



(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)



1-0033326

(51)⁷ C03C 3/095

(13) B

(21) 1-2018-04322

(22) 14/02/2017

(86) PCT/CN2017/073447 14/02/2017

(87) WO 2017/197933 23/11/2017

(30) 201710057315.3 26/01/2017 CN

(45) 25/09/2022 414

(43) 30/01/2020 382A

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

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

(72) 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) HỢP PHẦN SỢI THỦY TINH, SỢI THỦY TINH VÀ VẬT LIỆU COMPOZIT
ĐƯỢC SẢN XUẤT TỪ HỢP PHẦN NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến hợp phần sợi thủy tinh, sợi thủy tinh và vật liệu composit được sản xuất từ hợp phần này. Hợp phần sợi thủy tinh chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây: 57,1-61,9% SiO₂, 17,1-21% Al₂O₃, 10,1-14,5% MgO, 1,1-4,3% Y₂O₃, thấp hơn 6,5% CaO, không lớn hơn 1% Li₂O+Na₂O+K₂O, không lớn hơn 0,75% Li₂O, thấp hơn 1,8% TiO₂ và 0,05-1,2% Fe₂O₃, trong đó tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần này ít nhất là 98% và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng C1= Al₂O₃/SiO₂ ít nhất là 0,285; hợp phần nêu trên có thể làm tăng đáng kể độ bền và mô đun của thủy tinh, làm giảm hiệu quả tốc độ kết tinh của thủy tinh, đảm bảo khoảng nhiệt độ mong muốn (ΔT) để định hình sợi và tăng cường sự tinh luyện của thủy tinh nóng chảy, do đó làm cho nó đặc biệt thích hợp đối với việc sản xuất sợi thủy tinh bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp phần sợi thủy tinh, cụ thể là hợp phần 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 hợp phần 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 với 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. Vì thế, nó trở thành một thách thức cấp thiết để phát triển sợi thủy tinh có độ bền và mô đun cao hơn, nguy cơ và chi phí sản xuất thấp hơn và, trong khi đó, thích hợp để sản xuất trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa để cải thiện đáng kể chi phí thực hiện của sợi thủy tinh hiệu suất cao tạo thành.

Thủy tinh S là thủy tinh có hiệu suất cao sớm nhất dựa trên hệ $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Theo ASTM, thủy tinh S là thủy tinh thuộc loại chủ yếu chứa oxit dưới dạng magie cacbonat, alumin và silic dioxit, và dung dịch điển hình là thủy tinh S-2 được phát triển bởi Mỹ. Tỷ lệ phần trăm tổng trọng lượng của SiO_2 và Al_2O_3 trong thủy tinh S-2 đạt đến 90% và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng của MgO là khoảng 10%; nhiệt độ nóng chảy của thủy tinh lên đến trên 1600°C và nhiệt độ định hình và nhiệt độ đường lỏng lên đến 1571°C và 1470°C , một cách tương ứng. Ngoài ra, tốc độ kết tinh của thủy tinh S-2 là nhanh. Do đó, không thể thực hiện sản xuất trên quy mô lớn thủy tinh S-2 bằng lò nung có lớp lót chịu lửa, và thậm chí rất khó để thực hiện sản xuất nóng chảy trực tiếp. Tất cả những vấn đề này đều gây ra sự khó khăn quá mức, hiệu suất thấp và chi phí cao để sản

xuất sợi thủy tinh S-2. Dữ liệu có liên quan thể hiện rằng môđun đàn hồi của thủy tinh S-2 thường là từ 89 đến 90GPa, và độ bền kéo của sợi thô đã được thấm tẩm của nó thường lớn hơn 3400MPa.

Pháp đã phát triển thủy tinh R dựa trên hệ $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$; tuy nhiên, tổng hàm lượng của SiO_2 và Al_2O_3 giữ lại ở mức cao trong thủy tinh R truyền thống, do đó gây khó khăn trong việc định hình sợi cũng như nguy cơ kết tinh cao. Nhiệt độ định hình của thủy tinh R đạt đến 1410°C và nhiệt độ đường lỏng của nó lên đến 1350°C . Đồng thời, không có giải pháp hiệu quả nào đối với thủy tinh R truyền thống để cải thiện hiệu suất kết tinh, là tỷ số giữa Ca và Mg được thiết kế không thích hợp bằng cách đưa quá nhiều CaO và quá ít MgO dẫn đến sự tổn thất đáng kể các đặc tính của thủy tinh và tốc độ kết tinh cao. Tất cả các yếu tố này đều gây ra khó khăn trong việc làm mỏng hiệu quả sợi thủy tinh và sau đó thực hiện sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn. Do đó, các công ty khác nhau đã phát triển nhiều loại thủy tinh R cải tiến bằng cách điều chỉnh các hợp phần thủy tinh, và các giải pháp điển hình là Hiper-tex và thủy tinh H. Dữ liệu có liên quan thể hiện rằng môđun đàn hồi của thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến thường là từ 87 đến 90GPa, và độ bền kéo của sợi thô đã được thấm tẩm của chúng thường là từ 2300 đến 2900MPa.

Trung Quốc đã phát triển thủy tinh HS chủ yếu chứa SiO_2 , Al_2O_3 và MgO trong khi cũng chứa các hàm lượng lớn của Li_2O , B_2O_3 và Fe_2O_3 . Nhiệt độ định hình của nó nằm trong khoảng từ 1310 đến 1330°C và nhiệt độ đường lỏng của nó nằm trong khoảng từ 1360 đến 1390°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, không có lợi cho việc kiểm soát công đoạn 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 xuất hiện trong quy trình làm mỏng sợi. Điều này gây khó khăn trong việc kiểm soát nhiệt độ và cũng gây khó khăn khi thực hiện sản xuất công nghiệp trên quy mô lớn. Trong khi đó, các lượng lớn của Li_2O và B_2O_3 được sử dụng ở lượng kết hợp thường cao hơn 2,5% và thậm trí là 3%, các tính chất cơ học và hiệu suất chống ăn mòn bị ảnh hưởng bất lợi. Dữ liệu có liên quan thể hiện rằng môđun đàn hồi của thủy tinh HS thường nằm trong khoảng từ 86 đến 89GPa, và độ bền kéo của sợi thô đã được

thâm tằm của nó thường nằm trong khoảng từ 3000 đến 3300MPa.

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 mặt với những khó khăn khi sản xuất trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa, được biểu lộ cụ thể bằng nhiệt độ đường lòng cao quá mức, tốc độ kết tinh cao quá mức, nhiệt độ định hình cao, khó tinh luyện thủy tinh nóng chảy và khoảng nhiệt độ hẹp (ΔT) để định hình sợi và cả trị số ΔT âm. Do đó, hầu hết các công ty đều có xu hướng giảm bớt khó khăn khi sản xuất bằng cách điều chỉnh một số tính chất của thủy tinh, do đó không thể cải thiện độ bền và môđun của sợi thủy tinh được đề cập ở trên với sự tăng trưởng của quy mô sản xuất. Vấn đề độ bền và môđun không đủ trong thời gian dài 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 hợp phần sợi thủy tinh không chỉ cải thiện đáng kể độ bền và môđun của sợi thủy tinh, mà còn làm giảm đáng kể tốc độ kết tinh và nhiệt độ đường lòng, nhờ đó khắc phục các vấn đề kỹ thuật về tốc độ kết tinh quá cao và nhiệt độ đường lòng quá cao đối với thủy tinh có hiệu suất cao truyền thống, để cho khoảng nhiệt độ hình thành sợi thủy tinh được nới rộng đáng kể; trong khi đó, hợp phần sợi thủy tinh nêu trên có thể làm giảm độ nhớt ở nhiệt độ cao, nhiệt độ định hình và tốc độ sủi bọt của thủy tinh, hỗ trợ làm giảm sự tiêu thụ năng lượng để sản xuất. Do đó, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế đặc biệt thích hợp để sản xuất trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

Theo một khía cạnh của sáng chế, hợp phần 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	57,4-61,4%	
Al ₂ O ₃	17,1-21%	
MgO		10,3-14%Y ₂ O ₃
		1,1-4,3%
CaO	<6,5%	
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%	

Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,8\%$
Fe_2O_3	$0,05-1,2\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346, tỷ lệ phần trăm trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15.

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

SiO_2	57,4-61,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4,2%
CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	$0,05-1\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

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

SiO_2	58-60,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4%
CaO	2-6%
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$



0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $C3 = (\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{MgO})/\text{SiO}_2$ ít nhất là 0,2;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của MgO là từ 11,2 đến 13,5% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, hợp phần nêu trên chứa một hoặc nhiều thành phần được chọn từ nhóm bao gồm CeO_2 , SrO , La_2O_3 , ZnO , B_2O_3 và ZrO_2 , với tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp nhỏ hơn 2%;

trong đó, hợp phần nêu trên chứa SrO với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,7% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, hợp phần nêu trên chứa CeO_2 với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,55% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo tổng trọng lượng giới hạn của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 28,1%;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo tổng trọng lượng giới hạn của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 29,1%;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn của MgO/CaO ít nhất là 1,6;

trong đó, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O là từ 0,05 đến 0,7% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo tổng trọng lượng giới hạn của $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ là từ 0,25 đến 0,98%;

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

SiO_2	57,4-61,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4%

CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	$0,05-1\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15.

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

SiO_2	58-60,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,5-14%
Y_2O_3	2-4%
CaO	2-6%
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	$0,05-1\%$

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346; tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 28,1%.

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

SiO_2	58-60,4%
Al_2O_3	17,7-20,1%
MgO	lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%
Y_2O_3	2-4%

CaO	2,3-5,8%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	0,05-0,7%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346; tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 29,1%.

trong đó, hàm lượng giới hạn của Y_2O_3 nằm trong khoảng từ 2,3 đến 3,9% theo phần trăm trọng lượng;

trong đó, hợp phần nêu trên chứa La_2O_3 với hàm lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,05% theo phần trăm trọng lượng;

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

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%
SrO+CeO ₂ +F ₂	<2%
SrO	0-1,7%
CeO ₂	0-0,55%
F ₂	0-0,5%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15.

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Các điểm sáng tạo chính của hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế là ở chỗ, bằng cách đưa vào các hàm lượng cao của Y_2O_3 và MgO , làm giảm đáng kể hàm lượng của CaO , kiểm soát hàm lượng của oxit kim loại kiềm và kiểm soát chặt chẽ tỷ số giữa Al_2O_3/SiO_2 , $(Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ và $(Y_2O_3+MgO)/SiO_2$ một cách tương ứng, trong khi thiết lập hợp lý các khoảng hàm lượng của Al_2O_3 , SiO_2 , Y_2O_3 , MgO , Li_2O , CaO và $Al_2O_3+MgO+Li_2O$, bằng cách sử dụng tác dụng bù và tác dụng tích lũy đặc trưng của ytri trong cấu trúc thủy tinh cũng như tác dụng hiệp đồng trong số các ion của ytri, magie và lithi, và kiểm soát hiệu quả tỷ số Al/Si và hàm lượng đất hiếm, hợp phần nêu trên có khả năng làm cho lượng thích hợp của các khoảng trống tạo ra gói ion thứ tự hơn, cấu trúc xếp chồng chặt hơn của thủy tinh và khó khăn hơn khi cấu trúc lại và sắp xếp các ion trong quy trình kết tinh. Do đó, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế làm tăng đáng kể độ bền và mô đun của thủy tinh, làm giảm hiệu quả tốc độ kết tinh thủy tinh, bảo đảm khoảng nhiệt độ mong muốn (ΔT) để định hình sợi và tăng cường sự tinh luyện thủy tinh nóng chảy, do đó làm cho nó đặc biệt thích hợp đối với việc sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

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

SiO_2	57,4-61,4%
Al_2O_3	17,1-21%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	1,1-4,3%
CaO	<6,5%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$

TiO ₂	<1,8%
Fe ₂ O ₃	0,05-1,2%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Tác dụng và hàm lượng của mỗi thành phần trong hợp phần 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. Hàm lượng SiO₂ quá thấp sẽ ảnh hưởng đến các tính chất cơ học của thủy tinh; hàm lượng quá cao sẽ làm cho độ nhót của thủy tinh và nhiệt độ đường lỏng trở nên cao quá mức do đó gây ra khó khăn khi sản xuất trên quy mô lớn. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của SiO₂ là từ 57,4 đến 61,4%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 58 đến 60,4%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 58% nhưng thấp hơn 60%.

Al₂O₃ là một oxit chính khác định hình lưới thủy tinh. Khi được liên kết với SiO₂, nó có thể có tác dụng thực sự đối với các tính chất cơ học của thủy tinh và ảnh hưởng đáng kể đến việc ngăn chặn sự phân tách pha thủy tinh và tính chịu kết tinh. Hàm lượng Al₂O₃ quá thấp sẽ làm cho nó không thích hợp để thu được các tính chất cơ học đủ cao, đặc biệt là mô đun; hàm lượng quá cao sẽ làm tăng đáng kể các nguy cơ phân tách pha và kết tinh thủy tinh. Khoảng hàm lượng giới hạn của Al₂O₃ theo sáng chế là từ 17,1 đến 21%. Tốt hơn là, hàm lượng Al₂O₃ có thể là từ 17,5 đến 20,5%, tốt hơn nữa là từ 17,7 đến 20,1%. Ngoài ra, tổng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng của SiO₂+Al₂O₃ có thể là từ 75,5 đến 82%, không chỉ đảm bảo các tính chất cơ học đủ cao mà còn có khả năng sản xuất trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa ở nhiệt độ tương đối thấp. Tốt hơn là, tổng của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng của SiO₂+Al₂O₃ có thể là từ 76 đến 81%.

Trong khi đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng giới hạn $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346, để cho thủy tinh này có thể có tính chất cơ học cao hơn và tính chống kết tinh cũng như khoảng nhiệt độ rộng hơn (ΔT) để định hình sợi. Sáng chế không chỉ đảm bảo gói ion nhôm hiệu quả và tạo ra các khoảng trống đủ đối với các ion đất hiếm với các bán kính tương đối lớn, và cũng giảm thiểu nguy cơ tạo thành ứng suất cấu trúc thủy

tinh và còn tăng cường tác dụng xếp chồng của cấu trúc thủy tinh. Để đạt được các dấu hiệu mong muốn này, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Y_2O_3 là oxit đất hiếm quan trọng. Các tác giả nhận thấy rằng lượng tương đối cao của Y_2O_3 được chứa trong hợp phần thủy tinh theo sáng chế sẽ làm tăng rõ rệt độ bền và môđun của thủy tinh và ức chế sự kết tinh thủy tinh. Do các ion ngoài ở các khoảng trống của lưới thủy tinh, ion Y^{3+} có các số lượng phối trí lớn, cường độ trường và điện tích cao, và khả năng tích tụ cao. Đối với các dấu hiệu này, các ion Y^{3+} có thể không chỉ hỗ trợ cải thiện độ ổn định về cấu trúc của thủy tinh và làm tăng độ bền và môđun của thủy tinh, mà còn ngăn chặn hiệu quả sự di động và cách bố trí các ion khác để giảm thiểu xu hướng kết tinh của thủy tinh. Các tác giả nhận thấy từ các thử nghiệm rằng các tác dụng kỹ thuật nêu trên là không dễ nhận thấy khi một lượng nhỏ của Y_2O_3 được đưa vào. Trong khi đó, các ion Y^{3+} có các bán kính tương đối lớn (0,09nm) được so sánh với các ion Al^{3+} (0,0535nm), Mg^{2+} (0,072nm) và Li^+ (0,076nm), lượng được đưa ra của Y_2O_3 vượt quá trị số đã cho sẽ dẫn đến các khoảng trống không đủ cho các ion Y^{3+} lớn lấp đầy, do đó ảnh hưởng đến sự xếp chồng chặt chẽ của cấu trúc thủy tinh và làm tăng đáng kể tỷ trọng thủy tinh và ứng suất cấu trúc. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của Y_2O_3 là từ 1,1 đến 4,3%, tốt hơn là từ 2 đến 4,2%, tốt hơn nữa là từ 2 đến 4%, và tốt hơn nữa là từ 2,3 đến 3,9%.

Ngoài ra, để đạt được sự xếp chồng cấu trúc tốt hơn, làm tăng độ bền và môđun của thủy tinh và thu được tỷ trọng thủy tinh có lợi, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ theo sáng chế là từ 7,2 đến 15, để cho tỷ lệ của các ion khác nhau với các bán kính khác nhau có thể kiểm soát được hiệu quả các tính chất cơ học mong muốn và cấu trúc xếp chồng chặt của thủy tinh.

Ngoài ra, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng của $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{Li}_2\text{O}$ có thể ít nhất là 28,1%, tốt hơn là ít nhất 28,6%, tốt hơn nữa là ít nhất 29,1%, và tốt hơn nữa là ít nhất 29,6%.

Theo sáng chế, MgO và CaO kiểm soát chủ yếu sự kết tinh thủy tinh và điều chỉnh độ nhớt của thủy tinh và tốc độ hóa rắn thủy tinh nóng chảy, và hàm lượng cao của MgO có tác dụng có lợi đối với các tính chất cơ học của thủy tinh. Đối với việc kiểm soát sự

kết tinh của thủy tinh và cải thiện các tính chất cơ học, các tác giả đã thu được các tác dụng bất ngờ bằng cách làm tăng hàm lượng MgO và kiểm soát tỷ lệ của MgO/CaO và $(Y_2O_3+MgO)/SiO_2$. Dữ liệu có liên quan thể hiện rằng, đối với thủy tinh có hiệu suất cao thông thường dựa trên hệ MgO-CaO- Al_2O_3 - SiO_2 , trong đó hàm lượng của CaO là tương đối cao, thường lớn hơn 10% hoặc thậm trí là 12%, các pha tinh thể chứa nó sau khi kết tinh thủy tinh chủ yếu bao gồm diopside ($CaMgSi_2O_6$) và anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$). Sự phát triển cạnh tranh giữa hai tinh thể này trong quy trình kết tinh không quá mạnh mẽ mà không kiểm soát hiệu quả tốc độ kết tinh có thể đạt được. Do đó, theo sáng chế, hàm lượng của CaO được làm giảm mạnh trong khi hàm lượng của MgO được làm tăng để tạo ra sự thiếu CaO để kết tinh, và do đó các pha tinh thể thu được sau khi kết tinh thủy tinh và do đó các pha tinh thể thu được sau khi kết tinh thủy tinh chủ yếu bao gồm coesite ($Mg_2Al_4Si_5O_8$) hoặc hỗn hợp của coesite, enstatite ($MgSiO_3$) và anorthite, nhờ đó ức chế hiệu quả tốc độ kết tinh của thủy tinh. Đồng thời, xem xét các sai khác về bán kính ion và cường độ trường giữa các ion Y^{3+} và Mg^{2+} , các tỷ số giữa mỗi ion trong số hai ion này và silic dioxide được kiểm soát vừa phải, để cho không chỉ đạt được tác dụng tốt hơn của việc xếp chồng cấu trúc, mà còn có thể ngăn chặn cả sự di động và sắp xếp các ion Mg^{2+} và do đó tác dụng ức chế tốc độ kết tinh được tăng cường.

Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của MgO có thể là từ 10,3 đến 14%, tốt hơn là từ 10,5 đến 14%, tốt hơn nữa là lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%, và thậm trí tốt hơn nữa là từ 11,2 đến 13,5%; khoảng hàm lượng giới hạn của CaO có thể thấp hơn 6,5%, tốt hơn là không lớn hơn 6,3%, tốt hơn nữa là có thể từ 2 đến 6%, và tốt hơn nữa là từ 2,3 đến 5,8%; khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C3 = (Y_2O_3+MgO)/SiO_2$ có thể ít nhất là 0,2, tốt hơn là ít nhất 0,21, và tốt hơn nữa là ít nhất 0,23; và khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng MgO/CaO có thể là ít nhất 1,6, tốt hơn là ít nhất 1,75, và tốt hơn nữa là ít nhất 1,9.

Cả K_2O và Na_2O đều có thể làm giảm độ nhớt của thủy tinh và là các thuốc hàn tốt. Được so sánh với Na_2O và K_2O , Li_2O có thể làm giảm đáng kể độ nhớt của thủy tinh nhờ đó cải thiện hiệu suất nóng chảy của thủy tinh. Ngoài ra, một lượng nhỏ của Li_2O tạo ra một lượng đáng kể oxy tự do, hỗ trợ các ion nhôm nhiều hơn để tạo ra sự phối trí

tetrahedral, tăng cường cấu trúc mạng lưới của thủy tinh và còn cải thiện các tính chất cơ học của thủy tinh. Tuy nhiên, do quá nhiều ion kim loại kiềm trong hợp phần thủy tinh sẽ ảnh hưởng đến độ ổn định và tính chống ăn mòn của thủy tinh, nên lượng được đưa vào nên được giới hạn. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ là không lớn hơn 1%, và khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O là không lớn hơn 0,75%. Tốt hơn là, khoảng hàm lượng giới hạn của Li_2O là không lớn hơn 0,7%, tốt hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,7%, và tốt hơn nữa có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,65%. Tốt hơn là, 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 0,98%, tốt hơn nữa là có thể nằm trong khoảng từ 0,25 đến 0,98%, và tốt hơn nữa là có thể nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,95%. Ngoài ra, do cả hai ion K^+ và Na^+ đều có các bán kính tương đối lớn (0,138nm và 0,102nm, một cách tương ứng), nên khi Y_2O_3 được đưa vào ở lượng cao, tổng của $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ nên được hạn chế để không ảnh hưởng đến tác dụng xếp chồng của cấu trúc thủy tinh. Do đó, khoảng giới hạn của tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ có thể thấp hơn 0,7%, tốt hơn là thấp hơn 0,55%.

TiO_2 không thể chỉ làm giảm độ nhớt của thủy tinh ở nhiệt độ cao, mà còn có tác dụng hàn nhất định. Tuy nhiên, do các ion titan kết hợp với ion sắt (III) có thể có tác dụng tạo màu nhất định, sẽ ảnh hưởng đến hình thái của các vật phẩm được gia cường bằng sợi thủy tinh, lượng được đưa vào nên được giới hạn. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của TiO_2 là thấp hơn so với 1,8%, tốt hơn là thấp hơn 1,4%, và tốt hơn nữa là không lớn hơn 0,8%.

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 ion sắt (III) và ion sắt (II) có tác dụng nhuộm màu, lượng được đưa vào nên được giới hạn. Do đó, trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế, khoảng hàm lượng giới hạn của Fe_2O_3 là từ 0,05 đến 1,2%, tốt hơn là từ 0,05 đến 1%.

Ngoài ra, hợp phần 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%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần với tổng hàm lượng không lớn hơn 2% được chọn từ nhóm bao gồm CeO_2 , SrO , La_2O_3 , ZnO , B_2O_3 và ZrO_2 .

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần với tổng hàm lượng không lớn hơn 1% được chọn từ nhóm bao gồm La_2O_3 , ZnO , B_2O_3 và ZrO_2 . Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm SrO với khoảng hàm lượng từ 0 đến 1,7%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm SrO với khoảng hàm lượng từ 0,1 đến 1,3%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc cả hai thành phần CeO_2 và SrO với tổng hàm lượng không lớn hơn 1,3%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm CeO_2 với khoảng hàm lượng từ 0 đến 0,55%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm CeO_2 với khoảng hàm lượng từ 0 đến 0,25%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm F_2 với khoảng hàm lượng từ 0 đến 0,5% và thường dưới dạng các tạp chất được chứa trong vật liệu thủy tinh thô. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể không bao gồm B_2O_3 thường được đưa vào dưới dạng các tạp chất được chứa trong vật liệu thủy tinh thô. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể bao gồm La_2O_3 với khoảng hàm lượng từ 0 đến 0,05%

Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Y_2O_3 , CaO , Li_2O , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 và các thành phần khác với tổng hàm lượng bằng hoặc lớn hơn 99%. Ngoài ra, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Y_2O_3 , CaO , Li_2O , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 và các thành phần khác với tổng hàm lượng bằng hoặc lớn hơn 99,5%.

Trong hợp phần 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.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Ví dụ ưu tiên 1

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	57,4-61,4%
----------------	------------

Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4,2%
CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Ví dụ ưu tiên 2

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	57,4-61,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4,2%
CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,7% trọng lượng cũng có mặt trong hợp phần nêu trên, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Ví dụ ưu tiên 3

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện

dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, SrO với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1,7% trọng lượng và CeO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,55% trọng lượng cũng thể hiện trong chế phẩm nêu trên, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Ví dụ ưu tiên 4

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	2-6%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Ví dụ ưu tiên 5

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, CeO₂ với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 0,55% trọng lượng cũng có mặt trong hợp phần nêu trên, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

Ví dụ ưu tiên 6

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ

0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3 + MgO + Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

Ví dụ ưu tiên 7

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

Ví dụ ưu tiên 8

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,5-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%

TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

Ví dụ ưu tiên 9

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,5-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	2-6%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3+MgO+Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

Ví dụ ưu tiên 10

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%

Y_2O_3	2-4%
CaO	2-6%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3+MgO+Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

Ví dụ ưu tiên 11

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO_2	58-60,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%
Y_2O_3	2-4%
CaO	2-6%
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3+MgO+Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

Ví dụ ưu tiên 12

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,7-20,1%
MgO	lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%
Y ₂ O ₃	2,3-3,9%
CaO	2,3-5,8%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	0,05-0,7%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3+MgO+Li_2O$ ít nhất là 29,1%.

Ví dụ ưu tiên 13

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	không thấp hơn 58% nhưng thấp hơn 60%
Al ₂ O ₃	17,7-20,1%
MgO	lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%
Y ₂ O ₃	2,3-3,9%
CaO	2,3-5,8%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	0,05-0,7%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

Ngoài ra, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ

0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O) / Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3 + MgO + Li_2O$ ít nhất là 29,1%.

Ví dụ ưu tiên 14

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%
SrO+CeO ₂ +F ₂	<2%
SrO	0-1,7%
CeO ₂	0-0,55%
F ₂	0-0,5%

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3 / SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O) / Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

Ví dụ ưu tiên 15

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%

CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	$0,05-1\%$
$\text{SrO}+\text{CeO}_2+\text{F}_2$	$< 2\%$
SrO	$0-1,7\%$
CeO_2	$0-0,55\%$
F_2	$0-0,5\%$

Ngoài ra, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15; và tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp of $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 28,1%.

Để làm rõ hơn các mục đích này, các giải pháp và ưu điểm kỹ thuật của các ví dụ theo sáng chế, các giải pháp kỹ thuật trong các ví dụ theo sáng chế được mô tả rõ ràng và đầy đủ 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 thực hiện công việc sáng tạo đều 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 tùy ý với nhau.

Khái niệm cơ bản của sáng chế là về các thành phần của hợp phần sợi thủy tinh được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng là: 57,4-61,4% SiO_2 , 17,1-21% Al_2O_3 , 10,3-14% MgO , 1,1-4,3% Y_2O_3 , thấp hơn 6,5% CaO , không lớn hơn 1% $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, không lớn hơn 0,75% Li_2O , thấp hơn 1,8% TiO_2 và 0,05-1,2% Fe_2O_3 , trong đó khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần này ít nhất là 98% và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346. Hợp phần nêu trên có thể làm tăng đáng kể độ bền và mô đun của thủy tinh, làm giảm hiệu quả tốc độ kết tinh của thủy tinh, đảm bảo khoảng nhiệt độ mong muốn (ΔT) để định hình sợi và tăng cường sự tinh luyện của thủy tinh nóng chảy, do đó làm cho nó

đặc biệt thích hợp đối với việc sản xuất sợi thủy tinh hiệu suất cao bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

Trị số hàm lượng cụ thể của SiO_2 , Al_2O_3 , Y_2O_3 , CaO , MgO , Li_2O , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 và TiO_2 trong hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế được lựa chọn để sử dụng trong các ví dụ, và các so sánh với thủy tinh S, thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến được tiến hành đối với bảy thông số đặc tính sau đây,

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

(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) Trị số 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) Môđun đàn hồi, môđun xác định khả năng của thủy tinh để chống lại sự biến dạng đàn hồi, được đo trên thủy tinh dạng khối theo ASTM E1876.

(5) Độ bền kéo, ứng suất kéo tối đa mà sợi thủy tinh có thể chịu được, được đo trên sợi thô thủy tinh được thấm tẩm theo ASTM D2343.

(6) Tỷ số diện tích kết tinh, được xác định trong quy trình được đưa ra như sau: Cắt thủy tinh dạng khối một cách thích hợp để phù hợp với máng sứ dạng thuyền và sau đó đặt mẫu thủy tinh dạng thanh đã cắt vào thuyền sứ. Đặt thuyền sứ cùng với mẫu thủy tinh dạng thanh vào lò gradien để kết tinh và giữ mẫu để duy trì nhiệt trong thời gian 6 giờ. Đưa thuyền cùng với mẫu ra khỏi lò gradien và làm mát nó bằng không khí đến nhiệt độ trong phòng. Cuối cùng, kiểm tra và đo các lượng và kích thước của các tinh thể trên các bề mặt của mỗi mẫu trong khoảng nhiệt độ từ 1060 đến 1130°C từ ống ngắm của kính hiển vi bằng cách sử dụng kính hiển vi quang học, và sau đó tính toán tỷ số diện tích kết tinh. Tỷ số diện tích cao có nghĩa là xu hướng kết tinh cao và tốc độ kết tinh cao.

(7) Lượng các bọt, được xác định trong quy trình được đưa ra như sau: sử dụng các khuôn cụ thể để nén các vật liệu mẻ thủy tinh trong mỗi ví dụ thành các mẫu có cùng kích thước, sau đó sẽ được đặt trên nền mẫu của kính hiển vi nhiệt độ cao. Gia nhiệt các mẫu theo các quy trình chuẩn lên đến nhiệt độ không gian được thiết đặt trước là 1500°C

và sau đó làm mát trực tiếp chúng bằng lò làm mát của kính hiển vi đến nhiệt độ môi trường xung quanh mà không duy trì nhiệt. Cuối cùng, mỗi mẫu thủy tinh được kiểm tra bằng cách sử dụng kính hiển vi phân cực để xác định lượng của các bọt trong mẫu. Bọt được xác định theo sự phóng đại cụ thể của kính hiển vi.

Bảy thông số được đề cập ở 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 hợp phần 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 lên trên ống kẹp quay của máy cuốn để tạo ra bánh hoặc gói. 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 phép so sánh về các thông số thuộc tính trong các ví dụ về hợp phần 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 hợp phần 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	59,50	59,50	59,50	58,85	58,85	58,85	58,85
	Al ₂ O ₃	18,70	18,70	18,70	19,05	19,05	19,05	19,05
	CaO	6,40	6,00	5,10	6,30	5,80	5,10	4,10
	MgO	11,30	11,30	11,30	10,30	10,80	11,50	12,50
	Y ₂ O ₃	1,80	2,30	3,20	3,40	3,40	3,40	3,40
	Na ₂ O	0,08	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13
	K ₂ O	0,17	0,19	0,19	0,30	0,30	0,30	0,30
	Li ₂ O	0,70	0,65	0,65	0,47	0,47	0,47	0,47
	Fe ₂ O ₃	0,39	0,45	0,45	0,47	0,47	0,47	0,47
	TiO ₂	0,64	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53
	CeO ₂	0,12	0,08	0,08	-	-	-	-
Tỷ số	C1	0,314	0,314	0,314	0,324	0,324	0,324	0,324
	C2	17,06	13,33	9,58	8,77	8,92	9,12	9,42
	C3	0,220	0,229	0,244	0,233	0,241	0,253	0,270
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1304	1307	1309	1314	1311	1309	1306
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1218	1212	1207	1216	1211	1210	1217
	ΔT /°C	86	95	102	98	100	99	89
	Môđun đàn hồi/GPa	94,1	94,6	95,8	95,0	95,4	96,3	96,5
	Độ bền kéo /MPa	3310	3400	3530	3460	3490	3590	3630
	Tỷ số diện tích kết tinh/%	19	15	9	11	10	7	9
	Lượng bột/pcs	8	9	10	10	11	9	10

Bảng 1B

		A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Thành phần	SiO ₂	58,85	58,85	59,00	59,00	59,00	60,00	60,00
	Al ₂ O ₃	19,05	19,05	18,80	18,80	18,80	18,30	17,70
	CaO	3,10	2,80	6,00	5,30	4,40	2,00	4,90
	MgO	13,50	14,00	11,10	11,40	12,00	12,40	11,70
	Y ₂ O ₃	3,40	3,40	3,00	3,40	3,70	4,20	3,30
	Na ₂ O	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,10	0,15
	K ₂ O	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,28	0,20
	Li ₂ O	0,47	0,30	0,50	0,50	0,50	0,60	0,65
	Fe ₂ O ₃	0,47	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
	TiO ₂	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,48	0,46
	SrO	-	-	-	-	-	1,00	-
	ZrO ₂	-	-	-	-	-	-	0,30
Tỷ số	C1	0,324	0,324	0,319	0,319	0,319	0,305	0,295
	C2	9,72	9,86	10,13	9,03	8,46	7,45	9,11
	C3	0,287	0,296	0,239	0,251	0,266	0,277	0,250
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1304	1305	1309	1307	1303	1325	1310
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1219	1224	1211	1207	1206	1220	1213
	ΔT /°C	85	81	98	100	97	105	97
	Môđun đàn hồi /GPa	95,7	95,2	95,1	96,0	97,3	96,8	95,6
	Độ bền kéo /MPa	3540	3500	3460	3540	3630	3670	3510
	Tỷ số diện tích kết tinh/%	14	17	11	8	8	14	9
	Lượng bột/pcs	9	8	10	9	9	10	9

Bảng 1C

		A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
Thành phần	SiO ₂	58,00	57,10	59,10	58,40	58,90	60,40	61,40
	Al ₂ O ₃	18,60	20,10	17,50	18,80	18,60	17,80	18,00
	CaO	6,00	5,80	5,80	6,00	4,80	4,90	3,80
	MgO	10,50	10,00	11,00	11,10	11,20	11,30	11,60
	Y ₂ O ₃	4,30	4,00	3,70	3,50	3,20	3,30	2,90
	Na ₂ O	0,12	0,10	0,15	0,30	0,21	0,10	0,15
	K ₂ O	0,22	0,20	0,30	0,35	0,31	0,20	0,30
	Li ₂ O	0,60	0,64	0,50	0	0,38	0,65	0,55
	Fe ₂ O ₃	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44	0,46	0,44
	TiO ₂	0,60	0,55	0,80	1,20	0,46	0,69	0,51
	SrO	0,40	0,85	0,50	0,60	1,30	-	-
	La ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	0,25
Tỷ số	C1	0,321	0,352	0,296	0,322	0,316	0,295	0,293
	C2	6,91	7,69	7,84	8,54	9,43	9,02	10,40
	C3	0,255	0,245	0,249	0,250	0,244	0,242	0,236
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1299	1301	1300	1305	1310	1317	1325
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1210	1200	1209	1212	1210	1227	1235
	ΔT /°C	90	101	91	93	100	90	90
	Môđun đàn hồi /GPa	96,3	96,0	95,5	96,1	96,5	95,1	94,9
	Độ bền kéo /MPa	3560	3460	3480	3500	3540	3460	3430
	Tỷ số diện tích kết tinh/%	7	13	8	9	11	16	19
	Lượng bột/pcs	6	7	8	7	8	10	12

Bảng 1D

		A22	A23	A24	A25	Thủy tinh S	Thủy tinh R truyền thống	Thủy tinh R cải tiến
Thành phần	SiO ₂	57,40	60,00	59,50	58,80	65	60	60,75
	Al ₂ O ₃	20,50	19,00	18,40	18,70	25	25	15,80
	CaO	4,10	3,90	4,90	5,30	-	9	13,90
	MgO	11,50	11,80	11,20	12,10	10	6	7,90
	Y ₂ O ₃	3,90	3,10	3,40	3,20	-	-	-
	Na ₂ O	0,08	0,12	0,12	0,15	lượng vết	lượng vết	0,73
	K ₂ O	0,12	0,21	0,31	0,23	lượng vết	lượng vết	
	Li ₂ O	0,75	0,60	0,50	0,50	-	-	0,48
	Fe ₂ O ₃	0,46	0,45	0,45	0,44	lượng vết	lượng vết	0,18
	TiO ₂	0,34	0,62	0,52	0,48	lượng vết	lượng vết	0,12
	SrO	0,55	-	0,70	-	-	-	-
	CeO ₂	-	-	0,05	0,10	-	-	-
Tỷ số	C1	0,357	0,317	0,309	0,318	0,385	0,385	0,260
	C2	8,40	10,13	8,85	9,78	-	-	-
	C3	0,268	0,248	0,245	0,260	0,154	0,100	0,130
Thông số	Nhiệt độ định hình/°C	1306	1321	1306	1303	1571	1430	1278
	Nhiệt độ đường lỏng /°C	1212	1216	1206	1205	1470	1350	1210
	ΔT /°C	94	105	100	98	101	80	68
	Modun đàn hồi /GPa	96,3	95,6	95,2	95,8	90	89	88
	Độ bền kéo /MPa	3560	3490	3460	3530	3460	2750	2500
	Tỷ số diện tích kết tinh /%	14	10	8	9	100	70	35
	Lượng bột/pcs	8	11	7	8	40	30	25

Có thể quan sát thấy từ các trị số trong các bảng nêu trên rằng, so với thủy tinh S, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có các ưu điểm sau đây: (1) môđun đàn hồi cao hơn nhiều; (2) nhiệt độ đường lỏng thấp hơn nhiều và tỷ số diện tích kết tinh thấp hơn nhiều, cho thấy rằng nhiệt độ giới hạn trên thấp đối với sự kết tinh cũng như tốc độ kết tinh thấp và do đó hỗ trợ để làm giảm nguy cơ kết tinh và làm tăng hiệu quả kéo sợi; và (3) một lượng bột nhỏ hơn, chỉ ra sự tinh luyện tốt hơn của thủy tinh nóng chảy.

Ngoài ra, so với thủy tinh R truyền thống và thủy tinh R cải tiến, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có các ưu điểm sau đây: (1) môđun đàn hồi và độ bền cao hơn nhiều; (2) tỷ số diện tích kết tinh thấp hơn nhiều, thể hiện tốc độ kết tinh thấp và do đó hỗ trợ để làm giảm nguy cơ kết tinh và làm tăng hiệu quả kéo sợi; và (3) một lượng bột nhỏ hơn, thể hiện sự tinh luyện tốt hơn của thủy tinh nóng chảy.

Cả thủy tinh S và thủy tinh R truyền thống đều không thể sản xuất được trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa và, đối với thủy tinh R cải tiến, một phần các tính chất của thủy tinh đã được điều chỉnh để làm 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 nung có lớp lót chịu lửa. Ngược lại, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ đường lỏng đủ thấp, nhiệt độ định hình và tốc độ kết tinh có thể sản xuất được bằng lò nung có lớp lót chịu lửa, mà còn làm tăng đáng kể môđun và độ bền của thủy tinh, nhờ đó khắc phục được các tắc nghẽn kỹ thuật mà môđun và độ bền của sợi thủy tinh S không thể được cải tiến với sự tăng trưởng của quy mô sản xuất.

Do đó, có thể nhận thấy từ phần mô tả trên rằng, so với thủy tinh hiệu suất cao dòng chính hiện nay, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế đã tạo ra một đột phá về môđun đàn hồi, độ bền, tốc độ kết tinh và hiệu suất tinh luyện của thủy tinh, với môđun và độ bền được cải thiện đáng kể, tốc độ kết tinh bị giảm rõ rệt và lượng tương đối nhỏ của bột trong cùng điều kiện. Do đó, toàn bộ giải pháp kỹ thuật theo sáng chế có thể tiến hành sản xuất trên quy mô lớn dễ dàng bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế có thể được sử dụng để định hình sợi thủy tinh có các đặc tính hoàn hảo được đề cập ở trên.

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế kết hợp với một hoặc nhiều vật liệu hữu cơ và/hoặc vô cơ có thể được sử dụng để tạo ra vật liệu composit có hiệu suất tốt, 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 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. Không có thêm giới hạn, các yếu tố được xác định bằng các cụm từ như “chứa một...” không loại trừ rằng có các yếu tố tương tự khác trong quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị bao gồm các yếu tố nêu trên.

Các ví dụ nêu 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

Hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế không chỉ có nhiệt độ đường lỏng, nhiệt độ định hình và tốc độ kết tinh đủ thấp có thể sản xuất bằng lò nung có lớp lót chịu lửa, mà còn làm tăng đáng kể môđun và độ bền của thủy tinh, nhờ đó khắc phục được các tắc nghẽn kỹ thuật làm cho môđun và độ bền của sợi thủy tinh S không thể được cải thiện với quy mô sản xuất được tăng cường. So với thủy tinh hiệu suất cao dòng chính hiện tại, hợp phần sợi thủy tinh theo sáng chế đã tạo ra một đột phá về môđun đàn hồi, độ bền, tốc độ kết tinh và hiệu suất tinh luyện của thủy tinh, với môđun được cải thiện đáng kể và độ bền, tốc độ kết tinh bị giảm rõ rệt và lượng tương đối nhỏ của bọt trong cùng điều kiện. Do đó, toàn bộ giải pháp kỹ thuật theo sáng chế đều có thể dễ dàng sản xuất trên quy mô lớn bằng lò nung có lớp lót chịu lửa.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp phần sợi thủy tinh, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,1-21%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	1,1-4,3%
CaO	<6,5%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,8%
Fe ₂ O ₃	0,05-1,2%

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

2. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4,2%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

trong đó, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

3. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	2-6%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

trong đó, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346.

4. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C3 = (Y_2O_3 + MgO)/SiO_2$ ít nhất là 0,2.

5. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, khoảng hàm lượng của MgO trọng lượng lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn 13,5%.

6. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa một hoặc nhiều thành phần được chọn từ nhóm bao gồm CeO₂, SrO, La₂O₃, ZnO, B₂O₃ và ZrO₂, tổng lượng dựa trên hợp phần nêu trên là thấp hơn so với 2% trọng lượng.

7. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3 + MgO + Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

8. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng MgO/CaO ít nhất là 1,6.

9. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	57,4-61,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%

MgO	10,3-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	≤6,3%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

10. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	58-60,4%
Al ₂ O ₃	17,5-20,5%
MgO	10,5-14%
Y ₂ O ₃	2-4%
CaO	2-6%
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	≤1%
Li ₂ O	≤0,75%
TiO ₂	<1,4%
Fe ₂ O ₃	0,05-1%

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = Al_2O_3/SiO_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3+MgO+Li_2O)/Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15; và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $Al_2O_3+MgO+Li_2O$ ít nhất là 28,1%.

11. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO ₂	58-60,4%
------------------	----------

	Al_2O_3	17,7-20,1%
13,5%	MgO	lớn hơn 11% nhưng không lớn hơn
	Y_2O_3	2-4%
	CaO	2,3-5,8%
	$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
	Li_2O	0,05-0,7%
	TiO_2	$< 1,4\%$
	Fe_2O_3	0,05-1%

trong đó, tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của các thành phần được liệt kê ở trên ít nhất là 98%; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến 0,346; khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})/\text{Y}_2\text{O}_3$ là từ 7,2 đến 15; và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng kết hợp của $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O}$ ít nhất là 29,1%.

12. Hợp phần sợi thủy tinh theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, hợp phần này chứa các thành phần được thể hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng sau đây:

SiO_2	57,4-61,4%
Al_2O_3	17,5-20,5%
MgO	10,3-14%
Y_2O_3	2-4,2%
CaO	$\leq 6,3\%$
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	$\leq 1\%$
Li_2O	$\leq 0,75\%$
TiO_2	$< 1,4\%$
Fe_2O_3	0,05-1%
$\text{SrO}+\text{CeO}_2+\text{F}_2$	$< 2\%$
SrO	0-1,7%
CeO_2	0-0,55%
F_2	0-0,5%

trong đó, khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C1 = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ là từ 0,294 đến

0,346, và khoảng tỷ lệ phần trăm theo trọng lượng $C2 = (Al_2O_3 + MgO + Li_2O) / Y_2O_3$ là từ 7,2 đến 15.

13. Sợi thủy tinh, khác biệt ở chỗ, sợi thủy tinh này được sản xuất từ hợp phần bất kỳ trong số các hợp phần sợi thủy tinh theo các điểm từ 1 đến 12.

14. Vật liệu composit, khác biệt ở chỗ, vật liệu này kết hợp với sợi thủy tinh theo điểm 13.