



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

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

(11)



1-0043920

(51)^{2021.01} C03C 13/02; C03C 3/095; C03C 13/00 (13) B

(21) 1-2022-04859

(22) 16/07/2020

(86) PCT/CN2020/102359 16/07/2020

(87) WO 2022/006948 13/01/2022

(30) 202010665076.1 10/07/2020 CN

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/04/2023 421A

(73) JUSHI GROUP CO., LTD. (CN)

Jushi Science & Technology Building, 669 Wenhua Road (South), Tongxiang
Economic Development Zone, Tongxiang City, Zhejiang 314500, China

(72) ZHANG, Lin (CN); XING, Wenzhong (CN); CAO, Guorong (CN); YAO, Zhonghua (CN).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) HỢP PHẦN SỢI THỦY TINH MÔĐUN CAO, SỢI THỦY TINH VÀ VẬT LIỆU
COMPOSIT CỦA NÓ

(21) 1-2022-04859

(57) Sáng chế đề cập đến hợp phần sợi thủy tinh môđun cao, sợi thủy tinh và vật liệu composit của nó. Hợp phần sợi thủy tinh môđun cao chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng: 43-58% SiO_2 , 15,5-23% Al_2O_3 , 8-18% MgO , lớn hơn hoặc bằng 25% ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$), 0,1-7,5% CaO , 7,1-22% Y_2O_3 , lớn hơn hoặc bằng 16,5% ($\text{MgO} + \text{Y}_2\text{O}_3$), 0,01-5% TiO_2 , 0,01-1,5% Fe_2O_3 , 0,01-2% Na_2O , 0-1,5% K_2O , 0-0,9% Li_2O , 0-4% SrO , và 0-5% ($\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$). Hợp phần này có thể làm tăng đáng kể môđun của sợi thủy tinh, làm giảm đáng kể nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy, và cải thiện hiệu suất tinh chế của thủy tinh nóng chảy; nó còn có thể tối ưu hóa tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy, cải thiện hiệu suất làm nguội của sợi thủy tinh và làm giảm tốc độ kết tinh. Hợp phần này thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh môđun cao trên quy mô lớn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp phần sợi thủy tinh môđun cao, cụ thể là đề cập đến hợp phần của sợi thủy tinh môđun cao có thể được sử dụng làm vật liệu nền gia cường cho composit cải tiến, và sợi thủy tinh và vật liệu composit của nó.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sợi thủy tinh môđun cao đầu tiên được sử dụng làm vật liệu nền gia cường cho vật liệu composit cải tiến chủ yếu trong công nghiệp hàng không vũ trụ hoặc công nghiệp quốc phòng quốc gia. Cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ và sự phát triển kinh tế, sợi thủy tinh môđun cao đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực dân dụng và công nghiệp chẳng hạn như tua bin gió lớn, bình chịu áp lực, lõi cáp quang và công nghiệp ô tô. Lấy lĩnh vực năng lượng gió làm ví dụ, với sự phát triển nhanh của tua bin gió lớn, tỷ lệ sợi thủy tinh môđun cao được sử dụng thay thế cho sợi thủy tinh thông thường ngày càng tăng. Hiện nay, việc theo đuổi sợi thủy tinh có đặc tính môđun tốt hơn và việc thực hiện sản xuất quy mô lớn cho sợi thủy tinh này đã trở thành xu hướng phát triển quan trọng cho sợi thủy tinh môđun cao.

Thủy tinh độ bền cao và môđun cao đầu tiên là thủy tinh S. Hợp phần của nó dựa trên hệ $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Như được định nghĩa bởi ASTM, đây là loại thủy tinh chủ yếu chứa oxit của magie, nhôm và silic. Dung dịch điển hình của thủy tinh S là thủy tinh S-2 được phát triển ở Mỹ. Phần trăm khối lượng kết hợp của SiO_2 và Al_2O_3 trong hợp phần thủy tinh S-2 lên đến 90%, và phần trăm khối lượng của MgO bằng khoảng 10%. Do đó, thủy tinh S-2 không dễ nóng chảy và tinh chế, và có nhiều bong bóng trong thủy tinh nóng chảy. Hơn nữa, nhiệt độ tạo thành sợi thủy tinh S-2 lên đến 1571°C và nhiệt độ đường lỏng cao bằng 1470°C , và tốc độ kết tinh của nó rất cao. Do đó, việc sản xuất sợi thủy tinh S-2 trong lò kiểu bể quy mô lớn không thể đạt được, do quá khó để tạo thành sợi thủy tinh S-2, và thậm chí khó đảm bảo quá trình sản xuất một bước. Vì các lý do này, quy mô và hiệu suất sản xuất sợi thủy tinh S-2 đều rất thấp trong khi giá thành lại cao, khiến cho nó không thể được sử dụng công nghiệp trên quy mô lớn.

Thủy tinh độ bền cao HS có thể so sánh được với thủy tinh S đang được phát

triển ở Trung Quốc. Thành phần của thủy tinh HS chủ yếu chứa SiO_2 , Al_2O_3 và MgO trong khi cũng bao gồm hàm lượng tương đối cao của Li_2O , B_2O_3 và Fe_2O_3 . Nhiệt độ tạo thành của nó nằm trong khoảng từ 1310°C đến 1330°C và nhiệt độ đường lỏng của nó nằm trong khoảng từ 1360°C đến 1390°C . Nhiệt độ của hai khoảng này thấp hơn nhiều so với nhiệt độ của thủy tinh S. Tuy nhiên, do nhiệt độ tạo thành của thủy tinh HS thấp hơn so với nhiệt độ đường lỏng của nó, giá trị ΔT âm, mà đây là bất lợi trong việc tạo thành sợi thủy tinh có hiệu quả, nhiệt độ tạo thành cần phải được tăng lên và ống lót và đầu ống lót đặc biệt cần được sử dụng để ngăn hiện tượng kết tinh của thủy tinh không xảy ra trong quá trình kéo sợi. Điều này gây ra khó khăn trong việc kiểm soát nhiệt độ và còn gây khó khăn trong việc thực hiện sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn. Ngoài ra, do việc đưa vào hàm lượng cao của Li_2O và B_2O_3 , với hàm lượng kết hợp thường lớn hơn 2% hoặc thậm chí 3%, nên đặc tính cơ học và tính kháng ăn mòn của thủy tinh bị ảnh hưởng theo cách bất lợi. Ngoài ra, môđun đàn hồi của thủy tinh HS chỉ tương đương với môđun đàn hồi của thủy tinh S.

Patent Nhật Bản số JP8231240 bộc lộ hợp phần sợi thủy tinh chứa 62-67% SiO_2 , 22-27% Al_2O_3 , 7-15% MgO , 0,1-1,1% Cao và 0,1-1,1% B_2O_3 , được biểu diễn theo phần trăm khối lượng tính theo toàn bộ hợp phần. So với thủy tinh S, lượng bong bóng tạo thành cùng với hợp phần này giảm đi đáng kể, nhưng vẫn khó để tạo thành sợi, vì nhiệt độ tạo thành của nó vượt quá 1460°C .

Tóm lại, việc sản xuất sợi thủy tinh môđun cao trong tài liệu kỹ thuật được mô tả ở trên thường đối mặt với khó khăn lớn trong sản xuất, cụ thể là nhiệt độ tạo thành cao và nhiệt độ đường lỏng cao, tốc độ kết tinh cao, khoảng nhiệt độ (ΔT) để tạo thành sợi hẹp, vấn đề lớn về nóng chảy và tinh chế, và nhiều bong bóng trong thủy tinh nóng chảy. Để giảm thiểu các khó khăn này, hầu hết các công ty và cơ quan có xu hướng hy sinh một số đặc tính của thủy tinh, do đó không thể về cơ bản cải thiện môđun của sợi thủy tinh nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết vấn đề được mô tả ở trên, mục đích của sáng chế là đề xuất hợp phần sợi thủy tinh môđun cao. Hợp phần này có thể làm tăng đáng kể môđun của sợi thủy tinh, làm giảm đáng kể nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy, và cải thiện hiệu suất tinh chế của thủy tinh nóng chảy; nó còn có thể tối ưu hóa tốc độ hóa rắn của thủy

ting nóng chảy, cải thiện hiệu suất làm nguội của sợi thủy tinh và làm giảm tốc độ kết tinh. Hợp phần này thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh môđun cao trên quy mô lớn.

Theo một khía cạnh của sáng chế, đề xuất hợp phần để sản xuất sợi thủy tinh môđun cao, hợp phần này chứa các thành phần sau theo phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%

MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%
ZrO ₂	0-2%。

Theo một lớp của phương án này, hợp phần chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%

Ngoài ra, tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 98%.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,9.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4=Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,5.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của Y_2O_3 nằm trong khoảng từ 10,1 đến 20% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của SiO_2 nằm trong khoảng từ 44 đến 55,9% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của Al_2O_3 nằm trong khoảng từ 15,8 đến 20,4% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của MgO nằm trong khoảng từ 9 đến 15% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của CaO nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5,9% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 2,0, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,9.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 2,1.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 2,1.

Theo một lớp của phương án này, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,9, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,1.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	10,1-20%
$\text{MgO} + \text{Y}_2\text{O}_3$	18,1-33%
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$	0-5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,8-20,4%
MgO	8-16%
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$	$\geq 26,5\%$

CaO	0,1-6,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8.

Theo một lớp của phương án này, khoảng hàm lượng của CeO₂ nằm trong khoảng từ 0 đến 2% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần còn chứa một hoặc nhiều thành phần trong số ZrO₂, ZnO, B₂O₃, F₂ và SO₃, phần trăm khối lượng kết hợp nhỏ hơn 4%.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần còn chứa ZrO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,9% khối lượng.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO ₂	44-55,9%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%

TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

Ngoài ra, tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 99,5%.

Theo một lớp của phương án này, hợp phần có thể không có B_2O_3 .

Theo một lớp của phương án này, hợp phần có thể không có MnO .

Theo một lớp của phương án này, hợp phần có thể sản xuất thủy tinh nóng chảy mà có nhiệt độ tinh chế nhỏ hơn hoặc bằng 1460°C .

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sợi thủy tinh được sản xuất bằng hợp phần sợi thủy tinh nêu trên được đề xuất.

Theo một khía cạnh khác nữa của sáng chế, vật liệu composit kết hợp với sợi thủy tinh nêu trên được đề xuất.

Trong hợp phần sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế, bằng cách đưa vào hàm lượng cao của Y_2O_3 , thiết lập một cách thích hợp các khoảng hàm lượng tương ứng của SiO_2 , Al_2O_3 , Y_2O_3 , CaO và MgO cũng như tỷ lệ giữa chúng, kiểm soát khoảng hàm lượng của oxit kim loại kiềm thổ và oxit kim loại kiềm cũng như tỷ lệ giữa chúng, và kiểm soát khoảng hàm lượng của $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})$ và $(\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3)$ tương ứng, trong khi sử dụng hiệu ứng bổ chính và hiệu ứng tích tụ đặc biệt của ion ytri trong cấu trúc thủy tinh cũng như tác dụng kết hợp của kim loại kiềm thổ, tăng cường hiệu ứng hiệp đồng giữa ion magie và ion canxi, giữa ion ytri và ion magie, giữa ion ytri và ion canxi, và giữa ion ytri và ion nhôm, và kiểm soát thêm các tỷ lệ MgO/CaO , $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$, $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ và $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$ tương ứng, hợp phần này làm cho cấu trúc xếp chồng của thủy tinh chặt hơn và độ khó cao hơn trong việc tái tổ chức và sắp xếp ion trong quá trình kết tinh. Do đó, hợp phần để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế có thể làm tăng đáng kể mô đun của

thủy tinh và làm giảm tốc độ kết tinh của thủy tinh. Trong khi đó, hợp phần còn có thể làm giảm đáng kể nhiệt độ tinh chế thủy tinh, cải thiện hiệu suất tinh chế, tối ưu hóa tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy, và cải thiện hiệu suất làm nguội của sợi thủy tinh.

Cụ thể là, hợp phần sợi thủy tinh môđun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	43-58%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

Tác dụng và hàm lượng của mỗi thành phần trong hợp phần sợi thủy tinh nêu trên được mô tả như sau:

SiO_2 là oxit chính tạo thành mạng lưới thủy tinh. So với thủy tinh S, để làm tăng môđun của thủy tinh, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa lượng silic oxit giảm đáng kể trong khi đưa vào hàm lượng cao của ytri oxit. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của SiO_2 nằm trong khoảng từ 43 đến 58%. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng SiO_2 có thể nằm trong khoảng từ 44 đến 57%, tốt hơn nữa là từ 44 đến 55,9%, thậm chí tốt hơn nữa là từ 45 đến 54,9%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 45 đến 54%.

Al_2O_3 là một oxit khác tạo thành mạng lưới thủy tinh. Khi kết hợp với SiO_2 , nó có thể có tác dụng trực tiếp đến đặc tính cơ học của thủy tinh. Hàm lượng Al_2O_3 quá thấp sẽ không thu được đặc tính cơ học đủ cao, trong khi hàm lượng Al_2O_3 quá cao sẽ làm tăng đáng kể nguy cơ kết tinh. Do đó, khoảng hàm lượng của Al_2O_3 theo sáng chế nằm trong khoảng từ 15,5 đến 23%. Tốt hơn là, hàm lượng Al_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 15,8 đến 21%, tốt hơn nữa là từ 15,8 đến 20,4%, thậm chí tốt hơn nữa là từ 16,5 đến 19,8%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 17 đến 19,6%.

Ngoài ra, để thu được đặc tính cơ học đủ cao của sợi thủy tinh và để làm giảm nhiệt độ tạo thành sợi, tổng phần trăm khối lượng của $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ có thể nằm trong khoảng từ 65 đến 78%. Tốt hơn là, tổng phần trăm khối lượng của $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ có thể nằm trong khoảng từ 65 đến 76%, tốt hơn nữa là từ 66 đến 74,5%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 66 đến 73%.

Theo sáng chế, MgO và CaO đóng vai trò chính trong việc điều hòa độ nhớt và quá trình kết tinh của thủy tinh. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng phần trăm khối lượng của MgO nằm trong khoảng từ 8 đến 18%. Tốt hơn là, khoảng phần trăm khối lượng của MgO có thể nằm trong khoảng từ 8 đến 16%, tốt hơn nữa là từ 9 đến 15%, thậm chí tốt hơn nữa là từ 9,4 đến 13,5%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 9,4 đến 12%. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng phần trăm khối lượng của CaO nằm trong khoảng từ 0,1 đến 7,5%. Tốt hơn là, khoảng phần trăm khối lượng của CaO có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6,5%, tốt hơn nữa là từ 0,5 đến 5,9%, thậm chí tốt hơn nữa là từ 0,5 đến 4,9%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 1 đến 4,5%.

Trong sợi thủy tinh môđun cao theo sáng chế, tổng phần trăm khối lượng của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ có thể lớn hơn hoặc bằng 25%. Tốt hơn là, tổng phần trăm khối lượng của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ có thể lớn hơn hoặc bằng 26%, tốt hơn nữa có thể từ 26 đến 35%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 26,5 đến 32%.

Y_2O_3 là một oxit kiềm thổ hiếm quan trọng. Là ion bên ngoài của mạng lưới thủy tinh, ion Y^{3+} có số phối trí lớn, cường độ trường cao và điện tích cao, và khả năng tích tụ cao, sẽ giúp cải thiện độ bền cấu trúc của thủy tinh và làm tăng môđun và độ bền của thủy tinh. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của Y_2O_3 nằm trong khoảng từ 7,1 đến 22%. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng của Y_2O_3 nằm trong khoảng từ 8,1 đến 22%, tốt hơn nữa là từ 10,1 đến 20%, thậm chí tốt hơn nữa là từ 11,4 đến

20%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 12,3 đến 20%. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của Y_2O_3 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 13,1 đến 20%, và tốt hơn nữa là từ 14,6 đến 20%.

Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, tổng phần trăm khối lượng của Y_2O_3+MgO có thể lớn hơn hoặc bằng 16,5%. Tốt hơn là, tổng phần trăm khối lượng của Y_2O_3+MgO có thể lớn hơn hoặc bằng 17,5%, tốt hơn nữa có thể từ 17,5 đến 34%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 18,1 đến 33%.

Ion Y^{3+} và ion Ca^{2+} có thể thay thế dễ dàng cho nhau để lấp đầy mạng lưới, do bán kính ion của chúng gần như bằng nhau, 0,09nm đối với ion Y^{3+} và 0,1nm đối với ion Ca^{2+} , cả hai đều lớn hơn đáng kể so với bán kính của Al^{3+} (0,0535nm) hoặc Mg^{2+} (0,072nm). Trong khi đó, theo sáng chế, bằng cách xem xét sự chênh lệch cường độ trường giữa ion Y^{3+} và ion Mg^{2+} , và giữa ion Y^{3+} và ion Ca^{2+} , cũng như hiệu ứng kim loại kiềm thổ hỗn hợp giữa ion Ca^{2+} và ion Mg^{2+} , và bằng cách đưa vào lượng lớn Y_2O_3 trong khi kiểm soát một cách thích hợp tỷ lệ giữa chúng cho phù hợp, sự chuyển động và sắp xếp của các ion khác trong thủy tinh sẽ được ngăn chặn hiệu quả, vì vậy xu hướng kết tinh của thủy tinh được giảm đáng kể đến mức tối thiểu; ngoài ra, tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy sẽ được điều hòa hiệu quả và hiệu suất làm nguội của thủy tinh sẽ được cải thiện. Ngoài ra, các tỷ lệ MgO/CaO , Y_2O_3/MgO , Y_2O_3/CaO và Al_2O_3/Y_2O_3 được kiểm soát hợp lý theo sáng chế, vì vậy không chỉ có thể đạt được hiệu ứng xếp chồng cấu trúc tốt hơn, mà còn có thể hạn chế một cách hiệu quả việc các pha tinh thể được tạo thành trong quá trình kết tinh của thủy tinh do sự cạnh tranh tăng cường giữa các pha tinh thể; và do đó xu hướng kết tinh của thủy tinh sẽ được kiểm soát hiệu quả. Pha tinh thể chính bao gồm cordierit ($Mg_2Al_4Si_5O_8$), anorthit ($CaAl_2Si_2O_8$), diopside ($CaMgSi_2O_6$), và hỗn hợp của chúng.

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7. Tốt hơn là, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1$ lớn hơn hoặc bằng 2,0, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 2,3, và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 2,5.

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8. Tốt hơn là, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1,0, và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1,1.

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,9. Tốt hơn là, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3$ lớn hơn hoặc bằng 2,1, tốt hơn nữa là lớn hơn

hoặc bằng 2,3, và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 2,9.

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4=Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,5. Tốt hơn là, tỷ lệ phần trăm khối lượng C4 nằm trong khoảng từ 1 đến 2,1, tốt hơn nữa là từ 1 đến 2, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 1,2 đến 2.

Ngoài ra, phần trăm khối lượng kết hợp $CaO+MgO$ có thể nằm trong khoảng từ 9 đến 20%. Tốt hơn là, phần trăm khối lượng kết hợp $CaO+MgO$ có thể nằm trong khoảng từ 9,5 đến 18%, tốt hơn nữa có thể từ 9,5 đến 17%, và thậm chí tốt hơn nữa là có thể từ 10 đến 16%.

Cả Na_2O và K_2O có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và là chất hạ điểm nóng chảy tốt. So với Na_2O và K_2O , Li_2O có thể không chỉ làm giảm đáng kể độ nhớt của thủy tinh nhờ đó cải thiện hiệu suất nóng chảy của thủy tinh, mà còn giúp cải thiện đặc tính cơ học của thủy tinh. Tuy nhiên, lượng đưa vào của oxit kim loại kiềm nên được kiểm soát, do nguyên liệu thô chứa các oxit này rất đắt và, khi có lượng dư của ion kim loại kiềm trong hợp phần sợi thủy tinh, độ bền cấu trúc của thủy tinh sẽ bị ảnh hưởng và do đó tính kháng ăn mòn của thủy tinh sẽ bị suy yếu đáng kể. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của Na_2O nằm trong khoảng từ 0,01 đến 2%, tốt hơn là từ 0,01 đến 1,5%, tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 0,9%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 0,45%.

Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của K_2O nằm trong khoảng từ 0 đến 1,5%, tốt hơn là từ 0 đến 1%, và tốt hơn nữa là từ 0 đến 0,5%.

Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của Li_2O nằm trong khoảng từ 0 đến 0,9%, tốt hơn là từ 0 đến 0,6%, tốt hơn nữa là từ 0 đến 0,3%. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có Li_2O .

Ngoài ra, phần trăm khối lượng kết hợp của $Na_2O+K_2O+Li_2O$ có thể nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,4%, tốt hơn là từ 0,05 đến 0,9%. Ngoài ra, phần trăm khối lượng kết hợp của Na_2O+K_2O có thể nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,2%, tốt hơn là từ 0,05 đến 0,7%.

TiO_2 có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh ở nhiệt độ cao và, với tác dụng hiệp đồng được tạo ra kết hợp với ion titan và ion ytri, có thể cải thiện hiệu ứng xếp chồng và đặc tính cơ học của thủy tinh. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng

hàm lượng của TiO_2 nằm trong khoảng từ 0,01 đến 5%, tốt hơn là từ 0,01 đến 3%, tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 1,5%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 0,9%.

Fe_2O_3 tạo thuận lợi cho quá trình nóng chảy của thủy tinh và còn có thể cải thiện hiệu suất kết tinh của thủy tinh. Tuy nhiên, do ion sắt (III) có tác dụng nhuộm màu, lượng đưa vào nên được giới hạn. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của Fe_2O_3 nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,5%, tốt hơn là từ 0,01 đến 1%, và tốt hơn nữa là từ 0,05 đến 0,8%.

SrO có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và tạo ra tác dụng hiệp đồng của ion kim loại kiềm thổ với ion canxi và ion magie, mà có thể giúp làm giảm hơn nữa xu hướng kết tinh của thủy tinh. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của SrO nằm trong khoảng từ 0 đến 4%, tốt hơn là từ 0 đến 2%, tốt hơn nữa là từ 0 đến 1%, và thậm chí tốt hơn nữa là từ 0 đến 0,5%. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có SrO .

La_2O_3 có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và cải thiện đặc tính cơ học của thủy tinh, và có tác dụng hiệp đồng nhất định với ion ytri, mà có thể làm giảm hơn nữa xu hướng kết tinh của thủy tinh. CeO_2 có thể tăng cường xu hướng kết tinh và hiệu suất tinh chế của thủy tinh. Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, tổng phần trăm khối lượng của $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$ có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 5%, tốt hơn là từ 0 đến 3%, và tốt hơn nữa là từ 0 đến 1,5%.

Ngoài ra, khoảng hàm lượng của La_2O_3 trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 3%, tốt hơn là từ 0 đến 1,5%. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có La_2O_3 . Ngoài ra, khoảng hàm lượng của CeO_2 trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, tốt hơn là từ 0 đến 0,6%. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có CeO_2 .

Ngoài các thành phần chính nêu trên, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế còn có thể chứa lượng nhỏ các thành phần khác với hàm lượng kết hợp nhỏ hơn hoặc bằng 4% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa một hoặc nhiều thành phần trong số ZrO_2 , ZnO , B_2O_3 , F_2 và SO_3 , và tổng lượng ZrO_2 , ZnO , B_2O_3 , F_2 và SO_3 nhỏ hơn 4% khối lượng. Ngoài ra, tổng lượng ZrO_2 , CeO_2 , ZnO , B_2O_3 , F_2 và SO_3 nhỏ hơn

2% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa một hoặc nhiều thành phần trong số Sm_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , Eu_2O_3 và Gd_2O_3 , và tổng lượng Sm_2O_3 , Sc_2O_3 , Nd_2O_3 , Eu_2O_3 và Gd_2O_3 nhỏ hơn 4% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa một hoặc nhiều thành phần trong số Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 , Tb_2O_3 và Lu_2O_3 , và tổng lượng Ho_2O_3 , Er_2O_3 , Tm_2O_3 , Tb_2O_3 và Lu_2O_3 nhỏ hơn 2% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa một trong hai hoặc cả hai Nb_2O_5 và Ta_2O_5 với hàm lượng kết hợp nhỏ hơn 2% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa ZrO_2 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2,4% khối lượng. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của ZrO_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 0,9%, và hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 0,3%. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có ZrO_2 .

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa B_2O_3 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2% khối lượng. Theo một phương án khác của sáng chế, hợp phần sợi thủy tinh có thể không có B_2O_3 .

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa F_2 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1% khối lượng. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của F_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 0,5%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa SO_3 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,5% khối lượng.

Ngoài ra, phần trăm khối lượng kết hợp của các thành phần khác có thể nhỏ hơn hoặc bằng 2%, và ngoài ra có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1%, và hơn nữa có thể nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%.

Ngoài ra, nhiệt độ tinh chế của hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1485°C . Ngoài ra, nhiệt độ tinh chế có thể nhỏ hơn hoặc bằng 1460°C , và hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1445°C .

Ngoài ra, môđun của sợi thủy tinh được tạo thành từ hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể lớn hơn hoặc bằng 95 GPa. Ngoài ra, môđun của sợi thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ 97 đến 115 GPa.

Trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, hiệu quả có lợi được tạo ra bởi các

khoảng được chọn như nêu trên của các thành phần sẽ được giải thích bởi các ví dụ thông qua dữ liệu thí nghiệm cụ thể.

Sau đây là các ví dụ về các khoảng hàm lượng được ưu tiên của các thành phần được chứa trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế.

Ví dụ ưu tiên 1

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,8-20,4%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó, tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 98%, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8.

Ví dụ ưu tiên 2

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây

được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,8-20,4%
MgO	8-16%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 26,5\%$
CaO	0,1-6,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng $\text{C1} = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 2,0, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $\text{C2} = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,9.

Ví dụ ưu tiên 3

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,8-21%
MgO	9,4-13,5%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 26,5\%$
CaO	0,1-6,5%
Y_2O_3	10,1-20%

$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	19,5-33%
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

Ví dụ ưu tiên 4

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%
ZrO_2	0-0,3%

trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7.

Ví dụ ưu tiên 5

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO} + \text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$	0-5%

trong đó, tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 98%, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 2,1.

Ví dụ ưu tiên 6

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	43-58%
Al_2O_3	15,5-23%

MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%

trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1 = \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3 = \text{Y}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 2,9.

Ví dụ ưu tiên 7

Hợp phần sợi thủy tinh modul cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO ₂	44-55,9%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	7,1-22%
MgO+Y ₂ O ₃	≥16,5%
TiO ₂	0,01-5%

Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 2,9.

Ví dụ ưu tiên 8

Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng:

SiO_2	43-58%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	7,1-22%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 16,5\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1= \text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối

lượng $C4 = Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm sáng tỏ hơn mục đích, giải pháp kỹ thuật và lợi ích của các ví dụ theo sáng chế, giải pháp kỹ thuật trong các ví dụ theo sáng chế được mô tả rõ ràng và đầy đủ dưới đây. Hiển nhiên, các ví dụ được mô tả trong bản mô tả này chỉ là một phần của các ví dụ theo sáng chế và không phải là tất cả các ví dụ. Tất cả các phương án được lấy làm ví dụ khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dựa trên các ví dụ theo sáng chế mà không thực hiện hoạt động sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Điều cần làm rõ là, miễn là không có mâu thuẫn, các ví dụ và dấu hiệu của các ví dụ theo sáng chế có thể được kết hợp tùy ý với nhau.

Khái niệm cơ bản của sáng chế là thành phần của hợp phần sợi thủy tinh được biểu diễn dưới dạng phần trăm khối lượng là: 43-58% SiO_2 , 15,5-23% Al_2O_3 , 8-18% MgO , lớn hơn hoặc bằng 25% ($Al_2O_3 + MgO$), 0,1-7,5% CaO , 7,1-22% Y_2O_3 , lớn hơn hoặc bằng 16,5% ($MgO + Y_2O_3$), 0,01-5% TiO_2 , 0,01-1,5% Fe_2O_3 , 0,01-2% Na_2O , 0-1,5% K_2O , 0-0,9% Li_2O , 0-4% SrO , và 0-5% ($La_2O_3 + CeO_2$). Hợp phần có thể làm tăng đáng kể mô đun của sợi thủy tinh, làm giảm đáng kể nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy, và cải thiện hiệu suất tinh chế của thủy tinh nóng chảy; nó còn có thể tối ưu hóa tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy, cải thiện hiệu suất làm nguội của sợi thủy tinh và làm giảm tốc độ kết tinh. Hợp phần này thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao trên quy mô lớn.

Các giá trị hàm lượng cụ thể của SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Y_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , Li_2O , SrO , La_2O_3 , CeO_2 và ZrO_2 trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế được chọn để sử dụng trong các ví dụ, và các so sánh với thủy tinh R cải tiến, được ký hiệu là B1, như được bộc lộ trong patent WO2016165506A2, thủy tinh R truyền thống được ký hiệu là B2, và thủy tinh S được ký hiệu là B3, được thực hiện về 8 thông số đặc tính sau đây,

(1) Nhiệt độ tạo thành, nhiệt độ mà ở đó thủy tinh nóng chảy có độ nhớt bằng 10^3 poizo và là nhiệt độ điển hình để tạo thành sợi.

(2) Nhiệt độ đường lỏng, nhiệt độ mà ở đó mầm tinh thể bắt đầu tạo thành khi thủy tinh nóng chảy nguội đi, tức là, nhiệt độ giới hạn trên của quá trình kết tinh của thủy tinh.

(3) Nhiệt độ tinh chế, nhiệt độ mà ở đó thủy tinh nóng chảy có độ nhớt bằng 10^2 poise và thể hiện độ khó tương đối trong quá trình tinh chế thủy tinh nóng chảy và loại bỏ bong bóng khỏi thủy tinh. Thông thường, khi nhiệt độ tinh chế càng thấp, sẽ càng hiệu quả hơn để tinh chế thủy tinh nóng chảy và loại bỏ bong bóng ở cùng nhiệt độ.

(4) Giá trị ΔT , là sự chênh lệch giữa nhiệt độ tạo thành và nhiệt độ đường lỏng và biểu thị khoảng nhiệt độ có thể thực hiện kéo sợi.

(5) Giá trị ΔL , là sự chênh lệch giữa nhiệt độ tinh chế và nhiệt độ tạo thành và biểu thị tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy. Nó có thể được sử dụng để biểu diễn độ khó của việc làm nguội thủy tinh nóng chảy trong khi tạo thành sợi. Nói chung, nếu giá trị ΔL tương đối nhỏ, thủy tinh nấu chảy sẽ dễ nguội đi hơn ở cùng điều kiện tạo sợi, mà có lợi cho việc kéo sợi thủy tinh hiệu quả.

(6) Môđun đàn hồi, môđun xác định khả năng của thủy tinh trong việc kháng biến dạng đàn hồi, mà được đo đối với khối thủy tinh theo ASTM E1876. Nó có thể được sử dụng để biểu diễn đặc tính môđun của sợi thủy tinh.

(7) Tỷ lệ diện tích kết tinh, được xác định trong quy trình thiết lập như sau: Cắt khối thủy tinh thích hợp để vừa khít với thuyền sứ và sau đó đặt mẫu thanh thủy tinh đã cắt vào thuyền sứ. Đặt thuyền sứ có mẫu thanh thủy tinh đã xử lý trước vào lò gradien để kết tinh và giữ mẫu để bảo quản bằng nhiệt trong 5 giờ. Lấy thuyền sứ có mẫu ra khỏi lò gradien và làm mát bằng không khí thuyền này đến nhiệt độ phòng. Cuối cùng, kiểm tra và đo lường và kích thước của tinh thể trên bề mặt của mỗi mẫu trong khoảng nhiệt độ 1050-1150°C, từ góc nhìn hiển vi bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học, và sau đó tính tỷ lệ diện tích kết tinh tương đối so với thủy tinh S. Tỷ lệ diện tích cao có nghĩa là xu hướng kết tinh cao và tốc độ kết tinh cao.

(8) Hàm lượng bong bóng, được xác định trong quy trình thiết lập như sau: Sử dụng khuôn đặc biệt để ép vật liệu mẻ thủy tinh trong mỗi ví dụ thành các mẫu có cùng hình dạng và kích thước, mà sau đó được đặt trên bề mặt của kính hiển vi nhiệt độ cao. Gia nhiệt các mẫu theo quy trình tiêu chuẩn lên đến nhiệt độ thiết lập trước bằng 1500°C, và sau đó trực tiếp làm nguội chúng bằng bộ làm mát của kính hiển vi đến nhiệt độ xung quanh mà không bảo quản bằng nhiệt. Cuối cùng, mỗi mẫu thủy tinh được kiểm tra dưới kính hiển vi quang học để xác định lượng bong bóng trong các mẫu, và sau đó tính hàm lượng bong bóng tương đối so với thủy tinh S. Hàm lượng bong bóng càng cao, càng

khó tinh chế thủy tinh, và chất lượng của thủy tinh nóng chảy sẽ khó đảm bảo được. Trong đó, lượng bong bóng được xác định theo độ phóng đại của kính hiển vi.

8 thông số nêu trên và phương pháp đo chúng đã biết rõ với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Do đó, các thông số nêu trên có thể được sử dụng hiệu quả để chứng minh đặc tính của hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế.

Các quy trình cụ thể đối với thí nghiệm là như sau: Mỗi thành phần có thể thu được từ nguyên liệu thô thích hợp. Trộn nguyên liệu thô theo tỷ lệ thích hợp sao cho mỗi thành phần đạt phần trăm khối lượng cuối cùng mong muốn. Mẻ đã trộn được làm nóng chảy và được tinh chế. Sau đó thủy tinh nóng chảy được kéo ra qua đầu của ống lót, nhờ đó tạo thành sợi thủy tinh. Sợi thủy tinh được làm mỏng đi phía trên vòng quay của máy cuốn để tạo thành bánh hoặc gói. Tất nhiên, phương pháp truyền thống có thể được sử dụng để xử lý thêm các sợi thủy tinh này để đạt yêu cầu mong muốn.

Việc so sánh thông số đặc tính được sử dụng trong các ví dụ về hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế so với các thông số đặc tính của thủy tinh S, thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến được thực hiện thêm bằng cách lập bảng, trong đó hàm lượng thành phần của hợp phần để sản xuất sợi thủy tinh được biểu diễn theo phần trăm khối lượng. Điều cần làm rõ là tổng lượng của các thành phần trong ví dụ nhỏ hơn 100% một chút, và nên hiểu là lượng còn lại là tạp chất vết hoặc lượng nhỏ của thành phần mà không thể phân tích.

Bảng 1A

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Thành phần	SiO ₂	53,2	52,0	53,0	54,4	54,4	54,4	54,4
	Al ₂ O ₃	18,7	19,3	18,7	17,5	18,1	18,7	18,7
	CaO	2,9	5,9	4,9	4,0	3,4	3,4	4,8
	MgO	11,5	9,2	10,4	13,5	12,6	12,0	10,6
	Y ₂ O ₃	12,4	12,4	11,5	9,2	10,1	10,1	10,1
	Na ₂ O	0,15	0,05	0,05	0,25	0,25	0,25	0,25
	K ₂ O	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Li ₂ O	0	0	0	0	0	0	0

	Fe ₂ O ₃	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	TiO ₂	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	SrO	0	0	0	0	0	0	0
	La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0,30	0	0	0	0
Tỷ lệ	C1	3,97	1,56	2,12	3,38	3,71	3,53	2,21
	C2	1,08	1,35	1,11	0,68	0,80	0,84	0,95
	C3	4,28	2,10	2,35	2,30	2,97	2,97	2,10
	C4	1,51	1,56	1,63	1,90	1,79	1,85	1,85
Thông số	Nhiệt độ tạo thành /°C	1283	1274	1280	1279	1284	1286	1290
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1236	1220	1225	1253	1248	1242	1230
	Nhiệt độ tinh chế /°C	1443	1432	1440	1439	1445	1447	1452
	ΔT/°C	47	54	55	26	36	44	60
	ΔL/°C	160	158	160	160	161	161	162
	Môđun đàn hồi /GPa	105,0	103,0	104,0	103,2	103,8	103,0	102,2
	Tỷ lệ diện tích kết tinh /%	9	4	5	15	12	10	5
	Hàm lượng bong bóng/%	6	4	3	5	7	8	9

Bảng 1B

		A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Thành phần	SiO ₂	54,0	49,8	51,0	52,5	55,9	52,5	56,8
	Al ₂ O ₃	19,0	21,0	20,4	19,8	18,6	18,6	16,5
	CaO	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,3
	MgO	11,0	9,4	10,0	10,0	10,0	10,0	10,4
	Y ₂ O ₃	10,5	14,4	13,2	12,3	10,1	13,5	11,6
	Na ₂ O	0,10	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,20
	K ₂ O	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30
	Li ₂ O	0,30	0	0	0	0	0	0
	Fe ₂ O ₃	0,20	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40
	TiO ₂	0,60	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40
	SrO	0	0	0	0	0	0	0
	La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	0	0
Tỷ lệ	C1	2,89	2,35	2,50	2,50	2,50	2,50	3,15
	C2	0,95	1,53	1,32	1,23	1,01	1,35	1,12
	C3	2,76	3,60	3,30	3,08	2,53	3,38	3,52
	C4	1,81	1,46	1,55	1,61	1,84	1,38	1,42
Thông số	Nhiệt độ tạo thành /°C	1281	1276	1278	1284	1295	1280	1294
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1235	1245	1238	1235	1230	1220	1232
	Nhiệt độ tinh chế /°C	1443	1433	1437	1445	1460	1440	1460

	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	46	31	40	49	65	60	62
	$\Delta L/^{\circ}\text{C}$	162	157	159	161	165	160	166
	Môđun đàn hồi /GPa	103,5	106,0	105,3	103,8	102,6	105,0	102,0
	Tỷ lệ diện tích kết tinh /%	7	16	7	6	6	4	6
	Hàm lượng bong bóng/%	6	5	4	6	11	5	10

Bảng 1C

		A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
Thành phần	SiO ₂	53,5	52,0	54,0	56,5	55,0	53,5	52,2
	Al ₂ O ₃	18,9	18,9	18,9	18,5	18,5	18,7	18,7
	CaO	2,4	1,0	3,3	3,7	3,7	3,0	3,5
	MgO	10,7	10,7	10,2	10,4	10,8	11,0	10,0
	Y ₂ O ₃	13,1	16,0	12,0	8,5	8,1	11,4	13,5
	Na ₂ O	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	K ₂ O	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	Li ₂ O	0	0	0,50	0	0	0	0
	Fe ₂ O ₃	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30
	TiO ₂	0,40	0,40	0,30	1,50	0,90	0,40	0,30
	SrO	0	0	0	0	0	1,00	0
	La ₂ O ₃	0	0	0	0	2,00	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0,10	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0,90

Tỷ lệ	C1	4,46	10,70	3,09	2,81	2,92	3,67	2,86
	C2	1,22	1,50	1,18	0,82	0,75	1,04	1,35
	C3	5,46	16,00	3,64	2,30	2,19	3,80	3,86
	C4	1,44	1,18	1,58	2,18	2,28	1,64	1,39
Thông số	Nhiệt độ tạo thành /°C	1291	1287	1269	1290	1285	1288	1286
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1238	1255	1231	1238	1225	1230	1224
	Nhiệt độ tinh chế /°C	1452	1445	1429	1455	1449	1450	1446
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	53	32	38	52	60	58	62
	$\Delta L/^{\circ}\text{C}$	161	158	160	165	164	162	160
	Môđun đàn hồi /GPa	104,5	106,3	105,2	101,5	100,5	103,5	105,5
	Tỷ lệ diện tích kết tinh /%	10	14	8	12	3	5	5
	Hàm lượng bong bóng/%	8	7	3	6	7	8	7

Bảng 1D

		A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28
Thành phần	SiO ₂	54,9	54,9	53,0	51,9	52,4	52,0	50,0
	Al ₂ O ₃	18,0	19,2	19,2	19,2	18,6	19,6	18,6
	CaO	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0

	MgO	11,4	10,4	10,4	10,4	10,2	10,6	10,2
	Y ₂ O ₃	11,0	11,0	12,9	14,0	14,6	12,6	17,0
	Na ₂ O	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,25	0,25
	K ₂ O	0,30	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20
	Li ₂ O	0	0	0,10	0,10	0	0	0
	Fe ₂ O ₃	0,40	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35
	TiO ₂	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
	SrO	0	0	0	0	0	0	0
	La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0,10	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0,30	0	0	0	0	0	0
Tỷ lệ	C1	3,80	3,47	3,47	3,47	3,40	2,65	3,40
	C2	0,96	1,06	1,24	1,35	1,43	1,19	1,67
	C3	3,67	3,67	4,30	4,67	4,87	3,15	5,67
	C4	1,64	1,75	1,49	1,37	1,27	1,56	1,09
Thông số	Nhiệt độ tạo thành /°C	1288	1293	1284	1276	1278	1282	1260
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1236	1233	1230	1225	1220	1235	1217
	Nhiệt độ tinh chế /°C	1451	1457	1445	1434	1437	1441	1416
	ΔT/°C	52	60	54	51	58	47	43
	ΔL/°C	163	164	161	158	159	159	156
	Môđun đàn hồi /GPa	103,5	103,0	104,5	105,7	106,5	104,5	108,0

	Tỷ lệ diện tích kết tinh /%	8	7	6	5	4	7	3
	Hàm lượng bong bóng/%	8	10	6	4	5	6	4

Bảng 1E

		A29	A30	A31	A32	B1	B2	B3
Thành phần	SiO ₂	57,0	53,4	52,0	52,5	60,1	60	65
	Al ₂ O ₃	18,5	18,7	19,3	18,7	17,0	25	25
	CaO	4,5	4,5	5,5	2,5	10,2	9	0
	MgO	10,0	10,4	9,4	11,5	9,8	6	10
	Y ₂ O ₃	8,1	11,4	12,6	13,5	0,5	0	0
	Na ₂ O	0,25	0,45	0,05	0,15	0,21	Lượng vết	Lượng vết
	K ₂ O	0,25	0,25	0,25	0,25	0,41	Lượng vết	Lượng vết
	Li ₂ O	0,5	0	0	0	0,65	0	0
	Fe ₂ O ₃	0,35	0,35	0,35	0,35	0,44	Lượng vết	Lượng vết
	TiO ₂	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	Lượng vết	Lượng vết
	SrO	0	0	0	0	0	0	0
	La ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0
Tỷ lệ	C1	2,22	2,31	1,71	4,60	0,96	0,67	-
	C2	0,81	1,10	1,34	1,17	0,05	0	0

	C3	1,80	2,53	2,29	5,40	0,05	0	-
	C4	2,28	1,64	1,53	1,39	34,00	-	-
Thông số	Nhiệt độ tạo thành /°C	1293	1286	1275	1284	1300	1430	1571
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1235	1227	1220	1234	1208	1350	1470
	Nhiệt độ tinh chế /°C	1459	1448	1433	1444	1498	1620	>1700
	$\Delta T/^{\circ}\text{C}$	58	59	55	50	92	80	101
	$\Delta L/^{\circ}\text{C}$	166	162	158	160	198	200	-
	Môđun đàn hồi /GPa	101,9	103,0	103,5	106,0	90,9	89	90
	Tỷ lệ diện tích kết tinh /%	7	5	4	7	20	70	100
	Hàm lượng bong bóng /%	7	6	4	5	30	75	100

Có thể nhận thấy từ các giá trị trong các bảng ở trên rằng, so với hợp phần của thủy tinh S, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có các lợi ích sau đây: (1) môđun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ tinh chế và hàm lượng bong bóng thấp hơn nhiều, có nghĩa là thủy tinh nóng chảy theo sáng chế dễ tinh chế hơn và bong bóng dễ bị loại bỏ hơn; và (3) nhiệt độ tạo thành sợi, nhiệt độ đường lỏng và tỷ lệ diện tích kết tinh thấp hơn nhiều.

So với hợp phần của thủy tinh R truyền thống, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có các lợi ích sau đây: (1) môđun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ tinh chế và hàm lượng bong bóng thấp hơn nhiều, có nghĩa là thủy tinh nóng chảy theo sáng chế dễ tinh chế hơn và bong bóng dễ bị loại bỏ hơn; (3) giá trị ΔL thấp hơn nhiều, giúp làm tăng hiệu suất kéo sợi do thủy tinh nóng chảy dễ làm nguội hơn; và (4) nhiệt độ tạo thành

sợi, nhiệt độ đường lỏng và tỷ lệ diện tích kết tinh thấp hơn nhiều.

So với hợp phần của thủy tinh R cải tiến, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có các lợi ích sau đây: (1) môđun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ tinh chế và hàm lượng bong bóng thấp hơn nhiều, có nghĩa là thủy tinh nóng chảy theo sáng chế dễ tinh chế hơn và bong bóng dễ bị loại bỏ hơn; (3) giá trị ΔL thấp hơn nhiều, giúp làm tăng hiệu suất kéo sợi do thủy tinh nóng chảy dễ làm nguội hơn; và (4) tỷ lệ diện tích kết tinh thấp hơn, có nghĩa là thủy tinh nóng chảy theo sáng chế có tốc độ kết tinh tương đối thấp và do đó giúp làm giảm nguy cơ kết tinh.

Do đó, có thể kết luận rằng hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế là khám phá quan trọng xét đến môđun của thủy tinh, hiệu suất tinh chế và làm nguội, và tốc độ kết tinh. Theo sáng chế, trong cùng điều kiện, môđun của thủy tinh tăng lên nhiều, nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy giảm đi đáng kể, lượng bong bóng trong thủy tinh nóng chảy giảm đi và thủy tinh thể hiện hiệu suất làm nguội rất tốt. Giải pháp kỹ thuật tổng thể theo sáng chế là rất tốt.

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra sợi thủy tinh có các đặc tính rất tốt nêu trên.

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế kết hợp với một hoặc nhiều vật liệu hữu cơ và/hoặc vô cơ có thể được sử dụng để điều chế vật liệu composit có hiệu suất rất tốt, chẳng hạn như vật liệu nền được gia cường sợi thủy tinh.

Lưu ý rằng, trong bản mô tả này, thuật ngữ “bao gồm/gồm có”, “chứa/có chứa” và bất kỳ các biến thể khác của chúng là không loại trừ, vì vậy quy trình, phương pháp, đối tượng hoặc thiết bị bất kỳ chứa loạt các yếu tố chứa không chỉ các yếu tố này, mà còn các yếu tố khác không được liệt kê rõ ràng, hoặc còn chứa các yếu tố vốn có của quy trình, phương pháp, đối tượng hoặc thiết bị. Không có giới hạn khác, yếu tố được xác định bởi câu trình bày “bao gồm/gồm có ...”, “chứa/có chứa ...” hoặc bất kỳ biến thể khác của chúng không loại trừ các yếu tố tương đồng khác có trong quy trình, phương pháp, đối tượng hoặc thiết bị bao gồm các yếu tố này.

Các phương án nêu trên được nêu chỉ nhằm mô tả thay vì làm giới hạn giải pháp kỹ thuật của sáng chế. Trong khi các phương án cụ thể của sáng chế đã được thể hiện và được mô tả, sẽ rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng cải biến được thực hiện đối với giải pháp kỹ thuật được bao gồm bởi tất cả các phương án

nêu trên, hoặc các phương án thay thế tương đương có thể được thực hiện đối với một số dấu hiệu kỹ thuật được bao gồm bởi tất cả các phương án nêu trên, mà không đi lệch khỏi phạm vi của giải pháp kỹ thuật của sáng chế.

Khả năng ứng dụng công nghiệp của sáng chế

Hợp phần sợi thủy tinh môđun cao theo sáng chế có thể làm tăng đáng kể môđun của sợi thủy tinh, làm giảm đáng kể nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy, và cải thiện hiệu suất tinh chế của thủy tinh nóng chảy; nó còn có thể tối ưu hóa tốc độ hóa rắn của thủy tinh nóng chảy, cải thiện hiệu suất làm nguội của sợi thủy tinh và làm giảm tốc độ kết tinh. Hợp phần này thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh môđun cao trên quy mô lớn.

So với hợp phần sợi thủy tinh thông thường, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế là khám phá quan trọng xét đến môđun của thủy tinh, hiệu suất tinh chế và làm nguội, và tốc độ kết tinh. Theo sáng chế, trong các điều kiện như nhau, môđun của thủy tinh tăng lên nhiều, nhiệt độ tinh chế của thủy tinh nóng chảy giảm đi đáng kể, lượng bong bóng trong thủy tinh nóng chảy giảm đi và thủy tinh thể hiện hiệu suất làm nguội rất tốt. Giải pháp kỹ thuật tổng thể theo sáng chế là rất tốt.

Do đó, sáng chế khả năng ứng dụng công nghiệp tốt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp phần sợi thủy tinh modul cao, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	10,1-20%
MgO+Y ₂ O ₃	≥18,1%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%

trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4= Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

2. Hợp phần sợi thủy tinh modul cao theo điểm 1, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%

CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	10,1-20%
MgO+Y ₂ O ₃	≥18,1%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%
K ₂ O	0-1,5%
Li ₂ O	0-0,9%
SrO	0-4%
La ₂ O ₃ +CeO ₂	0-5%
ZrO ₂	0-2%

trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4=Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

3. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO ₂	43-58%
Al ₂ O ₃	15,5-23%
MgO	8-18%
Al ₂ O ₃ +MgO	≥25%
CaO	0,1-7,5%
Y ₂ O ₃	10,1-20%
MgO+Y ₂ O ₃	≥18,1%
TiO ₂	0,01-5%
Fe ₂ O ₃	0,01-1,5%
Na ₂ O	0,01-2%

K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$La_2O_3+CeO_2$	0-5%

trong đó tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 98%, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4= Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

4. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,9.

5. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó phần trăm khối lượng của SiO_2 nằm trong khoảng từ 44 đến 55,9%.

6. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó phần trăm khối lượng của Al_2O_3 nằm trong khoảng từ 15,8 đến 20,4%.

7. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó phần trăm khối lượng của MgO nằm trong khoảng từ 9 đến 15%.

8. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó phần trăm khối lượng của CaO nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5,9%.

9. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 2,0, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,9.

10. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 2,1.

11. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C3=Y_2O_3/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,9, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4= Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,1.

12. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
---------	----------

Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	10,1-20%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	18,1-33%
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=\text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=\text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4= \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

13. Hợp phần sợi thủy tinh modul cao theo điểm 1, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,8-20,4%
MgO	8-16%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 26,5\%$
CaO	0,1-6,5%
Y_2O_3	10,1-20%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 18,1\%$
TiO_2	0,01-5%

Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%
K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$	0-5%

trong đó tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=\text{MgO}/\text{CaO}$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=\text{Y}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4= \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Y}_2\text{O}_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

14. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, chứa CeO_2 với khoảng phần trăm khối lượng từ 0 đến 2%.

15. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, còn chứa một hoặc nhiều thành phần trong số ZrO_2 , ZnO , B_2O_3 , F_2 và SO_3 , với phần trăm khối lượng kết hợp nhỏ hơn 4%.

16. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, còn chứa ZrO_2 với khoảng phần trăm khối lượng từ 0 đến 0,9%.

17. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, chứa các thành phần sau đây với lượng tương ứng theo phần trăm khối lượng:

SiO_2	44-55,9%
Al_2O_3	15,5-23%
MgO	8-18%
$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$	$\geq 25\%$
CaO	0,1-7,5%
Y_2O_3	10,1-20%
$\text{MgO}+\text{Y}_2\text{O}_3$	$\geq 18,1\%$
TiO_2	0,01-5%
Fe_2O_3	0,01-1,5%
Na_2O	0,01-2%

K_2O	0-1,5%
Li_2O	0-0,9%
SrO	0-4%
$La_2O_3+CeO_2$	0-5%

trong đó tổng phần trăm khối lượng của các thành phần nêu trên lớn hơn hoặc bằng 99,5%, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C1=MgO/CaO$ lớn hơn hoặc bằng 1,7, tỷ lệ phần trăm khối lượng $C2=Y_2O_3/MgO$ lớn hơn hoặc bằng 0,8, và tỷ lệ phần trăm khối lượng $C4=Al_2O_3/Y_2O_3$ nằm trong khoảng từ 1 đến 2,27.

18. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó hợp phần này không có B_2O_3 .

19. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó hợp phần này không có MnO .

20. Hợp phần sợi thủy tinh modulus cao theo điểm 1, trong đó hợp phần này có nhiệt độ tinh chế thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng $1460^{\circ}C$.

21. Sợi thủy tinh được sản xuất bằng cách sử dụng hợp phần bất kỳ trong số các hợp phần theo điểm từ 1 đến 20.

22. Vật liệu composit, kết hợp với sợi thủy tinh theo điểm 21.