

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02807159. X

[51] Int. Cl.

C03C 3/085 (2006.01)

C03C 3/091 (2006.01)

B32B 9/00 (2006.01)

C03C 4/04 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006年7月5日

[11] 授权公告号 CN 1262503C

[22] 申请日 2002.3.6 [21] 申请号 02807159. X

[30] 优先权

[32] 2001. 3. 24 [33] DE [31] 10114581.0

[86] 国际申请 PCT/EP2002/002432 2002. 3. 6

[87] 国际公布 WO2002/076899 德 2002. 10. 3

[85] 进入国家阶段日期 2003. 9. 24

[71] 专利权人 肖特股份有限公司

地址 德国美因茨

[72] 发明人 U·佩伊歇尔特 L·加施勒

审查员 曲 燕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 周慧敏 马崇德

权利要求书2页 说明书9页

[54] 发明名称

无碱铝硼硅酸盐玻璃及其用途

[57] 摘要

本发明涉及一种无碱铝硼硅酸盐玻璃, 其具有以下组成(用重量%表示, 按氧化物含量计): $\text{SiO}_2 > 58-70$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3 0.5- < 9$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 10-25$ 、 $\text{MgO} > 8-15$ 、 $\text{CaO} 0- < 10$ 、 $\text{SrO} 0- < 3$ 、 $\text{BaO} 0- < 2$, 且 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} > 8-18$ 、 $\text{ZnO} 0- < 2$ 。所述玻璃非常适合于在显示技术和薄膜光电技术中用作衬底玻璃。

1. 一种无碱铝硼硅酸盐玻璃, 其含有以重量%表示, 按氧化物计:
- SiO₂, 其含量为 大于 58 至小于或等于 70;
- B₂O₃, 其含量为 0.5 至小于 9;
- 5 Al₂O₃, 其含量为 10 至 25;
- MgO, 其含量为 大于 8 至小于或等于 15;
- CaO, 其含量为 0 至小于 10;
- SrO, 其含量为 0 至小于 3;
- BaO, 其含量为 0 至小于 2;
- 10 MgO 和 CaO 加上 SrO 以及 BaO 的总含量为: 大于 8 至小于或等于 18;
- ZnO, 其含量为 0 至小于 2.
2. 根据权利要求 1 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于其含有用重量%表示, 按氧化物计:
- 15 SiO₂, 其含量为 大于 58 至小于或等于 68;
- B₂O₃, 其含量为 1 至 8.5;
- Al₂O₃ 的含量为 14 至 24;
- MgO, 其含量为 大于 8 至小于或等于 15;
- CaO, 其含量为 0 至 9;
- 20 SrO, 其含量为 0 至小于 3;
- BaO, 其含量为 0 至小于 2;
- MgO 和 CaO 加上 SrO 以及 BaO 的含量为: 大于 8 至小于或等于 18;
- ZnO, 其含量为 0 至小于 2.
- 25 3. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于它含有 0 - 0.5 重量%的 BaO.
4. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于它含有 0 - 1 重量%的 SrO.
5. 根据权利要求 4 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于它含有 0 - 0.5
- 30 重量%的 SrO.
6. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于它含有最多 5 重量%的 B₂O₃.

7. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 特征在于它另外含有:

ZrO ₂	0 - 2
TiO ₂	0 - 2
条件是 ZrO ₂ + TiO ₂	0 - 2
As ₂ O ₃	0 - 1.5
Sb ₂ O ₃	0 - 1.5
SnO ₂	0 - 1.5
CeO ₂	0 - 1.5
Cl ⁻	0 - 1.5
F ⁻	0 - 1.5
SO ₄ ²⁻	0 - 1.5
As ₂ O ₃ + Sb ₂ O ₃ + SnO ₂ + CeO ₂ + Cl ⁻ + F ⁻ + SO ₄ ²⁻	≤ 1.5

8. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 其热膨胀系数 $\alpha_{20/300}$ 为 $2.8 \times 10^{-6}/K - 3.9 \times 10^{-6}/K$, 玻璃转变温度 $T_g > 710^\circ C$, 密度 $\rho < 2.55 \text{ g/cm}^3$, 且“耐酸性 HCl” $< 0.5 \text{ mg/cm}^2$ 。

9. 根据权利要求 1 或 2 的铝硼硅酸盐玻璃, 其弹性模量大于 80 GPa。

10. 根据权利要求 1 - 9 之一的铝硼硅酸盐玻璃在显示技术中作为衬底玻璃的应用。

11. 根据权利要求 1 - 9 之一的铝硼硅酸盐玻璃在薄膜光电技术中作为衬底玻璃的应用。

12. 根据权利要求 1 - 9 之一的铝硼硅酸盐玻璃用于制备硬盘衬底玻璃的应用。

无碱铝硼硅酸盐玻璃及其用途

5 本发明涉及一种无碱铝硼硅酸盐玻璃。本发明还涉及该玻璃的用途。

对于用作平面液晶显示技术衬底用途的玻璃存在高要求，例如在 TN(扭转向列)/STN(超扭转向列)显示器、有源矩阵液晶显示器 (AMLCDs)、薄膜晶体管 (TFTs) 或等离子体寻址液晶 (PALCs) 中。除了高抗热振性和良好的抵抗平面显示屏生产过程中所用的侵蚀性化学物质的能力以外，这些玻璃应当在宽光谱范围 (VIS、UV) 具有高透明性，并且为了节约重量，还应当具有低密度。作为集成半导体电路衬底材料的用途，例如在 TFT 显示器 (“玻璃载芯片 (chip on glass)”) 中，此外还要求与薄膜材料硅热匹配，薄膜材料硅通常在最高 300℃ 的低温下以无定形硅形式 (a-Si) 沉积在玻璃衬底上。无定形硅通过在约 600℃ 的后续热处理再结晶。由于 a-Si 部分，所得的部分结晶多晶硅层特征在于热膨胀系数 $\alpha_{20/300} \approx 3.7 \times 10^{-6}/K$ 。取决于 a-Si/多晶硅比例，热膨胀系数 $\alpha_{20/300}$ 可以在 $2.9 \times 10^{-6}/K$ 和 $4.2 \times 10^{-6}/K$ 之间变化。当通过在 700℃ 以上的高温处理或通过 CVD 直接沉积产生基本结晶的 Si 层时 (这在薄膜光电装置中同样是希望的)，要求衬底具有显著降低的热膨胀，即 $3.2 \times 10^{-6}/K$ 或更小。此外，在显示器和光电技术中的应用要求不存在碱金属离子。在由于 Na^+ 扩散进入半导体层中的一般 “毒化” 作用方面，由生产产生的小于 1500 ppm 的氧化钠含量是可以容许的。

以合适的质量 (没有气泡、结石、夹杂物) 在大工业规模上经济地生产合适的玻璃应当是可能的，例如在浮法设备中或者通过拉制法。特别地，通过拉制法生产具有低表面波动的无条纹薄衬底 (<1 mm) 要求玻璃的高失透稳定性。为了抵抗衬底在生产过程中压实 (compaction)，特别是在 TFT 显示器的情况下，衬底的压实对半导体微观结构有不利影响，玻璃需要具有合适的温度相关的粘度特性线：相对于热加工和形状稳定性，它应当具有足够高的玻璃转变温度，即 $T_g > 700^\circ C$ 。另一方面，不应当具有过高的熔化温度和加工温度 (V_A)，即 $V_A \leq 1350^\circ C$ 。

对于 LCD 显示技术或薄膜光电技术的玻璃衬底的要求还分别描述

在 J. C. Lapp 的“AMLCD 用途的玻璃衬底：性能和含义”，SPIE Proceedings, Vol. 3014, 特邀论文(1997), 和在 J. Schmid, Verlag C. F. Muller 的“Photovoltaik – Strom aus der Sonne”, Heigelberg 1994 中。

- 5 从生产观点来看，向更大显示形式过渡对玻璃衬底的力学稳定性和比重提出了新的要求。从目前的 600 mm×720 mm 板到尺寸为例如 1 m×1 m 和更大的板过渡将导致重量增大，重量增大本质上对把玻璃板从一个生产工艺步骤输送到另一个生产工艺步骤的机器人处理有影响。为了使“弹性下垂”最小化，即板在其自重的作用下下垂，具有 >80 GPa，
10 优选 ≥ 85 GPa 的高弹性模量以及 <2.55 g/cm³ 的低密度的玻璃是希望的。这还使在用活性硅层涂敷玻璃衬底过程中板的下垂危险最小化。

在“AMLCD 玻璃衬底的力学性能”，Proceedings of the XVIII International Congress on Glass, San Francisco, CA, USA, 1998 年 7 月 5 - 10 日中所述的玻璃在这方面有明显的缺点。

- 15 相同的问题适合于在以下文献中描述的显示器或太阳能电池衬底玻璃。

它们不满足上述用途的全部要求。

- 许多文献描述了不含 MgO 或低 MgO 的玻璃，因此这些玻璃不具有所要求的高力学性能，例如 WO 97/11919、WO 97/11920、US
20 5, 374, 595、WO 00/32528、JP 9-156953A、JP 10-72237A、EP 714 862B、EP 341 313B、DE 196 03 698 C1、DE 196 17 344 C1、DE 42 13 579A 和 WO 98/27109。

- 这些玻璃中的一些以及 DE 197 36 912 的玻璃和根据实施例的 JP 9-48 632A 的玻璃含有较高含量的重碱土金属氧化物 BaO 和/或 SrO，
25 这导致熔化性能差。而且，这样的玻璃具有不希望的高密度，这对大显示形式的显示器是特别不利的。

如 JP 8-295530A 中所述，由于其低熔化温度，具有高硼酸含量的玻璃容易熔化，但是耐热性和抗化学腐蚀性不足。特别是对盐酸的抗化学腐蚀性不足。而且，它们具有相当低的弹性模量。

- 30 DE 196 01 022 A1 描述了含 SnO 玻璃，其选自非常宽的组成范围。根据实施例，该玻璃 MgO 含量低、富含 B₂O₃ 且富含 BaO，由于其必需存在的 ZrO₂ 含量，该玻璃往往具有玻璃缺陷。

在未审日本公开 JP 10-25132 A、JP 10-114538 A、JP 10-130034A、JP 10-59741 A、JP 10-324526 A、JP 11-43350 A、JP 11-49520 A、JP 10-231139 A、JP 10-139467A、JP 11-292563A 和 JP 2000-159541A 中，提及了用于显示器玻璃的非常宽的组成范围，该组成范围可以借助于许多任选的成分改变并且在每种情况下可以与一种或多种特定澄清剂混合。但是，这些文献未表明如何用具体方法获得具有上述完整要求特性的玻璃。

本发明的目的是提供关于物理和化学性质满足所述复杂要求特性的玻璃，这些复杂要求特性是对用于液晶显示的玻璃衬底提出的，特别是用于 TFT 显示器的玻璃衬底和用于薄膜太阳能电池的玻璃衬底，尤其是基于多晶硅的；提供具有高耐热性、有利的加工范围、高耐化学腐蚀性且特别具有足够的力学稳定性的玻璃。

通过具有下文中所定义的组成范围的铝硼硅酸盐玻璃，实现了该目的。

该玻璃含有 >58 - 70 重量%的 SiO_2 。含量较低时，耐化学腐蚀性降低，而在更高的含量时，热膨胀系数变得太低并且玻璃的结晶化趋势增大。优选的是最大含量为 68 重量%。

该玻璃含有 10 - 25 重量%的 Al_2O_3 。这对于玻璃的失透稳定性具有有利影响并且耐热性增大而不会过分提高加工温度。优选的是含量为 14 - 24 重量%的 Al_2O_3 。

B_2O_3 含量为 0.5 - <9 重量%。 B_2O_3 含量限定到所说明的最大含量，以便获得高力学稳定性。更高的含量也会损害对盐酸溶液的抗化学腐蚀性。所说明的最小 B_2O_3 含量用于保证该玻璃具有良好的熔化性能和良好的失透稳定性。优选的是含量为 1 - 8.5 重量%。特别优选的是最大含量为 5 重量%。

一种基本的玻璃组分是网络修饰碱土金属氧化物。碱土金属氧化物的总量为 >8 - 18 重量%之间时，获得 $\alpha_{20/300}$ 为 $2.8 \times 10^{-6}/\text{K}$ 和 $3.9 \times 10^{-6}/\text{K}$ 之间的热膨胀系数。 MgO 总是存在的，而 CaO 、 SrO 和 BaO 是任选的组分。优选存在至少两种碱土金属氧化物。该第二种碱土金属特别优选的是 CaO 。特别优选的是存在至少三种碱土金属氧化物。

该玻璃含有 >8 - 15 重量%的 MgO 。这些较高含量使得获得具有对于提高的要求足够的弹性模量和低密度的玻璃成为可能。

B_2O_3 含量优选取决于 MgO 含量, 因为 B_2O_3 和 MgO 对弹性模量具有相反的作用。 MgO/B_2O_3 重量比因此优选 >1 , 特别优选 >1.35 。

仍然更高的 MgO 含量导致降低玻璃的良好结晶稳定性和高抗 HCl 化学腐蚀性。

- 5 此外, 该玻璃可以含有最多 $<10\%$, 优选 <9 重量%的 CaO 。更高的含量将导致密度过分增大并且导致结晶化趋势增大。优选的是该玻璃含有 CaO , 具体地, 优选的含量至少为 0.5 重量%, 特别优选至少 1 重量%。

- 10 该玻璃还可以含有 BaO , 其对玻璃的失透稳定性具有有利作用。最大含量限制为 <2 重量%, 以保持玻璃密度低。玻璃的 BaO 含量特别优选为 $0-0.5$ 重量%。当要求非常轻质的玻璃时, 该玻璃最优选不含 BaO 。

该玻璃还可以含有 SrO 。 SrO 的存在同样对失透稳定性具有有利作用。最大 SrO 含量限制为 <3 重量%, 以保持玻璃密度低。该玻璃特别优选含有 $0-1$ 重量%, 最优选 $0-0.5$ 重量%的 SrO 。

- 15 两种重碱土金属氧化物 SrO 和 BaO 的总量优选限制为最大 4 重量%。

- 该玻璃还可以含有最多 <2 重量%的 ZnO 。 ZnO 对于粘度特性线具有与硼酸类似的影响, ZnO 还具有网络松弛作用且比碱土金属氧化物对热膨胀的影响更小。最大 ZnO 量优选限制为 1.5 重量%, 特别是当过玻璃通过浮法加工时。更高的含量将增大玻璃表面上产生不希望的 ZnO 涂层的危险, 该涂层可能通过在热成型范围内蒸发和随后的冷凝形成。

该玻璃是无碱的。本文所用的术语“无碱”是指, 该玻璃基本不含碱金属氧化物。尽管它可以含有小于 1500 ppm 的杂质。

- 25 该玻璃可以含有最多 2 重量%的 ZrO_2+TiO_2 , 其中, TiO_2 含量和 ZrO_2 含量各自可以最高为 2 重量%。 ZrO_2 有利地提高玻璃的耐热性。但是, 由于其低溶解度, ZrO_2 的确增大玻璃中的含 ZrO_2 熔体残余物的危险, 即所谓锆渣(nest)。所以, ZrO_2 优选不用。起源于含锆料槽材料腐蚀的低 ZrO_2 含量是不成问题的。 TiO_2 有利地降低玻璃过度曝光而变暗的趋势, 即由于 $UV-VIS$ 辐射在可见光范围内透光率降低。在大于 2 重量%的含量时, 由于与玻璃中的 Fe^{3+} 离子形成配合物, 可能发生偏色, Fe^{3+} 是由于所用原料的杂质而在玻璃中低含量存在的。

30 该玻璃可以含有通常用量的传统澄清剂: 因此其可以含有最多 1.5 重量%的 As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 CeO_2 、 Cl^- 、 F^- 和/或 SO_4^{2-} 。但是, 澄清剂

总量应该不超过 1.5 重量%。如果不用澄清剂 As_2O_3 和 Sb_2O_3 ，则该玻璃不仅可以使⽤各种拉制法加工，而且可以通过浮法加工。

例如，对于容易的间歇制备，有利的是能够不用 ZrO_2 和 SnO_2 ，并且仍然获得具有上述性能特性的玻璃，特别是具有高耐热性和高耐化学腐蚀性、和低结晶化趋势的玻璃。

加工实施例：

用除了不可避免的杂质以外基本无碱的传统原料，在 $1620^\circ C$ ，在 Pt/Ir 坩埚中生产玻璃。熔体在该温度下澄清一个半小时，然后转移到感应加热的铂坩埚中并在 $1550^\circ C$ 搅拌 30 分钟进行均化。把熔体倒入预热的石墨模具中并冷却到室温。

表中表示根据本发明 (A1 - A2) 的玻璃的 8 个实施例和对比玻璃 (C) 的一个实例，以及它们的组成(用重量%表示，按氧化物计)及其最重要的性质。表中给出了以下性质：

- 热膨胀系数 $\alpha_{20/300}$ [$10^{-6}/K$]
- 密度 ρ [g/cm^3]
- 根据 DIN 52324 的膨胀测定法的玻璃转变温度 T_g [$^\circ C$]
- 粘度为 10^4 dPaS 的温度(称为 T_4 [$^\circ C$])
- 弹性模量 E [GPa]
- 耐酸性“HCl”，表示为 50 mm×50 mm 的玻璃板用 5%浓度盐酸在 $95^\circ C$ 处理 24 小时后的失重(材料去除值)，所述玻璃板在在所有的面上抛光 [mg/cm^2]。
- 耐碱性“NaOH”，表示为 50 mm×50 mm 的玻璃板用 5%浓度氢氧化钠水溶液在 $95^\circ C$ 处理 6 小时后的失重(材料去除值)，所述玻璃板在在所有的面上抛光 [mg/cm^2]。
- 对缓冲氢氟酸的抵抗性“BHF”，表示为 50 mm×50 mm 的玻璃板在用 10%浓度 $NH_4F \cdot HF$ 溶液在 $23^\circ C$ 处理 20 分钟后的失重(材料去除值)，所述玻璃板在所有的面上抛光 [mg/cm^2]。

表

实施例：根据本发明 (A1 - A8) 的玻璃和对比玻璃 (C) 的组成(用重量%表示，按氧化物计)和必要性能。

	A1	A2	A3	A4	A5
SiO ₂	62.1	61.1	62.1	61.1	63.0
B ₂ O ₃	4.0	5.0	3.0	5.0	6.0
Al ₂ O ₃	17.4	17.9	18.4	17.9	15.9
MgO	10.0	9.0	11.0	9.0	8.1
CaO	5.1	5.6	5.1	5.6	5.6
SrO	1.0	-	-	0.8	0.8
BaO	-	1.0	-	0.2	0.2
ZnO	-	-	-	-	-
As ₂ O ₃	-	-	-	-	-
SnO ₂	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
$\alpha_{20/300}$ [$10^{-6}/K$]	3.76	3.72	3.78	3.75	3.67
T _g [$^{\circ}C$]	745	739	749	739	725
ρ [g/cm^3]	2.52	2.513	2.53	2.510	2.486
T 4 [$^{\circ}C$]	1227	1225	1225	1222	1228
E [GPa]	88	87	91	87	85
HCl [mg/cm^2]	0.09	0.19	0.07	0.20	0.21
NaOH [mg/cm^2]	1.0	1.1	1.0	n.m.	n.m.
BHF [mg/cm^2]	0.93	n.m.	0.92	n.m.	n.m.

	A6	A7	A8	C
SiO ₂	65.5	62.0	65.4	62.2
B ₂ O ₃	5.0	6.5	2.5	6.3
Al ₂ O ₃	16.4	16.4	16.4	15.0
MgO	8.5	9.0	8.5	6.4
CaO	2.0	4.5	7.0	4.5
SrO	2.0	-	-	5.2
BaO	0.2	-	-	-
ZnO	-	0.9	-	-
As ₂ O ₃	-	-	0.2	-
SnO ₂	0.4	0.7	-	0.4
$\alpha_{20/300}$ [$10^{-6}/K$]	3.28	3.48	3.75	3.84
T _g [$^{\circ}C$]	738	721	748	714
ρ [g/cm^3]	2.468	2.447	2.502	2.521
T4 [$^{\circ}C$]	1266	1217	1253	1238
E [GPa]	85	85	88	80
HCl [mg/cm^2]	0.18	0.35	0.04	n.m.
NaOH [mg/cm^2]	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
BHF [mg/cm^2]	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.

n. m. =未测定的

正如工作实施例说明的，根据本发明的玻璃具有以下有利特性：

- 5 - 热膨胀系数 $\alpha_{20/300}$ 为 $2.8 \times 10^{-6}/K - 3.9 \times 10^{-6}/K$ ，因此与多晶硅的膨胀行为匹配。
 - 高玻璃玻璃转变温度， $T_g > 700^{\circ}C$ ，即耐热性。这对于最低可能性的压实是必要的，这种压实是由于生产和使用这些玻璃作为涂敷无定形 Si 层的衬底及其随后的退火所产生的。
 - 低密度， $\rho < 2.55 g/cm^3$ 。
- 10 - 高弹性模量， $E > 80 GPa$ ，该模量或高比弹性模量 E/ρ 保证足够的力学稳定性，特别是关于下垂问题。
 - 粘度为 $10^4 dPas$ 的温度（加工温度 V_A ）最高为 $1300^{\circ}C$ ，粘度为 $10^2 dPas$ 的温度最高为 $1700^{\circ}C$ ，这意味着这些玻璃使用传统方法在热成型和熔化性能方面具有合适的粘度特性线。
- 15 - 高耐化学腐蚀性，如对盐酸溶液的优异耐腐蚀性所证实的，这使其对平面显示屏的生产中所用的化学物质具有足够的惰性。

由于具有这些性质，这些玻璃因此非常适合于用作显示技术中的衬底玻璃，特别是用于 TFT 显示器，并适合于用在薄膜光电技术中，特别是基于多晶 Si 的，以及用作硬盘的衬底玻璃。

综上所述，本发明提供了以下技术方案：

- 5 1. 一种无碱铝硼硅酸盐玻璃，其含有用重量%表示，按氧化物计的：

SiO ₂	> 58 - 70
B ₂ O ₃	0.5 - < 9
Al ₂ O ₃	10 - 25
MgO	> 8 - 15
CaO	0 - < 10
SrO	0 - < 3
BaO	0 - < 2
MgO + CaO + SrO + BaO	> 8 - 18
ZnO	0 - < 2

一种实施方案是其含有用重量%表示，按氧化物计的：

SiO ₂	> 58 - 68
B ₂ O ₃	1 - 8.5
Al ₂ O ₃	14 - 24
MgO	> 8 - 15
CaO	0 - 9
SrO	0 - < 3
BaO	0 - < 2
MgO + CaO + SrO + BaO	> 8 - 18
ZnO	0 - < 2

- 10 一种实施方案是其含有 0 - 0.5 重量%的 BaO。
 一种实施方案是其含有 0 - 1 重量%的 SrO。
 一种实施方案是其含有 0 - 0.5 重量%的 SrO。
 一种实施方案是其含有最多 5 重量%的 B₂O₃。
 一种实施方案是其另外含有：

ZrO ₂	0 - 2
TiO ₂	0 - 2
条件是 ZrO ₂ + TiO ₂	0 - 2
As ₂ O ₃	0 - 1.5
Sb ₂ O ₃	0 - 1.5
SnO ₂	0 - 1.5
CeO ₂	0 - 1.5
Cl ⁻	0 - 1.5
F ⁻	0 - 1.5
SO ₄ ²⁻	0 - 1.5
As ₂ O ₃ + Sb ₂ O ₃ + SnO ₂ + CeO ₂ + Cl ⁻ + F ⁻ + SO ₄ ²⁻	≤ 1.5

一种实施方案是其热膨胀系数 $\alpha_{20/300}$ 为 $2.8 \times 10^{-6}/K - 3.9 \times 10^{-6}/K$, 玻璃转变温度 $T_g > 710^\circ C$, 密度 $\rho < 2.55 \text{ g/cm}^3$, 且“耐酸性 HCl” $< 0.5 \text{ mg/cm}^2$.

- 5 一种实施方案是其弹性模量大于 80 GPa.
2. 根据上文描述的铝硼硅酸盐玻璃在显示技术中作为衬底玻璃的应用。
 3. 根据上文描述的铝硼硅酸盐玻璃在薄膜光电技术中作为衬底玻璃的应用。
- 10 4. 根据上文描述的铝硼硅酸盐玻璃用于制备硬盘衬底玻璃的应用。