ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 42576 B1

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

(43) Date de publication :
31.10.2019

(21) N° Dépôt :
42576

(22) Date de Dépôt :
07.03.2016

(30) Données de Priorité :
29.02.2016 CN 201610113362.0

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/CN2016/075780 07.03.2016

(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 ; ZHANG, Yuqiang

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

(54) Titre : **COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE À HAUT MODULE, ET FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE ASSOCIÉ**

(57) Abrégé : La présente invention concerne une composition de fibre de verre à haut module, et une fibre de verre et un matériau composite associé. La teneur, exprimée en pourcentage en poids, de chaque composant de la composition de fibre de verre est la suivante : 55-64 % de SiO

تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل وألياف زجاجية ومادة مركبة منها

الوصف المختصر

يتعلق هذا الاختراع بتركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل، وألياف زجاجية، ومادة مركبة منها. فيما يلي نسبة كل مكون في تركيبة الألياف الزجاجية بالوزن: 55-64% من SiO2، و13-24% من Al2O3، و0.1-6% من Y2O3، و3.4-10.9% من CaO، و8-14% من MgO، وما يقل عن 22% من CaO + MgO + SrO، وما يقل عن 2% من Li2O + Na2O + K2O، وما يقل عن 2% من TiO2، وما يقل عن 1.5% من Fe2O3، و0-1.2% من La2O3، وتزيد نسبة C1 بالوزن عن 0.26، حيث C1 = (Li2O + Na2O + K2O) / (Y2O3 + La2O3). تزيد التركيبة المعامل المرن للزجاج بدرجة كبيرة، وتثبط نزعة الزجاج إلى التبلر بشكل فعال، وتقلل درجة حرارة إسالة الزجاج بشكل فعال، وتحقق قيمة ΔT مثالية، وتتسم بفعاليتها في تحسين تأثير تنقية الزجاج مرتفع المعامل، وتكون مناسبة على وجه التحديد لإنتاج ألياف زجاجية مرتفعة المعامل في أفران صهريجية.

تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل وألياف زجاجية ومادة مركبة منها

الوصف الكامل

يستند هذا الطلب في الأسبقية إلى طلب براءة الاختراع الصيني 201610113362.0 المودع في 29 فبراير 2016 بعنوان " تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل وألياف زجاجية ومادة مركبة منها"، والذي يتم تضمين الكشف عنه بالكامل في هذه الوثيقة كمرجع.

المجال التقني

يتعلق هذا الاختراع بتركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل، ويتعلق على وجه التحديد بتركيبة ألياف زجاجية تُستخدَّم كمادة تقوية رئيسية للتركيبات، وبألياف زجاجية ومادة مركبة منها.

الخلفية التقنية

تمثل الألياف الضوئية مادة ليفية غير عضوية تُستخدَّم لتقوية الراتنجات للحصول على مواد مركبة جيدة الأداء. تُستخدَّم الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل في الأساس في الصناعات الفضائية أو تلك المتعلقة بمجال الأمن القومي. بتقدم العلوم والتكنولوجيا وتحسن الاقتصاد، استخدمت ألياف الزجاج مرتفع المعامل على نطاق واسع في المجالات المدنية والصناعية مثل شفرة التوربينات الرياحية، وأوعية الضغط، وأنابيب النفط البعيدة عن الشاطئ، وصناعة السيارات.

اعتمدت تركيبات الزجاج مرتفع المعامل الأصلية على نظام $MgO-Al_2O_3-SiO_2$

وكان الحل النمطي هو زجاج S-2 الذي تنتجه الشركة الأمريكية OC. يتراوح معامل زجاج OC من 89 إلى 90 GPa؛ ولكن يكون إنتاج الزجاج شديد الصعوبة وتصل درجة حرارة تكوّنه إلى حوالي 1571 °م، وتصل درجة حرارة إسالته إلى

1470°م، وبالتالي يصعب إنتاجه على نطاق واسع. من ثم، توقفت شركة OC عن إنتاج الألياف الزجاجية S-2 ونقلت براءة الاختراع الخاصة بها إلى الشركة الأمريكية AGY.

أنتجت شركة OC زجاج HiPer-tex بمعامل GP 87–89 لحل هذه المشكلة مقابل التضحية ببعض خواص الزجاج. ولكن نظرًا لأن تصميم زجاج HiPer-tex مثل تطورًا بسيطًا عن زجاج S-2، لا تزال درجة حرارة تكوُّن الزجاج وإسالته مرتفعة مما يشكل صعوبة في توهين الألياف الزجاجية والحصول على زجاج مناسب للإنتاج الصناعي واسع النطاق. لذلك، توقفت OC كذلك عن إنتاج الألياف الزجاجية HiPer-tex ونقلت براءة الاختراع إلى الشركة الأوروبية 3B.

أنتجت الشركة الفرنسية Saint-Gobain زجاج R المعتمد على نظام $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$ والذي يتراوح معامله من 86 إلى 89 GPa؛ ولكن تظل محتويات SiO_2 وAl_2O_3 الكلية مرتفعة في زجاج R التقليدي، وليس هناك حل فعال لتحسين أداء تبلره نظرًا لارتفاع نسبة Ca إلى Mg بشكل غير مناسب مما يؤدي إلى صعوبة تحديد نسبة Ca إلى Mg وبالتالي صعوبة تكوُّن الألياف ومخاطرة تبلر الزجاج وارتفاع التوتر السطحي وصعوبة صقل الزجاج المنصهر. تصل درجة حرارة تكوُّن زجاج R إلى 1410°م وتصل درجة حرارة إسالته إلى 1350°م. نتيجة كل هذه العوامل، يصعب توهين الألياف الزجاجية بفعالية والحصول على منتج مناسب للإنتاج الصناعي واسع النطاق.

في الصين، أنتجت مؤسسة Nanjing Fiberglass Research & Design Institute زجاج HS2 بمعامل يتراوح من 84 إلى 87 GPa، ويتكون بصورة أساسية من SiO_2 وAl_2O_3 وMgO ويشتمل كذلك على كميات محددة من Li_2O و Fe_2O_3, CeO_2, B_2O_3 . تبلغ درجة حرارة تكوُّن الزجاج 1245°م فقط وتبلغ درجة حرارة إسالته 1320°م. تقل درجتا الحرارة عن تلك الخاصة بزجاج S. ولكن، نظرًا لانخفاض درجة حرارة تكونه عن درجة حرارة إسالته – وهو أمر غير مفضل

للتحكم في توهين الألياف الزجاجية- ينبغي زيادة درجة حرارة تكوُّن الزجاج واستخدام رؤوس ذات أشكال خاصة لمنع وقوع ظاهرة تبلر الزجاج في عملية توهين الألياف. يصعب مع ذلك التحكم في درجة الحرارة والحصول على منتج مناسب للإنتاج الصناعي واسع النطاق.

إجمالاً، يواجه الإنتاج الفعلي للألياف الزجاجية مرتفعة المعامل – بصورة عامة- صعوبة الحصول على منتج على نطاق متسع باستخدام أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة، والتي تتضح بارتفاع درجة حرارة إسالة الزجاج، وارتفاع معدل تبلره، وارتفاع درجة حرارة تكونه، وارتفاع الشد السطحي، وصعوبة صقل الزجاج المنصهر وانخفاض مدى درجة حرارة (ΔT) تكوُّن الألياف وكون هذه القيمة (ΔT) سالبة أحيانًا. لذلك، تلجأ أغلب الشركات إلى تقليل صعوبات الإنتاج هذه بالتضحية ببعض سمات الزجاج مما يسمح بتحسين معامل الألياف الزجاجية المذكورة أعلاه مع زيادة الإنتاج. لقد استمرت مشكلة انخفاض المعامل قائمة دون حل لفترة طويلة في مجال إنتاج الألياف الزجاجية S.

الكشف عن الاختراع

يهدف هذا الاختراع إلى حل المشكلة المذكورة أعلاه. وارتفاع معدل تبلره، وارتفاع درجة حرارة تكونه، وارتفاع الشد السطحي، وصعوبة صقل الزجاج المنصهر. تقلل تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة من درجة حرارة إسالة ودرجة حرارة تكوُّن الزجاج مرتفع المعامل، وتساعد على خفض معدل التبلر ونسبة تكوُّن الفقاقيع في الزجاج تحت نفس الظروف، وتحقق قيمة ΔT مرغوبة. لذلك، فإن تركيبة الألياف الزجاجية – وفقًا لاختراع- تكون مناسبة لإنتاج ألياف زجاجية مرتفعة المعامل باستخدام أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة على نطاق واسع.

وفقًا لأحد جوانب الاختراع، يتم توفير تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن التالية:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%2>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26.

حيث تتراوح نسبة وزن $C2= MgO/(CaO+SrO)$ المحددة من 0.8 إلى 2.1؛

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-65

Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ عن 0.26 .؛

حيث، يتراوح مدى محتوى Li_2O المحدد من 0.1 إلى 1.5% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى SrO المحدد من 0.1 إلى 2.5% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى CaO المحدد من 6 إلى 10.3% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى MgO المحدد من 8.6 إلى 13% بالوزن

حيث، يتراوح مدى محتوى Y_2O_3 المحدد من 0.5 إلى 5% بالوزن

حيث، يتراوح مدى محتوى Y_2O_3 المحدد من 1.5 إلى 5% بالوزن

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-56
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1.5-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ عن 0.26، وتتراوح نسبة وزن $C2=$ $MgO/(CaO+SrO)$ من 0.8 إلى 2.1.

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-56
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1.5-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن (C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3 عن 0.28، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.8 إلى 2.1.

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن (C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3 عن 0.28، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.8 إلى 2.1.

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%23-14
Y_2O_3	%5-1.5
CaO	%10.3-5
MgO	%13-8.6
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن (C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3 عن 0.29، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.9 إلى 1.8.

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%23-14
Y_2O_3	%5-1.5
CaO	%10.3-6
MgO	%13-8.6
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن (C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3 عن 0.29، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.9 إلى 1.7.

حيث، يتراوح مدى محتوى SrO المحدد من 0.1 إلى 2% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى La_2O_3 المحدد من 0.1 إلى 1% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى Y_2O_3 المحدد من 2 إلى 4% بالوزن؛

حيث، يتراوح مدى محتوى CaO المحدد من 6.5 إلى 10% بالوزن

حيث، يزيد مدى محتوى MgO المحدد عن 12% ويقل عن 13% بالوزن؛

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%1.6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	تزيد عن 12% وتقل عن 13%
CaO+MgO+SrO	%22 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2 >
Fe_2O_3	%1.5 >
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26

حيث تشمل التركيبة المذكورة المكونات التالية بنسبة الوزن التالية:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	ما يزيد عن 19% ويقل عن 21%
Y_2O_3	%1.6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%10.9-3.4
CaO+MgO+SrO	%22 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%1 ≥
TiO_2	%2 >
Fe_2O_3	%1.5 >
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26

حيث تشتمل التركيبة المذكورة على CeO_2 بمحتوى يتراوح من 0 إلى 1% بالوزن.

وفقًا لجانب آخر لـ□ختراع، تتاح ألياف زجاجية منتجة بتركيبة الألياف الزجاجية المذكورة.

حيث يتراوح المعامل المرن للألياف الزجاجية المذكورة من 90 إلى 103 Gpa.

وفقًا لجانب آخر لـ□ختراع، تتاح مادة مركبة مشتملة على الألياف الزجاجية المذكورة.

تشمل النقط المبتكرة الرئيسية الخاصة بتركيبة الألياف الزجاجية، وفقًا لـ□ختراع، الآتي: إدخال الأكسيد الأرضي النادر Y_2O_3 ، واستخدام تأثير تعويض اليوتيريوم الخاص في بنية الزجاج، والتحكم في نسب $(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ و $MgO/(CaO+SrO)$ على الترتيب، وإعداد مدى محتويات Y_2O_3 و La_2O_3 و Li_2O و SrO و CaO و MgO و $CaO+MgO+SrO$ باستخدام التأثير التآزري لليوتيريوم وأكاسيد الفلز القلوية، وكذلك التأثير الأرضي القلوي المختلط لكل من SrO و CaO و MgO ، وإدخال CeO_2 انتقائيًا بكمية مناسبة.

على وجه الخصوص، تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا لـ□ختراع، على المكونات التالية بنسب الوزن التالية:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%1.6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2 >

Fe_2O_3	%1.5 >
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26.

يوصف تأثير ومحتوى كل مكون في تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة على النحو التالي:

يمثل SiO_2 أكسيد رئيسي مكوِّن لشبكة زجاجية يمكنه تثبيت جميع المكونات. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لـ اختراع، يتراوح مدى محتوى SiO_2 المحدد من 55 إلى 64%. لـ احتفاظ بالسمات الميكانيكية الفائقة وتجنب الصعوبات المتعلقة بصقل الزجاج المنصهر، يحتفظ الاختراع بمحتوى السيليكا أدنى من مستوى معين. يفضل أن يتراوح محتوى SiO_2 من 56 إلى 60.4%، والأفضل أن يتراوح من 57 إلى 60.4%.

يوصف تأثير ومحتوى كل مكون في تركيبة الألياف الزجاجية المذكورة على النحو التالي:

يمثل SiO_2 أكسيد رئيسي يؤدي إلى تكوين الشبكة الزجاجية وتثبيت جميع المكونات. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لـ اختراع الحالي، يتراوح محتوى SiO_2 المحدد من 55 إلى 64%. لـ احتفاظ بالخواص الميكانيكية الفائقة وتجنب الصعوبات المتعلقة بصقل الزجاج المنصهر، فإن محتوى السيليكا- وفقًا لـ اختراع الحالي- ينبغي أن يقل عن مستوى محدد. يفضل أن يتراوح محتوى SiO_2 من 56 إلى 60.4% على نحو مفضل، ويتراوح من 57 إلى 60.4% بشكل أفضل.

يمثل Al_2O_3 أكسيد رئيسي آخر مكونًا للشبكة الزجاجية. عند الجمع بينه وبين SiO_2، قد يكون له تأثير كبير على الخواص الميكانيكية للزجاج وعلى منع انفصال طور الزجاج ومقاومة الماء. يتراوح مدى محتوى Al_2O_3 المحدد وفقًا لـ اختراع من 13 إلى 24%. في حالة الانخفاض الشديد لمحتوى Al_2O_3، يستحيل الحصول على خواص ميكانيكية فائقة، خاصة فيما يتعلق

بالمعامل؛ كما أن زيادة المحتوى البالغة تزيد من مخاطر انفصال طور الزجاج. يفضل أن يتراوح محتوى Al_2O_3 من 14 إلى 24%، والأفضل أن يتراوح من 14 إلى 23%. بالإضافة إلى ذلك، وجد المخترعون- على نحو غير متوقع- أنه في حالة التحكم في نسبة وزن Al_2O_3 بحيث تزيد عن 19% ولا تزيد عن 21%، والتحكم في نسبة MgO بالوزن بحيث لا تزيد عن 10.5% ولا تتجاوز إجمالي نسبة $Li_2O+Na_2O+K_2O$ بالوزن 1%، يكون للزجاج خواص ميكانيكية ممتازة ومقاومة فائقة للتبلر ومدى درجات حرارة متسع (ΔT) مما يساعد على تكوُّن الألياف.

قد يقلل كل من K_2O وNa_2O من لزوجة الزجاج، ويمثل كلاهما عاملي صهر جيدين. لقد اكتشف المخترعون أن استبدال K_2O بـ Na_2O مع الاحتفاظ بكمية الأكاسيد المعدنية الفلزية الكلية ثابتة دون تغيير يحد من نزعة تبلر الزجاج ويحسن من أداء تكوُّن الألياف. مقارنة بكل من K_2O وNa_2O، يحد Li_2O من لزوجة الزجاج إلى حد كبير فيحسن بالتالي أداء انصهار الزجاج ويساعد كذلك على تحسين الخواص الميكانيكية للزجاج. بالإضافة إلى ذلك، عند استخدام كمية قليلة من Li_2O، يتم الحصول على كمية كبيرة من الأكسجين الحر مما يدفع المزيد من أيونات الألومنيوم إلى تكوين شكل هندسيًا رباعي الأسطح ويحسن من بنية شبكة الزجاج ومن خواصه الميكانيكية. ولكن، نظرًا لما ينتج عن وجود عدد كبير من الأيونات الفلزية القلوية في تركيبة الزجاج من التأثير على ثبات الزجاج، فينبغي الحد من عدد هذه الأيونات. لذلك، في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لهذا الاختراع، يقل مدى محتوى $Li_2O+Na_2O+K_2O$ المحدد عن 2%. علاوة على ذلك، يتراوح مدى محتوى Li_2O المحدد من 0.1 إلى 1.5%، ويفضل أن يتراوح من 0.1 إلى 1%.

يمثل Y_2O_3 أكسيد أرضي نادر مهم. لقد اكتشف المخترعون فعالية Y_2O_3 على وجه التحديد في زيادة معامل الزجاج وتثبيط تبلره. نظرًا لصعوبة دخول Y^{3+} إلى الشبكة الزجاجية، فإنه يوجد عادة في صورة أيونات خارجية في فجوات الشبكة

الزجاجية. لأيونات Y^{3+} أعداد تساندية كبيرة، وقوة مجال كبيرة، وشحنة كهربية مرتفعة، وقدرة تراكم كبيرة. بفعل هذه السمات، لا يقتصر دور أيونات Y^{3+} على تحسين الثبات البنيوي للزجاج وتزيد من معامل الزجاج ولكنها تمنع بفعالية تحرك وترتب الأيونات الأخرى على نحو يُحد من نزعة تبلر الزجاج. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لـ□ختراع، يتراوح مدى Y_2O_3 المحدد من 0.1 إلى 6%. يفضل أن يتراوح محتوى Y_2O_3 من 0.5 إلى 5%، والأفضل أن يتراوح من 1.5 إلى 5%، والأفضل من ذلك أن يتراوح من 2 إلى 4%.

يمثل La_2O_3 أكسيد أرضي نادر مهم. لقد اكتشف المخترعون أن La_2O_3 يُظهر تأثيرًا ضعيفًا مقارنة بـ Y_2O_3 في زيادة المعامل وتثبيط التبلر عند استخدامه وحده ولكنه يظهر تأثيرًا أفضل في صقل الزجاج. في الوقت نفسه، نظرًا لارتفاع الكتلة المولارية وأنصاف الأقطار الأيونية لمركب الـ□ثانيوم، فإن إدخال كمية زائدة منه يضعف تأثيره في تعزيز خواص الزجاج ويضر بثبات بنية الزجاج ويزيد من كثافته. لذلك، ينبغي أن تكون كمية La_2O_3 المستخدمة محدودة. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لـ□ختراع، يُستخدَّم La_2O_3 بكمية صغيرة. قد تتراوح كمية La_2O_3 المحددة من 0 إلى 1.2% وقد تتراوح من 0.1 إلى 1%.

اكتشف المخترعون أن الوضع الإحداثي لـ Y_2O_3 يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمحتوى الأكسجين الحر في الزجاج. يتسبب Y_2O_3 في وضع التبلر في ترك فراغات تُملأ عند إدخال Y_2O_3 إلى الزجاج بأكاسيد أخرى، خاصة أكاسيد فلزية قلوية. تؤدي اختـ□ف درجات الملء إلى اختـ□ف الحالات الإحداثية وشدة تكديس Y_2O_3 مما يؤدي إلى التأثير على خواص الزجاج. يتطلب La_2O_3 كذلك استخدام كمية محددة من الأكسجين لملء الفراغات. للحصول على الكمية المناسبة من الأكسجين الحر وبالتالي الحصول على بنية متراصة أكثر إحكامًا ومقاومة تبلر أفضل، ينبغي أن يزيد مدى نسبة C1=

$(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ بالوزن المحدد في الاختراع الحالي عن 0.26، والأفضل أن يزيد عن 0.28، ومن الأفضل أن يزيد عن 0.29.

يؤدي كل من CaO وMgO وSrO إلى التحكم في تبلر الزجاج ولزوجته ومعدل تصلب الزجاج المنصهر. عند التحكم في تبلر الزجاج على وجه التحديد، حصَّل المخترعون تأثيرات غير متوقعة بالتحكم في الكميات المستخدمة من هذه الأكاسيد والنسب بينها. بصورة عامة، بالنسبة للزجاج مرتفع الأداء المعتمد على نظام $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$، فإنه يشتمل على أطوار بلورية بعد تبلر الزجاج تضم في الأساس دايوبسيد $(CaMgSi_2O_6)$ وأنورثيت $(CaAl_2Si_2O_3)$. لمنع نزعة الطورين البلوريين إلى التبلر وتقليل درجة حرارة إذابة الزجاج ومعدل التبلر، يتحكم الاختراع في كمية CaO+MgO+SrO الكلية ونسبة C2= MgO/(CaO+SrO) بالوزن ويستخدم التأثير القلوي المختلط لتكوين بنية متراصة أكثر إحكامًا، مما يستلزم المزيد من الطاقة لتكوُّن ونمو الأنوية البلورية. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لارتفاع نصف قطر أيونات Sr^{2+} فإنه يصعب تحريك الأيون وقد يؤخر الأيون نفسه من حركة أيونات Mg^{2+} وCa^{2+} وإعادة تكوينها تحت نفس الظروف، ومن ثم تُمنَّع نزعة الزجاج إلى التبلر مع تحسين معدل تصلب الزجاج المنصهر. في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لـ□ختراع، يقل مدى محتوى CaO+MgO+SrO الكلي عن 22%، ويفضل أن يقل عن 21%. في أحد نماذج الاختراع، يتراوح مدى نسبة C2= MgO/(CaO+SrO) بالوزن المحدد من 0.8 إلى 2.1، ويفضل أن يتراوح من 0.9 إلى 1.8، والأفضل أن يتراوح من 0.9 إلى 1.7؛ في نموذج آخر لـ□ختراع، تختفي هذه التحديدات الخاصة بالمدى عند زيادة محتوى MgO عن 12%.

في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع، يتراوح مدى محتوى CaO المحدد من 3.4 إلى 10.9%، ويفضل أن يتراوح من 5 إلى 10.6%، والأفضل أن يتراوح من 6 إلى 10.3%، والأفضل من ذلك أن يتراوح من 6.5 إلى 10%؛ يتراوح مدى

محتوى MgO المحدد من 8 إلى 14%، ويفضل أن يتراوح من 8.6 إلى 13%، والأفضل أن يزيد عن 12%، والأفضل من ذلك أن يزيد عن 13%؛ قد يقل مدى محتوى SrO المحدد عن 3%، ويفضل أن يتراوح من 0.1 إلى 2.5%، والأفضل أن يتراوح من 0.1 إلى 2%.

لا يقلل TiO_2 من لزوجة الزجاج عند درجات الحرارة المرتفعة ولكن له تأثير صهر محدد. ولكن، نظرًا لما تتسم به أيونات التيتانيوم من تأثير لوني محدد يزداد عندما يتجاوز محتوى TiO_2 نسبة 2%، يؤثر ذلك على شكل المواد المقواة بالألياف الزجاجية نوعًا ما. لذلك، يقل مدى محتوى TiO_2 المحدد في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع عن 2%.

يساعد Fe_2O_3 على انصهار الزجاج ويحسن من أداء تبلره. ولكن، ينبغي استخدام كمية صغيرة منه نظرًا للتأثير اللوني لكل من أيونات الحديديك والحديدوز. لذلك، يقل مدى محتوى Fe_2O_3 المحدد عن 1.5% في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع.

في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع، تحسن الإضافة الانتقائية لـ CeO_2 بكمية مناسبة من نزعة الزجاج إلى التبلر ومن صقله، وقد يتراوح مدى محتوى CeO_2 المحدد من 0 إلى 1%.

بالإضافة إلى ذلك، قد تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع على كميات ضئيلة من مكونات أخرى بمحتوى إجمالي لا يزيد عن 2%.

في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع، توصف الآثار المفيدة الناتجة عن استخدام مدى المكونات المذكور أعلاه بطرح الأمثلة بالاستعانة ببيانات تجريبية محددة.

النموذج المفضل 1

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة:

SiO_2	%60.4-56
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1.5-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26، ويتراوح مدى نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.8 إلى 2.1.

النموذج المفضل 2

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة:

SiO_2	%60.4-56
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.28، ويتراوح مدى نسبة C2= MgO/(CaO+SrO) بالوزن من 0.8 إلى 2.1.

النموذج المفضل 3

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.28، ويتراوح مدى نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.8 إلى 2.1.

النموذج المفضل 4

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%23-14
Y_2O_3	%5-1.5
CaO	%10.3-6
MgO	%13-8.6
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.29، ويتراوح مدى نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.9 إلى 1.8.

النموذج المفضل 5

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة:

%60.4-57	SiO_2
%23-14	Al_2O_3
%5-1.5	Y_2O_3
%10.3-6	CaO
%13-8.6	MgO
%21 >	CaO+MgO+SrO
%3 >	SrO
%1-0.1	Li_2O
%2 >	$Li_2O+Na_2O+K_2O$
%2>	TiO_2
%1.5>	Fe_2O_3
%1.2-0	La_2O_3

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ =C1 عن 0.29، ويتراوح مدى نسبة =C2 $MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.9 إلى 1.7.

وفقًا للنموذج المفضل 5، لا تزيد درجة حرارة إذابة الزجاج عن 1320 °م، ويفضل ألا تزيد عن 1300 °م، والأفضل ألا تزيد عن 1250 °م، ويتراوح المعامل المرن للألياف الزجاجية من 90 إلى 103 Gpa.

النموذج المفضل 6

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%23-14
Y_2O_3	%5-1.5
CaO	%10.3-6
MgO	%13-8.6
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%2-0.1
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >

TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.29، ويتراوح مدى نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.9 إلى 1.7.

النموذج المفضل 7

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1

$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1-0.1

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.28، ويتراوح مدى نسبة $C2=$ $MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.8 إلى 2.1.

النموذج المفضل 8

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%4-2
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >

Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.28، ويتراوح مدى نسبة $C2=$ $MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من .80 إلى 2.1.

النموذج المفضل 9

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10-5.6
MgO	%14-8
$CaO+MgO+SrO$	%21 >

SrO	%3 >
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.28، ويتراوح مدى نسبة C2= $MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من .80 إلى 2.1.

النموذج المفضل 10

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	%24-13
Y_2O_3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	تزيد عن 12% وتقل عن 13%

$CaO+MgO+SrO$	%22 >
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2 >
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26.

وفقًا للنموذج المفضل 10، يزيد المعامل المرن للألياف الزجاجية المصنوعة عن 95 Gpa.

النموذج المفضل 11

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%64-55
Al_2O_3	تزيد عن 19% وتقل عن 21%
Y_2O_3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%10.5-8
$CaO+MgO+SrO$	%22 >

$Li_2O+Na_2O+K_2O$	≥%1
TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ عن 0.26.

النموذج المفضل 12

تشتمل تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل، وفقًا للاختراع، على المكونات التالية بالنسب المذكورة بالوزن:

SiO_2	%60.4-57
Al_2O_3	%24-14
Y_2O_3	%5-0.5
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
$CaO+MgO+SrO$	%21 >
SrO	%3>
Li_2O	%1-0.1
$Li_2O+Na_2O+K_2O$	%2>

TiO_2	%2>
Fe_2O_3	%1.5>
La_2O_3	%1.2-0
CeO_2	%1-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن $(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ =C1 عن 0.28، وتتراوح نسبة =C2 $MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن من 0.8 إلى 2.1.

الوصف التفصيلي للاختراع

فيما يلي وصف واضح وشامل للحلول التقنية المطروحة في أمثلة هذا الاختراع لتوضيح الأغراض والحلول التقنية وفوائد أمثلة الاختراع. الأمثلة المطروحة في هذه الوثيقة ليست حصرية وإنما تمثل جزءًا من الأمثلة المندرجة تحت الاختراع. تندرج جميع النماذج التمثيلية التي يتوصل إليها صاحب المهارة في المجال اعتمادًا على أمثلة الاختراع دون ابتكار من جانبه تحت مجال الحماية الممنوحة لاختراع. ينبغي العلم بإمكانية الجمع بين سمات وأمثلة هذا الطلب عشوائيًا في حالة عدم وجود تعارض بينها.

يتمثل الاختراع في صورته الرئيسية في الجمع بين مكونات تركيبة الألياف الزجاجية بنسب الوزن على النحو التالي: 55-64 من SiO_2، و13-24 من $A1_2O_3$، و0.1-6% من Y_2O_3، و3.4-10.9% من CaO، و8-14% من MgO، وما يقل عن 22% من CaO+MgO+SrO،، وما يقل عن 2% من $Li_2O+Na_2O+K_2O$، وما يقل عن 2% من TiO_2، وما يقل عن 1.5% من Fe_2O_3، وما يتراوح من 0 إلى 1.2% من La_2O_3، حيث تزيد نسبة =C1

$(Li_2O+Na_2O+K_2O)/(Y_2O_3+La_2O_3)$ بالوزن عن 0.26. تزيد التركيبة المذكورة من معامل الزجاج المرن، وتمنع نزعة الزجاج إلى التبلر مع خفض درجة حرارة إسالته وضمان مدى درجة حرارة مرغوب (ΔT) لتكوُّن الألياف وتحسين صقل الزجاج المنصهر، ومن ثم تكون التركيبة مناسبة لإنتاج الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل باستخدام أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة.

تختار قيم المحتويات المحددة من SiO_2 وAl_2O_3 وY_2O_3 وCaO وMgO وNa_2O وK_2O وFe_2O_3 وTiO_2 وSrO وLa_2O_3 في تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لاختراع المستخدام في الأمثلة. تجرى مقارنة بين الزجاج S والزجاج التقليدي الزجاج R وزجاج R المحسن من حيث متغيرات السمة الستة التالية:

(1) درجة حرارة التكوين، وهي درجة الحرارة التي تبلغ عندها لزوجة الزجاج المنصهر 10^3 بواز .

(2) درجة حرارة الإسالة، وهي درجة الحرارة التي تبدأ عندها الأنوية البلورية في التكوُّن عندما يبرد الزجاج المنصهر؛ أي درجة الحرارة القصوى لتبلر الزجاج.

(3) قيمة ΔT والتي تمثل الفرق بين درجة حرارة التكوُّن ودرجة حرارة الإسالة، وتشير إلى مدى درجة الحرارة الذي يمكن عندها سحب الألياف.

(4) درجة حرارة التبلر القصوى، وهي درجة الحرارة المناظرة لدرجة حرارة تبلر الزجاج القصوى خلال اختبار DTA. بصورة عامة، كلما ارتفعت درجة حرارة التبلر كلما تطلبت الأنوية البلورية طاقة أكبر لتنمو وكلما انخفضت نزعة الزجاج إلى التبلر.

(5) معامل مرن، ويحدد المعامل المرن الخطي قدرة الجهاز على مقاومة التشوه المرن والمقاسة لكل ASTM2343.

(6) كمية الفقاعات المحددة بالطريقة التالية: استخدام قوالب معينة لضغط مواد العجنة الزجاجية في كل مثال إلى عينات لها نفس الأبعاد توضع على منصة العينة في مجهر مرتفع درجة الحرارة. يتم تسخين العينات وفقًا لإجراءات قياسية حتى درجة الحرارة الحيزية المحددة مسبقًا البالغة 1500°م ثم تبريدها مباشرة من خ□ل وحدة تبريد المجهر إلى درجة الحرارة المحيطة دون الاحتفاظ بالحرارة. أخيرًا، تم فحص كل عينة زجاجية تحت مجهر استقطابي لتحديد قدر الفقاعات في العينات. يتم التعرف على الفقاعة وفقًا لتكبير مجهري محدد.

يكون أصحاب المهارة في المجال على علم بالمتغيرات الستة المذكورة أع□ه وطرق قياسها. من ثم، تستخدم هذه المتغيرات بفعالية لفحص خواص تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا ل□ختراع.

فيما يلي الإجراءات المتبعة في التجارب: يتم الحصول على كل مكون من المواد الخام المناسبة. يتم خلط المواد الخام بالنسب المناسبة بحيث يبلغ كل مكون نسبة الوزن المتوقعة النهائية. تنصهر مواد العجنة الزجاجية المختلطة ويُنقى الزجاج المنصهر. يُسحب الزجاج المنصهر عبر أطراف الجُلب فتتكون بذلك ألياف زجاجية. يتم توهين الألياف الزجاجية على اللقمة الدوارة لماكينة اللف لتكوين عجائن أو عبوات. قد تُستخدَّم طرق تقليدية لمعالجة هذه الألياف الزجاجية بشكل أكبر لكي تفي بمتطلبات محددة.

فيما يلي نماذج تمثيلية لتركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لهذا الاختراع.

مثال 1

SiO_2	%59.5
Al_2O_3	%16.7

CaO	%8.9
MgO	%9.5
Y_2O_3	%1.8
Na_2O	%023
K_2O	%0.36
Li_2O	%0.75
Fe_2O_3	%0.44
TiO_2	%0.43
SrO	%1

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.74، وتبلغ نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن 0.96.

في المثال 1، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1298 م°
درجة حرارة الإسالة	1205 م°
$\triangle T$	93 م°

درجة حرارة التبلر القصوى	1023°م
المعامل المرن	93.9 Gpa
كمية الفقاعات	11

مثال 2

SiO_2	%59.3
Al_2O_3	%17
CaO	%8.2
MgO	%9.5
Y_2O_3	%3.3
Na_2O	%022
K_2O	%0.37
Li_2O	%0.75
Fe_2O_3	%0.44
TiO_2	%0.44

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.41، وتبلغ نسبة C2= MgO/(CaO+SrO) بالوزن 1.18.

في المثال 2، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1300 م°
درجة حرارة الإسالة	1206 م°
ΔT	94 م°
درجة حرارة التبلر القصوى	1024 م°
المعامل المرن	95.6 Gpa
كمية الفقاعات	8

مثال 3

SiO_2	%58.2
Al_2O_3	%19.2
CaO	%6.7
MgO	%10
Y_2O_3	%3.4
Na_2O	%019

K_2O	%0.23
Li_2O	%0.55
Fe_2O_3	%0.44
TiO_2	%0.82

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.29، وتبلغ نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن 1.49.

في المثال 3، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1305 ْم
درجة حرارة الإسالة	1200 ْم
ΔT	105 ْم
درجة حرارة التبلر القصوى	1024 ْم
المعامل المرن	97 Gpa
كمية الفقاعات	11

مثال 4

SiO_2	%58.8

Al_2O_3	%17.4
CaO	%5.8
MgO	%10.4
Y_2O_3	%5
Na_2O	%029
K_2O	%0.49
Li_2O	%0.75
Fe_2O_3	%0.43
TiO_2	%0.40

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.31، وتبلغ نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن 1.79.

في المثال 4، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1303 ْم
درجة حرارة الإسالة	1213 ْم
$\triangle T$	90 ْم

درجة حرارة التبلر القصوى	1029 م°
المعامل المرن	100.3 Gpa
كمية الفقاعات	9

مثال 5

SiO_2	%59.3
Al_2O_3	%17.1
CaO	%6.7
MgO	%10.4
Y_2O_3	%3.1
Na_2O	%0.21
K_2O	%0.34
Li_2O	%0.45
Fe_2O_3	%0.44
TiO_2	%0.43
SrO	%0.3

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.32، وتبلغ نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن 1.37.

في المثال 5، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1296 م°
درجة حرارة الإسالة	1206 م°
ΔT	90 م°
درجة حرارة التبلر القصوى	1021 م°
المعامل المرن	94.1 Gpa
كمية الفقاعات	10

مثال 6

SiO_2	%59.3
Al_2O_3	%16.3
CaO	%6.1
MgO	%12.2
Y_2O_3	%3.4

Na_2O	%0.23
K_2O	%0.46
Li_2O	%0.50
Fe_2O_3	%0.44
TiO_2	%0.82

بالإضافة إلى ذلك، تبلغ نسبة $C1= (Li_2O+Na_2O+K_2O)/Y_2O_3$ بالوزن 0.35، وتبلغ نسبة $C2= MgO/(CaO+SrO)$ بالوزن 2.

في المثال 6، تكون القيم المقاسة للمتغيرات الستة كما يلي:

درجة حرارة التكوُّن	1300 ْم
درجة حرارة الإسالة	1220 ْم
ΔT	80 ْم
درجة حرارة التبلر القصوى	1020 ْم
المعامل المرن	97.1 Gpa
كمية الفقاعات	10

تسرد الجداول التالية مقارنات بين تركيبة الألياف الزجاجية، وفقًا لـ□ختراع، وزجاج E التقليدي، وزجاج Rg التقليدي، وزجاج R المحسن وفقًا لمتغيرات السمة المذكورة في الأمثلة السابقة وغيرها من الأمثلة. ويتم في الجداول التعبير عن محتويات مكون تركيبة الألياف الزجاجية بنسبة الوزن. ينبغي العلم بأن إجمالي كمية المكونات في الأمثلة تقل عن 100% قلي□، وتتمثل النسبة المتبقية في شوائب شحيحة أو كميات شديدة الانخفاض من المكونات لا يتسنى تحليلها.

جدول 1أ

7أ	6أ	5أ	4أ	3أ	2أ	1أ		
59.3	58.2	60.1	59.4	59.5	59.3	59.4	SiO_2	
16.3	19.2	17	16.7	16.6	17.1	16.9	Al_2O_3	
6.1	6.7	10.2	9.7	7.3	7.6	7.8	CaO	
12.2	10	9.8	9.4	10	10.4	9.6	MgO	
3.4	3.4	0.5	2.4	3.1	3.1	3.1	Y_2O_3	
0.23	0.19	0.21	0.23	0.21	0.21	0.21	Na_2O	
0.46	0.23	0.41	0.38	0.51	0.34	0.42	K_2O	
0.50	0.55	0.65	0.70	0.60	0.45	0.71	Li_2O	
0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	Fe_2O_3	

0.82	0.82	0.44	0.42	0.37	0.43	0.43	TiO_2	
–	–	–	–	1.1	0.3	0.7	SrO	
0.35	0.29	2.54	0.55	0.43	0.32	0.43	C1	النسبة
2	1.49	0.96	0.97	1.19	1.37	1.13	C2	
1300	1305	1300	1298	1295	1296	1294	درجة حرارة التكوُّن/مْ	
1220	1200	1208	1200	1199	1206	1202	درجة حرارة الإسالةُ/م	
80	105	92	98	96	90	92	مْ/△T	
1020	1024	1018	1022	1025	1021	1203	درجة حرارة التبلر القصوىُ/م	المتغير
97.1	97	90.9	93.3	95.8	94.1	95	المعامل المرن/Gpa	

							(GPa)	
10	11	12	10	11	10	9	كمية الفقاعات/ الجزء	

جدول 1ب

14أ	13أ	12أ	11أ	10أ	9أ	8أ		
61	60.4	59.1	59.4	59.3	59.1	59.1	SiO_2	
16.2	16.7	16.8	16.7	16.8	17	16.9	Al_2O_3	
8.5	9.2	9.9	9	10	6.9	6.8	CaO	
9.7	9.7	9.3	9.4	9.8	10.8	10.8	MgO	
0.9	0.5	3	3	2	3.7	3.7	Y_2O_3	
0.43	0.43	0.39	0.58	0.32	0.36	0.21	Na_2O	
0.43	0.43	0.39	0.58	0.32	0.36	0.42	K_2O	
0.75	0.75	0.20	0.45	0.37	0.41	0.61	Li_2O	
0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	Fe_2O_3	

0.42	0.44	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	TiO_2	
–	–	–	–	–	0.3	0.3	SrO	
0.66	0.93	0.27	0.45	0.45	0.27	0.34	C1	النسبة
1.14	1.05	0.94	1.04	0.98	1.50	1.52	C2	
1302	1296	1296	1297	1292	1297	1295	درجة حرارة التكوُّن/مْ	
1203	1205	1206	1202	1204	1212	1206	درجة حرارة الإسالةُ/م	
100	91	90	95	88	85	89	△T/مْ	
1023	1020	1021	1023	1020	1026	1028	درجة حرارة التبلر القصوىُ/م	المتغير
92.1	91.2	93.5	94.3	92.9	95.7	97.1	المعامل المرن/Gpa	

							(GPa)	
5	6	10	9	10	9	8	كمية الفقاعات/ الجزء	

جدول 1ج

جدول 1ج

زجاج R محسن	زجاج R تقليدي	زجاج S	18أ	17أ	16أ	15أ		
60.75	60	65	59.3	59.5	59.7	58.8	SiO_2	
15.80	25	25	17	16.725	16.8	17.4	Al_2O_3	
13.90	9	–	8.2	8.9	10.1	5.8	CaO	
7.90	6	10	9.7	9.5	9.3	10.4	MgO	
–	–	–	3.3	1.8	1.6	5	Y_2O_3	
0.73	كمية شحيحة	كمية شحيحة	0.22	0.23	0.22	0.29	Na_2O	

	كمية شحيحة	كمية شحيحة	0.37	0.36	0.38	0.49	K_2O	
0.48	–	–	0.75	0.75	0.75	0.75	Li_2O	
0.18	كمية شحيحة	كمية شحيحة	0.44	0.44	0.44	0.43	Fe_2O_3	
0.12	كمية شحيحة	كمية شحيحة	0.44	0.43	0.43	0.40	TiO_2	
–	–	–	–	1	-	-	SrO	
–	–	–	0.41	0.74	0.84	0.31	C1	النسبة
0.57	0.67	–	1.18	0.96	0.92	1.79	C2	
1278	1430	1571	1300	1298	1299	1303	درجة حرارة التكوُّن/مْ	
1210	1350	1470	1206	1205	1210	1213	درجة حرارة	

	الإسالة/م							
	△T/مْ	90	89	93	94	101	80	68
المتغير	درجة حرارة التبلر القصوى/م	1029	1021	1023	1024	-	1010	1016
	المعامل المرن/Gpa (GPa)	100.3	93	93.9	95.6	89	88	87
	كمية الفقاعات/ الجزء	9	10	11	8	40	30	25

يتضح من قيم الجداول السابقة بأن تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا لهذا الاختراع – مقارنة بزجاج S وزجاج R التقليدي- لها الفوائد التالية: (1) معامل مرونة أكبر؛ (2) درجة حرارة إسالة أقل تقلل من مخاطر التبلر وتزيد من فعالية سحب الألياف؛ درجة حرارة تبلر قصوى مرتفعة نسبيًا مما يستلزم المزيد من الطاقة لتكون ونمو الأنوية البلورية في عملية تبلر الزجاج، أي تقل المخاطر المحتملة لتبلر زجاج هذا الاختراع تحت نفس الظروف؛ (3) انخفاض عدد الفقاعات وبالتالي صقل الزجاج المنصهر بشكل أفضل.

لا يسمح زجاج S وزجاج R التقليدي بالإنتاج واسع النطاق في أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة، ويُستغنى عن بعض خواص زجاج R المحسن في سبيل تقليل درجة حرارة الإسالة ودرجة حرارة التكوُّن، وبذلك يتم الحد من الصعوبات المتعلقة بالإنتاج ويتاح الإنتاج في أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة. في المقابل، تنخفض درجتا حرارة إسالة وتكوُّن الزجاج لتركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع مما يتيح الإنتاج في أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة مع زيادة معامل الزجاج بدرجة كبيرة، وبذلك يُتغلَّب على مشكلة العجز عن تحسين معامل الألياف الزجاجية S وR عند الإنتاج على نطاق واسع.

قد تُستخدَّم تركيبة الألياف الزجاجية، وفقًا للاختراع، في تصنيع ألياف زجاجية بالسمات الفائقة السابق ذكرها.

قد تُستخدَّم تركيبة الألياف الزجاجية، وفقًا للاختراع، مع مادة عضوية و/أو غير عضوية واحدة أو أكثر في تحضير مواد مركبة ذات أداء فائق، كالمواد الأساسية المقواة بألياف زجاجية.

ختامًا، يرجى العلم بأن مصطلح "يشتمل على" أو "يحتوي على" أو ما شابههما يعني "يشتمل بصورة غير حصرية على"، ومن ثم فإن وصف أية عملية أو طريقة أو منتج أو جهاز باشتماله على مجموعة عوامل يعني احتوائه على العوامل المذكورة وغيرها من العوامل غير المذكورة بالتحديد، وقد تحتوي على العوامل المعتاد تواجدها في هذه العملية أو الطريقة أو الجهاز أو البند. لا يعني وصف عملية أو طريقة أو منتج أو جهاز ما بأنه "مشتمل على العوامل..." عدم اشتمال غيرها من العمليات أو الطرق أو المنتجات أو الأجهزة على العوامل المنصوص عليها.

تُطرَّح الأمثلة السابقة بغرض توضيح الحلول التقنية التي يطرحها الاختراع دون حصره على هذه الأمثلة. على الرغم من وصف الاختراع بالتفصيل من خلال الأمثلة السابقة، فيمكن لصاحب المهارة في المجال إجراء تعديلات

على هذه الحلول التقنية المتضمنة في الأمثلة السابقة أو استبدال بعض سماتها التقنية بأخرى. ولا تُخرج هذه التعديلات الحلول التقنية الناتجة عنها عن مجال تلك المتضمنة في نماذج الاختراع.

قابلية التطبيق الصناعي للاختراع

تتسم تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع بدرجة حرارة إسالة ودرجة حرارة تكوُّن منخفضة نسبيًا مما يسمح بالإنتاج في أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة مع زيادة معامل الزجاج بدرجة كبيرة، وبذلك يُتغلَّب على مشكلة العجز عن تحسين معامل الألياف الزجاجية S وR عند الإنتاج على نطاق واسع. مقارنة بأنواع الزجاج مرتفعة المعامل السائدة حاليًا، فإن تركيبة الألياف الزجاجية وفقًا للاختراع تمثل انطلاقة في المجال من حيث المعامل المرن، وأداء التبلر، وأداء صقل الزجاج، مع تحسُّن المعامل إلى حد كبير والحد من مخاطر التبلر وخفض عدد الفقاعات المتكونة نسبيًا تحت نفس الظروف. بذلك، ييسر الحل التقني الشامل للاختراع الإنتاج واسع النطاق في أفران مبطنة بمادة مقاومة للحرارة.

عناصر الحماية

1- تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%64-55
Al2O3	%24-13
Y2O3	%1.6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
Li2O+Na2O+K2O	%2 >
TiO2	%2 >
Fe2O3	%1.5 >
La2O3	%1.2-0

حيث تزيد نسبة وزن C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3) عن 0.26.

2- تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل حيث تتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) المحددة من 0.8 إلى 2.1.

3- تركيبة ألياف زجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%60.4-65
Al2O3	%24-13
Y2O3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >

SrO	%3 >
Li2O+Na2O+K2O	%2 >
TiO2	%2>
Fe2O3	%1.5>
La2O3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن C1= (Li2O+Na2O+K2O)/Y2O3 عن 0.26 .؛

4- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح مدى محتوى Li2O من 0.1 إلى 1.5% بالوزن.

5- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتراوح مدى محتوى SrO المحدد من 0.1 إلى 2.5% بالوزن.

6- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1 أو 2، حيث يتراوح مدى محتوى MgO المحدد من 8.6 إلى 13% بالوزن.

7- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 2 أو 4، حيث يتراوح مدى محتوى Y2O3 المحدد من 0.5 إلى 5% بالوزن.

8- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%60.4-56
Al2O3	%24-13
Y2O3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8

CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
Li2O	%1.5-0.1
Li2O+Na2O+K2O	%2 >
TiO2	%2>
Fe2O3	%1.5>
La2O3	%1.2-0

حيث،تزيد نسبة وزن C1= (Li2O+Na2O+K2O)/ (Y2O3+La2O3) عن 0.26، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.8 إلى 2.1.

9- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%60.4-56
Al2O3	%24-13
Y2O3	%5-0.5
CaO	%10.9-3.4
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
SrO	%3 >
Li2O	%1.5-0.1
Li2O+Na2O+K2O	%2 >
TiO2	%2>
Fe2O3	%1.5>
La2O3	%1.2-0

حيث تزيد نسبة وزن C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3) عن 0.28، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.8 إلى 2.1.

10- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%60.4-57
Al2O3	%24-14
Y2O3	%5-0.5
CaO	%10.6-5
MgO	%14-8
CaO+MgO+SrO	%21 >
SrO	%3 >
Li2O	%1-0.1
Li2O+Na2O+K2O	%2 >
TiO2	%2>
Fe2O3	%1.5>
La2O3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن C1= (Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3) عن 0.28، وتتراوح نسبة وزن C2= MgO/(CaO+SrO) من 0.8 إلى 2.1.

11- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يزيد محتوى MgO بالوزن عن 12% ويقل عن 13%.

12- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1، تشتمل على المكونات التالية بنسب الوزن المذكورة:

SiO2	%64-55
Al2O3	ما يزيد عن 19% ويقل عن 21%
Y2O3	%6-0.1
CaO	%10.9-3.4
MgO	%10.5-8
CaO+MgO+SrO	%22 >
Li2O+Na2O+K2O	%1 ≥
TiO2	%2>
Fe2O3	%1.5>
La2O3	%1.2-0

بالإضافة إلى ذلك، تزيد نسبة وزن C1=

(Li2O+Na2O+K2O)/(Y2O3+La2O3) عن 0.26.

13- تركيبة الألياف الزجاجية مرتفعة المعامل وفقًا لعنصر الحماية 1 أو 12، حيث يتراوح محتوى CeO2 بالوزن من 0% إلى 1%.

14- ألياف زجاجية تُنتَّج من أية تركيبة من تركيبات الألياف الزجاجية المذكورة في عناصر الحماية 1 إلى 13.

15- مادة مركبة تتسم باشتمالها على الألياف الزجاجية المذكورة في عنصر الحماية 14.

MA 42576B1

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 : 42576	Date de dépôt : 07/03/2016 Date d'entrée en phase nationale : 18/05/2018
Déposant : JUSHI GROUP CO., LTD.	Date de priorité: 29/02/2016
Intitulé de l'invention : COMPOSITION DE FIBRE DE VERRE À HAUT MODULE, ET FIBRE DE VERRE ET MATÉRIAU COMPOSITE ASSOCIÉ	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C 03C 3/087, C 03C 13/00	

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** : 05/09/2019
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 :

- Revendications
  1-15

☐ 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 1-15 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-15 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-15 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US 2015018194 A1

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-15. Par conséquent, l'objet des revendications 1-15 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 D1, considéré comme l'état de l'art le plus proche de l'objet de la revendication 1, décrit une composition de verre pouvant être fibrée, une fibre formée par la composition et un matériau composite comprenant la fibre. D1 décrit spécifiquement la composition de la fibre de verre (% en poids): 59,85% de SiO2, 15,58% de A12O3, 0,27% de Fe2O3, 11,05% de CaO, 8,70% de MgO, 0,20% de Na2O, 0,09% de K2O, 2,88 % de Y203, 0,61% de TiO2, 0,76% de Li 20, 0,02% de SO3, avec un module de fibre de 91,1 GPa (voir la description, paragraphes [0173] - [0175], tableau 1, exemple 23).

L'objet de la revendication 1 diffère de D1 par les teneurs suivantes :

- Un pourcentage de poids d'Al2O3 est de 16.8-24%;
- Un pourcentage de poids de Y2O3 est de 3-6%;
- Un pourcentage de poids de CaO est de 3.4-9.9%;
- Un pourcentage de poids de MgO est de 9.3-14%.

Le problème à résoudre peut être considéré comme la fourniture d'une composition alternative à celle de D1.

La solution proposée par la présente demande est considérée comme inventive étant donné que la teneur de chaque élément de Al2O3, Y2O3, CaO, MgO peut affecter les

caractéristiques de la composition du verre. En effet, Al2O3 peut affecter les propriétés mécaniques du verre, Y2O3 permet d'augmenter le module de verre et d'inhiber la cristallisation du verre, les quantités introduites de CaO et de MgO ont un effet sur la cristallisation du verre. Ainsi, l'homme du métier ne trouve aucune incitation de l'état de l'art D1 lui permettant de choisir les teneurs des éléments Al2O3, Y2O3, CaO, MgO pour produire leurs effets sans faire preuve d'esprit inventif.

Ainsi, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications 2-15 implique lui aussi une activité inventive conformément à l'article 26 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.