

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ FOUR A BRULEUR IMMERGE.

②② Date de dépôt : 28.09.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 03.04.20 Bulletin 20/14.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 01.01.21 Bulletin 20/53.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : ELLISON CHRISTOPHER, GUILLET
ANTOINE, MORIN PHILIPPE et KOWALEWSKI
PATRICK.

⑦③ Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER.

⑦④ Mandataire(s) : SAINT-GOBAIN RECHERCHE.

FR 3 086 740 - B1



FOUR A BRULEUR IMMERGE

L'invention concerne un four à brûleur immergé particulièrement adapté au recyclage de fragments de laine minérale et dont le rendement énergétique est avantageux.

5 Le US3294505 enseigne la fusion de matières vitrifiables dans un four à cubilot (« cupola furnace » en anglais) selon lequel des matières premières mélangées à du coke sont introduites dans un conduit vertical, un courant ascendant d'air traversant les matières premières pour brûler le coke, chauffer et provoquer la fusion de ces matières. La matière vitrifiable fondue est recueillie au
10 niveau inférieur du mélange de matières premières et de coke. Le coke est cependant une source très importante de CO₂. Par ailleurs, il est difficile d'introduire dans ce four de la matière première de faible granulométrie comme des fragments de laine minérale car les forts courants gazeux ascendants l'entraînent dans les cheminées.

15 Le EP2100858A1 a proposé de remplacer le coke par du gaz naturel en utilisant des brûleurs aériens. Des matières premières sont introduites dans un conduit vertical et retenues par une grille, un courant ascendant de gaz de combustion provenant de brûleurs aériens placés entre la matière fondue et la grille traverse la grille puis les matières premières provoquant la fusion de ces
20 matières. On recueille la matière vitrifiable fondue dans une cuve sous la grille, ladite matière vitrifiable fondue étant ensuite évacuée par écoulement au travers d'un orifice.

Les inventeurs de la présente invention ayant testé ce dernier type de configuration ont cependant constaté les inconvénients suivants :

25 - des fragments de laine minérale ajoutés à la matière première se volatilisent trop facilement compte tenu des forts courants gazeux traversant la matière première à contre-courant ou tendent à bloquer le passage desdits courants gazeux à travers la charge de matière première, réduisant l'efficacité énergétique du système ; pour pallier cet
30 inconvénient, les fragments de laine minérale peuvent être compactés sous forme de briquettes liées par un liant de type ciment, mais cela nécessite une préparation additionnelle onéreuse et la fusion du ciment

des briquettes génère des émissions d'oxydes de soufre non souhaitées ;

- la température de la matière fondue plafonne à environ 1450°C, ce qui est trop faible pour certaines applications ; le remplacement de l'air comme comburant par de l'oxygène permet de monter la température mais cela entraîne un coût énergétique rédhibitoire.

L'analyse du fonctionnement des fours ci-dessus décrits a montré que les radiations de flammes de brûleurs aériens traversent tellement mal la matière vitrifiable fondue que le transfert de chaleur procuré par ces brûleurs aériens est en fait essentiellement limité à la durée d'écoulement de la matière fondue de la matière première au-dessus de la grille jusqu'à la surface de la masse en fusion sous la grille, sans pouvoir pénétrer dans la profondeur du bain en fusion. En ce qui concerne cette masse fondue dans la cuve, les brûleurs aériens ne font que chauffer sa surface sans grand effet pour la matière fondue plus en profondeur.

Pour faire atteindre la température souhaitée (notamment environ 1550°C) à la matière vitrifiable fondue, l'usage d'oxygène pur est nécessaire mais il faut en plus produire une énergie de combustion énorme et très onéreuse.

On a maintenant conçu un four répondant aux inconvénients précités, ledit four combinant les éléments suivants :

- la matière vitrifiable dans la cuve est chauffée par combustion immergée ; de la chaleur est donc directement apportée dans la matière en fusion et l'absorption des radiations des flammes par la matière en fusion a un effet relativement modéré sur le transfert effectif de chaleur ;
- la combustion immergée est réalisée par combustion de gaz combustible (produisant moins de CO₂ que le coke), notamment de gaz naturel avec un comburant, de préférence riche en oxygène (c'est-à-dire à au moins 80% en volume d'oxygène) ; comme la combustion est réalisée au sein même de la matière fondue, le transfert énergétique est excellent et ne nécessite pas un fort excès de combustion pour atteindre la température souhaitée généralement supérieure à 1500°C ;
- les fragments de laine minérale sont introduits dans la cuve sous le niveau des matières fondues de sorte qu'ils ne se volatilisent pas ; la combustion immergée conduit à la fusion rapide de ces fragments de laine minérale.

Ainsi l'invention concerne en premier lieu un dispositif de fusion de matière vitrifiable comprenant un four muni d'au moins un brûleur immergé, un système d'alimentation du brûleur immergé en gaz combustible et en comburant, lequel comprend de préférence au moins 80% en volume d'oxygène, un système

5 d'alimentation du four en matière première comprenant des fragments de laine minérale sous la surface des matières vitrifiable en fusion, un système d'alimentation du four en matière première comprenant un conduit vertical apte à recevoir de la matière première par son côté supérieur et apte à conduire cette

10 conduit étant apte à recevoir les fumées de combustion provenant du four et à les conduire vers le haut au travers de la matière première dans le conduit, un moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit, ledit moyen étant disposé au-dessus de la surface de la matière vitrifiable en fusion et apte à retenir la matière première solide dans le conduit et apte à se laisser traverser par de la

15 matière première liquide descendant pour tomber dans la matière vitrifiable en fusion et apte à se laisser traverser par les fumées de combustion provenant du four pour monter dans le conduit.

Le moyen de soutien comprend généralement une grille disposée sensiblement horizontalement au-dessus du bain de matière vitrifiable en fusion.

20 La matière première introduite dans le conduit peut reposer directement sur la grille si la granulométrie de cette matière première et la dimension de maille de la grille permettent à la grille de retenir cette matière première. On peut également disposer directement sur la grille un lit de boulets réfractaire avant d'introduire la matière première dans le conduit. Ces boulet n'ont principalement pas vocation à

25 jouer le rôle de matière première mais il n'est pas exclu qu'ils enrichissent un peu la matière vitrifiable en un composé, notamment en alumine.

Le système d'alimentation du brûleur immergé en gaz combustible et en comburant comprenant de préférence au moins 80% en volume d'oxygène, comprend des sources en gaz combustible et en ce comburant, des canalisations

30 d'alimentation du brûleur immergé en gaz combustible et en ce comburant, un système de réglage des quantités de gaz combustible et de ce comburant alimentant le brûleur immergé.

De la matière première est introduite solide par le côté supérieur du conduit et fond au-dessus du moyen de soutien de cette matière première, la matière

première fondue tombant dans le bain de matière vitrifiable en fusion dans le four. Cette matière première est donc introduite à l'état fondu dans la masse de matière vitrifiable en fusion en tombant sous forme liquide (gouttes ou filets liquides) à la surface du bain de matière vitrifiable fondue. Le conduit vertical joue un triple rôle :

5 -alimentation en matière première, - évacuation des fumées, - échangeur thermique en permettant le chauffage de la matière première dans le conduit par les fumées. Le conduit est vertical dans la mesure où la direction d'acheminement de la matière première qu'il contient comprend une composante verticale, voire est essentiellement verticale, la pesanteur suffisant pour que cette matière première

10 descende dans le conduit sous l'effet de son propre poids.

L'expression « fragments de laine minérale » désigne tous résidus issus de la production de laine minérale, y compris les matières minérales solidifiées sous forme de grains ou infibrés, ou récupérées sous forme d'envols solides, ou des paquets de fibres récupérés (par lavages) sur les différentes surfaces réceptrices

15 ou convoyeuses, ainsi que du feutre de laine minérale découpé. Ces déchets peuvent également être issus de la déconstruction. Il s'agit donc de déchets bien connus de l'homme du métier et que l'on se propose de recycler dans le cadre de la présente invention sans avoir besoin de les transformer au préalable en briquettes. Les fragments de laine minérale comprennent généralement une laine

20 de roche ou une laine de verre et un encollage pour lier les fibres de la laine. Cet encollage peut être minéral mais est généralement organique. La composition d'encollage comprise dans les fragments de laine minérale est généralement présente à raison de 0,1 à 10% en poids et plus particulièrement à raison de 0,5 à 7% en poids de matière sèche d'encollage par rapport au poids total de fragments

25 de laine sèche. La matière organique de l'encollage brûle dans le four.

La laine minérale comprend généralement (hors encollage):

SiO_2 : 30 à 75% en poids,

$\text{CaO}+\text{MgO}$: 5 à 40% en poids,

Al_2O_3 : 0 à 30% en poids,

30 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: 0 à 20% en poids,

Oxyde de fer : 0 à 15% en poids.

Les composants principaux d'une laine de roche (également appelé « verre noir » par l'homme du métier) sont généralement (hors encollage):

SiO_2 : 30 à 50% en poids,

Al_2O_3 : 10 à 22% en poids,

$\text{CaO}+\text{MgO}$: 20 à 40% en poids,

Oxyde de fer : 3 à 15% en poids.

5 Les composants principaux d'une laine de verre sont généralement (hors encollage):

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.

Dans le cadre de l'invention, les fragments de laine minérale sont une matière première. Outre une alimentation du four par de la laine minérale, le four est également alimenté en matière première distincte des fragments de laine minérale. Il peut s'agir de poudre, granulés, boulets, agglomérats, cailloux, pierres, rochers, les formes de tous ces éléments étant considérés comme « granulaire ». Ces formes granulaires peuvent être régulières car conformés, ou irrégulières car provenant directement de carrières ou de procédés de fabrication ne menant pas à une forme régulière. Notamment, des agglomérats, granulés ou boulets peuvent être réalisés par compactage de poudres par une compacteuse à frettes ou une granuleuse à tambours, généralement également grâce à la présence d'un liant. Selon sa granulométrie, la matière première est introduite soit par le conduit vertical au-dessus du bain de matière vitrifiable en fusion (forte granulométrie), soit sous la surface du bain de matière vitrifiable en fusion (faible granulométrie). En effet, on introduit de préférence la matière première volatile sous la surface du bain de matière vitrifiable en fusion, et la matière première non volatile par le côté supérieur du conduit vertical. La volatilité considérée est celle vis-à-vis des fumées de combustion. Des fragments de laine minérale et de la poudre de matière première sont volatiles et donc introduits sous la surface du bain de matière vitrifiable en fusion.

Ainsi, la matière première introduite dans le conduit vertical est de préférence telle que au moins 80% voire au moins 90% de sa masse est constituée de grains de taille supérieure à 30 mm, généralement de taille comprise entre 40 et 500 mm. Cette matière première est généralement exempte de

fragments de laine minérale. Des briquettes réalisées par compactage de fragments de laine minérale ne sont pas ici considérées comme étant des fragments de laine minérale. La matière première comprenant des fragments de laine minérale introduite sous la surface de la matière vitrifiable en fusion peut

5 comprendre de la matière première distincte des fragments de laine minérale, au moins 80% voire au moins 90% voire 100% de la masse de cette matière première distincte étant constituée de grains de taille inférieure à 30 mm. La taille d'un grain est la distance entre ses deux points les plus éloignés.

La matière première comprend différents composants nécessaires à

10 l'élaboration de la composition voulue de matière vitrifiable. Elle comprend généralement de la silice et au moins un porteur d'alcalino-terreux et/ou d'alcalin comme le carbonate de calcium, le carbonate de magnésium, le carbonate de sodium.

La matière première comprenant les fragments de laine minérale est

15 introduite sous la surface des matières vitrifiables en fusion, par exemple par au moins une vis sans fin, notamment telle que celle décrite dans WO2013132184. Ainsi, le système d'alimentation du four en matière première sous la surface des matières vitrifiables en fusion comprend généralement au moins une vis sans fin.

Le four comprend un conduit vertical menant de la matière première en

20 descente vers la surface des matières vitrifiables en fusion. Cette matière première est introduite dans ce conduit par son côté supérieur. Un moyen de soutien de cette matière première solide disposé au-dessus de la surface des matières vitrifiables en fusion, soit sous l'extrémité inférieure du conduit soit dans le conduit (dans sa partie inférieure), retient cette matière première solide. Les gaz

25 de combustion venant de sous ce moyen de soutien le traversent et cheminent vers le haut, au-travers et à contre-courant de la matière première dans le conduit. Ces gaz chauffent cette matière première jusqu'à sa fusion et la matière première fondue descend, traverse le moyen de soutien vers le bas et rejoint la matière vitrifiable en fusion dans le four en tombant à l'état liquide à la surface du bain de

30 matière vitrifiable. Ainsi, les fumées de combustion sont évacuées par le conduit à contre-courant de la matière première qu'il contient. La matière première passée par le conduit vertical et celle introduite sous la surface du bain liquide se mélangent dans la cuve du four pour produire la matière vitrifiable en fusion. Le

moyen de soutien est perméable à la matière première fondue le traversant en descendant et perméable aux gaz de combustion le traversant en montant.

Généralement, la masse de matière première introduite sous la surface de la matière vitrifiable en fusion représente 5 à 70% de la somme des masses de toutes les matières premières introduites dans le dispositif. La masse de fragments de laine minérale représente généralement 50 à 100 % de la somme de la masse de matière première introduites sous la surface du bain de matière vitrifiable.

Le moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit peut comprendre une grille sur laquelle repose directement un lit de boulets. Ces boulets réfractaires jouent également un rôle de grille et ralentissent la descente de matière première dans le conduit. Ces boulets réfractaires peuvent être du type oxyde. Ils comprennent généralement au moins 25% en poids d'alumine, plus généralement 25 à 90% en poids d'alumine. Généralement les boulets réfractaires ont une taille comprise entre 5 et 30 cm. Par taille d'un boulet réfractaire, on entend la distance entre ses 2 points les plus éloignés. Ces boulets réfractaires sont suffisamment réfractaires pour être essentiellement infusibles dans le courant de fumées de combustion. Cependant, on a remarqué que des boulets réfractaires contenant de l'alumine peuvent malgré tout jouer un rôle d'enrichissement en alumine de la matière vitrifiable fondue. Ainsi, de préférence, des boulets réfractaires comprenant de l'alumine reposent sur la grille, la matière première solide dans le conduit reposant sur ces boulets.

La grille peut comprendre des tubes métalliques parcourus par de l'eau de refroidissement. Le métal de ces tubes est suffisamment résistant vis-à-vis du milieu considéré. Il peut être en acier.

Le four peut également être muni d'au moins un brûleur aérien dont la flamme est émise au-dessus de la surface des matières vitrifiables en fusion et sous le moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit, notamment une grille du moyen de soutien. Dans ce cas, un brûleur aérien traverse une paroi latérale ou la voûte du four.

L'invention concerne également un procédé de préparation de matière vitrifiable fondue comprenant la fusion de matière vitrifiable par le dispositif selon l'invention, de la matière première comprenant des fragments de laine minérale étant introduite dans le four sous la surface de la matière vitrifiable en fusion, de la

matière première étant introduite dans le conduit vertical, descendant dans le conduit et y étant chauffée par les fumées de combustion jusqu'à fusion et écoulement dans la surface de la matière vitrifiable en fusion, le brûleur immergé fonctionnant par combustion de gaz combustible et d'un comburant comprenant
5 de préférence au moins 80% en volume d'oxygène.

Le comburant alimentant le brûleur immergé est gazeux. Il comprend de préférence au moins 80% en volume d'oxygène. Il peut être de l'air enrichi en oxygène ou de l'oxygène pur. Le combustible alimentant le brûleur immergé est gazeux et est généralement du gaz naturel. La combustion dans le four est
10 suffisamment énergétique pour que les fumées soient suffisamment chaudes pour faire fondre la matière première au-dessus du moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit. L'utilisation d'un comburant riche en oxygène permet de minimiser la production de NOx et aussi de minimiser le volume de gaz de combustion produit comparé à une combustion à l'air. On peut ainsi produire
15 des fumées extrêmement chaudes parvenant à la fois à chauffer la masse en fusion à notamment plus de 1500°C et à faire fondre la matière première solide au-dessus du moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit.

La matière vitrifiable peut être chauffée dans le four à une température supérieure à 1400°C, voire même supérieure à 1450°C, voire même supérieure à
20 1500°C, voire même supérieure à 1550°C et généralement inférieure à 1600°C. La matière vitrifiable peut être chauffée dans le four à une température comprise entre 1400 et 1600°C.

La cuve du four est avantageusement en métal refroidi par un courant d'eau, système appelé par l'homme du métier « water jacket ». Le brûleur
25 immergé est avantageusement également en métal refroidi par un courant d'eau. Le four est avantageusement équipé d'un ou plusieurs brûleurs immergés. Un brûleur immergé utilisé dans le cadre de la présente invention peut être de forme cylindrique comme montré sur la figure 5 de WO9935099. Il peut également être de forme linéaire comme enseigné par WO2013117851, forme particulièrement
30 adaptée à la présente invention.

Le dispositif selon l'invention est destiné à la préparation d'une matière vitrifiable fondue, généralement du type oxyde, comprenant généralement au moins 30% en masse de silice, telle qu'un verre ou un silicate comme un silicate d'alcalin et/ou d'alcalino-terreux. La matière vitrifiable ainsi préparée peut avoir

une des compositions données ci-dessus pour la laine minérale, notamment de verre ou de roche (le terme « roche » désignant ici un type de composition et non pas un aspect). Généralement, la matière vitrifiable comprend 30 à 75% en poids de SiO_2 et 5 à 40% en poids de $(\text{CaO}+\text{MgO})$.

5 La matière vitrifiable peut notamment servir à la fabrication de fibres ou de laine minérale. Ainsi, le dispositif selon l'invention peut être suivi d'un organe de fibrage pour la fabrication de fibres ou de laine minérale.

La figure 1 représente un exemple de dispositif selon l'invention vu en coupe de côté. Ce dispositif comprend un four 1 muni de brûleurs immergés 2 montés dans la sole. Ces brûleurs immergés sont alimentés grâce à un système 3 d'alimentation en gaz combustible et en comburant. Les brûleurs immergés fournissent des flammes dans la masse 4 du bain de matières vitrifiables en fusion. Un système du type vis sans fin 5 permet d'alimenter le four en fragments de laine minérale et le cas échéant en matière première distincte de la laine et de faible granulométrie sous la surface 6 des matières vitrifiables en fusion. Un conduit vertical 7 au-dessus de la surface de la matière vitrifiable en fusion 4 permet d'alimenter la cuve 8 du four en matière première 9 de forte granulométrie. La matière première 9 est introduite par l'extrémité supérieure du conduit 7 et est retenue au-dessus de la surface 6 de la matière vitrifiable en fusion par un moyen de soutien comprenant une grille 10 et des boulets 11 riches en alumine reposant sur la grille. Les fumées de combustion générées par les brûleurs et sous la grille traversent la grille et les boulets et remontent dans le conduit 7 agissant comme cheminée, au travers de la matière première 9. Cette matière première est ainsi chauffée par ces fumées et progressivement fondue. La matière première fondue 12 coule au travers du moyen de soutien (grille + boulets) de la matière première solide dans le conduit et tombe dans la masse 4 de matières vitrifiables en fusion. Les fumées de combustion 13 ayant traversé la matière première dans le conduit 7 sont évacuées par l'extrémité supérieure du conduit 7. La matière vitrifiable fondue peut être évacuée par un orifice 14 dans une paroi de la cuve 8 du four.

REVENDECATIONS

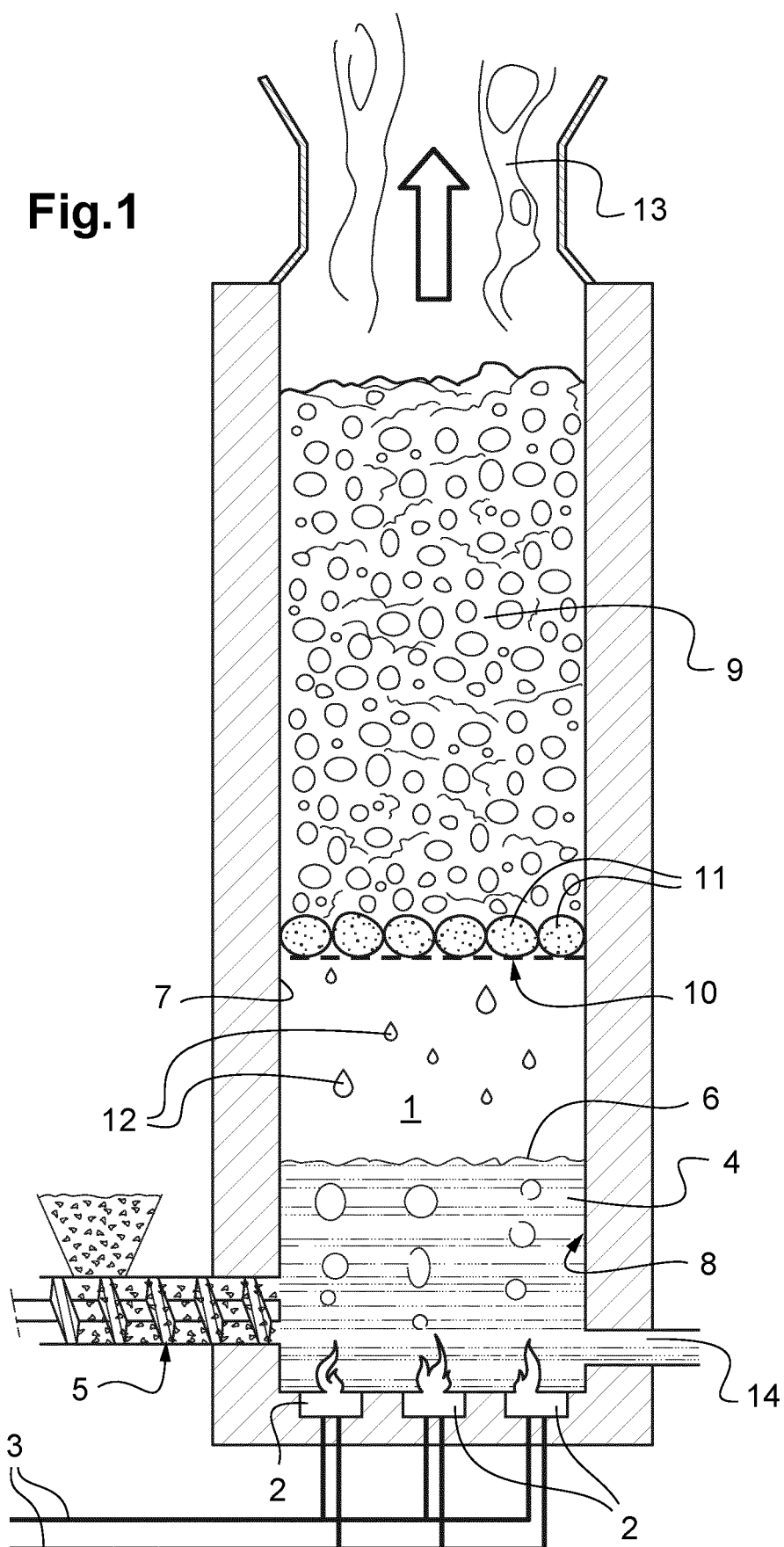
1. Dispositif de fusion de matière vitrifiable (4) comprenant un four muni
d'au moins un brûleur immergé (2), un système d'alimentation (3) du
brûleur immergé en gaz combustible et en comburant, un système
5 d'alimentation (5) du four en matière première sous la surface des
matières vitrifiable en fusion, ladite matière première comprenant des
fragments de laine minérale, la masse de fragments de laine minérale
représentant généralement 50 à 100 % de la somme de la masse de
matière première introduite sous la surface des matières vitrifiable en
10 fusion, un système d'alimentation du four en matière première
comprenant un conduit vertical (7) apte à recevoir de la matière
première par son côté supérieur et apte à conduire cette matière
première en descente au-dessus des matières vitrifiables en fusion, ledit
conduit (7) étant apte à recevoir les fumées de combustion (13)
15 provenant du four et à les conduire vers le haut au travers de la matière
première (9) dans le conduit, un moyen de soutien (10) de la matière
première solide dans le conduit, ledit moyen étant disposée au-dessus
de la surface (6) de la matière vitrifiable en fusion et apte à retenir la
matière première solide (9) dans le conduit et apte à se laisser traverser
20 par de la matière première fondue (12) descendant pour tomber dans la
matière vitrifiable en fusion et apte à se laisser traverser par les fumées
de combustion provenant du four pour monter dans le conduit (7).
2. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le
système d'alimentation (5) du four en matière première sous la surface
25 (6) des matières vitrifiables en fusion comprend au moins une vis sans
fin.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
que le comburant comprend au moins 80% en volume d'oxygène.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
30 que le moyen de soutien (10) de la matière première solide dans le
conduit comprend une grille.
5. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la
grille comprend des tubes métalliques parcourus par de l'eau de
refroidissement.

6. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que des boulets (11) réfractaires comprenant de l'alumine reposent sur la grille.
7. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les boulets (11) réfractaires comprenant de l'alumine ont une taille comprise entre 5 et 30 cm.
8. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que les boulets (11) réfractaires comprenant de l'alumine comprennent au moins 25% en poids d'alumine.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le four est muni d'au moins un brûleur aérien dont la flamme est émise au-dessus de la surface des matières vitrifiables en fusion et sous le moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit.
10. Procédé de préparation de matière vitrifiable fondue (4) comprenant la fusion de matière vitrifiable par le dispositif de l'une des revendications précédentes, de la matière première comprenant des fragments de laine minérale étant introduite dans le four sous la surface de la matière vitrifiable en fusion, de la matière première (9) étant introduite dans le conduit vertical (7), descendant dans le conduit et y étant chauffée par les fumées de combustion (13) jusqu'à fusion et écoulement dans la surface (6) de la matière vitrifiable en fusion (4), le brûleur immergé (2) fonctionnant par combustion de gaz combustible et d'un comburant comprenant de préférence au moins 80% en volume d'oxygène.
11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la matière première (9) introduite dans le conduit vertical (7) est telle que au moins 80% de sa masse est constituée de grains de taille supérieure à 30 mm, généralement de taille comprise entre 40 et 500 mm.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la matière première comprenant des fragments de laine minérale introduite sous la surface (5) de la matière vitrifiable en fusion comprend de la matière première distincte des fragments de laine minérale, au moins 80% de la masse de cette matière première distincte étant constituée de grains de taille inférieure à 30 mm.

- 5 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la masse de matière première introduite sous la surface de la matière vitrifiable en fusion représente 5 à 70% de la somme des masses de toutes les matières premières introduites dans le dispositif.
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la masse de fragments de laine minérale représente 50 à 100 % de la somme de la masse de matière première introduites sous la surface du bain de matière vitrifiable.
- 10 15. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que les fragments de laine minérale sont encollés.
- 15 16. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que les fragments de laine minérale comprennent, hors encollage, 30 à 75% en poids de SiO_2 et 5 à 40% en poids de $(\text{CaO}+\text{MgO})$.
- 20 17. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la combustion dans le four est suffisamment énergétique pour que les fumées de combustion soient suffisamment chaudes pour faire fondre la matière première (9) dans le conduit vertical au-dessus du moyen de soutien (10) de la matière première solide dans le conduit (7).
- 25 18. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que le moyen de soutien de la matière première solide dans le conduit comprend une grille (10) sur laquelle reposent des boulets réfractaires (11) comprenant de l'alumine, lesdits boulets réfractaires enrichissant la matière vitrifiable fondue en alumine.
- 30 19. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la matière vitrifiable fondue (4) est portée dans le four à une température supérieure à 1400°C , voire même supérieure à 1450°C , voire même supérieure à 1500°C , voire même supérieure à 1550°C , et généralement inférieure à 1600°C .
20. Procédé selon l'une des revendications précédentes de procédé, caractérisé en ce que la matière vitrifiable fondue comprend 30 à 75% en poids de SiO_2 et 5 à 40% en poids de $(\text{CaO}+\text{MgO})$.

1/1

Fig.1



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 4 877 449 A (KHINKIS MARK J [US])
31 octobre 1989 (1989-10-31)

FR 2 987 617 A1 (SAINT GOBAIN ISOVER [FR])
6 septembre 2013 (2013-09-06)

WO 99/35099 A1 (SAINT GOBAIN VITRAGE [FR];
JEANVOINE PIERRE [FR] ET AL.)
15 juillet 1999 (1999-07-15)

US 5 605 104 A (GROSS GERHARD [DE] ET AL)
25 février 1997 (1997-02-25)

WO 88/08411 A1 (PARTEK AB [FI])
3 novembre 1988 (1988-11-03)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT