ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19) OMPIC

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 41018 B2

(43) Date de publication :
29.01.2021

(51) Cl. internationale :
C03C 13/00; C03C 3/112; C03C 3/087

(21) N° Dépôt :
41018

(22) Date de Dépôt :
15.10.2015

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/CN2015/091987 15.10.2015

(71) Demandeur(s) :
JUSHI GROUP CO., LTD., Jushi Science & Technology Building, 669 Wenhua Road (South), Tongxiang Economic Development Zone Tongxiang, , Zhejiang , 314500 , Chine (République populaire) (CN)

(72) Inventeur(s) :
Lin ZHANG ; Guorong CAO ; Wenzhong XING ; Guijiang GU

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE HAUTE PERFORMANCE, FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE ASSOCIÉS**

(57) Abrégé : La présente invention concerne une composition de fibre de verre haute performance, une fibre de verre et un matériau composite associés. La composition de fibre de verre comprend les composants suivants, en pourcentage en poids : 58 % à 62 % de SiO2, 14 % à 18 % d'Al2O3, 20 % à 24,5 % de CaO+MgO, CaO dépassant 14 %, 0,01 % à 0,4 % de Li2O, moins de 2 % de Na2O+K2O, moins de 3,5 % de TiO2, moins de 1 % de Fe2O3, moins de 1 % de F2, le rapport en pourcentage en poids de C1 = CaO/MgO étant supérieur à 2 et inférieur ou égal à 2,6, et le rapport en pourcentage en poids C2=SiO2/CaO allant de 3,3 à 4,3. La composition peut remarquablement améliorer les performances mécaniques et la température du point de ramollissement de la fibre de verre, réduire la viscosité du verre à haute température, supprimer efficacement la tendance de cristallisation du verre, réduire la température de liquidus du verre, et est appropriée pour produire à grande échelle dans des fours à cuve.

MA 41018B2

تركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء، وألياف زجاجية، ومادة مركبة منها

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بتركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء، وألياف زجاجية، ومادة مركبة منها. تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية على المكونات التالية بنسب وزنية: SiO_2 58٪ إلى 62٪، Al_2O_3 14٪ إلى 18٪، $CaO+MgO$ 20٪ إلى 24.5٪، CaO أعلى من 14٪، Li_2O 0.01٪ إلى 0.4٪، Na_2O+K_2O أقل من 2٪، TiO_2 أقل من 3.5٪، Fe_2O_3 أقل من 1٪ وF_2 أقل من 1٪؛ حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأصغر من أو يساوي 2.6، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3. كما يمكن أن تحسن التركيبة بدرجة كبيرة من المقاومة الميكانيكية للألياف الزجاجية ودرجة حرارة نقطة تليينها، وتقلل لزوجة الزجاج عند درجات حرارة عالية، وتثبط بشكل فعال الميل إلى التبلور وتقلل درجة حرارة التسييل للزجاج، وتكون مناسبة أكثر للإنتاج بواسطة الفرن الحوضي على نطاق واسع.

(تركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء، وألياف زجاجية، ومادة مركبة منها)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع بتركيبات ألياف زجاجية، تحديداً، تركيبات ألياف زجاجية عالية الأداء يمكن استخدامها بوصفها مادة قاعدية لتقوية المركبات، وألياف زجاجية ومادة مركبة منها.

الألياف الزجاجية هي مادة ألياف غير عضوية يمكن استخدامها لتقوية الراتنجات لإنتاج مواد مركبة جيدة الأداء. بوصفها مادة قاعدية لتقوية المواد المركبة المتطورة، تستخدم أساساً الألياف الزجاجية عالية الأداء تحديداً في مجال الدفاع الوطني، مثلا مجال علم الطيران، والفضاء الجوي والمجال العسكري. مع التقدم في العلوم والتكنولوجيا وتطور الاقتصاد، اِستُخدِمَت الألياف الزجاجية عالية الأداء على نطاق واسع في المجالات المدنية والصناعية مثلا صناعة المحركات، أرياش الرياح، أوعية الضغط، أنابيب النفط البحرية، الأجهزة الرياضية وصناعة السيارات.

منذ أن طورت شركة Owens Corning Company الأمريكية (يشار إليها فيما يلي OC) الألياف الزجاجية S-2، تنافست بلدان مختلفة في تطوير الألياف الزجاجية عالية الأداء بتركيبات مختلفة، على سبيل المثال طورت شركة Saint-Gobain الفرنسية ألياف زجاجية R، طورت شركة OC الأمريكية ألياف زجاجية HiPer-tex وطورت شركة Nanjing Fiberglass Research & Design Institute Co. Ltd الصينية ألياف زجاجية #2 عالية المقاومة. تعتمد تركيبات الزجاج عالية الأداء الأصلية على نظام $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ والتركيبة النموذجية هي زجاج S-2 الذي طورته شركة OC الأمريكية. مع ذلك، إنتاج الزجاج S-2 صعب للغاية، لأن درجة حرارة تكوينه

تصل إلى حوالي 1571°م ودرجة حرارة تسييله تصل إلى 1470°م بناء على ذلك، من الصعب تحقيق الإنتاج الصناعي على نطاق واسع. بعد ذلك تخلت شركة OC عن إنتاج الألياف الزجاجية S-2 وحولت براءة الاختراع إلى شركة AGY المكرَّسة لإنتاج الألياف الزجاجية S ومنتجاتها المحسنة على نطاق صغير.

بعد ذلك، من أجل خفض درجة حرارة الانصهار ودرجة حرارة التكوين للزجاج لكي يلبي الاحتياجات بشكل أفضل من حيث الإنتاج بواسطة الفرن الحوضي على نطاق كبير، طورت بنجاح شركات أجنبية كبيرة الألياف الزجاجية عالية الأداء اعتماداً على نظام MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2. طورت شركة Saint-Gobain الفرنسية التركيبات النموذجية وهي زجاج R وطورت شركة OC الأمريكية زجاج HiPer-tex، كان ذلك بمثابة مقايضة لنطاق الإنتاج من خلال التضحية ببعض خصائص الزجاج. مع ذلك، ولأن هذه الحلول المصممة تقليدية جداً، تم الاحتفاظ على وجه الخصوص بمحتوى Al_2O_3 أكثر من 20٪، يُفضل 25٪، ولا يزال إنتاج الزجاج صعب للغاية. بالرغم من تحقيق الإنتاج بواسطة الفرن الحوضي على نطاق صغير، إلا أن كفاءة الإنتاج منخفضة ونسبة التكلفة–الأداء للمنتجات ليست عالية. ثم تخلت شركة OC عن إنتاج الألياف الزجاجية HiPer-tex وحولت براءة اختراع الألياف الزجاجية HiPer-tex إلى شركة 3B الأوروبية. حوالي سنة 2007، تأسست شركة OCV من خلال دمج شركة OC وSaint-Gobain، وتم تخصيص التكنولوجيات الرئيسية للألياف الزجاجية R إلى شركة OCV. نسبة Ca/Mg في الزجاج التقليدي منخفضة جداً، مما قد يتسبب في مشاكل مثلا صعوبة التلييف، زيادة خطر التبلور، زيادة توتر السطح وصعوبة تنقية الزجاج المنصهر، تصل درجة حرارة التكوين إلى حوالي 1410°م وتصل درجة حرارة التسييل إلى 1330°م. قد يتسبب كل ذلك في صعوبة توهين الألياف الزجاجية ونتيجة لذلك قد توجد صعوبة في تحقيق الإنتاج الصناعي على نطاق واسع.

بالإضافة إلى ذلك، كشفت صناعات PPG عن نوع آخر من الألياف الزجاجية R. أدائها الميكانيكي أقل قليلاً من أداء الألياف الزجاجية التقليدية R، لكن أداء الانصهار والتكوين متفوق إلى حد كبير عن أداء الألياف الزجاجية التقليدية R. مع ذلك، هذا النوع من الزجاج R ينطوي على مخاطر عالية بشأن إزالة التزجيج لأن نسب Si/Ca وCa/Mg ليست مصممة بشكل معقول. في نفس الوقت، بسبب دخول المزيد من Li_2O، لا يتأثر فقط الاستقرار الكيميائي، لكن أيضاً تزداد بدرجة كبيرة تكلفة مادته الخام. بناء على ذلك فهذا غير مناسب أيضاً بالنسبة للإنتاج الصناعي على نطاق واسع.

تشتمل أساساً الألياف الزجاجية #2 ذات المقاومة العالية على SiO_2، Al_2O_3 وMgO، وتدخل أيضاً كميات معينة من Li_2O، B_2O_3، CeO_2 وFe_2O_3. ولها أيضاً مقاومة عالية ومُعامل عالي وتبلغ فقط درجة حرارة تكوينها حوالي 1245°م وتبلغ درجة حرارة تسييلها 1320°م. كلا درجتي الحرارة أقل بكثير من درجات حرارة تكوين وتسييل الألياف الزجاجية S. مع ذلك، بما أن درجة حرارة تكوينها أقل من درجة حرارة تسييلها، وهذا غير مرغوب فيه عند التحكم في توهين الألياف الزجاجية، يجب أن تكون درجة حرارة التكوين زائدة ويجب استخدام أطراف وصلات ذات أشكال خاصة لمنع حدوث ظاهرة تبلور الزجاج في عملية سحب الألياف. يتسبب ذلك في صعوبة التحكم في درجة الحرارة ويجعل أيضاً من الصعب تحقيق الإنتاج الصناعي على نطاق واسع.

بإيجاز، وجدنا أن، أنواع مختلفة من الألياف الزجاجية عالية الأداء تواجه عموماً مشاكل في الإنتاج مثل زيادة درجة حرارة التسييل، زيادة خطر إزالة التزجيج، زيادة درجة حرارة التكوين، زيادة التوتر السطحي وصعوبة تنقية الزجاج المنصهر. تبلغ عموماً درجة حرارة تسييل الزجاج E السائد 1200°م، ودرجة حرارة تكوينه أقل من 1300°م، بينما الألياف الزجاجية عالية الأداء المذكورة أعلاه لها عموماً درجات حرارة تسييل أعلى من 1300°م ودرجات حرارة تكوين

أعلى من 1350°م، مما قد يتسبب بسهولة في ظاهرة تبلور الزجاج، لزوجة غير متساوية وتنقية ضعيفة، بالتالي تنخفض بدرجة كبيرة كفاءة الإنتاج، وجودة المنتج وعمر خدمة المواد المقاومة للصهر والوصلات البلاتين.

الكشف عن الاختراع:

يهدف الاختراع الحالي إلى توفير تركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء يمكنها حل المشاكل المذكورة أعلاه.

طبقاً لأحد جوانب الاختراع الحالي، تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية المتوفرة على المكونات التالية التي تم التعبير عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪62-58
Al_2O_3	٪18-14
CaO+MgO	٪24.5-20
CaO	أكبر من ٪14
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من ٪2
TiO_2	أقل من ٪3.5
Fe_2O_3	أقل من ٪1
F_2	أقل من ٪1

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.6، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3.

حيث، يتم التعبير عن محتوى F_2 كنسبة مئوية بالوزن أكبر من أو تساوي 0.01٪ وأقل من 0.3٪.

حيث، يتم التعبير عن محتوى Li_2O كنسبة مئوية بالوزن أكبر من أو تساوي 0.01٪ وأقل من 0.1٪.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً أن تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية على B_2O_3، ويتم التعبير عن محتوى B_2O_3 كنسبة مئوية بالوزن أكبر من صفر٪ وأقل من 0.1٪.

طبقاً لأحد جوانب الاختراع، تتوفر ألياف زجاجية ناتجة باستخدام تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة.

طبقاً لأحد جوانب الاختراع أيضاً، تتوفر مادة مركبة تقوم بدمج الألياف الزجاجية المذكورة.

من خلال التصميم المعقول لنطاقات محتويات SiO_2، CaO، MgO، Li_2O وF_2 على التوالي، التحكم بشكل صارم في نطاقات نسب CaO/MgO و SiO_2/CaO، الاستفادة الكاملة من التأثير القلوي الثلاثي المختلط لكل من K_2O، Na_2O وLi_2O، وإدخال كميات صغيرة بشكل انتقائي من B_2O_3، يُمكن للحلول التقنية للاختراع الحالي أن تضمن ليس فقط أن الألياف الزجاجية المصنوعة منها لها خصائص ميكانيكية عالية، لكن أيضاً تحل المشاكل الخاصة بإنتاج ألياف زجاجية عالية الأداء، مثل زيادة درجة حرارة التسييل، زيادة معدل التبلور، زيادة درجة حرارة التكوين، صعوبة التبريد، زيادة التوتر السطحي وصعوبة التنقية.

يمكن للتركيبة أن تقلل بدرجة كبيرة من درجة حرارة التكوين، درجة حرارة التسييل والتوتر السطحي للزجاج المنصهر، وتقليل صعوبة التلييف، درجة إزالة التزجيج وكمية الفقاعات وفقاً لنفس الظروف. في نفس الوقت، تمتلك الألياف الزجاجية المصنوعة منها مقاومة ميكانيكية مرغوبة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تمتلك الألياف الزجاجية المذكورة خاصية استثنائية في مقاومة الحرارة عند إدخال محتوى عالي من TiO_2.

على وجه الخصوص، تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪62-58
Al_2O_3	٪18-14
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من ٪14
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من ٪2
TiO_2	أقل من ٪3.5
Fe_2O_3	أقل من ٪1
F_2	أقل من ٪1

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.6، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3.

يتم وصف تأثير ومحتوى كل مكون في تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة كما يلي:

SiO_2 هو أكسيد رئيسي يُكوِّن الشبكة الزجاجية وله تأثير في استقرار كل المكونات. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، نطاق المحتوى المقيد لـ SiO_2 يبلغ 58-62٪ بالوزن. سوف يؤثر محتوى SiO_2 المنخفض جداً على الخصائص الميكانيكية للزجاج؛ سوف يتسبب محتوى SiO_2 العالي جداً في زيادة لزوجة الزجاج بشكل مفرط مما يؤدي إلى مشاكل الانصهار والتنقية. بصورة مفضلة، يمكن أن يتراوح نطاق محتوى SiO_2 من 58.5 إلى 61٪ بالوزن. الأكثر تفضيلاً، يمكن أن يتراوح نطاق محتوى SiO_2 من 58.5 إلى 60.4٪ بالوزن.

Al_2O_3 هو أكسيد آخر يُكوِّن الشبكة الزجاجية. عند الاتحاد مع SiO_2، يمكن أن يكون له تأثير جوهري على الخصائص الميكانيكية للزجاج وتأثير جوهري على منع فصل الطور الزجاجي وعلى مقاومة الماء. نطاق محتوى Al_2O_3 المقيد في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لهذا الاختراع يتراوح من 14 إلى 18٪ بالوزن. لن يتمكن محتوى Al_2O_3 المنخفض جداً من الحصول على خصائص ميكانيكية عالية؛ سوف يتسبب محتوى Al_2O_3 العالي جداً في فرط لزوجة الزجاج بالتالي يؤدي ذلك إلى مشاكل الانصهار والتنقية. يُفضل، أن يتراوح محتوى Al_2O_3 من 14.5 إلى 17٪ بالوزن. الأكثر تفضيلاً، يمكن أن يتراوح محتوى Al_2O_3 من 14.5 إلى 16.5٪ بالوزن.

CaO هو مُعدِّل شبكة زجاجية مهم وله تأثير محدد في تقليل لزوجة الزجاج عند درجة حرارة عالية، لكن سوف يتسبب محتوى CaO العالي جداً في زيادة ميل الزجاج إلى التبلور، بالتالي

يؤدي ذلك إلى تبلور أنورثيت ($CaAl_2Si_2O_8$) ولاستونيت ($CaSiO_3$) من انصهار الزجاج. MgO له تأثير مماثل، وMg^{2+} له مقاومة مجال أعلى ويلعب دورا مهما في زيادة مُعامل الزجاج. سوف يزيد محتوى MgO العالي جداً من ميل ومعدل تبلور الزجاج، بالتالي يتسبب ذلك في خطر تبلور ديوبسيد ($CaMgSi_2O_6$). من خلال التصميم المعقول لنطاقات محتوى CaO، MgO، SiO_2 والنسب بينهم، نجح الاختراع الحالي في إدخال نمو تنافسي في بلورات أنورثيت ($CaAl_2Si_2O_8$)، ديوبسيد ($CaMgSi_2O_6$) ولاستونيت ($CaSiO_3$) من أجل تأخير نمو هذه البلورات، مما يؤدي إلى تقليل خطر إزالة التزجيج. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لهذا الاختراع، النطاق المقيد لإجمالي محتوى CaO وMgO يتراوح من 20 إلى 24.5٪ بالوزن، حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1=CaO/MgO$ تكون أكبر من 2 وأقل من أو تساوي 2.6، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2=SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3. يمكن التحكم في تبلور الزجاج بالاستفادة الكاملة من تنافس Mg^{2+}، Ca^{2+} وSi^{4+} في انتزاع المجموعات الأنيونية في الزجاج، بالتالي تَقِل درجة حرارة التسييل ودرجة إزالة التزجيج. بوضوح، سوف تتسبب النسبة المئوية بالوزن لـ CaO/MgO المنخفضة جداً في زيادة محتوى Mg^{2+}، وزيادة خطورة تبلور الديوبسيد؛ سوف تتسبب النسبة المئوية بالوزن لـ CaO/MgO العالية جداً في زيادة محتوى Ca^{2+} وزيادة خطورة تبلور الأنورثيت؛ سوف تتسبب النسبة المئوية بالوزن لـ SiO_2/CaO في زيادة اللزوجة؛ سوف تتسبب النسبة المئوية بالوزن لـ SiO_2/CaO في زيادة خطورة تبلور الولاستونيت. يُفضل، أن يكون نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1=CaO/MgO$ أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.4، ويتراوح نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2=SiO_2/CaO$ من 3.4 إلى 4.2. الأكثر تفضيلاً، أن يتراوح نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2=SiO_2/CaO$ من 3.5 إلى 4.

كل من K_2O وNa_2O هي عوامل صهر جيدة يمكنها أن تقلل لزوجة الزجاج وتُحسِن خصائص تبلور الزجاج. لكن ينبغي ألا تكون الكميات المضافة منها عالية جداً بحيث لا تقل مقاومة الزجاج. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لهذا الاختراع، النطاق المقيد لإجمالي محتوى Na_2O و K_2O يكون أقل من 2٪ بالوزن.

TiO_2 لا يمكنه فقط أن يُقلل لزوجة الزجاج عند درجة حرارة عالية، لكن أيضاً له تأثير صهر معين. في نفس الوقت، يُساعد محتوى TiO_2 العالي في تحسين مقاومة الزجاج للحرارة. بناء على ذلك في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لهذا الاختراع، النطاق المقيد لمحتوى TiO_2 أقل من 3.5٪ بالوزن. علاوة على ذلك، وجد المخترعون أن، الزجاج قد يمتلك مقاومة حرارية استثنائية عندما يُضبَط نطاق محتوى TiO_2 ليكون أكبر من 2٪ وأقل من 3.5٪ بالوزن.

يُسهِل إدخال Fe_2O_3 صهر الزجاج ويمكنه أيضاً تحسين خصائص تبلور الزجاج. مع ذلك، بما أن أيونات الحديديك وأيونات الحديدوز لها تأثير مُلوِن، فينبغي أن تكون الكمية الداخلة منها محدودة. بناء على ذلك، في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، النطاق المقيد لمحتوى Fe_2O_3 أقل من 1٪ بالوزن.

لا يمكنه فقط أن يُقلل لزوجة الزجاج بشكل هائل لتحسين أداء الانصهار، لكنه أيضاً يُساعد بوضوح في تحسين الخصائص الميكانيكية، بالمقارنة مع Na_2O وK_2O. بالإضافة إلى ذلك، كمية صغيرة من Li_2O يمكن أن توفر أكسجين حر بشكل ملحوظ، مما يؤدي إلى تعزيز المزيد من أيونات الألومنيوم لتكوين ترابط رباعي الأوجه يمكن أن يساعد في تقوية الشبكة الزجاجية ويقلل من ميل الزجاج إلى التبلور. لكن ينبغي ألا تكون الكمية المضافة من Li_2O عالية جداً، حيث أن محتوى Li^+ العالي جداً سوف يكون له تأثير مهم في تَصدُّع الشبكة الزجاجية، مما يؤثر على استقرار هيكل الزجاج، وبالتالي زيادة ميل الزجاج للتبلور. بناء على ذلك، في تركيبة الألياف

الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، يتراوح النطاق المقيد من محتوى Li_2O من 0.01 إلى 0.5٪. وجد المخترعون أن، التأثيرات التقنية لا تزال ممتازة حتى عند الحفاظ على محتوى Li_2O منخفض نسبياً، مثلا أكبر من أو يساوي 0.01٪ وأقل من 0.1٪ بالوزن.

يمكن إضافة فلورين (F_2) بكميات صغيرة في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي. تُظهر العديد من التجارب والأبحاث أن كمية صغيرة من الفلورين تُقدم تحسن مهم في أداء الصهر وتقليل درجة حرارة التكوين ودرجة حرارة التسييل، بينما يتسبب ذلك في صعوبة بسيطة في معالجة غاز العادم. على سبيل المثال، يمكن أن تُقلل النسبة المئوية بالوزن لـ F_2 التي تبلغ 0.2٪ من درجة حرارة التكوين ودرجة حرارة التسييل بمقدار 4-6°م، وهذا مرغوب فيه بالنسبة لتوهين الألياف للزجاج عالي الأداء. بناء على ذلك، في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، النطاق المقيد لمحتوى Li_2O أقل من 1٪ بالوزن. عموماً، نطاق محتوى F_2 مقيد ليكون أكبر من أو يساوي 0.01٪ وأقل من 0.3٪، مع الأخذ في الاعتبار أن محتوى F_2 المنخفض نسبياً لا يزال بإمكانه أن يُحقق التأثير المرغوب.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن انتقائياً إدخال كمية صغيرة من B_2O_3، التي لها تأثير صهر ويمكن أن تُقلل لزوجة الزجاج وخطر إزالة التزجيج. على غير المتوقع، وجد المخترعون أن B_2O_3 يمكن أن يُحسن أيضاً من المقاومة، المعامل والخصائص الفزيائية الأخرى للزجاج عندما يوجد بشكل مشترك مع Li_2O في تركيبة الزجاج وفقاً للاختراع الحالي. ربما بسبب، من وجهة نظر المخترعين، أن الكمية الصغيرة من B_2O_3 دخلت كلها على نحو نشط في هيكل الزجاج، ويعتبر ذلك مرغوبا في تحسين خصائص الزجاج. بناء على ذلك، في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، فإن النطاق المقيد لمحتوى B_2O_3 أكبر من صفر٪ وأقل من 0.1٪ بالوزن.

بالإضافة إلى المكونات المذكورة أعلاه، قد توجد كمية صغيرة من الشوائب في تركيبة الزجاج طبقاً للاختراع الحالي، وإجمالي النسبة المئوية بالوزن لهذه الشوائب أقل من أو تساوي 1٪.

في تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي، سوف يتم شرح التأثيرات المفيدة الناتجة من النطاقات المختارة المذكورة أعلاه للمكونات من خلال البيانات التجريبية المحددة المتوفرة أدناه.

فيما يلي أمثلة على نطاقات المحتوى المفضل للمكونات الموجودة في تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي.

المثال المفضل 1

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي على المكونات التالية المعبَر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪61-58.5
Al_2O_3	٪17-14.5
CaO+MgO	٪24.5-20
CaO	أكبر من 14٪
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من 2٪
TiO_2	أقل من 3.5٪
Fe_2O_3	أقل من 1٪

F_2	أقل من 1٪

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.4؛ ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.4 إلى 4.2.

المثال المفضل 2

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪60.4-58.5
Al_2O_3	٪16.5-14.5
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من 14٪
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من 2٪
TiO_2	أقل من 3.5٪
Fe_2O_3	أقل من 1٪
F_2	أقل من 1٪
B_2O_3	أكبر من صفر٪ وأقل من 0.1٪

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.4؛ ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.5 إلى 4.0.

المثال المفضل 3

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪62-58
Al_2O_3	٪18-14
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من ٪14
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من ٪2
TiO_2	أكبر من ٪2 وأقل من ٪3.5
Fe_2O_3	أقل من ٪1
F_2	أقل من ٪1

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.6؛ ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3.

يوفر الاختراع الحالي تركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء، وألياف زجاجية ومادة مركبة منها. يمكن أن تضمن التركيبة ليس فقط أن الألياف الزجاجية المصنوعة منها لها خصائص ميكانيكية، لكن أيضاً أن تحل المشاكل في إنتاج الألياف الزجاجية عالية الأداء، مثل زيادة درجة حرارة التسييل، زيادة معدل التبلور، زيادة درجة حرارة التكوين، صعوبة التبريد، زيادة التوتر السطحي وصعوبة التنقية. يمكن أن تقلل التركيبة بدرجة كبيرة من درجة حرارة التكوين، درجة حرارة التسييل وتوتر سطح الزجاج المنصهر، وتقلل من صعوبة التلييف، درجة إزالة التزجيج وكمية فقاعات وفقاً لنفس الظروف. في نفس الوقت، تمتلك الألياف الزجاجية المصنوعة منها مقاومة ميكانيكية مرغوبة.

الوصف التفصيلي

وصف النماذج المفضلة

من أجل توضيح أفضل للأغراض، الحلول التقنية ومزايا الأمثلة وفقاً للاختراع الحالي، فإن الحلول التقنية في الأمثلة وفقاً للاختراع الحالي يتم وصفها بشكل واضح وكامل بالدمج مع الرسومات في الأمثلة. بوضوح، الأمثلة الموصوفة في هذه الوثيقة هي جزء فقط من أمثلة الاختراع الحالي وليست كل الأمثلة. إن كل النماذج التمثيلية الأخرى التي يحصل عليها الشخص الماهر في الفن اعتماداً على الأمثلة في الاختراع الحالي بدون القيام بعمل إبداعي تقع ضمن نطاق حماية الاختراع الحالي. ما يجب توضيحه هو أنه، طالما لا يوجد نزاع، يمكن اعتباطيا دمج الأمثلة وسمات الأمثلة الواردة في الطلب الحالي مع بعضها البعض.

المفهوم الأساسي للاختراع الحالي هو أن، تركيبة الألياف الزجاجية تشتمل على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن: SiO_2 58-62٪، Al_2O_3 14-18٪، $CaO+MgO$ 20-24.5٪، CaO أكبر من 14٪، Li_2O 0.01-0.4٪، Na_2O+K_2O أقل من 2٪، TiO_2 أقل من 3.5٪، Fe_2O_3 أقل من 1٪، F_2 أقل من 1٪، حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.6، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 4.3. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية على كمية صغيرة من B_2O_3، ومحتوى B_2O_3 المعبر عنه كنسبة مئوية بالوزن أكبر من صفر٪ وأقل من 0.1٪. يمكن أن تضمن تركيبة الألياف الزجاجية في الاختراع الحالي ليس فقط أن الألياف الزجاجية المصنوعة منها لها خصائص ميكانيكية عالية، لكنها أيضاً تحل المشاكل في إنتاج الألياف الزجاجية عالية الأداء، مثلا زيادة درجة حرارة التسييل، زيادة معدل التبلور، زيادة درجة حرارة التكوين، صعوبة التبريد، زيادة توتر السطح، صعوبة التنقية وصعوبة في الإنتاج الصناعي على نطاق واسع. يمكن أن تقلل التركيبة إلى حد كبير من درجة حرارة التكوين، درجة حرارة التسييل، والتوتر السطحي للزجاج المنصهر، وتقلل من صعوبة التلييف، درجة إزالة التزجيج وكمية الفقاعات وفقاً لنفس الظروف. في نفس الوقت، تمتلك الألياف الزجاجية المصنوعة منها مقاومة ميكانيكية مرغوبة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تمتلك الألياف الزجاجية المذكورة خاصية استثنائية في مقاومة الحرارة عند إدخال محتوى عالي من TiO_2.

طبقاً للنماذج المحددة المذكورة، يتم اختيار القيم المحددة لمحتوى SiO_2، Al_2O_3، CaO، MgO، Na_2O، K_2O، Fe_2O_3، Li_2O، TiO_2 وB_2O_3 في تركيبة الألياف الزجاجية من الاختراع الحالي للاستخدام في الأمثلة، التي يتم مقارنتها مع الخصائص التقليدية للزجاج E وR والزجاج المحسَّن R من ناحية بارامترات الخواص الستة التالية:

(1) درجة حرارة التكوين، درجة الحرارة التي عندها يكون لانصهار الزجاج لزوجة بمقدار 10^3 بواز.

(2) درجة حرارة التسييل، درجة الحرارة التي عندها تبدأ الأنوية البلورية في التكوّن عندما يبرد مصهور الزجاج، أي، أقصى حد من درجة حرارة تبلور الزجاج.

(3) قيمة ΔT، هي فرق درجة الحرارة بين درجة حرارة التكوين ودرجة حرارة التسييل وتُشير إلى نطاق درجة الحرارة الذي عنده يمكن إجراء سحب الألياف.

(4) درجة حرارة ذروة التبلور، درجة حرارة ذروة التبلور الأقوى في اختبار DTA (التحليل الحراري التفاضلي). عموماً، كلما زادت درجة الحرارة، كلما زادت الطاقة التي تحتاجها الأنوية البللورية لكي تنمو، وكلما قل ميل الزجاج للتبلور.

(5) قوة الخيوط، قوة الشد التي يمكن أن يتحملها خيط جديلة الألياف الزجاجية.

(6) درجة حرارة نقطة التليين، هي مقياس لقدرة الزجاج على مقاومة تحريف درجة الحرارة العالية.

تعتبر البارامترات الستة المذكورة أعلاه وطرق قياسها معروفة جيداً للشخص الماهر في الفن. بناء على ذلك، يمكن بفعالية استخدام البارامترات المذكورة أعلاه لشرح خصائص تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي.

الإجراءات المحددة للتجارب كما يلي: يمكن الحصول على كل مكون من المواد الخام الملائمة؛ تُخلط المواد الخام بالنسب الملائمة بحيث يصل كل مكون إلى النسبة المئوية الوزنية النهائية المتوقعة؛ يتم صهر وتنقية الدفعة المخلوطة؛ ثم يُسحب الزجاج المنصهر من خلال أطراف الوصلات، بالتالي تتكون الألياف الزجاجية؛ يتم توهين الألياف الزجاجية على الطوق المعدني الدوّار لماكينة

اللف لتكوين كتل متراصة أو حزم. بالطبع، يمكن استخدام الطرق التقليدية لمعالجة هذه الألياف الزجاجية بعمق لتلبية المتطلبات المتوقعة.

يتم أدناه تحديد النماذج التمثيلية لتركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي.

مثال 1

SiO_2	٪58
Al_2O_3	٪18
CaO	٪14.1
MgO	٪6.9
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.01
Na_2O	٪0.51
K_2O	٪0.28
Fe_2O_3	٪0.69
TiO_2	٪0.61
F_2	٪0.90

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.04؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 4.11.

في المثال 1، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1271°م
درجة حرارة التسييل	1187°م
ΔT	84°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1042°م
قوة الخيوط	4115 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	915°م

مثال 2

SiO_2	٪62
Al_2O_3	٪14
CaO	٪15.6
MgO	٪6
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.05

Na_2O	٪0.01
K_2O	٪1.88
Fe_2O_3	٪0.40
TiO_2	٪0.04
F_2	٪0.02

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.60؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.97.

في المثال 2، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1277°م
درجة حرارة التسييل	1195°م
ΔT	82°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1034°م
قوة الخيوط	4195 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	920°م

مثال 3

SiO_2	٪59.4

Al_2O_3	٪14.5
CaO	٪16.5
MgO	٪6.875
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.03
Na_2O	٪0.12
K_2O	٪1.175
TiO_2	٪1.29
Fe_2O_3	٪0.05
F_2	٪0.06

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.4؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.60.

في المثال 3، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1265°م
درجة حرارة التسييل	1187°م
ΔT	78°م

درجة حرارة ذروة التبلور	1043°م
قوة الخيوط	4149 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	916°م

مثال 4

SiO_2	٪61
Al_2O_3	٪17
CaO	٪14.2
MgO	٪5.8
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.01
Na_2O	٪0.21
K_2O	٪0.15
Fe_2O_3	٪0.99
TiO_2	٪0.32
F_2	٪0.32

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.45؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 4.30.

في المثال 4، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1278°م
درجة حرارة التسييل	1196°م
ΔT	82°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1030°م
قوة الخيوط	4216 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	920°م

مثال 5

SiO_2	٪58.5
Al_2O_3	٪16.5
CaO	٪14.5
MgO	٪7
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.5

Na_2O	٪0.5
K_2O	٪0.15
Fe_2O_3	٪0.35
TiO_2	٪1.8
F_2	٪0.2

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.07؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 4.03.

في المثال 5، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1264°م
درجة حرارة التسييل	1190°م
ΔT	74°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1040°م
قوة الخيوط	4147 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	922°م

مثال 6

SiO_2	٪58.625

Al_2O_3	٪14.375
CaO	٪16.75
MgO	٪7.75
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.15
Na_2O	٪0.1
K_2O	٪0.02
Fe_2O_3	٪0.02
TiO_2	٪2.06
F_2	٪0.15

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.16؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.50.

في المثال 6، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1269°م
درجة حرارة التسييل	1190°م
ΔT	79°م

درجة حرارة ذروة التبلور	1040°م
قوة الخيوط	4124 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	925°م

مثال 7

SiO_2	٪60.4
Al_2O_3	٪15
CaO	٪15.1
MgO	٪6.25
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.01
Na_2O	٪0.5
K_2O	٪0.8
Fe_2O_3	٪0.2
TiO_2	٪1.24
F_2	٪0.5

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.42؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 4.

في المثال 7، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1273°م
درجة حرارة التسييل	1196°م
ΔT	77°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1030°م
قوة الخيوط	4130 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	915°م

مثال 8

SiO_2	٪58.48
Al_2O_3	٪14
CaO	٪17.2
MgO	٪6.2
B_2O_3	٪0.08
Li_2O	٪0.5

Na_2O	٪0.5
K_2O	٪0.25
Fe_2O_3	٪0.5
TiO_2	٪1.79
F_2	٪0.5

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.29؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.40.

في المثال 8، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1260°م
درجة حرارة التسييل	1182°م
ΔT	78°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1044°م
قوة الخيوط	4110 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	914°م

مثال 9

SiO_2	٪59.5

Al_2O_3	٪14
CaO	٪17.5
MgO	٪7
Li_2O	٪0.08
Na_2O	٪0.41
K_2O	٪0.51
Fe_2O_3	٪0.5
TiO_2	٪0.3
F_2	٪0.2

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.50؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.40.

في المثال 9، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1272°م
درجة حرارة التسييل	1194°م
ΔT	78°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1032°م

قوة الخيوط	4132 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	912°م

مثال 10

SiO_2	٪60.9
Al_2O_3	٪15.2
CaO	٪14.5
MgO	٪7.1
B_2O_3	٪0.01
Li_2O	٪0.14
Na_2O	٪0.41
K_2O	٪0.33
Fe_2O_3	٪0.41
TiO_2	٪1.00
F_2	-

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.05؛ النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 4.20.

في المثال 10، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1274°م
درجة حرارة التسييل	1194°م
ΔT	80°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1034°م
قوة الخيوط	4137 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	923°م

مثال 11

SiO_2	٪60.1
Al_2O_3	٪15.2
CaO	٪15.1
MgO	٪7.5
B_2O_3	-
Li_2O	٪0.50
Na_2O	٪0.44
K_2O	٪0.28

Fe_2O_3	٪0.42
TiO_2	٪0.28
F_2	-

حيث، النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ تكون 2.02؛ والنسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ تكون 3.99.

في المثال 11، القيم المقاسة للبارامترات الستة هي على التوالي:

درجة حرارة التكوين	1274°م
درجة حرارة التسييل	1193°م
ΔT	81°م
درجة حرارة ذروة التبلور	1036°م
قوة الخيوط	4156 ميجاباسكال
درجة حرارة نقطة التليين	920°م

يتم أدناه من خلال الجداول إجراء مقارنات لبارامترات الخواص للأمثلة المذكورة أعلاه وأمثلة أخرى لتركيبة الألياف الزجاجية من الاختراع الحالي مع مقارنات للزجاج التقليدي E، الزجاج التقليدي R والزجاج المحسَن R، حيث يتم التعبير عن محتويات المكون لتركيبة الألياف الزجاجية كنسبة مئوية بالوزن. ما يجب توضيحه هو أن إجمالي كمية المكونات في الأمثلة أقل قليلاً

من 100٪، وينبغي فهم أن الكمية المتبقية هي شوائب ضئيلة أو كمية صغيرة من المكونات لا يمكن تحليلها.

جدول 1

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1		
59.7	59.2	60.1	60	60.4	59.5	59.4	SiO_2	المكون
15.5	15	16.5	15.3	15.5	15.4	15.2	Al_2O_3	
15.5	16.1	14.1	14.05	14.8	16.1	16.6	CaO	
7.2	8	7	6.7	7	7	6.8	MgO	
-	-	-	-	0.05	0.05	-	B_2O_3	
0.51	0.43	0.48	0.61	0.51	0.51	0.51	Na_2O	
0.28	0.31	0.35	0.21	0.28	0.28	0.28	K_2O	
0.25	0.04	0.41	0.15	0.4	0.2	0.09	Li_2O	
0.41	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	Fe_2O_3	
0.35	0.25	0.45	2.37	0.3	0.35	0.31	TiO_2	
0.1	0.05	-	-	0.15	-	0.2	F_2	
2.16	2.02	2.02	2.1	2.12	2.3	2.45	C1	النسبة
3.86	3.68	4.27	4.28	4.09	3.7	3.58	C2	
1273	1271	1277	1274	1275	1276	1274	درجة حرارة التكوين/°م	البارامتر
1194	1192	1195	1193	1194	1194	1195	درجة حرارة التسييل/°م	
79	79	82	81	81	82	79	ΔT °م/	
1034	1039	1032	1035	1033	1034	1031	درجة حرارة ذروة	

							التبلور/°م	
4135	4146	4153	4148	4142	4149	4145	قوة الخيوط/ ميجاباسكال	
918	917	920	930	921	918	919	درجة حرارة نقطة التليين/°م	

جدول 2

الزجاج المحسّن R	الزجاج التقليدي R	الزجاج التقليدي E	A11	A10	A9	A8		
60.75	60	54.16	60.1	59.6	60.5	59	SiO_2	المكون
15.8	25	14.32	15.2	15.7	15.2	16	Al_2O_3	
13.9	9	22.12	15.1	15.5	14.5	15.4	CaO	
7.9	6	0.41	7.5	7.2	7.1	7.5	MgO	
-	-	7.6	-	-	0.01	-	B_2O_3	
0.73	كمية ضئيلة	0.45	0.44	0.56	0.45	0.5	Na_2O	
	كمية ضئيلة	0.25	0.28	0.25	0.33	0.26	K_2O	
0.48	0	0	0.5	0.19	0.14	0.3	Li_2O	
0.18	كمية ضئيلة	0.35	0.42	0.41	0.41	0.4	Fe_2O_3	
0.12	كمية ضئيلة	0.34	0.26	0.34	1.05	0.34	TiO_2	
-	-	0.4<	-	0.15	-	0.1	F_2	

النسبة	C1	2.06	2.05	2.16	2.02	53.96	1.5	1.76
	C2	3.84	4.18	3.85	3.99	2.45	6.67	4.38
البارامتر	درجة حرارة التكوين/°م	1273	1274	1275	1274	1175	1430	1278
	درجة حرارة التسييل/°م	1192	1194	1195	1193	1075	1350	1210
	ΔT/°م	81	80	80	81	100	80	68
	درجة حرارة ذروة التبلور/°م	1038	1034	1033	1036	/	1010	1016
	قوة الخيوط/ميجاباسكال	4134	4137	4128	4156	3265	4220	4089
	درجة حرارة نقطة التليين/°م	918	923	919	920	835	923	912

يمكن من القيم في الجداول أعلاه رؤية أن، بالمقارنة مع الزجاج التقليدي R والزجاج المحسَن R، تركيبة الألياف الزجاجية من الاختراع الحالي تنطوي على المميزات التالية: (1) التركيبة لها درجة تسييل أقل، مما يساعد في تقليل خطر التبلور وزيادة كفاءة سحب الألياف. (2) التركيبة لها درجة حرارة ذروة تبلور أعلى، مما يعني الحاجة إلى المزيد من الطاقة لكي تنمو الأنوية البللورية، يعني هذا، أن التركيبة لها خطر تبلور أقل وفقاً لنفس الظروف. (3) التركيبة لها درجة حرارة تكوين أقل. في نفس الوقت، التركيبة لها درجة حرارة نقطة تليين وقوة خيوط أعلى بالمقارنة مع الزجاج المحسَن R. يمكن رؤية أن، بالمقارنة مع الزجاج المحسَن R، تُحقق تركيبة الألياف الزجاجية من

الاختراع الحالي تقدم باهر في أداء التبلور، قوة الخيوط ومقاومة الحرارة، وتقلل بدرجة كبيرة من خطر التبلور، وتُحسن إلى حد كبير من قوة الخيوط ودرجة حرارة نقطة التليين وفقاً لنفس الظروف، وتزداد نسبة التكلفة–الأداء لكافة الحلول التقنية، مما يجعلها مناسبة أكثر للإنتاج بواسطة الفرن الحوضي على نطاق واسع.

يمكن استخدام تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي لصنع الألياف الزجاجية المنطوية على الخصائص الممتازة المذكورة أعلاه.

يمكن استخدام تركيبة الألياف الزجاجية طبقاً للاختراع الحالي في الدمج بين واحد أو أكثر من المواد العضوية و/أو غير العضوية لتحضير مواد مركبة ذات أداءات ممتازة، مثلا المواد القاعدية التي يتم تقويتها بالألياف الزجاجية.

في الختام، يوفر الاختراع الحالي تركيبة ألياف زجاجية، وألياف زجاجية ومادة مركبة منها. يمكن للتركيبة أن تضمن ليس فقط أن الألياف الزجاجية المصنوعة منها ذات خصائص ميكانيكية عالية، لكن أيضاً تحل المشاكل في إنتاج الألياف الزجاجية عالية الأداء، مثلا زيادة درجة حرارة التسييل، زيادة معدل التبلور، زيادة درجة حرارة التكوين، صعوبة التبريد، زيادة التوتر السطحي وصعوبة التنقية. يمكن أن تقلل التركيبة إلى حد كبير من درجة حرارة التكوين، درجة حرارة التسييل والتوتر السطحي للزجاج المنصهر، وتُقلل من صعوبة التلييف، درجة إزالة التزجيج وكمية الفقاعات وفقاً لنفس الظروف. في نفس الوقت، تمتلك الألياف الزجاجية المصنوعة منها مقاومة ميكانيكية مرغوبة.

أخيراً، ما يجب توضيحه هو أن، في هذا النص، المصطلحات "يحتوي على"، "يشتمل على" أو أي صور بديلة أخرى يُقصد بها أن تعني "تتضمن بشكل غير حصري" بحيث أن أي عملية، طريقة، مادة أو معدات تحتوي على سلسلة من العوامل تتضمن ليس فقط هذه العوامل، لكن

أيضاً تتضمن عوامل أخرى ليست مدرجة صراحة، أو تتضمن أيضاً عوامل جوهرية لهذه العملية، الطريقة، المادة أو المعدات. بدون المزيد من التقييدات، فإن العوامل المحددة بالعبارة "يحتوي على ..." أو صورها المغايرة لا تلغي وجود عوامل أخرى مماثلة في العملية، الطريقة، المادة أو المعدات التي تتضمن العوامل المذكورة.

تتوفر الأمثلة المذكورة أعلاه فقط بغرض التوضيح بدلاً من تقييد الحلول التقنية للاختراع الحالي. بالرغم من وصف الاختراع الحالي بالتفاصيل من خلال الأمثلة المذكورة أعلاه، سوف يفهم الشخص الماهر في الفن أنه يمكن أيضاً إجراء التعديلات على الحلول التقنية المجسدة من خلال كل الأمثلة المذكورة أعلاه أو يمكن إجراء استبدال مكافئ لبعض السمات التقنية. مع ذلك، هذه التعديلات أو الاستبدالات لن تتسبب في انحراف الحلول التقنية عن روح ونطاق الحلول التقنية المجسدة على التوالي من خلال كل الأمثلة وفقاً للاختراع الحالي.

قابلية التطبيق الصناعي للاختراع

تُحقق تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً للاختراع الحالي تقدم باهر في خصائص التبلور، قوة الخيوط ومقاومة الحرارة للزجاج بالمقارنة مع الزجاج المحسَّن R، وتقلل بدرجة كبيرة من خطر التبلور، وتُحسن إلى حد كبير من قوة الخيوط ودرجة حرارة نقطة التليين وفقاً لنفس الظروف، وتزداد نسبة التكلفة–الأداء لكافة الحلول التقنية، بالتالي فهي مناسبة أكثر للإنتاج بواسطة الفرن الحوضي على نطاق واسع.

عناصر الحماية

1- تركيبة ألياف زجاجية، تتميز بأنها، تشتمل على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪62-58
Al_2O_3	٪18-14
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من ٪14
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من ٪2
TiO_2	أقل من ٪3.5
Fe_2O_3	أقل من ٪1
F_2	أكبر من أو مساوي لـ 0.02% وأقل من ٪1

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1= CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.12، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.3 إلى 3.86.

2- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنها، تشتمل أيضاً على B_2O_3، ويتم التعبير عن محتوى B_2O_3 كنسبة مئوية بالوزن أكبر من أو مساوية لـ 0.01% وأقل من ٪0.1.

3- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتميز بأنه، يتم التعبير عن محتوى F_2 كنسبة مئوية بالوزن أكبر من أو تساوي 0.02٪ وأقل من 0.3٪.

4- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتميز بأنه، يتم التعبير عن محتوى Li_2O كنسبة مئوية بالوزن أكبر من أو تساوي 0.01٪ وأقل من 0.1٪.

5- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأن، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2= SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.4 إلى 3.86.

6- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنها، تشتمل على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪61-58.5
Al_2O_3	٪17-14.5
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من 14٪
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من 2٪
TiO_2	أقل من 3.5٪
Fe_2O_3	أقل من 1٪
F_2	أكبر من تساوي 0.02% و أقل من 1٪

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.12، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.4 إلى 3.86.

7- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنها، تشتمل على المكونات التالية المعبر عنها كنسبة مئوية بالوزن:

SiO_2	٪60.4-58.5
Al_2O_3	٪16.5-14.5
$CaO+MgO$	٪24.5-20
CaO	أكبر من ٪14
Li_2O	٪0.5-0.01
Na_2O+K_2O	أقل من ٪2
TiO_2	أقل من ٪3.5
Fe_2O_3	أقل من ٪1
F_2	أكبر من تساوي 0.02% وأقل من ٪1
B_2O_3	أكبر من أو تساوي 0.01٪ وأقل من 0.1٪

حيث، نطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C1 = CaO/MgO$ يكون أكبر من 2 وأقل من أو يساوي 2.12، ونطاق النسبة المئوية بالوزن لـ $C2 = SiO_2/CaO$ يتراوح من 3.5 إلى 3.86.

8- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 7، تتميز بأنه، يتم التعبير عن محتوى TiO_2 كنسبة مئوية بالوزن أكبر من 2٪ وأقل من 3.5٪.

9- ألياف زجاجية، تتميز بأنه، يتم إنتاجها من تركيبة الألياف الزجاجية الموصوفة في أي من عناصر الحماية من 1 إلى 8.

10- مادة مركبة، تتميز بدمج الألياف الزجاجية الموصوفة في عنصر الحماية 9.

ROYAUME DU MAROC
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 41018	Date de dépôt : 15/10/2015 Date d'entrée en phase nationale : 26/10/2017
Déposant : JUSHI GROUP CO., LTD.	
Intitulé de l'invention : COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE HAUTE PERFORMANCE, FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE ASSOCIÉS	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C 03C 13/00, C 03C 3/112, C 03C 3/087 CPC :	

Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :

Partie 1 : Considérations générales

- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

- ☐ Cadre 3 : Remarques de clarté
- ☐ Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée
- ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité
- ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Examinateur: Abdelfettah EL KADIRI	**Date d'établissement du rapport** : 15/01/2021
Téléphone: **(+212) 5 22 58 64 14**	ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN de la PROPRIETE INDUSTRIELLE et COMMERCIALE CASABLANCA

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

☒ Demande telle qu'initialement déposée

☐ Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :

☐ Observations à l'appui des revendications maintenues

☐ Observations des tiers suite à la publication de la demande

☐ Réponses du déposant aux observations des tiers

☐ Nouveaux documents constituant des antériorités :

- Suite à la recherche complémentaire *(Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)*
- Suite à la recherche additionnelle *(couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)*

☒ Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D2 : US 2013/0244858 A1
D3 : US 2013/203583 A1

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-10. Par conséquent, l'objet des revendications 1-10 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D2 concerne les compositions de verre pour la formation de fibres contenant comme composants principaux SiO2, Al2O3 et CaO (paragraphes [0002], [0005], [0006]). Les compositions appropriées sont indiquées dans les exemples (tableaux 1, 2). Les exemples 1, 8, 16 et 17 ont la composition suivante (% en poids):

Composant	Exemple 16	Exemple 17
SiO2	60.12	60.27
Al2O3	15.02	15.09
CaO	16.03	15.83
MgO	6.97	7.09
CaO+MgO	23.00	22.92
Na2O	0.06	0.07
K2O	0.08	0.09
Na2O+K2O	0.14	0.16
Li2O	0.51	0.54
B2O3	0	0
Fe2O3	0.26	0.26
F2	-	-
TiO2	0.47	0.47
ZrO2	-	-
CaO/MgO	2.30	2.23

SiO2/CaO	3.75	3.81

Dans l'exemple 16, la quantité de Li2O est de 0,51% en poids, ce qui correspond à la définition de "0,5% en poids" à 1 décimale, comme dans la revendication 1 de la demande. Dans l'exemple 17, la quantité de Li2O est de 0,54% en poids, ce qui correspond à la définition de "0,5% en poids" à 1 décimale, comme dans la revendication 1 de la demande.

Comme indiqué sur le tableau ci-dessus, le rapport SiO2/CaO est de 3.75 dans l'exemple 16 et de 3.81 dans l'exemple 17 ce qui coïncide avec la marge 3.3 – 3.86 revendiquée.

Les compositions de verre des tableaux 1 et 2 de D2 ont été utilisées pour la fabrication de fibres (paragraphes [0055], [0061]).

L'objet de la revendication 1 diffère de D2 par caractéristiques techniques suivantes :
1) la composition contient du F2 avec un pourcentage de poids supérieur ou égal à 0,02% et inferieur a 1%.
2) marge du rapport en pourcentage de poids C1=CaO/MgO est supérieure à 2 et inférieure ou égale à 2,12 et la marge du rapport en pourcentage de poids C2=SiO2/CaO est comprise entre 3,3 et 3,86.

L'effet technique de ces différences est la réduction de la température de formage, la température de liquidus et la tension superficielle du verre en fusion et la réduction de la difficulté de formation de fibres, le degré de dévitrification et la quantité de bulles dans les mêmes conditions.

Le problème à résoudre par la présente demande est la fourniture d'une fibre de verre ayant une résistance mécanique améliorée.

Sachant qu'il est nécessaire de contrôler simultanément la marge de rapports de C1 et C2 pour obtenir l'effet de contrôler les performances de dévitrification. D2 et D3 ne décrivent pas les rapports entre CaO, MgO et SiO2. Et l'homme de métier ne trouve aucune incitation des documents D2 et/ou D3 lui permettant de déduire les rapports C1 et C2 afin de résoudre le problème posé de l'amélioration de la résistance mécanique de la fibre de verre sans l'exercice d'une activité inventive.

Ainsi, l'objet des revendications 1-10 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.