



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115991570 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 21

(21) 申请号 202211279172.8

H01J 61/36 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.19

(30) 优先权数据

21203356.7 2021.10.19 EP

(71) 申请人 肖特股份有限公司

地址 德国美因茨

(72) 发明人 A·彼得森斯 C·布隆鲍尔

S·海恩尔 H·利珀特

(74) 专利代理机构 北京思益华伦专利代理事务

所(普通合伙) 11418

专利代理师 赵飞 李敬

(51) Int.Cl.

G03C 3/091 (2006.01)

G03C 4/00 (2006.01)

H01J 61/30 (2006.01)

权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54) 发明名称

玻璃、其制品和制造方法以及用途、包括玻璃的闪光灯

(57) 摘要

本发明涉及一种玻璃、玻璃制品、玻璃的制造方法、玻璃的用途以及包括该玻璃的闪光灯。根据本发明的玻璃特别适合用于包括玻璃的闪光灯。



1. 一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

2. 根据权利要求1所述的玻璃,其水含量为至少35mmol/l、至少45mmol/l或者至少55mmol/l。

3. 根据前述权利要求的任一项所述的玻璃,以重量百分比计,其包括以下组分中的一种或多种或者全部:

- 75.0%至87.0%的 SiO_2 ,
- 8.0%至22.0%的 B_2O_3 ,
- 1.0%至7.0%的 Al_2O_3 ,
- 0.25%至5.0%的一种或多种碱土金属氧化物,
- 0.0%至5.0%的一种或多种碱金属氧化物。

4. 根据权利要求1至3的任一项所述的玻璃,以重量百分比计,其包括以下:

SiO_2	77.0%至87.0%
B_2O_3	8.0%至13.0%
Al_2O_3	3.0%至7.0%
BaO	0.0%至3.0%
CaO	0.0%至2.0%
K_2O	0.0%至3.0%
Na_2O	0.0%至1.0%
Li_2O	0.0%至1.0%。

5. 根据前述权利要求的任一项所述的玻璃,其不含锂、镁、钾、钙、钠、铅、砷、锑中的一种或多种或者其全部。

6. 根据前述权利要求的任一项所述的玻璃,其中

- 20℃至300℃的温度范围内的所述热膨胀系数为0.5ppm/K以上,
- 所述水含量为100mmol/l以下,
- 所述玻璃的密度为 $2.30\text{g}/\text{cm}^3$ 以下,
- 所述玻璃的应变点为550℃以上,和/或
- 所述玻璃根据DIN 52326:1986-05在250℃测量的电体积电阻率 T_{k100} 为至少 $10^8\Omega\text{cm}$ 或者至少 $10^{10}\Omega\text{cm}$ 。

7. 一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,并且所述玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l。

8. 一种玻璃制品,所述玻璃制品包括根据前述权利要求任一项所述的玻璃或由其组成,所述玻璃制品的形状为棒、管、锭、盘、片或块。

9. 根据权利要求8所述的玻璃制品,其中相对水含量偏差为至多10%和/或至多5mmol/l,所述相对水含量偏差被定义为通过IR光谱在制品中测量的最大水含量与最小水含量之间的差异。

10. 一种玻璃制品的组,其中所述玻璃制品为根据权利要求8或者9上述的玻璃制品,其

中每个所述制品的水含量为至少35mmol/l。

11. 根据权利要求10所述的玻璃制品的组,其中所述组内水含量的均匀性被定义为在组内的任意玻璃制品中测量的最大水含量与在组内的任意玻璃制品中测量的最小水含量之差,其中该差不超过5mmol/l。

12. 根据权利要求10或11所述的玻璃制品的组,其中所述组内玻璃制品的数量为至少10个、至少50个、至少100个或者至少200个,和/或至多1000个、至多500个或者至多300个玻璃制品。

13. 一种玻璃的制造方法,其包括以下步骤:

- 制备玻璃原料的玻璃熔体,
- 调整所述玻璃熔体的水含量,
- 将所述玻璃熔体冷却和/或成型以获得玻璃制品,

其中所述玻璃在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,

其中所述玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l,和/或

其中所述玻璃具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中调整所述玻璃熔体的水含量包括以下步骤中的一种或多种:

- 将所述玻璃熔体保持在升高的温度经过足以获得所述水含量的时间,
- 选择所述玻璃中的SiO₂含量,从而获得所述水含量,
- 控制所述玻璃熔体上方的大气中的水蒸气浓度,从而获得所述水含量,
- 控制玻璃熔体温度,从而获得所述水含量。

15. 根据权利要求1至7的任一项所述的玻璃的用途,其用于将金属制品连接至玻璃元件。

16. 一种闪光灯,其包括根据权利要求1至7的任一项所述的玻璃。

17. 根据权利要求16所述的闪光灯,所述闪光灯包括金属电极和管,其中所述管优选地包括石英玻璃或者由石英玻璃组成,所述闪光灯还包括密封玻璃,其中所述密封玻璃包括根据权利要求1至7的任一项所述的玻璃。

玻璃、其制品和制造方法以及用途、包括玻璃的闪光灯

技术领域

[0001] 本发明涉及玻璃、玻璃制品、玻璃的制造方法、玻璃的用途以及包括该玻璃的闪光灯。根据本发明的玻璃特别适合用于包括该玻璃的闪光灯。

背景技术

[0002] 闪光灯在医疗、工业和科学应用中有多用途。

[0003] 闪光灯通常由熔融的二氧化硅/石英或硼硅酸盐管形成,该管被设计成U型,其中两端与金属电极结合。通过导电支架提供高压电力,在操作过程中,该导电支架也可作为固定件或灯架。

[0004] 已经开发了特殊的玻璃来连接金属电极的金属导电支架与闪光灯的管壁,特别是关于使用过程中巨大的温度变化,考虑了金属与形成管的玻璃的不同热膨胀系数。

[0005] 通常,电极由钨或钼以及具有合适热膨胀系数的玻璃的中间套筒构成,例如,所谓的分级密封玻璃,该玻璃在其被引入并且密封至灯管的一端之前形成在金属底座周围。

[0006] EP3613712A1公开了一种灯体,其包括由玻璃或玻璃陶瓷材料制成的管状元件、引入管状元件中的导体、以及围绕导体并将其连接到管状元件的玻璃材料。玻璃材料在管状元件与导体之间形成气密性密封,并且包括烧结的玻璃,该玻璃在管状元件上熔融后完全围绕该导体。

[0007] US 5,979,187 A公开了一种用于在闪光灯的玻璃灯管一端之间形成玻璃金属密封的方法。在US 5,979,187 A的方法中,加热被电极终止的金属棒,并且施加熔融的玻璃密封材料以形成珠状套筒。加热附接电极的管,并将另外的密封材料施加至管的一端以产生封闭该末端的材料的圆顶。然后从圆顶去除多余的密封材料,以便在(开放的)管的端壁周围留下密封材料的环形区域。然后,可以将电极和棒插入管中,直到棒上的珠靠近管的端部处的环形区域,并且管可以向下(通过旋转)加工以形成锥形的端部,从而珠相对于环形区域的运动则使二者接触,同时在管内保持正的气压。管内外的压力是平衡的,同时将管向下加工到珠上,以使珠在环形区域中完全熔合。然后对管加压,从而使密封材料形成了光滑的内部凹形形状。

[0008] 与闪光灯及其制造有关的一个问题是,由于极端和快速的温度变化,电极与玻璃管之间的熔合并不稳定。这影响了所制造的闪光灯在其生命周期中经历极端和快速的温度变化时的稳定性,并降低其寿命。

[0009] 因此,本发明的目的是解决与闪光灯和闪光灯的制造有关的问题。

[0010] 根据本发明的主题克服了与现有技术相关的问题和现有技术中已知的问题。

发明内容

[0011] 本发明的第一方面涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

[0012] 本发明的相关方面涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,该玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l。

[0013] 本发明的另一方面涉及一种玻璃制品,其包括根据本发明的玻璃或者由其组成,其形状为棒、管、锭、盘、片或块。

[0014] 本发明的再一方面涉及一种玻璃的制造方法,其包括以下步骤:

- 制备玻璃原料的玻璃熔体,
- 调整玻璃熔体的水含量,
- 使玻璃熔体冷却和/或成型以获得玻璃制品。

其中,玻璃在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,

其中,玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l,和/或

其中,玻璃具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

[0015] 本发明的再一方面涉及根据本发明的玻璃的用途,其用于将金属制品连接至玻璃元件。

[0016] 本发明的另一方面涉及一种闪光灯,其包括根据本发明的玻璃。

附图说明

[0017] 图1示出了在重沸倾向性测试中成型的螺旋形,它们是在1650℃、1580℃和1420℃(从左至右)的温度获得的。

[0018] 图2示出了进行重沸倾向性测试的玻璃棒。面板A示出了成型的螺旋形,其已通过测试,并且获得分类‘1’。面板E示出了成型的螺旋形,其未通过测试,并且获得分类‘5’。面板B至D示出了成型的螺旋形,其分别具有分类‘2’、‘3’和‘4’。

具体实施方式

[0019] 本发明的第一方面涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

[0020] 本发明人惊奇地发现,在20℃至300℃的温度范围内具有4.5ppm/K以下的热膨胀系数、具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上、并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分的玻璃改进了电极与玻璃管(例如,钨电极与石英玻璃管)之间的熔合。本发明人由此确定了,根据本发明的玻璃改进了所制造的闪光灯的稳定性,并且延长了其使用寿命,已知在闪光灯的生命周期中经历了极端和快速的温度变化。在这一方面,本发明人还发现了根据本发明的玻璃或者玻璃组合物有益于和/或改进了闪光灯的制造。

[0021] 在优选的实施方式中,玻璃具有根据DIN ISO 7991:1987在20℃至300℃的温度范围内测量的4.5ppm/K以下、4.0ppm/K以下、3.5ppm/K以下或者3.0ppm/K以下的热膨胀系数。在优选的实施方式中,玻璃具有根据DIN ISO7991:1987在20℃至300℃的温度范围内测量

的0.4ppm/K以上、0.5ppm/K以上、0.6ppm/K以上、0.7ppm/K以上或者0.8ppm/K以上的热膨胀系数。在相关的实施方式中,玻璃具有0.4ppm/K至4.5ppm/K、0.5ppm/K至4.0ppm/K、0.6ppm/K至3.5ppm/K或者0.7ppm/K至3.0ppm/K的热膨胀系数。

[0022] 优选地选择热膨胀系数,以补偿热膨胀系数(例如,石英玻璃和所使用的金属的热膨胀系数)之间的差异。例如,在制造闪光灯时,如果玻璃的热膨胀系数介于石英玻璃和电极金属(例如钨或钼)的热膨胀系数之间,则是有利的。

[0023] 在优选的实施方式中,玻璃具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上、1550℃以上、1600℃以上或者1650℃以上。在一个实施方式中,玻璃具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1900℃以下、1850℃以下、1800℃以下或者1750℃以下。在相关的实施方式中,玻璃具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃至1900℃、1550℃至1850℃、1600℃至1800℃或者1650℃至1750℃。可以根据ISO 7884-3:1998-02来测定T4温度。

[0024] T4温度取决于玻璃组合物(参见实施例部分的玻璃组合物)。例如,大量的碱金属氧化物(例如, Na_2O 和 K_2O)或者碱土金属氧化物将降低玻璃组合物的T4温度,而 SiO_2 或者 Al_2O_3 量的增加将提高T4。例如,通过调整碱金属氧化物的量,可以影响玻璃粘度的温度依赖性,例如将一种或多种碱金属氧化物的量限制在4.0%(以重量百分比计)以下,可能有助于获得1500℃以上的T4温度。

[0025] 当用作密封玻璃用于生产,例如闪光灯时,适当高的T4温度可以有益于将石英管熔合至金属电极。

[0026] 重沸倾向性测试包括以下步骤:

a.) 提供由玻璃组成的玻璃棒,其中玻璃棒的长度为200至1000mm,例如,大约500mm,并且其中玻璃棒具有圆形直径,例如介于2.5和5mm之间、诸如大约3mm的圆形直径;

b.) 提供燃烧器,例如Zenit 114/2ESL型燃烧器;

c.) 通过使用燃烧器将玻璃棒加热至具有下临界温度和上临界温度的临界温度范围,其中下临界温度在玻璃的软化点以上200℃,并且其中上临界温度在T4温度以下,优选临界温度范围介于1400与1700℃之间,其中优选地,将至少一半的玻璃棒加热至临界温度范围;

d.) 使玻璃棒成型为螺旋形,使得螺旋形的所有层彼此熔合;

e.) 在整个成型步骤中,可选地将成型的螺旋形保持在临界温度范围内;

f.) 用压缩空气将成型的螺旋形冷却至室温;以及

g.) 建立重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分测定为每根玻璃棒的气泡数,其中优选地根据DIN EN 1595:1997-05来定义气泡。

[0027] 在一个实施方式中,步骤c.) 包括通过使用燃烧器将玻璃棒加热至临界温度范围,其中下临界温度在玻璃的软化点以上200℃,并且其中上临界温度在T4温度以下,优选临界温度范围介于1400与1700℃之间,其中800mm长、3mm圆形直径的玻璃棒的其长度的至少400mm被加热至临界温度范围。

[0028] 在一个实施方式中,步骤c.) 包括通过使用燃烧器将玻璃棒加热至临界温度范围,其中下临界温度在玻璃的软化点以上200℃,并且其中上临界温度在T4温度以下,优选临界温度范围介于1400与1700℃之间,其中800mm长、5mm圆形直径的玻璃棒的其长度的至少

200mm、优选250mm被加热至临界温度范围。

[0029] 在相关实施方式中,步骤c.)包括通过使用燃烧器将玻璃棒加热至临界温度范围,其中下临界温度在玻璃的软化点以上200℃,并且其中上临界温度在T4温度以下,优选临界温度范围介于1400与1700℃之间,如此产生了液珠直径或者液滴直径为至少20mm、优选至少30mm的熔融液珠或者熔融液滴。

[0030] 在一个实施方式中,步骤g.)包括建立重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分测定为每根玻璃棒的气泡数,其中优选地根据DIN EN 1595:1997-05来定义气泡,其中重沸倾向性评分在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于10、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于6、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于3、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于2或者在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于1。

[0031] 为了进行步骤g.)的评估和/或量化,任何出现在螺旋形的层的界面处的气泡都将被忽略。

[0032] 在一个实施方式中,步骤g.)包括建立重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分测定为每根玻璃棒的气泡平均数,其中根据DIN EN 1595:1997-05来定义气泡,其中平均重沸倾向性评分每125mm³的气泡少于10、每125mm³的气泡少于6、每125mm³的气泡少于3、每125mm³的气泡少于2或者每125mm³的气泡少于1。

[0033] 在一个实施方式中,步骤g.)包括建立重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分测定为每根玻璃棒的气泡数,其中气泡的等效球直径为至少0.5mm并且等效球直径小于2.0mm,其中重沸倾向性评分在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于10、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于6、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于3、在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于2或者在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的气泡少于1。

[0034] 在一个实施方式中,步骤g.)包括建立重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分测定为每根玻璃棒的气泡平均数,其中气泡的等效球直径为至少0.5mm并且等效球直径小于2.0mm,其中平均重沸倾向性评分每125mm³的气泡少于10、每125mm³的气泡少于6、每125mm³的气泡少于3、每125mm³的气泡少于2或者每125mm³的气泡少于1。

[0035] 在未通过重沸倾向性测试的情况下,闪光灯中的密封的质量和稳定性,即,电极与石英玻璃之间的熔合可能受到妨碍或者不利影响。

[0036] 在由根据本发明的玻璃组成的玻璃棒(试样)上进行重沸倾向性测试。该玻璃棒可以用长度和宽度来进行描述,假设其为圆柱体形状。虽然对于测试而言,玻璃棒的长度不是非常关键的,但是玻璃棒的长度通常约为500mm。基于圆柱体形状,玻璃棒具有圆形直径,例如,大约3mm的圆形直径很好地用于测试。技术人员知晓玻璃棒的长度和圆形直径二者的大小和范围,以便成功地进行基本的重沸倾向性测试。

[0037] 同样地,技术人员能够选择和提供合适的燃烧器,并且知晓如何通过使用燃烧器建立玻璃棒的加热至具有下临界温度和上临界温度的临界温度范围。作为测试的一部分,下临界温度在玻璃的软化点以上200℃,并且上临界温度在T4温度以下。一般来说,优选地是,临界温度范围介于1400到1700℃之间,而且将至少一半的玻璃棒加热至临界温度范围。

[0038] 在已经建立了临界温度范围(用于至少一半的玻璃棒)之后,将玻璃棒成型为螺旋形,使得螺旋形的所有层彼此熔合。螺旋形的所有层基本上位于一个平面内(图1)。技术人

员将理解,选择试样的温度和尺寸使得可以将玻璃成型为螺旋形,即,粘度足够低,从而赋予玻璃期望的形状,但是又不能太低,以便避免玻璃不受控制地变形或下垂。在整个成型步骤中,任选地,将成型的螺旋形保持在临界温度范围或其内。随后,用压缩空气将成型的螺旋形冷却至室温。熟练的技术人员知晓并理解,冷却速度对测试很重要,以及过高的冷却速度可能使得重沸倾向性测试和所获得的测试结果不准确。

[0039] 在优选的实施方式中,玻璃具有在玻璃棒上的重沸倾向性测试中测量的重沸倾向性评分,其中重沸倾向性评分低于10。重沸倾向性评分等于测试后在每根玻璃棒中观察到的气泡数,其中优选地根据DIN EN 1595:1997-05来定义气泡。任选地,重沸倾向性评分低于6或者低于3。重沸倾向性评分可以计算为在总共3个、6个、9个或者12个试样上进行的重沸倾向性测试的平均值。

[0040] 在一个实施方式中,在20℃至300℃的温度范围玻璃的热膨胀系数为0.4ppm/K至4.5ppm/K、0.5ppm/K至4.0ppm/K、0.6ppm/K至3.5ppm/K或者0.7ppm/K至3.0ppm/K,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于3的重沸倾向性评分。

[0041] 在一个实施方式中,在20℃至300℃的温度范围玻璃的热膨胀系数为0.4ppm/K至4.5ppm/K,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃至1900℃、1550℃至1850℃、1600℃至1800℃或者1650℃至1750℃,并且具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

[0042] 在一个实施方式中,玻璃的水含量为至少35mmol/l、至少40mmol/l、至少45mmol/l、至少50mmol/l或者至少55mmol/l。在一个实施方式中,玻璃的水含量为250mmol/l以下、200mmol/l以下、150mmol/l以下、125mmol/l以下或者100mmol/l以下。因此,在相关的实施方式中,玻璃的水含量为35至250mmol/l、40至200mmol/l、45至150mmol/l、50至125mmol/l或者55至100mmol/l。

[0043] 在不受任何理论约束的情况下,已经发现了,至少35mmol/l、至少40mmol/l、至少45mmol/l、至少50mmol/l或者至少55mmol/l的水含量可以有助于降低玻璃在反复和多次(重新)加热和/或玻璃的制造时的重沸倾向。

玻璃组合物

[0044] 在一个实施方式中,玻璃包括SiO₂的量为70.0wt%以上、72.0wt%以上、74.0wt%以上、76.0wt%以上、78.0wt%以上或者80.0wt%以上。在一个实施方式中,玻璃包括SiO₂的量为90.0wt%以下、89.0wt%以下、88.0wt%以下、87.0wt%以下或者86.0wt%以下。在一个实施方式中,玻璃包括SiO₂的量为70.0%至90.0wt%、72.0%至89.0wt%、74.0%至88.0wt%、76.0%至87.0wt%或者78.0%至86.0wt%。

[0045] 在一个实施方式中,玻璃是硼硅酸盐玻璃,其包括SiO₂的量为70.0%至90.0wt%、72.0%至89.0wt%、74.0%至88.0wt%、76.0%至87.0wt%或者78.0%至86.0wt%。

[0046] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括以下组分中的一种或多种或者全部:70.0%至90.0%的SiO₂、0.0%至25.0%的B₂O₃、0.0%至10.0%的Al₂O₃、0.0%至10.0%的一种或多种碱土金属氧化物、0.0%至7.0%的一种或多种碱金属氧化物。

[0047] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括以下组分中的一种或多种或者全部:75.0%至87.0%的SiO₂、8.0%至22.0%的B₂O₃、1.0%至7.0%的Al₂O₃、0.25%至5.0%的

一种或多种碱土金属氧化物、0.0%至5.0%的一种或多种碱金属氧化物。

[0048] 至本发明的背景下,碱金属氧化物意味着具体包括 Li_2O 、 Na_2O 和 K_2O ,并且碱土金属氧化物意味着具体包括 MgO 、 CaO 、 BaO 和 SrO 。

[0049] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至10.0%的一种或多种碱土金属氧化物,例如,1.0%至9.0%、2.0%至8.0%、3.0%至7.0%或者4.0%至6.0%。

[0050] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至7.0%的一种或多种碱金属氧化物、例如,0.5%至6.5%、1.0%至6.0%、1.5%至5.5%或者2.0%至5.0%。在可选的实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至5.0%的一种或多种碱金属氧化物,例如,0.1%至4.5%、0.2%至4.0%、0.3%至3.5%或者0.4%至3.0%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%以上的一种或多种碱金属氧化物,例如,0.1%以上、0.2%以上、0.3%以上或者0.4%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括5.0%以下的一种或多种碱金属氧化物,例如,4.5%以下、4.0%以下、3.5%以下或者3.0%以下。

[0051] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括以下:

SiO_2	70.0%至 90.0%
B_2O_3	>0.0%至 25.0%
Al_2O_3	>0.0%至 10.0%
BaO	0.0%至 5.0%
CaO	0.0%至 3.0%
K_2O	0.0%至 5.0%
Na_2O	0.0%至 5.0%
Li_2O	0.0%至 1.0%

[0052] 在一个实施方式中,玻璃包括 B_2O_3 的量为1.0wt%以上、2.0wt%以上、4.0wt%以上、6.0wt%以上或者8.0wt%以上。在一个实施方式中,玻璃包括 B_2O_3 的量为25.0wt%以下、22.0wt%以下、20.0wt%以下、18.0wt%以下、15.0wt%以下、12.0wt%以下。在一个实施方式中,玻璃包括 B_2O_3 的量为1.0%至25.0wt%、2.0%至22.0wt%、4.0%至20.0wt%、6.0%至18.0wt%或者8.0%至15.0wt%。

[0053] 在一个实施方式中,玻璃包括 Al_2O_3 的量为1.0wt%以上、2.0wt%以上、3.0wt%以上或者4.0wt%以上。在一个实施方式中,玻璃包括 Al_2O_3 的量为10.0wt%以下、9.0wt%以下、8.0wt%以下、7.0wt%以下或者6.0wt%以下。在一个实施方式中,玻璃包括 Al_2O_3 的量为0.0%至10.0wt%、1.0%至9.0wt%、2.0%至8.0wt%、3.0%至7.0wt%或者4.0%至6.0wt%。

[0054] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至5.0%的 BaO ,例如,0.5%至4.5%、1.0%至4.0%、1.5%至3.5%或者2.0%至3.0%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括 BaO 0.0%以上、0.5%以上、1.0%以上、1.5%以上或者2.0%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括 BaO 5.0%以下、4.5%以下、4.0%以下、3.5%以下

或者3.0%以下。

[0055] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至3.0%的CaO,例如,0.2%至2.8%、0.4%至2.6%、0.6%至2.4%、0.8%至2.2%或者1.0%至2.0%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括CaO 0.0%以上、0.2%以上、0.4%以上、0.6%以上、0.8%以上或者1.0%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括CaO 3.0%以下、2.8%以下、2.6%以下、2.4%以下、2.2%以下或者2.0%以下。

[0056] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至5.0%的K₂O,例如,0.5%至4.5%、1.0%至4.0%、1.5%至3.5%或者2.0%至3.0%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括K₂O 0.0%以上、0.5%以上、1.0%以上、1.5%以上或者2.0%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括K₂O 5.0%以下、4.5%以下、4.0%以下、3.5%以下或者3.0%以下。

[0057] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至5.0%的Na₂O,例如,0.5%至4.5%、1.0%至4.0%、1.5%至3.5%或者2.0%至3.0%。在可选的实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至3.0%的Na₂O,例如,0.1%至2.5%、0.2%至2.0%、0.3%至1.5%或者0.4%至1.0%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括Na₂O 0.0%以上、0.1%以上、0.2%以上、0.3%以上或者0.4%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括Na₂O 3.0%以下、2.5%以下、2.0%以下、1.5%以下或者1.0%以下。

[0058] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括0.0%至1.0%的Li₂O,例如,0.1%至0.9%、0.2%至0.8%、0.3%至0.7%或者0.4%至0.6%。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括Li₂O 0.0%以上、0.1%以上、0.2%以上、0.3%以上或者0.4%以上。在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括Li₂O 1.0%以下、0.9%以下、0.8%以下、0.7%以下或者0.6%以下。

[0059] 在一个实施方式中,玻璃包括Fe₂O₃ 1000ppm(以质量计)以下、500ppm(以质量计)以下、200ppm(以质量计)以下、100ppm(以质量计)以下、50ppm(以质量计)以下或者20ppm(以质量计)以下。在一个实施方式中,玻璃包括Fe₂O₃ 1ppm(以质量计)以上、2ppm(以质量计)以上、3ppm(以质量计)以上、5ppm(以质量计)以上、7ppm(以质量计)以上或者10ppm(以质量计)以上。在一个实施方式中,玻璃包括Fe₂O₃ 1至1000ppm(以质量计)、2至500ppm(以质量计)、3至200ppm(以质量计)、5至100ppm(以质量计)、7至50ppm(以质量计)或者10至20ppm(以质量计)。

[0060] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括以下:

SiO ₂	75.0%至87.0%
B ₂ O ₃	8.0%至22.0%
Al ₂ O ₃	1.0%至7.0%
BaO	0.0%至3.0%
CaO	0.0%至2.0%
K ₂ O	0.0%至3.0%
Na ₂ O	0.0%至3.0%
Li ₂ O	0.0%至1.0%

[0061] 在一个实施方式中,以重量百分比计,玻璃包括以下:

SiO ₂	77.0%至87.0%
B ₂ O ₃	8.0%至13.0%
Al ₂ O ₃	3.0%至7.0%
BaO	0.0%至3.0%
CaO	0.0%至2.0%
K ₂ O	0.0%至3.0%
Na ₂ O	0.0%至1.0%
Li ₂ O	0.0%至1.0%

[0062] 在一个实施方式中,玻璃不含锂、镁、钾、钙、钠、铅、砷、锑中的一种或多种或者其全部。

[0063] 如果本说明书中提及玻璃不含一种成分或不包含某种成分,或包括该成分为0wt%的假设情况,应理解为该成分最多只能作为杂质存在。这意味着它没有以显著的量被添加,也不是被故意添加的。术语“成分”指的是元素种类本身,以及包含该元素的任何分子。基于所有有意添加的成分的重量,非必要量应理解为小于100ppm、优选小于50ppm以及最优选10ppm。

[0064] 在一个实施方式中,玻璃具有以下性质中的一种或多种或其全部:

-在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为0.5ppm/K以上,

-水含量为100mmol/l以下,

-密度为2.30g/cm³以下,

应变点为550℃以上,和/或

-根据DIN 52326:1986-05在250℃测量的电体积电阻率 T_{k100} 为至少 $10^8 \Omega \text{ cm}$ 、优选至少 $10^{10} \Omega \text{ cm}$ 。

[0065] 在一个实施方式中,玻璃的密度为2.30g/cm³以下、2.25g/cm³以下、2.20g/cm³以下、2.15g/cm³以下或者2.10g/cm³以下。在一个实施方式中,玻璃的密度为1.85g/cm³以上、1.90g/cm³以上、1.95g/cm³以上、2.00g/cm³以上或者2.05g/cm³以上。在一个实施方式中,玻璃的密度为1.85g/cm³至2.30g/cm³、1.90g/cm³至2.25g/cm³、1.95g/cm³至2.20g/cm³、2.00g/cm³至2.15g/cm³或者2.05g/cm³至2.10g/cm³。

[0066] 在一个实施方式中,玻璃的应变点为550℃以上、600℃以上或650℃以上,其也称为T13.5温度,定义为玻璃粘度为 $10^{13.5} \text{ dPa}\cdot\text{s}$ 时的温度。在一个实施方式中,玻璃的应变点为800℃以下、750℃以下或者700℃以下。在一个实施方式中,玻璃的应变点为550℃至800℃、600℃至750℃或者650℃至700℃,其也称为T13.5温度,定义为玻璃粘度为 $10^{13.5} \text{ dPa}\cdot\text{s}$ 时的温度。

[0067] 在一个实施方式中,玻璃根据DIN 52326:1986-05在250℃测量的电体积电阻率 T_{k100} 为至少 $10^8 \Omega \text{ cm}$ 、优选至少 $10^{10} \Omega$,和/或在250℃的 T_{k100} 为 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下、优选 $10^{11} \Omega \text{ cm}$ 以下。在一个实施方式中,玻璃在250℃的电体积电阻率 T_{k100} 为 $10^8 \Omega \text{ cm}$ 至 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 、优选 $10^{10} \Omega \text{ cm}$ 至 $10^{11} \Omega \text{ cm}$ 。

[0068] 在一个实施方式中,本发明涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为4.5ppm/K以下,并且具有定义为玻璃粘度为 $10^4 \text{ dPa}\cdot\text{s}$ 时的温度的T4温度为1500℃以上,玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l。

[0069] 在一个实施方式中,本发明涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为0.4ppm/K至4.5ppm/K、0.5ppm/K至4.0ppm/K、0.6ppm/K至3.5ppm/K、0.7ppm/K至3.0ppm/K或者0.8ppm/K to 2.5ppm/K,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l。

[0070] 在一个实施方式中,本发明涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为4.5ppm/K以下,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃至1900℃、1550℃至1850℃、1600℃至1800℃或者1650℃至1750℃,玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l。

[0071] 在一个实施方式中,本发明涉及一种玻璃,其在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为4.5ppm/K以下,并且具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上,玻璃的水含量为35至250mmol/l、40至200mmol/l、45至150mmol/l、50至125mmol/l或者55至100mmol/l。

玻璃制品

[0072] 本发明的另一方面涉及一种玻璃制品,其包括根据本发明的玻璃或由其组成,其形状为棒、管、锭、盘、片或块。

[0073] 在一个实施方式中,玻璃制品具有长度和宽度,其中相对水含量偏差为至多10%和/或至多5mmol/l,相对水含量偏差被定义为通过IR光谱在制品中测量的最大和最小水含量之间的差异。

[0074] 在一个实施方式中,玻璃制品具有长度和宽度,其中相对水含量偏差为至多10%和/或至多5mmol/l,相对水含量偏差被定义为通过IR光谱在约2700nm的吸收最大值处在制品中测量的最大和最小水含量之间的差异,其中吸收最大值优选在2500至6500nm的波长范围内在IR吸收光谱上测定。

[0075] 在一个实施方式中,玻璃制品可以具有圆柱体形状或者条形,玻璃制品具有长度和宽度。在一个实施方式中,玻璃制品的长度为5cm以上、10cm以上、15cm以上或者20cm以上,和/或其长度为200cm以下、150cm以下、100cm以下或者50cm以下。在一个实施方式中,玻璃制品的长度为5cm至200cm、10cm至150cm、15cm至100cm或者20cm至50cm。在一个实施方式中,玻璃制品的宽度为1.0cm以上、1.5cm以上、2.0cm以上、2.5cm以上,和/或其宽度为20cm以下、15cm以下、10cm以下或者5cm以下。在一个实施方式中,玻璃制品的宽度为1.0cm至20cm、1.5cm至15cm、2.0cm至10cm或者2.5cm至5cm。

[0076] 在一个实施方式中,玻璃制品可以具有圆柱体形状,其中玻璃制品的长度为5cm至200cm以及宽度为1.0cm至20cm、长度为10cm至150cm以及宽度为1.5cm至15cm、长度为15cm至100cm以及宽度为2.0cm至10cm或者长度为20cm至50cm以及宽度为2.5cm至5cm。

[0077] 在一个实施方式中,玻璃制品可以具有条形,其中玻璃制品的长度为5cm至200cm以及宽度为1.0cm至20cm、长度为10cm至150cm以及宽度为1.5cm至15cm、长度为15cm至100cm以及宽度为2.0cm至10cm或者长度为20cm至50cm以及宽度为2.5cm至5cm。

[0078] 可以通过IR光谱基于OH-伸缩振动在大约2700nm处测定水含量,例如,利用市售的Nicolet FTIR光谱仪。可以首先测量2500至6500nm的波长范围内的吸收,然后在大约2700nm(或者在其范围内)测定吸收最大值。基于样品厚度d、内部透射度 T_i 和反射因子P用

以下公式来计算吸收系数 α :

$$\alpha = 1/d * \lg(1/T_i) [\text{cm}^{-1}],$$

其中 $T_i = T/P$, 其中 T 表示透射率。然后, 通过以下获得了水含量:

$$c = \alpha / \epsilon,$$

其中 ϵ 表示消光系数。对于25至80mmol/l范围内的水含量, $\epsilon = 1101 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (H.Frank和H.Scholze, "Glastechnische Berichte", 第36卷, 第9期, 350页)。

[0079] 在一个实施方式中, 玻璃制品的相对水含量偏差为至多10%、至多8%、至多6%、至多4%或者至多2%, 和/或至多5mmol/l、至多4mmol/l、至多3mmol/l、至多2mmol/l或者至多1mmol/l。在一个实施方式中, 玻璃制品的相对水含量偏差为至少0.2%、至少0.4%、至少0.6%、至少0.8%或者至少1.0%, 和/或至少0.1mmol/l、至少0.2mmol/l、至少0.3mmol/l、至少0.4mmol/l或者至少0.5mmol/l。

[0080] 在一个实施方式中, 本发明涉及玻璃制品的组, 其中制品的每一个的水含量为至少35mmol/l、至少40mmol/l、至少45mmol/l、至少50mmol/l或者至少55mmol/l, 和/或水含量为250mmol/l以下、200mmol/l以下、150mmol/l以下、125mmol/l以下或者100mmol/l以下。因此, 在一个实施方式中, 提供了玻璃制品的组, 其中制品的每一个的水含量为35至250mmol/l、40至200mmol/l、45至150mmol/l、50至125mmol/l或者55至100mmol/l。

[0081] 在一个实施方式中, 提供了玻璃制品的组, 其中组内水含量的均匀性被定义为在组内的任意玻璃制品中测量的最大水含量与在组内的任意玻璃制品中测量的最小水含量之差, 其中该差不超过5mmol/l。在优选的实施方式中, 通过IR光谱在大约2700nm的吸收最大值处来测量组内水含量的均匀性, 其中优选地在IR吸收光谱上在2500至6500nm的波长范围内来测定吸收最大值。

[0082] 在一个实施方式中, 提供了玻璃制品的组, 其中组内水含量的均匀性被定义为在组内的任意玻璃制品中测量的最大水含量与在组内的任意玻璃制品中测量的最小水含量之差, 其中该差不超过5mmol/l、不超过4mmol/l、不超过3mmol/l、不超过2mmol/l或者不超过1mmol/l, 和/或其中该差为0.1mmol/l以上、0.2mmol/l以上、0.3mmol/l以上、0.4mmol/l以上或者0.5mmol/l以上。因此, 在一个实施方式中, 提供了玻璃制品的组, 其中组内水含量的均匀性被定义为在组内的任意玻璃制品中测量的最大水含量与在组内的任意玻璃制品中测量的最小水含量之差, 其中该差为0.1mmol/l至5mmol/l、0.2mmol/l至4mmol/l、0.3mmol/l至3mmol/l、0.4mmol/l至2mmol/l或者0.5mmol/l至1mmol/l。

[0083] 对于最终用户而言, 例如, 闪光灯的制造商, 有利的是由上述大小和范围内的具有水含量均匀性的一组玻璃制品进行加工。这对制造过程和所制造的产品的可靠性和可重复性有很多益处。

[0084] 在一个实施方式中, 提供了玻璃制品的组, 其中组内玻璃制品的数量为至少10个、至少50个、至少100个或者至少200个, 和/或至多1000个、至多500个或者至多300个玻璃制品。

方法

[0085] 本发明的再一方面涉及玻璃的制造方法, 其包括以下步骤,

- 制备玻璃原料的玻璃熔体,
- 调整玻璃熔体的水含量,

-使玻璃熔体冷却和/或成型以获得玻璃制品，

其中，玻璃在20℃至300℃的温度范围内的热膨胀系数为4.5ppm/K以下，以及具有定义为玻璃粘度为 10^4 dPa*s时的温度的T4温度为1500℃以上，

其中玻璃的水含量为至少35mmol/l、优选至少45mmol/l、更优选至少55mmol/l，和/或

其中玻璃具有在重沸倾向性测试中测量的低于10的重沸倾向性评分。

[0086] 在一个实施方式中，制备玻璃原料的玻璃熔体包括提供氧化物的批料或者混合物，其中氧化物可以选自 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 、一种或多种碱土金属氧化物和一种或多种碱金属氧化物，并且加热所述氧化物的批料或者混合物直到熔融。

[0087] 在一个实施方式中，在玻璃化转变温度 T_g 以下50℃至玻璃化转变温度 T_g 以上150℃的温度范围内将玻璃熔体冷却以获得玻璃制品，平均冷却速率为至少1K/min、2K/min、5K/min、10K/min，和/或平均冷却速率为100K/min以下、75K/min以下、50K/min以下或者25K/min以下。在一个实施方式中，在玻璃化转变温度 T_g 以下50℃至玻璃化转变温度 T_g 以上150℃的温度范围内将玻璃熔体冷却以获得玻璃制品，平均冷却速率为1K/min至100K/min、2K/min至75K/min、5K/min至50K/min或者10K/min至25K/min。

[0088] 在一个实施方式中，提供了一种方法，其中调整和/或控制玻璃熔体的水含量包括以下步骤的一个或多个：

- 将玻璃熔体保持在升高的温度经过足以获得所述水含量的时间，
- 选择玻璃中的 SiO_2 含量，从而获得所述水含量，
- 控制玻璃熔体上方的大气中的水蒸气浓度，从而获得所述水含量，
- 控制玻璃熔体温度，从而获得所述水含量。

[0089] 在一个实施方式中，执行上述步骤中的两个或多个步骤以调整和/或控制水含量。在该方法的一个实施方式中，调整和/或控制玻璃熔体的水含量包括将玻璃熔体保持在升高的温度经过足以获得所述水含量的时间。在该方法的优选实施方式中，调整玻璃熔体的水含量包括将玻璃熔体保持在至少1600℃的温度经过至少1小时、保持在至少1700℃的温度经过至少1小时、保持在至少1800℃的温度经过至少1小时、保持在至少1900℃的温度经过至少1小时、保持在至少1600℃的温度经过至少2小时、保持在至少1700℃的温度经过至少2小时、保持在至少1800℃的温度经过至少2小时、保持在至少1900℃的温度经过至少2小时、保持在至少1600℃的温度经过至少5小时、保持在至少1700℃的温度经过至少5小时、保持在至少1800℃的温度经过至少5小时、保持在至少1900℃的温度经过至少5小时、保持在至少1600℃的温度经过至少10小时、保持在至少1700℃的温度经过至少10小时、保持在至少1800℃的温度经过至少10小时或者保持在至少1900℃的温度经过至少10小时。

[0090] 在该方法的一个实施方式中，调整玻璃熔体的水含量包括选择玻璃中的 SiO_2 含量，从而获得所述水含量。在该方法的优选实施方式中，基于玻璃原料的总重量，调整玻璃熔体的水含量包括选择 SiO_2 的含量为70.0%至90.0wt%、72.0%至89.0wt%、74.0%至88.0wt%、76.0%至87.0wt%或者78.0%至86.0wt%。

[0091] 在该方法的一个实施方式中，调整玻璃熔体的水含量包括控制玻璃熔体上方的大气中的水蒸气浓度，从而获得所述水含量。在该方法的优选实施方式中，玻璃熔体上方的大气中的水蒸气浓度为水蒸气施加的分压至少0.02MPa、至少0.05MPa、至少0.1MPa、至少

0.25MPa、至少0.5MPa、至少1.0MPa。在该方法的一个实施方式中,玻璃熔体上方的大气中的水蒸气浓度为水蒸气施加的分压10MPa以下。

[0092] 玻璃熔体上方的大气中的充分水蒸气浓度可以有助于在玻璃中建立期望的水含量,例如,至少35mmol/l、至少40mmol/l、至少45mmol/l、至少50mmol/l或者至少55mmol/l。可以通过玻璃熔体上方的大气中的明确的过剩压力以及明确的温度来建立水蒸气浓度。可以通过部分或完全关闭烤箱中的喷嘴和/或开口,例如在合适的烤箱中调整玻璃熔体上方的大气中的过剩压力。例如,可以通过燃烧天然气或合成气体,并任选地通过调整废气的净化程度来建立玻璃熔体上方的大气中的明确的过剩压力。

[0093] 在该方法的一个实施方式中,调整玻璃熔体的水含量包括控制玻璃熔体温度,从而获得所述水含量。在该方法的优选实施方式中,调整玻璃熔体的水含量包括建立至少1600℃、至少1700℃、至少1800℃或者至少1900℃的玻璃熔体温度。

[0094] 作为该方法的一部分,玻璃熔体温度有几个影响。一般而言,在温度升高后,玻璃熔体中水的溶解性提高。此外,在升高的温度,玻璃熔体的粘度降低,这促进了扩散和对流过程,并且反过来影响水在玻璃熔体中的溶解性和溶解过程。

用途

[0095] 本发明的再一方面涉及根据本发明的玻璃的用途,其用于将金属制品连接至玻璃元件。

[0096] 在一个实施方式中,提供了根据本发明的玻璃的用途,其中将玻璃用作玻璃密封材料,以将金属电极(例如,钨电极或钼电极)与玻璃管(例如,石英玻璃管)熔合。

闪光灯

[0097] 本发明的另一方面涉及闪光灯,其包括根据本发明的玻璃。

[0098] 在一个实施方式中,提供了一种闪光灯,其包括金属电极和管,其中管优选地包括玻璃(例如,石英玻璃)或由其组成,还进一步包括根据本发明的玻璃作为密封玻璃。

[0099] 在一个实施方式中,提供了一种闪光灯,其包括金属电极和管,其中金属电极和管通过根据本发明的玻璃作为密封玻璃而连接。在一个实施方式中,提供了一种闪光灯,其包括钨电极或者钼电极以及石英玻璃管,其中钨电极或者钼电极以及石英玻璃管通过根据本发明的玻璃作为密封玻璃而连接。

[0100] 使用根据本发明的玻璃作为密封玻璃是有利的,因为其在电极与玻璃管之间提供优异的密封连接,即,熔合,即使是在极端和快速的温度变化下也是。有利地,所制造的闪光灯在其生命周期中经历这种极端和快速的温度变化时(即,在使用中),其稳定性和寿命因此得到了提高。

[0101] 在一个实施方式中,金属电极包括选自例如钨和钼的金属或由其组成。

实施例

玻璃组合物

[0102] 对于本发明以下玻璃组合物1至5是示例性的,其特征还在于热膨胀系数(CTE)和T4温度。

组合物(wt.%)	1	2	3	4	5
SiO ₂	85.0	82.0	81.0	79.0	78.5
B ₂ O ₃	10.0	11.0	11.0	11.0	10.5

Al ₂ O ₃	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
BaO	0.5	1.5	2.0	2.0	2.0
CaO	-	0.5	1.0	1.0	1.0
K ₂ O	-		<0.5	2.0	3.0
Na ₂ O					
Li ₂ O					
Fe ₂ O ₃	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
CTE (ppm/K)	1.25	1.60	1.90	2.65	3.05
T4 (°C)	1710	1700	1680	1605	1570

重沸倾向性测试结果

[0103] 已经如详述部分所述进行了重沸倾向性测试。将玻璃分为从5 (差)、4 (可接受)、3 (一般/中等)、2 (良好) 和1 (优秀) 的等级。所有测试的玻璃的T4温度为至少1500°C。

[0104] 将重沸倾向性评分量化为在成型的螺旋形的任何部分每125mm³的等效球直径为至少0.5mm的气泡的数量。对于成型为螺旋形的每个玻璃棒, 将重沸倾向性评分计算为由125mm³的体积元素所获得的平均值。

H ₂ O [mmol/l]	等级	CTE [ppm/k]	重沸倾向性评分
46	4	1.30	8.6
50	3	1.24	2.7
57	2	1.25	1.3
62	1	1.27	0.1

。

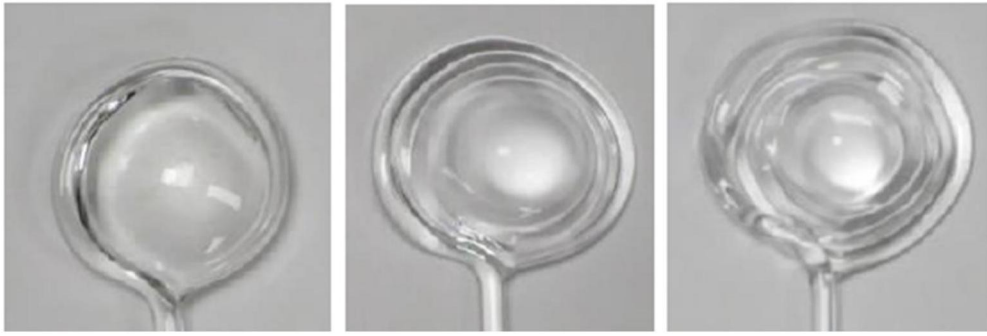
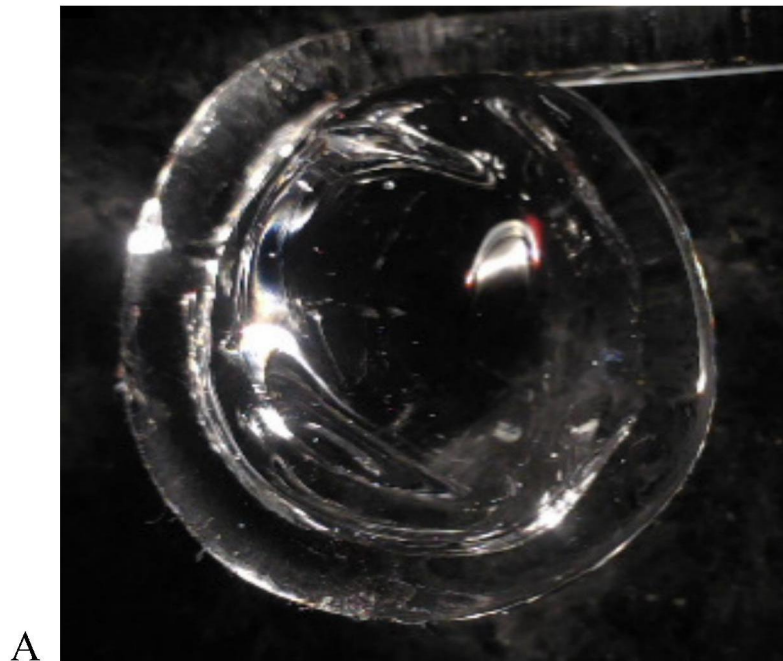
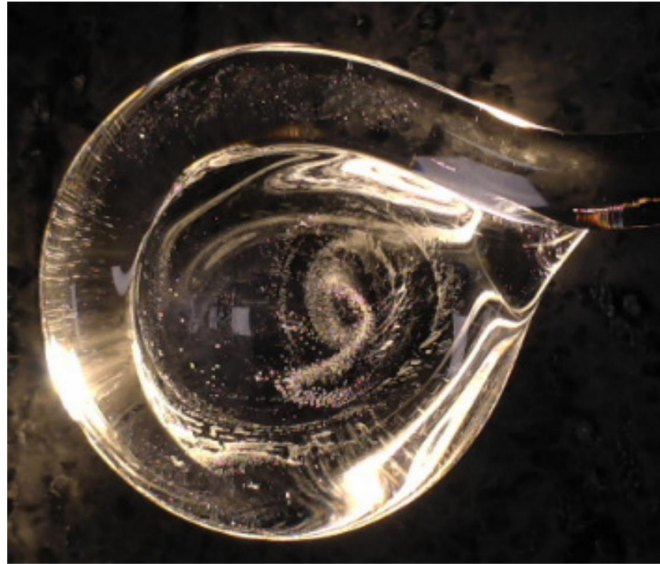


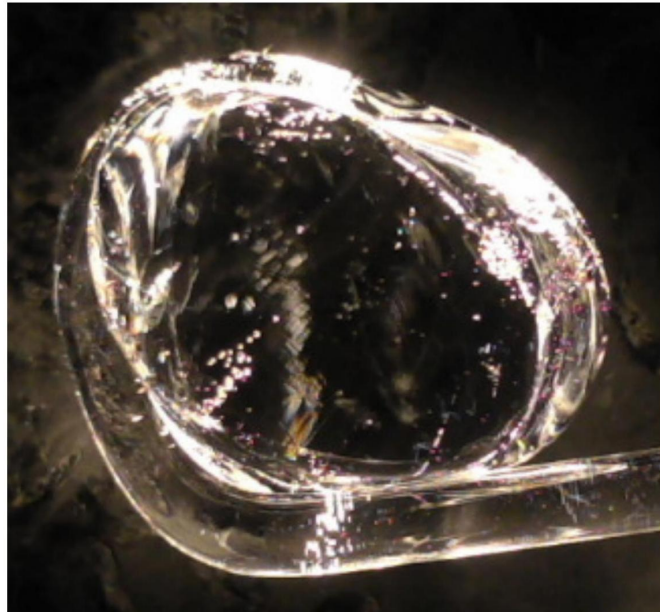
图1



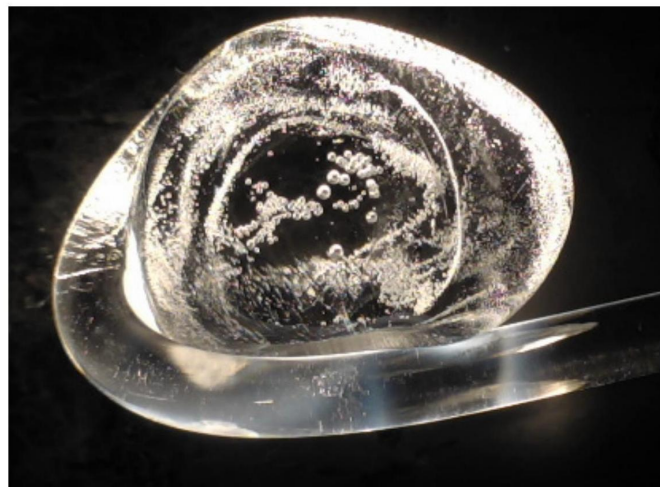
B



C



D



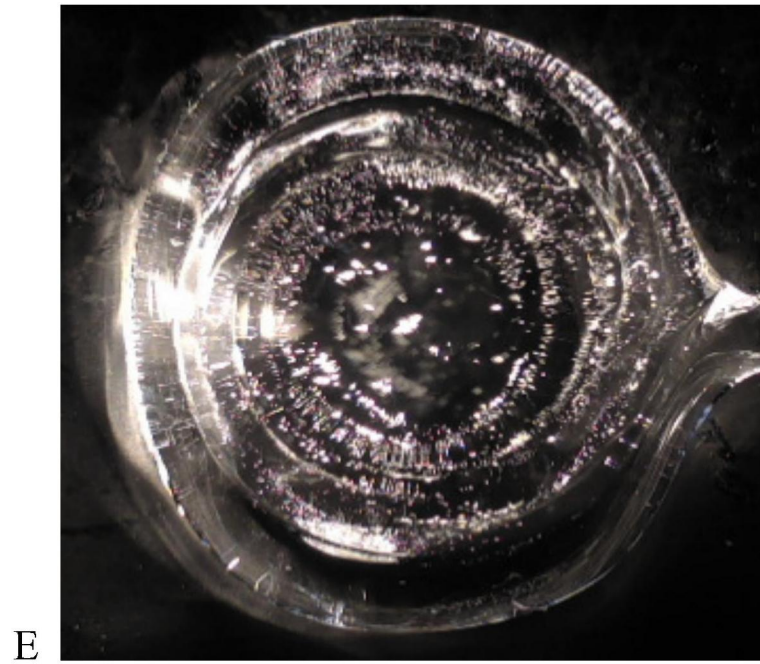


图2