

⑤④ PANNEAU ISOLANT SOUS VIDE AVEC JOINT D'ETANCHEITE AMELIORE.

②② Date de dépôt : 23.12.14.

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 : 24.06.16 Bulletin 16/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 12.02.21 Bulletin 21/06.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BARBETTA CAMILLA.

⑦③ Titulaire(s) : SAINT-GOBAIN ISOVER.

⑦④ Mandataire(s) : SAINT GOBAIN RECHERCHE
Société anonyme.



Panneau d'isolation sous vide avec joint d'étanchéité amélioré

L'invention concerne un panneau d'isolation sous vide (VIP) avec étanchéité améliorée.

5 L'augmentation des coûts énergétiques et les réglementations en matière de rendement énergétique sont les sources de motivation principales pour obtenir une isolation améliorée dans le secteur du bâtiment. Outre les matériaux d'isolation traditionnels à base de mousse et de fibres, des panneaux d'isolation sous vide (éléments VIP) sont également disponibles dans ce but.

10

Les éléments VIP présentent des propriétés d'isolation nettement supérieures, requérant ainsi une plus faible épaisseur par rapport aux matériaux d'isolation traditionnels pour la même résistance thermique, mais cet avantage s'accompagne de plusieurs inconvénients bien connus, par exemple des besoins et des coûts de production plus élevés et une vulnérabilité aux endommagements mécaniques.

15

En général, un élément VIP comprend un matériau d'âme (ou noyau ou coeur) en un matériau poreux qui est enveloppé par une couche ayant des propriétés formant barrière aux gaz. Habituellement, un sac (ou poche ou enveloppe) est formé à partir du matériau d'enveloppement, l'espace vide est alors rempli avec le matériau d'âme, l'air ou les gaz présents sont évacués à un niveau de pression inférieur à 10^{-3} bar, le sac est finalement scellé sous vide et le produit est retiré de la chambre de traitement sous vide. Des matériaux d'âme typiques sont des matériaux nano-poreux tels que de la poudre de silice ou similaire, ou des matelas (ou mats) de fibres sans liant, pour éviter une détérioration du vide à l'intérieur de l'élément VIP, en particulier par décomposition de liants organiques.

20

25

Bien que des éléments VIP aient également été proposés avec une enveloppe en acier inoxydable, ces éléments n'ont pas eu beaucoup de succès sur le marché en dépit d'une moindre vulnérabilité aux endommagements mécaniques car les propriétés isolantes sont dégradées par effet de pont thermique sur les faces latérales.

30

Pour surmonter l'effet de pont thermique, on utilise généralement des films stratifiés (structures en feuillets ou multicouches ou feuilleté(e)s) en tant que matériaux d'enveloppement. Ces films stratifiés peuvent être constitués d'une couche (la plus) interne, qui est une couche de scellage (ou soudure) fabriquée à partir d'une résine thermoplastique telle que du polyéthylène basse densité ou similaire. Une couche formant barrière aux gaz (ou couche d'étanchéité aux gaz), fabriquée à partir d'un matériau formant barrière telle qu'une couche de métal, par exemple une feuille d'aluminium ou un dépôt d'aluminium, est collée à

35

la couche de scellage. Normalement, ils comprennent en outre une couche protectrice de recouvrement sur le côté extérieur exposé à l'atmosphère pour protéger la couche formant barrière aux gaz contre les endommagements mécaniques et/ou chimiques. Deux films stratifiés sont disposés de telle sorte que les couches de scellage puissent être en face l'une de l'autre, les couches de scellage sont fusionnées l'une à l'autre pour former un joint d'étanchéité étanche aux gaz, en chauffant sous pression à une température au-dessus de la température de fusion thermoplastique mais en dessous de la température de fusion de la couche formant barrière aux gaz et de la couche protectrice de recouvrement. Outre de tels films stratifiés à trois couches, des stratifiés multicouches ayant plusieurs couches formant barrière aux gaz séparées par des couches polymères sont également disponibles.

En raison de la structure stratifiée et des procédés de scellage utilisés, un contact direct des couches (métalliques) formant barrière aux gaz est évité et par conséquent le pont thermique est considérablement réduit. Toutefois, du fait de ce procédé d'enveloppement, l'âme (ou coeur) du VIP n'est pas totalement enveloppée par le matériau formant barrière aux gaz car il reste forcément une petite section transversale exempte de couche formant barrière aux gaz ayant une certaine épaisseur et la longueur de la largeur du joint, qui est constituée uniquement du matériau de scellage. La taille de cette section transversale est toutefois inférieure de plusieurs ordres de grandeur à la surface d'ensemble de la couche formant barrière aux gaz de l'élément VIP.

Une exigence essentielle dans le domaine du bâtiment est une longue durée de vie (utile) associée à une réduction acceptable des propriétés des produits, qui peut, dans le cas de l'isolation, aller jusqu'à environ 30 ans. Dans le cas des éléments VIP, la longue durée de vie est directement associée à l'aptitude de l'élément à ralentir l'augmentation inévitable de la pression interne, c'est-à-dire la détérioration du vide, due à la diffusion des gaz et/ou de la vapeur dans l'élément VIP. Les gaz et la vapeur peuvent pénétrer dans le VIP soit au travers de la membrane, c'est-à-dire au travers des couches formant barrière aux gaz, soit au travers des joints d'étanchéité.

Des améliorations continues dans les propriétés formant barrière aux gaz de tels stratifiés sur des grandes surfaces ont prolongé la durée de vie des éléments VIP équipés de ceux-ci ; ainsi, malgré la relation dimensionnelle entre la surface formant barrière aux gaz et la section transversale exempte de couche formant barrière aux gaz, la diffusion dans l'âme du VIP au travers du joint, c'est-à-dire au travers du matériau polymère remplissant le joint, devient de plus en plus importante.

Le document WO2006077599 suggère d'ajouter une membrane supplémentaire enveloppant

le bord extérieur du joint. Indépendamment d'une adhésion difficile d'une telle membrane supplémentaire au joint autour du bord, exigeant une étape de fabrication supplémentaire, la membrane supplémentaire peut augmenter le pont thermique et par conséquent affecter négativement la performance thermique du VIP.

5

Une autre mesure pour améliorer l'étanchéité du joint sans ajouter une couche supplémentaire consiste à modifier la géométrie du joint. Le document JP S82-141190U divulgue un joint thermosoudé avec des étranglements symétriques de forme trapézoïdale qui ont pour but de ralentir la diffusion gazeuse à travers la matrice polymère du matériau de scellage dans l'âme du VIP, voir la figure 1. La forme de l'étranglement, respectivement la forme du gabarit d'étanchéité suivant les conditions de pressage et l'étalement inévitable du polymère de la zone d'étranglement peuvent créer des problèmes avec une usure accrue du stratifié, qui peuvent conduire à la formation de fissures au niveau des coins de l'étranglement.

10

15

Pour surmonter les problèmes avec endommagement potentiel de la couche formant barrière aux gaz dans le processus de formation de l'étranglement, le document EP2224159 divulgue des joints avec des étranglements asymétriques et une usure réduite du stratifié au cours du traitement. Les étranglements asymétriques sont formés par un procédé de thermofusion (ou thermosoudure) et pressage au niveau de la section de scellage et comprennent plusieurs zones étranglées (ou amincies), dites parties à paroi mince, entrecoupées de zones non étranglées, dites parties à paroi épaisse, voir la figure 2. En raison de l'augmentation et de la diminution continues mais progressives de l'épaisseur du polymère au niveau de l'étranglement, l'étranglement peut être rétréci dans les parties à paroi mince sans risque d'usure et en particulier de formation de fissures. Par conséquent, parmi la pluralité de parties à paroi mince, toutes les couches de scellage en face les unes des autres entre deux parties à paroi mince adjacentes sont chauffées et fusionnées de sorte qu'une partie de la résine composant la couche de scellage dans une portion du stratifié comprimée dans l'épaisseur est déplacée vers la couche de scellage dans une portion du film stratifié adjacent non comprimée dans l'épaisseur. Il en résulte que la surface d'un stratifié a une forme convexe-concave ainsi que la surface de l'autre stratifié, mais que les deux formes convexe-concave de préférence ne sont pas opposées l'une à l'autre. La divulgation du document EP2224159 est incorporée par référence dans sa totalité dans la présente demande.

20

25

30

35

Le document EP2224159 compare la perméabilité au gaz atmosphérique de la section d'étanchéité de l'étranglement asymétrique avec les étranglements symétriques selon le document JP S82-141190U pour le même stratifié et une épaisseur identique de la couche de scellage dans la partie à paroi mince et pour le même nombre (quatre) de parties à paroi mince. A l'état stationnaire (ou au régime d'équilibre), la perméabilité aux gaz est identique

pour les deux conceptions mais la conception symétrique présente une tendance à la détérioration du stratifié.

5 Dans des cas exceptionnels pour la fabrication d'un élément de petite taille, le document EP2224159 prévoit une découpe du film stratifié sur le côté circonférentiel externe de la section d'étanchéité de telle sorte qu'une partie à paroi épaisse forme le nouveau côté circonférentiel le plus externe, toutefois, l'enseignement général est que les sections étranglées sont normalement disposées au milieu de la largeur de la section du joint, c'est-à-dire à distance du côté circonférentiel interne du joint et à distance du côté circonférentiel externe du joint, comme dans le document JP S82-141190U.

10 Étant donné cet état de la technique, l'objet de l'invention est de fournir un élément VIP avec une conception de joint d'étanchéité améliorée qui réduit davantage la diffusion de gaz et prolonge par conséquent la durée de vie utile de l'élément VIP.

15

Afin de réaliser cet objet, un panneau d'isolation sous vide selon l'invention comprend deux films stratifiés (ou feuilletés ou multicouches) ayant chacun au moins une couche formant barrière aux gaz et une couche de scellage, un matériau d'âme (ou coeur) scellé à pression réduite entre les deux films stratifiés disposés de façon que les couches de scellage puissent être le cas échéant en face l'une de l'autre (ou apposées ou opposées ou mises vis-à-vis ou en correspondance ou face à face), et un joint d'étanchéité s'étendant depuis le bord périphérique interne des deux films stratifiés jusqu'à un bord périphérique externe définissant une largeur de joint, les couches de scellage étant fusionnées l'une à l'autre de manière à entourer toute la circonférence (ou périphérie) du matériau d'âme, le joint d'étanchéité ayant au moins une section (ou partie) étranglée (ou amincie ou rétrécie ou pincée ou resserrée ou réduite ou comprimée) avec une épaisseur des couches de scellage fusionnées qui est inférieure à l'épaisseur des couches de scellage fusionnées non étranglées s'étendant essentiellement parallèlement aux bords, la ou les sections (ou partie(s)) étranglées étant disposées au niveau du bord périphérique externe et/ou au niveau du bord périphérique interne des deux films stratifiés.

30

La perméabilité aux gaz à travers la matrice polymère inclut les étapes d'absorption de gaz dans la matrice polymère au niveau de la section transversale exempte de couche formant barrière aux gaz du bord périphérique externe orienté vers l'atmosphère extérieure, la diffusion à l'intérieur du polymère et la désorption au niveau de la section transversale exempte de couche formant barrière aux gaz du bord périphérique interne orienté vers l'âme du VIP.

35

Alors que, comme déjà exposé dans la comparaison de différentes conceptions d'étranglement du document EP2224159, la perméabilité aux gaz est égale à l'état stationnaire indépendamment de la forme spécifique tant que la longueur globale de l'étranglement de la section de paroi mince rétrécie et son épaisseur sont égales, les inventeurs ont réalisé que la position de l'étranglement a véritablement un effet au cours de l'étape de transition, c'est-à-dire pendant le temps requis pour la perméabilité aux gaz pour atteindre un état stationnaire.

Dans un mode de réalisation préféré, l'épaisseur de la ou des sections étranglées représente 50 % ou moins, en particulier 25 % ou moins, de préférence 15 % ou moins, en particulier 10 % ou moins de l'épaisseur des couches de scellage fusionnées non étranglées. Le rapport de l'épaisseur de la ou des sections étranglées à l'épaisseur des couches de scellage non étranglées est appelé ci-dessous rapport d'étranglement (ou rapport d'amincissement).

De préférence, la longueur totale de la ou des sections étranglées représente 5 % ou plus, de préférence 10 % ou plus, en particulier 25 % ou plus de la largeur du joint. La longueur globale des sections étranglées réduit avantageusement la perméabilité aux gaz et par conséquent le débit massique entrant dans l'âme du VIP. Bien qu'une augmentation de la longueur globale réduirait encore la perméabilité aux gaz, le déplacement nécessaire de la résine polymère au cours du pressage thermique et de la fusion provoque une certaine usure sur le stratifié, en particulier sur la couche formant barrière aux gaz. Afin de minimiser ladite usure au cours du traitement, la longueur totale de la ou des sections étranglées représente de préférence 75 % ou moins, de préférence 50 % ou moins de la largeur du joint.

De préférence, le joint d'étanchéité comprend plusieurs sections étranglées (ou des sections étranglées supplémentaires). Entre deux sections étranglées se trouve une section non étranglée. Ces sections non étranglées peuvent comprendre des zones ayant une épaisseur supérieure à l'épaisseur de la somme des deux couches polymère chauffées et fusionnées du fait de la migration de polymère depuis la ou les sections étranglées dans la ou les sections non étranglées.

Dans un mode de réalisation préféré selon l'invention, la ou les sections étranglées peuvent avoir une zone d'épaisseur constante. Dans un tel mode de réalisation, la zone de transition entre la zone d'épaisseur constante de la section étranglée et la section de joint non étranglée peut être concave sous forme d'arc (ou arrondie) ou peut présenter une forme conique. En variante, la zone d'épaisseur constante de la section étranglée et la section de joint non étranglée peuvent aussi avoir une forme à chevrons. Toutefois, en raison de l'usure accrue due à la conception à bords vifs des gabarits de formage, cette variante est moins préférée par comparaison avec une forme arrondie ou une forme conique.

Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, la section étranglée a une section transversale asymétrique, en particulier une section transversale convexe-concave. La conception à section transversale asymétrique peut réduire l'usure sur le stratifié et par conséquent permettre un traitement plus sûr durant la fabrication en réduisant le taux de mise au rebut. La section transversale asymétrique offre avantageusement in-situ plusieurs zones étranglées individuelles, les parties à paroi mince, espacées les unes des autres par des zones non étranglées, les parties à paroi épaisse, dans un procédé de chauffage et de fusion par un gabarit de formage de conception appropriée.

Dans un mode de réalisation préféré, les films stratifiés sont des stratifiés multicouches ayant plusieurs couches formant barrière aux gaz séparées par des couches polymères.

Des modes de réalisation préférés de l'invention vont maintenant être expliqués en référence aux dessins.

La figure 1 est une coupe transversale du joint d'étanchéité selon l'état de la technique divulgué dans le document JP S82-141190U,

la figure 2 est un détail de la coupe transversale du joint d'étanchéité selon l'état de la technique divulgué dans EP2224159,

la figure 3 est une coupe transversale d'un premier mode de réalisation selon l'invention,

la figure 4 est une coupe transversale d'un deuxième mode de réalisation selon l'invention,

la figure 5 est un gabarit de formage pour la fabrication du joint selon le deuxième mode de réalisation de l'invention selon la figure 4,

les figures 6a, b sont deux diagrammes illustrant un débit (ou flux) massique normalisé (r)entrant dans l'âme du VIP pour des étranglements en différentes positions dans le joint en fonction du rapport d'étranglement,

les figures 7a, b sont deux diagrammes illustrant un débit massique normalisé entrant dans l'âme du VIP pour différentes longueurs d'étranglement dans le joint en fonction du rapport d'étranglement,

les figures 8a, b sont deux diagrammes illustrant un débit massique normalisé entrant dans

l'âme du VIP pour différents nombres d'étranglements dans le joint en fonction du rapport d'étranglement.

5 La figure 1 illustre une coupe transversale du joint d'étanchéité selon l'état de la technique divulgué dans le document JP S82-141190U. Le panneau d'isolation sous vide 10 comprend une section de joint 11, une âme de VIP 12 remplie d'un matériau d'âme (non illustré), et est intégrée entre deux stratifiés 13 qui sont constitués chacun d'une couche de scellage 14 sur laquelle est collée une couche formant barrière aux gaz 15. Les deux films stratifiés 13 sont disposés de façon que les couches de scellage 14 soient en face l'une de l'autre, les couches de
10 scellage 14 sont fusionnées l'une à l'autre pour former un joint d'étanchéité étanche aux gaz par chauffage sous pression à une température au-dessus de la température de fusion du matériau polymère de la couche de scellage. Au milieu de la section de joint 11 se trouve une section (ou partie) étranglée 17 avec une zone de transition 18, s'étendant depuis la zone d'épaisseur constante de la section étranglée 17 jusqu'aux sections de joint non étranglées 19,
15 sous forme conique ou trapézoïdale.

La figure 2 illustre un détail de la coupe transversale du joint d'étanchéité 21 selon l'état de la technique divulgué dans le document EP2224159. Le détail de section transversale n'illustre que le joint d'étanchéité sans s'étendre jusqu'aux faces latérales de l'âme du VIP. Les deux
20 stratifiés 23 encastrant le matériau d'âme du VIP (non illustré) sont disposés comme dans la figure 1 et sont constitués chacun d'une couche de scellage 24 et d'une couche formant barrière aux gaz 25. En outre, le stratifié comprend également une couche protectrice de recouvrement 26 disposée du côté extérieur pour protéger la couche du stratifié formant barrière aux gaz 25 contre les endommagements mécaniques et/ou chimiques. Comme dans
25 la figure 1, il y a une section étranglée 27 disposée dans la partie centrale de la section de joint 21, qui présente une section transversale asymétrique de forme convexe-concave avec deux parties à paroi mince 28a et trois parties à paroi épaisse 28b. Comme on peut le voir dans la figure 2, les parties à paroi mince 28a ont une plus petite épaisseur par comparaison avec les sections de joint non étranglées, tandis que les parties à paroi épaisse 28b ont une
30 plus grande épaisseur du fait de la migration de polymères au cours du formage par pressage et de la fusion.

La figure 3 illustre un premier mode de réalisation selon l'invention. Le panneau d'isolation sous vide 30 comprend une section de joint 31, une âme de VIP 32 remplie d'un matériau
35 d'âme (non illustré) et intégrée entre deux stratifiés 33, qui sont constitués chacun d'une couche de scellage 34, d'une couche formant barrière aux gaz 35 et d'une couche protectrice de recouvrement 36. Contrairement aux modes de réalisation de l'état de la technique tels qu'illustrés dans les figures 1 et 2, la section (ou partie) étranglée 37 n'est pas disposée dans la

partie centrale du joint 31, mais au niveau du bord périphérique externe du joint 31 de façon que la section étranglée 37 soit en contact direct avec l'atmosphère extérieure. La forme de l'étranglement 37 est la même que dans la figure 1, c'est-à-dire que la zone d'épaisseur constante de la section étranglée 37 est liée à la zone du joint non étranglée 39 par une zone de transition 38 de forme conique.

La figure 4 illustre un deuxième mode de réalisation selon l'invention. Le panneau d'isolation sous vide 40 comprend une section de joint 41, une âme de VIP 42 remplie d'un matériau d'âme (non illustré) et encastrée entre deux stratifiés 43, avec une couche de scellage 44, une couche formant barrière aux gaz 45 et une couche protectrice de recouvrement 46. La section de joint 41 présente deux sections étranglées 47a et 47b, la première section étranglée 47a étant disposée au niveau du bord périphérique externe du joint (comme dans le mode de réalisation illustré dans la figure 3). La seconde section étranglée 47b est située au niveau du bord périphérique interne des deux films stratifiés 43, de façon qu'elle forme la « bordure » de l'âme du VIP 42. La section non étranglée 49 est disposée dans la partie centrale du joint. Pour des raisons d'illustration, la figure 4 n'est pas dessinée à l'échelle. Les deux sections étranglées 47a, 47b ont une forme asymétrique convexe-concave avec des parties à paroi mince 48a et des parties à paroi épaisse 48b.

Dans les modes de réalisation selon l'invention (figures 3 et 4), l'épaisseur des couches de scellage 34, 44 est de 50 μm , ce qui donne une épaisseur du joint non étranglé 39, 49 de 100 μm . L'épaisseur des sections étranglées d'épaisseur constante 37 et l'épaisseur des parties à paroi mince 48a sont fixées à 10 μm , c'est-à-dire à un rapport d'étranglement de 90 %. La largeur de l'étranglement 37 est d'environ 1 cm, les largeurs des sections étranglées 47a, 47b sont chacune fixées à 10 mm chacune pour une largeur de soudage de joint de 3 cm. La plus grande largeur des sections étranglées 47a, 47b sert à compenser les parties à paroi épaisse 48b dans les deux sections étranglées 47a, 47b.

L'âme du VIP 32, 42 peut être remplie avec tout matériau approprié connu de l'homme de l'art. Les matériaux préférés sont des matériaux nano-poreux tels que de la poudre de silice ou similaires, ou des mats de fibres sans liant, en particulier de la laine de verre dénuée de liant, afin d'éviter une détérioration du vide à l'intérieur de l'élément VIP. En variante, des mats de fibres liées avec un liant inorganique tel que, par exemple, du verre soluble, peuvent aussi être utilisées.

Le positionnement d'une section étranglée au niveau du bord périphérique externe du joint peut être réalisé assez facilement par découpage aux dimensions suite à l'étape de chauffage sous pression et de fusion au travers d'une section étranglée fabriquée avec une taille

surdimensionnée. Autrement dit, une partie surdimensionnée du stratifié est enlevée en découpant à l'intérieur de la section étranglée.

5 Le positionnement d'une section étranglée au niveau du bord périphérique interne peut être réalisé par un gabarit de formage de conception appropriée. Un tel gabarit de formage est illustré à la figure 5 pour la compression-thermofusion d'un joint selon un mode de réalisation de l'invention tel qu'illustré et décrit dans la figure 4 ci-dessus.

10 Deux stratifiés 53, chacun avec une couche de scellage 54, une couche formant barrière aux gaz 55 et une couche protectrice de recouvrement 56 sont placés face à face (opposés l'un à l'autre) avec la couche de scellage 54 entre le gabarit de formage 50 comprenant des gabarits de chauffage et de compression supérieur et inférieur 51a, 51b. Sur le gabarit inférieur 51b est placée une feuille de caoutchouc silicone 52, qui sert d'élément de répartition de charge pour former le côté opposé de la forme asymétrique convexe-concave.

15 Des saillies 57 sont disposées au niveau du côté inférieur du gabarit supérieur de chauffage et de compression 51a, orientées vers les stratifiés 53. On notera que sur le côté droit avec deux saillies 57, la saillie la plus à droite 57e est disposée au niveau du bord externe du gabarit supérieur 51a, de sorte que la couche de scellage à droite de la saillie 57e n'est pas chauffée par contact direct par pressage. Le côté droit est orienté, comme on peut le voir dans la figure 4, vers l'âme du VIP 42.

20 Sur le côté gauche, c'est-à-dire orienté vers l'atmosphère, le gabarit supérieur 51a a trois saillies 57a, 57b, 57c, en outre la section de base du gabarit de formage 51a ainsi que du gabarit inférieur 51b s'étendent par-dessus la position de la saillie la plus à gauche 57a, en chauffant ainsi les stratifiés 53 également sur le côté gauche de la saillie 57a.

30 Lorsque le processus de pressage et de thermofusion est terminé, les gabarits de formage 51a, 51b sont enlevés et l'étranglement asymétrique ainsi formé est découpé à l'emplacement indiqué en pointillés 58 pour former une partie à paroi mince de la section étranglée comme illustré dans la figure 4. En variante, les gabarits de formage 51a, 51b peuvent être équipés d'un outil de coupe intégré pour permettre la découpe sans alignement du joint respectivement de l'élément VIP dans un appareil de coupe séparé.

35 Il est évident qu'une conception simplifiée du gabarit de formage illustré dans la figure 5 en enlevant les saillies 57d, 57e conduirait à une conception avec un étranglement asymétrique uniquement disposé au niveau du bord périphérique externe et vice versa en enlevant les saillies 57a, 57b, 57c à gauche pour un positionnement de l'étranglement asymétrique au

niveau du bord périphérique interne. En remplaçant les saillies arrondies 57a-e par des saillies de forme rectangulaire ou autre, diverses conceptions d'étranglement de joint, en particulier de positionnement, longueur et rapport de compression, peuvent être formées.

- 5 Les figures 6a et 6b illustrent par modélisation un débit (ou flux) massique normalisé entrant dans l'âme du VIP pour des étranglements ayant un rapport d'étranglement de 50 %, respectivement de 90 % en différentes positions dans le joint. Le débit massique calculé pour des étranglements en différentes positions est normalisé par le débit massique de la référence non étranglée pour le type d'étranglement – de forme trapézoïdale – comme illustré dans la
- 10 figure 3 et est représenté en ordonnées en fonction du temps, normalisé par le coefficient de diffusion D et la largeur L de la section de joint, en fonction de l'emplacement x sur le bord (L étant la largeur totale du bord, une valeur de coordonnée linéaire x définit la position le long du de l'axe du bord, $x=0$ sur le côté extérieur du bord, $x=L$ sur le côté intérieur du bord). Une section étranglée avec un rapport d'étranglement de 50 % (figure 6a) respectivement de
- 15 90 % (figure 6b) de l'épaisseur non étranglée est placée en cinq positions du joint, à savoir au niveau du bord externe, à 25 %, à 50 % (au milieu), à 75 % de la largeur du joint et au niveau du bord interne.

- On peut voir, à la fois dans les figures 6a et 6b, qu'indépendamment de la position de
- 20 l'étranglement, au bout d'un certain temps, le débit massique normalisé acquiert le même état stationnaire (ou stable) qui est inférieur à la référence non étranglée. Le débit massique à l'état stationnaire ne dépend que du rapport d'étranglement et diminue avec l'augmentation du rapport d'étranglement.

- 25 Toutefois, au cours d'une période de transition jusqu'à ce que l'état stationnaire soit atteint, la position de la section étranglée a une influence considérable sur la forme des courbes du débit massique qui montre une symétrie par rapport à la position. Une position au milieu du joint à 50 % donne lieu à une courbe avec l'écoulement le plus élevé, une position au niveau du bord externe ou interne produit une courbe avec la pente la plus faible. Le positionnement de
- 30 l'étranglement à 25 %, respectivement 75 % de la largeur du joint produit une courbe entre les deux extrêmes de la position centrale et de la position au niveau du bord interne/externe. Comme le débit massique total dans l'âme du VIP correspond au débit massique intégré (normalisé) en fonction du temps (normalisé), il existe un avantage certain à placer l'étranglement aussi près que possible des bords du joint, de manière idéale de telle sorte que
- 35 la section étranglée forme la section transversale externe, respectivement interne, vers l'atmosphère ou vers l'âme du VIP.

Les figures 7a et 7b illustrent par modélisation un débit massique normalisé entrant dans

l'âme du VIP pour un étranglement avec un rapport d'étranglement de 50 % (figure 7a) respectivement de 90 % (figure 7b), l'influence de la longueur d'étranglement. Comme dans la figure 6, le débit massique calculé pour des étranglements en différentes positions est normalisé par le débit massique de la référence non étranglée pour le type d'étranglement tel que présenté dans la figure 3 et illustré en ordonnées en fonction du temps normalisé par le coefficient de diffusion D et la largeur L de la section de joint. À des fins de comparaison, les sections étranglées sont disposées au milieu de la section de joint, c'est-à-dire dans la position telle qu'illustrée dans la figure 1.

La sensibilité à la longueur d'étranglement dépend fortement du rapport d'étranglement, plus l'étranglement est mince ou plus le rapport d'étranglement est élevé, plus l'augmentation de sa longueur est efficace. On peut voir, d'après les figures 7a, 7b, que l'état stationnaire est atteint plus tôt plus la section étranglée est longue. Toutefois, comme le débit d'état stationnaire normalisé est significativement inférieur, il existe un avantage net à prolonger la longueur d'un étranglement.

Les figures 8a et 8b illustrent par modélisation un débit massique normalisé entrant dans l'âme du VIP pour un étranglement avec un rapport d'étranglement de 50 % (figure 8a) respectivement de 90 % (figure 8b), l'influence du nombre de zones étranglées. Trois, respectivement cinq, zones étranglées de forme rectangulaire, chacune s'étendant jusqu'à 7,5 % de la largeur W de la section de joint, ont été centrées dans la largeur du joint, espacées de la même étendue de zones non étranglées. À titre de comparaison, un étranglement avec la longueur globale des trois, respectivement cinq, zones étranglées, c'est-à-dire avec une longueur de 22,5 % et de 37,5 %, est ajouté aux figures 8a, 8b.

En plus de l'amélioration au cours de l'état de transition, les figures 8a, 8b sont conformes, pour l'état stationnaire, à la divulgation du document EP2224159, qui illustre, au tableau 1, une diminution de la perméabilité aux gaz avec l'augmentation du nombre des zones d'étranglement sous la forme de parties asymétriques à parois minces.

Comme on peut le voir dans les figures 8a, 8b, plusieurs étranglements sont très efficaces pour réduire le débit normalisé au cours de la période de transition. Ainsi, il existe un avantage net à avoir de nombreux étranglements par comparaison avec un étranglement de longueur globale identique.

Comme le positionnement de l'étranglement, sa longueur (d'ensemble) et le nombre des zones d'étranglement/parties à parois minces sont essentiellement indépendants les uns des autres, une conception optimale et par conséquent une performance optimale sur une longue durée

de vie pouvant être obtenues en combinant toutes les caractéristiques.

- 5 En fonction de la largeur du joint, du rapport d'étranglement et du coefficient de diffusion, l'augmentation de la durée de vie utile de l'élément VIP selon l'invention peut être de plusieurs années voire même de dizaines d'années par un débit massique intégré ainsi réduit pendant l'état de transition, ce qui conduit à une pression interne inférieure du VIP lorsqu'il entre dans l'état stationnaire de perméabilité aux gaz.

Revendications

1. Panneau d'isolation sous vide (30, 40) comprenant deux films stratifiés (33, 43) ayant chacun au moins une couche formant barrière aux gaz (35, 45) et une couche de scellage (34, 44), un matériau d'âme scellé à pression réduite entre les deux films stratifiés (33, 43), disposé de telle sorte que les couches de scellage (34, 44) puissent être en face l'une de l'autre, et un joint d'étanchéité (31, 41) s'étendant depuis le bord périphérique interne des deux films stratifiés (33, 43) jusqu'à un bord périphérique externe définissant une largeur de joint, les couches de scellage (34, 44) étant fusionnées l'une à l'autre de manière à entourer toute la circonférence du matériau d'âme, le joint d'étanchéité (31, 41) ayant au moins une section étranglée (37, 47) avec une épaisseur des couches de scellage (34, 44) fusionnées qui est inférieure à l'épaisseur des couches de scellage (34, 44) fusionnées non étranglées s'étendant essentiellement parallèlement aux bords, caractérisé en ce que la ou les sections étranglées (37, 47) sont disposées au niveau du bord périphérique externe et/ou au niveau du bord périphérique interne des deux films stratifiés (33, 43), l'épaisseur de la ou des sections étranglées (37, 47) représentant 50 % ou moins, en particulier 25 % ou moins, de préférence 15 % ou moins, en particulier 10 % ou moins de l'épaisseur des couches de scellage fusionnées non étranglées.
2. Panneau d'isolation sous vide selon la revendication 1, dans lequel la longueur totale de la ou des sections étranglées (37, 47) représente 75 % ou moins, de préférence 50 % ou moins, de la largeur du joint.
3. Panneau d'isolation sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel la longueur totale de la ou des sections étranglées (37, 47) représente 5 % ou plus, de préférence 10 % ou plus, en particulier 25 % ou plus de la largeur du joint.
4. Panneau d'isolation sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le joint d'étanchéité comprend des sections étranglées supplémentaires (37, 47).
5. Panneau d'isolation sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la ou les sections étranglées (37) ont une surface d'épaisseur constante.
6. Panneau d'isolation sous vide selon la revendication 5, dans lequel la zone de transition (38) entre la zone d'épaisseur constante de la section étranglée (37) et la section de joint non étranglée est concave sous forme arrondie ou présente une forme conique.

7. Panneau d'isolation sous vide selon la revendication 5, dans lequel la zone d'épaisseur constante de la section étranglée (37) et la section de joint non étranglée ont une forme en chevrons.
- 5 8. Panneau d'isolation sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la section étranglée (47) a une section transversale asymétrique, en particulier une section transversale convexe-concave.
- 10 9. Panneau d'isolation sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les films stratifiés (33, 43) sont des stratifiés multicouches ayant plusieurs couches formant barrière aux gaz (35, 45) séparées par des couches polymères.

Fig. 1

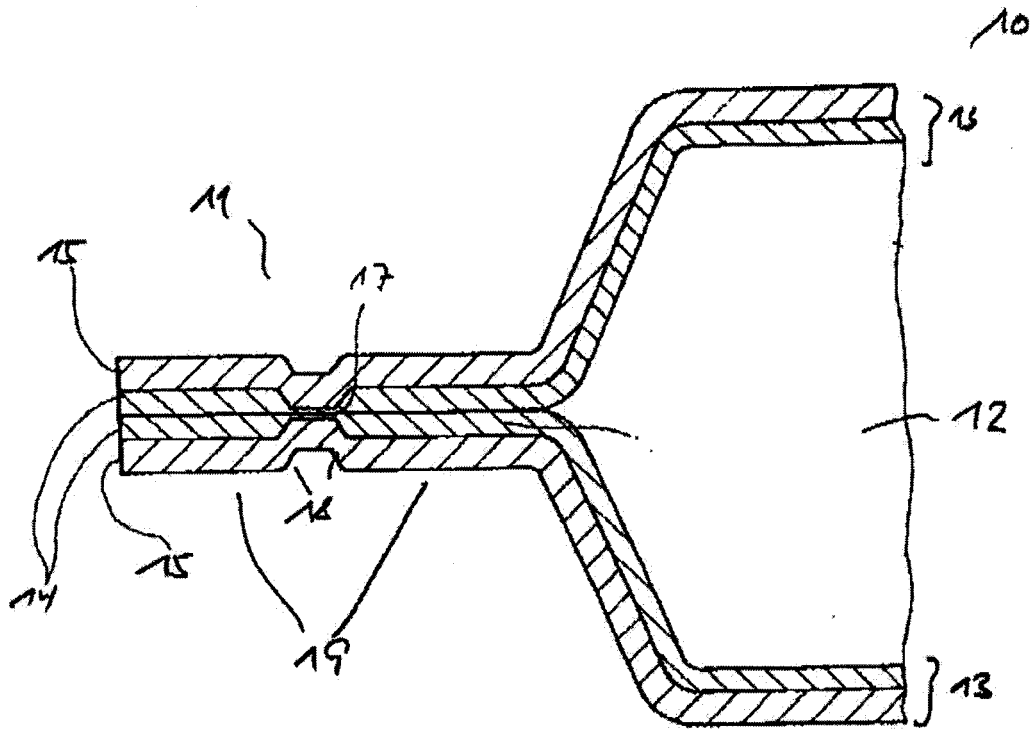


Fig. 2

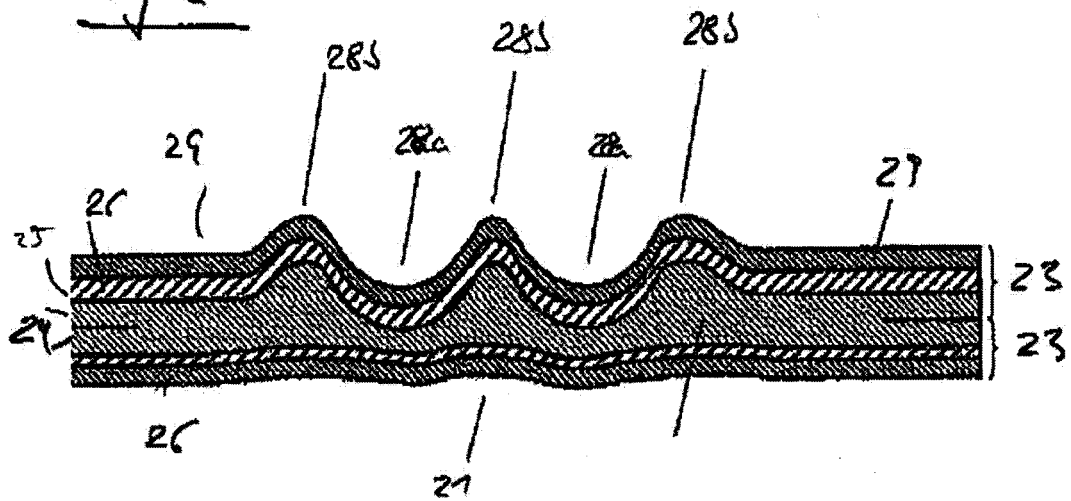


Fig. 2

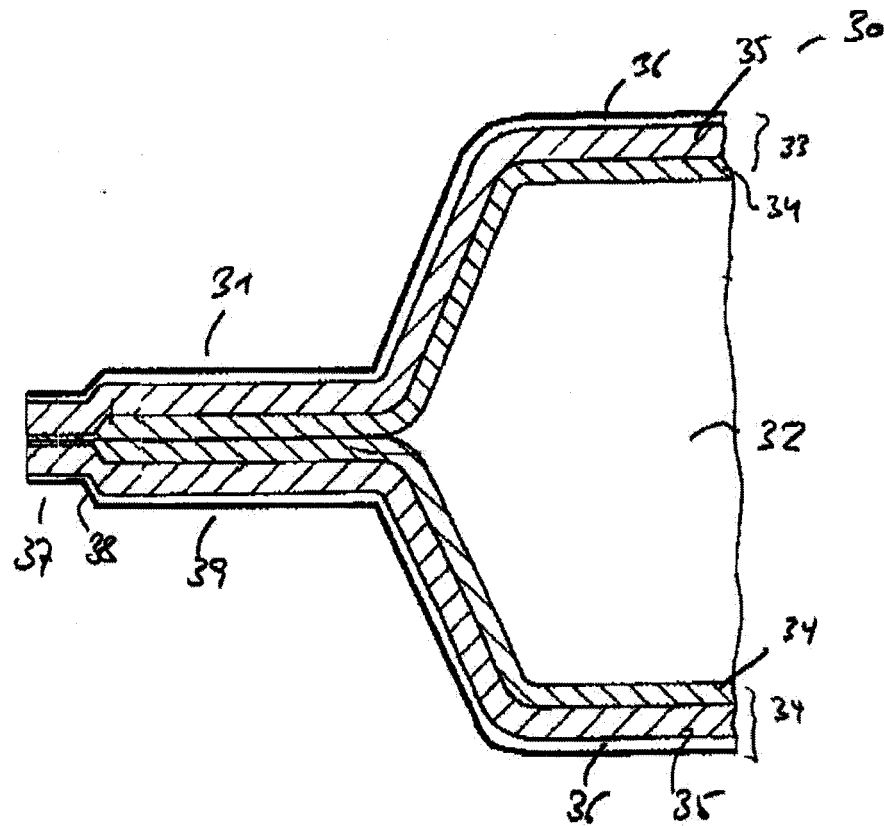


Fig 4

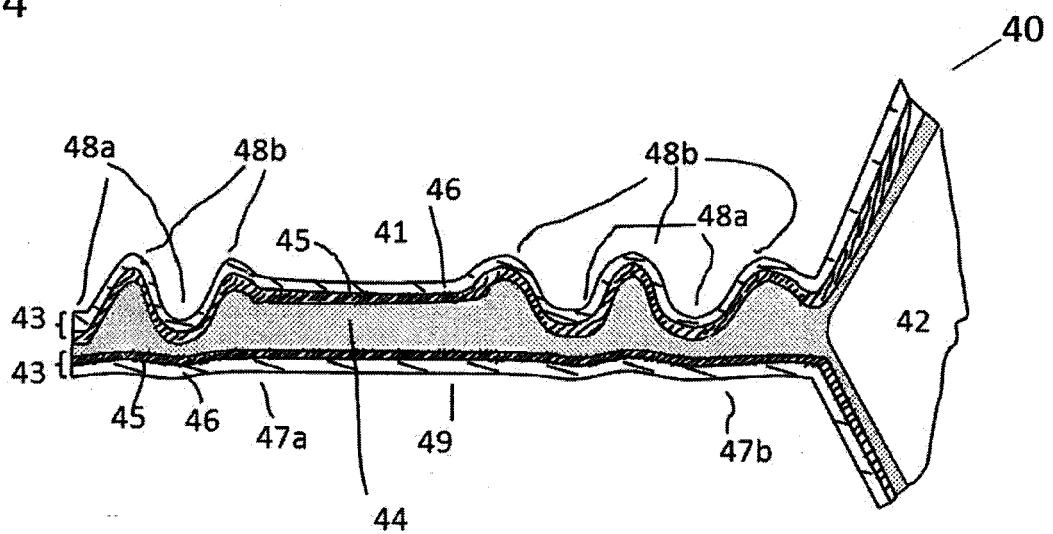
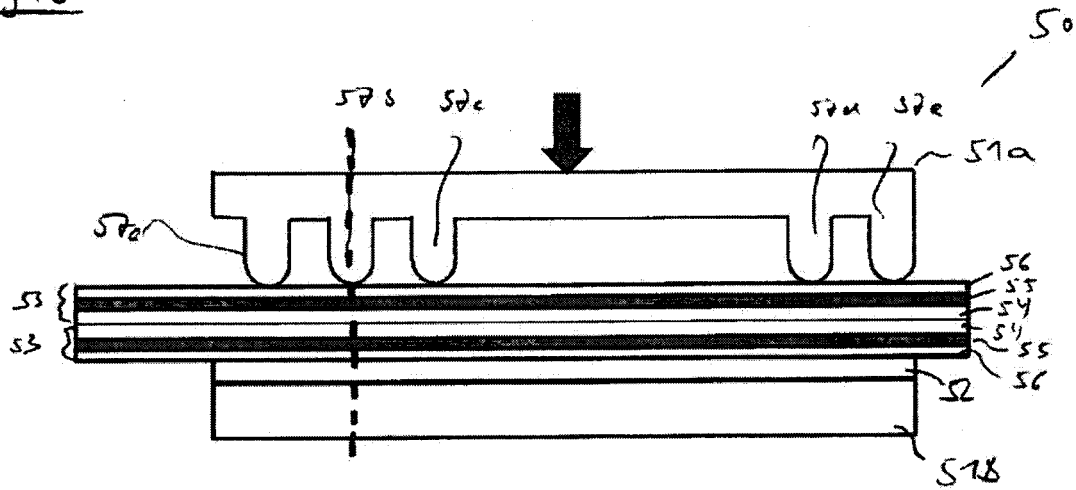


Fig. 5

4/6

Fig. 6a

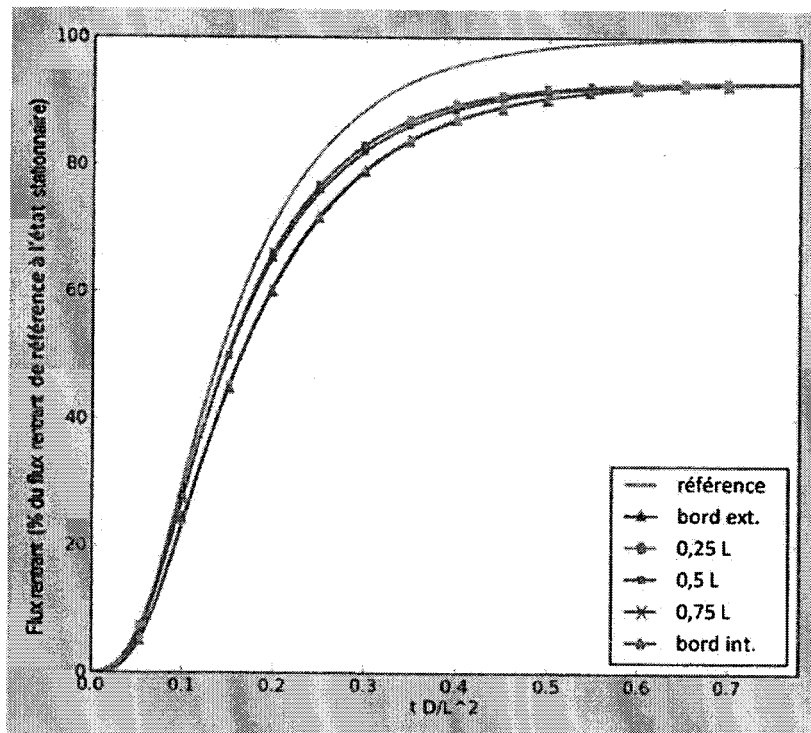
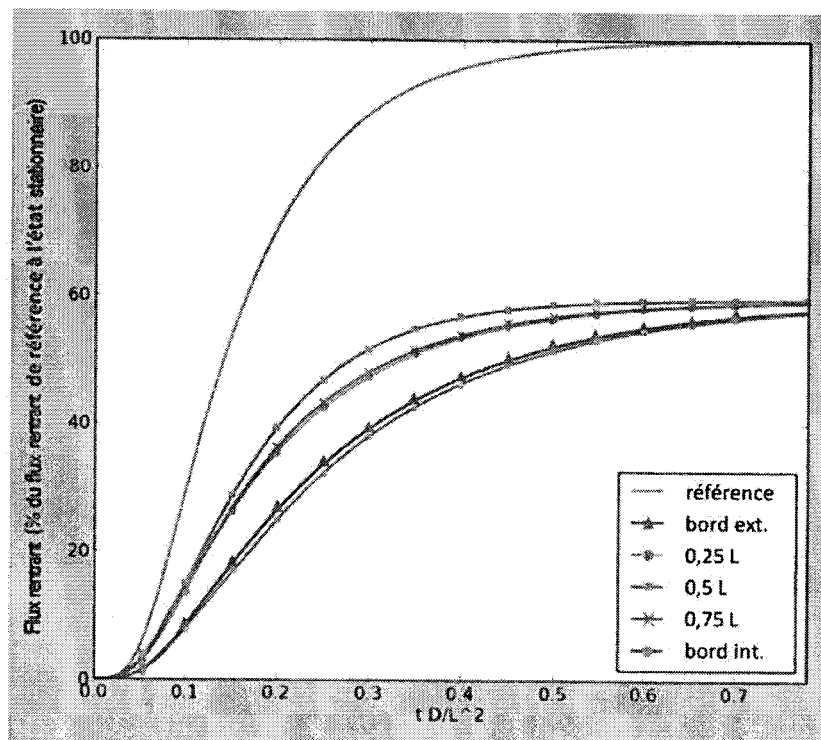


Fig. 6b



5/6

Fig. 7a

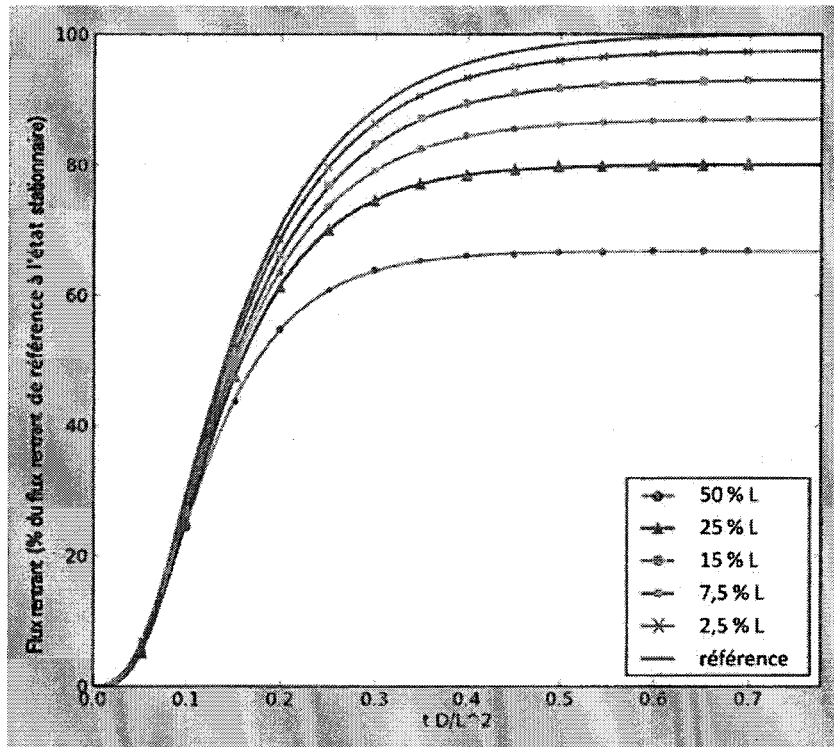
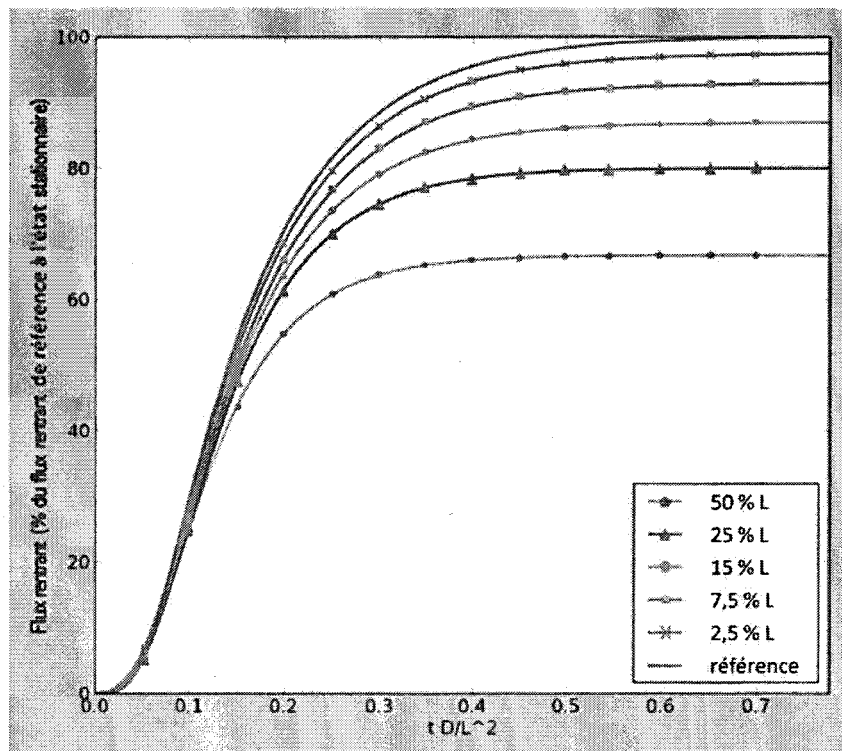


Fig. 7b



6/6

Fig. 8a

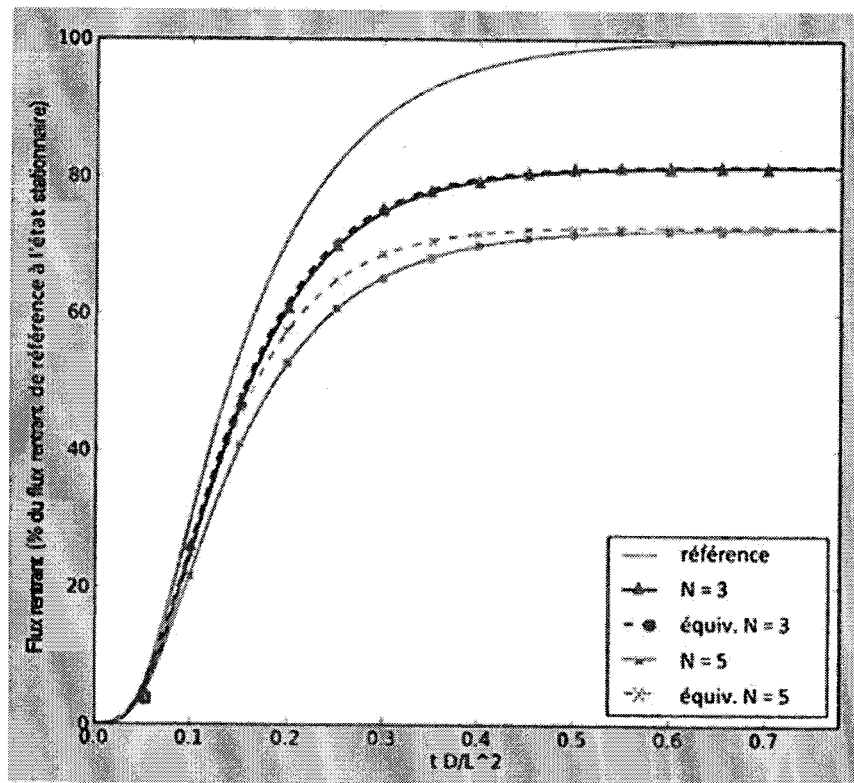
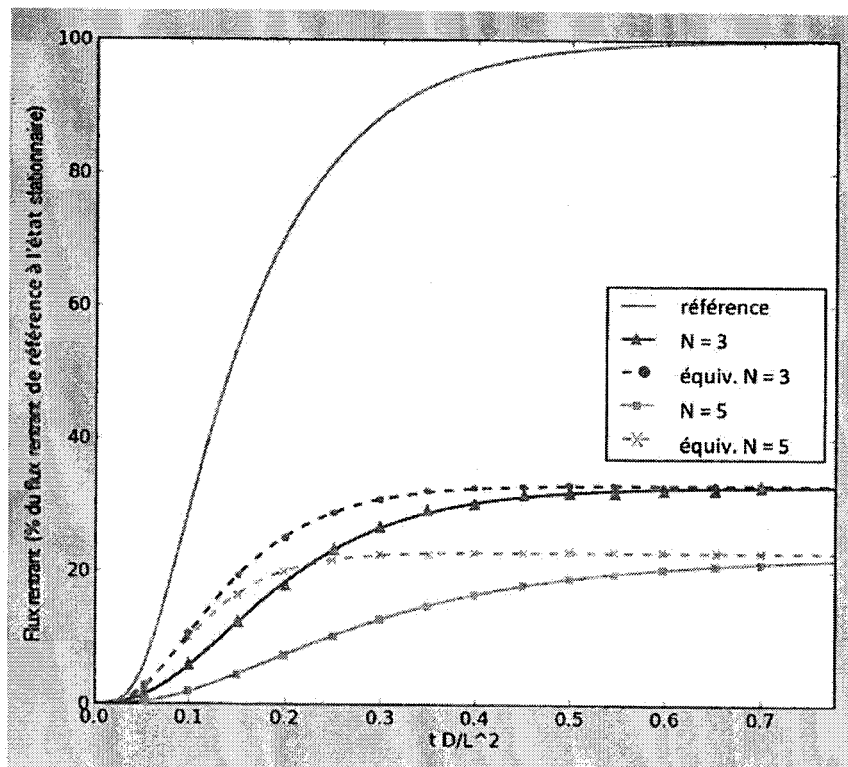


Fig. 8b



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**

JP 2007 016927 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 25 janvier 2007 (2007-01-25)

JP 2003 314786 A (MATSUSHITA REFRIGERATION) 6 novembre 2003 (2003-11-06)

EP 2 224 159 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 1 septembre 2010 (2010-09-01)

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

CN 103 538 300 A (SUZHOU V I P NEW MAT CO LTD) 29 janvier 2014 (2014-01-29)

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

NEANT