



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038595

(51)^{2013.01} C03C 3/091; C03C 3/085; C03C 3/087; (13) B
H01F 41/14; C03C 4/20; G11B 5/73;
G11B 7/24047; C03C 21/00

-
- (21) 1-2018-01440 (22) 05/10/2016
(86) PCT/JP2016/079688 05/10/2016 (87) WO 2017/061501 13/04/2017
(30) 2015-197643 05/10/2015 JP; 2015-238570 07/12/2015 JP; 2016-067793 30/03/2016 JP; 2016-193971 30/09/2016 JP
(45) 26/02/2024 431 (43) 25/10/2018 367A
(73) AGC Inc. (JP)
5-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8405, Japan
(72) MAEDA Eriko (JP); HIJIA Hiroyuki (JP); NAGAI Kensuke (JP); NAKASHIMA Tetsuya (JP); KUROIWA Yutaka (JP).
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)
-

(54) THỦY TINH DÙNG LÀM PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ DỮ LIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu chứa lượng cụ thể của mỗi oxit trong số các oxit SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , SrO , BaO , Li_2O , Na_2O , và K_2O , với lượng tính theo phần trăm mol, và hầu như không chứa B_2O_3 hoặc ZrO_2 , trong đó tổng lượng Li_2O , Na_2O , và K_2O (R_2O), tỷ lệ mol giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$), và tỷ lệ mol giữa tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) với R_2O [$(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}$] nằm trong các khoảng cụ thể của chúng, công thức (1): $90 < [\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}]$ [trong công thức (1), RO là tổng lượng MgO , CaO , SrO , và BaO] được thỏa mãn, và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g , độ bền kiềm, và độ bền axit nằm trong các khoảng cụ thể của chúng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu như đĩa từ hoặc đĩa quang, thủy tinh chế tạo nó, và đĩa từ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để làm thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu nền như đĩa từ hoặc đĩa quang, ví dụ, thủy tinh silic oxit nhôm chứa lithi có mô đun Young cao hoặc thủy tinh thu được bằng cách thực hiện việc xử lý gia cường hóa học nó (ví dụ, xem PTL 1), hoặc thủy tinh kết tinh trong đó thủy tinh có thành phần cụ thể được xử lý nhiệt để kết tủa lớp tinh thể (ví dụ, xem PTL 2) được sử dụng.

Trong những năm gần đây, phù hợp với sự gia tăng về dung lượng lưu trữ ổ đĩa cứng, việc gia tăng mật độ ghi đã tiến triển nhanh. Tuy nhiên, cùng với việc gia tăng mật độ ghi, việc thu nhỏ hạt từ làm giảm độ ổn định nhiệt, và sự nhiễu xuyên âm hoặc tỉ số SN của tín hiệu tái tạo giảm trở thành một vấn đề. Do đó, là công nghệ kết hợp của ánh sáng và từ tính, công nghệ ghi từ có sự trợ giúp nhiệt thu hút sự chú ý.

Công nghệ ghi từ có sự trợ giúp nhiệt là công nghệ ghi bằng cách tác động từ trường bên ngoài ở trạng thái mà ở đó lớp ghi từ được chiếu ánh sáng laze hoặc ánh sáng trường gần để làm nóng cục bộ một phần và lực kháng từ của phần này được giảm, và đọc độ từ hóa ghi được bằng phần tử GMR hoặc phần tử tương tự. Theo công nghệ ghi từ có sự trợ giúp nhiệt, do việc ghi lên phương tiện có lực kháng từ cao có thể được thực hiện, nên có thể thu nhỏ hạt từ trong khi vẫn giữ được độ ổn định nhiệt.

Tài liệu sáng chế

[PTL 1] JP-A-2001-180969

[PTL 2] JP-A-2000-119042

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Để tạo ra màng nhiều lớp của phương tiện có lực kháng từ cao trên nền mang bằng cách sử dụng công nghệ ghi từ có sự trợ giúp nhiệt, cần phải làm nóng đủ nền mang và thủy tinh dùng làm nền mang cần phải có độ bền nhiệt cao. Ngoài ra, yêu cầu về độ phẳng trở nên khắt khe hơn theo sự gia tăng về mật độ ghi, và cần phải tăng

cường độ bền kiềm và độ bền axit, đó là độ bền hóa chất được dùng trong quá trình đánh bóng hoặc rửa nền thủy tinh mang.

Tuy nhiên, trong thủy tinh thông thường để làm nền mang, độ bền nhiệt và việc cải thiện độ bền hoá học, cụ thể là, độ bền kiềm, khó có thể tương hợp với việc xử lý gia cường hóa học để duy trì độ bền. Hơn thế nữa, trong thủy tinh như vậy, nhiệt độ hóa lỏng là cao, và khó có thể tạo ra nền mang. Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất thủy tinh dùng làm nền mang, mà có độ bền nhiệt cao và độ bền hoá học cao, cụ thể là, độ bền kiềm, và có khả năng được gia cường hóa học.

Cách thức để giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng có thể cải thiện độ bền hoá học, cụ thể là, độ bền kiềm và thực hiện việc gia cường hoá học trong khi cải thiện độ bền nhiệt so với thủy tinh thông thường để làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu, bằng cách kiểm soát thành phần thủy tinh SiO_2 , oxit kim loại kiềm, Al_2O_3 , và các thành phần tương tự trong khoảng tối ưu, và đã tạo ra sáng chế.

Để đạt được mục đích nêu trên, theo phương án thứ nhất, sáng chế đề xuất thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu, thỏa mãn Công thức (1) sau, có nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g lớn hơn 680°C , có độ bền kiềm nhỏ hơn 2 mg/cm^2 , có độ bền axit nhỏ hơn $0,1 \text{ mg/cm}^2$, và thỏa mãn điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện từ (i) đến (iii) sau:

$$90 < [\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}] \dots \text{ Công thức (1);}$$

trong công thức (1), RO là tổng lượng của MgO, CaO, SrO, và BaO;

(i) chứa các oxit sau tính theo %mol: SiO_2 với lượng ít nhất là 60%, Al_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ 8,5% đến 13%, MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 13%, CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%, SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, Na_2O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, và K_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, có tổng lượng (R_2O) trong Li_2O , Na_2O , và K_2O nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, hầu như không chứa B_2O_3 và ZrO_2 , có tỷ lệ mol ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5, và có tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9;

(ii) chứa các oxit sau tính theo %mol: SiO_2 với lượng ít nhất là 60%, Al_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ 6,5% đến 13%, MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 13%, CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%, SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, Li_2O với lượng nằm trong

khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, Na_2O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, và K_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, có tổng lượng (R_2O) trong Li_2O , Na_2O , và K_2O nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, hầu như không chứa B_2O_3 , có tỷ lệ mol ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5, và có tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9; và

(iii) chứa các oxit sau tính theo %mol: SiO_2 với lượng ít nhất là 60%, Al_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ 6,5% đến 13%, MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 13%, CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%, SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, Na_2O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, K_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, và TiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10%, có tổng lượng (R_2O) trong Li_2O , Na_2O , và K_2O nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, hầu như không chứa B_2O_3 và ZrO_2 , có tỷ lệ mol ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5, và có tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9.

Theo phương án thứ hai, sáng chế đề xuất thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu, chứa Al_2O_3 với lượng ít nhất là 4%mol, có tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO và tổng lượng (RO) của MgO , CaO , SrO , và BaO là 0,7 hoặc nhỏ hơn, có nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g lớn hơn 680°C , có độ bền kiềm nhỏ hơn $2 \text{ mg}/\text{cm}^2$, và có độ bền axit nhỏ hơn $0,1 \text{ mg}/\text{cm}^2$.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu được tạo ra từ thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu. Ngoài ra, sáng chế đề xuất đĩa từ trong đó lớp ghi từ được tạo ra trên nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu này.

Ưu điểm của sáng chế

Thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo sáng chế có độ ổn định nhiệt mỹ mãn và thích hợp để ghi từ có sự trợ giúp nhiệt vì nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của chúng có thể lớn hơn 680°C , và nó có thể còn cho phép làm gia tăng mật độ ghi của phương tiện lưu trữ dữ liệu. Ngoài ra, thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo sáng chế có độ bền hoá học, cụ thể là, độ bền kiềm mỹ mãn. Do sự làm nhám bề mặt khó xảy ra thậm chí cả trong trường hợp cho tiếp xúc với hóa chất có độ pH cao trong quá trình đánh bóng hoặc quy trình rửa thủy tinh, nên có thể cải thiện độ phẳng và mật độ ghi của đĩa từ.

Ngoài ra, thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo phương án thứ nhất chứa 3 đến 12% R_2O , do đó thủy tinh này là thích hợp để xử lý gia cường hóa học. Ngoài ra, thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo phương án thứ hai chứa Al_2O_3 với lượng ít nhất là 4% và tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO với RO là 0,7 hoặc nhỏ hơn. Do đó, các pha khó tách, độ nhám bề mặt sau khi đánh bóng ngăn không bị hư hại, và để làm tăng mật độ lưu trữ của phương tiện lưu trữ dữ liệu do nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g cao.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo sáng chế (dưới đây, đơn giản được gọi là thủy tinh theo sáng chế, trong một số trường hợp) được dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu như đĩa từ hoặc đĩa quang. Trừ khi có quy định cụ thể là, thành phần được tính theo %mol.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, "đến" cho biết khoảng bằng số được sử dụng để chỉ các trị số được mô tả trước và sau từ "đến" được bao gồm là các trị số giới hạn dưới và trị số giới hạn trên, và trừ khi có quy định cụ thể là, trong bản mô tả này từ "đến" được sử dụng với nghĩa này.

Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g của thủy tinh theo sáng chế lớn hơn $680^\circ C$, tốt hơn là lớn hơn $685^\circ C$, tốt hơn là lớn hơn $690^\circ C$, đặc biệt tốt hơn là lớn hơn $700^\circ C$, còn tốt hơn là lớn hơn $705^\circ C$, và tốt nhất là lớn hơn $710^\circ C$. Lý do nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh cần phải lớn hơn $680^\circ C$ là vì nhiệt độ đó để làm tăng mật độ lưu trữ của phương tiện lưu trữ dữ liệu. Điều này có nghĩa là, để làm tăng mật độ lưu trữ, thì hiệu quả là làm tăng lực kháng từ của lớp từ, tức là lớp ghi từ. Do đó, cần phải thực hiện việc xử lý nhiệt, mà được thực hiện khi tạo ra lớp từ, ở nhiệt độ lớn hơn. Trong trường hợp nếu nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của thủy tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu là $680^\circ C$ hoặc nhỏ hơn, thì việc xử lý nhiệt có thể không được thực hiện ở nhiệt độ mong muốn.

Độ bền kiềm của thủy tinh theo sáng chế (mức độ giảm khối lượng trên một đơn vị diện tích sau khi thủy tinh được ngâm trong dung dịch nước $NaOH$ có nồng độ $0,1mol/l$ ở nhiệt độ $90^\circ C$ trong thời gian 20 giờ) nhỏ hơn 2 mg/cm^2 , tốt hơn là nhỏ hơn $1,75\text{ mg/cm}^2$, tốt hơn nữa là nhỏ hơn $1,5\text{ mg/cm}^2$, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1 mg/cm^2 , đặc biệt tốt là nhỏ hơn $0,85\text{ mg/cm}^2$, còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn $0,7\text{ mg/cm}^2$, và tốt nhất là nhỏ hơn $0,3\text{ mg/cm}^2$. Lý do mà độ bền kiềm nêu trên được ưu tiên là ở chỗ, trong trường hợp cho tiếp xúc với hóa chất có độ pH cao trong quá trình đánh bóng hoặc quá trình rửa thủy tinh, sự làm nhám bề mặt khó xảy ra.

Độ bền axit của thủy tinh theo sáng chế (mức độ giảm khối lượng trên một đơn vị diện tích sau khi thủy tinh được ngâm trong dung dịch nước HCl có nồng độ 0,1 mol/l ở nhiệt độ 90°C trong thời gian 20 giờ) nhỏ hơn 0,1 mg/cm², tốt hơn là nhỏ hơn 0,075 mg/cm², tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,05 mg/cm², tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,025 mg/cm², đặc biệt tốt là nhỏ hơn 0,02 mg/cm², còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,01 mg/cm², và tốt nhất là nhỏ hơn 0,004 mg/cm². Lý do mà độ bền axit nêu trên được ưu tiên là ở chỗ, trong trường hợp cho tiếp xúc với hóa chất có độ pH thấp trong quá trình đánh bóng hoặc quá trình rửa thủy tinh, thì sự làm nhám bề mặt khó xảy ra.

Tốt hơn là thủy tinh theo sáng chế có nhiệt độ hóa lỏng T_L nhỏ hơn 1300°C, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1285°C, đặc biệt tốt là nhỏ hơn 1270°C, và tốt nhất là nhỏ hơn 1260°C. Lý do mà nhiệt độ hóa lỏng T_L nêu trên được ưu tiên là vì dễ thực hiện việc tạo hình bằng cách sử dụng phương pháp tuyền nổi.

Tốt hơn là, thủy tinh theo sáng chế có mật độ nhỏ hơn 2,55 g/cm³, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 2,53 g/cm³, đặc biệt tốt là nhỏ hơn 2,51 g/cm³, và tốt nhất là nhỏ hơn 2,5 g/cm³. Lý do mà mật độ nêu trên được ưu tiên là để thực hiện việc giảm khối lượng của phương tiện ghi dữ liệu. Ngoài ra, lý do còn là ở chỗ, trong trường hợp nếu việc làm giảm độ dày của nền được thực hiện để làm tăng khả năng ghi của phương tiện ghi và làm giảm khoảng không giữa phương tiện ghi và đầu đọc, thì độ võng hoặc độ cong vênh của nền khi làm giảm độ dày nền được ngăn mà không bị tăng. Ngoài ra, lý do còn là ở chỗ khi phương tiện ghi bị va chạm, thì nền khó bị cong vênh, ứng suất được ngăn không cho xuất hiện, và nền khó bị nứt.

Tốt hơn là, thủy tinh theo sáng chế có mô đun riêng (mô đun Young/mật độ) là 31 MNm/kg hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 31,2 MNm/kg hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 31,4 MNm/kg hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 31,6 MNm/kg hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 32 MNm/kg hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 32,4 MNm/kg hoặc lớn hơn. Lý do mà mô đun riêng nêu trên được ưu tiên là ở chỗ độ cong vênh hoặc độ võng mà xảy ra trong khi quay ổ đĩa cứng có thể được giảm và có thể đáp ứng việc gia tăng mật độ của phương tiện ghi từ.

Tốt hơn là, thủy tinh theo sáng chế có nhiệt độ T_2 mà ở đó độ nhớt η đạt 10² poa (dPa.s) nhỏ hơn 1770°C, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1750°C, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1730°C, đặc biệt tốt là nhỏ hơn 1720°C, và tốt nhất là nhỏ hơn 1700°C. Lý do mà T_2 nêu trên được ưu tiên là ở chỗ trong trường hợp nếu việc sản xuất hàng loạt được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tuyền nổi, phương pháp nấu chảy, phương pháp kéo, phương pháp nén ép, hoặc các phương pháp tương tự, thì sự giảm năng suất do sự hóa mờ được ngăn ngừa.

Tốt hơn là, thủy tinh theo sáng chế có nhiệt độ T_4 mà ở đó độ nhớt η đạt 10^4 poa (dPa.s) nhỏ hơn 1310°C , tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1300°C , đặc biệt tốt là nhỏ hơn 1290°C , và tốt nhất là nhỏ hơn 1280°C . Lý do mà T_4 nêu trên được ưu tiên là ở chỗ trong trường hợp nếu việc sản xuất hàng loạt được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tuyền nổi, phương pháp nấu chảy, phương pháp kéo, phương pháp nén ép, hoặc phương pháp tương tự, thì sự giảm năng suất do sự hóa mờ được ngăn ngừa.

Tốt hơn là, thủy tinh theo sáng chế có mô đun Young là 75GPa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 76GPa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 77GPa hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 78GPa hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 79GPa hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 80GPa hoặc lớn hơn. Lý do mà mô đun Young nêu trên được ưu tiên là ở chỗ trong trường hợp nếu việc làm giảm độ dày của nền được thực hiện để làm tăng khả năng ghi của phương tiện ghi và làm giảm khoảng không giữa phương tiện ghi và đầu đọc, thì độ võng hoặc độ cong vênh của nền khi việc làm giảm độ dày nền được ngăn không bị tăng. Ngoài ra, lý do còn là ở chỗ khi phương tiện ghi bị va chạm, thì nền khó bị cong, ứng suất được ngăn không cho xuất hiện, và nền khó bị nứt.

Thủy tinh theo sáng chế có hệ số giãn nở tuyến tính trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50°C đến 350°C (dưới đây, trong một số trường hợp, được gọi là hệ số giãn nở nhiệt) tốt hơn là $10 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là $20 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là $30 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là $40 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn, và tốt nhất là $50 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn. Lý do mà hệ số giãn nở nhiệt nêu trên được ưu tiên là ở chỗ hệ số giãn nở nhiệt gần với hệ số giãn nở nhiệt của kim loại bọc được gắn vào nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu (thông thường, $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn), ít nhất hệ số giãn nở nhiệt bằng hoặc lớn hơn hệ số giãn nở nhiệt của thủy tinh silic oxit đá vôi soda thường được sử dụng là cần thiết. Đồng thời, để ngăn ngừa sự nứt do nhiệt gây ra do nhiệt độ không đều của nền từ xảy ra trong khi làm nóng ở nhiệt độ cao, tốt hơn nếu hệ số giãn nở nhiệt là $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $80 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là $60 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là $58 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là $55 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc nhỏ hơn.

Trừ khi có quy định cụ thể là, thành phần (hàm lượng mỗi thành phần) của thủy tinh dùng làm nền theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây, trên cơ sở oxit, tính theo %mol.

(Phương án thứ nhất)

Thành phần của thủy tinh theo phương án thứ nhất sẽ được mô tả dưới đây. SiO_2 là thành phần chính tạo ra mạng thủy tinh. Hàm lượng SiO_2 là 60% hoặc lớn

hơn, tốt hơn là 62% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 64% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 64,5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 65% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 65,5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 66% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 66,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tốt hơn là hàm lượng SiO_2 là 80% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 75% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 73% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 71% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 70% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 69,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 69% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng SiO_2 được bố trí ở mức 60% hoặc lớn hơn, nhờ đó nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh dễ dàng được đảm bảo trong trường hợp nếu lượng lớn Al_2O_3 có mặt hoặc ZrO_2 có mặt. Ngoài ra, hàm lượng SiO_2 được bố trí ở mức 60% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn thủy tinh không bị mất ổn định và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh và độ bền hoá học không bị giảm. Ngoài ra, hàm lượng SiO_2 được bố trí ở mức 80% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn hệ số giãn nở nhiệt không bị quá nhỏ và nhiệt độ nóng chảy để tạo ra thủy tinh từ quá cao. Trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, tốt hơn là hàm lượng này là 68% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 69% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 70% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 71% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn tăng mô đun Young, tốt hơn là hàm lượng SiO_2 bằng 70% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 68% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 67% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 66% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 65% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 64,5% hoặc nhỏ hơn.

Al_2O_3 có tác dụng làm tăng độ bền hoá học và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh của thủy tinh, và là thành phần chính. Ngoài ra, Al_2O_3 có tác dụng làm tăng nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh. Hàm lượng Al_2O_3 là hơn 6,5%, tốt hơn là 7% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là hơn 8,5%, tốt hơn nữa là 9% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 9,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, hàm lượng này nhỏ hơn 13%, tốt hơn là 12,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 12% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng Al_2O_3 được bố trí ở mức hơn 6,5%, nhờ đó có thể thu được tác dụng nêu trên. Ngoài ra, hàm lượng Al_2O_3 được bố trí ở mức nhỏ hơn 13%, nhờ đó có thể ngăn không cho độ nhót của thủy tinh nấu chảy bị quá cao, và việc tạo hình, cụ thể là, tạo hình bằng phương pháp tuyền nổi không bị trở nên khó khăn. Ngoài ra, có thể ngăn nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

Tốt hơn là, tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 là 68% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 72% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 74% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 75% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 76% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tốt hơn là tổng lượng này là 81% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 80% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 79% hoặc nhỏ hơn.

Tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 được bố trí ở mức 68% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g bị giảm và để cải thiện độ bền hoá học. Ngoài ra, tổng lượng được bố trí ở mức 81% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ nhớt của thủy tinh ở nhiệt độ cao bị giảm.

MgO không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy và làm tăng mô đun Young. Hàm lượng MgO là 13% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 12,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 12% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 11,5% hoặc nhỏ hơn. Cụ thể là, trong trường hợp nếu muốn cải thiện độ bền axit và độ bền kiềm, tốt hơn là hàm lượng MgO là 5% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng MgO được bố trí ở mức 13% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm, thủy tinh không bị mất ổn định, và nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu MgO có mặt, tốt hơn là giới hạn dưới của nó là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 3% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 3,5% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, tốt hơn là hàm lượng này là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 6% hoặc lớn hơn.

CaO có tác dụng làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy, làm tăng mô đun Young, hoặc làm cho thủy tinh dễ nóng chảy. Hàm lượng CaO là 12% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 11,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 11% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 10,5% hoặc nhỏ hơn. Ngoài ra, hàm lượng này là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 7% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 7,5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 8% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 8,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 9% hoặc lớn hơn.

Hàm lượng CaO được bố trí ở mức 12% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học của thủy tinh bị giảm, thủy tinh không bị mất ổn định, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao. Trong trường hợp nếu hàm lượng CaO được bố trí ở mức nhỏ hơn 1%, thì hệ số giãn nở nhiệt thường bị giảm. Nếu có các vấn đề phát sinh, ví dụ, để tránh xu hướng này, thì oxit kim loại kiềm được tăng lên, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh giảm; nếu SrO và BaO tăng, thì mật độ tăng; nếu MgO tăng, thì nhiệt độ hóa lỏng tăng; và tương tự. Trong trường hợp nếu muốn tạo cho bề mặt có ứng suất nén cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, tốt hơn là hàm lượng này là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn

nữa là 6% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn.

SrO không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Hàm lượng SrO bằng 2% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 1,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng SrO được bố trí ở mức 2% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm, thủy tinh không bị mất ổn định, nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao, hoặc mật độ của thủy tinh không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu SrO có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,01% hoặc lớn hơn.

BaO không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh, làm tăng hệ số giãn nở nhiệt, và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Hàm lượng BaO là 2% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 1,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng BaO được bố trí ở mức 2% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn ngừa độ bền phong hóa của thủy tinh không bị giảm, nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao, hoặc mật độ của thủy tinh không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu BaO có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,5% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn cải thiện thêm độ bền phong hóa, tốt hơn nếu BaO hầu như không có mặt. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “hầu như không có mặt” được dùng để chỉ sự có mặt không chủ ý trong nguyên liệu thô, và không loại trừ sự bao gồm cả các tạp chất không thể tránh được. Đặc biệt, thuật ngữ này có nghĩa là hàm lượng nhỏ hơn 0,01%.

Tổng lượng (RO) của MgO, CaO, SrO, và BaO là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 10% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 11% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là 11,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 12% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tổng lượng (RO) là 20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 18% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 17% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 16% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 15% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 14% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 13% hoặc nhỏ hơn.

RO được bố trí ở mức 1% hoặc lớn hơn, nhờ đó độ nhớt của thủy tinh nấu chảy có thể được giảm để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy và mô đun Young có thể được tăng lên. Ngoài ra, RO được bố trí ở mức 20% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn

không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa, độ bền axit, hoặc độ bền kiềm của thủy tinh bị giảm, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

Li_2O không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu Li_2O có mặt, có thể làm tăng độ bền của nền thông qua việc xử lý gia cường hóa học để truyền ứng suất nén cho bề mặt thủy tinh bằng cách trao đổi ion. Hàm lượng Li_2O nhỏ hơn 4%, tốt hơn là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, do tùy thuộc vào thành phần thủy tinh, có thể gây ra sự tách pha và có thể xảy ra sự làm nhám bề mặt trong quá trình đánh bóng, hàm lượng này đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là Li_2O không có mặt.

Hàm lượng Li_2O được bố trí ở mức nhỏ hơn 4%, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc độ bền phong hóa không bị giảm. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu Li_2O có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,01% hoặc lớn hơn.

Na_2O là thành phần quan trọng và có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu Na_2O có mặt, có thể làm tăng độ bền của nền thông qua việc xử lý gia cường hóa học để truyền ứng suất nén cho bề mặt thủy tinh bằng cách trao đổi ion. Hàm lượng Na_2O là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 3,5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4,5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 5,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, hàm lượng này là 12% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 9% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 8% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 7,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 7% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng Na_2O được bố trí ở mức 3% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho hệ số giãn nở nhiệt bị giảm. Ngoài ra, hàm lượng Na_2O được bố trí ở mức 12% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc độ bền phong hóa, độ bền axit, hoặc độ bền kiềm của thủy tinh bị giảm.

K_2O không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu K_2O có mặt, có thể làm tăng tốc độ trao đổi ion trong xử lý gia cường hóa học. Hàm lượng K_2O nhỏ hơn 4%, tốt hơn là 3,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, vẫn tốt hơn nữa là 2%

hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1,5% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp nếu muốn cải thiện thêm độ bền hoá học, tốt hơn nếu K_2O có mặt với lượng 0,5% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là hầu như không có mặt.

Hàm lượng K_2O được bố trí ở mức 4% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa của thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu K_2O có mặt, thì tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,01% hoặc lớn hơn.

Tổng lượng (R_2O) của Li_2O , Na_2O , và K_2O là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4,5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 5,5% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là 6% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tổng lượng (R_2O) là 12% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 9% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn, vẫn tốt hơn nữa là 7,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 7% hoặc nhỏ hơn.

R_2O được bố trí ở mức 3% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho hiệu quả gia cường hoá học thông qua việc xử lý trao đổi ion bị giảm. Ngoài ra, R_2O được bố trí ở mức 12% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa, độ bền axit, hoặc độ bền kiềm của thủy tinh bị giảm, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

Để cải thiện năng suất, thủy tinh theo phương án thứ nhất hầu như không chứa B_2O_3 (hàm lượng này gần như bằng không). Trong trường hợp nếu B_2O_3 có mặt, lượng các thành phần dễ bay hơi tăng trong quá trình nóng chảy trong quy trình sản xuất và thủy tinh có thể trở nên không đồng nhất do sự đưa vào chất lạ.

Ngoài ra, để làm giảm mô đun riêng, tốt hơn nếu thủy tinh theo phương án thứ nhất hầu như không chứa ZrO_2 (hàm lượng này gần như bằng không). ZrO_2 có tác dụng cải thiện độ bền hoá học của thủy tinh và cải thiện độ ổn định nhiệt. Tốt hơn là, ZrO_2 có mặt với lượng 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 1,5% hoặc nhỏ hơn. ZrO_2 được bố trí ở mức 5% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho trọng lượng riêng bị tăng và mô đun riêng bị giảm. Trong trường hợp nếu ZrO_2 có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,5% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 1% hoặc lớn hơn.

Tỷ lệ mol (SiO_2/Al_2O_3) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5, tốt hơn là 5,1 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 5,2 hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 5,3 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung tỷ lệ này

là 10 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 9 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 8 hoặc nhỏ hơn. $(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ cần phải lớn hơn 5 để có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm hoặc nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, $(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ được bố trí ở mức 10 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể cho phép nguyên liệu thô thủy tinh dễ nóng chảy trong khi đảm bảo nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh.

Tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng $(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$ của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9, tốt hơn là 9,2 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 9,4 hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 9,6 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung tỷ lệ này là 17 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 15 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 14 hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 13 hoặc nhỏ hơn. $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ cần phải lớn hơn 9 để có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm hoặc nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ được bố trí ở mức 17 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể đảm bảo độ tan của thủy tinh.

Thủy tinh theo phương án thứ nhất thỏa mãn công thức (1) sau. Phía bên phải của công thức (1) lớn hơn 90, tốt hơn là 91 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 92 hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 93 hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 94 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung giới hạn trên của nó là 110 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 100 hoặc nhỏ hơn. Phía bên phải có công thức (1) được bố trí ở mức hơn 90, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, phía bên phải có công thức (1) được bố trí ở mức 110 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn thủy tinh không bị khó nóng chảy.

$$90 < [\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}] \dots \text{Công thức (1)}$$

Trong công thức (1), RO là tổng lượng của MgO, CaO, SrO, và BaO.

Tốt hơn là, thủy tinh theo phương án thứ nhất thỏa mãn công thức (2) dưới đây. Tốt hơn là, phía bên trái của công thức (2) nhỏ hơn 30, tốt hơn nữa là 29 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 28 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 27 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 28 hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 25 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung giới hạn dưới của nó là -40 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là -20 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là -10 hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 0 hoặc lớn hơn. Phía bên trái của công thức (2) được bố trí ở mức nhỏ hơn 30, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm. Ngoài ra, phía bên trái của công thức (2) được bố trí ở mức -40 hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền phong hóa bị giảm hoặc độ tan của thủy tinh bị giảm.

$$3 \times [\text{MgO}] + 6 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] - 0,4 \times [\text{CaO}] + 0,4 \times [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{SiO}_2] < 30 \dots \text{Công thức (2)}$$

Thuỷ tinh theo phương án thứ nhất hầu như hoặc chủ yếu được tạo ra từ các thành phần nêu trên, và ngoài các thành phần này, các thành phần được lấy làm ví dụ trong phần dưới đây có thể có mặt với lượng không làm ảnh hưởng đến mục đích của sáng chế. Tổng lượng của các thành phần không phải là các thành phần nêu trên tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 2% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Chất tinh luyện như SO_3 , Cl, F, SnO_2 , As_2O_3 , hoặc Sb_2O_3 , hoặc chất tạo màu như Fe_2O_3 , NiO, Se, CeO_2 , Cr_2O_3 , hoặc CoO có thể có mặt với tổng lượng tối đa 5%.

Trong trường hợp nếu hàm lượng của chất tinh luyện là quá lớn, điều này có thể tác động tính chất vật lý của thuỷ tinh, ví dụ, làm giảm T_g . Do đó, tổng lượng của chất tinh luyện tốt hơn là 1% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,7% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,4% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 0,3% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,2% hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp nếu lượng chất tạo màu là quá lớn, thì khó có thể truyền nhiệt vào bên trong của thuỷ tinh nóng chảy ở thời điểm nóng chảy. Tổng lượng của thành phần chất tạo màu tốt hơn là 0,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,2% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,1% hoặc nhỏ hơn. Đồng thời, để dễ truyền nhiệt vào bên trong của thuỷ tinh nóng chảy ở thời điểm nóng chảy, lượng cần được bổ sung tốt hơn là 0,005% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,03% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 0,05% hoặc lớn hơn.

TiO_2 có tác dụng cải thiện độ bền hoá học của thuỷ tinh, làm tăng độ ổn định nhiệt, và làm tăng mô đun riêng. Hàm lượng TiO_2 tốt hơn là 0,1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 1% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 2% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, hàm lượng này là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn. TiO_2 được bố trí ở mức 10% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ hóa mờ bị tăng hoặc độ ổn định của thuỷ tinh bị giảm, ví dụ, để gây ra sự tách pha.

Tuỳ thuộc vào thành phần của thuỷ tinh, TiO_2 có thể gây ra sự tách pha và làm mất đi độ nhám bề mặt sau khi đánh bóng. Do đó, hàm lượng TiO_2 đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn và còn tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là hầu như TiO_2 không có mặt.

Để làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thuỷ tinh nấu chảy để cho phép thuỷ tinh dễ nóng chảy, ZnO có thể có mặt với tổng lượng tối đa 10%. Hàm lượng ZnO tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn và đặc biệt tốt là 3% hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp nếu quy trình sản xuất được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tuyển nổi, thì ZnO có thể gây ra vấn đề như làm nhuộm màu bề mặt do phản ứng khử trong bể tuyển nổi. Do đó, tốt hơn là ZnO hầu như không có mặt.

P_2O_5 , V_2O_5 , WO_3 , MnO_2 , Nb_2O_3 , MoO_3 , hoặc các oxit tương tự để cải thiện độ tan hoặc độ ổn định của thủy tinh, và các oxit kim loại đất hiếm như La_2O_3 hoặc Y_2O_3 để làm tăng mô đun Young có thể có mặt với tổng lượng tối đa 15%. Tổng lượng của chúng tốt hơn là 5% hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, do tùy thuộc vào thành phần, sự hóa mờ có thể dễ xảy ra, tổng lượng của chúng tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 0,5% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,2% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là hầu như các thành phần này không có mặt.

(Phương án thứ hai)

Tiếp theo, thành phần của thủy tinh theo phương án thứ hai sẽ được mô tả dưới đây. Trong thủy tinh theo phương án thứ hai, tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO và tổng lượng (RO) giữa các oxit kim loại kiềm thổ (MgO, CaO, SrO, và BaO) là 0,7 hoặc nhỏ hơn.

Trong thủy tinh để dùng làm phương tiện ghi từ nền đã được bộc lộ trong giải pháp kỹ thuật đã biết WO2015/37609, MgO/RO được bố trí ở mức 0,8 hoặc lớn hơn để làm tăng mô đun Young. Tuy nhiên, trong trường hợp nếu hàm lượng MgO là lớn so với tổng lượng của các oxit kim loại kiềm thổ, thì sự tách pha trong thủy tinh dễ xảy ra. Do đó, vấn đề là ở chỗ độ nhám bề mặt của thủy tinh có thể không giảm được đủ trong khi đánh bóng.

Do đó, theo phương án thứ hai, MgO/RO được bố trí ở mức 0,7 hoặc nhỏ hơn và Al_2O_3 được bố trí ở mức 4% hoặc lớn hơn, nhờ đó MgO/RO thấp có thể tương hợp với Tg cao. MgO/RO tốt hơn là 0,6 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,5 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,4 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 0,3 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 0,25 hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,2 hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp nếu MgO/RO lớn hơn 0,7, thì sự tách pha trong thủy tinh dễ xảy ra, và độ nhám bề mặt sau khi đánh bóng có thể bị mất. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng, để làm tăng mô đun Young, giới hạn dưới của nó tốt hơn là 0,05 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,1 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,15 hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 0,2 hoặc lớn hơn.

Al_2O_3 là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 6% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 6,5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 7% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 7,5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 8% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 8,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, Al_2O_3 nhỏ hơn 15%, tốt hơn là 14% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 13% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa

là 12% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 11,5% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 11% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 10% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng Al_2O_3 được bố trí ở mức 4% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể thu được tác dụng nêu trên. Ngoài ra, hàm lượng Al_2O_3 được bố trí ở mức nhỏ hơn 15%, nhờ đó có thể ngăn không cho độ nhớt của thủy tinh nấu chảy bị quá cao, và việc tạo hình, cụ thể là, việc tạo hình bằng phương pháp tuyền nổi không bị khó khăn, trong khi ngăn không cho độ bền axit bị giảm. Ngoài ra, có thể ngăn nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

Trong thủy tinh theo phương án thứ hai, để cải thiện năng suất, tốt hơn nếu hàm lượng B_2O_3 là 7% hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp nếu B_2O_3 có mặt với lượng lớn hơn 7%, thì lượng các thành phần dễ bay hơi tăng trong quá trình nóng chảy trong quy trình sản xuất và thủy tinh có thể trở nên không đồng nhất do sự đưa vào chất lạ. Hàm lượng B_2O_3 tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là B_2O_3 hầu như không có mặt (hàm lượng này gần như bằng không).

Theo phương án thứ hai, trong trường hợp nếu muốn ngăn ngừa sự làm nhám bề mặt khi đã đánh bóng đến phẳng, tốt hơn là hàm lượng MgO được bố trí ở mức nhỏ hơn 5%, tốt hơn nữa là 4,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng MgO được bố trí ở mức nhỏ hơn 5%, nhờ đó MgO/RO cũng dễ dàng được giới hạn ở mức nhỏ. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu MgO có mặt, giới hạn dưới của nó tốt hơn là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 3% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 3,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, hàm lượng này tốt hơn là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 4,5% hoặc lớn hơn.

Theo phương án thứ hai, trong trường hợp nếu hàm lượng MgO nhỏ hơn 5%, tốt hơn là thỏa mãn ít nhất một trong số các điều kiện từ (1) đến (3) sau.

(1) ZrO_2 có mặt.

ZrO_2 có mặt, nhờ đó có thể làm tăng tác dụng ngăn ngừa sự làm nhám bề mặt khi đã đánh bóng đến phẳng. Hàm lượng ZrO_2 tốt hơn là 0,2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,7% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là 1% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng để ngăn ngừa sự hóa mờ, giới hạn trên của nó tốt hơn là 4% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 2% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 1,5% hoặc nhỏ hơn.

(2) Na_2O có mặt với lượng bằng 7% hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp nếu MgO có mặt với lượng nhỏ hơn 5%, Na_2O được bố trí ở mức 7% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền axit bị giảm. Hàm lượng Na_2O tốt hơn là 7% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 6,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 6% hoặc nhỏ hơn.

(3) Na_2O có mặt với lượng bằng 9% hoặc nhỏ hơn, Al_2O_3 có mặt với lượng bằng 11% hoặc nhỏ hơn, và CaO có mặt với lượng bằng 9,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng Na_2O tốt hơn là 9% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 7% hoặc nhỏ hơn. Thậm chí cả trong trường hợp nếu hàm lượng Na_2O được bố trí ở mức 9% hoặc nhỏ hơn, thì Al_2O_3 được bố trí ở mức 11% hoặc nhỏ hơn và CaO được bố trí ở mức 9,5% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền axit bị giảm.

Trong (3) nêu trên, hàm lượng Al_2O_3 tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 10,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng Al_2O_3 được bố trí ở mức 11% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền axit bị giảm. Hàm lượng CaO là 9,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 8,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng CaO được bố trí ở mức 9,5% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn ngừa được sự hóa mờ. Ngoài ra, để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy, hàm lượng CaO tốt hơn là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 6% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 7% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 7,5% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, tốt hơn nữa nếu hàm lượng này là 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn.

Theo phương án thứ hai, trong trường hợp nếu muốn tăng mô đun Young, hàm lượng MgO tốt hơn là 5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 7% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 8% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn nữa là 8,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, hàm lượng MgO tốt hơn là 6% hoặc lớn hơn.

Theo phương án thứ hai, trong trường hợp nếu hàm lượng MgO là 5% hoặc lớn hơn, tốt hơn là thỏa mãn ít nhất một trong số các điều kiện (4) và (5) sau.

(4) ZrO_2 có mặt.

ZrO_2 có mặt, nhờ đó nó có thể còn làm tăng tác dụng ngăn ngừa sự làm nhám bề mặt khi đã đánh bóng đến phẳng. Hàm lượng ZrO_2 tốt hơn là 0,2% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,7% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt là

1% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng, vì ngăn ngừa được sự hóa mờ, nên giới hạn trên của nó tốt hơn là 4% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 2% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 1,5% hoặc nhỏ hơn.

(5) CaO có mặt với lượng 8,5% hoặc nhỏ hơn và 10% hoặc MgO có mặt với lượng nhỏ hơn.

Hàm lượng CaO tốt hơn là 8,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 7,5% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 7% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 6,5% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng CaO được bố trí ở mức 8,5% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn ngừa được sự hóa mờ. Hàm lượng MgO tốt hơn là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 9,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 9% hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng MgO được bố trí ở mức 10% hoặc nhỏ hơn và hàm lượng CaO được bố trí ở mức 8,5% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó mô đun Young cao có thể tương hợp với việc ngăn ngừa được sự hóa mờ trong quá trình sản xuất thủy tinh. Ngoài ra, để khển cho thủy tinh dễ nóng chảy, hàm lượng CaO tốt hơn là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 5,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, trong trường hợp nếu muốn tạo ra ứng suất nén bề mặt cao hoặc lớp được gia cường sâu thông qua việc gia cường hoá học, tốt hơn nữa nếu hàm lượng này là 8% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn.

Theo phương án thứ hai, Li_2O không phải là hành phần chính, nhưng có tác dụng làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu Li_2O có mặt, có thể làm tăng độ bền của nền thông qua việc xử lý gia cường hóa học để truyền ứng suất nén cho bề mặt thủy tinh bằng cách trao đổi ion. Ngoài ra, có thể kỳ vọng tác dụng làm tăng mô đun Young. Hàm lượng Li_2O nhỏ hơn 4%, tốt hơn là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 1,5% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, do tùy thuộc vào thành phần thủy tinh, có thể gây ra sự tách pha và có thể xảy ra sự làm nhám bề mặt trong quá trình đánh bóng, còn tốt hơn nữa nếu hàm lượng này là 0,5% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là Li_2O không có mặt.

Hàm lượng Li_2O được bố trí ở mức nhỏ hơn 4%, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc độ bền phong hóa không bị giảm. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu Li_2O có mặt, tốt hơn nữa nếu nó có mặt với lượng 0,2% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,5% hoặc lớn hơn.

Na_2O không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu Na_2O có mặt, có thể làm tăng độ bền của nền thông qua việc xử lý gia cường hóa học để truyền ứng suất nén cho bề mặt thủy tinh bằng cách trao đổi ion. Hàm lượng Na_2O tốt hơn là 0,1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 1% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 3% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 5% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là 5,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, hàm lượng này là 12% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 9% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 8% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 7,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 7% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng Na_2O được bố trí ở mức 12% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc độ bền phong hóa hoặc độ bền hoá học của thủy tinh bị giảm.

K_2O không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Trong trường hợp nếu K_2O có mặt, có thể làm tăng tốc độ trao đổi ion trong xử lý gia cường hóa học. Đồng thời, trong trường hợp nếu K_2O có mặt với lượng lớn hơn 4%, thì độ bền hoá học bị giảm. Hàm lượng K_2O nhỏ hơn 4%, tốt hơn là 3,5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,5% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 2% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 1% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng K_2O được bố trí ở mức 4% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa hoặc độ bền hoá học của thủy tinh bị giảm, mật độ của thủy tinh không bị quá cao, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao. Trong trường hợp nếu muốn cải thiện thêm độ bền hoá học, tốt nhất là K_2O hầu như không có mặt.

Tổng lượng (R_2O) của Li_2O , Na_2O , và K_2O là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 3% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 5% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 5,5% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là 6% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6,5% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tổng lượng (R_2O) là 12% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 10% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 9% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 8% hoặc nhỏ hơn, vẫn tốt hơn nữa là 7,5% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 7% hoặc nhỏ hơn.

R_2O được bố trí ở mức 1% hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho hiệu quả gia cường hoá học thông qua việc xử lý trao đổi ion bị giảm. Ngoài ra, R_2O được bố trí ở mức 12% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa

thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa hoặc độ bền hoá học của thủy tinh bị giảm, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

SrO không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng hệ số giãn nở nhiệt và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Do đó, trong trường hợp nếu SrO có mặt, hàm lượng này tốt hơn là 7% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng SrO được bố trí ở mức 7% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm, thủy tinh không bị mất ổn định, nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao, hoặc mật độ của thủy tinh không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu SrO có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 0,1% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn cải thiện thêm độ bền phong hóa, tốt hơn nếu SrO hầu như không có mặt.

BaO không phải là thành phần chính, nhưng có tác dụng làm tăng nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh, làm tăng hệ số giãn nở nhiệt, và làm giảm độ nhớt của thủy tinh nấu chảy để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy. Do đó, trong trường hợp BaO có mặt, tốt hơn là nó có mặt với lượng 5% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 4% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 1% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn nữa là 0,5% hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng BaO được bố trí ở mức 2% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền phong hóa của thủy tinh bị giảm, nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao, hoặc mật độ của thủy tinh không bị quá cao. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng trong trường hợp nếu BaO có mặt, nó có mặt với lượng 0,01% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp nếu muốn cải thiện thêm độ bền phong hóa, tốt hơn nếu BaO hầu như không có mặt.

Tổng lượng (RO) của MgO, CaO, SrO, và BaO là 1% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 4% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 6% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 8% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 10% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 11% hoặc lớn hơn, vẫn tốt hơn nữa là 11,5% hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 12% hoặc lớn hơn. Ngoài ra, tổng lượng (RO) là 20% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 18% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 17% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 16% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 15% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 14% hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 13% hoặc nhỏ hơn.

RO được bố trí ở mức 1% hoặc lớn hơn, nhờ đó độ nhớt của thủy tinh nấu chảy có thể được giảm để cho phép thủy tinh dễ nóng chảy và mô đun Young có thể được tăng lên. Ngoài ra, RO được bố trí ở mức 20% hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn

không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm, độ bền phong hóa, độ bền axit, hoặc độ bền kiềm của thủy tinh bị giảm, hoặc nhiệt độ hóa lỏng không bị quá cao.

Tỷ lệ mol ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 tốt hơn là 4 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 4,5 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 5 hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 5,5 hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 6 hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 6,5 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung giới hạn trên của nó là 18 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 14 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 12 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 10 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 9,5 hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 9 hoặc nhỏ hơn. ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) được bố trí ở mức 4 hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm hoặc nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) được bố trí ở mức 18 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể dễ dàng đảm bảo được độ bền phong hóa trong khi đảm bảo nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh.

Tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O tốt hơn là 6 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 7 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 8 hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 9 hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 10 hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 11 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng nói chung giới hạn trên của nó là 17 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 15 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 14 hoặc nhỏ hơn, và đặc biệt tốt là 13 hoặc nhỏ hơn. $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ được bố trí ở mức 6 hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm hoặc nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ được bố trí ở mức 17 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể đảm bảo độ tan của thủy tinh.

Tốt hơn là thủy tinh theo phương án thứ hai thỏa mãn công thức (3) dưới đây. Phía bên phải có công thức (3) tốt hơn là hơn 85, tốt hơn nữa là 90 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 92 hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 93 hoặc lớn hơn, còn tốt hơn nữa là 94 hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 95 hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng giới hạn trên của nó là 110 hoặc nhỏ hơn nói chung, tốt hơn nữa là 100 hoặc nhỏ hơn. Phía bên phải có công thức (3) được bố trí ở mức hơn 85, nhờ đó có thể ngăn không cho nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh bị giảm. Ngoài ra, phía bên phải có công thức (3) được bố trí ở mức 110 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó có thể ngăn thủy tinh không bị khó nóng chảy.

$$85 < [\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}] \dots \text{ Công thức (3)}$$

Trong công thức (3), RO là tổng lượng của MgO, CaO, SrO, và BaO.

Tốt hơn là thủy tinh theo phương án thứ hai thỏa mãn công thức (4) dưới đây. Phía bên trái của công thức (4) tốt hơn là nhỏ hơn 40, tốt hơn nữa là 35 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 30 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt là 20 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 10

hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 5 hoặc nhỏ hơn. Giới hạn dưới của nó không bị giới hạn một cách cụ thể là, nhưng giới hạn dưới của nó là -40 hoặc lớn hơn nói chung, tốt hơn nữa là -20 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là -10 hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt là 0 hoặc lớn hơn. Phía bên trái của công thức (4) được bố trí ở mức nhỏ hơn 40, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền hoá học bị giảm. Ngoài ra, phía bên trái của công thức (4) được bố trí ở mức -40 hoặc lớn hơn, nhờ đó có thể ngăn không cho độ bền phong hóa bị giảm hoặc độ tan của thủy tinh bị giảm.

$$3 \times [\text{MgO}] + 6 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] - 0,4 \times [\text{CaO}] + 0,4 \times [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{SiO}_2] < 40 \dots \text{ Công thức (4)}$$

Thành phần của thủy tinh theo phương án thứ hai không phải là thành phần nêu trên là giống như thành phần của thủy tinh theo phương án thứ nhất.

Nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu theo sáng chế được dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu như đĩa từ hoặc đĩa quang.

Nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu sáng chế thường là tấm thủy tinh hình tròn có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 mm và đường kính nằm trong khoảng từ 48 đến 93 mm. Trong nền thủy tinh dùng cho đĩa từ hoặc các sản phẩm tương tự, lỗ có đường kính nằm trong khoảng từ 15 đến 25 mm được tạo ra ở tâm của nó.

Trong đĩa từ theo sáng chế, ít nhất lớp ghi từ là lớp từ được tạo ra trên bề mặt chính của nền thủy tinh dùng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu sáng chế, và trong một số trường hợp, ngoài lớp này, lớp nền, lớp bảo vệ, lớp bôi trơn, lớp kiểm soát độ nhám, hoặc lớp tương tự có thể được tạo ra, nếu cần.

Phương pháp sản xuất thủy tinh và nền thủy tinh theo sáng chế không bị giới hạn một cách cụ thể là, và các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng. Ví dụ, các nguyên liệu thô của các thành phần tương ứng thường sử dụng được trộn để có thành phần đích, và được làm nóng và được làm nóng chảy trong lò thủy tinh. Thủy tinh được làm đồng nhất bằng cách sục khí, khuấy, bổ sung chất tinh luyện, và các cách tương tự, tiếp đó là tạo ra tấm thủy tinh có độ dày định trước bằng cách sử dụng phương pháp đã biết như phương pháp tuyền nổi, phương pháp nén ép, và phương pháp kéo. Sau khi ủ, việc gia công như nghiền hoặc đánh bóng được thực hiện nếu cần, để từ đó thu được nền thủy tinh có kích thước và hình dạng định trước. Đối với phương pháp tạo hình, cụ thể là, phương pháp tuyền nổi thích hợp để sản xuất hàng loạt là được ưu tiên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các nguyên liệu thô của các thành phần tương ứng được trộn để có thành phần từ SiO_2 đến K_2O tính theo %mol được thể hiện trong các bảng từ 1 đến 4, và được làm

nóng chảy bằng cách sử dụng chén nung platin ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1550°C đến 1650°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 3 đến 5 giờ. Tiếp theo, thủy tinh nấu chảy được rót ra để được tạo hình thành tấm, và được ủ.

Đối với tấm thủy tinh thu được theo cách này, T_g (đơn vị : °C), độ bền axit (đơn vị : mg/cm²), độ bền kiềm (đơn vị : mg/cm²), nhiệt độ hóa lỏng T_L (đơn vị : °C), mật độ d (đơn vị : g/cm³), mô đun Young E (đơn vị : GPa), mô đun riêng E/d (đơn vị : MNm/kg), hệ số giãn nở nhiệt α (đơn vị : 10⁻⁷/°C), nhiệt độ T_2 (đơn vị : °C) mà ở đó độ nhớt đạt $10^2P=10^2\text{dPa}\cdot\text{s}$, và nhiệt độ T_4 (đơn vị : °C) mà ở đó độ nhớt đạt $10^4P=10^4\text{dPa}\cdot\text{s}$ được đo hoặc được đánh giá bằng cách sử dụng các phương pháp được mô tả dưới đây.

T_g : phần trăm giãn dài của thủy tinh khi nhiệt độ tăng từ nhiệt độ trong phòng với tốc độ làm nóng 5°C/phút được đo đến nhiệt độ mà ở đó thủy tinh mềm và quan sát thấy không còn giãn dài nữa, tức là, đến điểm chảy bằng giãn nở kế vi sai sử dụng thủy tinh thạch anh làm chất quy chiếu, và nhiệt độ tương ứng với điểm chảy này trên đường cong giãn nở nhiệt được bố trí ở nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh.

Độ bền axit: Cả hai bề mặt của tấm thủy tinh có độ dày 2 mm và kích thước 4 cm×4 cm được đánh bóng gương bằng cách sử dụng xeri oxit, và được rửa bằng cách sử dụng canxi cacbonat và chất tẩy rửa trung tính, tiếp đó là được ngâm trong dung dịch nước HCl nồng độ 0,1 mol/l, được làm nóng đến nhiệt độ 90°C trong thời gian 20 giờ. Độ giảm khối lượng của thủy tinh trước và sau khi ngâm và diện tích bề mặt của thủy tinh được đo và tỷ lệ giữa chúng thu được được xác định là độ bền axit.

Độ bền kiềm: Cả hai bề mặt của tấm thủy tinh có độ dày 2 mm và kích thước 4 cm×4 cm được đánh bóng gương bằng cách sử dụng xeri oxit, và được rửa bằng cách sử dụng canxi cacbonat và chất tẩy rửa trung tính, tiếp đó là được ngâm trong dung dịch nước NaOH có nồng độ 0,1 mol/l được làm nóng đến nhiệt độ 90°C trong thời gian 20 giờ. Mức độ giảm khối lượng của thủy tinh trước và sau khi ngâm và diện tích bề mặt của thủy tinh được đo và tỷ lệ giữa chúng thu được được xác định là độ bền axit.

T_L : Thủy tinh được nghiền thành các hạt thủy tinh, mỗi hạt có kích thước xấp xỉ 2mm bằng cách sử dụng máy nghiền. Các hạt thủy tinh được đặt cạnh nhau trên chén platin và được xử lý nhiệt trong lò gradien nhiệt trong thời gian 24 giờ. Giá trị nhiệt độ cao nhất của các hạt thủy tinh, trong đó các tinh thể được kết tủa được xác định là nhiệt độ hóa lỏng.

d: Việc đo được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp Acsimet.

E: Tấm thủy tinh có độ dày nằm trong khoảng từ 8 đến 20 mm và kích thước 4 cm×4 cm được đo bằng cách sử dụng phương pháp xung siêu âm.

α : Hệ số giãn nở tuyến tính trung bình ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 350°C được tính toán từ đường cong giãn nở nhiệt thu được theo cùng cách như khi đo T_g nêu trên.

T_2 và T_4 : Việc đo được thực hiện bằng máy đo độ nhớt quay.

Các kết quả thu được được thể hiện trong các bảng từ 1 đến 10. Ký hiệu “—” trong các bảng từ 2 đến 10 có nghĩa là phép đo không thực hiện được và ký hiệu “*” là giá trị thu được bằng cách tính toán từ thành phần này. Thủy tinh trong mỗi ví dụ từ 1 đến 11 và 16 đến 98 là thủy tinh theo sáng chế và thủy tinh trong mỗi ví dụ từ 12 đến 15 là thủy tinh so sánh.

Bảng 1

Ví dụ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	68	68	68	68	68	68	68	66	65	66
Al ₂ O ₃	10	10	10	11	10	10	10	11	12	12
B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MgO	12	10	7	11	9	7	9	10	10	5
CaO	2	4	7	2	7	9	9	6	5	9
SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ₂ O	8	8	8	8	6	6	4	7	8	8
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RO	14,0	14,0	14,0	13,0	16,0	16,0	18,0	16,0	15,0	14,0
R ₂ O	8,0	8,0	8,0	8,0	6,0	6,0	4,0	7,0	8,0	8,0
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,8	6,8	6,8	6,2	6,8	6,8	6,8	6,0	5,4	5,5
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	9,8	9,8	9,8	9,9	13,0	13,0	19,5	11,0	9,6	9,8
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	30	24	13	33	19	12	17	30	38	21
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	95	95	95	96	98	98	100	97	97	97
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78,0	78,0	78,0	79,0	78,0	78,0	78,0	77,0	77,0	78,0
MgO/RO	0,86	0,71	0,50	0,85	0,56	0,44	0,50	0,63	0,67	0,36
T _g	706	691	689	709	707	708	726	708	704	698
Độ bền axit	0,013	0,013	0,013	0,017	0,009	0,01*	0,01*	0,02	0,03	0,02
Độ bền kiềm	0,652	0,622	0,606	0,703	0,568	0,510*	0,432*	0,77	0,83	0,81
T _L	1300<	1270-1280	1250>	1300<	1200-1240	<1190	<1193	1214-1240	1240-1267	1190-1228
d	2,46*	2,47*	2,48*	2,45*	2,49	2,49*	2,50*	2,49*	2,48*	2,49*
E	80*	79*	79*	79*	83	80*	82*	83	82	81*
E/d	32,3*	32,1*	31,8*	32,3*	33,3	32,3*	33,0*	33,3*	33,1*	32,5*
α	55	59	56	53	52	57	67	69	59	58
T ₂	1728*	1719*	1709*	1763*	1680	1711*	1721*	1704*	1732*	1693
T ₄	1265*	1256*	1246*	1291*	1273	1255*	1272*	1258*	1281*	1274

Bảng 2

Ví dụ	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	66	68	66,8	64	67,8	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Al ₂ O ₃	12	10	12,6	14	6,5	8,0	8,0	9,0	9,0	7,0
B ₂ O ₃	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
MgO	5	8	8,4	9	5,1	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
CaO	9	0	5,2	0	6,7	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
SrO	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0
BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZrO ₂	0	0	0	0	0	2,0	0	1,0	0	1,0
Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Na ₂ O	6	14	0	13	14,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
K ₂ O	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	2,0	0	1,0	2,0
RO	14,0	8,0	18,1	9,0	11,8	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
R ₂ O	8,0	14,0	0,0	13,0	14,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5,5	6,8	5,3	4,6	10,5	8,5	8,5	7,6	7,6	9,7
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	9,8	5,6	0,0	6,0	5,3	12,7	12,7	12,8	12,8	12,5
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+ 0,4*Na ₂ O-SiO ₂	20	22	32	52	-11	7	7	13	13	1
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5* R ₂ O	97	87	106	93	83	94	94	96	96	92
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78,0	78,0	79,4	78,0	74,3	76,0	76,0	77,0	77,0	75,0
MgO/RO	0,36	1,00	0,46	1,00	0,43	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
T _g	698	663	767	702	590	716	704	709	705	704
Độ bền axit	0,03	0,03 *	0,02	0,14	0,10*	0,005 *	0,003	0,007 *	0,004	0,003
Độ bền kiềm	0,85	0,92 9*	1,15	0,98	0,86*	0,1*	0,26	0,31*	0,30	0,29
T _L	<119 0	1291	~1250	1291	—	—	1200- 1222	—	<1250	1196- 1211
d	2,49*	2,44	2,59	2,46	2,49*	2,54	2,50	2,52	2,50	2,53
E	80	72	84	78	75*	84*	82	84	82	83
E/d	32,1*	29,6	32,0	31,5	30,2*	33,2	32,8	33,3	32,9	32,8
α	69*	79	39	75	86*	53*	54	53*	55	56
T ₂	1737 *	1716	1654	1747*	1566*	1677*	1633	1698*	1695*	1618
T ₄	1274 *	1263	1295	1274*	1117*	1248*	1227	1256*	1244*	1219

Bảng 3

Ví dụ	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	68,0	67,0	66,1	69,4	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	69,6
Al ₂ O ₃	10,5	11,0	10,6	7,8	7,0	7,0	10,0	8,1	7,9	7,0
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	8,5	7,0	11,0	6,3	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0
CaO	6,0	8,0	1,5	2,7	9,0	9,0	8,0	4,9	5,9	6,2
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	0,0	0,0	2,1	2,6	1,0	0,5	0,0	1,0	1,5	1,7
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	7,0	7,0	6,8	10,2	6,0	6,0	6,0	8,0	7,7	6,6
K ₂ O	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,5	0,0	1,0	0,0	0,0
RO	14,5	15,0	12,5	9,0	16,0	16,0	16,0	13,9	14,9	15,2
R ₂ O	7,0	7,0	8,7	11,2	6,0	6,0	6,0	8,0	7,7	6,6
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,5	6,1	6,2	8,9	9,7	9,7	6,8	8,4	8,6	9,9
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	11,2	11,1	8,8	6,9	12,5	12,5	13,0	9,5	9,9	11,6
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	21	20	33	-1	-6	-6	12	9	7	0
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	97	98	93	87	92	92	98	91	92	92
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78,5	78,0	76,7	77,2	75,0	75,0	78,0	76,1	75,9	76,6
MgO/RO	0,59	0,47	0,88	0,70	0,44	0,44	0,44	0,65	0,60	0,59
T _g	703	706	722	686	696	697	701	691	693	703
Độ bền axit	0,007*	0,012*	0,002	0,002	0,002	0,004	0,010	0,001	0,004	0,004
Độ bền kiềm	0,58*	0,58*	0,22	0,09	0,28	0,33	0,80	0,26	0,19	0,17
T _L	—	—	—	—	1196-1211	1199-1210	—	<1210	1239-1249	1261
d	2,47*	2,49*	2,52	2,51	2,54	2,53	2,52	2,51	2,52	2,52
E	80*	81*	83,9	79,8	83	82	70	81	82	82
E/d	32,4*	32,5*	33,3	31,8	32,5	32,4	27,7	32,2	32,5	32,7
α	57*	62*	60	66	56	59	61*	57*	59*	51*
T ₂	1735*	1718*	1746*	1713*	1640*	1638*	1709*	1651	1641	1680*
T ₄	1271*	1260*	1302*	1251*	1207*	1202*	1254*	1240	1238	1238*

Bảng 4

Ví dụ	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO ₂	68,0	64,3	70,0	68,4	68,7	70,0	69,1	66,0	72,9	68,0
Al ₂ O ₃	7,9	12,0	8,7	10,6	9,4	8,5	9,5	12,0	6,1	6,0
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	7,0	9,0	6,4	3,5	3,5	5,0	3,5	4,5	0,0	9,0
CaO	7,9	5,2	8,3	9,3	10,9	10,0	10,5	11,0	10,9	7,0
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	1,5	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0	0,0
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	7,7	8,8	5,6	7,2	6,5	5,5	6,4	6,5	3,0	6,0
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
RO	14,9	14,2	14,7	12,8	14,4	15,0	14,0	15,5	10,9	16,0
R ₂ O	7,7	8,8	5,6	7,2	6,5	5,5	6,4	6,5	7,1	6,0
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	8,6	5,4	8,1	6,4	7,3	8,3	7,2	5,5	12,0	11,3
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	9,9	8,7	14,1	11,0	12,0	14,3	12,3	12,0	11,2	12,3
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	0	36	0	5	-4	-6	-3	18	-40	-5
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	92	95	96	96	96	96	96	99	90	90
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75,9	76,3	78,7	79,0	78,1	78,5	78,6	78,0	79,0	74,0
MgO/RO	0,47	0,63	0,44	0,27	0,24	0,33	0,25	0,29	0,00	0,56
T _g	692	701	719	716	710	717	711	707*	739	702
Độ bền axit	0,004*	0,002*	0,003*	0,005	0,003	0,002	0,003*	0,010*	0,002	0,013
Độ bền kiềm	0,23*	0,58*	0,22*	0,28	0,30	0,32	0,25*	0,55*	0,08	0,43
T _L	1150-1200	1216	1230	1185	1163	1190	—	—	—	—
d	2,53	2,49	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51*	2,50*	2,53	2,54
E	82	81	82	81	81	82	79*	82*	79,7	81
E/d	32,4	32,6	32,9	32,3	32,3	32,8	31,5*	32,8*	31,5	31,8
α	61*	68*	49*	57*	58*	51*	56*	65*	60	59
T ₂	1656*	1697*	1731*	1691	1707*	1718*	1722*	1715*	1761*	1620*
T ₄	1220*	1256*	1270*	1281	1250*	1259*	1260*	1260*	1288*	1186*

Bảng 5

Ví dụ	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
SiO ₂	68,0	64,1	68,7	68,7	70,5	64,0	70,0	67,0	66,5	66,0
Al ₂ O ₃	4,0	14,4	9,4	9,4	10,0	14,0	9,3	9,8	10,0	10,2
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	9,0	0,0	3,5	3,5	2,5	2,1	3,5	4,5	5,0	5,0
CaO	7,0	9,7	10,4	9,9	12,0	10,9	9,5	11,5	11,5	11,5
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	0,0	1,0	1,5	2,0	0,0	3,0	1,0	1,2	1,0	1,2
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	6,0	10,7	6,5	6,5	0,5	6,0	6,7	6,0	6,0	6,1
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	16,0	9,7	13,9	13,4	17,0	13,0	13,0	16,0	16,5	16,5
R ₂ O	6,0	10,7	6,5	6,5	2,5	6,0	6,7	6,0	6,0	6,1
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	17,0	4,4	7,3	7,3	7,1	4,6	7,5	6,8	6,7	6,5
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	12,0	7,3	12,0	12,0	32,2	13,0	11,8	12,8	12,8	12,5
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	-17	23	-3	-3	-8	24	-5	3	6	8
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	86	95	95	95	103	99	96	96	97	97
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	72,0	78,5	78,1	78,1	80,5	78,0	79,3	76,8	76,5	76,2
MgO/RO	0,56	0,00	0,25	0,26	0,15	0,16	0,27	0,28	0,30	0,30
T _g	687	723	708	709	750*	725*	702	700*	700*	701*
Độ bền axit	0,042	0,018	0,003*	0,002*	0,004*	0,002*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*
Độ bền kiềm	0,39	0,45	0,13*	0,02*	0,29*	0,02*	0,24*	0,21*	0,27*	0,24*
T _L	<1200	1200-1251	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,52	2,53	2,53*	2,53*	2,54*	2,57*	2,50*	2,54*	2,54*	2,55*
E	82	80	80*	81*	84*	87*	81*	83*	84*	85*
E/d	32,7	31,6	31,6*	32,0*	33,1*	33,6*	32,6*	32,8*	33,0*	33,2*
α	59	74*	55*	53*	53*	55*	53*	61*	63*	63*
T ₂	1570*	1687	1714*	1721*	1750*	1763*	1739*	1681*	1674*	1670*
T ₄	1146*	1284	1259*	1268*	1281*	1325*	1268*	1243*	1238*	1238*

Bảng 6

Ví dụ	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
SiO ₂	64,0	65,5	65,0	65,0	65,3	65,0	64,6	65,2	64,5	67,0
Al ₂ O ₃	10,8	10,7	10,7	10,7	10,7	11,7	12,5	12,0	12,5	8,5
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	5,5	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0	4,5	5,0	5,5	4,5
CaO	11,5	11,0	11,0	11,5	11,5	11,5	10,2	10,0	9,5	12,0
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	7,0	6,6	7,1	7,1	6,8	6,4	6,8	6,4	6,8	6,8
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	17,0	16,0	16,0	16,0	16,0	15,5	14,7	15,0	15,0	16,5
R ₂ O	7,0	6,6	7,1	7,1	6,8	6,4	6,8	6,4	6,8	6,8
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	5,9	6,1	6,1	6,1	6,1	5,6	5,2	5,4	5,2	7,9
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	10,7	11,5	10,7	10,7	11,2	12,0	11,3	12,1	11,3	11,1
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO +0,4*Na ₂ O-SiO ₂	16	12	13	11	11	15	23	20	26	-5
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0, 5*R ₂ O	96	96	96	96	96	98	98	98	98	94
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74,8	76,2	75,7	75,7	76,0	76,7	77,1	77,2	77,0	75,5
MgO/RO	0,32	0,31	0,31	0,28	0,28	0,26	0,31	0,33	0,37	0,27
T _g	697*	699*	696*	697*	699*	709*	708*	708*	707*	686*
Độ bền axit	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *
Độ bền kiềm	0,32*	0,28*	0,31*	0,30*	0,28*	0,22*	0,26*	0,23*	0,32*	0,24*
T _L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,56*	2,55*	2,55*	2,55*	2,55*	2,55*	2,54*	2,54*	2,53*	2,55*
E	86*	85*	85*	85*	85*	85*	85*	85*	85*	83*
E/d	33,7*	33,2*	33,2*	33,2*	33,1*	33,3*	33,3*	33,3*	33,4*	32,6*
α	71*	65*	68*	68*	67*	64*	63*	61*	64*	66*
T ₂	1638*	1674*	1660*	1657*	1666*	1694*	1713*	1715*	1712*	1635*
T ₄	1220*	1241*	1231*	1228*	1235*	1259*	1274*	1275*	1273*	1205*

Bảng 7

Ví dụ	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
SiO ₂	64,5	65,0	66,5	66,5	70,4	71,0	69,2	70,4	70,4	71,3
Al ₂ O ₃	10,5	8,7	9,5	9,5	11,7	11,6	11,0	10,1	9,7	9,7
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	5,0	5,5	3,0	5,0	3,5	4,0	4,5	3,0	3,5	2,5
CaO	12,0	11,5	9,5	7,5	7,0	6,5	8,0	8,5	9,0	9,0
SrO	0,0	1,0	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	1,2	1,5	1,8	1,8	0,6	0,7	0,5	0,8	0,6	1,2
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	6,8	6,8	5,3	5,5	6,8	6,2	6,8	7,2	6,8	6,3
K ₂ O	0,0	0,0	1,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	17,0	18,0	14,9	14,9	10,5	10,5	12,5	11,5	12,5	11,5
R ₂ O	6,8	6,8	6,8	6,5	6,8	6,2	6,8	7,2	6,8	6,3
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,1	7,5	7,0	7,0	6,0	6,1	6,3	7,0	7,3	7,4
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	11,0	10,8	11,2	11,7	12,1	13,3	11,8	11,2	11,8	12,9
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	11	2	-2	5	10	10	10	-1	-3	-7
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	96	93	94	94	99	100	98	96	96	97
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75,0	73,7	76,0	76,0	82,1	82,6	80,2	80,5	80,1	81,0
MgO/RO	0,29	0,31	0,20	0,34	0,33	0,38	0,36	0,26	0,28	0,22
T _g	698*	686*	691*	691*	699*	703*	696*	688*	689*	693*
Độ bền axit	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,003 *	0,005 *	0,005 *	0,005 *	0,005 *	0,005 *	0,003 *
Độ bền kiềm	0,30*	0,23*	0,67*	1,04*	0,36*	0,30*	0,40*	0,31*	0,34*	0,15*
T _L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,56*	2,58*	2,54*	2,53*	2,45*	2,45*	2,48*	2,48*	2,48*	2,48*
E	86*	86*	81*	82*	75*	75*	77*	76*	76*	76*
E/d	33,6*	33,4*	32,0*	32,3*	30,6*	30,6*	31,3*	30,6*	30,8*	30,6*
α	70*	74*	70*	66*	46*	42*	53*	51*	52*	46*
T ₂	1639*	1594*	1679*	1686*	1830*	1847*	1775*	1773*	1758*	1788*
T ₄	1218*	1187*	1245*	1253*	1330*	1344*	1295*	1288*	1278*	1301*

Bảng 8

Ví dụ	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
SiO ₂	72,7	71,9	70,6	71,3	68,0	69,0	66,9	68,3	67,0	69,2
Al ₂ O ₃	8,8	7,5	10,5	7,0	12,5	11,5	12,5	12,7	11,0	8,9
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	2,0	3,5	2,0	2,0	1,5	1,0	1,5	0,5	3,0	3,5
CaO	7,7	9,5	8,0	11,5	10,0	10,7	11,5	10,5	11,5	10,9
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	1,8	1,5	1,4	1,4	1,2	1,4	1,3	1,5	1,2	1,0
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	6,2	6,1	7,5	6,8	6,8	6,4	6,3	6,5	6,3	6,5
K ₂ O	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	9,7	13,0	10,0	13,5	11,5	11,7	13,0	11,0	14,5	14,4
R ₂ O	7,0	6,1	7,5	6,8	6,8	6,4	6,3	6,5	6,3	6,5
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	8,3	9,6	6,7	10,2	5,4	6,0	5,4	5,4	6,1	7,8
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	11,6	13,0	10,8	11,5	11,8	12,6	12,6	12,5	12,4	12,0
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	-15	-18	-2	-25	10	1	11	8	6	-7
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	95	94	96	93	99	98	99	99	97	95
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	81,5	79,4	81,1	78,3	80,5	80,5	79,4	81,0	78,0	78,1
MgO/RO	0,21	0,27	0,20	0,15	0,13	0,09	0,12	0,05	0,21	0,24
T _g	681*	683*	688*	680*	709*	708*	716*	714*	706*	690*
Độ bền axit	0,002*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*	0,003*
Độ bền kiềm	0,02*	0,06*	0,18*	0,10*	0,23*	0,14*	0,19*	0,13*	0,22*	0,24*
T _L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,48*	2,51*	2,48*	2,52*	2,50*	2,50*	2,52*	2,50*	2,53*	2,52*
E	74*	77*	75*	77*	78*	78*	81*	78*	82*	80*
E/d	29,9*	30,8*	30,3*	30,7*	31,4*	31,2*	32,1*	31,3*	32,4*	31,6*
α	42*	47*	48*	54*	54*	51*	57*	51*	59*	57*
T ₂	1809*	1735*	1797*	1692*	1791*	1784*	1762*	1806*	1717*	1703*
T ₄	1313*	1264*	1307*	1229*	1313*	1306*	1298*	1325*	1266*	1245*

Bảng 9

Ví dụ	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
SiO ₂	68,7	68,6	68,1	68,7	68,0	68,5	68,8	69,7	72,4	72,4
Al ₂ O ₃	9,4	8,9	10,0	12,5	12,5	12,0	11,5	12,5	10,5	11,0
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	3,0	3,5	3,3	6,5	6,5	6,5	6,5	5,5	4,5	5,0
CaO	11,4	10,9	11,5	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0	3,8	3,3
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂	1,0	1,3	0,8	0,3	0,8	1,1	1,2	0,3	0,6	0,5
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	6,5	6,8	6,3	9,0	8,0	6,9	6,5	6,0	8,2	7,8
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	14,4	14,4	14,8	9,5	10,5	11,5	12,0	11,5	8,3	8,3
R ₂ O	6,5	6,8	6,3	9,0	8,0	6,9	6,5	6,0	8,2	7,8
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	7,3	7,7	6,8	5,5	5,4	5,7	6,0	5,6	6,9	6,6
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	12,0	11,4	12,4	9,0	10,1	11,7	12,4	13,7	10,1	10,7
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	-5	-6	0	28	28	24	20	22	6	10
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	96	95	97	97	97	98	98	101	96	97
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78,1	77,5	78,1	81,2	80,5	80,5	80,3	82,2	82,9	83,4
MgO/RO	0,21	0,24	0,22	0,68	0,62	0,57	0,54	0,48	0,54	0,60
T _g	695*	688*	699*	693*	701*	705*	705*	712*	681*	689*
Độ bền axit	0,003 *	0,003 *	0,005 *	0,005 *	0,005 *	0,003 *	0,003 *	0,005 *	0,005 *	0,005 *
Độ bền kiềm	0,24*	0,19*	0,29*	0,60*	0,67*	0,31*	0,26*	0,42*	0,40*	0,42*
T _L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,52*	2,53*	2,52*	2,44*	2,46*	2,47*	2,48*	2,44*	2,43*	2,42*
E	80*	80*	81*	75*	78*	79*	79*	77*	71*	72*
E/d	31,7*	31,8*	32,0*	30,8*	31,5*	31,8*	31,9*	31,3*	29,4*	29,6*
α	58*	59*	59*	54*	53*	48*	47*	45*	43*	41*
T ₂	1704*	1690*	1708*	1819*	1810*	1808*	1801*	1844*	1846*	1865*
T ₄	1248*	1239*	1252*	1323*	1328*	1329*	1325*	1347*	1331*	1346*

Bảng 10

Ví dụ	91	92	93	94	95	96	97	98
SiO ₂	72,3	71,7	72,4	65,5	66,0	66,1	65,0	65,4
Al ₂ O ₃	11,5	10,5	10,5	8,8	8,3	8,8	9,3	7,8
B ₂ O ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	4,0	4,5	4,5	5,6	5,7	6,0	5,5	5,9
CaO	3,8	4,5	3,8	12,0	11,7	11,5	11,3	12,0
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0
BaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
ZrO ₂	0,4	0,6	0,6	0,7	1,2	0,4	0,7	1,0
Li ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Na ₂ O	8,0	8,2	8,2	7,4	7,1	7,2	7,5	6,7
K ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TiO ₂	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RO	7,8	9,0	8,3	17,6	17,4	17,5	17,5	19,1
R ₂ O	8,0	8,2	8,2	7,4	7,1	7,2	7,5	6,7
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6,3	6,8	6,9	7,4	8,0	7,5	7,0	8,4
(SiO ₂ +Al ₂ O ₃)/R ₂ O	10,5	10,0	10,1	10,0	10,5	10,4	9,9	10,9
3*MgO+6*Al ₂ O ₃ -0,4*CaO+0,4*Na ₂ O-SiO ₂	10	6	6	2	-1	3	6	-3
SiO ₂ +2*Al ₂ O ₃ +0,8*RO-0,5*R ₂ O	98	96	96	93	93	94	94	93
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	83,8	82,2	82,9	74,3	74,3	74,9	74,3	73,2
MgO/RO	0,51	0,50	0,54	0,32	0,33	0,34	0,31	0,31
T _g	687*	681*	681*	681*	681*	681*	683*	681*
Độ bền axit	0,005*	0,005*	0,005*	0,005*	0,003*	0,005*	0,005*	0,003*
Độ bền kiềm	0,44*	0,41*	0,40*	0,43*	0,28*	0,48*	0,45*	0,33*
T _L	—	—	—	—	—	—	—	—
d	2,41*	2,44*	2,43*	2,56*	2,57*	2,54*	2,55*	2,57*
E	71*	73*	71*	85*	85*	84*	84*	85*
E/d	29,3*	29,8*	29,4*	33,1*	33,1*	32,9*	33,0*	33,2*
α	42*	46*	43*	73*	70*	72*	76*	77*
T ₂	1874*	1827*	1846*	1601*	1605*	1616*	1604*	1570*
T ₄	1350*	1319*	1331*	1182*	1188*	1189*	1185*	1165*

Mặc dù sáng chế được mô tả một cách chi tiết qua các phương án cụ thể, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rõ rằng các thay đổi và các cải biến khác nhau có thể được tạo ra mà không nằm ngoài ý đồ sáng tạo và phạm vi của sáng chế. Đơn này trên cơ sở Đơn yêu cầu cấp patent Nhật (Số 2015-197643) nộp ngày 5.10.2015, Đơn yêu cầu cấp patent Nhật (Số 2015-238570) nộp ngày 7.12.2015, Đơn yêu cầu cấp patent Nhật (Số 2016-067793) nộp ngày 30.3.2016, và Đơn yêu cầu cấp patent Nhật (Số 2016-193971) nộp ngày 30.9.2016, và toàn bộ nội dung của các đơn này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn. Ngoài ra, toàn bộ các tài liệu được trích dẫn trong bản mô tả này cũng được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Thuỷ tinh dùng làm nền của phương tiện lưu trữ dữ liệu theo sáng chế có thể được sử dụng làm phương tiện lưu trữ dữ liệu như đĩa từ hoặc đĩa quang, nền của chúng, và được sử dụng trong quy trình sản xuất chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thủy tinh chứa các oxit sau với lượng tính theo %mol:

SiO_2 với lượng là 60% hoặc lớn hơn,

Al_2O_3 với lượng lớn hơn 8,5% và nhỏ hơn 13%,

MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5%,

CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%,

SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%,

BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%,

TiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1%,

Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%,

Na_2O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, và

K_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%,

B_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 0,01%, và

ZrO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 0,01%,

trong đó:

tổng lượng (R_2O) của Li_2O , Na_2O và K_2O nằm trong khoảng từ 3 đến 12%,

tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 là 80,5% hoặc nhỏ hơn,

tỷ lệ mol ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5,

tỷ lệ mol $[(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/\text{R}_2\text{O}]$ giữa tổng lượng ($\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9, và

các hàm lượng của SiO_2 , Al_2O_3 , RO và R_2O thỏa mãn điều kiện trị số thu được từ công thức (1) lớn hơn 90:

$$[\text{SiO}_2]+2\times[\text{Al}_2\text{O}_3]+0,8\times[\text{RO}]-0,5\times[\text{R}_2\text{O}] \quad \text{công thức (1),}$$

trong đó, trong công thức (1), RO là tổng lượng của MgO , CaO , SrO , và BaO .

2. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó thủy tinh này chứa TiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1%.

3. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó thủy tinh này chứa CaO với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 12%.

4. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó thủy tinh này chứa CaO với lượng nằm trong

khoảng từ 7 đến 12%.

5. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó thủy tinh này chứa MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4%.

6. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó thủy tinh này chứa ZrO_2 với lượng lớn hơn 0%.

7. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO với tổng lượng (RO) của MgO, CaO, SrO, và BaO là 0,7 hoặc nhỏ hơn.

8. Thủy tinh theo điểm 1, trong đó tổng lượng của SiO_2 và Al_2O_3 là 79,0% hoặc nhỏ hơn.

9. Thủy tinh chứa các oxit sau với lượng tính theo %mol:

SiO_2 với lượng là 60% hoặc lớn hơn,

Al_2O_3 với lượng lớn hơn 6,5% và nhỏ hơn 13%,

MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5%,

CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%,

SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%,

BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2%,

TiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1%,

Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến nhỏ hơn 4%,

Na_2O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, và

K_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, và

B_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 0,01%, và

trong đó:

tổng lượng (R_2O) của Li_2O , Na_2O và K_2O nằm trong khoảng từ 3 đến 12%,

tổng lượng của SiO_2 và Al_2O_3 là 80,5% hoặc nhỏ hơn,

tỷ lệ mol (SiO_2/Al_2O_3) giữa lượng SiO_2 với lượng Al_2O_3 lớn hơn 5,

tỷ lệ mol $[(SiO_2+Al_2O_3)/R_2O]$ giữa tổng lượng ($SiO_2+Al_2O_3$) của SiO_2 và Al_2O_3 với R_2O lớn hơn 9, và

các hàm lượng của SiO_2 , Al_2O_3 , RO và R_2O thỏa mãn điều kiện trị số thu được từ công thức (1) lớn hơn 90:

$$[\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}] \quad \text{công thức (1),}$$

trong đó, trong công thức (1), RO là tổng lượng của MgO, CaO, SrO, và BaO.

10. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này chứa TiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1%.

11. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này chứa CaO với lượng nằm trong khoảng từ 4 đến 12%.

12. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này chứa CaO với lượng nằm trong khoảng từ 7 đến 12%.

13. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này chứa MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4%.

14. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này còn chứa ZrO_2 với lượng 0% hoặc lớn hơn.

15. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó các hàm lượng của MgO, Al_2O_3 , CaO, Na_2O và SiO_2 thỏa mãn điều kiện trị số thu được từ công thức (2) nhỏ hơn 30:

$$3 \times [\text{MgO}] + 6 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] - 0,4 \times [\text{CaO}] + 0,4 \times [\text{Na}_2\text{O}] - [\text{SiO}_2] \quad \text{công thức (2).}$$

16. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO với tổng lượng (RO) của MgO, CaO, SrO, và BaO là 0,7 hoặc nhỏ hơn.

17. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 là 79,0% hoặc nhỏ hơn.

18. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có nhiệt độ hóa lỏng T_L nhỏ hơn 1300°C .

19. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có mật độ nhỏ hơn $2,55 \text{ g/cm}^3$.
20. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có mô đun riêng lớn hơn hoặc bằng 31 MNm/kg .
21. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có nhiệt độ T_2 mà ở đó độ nhớt η đạt $10^2 \text{ poa (dPa}\cdot\text{s)}$ nhỏ hơn 1770°C .
22. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có nhiệt độ T_4 mà ở đó độ nhớt η đạt $10^4 \text{ poa (dPa}\cdot\text{s)}$ nhỏ hơn 1280°C .
23. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có hệ số giãn nở nhiệt là $10 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ hoặc lớn hơn.
24. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g lớn hơn 680°C .
25. Thủy tinh theo điểm 9, trong đó thủy tinh này có độ bền kiềm nhỏ hơn 2 mg/cm^2 và độ bền axit nhỏ hơn $0,1 \text{ mg/cm}^2$.
26. Thủy tinh chứa các oxit sau với lượng tính theo %mol:
- SiO₂ với lượng là 60% hoặc lớn hơn,
 - Al₂O₃ với lượng nằm trong khoảng từ 4% đến nhỏ hơn 15%,
 - MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5%,
 - CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 12%,
 - SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 7%,
 - BaO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5%,
 - TiO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 10%,
 - Li₂O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%,
 - K₂O với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 4%, và
 - Na₂O với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 12%, và
 - B₂O₃ với lượng nằm trong khoảng từ 0% đến nhỏ hơn 0,01%, và
 - ZrO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5%, và
- trong đó:

tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 là 80,5% hoặc nhỏ hơn,
 tỷ lệ mol (MgO/RO) giữa MgO với tổng lượng (RO) của MgO , CaO , SrO , và BaO là 0,7 hoặc nhỏ hơn, và
 các hàm lượng của SiO_2 , Al_2O_3 , RO và R_2O thỏa mãn điều kiện trị số thu được từ công thức (1) là 90 hoặc lớn hơn:

$$[\text{SiO}_2] + 2 \times [\text{Al}_2\text{O}_3] + 0,8 \times [\text{RO}] - 0,5 \times [\text{R}_2\text{O}] \quad \text{công thức (1),}$$

trong đó, trong công thức (1), RO là tổng lượng của MgO , CaO , SrO , và BaO , và R_2O là tổng lượng của Li_2O , Na_2O và K_2O .

27. Thủy tinh theo điểm 26, trong đó thủy tinh này chứa các oxit sau với lượng tính theo %mol :

MgO với lượng nhỏ hơn 5%, và ít nhất một trong số các điều kiện từ (1) đến (3) sau được thỏa mãn:

(1) ZrO_2 có mặt với lượng lớn hơn 0% và 4% hoặc nhỏ hơn;

(2) Na_2O có mặt với lượng 7% hoặc nhỏ hơn; và

(3) Na_2O có mặt với lượng 9% hoặc nhỏ hơn; và Al_2O_3 có mặt với lượng 11% hoặc nhỏ hơn, và CaO có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 9,5%.

28. Thủy tinh theo điểm 26, trong đó thủy tinh này chứa MgO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4%.

29. Thủy tinh theo điểm 26, trong đó thủy tinh này chứa các oxit sau với lượng tính theo %mol :

MgO với lượng 5% và ít nhất một trong số các điều kiện (4) và (5) sau được thỏa mãn:

(4) ZrO_2 có mặt với lượng lớn hơn 0% và 4% hoặc nhỏ hơn;

(5) CaO có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 8,5%.

30. Thủy tinh theo điểm 26, trong đó thủy tinh này còn chứa CaO với lượng nằm trong khoảng từ 4% đến 12%.

31. Thủy tinh theo điểm 26, trong đó thủy tinh này còn chứa CaO với lượng nằm

trong khoảng từ 7% đến 12%.

32. Thuỷ tinh theo điểm 26, trong đó tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 là 79,0% hoặc nhỏ hơn.