

(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
15 février 2007 (15.02.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/017616 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G01N 21/31 (2006.01) **C03B 18/22** (2006.01)
C03B 18/20 (2006.01) **G01N 21/39** (2006.01)

Nicolas [FR/FR]; 10 Rue de Lorraine, F-92600 Asnieres
s/Seine (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/050794

(74) Mandataire : **DUCREUX, Marie**; L'AIR LIQUIDE,
Direction de la Propriété Intellectuelle, 75 Quai d'Orsay,
F-75321 CEDEX 07 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 9 août 2006 (09.08.2006)

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0552490 11 août 2005 (11.08.2005) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75 Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

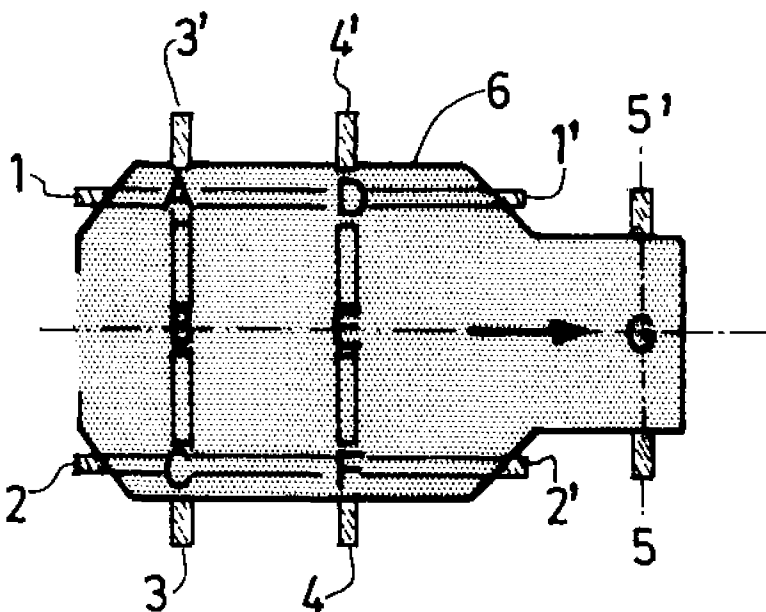
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **DOCQUIER**,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ABSORPTION SPECTROSCOPY METHOD FOR CONTROLLING THE FORMING OF FLAT GLASS AND A CONTROL DEVICE

(54) Titre : PROCÉDE DE CONTRÔLE PAR SPECTROSCOPIE D'ABSORPTION AU COURS DU FORMAGE DE VERRE PLAT ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling flat glass forming by flowing a molten glass over a liquid tin layer contained in a forming vat wherein a forming characteristic quantity is measured above the glass surface during forming by means of beams generated by at least one absorption spectroscopy-based analyser, wherein the light beams generated by said analyser form a net above the glass surface. A device for carrying out the inventive method comprising an arm for supporting a vessel which comprises a retroreflecting means for receiving a light beam and transmitting it in an opposite direction parallel to an incident optical path is also disclosed.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de contrôle du formage de verre plat par écoulement de verre fondu sur une nappe d'étain liquide présent dans

une cuve de formage dans lequel on mesure une grandeur caractéristique du formage au-dessus de la surface du verre en cours de formage à l'aide de faisceaux générés par au moins un analyseur basé sur la spectroscopie d'absorption, dans lequel les faisceaux de lumière générés par l'analyseur forment un réseau au-dessus de la surface du verre. L'invention concerne également un dispositif utilisable pour la mise en œuvre de ce procédé comprenant un bras supportant un caisson comprenant un moyen de rétro réflexion capable de recevoir un faisceau de lumière et de le renvoyer dans le sens opposé parallèlement au chemin optique incident.

WO 2007/017616 A2



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

Procédé de contrôle par spectroscopie d'absorption au cours du formage de verre plat et dispositif de contrôle.

5 La présente invention concerne un procédé de contrôle du formage de verre plat par écoulement de verre fondu sur une nappe d'étain liquide.

Le procédé de formage de verre plat flotté consiste à amener du verre chaud sortant d'un four de fusion sur une nappe d'étain liquide maintenue dans une cuve. La cuve est constituée d'un caisson métallique dont les parois sont garnies d'un matériau
10 réfractaire. Le verre s'étale sur l'étain plus dense jusqu'à une épaisseur d'environ 6 mm conditionnée par l'effet combiné des forces de gravité, de tension superficielle et de traction. Cette dernière force s'exerce par les rouleaux de support du ruban de verre figé dans l'étenderie de recuisson située en aval de la cuve d'étain.

Le formage de verre plat est réalisé sous atmosphère comprenant de l'azote et de
15 l'hydrogène (3 à 10 % en volume de l'atmosphère) afin de limiter l'oxydation de l'étain sous l'effet de faibles rentrées d'air, du dégazage du verre et d'espèces résiduelles dans l'azote et l'hydrogène introduit, telles que l'eau. Cette atmosphère est maintenue à pression légèrement positive et est renouvelée en continu afin d'éviter l'accumulation d'impuretés pouvant causer des défauts sur le verre.

20 La présence d'eau et d'oxygène contamine l'étain et entraîne une émission d'oxyde stanneux (SnO) dans l'atmosphère. Cet oxyde stanneux peut se condenser sur les parois réfractaires dans la partie avale de la cuve et, par réduction chimique, tomber en gouttes métalliques sur le ruban de verre. En outre, l'augmentation de la teneur en oxygène dissous dans le bain d'étain entraîne l'absorption de quantités croissantes
25 d'oxyde stanneux en face inférieure du ruban de verre. Si ces quantités sont trop importantes, cet oxyde stanneux peut se transformer en oxyde stannique lors des traitements thermiques ultérieurs du ruban de verre et former un voile bleuté sur le verre. Enfin, la solubilité de l'oxygène étant fortement corrélée à la température (de 630 à 5 ppm lorsque l'étain passe de 1000 à 600°C), et le défilement du verre entraînant la
30 circulation rapide de l'étain de la zone amont chaude (1000°C) à la zone avale froide de la cuve (600°C), l'oxygène dissous en zone chaude peut précipiter en oxyde stannique dans la partie froide de la cuve et générer un encrassement progressif du bain d'étain.

Pour éviter ces problèmes, il est connu d'ajuster le profil de chauffe en voûte de cuve et la distribution des flux d'azote et d'hydrogène (sous forme de flux de mélange
35 azote/hydrogène et éventuellement d'azote pur) en fonction des conditions opératoires : tirée de verre produit, prises de température ponctuelles dans l'enceinte, mesure de

l'épaisseur du verre et suivi de l'évolution temporelle du taux de défauts d'origine due à l'étain. Il est également indispensable de mesurer la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère (ou température de rosée) au-dessus du bain car il existe une corrélation directe entre la qualité du verre et le niveau de température de rosée au-dessus de la
5 feuille de verre dans la zone de formage. Cette température de rosée doit être maintenue au niveau le plus faible pour éviter la pollution de la feuille de verre par l'étain ou ses oxydes. L'augmentation de la température de rosée peut résulter d'un défaut d'étanchéité, d'une fuite d'eau sur un des éléments insérés à l'intérieur de l'enceinte (par exemple, un refroidisseur) ou d'un défaut d'inertage de l'enceinte (pression trop basse,
10 niveau d'impureté trop élevé ou mauvais ajustement du rapport N_2/H_2).

Dans tous les cas, les opérateurs doivent agir très rapidement pour éviter une perte sèche de production. Or la vitesse de réaction dépend de la précision du diagnostic. Il est donc important de pouvoir localiser avec le plus de précision possible le point de la cuve où un problème sévit.

15 La demande WO2005/023720 décrit un procédé de contrôle du formage de verre plat par écoulement de verre fondu sur une nappe d'étain liquide, dans lequel on mesure, à l'aide d'au moins une diode laser, la concentration en H_2O au-dessus de la surface du verre en cours de formage. Or la mesure obtenue par la diode laser est moyennée le long du chemin optique parcouru par le faisceau à l'intérieur de la cuve
20 d'étain. Il est difficile de préciser à quel point de ce chemin la concentration en vapeur d'eau est la plus élevée. De plus, comme les diodes sont orientées perpendiculairement au sens de défilement de la feuille de verre, on ne peut indiquer de quel côté de la cuve il faut intervenir.

Le but de la présente invention est de proposer une amélioration au procédé de
25 contrôle du formage de verre plat par mesure d'une grandeur caractéristique du formage, telle que la concentration en H_2O , ladite amélioration permettant d'affiner la localisation de l'endroit où la grandeur caractéristique évolue et ainsi de diminuer le temps d'intervention des opérateurs.

30 Dans ce but, l'invention concerne un procédé de contrôle du formage de verre plat par écoulement de verre fondu sur une nappe d'étain liquide présent dans une cuve de formage dans lequel on mesure une grandeur caractéristique du formage, telle que la concentration en H_2O , au-dessus de la surface du verre en cours de formage à l'aide de faisceaux de lumière générés par au moins un analyseur basé sur la spectroscopie
35 d'absorption, et dans lequel au moins deux faisceaux générés par l'analyseur se croisent au-dessus de la surface du verre.

L'invention s'applique à tout procédé mettant en œuvre un suivi du procédé de formage à l'aide d'un analyseur fonctionnant par émission d'une onde lumineuse mono- ou polychromatique à travers l'atmosphère de la cuve à analyser, puis réception de cette onde et comparaison avec l'onde émise, ladite comparaison permettant de déduire la présence de composés dans l'atmosphère traversées par l'onde. On utilise
5 avantageusement un analyseur permettant de mesurer la concentration de gaz présentant une température supérieure à 300 °C. Il est également préférable d'utiliser des analyseurs capables de donner des mesures fiables dans un milieu dont le gradient de température peut être important et monter jusqu'à 500°C. La présente invention
10 s'applique particulièrement à un analyseur qui est une diode laser. Dans le cadre de la présente invention, on entend par diode laser, un analyseur se composant :

- d'une source comprenant un générateur du faisceau laser ayant une longueur d'onde variable dans une plage de longueurs d'onde $\Delta\lambda$ qui englobe au moins une raie d'absorption caractéristique de l'espèce dont on veut détecter la présence, et
- 15 - un émetteur dirigeant le faisceau dans le milieu à analyser,
- du récepteur de ce faisceau après sa traversée du milieu à analyser, et
- de moyens de comparaison, par exemple de l'amplitude du faisceau laser reçu (intensité du faisceau) et de l'amplitude du faisceau laser émis dans toute la plage de longueurs d'ondes considérées. Dans la description qui suit, les définitions de
20 générateur, émetteur et récepteur ci-dessus sont généralisées à tout type d'analyseur par spectroscopie d'absorption.

La grandeur caractéristique du procédé peut être la concentration en eau, en oxygène, en SnO. De préférence, il s'agit de la concentration en eau et l'analyseur est une diode laser.

25 Par mise en oeuvre de l'invention, la mesure est réalisée à l'aide d'au moins un analyseur générant des faisceaux de lumière qui se croisent au-dessus de la surface du verre. Grâce aux croisements des faisceaux, il est possible de localiser rapidement le lieu où, par exemple, la concentration en H₂O augmente. En effet, l'opérateur déduit des analyseurs des faisceaux indiquant une hausse de concentration en H₂O que le lieu de
30 cette hausse est au croisement des faisceaux de ces analyseurs. Cette déduction peut se faire au moyen d'un opérateur logique de contrôle ou un opérateur automatique d'aide à la décision. Selon l'invention, le plan formé par les faisceaux est parallèle au plan d'écoulement du verre plat. On peut ainsi quadriller la surface du verre, toutefois l'invention ne vise pas à obtenir une description détaillée de l'atmosphère dans un plan
35 donné, mais de garantir qu'aux endroits clés de la cuve de formage, on obtient

l'information nécessaire et suffisante pour comprendre et optimiser le fonctionnement du procédé.

Selon la mise en œuvre préférée de l'invention, au moins un faisceau est dirigé perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu et au moins un faisceau est dirigé parallèlement au sens d'écoulement du verre fondu. Cette mise en œuvre permet de mailler un point de la surface du verre, on peut ainsi contrôler la concentration en une espèce polluante en ce point précis et déduire des augmentations de concentration dans des zones entre ces points. En effet, si deux faisceaux qui se croisent détectent une augmentation de concentration, alors cette augmentation se situe à leur croisement. Si un unique faisceau détecte une augmentation de concentration, alors l'augmentation de température se situe en un point situé sur son chemin optique et placé en dehors de ses croisements avec les autres faisceaux. Selon l'invention, on entend par "faisceaux perpendiculaires" et "faisceaux parallèles", des faisceaux dont les directions sont globalement parallèles ou perpendiculaires au sens d'écoulement du verre fondu.

De préférence, on met en œuvre au moins un des trois faisceaux perpendiculaires au sens d'écoulement du verre fondu suivants :

- un des faisceaux dirigés perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu est placé dans la zone chaude et amont de la cuve,
- un des faisceaux dirigés perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu est placé dans la zone froide et aval de la cuve,
- un des faisceaux dirigés perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu est placé au milieu de la cuve. Ce dernier faisceau dirigé perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu et placé au milieu de la cuve se situe, de préférence, à l'endroit de la cuve où se séparent la zone des gaz captés vers l'amont de la cuve et la zone des gaz captés vers l'aval de la cuve. Les faisceaux placés dans les zones amont et aval sont proches de la braise et de la galerie de recuisson, où l'étanchéité ne peut être totale et n'est compensée que par une légère surpression de la cuve. Les faisceaux placés en amont permettent également de tenir compte des variations d'atmosphère près des machines qui y sont présentes telles que les barrières de carbone, les top rollers et les refroidisseurs. Les faisceaux placés en aval permettent enfin également de tenir compte des variations d'atmosphère près des nombreux refroidisseurs destinés à produire les températures les plus froides et qui peuvent conduire à la condensation d'oxydes d'étain responsables de la dégradation de la qualité du verre.

En ce qui concerne le faisceau dirigé parallèlement au sens d'écoulement du verre fondu, il est de préférence placé près d'une des parois de la cuve. Selon un mode préféré, deux faisceaux de ce type sont placés de chaque côté de la cuve. Ce type de

faisceau est généralement placé à 10 à 200 cm du bord de la cuve. En effet, c'est près des frontières du caisson que l'air peut s'infiltrer : en particulier, près de la zone du scellage de côté (ou "side sealing" en anglais) composée de part et d'autre de la cuve (côtés gauche et droit) de boîtes de scellage ("sealing boxes") permettant soit de
5 combler les espaces vides, soit de disposer un hublot de visualisation, soit de positionner les machines nécessaires au formage de la feuille de verre (refroidisseurs, top rollers, barrières en carbone ...).

De préférence, au moins deux faisceaux générés par l'analyseur se croisent au-dessus de la surface du verre à proximité des interfaces entre les boîtes de scellage et
10 les machines nécessaires au formage de la feuille de verre. En effet, de l'air et de l'eau contenue dans les systèmes de refroidissement desdites machines de formage peuvent s'infiltrer dans la cuve à ce niveau.

En pratique, il est possible d'utiliser un seul générateur de faisceau pour générer tous les faisceaux du réseau, par exemple en divisant le faisceau de l'unique
15 générateur, ou en commutant rapidement le faisceau du générateur sur plusieurs lieux de mesure (il suffit que la vitesse de commutation soit grande par rapport aux échelles de temps caractéristiques du procédé de formage du verre, c'est-à-dire de quelques secondes maximum). On peut aussi utiliser plusieurs générateurs générant chacun un faisceau.

Pour un faisceau dirigé perpendiculairement au sens d'écoulement du verre fondu, l'émetteur et le récepteur des analyseurs, sont généralement placés à l'extérieur de la cuve et de chaque côté de celle-ci. Le faisceau pénètre dans et sort de la cuve par des
20 fenêtres de visée percées dans la paroi de la cuve à une hauteur telle que le faisceau passe à faible distance au-dessus de la surface du verre en cours de formage. L'émetteur et le récepteur sont positionnés derrière chacune de ces fenêtres de visée.
25 Selon une variante, l'émetteur et le récepteur peuvent être placés derrière la même fenêtre de visée ; un dispositif optique rétroréfléchissant, par exemple un jeu de miroirs, est placé derrière la seconde fenêtre de visée de manière à réfléchir le faisceau émis par l'émetteur vers le récepteur. Un gaz neutre, tel que de l'azote, est généralement
30 utilisé pour nettoyer la surface des fenêtres de visée de l'émetteur et du récepteur, et éventuellement du miroir, afin d'éviter le dépôt de poussière, pour prévenir un échauffement trop important de l'émetteur et du récepteur et/ou pour éviter toute interférence avec l'humidité ambiante (c'est-à-dire l'extérieur de la cuve).

Selon la nature de la cuve, pour un faisceau dirigé parallèlement au sens
35 d'écoulement du verre fondu, celui-ci est dirigé par un émetteur et un récepteur placés dans les épaulements aval et central de la cuve. Comme précédemment, l'émetteur et le

récepteur des analyseurs sont placés à l'extérieur de la cuve en amont de celle-ci et dans l'épaulement central de celle-ci. Toutefois, si la cuve ne présente pas un épaulement, il est possible de guider les faisceaux dirigés parallèlement au sens d'écoulement du verre fondu (qu'ils soient en amont ou en aval de cet épaulement) par au moins un miroir. Par exemple, le faisceau pénètre dans le four par une fenêtre de visée percée dans la paroi longitudinale de la cuve ou dans le plafond de la cuve, donc perpendiculairement au sens d'écoulement du verre. Puis, ce faisceau est redirigé de manière à être parallèle au sens d'écoulement du verre au moyen d'un miroir présent dans la cuve et orienté à 45° du faisceau le frappant de manière à le guider vers la fenêtre de visée du récepteur. Le miroir est placé dans la cuve au moyen d'un bras, préférablement refroidi, passé au travers de la paroi de la cuve. L'utilisation d'un tel bras équipé d'un miroir est particulièrement intéressant parce qu'il permet de contrôler la concentration en H₂O le plus près possible (à une distance comprise entre 0,1 et 2 m de la paroi interne de la cuve) de la paroi longitudinale de la cuve, là où les problèmes d'étanchéité sont courants.

Selon une variante, la grandeur caractéristique du procédé mesurée est la température de l'atmosphère au-dessus de la surface du verre.

La diode laser peut être placée à une distance de la surface du verre en cours de formage comprise entre 2 et 50 cm, de préférence entre 5 et 20 cm.

L'invention concerne également l'utilisation du procédé précédent pour localiser une zone polluée au-dessus du bain d'étain.

L'invention concerne également un dispositif susceptible d'être utilisé pour la mise en œuvre du procédé précédemment décrit comprenant :

- un bras dont une première extrémité supporte un caisson :

. la paroi dudit caisson placée en regard de la seconde extrémité du bras est transparente, et

. au sein duquel est placé un moyen de rétro réflexion capable de recevoir un faisceau de lumière provenant de la première extrémité du bras et parallèle audit bras et de le renvoyer dans le sens opposé parallèlement au chemin optique incident,

- un écran transparent fixé à la seconde extrémité du bras de manière à faire face à la paroi transparente du caisson,

- un moyen d'introduction de gaz près des surfaces de la paroi transparente et de l'écran transparent et optionnellement dans le caisson,

- un moyen de refroidissement du bras et du caisson.

Dans la présente invention, on entend par "paroi transparente", une paroi transparente à la ou les longueur(s) d'onde du faisceau de l'analyseur.

La description détaillée et le fonctionnement de ce dispositif sont faits en relation avec la figure 1. Ce dispositif est donc constitué d'un bras 7, c'est-à-dire d'une tige, dont une
5 extrémité 7a porte un caisson 8. De préférence, le bras présente une longueur telle que la paroi transparente 9 du caisson est située entre 0,2 et 2 m de la paroi interne de la cuve, de préférence entre 0,5 et 2 m. Le caisson 8 est de préférence étanche aux gaz et rempli d'un gaz neutre. Il comprend au moins une paroi 9 transparente et renferme un
10 moyen de rétro réflexion capable de recevoir un faisceau de lumière incident et de le renvoyer selon un chemin optique essentiellement parallèle au faisceau incident. Sur la figure 3, ce moyen de rétro réflexion est un système optique constitué de deux miroirs 10 et 11. Ces deux miroirs 10 et 11 sont agencés pour s'assurer qu'un faisceau (trait pointillé) traversant la paroi 9 transparente du caisson 8 tombe sur la surface d'un miroir.
15 De par l'agencement des miroirs à 90°, le premier miroir 10 envoie le faisceau optique sur le deuxième miroir 11, lequel renvoie le faisceau optique à travers la paroi 9 transparente selon une direction parallèle au faisceau incident. Tout autre moyen de rétro réflexion peut être utilisé tel que, par exemple, un ou plusieurs prismes. Le faisceau traverse à l'aller comme au retour un écran transparent 12 situé sur la seconde
20 extrémité 7b du bras. 2. De préférence, le caisson et l'écran transparent sont fixés perpendiculairement au bras. Le dispositif est équipé d'un moyen 13 d'introduction de gaz près des surfaces de la paroi transparente 9 et de l'écran 12 et de préférence aux endroits suivants :

- au niveau de la face 12a de l'écran et de la face 9a de la paroi transparente qui se font
25 face et qui sont destinées à être placées dans l'atmosphère de la cuve d'étain, de manière à éviter le dépôt d'impuretés sur ces faces,
- au niveau de la face 12b de l'écran 12 de manière à éviter la présence de molécules absorbantes sur le chemin optique des faisceaux entre cette face 12b et l'analyseur, lesdites molécules pouvant fausser la mesure de la grandeur caractéristique du
30 procédé,
- et enfin optionnellement dans le caisson 8 si celui-ci n'est pas étanche, comme cela est représenté sur la figure 1.

Le gaz introduit est un gaz neutre, tel que l'azote, l'argon ou l'hélium, qui ne peut être oxydé dans la plage de température du fromage dans la cuve d'étain ou qui ne
35 réagit avec aucun des composés présents dans l'atmosphère au-dessus du bain d'étain. Le dispositif est également équipé d'un moyen de refroidissement 14 du bras 7 et du

caisson 8 pour éviter leur détérioration lors de leur introduction dans la cuve de formage. Ce moyen de refroidissement consiste par exemple à faire circuler de l'eau dans une chemise entourant le bras et le caisson.

5 L'invention concerne enfin l'utilisation du dispositif précédent pour mesurer une grandeur dans un four à l'aide d'un faisceau de lumière généré par au moins un analyseur basé sur la spectroscopie d'absorption, ledit faisceau étant dirigé à travers l'écran transparent et parallèlement au bras.

10 L'analyseur est de préférence une diode laser. La grandeur peut être choisie parmi : la concentration en un composé chimique, la température de l'atmosphère dans le four.

Cette utilisation est particulièrement adaptée à un four de fusion de verre, notamment au procédé de contrôle du formage de verre plat pour sonder chaque point du maillage, et tout particulièrement pour la prise de mesure dans la zone aval de la cuve qui est plus difficilement accessible par un faisceau longitudinal. On place alors, 15 par exemple, le dispositif en aval d'un épaulement de la cuve. Ce dispositif est introduit par une ouverture d'une paroi de la cuve et l'émetteur et le récepteur d'une diode laser sont placés derrière l'écran transparent 12 fixé à la seconde extrémité 7b du bras. Au moyen du dispositif, le faisceau effectue un aller-retour au-dessus de la surface du verre. Grâce au moyen de refroidissement 14, le dispositif peut être installé dans la cuve 20 de température élevée tout le temps des mesures à effectuer. Le moyen d'introduction 13 de gaz permet de faire circuler un gaz neutre dans le caisson 8 où est disposé le moyen de rétro réflexion ou d'y créer une surpression de ce gaz neutre par rapport à la pression dans la cuve, près de la face 12a de l'écran et de la face 9a de la paroi transparente et entre l'écran 12 et l'analyseur. Ce gaz neutre permet d'éviter le dépôt 25 d'impuretés sur les parois transparentes et d'éviter la présence de molécules de l'atmosphère ambiante introduites avec le dispositif lors de sa mise en place dans la cuve. Ce dispositif présente l'intérêt de pouvoir être introduit et retiré de la cuve facilement sans devoir recommencer des opérations de réalignement entre l'émetteur et le récepteur d'un même analyseur. Il présente aussi l'avantage de donner une mesure 30 quasi locale au voisinage de la paroi de la cuve.

La figure 2 illustre la mise en œuvre du procédé selon l'invention. La figure est une vue du dessus d'une cuve 6 de formage de verre. Trois couples émetteur/récepteur d'analyseur 3/3', 4/4', 5/5' permettent de mesurer une grandeur caractéristique du 35 procédé au-dessus de la surface de verre. Leurs faisceaux sont dirigés perpendiculairement au sens de l'écoulement du verre dans trois zones : en zone

amont, au milieu et en zone aval. On utilise également deux autres émetteur/récepteur 1/1', 2/2', placés dans l'épaulement central et la paroi amont de la cuve ; leurs faisceaux sont dirigés parallèlement au sens de l'écoulement du verre : près de chaque paroi de la cuve 6. Grâce aux cinq faisceaux, on obtient un maillage de six points (A à F) et d'une zone G de la surface du verre. En fonction des signaux donnés par chaque analyseur (1 : mesure anormale de la grandeur caractéristique, 0 : mesure normale de la grandeur caractéristique), il est possible de savoir rapidement où se situe le problème lié à la grandeur caractéristique, comme exemplifié dans le tableau suivant :

Analyseur	Signaux des analyseurs						
1/1' (gauche)	1	0	0	1	0	0	0
2/2' (droite)	0	0	1	0	0	1	0
3/3' (amont)	1	1	1	0	0	0	0
4/4' (milieu)	0	0	0	1	1	1	0
5/5' (aval)	0	0	0	0	0	0	1
Localisation du problème	A	B	C	D	E	F	G

10

La figure 3 illustre l'utilisation de miroirs pour guider le faisceau le long de la paroi longitudinale de la cuve 6. Le faisceau 7 est introduit dans la cuve 6 par une fenêtre de visée 10 ; il est alors perpendiculaire au sens de l'écoulement du verre (flèche) dans la cuve 6. Un miroir 8 tenu par un bras 9 introduit par la fenêtre de visée 10 est placé sur le chemin du faisceau 7 et orienté à 45° de celui-ci de manière à le guider perpendiculairement à son trajet initial et parallèlement à la paroi de la cuve 6. Un autre miroir 81 tenu par un bras 91 introduit par une autre fenêtre de visée 11 est placé sur le chemin du faisceau de manière à le guider perpendiculairement à la paroi de la cuve 6 et à le faire sortir par la fenêtre 11. Cette utilisation est particulièrement utile dans la partie aval de la cuve placée en aval de l'épaulement central de la cuve.

15

20

REVENDICATIONS

1. Dispositif comprenant :

- un bras (7) dont une première extrémité (7a) supporte un caisson (8) :

5 . la paroi (9) dudit caisson (8) placée en regard de la seconde extrémité (7b) du bras est transparente, et

. au sein duquel est placé un moyen de rétro réflexion (10, 11) capable de recevoir un faisceau de lumière provenant de la première extrémité (7a) du bras et parallèle audit bras (7) et de le renvoyer dans le sens opposé parallèlement au chemin

10 optique incident,

- un écran (12) transparent fixé à la seconde extrémité du bras (7b) de manière à faire face à la paroi (9) transparente du caisson (8),

- un moyen (13) d'introduction de gaz près des surfaces de la paroi (9) transparente et de l'écran (12) transparent et optionnellement dans le caisson,

15 - un moyen (14) de refroidissement du bras et du caisson.

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le caisson (8) et l'écran (12) transparent sont fixés perpendiculairement au bras (7).

20 3. Utilisation du dispositif selon la revendication 1 ou 2 pour mesurer une grandeur dans un four à l'aide d'un faisceau de lumière généré par au moins un analyseur basé sur la spectroscopie d'absorption, ledit faisceau étant dirigé à travers l'écran (12) transparent et parallèlement au bras (7).

25 4. Utilisation selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'analyseur est une diode laser.

5. Utilisation selon la revendication 2 ou 3, caractérisée en ce que la grandeur est choisi parmi : la concentration en un composé chimique, la température de l'atmosphère dans
30 le four.

6. Utilisation selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que le four est un four de fusion de verre.

35

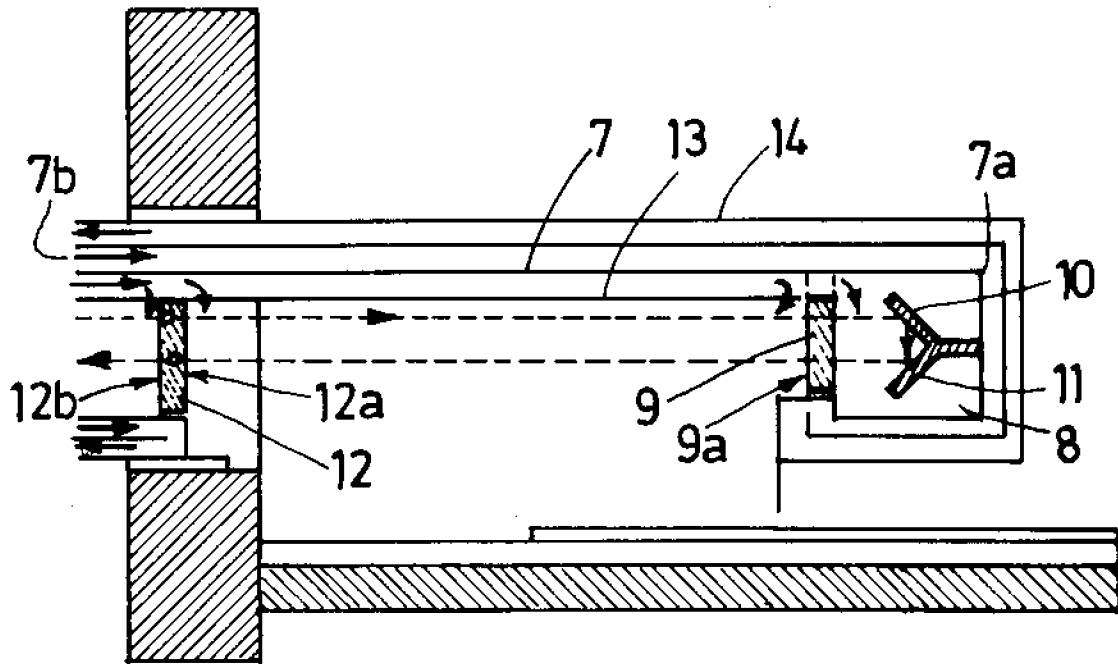


FIG.1

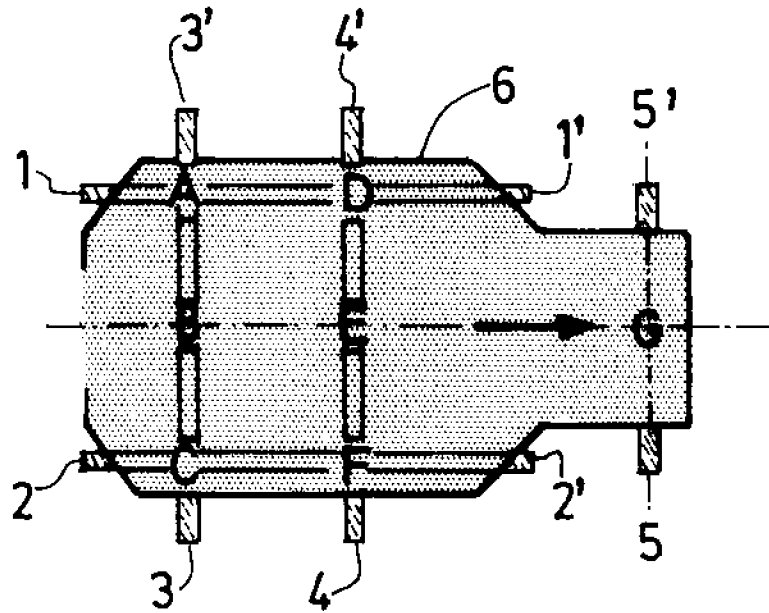


FIG.2

2/2

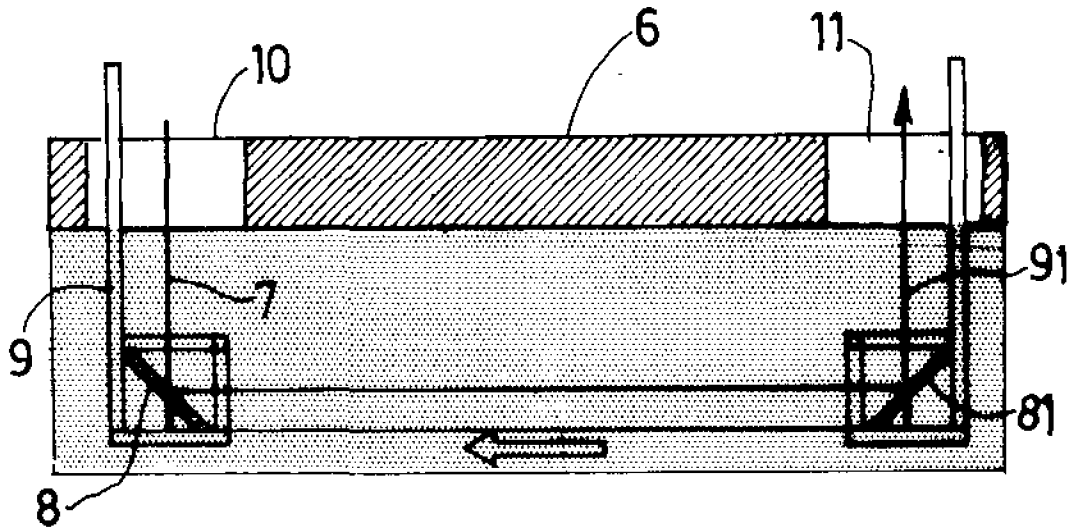


FIG.3