

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 janvier 2016 (14.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/005681 A1

(51) Classification internationale des brevets :
C03B 5/20 (2006.01) *C03B 5/185* (2006.01)
C03B 5/03 (2006.01) *C03C 3/091* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/051809

(22) Date de dépôt international :
1 juillet 2015 (01.07.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1456580 8 juillet 2014 (08.07.2014) FR

(71) Déposant : SAINT-GOBAIN ISOVER [FR/FR]; 18 Avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs : CLATOT, Richard; 79 rue du Général de Gaulle, F-60700 Fleurines (FR). MAUGENDRE, Stéphane; 21 rue Gaston Wateau, F-60460 Precy sur Oise (FR). SZALATA, François; 21 rue des Lilas, F-60290 Laigneville (FR).

(74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE; Département Propriété Industrielle, 39 Quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

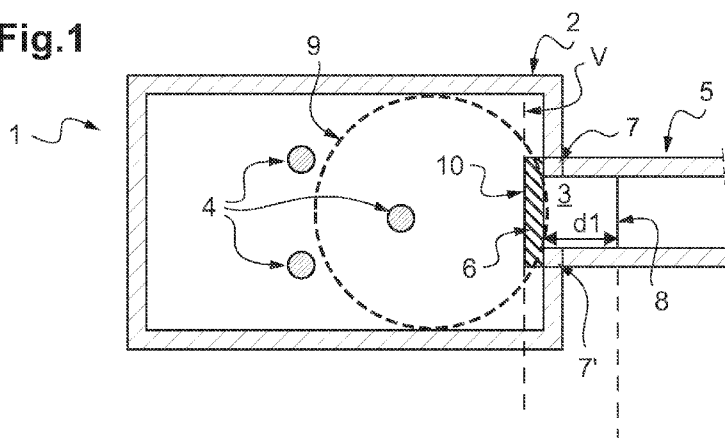
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : GLASS MELTING DEVICE COMPRISING A FURNACE, A DUCT AND A BARRIER

(54) Titre : DISPOSITIF DE FUSION DU VERRE COMPRENANT UN FOUR, UN CANAL ET UN BARRAGE

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to a glass melting device comprising a furnace which includes electrodes that are in contact with the mass of vitrifiable materials, further includes a lateral opening that is connected to a duct distributing melted glass, and a removable barrier that penetrates into the glass in or upstream of the opening in such a way that a vertical plane extending along the upstream surface of the barrier touches the largest horizontal circle that can be drawn furthest downstream in the furnace without taking into account the barrier, said largest circle being at the level of the highest side of the bottom of the duct. The device provides good-quality glass that can be fed to a fiber-producing device.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



L'invention concerne un dispositif de fusion du verre comprenant un four muni d'électrodes en contact avec la masse de matières vitrifiables, ledit four comprenant une ouverture latérale reliée à un canal de distribution du verre fondu, un barrage amovible plongeant dans le verre dans ou devant l'ouverture de sorte qu'un plan vertical passant par la face amont du barrage touche le plus grand cercle horizontal pouvant s'inscrire le plus en aval dans le four hors barrage, ledit plus grand cercle étant à la hauteur de la plus haute côte de la sole du canal. Le dispositif délivre un verre de bonne qualité pouvant alimenter un dispositif de fibrage.

DISPOSITIF DE FUSION DU VERRE COMPRENANT UN FOUR, UN CANAL ET UN BARRAGE

L'invention concerne un dispositif de fusion de verre comprenant un four électrique à voûte froide pour la préparation de verre fondu.

Le dispositif selon l'invention comprend un four électrique muni d'électrodes en contact avec la masse de matières vitrifiables, un canal reliant le four à un dispositif de transformation du verre fondu, et un barrage plongeant dans le verre empêchant la matière première non fondue et surnageante de passer par le canal et d'aller jusqu'au dispositif de transformation du verre. Dans ce type de dispositif, le barrage est habituellement placé dans le canal. Cependant, on s'est aperçu que le barrage pouvait retenir du verre figé pour le larguer ensuite de façon incontrôlée sous forme de particules solides dans le verre fondu. Un tel comportement est nuisible à la qualité du verre produit, notamment lorsque celui-ci doit alimenter des filières de fibrage. Pour pallier ce défaut, on a eu l'idée de placer le barrage non pas dans le canal, mais plus en amont, juste à la sortie du four. A cet endroit, le verre est plus chaud et est le siège de courants de convection, ces deux facteurs empêchant la formation de verre figé sur le barrage. La qualité du verre s'en trouve ainsi améliorée.

Le four utilisé dans le cadre de l'invention est un four dit à voûte froide permettant de fondre des matières vitrifiables par la chaleur dégagée par effet Joule à partir d'électrodes plongeant dans les matières vitrifiables. La composition solide de matières vitrifiables est apportée par le dessus et forme une couche supérieure, également appelée croûte, recouvrant complètement le bain de matières en fusion. Selon l'art antérieur, les matières fondues sont extraites par la sole ou latéralement par une gorge pour passer dans un canal de distribution alimentant des dispositifs de fibrage. Un fibrage peut avoir lieu en continu directement après la fusion des matières vitrifiables. Lorsqu'une gorge est utilisée entre le four et le canal de distribution, on observe l'usure rapide des réfractaires délimitant la gorge, en particulier la partie supérieure de celle-ci. En effet, malgré l'utilisation de systèmes de refroidissement permettant de limiter l'attaque des réfractaires par les matières fondues à haute température, ces réfractaires doivent généralement être remplacés plus rapidement que les autres éléments en

réfractaire du four. Un tel remplacement nécessite en outre l'arrêt du four. De plus, une gorge est plus facilement sujette à la formation d'un bouchon lorsque le four est mis en mode veille pour maintenance ou en cas de coupure électrique. L'élimination du bouchon de verre solidifié est souvent impossible et nécessite
5 souvent la destruction et reconstruction de la gorge.

Ce type de fabrication fonctionne généralement avec des tirées comprises entre 5 et 100 tonnes par jour. C'est le passage du verre dans les filières de fibrage qui limite la tirée. La transformation en fibres est donc l'étape déterminante du flux de verre au travers de tout le procédé (tirée). Ce type de four aux
10 dimensions relativement modestes (surface interne de sole comprise entre 1 m² et 30 m²) est très flexible et peut être arrêté facilement à tout moment selon les circonstances. Il peut généralement fonctionner sans discontinuer entre 24 heures et 6 mois, voire plus.

Le US6314760 enseigne un four circulaire à électrodes et à sole conique alimentant un canal de distribution, le flux de verre entre le four et le canal passant
15 par un tube en molybdène entouré d'une enveloppe parcourue par de l'eau de refroidissement.

Le US3912488 enseigne un four circulaire à électrodes et à sole conique comprenant un orifice d'extraction des matières fondues au niveau du sommet du
20 cône de la sole, ledit orifice étant refroidi par une circulation d'eau.

Le WO2013098504 enseigne un procédé de fabrication de fibres minérales, le flux de matière vitrifiable fondue entre le four et le canal de distribution passant sous un barrage métallique réglable en hauteur comprenant une enveloppe refroidie par un courant de fluide de refroidissement. Le réglage de la hauteur du
25 barrage permet d'influer sur la température du verre à fibrer pour l'amener dans la plage de viscosité souhaitée pour le fibrage. La hauteur du barrage ne régule que la température et pas le débit de verre.

Le US2002/0000101 enseigne un dispositif de fusion du verre comprenant un four circulaire muni d'une ouverture constituée par un tube en molybdène.

30 Le WO2004/052054 enseigne un four muni d'électrodes comprenant un barrage plongeant dans le verre et maintenu seulement par la voûte. Ce barrage n'est pas amovible.

Le US2559683 enseigne un barrage amovible placé dans un bassin d'affinage. Le barrage ne sert qu'à retenir de la matière première non fondue surnageante dans le four. Le bassin d'affinage est aussi profond que le four.

Le GB714292 enseigne un barrage séparant deux compartiments d'un four,
5 un compartiment de fusion et un compartiment d'affinage. Le verre est chauffé de part et d'autre du barrage et le point chaud du verre se situe vis-à-vis de la face aval du barrage. Le barrage ne sert qu'à retenir de la matière première non fondue surnageante dans le four.

L'invention concerne en premier lieu un dispositif de fusion du verre
10 comprenant un four muni d'électrodes en contact avec la masse de matières vitrifiables, ledit four comprenant une ouverture latérale reliée à un canal de distribution du verre fondu, un barrage amovible plongeant dans le verre dans le four. Dans le canal, et déjà à partir de son passage sous le barrage, le verre est de préférence en écoulement piston, sans courant retour de convection. Le canal
15 est suffisamment peu profond pour empêcher les courants de retour. Le barrage plonge suffisamment profondément dans le verre pour que le verre passé sous lui ne participe pas à un courant de retour vers le four.

Selon l'invention, le barrage est à proximité de l'ouverture, dans le four devant l'ouverture ou dans l'ouverture et dans ce cas juste en sortie du four. Si
20 l'on considère le plus grand cercle horizontal pouvant s'inscrire dans le four, hors barrage, et le plus en son aval, alors un plan vertical passant par la face amont du barrage touche ce cercle. Ce cercle est pris dans le plan horizontal passant par la plus haute côte de la sole du canal. Pour trouver le placement de ce cercle, on ne prend pas en compte le barrage, d'où l'expression « hors barrage ». Notamment,
25 le barrage est de préférence dans le four et devant l'ouverture, en appuis contre les parois latérales du four de part et d'autre de l'ouverture. Le barrage est alors plus large que l'ouverture du four. Les réfractaires de part et d'autre de l'ouverture peuvent être qualifiés de « jambage » et constituent de bons appuis pour la face aval du barrage. Si la face amont du barrage n'est pas verticale mais un peu
30 inclinée par rapport à la verticale, il suffit qu'il existe au moins un plan vertical passant par la face amont du barrage et touchant ce cercle précédemment défini pour que la condition sur la position du barrage selon l'invention soit remplie. Que le barrage soit dans le four ou dans l'entrée du canal, il est préférable qu'il soit en

contact avec des parois latérales réfractaires, notamment les parois latérales du four ou celles du canal de façon à ce que le verre allant dans le canal soit obligé de passer sous le barrage et ne puisse pas passer par les côtés. Ceci évite avantageusement le passage dans le canal de matière première non fondue.

5 Comme déjà dit, le barrage est avantageusement dans le four.

Le positionnement du barrage selon l'invention est idéal pour éviter les dépôts de verre non fondu sur le barrage du fait de sa proximité avec les électrodes, ledit barrage étant en une zone plus chaude que dans le canal, et du fait qu'il est dans des mouvements de convection du verre fondu dans le four.

10 L'utilisation du barrage amovible selon l'invention permet de fonctionner en mode stop & go, c'est-à-dire que l'on peut arrêter le dispositif et le redémarrer sans avoir à fracturer des réfractaires pour la remise en route. Le fait que le barrage soit dans la zone de fusion permet de développer une courroie de convection entre les électrodes et les parois du four, barrage inclus. Des modélisations ont prouvé qu'il
15 n'y avait pas suffisamment de courroie de convection lorsque le barrage est trop loin dans le canal.

L'ouverture du four servant à la coulée du verre par le canal est latérale, ce qui signifie qu'elle se trouve dans une paroi latérale du four, ladite paroi étant généralement verticale.

20 Le barrage peut être en acier et refroidi par un fluide tel que de l'air ou de l'eau. Il peut aussi être en molybdène, en un alliage de métaux réfractaires, en céramique, en platine, en céramique ou réfractaire revêtue de platine, en alliage de métaux réfractaires revêtu de platine, en molybdène revêtu de platine, étant entendu qu'avec ces matériaux, il peut être non refroidi ou refroidi par un courant
25 intérieur d'un fluide de refroidissement comme de l'air ou de l'eau.

Le barrage retient les matières premières non fondues surnageantes dans le four. Le barrage est amovible au moins verticalement. Sa faculté d'être mobile verticalement donne la possibilité d'ajuster sa hauteur. Généralement, on le fait plonger dans le verre d'une hauteur h_1 à partir du dessous de la croûte de
30 matières premières, h_1 étant de préférence d'au moins 150 mm. La croûte de matière première a généralement une épaisseur comprise entre 80 et 350 mm. La hauteur h_2 de verre sous le barrage est de préférence d'au moins 100 mm. De préférence, la hauteur de verre h_2 sous le barrage est inférieure à la hauteur h_1

du barrage en contact avec le verre fondu sous la croûte de matières premières. Cette position du barrage conduit à l'augmentation du temps de séjour du verre en fusion dans le four, ce qui est favorable à la réduction, voire la disparition des particules infondues mélangées au verre fondu. Le barrage est avantageusement amovible latéralement, ce qui facilite son décollement d'avec la paroi latérale du four contre laquelle il est en contact. Sa faculté d'être mobile latéralement permet son décollement de la paroi latérale du four. La position du barrage dans le four en appui contre les parois latérales du four de part et d'autre de l'ouverture permet cette mobilité latérale. Vu du dessus, le four peut avoir une forme polygonale, notamment carrée ou rectangulaire, ou être circulaire. La sole du four peut être plate ou peut comprendre une surface inclinée. La surface inclinée de la sole permet d'entraîner la matière vitrifiable fondue vers le point le plus bas de la sole en début de fusion. En effet, il est avantageux de rassembler le faible volume de matière vitrifiable fondue au début du remplissage du four pour former un point chaud accumulant la chaleur. Cela permet d'aller plus vite en début de remplissage et en quelque sorte d'amorcer le fonctionnement du four. La surface inclinée peut-être celle d'un cône renversé dont le sommet est le point le plus bas de la sole du four. Il peut également s'agir d'un plan incliné dont l'intersection avec la paroi cylindrique du four constitue une ligne courbe, laquelle présente un point le plus bas de la sole. D'autres formes sont possibles. De préférence, les électrodes sont à proximité de l'endroit où sont introduites les matières premières. Ainsi, si celles-ci sont susceptibles d'être introduites successivement en plusieurs endroits, on prévoit avantageusement de pouvoir déplacer les électrodes afin de pouvoir leur faire suivre l'endroit d'introduction des matières premières.

25 L'intérieur du four est muni de réfractaires venant en contact avec les matières vitrifiables, tant au niveau de la sole que de la paroi latérale. La paroi latérale comprend généralement une enveloppe métallique extérieure en contact avec l'air ambiant. Cette enveloppe métallique comprend en général deux cloisons entre lesquelles circule un fluide de refroidissement comme de l'eau de refroidissement.

30

Des électrodes sont au contact des matières vitrifiables pour les chauffer par effet joule. Les électrodes peuvent arriver dans le verre au travers de la sole, ou plonger par le dessus. Ces électrodes comprennent généralement une partie

en molybdène au contact des matières vitrifiables. Pour le cas d'électrodes plongeant dans le verre par le dessus, elles peuvent de plus comprendre une partie en acier non en contact avec le verre, au-dessus des matières vitrifiables, reliées à une tension électrique. L'introduction des électrodes par le dessus
5 présente plusieurs avantages par rapport à la configuration selon laquelle les électrodes passeraient par la sole. Notamment, le passage par la sole nécessite la réalisation de blocs d'électrodes faisant le lien entre l'électrode et la sole, blocs particulièrement délicats à réaliser du fait que la sole est aussi refroidie par une enveloppe métallique. Le nombre d'électrodes est adapté en fonction de la taille et
10 de la tirée du four.

Le four est équipé de moyens d'introduction des matières vitrifiables, ce qui inclut le calcin. Celles-ci sont généralement en poudre, voire en granulés, généralement jusqu'à un diamètre de 10 mm, ce qui signifie que plus de 90% du poids de la matière vitrifiable est composé de particules, les deux points les plus
15 éloignés de chaque particule étant inférieur à 10 mm. Les matières vitrifiables sont réparties de façon homogène sur toute la surface interne du four pour former une croûte recouvrant les matières fondues. Comme moyen d'introduction des matières vitrifiables, on peut utiliser une enfourneuse alimentant le four par le dessus. Les matières vitrifiables sont projetées de façon uniforme sur toute la
20 surface interne du four. Les matières vitrifiables non encore fondues forment une croûte en surface au-dessus des matières vitrifiables fondues. Cette croûte forme un écran thermique limitant les pertes thermiques par le dessus. Le four n'est généralement pas équipé de moyens d'agitation des matières vitrifiables (pas d'agitateur mécanique ni de brûleur immergé) sauf éventuellement du type
25 bouillonneur.

La surface de verre dans le four en contact avec l'atmosphère du four, est généralement comprise entre 1 et 30 m². En fonctionnement, la profondeur de matières vitrifiables (fondues + non fondues) est généralement comprise entre 200 et 1000 mm, et de préférence entre 300 et 800 mm, voire entre 400 et 600 mm. La
30 tirée en fonctionnement du dispositif peut généralement être comprise entre 5 et 100 tonnes par jour.

Le canal de distribution peut comprendre au moins un orifice en sa sole. Il peut en comprendre 2 ou 3 ou plus selon le nombre de dispositifs de

transformation, notamment de fibrage, à alimenter simultanément. Le filet de matières vitrifiables fondues tombant au travers de cet orifice peut ensuite être orienté vers une machine de fibrage. Le flux de verre dans le canal est laminaire.

La transformation en fibres peut être réalisée par un dispositif dit de centrifugation interne. Le principe du procédé de centrifugation interne est bien connu en lui-même de l'homme du métier. Schématiquement, ce procédé consiste à introduire un filet de matière minérale fondue dans un centrifugeur, encore appelé assiette de fibrage, tournant à grande vitesse et percé à sa périphérie par un très grand nombre d'orifices par lesquels la matière fondue est projetée sous forme de filaments sous l'effet de la force centrifuge. Ces filaments sont alors soumis à l'action d'un courant annulaire d'étirage à température et vitesse élevées longeant la paroi du centrifugeur, courant qui les amincit et les transforme en fibres. Les fibres formées sont entraînées par ce courant gazeux d'étirage vers un dispositif de réception généralement constitué par un tapis perméable aux gaz. Ce procédé connu a fait l'objet de nombreux perfectionnements dont notamment ceux enseignés dans les demandes de brevet européen EP0189534, EP0519797 ou EP1087912.

Le dispositif selon l'invention est adapté à la fusion de tous types de verre.

Le dispositif selon l'invention peut notamment être utilisé pour fondre des verres pour fibres aux compositions décrites dans l'un ou l'autre des documents WO99/57073, WO99/56525, WO00/17117, WO2005/033032, WO2006/103376. La température de fibrage idéale dépend de la composition de la matière fondue.

Généralement, on cherche à ce que sa viscosité soit comprise entre 25 Pa.s et 120 Pa.s.

Ainsi, l'invention concerne également un procédé de préparation de verre comprenant la fusion de matières vitrifiables par le dispositif selon l'invention. Selon ce procédé, le canal du dispositif peut alimenter un dispositif de fibrage de laine de verre.

Le verre final peut avoir une composition (composition A) comprenant :

SiO₂ : 35 à 80% en poids,
Al₂O₃ : 0 à 30% en poids,
CaO+MgO : 5 à 35% en poids,
Na₂O+K₂O : 0 à 20% en poids,

étant entendu qu'en général,

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ est compris dans le domaine allant de 50 à 80% en poids et que $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3$ est compris dans le domaine allant de 5 à 30% en poids.

Les matières vitrifiables introduites peuvent correspondre à la composition d'une laine de verre (composition B) et comprendre:

- 5 SiO_2 : 50 à 75% en poids
- Al_2O_3 : 0 à 8% en poids
- $\text{CaO} + \text{MgO}$: 5 à 20% en poids
- Oxyde de fer : 0 à 3% en poids
- 10 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: 12 à 20% en poids
- B_2O_3 : 2 à 10% en poids .

Les matières vitrifiables introduites peuvent aussi correspondre à la composition d'une laine de verre riche en alumine (composition C) et comprendre:

- 15 SiO_2 : 35 à 50% en poids
- Al_2O_3 : 10 à 30% en poids
- $\text{CaO} + \text{MgO}$: 12 à 35% en poids
- Oxyde de fer : 2 à 10% en poids
- $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: 0 à 20% en poids .

20 Le verre dans le four a généralement une température supérieure à 1200°C. Il a par ailleurs généralement une température inférieure à 1700°C. Si le verre a la composition d'une laine de verre riche en alumine comme il vient d'être donné (composition C), alors sa température dans le four est généralement comprise entre 1350 et 1700°C. Si le verre a la composition d'une laine de verre

25 classique (composition B), alors sa température dans le four est généralement comprise entre 1200 et 1420°C. Dans le dispositif selon l'invention, la température la plus élevée pour le verre se situe dans le four et jamais après le barrage. Le point le plus chaud pour le verre est donc dans le four, vis-à-vis de la face amont du barrage. Le dispositif selon l'invention est en effet suffisamment efficace pour

30 fondre le verre sans qu'il ne soit nécessaire de prévoir un compartiment d'affinage derrière le barrage.

La température est avantageusement suffisamment élevée pour que la viscosité η en poise du verre à 1 cm de la face amont du barrage soit telle que

$\log_{10} \eta < 2$. Cette relativement forte température permet de fluidifier le verre, ce qui à son tour permet l'établissement d'un fort courant de convection en sortie de four. Ce fort courant combiné avec le positionnement de la face amont du barrage en plein courant de convection empêche la formation de verre figée sur la face amont du barrage, éliminant de ce fait le largage incontrôlé et non-souhaité de particules en cours de fabrication. Cette viscosité est considérée à une distance de 1 cm de la face amont du barrage vers l'intérieur du four, au milieu de la largeur du barrage et à mi-hauteur de la profondeur du barrage en contact avec le verre.

Plus la matière vitrifiable absorbe les IR, plus les transferts thermiques sont limités et plus on observe un gradient thermique important de la sole à la croûte de matières premières surnageant au-dessus de la matière vitrifiable en fusion. Jusqu'à 3% en poids d'oxyde de fer, on considère que le verre absorbe peu les infra-rouges et la température du verre est sensiblement homogène dans le four. L'invention est particulièrement adaptée à la fusion de ce type de verre à faible teneur en oxyde de fer. Dans ce cas, la température du verre dans le four est généralement comprise entre 1200 et 1400°C.

Le canal de distribution peut alimenter notamment un dispositif de fibrage de laine de verre ou un dispositif de fabrication de verre creux comme des flacons ou bouteilles.

La figure 1 représente un dispositif selon l'invention vue de dessus.

La figure 2 représente le même dispositif que celui de la figure 1, vue de côté.

La figure 3 représente une comparaison de la distribution des températures selon que le barrage est dans le canal en a) ou dans le four en b).

La figure 4 représente un four selon le WO2013/098504 en perspective.

Les figures ne sont pas à l'échelle.

La figure 1 représente un dispositif selon l'invention vue de dessus. Il comprend un four 1 dont les parois latérales 2 forment un rectangle vu de dessus. Le four comprend une ouverture latérale 3. Des électrodes 4 en molybdène plongent dans les matières vitrifiables par le dessus pour chauffer celles-ci par effet Joule. Cette ouverture est reliée à un canal de distribution 5. Un barrage 6, placé dans le four 1, plonge dans le verre par le dessus. Ce barrage a une largeur plus grande que celle de l'ouverture et appuie sur les jambages 7 et 7' des parois.

Une marche montante 8 en début de canal fait baisser la hauteur de verre quand on passe du four au canal. La marche est à une distance d1 derrière le barrage, d1 étant de préférence supérieure à 250 mm. Le plus grand cercle 9 le plus en aval du four et s'inscrivant dans le four vu de dessus, hors barrage, est représenté en pointillés. Ce cercle virtuel touche les parois latérales et les deux jambages de part et d'autre de l'ouverture, puisque pour le placement de ce cercle, on ne prend pas en compte le barrage. La face amont 10 du barrage est à l'intérieur du cercle 9. Le plan vertical V passant par la face amont 10 du barrage touche bien ce cercle 9 puisqu'il le coupe en deux endroits. Le barrage est dans le four et en appui sur les parois latérales du four de part et d'autre de l'ouverture 3.

La figure 2 représente le même dispositif que celui de la figure 1, vue de côté. Les références communes à celles de la figure 1 désignent les mêmes éléments ou caractéristiques. Dans le four 1, une croûte de matières premières 20 non encore fondues surnage au-dessus du niveau de verre 21. Le barrage plonge dans le verre d'une profondeur h1 à partir du dessous de la croûte de matières premières. La hauteur de verre sous le barrage est h2. La hauteur h3 de verre dans le canal est inférieure à la hauteur de verre fondu h1+h2 dans le four. Le cercle 9 de la figure 1 se trouve à hauteur de la plus haute côte de la sole du canal 5, c'est-à-dire dans le plan horizontal H de la figure 2.

La figure 3 représente une comparaison de la distribution des températures selon que le barrage est dans le canal en a) ou dans le four en b). Dans ces configurations a) et b), l'ouverture latérale du four se situe au niveau de la face aval du barrage positionné selon la figure 3b). On voit notamment que la face du barrage tournée vers le centre du four (vers la gauche sur les figures) est plus chaude en b) qu'en a). Pour ces mesures, on a utilisé un four de surface de verre de 2,5 m² fonctionnant avec une tirée de 6,2 tonnes par jour. Le verre comprenait 65,7% de SiO₂, 17,1% de Na₂O+K₂O, 4,5% de B₂O₃, 2,05% de Al₂O₃, 8% de CaO et 2,5% de MgO. La température de sole était 1350°C.

La figure 4 représente un four selon le WO2013/098504 en perspective. Seule la forme générale est représentée pour montrer la place du barrage. Le four 40 est circulaire et le barrage 41 amovible verticalement est situé dans le canal 42 de sorte que le plus grand cercle horizontal pouvant s'inscrire le plus en aval dans le four ne peut pas toucher le barrage. Ce plus grand cercle correspond d'ailleurs

à la paroi interne circulaire du four. Selon cette disposition, le barrage est en zone assez froide et le barrage n'est pas amovible latéralement. En conséquence, il peut arriver que le barrage soit bloqué dans le canal et très difficile à dégager.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de fusion du verre comprenant un four (1) muni d'électrodes (4) en contact avec la masse de matières vitrifiables, ledit four comprenant une ouverture latérale (3) reliée à un canal de distribution (5) du verre fondu (21), un barrage amovible (6) plongeant dans le verre dans ou devant l'ouverture (3) de sorte qu'un plan vertical (V) passant par la face amont du barrage (6) touche le plus grand cercle horizontal (9) pouvant s'inscrire le plus en aval dans le four hors barrage, ledit plus grand cercle étant à la hauteur de la plus haute côte (H) de la sole du canal.
5
 2. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le barrage (6) est plus large que l'ouverture latérale (3) du four.
 3. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce que le barrage (6) est dans le four et en appui contre les parois latérales (7,7') du four de part et d'autre de l'ouverture (3).
10
 4. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce que le barrage (6) est amovible verticalement.
 5. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce que le barrage (6) est amovible latéralement.
 6. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce que le barrage (6) est en contact avec des parois latérales (7,7') du four ou du canal obligeant le verre fondu à passer sous le barrage (6) sans pouvoir passer par les côtés du barrage.
15
 7. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce qu'à partir de son passage sous le barrage (6), le verre est en écoulement piston.
20
 8. Dispositif selon l'une des revendications précédente, caractérisé en ce que les électrodes plongent dans le verre (21) par le dessus.
 9. Dispositif selon l'une des revendications 1, 7 ou 8, caractérisé en ce que le barrage (6) est plus large que l'ouverture latérale (3) du four et est dans le four, en appui contre les parois latérales (7,7') du four de part et d'autre de l'ouverture (3) et est mobile latéralement.
25
- 30

10. Procédé de préparation de verre comprenant la fusion de matières vitrifiables par le dispositif de l'une des revendications précédentes.
11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le canal (5) alimente un dispositif de fibrage de laine de verre.
- 5 12. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que le verre comprend :
- SiO_2 : 35 à 80% en poids,
 Al_2O_3 : 0 à 30% en poids,
 $\text{CaO}+\text{MgO}$: 5 à 35% en poids,
10 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 0 à 20% en poids.
13. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ est compris dans le domaine allant de 50 à 80% en poids et $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{B}_2\text{O}_3$ est compris dans le domaine allant de 5 à 30% en poids.
- 15 14. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que le verre comprend les éléments suivants :
- SiO_2 : 50 à 75% en poids
 Al_2O_3 : 0 à 8% en poids
 $\text{CaO}+\text{MgO}$: 5 à 20% en poids
20 Oxyde de fer : 0 à 3% en poids
 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 12 à 20% en poids
 B_2O_3 : 2 à 10% en poids .
15. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le verre comprend les éléments suivants :
- 25 SiO_2 : 35 à 50% en poids
 Al_2O_3 : 10 à 30% en poids
 $\text{CaO}+\text{MgO}$: 12 à 35% en poids
Oxyde de fer : 2 à 10% en poids
 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 0 à 20% en poids .
- 30 16. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la température du verre est suffisamment élevée pour que la viscosité η en poise du verre à 1 cm de la face amont du barrage soit telle que $\log_{10} \eta < 2$.

17. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la température du verre dans le four est comprise entre 1200 et 1700°C.
- 5 18. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la température la plus élevée du verre se situe dans le four, vis-à-vis de la face amont du barrage.
19. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la tirée est comprise entre 5 et 100 tonnes par jour.
- 10 20. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la hauteur de verre (h2) sous le barrage (6) est inférieure à la hauteur (h1) du barrage en contact avec le verre fondu sous la croûte (20) de matières premières.

Fig. 1

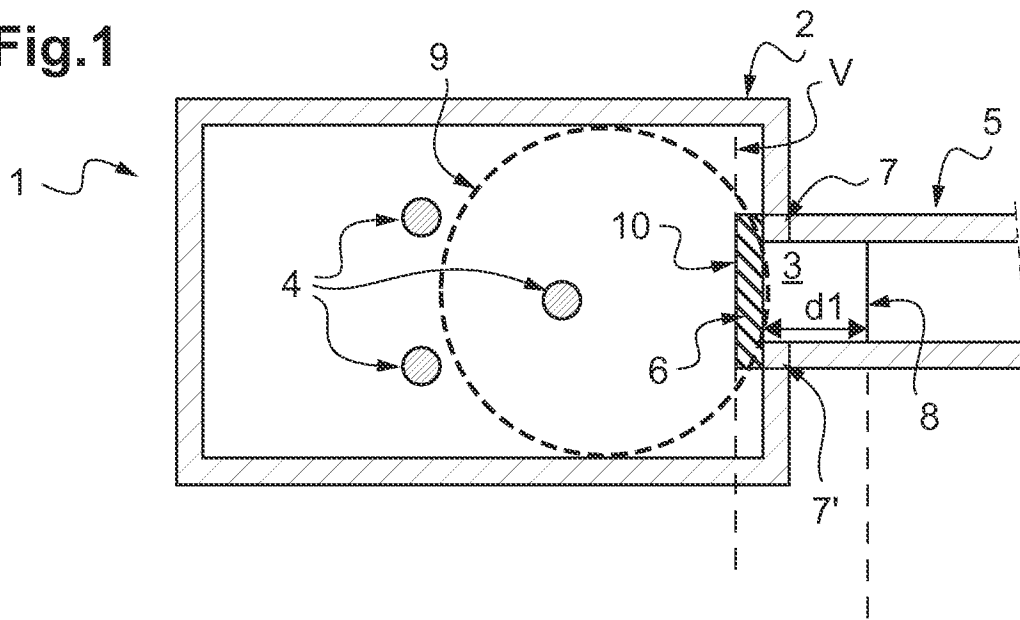


Fig.2

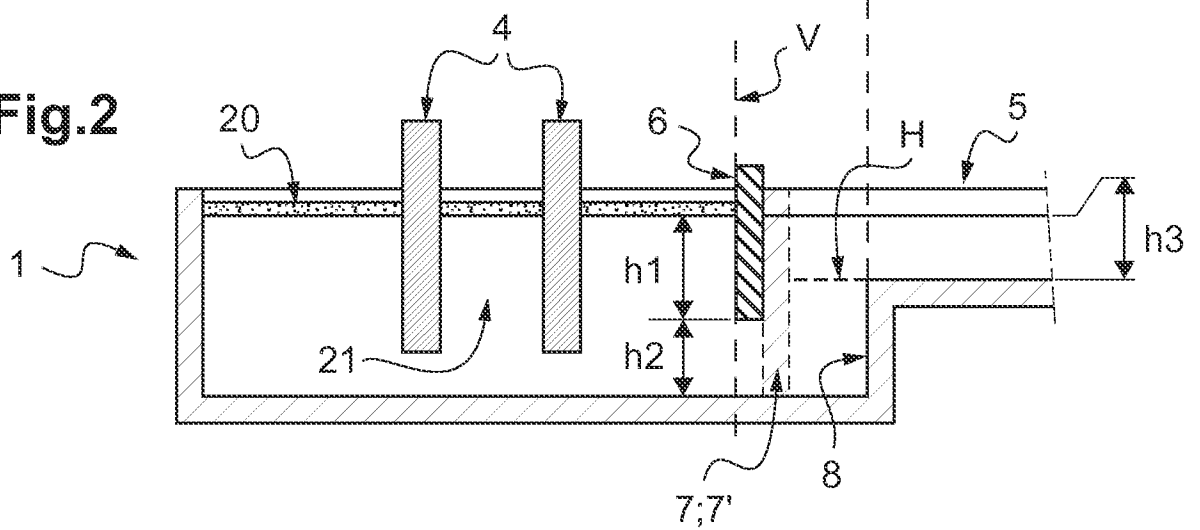


Fig. 3

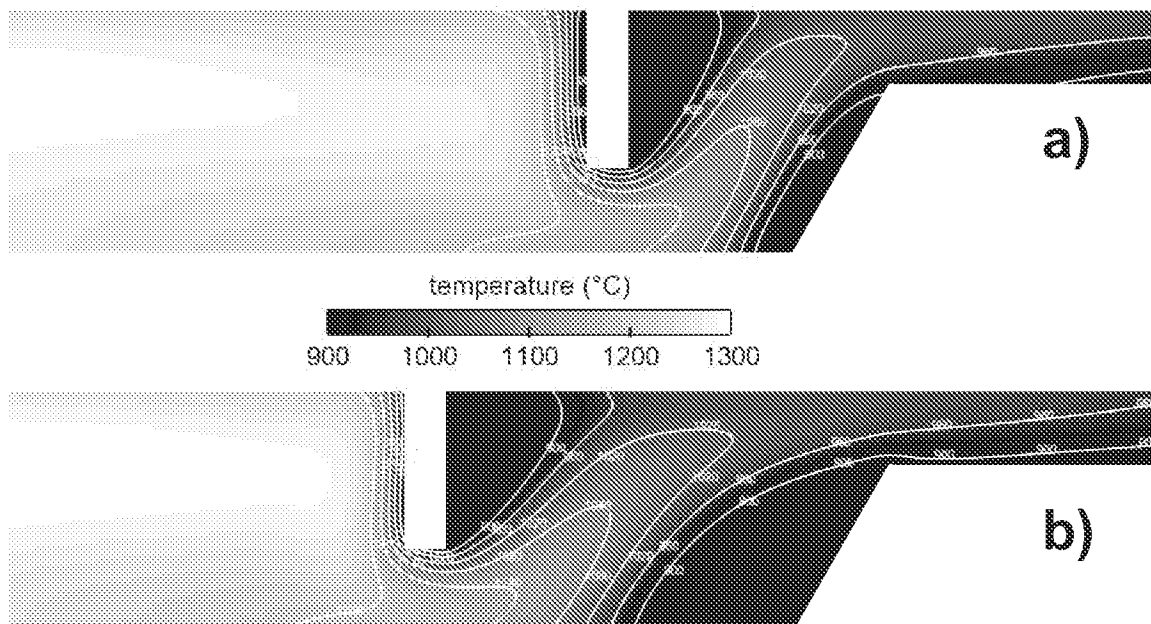
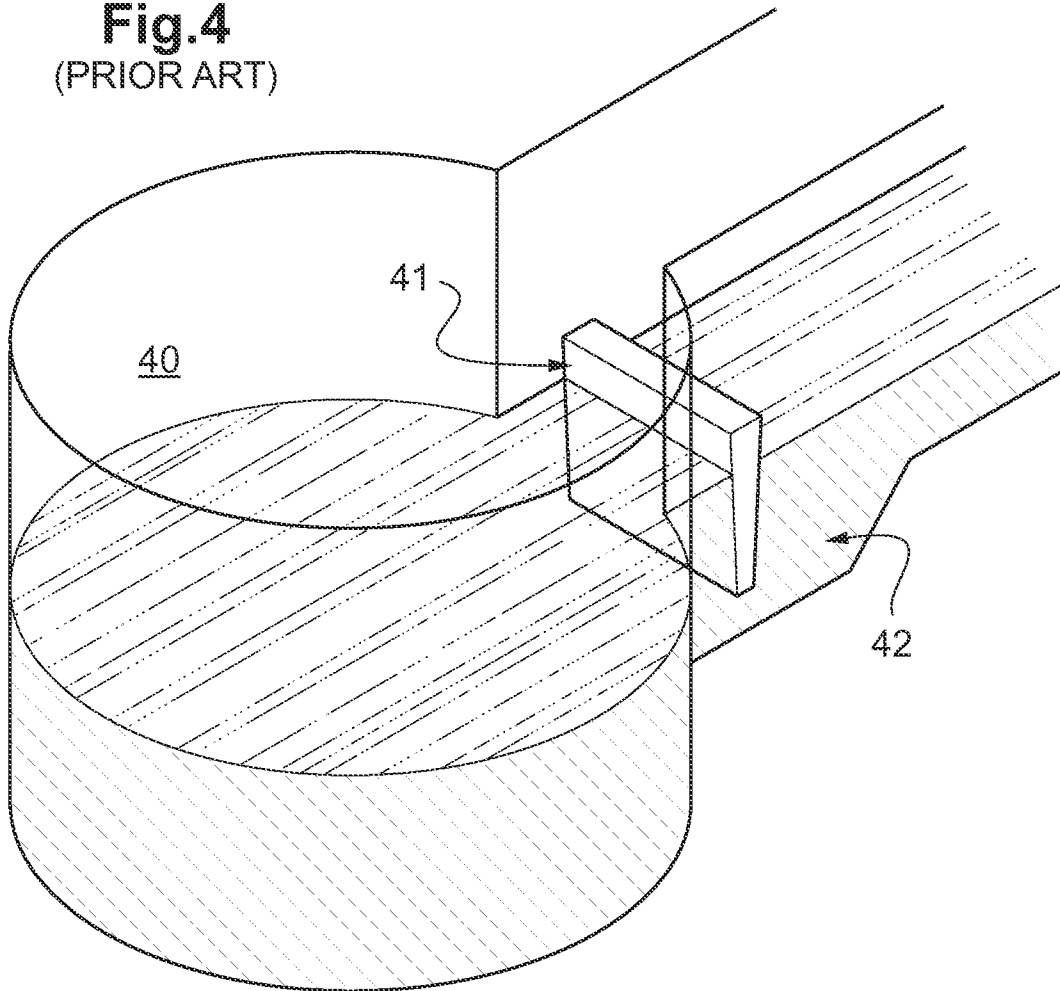


Fig.4
(PRIOR ART)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/051809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. C03B5/20 C03B5/03 C03B5/185 C03C3/091
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03B C03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/052054 A1 (SCHOTT GLAS [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]; EICHHOLZ RAINER [DE]; RAEKE GUI) 17 June 2004 (2004-06-17)	1,2,4,6, 7,10-20
A	page 49, lines 1-19; claim 12; figure 4 -----	3,5,8
X	US 2 559 683 A (SKINNER ROBERT E ET AL) 10 July 1951 (1951-07-10)	1-4,6-8, 10-20
A	column 3, lines 3-9; figure 5 column 4, lines 48-63 -----	5,9
X	GB 714 292 A (ALFRED AUGUSTUS THORNTON) 25 August 1954 (1954-08-25)	1-4,6-8, 10-20
A	page 2, lines 45-50; figures 1, 2 -----	5,9
X	WO 2013/098504 A1 (SAINT GOBAIN ISOVER [FR]) 4 July 2013 (2013-07-04)	1-4,6-8, 10-20
A	page 9, lines 12-25; claim 1; figure 1; table 1 page 1, line 3 -----	5,9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 October 2015

Date of mailing of the international search report

20/10/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Flügel, Alexander

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/051809

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004052054	A1	17-06-2004	
		AU 2003288186 A1	23-06-2004
		AU 2003289901 A1	23-06-2004
		DE 10393837 D2	13-10-2005
		EP 1568253 A1	31-08-2005
		JP 2006509179 A	16-03-2006
		JP 2006516046 A	15-06-2006
		KR 20050089810 A	08-09-2005
		KR 20050095825 A	04-10-2005
		US 2006137402 A1	29-06-2006
		US 2006144089 A1	06-07-2006
		WO 2004052053 A1	17-06-2004
		WO 2004052054 A1	17-06-2004
US 2559683	A	10-07-1951	
		NL 151861 B	13-10-2015
		US 2559683 A	10-07-1951
GB 714292	A	25-08-1954	
		NONE	
WO 2013098504	A1	04-07-2013	
		AU 2012360254 A1	14-08-2014
		CA 2861615 A1	04-07-2013
		CL 2014001750 A1	14-11-2014
		CN 104010978 A	27-08-2014
		CO 7020902 A2	11-08-2014
		EP 2797846 A1	05-11-2014
		FR 2985254 A1	05-07-2013
		JP 2015504839 A	16-02-2015
		KR 20140116389 A	02-10-2014
		NZ 627176 A	31-07-2015
		US 2014366584 A1	18-12-2014
		WO 2013098504 A1	04-07-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/051809

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C03B5/20 C03B5/03 C03B5/185 C03C3/091 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C03B C03C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2004/052054 A1 (SCHOTT GLAS [DE]; ZEISS STIFTUNG [DE]; EICHHOLZ RAINER [DE]; RAEKE GUI) 17 juin 2004 (2004-06-17)	1,2,4,6, 7,10-20
A	page 49, lignes 1-19; revendication 12; figure 4	3,5,8

X	US 2 559 683 A (SKINNER ROBERT E ET AL) 10 juillet 1951 (1951-07-10)	1-4,6-8, 10-20
A	colonne 3, lignes 3-9; figure 5 colonne 4, lignes 48-63	5,9

X	GB 714 292 A (ALFRED AUGUSTUS THORNTON) 25 août 1954 (1954-08-25)	1-4,6-8, 10-20
A	page 2, lignes 45-50; figures 1, 2	5,9

-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">13 octobre 2015</div>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">20/10/2015</div>	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Flügel, Alexander</div>	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	WO 2013/098504 A1 (SAINT GOBAIN ISOVER [FR]) 4 juillet 2013 (2013-07-04) page 9, lignes 12-25; revendication 1; figure 1; tableau 1 page 1, ligne 3 -----	1-4,6-8, 10-20 5,9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/051809

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2004052054 A1	17-06-2004	AU 2003288186 A1	23-06-2004
		AU 2003289901 A1	23-06-2004
		DE 10393837 D2	13-10-2005
		EP 1568253 A1	31-08-2005
		JP 2006509179 A	16-03-2006
		JP 2006516046 A	15-06-2006
		KR 20050089810 A	08-09-2005
		KR 20050095825 A	04-10-2005
		US 2006137402 A1	29-06-2006
		US 2006144089 A1	06-07-2006
		WO 2004052053 A1	17-06-2004
		WO 2004052054 A1	17-06-2004

US 2559683 A	10-07-1951	NL 151861 B	13-10-2015
		US 2559683 A	10-07-1951

GB 714292 A	25-08-1954	AUCUN	

WO 2013098504 A1	04-07-2013	AU 2012360254 A1	14-08-2014
		CA 2861615 A1	04-07-2013
		CL 2014001750 A1	14-11-2014
		CN 104010978 A	27-08-2014
		CO 7020902 A2	11-08-2014
		EP 2797846 A1	05-11-2014
		FR 2985254 A1	05-07-2013
		JP 2015504839 A	16-02-2015
		KR 20140116389 A	02-10-2014
		NZ 627176 A	31-07-2015
		US 2014366584 A1	18-12-2014
		WO 2013098504 A1	04-07-2013
