O+Al₂O₃ 为 15~30%, 优选 R₂O+Li₂O+Al₂O₃ 为 17.5~29.5%, 更优选 R₂O+Li₂O+Al₂O₃ 为 18.5~26%, 进一步优选 R₂O+Li₂O+Al₂O₃ 为 20~25%;

12) (SiO₂+Al₂O₃) / (Li₂O+Na₂O+K₂O) 为 3.0~7.5, 优选 (SiO₂+Al₂O₃) / (Li₂O+Na₂O+K₂O) 为 3.7~6.5, 更优选 (SiO₂+Al₂O₃) / (Li₂O+Na₂O+K₂O) 为 4.3~6.0, 进一步优选 (SiO₂+Al₂O₃) / (Li₂O+Na₂O+K₂O) 为 4.8~5.8;

13) M₀/ZrO₂ 为 2.5 以下, 优选 M₀/ZrO₂ 为 1.5 以下, 更优选 M₀/ZrO₂ 为 0.5 以下;

14) Sb₂O₃+SnO₂: 0.05~1.2%, 优选 Sb₂O₃+SnO₂: 0.1~1%, 更优选 Sb₂O₃+SnO₂: 0.2~0.7%, 所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种, M₀ 为 MgO、CaO、SrO、BaO、ZnO 中的一种或多种。

5. 根据权利要求 1~3 任一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, 其中: SiO₂: 68~77%, 优选 SiO₂: 69.5~75.5%; 和/或 R₂O: 3~10%, 优选 R₂O: 4~8%; 和/或 Li₂O: 7~13%, 优选 Li₂O: 8.5~12%; 和/或 Al₂O₃: 4~10%, 优选 Al₂O₃: 5~9%; 和/或 ZrO₂: 2~8%, 优选 ZrO₂: 3~6.5%; 和/或 CeO₂: 0.07~0.4%, 优选 CeO₂: 0.08~0.3%; 和/或 Ag₂O: 0.1~0.6%, 优选 Ag₂O: 0.2~0.5%; 和/或 Sb₂O₃: 0.01~0.7%, 优选 Sb₂O₃: 0.07~0.5%; 和/或 SnO₂: 0~0.3%, 优选 SnO₂: 0~0.2%; 和/或 M₀: 0~3%, 优选 M₀: 0~1%, 更优选不含有 M₀; 和/或 Ln₂O₃: 0~3%, 优选 Ln₂O₃: 0~1%, 更优选不含有 Ln₂O₃; 和/或 Fe₂O₃: 0~0.5%, 优选 Fe₂O₃: 0~0.2%, 更优选不含有 Fe₂O₃, 所述 R₂O 为 Na₂O、K₂O 中的一种或两种, M₀ 为 MgO、CaO、SrO、BaO、ZnO 中的一种或多种, Ln₂O₃ 为 La₂O₃、Gd₂O₃、Y₂O₃ 中的一种或多种。

6. 根据权利要求 1~3 任一所述的微晶玻璃制品, 其特征在于, 所述微晶玻璃制品包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分; 或微晶玻璃制品整体为黑化部分。

7. 根据权利要求 6 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硅酸锂晶相, 优选含有偏硅酸锂晶相, 更优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~50%, 进一步优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~40%, 更进一步优选在微晶玻璃制品的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 10~30%。

8. 根据权利要求 6 所述的微晶玻璃制品, 其特征在于, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的透明部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 T_{400~800nm} 为 85.0% 以上, 优选为 88.0% 以上, 更优选为 90.0% 以上, 进一步优选为 91.0% 以上, 更进一步优选为 91.5~95.0%; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 T_{400~800nm} 为 5.0% 以下, 优选为 3.0% 以下, 更优选为 1.5% 以下, 进一步优选为 1.2% 以下, 更进一步优选为 0.5% 以下; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 870nm 处的透过率 T_{870nm} 为 15.0% 以下, 优选为 0.1~12.5%, 更优选为 0.1~10%, 进一步优选为 0.1~8.0%, 更进一步优选为 0.1~5.0%; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃制品的黑化部分在 940nm 处的透过率 T_{940nm} 为 50.0% 以下, 优选为 0.1~35.0%, 更优选为 0.3~20.0%, 进一步优选为 0.3~15.0%, 更进

权 利 要 求 书

一步优选为 0.3~10.0%。

9. 根据权利要求 8 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 0.5~1.5mm, 优选为 0.8~1.2mm, 更优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

10. 根据权利要求 1~3 任一所述的微晶玻璃制品, 其特征在于, 所述微晶玻璃制品的落球试验高度 II 为 800mm 以上, 优选为 900mm 以上, 更优选为 1000mm 以上, 进一步优选为 1100mm 以上。

11. 微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

12. 根据权利要求 11 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: Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%, 所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

13. 微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%; Sb_2O_3 : 0~1%; SnO_2 : 0~0.5%; MO : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; Fe_2O_3 : 0~1% 组成, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

14. 根据权利要求 11~13 任一所述的微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 满足以下 14 种情形中的一种或多种:

1) $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 5.5~10.0, 优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 6.0~9.0, 更优选 $\text{SiO}_2/\text{Li}_2\text{O}$ 为 7.0~8.5;

2) $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~5.0, 优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.5~3.5, 更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.0~2.6;

3) $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.5~7.1, 优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.7~4.5, 更优选 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 0.8~2.5;

4) $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.0~10.0, 优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 1.5~6.5, 更优选 $\text{Ag}_2\text{O}/\text{CeO}_2$ 为 2.0~4.5;

5) $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.0~7.5, 优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.2~5.0, 更优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.4~4.3, 进一步优选 $\text{Li}_2\text{O}/\text{ZrO}_2$ 为 1.6~3.0;

6) $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 8.0~55.0, 优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 10.0~37.0, 更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 12.0~25.0, 进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Li}_2\text{O})/\text{ZrO}_2$ 为 13.0~20.0;

7) $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 2.3~50.0, 优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 6.5~35.0, 更优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 8.5~20.0, 进一步优选 $\text{ZrO}_2/(\text{Ag}_2\text{O}+\text{CeO}_2)$ 为 11.0~18.0;

8) $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 1.0~30.0, 优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 3.0~

权 利 要 求 书

20.0, 更优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 5.0~12.5, 进一步优选 $(\text{Ag}_2\text{O}+\text{SnO}_2+\text{Sb}_2\text{O}_3)/\text{CeO}_2$ 为 7.5~10.0;

9) $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.1~10.0, 优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.4~5.0, 更优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 0.7~3.7, 进一步优选 $(\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2+\text{CeO}_2)/\text{Ag}_2\text{O}$ 为 1.5~3.2;

10) $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.9, 优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.6, 更优选 $\text{SnO}_2/(\text{CeO}_2+\text{SnO}_2)$ 为 0~0.5;

11) $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 15~30%, 优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 17.5~29.5%, 更优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 18.5~26%, 进一步优选 $\text{R}_2\text{O}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ 为 20~25%;

12) $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.0~7.5, 优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 3.7~6.5, 更优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.3~6.0, 进一步优选 $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 为 4.8~5.8;

13) MO/ZrO_2 为 2.5 以下, 优选 MO/ZrO_2 为 1.5 以下, 更优选 MO/ZrO_2 为 0.5 以下;

14) $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$: 0.05~1.2%, 优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$: 0.1~1%, 更优选 $\text{Sb}_2\text{O}_3+\text{SnO}_2$: 0.2~0.7%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种。

15. 根据权利要求 11~13 任一所述的微晶玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 68~77%, 优选 SiO_2 : 69.5~75.5%; 和/或 R_2O : 3~10%, 优选 R_2O : 4~8%; 和/或 Li_2O : 7~13%, 优选 Li_2O : 8.5~12%; 和/或 Al_2O_3 : 4~10%, 优选 Al_2O_3 : 5~9%; 和/或 ZrO_2 : 2~8%, 优选 ZrO_2 : 3~6.5%; 和/或 CeO_2 : 0.07~0.4%, 优选 CeO_2 : 0.08~0.3%; 和/或 Ag_2O : 0.1~0.6%, 优选 Ag_2O : 0.2~0.5%; 和/或 Sb_2O_3 : 0.01~0.7%, 优选 Sb_2O_3 : 0.07~0.5%; 和/或 SnO_2 : 0~0.3%, 优选 SnO_2 : 0~0.2%; 和/或 MO : 0~3%, 优选 MO : 0~1%, 更优选不含有 MO ; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%, 优选 Ln_2O_3 : 0~1%, 更优选不含有 Ln_2O_3 ; 和/或 Fe_2O_3 : 0~0.5%, 优选 Fe_2O_3 : 0~0.2%, 更优选不含有 Fe_2O_3 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

16. 根据权利要求 11~13 任一所述的微晶玻璃, 其特征在于, 所述微晶玻璃包含一个或多个黑化部分和一个或多个透明部分; 或微晶玻璃整体为黑化部分。

17. 根据权利要求 16 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 所述微晶玻璃中含有硅酸锂晶相, 优选含有偏硅酸锂晶相, 更优选在微晶玻璃的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~50%, 进一步优选在微晶玻璃的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 5~40%, 更进一步优选在微晶玻璃的黑化部分中, 偏硅酸锂晶相的重量百分比为 10~30%。

18. 根据权利要求 16 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的透明部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800\text{nm}}$ 为 85.0% 以上, 优选为 88.0% 以上, 更优选为 90.0% 以上, 进一步优选为 91.0% 以上, 更进一步优选为 91.5~95.0%; 和/或 0.2~1.5mm

权 利 要 求 书

厚度的微晶玻璃的黑化部分在 400~800nm 波段范围的平均透过率 $T_{400-800nm}$ 为 5.0% 以下, 优选为 3.0% 以下, 更优选为 1.5% 以下, 进一步优选为 1.2% 以下, 更进一步优选为 0.5% 以下; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 870nm 处的透过率 T_{870nm} 为 15.0% 以下, 优选为 0.1~12.5%, 更优选为 0.1~10%, 进一步优选为 0.1~8.0%, 更进一步优选为 0.1~5.0%; 和/或 0.2~1.5mm 厚度的微晶玻璃的黑化部分在 940nm 处的透过率 T_{940nm} 为 50.0% 以下, 优选为 0.1~35.0%, 更优选为 0.3~20.0%, 进一步优选为 0.3~15.0%, 更进一步优选为 0.3~10.0%。

19. 根据权利要求 18 所述的微晶玻璃, 其特征在于, 所述微晶玻璃的厚度为 0.5~1.5mm, 优选为 0.8~1.2mm, 更优选为 0.5mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm、1.0mm、1.1mm、1.2mm。

20. 基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 含有: SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种。

21. 根据权利要求 20 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: Sb_2O_3 : 0~1%; 和/或 SnO_2 : 0~0.5%; 和/或 MO : 0~5%; 和/或 Ln_2O_3 : 0~5%; 和/或 Fe_2O_3 : 0~1%, 所述 MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

22. 基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 由 SiO_2 : 65~78%; R_2O : 2~12%; Li_2O : 5~15%; Al_2O_3 : 3~12%; ZrO_2 : 1.5~10%; CeO_2 : 0.01~0.6%; Ag_2O : 0.01~0.8%; Sb_2O_3 : 0~1%; SnO_2 : 0~0.5%; MO : 0~5%; Ln_2O_3 : 0~5%; Fe_2O_3 : 0~1% 组成, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

23. 根据权利要求 20~22 任一所述的基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 满足以下 14 种情形中的一种或多种:

- 1) SiO_2/Li_2O 为 5.5~10.0, 优选 SiO_2/Li_2O 为 6.0~9.0, 更优选 SiO_2/Li_2O 为 7.0~8.5;
- 2) $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 0.1~5.0, 优选 $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 0.5~3.5, 更优选 $(Sb_2O_3+SnO_2)/Ag_2O$ 为 1.0~2.6;
- 3) $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.5~7.1, 优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.7~4.5, 更优选 $(K_2O+Na_2O)/ZrO_2$ 为 0.8~2.5;
- 4) Ag_2O/CeO_2 为 1.0~10.0, 优选 Ag_2O/CeO_2 为 1.5~6.5, 更优选 Ag_2O/CeO_2 为 2.0~4.5;
- 5) Li_2O/ZrO_2 为 1.0~7.5, 优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.2~5.0, 更优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.4~4.3, 进一步优选 Li_2O/ZrO_2 为 1.6~3.0;
- 6) $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 8.0~55.0, 优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 10.0~37.0, 更优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 12.0~25.0, 进一步优选 $(SiO_2+Li_2O)/ZrO_2$ 为 13.0~20.0;

权 利 要 求 书

7) $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 2.3~50.0, 优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 6.5~35.0, 更优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 8.5~20.0, 进一步优选 $ZrO_2/(Ag_2O+CeO_2)$ 为 11.0~18.0;

8) $(Ag_2O+SnO_2+Sb_2O_3)/CeO_2$ 为 1.0~30.0, 优选 $(Ag_2O+SnO_2+Sb_2O_3)/CeO_2$ 为 3.0~20.0, 更优选 $(Ag_2O+SnO_2+Sb_2O_3)/CeO_2$ 为 5.0~12.5, 进一步优选 $(Ag_2O+SnO_2+Sb_2O_3)/CeO_2$ 为 7.5~10.0;

9) $(Sb_2O_3+SnO_2+CeO_2)/Ag_2O$ 为 0.1~10.0, 优选 $(Sb_2O_3+SnO_2+CeO_2)/Ag_2O$ 为 0.4~5.0, 更优选 $(Sb_2O_3+SnO_2+CeO_2)/Ag_2O$ 为 0.7~3.7, 进一步优选 $(Sb_2O_3+SnO_2+CeO_2)/Ag_2O$ 为 1.5~3.2;

10) $SnO_2/(CeO_2+SnO_2)$ 为 0~0.9, 优选 $SnO_2/(CeO_2+SnO_2)$ 为 0~0.6, 更优选 $SnO_2/(CeO_2+SnO_2)$ 为 0~0.5;

11) $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为 15~30%, 优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为 17.5~29.5%, 更优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为 18.5~26%, 进一步优选 $R_2O+Li_2O+Al_2O_3$ 为 20~25%;

12) $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为 3.0~7.5, 优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为 3.7~6.5, 更优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为 4.3~6.0, 进一步优选 $(SiO_2+Al_2O_3)/(Li_2O+Na_2O+K_2O)$ 为 4.8~5.8;

13) MO/ZrO_2 为 2.5 以下, 优选 MO/ZrO_2 为 1.5 以下, 更优选 MO/ZrO_2 为 0.5 以下;

14) $Sb_2O_3+SnO_2$: 0.05~1.2%, 优选 $Sb_2O_3+SnO_2$: 0.1~1%, 更优选 $Sb_2O_3+SnO_2$: 0.2~0.7%, 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种。

24. 根据权利要求 20~22 任一所述的基质玻璃, 其特征在于, 其组分按重量百分比表示, 其中: SiO_2 : 68~77%, 优选 SiO_2 : 69.5~75.5%; 和/或 R_2O : 3~10%, 优选 R_2O : 4~8%; 和/或 Li_2O : 7~13%, 优选 Li_2O : 8.5~12%; 和/或 Al_2O_3 : 4~10%, 优选 Al_2O_3 : 5~9%; 和/或 ZrO_2 : 2~8%, 优选 ZrO_2 : 3~6.5%; 和/或 CeO_2 : 0.07~0.4%, 优选 CeO_2 : 0.08~0.3%; 和/或 Ag_2O : 0.1~0.6%, 优选 Ag_2O : 0.2~0.5%; 和/或 Sb_2O_3 : 0.01~0.7%, 优选 Sb_2O_3 : 0.07~0.5%; 和/或 SnO_2 : 0~0.3%, 优选 SnO_2 : 0~0.2%; 和/或 MO : 0~3%, 优选 MO : 0~1%, 更优选不含有 MO ; 和/或 Ln_2O_3 : 0~3%, 优选 Ln_2O_3 : 0~1%, 更优选不含有 Ln_2O_3 ; 和/或 Fe_2O_3 : 0~0.5%, 优选 Fe_2O_3 : 0~0.2%, 更优选不含有 Fe_2O_3 , 所述 R_2O 为 Na_2O 、 K_2O 中的一种或两种, MO 为 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 中的一种或多种, Ln_2O_3 为 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 中的一种或多种。

25. 根据权利要求 20~22 任一所述的基质玻璃, 其特征在于, 所述的基质玻璃的折射率 n_d 为 1.51~1.55, 优选为 1.52~1.54, 更优选为 1.53~1.535, 进一步优选为 1.53112~1.53284; 和/或杨氏模量 E 为 $7000 \times 10^7 Pa \sim 9500 \times 10^7 Pa$, 优选为 $7500 \times 10^7 Pa \sim 9200 \times 10^7 Pa$, 更优选为 $7836 \times 10^7 Pa \sim 9014 \times 10^7 Pa$, 进一步优选为 $8005 \times 10^7 Pa \sim 8488 \times 10^7 Pa$; 和/或努氏硬度 $H_{K0.1}$ 为 $450 kgf/mm^2$ 以上, 优选为 $470 \sim 600 kgf/mm^2$, 更优选为 $480 \sim 582 kgf/mm^2$, 进一步优选为 $492 \sim 532 kgf/mm^2$; 和/或落球试验高度 I 为 200mm 以上, 优选为 300mm 以上, 更优选为 400mm 以上; 和/或介电损耗 $\tan \delta$ 为 11.0×10^{-3} 以下, 优选为 $7.0 \times 10^{-3} \sim 10.5 \times 10^{-3}$, 更

权 利 要 求 书

优选为 $7.2 \times 10^{-3} \sim 9.8 \times 10^{-3}$, 进一步优选为 $7.4 \times 10^{-3} \sim 9.2 \times 10^{-3}$; 和/或介电常数 ϵ_r 为 5.5~8.5, 优选为 6.0~8.0, 更优选为 6.2~7.7, 进一步优选为 6.3~7.0; 和/或线膨胀系数 $\alpha_{20^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}}$ 为 $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以下, 优选为 $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 更优选为 $71 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, 进一步优选为 $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C} \sim 90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

26. 玻璃盖板, 其特征在于, 含有权利要求 1~10 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或权利要求 11~19 任一所述的微晶玻璃, 和/或权利要求 20~25 任一所述的基质玻璃。

27. 玻璃元器件, 其特征在于, 含有权利要求 1~10 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或权利要求 11~19 任一所述的微晶玻璃, 和/或权利要求 20~25 任一所述的基质玻璃。

28. 一种设备, 其特征在于, 含有权利要求 1~10 任一所述的微晶玻璃制品, 和/或权利要求 11~19 任一所述的微晶玻璃, 和/或权利要求 20~25 任一所述的基质玻璃, 和/或权利要求 26 所述的玻璃盖板, 和/或权利要求 27 所述的玻璃元器件。

29. 权利要求 1~10 任一所述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, 将基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃, 再将所述微晶玻璃通过化学强化工艺形成微晶玻璃制品。

30. 根据权利要求 29 所述的微晶玻璃制品的制造方法, 其特征在于, 所述晶化工艺包括对基质玻璃进行掩膜曝光处理, 然后再晶化热处理, 所述掩膜曝光处理包括将基质玻璃的特定位置或区域进行紫外曝光, 紫外光波长优选为 313nm, 曝光时间优选为 5~60 分钟。

31. 根据权利要求 30 所述的微晶玻璃制品的制造方法, 其特征在于, 所述晶化热处理采用 2 个阶段进行, 所述 2 个阶段晶化热处理包括在第 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, 优选第 1 温度为 $490^\circ\text{C} \sim 520^\circ\text{C}$, 优选第 1 温度处理时间为 1~4 小时, 优选第 2 温度为 $540^\circ\text{C} \sim 620^\circ\text{C}$, 优选第 2 温度处理时间为 1~8 小时。

32. 根据权利要求 29 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将微晶玻璃浸没于 $350^\circ\text{C} \sim 470^\circ\text{C}$ 的温度的熔融 Na 盐, 和/或 K 盐, 和/或 Na 与 K 混合盐的盐浴中约 1~36 小时, 优选温度为 $380^\circ\text{C} \sim 460^\circ\text{C}$, 优选时间为 2~24 小时。

33. 权利要求 11~19 任一所述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, 将基质玻璃通过晶化工艺形成微晶玻璃。

34. 根据权利要求 33 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述晶化工艺包括对基质玻璃进行掩膜曝光处理, 然后再晶化热处理, 所述掩膜曝光处理包括将基质玻璃的特定位置或区域进行紫外曝光, 紫外光波长优选为 313nm, 曝光时间优选为 5~60 分钟。

35. 根据权利要求 34 所述的微晶玻璃的制造方法, 其特征在于, 所述晶化热处理采用 2 个阶段进行, 所述 2 个阶段晶化热处理包括在第 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, 优选第 1 温度为 $490^\circ\text{C} \sim 520^\circ\text{C}$, 优选第 1 温度处理时间为 1~4 小时, 优选第 2 温度为 $540^\circ\text{C} \sim 620^\circ\text{C}$, 优选第 2 温度处理时间为 1~

权 利 要 求 书

8 小时。