



(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)



1-0034324

(51)⁷ C03C 13/00; C03C 3/095; C03C 13/02 (13) B

(21) 1-2018-04073

(22) 21/03/2016

(86) PCT/CN2016/076884 21/03/2016

(87) WO 2016/165530 20/10/2016

(30) 201610147905.0 15/03/2016 CN

(45) 26/12/2022 417

(43) 25/12/2018 369A

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

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

(72) Yuqiang ZHANG (CN); Guorong CAO (CN); Lin ZHANG (CN); Wenzhong XING
(CN); Guijiang GU (CN).

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

(54) CHẾ PHẨM SỢI THỦY TINH HIỆU SUẤT CAO, SỢI THỦY TINH VÀ VẬT
LIỆU COMPOZIT ĐƯỢC SẢN XUẤT TỪ CHẾ PHẨM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm sợi thủy tinh, sợi thủy tinh và vật liệu composit được sản xuất từ chế phẩm này. Chế phẩm sợi thủy tinh này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây: SiO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 53 đến 64%, Al₂O₃ với lượng lớn hơn 19% và nhỏ hơn 25%, Y₂O₃+La₂O₃+Gd₂O₃ với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 7%, Li₂O+Na₂O+K₂O với lượng không lớn hơn 1%, CaO+MgO+SrO với lượng nằm trong khoảng từ 10 đến 24%, CaO với lượng nằm trong khoảng từ 1,5 đến 12%, TiO₂ với lượng ít hơn 2%, Fe₂O₃ với lượng ít hơn 1,5%. Chế phẩm nêu trên không chỉ có thể cải thiện đáng kể mô-đun đàn hồi và độ ổn định hóa học của thủy tinh, mà còn khắc phục các vấn đề kỹ thuật khi sản xuất thủy tinh hiệu suất cao truyền thống bao gồm nguy cơ kết tinh cao, khó lắng trong thủy tinh nóng chảy và khó sản xuất bằng lò có lót vật liệu chịu lửa, làm giảm đáng kể đường pha lỏng và nhiệt độ định hình và làm giảm đáng kể tốc độ kết tinh trong cùng điều kiện, do đó làm cho nó đặc biệt thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao với độ ổn định hóa học ưu việt trong lò có lót vật liệu chịu lửa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm sợi thủy tinh, cụ thể là chế phẩm sợi thủy tinh có thể được sử dụng làm vật liệu nền gia cường dùng cho compozit, và sợi thủy tinh và vật liệu compozit được sản xuất từ chế phẩm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sợi thủy tinh là vật liệu sợi vô cơ có thể được sử dụng để gia cường nhựa để tạo ra vật liệu compozit có hiệu suất cao. Dưới dạng vật liệu nền gia cường dùng cho vật liệu compozit được cải tiến, sợi thủy tinh hiệu suất cao ban đầu được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp hàng không hoặc công nghiệp quốc phòng quốc gia. Với sự tiến bộ của khoa học và công nghệ và sự phát triển của nền kinh tế, sợi thủy tinh hiệu suất cao đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực công nghiệp và xây dựng như cánh quạt gió, bình chịu áp, ống dẫn dầu ngoài khơi và ngành công nghiệp tự động hóa.

Chế phẩm thủy tinh hiệu suất cao ban đầu dựa trên hệ $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ và giải pháp điển hình là thủy tinh S-2 của công ty OC của Mỹ (American company OC). Mô-đun của thủy tinh S-2 nằm trong khoảng từ 89 đến 90GPa; tuy nhiên, việc sản xuất thủy tinh này là quá khó khăn, do nhiệt độ định hình của nó lên đến khoảng 1571°C và nhiệt độ đường lỏng của nó lên đến 1470°C , và do đó rất khó để tiến hành sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn. Do đó, công ty OC đã ngừng sản xuất sợi thủy tinh S-2 và chuyển nhượng sáng chế cho một công ty AGY của Mỹ (American company AGY).

Sau đó, công ty OC đã phát triển thủy tinh HiPer-tex có mô-đun nằm trong khoảng từ 87 đến 89GPa, đây là một sự đánh đổi quy mô sản xuất bằng cách từ bỏ một số đặc tính của thủy tinh. Tuy nhiên, vì giải pháp được thiết kế chỉ là một cải tiến đơn giản so với thủy tinh S-2, nhiệt độ định hình và nhiệt độ đường lỏng được giữ ở mức cao, nên gây khó khăn trong việc làm mỏng sợi thủy tinh và cả trong việc tiến hành sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn. Do đó, công ty OC cũng đã ngừng sản xuất sợi thủy tinh HiPer-tex và chuyển nhượng sáng chế cho một công ty 3B của Châu Âu (European company 3B).

Công ty Saint-Gobain của Pháp (French company Saint-Gobain) đã phát triển thủy tinh R dựa trên hệ $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, và mô-đun của nó nằm trong khoảng từ 86 đến 89GPa; tuy nhiên, tổng hàm lượng của SiO_2 và Al_2O_3 giữ lại ở mức cao trong thủy tinh R truyền thống, và không có giải pháp hiệu quả để cải thiện hiệu suất kết tinh, do tỷ số giữa Ca và Mg được thiết kế không thích hợp, do đó gây khó khăn trong việc định hình sợi cũng như nguy cơ kết tinh cao, sức căng bề mặt lớn và khó lắng trong thủy tinh nóng chảy. Nhiệt độ định hình của thủy tinh R đạt đến 1410°C và nhiệt độ đường lỏng của nó lên đến 1350°C . Tất cả các vấn đề này đều gây khó khăn trong việc làm mỏng hiệu quả sợi thủy tinh và cũng gây khó khăn trong việc tiến hành sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn.

Ở Trung Quốc, Nanjing Fiberglass Research & Design Institute đã phát triển thủy tinh HS2 có mô-đun nằm trong khoảng từ 84 đến 87GPa. Ban đầu thủy tinh này chứa SiO_2 , Al_2O_3 và MgO trong khi cũng chứa một lượng nhất định của Li_2O , B_2O_3 , CeO_2 và Fe_2O_3 . Nhiệt độ định hình của nó chỉ là 1245°C và nhiệt độ đường lỏng của nó là 1320°C . Cả hai nhiệt độ đều thấp hơn nhiều so với nhiệt độ của thủy tinh S. Tuy nhiên, do nhiệt độ định hình của nó thấp hơn so với nhiệt độ đường lỏng của nó, nên không có lợi cho sự kiểm soát công đoạn làm mỏng sợi thủy tinh, nhiệt độ định hình phải được tăng lên và các đầu có hình dạng đặc biệt phải được sử dụng để ngăn chặn hiện tượng kết tinh thủy tinh xuất hiện trong quy trình làm mỏng sợi. Điều này gây khó khăn trong việc kiểm soát nhiệt độ và cũng gây khó khăn trong việc tiến hành sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn.

Tóm lại, chúng tôi nhận thấy rằng, ở giai đoạn này, việc sản xuất trên thực tế sợi thủy tinh hiệu suất cao khác nhau thường đối diện với nhưng khó khăn khi sản xuất trên quy mô lớn bằng lò có lót vật liệu chịu lửa, được biểu lộ cụ thể bằng nhiệt độ đường lỏng cao có thể so sánh được, tốc độ kết tinh cao, nhiệt độ định hình cao, khó lắng trong thủy tinh nóng chảy và khoảng nhiệt độ hẹp (ΔT) để định hình sợi và cả giá trị ΔT âm. Do đó, hầu hết các công ty đều có xu hướng giảm bớt khó khăn khi sản xuất bằng cách ức chế một số tính chất của thủy tinh, do đó không thể cải thiện các tính chất của sợi thủy tinh được đề cập ở trên với sự tăng trưởng của quy mô sản xuất. Vấn đề không đủ mô-đun từ lâu vẫn chưa được giải quyết khi sản xuất sợi thủy tinh S.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm giải quyết vấn đề được mô tả ở trên. Mục đích của sáng chế là đề xuất chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao không chỉ có thể cải thiện đáng kể mô-đun đàn hồi và độ ổn định hóa học của thủy tinh, mà còn khắc phục các vấn đề kỹ thuật khi sản xuất thủy tinh hiệu suất cao truyền thống bao gồm: nguy cơ kết tinh cao, độ khó mịn của thủy tinh nóng chảy và hiệu suất sản xuất thấp trong các lò có lót vật liệu chịu lửa, và giảm đáng kể nhiệt độ đường lỏng, nhiệt độ định hình và tốc độ kết tinh trong cùng điều kiện, do đó làm cho nó đặc biệt thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao với độ ổn định hóa học ưu việt trong lò có lót vật liệu chịu lửa.

Theo một khía cạnh của sáng chế, chế phẩm sợi thủy tinh được đề xuất chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5; trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,85% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ là thấp hơn 0,97% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O ít nhất là 0,05% và ít hơn 0,55% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5% trọng lượng;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $\text{C2} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là lớn hơn 1,8;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $\text{C2} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là lớn hơn

1,95;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ là thấp hơn 80,4% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$ nằm trong khoảng từ 0,5 đến 6% trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3 / \text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	<82%
$\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$SiO_2+Al_2O_3$	<80,4%
$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,05-7%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$ là không lớn hơn 0,95% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$ là không lớn hơn 0,85% theo phần trăm trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,05-7%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$SiO_2 + Al_2O_3$	<82%
$RE_2O_3 = Y_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O = Li_2O + Na_2O + K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\geq 0,05\%$ và <0,55%
$CaO + MgO + SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$SiO_2 + Al_2O_3$	<82%
$RE_2O_3 = Y_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O = Li_2O + Na_2O + K_2O$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO + MgO + SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ

phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	54-62%
Al_2O_3	>19% và $\leq 23\%$
$SiO_2 + Al_2O_3$	<80,4%
$RE_2O_3 = Y_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O = Li_2O + Na_2O + K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO + MgO + SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 1, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của $Na_2O + K_2O$ là thấp hơn 0,7% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của TiO_2 là không lớn hơn 0,75% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Al_2O_3 là lớn hơn 19% và không lớn hơn 19,4% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Al_2O_3 là lớn hơn 19,4% và không lớn hơn 23% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của SrO nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2% trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Gd_2O_3 nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1% trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$SiO_2 + Al_2O_3$	<82%

$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,05-7%
$La_2O_3+Gd_2O_3$	0,1-3%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	$\leq 0,75\%$
Fe_2O_3	$< 1,5\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

Trong đó, chế phẩm nêu trên chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	$> 19\%$ và $< 25\%$
$SiO_2+Al_2O_3$	$< 82\%$
$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,05-7%
Y_2O_3	0,5-5%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	$< 0,97\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	$< 2\%$
Fe_2O_3	$< 1,5\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $C1 = RE_2O_3/R_2O$ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5.

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $C2 = Al_2O_3/MgO$ nằm trong khoảng từ 2 đến 2,45.

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của CaO nằm trong khoảng từ 5 đến 10%

trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của MgO nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12%

trọng lượng;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của La_2O_3 nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2%

trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm có hiệu suất cao nêu trên chứa F_2 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,2% theo phần trăm trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm có hiệu suất cao nêu trên chứa B_2O_3 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2% theo phần trăm trọng lượng;

Trong đó, chế phẩm có hiệu suất cao nêu trên chứa CeO_2 với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1% theo phần trăm trọng lượng.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sợi thủy tinh được tạo ra bằng chế phẩm 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.

Các điểm sáng tạo chính của chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế bao gồm: đưa vào một hoặc nhiều ôxit đất hiếm từ nhóm bao gồm Y_2O_3 , La_2O_3 và Gd_2O_3 trong khi vẫn bao gồm hàm lượng cao của alumin và hàm lượng thấp của oxit kim loại kiềm, bằng cách sử dụng tác dụng hiệp đồng trong số các ôxit đất hiếm, oxit kim loại kiềm và alumin, kiểm soát tỷ lệ của $\text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ và $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$, thiết lập hợp lý các khoảng hàm lượng của Al_2O_3 , R_2O , Li_2O , Y_2O_3 , La_2O_3 , Gd_2O_3 , CaO và $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$ một cách tương ứng và bằng cách sử dụng CaO , MgO và SrO pha trộn tác dụng của kiềm thổ, và đưa chọn lọc F_2 , B_2O_3 và CeO_2 vào ở lượng thích hợp.

Cụ thể, chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%

CaO	1,5-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

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

SiO₂ là oxit chính định hình lưới thủy tinh và có tác dụng làm ổn định tất cả các thành phần. Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của SiO₂ nằm trong khoảng từ 53 đến 64%, tốt hơn nằm trong khoảng từ 54 đến 62%.

Al₂O₃ là một oxit chính khác định hình lưới thủy tinh. Khi được kết hợp với SiO₂, nó có thể có tác dụng thực sự đối với các tính chất cơ học của thủy tinh và có tác dụng đáng kể về tính chịu nước và axit. Để thu được tính chất cơ học đủ tốt và tính chịu nước và axit của thủy tinh, hàm lượng của Al₂O₃ nên cao như mong muốn. Tuy nhiên, hàm lượng quá cao sẽ làm cho độ nhớt của thủy tinh trở nên cao quá mức gây ra các vấn đề về nóng chảy và lắng trong, cùng với nguy cơ kết tinh thủy tinh và phân tách pha. Theo một phương án, các tác giả đã bất ngờ nhận thấy rằng khi khoảng hàm lượng của Al₂O₃ được giữ lớn hơn 19% và nhỏ hơn 25%, khoảng hàm lượng của Li₂O+Na₂O+K₂O là không lớn hơn 1%, và lượng thích hợp của ôxit đất hiếm được đưa vào, thủy tinh này có thể có mô-đun đàn hồi, độ ổn định hóa học và tính chịu kết tinh tốt cũng như khoảng nhiệt độ rộng (ΔT) để định hình sợi. Do đó, trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của Al₂O₃ là lớn hơn 19% và nhỏ hơn 25%, tốt hơn là lớn hơn 19% và không lớn hơn 23%. Ngoài ra, theo một phương án, khoảng hàm lượng giới hạn của Al₂O₃ có thể lớn hơn 19% và không lớn hơn 19,4%; theo một phương án khác, khoảng hàm lượng giới hạn của Al₂O₃ có thể lớn hơn 19,4% và không lớn hơn 23%. Ngoài ra, khoảng hàm lượng giới hạn của SiO₂+Al₂O₃ có thể thấp hơn 82%, tốt hơn là thấp hơn 80,4%.

Trong cấu trúc thủy tinh, Al₂O₃ thường có mặt ở hai trạng thái phối trí, tức là, trạng thái có số phối trí là bốn (AlO₄) và trạng thái có số phối trí là sáu (AlO₆). Các tác giả nhận thấy rằng, không chỉ đưa vào hàm lượng cao của Al₂O₃ và hàm lượng thấp của oxit kim loại kiềm, mà còn đưa một hoặc nhiều ôxit đất hiếm từ nhóm bao gồm Y₂O₃, La₂O₃ và Gd₂O₃ vào để sử dụng các tính chất kiềm cao của ôxit đất hiếm để tạo ra tác dụng quan trọng của oxy không cầu nối, lượng Al₂O₃ trong sự phối trí của tetrahedral sẽ trở

nên cao đáng kể, do đó thúc đẩy nhiều ion Al^{3+} hơn để đi vào lưới thủy tinh và do đó hỗ trợ để tăng cường độ chặt của lưới này. Hơn nữa, rất khó để cho mỗi ion trong số các ion đất hiếm nêu trên đi vào lưới thủy tinh, và chúng thường tồn tại dưới dạng ion ngoài ở các lỗ hổng của lưới thủy tinh. Các ion này có số phối trí lớn, điện tích và cường độ trường cao, và khả năng tích tụ cao, và do đó có thể hỗ trợ để cải thiện độ ổn định cấu trúc của thủy tinh và làm tăng các tính chất cơ học và độ ổn định hóa học của thủy tinh. Trong khi đó, chúng cũng có thể ngăn chặn hiệu quả sự di chuyển và cách bố trí các ion khác để giảm thiểu xu hướng kết tinh thủy tinh và cải thiện độ ổn định hóa học của nó.

Các tác giả sáng chế cũng nhận thấy rằng, khi được sử dụng riêng rẽ, Y_2O_3 có tác dụng tốt hơn so với La_2O_3 hoặc Gd_2O_3 khi cải thiện mô-đun thủy tinh và ngăn chặn sự kết tinh. Hơn nữa, khi hai hoặc nhiều ôxit đất hiếm được sử dụng đồng thời và các tỷ số giữa chúng được kiểm soát một cách thích hợp, thì sẽ đạt được tác dụng hiệp đồng rõ rệt bất ngờ, tức là tác dụng khi cải thiện mô-đun thủy tinh và ngăn chặn sự kết tinh tốt hơn so với tác dụng khi chỉ một ôxit đất hiếm được sử dụng riêng biệt. Các tác giả cho rằng điều này là do, một mặt, hai hoặc nhiều ôxit đất hiếm được sử dụng đồng thời có thể cung cấp nhiều ion ngoài cho lưới hơn để phối trí, do đó hỗ trợ để cải thiện độ ổn định của cấu trúc của thủy tinh và làm tăng mô-đun thủy tinh và, mặt khác, các ion đất hiếm có các bán kính khác nhau ít có khả năng tạo ra các cách bố trí cân xứng, hỗ trợ làm giảm đáng kể tốc độ phát triển của các tinh thể và do đó cải thiện tính chịu kết tinh của thủy tinh.

Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$ có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 7%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 6%. Ngoài ra, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$ có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3%. Ngoài ra, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng Y_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5%. Ngoài ra, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng La_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2%. Ngoài ra, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng Gd_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1%.

Cả K_2O và Na_2O đều có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và là các thuốc hàn tốt. So với Na_2O và K_2O , Li_2O không chỉ có thể làm giảm đáng kể độ nhớt của thủy tinh nhờ đó cải thiện hiệu suất nóng chảy của thủy tinh, mà còn hỗ trợ việc cải thiện đáng kể

các tính chất cơ học của thủy tinh. Ngoài ra, một lượng nhỏ của Li_2O tạo ra oxy không cầu nối với lượng đáng kể, hỗ trợ nhiều ion nhôm hơn để tạo ra sự phối trí của tetrahedral và tăng cường cấu trúc lưới của thủy tinh. Tuy nhiên, do quá nhiều ion kim loại kiềm trong chế phẩm thủy tinh sẽ làm giảm đáng kể độ ổn định hóa học của thủy tinh, nên lượng được đưa vào nên được giới hạn. Do đó, trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ có thể không lớn hơn 1%, tốt hơn là thấp hơn 0,97%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,95%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,85%. Ngoài ra, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,85%, tốt hơn là ít nhất 0,05% nhưng thấp hơn 0,55%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5%. Ngoài ra, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ có thể thấp hơn 0,7%.

Ngoài ra, nhằm mục đích làm cho oxy không cầu nối được tạo ra bằng oxit kim loại kiềm có thể được tích tụ hiệu quả bằng các ion đất hiếm và do đó nhiều ion nhôm hơn có thể đi vào lưới thủy tinh dưới dạng AlO_4 , trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ có thể lớn hơn 0,5, tốt hơn là lớn hơn 1, và tốt hơn nữa là có thể nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5.

CaO , MgO và SrO kiểm soát chủ yếu sự kết tinh thủy tinh và điều chỉnh độ nhớt của thủy tinh. Cụ thể là đối với việc kiểm soát sự kết tinh của thủy tinh, các tác giả đã thu được các tác dụng bất ngờ bằng cách kiểm soát lượng được đưa vào của chúng và các tỷ số giữa chúng. Nhìn chung, đối với thủy tinh hiệu suất cao dựa trên hệ $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, các pha tinh thể chứa nó sau khi kết tinh thủy tinh chủ yếu bao gồm diopsit ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) và anorthit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Để ức chế xu hướng của hai pha tinh thể này để kết tinh và làm giảm nhiệt độ đường lỏng và tốc độ kết tinh của thủy tinh, sáng chế đã kiểm soát hợp lý khoảng hàm lượng của $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$ và các tỷ số giữa chúng để sử dụng tác dụng của kiềm thổ được pha trộn đối với cấu trúc xếp chồng chặt hơn, do đó cần nhiều năng lượng hơn để cho hạt nhân tinh thể hình thành và phát triển và do đó xu hướng kết tinh của thủy tinh sẽ được ức chế. Hơn nữa, stronti oxit được đưa vào với lượng thích hợp có thể hỗ trợ để tạo thành cấu trúc thủy tinh ổn định hơn, do đó còn cải thiện các tính chất của thủy tinh. Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$ có thể là từ 10 đến 24%. Dưới dạng bộ điều chỉnh mạng lưới, quá nhiều CaO sẽ làm tăng xu hướng kết tinh của thủy tinh dẫn đến

việc kết tủa các tinh thể như anorthit và wolastonit từ thủy tinh nóng chảy. Do đó, khoảng hàm lượng của CaO có thể nằm trong khoảng từ 1,5 đến 12%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 10%. MgO có tác dụng tương tự trong mạng thủy tinh dưới dạng CaO, ngoại trừ cường độ trường của Mg^{2+} là cao hơn, đóng vai trò quan trọng trong việc làm tăng mô-đun thủy tinh. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của MgO có thể nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12%. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của SrO có thể thấp hơn 3%, và tốt hơn là có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2%.

Ngoài ra, trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, để kiểm soát hiệu quả sự kết tinh của thủy tinh, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ có thể lớn hơn 1,8, tốt hơn là lớn hơn 1,95, và tốt hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 2 đến 2,45.

TiO_2 không chỉ có tác dụng hàn, mà còn có thể cải thiện đáng kể độ ổn định hóa học của thủy tinh. Nó cũng có thể có tác dụng nhất định để làm giảm sức căng bề mặt của thủy tinh nóng chảy. Tuy nhiên, do một lượng dư của các ion Ti^{4+} có thể có tác dụng nhuộm màu không mong muốn, nên lượng được đưa vào nên được giới hạn. Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của TiO_2 là thấp hơn 2%, tốt hơn là không lớn hơn 0,75%.

Fe_2O_3 hỗ trợ quá trình nấu chảy của thủy tinh và cũng có thể cải thiện hiệu suất kết tinh của thủy tinh. Tuy nhiên, do các ion sắt (III) và ion sắt (II) có tác dụng nhuộm màu, nên lượng được đưa vào nên được giới hạn. Do đó, trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của Fe_2O_3 là thấp hơn 1,5%.

Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, lượng thích hợp của F_2 , B_2O_3 hoặc CeO_2 có thể được đưa vào để cải thiện thêm hiệu suất kết tinh và lắng trong của thủy tinh. Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của F_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 1,2%; khoảng hàm lượng giới hạn của B_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 2%; và khoảng hàm lượng giới hạn của CeO_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 1%.

Ngoài ra, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm lượng nhỏ của các thành phần khác với tổng hàm lượng không lớn hơn 2%.

Trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế, các tác dụng có lợi được sản xuất bằng các khoảng được lựa chọn nêu trên của các thành phần sẽ được giải thích bằng các ví dụ

thông qua dữ liệu thử nghiệm cụ thể.

Sau đây là các phương án về các khoảng hàm lượng được ưu tiên của các thành phần được chứa trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế. Mô-đun đàn hồi của sợi thủy tinh được tạo thành từ các chế phẩm theo các phương án này là lớn hơn 90 GPa.

Phương án ưu tiên 1

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	<82%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5.

Phương án ưu tiên 2

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	<80,4%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%

CaO	1,5-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

Phương án ưu tiên 3

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	53-64%
Al ₂ O ₃	>19% và <25%
$RE_2O_3 = Y_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3$	0,05-7%
$R_2O = Li_2O + Na_2O + K_2O$	≤1%
Li ₂ O	từ 0,1 đến 0,5%
CaO+MgO+SrO	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

Phương án ưu tiên 4

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	53-64%
Al ₂ O ₃	>19% và <25%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	<82%
$RE_2O_3 = Y_2O_3 + La_2O_3 + Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O = Li_2O + Na_2O + K_2O$	≤1%
Li ₂ O	≥0,05% và <0,55%
CaO+MgO+SrO	10-24%
CaO	1,5-12%

TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

Phương án ưu tiên 5

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	53-64%
Al ₂ O ₃	>19% và <25%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	<82%
RE ₂ O ₃ =Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃	0,5-6%
R ₂ O=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<0,97%
Li ₂ O	0,05-0,85%
CaO+MgO+SrO	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%
Gd ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

Phương án ưu tiên 6

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	54-62%
Al ₂ O ₃	>19% và ≤23%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	<80,4%
RE ₂ O ₃ =Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃	0,5-6%
R ₂ O=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤0,95%
Li ₂ O	0,05-0,85%

CaO+MgO+SrO	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 1, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

Phương án ưu tiên 7

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	53-64%
Al ₂ O ₃	>19% và <25%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	<82%
RE ₂ O ₃ =Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃	0,05-7%
La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃	0,1-3%
R ₂ O=Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤0,85%
Li ₂ O	0,05-0,85%
CaO+MgO+SrO	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO ₂	≤0,75%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

Phương án ưu tiên 8

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	53-64%
Al ₂ O ₃	>19% và <25%
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	<82%
RE ₂ O ₃ =Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃	0,05-7%
Y ₂ O ₃	0,5-5%

$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1= RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2= Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,8.

Phương án ưu tiên 9

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và $\leq 19,4\%$
$SiO_2+Al_2O_3$	<82%
$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1= RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2= Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

Phương án ưu tiên 10

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	54-62%
Al_2O_3	>19,4% và $\leq 23\%$
$SiO_2+Al_2O_3$	<80,4%

$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,5-6%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
Na_2O+K_2O	$<0,7\%$
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	$<2\%$
Fe_2O_3	$<1,5\%$

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1= RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 1, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2= Al_2O_3/MgO$ là lớn hơn 1,95.

Phương án ưu tiên 11

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	$>19\%$ và $<25\%$
$SiO_2+Al_2O_3$	$<82\%$
$RE_2O_3=Y_2O_3+La_2O_3+Gd_2O_3$	0,05-7%
$La_2O_3+Gd_2O_3$	0,1-3%
$R_2O=Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$CaO+MgO+SrO$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	$\leq 0,75\%$
Fe_2O_3	$<1,5\%$
SrO	0,1-2%
F_2	0-1,2%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1= RE_2O_3/R_2O$ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 5.

Phương án ưu tiên 12

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	<82%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,1-3%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	$\leq 0,75\%$
Fe_2O_3	<1,5%
B_2O_3	0-2%
CeO_2	0-1%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C2} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ nằm trong khoảng từ 2 đến 2,45.

Phương án ưu tiên 13

Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo sáng chế chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	<80,4%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%
CaO	5-10%

MgO	8,1-12%
TiO ₂	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%
La ₂ O ₃	0,1-2%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1=RE_2O_3/R_2O$ là lớn hơn 0,5.

Theo phương án ưu tiên 13, mô-đun đàn hồi của sợi thủy tinh được tạo ra từ chế phẩm là lớn hơn 95GPa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm rõ hơn các mục đích này, các giải pháp và ưu điểm kỹ thuật trong các ví dụ theo sáng chế, các giải pháp kỹ thuật trong các ví dụ theo sáng chế được mô tả rõ ràng và hoàn toàn dưới đây. Rõ ràng, các ví dụ được mô tả ở đây 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 nêu làm ví dụ khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này trên cơ sở các ví dụ trong sáng chế mà không tiến hành công việc sáng tạo, tất cả sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Điều cần phải làm rõ, với điều kiện không có mâu thuẫn, là 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 về các thành phần của chế phẩm sợi thủy tinh được thể hiện dưới dạng phần trăm theo trọng lượng là: 53-64% SiO₂, lớn hơn 19% và nhỏ hơn 25% Al₂O₃, 0,05-7% Y₂O₃+La₂O₃+Gd₂O₃, không lớn hơn 1% Li₂O+Na₂O+K₂O, 10-24% CaO+MgO+SrO, 1,5-12% CaO, nhỏ hơn 2% TiO₂ và nhỏ hơn 1,5% Fe₂O₃. Chế phẩm nêu trên không chỉ cải thiện đáng kể mô-đun đàn hồi và độ ổn định hóa học của thủy tinh, mà còn khắc phục các vấn đề kỹ thuật khi sản xuất thủy tinh hiệu suất cao truyền thống bao gồm nguy cơ kết tinh cao, khó lắng trong thủy tinh nóng chảy và khó sản xuất bằng lò có lót vật liệu chịu lửa, làm giảm đáng kể đường pha lỏng và nhiệt độ định hình, và làm giảm đáng kể tốc độ kết tinh trong cùng điều kiện, do đó làm cho nó đặc biệt thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao với độ ổn định hóa học hoàn hảo trong lò có lót vật liệu chịu lửa.

Giá trị hàm lượng cụ thể của SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Li₂O, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, TiO₂, SrO, Y₂O₃, La₂O₃, Gd₂O₃, F₂ và CeO₂ trong chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế

được lựa chọn để sử dụng trong các ví dụ, và tiến hành các phép so sánh với thủy tinh S, thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến về sáu thông số thuộc tính,

(1) Nhiệt độ định hình, nhiệt độ tại đó thủy tinh nóng chảy có độ nhớt bằng 10^3 poise.

(2) Nhiệt độ đường lỏng, nhiệt độ tại đó hạt nhân tinh thể bắt đầu tạo ra khi thủy tinh nóng chảy nguội đi -- tức là, nhiệt độ giới hạn trên đối với sự kết tinh thủy tinh.

(3) Giá trị ΔT , là sự chênh lệch giữa nhiệt độ định hình và nhiệt độ đường lỏng và chỉ ra khoảng nhiệt độ tại đó sự rút sợi có thể được tiến hành.

(4) Nhiệt độ kết tinh đỉnh, nhiệt độ tương ứng với đỉnh kết tinh thủy tinh mạnh nhất trong thử nghiệm DTA. Nhìn chung, nhiệt độ này càng cao, thì càng cần nhiều năng lượng hơn để cho hạt nhân tinh thể phát triển và xu hướng kết tinh thủy tinh càng thấp.

(5) Mô-đun đàn hồi, mô-đun đàn hồi theo chiều dọc xác định khả năng của thủy tinh để chống lại sự biến dạng đàn hồi, được đo đối với ASTM2343.

(6) Lượng hao hụt trọng lượng bột, được xác định trong quy trình được đưa ra như sau: Nghiền và xay thủy tinh đã được tạo ra một cách thích hợp và sau đó sàng bột này để thu được bột có cỡ nằm trong khoảng từ 0,4 đến 0,6mm (có thể đi qua sàng 60 mắt lưới nhưng không thể đi qua sàng 80 mắt lưới). Cân để chuẩn bị ba mẫu từ bột đã được thu, 3g đối với mỗi mẫu, và đặt mỗi mẫu tương ứng vào dung dịch HCL 10% với lượng định trước vào nước trong bồn ở nhiệt độ 95°C trong thời gian 24 giờ. Tính toán lượng hao hụt trọng lượng trung bình của bột mẫu để định rõ đặc điểm độ ổn định hóa học của thủy tinh.

Sáu thông số nêu trên và các phương pháp đo chúng đã được biết rõ bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Do đó, các thông số này có thể được sử dụng hiệu quả để giải thích các tính chất của chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế.

Quy trình cụ thể đối với các thử nghiệm như sau: Mỗi thành phần có thể thu được từ vật liệu thô thích hợp. Trộn vật liệu thô theo các tỷ lệ thích hợp để cho mỗi thành phần đạt đến tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng mong muốn cuối cùng. Mẻ đã trộn được làm nóng chảy và thủy tinh nóng chảy được tinh luyện. Sau đó thủy tinh nóng chảy được kéo ra thông qua các đầu ống lót, nhờ đó định hình sợi thủy tinh. Sợi thủy tinh được làm mỏng trên ống kẹp quay của máy cuốn để tạo ra bánh hoặc khối. Tất nhiên, các phương

pháp thông thường có thể được sử dụng để xử lý kỹ các sợi thủy tinh này phù hợp với các yêu cầu mong muốn.

Các phương án được nêu làm ví dụ về chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế được đưa ra dưới đây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

SiO ₂	58,0%
Al ₂ O ₃	19,1%
CaO	7,9%
MgO	9,4%
Y ₂ O ₃	3,6%
Na ₂ O	0,18%
K ₂ O	0,31%
Li ₂ O	0,45%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,43%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là 3,83, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là 2,03.

Trong ví dụ 1, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1300°C
Nhiệt độ đường lỏng	1204°C
ΔT	96°C
Nhiệt độ kết tinh cực đại	1030°C
Mô-đun đàn hồi	95,7GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,98%

Ví dụ 2

SiO ₂	58,0%
Al ₂ O ₃	19,1%

CaO	7,2%
MgO	9,4%
Y ₂ O ₃	3,6%
Na ₂ O	0,18%
K ₂ O	0,31%
Li ₂ O	0,45%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,43%
SrO	0,7%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là 3,83, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là 2,03.

Trong ví dụ 2, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1302°C
Nhiệt độ đường lỏng	1201°C
ΔT	101°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1032°C
Mô-đun đàn hồi	96,5GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,95%

Ví dụ 3

SiO ₂	56,9%
Al ₂ O ₃	21,0%
CaO	5,3%
MgO	10,4%
Y ₂ O ₃	3,5%
La ₂ O ₃	0,5%
Na ₂ O	0,11%
K ₂ O	0,24%
Li ₂ O	0,61%

Fe_2O_3	0,44%
TiO_2	0,74%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là 4,17, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là 2,02.

Trong ví dụ 3, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1306°C
Nhiệt độ đường lỏng	1216°C
ΔT	90°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1023°C
Mô-đun đàn hồi	97,6GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,95%

Ví dụ 4

SiO_2	56,1%
Al_2O_3	21,6%
CaO	6,2%
MgO	9,0%
Y_2O_3	3,8%
La_2O_3	0,4%
Na_2O	0,12%
K_2O	0,28%
Li_2O	0,54%
Fe_2O_3	0,44%
TiO_2	0,62%
SrO	0,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là 4,47, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là 2,40.

Trong ví dụ 4, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1305°C
--------------------	--------

Nhiệt độ đường lỏng	1220°C
ΔT	85°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1022°C
Mô-đun đàn hồi	99,2GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,8%

Ví dụ 5

SiO ₂	58,1%
Al ₂ O ₃	19,2%
CaO	7,3%
MgO	9,3%
Y ₂ O ₃	2,0%
La ₂ O ₃	1,6%
Na ₂ O	0,18%
K ₂ O	0,21%
Li ₂ O	0,51%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,95%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = RE_2O_3/R_2O$ là 4,0, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = Al_2O_3/MgO$ là 2,06.

Trong ví dụ 5, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1296°C
Nhiệt độ đường lỏng	1199°C
ΔT	97°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1033°C
Mô-đun đàn hồi	94,7GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,85%

Ví dụ 6

SiO ₂	58,3%
------------------	-------

Al_2O_3	19,3%
CaO	7,3%
MgO	8,9%
Y_2O_3	3,7%
La_2O_3	0,4%
Na_2O	0,23%
K_2O	0,18%
Li_2O	0,54%
Fe_2O_3	0,44%
TiO_2	0,51%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là 4,32, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là 2,17.

Trong ví dụ 6, các giá trị đo được của sáu thông số tương ứng như sau:

Nhiệt độ định hình	1303°C
Nhiệt độ đường lỏng	1204°C
ΔT	99°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1030°C
Mô-đun đàn hồi	97,4GPa
Lượng hao hụt trọng lượng bột	0,9%

Các phép so sánh về các thông số thuộc tính trong các ví dụ được đề cập ở trên và các ví dụ khác về chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế với các thông số thuộc tính của thủy tinh S, thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến còn được đưa ra dưới đây trong các bảng, trong đó hàm lượng thành phần của chế phẩm sợi thủy tinh được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng. Điều cần phải làm rõ là tổng lượng của các thành phần trong các ví dụ nhỏ hơn một chút so với 100%, và nên được hiểu rằng lượng còn lại là các vết tạp chất hoặc một lượng nhỏ của các thành phần không thể được phân tích.

Bảng 1A

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Thành phần	SiO ₂	58,0	58,0	58,0	58,0	58,3	58,0	57,8
	Al ₂ O ₃	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,4	20,0
	CaO	7,9	7,2	7,2	7,6	8,3	8,0	8,1
	MgO	9,4	9,4	9,4	9,2	10,2	9,0	9,2
	Y ₂ O ₃	3,6	3,6	3,3	4,1	1,8	3,6	-
	La ₂ O ₃	-	-	0,5	-	-	-	1,7
	Gd ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	0,3
	Na ₂ O	0,18	0,18	0,18	0,18	0,22	0,18	0,13
	K ₂ O	0,31	0,31	0,31	0,31	0,20	0,31	0,22
	Li ₂ O	0,45	0,45	0,45	0,45	0,54	0,45	0,61
	Fe ₂ O ₃	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
	TiO ₂	0,43	0,43	0,43	0,43	0,71	0,43	1,2
	SrO	-	0,7	0,5	-	-	-	-
Tỷ số	C1	3,83	3,83	4,04	4,36	1,88	3,83	2,08
	C2	2,03	2,03	2,03	2,08	1,87	2,16	2,17
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1300	1302	1298	1298	1295	1304	1308
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1204	1201	1199	1197	1212	1202	1210
	ΔT /°C	96	101	99	101	83	103	98
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1030	1032	1034	1034	1024	1032	1028
	Mô-đun đàn hồi /GPa	95,7	96,5	97,0	97,9	93,1	95,8	92,8
	Lượng hao hụt trọng lượng bột/%	0,98	0,95	0,93	0,9	1,05	0,95	0,98

Bảng 1B

		A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Thành phần	SiO ₂	58,1	58,1	56,1	58,3	58,3	58,5	57,4
	Al ₂ O ₃	19,2	19,2	21,6	19,1	19,3	19,3	20,3
	CaO	6,7	7,3	6,2	6,8	7,3	7,0	7,0
	MgO	9,3	9,3	9,0	9,2	8,9	8,9	9,2
	Y ₂ O ₃	1,6	2,0	3,8	4,0	3,7	3,7	2,4
	La ₂ O ₃	2,0	1,6	0,4	0,4	0,4	0,4	-
	Na ₂ O	0,18	0,18	0,12	0,26	0,23	0,12	0,12
	K ₂ O	0,26	0,21	0,28	0,40	0,18	0,29	0,29
	Li ₂ O	0,51	0,51	0,54	0,30	0,54	0,54	0,54
	Fe ₂ O ₃	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
	TiO ₂	0,41	0,95	0,62	0,60	0,51	0,41	0,75
	SrO	1,1	-	0,5	-	-	-	1,4
	F ₂	-	-	-	-	-	0,2	-
Tỷ số	C1	3,79	4,0	4,47	4,58	4,32	4,32	2,53
	C2	2,06	2,06	2,40	2,08	2,17	2,17	2,18
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1297	1296	1305	1298	1303	1300	1301
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1201	1199	1220	1199	1204	1197	1205
	ΔT /°C	96	97	85	99	99	103	96
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1032	1033	1022	1034	1030	1034	1028
	Mô-đun đàn hồi /GPa	94,3	94,7	99,2	98,5	97,4	97,1	94,8
	Lượng hao hụt trọng lượng bột/%	0,95	0,85	0,8	0,9	0,9	0,95	0,9

Bảng 1C

		A15	A16	A17	A18	Thủy tinh S	Thủy tinh R truyền thống	Thủy tinh R cải tiến
Thành phần	SiO ₂	58,2	58,2	58,0	56,9	65	60	60,75
	Al ₂ O ₃	19,2	19,2	19,1	21,0	25	25	15,80
	CaO	8,1	7,8	6,4	5,3	-	9	13,90
	MgO	9,4	9,7	9,1	10,4	10	6	7,90
	Y ₂ O ₃	-	2,0	4,5	3,5	-	-	-
	La ₂ O ₃	2,0	-	-	0,5	-	-	-
	Na ₂ O	0,14	0,11	0,14	0,11	lượng vết	lượng vết	0,73
	K ₂ O	0,31	0,30	0,30	0,24	lượng vết	lượng vết	
	Li ₂ O	0,40	0,50	0,50	0,61	-	-	0,48
	Fe ₂ O ₃	0,44	0,44	0,44	0,44	lượng vết	lượng vết	0,18
	TiO ₂	0,75	0,49	0,46	0,74	lượng vết	lượng vết	0,12
	SrO	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
	CeO ₂	-	0,2	-	-	-	-	-
Tỷ số	C1	2,35	2,20	4,79	4,17	0	0	0
	C2	2,04	1,98	2,10	2,02	2,5	4,17	2
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1302	1298	1297	1306	1571	1430	1278
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1204	1200	1198	1216	1470	1350	1210
	ΔT /°C	97	98	99	90	101	80	68
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1027	1031	1033	1023	-	1010	1016
	Mô-đun đàn hồi /GPa	92,2	93,4	98,6	97,6	89	88	87
	Lượng hao hụt trọng lượng bột/%	0,85	0,9	0,9	0,95	-	1,25	1,5

Có thể quan sát thấy từ các giá trị trong các bảng nêu trên rằng, so với thủy tinh S và thủy tinh R truyền thống, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế có các ưu điểm sau đây: (1) mô-đun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ đường lỏng thấp hơn nhiều, hỗ trợ để làm giảm nguy cơ kết tinh và làm tăng hiệu quả kéo sợi; nhiệt độ kết tinh đỉnh tương đối cao, cho thấy rằng cần nhiều năng lượng hơn để cho hạt nhân tinh thể hình thành và phát triển trong quy trình kết tinh, tức là nguy cơ kết tinh của thủy tinh theo sáng chế là

thấp hơn trong cùng điều kiện.

Trong khi đó, so với thủy tinh R cải tiến, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế có các ưu điểm sau đây: (1) mô-đun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ kết tinh đỉnh tương đối cao, cho thấy rằng cần nhiều năng lượng hơn để cho hạt nhân tinh thể hình thành và phát triển trong quy trình kết tinh, tức là nguy cơ kết tinh của thủy tinh theo sáng chế là thấp hơn trong cùng điều kiện; (3) lượng hao hụt trọng lượng giảm đi nhiều cho thấy rằng độ ổn định hóa học của thủy tinh được cải thiện đáng kể.

Cả thủy tinh S và thủy tinh R truyền thống đều không thể sản xuất được bằng lò có lót vật liệu chịu lửa và, đối với thủy tinh R cải tiến, một phần các tính chất của thủy tinh bị tổn hại để giảm nhiệt độ đường pha lỏng và nhiệt độ định hình, để giảm bớt khó khăn khi sản xuất và có thể sản xuất được bằng lò có lót vật liệu chịu lửa. Ngược lại, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ đường lỏng đủ thấp và tốc độ kết tinh thấp hơn để có thể sản xuất được bằng lò có lót vật liệu chịu lửa, mà còn làm tăng đáng kể mô-đun thủy tinh và độ ổn định hóa học, nhờ đó khắc phục được các nút thắt kỹ thuật mà mà hiệu suất của các sợi thủy tinh S và R không thể được cải tiến với sự phát triển của quy mô sản xuất.

Chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo thành sợi thủy tinh có các đặc tính ưu việt được đề cập ở trên.

Chế phẩm 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 tạo ra vật liệu composit có hiệu suất ưu việt, như vật liệu nền được gia cường sợi thủy tinh.

Cuối cùng, cần làm rõ là, trong ngữ cảnh này, các thuật ngữ “chứa”, “bao gồm” hoặc các dạng ngữ pháp bất kỳ khác được dùng với nghĩa là “gồm không loại trừ” sao cho quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị bất kỳ mà chứa một loạt các yếu tố sẽ không chỉ bao gồm các yếu tố như vậy, mà còn bao gồm các yếu tố khác không được liệt kê rõ ràng, hoặc cũng bao gồm các yếu tố bên trong của quy trình, phương pháp, đối tượng hoặc thiết bị như vậy. Mà không có giới hạn, các yếu tố được xác định bằng các cụm từ dưới dạng “chứa một...” không loại trừ rằng sẽ có các yếu tố tương tự khác trong quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị mà bao gồm các yếu tố nêu trên.

Các ví dụ trên chỉ được cung cấp nhằm mục đích minh họa thay vì giới hạn các giải

pháp kỹ thuật theo sáng chế. Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết bằng các ví dụ được đề cập ở trên, nhưng một người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các cải biến cũng có thể được tiến hành đối với các giải pháp kỹ thuật được bao gồm trong tất cả các ví dụ được đề cập ở trên hoặc phương án thay thế tương đương có thể được thực hiện đối với một số dấu hiệu kỹ thuật. Tuy nhiên, các cải biến hoặc các phương án thay thế như vậy sẽ không làm cho các giải pháp kỹ thuật tạo thành sai lệch đáng kể với phạm vi của các giải pháp kỹ thuật tương ứng được bao gồm trong tất cả các ví dụ theo sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ đường lỏng và tốc độ kết tinh đủ thấp có thể sản xuất bằng lò có lót vật liệu chịu lửa, mà còn làm tăng đáng kể mô-đun thủy tinh và độ ổn định hóa học, nhờ đó khắc phục được các tác nghẽn kỹ thuật làm cho hiệu suất của sợi thủy tinh S và sợi thủy tinh R không thể được cải thiện với quy mô sản xuất được tăng cường. So với thủy tinh hiệu suất cao dòng chính hiện tại, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế đã tạo ra một đột phá về mô-đun đàn hồi, hiệu suất kết tinh và độ ổn định hóa học của thủy tinh, với mô-đun được cải thiện đáng kể, nguy cơ kết tinh giảm đi đáng kể và độ ổn định hóa học được cải thiện rõ rệt. Do đó, toàn bộ giải pháp kỹ thuật theo sáng chế đặc biệt thích hợp để sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao với độ ổn định hóa học ưu việt trong lò có lót vật liệu chịu lửa.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	thấp hơn 0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó khoảng tỷ lệ phần trăm trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3 / \text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5.

2. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 1, trong đó khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C2} = \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{MgO}$ là lớn hơn 1,8.

3. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	<82%
$\text{RE}_2\text{O}_3 = \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
$\text{R}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	thấp hơn 0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3 / \text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5.

4. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các

thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	53-64%
Al_2O_3	>19% và <25%
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	<82%
$\text{RE}_2\text{O}_3=\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3+\text{Gd}_2\text{O}_3$	0,05-7%
Y_2O_3	0,5-5%
$\text{R}_2\text{O}=\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<0,97%
Li_2O	0,05-0,85%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-24%
CaO	1,5-12%
TiO_2	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C1} = \text{RE}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}$ là lớn hơn 0,5, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{C2} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$ là lớn hơn 1,8.

5. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 1 hoặc 4, trong đó khoảng hàm lượng của CaO theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng nằm trong khoảng từ 5 đến 10%.

6. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 1 hoặc 4, trong đó khoảng hàm lượng của MgO theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12%.

7. Chế phẩm sợi thủy tinh hiệu suất cao theo điểm 4, trong đó chế phẩm này chứa CeO_2 với tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1%.

8. Sợi thủy tinh, khác biệt ở chỗ, sợi thủy tinh này được sản xuất từ chế phẩm bất kỳ trong số các chế phẩm sợi thủy tinh theo các điểm từ 1 đến 7.

9. Vật liệu composit, khác biệt ở chỗ, vật liệu này kết hợp với sợi thủy tinh theo điểm 8.