

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 40158 B1** (51) Cl. internationale : **C03C 3/04; C03C 13/00**

(43) Date de publication :  
**31.07.2018**

---

(21) N° Dépôt :  
**40158**

(22) Date de Dépôt :  
**20.01.2015**

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/CN2015/071153 20.01.2015**

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

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

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

---

(54) Titre : **COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE, FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE LA CONTENANT**

(57) Abrégé : Cette invention concerne une composition de fibre de verre, une fibre de verre et un matériau composite la contenant. La teneur, exprimée en pourcentage en poids, de chaque composant contenu dans la composition de fibre de verre est la suivante : 58 à 64 % de SiO

---

### الوصف المختصر

يتعلق الاختراع الحالي بتركيبة ألياف زجاجية، وليف زجاجي ومادة مركبة منها. يتمثل المحتوى، المحدد بالنسبة المئوية بالوزن، لكل مكون يدخل في تركيبة الألياف الزجاجية كما يلي: 58-64% من  $\text{SiO}_2$ ، 14-19% من  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\leq 8.8\%$  على الأقل لكن أقل من  $> 11.8\%$  من  $\text{CaO}$ ، 7.5-11% من  $\text{MgO}$ ، 0.2-2.7% من  $\text{SrO}$ ، 0.1-2% من  $\text{K}_2\text{O}+\text{SrO}$ ، 0.05-0.9% من  $\text{Li}_2\text{O}$ ، 0.05-1% من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ، 0.05-1.1% من  $\text{TiO}_2$  و  $> 0.5\%$  من  $\text{F}_2$ ، حيث يكون مدى النسبة المئوية الوزنية لـ  $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{SrO}) = \text{C1}$  0.75-1.1، ومدى النسبة الوزنية  $\text{MgO}/\text{CaO} = \text{C2}$  أكبر من 1.4. تتحكم التركيبة بشكل فعال في الاستعدادية إلى التبلور الزجاجي، وتخفض بدرجة كبيرة في درجة حرارة السيولة، ودرجة تبلورها. ويتميز الاختراع أيضًا إلى مؤشر ومعامل انكساري فائق للزجاج.

تركيبية ألياف زجاجية، ليف زجاجي ومادة مركبة منها

### مجال الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بنوع من تركيبية الألياف الزجاجية، وعلى وجه التحديد تركيبية للألياف زجاجية عالية الأداء تستخدم كمادة قاعدة مقوية لمواد مركبة متطورة، وبألياف زجاجية ومادة مركبة منها.

### الخلفية الفنية

الألياف الزجاجية مادة ليفية غير عضوية ويمكن استخدامها لتقوية راتنجات لإنتاج مواد مركبة ذات أداء جيد. كمادة قاعدة مقوية لمواد مركبة متطورة، تم استخدام في الأساس الألياف الزجاجية عالية الأداء في قطاع الفضاء الجوي والدفاع الوطني. ومع التطور العلمي والتكنولوجي والتنمية الاقتصادية، قد استخدم على نطاق واسع الألياف الزجاجية عالية الأداء في مجالات المدنية والصناعية مثل المواتير، توربينات الرياح، أوعية الضغط، أنابيب النفط الساحلية، والأجهزة الرياضية وصناعة السيارات.

وبما أن الشركة الأمريكية توصلت إلى الألياف الزجاجية S-2، قد تطورت بلدان مختلفة ألياف زجاجية عالية الأداء بتركيبات عدة، مثل ألياف زجاجية R من إنتاج شركة فرنسية، ألياف زجاجية HiPer-tex من إنتاج شركة أمريكية وألياف زجاجية عالية المقاومة#2 من إنتاج شركة صينية. وكان أساس التركيبات الزجاجية عالية الأداء الأصلية على نظام  $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ ، وتمثل محلول نمطي في زجاج S-2 من شركة أمريكية. إلا أن إنتاج زجاج S-2 عملية في غاية صعوبة، إذ تصل درجة حرارة التشكيل إلى حوالي 1571 م وحرارة سيولتها إلى 1470 م وبالتالي من الصعب الوصول إلى مرحلة الإنتاج الصناعي كبير الحجم.

من ثم، من أجل خفض درجة حرارة الانصهار وحرارة التشكيل لتلبية بشكل أفضل متطلبات الإنتاج كبير الحجم بسلسلة أفران مقاومة للصهر، نجحت الشركات الكبيرة في إنتاج نوعيات زجاج عالي الأداء أساسه نظام MgO-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. وتمثلت المحاليل النمطية في زجاج R للشركة الفرنسية وزجاج HiPer-tex للشركة الأمريكية، وهي مقايضة لحجم الإنتاج عبر التفاوضي عن بعض خواص الزجاج. بيد أن، إذ تميزت المحاليل المصممة هذه بعدم استيعابها للتغيير، ولاسيما الحفاظ على محتوى Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> أكبر من 20%، ويفضل 25%، يظل إنتاج الزجاج أمر في غاية الصعوبة. رغم تحقيق الإنتاج صغير الحجم باستخدام فرن مقاوم للصهر بخط الإنتاج، جاء الإنتاج منخفض الكفاءة ونسبة تكلفة المنتجات إلى مستوى أدائها غير عالية. ويصعب تحويل زجاج R التقليدي إلى ألياف إذ تصل حرارة تشكيله إلى حوالي 1410 م وحرارة سيولته إلى 1330 م، وهذا يصعب ترقيق الألياف الزجاجية وبالتالي تحقيق الإنتاج الصناعي كبير الحجم.

إضافة إلى هذا، يوجد نوع آخر من زجاج R، وهو ذي خواص ميكانيكية أقد بدرجة طفيفة من تلك الخاصة بزجاج R التقليدي وتتفوق خواص انصهاره وتشكيله بدرجة كبيرة على تلك الخاصة بزجاج R التقليدي. إلا أن، إذ أن نسبة الكالسيوم إلى الماغنسيوم به عالية إلى حد ما. ويكون الزجاج مهددًا بدرجة عالية بالتبلور (التبلور الزجاجي). إضافة إلى هذا، نظرًا لإدخال كم كبير جدًا من Li<sub>2</sub>O، فلا يؤثر هذا على الثبات الكيميائي للزجاج فقط، بل ترتفع تكلفة مواده الخام. لهذا، نجده غير مناسبًا أيضًا للإنتاج الصناعي كبير الحجم.

تحتوي الألياف الزجاجية عالية المقاومة #2 SiO<sub>2</sub>، Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و MgO ويتم أيضًا إدخال كميات معينة من Li<sub>2</sub>O، B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، CeO<sub>2</sub> و Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. وتتميز أيضًا بمقاومة عالية ومعامل عالية وحرارة تشكيلها حوالي 1245 م فقط وحرارة سيولتها 1320 م. وتكون درجات حرارة كل منهما أقل من تلك للألياف الزجاجية S. وإلا أن، بما أن حرارة تشكيلها أقل من حرارته سيولتها، وهذا أمر غير محبذ للتحكم في درجة ترقيق الألياف الزجاجية. يستلزم رفع حرارة

---

تشكيلها واستخدام أطراف على أشكال محددة لمنع ظاهرة تبلور الزجاج من الحدوث إبان عملية ترقيق الألياف. ويؤدي هذا إلى صعوبة التحكم في درجة الحرارة ويصعب أيضًا من الوصول إلى مرحلة الإنتاج الصناعي كبير الحجم.

إيجازًا للقول، اتضح لنا أن، في المرحلة الحالية، عند الإنتاج الفعلي للعديد من الألياف الزجاجية عالية الأداء تتمثل مشكلة شائعة، في أن درجة حرارة سيولة الزجاج عالية للغاية ويرتفع خطر التبلور، وحاليًا، درجة حرارة سيولة الزجاج E السائد أقل بوجه عام من 1200 م، في حين تكون درجة حرارة سيولة أنواع الزجاج عالي الأداء السابق ذكره أعلى بوجه عام من 1300 م، ويؤدي هذا إلى حدوث ظاهر تبلور الزجاج بسهولة أثناء عملية الإنتاج. نتيجة لهذا، يتراجع مستوى كفاءة إنتاج الألياف الزجاجية وعمر خدمة المواد المقاومة للصهر وبطانات البلاطينيوم تراجعًا كبيرًا.

### الكشف عن الاختراع

يهدف الاختراع الحالي إلى تقديم حلا للمشكلة المذكورة أنفًا. ويتمثل الغرض من الاختراع الحالي في توفير تركيبة ألياف زجاجية عالية الأداء التي لا تضمن فقط تميز الألياف الزجاجية بخواص ميكانيكية عالية وحرارة تشكيل منخفضة، بل تتخطى أيضًا مشكلة حرارة السيولة العالية للغاية ومعدل التبلور العالي للغاية في الأنواع التقليدية للزجاج عالي الأداء، التي تؤدي إلى استعدادية عالية للتبلور وصعوبة في الوصول إلى إنتاج كبير الحجم وعالي الكفاءة، وتخفض بدرجة كبيرة درجة حرارة سيولة الزجاج عالي الأداء، ويرفع ذروة حرارة التبلور الزجاجي، ويقلل من درجة التبلور الزجاجي تحت نفس الظروف، بينما يسجل مؤشر انكساري فائق للزجاج الذي يحسن بدرجة كبيرة من شفافية المنتجات المقواة بالألياف الزجاجية.

وفقًا لأحد جوانب الاختراع الحالي، يوفر الاختراع الحالي تركيبة ألياف زجاجية حيث تشتمل تركيبة الألياف

---

الزجاجية على المكونات التالية التي تم تعبيرها عنها بنسبة وزنية:

%64-58	SiO <sub>2</sub>
%19-14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8 > -%8.8 ≤	CaO
%11-7.5	MgO
%2.7-0.2	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.9-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5 >	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $C1 = \frac{CaO}{(MgO+SrO)}$  1.1-0.75 ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO=C2$  أقل

من 1.4.

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $CaO/((MgO+SrO)) = C1$  1-0.8.

حيث أن، محتوى CaO بالنسبة الوزنية أكبر من 10.5% وأقل من 11.8%.

حيث أن، تشمل التركيبة على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية بالوزن:

%62-59	SiO <sub>2</sub>
%18-14.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8 > -%10.5 <	CaO
%10.5-8	MgO
%2-0.5	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.09-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5 >	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $C1 \text{ CaO}/((\text{MgO}+\text{SrO}))$  1.1-0.75 ومدى النسبة الوزنية  $\text{MgO}/\text{CaO}=C2$  أقل من 1.4.

حيث أن، تشتمل التركيبة على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية بالوزن:

%62-59	$\text{SiO}_2$
%18-14.5	$\text{Al}_2\text{O}_3$
%11.8> -%10.5<	$\text{CaO}$
%10.5-8	$\text{MgO}$
%2-0.5	$\text{SrO}$
%2-0.1	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$
%0.09-0.05	$\text{Li}_2\text{O}$
%1-0.05	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
%1.1-0.05	$\text{TiO}_2$
%0.5>	$\text{F}_2$

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $C1 \text{ CaO}/((\text{MgO}+\text{SrO}))$  1-0.8 ومدى النسبة الوزنية  $\text{MgO}/\text{CaO}=C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

حيث أن، تشتمل التركيبة على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية بالوزن:

%61.5-59	$\text{SiO}_2$
%16.5-14.5	$\text{Al}_2\text{O}_3$
%11.7-10.6	$\text{CaO}$
%10-8	$\text{MgO}$
%2-0.5	$\text{SrO}$
%1-0.1	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$
%0.7-0.05	$\text{Li}_2\text{O}$
%0.7-0.05	$\text{Fe}_2\text{O}_3$

TiO<sub>2</sub> %0.8-0.05

F<sub>2</sub> %0.5>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية C1 CaO/((MgO+SrO) 1-0.8 ومدى النسبة الوزنية MgO/ CaO=C2 أكبر من 1 وأقل من 1.3.

وفقاً لجانب آخر للاختراع، يتوافر ألياف زجاجية بتركيبية ألياف زجاجية مذكورة.

وفقاً لجانب آخر للاختراع، يتوافر مادة مركبة تحتوي على الألياف الزجاجية المذكورة.

وعبر إدخال كميات مناسبة من SrO و Li<sub>2</sub>O ، وضبط بدرجة معقولة لنطاقات محتوى CaO ، MgO و SrO ونطاقات نسب CaO/(MgO+SrO) و MgO/ CaO ، والاستفادة من التأثير الترابي القلوي المختلط الثلاثي لـ CaO ، MgO و SrO ، لا تضمن تركيبية الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي فقط تميز الألياف الزجاجية بخواص ميكانيكية عالية وحرارة تشكيل منخفضة، بل تتخطى أيضاً مشكلة حرارة السيولة العالية للغاية ومعدل التبلور العالي للغاية في الأنواع التقليدية للزجاج عالي الأداء، التي تؤدي إلى استعدادية عالية للتبلور وصعوبة في الوصول إلى إنتاج كبير الحجم وعالي الكفاءة، وتخضع بدرجة كبيرة درجة حرارة سيولة الزجاج عالي الأداء، ويرفع مع حرارة قمة التبلور الزجاجي، ويقلل من درجة التبلور الزجاجي تحت نفس الظروف، بينما يسجل مؤشر انكساري فائق للزجاج الذي يحسن بدرجة كبيرة من شفافية المنتجات المقواة بالألياف الزجاجية. على وجه التحديد، تشتمل تركيبية الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي على المكونات الحالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية بالوزن:



---

%64-58	SiO <sub>2</sub>
%19-14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8> و 8.8≤	CaO
%11-7.5	MgO
%2.7-0.2	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.9-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5>	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية  $CaO/((MgO+SrO) C1$  و  $1.1-0.75$  ومدى النسبة الوزنية  $MgO/ CaO=C2$  أقل من 1.4.

فيما تناول بالشرح تأثير ومحتوى كل مكون في تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة:

SiO<sub>2</sub> أكسيد أساسي يشكل الشبكة الزجاجية ويعكس التأثير الذي من شأنه تثبيت جميع المكونات. في تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي، نطاق المحتوى المحدود لـ SiO<sub>2</sub> 64-58%. ويؤثر الانخفاض الشديد لمحتوى ما على الخواص الميكانيكية للزجاج؛ في حين يؤدي الإفراط في محتوى ما إلى ارتفاع زائد في لزوجة الزجاج، الأمر الذي يترتب عليه مشكلات تتعلق بالانصهار والتفتية. وعلى نحو محبذ، قد يكون محتوى SiO<sub>2</sub> في المدى ما بين 56-62%. وعلى نحو أفضل، قد يكون محتوى SiO<sub>2</sub> في المدى ما بين 59-61.5%.

$Al_2O_3$  أكسيد أساسي آخر يشكل الشبكة الزجاجية. وعند اتحاده مع  $SiO_2$ ، قد يعكس تأثيرًا جوهريًا على الخواص الميكانيكية للزجاج وتأثير كبير على منع انفصال الطور الزجاجي وعلى مقاومة المياه. يكون المحتوى المحدود لـ  $SiO_2$  في إطار هذا الاختراع في المدى ما بين 14-19%. وإن الانخفاض الشديد لمحتوى ما يتعذر معه الحصول على خواص ميكانيكية عالية بدرجة كافية، ولاسيما المعامل؛ في حين يؤدي الإفراط في محتوى ما إلى ارتفاع زائد في لزوجة الزجاج، الأمر الذي يترتب عليه مشكلات تتعلق بالانصهار والتنقية. وعلى نحو محبذ، قد يكون محتوى  $Al_2O_3$  في المدى ما بين 14.5-18%. وعلى نحو أفضل، قد يكون محتوى  $Al_2O_3$  في المدى ما بين 14.5-16.5%.

في إطار الاختراع الحالي، يكون لـ  $CaO$ ،  $MgO$  و  $SrO$  في الأساس تأثير التحكم في تبلور الزجاج وتنظيم لزوجة الزجاج ومعدل تصلب الزجاج المصهور. وعلى وجه التحديد التحكم في تبلور الزجاج، قد توصل المخترعون إلى آثار غير متوقعة عبر التحكم في كميات تغذية هذه المكونات والنسب فيما بينها. وبوجه عام، بالنسبة إلى زجاج عالي الأداء أساسه نظام  $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$ ، تشتمل الأطوار البلورية التي بداخله بعد التبلور الزجاجي في الأساس على ديوبسيد ( $CaMgSi_2O_6$ ) وأنورثيت ( $CaAl_2Si_2O_3$ ). ومن أجل تثبيط بشكل فعال الاستعدادية إلى تبلور طورين بلوريين وخفض درجة حرارة الحد الأعلى لتبلور الزجاج (حرارة السيولة) ودرجة التبلر، يمكن استخدام كلا الوسيلتين الفينيتين أو توليفة منهما في الاختراع الحالي: على أحد الجانبين، عبر إضافة كمية مناسبة من  $SrO$  والتحكم بشكل منطقي لمدى نسبة  $CaO/(MgO+SrO)$  لتشكيل بنية متراسة أكثر دمجًا عبر التأثير الترابي القلوي المختلط الثلاثي، ويمكن خفض درجة حرارة السيولة ويمكن زيادة قمة درجات حرارة تبلور الطورين البلورين بحيث يتطلب الأمر المزيد من الطاقة لتشكيل النوات البلورية ونموها، من ثم تحقيق الهدف المتمثل في التثبيط على نحو متزامن الاستعدادية إلى تبلور طورين بلوريين؛ وعلى الجانب الآخر، عبر التحكم

بشكل منطقي لمدى النسبة ما بين  $MgO/CaO$  وخفض النسبة المولارية لأيونات  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  ، ويؤدي نقص واضح في أيونات  $Ca^{2+}$  أثناء عملية التبلور للطورين البلوريين، من ثم تحقيق الهدف المتمثل في التنشيط على نحو متزامن الاستعدادية إلى تبلر طورين بلوريين وخفض حرارة السيولة. إضافة إلى هذا، ما أثير دهشة المخترعين أن التأثير الفني الكلي المترتب، عند استخدام كلا الوسيلتين التقنيتين، أكبر بدرجة ملحوظة من التأثير التراكمي المترتب عند استخدام الوسيلتين التقنيتين كل على حدة.

أولاً، فيما يلي أدناه يتناول بالشرح الوسيلة الفنية الأولى. وقد كشف كم كبير من التجارب والباحثين أنه عندما تكون النسب منطقية، يكون التأثير الفني للمكونات الترابية القلوية المختلطة الثلاثية لـ  $CaO$ ،  $MgO$  و  $SrO$  أفضل بدرجة ملحوظة من تأثير المكونات الترابية القلوية المختلطة الثنائية لـ  $CaO$  و  $MgO$ . ويرجع هذا لأن، إذ يساهم عدد أكبر من أيونات معدنية ترابية قلوية بنصف قطر مختلف في عملية الاستبدال، تتشكل بنية مترابطة مدمجة على نحو أسهل ومن ثم يتميز الزجاج بخواص بلورة، ميكانيكية وضوئية محسنة. إضافة إلى هذا، يرى باحثونا، من منظور الاستبدال البسيط، بالمقارنة مع  $CaO$ ، يمكن لـ  $SrO$  تحسين المقاومة الضاغطة والمؤشر الانكساري للزجاج ويكون الفرق في تأثيرها على معدل تصلب الزجاج المصهور كبيراً؛ بالمقارنة مع  $MgO$ ، يمكن لـ  $SrO$  تحسين قوة الشد، معامل المرونة والمؤشر الانكساري للزجاج ويكون الفرق في تأثيره على تصلب الزجاج مصهور صغيراً. إضافة إلى هذا، بالمقارنة مع  $CaO$ ، يمكن لـ  $MgO$  تحسين بشكل أفضل لمعامل مرونة الزجاجه والفرق في تأثيره على معدل تصلب الزجاج المصهور كبيراً. وفي نفس الوقت، مع أخذ في الاعتبار التوافق بين أحجام الأيونات، من المناسب التحكم في نسبة مجموع  $SrO$  و  $MgO$  إلى  $CaO$ . وبما أن أنصاف أقطار أيونات  $Mg^{2+}$ ،  $Ca^{2+}$  و  $Sr^{2+}$  تصبح أكبر على نحو متسلسل ولتقلص بالتالي قوى مجالها الأيوني، من أجل الوصول إلى بنية مترابطة مدمجة، نجد التوافق بين أعداد الأنواع الثلاثة من الأيونات هاماً للغاية. ومما هو جدير بالذكر تحديداً،

أنه يتم إدخال كمية مناسبة من SrO في تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، وعبر ضبط منطقي نسبة  $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{SrO})$ ، يمكن التحكم بشكل فعال في مدى الاستعداد للتبلور الزجاجي ودرجته.

ومن حيث المبدأ، التبلور عملية تشكيل نوات بلورية ونموها بشكل مستمر، أي عملية لحركة ذرات عديدة وإعادة هيكلتها في الزجاج. وأن من شأن النظام الترابي القلوي الثلاثي المصمم في إطار الاختراع الحالي تيسير الحصول على بنية مترابطة مدمجة للزجاج. وفي نفس الوقت، بما أن نصف قطر الأيون  $\text{Sr}^{2+}$  أكبر، لا يصعب فقط على أيونات  $\text{Sr}^{2+}$  ذاته أن تتحرك، بل يمكنها فعلياً إعاقة حركة أيونات  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  وإعادة هيكلتها تحت نفس الظروف، من ثم الوصول إلى هدف تثبيط الاستعدادية إلى التبلور وخفض معدل التبلور. لهذا، يمكن الحصول على أداء تبلور أفضل مع هذا من تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي.

يدرس الاختراع الحالي بشكل شامل تأثير  $\text{CaO}$ ،  $\text{MgO}$  و  $\text{SrO}$  القلوية المختلطة الثلاثية ويختار محتوى  $\text{SrO}$  مناسب كي يتسنى له الوصول إلى أقل درجة حرارة في حدها الأقصى ودرجة أقل من التبلور، وخواص ميكانيكية أعلى ومؤشر انكساري أعلى للزجاج. إلا أن، بينما يكون الوزن الجزيئي لأكسيد الإسترونيتيوم عاليًا نسبيًا، يؤدي الإضافة المفرطة من أكسيد الإسترونيتيوم إلى زيادة في كثافة الزجاج، الذي يعكس أثرًا سلبيًا على المقاومة النوعية والمعامل النوعي للألياف الزجاجية. لهذا، في إطار الاختراع الحالي، يكون مدى محتوى  $\text{SrO}$  المحدود ما بين 0.2-2.7%، ومدى محتوى  $\text{CaO} \leq 8.8\%$  و  $> 11.8\%$ ، ومدى محتوى  $\text{MgO} 7.5-11\%$  ومدى النسبة الوزنية  $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{SrO}) = C1$  ما بين 0.75-1.1. ومن المحبذ، أن يكون مدى محتوى  $\text{SrO}$  المحدود ما بين 0.5-2%، ومدى محتوى  $\text{CaO} < 10.5\%$  و  $> 11.8\%$ ، ومدى محتوى  $\text{MgO} 8-10.5\%$  ومدى النسبة الوزنية  $\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{SrO}) = C1$  ما بين 0.8-1. والأفضل، أن يكون مدى محتوى  $\text{CaO}$  ما بين 10.6-11.7% ومدى محتوى  $\text{MgO} 8-10\%$ .

وفيما يلي تناول شرح للوسيلة الفنية الثانية. بالنسبة إلى زجاج عالي الأداء أساسه نظام MgO-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>، يحتوي أساساً بعد تبلور الزجاجي على ديوسيد (CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>) وأنورثيت (CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>). تكون النسبة المولارية لـ في الصيغة الجزئية لديوسيد 1. ويستلزم الأمر كميات كافية من كل من Ca<sup>2+</sup> و Mg<sup>2+</sup> لنمو بلورات ديوسيد بشكل كامل وسريع. وبالمثال، تحتاج بلورات أنورثيت بيئة غنية بـ Ca<sup>2+</sup> كي تنمو نموًا سريعًا. في إطار الاختراع الحالي، يتم إدخال النسبة الوزنية  $CaO/(MgO+SrO) = C1$  لقياس النسبة المولارية لـ Mg<sup>2+</sup>/Ca<sup>2+</sup> والتحكم فيها من أجل تثبيط نمو الطورين البلورين بشكل متزامن. وقد اكتشف المخترعون أنه عادةً ما تكون نسبة MgO/CaO في أنواع الزجاج عالي الأداء التقليدية عالية نسبيًا، وأعلى بوجه عام من 1.6 وأكبر كذلك من 2، التي يترجم تقريبًا إلى نسبة مولارية لـ Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> أكبر من 1.14 و 1.42 (اثنين من الكسور العشرية على وجه الدقة) على الترتيب. في هذه الحالة، بما أن كمية أيونات Ca<sup>2+</sup> و Mg<sup>2+</sup> كافية للنمو المتكامل والسريع للأطور البلورية، لا يمكن نمو الطورين البلورين بشكل متزامن، حتى مع التغيير في نسبة الطورين البلورين في منتجات البلورة الأخيرة.

في إجراء المزيد من الأبحاث، قد اكتشف المخترعون على نحو متوقع، في تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، عند التحكم في نسبة MgO/CaO لتكون أقل من 1.4، ولاسيما أقل من 1.3، التي تترجم تقريبًا إلى نسب مولارية لـ Mg<sup>2+</sup>/Ca<sup>2+</sup> أقل من 1 و 0.92 على الترتيب، بالمقارنة مع نسبة MgO/CaO أكبر من 1.6 أو 2 في أنواع الزجاج عالي الأداء التقليدية، تنخفض بدرجة كبيرة حرارة سيولة الزجاج ودرجة تبلوره. ويظهر الانخفاض الكبير في درجة تبلور الأطور البلورية عبر انخفاض ملحوظ في شدة ذروات حيود تشتت الأشعة السينية. وفي نفس الوقت، توضح صور SEM تغير الحبيبات البلورية لديوسيد من شكل شبه عمود أو قضيب إلى شكل شبه إبر طويلة ورقيقة السمك وتصبح الحبيبات البلورية أصغر وتنخفض درجة

اكتمالها. ويرى المخترعون أن هذا يرجع في الأساس إلى أنه، مع انخفاض نسبة MgO/CaO بحيث تكون النسبة المولارية لـ  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  في الزجاج أدنى من النسبة المولارية النظرية لـ  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  اللازمة لتكوين ديوبسيد، بسبب نقص أيونات  $Ca^{2+}$  لاكتمال التبلور، تتأثر بدرجة كبيرة عمليات التبلور لكل من ديوبسيد وأنورثيت، من ثم الوصول إلى التأثير المتمثل في تثبيط متزامن للاستعدادية إلى تبلور الطورين البلوريين. في نفس الوقت، مع انخفاض نسبة MgO/CaO، بما أن الوزن الجزيئي لـ MgO أقل من نسبة CaO، عند استخدام MgO لاستبدال CaO بنفس الكتلة، يكون الأكسجين المتوافر عبر MgO أكبر كثيرًا من الأكسجين المتوافر عبر CaO، الأمر الذي يساعد أيونات الألومونيوم على تشكيل نسق رباعي السطح، وتقوية شبكة نظام الزجاج والمزيد من خفض الاستعدادية إلى التبلور. بيد أن، لا يجب أن تكون نسبة MgO/CaO منخفضة للغاية، وإلا سيكون هناك فائضًا كبيرًا في أيونات الماغنسيوم، التي ستزداد إلى مدى معين للاستعداد إلى تبلور طور بلوري جديد- فورستريت ( $Mg_2Si_2O_6$ ). لهذا، من المحبذ، أن تكون نسبة MgO/CaO أعلى من 1 وأدنى من 1.3.

ويرى المخترعون أن، في تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، عبر الاستخدام المشترك للوسيلتين الفينيتين السابقتين، ولاسيما عبر الحفاظ على مدى محتوى SrO ما بين 0.5-2%، ومدى محتوى CaO < 10.5% و > 11.8%، ومدى محتوى MgO 8-10.5% ومدى النسبة الوزنية  $CaO/(MgO+SrO) = C1$  ما بين 0.8-1 ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  < 1 و > 1.3، ويصبح تراص الأيونات من بين الأكسيدات الترابية القلوية الثلاثية مدرجة بشكل استثنائي وبنية الزجاج ثابتة بشكل خاص، وفي نفس الوقت، فإن إعاقة أيونات  $Sr^{2+}$  ونقص أيونات  $Ca^{2+}$  يثبط كذلك الاستعدادية إلى تبلور الطورين البلوريين ومن ثم يكون للزجاج مستوى مخفض إلى حد كبير من حرارة سيولة ودرجة التبلور. بالمقارنة مع أنواع الزجاج عالي الأداء التقليدية، كانت التأثيرات الفنية من هذه النوعية غير متوقعة.

يمكن لكل من  $K_2O$  و  $Na_2O$  خفض من درجة لزوجة الزجاج وتمثل عوامل تدفق جيدة. وإن استبدال  $Na_2O$  مع  $K_2O$  مع الحفاظ على الكمية الكلية للأكسيدات المعدنية القلوية دون تغييرها من شأنه خفض الاستعداد لتبلور الزجاج، وتحسين أداء تشكيل ألياف؛ وخفض أيضاً التوتر السطحي للزجاج المصهور وتحسين أداء صهر الزجاج. وفي تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، يكون مدى المحتوى المحدود لـ  $K_2O+Na_2O$  0.1-2.0% ومن المحبذ أن يكون مدى المحتوى لـ  $K_2O+Na_2O$  0.1-1.0%.

يُسهل  $Fe_2O_3$  صهر الزجاج ويمكنه أيضاً تحسين أداء تبلور الزجاج. إلا أن، بما أن لأيونات الحديد وأيونات الحديدوز تأثير ملون، يجب تحديد الكمية التي يتم إدخالها. لهذا، في تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، يكون مدى المحتوى المحدود لـ  $Fe_2O_3$  0.05-1.0% ومن المحبذ، أن يكون مدى المحتوى لـ  $Fe_2O_3$  0.05-7.0%.

ولا يمكن لـ  $TiO_2$  خفض لزوجة الزجاج تحت درجة حرارة عالية فحسب، بل يكون له أيضاً تأثيراً تدفقياً معيناً. إلا أن، نظراً لأن أيونات تيتانيوم تأثير ملون معين ويصبح التأثير الملون هذا كبيراً على وجه التحديد عندما يتخطى محتوى  $TiO_2$  1.1%، ويؤثر هذا على مظهر المنتجات المقواة بالألياف الزجاجية إلى مدى ما. لهذا، في تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي، يكون مدى المحتوى المحدود لـ  $TiO_2$  0.05-1.1%. ومن المفضل أن يكون مدى محتوى  $TiO_2$  0.05-0.8%.

بالمقارنة مع  $Na_2O$  و  $K_2O$ ، لا يقتصر  $Li_2O$  على مجرد خفض درجة لزوجة الزجاج بدرجة كبيرة ومن ثمَّ عبر تحسين أداء صهر الزجاج، بل يساعد أيضاً على تحسين الخواص الميكانيكية للزجاج. إضافة إلى هذا، توفر كمية صغيرة من  $Li_2O$  أكسجين حر بقدر كبير، الذي يساعد المزيد من أيونات الألومونيوم على تشكيل نسق رباعي السطح، ويعزز من البنية الشبكية لنظام الزجاج ويخفض كذلك من الاستعدادية لتبلور الزجاج.

وبسبب التكلفة العالية لـ  $\text{Li}_2\text{O}$ ، يجب الحد من الكمية التي يتم إدخالها. لهذا، في تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، يكون مدى المحتوى المحدود لـ  $\text{Li}_2\text{O}$  0.5-0.9%. ومن المحبذ أن يكون مدى المحتوى لـ  $\text{Li}_2\text{O}$  0.05-0.7%.

إضافة إلى هذا، تُمكن تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي من وجود كمية صغيرة من الفلور ( $\text{F}_2$ ). ويكون مدى محتوى  $\text{F}_2$  المحدود أقل من 0.5%. إلا أن، مع الأخذ في الاعتبار التأثير السلبي الكبير للفلور على البيئة، عادةً لا يضاف بشكل متعمد.

تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي، سيلبي شرح الآثار المفيدة التي تترتب على النطاقات المختارة السابق ذكرها للمكونات عبر بيانات التجارب الخاصة التي نتجت في الأمثلة المتوافرة أدناه.

فيما أمثلة لنطاقات مفضلة لمحتوى المكونات التي تشتمل عليها تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي.

#### المثال المفضل 1

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية

للوزن:

62-59%	$\text{SiO}_2$
18-14.5%	$\text{Al}_2\text{O}_3$
10.50 < و > 11.8%	$\text{CaO}$
10.5-8%	$\text{MgO}$
2-0.5%	$\text{SrO}$
2-0.1%	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$
0.9-0.05%	$\text{Li}_2\text{O}$
1-0.05%	$\text{Fe}_2\text{O}_3$



%1.1-0.05 TiO<sub>2</sub>

%0.5> F<sub>2</sub>

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $CaO/(MgO+SrO) = C1$  و  $1.1-0.75$ ، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أقل من 1.4.

المثال المفضل 2

تحتوي تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%62-59 SiO<sub>2</sub>

%18-14.5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

%11.8> و 10.5< CaO

% 10.5 -8 MgO

%2 -0.5 SrO

% 2 -0.1 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

%0.9-0.05 Li<sub>2</sub>O

%1-0.05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

%1.1-0.05 TiO<sub>2</sub>

%0.5> F<sub>2</sub>

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $CaO/(MgO+SrO) = C1$  و  $1-0.8$ ، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

تحتوي تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%61.5-59 SiO<sub>2</sub>

%16.5-14.5 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

%11.7> و 10.6 CaO

% 10 -8 MgO

%2 -0.5 SrO

% 2 -0.1 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

%0.7-0.05 Li<sub>2</sub>O

%0.7-0.05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

%0.8-0.05 TiO<sub>2</sub>

%0.5> F<sub>2</sub>

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $C1 = \frac{CaO}{(MgO+SrO)}$  1-0.8، ومدى النسبة الوزنية  $C2 = \frac{MgO}{CaO}$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

في حين يتميز الزجاج الذي تم الحصول عليه وفق التركيبة في المثال المفضل 3 بخواص ميكانيكية فائقة. ويوجه عام، يكون معامل يونج أكبر من 84 جيجا باسكال وأقل من 91.5 جيجاباسكال. وعند إجراء تقدير على أساس كثافة الزجاج، يكون معامل يونج النوعي له أكبر من 32 ميجاباسكال (كجم/م<sup>2</sup>) وأقل من 35.3 ميجاباسكال (كجم/م<sup>3</sup>).

#### الوصف التفصيلي لنماذج الاختراع

من أجل شرح أفضل لأغراض الأمثلة الخاصة بالاختراع الحالي، وما تقدمه من حلول تقنية ومزايا، فيما يقدم شرحاً واضحاً ووافياً للحلول التقنية في أمثلة الاختراع الحالي. ومن الواضح أن الأمثلة المتناولة بالوصف في هذه الوثيقة مجرد جزء من أمثلة الاختراع الحالي ولا تمثل جميع الأمثلة. وتقع جميع النماذج الأخرى الواردة على سبيل المثال

التي يصممها الشخص الماهر في المجال استناداً إلى الأمثلة في إطار الاختراع الحالي دون إجراء عمل مبتكر في مجال حماية الاختراع الحالي. ما يستدعي التوضيح هنا هو أنه مادام لا يوجد تعارض، يمكن الجمع ما بين الأمثلة وسمات الأمثلة في التطبيق الحالي بشكل عشوائي مع بعضها البعض.

يتمثل المفهوم الأساسي الذي يستند عليه الاختراع الحالي في أن مكونات تركيبة الألياف الزجاجية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:  $64-58\%$  من  $SiO_2$ ،  $19-14\%$  من  $Al_2O_3$ ،  $8.8\% \leq$  و  $11.8\%$  من  $CaO$ ،  $11-7.5\%$  من  $MgO$ ،  $2.7-0.2\%$  من  $SrO$ ،  $2-0.1\%$  من  $K_2O+SrO$ ،  $0.9-0.05\%$  من  $Li_2O$ ،  $-0.05$  من  $Fe_2O_3$ ،  $1.1-0.05\%$  من  $TiO_2$  و  $0.5\%$  من  $F_2$ ، حيث يكون مدى النسبة المئوية الوزنية لـ  $C1 = CaO/(MgO+SrO)$   $1.1-0.75$ ، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أكبر من  $1.4$ . ومن المحبذ إمكانية كذلك تحديد مدى النسبة المئوية الوزنية لـ  $MgO/CaO = C2$  لتكون أكبر من  $1$  وأقل من  $1.3$ . ويمكن لتركيبية الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي التغلب على مشكلة حرارة السيولة العالية للغاية والمعدل العالي للغاية للتبلور في الأنواع التقليدية للزجاج عالي الأداء مما يؤدي إلى استعداد عالي للتبلور وصعوبة في الوصول إلى إنتاج كبير الحجم وذو كفاءة عالية، وخفض بدرجة كبيرة في حرارة سيولة الزجاج عالي الأداء، وزيادة ذروة الحرارة اللازمة لتبلور الزجاج، وخفض درجة تبلور الزجاج تحت نفس الظروف في حين يسجل مؤشر انكساري فائق للزجاج الذي يحسن إلى حد كبيرة شفافية المنتجات المقواة بالألياف الزجاجية.

يتم اختيار القيم المحددة لمحتوى  $SiO_2$ ،  $Al_2O_3$ ،  $CaO$ ،  $MgO$ ،  $SrO$ ،  $Na_2O$ ،  $K_2O$ ،  $Fe_2O_3$ ،  $Li_2O$  و  $TiO_2$  في تركيبة الألياف الزجاجية من الاختراع الحالي المقرر استخدامها في الأمثلة والمقارنات مع زجاج E خالي من البورون، يُصنع زجاج R التقليدي وزجاج R المحسن من حيث متغيرات الخواص الستة التالية،  
(1) حرارة التشكيل، درجة الحرارة التي يسجل عندها الزجاج المصهور درجة لزوجة  $10^3$  بواز.

(2) حرارة السيولة، درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكون النوات البلورية عندما تبرد حرارة الزجاج المصهور-أي أن درجة الحرارة في حدها الأعلى لتبلور الزجاج.

(3) قيمة  $\Delta T$ ، وهي الفرق بين حرارة التشكيل وحرارة السيولة وتشير إلى مدى الحرارة الذي يمكن عنده سحب الألياف.

(4) ذروة حرارة التبلور، درجة الحرارة التي تتأخر أقوى ذروة لتبلور الزجاج أثناء اختبارات DTA. وبوجه عام، كلما ارتفعت درجة الحرارة هذه، يتطلب نمو نوات البلورات قدر أكبر من الطاقة وانخفاض الاستعدادية لتبلور الزجاج.

(5) المؤشر الانكساري، نسبة سرعة الضوء في الهواء وسرعة الضوء في الزجاج.

(6) معامل يونج، معامل المرونة الخطي الذي يحدد قدرة الزجاج على مقاومة التشوه المرن.

المتغيرات الستة السابق ذكرها وطرق قياسها معروفة جيداً لأولئك من ذوي المهارة في المجال.

لهذا، يمكن استخدام المتغيرات المذكورة أنفاً بشكل فعال لشرح خواص تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع. إضافة إلى هذا، يستخدم المخترعون أيضاً مقياس حيود تشتت الأشعة السينية والمجهر الإلكتروني الماسح لرصد نوع الأطوار البلورية، وشكلها الخارجي وحالة تبلورها.

فيما يلي الإجراءات الخاصة بالتجارب: يمكن الحصول على كل مكون من المواد الخام المناسبة. خلط المواد الخام بنسب مناسبة حيث يصل كل مكون إلى النسبة الوزنية المتوقعة النهائية. وتصهر التشغيلة المختلطة وينقى الزجاج المصهور. ثم يتم سحب الزجاج المصهور عبر أطراف البطانات المعدنية، من ثم تتشكل الألياف الزجاجية. ثم يتم ترقيق الألياف الزجاجية على حلقة دوارة لمكنة لف لتشكيل العجائن والعبوات. وبالطبع، يمكن استخدام الطرق التقليدية للمعالجة هذه الألياف الزجاجية معالجة متوغة تلبية للطلبات المتوقعة.

فيما يلي عرض النماذج الواردة على سبيل المثال لتركيبية الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي.

المثال 1

%60.5	SiO <sub>2</sub>
%15.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.4	CaO
%9.1	MgO
%1.3	SrO
%0.5	Li <sub>2</sub> O
%0.21	Na <sub>2</sub> O
%0.62	K <sub>2</sub> O
%0.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%0.35	TiO <sub>2</sub>

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $CaO/(MgO+SrO) = C1$ ، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أكبر

من 1.25.

في المثال 1، قيم المتغيرات الستة التي تم قياسها كما يلي:

1274 م	درجة حرارة التشكيل
1192 م	درجة حرارة السيولة
82 م	$\Delta T$
1034 م	ذروة حرارة التبلور
1.569	المؤشر الانكساري
89.3 جيجابيسكال	معامل يونج

المثال 2

%61.0	SiO <sub>2</sub>
%16.0	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.4	CaO
%8.95	MgO

%0.5	SrO
%0.55	Li <sub>2</sub> O
%0.24	Na <sub>2</sub> O
%0.54	K <sub>2</sub> O
%0.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%0.3	TiO <sub>2</sub>

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $C1 = CaO/(MgO+SrO) = 0.82$ ، ومدى النسبة الوزنية  $C2 = MgO/CaO$  أكبر من 1.27.

في المثال 2، قيم المتغيرات الستة التي تم قياسها كما يلي:

1276 م	درجة حرارة التشكيل
1194 م	درجة حرارة السيولة
82 م	$\Delta T$
1026 م	ذروة حرارة التبلور
1.568	المؤشر الانكساري
90 جيجابيسكال	معامل يونج

المثال 3

%60.2	SiO <sub>2</sub>
%15.55	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.0	CaO
%9.0	MgO
%2.0	SrO
%0.55	Li <sub>2</sub> O
%0.24	Na <sub>2</sub> O
%0.54	K <sub>2</sub> O
%0.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%0.4	TiO <sub>2</sub>

---

حيث أن مدى النسبة الوزنية لـ  $CaO/(MgO+SrO) = C1$ ، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO = C2$  أكبر من 1.22.

فيما يلي أدناه تعقد كذلك مقارنات لمتغيرات الخواص بالأمثلة السابق ذكرها وأمثلة أخرى لتركيبية الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي مع تلك لزجاج E الخالي من من البورون، زجاج R التقليدي وزجاج R المحسن عبر الجداول، حيث يتم التعبير عن محتوى المكونات بتركيبية الألياف الزجاجية بالنسبة المئوية للوزن. وما يستلزم توضيحه هو أن مجموعة المكونات في الأمثلة أقل إلى حد ما من 100%، ويجب فهم أن الكمية المتبقية عبارة عن شوائب ضئيلة أو كمية صغيرة من المكونات التي لا يمكن تحليلها.

---

6A	5A	4A	3A	2A	1A		
60.5	61.5	59.5	60.2	61.0	60.5	SiO <sub>2</sub>	
15.7	15.3	15.8	15.55	16.0	15.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
11.6	11.7	11.5	11.0	11.4	11.4	CaO	
9.0	9.2	8.4	9.0	8.95	9.1	MgO	
1.0	0.2	2.7	2.0	0.5	1.3	SrO	
0.2	0.23	0.22	0.24	0.24	0.21	Li <sub>2</sub> O	
0.6	0.55	0.56	0.54	0.54	0.62	Na <sub>2</sub> O	
0.48	0.5	0.5	0.55	0.55	0.5	K <sub>2</sub> O	
0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.35	TiO <sub>2</sub>	
0.86	0.80	0.96	1.0	0.82	0.91	1C	a
1.28	1.27	1.36	1.22	1.27	1.25	2C	

---



1277	1278	1280	1279	1276	1274	درجة حرارة التشكيل	
1194	1193	1196	1190	1194	1192	درجة حرارة السيولة	
83	85	84	89	82	82	$\Delta T$	
1025	1028	1023	1039	1026	1034	ذروة حرارة التبلور	
1.568	1.566	1.570	1.570	1.568	1.569	المؤشر الانكساري	ير
89.1	88.9	88.7	89.5	90	89.3	معامل يونج	
ديوبسيد وألومينا 0.5 : 1	ديوبسيد وألورثيت 0.5 : 1	ديوبسيد وألورثيت 0.55 : 1	ديوبسيد وألورثيت 0.45 : 1	ديوبسيد وألورثيت 0.5 : 1	ديوبسيد وألورثيت 0.45 : 1	نوع الطور البلوري ونسبة شدة حيود الأشعة	تبلور
تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية ضعيف، أشكال الإبر، وترتيب غير منتظم	الشكل الخارجي للطور البلوري الأساسي	

زجاج R المدمج	زجاج R التقليدي	زجاج E خالي من البورون	All	A10	A9	A8	
60.75	60	60	60.4	59.4	60.6	61.3	SiO <sub>2</sub>
15.80	25	13.57	15.6	17.0	15.4	15.4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
13.90	9	22.46	11.5	11.2	11.0	11.3	CaO
7.90	6	2.81	8.95	9.05	9.5	8.7	MgO
0	0	0	1.25	1.05	1.3	1.0	SrO
0.73	كمية ضئيلة	0.27	0.24	0.4	0.25	0.21	Li <sub>2</sub> O
	كمية ضئيلة	0.32	0.53	0.43	0.47	0.36	Na <sub>2</sub> O
0.48	0	0	0.51	0.55	0.46	0.81	K <sub>2</sub> O
0.18	كمية ضئيلة	0.29	0.42	0.42	0.42	0.42	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0.12	كمية ضئيلة	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4	TiO <sub>2</sub>
0.57	0.66	0.12	0.88	0.9	1.0	0.85	C1
1.75	1.5	7.99	1.28	1.23	1.15	1.29	C2
1278	1430	1270	1278	1280	1279	1268	درجة حرارة التشكيل
1210	1350	1190	1191	1194	1191	1188	درجة حرارة السيولة

68	80	80	87	86	88	80	$\Delta T$
1016	1010	/	1036	1030	1033	1043	ذروة حرارة التبلور
1.563	1.561	1.564	1.569	1.567	1.568	1.569	المؤشر الانكساري
87.5	91	81	89.1	89.3	88.7	89.4	معامل يونج
ديوكسيد وأنورثيت 0.6 :1	ديوكسيد وأنورثيت 0.8 :1	ولاستونيت وأنورثيت -	ديوكسيد وأنورثيت 0.5 :1	ديوكسيد وأنورثيت 0.45 :1	ديوكسيد وأنورثيت 0.4 :1	ديوكسيد وأنورثيت 0.5 :1	نوع الطور البلوري ونسبة شدة حيود الأشعة
تظهر الحبيبات البلورية تبلورًا كاملاً، أشكال القضيب، أحجام أكبر وترتيب منتظم	تظهر الحبيبات البلورية تبلورًا كاملاً، أشكال شبه القضيب، أحجام أكبر وترتيب منتظم	/	تظهر الحبيبات البلورية تبلور ضعيف، أشكال شبه الإبر، أحجام صغيرة وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية تبلور ضعيف، أشكال شبه الإبر، أحجام صغيرة وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية تبلور ضعيف، أشكال شبه الإبر، أحجام صغيرة وترتيب غير منتظم	تظهر الحبيبات البلورية تبلور ضعيف، أشكال شبه الإبر، أحجام صغيرة وترتيب غير منتظم	الشكل الخارجي للطور البلوري الأساسي

---

يمكن استنتاج من القيم المذكورة في الجداول السابقة، أنه، بالمقارنة مع زجاج R التقليدي وزجاج R المحسن، تتميز تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي: (1) درجة حرارة سيولة منخفضة للغاية، الأمر الذي يساعد على خفض خطر التبلور وزيادة كفاءة سحب الألياف؛ (2) ذروة عالية نسبياً لدرجة حرارة التبلور، التي تشير إلى الحاجة إلى المزيد من الطاقة لتشكيل ونمو نوات بلورية أثناء عملية تبلور الزجاج، أي أن فرص تعرض الزجاج وفق الاختراع الحالي للتبلور أقل تحت نفس الظروف؛ (3) تظهر الأطوار البلورية تبلوراً أقل اكتمالاً، وحجم حبيبات بلورية صغير نسبياً وترتيب غير منتظم، من ثمَّ خفض كذلك فرص التعرض للتبلور؛ إضافة إلى هذا، تعكس الأمثلة المحسنة التي تقابل النطاقات المفضلة لكل من نسب C1 و C2 آثار محسنة بدرجة كبيرة، و(4) مؤشر انكساري محسن بدرجة كبيرة للزجاج. وفي نفس الوقت، بالمقارنة إلى زجاج R المحسن، تسجل تركيبة الألياف الزجاجية موضوع الاختراع الحالي معاملاً أعلى، الأمر الذي يشير إلى أن البنية المترابطة المدمجة التي تحققت بفعل التأثير الترابي القلوي الثلاثي المصمم وفق الاختراع الحالي لها تأثير أكبر على تحسين الخواص الميكانيكية للزجاج. إضافة إلى هذا، بالمقارنة مع زجاج E الخالي من البورون شائع الاستخدام، نجد أداء التبلور وأداء التشكيل لتركيبه الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي مماثلاً ويستوفي متطلبات الإنتاج كبير الحجم عالي الكفاءة بسلسلة أفران مقاومة للصهر.

ويمكن الاستنتاج مما سبق أن تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي تشكل خطوة تقدمية غير متوقع في مجال تحسين أداء التبلور والمؤشر الانكساري للمنتجات الزجاجية من درجة الزجاج R، وقد انخفض معها بدرجة كبيرة فرص التعرض إلى التبلور وارتفع المؤشر الانكساري بدرجة كبيرة تحت نفس الظروف. إضافة إلى هذا، نجد تماثل أداء التبلور وأداء تشكيل الألياف وفق الحل الفني الكلي مع أداء زجاج E الخالي من البورون شائع الاستخدام ويُمكن من الإنجاز السلس للإنتاج كبير الحجم وعالي الكفاءة بعملية الصهر المباشر بفرن مقاوم

---

---

للصهر بخط الإنتاج.

ويمكن استخدام تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي لتصنيع الألياف الزجاجية تتميز بالخواص الفائقة سابقة الذكر.

ويمكن استخدام تركيبة الألياف الزجاجية وفق الاختراع الحالي في توليفة مع مادة أو أكثر من المواد العضوية /أو المواد غير العضوية لتحضير المواد المركبة بمستويات أداء فائقة، مثل مواد قاعدة مقواة بالألياف الزجاجية. وأخيرًا، يجب إيضاح أنه، في هذا السياق، يقصد من المصطلح "يحتوي"، "يشتمل على" أو أي مشتقات خاصة بها "يشتمل على دون وجه حصر، بحيث أن أي عملية، طريق، منتج أو معدة التي تحتوي على سلسلة من العوامل لا تتضمن هذه العوامل فقط، بل تشمل أيضًا عوامل أخرى لم يتم سردها بشكل صريح، وتشمل أيضًا عوامل جوهرية لهذه العملية، الطريقة، الأداة أو المعدة. ودون وضع المزيد من القيود المحددة"، فإن العوامل التي تحددت بواسطة العبارة "تحتوي على..." لا تستبعد عوامل أخرى مماثلة في العملية، الطريقة، المنتج أو المعدة التي تضم العوامل المذكورة.

لا تطرح الأمثلة الواردة عليه إلا لغرض الإيضاح بدلا قصر الحلول الفنية وفق الاختراع الحالي عليها دون سواها. رغم تناول الاختراع الحالي بشرح تفصيلي عبر الأمثلة السابق سردها، يدرك الشخص الماهر في المجال إمكانية أيضًا إدخال التعديلات على الحلول الفنية التي تجسد عبر الأمثلة السابق ذكرها أو إمكانية إجراء استبدالات مكافئة على بعض من السمات الفنية. إلا أن هذه التعديلات أو الاستبدالات لن تحيد بالحلول الفنية الناتجة إلى حد كبير عن فحوى ونطاقات الحلول الفنية التي تجسد بجميع الأمثلة موضوع الاختراع الحالي.

---

---

### التطبيق الصناعي للاختراع

لا تضمن الألياف الزجاجية موضوع الاختراع تميز الألياف الزجاجية بخواص ميكانيكية عالية وحرارة تشكيل منخفضة فحسب، بل تتخطى أيضاً مشكلة حرارة السيولة العالية للغاية ومعدل التبلور العالي للغاية في الأنواع التقليدية للزجاج عالي الأداء، التي تؤدي إلى استعدادية عالية للتبلور وصعوبة في الوصول إلى إنتاج كبير الحجم وعالي الكفاءة، وتخفض بدرجة كبيرة درجة حرارة سيولة الزجاج عالي الأداء، ويرفع ذروة حرارة التبلور الزجاجي، ويقلل من درجة التبلور الزجاجي تحت نفس الظروف، بينما يسجل مؤشر انكساري فائق للزجاج الذي يحسن بدرجة كبيرة من شفافية المنتجات المقواة بالألياف الزجاجية.

## عناصر الحماية المعدلة

1- تركيبة ألياف زجاجية، تتميز باشتغالها على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%64-58	SiO <sub>2</sub>
%19-14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8 > - %8.8 ≤	CaO
%11-7.5	MgO
%2.7-0.2	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.9-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5 >	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية C1  $CaO/((MgO+SrO))$  1.1-0.75 ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO=C2$  أقل من 1.4.

2- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأن مدى النسبة المئوية للوزن  $MgO/CaO = C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

3- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتميز بأن مدى النسبة المئوية للوزن  $=C1$   $CaO/((MgO+SrO))$  1:-0.8

4- تركيبة الألياف الزجاجية وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، تتميز بأن حيث أن، محتوى CaO بالنسبة المئوية للوزن أكبر من 10.5% وأقل من 11.8%.

5- تركيبة ألياف زجاجية وفق للعنصر الحماية 1، تتميز باشتغالها على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%62-59	SiO <sub>2</sub>
%18-14.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8> -%10.5<	CaO
%10.5-8	MgO
% 2-0.5	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.09-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5>	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية C1  $CaO/((MgO+SrO)$  1.1-0.75 ومدى النسبة الوزنية  $MgO/ CaO=C2$  أكبر من 1.4.

6- تركيبة ألياف زجاجية وفق للعنصر الحماية 1، تتميز باشتغالها على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%62-59	SiO <sub>2</sub>
%18-14.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.8> -%10.5<	CaO
%10.5-8	MgO
% 2-0.5	SrO
%2-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.09-0.05	Li <sub>2</sub> O
%1-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%1.1-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5>	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية C1  $CaO/((MgO+SrO)$  1-0.8، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/ CaO=C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.



7- تركيبة ألياف زجاجية وفق للعنصر الحماية 1، تتميز باشتغالها على المكونات التالية التي يتم التعبير عنها بالنسبة المئوية للوزن:

%61.5-59	SiO <sub>2</sub>
%16.5-14.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%11.7-10.6	CaO
%10-8	MgO
% 2-0.5	SrO
%1-0.1	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
%0.7-0.05	Li <sub>2</sub> O
%0.7-0.05	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%0.8-0.05	TiO <sub>2</sub>
%0.5>	F <sub>2</sub>

حيث أن، مدى النسبة الوزنية C1  $CaO/(MgO+SrO)$  1-0.8، ومدى النسبة الوزنية  $MgO/CaO=C2$  أكبر من 1 وأقل من 1.3.

8- ليف زجاجي، تتميز بإنتاجها من أي من تركيبات الألياف الزجاجية المتناولة بالوصف في عناصر الحماية 1 إلى 7.

9- مادة مركبة، تتميز بأنها تحتوي على الليف الزجاجي المتناولة بالوصف في عنصر الحماية 8.

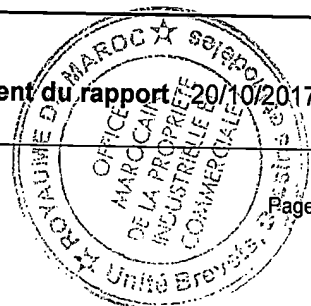
ROYAUME DU MAROC  
\*\*\*\*\*  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
\*\*\*\*\*



المملكة المغربية  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 40158	Date de dépôt : 20/01/2015
Déposant : JUSHI GROUP CO., LTD.	Date d'entrée en phase nationale : 26/04/2017
Intitulé de l'invention : COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE, FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE LA CONTENANT	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport 20/10/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



**Partie 1 : Considérations générales**

Cadre 1 : base du présent rapport

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

- Description  
27 Pages
- Revendications  
9

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C 03C 3/04, C 03C 13/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	CN103351102 A, JUSHI GROUP CO LTD, 2013-10-16	1-9

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs

-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN103351102 A

**1. Nouveauté (N) :**

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-9. Par conséquent, l'objet des revendications 1-9 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 (AI) :**

D1 est le document de l'art antérieur le plus proche de l'objet de la revendication 1 et décrit une composition de fibres de verre et des fibres de verre préparées à partir de celles-ci (voir les paragraphes de description [0005] - [0052]): de chaque composant étant représenté ci-dessous en pourcentage massique: SiO<sub>2</sub> 52,4%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 13,8%, CaO 3,5%, MgO 1,0%, SrO 0,5% (compris entre 0,2 et 2,7%); Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O 0,3% (Na<sub>2</sub>O 0,1%, K<sub>2</sub>O 0,2%, pour un total de 0,3%, compris dans la plage numérique de 0,12%); Li<sub>2</sub>O 0,1% (tombant dans l'intervalle numérique de 0,05 à 0,9%); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1% (tombant dans la plage numérique de 0,05-1%); TiO<sub>2</sub> 0,2% (compris dans la plage numérique de 0,05-1,1%) et F<sub>2</sub> 0,4% (compris dans la plage numérique <0,5%); dans lequel les pourcentages massiques C1 = (MgO + SrO) / CaO = 0,43 et C2 = CaO / MgO = 3,5. Les composants en verre ci-dessus peuvent être utilisés pour produire des fibres de verre.

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que les teneurs en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO et MgO sont différentes de celles de D1.

Le problème à résoudre par l'objet de la revendication 1 de la présente demande peut être considéré comme limiter efficacement la tendance du verre à cristalliser, réduisant fortement la température de liquidus du verre et degré de cristallisation de celui-ci, et en obtenant simultanément un excellent indice de réfraction et module de verre.

La solution proposée par l'objet de la revendication 1 peut être considérée comme impliquant une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Etant donné que la caractéristique distinctive ne découle pas d'une manière évidente de D1 et que l'homme de métier ne trouve aucune incitation de D1 pour arriver à la composition de fibres de verre telle que revendiquée dans la présente demande.

Le même raisonnement s'applique à l'objet de la revendication indépendante 8 en tenant compte de sa catégorie. Par conséquent, l'objet de la revendication 8 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications 2-7 et 9 dépendantes de 1 et 8 respectivement implique lui aussi une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

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.