



(11) **EP 2 094 467 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
10.08.2011 Bulletin 2011/32

(51) Int Cl.:
B29C 49/58 (2006.01) B29C 49/78 (2006.01)
B29C 49/06 (2006.01) B29C 49/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07871788.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/001992

(22) Date de dépôt: **04.12.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/081109 (10.07.2008 Gazette 2008/28)

(54) **PROCÉDÉ ET MACHINE DE FABRICATION D'UN RÉCIPIENT À PARTIR D'UNE ÉBAUCHE, AVEC RÉTROACTION EN FONCTION DU POINT DE FIN D'EXPANSION DE L'ÉBAUCHE**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES GEFÄSSES AUS EINER VORFORM MIT VOM ENDPUNKT DER AUSWEITUNG DER VORFORM ABHÄNGIGER RÜCKMELDUNG

METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING A VESSEL FROM A PREFORM WITH FEEDBACK DEPENDING ON THE EXPANSION END POINT OF THE PREFORM

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **05.12.2006 FR 0610618**

(43) Date de publication de la demande:
02.09.2009 Bulletin 2009/36

(73) Titulaire: **Sidel Participations**
76930 Octeville Sur Mer (FR)

(72) Inventeurs:
• **MONIN, Isabelle**
F-76930 Octeville Sur Mer (FR)

• **DEAU, Thierry**
F-76930 Octeville Sur Mer (FR)

(74) Mandataire: **Louiset, Raphael**
Dejade & Biset
35, rue de Châteaudun
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 355 215 EP-A- 1 616 688
WO-A-2004/045832 WO-A-2005/097466
DE-A1- 10 116 665 DE-A1- 10 153 045
US-A- 4 042 657 US-B1- 6 186 760

EP 2 094 467 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention a trait à la fabrication des récipients par soufflage ou étirage soufflage, à partir d'ébauches en matière plastique.

[0002] Pour fabriquer un récipient suivant la technique du soufflage, on commence par chauffer une ébauche (qu'il s'agisse d'une préforme ou d'un récipient intermédiaire ayant subi une première opération de soufflage à partir d'une préforme) à une température supérieure à la température de transition vitreuse de la matière constitutive de l'ébauche. On introduit ensuite l'ébauche dans un moule, puis on effectue le soufflage de l'ébauche en y injectant un gaz (tel que de l'air) sous haute pression (généralement supérieure à 30 bars). La technique de l'étirage soufflage consiste, outre le soufflage, à étirer l'ébauche au moyen d'une tige coulissante, afin notamment de minimiser le désaxement du récipient et d'uniformiser autant que possible la répartition de la matière.

[0003] Pour éviter l'éclatement de l'ébauche lors de l'opération de soufflage, on prévoit généralement, préalablement au soufflage, une opération de présoufflage, lors de laquelle on injecte dans l'ébauche un gaz sous une pression réduite (généralement comprise entre 5 et 16 bars). C'est pendant l'opération de présoufflage qu'est réalisé l'étirage de l'ébauche, le soufflage n'intervenant qu'ensuite.

[0004] Dans un contexte de production industrielle, où les cadences de fabrication atteignent plusieurs dizaines de milliers de récipients par heure et par machine (une machine comprend généralement plusieurs moules montés sur un carrousel tournant), la durée du procédé de fabrication d'un récipient, entre l'instant d'introduction de l'ébauche dans le moule et l'instant d'éjection du récipient formé, est de quelques secondes. Quant à la durée du présoufflage, elle est de quelques dixièmes de seconde seulement.

[0005] La volonté constante des industriels de réduire la quantité de matière employée pour chaque récipient, combinée à la vélocité du procédé, rend délicate la fabrication et peut conduire à des taux de rebut importants. Parmi les principaux défauts constatés sur les récipients, figure une mauvaise répartition de la matière. La difficulté qu'il y a à combiner l'économise de matière et l'augmentation des cadences a conduit les industriels à s'intéresser de plus près au déroulement du procédé en surveillant les variations de certains paramètres au cours du temps, le principal étant la pression régnant dans l'ébauche, combinée à la vitesse d'étirage.

[0006] Certains, tels Du Pont De Nemours dans son brevet américain US 4 042 657, suggèrent qu'il existe une corrélation entre les variations de pression dans l'ébauche et la forme finale du récipient, et préconisent de rejeter les récipients dont la courbe de pression ne se conformerait pas à une courbe standard. Si la proposition de rejeter les récipients non conformes permet d'améliorer la qualité globale de la production, elle grève toutefois la productivité et, dans l'hypothèse où les récipients rejetés ne seraient pas recyclés, conduit à un gaspillage de matière alors même que l'on souhaite l'économiser.

[0007] Le document US 6,186,760 décrit un système de surveillance et de contrôle d'une machine de moulage et soufflage.

[0008] L'invention vise notamment à remédier à ces inconvénients, en proposant un procédé permettant d'améliorer la qualité des récipients produits, tout en limitant le rebut, et en maintenant - voire en augmentant - les cadences de production.

[0009] À cet effet, l'invention propose, suivant un premier objet, un procédé de fabrication d'un récipient par soufflage dans un moule à partir d'une ébauche en matière plastique, qui comprend les opérations consistant à :

- introduire l'ébauche dans le moule;
- à un instant prédéterminé, dénommé top présoufflage, commander l'ouverture d'une électrovanne pour mettre en communication l'intérieur de l'ébauche avec une source de gaz à une pression de présoufflage prédéterminée;
- mesurer la pression régnant à l'intérieur de l'ébauche;
- à un instant prédéterminé, dénommé top soufflage, postérieur au top présoufflage, commander l'ouverture d'une électrovanne pour mettre en communication l'intérieur de l'ébauche avec une source de gaz à une pression de soufflage supérieure à la pression de présoufflage ;
- mémoriser les variations de la pression régnant dans l'ébauche au moins dans l'intervalle compris entre le top présoufflage et le top soufflage ;
- détecter dans cet intervalle un instant, dit de fin d'expansion, à partir duquel la pression dans l'ébauche croît de façon linéaire ;
- avancer le top soufflage en fonction de l'instant de fin d'expansion.

[0010] On a pu constater que non seulement les récipients ainsi réalisés présentent, par rapport aux récipients obtenus par les procédés traditionnels, une qualité en moyenne supérieure grâce à une meilleure répartition de la matière, mais également que cette qualité se révèle plus constante au cours du temps.

[0011] Les opérations supplémentaires suivantes peuvent être envisagées, qui consistent à :

EP 2 094 467 B1

- mesurer le délai séparant l'instant de fin d'expansion d'un instant réel de début de soufflage, postérieur à l'instant de fin d'expansion, où la pression s'infléchit ;
- avancer le top soufflage d'une valeur égale à ce délai.

5 **[0012]** En variante, les opérations suivantes sont prévues :

- mesurer le délai séparant l'instant de fin d'expansion du top soufflage ;
- avancer le top soufflage d'une valeur égale à ce délai, augmenté d'un temps de réponse, prédéterminé, de l'électrovanne de soufflage.

10

[0013] L'invention propose, suivant un deuxième objet, une machine de fabrication de récipients à partir d'ébauches en matière plastique, qui comprend :

- un moule présentant une cavité destinée à recevoir une ébauche ;
- 15 - une source de gaz à une pression de présoufflage prédéterminée ;
- une électrovanne propre à mettre en communication l'intérieur de l'ébauche, reçue dans la cavité, avec la source de gaz de présoufflage ;
- des moyens pour commander l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne de présoufflage ;
- une source de gaz à une pression de soufflage prédéterminée ;
- 20 - une électrovanne propre à mettre en communication l'intérieur de l'ébauche, reçue dans la cavité, avec ladite source de gaz de soufflage ;
- des moyens pour commander l'ouverture de l'électrovanne de soufflage à un instant prédéterminé, dénommé top soufflage ;
- un capteur propre à mesurer la pression régnant dans l'ébauche ;
- 25 - des moyens pour détecter un instant, dit instant de fin d'expansion, à partir duquel la pression dans l'ébauche croît de façon linéaire ;
- des moyens pour réguler le top soufflage en fonction de l'instant de fin d'expansion;

30 **[0014]** la machine comprenant en outre un produit programme d'ordinateur destiné à être implémenté sur une machine de fabrication de récipients telle que décrite ci-dessus, qui comprend des instructions pour : - commander l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne de soufflage ; - prendre en compte l'instant de fin d'expansion ; - réguler l'instant d'ouverture de l'électrovanne de soufflage en fonction de l'instant de fin d'expansion. Suivant un mode de réalisation, la machine comprend en outre des moyens pour comparer l'instant de fin d'expansion avec un instant, dit de début de soufflage, postérieur à l'instant de fin d'expansion, à partir duquel la pression dans la préforme s'infléchit.

35 **[0015]** D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique montrant une machine de fabrication de récipients ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe montrant partiellement une unité de moulage au sein de la machine
- 40 - la figure 3 est un diagramme sur lequel est tracée une courbe illustrant les variations de la pression régnant dans une ébauche au cours de la fabrication d'un récipient ;
- la figure 4 est un diagramme sur lequel est tracé une courbe illustrant les variations de la pression régnant dans l'ébauche au cours de l'opération de présoufflage ;
- 45 - les figures 5A à 5H sont des vues en coupe montrant l'ébauche dans le moule, à différents stades au cours du présoufflage ;
- la figure 6 est un diagramme montrant la superposition de deux courbes de pression correspondant respectivement à deux instants différents de commande d'ouverture d'une électrovanne de présoufflage ;
- la figure 7 est un diagramme montrant la superposition de deux courbes de pression correspondant respectivement
- 50 - à deux valeurs distinctes de la pression ou du débit de présoufflage ;
- la figure 8 est un diagramme montrant la superposition de deux courbes de pression correspondant respectivement à deux valeurs distinctes de la vitesse d'étirage ;
- la figure 9 est un diagramme montrant la superposition de deux courbes de pression correspondant respectivement à deux valeurs distinctes de la température de chauffe de l'ébauche ; et
- 55 - la figure 10 est un diagramme montrant la superposition de deux courbes de pression correspondant respectivement à deux instants de commande d'ouverture d'une électrovanne de soufflage.

[0016] Sur la figure 1 est représentée une machine 1 pour la fabrication de récipients 2 à partir d'ébauches 3 en

matière plastique tel que PET (polyéthylène téréphtalate). Suivant un mode préféré de réalisation, les ébauches **3** sont des préformes à partir desquelles les récipients **2** finaux sont directement obtenus, sans passage par un récipient intermédiaire. Chaque préforme **3** comprend un col **4** (qui ne subit pas de déformation au cours de la formation du récipient **2**), et un corps **5** cylindrique terminé par un fond **6** hémisphérique.

[0017] Cette machine **1** comprend un four **7** de type tunnel, dans lequel les préformes **3** sont chauffées au défilé à une température supérieure à la température de transition vitreuse de leur matière constitutive. Dans le cas du PET, dont la température de transition vitreuse est voisine de 80°C, la température de chauffe est de préférence comprise entre 100°C et 140°C.

[0018] La machine **1** comprend en outre une pluralité d'unités **8** de moulage montées sur un carrousel **9** tournant disposé en sortie du four **7** avec interposition d'une roue **10** de transfert assurant la synchronisation des opérations de chauffe et de moulage des préformes **3**.

[0019] Chaque unité **8** de moulage comporte un moule **11**, réalisé en acier ou en alliage d'aluminium, comprenant deux demi-moules **12**, **13** et un fond de moule **14** qui définissent ensemble une cavité **15** interne, destinée à recevoir une préforme **3** en provenance du four **7**.

[0020] Chaque unité **8** de moulage comprend en outre :

- une tige **16** d'élongation montée coulissante par rapport au moule **11** le long d'un axe **X** principal (généralement de révolution) de celui-ci, entre une position haute (figure 2) permettant l'introduction de la préforme **3** et une position basse (figure 5H) où, à la fin de l'étirage de la préforme **3**, la tige **16** atteint le fond de moule **14** en y plaquant le fond **6** de celle-ci,
- un boîtier **17** définissant une tuyère **18** dans laquelle coulisse la tige **16** et qui, lors de la fabrication du récipient **2**, coopère avec le col **4** de la préforme **3**.

[0021] L'unité **8** de moulage comprend en outre plusieurs circuits fluidiques débouchant dans la tuyère **18** via le boîtier **17**, à savoir :

- un circuit **19** d'air de présoufflage à moyenne pression (comprise entre 5 et 16 bars), ce circuit **19** comprenant une source **20** d'air de présoufflage et un conduit **21** (qui peut être formé au moins partiellement dans le boîtier **17**) reliant cette source **20** à la tuyère **18** avec interposition d'une première électrovanne **22**, dite électrovanne de présoufflage,
- un circuit **23** d'air de soufflage à haute pression (comprise entre 30 et 40 bars), comprenant une source **24** d'air de soufflage et un conduit **25** (qui peut être formé au moins partiellement dans le boîtier **17**) reliant cette source **24** à la tuyère **18** avec interposition d'une deuxième électrovanne **26**, dite électrovanne de soufflage,
- un circuit **27** de dégazage comprenant une bouche **28** de mise à l'air libre et un conduit **29** reliant la tuyère **18** à cette bouche **28** avec interposition d'une troisième électrovanne **30**, dite électrovanne de dégazage.

[0022] Les électrovannes **22**, **26**, **30** sont raccordées électriquement à une unité **31** de contrôle qui en commande l'ouverture et la fermeture (en tenant dûment compte de leurs temps de réponse). Ces électrovannes peuvent **22**, **26**, **30** être disposées à distance du boîtier ; toutefois, pour plus de compacité, elles sont de préférence au moins partiellement incluses dans celui-ci, conformément à la réalisation décrite dans la demande de brevet français publiée sous le numéro FR 2 872 082 ou dans la demande internationale équivalente publiée sous le numéro WO 2006/008380, documents tous deux au nom de la demanderesse et auxquels l'homme du métier pourra se référer.

[0023] L'unité **8** de moulage est par ailleurs pourvue d'un capteur **32** de pression grâce auquel est mesurée la pression régnant dans la préforme **3** au cours de la fabrication du récipient **2**. A cet effet, le capteur **32**, relié à l'unité **31** de contrôle qui mémorise les mesures de pression réalisées, est muni d'une partie **33** sensible débouchant dans la tuyère **18** (où la pression est identique à celle régnant dans la préforme **3**).

[0024] la fabrication d'un récipient **2** à partir d'une préforme **3** est réalisée comme suit.

[0025] La préforme **3**, montée sur un convoyeur, est tout d'abord introduite dans le four **7** où elle est chauffée, col **4** en bas, dans les conditions décrites ci-dessus. Au sortir du four **7**, la préforme **3** est saisie par une pince de la roue **10** de transfert et introduite, après avoir été retournée pour être orientée col **4** en haut, dans un moule **11** préalablement ouvert. Dans cette position, la tige **16** d'élongation est en position haute.

[0026] Au fur et à mesure de la rotation du carrousel **9**, le moule **11** se ferme sur la préforme **3**. Une fois le moule **11** fermé (figure 5A), débute, à un instant prédéterminé dénommé top départ, la descente de la tige **16** d'élongation dans la cavité **15** de moulage (figure 5B). Le top départ constitue l'origine de l'axe des temps (abscisses) sur les figures 3, 4 et 6 à 10. A partir de cet instant on mesure en continu la pression **P** régnant dans la préforme, chaque valeur étant mémorisée dans l'unité **31** de contrôle. Le terme « en continu » signifie que la période à laquelle sont effectuées les mesures de pression est faible devant les temps nécessaires aux variations de pression dans la préforme **3**. A cet effet, on choisira un capteur **32** à hautes performances, permettant de réaliser des mesures de pression à une période

inférieure ou égale à 5 ms (milliseconde), de préférence inférieure ou égale à 2 ms, l'idéal étant de pouvoir effectuer les mesures à une période de 1 ms.

[0027] Au top départ correspond une position angulaire prédéfinie du moule **11** sur la circonférence du carrousel **9**. Suivant un premier mode de réalisation, la commande du déplacement de la tige **16** d'élongation est purement mécanique, réalisée au moyen d'une came contre laquelle roule ou coulisse un suiveur de came solidaire de la tige **16** d'élongation. Dans ce cas, l'instant où la tige **16** d'élongation débute sa descente est confondu avec le top départ, lequel correspond à l'instant où le suiveur de came entre en contact avec la came.

[0028] Suivant un second mode de réalisation, le déplacement de la tige **16** d'élongation est assuré par un système électromécanique commandé par l'unité **31** de contrôle. Dans ce cas, l'instant où débute la descente de la tige **16** d'élongation est décalé par rapport au top départ d'une valeur d'offset égale au temps de réponse du système électromécanique. Cette valeur d'offset, fournie par le fabricant du système, est prise en compte dans le réglage du top départ t_O pour que la descente de la tige **16** d'élongation débute aussi tôt que possible après la fermeture du moule **11**. On note V_E la vitesse de déplacement de la tige **16** d'élongation, cette vitesse étant également dénommée vitesse d'étirage.

[0029] À un instant prédéterminé, dénommé top présoufflage t_p , l'unité **31** de contrôle commande l'ouverture de l'électrovanne **22** de présoufflage pour mettre en communication l'intérieur de la préforme **3** avec la source **20** d'air de présoufflage.

[0030] L'instant, dénommé instant réel de début de présoufflage et noté t_A , à partir duquel la pression **P** dans la préforme **3** commence à croître, accuse un retard par rapport au top présoufflage t_p , égal au temps de réponse de l'électrovanne **22** de présoufflage.

[0031] Ce retard, soit fourni par le constructeur de l'électrovanne **22**, soit mesuré, est pris en compte dans le réglage du top présoufflage t_p , pour que l'instant réel t_A de début de présoufflage commence après l'instant où la tige **16** d'élongation atteint le fond de la préforme **3**, cet instant pouvant être calculé de manière simple à partir de la vitesse (connue) de descente de la tige **16** d'élongation et de la longueur (également connue) de la préforme **3**.

[0032] Sur les figures 4 et 6, le point de la courbe ayant pour abscisse l'instant réel t_A de début de présoufflage est noté **A**. À ce point correspond une pression (relative) sensiblement nulle, la pression régnant dans la préforme **3** lors de son introduction dans le moule **11** étant en effet sensiblement égale à la pression atmosphérique.

[0033] A partir du point **A** débute une phase d'expansion axiale de la préforme **3**. Comme cela est visible sur les figures 4 et 6, la pente de la courbe de pression au point **A** est nulle à gauche, et positive à droite. A partir du point **A**, la pression dans la préforme **3** croît à mesure qu'elle est étirée, le débit d'air introduit dans la préforme **3** étant supérieur à l'accroissement du volume interne de la préforme **3** (laquelle ne subit aucune expansion radiale, Cf. figure 5C), jusqu'à un instant, dénommé instant de développement et noté t_B , où le seuil d'écoulement plastique de la préforme **3** a été atteint. A cet instant t_B se produit un pic de pression, le point correspondant, dénommé point de développement, étant noté **B** sur les figures 4 et 7 à 9. Au point **B** la pente de la courbe de soufflage est nulle, cette pente s'inversant de gauche (où elle est positive) à droite (où elle est négative) du point **B**. La pression correspondante, dénommée pression de développement, est notée P_B .

[0034] A partir de l'instant t_B de développement débute une phase d'expansion axiale et radiale de la préforme. Au début de cette phase, immédiatement après le point de développement, on note une chute momentanée ΔP de la pression **P** régnant dans la préforme (figure 5D). Cette chute ΔP de pression est due au début soudain de l'expansion radiale de la préforme **3**, laquelle, son seuil d'écoulement plastique dépassé, subit alors une déformation plastique.

[0035] Après avoir chuté d'une valeur ΔP d'environ 1 bar, la pression **P** se maintient, l'accroissement du volume de la préforme **3** compensant le débit d'air injecté dans celle-ci (figures 5E, 5F). Cette phase d'expansion radiale et axiale prend fin lorsque se termine l'étirage, la tige **16** d'élongation ayant atteint sa position basse où elle plaque le fond **6** de la préforme **3** contre le fond de moule **14** (figure 5G).

[0036] La combinaison d'une déformation radiale et d'une déformation axiale de la préforme **3** conduit à une bi-orientation (axiale et radiale) des macromolécules de la matière, qui a notamment pour effet d'accroître la tenue mécanique du récipient **2** et de diminuer sa perméabilité aux gaz et aux liquides. Pour de plus amples informations, on pourra se reporter à l'ouvrage de Rosato et DiMattia, « Blow Molding Handbook » (2e édition, Hanser, 2004).

[0037] Après la fin de l'étirage, la tige **16** étant maintenue dans sa position basse, se déroule une phase d'expansion radiale de la préforme **3** lors de laquelle on ne note pas d'inflexion de la pression **P**, qui continue d'être stable. C'est pourquoi à l'instant, noté t_E , où prend fin l'étirage, ne correspond aucun point singulier sur la courbe de pression, cet instant t_E étant toutefois connu car prédéterminé par la valeur (éventuellement réglable) de la vitesse V_E d'étirage et la hauteur du récipient **2**. Cette phase d'expansion radiale prend fin à un instant, dénommé instant de fin d'expansion, noté t_C , où la préforme **3** a atteint la surface de la cavité **15** sur sensiblement toute sa hauteur, en d'autres termes lorsque le volume interne de la préforme **3** est quasiment égal au volume final du récipient **2**, si l'on excepte des zones localisées où le contact entre la préforme **3** et la cavité **15** n'est pas complet, par exemple dans des zones où sont ménagées des nervures, gorges ou autres renforcements visant à conférer au récipient **2** une meilleure tenue ou une certaine esthétique (figure 5H). A l'instant t_C de fin d'expansion correspond sur la courbe de pression un point singulier, dénommé point de fin d'expansion et noté **C** sur les figures 4 et 10, où la courbe s'infléchit et présente un accroissement

de sa pente. La pression au point **C**, dénommée pression de fin d'expansion, est notée P_c .

[0038] A partir du point **C** de fin d'expansion débute une phase de croissance de la pression **P** dans la préforme **3**, à volume constant. Le débit, noté D_p et la pression, notée P_p , d'air de présoufflage étant maintenus constants, la pression **P** dans la préforme **3** croît de façon linéaire jusqu'à un instant, noté t_D , de début de soufflage à partir duquel débute une phase de soufflage : l'intérieur de la préforme **3** est mis en communication avec la source **24** d'air de soufflage, la pression **P** dans la préforme **3** croissant brutalement jusqu'à atteindre la valeur de la pression de soufflage. Compte tenu du temps de réponse de l'électrovanne **26** de soufflage, l'instant t_D de début de soufflage accuse un léger retard par rapport à un instant, dit top soufflage et noté t_S , auquel l'unité **31** de contrôle commande simultanément la fermeture de l'électrovanne **22** de présoufflage et l'ouverture de l'électrovanne **26** de soufflage. A l'instant t_D de début de soufflage correspond sur la courbe de pression un point singulier, dénommé point de début de soufflage et noté **D**, où la courbe s'infléchit et présente un accroissement important de sa pente.

[0039] Les inventeurs sont d'avis que le présoufflage est un facteur déterminant dans la qualité du récipient final. Le contrôle du présoufflage s'effectue par l'intermédiaire du tracé de la courbe de pression correspondante. Dans l'idéal, tous les récipients sont identiques. Dans la réalité, la répétitivité du procédé de fabrication n'est pas assurée en raison des variations de paramètres physiques (pression, température) et mécaniques (temps de réponse d'électrovannes, colmatage de circuits pneumatiques, fuites dans les circuits de présoufflage et de soufflage, etc.) qui peuvent affecter les différentes unités **8** de moulage de la machine **1** en cours de production des récipients **2**. C'est pourquoi on note des différences sensibles entre les récipients **2**. Afin d'assurer la constance de la qualité des récipients obtenus, pour les mettre autant que possible en conformité avec un standard préétabli, les inventeurs proposent d'assurer une régulation en continu des opérations de présoufflage en rétroagissant sur l'un au moins des paramètres suivants :

- température **T** de chauffe des préformes ;
- pression P_p de présoufflage ;
- débit D_p de présoufflage ;
- vitesse V_E d'étrirage ;
- top présoufflage t_p ;
- top soufflage t_S .

[0040] Par hypothèse, on dispose d'une courbe théorique de présoufflage, (c'est-à-dire la partie de la courbe de pression comprise entre le top départ, pris comme origine des temps, et le point **D**) pour laquelle la qualité du récipient obtenu apparaît conforme à des critères préétablis incluant par exemple la masse du fond du récipient, supposée comprise dans une gamme de valeurs, l'uniformité de l'épaisseur de la paroi, la coaxialité du fond et du col, etc.

[0041] Les inventeurs ont considéré qu'il est illusoire de tenter d'obtenir pour chaque récipient produit une courbe strictement identique à la courbe théorique de présoufflage et proposent par conséquent une méthode de contrôle plus simple tout en étant efficace. Suivant cette méthode, on sélectionne sur la courbe théorique au moins un point caractéristique, défini par un doublet temps/pression, jugé caractéristique du bon déroulement des opérations de présoufflage, et on définit autour de ce point une zone de tolérance, combinaison d'une tolérance de temps (suivant l'axe des abscisses) et d'une tolérance de pression (suivant l'axe des ordonnées), pour tenir compte notamment des marges d'erreurs sur les mesures effectuées.

[0042] Pour le ou chaque point caractéristique, on compare le point réel, tel qu'issu des mesures effectuées lors de la production, avec le point caractéristique théorique correspondant. En pratique, on vérifie que le point réel, tel que mesuré, se trouve dans la zone de tolérance définie autour du point caractéristique théorique en vérifiant que l'instant du point réel se trouve dans la tolérance de temps et que sa pression se trouve dans la tolérance de pression. Dans l'hypothèse où le point réel se trouve effectivement dans la zone de tolérance, les points réel et théorique sont décrétés confondus. Au contraire, lorsque le point réel se trouve en dehors de la zone de tolérance, les points réel et théorique sont décrétés distincts, auquel cas, comme nous le verrons ci-après, des mesures de rétroaction peuvent être prises pour modifier au moins l'un des paramètres listés ci-dessus en vue de faire converger, sur la courbe de pression du récipient suivant, le point réel vers le point théorique.

[0043] En pratique, on contrôle (et on agit éventuellement sur) les points **A**, **B**, **C** et **D**, seuls ou en combinaison. On décrit à présent comment contrôler et agir sur chacun de ces points.

Point A

[0044] Rappelons que le point **A** correspond à l'instant t_A à partir duquel la pression dans la préforme **3** commence à croître, après que l'unité **31** de contrôle a commandé l'ouverture de l'électrovanne **22** de présoufflage (au top présoufflage t_p) pour mettre l'intérieur de la préforme **3** en communication avec la source **20** d'air de présoufflage.

[0045] Il est important que la position du point **A** soit sensiblement identique pour l'ensemble des unités **8** de moulage. On détecte donc l'occurrence du point **A**, c'est-à-dire que l'on détecte l'instant t_A où la pression **P** dans la préforme **3**

EP 2 094 467 B1

commence à croître. (Cette mesure peut être effectuée soit en cours de fabrication du récipient **2**, soit *a posteriori*, directement sur la courbe de présoufflage.)

[0046] On compare ensuite le point **A** réel avec le point **A** théorique. Dans la mesure où la pression au point **A** est nulle, on compare en pratique l'instant t_A du point **A** réel avec l'instant du point **A** théorique, c'est-à-dire l'instant théorique de début de présoufflage, pour vérifier si l'instant t_A du point **A** réel se trouve dans les tolérances définies pour le point **A**.

[0047] Dans l'hypothèse où l'instant t_A réel de début de présoufflage est postérieur (en tenant compte de la tolérance) à l'instant théorique de début de présoufflage, on avance le top présoufflage t_p .

[0048] Dans l'hypothèse où au contraire l'instant réel t_A de début de présoufflage est antérieur (en tenant compte de la tolérance) à l'instant théorique de début de présoufflage, on retarde le top présoufflage t_p .

[0049] Les deux courbes tracées en trait plein sur la figure 6 illustrent deux réglages différents du top présoufflage t_p . La courbe de gauche illustre une avance du top présoufflage t_p ; la courbe de droite illustre au contraire un retard du top présoufflage t_p . La courbe théorique est, entre celles-ci, tracée en pointillés.

[0050] Plus précisément, il est préférable de mesurer l'écart séparant l'instant t_A réel de début de présoufflage de l'instant théorique de début de présoufflage. Et, si l'instant t_A réel de début de présoufflage est postérieur - respectivement antérieur - à l'instant théorique de début de présoufflage, on avance - respectivement on retarde - le top présoufflage t_p de la valeur de l'écart.

[0051] Un exemple numérique est fourni dans le tableau ci-après à titre d'illustration de ce qui précède. Les mesures présentées correspondent à la courbe de pression de la figure 4.

Paramètre	Valeur
Type de récipient	Bouteille 1,5 l
Matière	PET
Température de chauffe	120-140°C
Pression de présoufflage	10 bars
Vitesse d'étirage	2000 mm/s
Top présoufflage	0,03 s
Temps de réponse de l'électrovanne de présoufflage	0,01 s
Tolérance instant théorique de début de présoufflage	$\pm 0,005$ s
Mesure	Valeur
Instant théorique de début de présoufflage	0,04 s

[0052] Afin de permettre la régulation du point **A**, la machine 1 comprend :

- des moyens pour détecter l'instant t_A réel de début de présoufflage ;
- des moyens pour comparer cet instant t_A avec l'instant théorique de début de présoufflage ; et
- des moyens pour réguler le top présoufflage t_p en fonction du résultat de cette comparaison.

[0053] Éventuellement, la machine 1 comprend également des moyens de mémorisation d'une pluralité de points **A** (par exemple une dizaine) détectés sur une série de récipients **2** fabriqués, notamment à des fins d'étude statistique.

[0054] Ces moyens peuvent se présenter sous la forme d'instructions d'un produit programme d'ordinateur implémenté dans l'unité **31** de contrôle de la machine 1.

Point B

[0055] Rappelons que le point **B** correspond au seuil d'écoulement plastique de la préforme 3, à partir duquel débute son expansion radiale.

[0056] Réguler l'instant t_B de développement (abscisse du point **B**) permet de contrôler l'expansion radiale de la préforme **3**. Une occurrence prématurée, ou au contraire tardive, du point **B** de développement peut pareillement témoigner d'une mauvaise répartition de la matière, avec pour conséquence un défaut de tenue du récipient **2**.

[0057] On détecte donc l'occurrence du point **B**, c'est-à-dire que l'on détecte l'instant t_B où se produit dans la préforme 3 un pic de pression après le top présoufflage t_p (mais avant le top soufflage t_s). De même que pour le point **A**, cette mesure peut être effectuée soit en cours de fabrication du récipient **2**, soit de préférence *a posteriori*, directement sur la courbe de présoufflage.

[0058] On compare ensuite le point **B** réel avec le point **B** théorique. En pratique, on compare, d'une part, l'instant t_B réel de développement avec l'instant théorique de développement et, d'autre part, la pression P_B réelle de développement

avec la pression théorique de développement pour vérifier tous deux se trouvent dans les tolérances définies pour le point **B**.

[0059] Le point **B** réel est décrété confondu avec le point **B** théorique lorsqu'il se trouve dans la zone de tolérance définie autour du point **B** théorique.

5 **[0060]** Lorsqu'au contraire le point **B** réel n'est pas confondu avec le point **B** théorique, c'est-à-dire qu'il se trouve en dehors de la zone de tolérance, on effectue par rétroaction une modification de l'un au moins des paramètres suivants :

- top présoufflage t_p ,
- pression P_p de présoufflage,
- 10 - débit de présoufflage D_p ,
- vitesse V_E d'étirage,
- température T de chauffe des préformes.

15 **[0061]** Plusieurs cas peuvent se présenter, selon que l'instant réel t_B de développement est antérieur, confondu (c'est-à-dire dans la zone de tolérance) ou postérieur à l'instant théorique de développement, et selon que la pression P_B réelle de développement est inférieure, égale (c'est-à-dire dans la zone de tolérance) ou supérieure à la pression théorique de développement.

20 **[0062]** Nous avons vu que la modification du top présoufflage t_p produit un décalage du point **A**, vers la droite sur l'axe des temps lorsque le top présoufflage t_p est retardé, ou au contraire vers la gauche lorsque le top présoufflage t_p est avancé. En fait, cette modification affecte l'ensemble de la courbe de présoufflage, laquelle se trouve décalée dans le même sens que le point **A**. La modification du top présoufflage t_p affecte donc l'instant t_B de développement, c'est-à-dire l'abscisse du point **B**. Dans l'hypothèse où l'instant t_B réel de développement est, soit antérieur soit postérieur à l'instant théorique de développement, une mesure simple pourrait consister à retarder ou, respectivement, avancer le top présoufflage t_p . Cependant, l'instant t_A réel de début de présoufflage (abscisse du point **A**) s'en trouverait affectée sans nécessité. C'est pourquoi il apparaît préférable qu'une rétroaction sur le top présoufflage t_p pour modifier l'instant t_B de développement ne soit effectuée que lorsque la modification des autres paramètres ne suffit pas à ramener le point **B** de développement dans sa zone de tolérance.

[0063] L'influence des autres paramètres est illustrée sur les figures 7, 8 et 9.

30 **[0064]** La figure 7 illustre l'influence de la pression P_p ou du débit D_p de présoufflage sur le déroulement du présoufflage. Il a été constaté que l'influence de la pression P_p est similaire à celle du débit D_p . L'influence commune de ces deux paramètres peut donc être ramenée à l'influence de leur produit $P_p \times D_p$: l'augmentation de ce produit peut résulter d'une augmentation de la pression de présoufflage P_p à débit D_p constant, d'une augmentation du débit D_p de présoufflage à pression P_p constante, ou d'une augmentation simultanée des deux D_p et P_p ; au contraire, une diminution du produit $P_p \times D_p$ peut résulter d'une diminution de la pression P_p de présoufflage à débit D_p constant, une diminution du débit D_p de présoufflage à pression P_p constante, ou une diminution simultanée de la pression D_p et du débit D_p , étant entendu qu'augmenter l'un tout en diminuant l'autre n'apparaît pas utile.

35 **[0065]** Sur la figure 7, la courbe de gauche correspond à une valeur du produit $P_p \times D_p$ supérieure à celle correspondant à la courbe de droite : on constate qu'une augmentation du produit $P_p \times D_p$ entraîne une augmentation de la pente de la courbe de pression au point **A** (c'est-à-dire à l'instant t_A réel de début de présoufflage), une anticipation de l'instant de développement t_B et une augmentation de la pression P_B de développement (sur la courbe, le point **B** est donc déplacé vers le haut et vers la gauche). Au contraire, une diminution du produit $P_p \times D_p$ entraîne une diminution de la pente de la courbe de pression au point **A**, un retardement de l'instant t_B de développement et une diminution de la pression P_B de développement (sur la courbe, le point **B** est donc déplacé vers le bas et vers la droite).

40 **[0066]** La figure 8 illustre l'influence de la vitesse V_E d'étirage sur le déroulement du présoufflage. À la courbe inférieure correspond une vitesse V_E d'étirage supérieure à celle correspondant à la courbe supérieure. On constate que l'augmentation de la vitesse V_E d'étirage entraîne une anticipation de l'instant t_B de développement et une diminution de la pression P_B de développement (sur la courbe, le point **B** est donc déplacé vers le bas et vers la gauche), tandis que la diminution de la vitesse V_E d'étirage entraîne un retardement de l'instant t_B de développement et une augmentation de la pression P_B de développement (sur la courbe, le point **B** est donc déplacé vers le haut et vers la droite). On ne note cependant pas d'influence de la vitesse V_E d'étirage sur la pente de la courbe de pression entre le point **A** et le point **B**.

50 **[0067]** La figure 9 illustre l'influence de la température T de chauffe sur le déroulement du présoufflage. À la courbe inférieure correspond une température T de chauffe supérieure à celle correspondant à la courbe supérieure. On constate que l'augmentation de la température T de chauffe a une influence similaire à l'augmentation de la vitesse V_E d'étirage : anticipation de l'instant t_B de développement et diminution de la pression P_B de développement, tandis que la diminution de la température T de chauffe a une influence similaire à la diminution de la vitesse V_E d'étirage : retardement de l'instant t_B de développement et augmentation de la pression P_B de développement.

55 **[0068]** Nous présentons ci-après les mesures préconisées pour ramener, dans chaque cas possible, le point **B** de développement dans sa zone de tolérance, en fonction de l'influence constatée des paramètres listés ci-dessus et de

EP 2 094 467 B1

la priorité donnée à certains paramètres sur d'autres. En pratique, la priorité est donnée à la pression P_p ou au débit D_p sur la température T de chauffe. Compte tenu de son influence sur l'ensemble de la courbe, et en particulier sur le point **A** réel de début de présoufflage, le top présoufflage t_p n'est, en pratique, modifié que lorsque des modifications de la pression P_p , du débit D_p ou de la température T de chauffe n'ont pas suffi à ramener le point **B** de développement dans sa zone de tolérance. Quant à la vitesse V_E d'étirage, elle n'est modifiée que pour affiner le positionnement du point **B** de développement (et à condition que la machine 1 soit munie de moyens de réglage de la vitesse V_E d'étirage).

Instant de développement	Pression de développement	Modification des paramètres
Antérieur	Inférieure	Diminuer T
	Dans la zone de tolérance	Diminuer D_p ou P_p Diminuer T
	Supérieure	Diminuer D_p ou P_p
Dans la zone de tolérance	Inférieure	Diminuer T Augmenter D_p ou P_p
	Dans la zone de tolérance	
	Supérieure	Augmenter T Diminuer D_p ou P_p
Postérieur	Inférieure	Augmenter D_p ou P_p
	Dans la zone de tolérance	Augmenter D_p ou P_p Augmenter T
	Supérieure	Augmenter T Éventuellement : - Diminuer D_p ou P_p , - Avancer top présoufflage

[0069] Un exemple numérique est fourni dans le tableau ci-après, pour illustrer les valeurs de l'instant et de la pression de développement. Les mesures présentées correspondent à la courbe de pression de la figure 4.

Paramètre	Valeur
Type de récipient	Bouteille 1,5 l
Matière	PET
Température de chauffe	120-140°C
Pression de présoufflage	10 bars
Débit de présoufflage*	40 l/s
Vitesse d'étirage	2000 mm/s
Top présoufflage	0,03 s
Tolérance instant de développement	± 0,005 s
Tolérance pression de développement	0,5 bar
Mesure	Valeur
Instant de développement (point B)	0,07 s
Pression de développement (point B)	5 bars

*donné en normolitre par seconde (équivalent du litre par seconde à la pression atmosphérique)

[0070] Il est à noter que le déplacement du point **B** de développement (surtout son abscisse, l'instant t_B de développement) a une incidence sur l'instant t_c de fin d'expansion (abscisse du point **C**). Les modifications de paramètres affectant la position du point **B** peuvent donc conduire à devoir modifier la position du point **D** (c'est-à-dire, selon les cas, à avancer ou retarder le top soufflage t_s) qui peut en effet se trouver décalé par rapport au point **C** ; les réglages correspondants sont présentés ci-après.

[0071] Afin de permettre la régulation du point **B**, la machine 1 comprend :

- des moyens pour détecter l'instant t_B de développement ;
- des moyens pour comparer l'instant t_B de développement et la pression P_B de développement avec, respectivement, l'instant et la pression théoriques de développement ;
- des moyens pour réguler le débit D_p de présoufflage en fonction de cette comparaison.

5 [0072] Ces moyens peuvent se présenter sous la forme d'instructions d'un produit programme d'ordinateur implémenté dans l'unité 31 de contrôle de la machine 1.

[0073] En outre, afin de procéder effectivement à la régulation du débit D_p de présoufflage, la machine 1 comprend par exemple un régulateur 34 de débit monté sur l'électrovanne de présoufflage et commandé par l'unité 31 de contrôle (Cf. figure 2).

10 [0074] La machine 1 peut, en fonction des paramètres que l'on choisit de réguler, comprendre, par exemple sous forme d'instructions supplémentaire du programme d'ordinateur :

- 15 - des moyens de régulation de la pression P_p de présoufflage en fonction de la comparaison entre le point B réel et le point B théorique ;
- des moyens de régulation de la température T de chauffe en fonction de la comparaison entre le point B réel et le point B théorique ;
- des moyens de régulation du top présoufflage t_p en fonction de la comparaison entre le point B réel et le point B théorique ;
- 20 - des moyens de régulation de la vitesse d'étirage V_E en fonction de la comparaison entre le point B réel et le point B théorique.

[0075] En variante, on peut souhaiter réguler l'instant de développement t_B indépendamment de la pression de développement P_B , ou réciproquement réguler la pression de développement P_B indépendamment de l'instant de développement t_B .

[0076] Dans le premier cas, on détecte le pic de pression et on agit sur l'un au moins des paramètres suivants : pression P_p de présoufflage, débit de présoufflage D_p , top présoufflage t_p , vitesse V_E d'étirage, température T de chauffe pour avancer ou, au contraire, retarder l'instant de développement t_B .

[0077] Dans le second cas, on détecte le pic de pression et on agit sur l'un au moins des paramètres suivants : pression P_p de présoufflage, débit de présoufflage D_p , top présoufflage t_p , vitesse V_E d'étirage, température T de chauffe pour augmenter ou, au contraire, diminuer la pression de développement P_B .

[0078] Éventuellement, la machine 1 comprend également des moyens de mémorisation d'une pluralité de points B (par exemple une dizaine) détectés sur une série de récipients 2 fabriqués, notamment à des fins d'étude statistique.

35 Points C, D

[0079] Rappelons que le point C correspond à la fin de l'expansion de la préforme 3, lorsque celle-ci a atteint la surface de la cavité 15 sur sensiblement toute sa hauteur, c'est-à-dire lorsque le volume interne de la préforme 3 a quasiment atteint le volume final du récipient 2. Au point C, la courbe de pression s'infléchit et présente un accroissement de sa pente.

40 [0080] Une fois l'expansion de la préforme 3 terminée, il est inutile de continuer d'y injecter de l'air de présoufflage, dont la pression P_p est insuffisante pour permettre à la matière (qui continue de refroidir et est donc de moins en moins déformable) d'épouser parfaitement la surface de la cavité 15 : une telle opération constitue donc une perte de temps qui grève la productivité sans incidence sur la qualité du récipient 2. Il apparaît donc souhaitable de faire débiter le soufflage à peine achevée l'expansion de la préforme 3. En d'autres termes, il est souhaitable de prendre des mesures pour faire converger, sur la courbe de pression, le point D (début du soufflage) vers le point C (fin d'expansion de la préforme 3).

[0081] On détecte donc l'occurrence du point C, c'est-à-dire l'instant t_c à partir duquel la pression dans la préforme 3 commence à croître de façon linéaire (instant de fin d'expansion). Puis, dans l'hypothèse où le top soufflage t_p est postérieur à l'instant de fin d'expansion, on avance le top soufflage pour faire converger le point D vers le point C.

50 [0082] Plus précisément, on mesure le délai séparant l'instant t_c de fin d'expansion du top soufflage t_s , et on avance le top soufflage t_s d'une valeur égale à ce délai. En réalité, on doit tenir compte du temps de réponse de l'électrovanne 26 de soufflage, à cause duquel l'instant t_D réel de début de soufflage (abscisse du point D) est légèrement postérieure au top soufflage t_s .

[0083] En d'autres termes, soit on mesure le délai séparant l'instant t_c de fin d'expansion de l'instant t_D de début de soufflage et on avance le top soufflage t_s d'une valeur égale à ce délai, soit on mesure le délai séparant l'instant t_c de fin d'expansion du top soufflage t_s et on avance le top soufflage t_s d'une valeur égale à ce délai, augmenté du temps de réponse de l'électrovanne 26 de soufflage.

55 [0084] De même que pour les points A et B, on accepte une certaine tolérance pour le point C. En d'autres termes,

EP 2 094 467 B1

les points **C** et **D** sont supposés confondus lorsque le délai séparant l'instant t_c de fin d'expansion de l'instant t_D de début de soufflage (ou le délai séparant l'instant t_c de fin d'expansion du top soufflage t_s augmenté du temps de réponse de l'électrovanne **26** de soufflage) est inférieur à une valeur prédéterminée.

[0085] Sur la figure 10, on a représenté deux courbes : celle de droite correspond à la présence d'un écart entre l'instant t_c de fin d'expansion et l'instant t_D de début de soufflage. La courbe de gauche, en pointillés, correspond à une régulation effectuée par rétroaction sur la base de la courbe de droite : on a avancé le top soufflage t_s de la valeur de l'écart séparant sur la courbe de droite l'instant t_c de l'instant t_D .

[0086] Un exemple numérique est fourni dans le tableau ci-après à titre d'illustration de ce qui précède. Les mesures présentées correspondent à la courbe de pression de la figure 4.

Paramètre	Valeur
Type de récipient	Bouteille 1,5 l
Matière	PET
Température de chauffe	120-140°C
Pression de présoufflage	10 bars
Vitesse d'étirage	2000 mm/s
Top présoufflage	0,03 s
Temps de réponse de l'électrovanne de présoufflage	0,01 s
Temps de réponse de l'électrovanne de soufflage	0,01 s
Tolérance point C	± 0,005 s
Mesure	Valeur
Instant de début de présoufflage (point A)	0,04 s
Instant de développement (point B)	0,07 s
Instant de fin d'étirage	0,15 s
Instant de fin d'expansion (point C)	0,18 s

[0087] Afin de permettre la régulation du point **D**, la machine **1** comprend :

- des moyens pour détecter l'instant t_c de fin d'expansion ; et
- des moyens pour réguler le top soufflage t_s en fonction de l'instant t_c de fin d'expansion.

[0088] Plus précisément, la machine **1** peut comprendre :

- des moyens pour détecter l'instant t_D de début de soufflage ; et
- des moyens pour comparer l'instant t_c de fin d'expansion avec l'instant t_D de début de soufflage, les moyens de régulation étant prévus pour avancer le top soufflage t_s de la valeur de l'écart entre eux.

[0089] Éventuellement, la machine **1** comprend également des moyens de mémorisation d'une pluralité de points **C** et/ou **D** (par exemple une dizaine) détectés sur une série de récipients **2** fabriqués, notamment à des fins d'étude statistique.

[0090] En alternative (ou en complément), la machine **1** peut comprendre des moyens pour comparer l'instant t_c de fin d'expansion avec le top présoufflage t_s , les moyens de régulation étant prévus pour avancer le top soufflage t_s de la valeur de l'écart entre eux, augmenté du temps de réponse de l'électrovanne de soufflage **26**.

[0091] Ces moyens peuvent se présenter sous la forme d'instructions d'un produit programme d'ordinateur implémenté dans l'unité **31** de contrôle.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un récipient (**2**) par soufflage dans un moule (**11**) à partir d'une ébauche (**3**) en matière plastique, qui comprend les opérations consistant à :

- introduire l'ébauche (**3**) dans le moule (**11**) ;
- à un instant prédéterminé, dénommé top présoufflage (t_p), commander l'ouverture d'une électrovanne (**22**) pour mettre en communication l'intérieur de l'ébauche (**3**) avec une source (**20**) de gaz à une pression de

présoufflage (P_p) prédéterminée ;

- mesurer la pression (P) à l'intérieur de l'ébauche (3) :

- à un instant prédéterminé, dénommé top soufflage (t_s), postérieur au top présoufflage (t_p), commander l'ouverture d'une électrovanne (26) pour mettre en communication l'intérieur de l'ébauche (3) avec une source (24) de gaz à une pression de soufflage (P_s) supérieure à la pression de présoufflage (P_p) ;

- mémoriser les variations de la pression (P) régnant dans l'ébauche (3) au moins dans l'intervalle compris entre le top présoufflage (t_p) et le top soufflage (t_s) ;

le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend les opérations consistant à

- détecter dans cet intervalle un instant (t_c), dit de fin d'expansion, à partir duquel la pression (P) dans l'ébauche (3) croît de façon linéaire ;

- avancer le top soufflage (t_s) en fonction de l'instant (t_c) de fin d'expansion.

2. Procédé selon la revendication 1, qui comprend les opérations consistant à :

- mesurer le délai séparant l'instant (t_c) de fin d'expansion d'un instant (t_o) réel de début de soufflage, postérieur à l'instant (t_c) de fin d'expansion, où la pression (P) dans l'ébauche s'infléchit ;

- avancer le top soufflage (t_s) d'une valeur égale à ce délai.

3. Procédé selon la revendication 1, qui comprend les opérations consistant à :

- mesurer le délai séparant l'instant (t_c) de fin d'expansion du top soufflage (t_s) ;

- avancer le top soufflage (t_s) d'une valeur égale à ce délai, augmenté d'un temps de réponse, prédéterminé, de l'électrovanne (26) de soufflage.

4. Machine (1) de fabrication de récipients (2) à partir de préformes (3) en matière plastique, qui comprend :

- un moule (11) présentant une cavité (15) destinée à recevoir une préforme (3) ;

- une source (20) de gaz à une pression (P_p) de présoufflage prédéterminée ;

- une électrovanne (22) propre à mettre en communication l'intérieur de la préforme (3), reçue dans une cavité (15), avec la source (20) de gaz de présoufflage ;

- des moyens (31) pour commander l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne (22) de présoufflage ;

- une source (24) de gaz à une pression (P_s) de soufflage prédéterminée ;

- une électrovanne (26) propre à mettre en communication l'intérieur de la préforme (3), reçue dans la cavité (15), avec ladite source (24) de gaz de soufflage ;

- des moyens (31) pour commander l'ouverture de l'électrovanne (26) de soufflage à un instant (t_s) prédéterminé, dénommé top soufflage ;

- un capteur propre à mesurer la pression (P) régnant dans la préforme (3) ;

- des moyens pour détecter un instant (t_c), dit instant de fin d'expansion, à partir duquel la pression (P) dans la préforme (3) croît de façon linéaire ;

- des moyens pour régler le top soufflage (t_s) en fonction de l'instant (t_c) de fin d'expansion ;

la machine (1) étant **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre :

- un produit programme d'ordinateur qui comprend des instructions pour :

- commander l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne (26) de soufflage ;

- prendre en compte l'instant (t_c) de fin d'expansion ;

- régler l'instant d'ouverture de l'électrovanne (26) de soufflage en fonction de l'instant (t_c) de fin d'expansion).

5. Machine (1) selon la revendication 4, qui comprend des moyens pour comparer l'instant (t_c) de fin d'expansion avec un instant (t_D), dit de début de soufflage postérieur à l'instant (t_c) de fin d'expansion, à partir duquel la pression (P) dans la préforme s'infléchit.

Claims

1. Process for manufacturing a container (2) by blow moulding in a mould (11) starting from a plastic preform, which comprises the operations consisting in:

- introducing the preform (3) into the mould (11) ;

- opening, at a predetermined instant, called the preblowing point (t_p), a solenoid valve (22) in order to bring the inside of the preform (3) into communication with a source (20) of gas at a predetermined preblowing pressure (P_p);

- measuring the pressure (P) inside the preform (3);

- opening, at a predetermined instant, called the blowing point (t_s), after the preblowing point (t_p), a solenoid valve (26) in order to bring the inside of the preform (3) into communication with a source (22) of gas at a blowing pressure (P_s) greater than the preblowing pressure (P_p); and

- storing the variations of the pressure (P) in the preform (3) at least within the interval between the preblowing point (t_p) and the blowing point (t_s),

the process being **characterized in that** it includes the operations consisting in:

- detecting, within this interval, what is called the end-of-expansion instant (t_c) after which the pressure (P) in the preform (3) increases linearly; and

- advancing the blowing point (t_s) according to the end-of-expansion instant (t_c).

2. Process according to Claim 1, which comprises the operations consisting in:

- measuring the delay separating the end-of-expansion instant (t_c) from an actual start-of-blowing instant (t_D), after the end-of-expansion instant (t_c), in which the pressure (P) in the preform undergoes an inflection; and

- advancing the blowing point (t_s) by a time equal to this delay.

3. Process according to Claim 1, which comprises the operations consisting in:

- measuring the delay separating the end-of-expansion instant (t_c) from the blowing point (t_s); and

- advancing the blowing point (t_s) by a time equal to this delay, increased by a predetermined response time of the blowing solenoid valve (26).

4. Machine (1) for manufacturing containers (2) from plastic preforms (3), which comprises:

- a mould (11) having a cavity (15) designed to accommodate a preform (3);

- a source (20) of gas at a predetermined preblowing pressure (P_p);

- a solenoid valve (22) suitable for bringing the inside of the preform (3), accommodated in a cavity (15), into communication with the preblowing gas source (20);

- means (31) for opening and closing the preblowing solenoid valve (22);

- a source (24) of gas at a predetermined preblowing pressure (P_s);

- a solenoid valve (26) suitable for bringing the inside of the preform (3), accommodated in the cavity (15), into communication with said blowing gas source (24);

- means (31) for opening the blowing solenoid valve (26) at a predetermined instant (t_s), called the blowing point;

- a sensor suitable for measuring the pressure (P) in the preform (3);

- means for detecting what is called the end-of-expansion instant (t_c) after which the pressure (P) in the preform (3) increases linearly; and

- means for regulating the blowing point (t_s) according to the end-of-expansion instant (t_c), the machine (1) being **characterized in that** it further includes:

- a computer program product comprising instructions for:

- opening and closing the blowing solenoid valve (26),

- taking note of the end-of-expansion instant (t_c), and

- regulating the instant of opening the blowing solenoid valve (26) according to the end-of-expansion instant (t_c).

5. Machine (1) according to Claim 4, which comprises means for comparing the end-of-expansion instant (t_c) with what is called the start-of-blowing instant (t_D), after the end-of-expansion instant (t_c), after which the pressure (P) in the preform undergoes an inflection.

Patentansprüche

1. Verfahren für die Herstellung eines Aufnahmebehälters (2) durch Blasen in einer Gießform (11) ausgehend von einem Rohling (3) aus Kunststoff, das die Operationen umfasst, die darin bestehen:

- den Rohling (3) in die Gießform (11) einzusetzen;

- zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, der Vorblasauslösezeit (t_p) genannt wird, das Öffnen eines Elektroventils (22) zu steuern, um den Innenraum des Rohlings (3) mit einer Gasquelle (20), die auf einem vorgegebenen Vorblasdruck (P_p) liegt, zu verbinden;
 - den Druck (P) in dem Rohling (3) zu messen;
 - zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, der Blasauslösezeit (t_s) genannt wird, nach der Vorblasauslösezeit (t_p) das Öffnen eines Elektroventils (26) zu steuern, um den Innenraum des Rohlings (3) mit einer Gasquelle (24), die auf einem Blasdruck (P_s) höher als der Vorblasdruck (P_p) liegt, zu verbinden;
 - die Veränderungen des Drucks (P), der in dem Rohling (3) herrscht, wenigstens in dem Intervall zu speichern, das zwischen der Vorblasauslösezeit (t_p) und der Blasauslösezeit (t_s) liegt;
 - wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es die Operationen umfasst, die darin bestehen:
 - in diesem Intervall einen Zeitpunkt (t_c), der Expansionsende genannt wird, zu detektieren, von dem ausgehend der Druck (P) in dem Rohling (3) linear anwächst;
 - die Vorblasauslösezeit (t_s) als Funktion des Zeitpunkts (t_c) des Expansionsendes vorzuziehen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das die Operationen umfasst, die darin bestehen:
- die Verzögerung zu messen, die den Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes von einem Zeitpunkt (t_0) des wahren Beginns des Blasens nach dem Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes trennt, in dem der Druck (P) in dem Rohling einsinkt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, das die Operationen umfasst, die darin bestehen:
- die Verzögerung zu messen, die den Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes von der Vorblasauslösezeit (t_s) trennt;
 - die Blasauslösezeit (t_s) um einen Wert, der gleich dieser Verzögerung ist, erhöht um eine vorgegebene Ansprechzeit des Blaselektroventils (26), vorzuziehen.
4. Maschine (1) für die Herstellung von Aufnahmebehältern (2) anhand von Rohlingen (3) aus Kunststoff, die umfasst:
- eine Gießform (11), die einen Hohlraum (15) aufweist, der dazu bestimmt ist, einen Rohling (3) aufzunehmen;
 - eine Quelle (20) für Gas auf einem vorgegebenen Vorblasdruck (P_p);
 - ein Elektroventil (22), das den Innenraum des Rohlings (3), der in einem Hohlraum (15) aufgenommen ist, mit der Quelle (20) für Vorblasgas verbinden kann;
 - Mittel (31), um das Öffnen und das Schließen des Vorblaselektroventils (22) zu steuern;
 - eine Quelle (24) für Gas auf einem vorgegebenen Blasdruck (P_s);
 - ein Elektroventil (26), das den Innenraum des Rohlings (3), der in dem Hohlraum (15) aufgenommen ist, mit der Quelle (24) für Blasgas verbinden kann;
 - Mittel (31), um das Öffnen des Blaselektroventils (26) zu einem vorgegebenen Zeitpunkt (t_s), der Blasauslösezeit genannt wird, zu steuern;
 - einen Sensor, der den in dem Rohling (3) herrschenden Druck (P) messen kann;
 - Mittel, um einen Zeitpunkt (t_c), der Expansionsendezeitpunkt genannt wird, zu detektieren, von dem ausgehend der Druck (P) in dem Rohling (3) linear zunimmt;
 - Mittel, um die Blasauslösezeit (t_s) als Funktion des Zeitpunkts (t_c) des Expansionsendes zu regulieren; wobei die Maschine (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** sie außerdem umfasst:
 - ein Computerprogrammprodukt, das Befehle umfasst, um:
 - das Öffnen und das Schließen des Blaselektroventils (26) zu steuern;
 - den Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes zu berücksichtigen;
 - den Zeitpunkt des Öffnens des Blaselektroventils (26) als Funktion des Zeitpunkts (t_c) des Expansionsendes zu regulieren.
5. Maschine (1) nach Anspruch 4, die Mittel umfasst, um den Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes mit einem Zeitpunkt (t_D), der Blasbeginn genannt wird, nach dem Zeitpunkt (t_c) des Expansionsendes, von dem ausgehend der Druck (P) in der Vorform einsinkt, zu vergleichen.

Fig.3

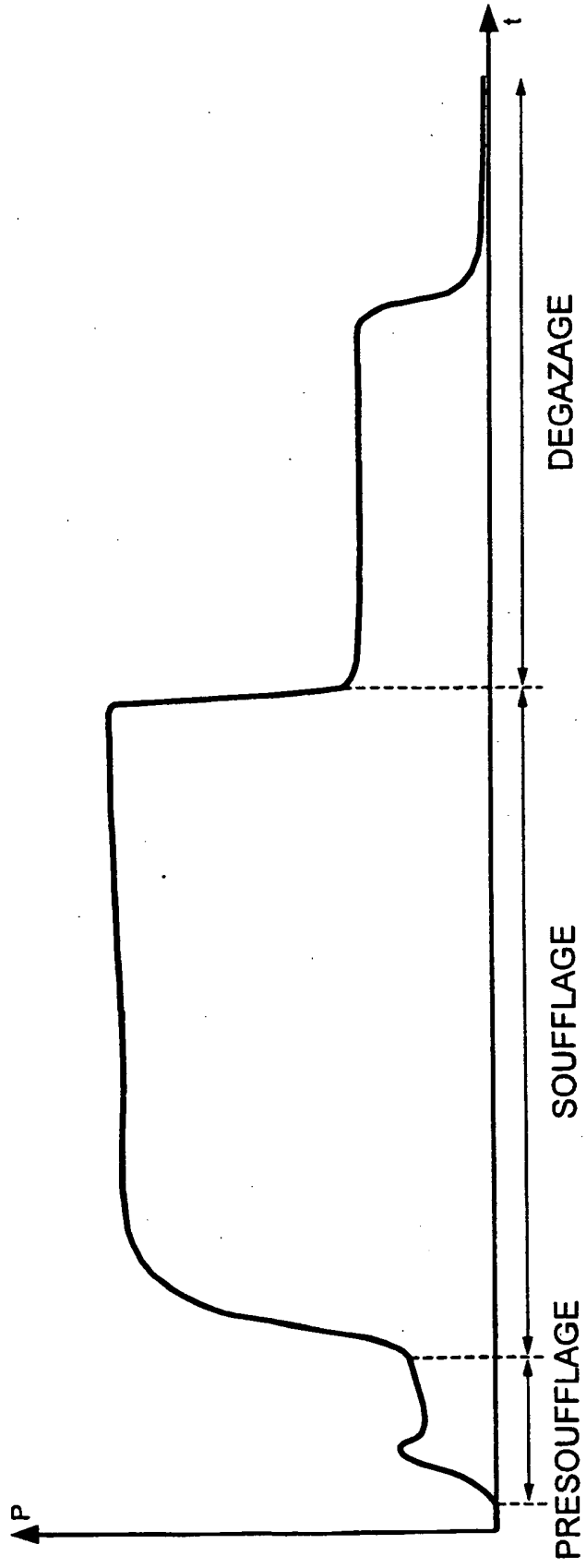
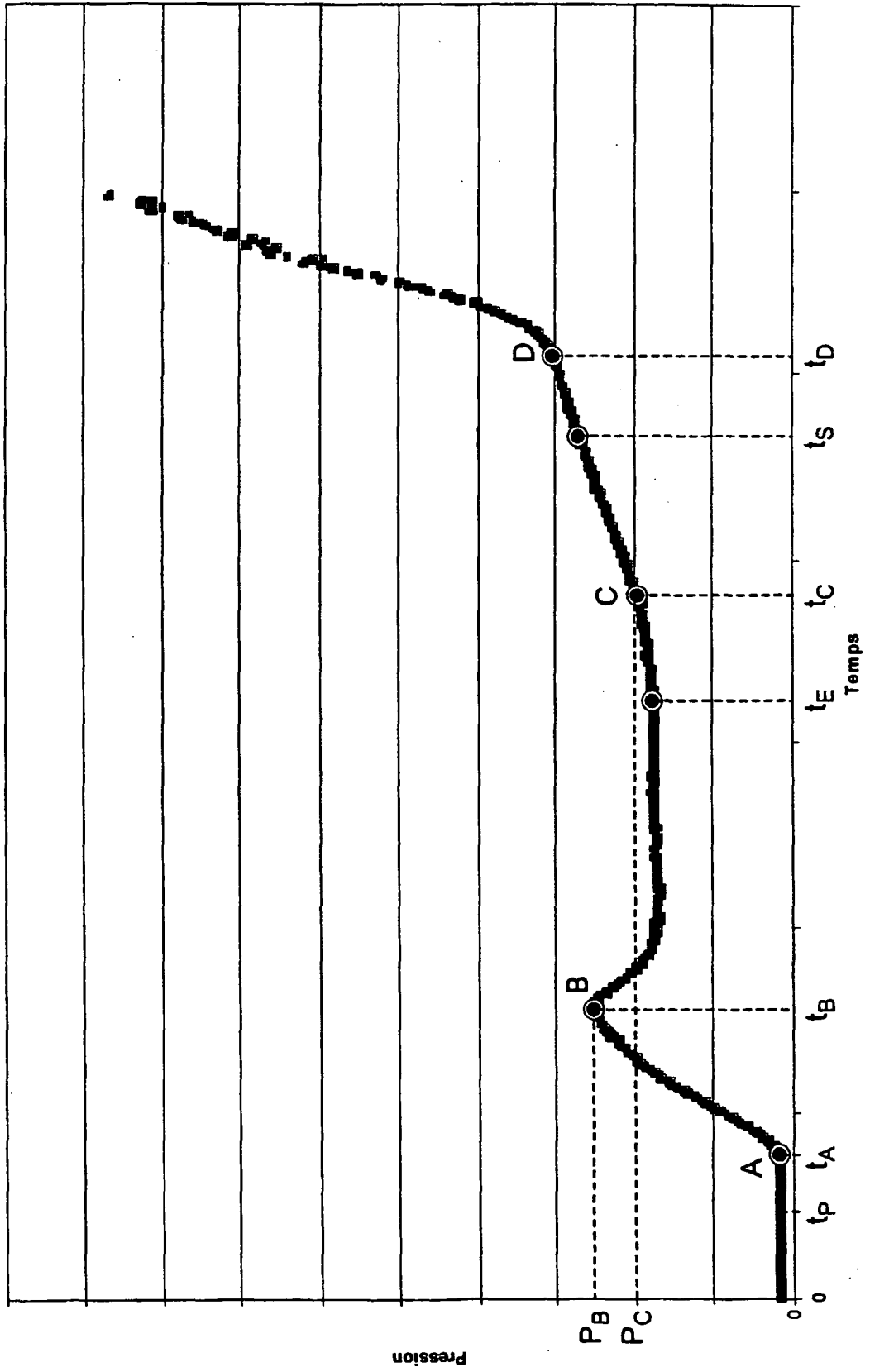


Fig.4



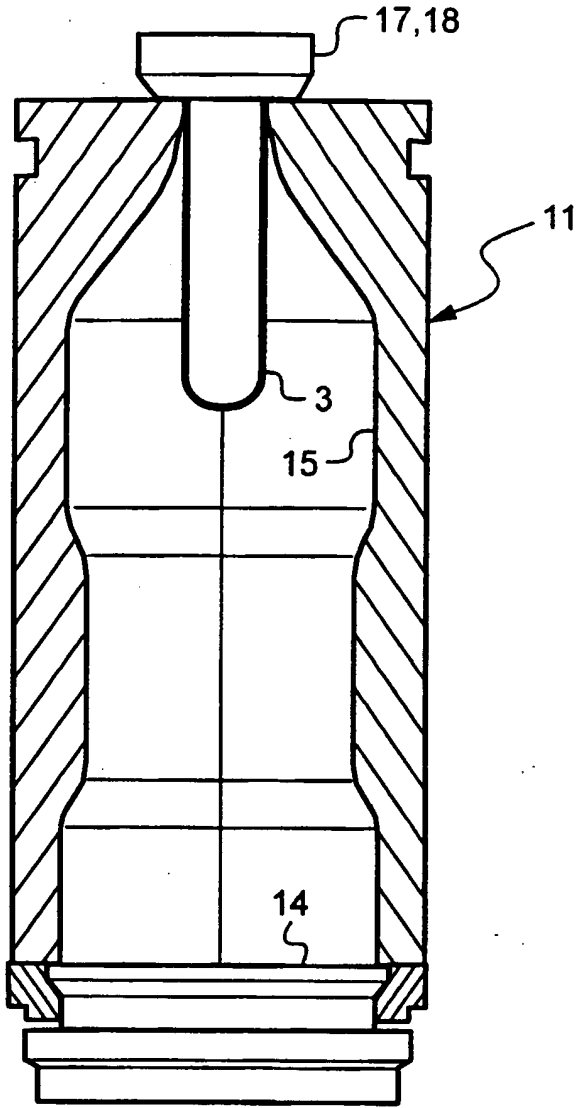


Fig.5A

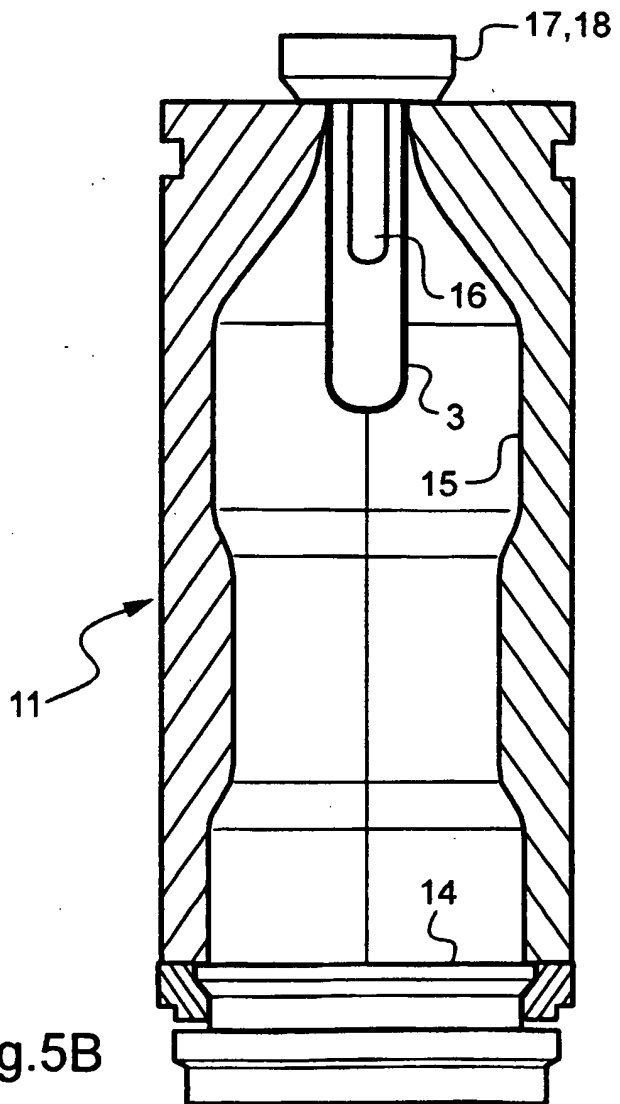


Fig.5B

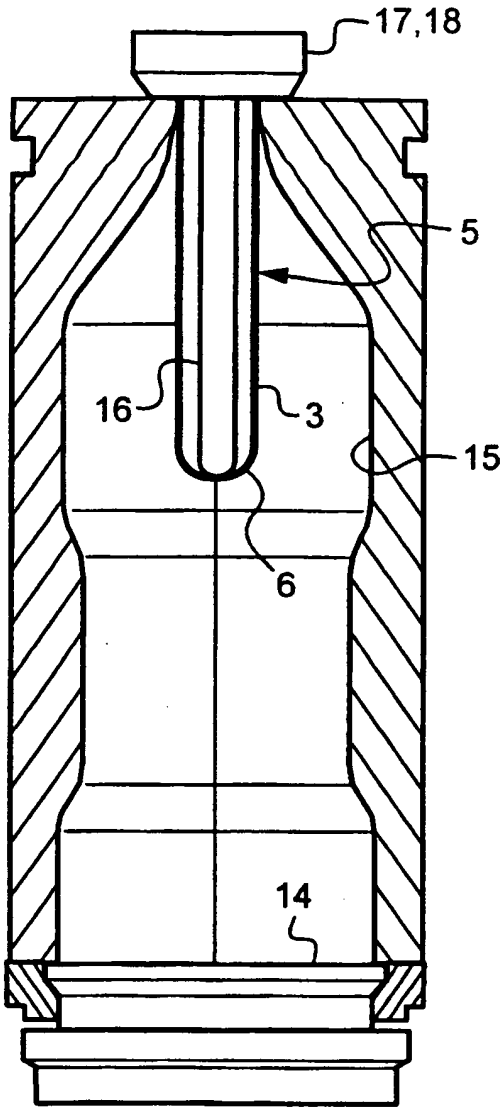


Fig.5C

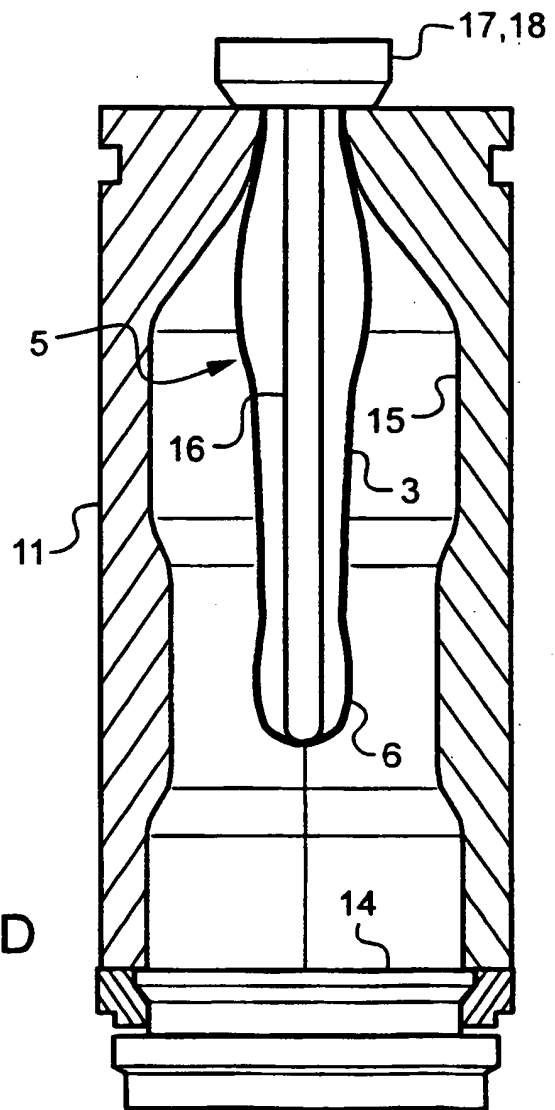


Fig.5D

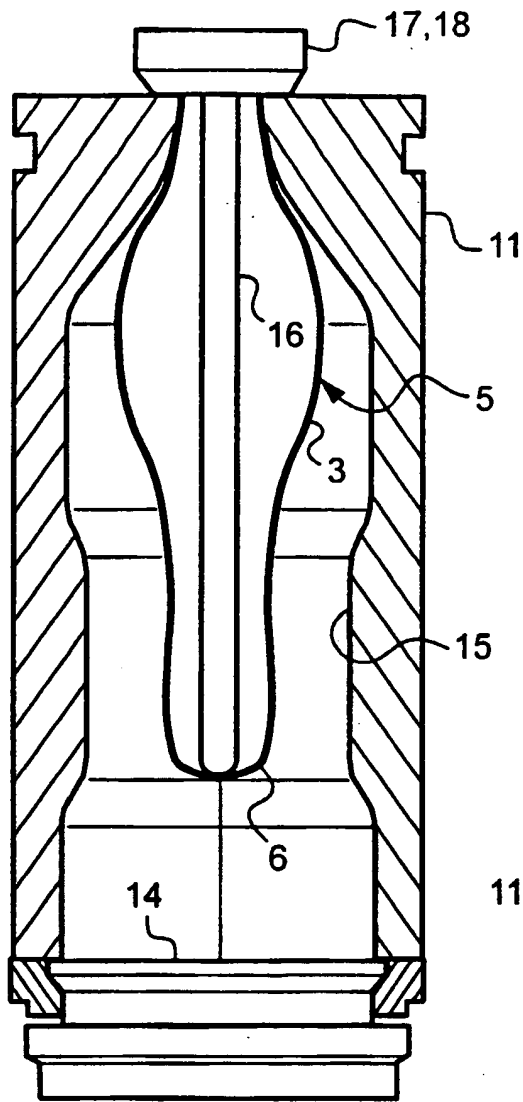


Fig.5E

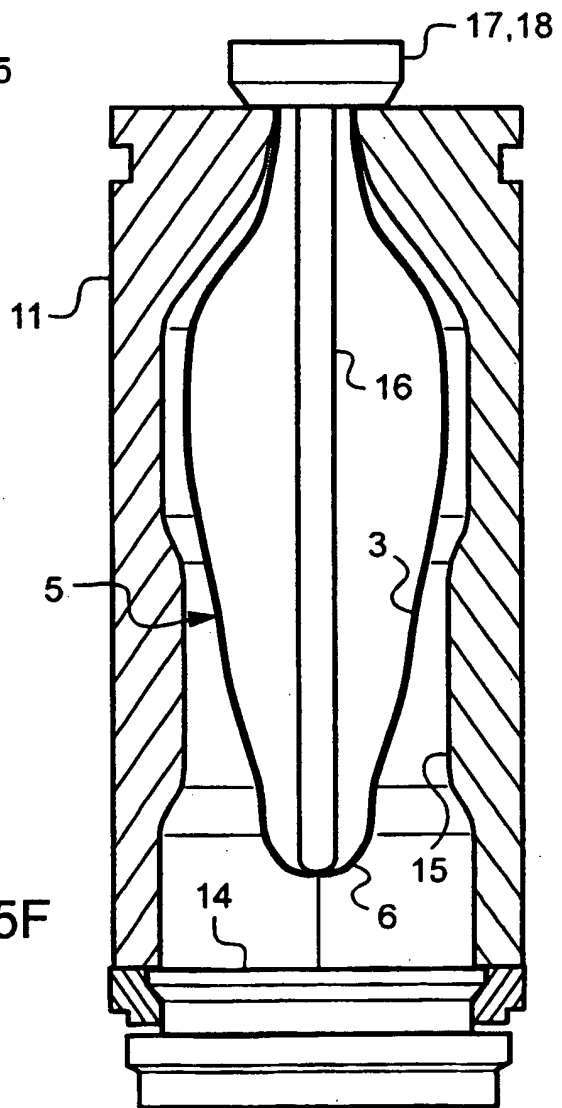


Fig.5F

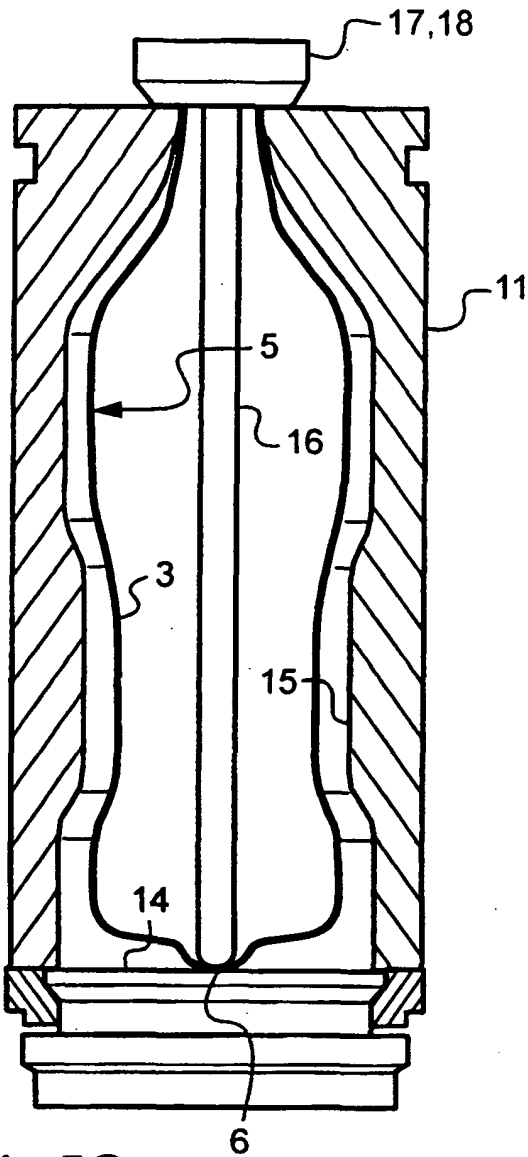


Fig.5G

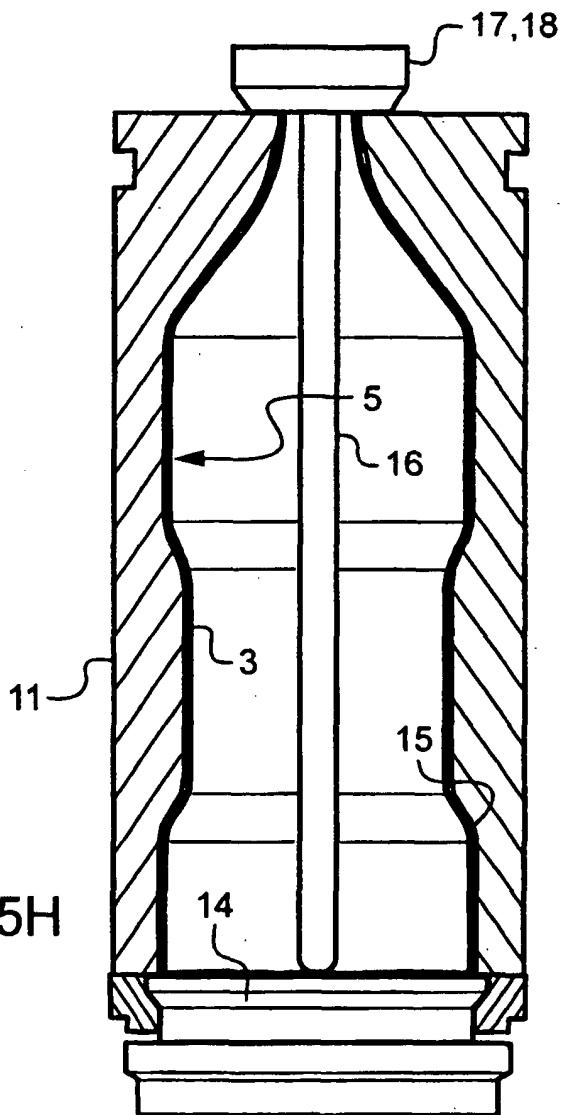


Fig.5H

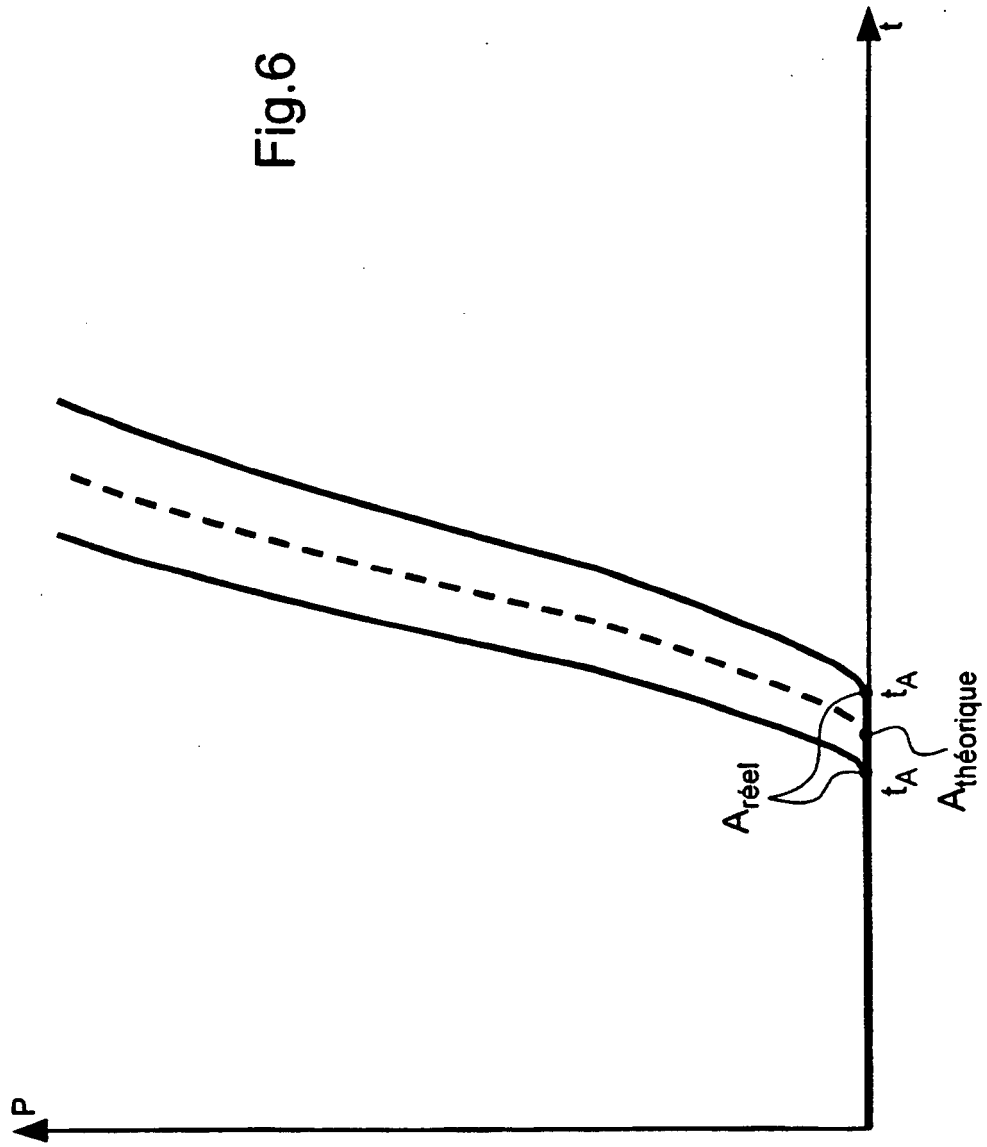


Fig.7

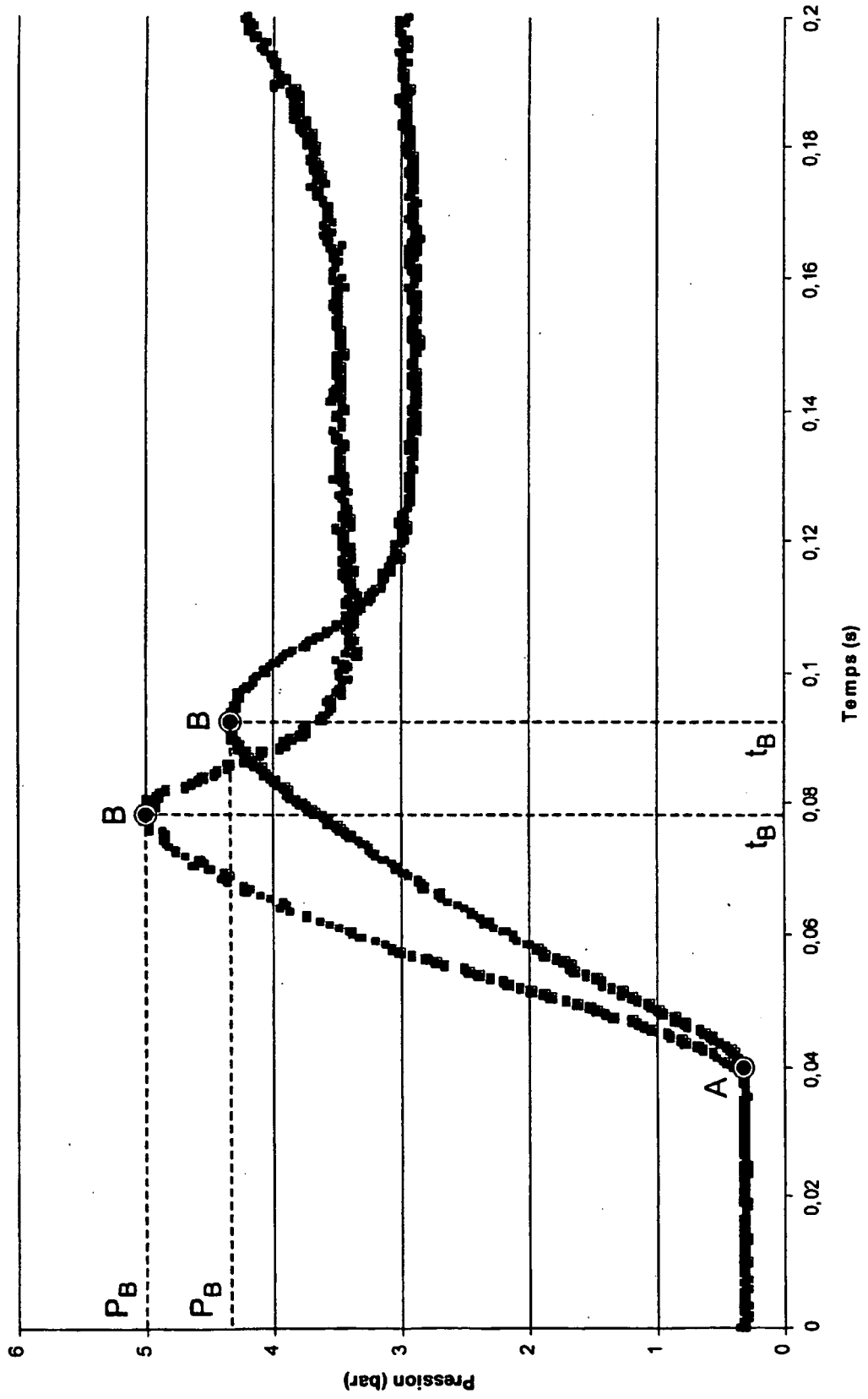


Fig.8

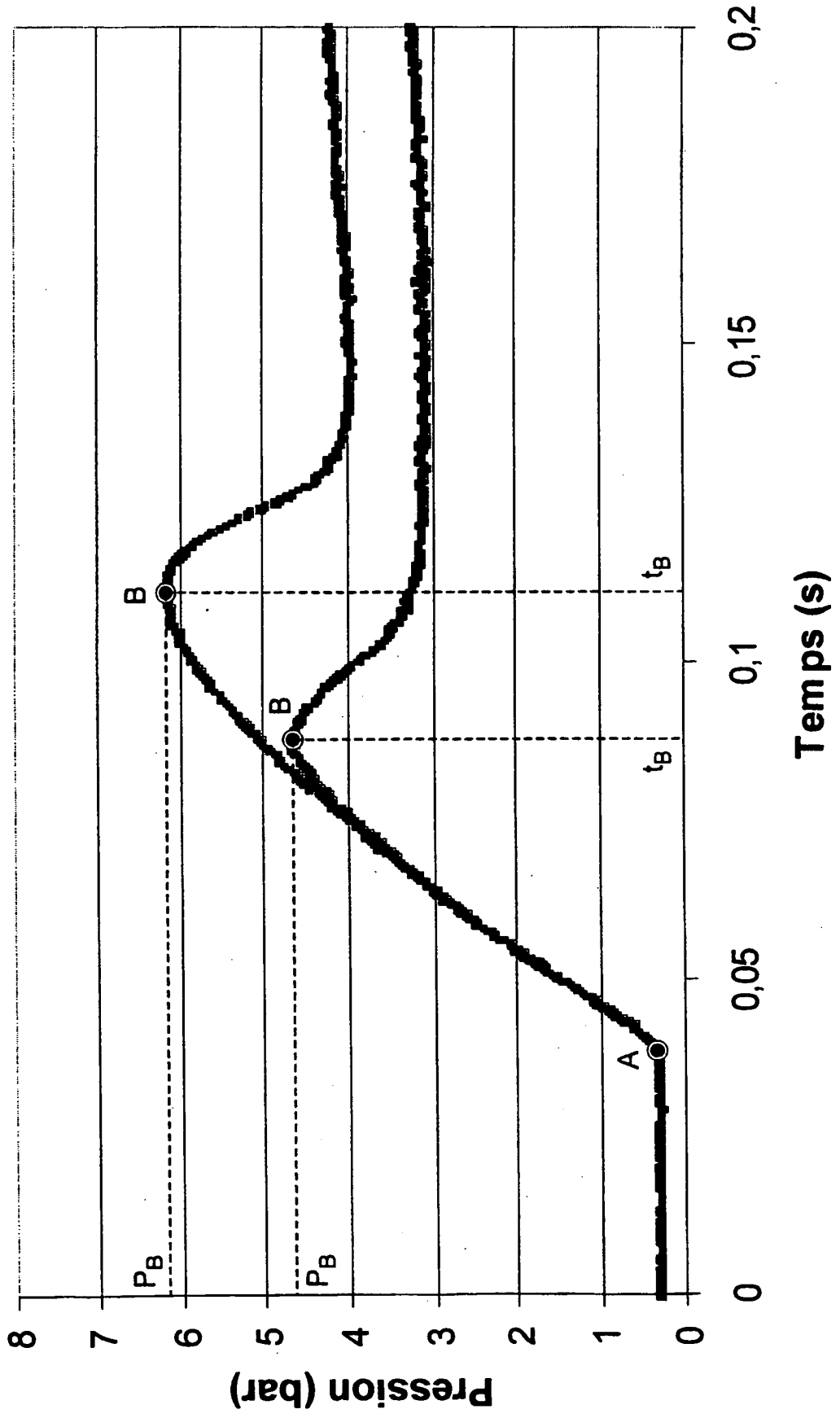


Fig.9

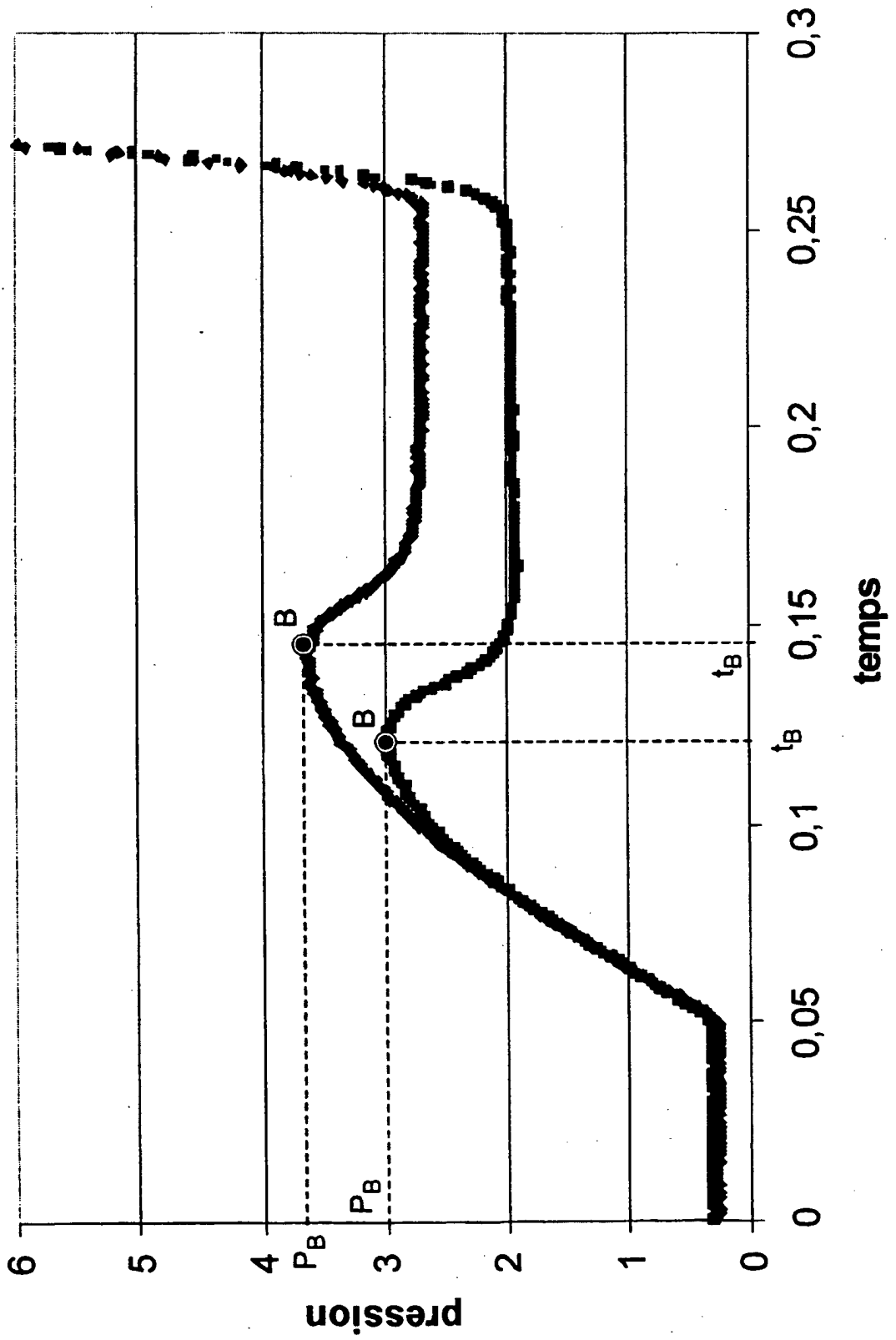
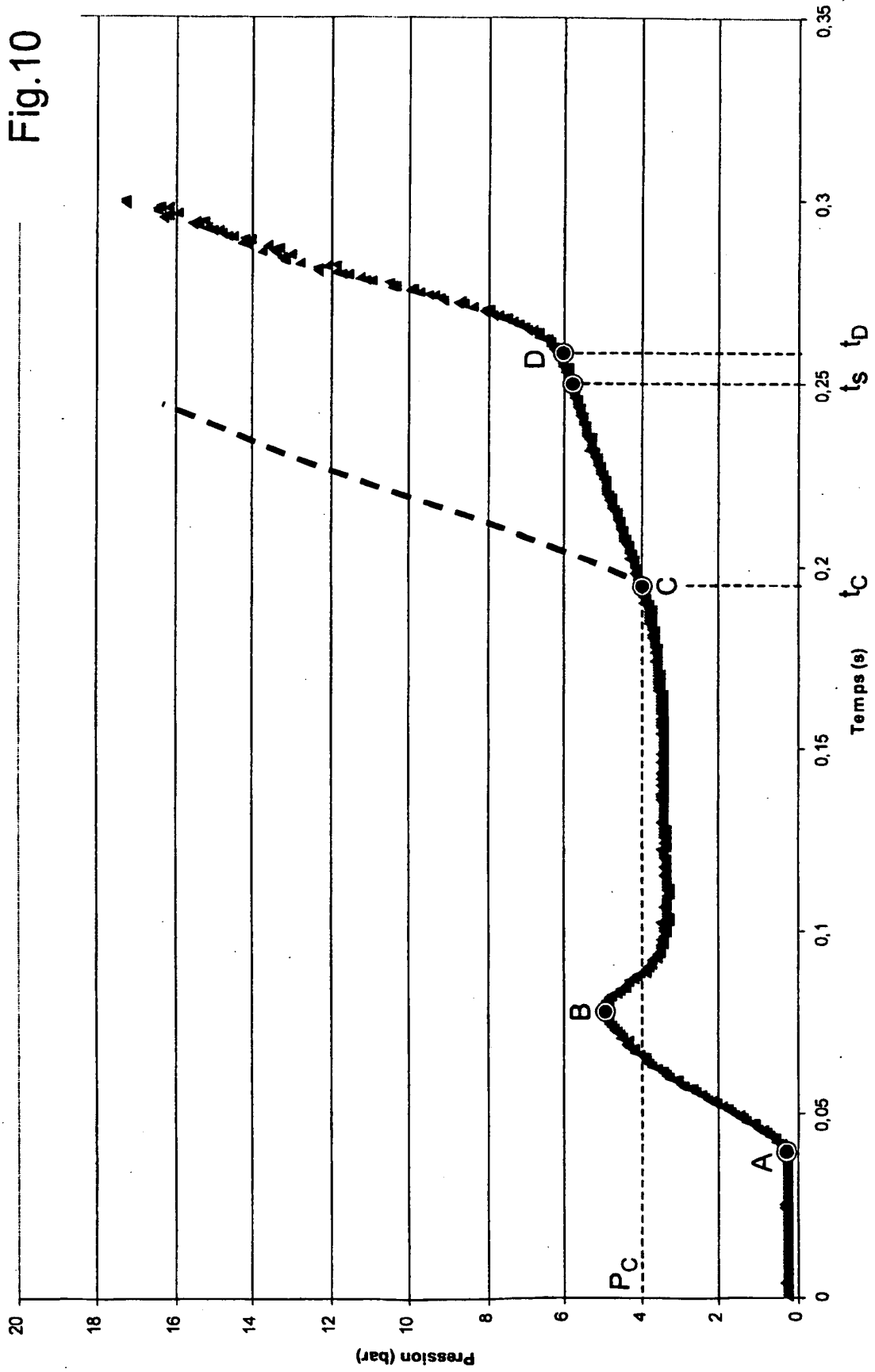


Fig.10



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4042657 A [0006]
- US 6186760 B [0007]
- FR 2872082 [0022]
- WO 2006008380 A [0022]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **Rosato ; DiMattia.** Blow Molding Handbook. 2004 [0036]