

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 976 841

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 11 55561

⑤1 Int Cl⁸ : B 29 C 49/68 (2012.01), B 29 C 49/78, B 29 B 13/02

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23.06.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.12.12 Bulletin 12/52.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SIDEL PARTICIPATIONS Société par
actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : FEUILLOLEY GUY, BELLEC
CAROLINE, MAILLOT ISABELLE et DERRIEN
MIKAEL.

⑦3 Titulaire(s) : SIDEL PARTICIPATIONS Société par
actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : DEJADE & BISET Société par actions
simplifiée.

⑤4 PROCÉDE DE CHAUFFE D'UNE ÉBAUCHE DE RÉCIPENT À FAIBLE TEMPÉRATURE DE PAROI EXTERNE.

⑤7 Procédé de chauffe d'une ébauche (2) en matière
plastique pour la fabrication d'un corps creux par formage à
partir de l'ébauche (2), qui comprend les opérations consistant à :

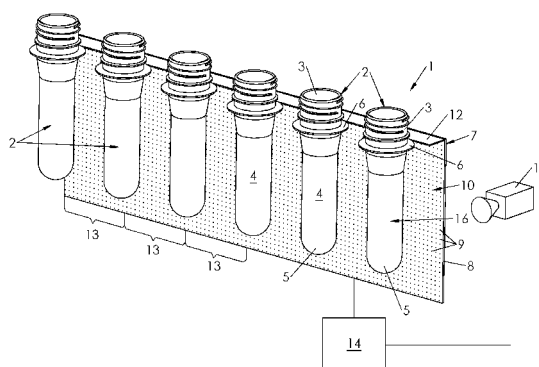
- introduire l'ébauche (2) dans un four (7) muni de
sources (9) de rayonnement électromagnétique monochromatique ou pseudo-monochromatique émettant dans
l'infrarouge;

- exposer l'ébauche (2) au rayonnement des sources (9),
réglées à une puissance d'émission prédéterminée, pendant un temps d'exposition prédéterminé;

- mesurer une température sur une paroi (16) externe de
l'ébauche (2);

Caractérisé en ce qu'il comprend une opération consistant à :

- ajuster le temps d'exposition et/ou la puissance d'émission tant que ladite température mesurée à une sortie du four (2), n'est pas comprise entre T_g et $1,8 - T_g$, où T_g est la température de transition vitreuse de la matière.



FR 2 976 841 - A1



Procédé de chauffe d'une ébauche de récipient
à faible température de paroi externe

L'invention a trait à la fabrication des récipients, notamment
5 bouteilles, flacons, par formage à partir d'ébauches en matière
plastique tel que polyéthylène téréphtalate (PET).

Dans ce qui suit, on suppose que les ébauches sont des
préformes, bien qu'il puisse s'agir de récipients intermédiaires ayant
subi un premier soufflage et destiné à en subir un second en vue
10 d'obtenir le récipient final.

La fabrication des récipients comporte deux étapes principales :
une étape de chauffe au cours de laquelle les ébauches sont exposées
au rayonnement électromagnétique de sources émettant dans
l'infrarouge, suivie d'une étape de formage au cours de laquelle un
15 fluide sous pression est injecté dans les ébauches ainsi chauffées pour
leur donner la forme finale du récipient.

L'épaisseur de paroi des préformes est généralement de plusieurs
millimètres, tandis que l'épaisseur du récipient final est inférieur au
millimètre (ordinairement de l'ordre de quelques dixièmes de
20 millimètres). On comprend donc que le taux de déformation de la
matière (qui subit un double étirage : axial et radial) varie dans
l'épaisseur de la préforme. Plus précisément, le taux d'étirage de la
paroi intérieure de la préforme est supérieur au taux d'étirage de la
paroi externe, dans des proportions correspondant aux variations de
25 surface des parois lors du soufflage.

Compte tenu de la complexité des formes du récipient fini, ce qui
rend difficile le calcul de la surface finale des parois interne et externe
du récipient, on évalue le taux de déformation de la matière en
calculant un taux de biorientation de chaque paroi, défini par le produit
30 des taux d'étirage diamétral et axial de la paroi considérée.

Prenons l'exemple d'une préforme de 27g, d'un diamètre extérieur
 D_{ext} de 22,26 mm, d'un diamètre intérieur D_{int} de 14,56 mm, d'une
longueur extérieure L_{ext} sous col de 85 mm, et d'une longueur intérieure
 L_{int} sous col de 79 mm, destinée à former un récipient d'une capacité de
35 0,5 l d'un diamètre moyen D de 65,5 mm (la différence entre le diamètre

intérieur et le diamètre extérieur du récipient peut être négligée) et d'une longueur sous col L moyenne de 243 mm.

Les taux d'étirage diamétral TD_{ext} et axial TA_{ext} de la paroi externe sont calculés comme suit :

$$TD_{ext} = \frac{D}{D_{ext}} = \frac{65,5}{22,26} = 2,95$$

$$TA_{ext} = \frac{L}{L_{ext}} = \frac{243}{85} = 2,86$$

- 5 Le taux de biorientation, noté BO_{ext} de la paroi externe est par conséquent calculé comme suit :

$$BO_{ext} = TD_{ext} \times TA_{ext} = 2,95 \times 2,86 = 8,44$$

Les taux d'étirage diamétral TD_{int} et axial TA_{int} de la paroi interne sont calculés comme suit :

$$TD_{int} = \frac{D}{D_{int}} = \frac{65,5}{14,56} = 4,5$$

$$TA_{int} = \frac{L}{L_{int}} = \frac{243}{79} = 3,08$$

- 10 Le taux de biorientation, noté BO_{int} de la paroi interne est par conséquent calculé comme suit :

$$BO_{int} = TD_{int} \times TA_{int} = 4,5 \times 3,08 = 13,86$$

Les calculs précédents fournissent le ratio R entre les taux de biorientation BO_{int} et BO_{ext} des parois interne et externe :

$$R = \frac{BO_{int}}{BO_{ext}} = \frac{13,86}{8,44} = 1,65$$

- 15 En d'autres termes, la paroi interne de la préforme présente un taux de biorientation supérieur d'environ 65% à celui de la paroi externe.

- 20 Cette différence d'étirage entre la paroi interne et la paroi externe provoque l'apparition de contraintes dans la matière entre les parois, qui rend difficile la prise d'empreinte et donc un formage correct du récipient.

- 25 C'est pourquoi il apparaît nécessaire de conférer à la paroi interne une capacité de déformation supérieure à la paroi externe. Dans ce cadre, il est connu d'adapter le processus de chauffe de manière à obtenir une température T_{int} de paroi interne supérieure à la température T_{ext} de paroi externe ou, en d'autres termes, un delta ΔT de température positif (où $\Delta T = T_{int} - T_{ext}$). En effet, dans les procédés de

chauffe classique (notamment à lampes halogènes), le delta ΔT de température est par défaut négatif, la température T_{ext} de paroi externe étant supérieure à la température T_{int} de paroi interne.

Comme cela est expliqué dans la demande de brevet français
5 FR 2 935 924 (SIDEL), pour obtenir un tel delta positif de température, on joue essentiellement sur deux paramètres : d'une part, la ventilation des préformes, de manière à refroidir la paroi externe, d'autre part, le temps de stabilisation thermique des préformes à l'issue de la chauffe, de manière à équilibrer les températures par conduction thermique.

10 Toutefois, un contrôle fin du delta de température est difficile.

De plus, le bilan énergétique est relativement mauvais. En effet, non seulement la puissance du rayonnement nécessaire pour amener la température interne à la valeur souhaitée est importante (ce qui nécessite une puissance électrique proportionnellement élevée), mais il
15 est nécessaire de dépenser un surcroît de puissance pour ventiler la paroi externe de manière à abaisser sa température.

Un premier objectif est d'améliorer la capacité de formage des récipients en contrôlant mieux le delta de température entre paroi interne et paroi externe.

20 Un deuxième objectif est d'améliorer le bilan énergétique de la chauffe, tout en conservant (et de préférence en améliorant) la qualité du récipient final.

A cet effet, il est proposé, en premier lieu, un procédé de chauffe d'une ébauche en matière plastique pour la fabrication d'un corps creux
25 par formage à partir de l'ébauche, qui comprend les opérations consistant à :

- introduire l'ébauche dans un four muni de sources de rayonnement électromagnétique monochromatique ou pseudo-monochromatique émettant dans l'infrarouge ;
- 30 – exposer l'ébauche au rayonnement des sources, réglées à une puissance d'émission prédéterminée, pendant un temps d'exposition prédéterminé ;
- mesurer une température sur une paroi externe de l'ébauche ;
- ajuster le temps d'exposition et/ou la puissance d'émission tant
35 que la température T_{ext} de l'ébauche, mesurée à une sortie du four,

n'est pas comprise entre T_g et $1,8 \cdot T_g$, où T_g est la température de transition vitreuse de la matière.

Il a été constaté que, dans ces conditions, la température d'une paroi interne de l'ébauche demeure supérieure à la température de la paroi externe, c'est-à-dire que le delta de température est positif. Il en résulte, pour une puissance électrique consommée relativement faible, une meilleure soufflabilité des ébauches, et notamment une diminution des contraintes résiduelles dans le produit final.

La mesure de température peut être ponctuelle, ou consister à établir un profil thermique de la paroi externe de l'ébauche au moyen d'une caméra thermique.

La variation du temps d'exposition peut être effectuée par coupure de certaines sources, ou par coupure de groupes de sources, ou encore par variation d'une vitesse de défilement des ébauches dans le four.

Il est proposé, en deuxième lieu, un produit programme d'ordinateur destiné à être stocké en mémoire d'une unité de traitement et/ou stocké sur un support mémoire lisible par un lecteur d'une unité de traitement, comprenant des instructions pour la mise en œuvre des opérations évoquées ci-dessus.

Il est proposé, en troisième lieu, une unité de chauffe d'ébauches de corps creux en matière plastique, qui comprend :

- un four muni d'une pluralité de sources de rayonnement électromagnétique monochromatique ou pseudo-monochromatique émettant dans l'infrarouge, pour la chauffe des ébauches à une puissance d'émission prédéterminée, et pendant un temps d'exposition prédéterminé,
- une sonde thermique disposée à une sortie du four, agencée pour effectuer une prise de température sur une paroi externe des ébauches ;
- une unité de contrôle programmée pour ajuster la puissance d'émission et/ou le temps d'exposition tant que la température T_{ext} de l'ébauche, mesurée à la sortie du four, n'est pas comprise entre T_g et $1,8 \cdot T_g$, où T_g est la température de transition vitreuse de la matière.

Les sources de rayonnement électromagnétique, qui sont de préférence organisées en colonnes dont la puissance peut être modulée

séparément, sont par exemple des lasers, et notamment des diodes laser. Selon un mode particulier de réalisation, il s'agit de diodes laser de type VCSEL.

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la
5 lumière de la description de modes préférés de réalisation, description faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective illustrant partiellement une unité de chauffe comprenant une paroi tapissée de sources infrarouge ponctuelles, devant laquelle défilent des préformes ;
- 10 - la figure 2 est une vue d'élévation en coupe transversale de l'unité de chauffe de la figure 1 ;
- la figure 3 est un diagramme illustrant divers profils de température dans l'épaisseur de la paroi de la préforme.

Sur les figures 1 et 2 est schématiquement représentée une unité 1
15 de chauffe d'ébauches 2 de récipients. Les ébauches 2 sont en l'occurrence des préformes, mais il pourrait s'agir de récipients intermédiaires ayant subi des opérations temporaires de formage et destinées à subir une ou plusieurs opérations définitives pour l'obtention des récipients définitifs.

20 Chaque préforme 2, réalisée dans une matière thermoplastique telle que polyéthylène téréphtalate (PET), comprend un col 3, qui n'est pas (ou peu) soumis à la chauffe et dont la forme est définitive, et un corps 4 qui se termine, à l'opposé du col 3, par un fond 5 hémisphérique (ou, dans certains cas, conique).

25 A la jonction entre le col 3 et le corps 4, la préforme 2 présente une collerette 6 par laquelle la préforme 2 est suspendue à diverses étapes de la fabrication du récipient.

Dans l'unité 1 de chauffe toutefois, les préformes 2 sont fixées à des supports pivotants appelés tournettes, qui entraînent les préformes
30 2 en rotation autour de leur axe A principal de manière à exposer la partie sous col (l'ensemble du corps 4 et le fond 5) à la chauffe. Chaque tournette est fixée à une chaîne entraînée par une roue, et comprend un pignon engrenant un moyen d'engrènement fixe ou mobile, telle qu'une chaîne ou une courroie, de sorte que chaque point situé sur
35 la circonférence de la préforme 1 décrit sur le trajet de la préforme 2

une cycloïde dont la période est égale à la distance parcourue par la préforme **2** pour une révolution complète autour de son axe **A**.

Sur les figures 1 et 2, on a représenté les préformes **2** avec le col **3** orienté en haut, mais cette représentation est arbitraire et illustrative, et les préformes **2** pourraient être orientées col en bas.

L'unité **1** de chauffe comporte un four **7** ayant au moins une paroi **8** rayonnante en regard de laquelle défilent les préformes **2**. Cette paroi **8** est tapissée d'une pluralité de sources **9** de rayonnement électromagnétique émettant de manière à la fois monochromatique (ou pseudo-monochromatique) et directive vers les préformes **2**, dans le domaine de l'infrarouge.

En variante, l'unité de chauffe comprend une pluralité de cavités tapissées de sources de rayonnement, dans chacune desquelles est reçue une préforme pour y être chauffée individuellement.

En théorie, une source monochromatique est une source idéale émettant une onde sinusoïdale de fréquence unique. En d'autres termes, son spectre en fréquence est constitué d'une seule raie de largeur spectrale nulle (Dirac).

Dans la pratique, une telle source n'existe pas, une source réelle étant au mieux quasi-monochromatique, c'est-à-dire que son spectre en fréquence s'étend sur une bande de largeur spectrale faible mais non nulle, centrée sur une fréquence principale où l'intensité du rayonnement est maximale. Par abus de langage, on a toutefois coutume de qualifier une telle source réelle de monochromatique. Par ailleurs, on qualifie de « pseudo-monochromatique » une source émettant de manière quasi-monochromatique sur un spectre discret comprenant plusieurs bandes étroites centrées sur des fréquences principales distinctes. On parle également de source multimodes.

En pratique, les sources **9** sont organisées par juxtaposition et superposition pour former une matrice **10**. Il s'agit par exemple de sources **9** laser, et de préférence de diodes laser. Selon un mode préféré de réalisation, les sources **9** sont des diodes laser à cavité verticale émettant par la surface (VCSEL), chaque diode **9** émettant par exemple un faisceau **11** laser d'une puissance unitaire nominale de quelques dizaines de milliWatt à une longueur d'onde située dans la plage des infrarouges courts et moyens – par exemple de l'ordre de $1\mu\text{m}$.

A l'échelle des préformes **2**, les diodes **9** peuvent être considérées comme des sources ponctuelles, qui émettent chacune un rayonnement directif, c'est-à-dire sous forme d'un faisceau **11** lumineux conique dont le demi-angle solide au sommet est fermé, et de préférence compris
5 entre 10° et 60° (cf. la figure 2 où l'on a représenté des faisceaux **11** dont le demi-angle au sommet est de 10°). Le faisceau **11** peut être symétrique de révolution (i.e. à section circulaire), ou non symétrique de révolution (par exemple à section elliptique).

Une plaque **12** absorbante (ou réfléchissante) est disposée
10 horizontalement dans l'interstice entre la paroi **8** rayonnante et les préformes **2**, au niveau de la collerette **6**, pour préserver le col **3** du rayonnement infrarouge.

L'objet de la présente demande n'est pas de décrire en détail la structure de la matrice **10** de diodes laser **9**. C'est pourquoi on a
15 représenté la matrice **10** de manière simplifiée, sous forme d'une plaque, les diodes **9** apparaissant sous forme de points.

Selon un mode préféré de réalisation, illustré sur la figure 1, la matrice est subdivisée en plusieurs groupes **13** adjacents et indépendants de diodes **9**, chaque groupe **13** étant constitué par une
20 colonne de diodes formant un sous-ensemble de la matrice **10**. Les colonnes **13** de diodes **9** peuvent être de largeur égale, ou différente. Dans ce cas, cette largeur peut diminuer (ou au contraire augmenter) le long du trajet des préformes **2**.

Cette architecture permet de réaliser une modulation de la
25 puissance (on parle également de l'intensité) du rayonnement émis par les diodes **9**, soit en ajustant la puissance émise par les diodes **9** d'un ou plusieurs groupes **13** prédéfinis, soit en coupant (c'est-à-dire en éteignant) les diodes **9** d'un ou plusieurs groupes **13** prédéfinis.

En variante, ou en complément, l'unité **1** de chauffe peut être
30 conçue pour permettre une modulation de la vitesse de défilement des préformes **2**, c'est-à-dire du temps d'exposition des préformes **2** au rayonnement.

Il est ainsi possible de moduler la puissance du rayonnement reçu par les préformes **2**, en modulant la puissance du rayonnement émis
35 et/ou en modulant la vitesse de défilement des préformes **2** dans le four **7**.

La modulation de puissance de chaque colonne **13** de diodes **9** est réalisée par voie électronique, au moyen d'une unité **14** de contrôle sous forme d'un processeur intégré à un ordinateur et programmé à cet effet. La puissance des diodes **9**, qui peut être visualisée sur un

5 moniteur de contrôle, est comprise entre une valeur P_{\min} minimale prédéterminée (par exemple nulle) et une valeur P_{\max} maximale correspondant par exemple à la puissance nominale des diodes **9**. L'unité **14** de contrôle commande également la sélection des groupes

10 **13** de diodes **9** à allumer ou éteindre (c'est-à-dire à régler sur la valeur P_{\min}), ainsi que, le cas échéant, la vitesse de défilement des préformes **2**. A cet effet, l'unité **14** de contrôle est par exemple reliée à la roue dentée sur laquelle circule la chaîne ou la courroie d'entraînement des préformes **2**.

Comme cela est illustré sur la figure 1, l'unité **1** de chauffe est

15 équipée d'une sonde **15** thermique reliée à l'unité **14** de contrôle et permettant d'effectuer une mesure de la température T_{ext} d'une paroi **16** externe de la préforme **2** à la sortie du four **7**, que la sonde **15** soit située dans le four ou, comme illustré sur la figure 1, à l'extérieur de celui-ci (de la sorte, la température mesurée par la sonde **15**

20 correspond de manière relativement précise à la température réelle de la paroi **16** externe à l'instant où la préforme **2** sort du four **7**).

La mesure de la température T_{ext} peut être ponctuelle (par exemple à mi-hauteur de la préforme **2**, auquel cas la sonde **15** est un simple capteur thermique. De préférence toutefois, la mesure de température

25 vise à élaborer un profil thermique de la paroi **16** externe sur au moins une partie (et éventuellement la totalité) du corps **4**, sous la collerette **6**. Dans ce cas, la sonde **15** peut comprendre une série de capteurs répartis verticalement en regard du corps **4**, ou se présenter, comme illustré sur la figure 1, sous forme d'une caméra thermique

30 (infrarouge) agencée pour effectuer une thermographie complète de la paroi **16** externe.

Les mesures (ou les données thermographiques dans le cas d'une caméra thermique) sont communiquées à l'unité **14** de contrôle qui, en fonction de la température ainsi mesurée, ou du profil de température

35 ainsi établi, est programmée pour commander une modulation :

- du temps d'exposition des préformes **2** au rayonnement infrarouge des sources **9** via l'extinction partielle de certains groupes **13** de

diodes **9** et/ou l'adaptation de la vitesse de défilement des préformes **2**,

- et/ou de la puissance électrique fournie aux sources (et donc la puissance émise par les sources **9**), en tout ou en partie, et de préférence par colonnes **13**, de manière à maintenir la température T_{ext} de la paroi **16** externe de la préforme **2** dans une gamme prédéterminée dont une borne inférieure est la température T_g de transition vitreuse, notée T_g , de la matière, et dont une borne supérieure est égale à $1,8 \cdot T_g$:

$$T_g \leq T_{ext} \leq 1,8 \cdot T_g$$

- 10 L'unité **14** de contrôle effectue les ajustements quant à l'allumage ou l'extinction des sources **9**, la vitesse de défilement des préformes **2** et/ou la puissance des sources **9** tant que la température n'est pas comprise dans la gamme $[T_g; 1,8 \cdot T_g]$.

15 Selon un mode préféré de réalisation, une température de consigne T_c comprise dans la gamme $[T_g; 1,8 \cdot T_g]$ est programmée dans l'unité **14** de contrôle, et celle-ci effectue les ajustements tant que la température T_{ext} n'est pas égale (ou sensiblement égale, à une tolérance prédéterminée près, par exemple de l'ordre de quelques degrés) à la consigne T_c .

- 20 Dans le cas d'une mesure ponctuelle de température, la température T_{ext} dont il est question est la température mesurée par la sonde **15** réduite à un simple capteur thermique.

25 Dans le cas d'une mesure thermographique effectuée par une caméra **15**, la température T_{ext} désigne la température mesurée en tout point de la paroi **16** externe, c'est-à-dire que l'inégalité ci-dessus doit être vérifiée pour l'ensemble des températures mesurées sur la paroi **16** externe. Afin d'économiser le temps de traitement, l'unité **14** de contrôle peut être programmée pour extraire du profil thermique mesuré la valeur minimale T_{min} et la valeur maximale T_{max} de l'ensemble des valeurs, et se contenter de vérifier alors la double condition suivante :

$$T_{min} \geq T_g$$

$$T_{max} \leq 1,8 \cdot T_g$$

On sait qu'au-delà de sa température T_g de transition vitreuse, un polymère thermoplastique est, par définition, déformable sans rupture.

Dans le cas présent, il ne suffit pas que la température T_{ext} de la paroi **16** externe soit effectivement supérieure à la température T_g de transition vitreuse ; il faut également que la température d'une paroi interne **17** de la préforme **2**, opposée à la paroi **16** externe, le soit également. Or, de manière inattendue, il a été constaté que la température – notée T_{int} – de la paroi **17** interne est supérieure à la température T_{ext} de la paroi **16** externe dans les conditions opératoires suivantes :

- le rayonnement auquel sont exposées les préformes **2** est infrarouge et monochromatique (ou, comme nous l'avons expliqué, pseudo-monochromatique) ;
- le matériau des préformes **2** est un polymère semi-transparent dans le domaine infrarouge, c'est-à-dire qu'il ne transmet que partiellement le rayonnement dans ce domaine ;
- la température de paroi externe est maintenue dans les bornes indiquées ci-dessus (T_g et $1,8 \cdot T_g$).

Pour une définition plus précise des milieux semi-transparentes, on pourra se référer à la thèse « *Modélisation et optimisation numérique de l'étape de chauffage infrarouge pour la fabrication de bouteilles en PET par injection-soufflage* », M. Bordival, Ecole des Mines de Paris, 2009. Le PET est typiquement un polymère semi-transparent.

Il a également été constaté que, dans ces conditions, la température varie dans l'épaisseur de la préforme **2** entre la paroi **15** externe et la paroi **16** interne (en trait continu sur la figure 3) en étant strictement croissante.

Il en résulte une distribution de chaleur, dans l'épaisseur de la préforme **2**, différente de celle des procédés connus dans lesquels :

- soit le delta ($\Delta T = T_{int} - T_{ext}$) de température est négatif, la température étant décroissante entre la paroi externe et la paroi interne (en trait mixte long sur la figure 3), ce qui correspond à une chauffe classique non contrôlée,
- le delta de température est positif, la température étant croissante en moyenne entre la paroi externe et la paroi interne, mais présente un pic dans l'épaisseur (en trait mixte court sur la figure 3), ce qui correspond à une chauffe classique avec une tentative

de contrôle par refroidissement de la paroi externe au moyen d'une ventilation forcée.

Dans le cas présent, la température dans l'épaisseur de la préforme est strictement croissante, ce qui permet d'effectuer un soufflage au cours duquel les contraintes induites lors de la formation du récipient sont minimisées, le delta ($\Delta T = T_{int} - T_{ext}$) de température positif et l'absence de pic de température entre la paroi **15** externe et la paroi **16** interne compensant la différence de taux d'étirage entre les parois **15**, **16**. Il en résulte une capacité accrue de prise d'empreinte de la matière (et donc de formage du récipient).

En outre, la quantité d'énergie qu'il est nécessaire de fournir pour obtenir le profil de température souhaité, avec un delta de température positif, est inférieure à celle qu'il est nécessaire de fournir en appliquant les technologies connues, où l'on chauffe à haute température la paroi externe pour assurer un transfert énergétique suffisant vers la paroi interne, puis l'on ventile la paroi externe pour en diminuer la température et obtenir le delta de température. Il en résulte par conséquent des gains de consommation énergétique.

Le contrôle des paramètres de puissance et/ou de temps d'exposition est réalisé par l'unité **14** de contrôle.

Plus précisément, dans l'hypothèse où la température de la paroi **15** externe est inférieure à la température de transition vitreuse, l'unité **14** de contrôle commande :

- une augmentation de la puissance émise par les sources **9**, par exemple en l'incrémentant dans des proportions prédéterminées, soit localement sur une ou plusieurs colonnes **12**, soit sur l'ensemble de la matrice **10** ;
- et/ou une augmentation du nombre de groupes **13** de diodes **9** allumées ;
- et/ou une diminution de la vitesse de défilement des préformes **2** dans le four **7**.

Dans l'hypothèse, inverse, où la température T_{ext} de la paroi **15** externe est supérieure à $1,8 \cdot T_g$, alors l'unité **14** de contrôle commande :

- une diminution de la puissance émise par les sources **9**, par exemple en la décrémentant dans des proportions prédéterminées,

soit localement sur une ou plusieurs colonnes **12**, soit sur l'ensemble de la matrice **10** ;

- et/ou une diminution du nombre de groupes **13** de diodes **9** allumées ;
- 5 - et/ou une augmentation de la vitesse de défilement des préformes **2** dans le four **7**.

L'une seule de ces deux opérations peut être commandée par l'unité **13** de contrôle.

10 Si la priorité est de maintenir la cadence, alors l'option préférée est de moduler la puissance sans moduler la cadence. Si la priorité est de maintenir la puissance (par exemple dans le but de réaliser des économies d'énergies), alors l'option préférée est de moduler la vitesse de défilement.

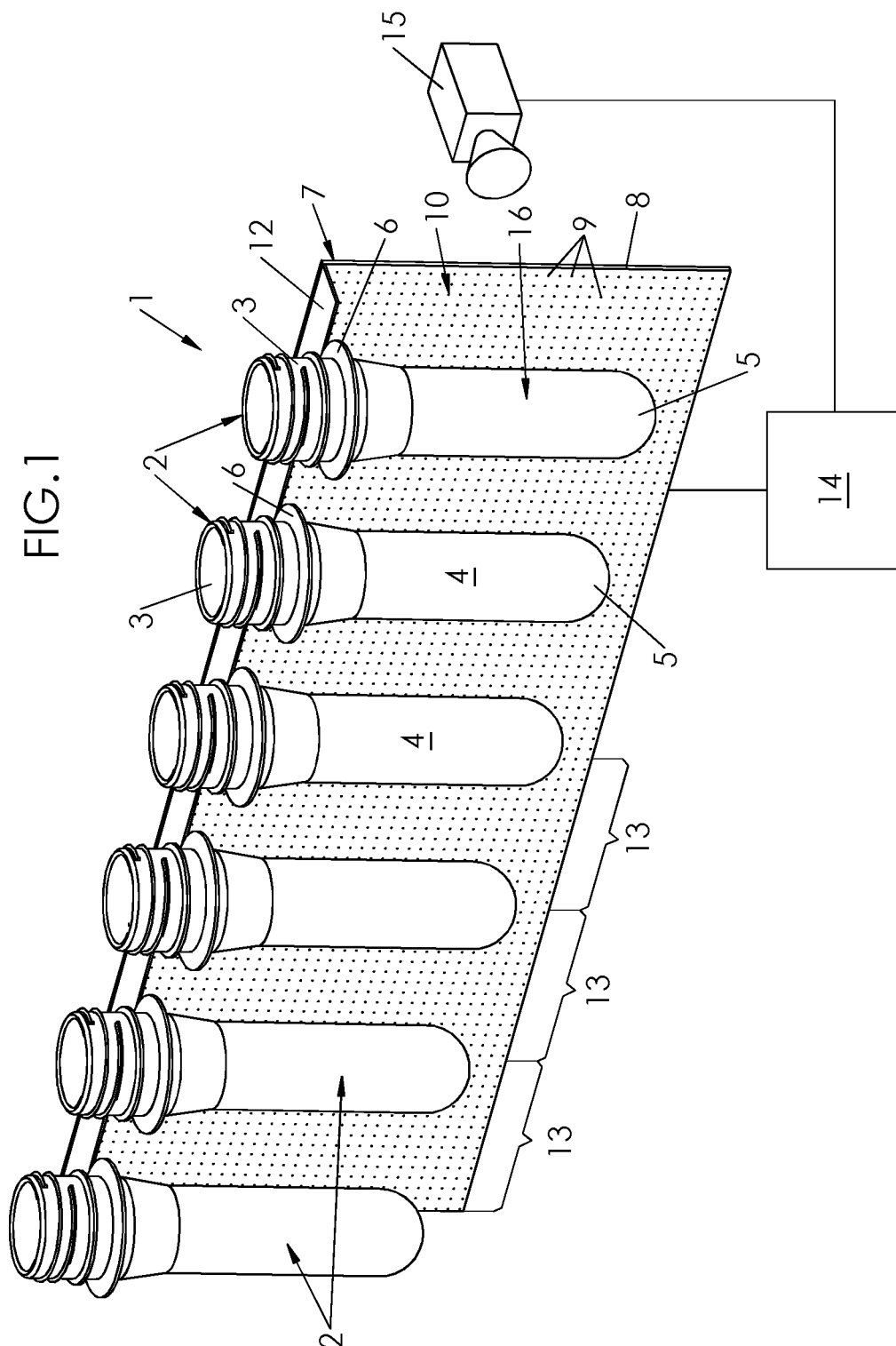
15 Toutefois, il est envisageable que l'unité **14** de contrôle commande simultanément les deux opérations dans le but d'obtenir un bon compromis entre puissance consommée (que l'on souhaite minimale) et cadence de production (que l'on souhaite maximale).

REVENDEICATIONS

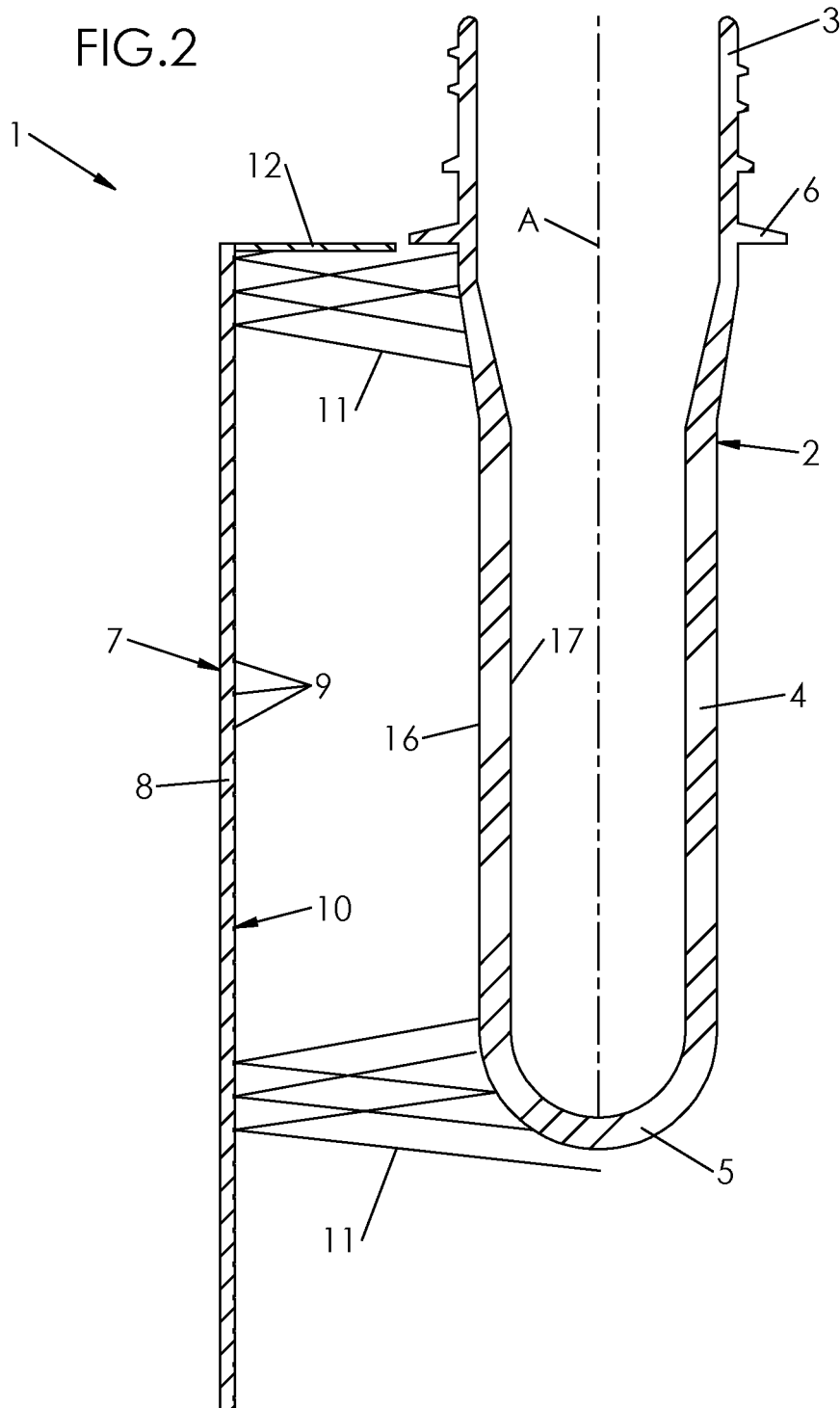
1. Procédé de chauffe d'une ébauche (2) en matière plastique pour la fabrication d'un corps creux par formage à partir de l'ébauche (2), qui comprend les opérations consistant à :
- introduire l'ébauche (2) dans un four (7) muni de sources (9) de rayonnement électromagnétique monochromatique ou pseudo-monochromatique émettant dans l'infrarouge ;
 - exposer l'ébauche (2) au rayonnement des sources (9), réglées à une puissance d'émission prédéterminée, pendant un temps d'exposition prédéterminé ;
 - mesurer une température (T_{ext}) sur une paroi (16) externe de l'ébauche (2) ;
- Caractérisé en ce qu'il comprend une opération consistant à :
- ajuster le temps d'exposition et/ou la puissance d'émission tant que ladite température (T_{ext}), mesurée à une sortie du four (2), n'est pas comprise entre T_g et $1,8 \cdot T_g$, où T_g est la température de transition vitreuse de la matière.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la mesure de température est une mesure ponctuelle.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la mesure de température consiste à établir un profil thermique de la paroi externe de l'ébauche (2) au moyen d'une caméra (15) thermique.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la variation du temps d'exposition est effectuée par coupure de certaines sources (9), ou par coupure de groupes (13) de sources (9).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la variation du temps d'exposition est effectuée par variation d'une vitesse de défilement de l'ébauche (2) dans le four (7).
6. Produit programme d'ordinateur destiné à être stocké en mémoire d'une unité de traitement et/ou stocké sur un support mémoire lisible par un lecteur d'une unité de traitement, comprenant des instructions pour la mise en œuvre des opérations d'un procédé selon l'une des revendications précédentes.
7. Unité (1) de chauffe d'ébauches (2) de corps creux en matière plastique, qui comprend :

- un four (7) muni d'une pluralité de sources (9) de rayonnement électromagnétique monochromatique ou pseudo-monochromatique émettant dans l'infrarouge, pour la chauffe des ébauches (2) à une puissance d'émission prédéterminée, et pendant un temps d'exposition prédéterminé,
- 5
- une sonde (15) thermique disposée à une sortie du four (7), agencée pour effectuer une prise de température (T_{ext}) sur une paroi (16) externe des ébauches (2) ;
- caractérisée en ce qu'elle comprend en outre
- 10
- une unité (14) de contrôle programmée pour ajuster la puissance d'émission et/ou le temps d'exposition tant que ladite température (T_{ext}) n'est pas comprise entre T_g et $1,8 \cdot T_g$, où T_g est la température de transition vitreuse de la matière.
8. Unité (1) de chauffe selon la revendication 7, caractérisée en
- 15 ce que les sources (9) de rayonnement électromagnétique sont des lasers.
9. Unité (1) de chauffe selon la revendication 8, caractérisée en ce que les sources (9) de rayonnement électromagnétique sont des diodes laser.
- 20
10. Unité (1) de chauffe selon la revendication 8, caractérisée en ce que les sources (9) de rayonnement électromagnétique sont des diodes laser de type VCSEL.
11. Unité (1) de chauffe selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les sources (9) sont organisées en colonnes (13)
- 25 dont la puissance peut être modulée séparément.

1/3



2/3



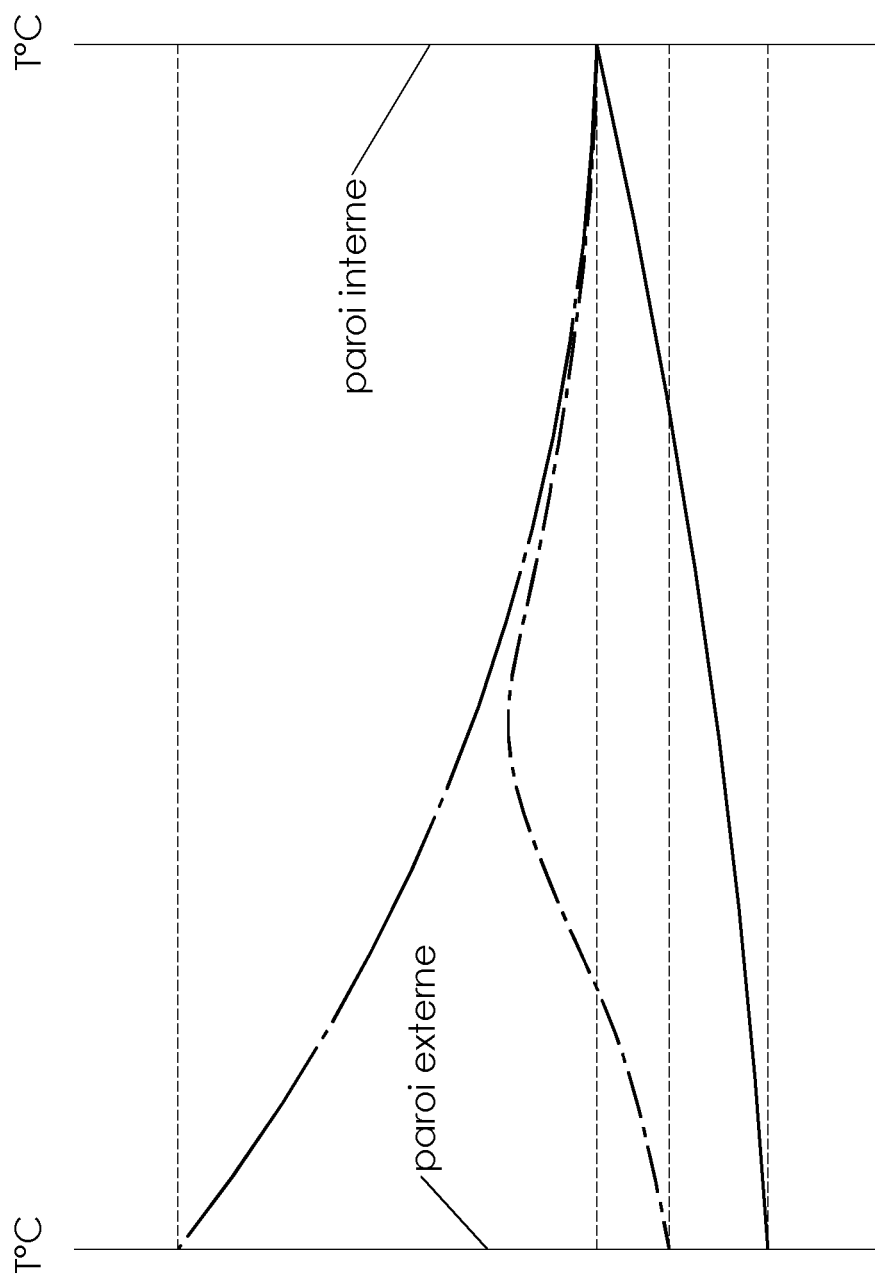


FIG.3



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 753258
FR 1155561

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2007/096352 A1 (COCHRAN DON W [US] ET AL) 3 mai 2007 (2007-05-03) * alinéa [0002] * * alinéa [0004] * * alinéa [0027] - alinéa [0028] * * alinéa [0031] - alinéa [0037] * * alinéa [0040] * * alinéa [0062] * * alinéa [0065] * * alinéa [0149] - alinéa [0150] * * alinéa [0178] - alinéa [0179] * * alinéa [0181] - alinéa [0183] * * alinéa [0203] - alinéa [0204] * * figures 12,16-18 * -----	1-11	B29C49/68 B29C49/78 B29B13/02
A	FR 2 935 924 A1 (SIDEL PARTICIPATIONS [FR]) 19 mars 2010 (2010-03-19) * page 1 * * revendications * * figures 1,5-7 * -----	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B29B B29C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 février 2012		Fageot, Philippe	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1155561 FA 753258**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-02-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007096352 A1	03-05-2007	AU 2007261699 A1	27-12-2007
		CA 2652585 A1	27-12-2007
		CN 101466526 A	24-06-2009
		EP 2024163 A2	18-02-2009
		JP 2009539646 A	19-11-2009
		KR 20090015955 A	12-02-2009
		RU 2008151925 A	20-07-2010
		SG 172683 A1	28-07-2011
		US 2007096352 A1	03-05-2007
		WO 2007149221 A2	27-12-2007
FR 2935924 A1	19-03-2010	CN 102196892 A	21-09-2011
		EP 2328740 A1	08-06-2011
		FR 2935924 A1	19-03-2010
		US 2011236518 A1	29-09-2011
		WO 2010031923 A1	25-03-2010