



(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)



1-0035883

(51)⁷ C03C 13/00; C03C 3/095; C03C 3/087 (13) B

(21) 1-2018-04162

(22) 07/03/2016

(86) PCT/CN2016/075781 07/03/2016

(87) WO 2016/165507 20/10/2016

(30) 201610112748.X 29/02/2016 CN

(45) 26/06/2023 423

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

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

(54) CHẾ PHẨM ĐỂ SẢN XUẤT SỢI THỦY TINH MÔĐUN CAO, SỢI THỦY TINH
VÀ VẬT LIỆU COMPOSIT CHỨA SỢI NÀY

(57) Chế phẩm sợi thủy tinh môđun cao, và sợi thủy tinh và vật liệu composit chứa sợi thủy tinh này. Chế phẩm sợi thủy tinh chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng phần trăm trọng lượng: SiO₂ với lượng từ 53 đến 68%, Al₂O₃ với lượng từ 13 đến 24,5%, Y₂O₃ + La₂O₃ với lượng từ 0,1 đến 8%, La₂O₃ với lượng nhỏ hơn 1,8%, CaO+MgO+SrO với lượng từ 10 đến 23%, Li₂O+Na₂O+K₂O với lượng nhỏ hơn 2%, và Fe₂O₃ với lượng nhỏ hơn 1,5%, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng C1 là lớn hơn 0,5, trong đó $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$. Chế phẩm này làm tăng đáng kể môđun đàn hồi của thủy tinh, làm giảm đáng kể nhiệt độ pha lỏng và nhiệt độ định hình của thủy tinh, và trong các điều kiện như nhau, làm giảm đáng kể tốc độ kết tinh và tỷ lệ bọt của thủy tinh. Chế phẩm này cải thiện một cách hiệu quả các đặc tính vật liệu của thủy tinh, và đặc biệt thích hợp cho việc sản xuất lò bể sợi thủy tinh môđun cao có tỷ lệ bọt thấp.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến sợi thủy tinh mô đun cao, chế phẩm để sản xuất sợi này, và vật liệu composit chứa sợi 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 các vật liệu composit có hiệu năng tốt. Đối với vật liệu nền gia cường dùng cho các vật liệu composit cải tiến, các sợi thủy tinh mô đun cao ban đầu được sử dụng chủ yếu trong ngành hàng không vũ trụ hoặc công nghiệp quốc phòng. Cùng với sự tiến bộ của khoa học và kỹ thuật và sự phát triển của nền kinh tế, các sợi thủy tinh mô đun cao đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực dân dụng và công nghiệp như cánh quạt gió, bình chịu áp lực, ống dẫn dầu ngoài khơi và công nghiệp ô tô.

Các chế phẩm thủy tinh mô đun cao ban đầu dựa trên hệ thống $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ và giải pháp điển hình là thủy tinh S-2 của công ty OC của Mỹ. Mô đun của thủy tinh S-2 là 89-90GPa; tuy nhiên, việc sản xuất thủy tinh này quá khó khăn, vì nhiệt độ định hình của nó lên đến khoảng 1571°C và nhiệt độ pha lỏng của nó lên đến 1470°C và do đó rất khó để thực hiện sản xuất công nghiệp quy mô lớn. Vì vậy, OC đã ngừng sản xuất sợi thủy tinh S-2 và chuyển nhượng bằng sáng chế của họ cho công ty AGY của Mỹ.

Sau đó, OC đã phát triển thủy tinh HiPer-tex có mô đun là 87-89GP, đây là một sự đánh đổi quy mô sản xuất bằng cách từ bỏ một số đặc tính của thủy tinh. Tuy nhiên, do giải pháp thiết kế của thủy tinh HiPer-tex chỉ là một sự cải tiến đơn giản so với thủy tinh S-2, nên nhiệt độ định hình và nhiệt độ pha lỏng vẫn cao, điều này gây ra khó khăn khi làm mỏng sợi thủy tinh và theo đó là khi thực hiện sản xuất công nghiệp quy mô lớn. Do đó, OC cũng đã ngừng sản xuất sợi thủy tinh HiPer-tex và chuyển nhượng bằng sáng chế của họ cho công ty 3B của châu Âu.

Công ty Saint-Gobain của Pháp đã phát triển thủy tinh R dựa trên hệ thống $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, và mô đun của nó là 86-89GPa; tuy nhiên, tổng hàm lượng của SiO_2 và Al_2O_3 vẫn cao trong thủy tinh R truyền thống, và không có giải pháp hiệu quả để

cải thiện hiệu suất kết tinh, do tỷ lệ giữa Ca và Mg được thiết kế không phù hợp, vì vậy gây khó khăn khi định hình sợi cũng như rủi ro kết tinh lớn, sức căng bề mặt cao và khó mài thủy tinh nóng chảy. Nhiệt độ định hình của thủy tinh R đạt đến 1410°C và nhiệt độ pha lỏng của nó lên đến 1350°C . Tất cả những điều này đã gây khó khăn trong việc làm mỏng hiệu quả sợi thủy tinh và theo đó là khi thực hiện sản xuất công nghiệp quy mô lớn.

Ở Trung Quốc, Viện nghiên cứu và thiết kế Nanjing Fiberglass (Nanjing Fiberglass Research & Design Institute) đã phát triển thủy tinh HS2 có môđun là 84-87GPa. Nó chủ yếu chứa SiO_2 , Al_2O_3 và MgO trong khi cũng bao gồm 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 pha lỏng của nó là 1320°C . Cả hai nhiệt độ đều thấp hơn so với nhiệt độ của thủy tinh S. Tuy nhiên, do nhiệt độ định hình của nó thấp hơn nhiệt độ pha lỏng của nó, nên điều này là bất lợi cho việc kiểm soát sự làm mỏng sợi thủy tinh, nhiệt độ định hình phải được tăng lên và các đầu có dạng đặc biệt phải được sử dụng để ngăn chặn hiện tượng kết tinh thủy tinh xảy ra trong quá trình làm mỏng sợi. Điều này gây khó khăn khi kiểm soát nhiệt độ và cũng gây khó khăn cho việc sản xuất công nghiệp quy mô lớn.

Nói chung, tình trạng kỹ thuật đối với việc sản xuất sợi thủy tinh môđun cao nêu trên gặp phải những khó khăn như nhiệt độ pha lỏng tương đối cao, tỷ lệ kết tinh cao, nhiệt độ định hình tương đối cao, sức căng bề mặt của thủy tinh cao, khó tinh luyện thủy tinh nóng chảy, và khoảng nhiệt độ hẹp (ΔT) để định hình sợi. Vì vậy, giải pháp kỹ thuật trước đây thường không cho phép việc sản xuất quy mô lớn hiệu quả sợi thủy tinh môđun cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh môđun cao. Chế phẩm này không chỉ có thể cải thiện đáng kể môđun đàn hồi của sợi thủy tinh, mà còn khắc phục các vấn đề kỹ thuật khi sản xuất thủy tinh môđun cao truyền thống bao gồm nguy cơ kết tinh cao, độ khó tinh lọc thủy tinh nóng chảy cao và tốc độ đông cứng thủy tinh nóng chảy thấp. Chế phẩm này cũng có thể làm giảm đáng kể nhiệt độ pha lỏng và nhiệt độ định hình của thủy tinh môđun cao, và trong điều kiện như nhau, làm giảm đáng kể tốc độ kết tinh và tỷ lệ bọt của thủy tinh, và đặc biệt thích hợp cho

việc sản xuất lò bể của sợi thủy tinh mô đun cao có tỷ lệ bột thấp.

Để đạt được mục đích trên, theo một phương án của sáng chế, sáng chế đề xuất chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao, chế phẩm chứa lượng phần trăm theo trọng lượng, như sau:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	<1,8%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của Li₂O nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của La₂O₃ nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,7% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của La₂O₃ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,55.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,22.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,26.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	<1,8%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%

Y_2O_3	0,1-6,3%
La_2O_3	0,05-1,7%
$CaO+MgO+SrO$	10-23%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$Y_2O_3+La_2O_3$	0,1-8%
Y_2O_3	0,1-6,3%
La_2O_3	0,05-1,7%
$CaO+MgO+SrO$	10-23%
Li_2O	0,1-1,5%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của CaO nhỏ hơn 12% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của CaO nằm trong khoảng từ 2 đến 11% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, tổng hàm lượng của $Y_2O_3+La_2O_3$ nằm trong khoảng từ 0,5 đến 7% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, tổng hàm lượng của $Y_2O_3+La_2O_3$ nằm trong

khoảng từ 1,5 đến 6% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,5-7%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	<12%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,5-7%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm bao gồm hàm lượng sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$Y_2O_3 + La_2O_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,3-6%
La_2O_3	0,1-1,5%
$CaO + MgO + SrO$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$Li_2O + Na_2O + K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
Al_2O_3	14-24%
$Y_2O_3 + La_2O_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,3-6 %
La_2O_3	0,1-1,5%
$CaO + MgO + SrO$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$Li_2O + Na_2O + K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,55, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	54-64%
Al ₂ O ₃	14-24%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,5-7%
Y ₂ O ₃	0,3-6%
La ₂ O ₃	0,1-1,5%
CaO+MgO+SrO	12-22%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,55, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,22.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	54-64%
Al ₂ O ₃	14-24%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	1,5-6%
Y ₂ O ₃	1-5,5%
La ₂ O ₃	0,1-1,5%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%

Fe_2O_3 <1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,6, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,22.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,65.

Theo một dạng của phương án này, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm bao gồm hàm lượng sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
Al_2O_3	14-24%
$\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$	1,5-6%
Y_2O_3	1-5,5%
La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,26.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của SrO nhỏ hơn 2% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của SrO nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của MgO nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, khoảng hàm lượng của MgO là lớn hơn 12% và nhỏ hơn hoặc bằng 14% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	lớn hơn 19% và nhỏ hơn hoặc bằng 23%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
MgO	≤11%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa TiO₂ với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa ZrO₂ với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa CeO₂ với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1% trọng lượng.

Theo một dạng của phương án này, chế phẩm chứa B₂O₃ với khoảng hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 2% trọng lượng.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất sợi thủy tinh được sản xuất bằng chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh.

Ngoài ra, sợi thủy tinh có môđun đàn hồi lớn hơn 90Gpa.

Ngoài ra, sợi thủy tinh có môđun đàn hồi lớn hơn 95Gpa.

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

Các điểm sáng tạo chính của chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế nằm ở chỗ nó đưa ra ôxit đất hiếm Y_2O_3 và La_2O_3 để tạo ra việc sử dụng hiệu quả hiệp đồng giữa chúng, kiểm soát chặt chẽ các tỷ lệ của $Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ và $(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ một cách tương ứng, tạo kết cấu hợp lý các khoảng hàm lượng của Y_2O_3 , La_2O_3 , Li_2O , CaO , MgO và $CaO+MgO+SrO$, sử dụng hiệu quả kiểm thử hỗn hợp của CaO , MgO và SrO và hiệu quả kiểm thử hỗn hợp của K_2O , Na_2O và Li_2O , và đưa vào chọn lọc các lượng thích hợp của TiO_2 , ZrO_2 , CeO_2 và B_2O_3 .

Cụ thể, chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$Y_2O_3+La_2O_3$	0,1-8%
La_2O_3	<1,8%
$CaO+MgO+SrO$	10-23%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Hiệu quả và hàm lượng của mỗi thành phần trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh được mô tả như sau:

SiO_2 là ôxit chính tạo thành mạng thủy tinh và có hiệu quả làm ổn định tất cả các thành phần. Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của SiO_2 nằm trong khoảng từ 53 đến 68%. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng SiO_2 có thể nằm trong khoảng từ 54 đến 64%.

Al_2O_3 là một ôxit chính khác tạo thành mạng thủy tinh. Khi được kết hợp với SiO_2 , nó có thể ảnh hưởng đáng kể đến các tính chất cơ học của thủy tinh. Khoảng hàm lượng của Al_2O_3 theo sáng chế nằm trong khoảng từ 13 đến 24,5%. Hàm lượng Al_2O_3 quá thấp sẽ không thể đạt được các tính chất cơ học đủ cao; hàm lượng quá cao sẽ làm tăng đáng kể độ nhớt của thủy tinh, do đó gây cho quá trình nấu chảy và tinh lọc. Tốt hơn là, hàm lượng Al_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 14 đến 24%. Ngoài ra,

các tác giả sáng chế đã bất ngờ nhận thấy theo một phương án, khi phần trăm trọng lượng của Al_2O_3 được kiểm soát lớn hơn 19% và nhỏ hơn hoặc bằng 23%, phần trăm trọng lượng của MgO nhỏ hơn hoặc bằng 11% và tổng phần trăm trọng lượng của $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ nhỏ hơn hoặc bằng 1%, thủy tinh có thể có môđun cao khác thường, khả năng chống kết tinh ưu việt và dải nhiệt độ rộng (ΔT) để định hình sợi.

Y_2O_3 là ôxit đất hiếm quan trọng. Các tác giả sáng chế thấy rằng Y_2O_3 đóng vai trò đặc biệt hiệu quả trong việc làm tăng môđun thủy tinh và ức chế sự kết tinh thủy tinh. Vì ion Y^{3+} khó đi vào mạng thủy tinh, nó thường tồn tại dưới dạng các ion ngoài tại các khe hở của mạng thủy tinh. Ion Y^{3+} có các số phối trí lớn, trường lực và điện tích cao, và khả năng tích tụ cao. Do các đặc tính này, ion Y^{3+} có thể hỗ trợ cải thiện sự ổn định cấu trúc của thủy tinh và làm tăng môđun thủy tinh, và trong khi đó ngăn chặn hiệu quả sự di chuyển và sắp xếp của các ion khác để ức chế xu hướng kết tinh của thủy tinh. La_2O_3 cũng là ôxit đất hiếm quan trọng. Các tác giả sáng chế đã thấy rằng, khi được sử dụng một mình, La_2O_3 thể hiện một cách rõ ràng hiệu quả yếu hơn trong việc làm tăng môđun thủy tinh và ngăn chặn sự kết tinh, so với Y_2O_3 . Tuy nhiên, khi hai ôxit này được sử dụng đồng thời với tỷ lệ phần trăm trọng lượng thích hợp giữa chúng, sẽ đạt được hiệu quả hiệp đồng đáng chú ý một cách bất ngờ. Hiệu quả này tốt hơn hiệu quả thu được với việc sử dụng Y_2O_3 hoặc La_2O_3 một mình để làm tăng môđun thủy tinh và ức chế sự kết tinh. Các tác giả sáng chế cho rằng, mặc dù Y_2O_3 và La_2O_3 là ôxit thuộc cùng loại có các tính chất vật lý và hóa học tương tự nhau, hai ôxit này khác nhau về trạng thái phối trí ở chỗ ion ytri thường được tạo phối trí theo dạng lục diện trong khi ion lantan có dạng bát diện. Do đó, việc sử dụng đồng thời hai ôxit này, với tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ lớn hơn 0,5, sẽ tạo ra các ưu điểm sau đây: (1) sẽ tạo ra nhiều trạng thái phối trí của các ion bên ngoài mạng thủy tinh, giúp tăng cường độ ổn định và môđun của thủy tinh; (2) sự phối trí dạng lục diện của các ion ytri được hỗ trợ bằng khối bát diện của ion lantan sẽ tăng cường hơn nữa sự toàn vẹn cấu trúc và môđun của thủy tinh; và (3) các ion sẽ có ít cơ hội hình thành sự sắp xếp đều đặn ở nhiệt độ thấp hơn, điều này giúp làm giảm đáng kể tốc độ phát triển pha tinh thể và do đó làm tăng hơn nữa khả năng chống kết tinh thủy tinh. Ngoài ra, lantan ôxit có thể cải thiện hiệu quả tinh lọc của thủy tinh nóng chảy. Tuy nhiên, khối lượng mol và bức xạ ion của lantan đều lớn và một lượng quá nhiều ion

lantân sẽ ảnh hưởng đến sự ổn định cấu trúc của thủy tinh, vì vậy lượng La_2O_3 đưa vào nên được hạn chế.

Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng kết hợp của $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$ có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 8%, tốt hơn có thể nằm trong khoảng từ 0,5 đến 7%, và tốt hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 1,5 đến 6%. Trong khi đó, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3 / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5. Tốt hơn là, tỷ lệ này có thể lớn hơn 0,55. Tốt hơn là, tỷ lệ này có thể lớn hơn 0,6. Tốt hơn là, tỷ lệ này có thể lớn hơn 0,65. Tốt hơn là, khoảng của tỷ lệ này có thể nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95. Ngoài ra, khoảng hàm lượng của La_2O_3 có thể nhỏ hơn 1,8%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,05 đến 1,7%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%. Hơn nữa, hàm lượng Y_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6,3%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 6%, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1 đến 5,5%.

Các tác giả sáng chế cũng thấy rằng hiệu quả hợp lực của hai ôxit đất hiếm nêu trên liên quan mật thiết đến hàm lượng oxy tự do trong thủy tinh. Y_2O_3 trong trạng thái kết tinh có các khuyết tật lỗ trống và, khi Y_2O_3 được đưa vào thủy tinh, các khuyết tật lỗ trống này sẽ được lấp đầy bởi các ôxit khác, đặc biệt là các ôxit kim loại kiềm. Các mức độ lấp đầy khác nhau sẽ dẫn đến trạng thái phối trí khác nhau và mật độ xếp chồng của Y_2O_3 , vì vậy có ảnh hưởng đáng kể đến các tính chất thủy tinh. Tương tự, La_2O_3 cũng cần một lượng lớn oxy để lấp đầy các chỗ khuyết. Để thu được oxy tự do đủ và theo đó đạt được cấu trúc xếp chồng gọn hơn và tính chống kết tinh tốt hơn, khoảng tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ theo sáng chế là lớn hơn 0,2, tốt hơn là lớn hơn 0,22, và tốt hơn nữa là lớn hơn 0,26.

Cả K_2O và Na_2O có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và là các chất hàn tốt. Các tác giả sáng chế đã thấy rằng, việc thay thế Na_2O bằng K_2O trong khi vẫn giữ tổng lượng của các ôxit kim loại kiềm không thay đổi có thể làm giảm xu hướng kết tinh của thủy tinh và cải thiện hiệu suất định hình sợi. 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 tan chảy thủy tinh, mà còn giúp cải thiện các tính chất cơ học của thủy tinh. Ngoài ra, một lượng nhỏ Li_2O cung cấp oxy tự do đáng kể, giúp nhiều ion nhôm hình thành phối trí dạng tứ diện, tăng cường cấu trúc mạng của thủy tinh và cải thiện hơn nữa các tính chất cơ học của thủy tinh. Tuy nhiên, do quá nhiều ion kim loại kiềm trong chế phẩm thủy tinh sẽ

ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn của thủy tinh, nên lượng đưa vào sẽ được giới hạn. Do đó, ở chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, tổng khoảng hàm lượng của $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ nhỏ hơn 2%. Hơn nữa, khoảng hàm lượng của Li_2O nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%.

CaO , MgO và SrO chủ yếu có tác dụng kiểm soát sự kết tinh thủy tinh và điều chỉnh độ nhớt của thủy tinh và tốc độ đông cứng của thủy tinh nóng chảy. Đặc biệt là về việc kiểm soát sự kết tinh thủy tinh, các tác giả sáng chế đã thu được hiệu quả bất ngờ bằng cách kiểm soát lượng đưa vào và tỷ lệ giữa chúng. Thông thường, đối với thủy tinh hiệu suất cao dựa trên hệ $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, pha thể rắn nó chứa sau khi kết tinh thủy tinh bao gồm chủ yếu là diopsit ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$) và anorthit ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_3$). Để ức chế hiệu quả xu hướng kết tinh của hai pha tinh thể này và giảm nhiệt độ pha lỏng thủy tinh và tỷ lệ kết tinh, sáng chế đã kiểm soát một cách hợp lý tổng hàm lượng của $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$ và tỷ lệ giữa chúng và dùng hiệu quả kiểm soát hỗn hợp để tạo thành cấu trúc xếp chồng nén, sao cho cần nhiều năng lượng hơn để nucleaza tinh thể tạo thành và phát triển. Theo cách này, xu hướng kết tinh thủy tinh được ức chế và hiệu suất đông cứng thủy tinh nóng chảy được tối ưu hóa. Hơn nữa, hệ thủy tinh chứa stronti ôxit có nhiều cấu trúc thủy tinh ổn định hơn, do đó cải thiện các tính chất thủy tinh. Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng của tổng hàm lượng của $\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$ nằm trong khoảng từ 10 đến 23%, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 12 đến 22%.

Là một chất biến đổi mạng, quá nhiều CaO sẽ làm tăng xu hướng kết tinh thủy tinh dẫn đến sự kết tủa của các tinh thể như anorthit và volastonit trong thủy tinh nóng chảy. Do đó, khoảng hàm lượng của CaO có thể nhỏ hơn 12%, và tốt hơn là có thể nằm trong khoảng từ 2 đến 11%. MgO có hiệu quả tương tự trong mạng thủy tinh như CaO , nhưng cường độ trường của Mg^{2+} cao hơn, đóng vai trò quan trọng trong việc làm tăng mô đun thủy tinh. Hơn nữa, theo một phương án của sáng chế, khoảng hàm lượng của MgO có thể nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12%; theo một phương án khác của sáng chế, khoảng hàm lượng của MgO có thể lớn hơn 12% và nhỏ hơn hoặc bằng 14%. Hơn nữa, khoảng hàm lượng của SrO có thể nhỏ hơn 2%, và tốt hơn có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5%.

Fe_2O_3 hỗ trợ quá trình nóng chảy của thủy tinh và cũng có thể cải thiện hiệu suất

kết tinh của thủy tinh. Tuy nhiên, vì ion sắt và ion sắt (II) có hiệu quả tạo màu, nên lượng đưa vào sẽ được giới hạn. Do đó, trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng của Fe_2O_3 là nhỏ hơn 1,5%.

Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, lượng thích hợp của TiO_2 , ZrO_2 , CeO_2 và B_2O_3 có thể được đưa vào một cách chọn lọc để tăng thêm mô đun thủy tinh và cải thiện hiệu suất tinh lọc và kết tinh thủy tinh. Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, hàm lượng TiO_2 có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3%, hàm lượng ZrO_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 2%, hàm lượng CeO_2 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 1%, và hàm lượng B_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 2%.

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

Trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế, hiệu quả có lợi được tạo ra bởi các khoảng hàm lượng được lựa chọn nêu trên sẽ được giải thích bằng các ví dụ thông qua dữ liệu thử nghiệm cụ thể.

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

Chế phẩm 1

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,1-8%
La_2O_3	0,05-1,7%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Theo chế phẩm 1, sợi thủy tinh tạo thành có mô đun đàn hồi lớn hơn 90GPa.

Chế phẩm 2

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 3

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%

Fe_2O_3 <1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3 / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 4

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,1-6,3%
La_2O_3	0,05-1,7%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-23%
CaO	<12%
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = \text{Y}_2\text{O}_3 / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 5

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,1-6,3%
La_2O_3	0,05-1,7%
$\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%

Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 6

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,3-6%
La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 7

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
Al_2O_3	14-24%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,3-6%

La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,55, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 8

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
Al_2O_3	14-24%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,3-6%
La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	12-22%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,55, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,22.

Chế phẩm 9

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
----------------	--------

Al_2O_3	14-24%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	1,5-6%
Y_2O_3	1-5,5%
La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $\text{C1}=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,6, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $\text{C2}=(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,22.

Chế phẩm 10

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,5-7%
Y_2O_3	0,1-6,3%
La_2O_3	0,05-1,7%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
CaO	<12%
SrO	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $\text{C1}=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $\text{C2}=(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,2.

Chế phẩm 11

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	lớn hơn 19% và nhỏ hơn hoặc bằng 23%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
MgO	≤11%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Theo chế phẩm 11, sợi thủy tinh thu được có mô đun đàn hồi lớn hơn 95GPa.

Chế phẩm 12

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
MgO	lớn hơn 12% và nhỏ hơn hoặc bằng 14%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Theo chế phẩm 12, sợi thủy tinh thu được có mô đun đàn hồi lớn hơn 95GPa.

Chế phẩm 13

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	54-64%
Al ₂ O ₃	14-24%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	1,5-6%
Y ₂ O ₃	1-5,5%
La ₂ O ₃	0,1-1,5%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,22.

Theo chế phẩm 13, chế phẩm có nhiệt độ pha lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 1300°C, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1280°C, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1230°C; và mô đun đàn hồi của sợi thủy tinh thu được nằm trong khoảng từ 92 đến 106 GPa.

Chế phẩm 14

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	54-64%
Al ₂ O ₃	14-24%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	1,5-6%
Y ₂ O ₃	1-5,5%
La ₂ O ₃	0,1-1,5%

CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2=(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,26.

Chế phẩm 15

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	<1,8%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%
TiO ₂	0,1-3%
SrO	0-2%
B ₂ O ₃	0-2%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Chế phẩm 16

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%

$Y_2O_3+La_2O_3$	0,1-8%
La_2O_3	<1,8%
$CaO+MgO+SrO$	10-23%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%
CeO_2	0-1%
ZrO_2	0-2%
SrO	0,1-1,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1=Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm rõ hơn mục đích, giải pháp kỹ thuật và ưu điểm của các ví dụ theo sáng chế, giải pháp kỹ thuật trong ví dụ theo sáng chế được mô tả rõ ràng và đầy đủ dưới đây. Một cách 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 lấy làm ví dụ khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan trên cơ sở các ví dụ theo sáng chế mà không cần thực hiện công việc sáng tạo, tất cả sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Điều cần làm rõ là, miễn là không có xung đột, các ví dụ và dấu hiệu của các ví dụ theo sáng chế có thể được kết hợp một cách tùy ý với nhau.

Nội dung cơ bản của sáng chế là ở các thành phần trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh được thể hiện dưới dạng lượng phần trăm theo trọng lượng là: 53-68% SiO_2 , 13-24,5% Al_2O_3 , 0,1-8% $Y_2O_3+La_2O_3$, 1,8% La_2O_3 , 10-23% $CaO+MgO+SrO$, nhỏ hơn 2% $Li_2O+Na_2O+K_2O$ và nhỏ hơn 1,5% Fe_2O_3 , trong đó khoảng tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1= Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5. Chế phẩm có thể tăng mạnh mô đun thủy tinh, khắc phục các khó khăn như nguy cơ kết tinh cao, độ khó tinh lọc cao và tốc độ đông cứng thủy tinh nóng chảy thấp, làm giảm đáng kể nhiệt độ chất lỏng và định hình của thủy tinh, và làm giảm đáng kể tỷ lệ kết tinh thủy tinh và tỷ lệ bột, vì vậy khiến nó đặc biệt thích hợp cho việc sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao bằng các lò lót gạch chịu lửa.

Giá trị hàm lượng riêng của SiO_2 , Al_2O_3 , Y_2O_3 , La_2O_3 , CaO , MgO , Li_2O , Na_2O ,

K_2O , Fe_2O_3 , TiO_2 , SrO và ZrO_2 trong chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế được chọn để được sử dụng trong các ví dụ, và việc so sánh với thủy tinh S, thủy tinh truyền thống R và thủy tinh R đã cải thiện được thực hiện đối với sáu thông số đặc tính sau đây,

(1) Nhiệt độ định hình, nhiệt độ tại đó thủy tinh nóng chảy có độ nhớt bằng 103 poise.

(2) Nhiệt độ pha lỏng, nhiệt độ ở đó mầm tinh thể bắt đầu tạo thành khi thủy tinh nóng chảy nguội -- tức là, nhiệt độ giới hạn trên để kết tinh thủy tinh.

(3) Giá trị ΔT , là sự khác biệt giữa nhiệt độ định hình và nhiệt độ pha lỏng và chỉ báo khoảng nhiệt độ ở đó việc kéo sợi có thể được thực hiện.

(4) Nhiệt độ kết tinh đỉnh, nhiệt độ mà tương ứng với đỉnh mạnh nhất của sự kết tinh thủy tinh trong quá trình thực hiện thử nghiệm DTA. Thông thường, nhiệt độ này càng cao, năng lượng được yêu cầu bởi mầm tinh thể để phát triển càng nhiều và xu hướng kết tinh thủy tinh càng ít.

(5) Môđun đàn hồi, môđun đàn hồi tuyến tính xác định khả năng của thủy tinh chống biến dạng đàn hồi, được đo với mỗi ASTM2343.

(6) Lượng bọt, được xác định trong quy trình bắt đầu như sau: Sử dụng khuôn riêng để nén vật liệu mẻ thủy tinh ở mỗi ví dụ thành mẫu có cùng kích thước, sau đó sẽ được đặt trên nền mẫu của kính hiển vi ở nhiệt độ cao. Gia nhiệt mẫu theo quy trình tiêu chuẩn lên đến nhiệt độ không gian đặt trước $1500^{\circ}C$ và sau đó làm lạnh trực tiếp chúng bằng để làm mát của kính hiển vi xuống nhiệt độ xung quanh mà không cần bảo quản bằng nhiệt. Cuối cùng, mỗi mẫu thủy tinh được kiểm tra dưới kính hiển vi phân cực để xác định lượng bọt trong mẫu. Bọt được nhận biết theo độ khuếch đại đặc trưng của kính hiển vi.

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

Quy trình đặc trưng cho các thử nghiệm là như sau: Mỗi thành phần có thể thu được từ nguyên liệu thích hợp. Trộn các vật liệu thô theo tỷ lệ thích hợp sao cho mỗi

thành phần đạt đến phần trăm trọng lượng mong đợi cuối cùng. Mẻ hỗn hợp nóng chảy và thủy tinh nóng chảy tinh luyện. Sau đó thủy tinh nóng chảy được kéo qua đỉnh của ống lót, nhờ đó tạo thành sợi thủy tinh. Sợi thủy tinh được làm mảnh đi về phía trên ống kẹp quay của máy cuốn dây để tạo thành bánh hoặc bó. Hiển nhiên là, phương pháp thông thường có thể được sử dụng để xử lý thật kỹ các sợi thủy tinh này để đáp ứng các yêu cầu mong đợi.

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

Ví dụ 1

SiO ₂	59,3%
Al ₂ O ₃	16,8%
CaO	8,3%
MgO	9,9%
Y ₂ O ₃	1,8%
La ₂ O ₃	0,4%
Na ₂ O	0,23%
K ₂ O	0,36%
Li ₂ O	0,75%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,43%
SrO	1,0%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,82, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,61.

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

Nhiệt độ định hình	1299°C
Nhiệt độ pha lỏng	1203°C
ΔT	96°C

Nhiệt độ kết tinh đỉnh 1030°C

Môđun đàn hồi 94,8GPa

Lượng bột 5

Ví dụ 2

SiO ₂	59,2%
Al ₂ O ₃	16,9%
CaO	7,9%
MgO	9,7%
Y ₂ O ₃	3,3%
La ₂ O ₃	0,5%
Na ₂ O	0,22%
K ₂ O	0,37%
Li ₂ O	0,75%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,44%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,87, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,35.

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

Nhiệt độ định hình 1298°C

Nhiệt độ pha lỏng 1197°C

ΔT 101°C

Nhiệt độ kết tinh đỉnh 1034°C

Môđun đàn hồi 96,4GPa

Lượng bột 4

Ví dụ 3

SiO ₂	58,8%
------------------	-------

Al ₂ O ₃	17,0%
CaO	5,5%
MgO	10,5%
Y ₂ O ₃	5,0%
La ₂ O ₃	0,6%
Na ₂ O	0,27%
K ₂ O	0,48%
Li ₂ O	0,75%
Fe ₂ O ₃	0,43%
TiO ₂	0,41%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,89, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,27.

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

Nhiệt độ định hình	1305°C
Nhiệt độ pha lỏng	1205°C
ΔT	100°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1035°C
Môđun đàn hồi	102,1GPa
Lượng bột	4

Ví dụ 4

SiO ₂	57,8%
Al ₂ O ₃	19,4%
CaO	7,2%
MgO	8,8%
Y ₂ O ₃	3,7%
La ₂ O ₃	0,6%

Na ₂ O	0,13%
K ₂ O	0,30%
Li ₂ O	0,55%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,82%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là 0,93, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ là 0,23.

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

Nhiệt độ định hình 1310°C

Nhiệt độ pha lỏng 1196°C

ΔT 114°C

Nhiệt độ kết tinh đỉnh 1034°C

Môđun đàn hồi 99,4GPa

Lượng bột 4

Ví dụ 5

SiO ₂	59,5%
Al ₂ O ₃	16,5%
CaO	5,8%
MgO	12,1%
Y ₂ O ₃	3,4%
La ₂ O ₃	0,4%
Na ₂ O	0,19%
K ₂ O	0,28%
Li ₂ O	0,70%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,43%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,89, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,31.

Trong ví dụ 5, giá trị đo được của sáu thông số một cách tương ứng là:

Nhiệt độ định hình	1296°C
Nhiệt độ pha lỏng	1216°C
ΔT	80°C
Nhiệt độ kết tinh đỉnh	1023°C
Môđun đàn hồi	98,8GPa
Lượng bột	4

Ví dụ 6

SiO ₂	59,3%
Al ₂ O ₃	16,9%
CaO	7,5%
MgO	9,7%
Y ₂ O ₃	3,1%
La ₂ O ₃	0,4%
Na ₂ O	0,21%
K ₂ O	0,42%
Li ₂ O	0,71%
Fe ₂ O ₃	0,44%
TiO ₂	0,43%
SrO	0,6%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,89, và tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là 0,38.

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

Nhiệt độ định hình	1296°C
Nhiệt độ pha lỏng	1198°C

ΔT 98°C

Nhiệt độ kết tinh đỉnh 1035°C

Môđun đàn hồi 96,7GPa

Lượng bột 4

Việc so sánh thông số đặc tính trong các ví dụ nêu trên và các ví dụ khác về chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế với các thông số của thủy tinh S, thủy tinh truyền thống R và thủy tinh R đã cải tiến còn được thể hiện trong các bảng dưới đây, trong đó hàm lượng thành phần của chế phẩm sợi thủy tinh được thể hiện dưới dạng phần trăm trọng lượng. Điều cần làm rõ là ở chỗ tổng lượng của các thành phần trong các ví dụ nhỏ hơn 100% một chút, và cần hiểu rằng lượng còn dư là tạp chất vết hoặc một lượng nhỏ thành phần mà không thể phân tích được.

Bảng 1A

		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Thành phần	SiO ₂	59,3	59,8	59,3	59,5	59,6	59,0	59,0
	Al ₂ O ₃	16,9	16,9	16,9	16,5	16,5	16,1	17,0
	CaO	7,5	8,0	8,1	5,8	5,1	9,1	8,1
	MgO	9,7	9,7	9,7	12,1	12,5	9,4	11,0
	Y ₂ O ₃	3,1	2,1	3,1	3,4	3,6	2,4	1,6
	La ₂ O ₃	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	0,7
	Na ₂ O	0,21	0,21	0,21	0,19	0,22	0,23	0,23
	K ₂ O	0,42	0,42	0,42	0,28	0,42	0,38	0,37
	Li ₂ O	0,71	0,71	0,71	0,70	0,50	0,70	0,65
	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	0,43	0,42	0,44
	SrO	0,6	0,6	-	-	-	-	-
Tỷ lệ	C1	0,89	0,84	0,89	0,89	0,90	0,71	0,70
	C2	0,38	0,54	0,38	0,31	0,29	0,39	0,54
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1296	1297	1295	1296	1298	1296	1290
	Nhiệt độ pha lỏng/°C	1198	1201	1205	1216	1223	1197	1210
	ΔT/°C	98	96	90	80	75	99	80
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1035	1032	1030	1023	1021	1033	1026
	Môđun đàn hồi/GPa	96,7	95,2	95,7	98,8	99,6	95,4	94,4
	Lượng bột/pcs	4	4	4	4	5	2	3

Bảng 1B

		A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Thành phần	SiO ₂	59,6	59,3	62,1	59,1	57,0	57,8	59,2
	Al ₂ O ₃	16,9	16,8	15,7	14,9	21,1	19,4	15,5
	CaO	7,6	6,8	8,9	9,0	4,5	7,2	10,3
	MgO	9,6	11,2	9,4	10,6	10,0	8,8	9,6
	Y ₂ O ₃	3,1	3,5	1,1	2,4	3,5	3,7	1,9
	La ₂ O ₃	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,1
	Na ₂ O	0,21	0,23	0,23	0,23	0,25	0,13	0,21
	K ₂ O	0,41	0,51	0,42	0,38	0,34	0,30	0,43
	Li ₂ O	1,00	0,20	0,80	0,75	0,75	0,55	0,70
	Fe ₂ O ₃	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
	TiO ₂	0,43	0,43	0,39	0,42	0,76	0,82	0,39
	SrO	-	-	-	-	0,6	-	-
	ZrO ₂	-	-	-	-	-	-	1,0
Tỷ lệ	C1	0,89	0,92	0,79	0,83	0,88	0,93	0,95
	C2	0,46	0,25	1,04	0,47	0,34	0,23	0,67
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1292	1297	1297	1293	1306	1310	1295
	Nhiệt độ pha lỏng/°C	1198	1207	1199	1197	1214	1196	1201
	ΔT/°C	94	90	98	96	92	114	94
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1032	1028	1031	1032	1023	1034	1028
	Môđun đàn hồi/GPa	96,5	96,9	93,5	94,6	99,2	99,4	94,2
	Lượng bột/pcs	5	5	6	4	5	4	6

Bảng 1C

		A15	A16	A17	A18	Thủy tinh S	Thủy tinh R truyền thống	Thủy tinh R cải tiến
Thành phần	SiO ₂	58,8	59,3	59,3	59,2	65	60	60,75
	Al ₂ O ₃	17,0	16,7	16,8	16,9	25	25	15,80
	CaO	5,5	9,4	8,3	7,9	-	9	13,90
	MgO	10,5	9,7	9,9	9,7	10	6	7,90
	Y ₂ O ₃	5,0	1,6	1,8	3,3	-	-	-
	La ₂ O ₃	0,6	0,8	0,4	0,5	-	-	-
	Na ₂ O	0,27	0,22	0,23	0,22	lượng vết	lượng vết	0,73
	K ₂ O	0,48	0,38	0,36	0,37	lượng vết	lượng vết	
	Li ₂ O	0,75	0,75	0,75	0,75	-	-	0,48
	Fe ₂ O ₃	0,43	0,44	0,44	0,44	lượng vết	lượng vết	0,18
	TiO ₂	0,41	0,43	0,43	0,44	lượng vết	lượng vết	0,12
	SrO	-	-	1,0	-	-	-	-
Tỷ lệ	C1	0,89	0,67	0,82	0,87	-	-	-
	C2	0,27	0,56	0,61	0,35	-	-	-
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1305	1298	1299	1298	1571	1430	1278
	Nhiệt độ pha lỏng/°C	1205	1200	1203	1197	1470	1350	1210
	ΔT/°C	100	98	96	101	101	80	68
	Nhiệt độ kết tinh đỉnh/°C	1035	1032	1030	1034	-	1010	1016
	Môđun đàn hồi/GPa	102,1	94,0	94,8	96,4	89	88	87
	Lượng bột/pcs	4	3	5	4	40	30	25

Có thể nhận 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) môđun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ pha lỏng thấp hơn nhiều, hỗ trợ làm giảm nguy cơ kết tinh và làm tăng hiệu quả kéo sợi; nhiệt độ kết tinh đỉnh tương đối cao, chỉ báo rằng năng lượng được yêu cầu nhiều hơn để định hình và phát triển mầm tinh thể trong quá trình thực hiện quy trình kết tinh thủy tinh, tức là nguy cơ kết

tinh thủy tinh theo sáng chế nhỏ hơn trong các điều kiện giống nhau; (3) lượng bọt ít hơn, chỉ bảo sự tinh lọc thủy tinh nóng chảy tốt hơn.

Cả thủy tinh S và thủy tinh R truyền thống đều không thể sản xuất được trên quy mô lớn bằng các lò lót gạch chịu lửa và, đối với thủy tinh R cải tiến, một phần các đặc tính của thủy tinh được dàn xếp để làm giảm nhiệt độ pha lỏng và nhiệt độ định hình, sao cho có thể làm giảm độ khó trong quá trình sản xuất và đạt được việc sản xuất bằng các lò lót gạch chịu lửa. Ngược lại, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ pha lỏng đủ thấp và tốc độ kết tinh mà cho phép sản xuất bằng các lò lót gạch chịu lửa, mà còn làm tăng lên đáng kể mô đun thủy tinh, nhờ đó giải quyết bế tắc về mặt kỹ thuật mà mô đun của sợi thủy tinh S và sợi thủy tinh R không thể được cải thiện cùng với sự tăng trưởng của quy mô sản xuất.

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế có thể được sử dụng để chế tạo các sợi thủy tinh có các tính chất nêu trên.

Chế phẩm để sản xuất 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 sản xuất các vật liệu composit có các đặc tính được cải thiện, như vật liệu bazơ được gia cường sợi thủy tinh.

Cuối cùng, nên được làm rõ ở chỗ, trong ngữ cảnh này, các thuật ngữ “chứa”, “bao gồm” hoặc các dạng biến thể bất kỳ khác được dự định có nghĩa là “bao gồm theo nghĩa không loại trừ” sao cho quy trình, phương pháp, dụng cụ hoặc thiết bị bất kỳ mà chứa một loạt các yếu tố sẽ không chỉ bao gồm các yếu tố này, mà còn bao gồm các yếu tố khác mà không được liệt kê rõ ràng, hoặc cũng bao gồm yếu tố nội tại của quy trình, phương pháp, đối tượng hoặc thiết bị như vậy. Mà không giới hạn thêm, các yếu tố được định nghĩa bằng cụm như “chứa một...” không loại trừ rằng có cùng các yếu tố khác trong quy trình, phương pháp, dụng cụ hoặc thiết bị mà bao gồm các yếu tố này.

Các ví dụ nêu trên được đề xuất chỉ nhằm mục đích minh họa thay vì giới hạn giải pháp kỹ thuật của sáng chế. Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết bằng các ví dụ nêu trên, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực liên quan sẽ hiểu rằng các cải biến cũng có thể được thực hiện bằng các giải pháp kỹ thuật được bao gồm bởi tất cả các ví dụ nêu trên hoặc phương án thay thế tương đương có thể được thực hiện bằng

một số các dấu hiệu kỹ thuật. Tuy nhiên, những cải biến hoặc thay thế như vậy sẽ không làm cho các giải pháp kỹ thuật thu được về cơ bản tách rời khỏi mục đích và phạm vi của giải pháp kỹ thuật tương ứng được thể hiện trong tất cả các ví dụ của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ pha lỏng đủ thấp và tốc độ kết tinh mà cho phép sản xuất bằng các lò lót gạch chịu lửa, mà còn làm tăng đáng kể môđun thủy tinh, nhờ đó giải quyết bế tắc về mặt kỹ thuật mà môđun 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 môđun cao dòng chính hiện nay, chế phẩm sợi thủy tinh theo sáng chế đã tạo ra một bước đột phá về môđun đàn hồi, hiệu suất kết tinh và hiệu suất tinh lọc của thủy tinh, với môđun được cải thiện đáng kể, nguy cơ kết tinh giảm rõ rệt và lượng bọt tương đối nhỏ trong các điều kiện như nhau. Vì vậy, toàn bộ giải pháp kỹ thuật của sáng chế đặc biệt thích hợp cho việc sản xuất lò bể của sợi thủy tinh môđun cao có tỷ lệ bọt thấp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm để sản xuất sợi thủy tinh mô đun cao, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	13-24,5%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,1-8%
La_2O_3	0,05-1,7%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5.

2. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,55.

3. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,95.

4. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2=(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,2.

5. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa $\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$ với lượng nằm trong khoảng từ 1,5 đến 6% trọng lượng.

6. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng.

7. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa MgO với lượng nằm trong khoảng từ 8,1 đến 12% trọng lượng.

8. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa MgO với lượng lớn hơn 12 và nhỏ hơn hoặc bằng 14% trọng lượng.

9. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa CaO với lượng nhỏ hơn 12% trọng lượng.

10. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa CaO với lượng nằm trong khoảng từ 2 đến 11% trọng lượng.

11. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,5% trọng lượng.

12. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O	0,1-1,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5; và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

13. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,1-8%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5; và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

14. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,5-7%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	<12%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<2%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5; và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2 = (Li_2O + Na_2O + K_2O) / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,2.

15. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO ₂	53-68%
Al ₂ O ₃	13-24,5%
Y ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	0,5-7%
Y ₂ O ₃	0,1-6,3%
La ₂ O ₃	0,05-1,7%
CaO+MgO+SrO	10-23%
CaO	2-11%
Li ₂ O	0,1-1,5%

$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,5; và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2=(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,2.

16. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO_2	54-64%
Al_2O_3	14-24%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	1,5-6%
Y_2O_3	1-5,5%
La_2O_3	0,1-1,5%
$\text{CaO}+\text{MgO}+\text{SrO}$	10-23%
CaO	2-11%
Li_2O	0,1-1,5%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	<2%
Fe_2O_3	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1=\text{Y}_2\text{O}_3/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,6; và

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_2=(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3)$ là lớn hơn 0,22.

17. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó chế phẩm này chứa các thành phần sau đây với lượng phần trăm tương ứng theo trọng lượng:

SiO_2	53-68%
Al_2O_3	lớn hơn 19% và nhỏ hơn hoặc bằng 23%
$\text{Y}_2\text{O}_3+\text{La}_2\text{O}_3$	0,1-8%
La_2O_3	0,05-1,7%

CaO+MgO+SrO	10-23%
MgO	<11%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	<1%
Fe ₂ O ₃	<1,5%

trong đó:

tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C_1 = Y_2O_3 / (Y_2O_3 + La_2O_3)$ là lớn hơn 0,5.

18. Sợi thủy tinh, được sản xuất bằng cách sử dụng chế phẩm theo điểm 1.
19. Vật liệu composit, trong đó vật liệu này chứa sợi thủy tinh theo điểm 18.