



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 97122451. X

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1167639C

[22] 申请日 1995. 10. 13 [21] 申请号 97122451. X
分案原申请号 95191481. 2

[30] 优先权

[32] 1994. 10. 13 [33] FR [31] 12210/1994

[32] 1994. 11. 30 [33] FR [31] 14352/1994

[71] 专利权人 圣戈班玻璃制造公司

地址 法国库伯瓦

[72] 发明人 S · 科哈 D · 祖西 R · 吉

G · 古尔特 一曼舍

审查员 周勇毅

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴大建

权利要求书 3 页 说明书 9 页

[54] 发明名称 硅 - 钠 - 钙玻璃的组合物及其应用

[57] 摘要

本发明涉及热稳定的玻璃组合物, 该组合物包含如下重量比的组分: SiO_2 45 - 68%, Al_2O_3 0 - 20%, ZrO_2 0 - 20%, B_2O_3 0 - 10%, Na_2O 2 - 12%, K_2O 3.5 - 9%, CaO 1 - 13%, MgO 0 - 8%。其中, 氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量保持等于或小于 70%, 氧化物 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总量等于或大于 2%, 氧化物 Na_2O 和 K_2O 的总量等于或大于 8%, 如果需要, 所述组合物可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO : $11\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} < 30\%$ 该玻璃组合物可用于生产发射屏或耐火窗玻璃的衬底。

1. 供作生产衬底或热稳定板的玻璃组合物, 其特征在于该组合物包含如下重量比的组成:

5	SiO ₂	45-68%
	Al ₂ O ₃	2-20%
	ZrO ₂	0-20%
	B ₂ O ₃	0.5-4%
	Na ₂ O	2-12%
10	K ₂ O	3.5-9%
	CaO	1-13%
	MgO	0-8%

其中, 氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持等于或小于 70%, 碱性氧化物 Na₂O 和 K₂O 的总含量等于或大于 8%, 所述组合物还可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO:

$$11\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 24\%$$

所述组合物具有等于或大于约 530℃ 应变点和在 $80-95 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 之间的热膨胀系数($\alpha_{25-300^{\circ}\text{C}}$)。

2. 根据权利要求 1 的玻璃组合物, 其特征在于该组合物包含如下重量比的组成:

20	SiO ₂	45-68%
	Al ₂ O ₃	2-20%
	ZrO ₂	0-20%
	B ₂ O ₃	0.5-4%
25	Na ₂ O	4-11%
	K ₂ O	3.5-7%
	CaO	1-13%
	MgO	1-8%

其中，氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量保持等于或小于 70%，碱性氧化物 Na_2O 和 K_2O 的总含量等于或大于 8%，所述组合物也可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO ：

$$11\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 24\%$$

5 3. 根据权利要求 1 的玻璃组合物，其特征在于该组合物含有的氧化物 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量等于或大于 5%。

4. 根据权利要求 3 的玻璃组合物，其特征在于该组合物含有的氧化物 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量为 8-22%。

10 5. 根据前述权利要求中任一项的玻璃组合物，其特征在于该组合物的 SiO_2 的含量为 45-59%(重量)。

6. 根据权利要求 1 的玻璃组合物，其特征在于该组合物包含如下重量比的组成：

	SiO_2	45-59%
	Al_2O_3	5-18%
15	ZrO_2	0-17%
	B_2O_3	0.5-4%
	Na_2O	4-10%
	K_2O	3.5-7%
	CaO	1-12%
20	MgO	1-7%

其中，碱性氧化物的总含量保持等于或大于 10%，所述组合物也可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO ：

$$14\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 22\%$$

25 所述组合物具有等于或大于约 550℃ 应变点和在 $85-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 之间的热膨胀系数($\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$)。

7. 根据前述权利要求中任一项的玻璃组合物，其特征在于在温度等于或小于 1630℃ 时，该组合物具有相当于 $\log \eta = 1.6$ 的粘度。

8. 根据权利要求 7 的玻璃组合物，其特征在于在温度等于或小

于 1590℃时，该组合物具有相当于 $\log \eta = 1.6$ 的粘度。

9. 根据前述权利要求中任一项的玻璃组合物，其特征在于在温度等于或小于 1220℃时，该组合物具有相当于 $\log \eta = 3.5$ 的粘度。

10. 根据权利要求 9 的玻璃组合物，其特征在于在温度等于或小于 1170℃时，该组合物具有相当于 $\log \eta = 3.5$ 的粘度。

11. 根据权利要求 9 的玻璃组合物，其特征在于该组合物具有液线温度等于或小于与粘度 $\log \eta = 3.5$ 相当的温度。

12. 根据权利要求 1-6 中任一项所限定的玻璃组合物在生产发射屏的衬底中的应用，该衬底由浮在熔融金属浴上生产的玻璃带切割的玻璃片制成。

13. 根据权利要求 1-6 中任一项所限定的玻璃组合物在生产耐火窗玻璃中的应用，该玻璃由浮在熔融金属浴上生产的玻璃带切割的玻璃板或片制成。

硅-钠-钙玻璃的组合物及其应用

5 本申请是申请号为 CN95191481.2 母案的分案申请。该母案的申请日为 1995 年 10 月 13 日；发明名称为“硅-钠-钙玻璃的组合物及其应用”。

本发明的目的在于提供一些玻璃组合物，该组合物适合于转变为玻璃带，并可由此切割成非常耐热的玻璃板。这些玻璃板可用于生产耐火窗玻璃或作为生产等离子体屏、场致发光屏以及冷阴极屏（场致发射显示器）的衬底。

10 目前用于生产这类衬底的玻璃是属于硅-钠-钙玻璃族的玻璃，这些玻璃通常供作生产建筑用的或汽车用的窗玻璃。虽然这类玻璃的化学稳定性、平整性和它确有的缺陷是完全令人满意的，但是，其温度性能却有些不能令人满意。

在生产发射屏时，衬底经过几次热处理，旨在稳定所述衬底的尺寸并固定一系列不同化合物的涂膜，例如淀积在其表面上的珐琅质。固定这些厚度或多或少大一些的涂膜要求将衬底的温度提高到超过 550 °C。虽然所使用的硅-钠-钙玻璃的热膨胀系数与淀积在其表面上的化合物的热膨胀系数处于同一数量级，但是
15 它的温度性能仍不能满足要求，因此，在热处理过程中必须将其置于精确的平板上，以防止任何变形。

用于生产耐火窗玻璃的玻璃通常属于硼硅酸盐玻璃类。这些玻璃具有很好的耐热性和耐热冲击性，其特征通常在于热膨胀系数低。后一特征不允许通过热淬火处理在这些玻璃中产生高的应力，因此，通过这种方法提高其机械强度受到限制。
20

本发明提出了克服这些已知的玻璃只能用于上述的一种或另一种用途的限制。

因此，本发明的目的在于提供一种能生产平板或衬底的玻璃组合物，当其经受 550 - 600 °C 的温度时，其形变实际上为零。

25 本发明的目的特别在于提供一种能生产平板玻璃的玻璃组合物，通过热淬火处理在其中产生的应力至少与普通的硅-钠-钙玻璃板产生的应力一样高。

本发明的目的还在于提供一种能生产衬底的玻璃组合物，其中，表面碱性离子减少的量应比由普通的硅-钠-钙玻璃生产的衬底上观察到的少。

本发明的目的也在于提供一种玻璃组合物，该玻璃组合物能在接近普通的硅-钠-钙玻璃的温度条件下熔融，并转变成熔融金属浴上的浮法玻璃带。

30 本发明涉及供作生产衬底或热稳定板的玻璃组合物，其中该组合物包含如下重量比的组成：

SiO₂ 45-68%

	Al_2O_3	2-20%
	ZrO_2	0-20%
	B_2O_3	0.5-4%
	Na_2O	2-12%
5	K_2O	3.5-9%
	CaO	1-13%
	MgO	0-8%

其中, 氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量保持等于或小于 70%, 碱性氧化物 Na_2O 和 K_2O 的总含量等于或大于 8%, 所述组合物还可按以下比例包含氧化物 BaO 和/

10 或 SrO :

$$11\% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 24\%$$

所述组合物具有等于或大于约 530°C 应变点和在 $80-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 之间的热膨胀系数 ($\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$)。

本发明的目的通过包含如下重量比的组分玻璃组合物实现:

15	SiO_2	45-68 %
	Al_2O_3	0-20 %
	ZrO_2	0-20 %
	B_2O_3	0-10 %

Na ₂ O	2-12 %
K ₂ O	3.5-9 %
CaO	1-13 %
MgO	0-8 %

5

氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持等于或小于 70 %，氧化物 Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总量等于或大于 2 %，碱性氧化物 Na₂O 和 K₂O 的总含量等于或大于 8 %，如果需要，所述组合物可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO：

10

$$11 \% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 30\%$$

所述组合物具有等于或大于约 530 °C 的应变点和膨胀系数 ($\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$) 为 $80-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

15

通常可以接受的是，在低于称为应变点的特征温度下，玻璃不再具有任何的粘滞性，它相当于约为 $10^{14.5}$ 泊的粘度。因此，该温度对于评价玻璃性能随温度的变化是有意义的参考点。由于本发明规定的各种组分组合的结果，符合该规定的玻璃具有的应变点比常规的硅-钠-钙玻璃至少约高 25 °C。对于本发明的大部分玻璃而言，这一差值至少为 45-50 °C。

20

上述组分的组合也能获得热膨胀系数与常规硅-钠-钙玻璃保持相同数量级的玻璃。

本发明的玻璃还具有这样的优点，在生产常规的硅-钠-钙玻璃采用的温度附近该玻璃可以熔融并转变成玻璃带。

SiO₂ 在这方面起了重要的作用。在本发明的情况下，SiO₂ 的含量不能超过约 68 %；超过该值，可玻璃化的混合物的熔融和玻璃的精炼都需要更高的温度，这会造成熔炉的耐火材料加速损耗。此外，已观察到本发明的范围内，SiO₂ 含量的增加不利于提高玻璃的应变点。SiO₂ 的含量低于 45 %（重量），本发明的玻璃的稳定性不够。根据本发明的玻璃，SiO₂ 的含量为 45-59 %（重量），这种玻璃最容易熔融，其粘度最适合于使其浮在熔融金属浴上，且具有最高的应变点。

30

氧化铝可起稳定的作用。该氧化物在某种程度上可增加玻璃的化学稳定性并有利于提高应变点。Al₂O₃ 的百分数不应超过 20 %，否则，会出现熔融太困难的危险，且玻璃的粘度会在高温下增加到不可接受的程度。

35

ZrO₂ 也可起稳定作用。该氧化物在某种程度上可增加玻璃的化学稳定性并有利于提高应变点。ZrO₂ 的百分数不应超过 20 %，否则，会出现熔融太困难的危险。既然该氧化物难于熔融，它就具有不会在高温时增加本发明玻璃的粘度的优点。这就可以避免将例如 B₂O₃ 的氧化物引入玻璃中，B₂O₃ 的一个作用是可降低玻璃的粘度，或避免增加具有相同作用的碱性氧化物的含量。

总之，如果氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持等于或小于 70 %，则

本发明玻璃的熔融就可以保持在可接受的温度范围内。术语可接受的范围可理解为相当于 $\log \eta = 1.6$ 的玻璃温度不超过约 1630 °C，优选 1590 °C。

在本发明的玻璃中，有些玻璃含有氧化铝也可能含有氧化锆，其他的一些玻璃含有氧化锆也可能含有氧化铝。在其余的叙述中，为了将其加以区别，前者称为含铝的，后者称为含锆的。

称为含铝的玻璃包含如下重量比的组分：

	SiO ₂	45-68 %
	Al ₂ O ₃	2-20 %
10	ZrO ₂	0-20 %
	B ₂ O ₃	0.5-4 %
	Na ₂ O	4-11 %
	K ₂ O	3.5-7 %
	CaO	1-13 %
15	MgO	1-8 %

氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持等于或小于 70 %，碱性氧化物 Na₂O 和 K₂O 的总含量等于或大于 8 %，所述组合物也可能按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO：

$$11 \% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 24\%$$

这类玻璃特别通过规律性地存在 B₂O₃ 来区分。实际上，可以将这种形成晶格形式的氧化物加入或代替 SiO₂。它能降低可玻璃化的混合物的熔点以及高温下玻璃的粘度。它也可以降低玻璃的反玻璃化倾向，特别是能防止液线温度升高。这个作用，结合粘度的降低，可以在玻璃的成形温度及其液线温度之间保持足够的温差。在浮法玻璃工艺中，特别重要的是使玻璃的液线温度保持等于或低于与 $\log \eta = 3.5$ 相当的温度，这在采用本发明的玻璃的情况下是这样。更准确而言，本发明的玻璃具有相当于 $\log \eta = 3.5$ 的温度，即等于或小于约 1220 °C，优选 1170 °C。

B₂O₃ 的含量不超过约 4 %，因为高于这个值，在生产玻璃的过程中，在碱性氧化物存在下，硼会很显著地挥发。在本发明的这类玻璃中，氧化物 Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量等于或大于 5 % 是有利的。这些氧化物的总含量优选为 8-22 %。

本发明的含铝玻璃的优选组合物包含如下重量比的组分：

35	SiO ₂	45-59 %
	Al ₂ O ₃	5-18 %
	ZrO ₂	0-17 %

	B ₂ O ₃	0.5-4 %
	Na ₂ O	4-10 %
	K ₂ O	3.5-7 %
	CaO	1-12 %
5	MgO	1-7 %

氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持低于或等于 70 %，碱性氧化物的总含量等于或大于 10 %，如果需要，所述组合物可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO：

10

$$14 \% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 22\%$$

所述玻璃组合物具有等于或大于约 550 °C 应变点和膨胀系数 ($\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$) 为 $85-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

15

称为含锆的玻璃包含下列重量比的组分：

	SiO ₂	45-63 %
	ZrO ₂	6.5-20 %
	Al ₂ O ₃	0-18 %
20	Na ₂ O	4-12 %
	K ₂ O	3.5-7 %
	CaO	1-13 %
	MgO	1-8 %

25

氧化物 SiO₂、Al₂O₃ 和 ZrO₂ 的总含量保持等于或低于 70 %，碱性氧化物 Na₂O 和 K₂O 的总含量等于或大于 8 %，如果需要，所述组合物可按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO：

$$11 \% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 24\%$$

30

所述组合物具有等于或大于约 530 °C 应变点和膨胀系数 ($\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$) 为 $80-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

35

在这类玻璃组合物中，SiO₂ 的含量随着其他难熔的氧化物例如 ZrO₂ 和 Al₂O₃ (如果适合) 的存在而变化。因此，SiO₂ 的最高含量不应超过约 63 %；高于该值，可玻璃化的混合物的熔融和玻璃的精炼都需要更高的温度，这会造成熔炉的耐火材料加速损耗。此外，已观察到本发明的范围内，SiO₂ 含量的增加不利于提高玻璃的应变点。SiO₂ 的含量低于 45 % (重量)，本发明的玻璃的稳定性不够。

本发明的含锆玻璃， SiO_2 的含量为 45-59 %（重量），这种玻璃最容易熔融，其粘度最适合于使其浮在熔融金属浴上，且具有最高的应变点。

如同本发明的含铝玻璃，如果氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总量保持等于或小于 70 %，则该含锆玻璃的熔融就可以保持在可接受的温度范围内。术语可接受的范围可理解为相当于 $\log \eta = 1.6$ 的玻璃温度不超过约 1630 °C，优选 1590 °C。

在本发明的含锆玻璃中，氧化物 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总量等于或大于 8 % 是有利的，且优选 8-22 %。其 ZrO_2 的含量为 8-15 % 是有利的。

这些含锆玻璃由于不含硼而区别于本发明的含铝玻璃，因为与 Al_2O_3 相反，在本发明的玻璃中，即使 ZrO_2 的含量高，也不会有高温下增加其粘度的影响。

本发明的含锆玻璃还具有这样的优点，它们非常适合于与玻璃浮在熔融金属浴上的方法有关的熔炼技术。事实上，已发现，这些玻璃对通常用于这类熔炉的 AZS（氧化铝-氧化锆-二氧化硅）型耐火材料的侵蚀很小。因此，这类玻璃可以保证熔炉的最佳使用寿命。

根据本发明优选的含锆玻璃的组合物包含下列重量比的组分：

15	SiO_2	45-59 %
	ZrO_2	8-15 %
	Al_2O_3	0-10 %
	Na_2O	4-10 %
20	K_2O	3.5-7 %
	CaO	1-12 %
	MgO	1-7 %

氧化物 SiO_2 、 Al_2O_3 和 ZrO_2 的总含量保持小于或等于 70 %，碱性氧化物的总含量等于或大于 10 %，所述组合物也可能按以下比例包含氧化物 BaO 和/或 SrO ：

$$14 \% \leq \text{MgO} + \text{CaO} + \text{BaO} + \text{SrO} \leq 22\%$$

所述玻璃组合物具有等于或大于约 550 °C 应变点和膨胀系数（ $\alpha_{25-300^\circ\text{C}}$ ）为 $82-95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 。

一般而言，其他氧化物对本发明的玻璃熔融和浮在金属浴上的适合性以及对其性质的影响如下：

氧化物 Na_2O 和 K_2O 能使本发明的玻璃的熔融温度及其在高温下的粘度保持在上述的范围内。为实现这一目的，这些氧化物的总量应保持等于或大于约 8 %。与普通的硅-钠-钙玻璃比较，在本发明的玻璃中同时存在这两种氧化物（有时比例非常接近）能使玻璃的化学稳定性，更确切而言是抗水解性，及其电阻率显著地提高。在某些应用中，更确切而言，当玻璃用作冷阴极射线屏（场致发射显

示器)的衬底时,电阻率的提高是有利的。在这些屏中,表面电场开始产生时,会造成电子的局部集中。如果玻璃的电阻率像在普通的硅-钠-钙玻璃那样不相适应,电子的集中就会造成不希望有的碱迁移反应。

5 将碱土氧化物引入本发明的玻璃中具有提高应变点的总效应,这就是为什么它们的总含量必须至少为 11 % (重量)的原因。大于约 30 % 时,玻璃的反玻璃化倾向按比例增加,这是与金属浴上的浮法生产过程不相容的。为了使玻璃的反玻璃化倾向保持在可接受的范围内,它们的 CaO 和 MgO 的含量必须分别不超过 13 % (重量)和 8 % (重量)。MgO 的含量优选等于或小于 5 %。

10 MgO、CaO 以及含量较少的 SrO 能提高应变点; BaO 和 SrO 能使本发明的玻璃的化学稳定性以及它们的电阻率提高。BaO 也具有降低熔融温度以及降低高温下玻璃的粘度的作用。

从附表 1 和 2 中所归纳的实例会更好地理解本发明所提供的玻璃组合物的优点。

15 1 号玻璃相当于一种常规的硅-钠-钙玻璃组合物,该玻璃组合物用于通过浮法玻璃工艺在熔融金属浴上生产玻璃带。2 号玻璃相当于已知的硼硅酸盐玻璃。3-13 号玻璃是本发明的玻璃组合物的举例说明。应变点 T_1 、热膨胀系数、粘度和液线温度以及抗水解性 (DGG) 和电阻率都是采用本领域技术人员熟知的方法测定的。

20 如这些实例所表明,本发明的玻璃的粘度和液线的特征是与参照玻璃非常接近的,因而实际上能够在与之相同的条件下生产玻璃并将其转变成玻璃带。

因此,采用浮法玻璃技术,以严格控制厚度为 0.5-10mm 的玻璃带形式生产本发明的玻璃。从所述玻璃带切割成所需规格的薄片,然后进行热处理,以便稳定所述薄片的尺寸。这些薄片在淀积不同的涂膜和使其固定所需的热处理后,随时可以供作衬底之用。

30 这些经过热淬火的薄片或板,可以组合成绝热的窗玻璃或层压窗玻璃。这些绝热窗玻璃通过粘结的中间层面成对地结合而构成板,并将其安装在支撑它们的框架上,当它们暴露在火焰中时,在火焰一侧的板的边缘瞬时地,或,总之在短暂的延时之后,受到热辐射以及受到火焰的照射,这样,就可以限制当其中心比边缘受热更多时通常在板上产生的热应力。高质量的热淬火和上述组装的结合可使这种窗玻璃长期保持在原有位置,以满足实施中的标准。

层压的窗玻璃通过中间的塑料涂膜将板结合的方法生产;通常,所使用的玻璃板也是经过热淬火的。

表 1

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8
SiO ₂	71,7	81,0	60,9	66,6	53,6	46,9	51,1	48,5
Al ₂ O ₃	0,6	2,2	5,7	3,0	10,0	18,0	12,0	14,8
ZrO ₂					2,0		1,9	2,0
B ₂ O ₃		13	3,5	3,4	2,2	3,5	1,7	2,3
Na ₂ O	13,9	3,6	5,5	9,6	5,2	4,7	4,7	5,3
K ₂ O		0,2	6,2	4,1	6,2	6,2	6,8	6,5
MgO	4,1		4,2	6,7	4,2	3,0	3,7	3,8
CaO	9,5		6,8	6,6	6,8	7,5	6,8	6,6
SrO			4,4		7,0	7,2	7,6	7,0
BaO			2,8		2,8	3,0	3,7	3,2
T _i (°C)	507	510	540	531	580	579	577	582
T(logη = 7,6) (°C)	725	821						830
α (x10 ⁻⁷ /°C)	88,5	32	84,5	80,5	84,0	86,0	88,5	88,0
Log ρ (Ω.cm) (à 250°C)	6,6							8,7
D.G.G. (mg)	30				7			
T(logη = 1,6) (°C)	1550	> 1800	1566	1579	1584	1559	1554	1546
T(logη = 3,5) (°C)	1085		1113	1119	1156	1160	1159	1162
T _{液线} (°C)	1020		1060	1110	1120	1100	1120	1120

表 2

	N° 1	N° 2	N° 9	N° 10*	N° 11*	N° 12*	N° 13*
SiO ₂	71,7	81,0	54,6	52,0	53,05	52	52
Al ₂ O ₃	0,6	2,2	3,0	4,0	3,25	2	5,0
ZrO ₂			10,0	11,0	9,25	5	4
B ₂ O ₃		13					
Na ₂ O	13,9	3,6	6,0	7,0	4,25	4,0	5,0
K ₂ O		0,2	6,9	5,0	6,05	8,0	6,0
MgO	4,1		4,2	7,0	2,05	4,0	5,0
CaO	9,5		3,5	9,0	7,2	8,0	10,0
SrO			8,0	3,0	9,15	9,0	7,0
BaO			3,8	2,0	5,75	8,0	6,0
T _i (°C)	507	510	606	600	612	574	575
T(logη = 7,6) (°C)	725	821					
α (x10 ⁻⁷ /°C)	88,5	32	81,5	84	81,5	93,5	91,3
Log ρ (Ω.cm) (à 250°C)	6,6		9,7	9,65	10,7	11,3	10,7
D.G.G. (mg)	30						
T(logη = 1,6) (°C)	1550	>1800	1554	1450	1539	1413	1415
T(logη = 3,5) (°C)	1085		1192	1120	1172	1078	1072
T _{液线} (°C)	1020			1360	1120		

* N° 10-13 - 理论组合物