

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de refroidissement d'un récipient fabriqué par étirage-soufflage.

②② Date de dépôt : 29.12.22.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SIDEL PARTICIPATIONS SAS* —
FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.07.24 Bulletin 24/27.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.02.25 Bulletin 25/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *PROTAIS Pierrick, NAVEAU Laurent
et GUITON Camille.*

⑦③ Titulaire(s) : *SIDEL PARTICIPATIONS SAS.*

⑦④ Mandataire(s) : *SIDEL PARTICIPATIONS.*



Description

Titre de l'invention : Procédé de refroidissement d'un récipient fabriqué par étirage-soufflage

Domaine technique

[0001] La présente invention relève du domaine de la fabrication de récipients par soufflage ou étirage-soufflage à partir de préformes en matériau thermoplastique, telle que par exemple le polyéthylène téréphtalate, ci-après « PET » ou du polyéthylène téréphtalate recyclé, ci-après « rPET ». Elle a plus particulièrement pour objet un procédé de refroidissement destinée à être mise en œuvre dans une technique d'étirage soufflage pour la formation de récipients.

Etat de la technique

[0002] Il est connu de former des récipients en matériau thermoplastique par étirage soufflage de préformes préalablement chauffées à une température suffisante pour en ramollir les parois.

[0003] A cet effet, on utilise un dispositif de formage qui comporte un moule présentant une cavité conformée à l'empreinte du récipient à obtenir. La préforme préalablement chauffée est reçue dans la cavité. Puis, ses parois sont soumises à un étirage dit "biaxial" pour venir épouser l'empreinte du moule. Pour ce faire, la préforme est étirée axialement au moyen d'une tige d'étirage pour provoquer l'expansion axiale de la préforme. Simultanément à cette opération d'étirage, un fluide sous pression est injecté dans la préforme de manière à provoquer l'expansion radiale de la paroi.

[0004] Un tel procédé de formage est bien connu. Pour que le récipient final présente un fond parfaitement moulé, il est préférable que la tige d'étirage soit adaptée pour garantir une épaisseur satisfaisante de la paroi du récipient. Une mauvaise répartition de la matière est un défaut récurrent constaté sur les récipients produits par un procédé de moulage et étirage/soufflage. Il ne s'agit pas nécessairement de veiller à ce que l'épaisseur de la paroi du récipient soit constante, car dans certains cas il peut être souhaitable d'épaissir certaines zones, en particulier celles destinées à subir des contraintes importantes (notamment à proximité du fond). Il s'agit plutôt de veiller à ce que l'épaisseur de matière corresponde au cahier des charges du récipient, tel que défini en fonction de sa forme et de son utilisation. Par ailleurs, de telles variations d'épaisseurs, notamment dans le fond, peuvent rendre difficiles, lors de la phase de soufflage, l'évacuation des calories ainsi accumulées. Le refroidissement ainsi apporté par le fluide caloporteur circulant dans le moule peut alors se révéler insuffisant pour refroidir convenablement le matériau du récipient.

[0005] Pour répondre à ces contraintes, une étape additionnelle de refroidissement interne

peut s'avérer très utile. Cette étape consiste à générer un refroidissement du fond par la tige d'étirage, à la fin de la phase de soufflage, sur un temps très court, à des endroits très localisés du fond.

- [0006] Des procédés ont ainsi été mis au point pour favoriser une répartition de la matière adaptée à des cahiers des charges exigeants.
- [0007] En outre, dans le domaine de la fabrication de récipients par moulage et étirage/soufflage, il est fait de plus en plus recours à du PET recyclé, pour des raisons écologiques. Ce matériau augmente encore le problème de distribution de la matière car il présente des propriétés différentes de capacité d'étirage et d'absorption de chauffe : la maîtrise du refroidissement du récipient ainsi formé est donc encore plus cruciale.
- [0008] Par ailleurs, malgré les précisions apportées aux procédés d'étirage soufflage, il existe donc encore des problèmes de déformation du fond après démoulage de la bouteille, notamment en raison d'un manque de maîtrise de la phase de refroidissement, phénomène de déformation grandissant par l'accélération constante des cadences de production.
- [0009] A cet égard, on connaît le document JP2001088202 qui propose une tige d'étirage et de refroidissement, ayant des orifices spécifiquement prévus pour refroidir le fond d'une préforme. Ces orifices sont situés sur le corps de la tige, au-dessus de l'embout formé à l'extrémité de ladite tige. L'embout est prévu pour se placer au contact du fond de la préforme pendant l'étirage, puis légèrement en retrait lors de la phase de refroidissement, pour laisser le gaz s'échapper des orifices et, par cet effet, refroidir le fond, à la fin de la phase de soufflage. Néanmoins, dans cette configuration, le gaz de refroidissement s'échappe de manière peu contrôlée, et n'est pas dirigé de manière précise, de façon localisée vers le fond du récipient obtenu. Par ailleurs, ledit gaz de refroidissement est procuré par une source d'air sous pression de sorte que ledit refroidissement consomme une grande quantité d'air, ce qui génère un surcoût dans la fabrication des récipients.
- [0010] On connaît également le document US8574486B2 qui décrit un procédé de moulage par soufflage de récipients, dans lequel une préforme, après un conditionnement thermique à l'intérieur d'un moule de soufflage, est étirée par une tige d'étirage et transformée en un récipient sous l'effet de la pression de soufflage, et dans lequel du gaz sous pression est conduit dans le récipient à travers la tige d'étirage pour le refroidir. Ledit gaz sous pression est introduit dans le récipient par au moins deux voies d'écoulement, une première voie d'écoulement s'étendant à travers la tige d'étirage qui comporte une pluralité d'orifices sur une partie de sa longueur, et une seconde voie d'écoulement passant à côté de la tige d'étirage.
- [0011] Ce type de procédé, bien que permettant un refroidissement du récipient par un balayage au moyen de la tige d'étirage, présente néanmoins l'inconvénient d'être parti-

culièrement consommateur d'air sous pression grevant le coût de fabrication des récipients.

Divulgaration de l'invention

- [0012] L'un des buts de l'invention est donc de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de refroidissement d'un récipient fabriqué par étirage-soufflage simple et peu onéreux en limitant la consommation d'air sous pression pour refroidir les récipients.
- [0013] A cet effet, et conformément à l'invention, il est proposé un procédé de fabrication d'un récipient par étirage soufflage, comprenant au moins les étapes suivantes de :
- [0014] - placement d'une préforme préalablement chauffée dans un moule de soufflage présentant, en position de fermeture, une cavité de moulage formant l'empreinte du récipient à souffler ;
- [0015] - fermeture dudit moule de soufflage ;
- [0016] - soufflage de ladite préforme dans le moule de soufflage par l'intermédiaire d'une tuyère de soufflage par l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme et, de manière sensiblement simultanée, une étape d'étirage de ladite préforme par insertion d'une tige d'étirage à l'intérieur de ladite préforme en prenant appui contre le fond de ladite préforme de manière à faciliter l'allongement axial de cette dernière ;
- [0017] - refroidissement de l'intérieur dudit récipient ainsi formé par projection d'air par l'intermédiaire de ladite tige d'étirage simultanément ou postérieurement au dégazage du récipient ;
- [0018] - remontée de ladite tige d'étirage ;
- [0019] - extraction dudit récipient soufflé par ouverture dudit moule de soufflage ;
- [0020] Ledit procédé est remarquable en ce que l'étape de refroidissement est réalisée par l'intermédiaire d'une tige d'étirage comportant une cavité intérieure et au moins un orifice communiquant avec la cavité intérieure, l'air sous haute pression P introduit dans la préforme lors de l'étape de soufflage étant stocké dans la cavité intérieure de la tige d'étirage puis ledit air sous haute pression P s'échappant de l'orifice de la tige d'étirage pour refroidir le récipient jusqu'à ce que la pression dans la cavité de la tige d'étirage soit égale à pression atmosphérique P_a de l'air dans le récipient après le dégazage du récipient.
- [0021] Selon une variante d'exécution particulièrement avantageuse, l'air sous haute pression P introduit dans la préforme lors du soufflage est stocké dans un réservoir connecté fluidiquement à la cavité de la tige d'étirage jusqu'à ce que la pression dans la cavité de la tige d'étirage et dudit réservoir soit égale à pression de l'air sous haute pression P dans le récipient. Ledit réservoir permet ainsi d'augmenter la durée du refroidissement et, in fine, l'efficacité dudit refroidissement des récipients.

- [0022] Par ailleurs, la cavité de la tige d'étirage et/ou le réservoir sont remplis, lors du soufflage, d'air sous haute pression P à travers une pluralité d'orifices débouchant dans la cavité de la tige d'étirage, lesdits orifices étant positionnés sur tout ou partie de la hauteur de la tige d'étirage et sur tout ou partie de la circonférence de ladite tige d'étirage.
- [0023] Selon une variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage commence à remonter à partir du début du dégazage du récipient.
- [0024] Selon une seconde variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage commence à remonter à partir de la fin du dégazage du récipient, c'est-à-dire quand la pression dans le récipient est sensiblement égale à la pression atmosphérique P_a .
- [0025] Selon une autre variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage commence à remonter après une temporisation t_1 à compter du début du dégazage du récipient.
- [0026] Ladite temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage est, de préférence, comprise entre 0,01 et 1 seconde.
- [0027] De préférence, la temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage est supérieure ou égale à la durée du dégazage du récipient.
- [0028] Par ailleurs, le volume d'air sous haute pression stocké dans la cavité de la tige d'étirage est compris entre 10000 et 150000 mm³.
- [0029] De plus, le volume d'air sous haute pression stocké dans le réservoir est compris entre 1000 et 2000000 mm³.
- [0030] Ladite tige d'étirage comporte, de préférence, une pluralité d'orifices répartis le long de ladite tige d'étirage et angulairement répartis autour de ladite tige d'étirage, de manière équidistante ou non.
- [0031] De préférence, ladite tige d'étirage comporte au moins un orifice positionné à l'extrémité libre inférieure de ladite tige d'étirage afin de refroidir le fond des récipients.
- [0032] Accessoirement, l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme et, in fine, dans la cavité intérieure de la tige d'étirage, est réalisée à différentes pressions croissantes $P_1, P_2, \dots P_n$.

Brève description des dessins

- [0033] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront mieux de la description qui va suivre de plusieurs variantes d'exécution, données à titre d'exemples non limitatif, du procédé de refroidissement d'un récipient fabriqué par étirage-soufflage conforme à l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0034] [Fig.1] est une représentation schématique vue de dessus d'une machine de moulage

de type rotative, illustrant notamment les unités de moulage, à l'exception des moyens de soufflage et d'étirage, réparties autour d'un carrousel, lesdits unités de soufflage étant, en fonction de leur position relative par rapport à l'entrée ou la sortie de la machine, en position ouverte ou en position fermée,

- [0035] [Fig.2] est une représentation schématique partielle en perspective d'une des unités de moulage de la machine représentée sur la [Fig.1], illustrant notamment, hors de l'unité en position ouverte, une vue éclatée d'un moule réalisé en trois parties, à savoir deux demi-moules et un fond de moule,
- [0036] [Fig.3] est une représentation schématique selon une coupe médiane longitudinale verticale d'une unité de moulage de la machine, au cours d'une première étape d'un cycle de soufflage d'un récipient, montrant notamment l'insertion de l'extrémité distale de la tige dans une préforme enfermée au sein d'un moule,
- [0037] [Fig.4] est une représentation schématique similaire à la [Fig.3], au cours d'une autre étape suivante en fin de cycle de soufflage, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé et s'étendant jusqu'au fond dudit récipient soufflé,
- [0038] [Fig.5] est une représentation schématique similaire aux figures 3 et 4, au cours d'une autre étape suivante après le cycle de soufflage, montrant notamment le remplissage de la cavité intérieure de la tige d'étirage d'air sous pression, correspondant à l'air de soufflage,
- [0039] [Fig.6] est une représentation schématique similaire aux figures 3 à 5, au cours d'une autre étape suivante de début de dégazage,
- [0040] [Fig.7] est une représentation schématique similaire aux figures 3 à 6, au cours d'une autre étape suivante de début de refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé et s'étendant jusqu'au fond dudit récipient soufflé,
- [0041] [Fig.8] est une représentation schématique similaire aux figures 3 à 7, au cours d'une autre étape suivante de milieu de refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé remontant,
- [0042] [Fig.9] est une représentation schématique similaire aux figures 3 à 8, au cours d'une dernière étape correspondant à la fin du refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé totalement remontée,
- [0043] [Fig.10] est une vue en coupe longitudinale verticale d'un détail de l'unité de moulage au cours de la première étape de soufflage représentée sur la [Fig.3], montrant plus particulièrement la tige d'étirage s'étendant à l'intérieur de la préforme,
- [0044] [Fig.11] est une vue en perspective schématique d'un mode de réalisation de l'extrémité distale de la tige d'étirage,

- [0045] [Fig.12] est une vue en coupe longitudinale du mode de réalisation de l'extrémité distale de la tige d'étirage représentée sur la [Fig.11],
- [0046] [Fig.13] est une représentation schématique selon une coupe médiane longitudinale verticale d'une variante d'exécution de l'unité de moulage de la machine, au cours d'une première étape d'un cycle de soufflage d'un récipient, montrant notamment l'insertion de l'extrémité distale de la tige dans une préforme enfermée au sein d'un moule,
- [0047] [Fig.14] est une représentation schématique similaire à la [Fig.13], au cours d'une autre étape suivante en fin de cycle de soufflage, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé et s'étendant jusqu'au fond dudit récipient soufflé,
- [0048] [Fig.15] est une représentation schématique similaire aux figures 13 et 14, au cours d'une autre étape suivante après le cycle de soufflage, montrant notamment le remplissage d'air sous pression de la cavité intérieure de la tige d'étirage et d'un réservoir connecté à la cavité intérieure de la tige d'étirage, l'air sous pression correspondant à l'air de soufflage,
- [0049] [Fig.16] est une représentation schématique similaire aux figures 13 à 15, au cours d'une autre étape suivante de début de dégazage,
- [0050] [Fig.17] est une représentation schématique similaire aux figures 13 à 16, au cours d'une autre étape suivante de début de refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé et s'étendant jusqu'au fond dudit récipient soufflé,
- [0051] [Fig.18] est une représentation schématique similaire aux figures 13 à 17, au cours d'une autre étape suivante de milieu de refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé remontant,
- [0052] [Fig.19] est une représentation schématique similaire aux figures 13 à 18, au cours d'une dernière étape correspondant à la fin du refroidissement, montrant notamment l'extrémité distale de la tige introduite au sein du récipient soufflé totalement remontée.

Mode de réalisation de l'invention

- [0053] Dans la suite de la description du récipient suivant l'invention, les mêmes références numériques désignent les mêmes éléments. Les différentes vues ne sont pas nécessairement tracées à l'échelle. Par ailleurs, la présente invention est plus particulièrement destinée à être mise en œuvre dans une installation de fabrication de récipients bouteilles en PET ; toutefois, il est bien évident que l'invention pourra être adaptée pour la fabrication de tout type de récipient sans pour autant sortir du cadre de l'invention.
- [0054] En référence à la [Fig.1], ladite installation de fabrication de récipients comprend,

usuellement, une machine de moulage 1 comportant au moins des unités de moulage 2 répartis circulairement, sous la forme d'un carrousel 3. Chaque unité de moulage 2, en référence aux figures 1 et 2, comporte au moins un moule 4 et des moyens de soufflage intégrant une tige d'étirage 5, ledit moule 4 comportant au moins deux demi-moules 4a,4b qui comportent chacun une face interne de moulage et qui sont respectivement montés sur des supports 6 mobiles autour d'un axe X, entre au moins une position ouverte et une position fermée de l'unité de moulage 2, dans laquelle lesdites faces internes desdits au moins deux demi-moules 4a,4b joints délimitent ensemble une cavité de moulage 7 du récipient.

- [0055] En pratique, les moules de soufflage 4 sont répartis circulairement, sous la forme d'un carrousel 3 comme visible en [Fig.1], et surmontés par des installations de soufflage respectives. En pratique, toujours, et comme visible sur la [Fig.2], le corps de l'installation de soufflage s'étend sensiblement verticalement au-dessus du moule et sensiblement coaxialement à la cavité 7 de moulage du moule de soufflage 4.
- [0056] La [Fig.2] représente schématiquement une vue en perspective d'une des unités de moulage 2 de la machine selon l'exemple de réalisation de la [Fig.1], illustrant notamment, hors de l'unité en position ouverte, une vue éclatée d'un moule 4 réalisé en trois parties, à savoir deux demi-moules 4a,4b et un fond de moule 8.
- [0057] Tous ces éléments étant bien connus de l'Homme du métier, ils ne seront pas décrits plus en détail pour une meilleure compréhension de l'invention.
- [0058] En référence à la [Fig.3], qui est une représentation schématique selon une coupe médiane longitudinale verticale d'une unité de moulage 2 de la machine, au cours d'une première étape d'un cycle de soufflage d'un récipient à partir d'une préforme 9 en PET et/ou en PET recyclé, montrant notamment l'insertion de l'extrémité distale de la tige 5 dans une préforme 9 enfermée au sein d'un moule 4 et destinée à être étirée et soufflée dans un des moules de soufflage 4 d'une installation décrite brièvement ci-dessus, de manière à former un récipient 2, tel qu'une bouteille, ladite tige 5 d'étirage est en position haute et en cours d'insertion dans la préforme 9.
- [0059] Ladite tige 5 est conçue pour être montée dans le corps de l'installation de soufflage évoquée également ci-dessus. Ladite tige d'étirage 5 s'étend longitudinalement, parallèlement à l'axe principal Y. La tige d'étirage 5 selon l'invention est une tige d'étirage creuse, qui assure alors une double fonction, une fonction d'étirage d'une part et une autre fonction de refroidissement du récipient d'autre part comme il sera détaillée un peu plus loin. Elle présente, pour ce faire, une première extrémité dite proximale (non représentée) apte à être solidarisée à un dispositif de déplacement interne à l'installation de fabrication.
- [0060] Ladite préforme 9, représentée plus en détail à la [Fig.10], comporte de manière classique un corps 10 de forme allongé, tubulaire, d'axe de révolution longitudinal,

limité par une paroi 11 solidaire en partie haute d'un col 12 fileté, le col 12 étant séparé du corps 10 par une colerette 13 radiale faisant saillie vers l'extérieur de la préforme, et en partie basse d'un fond 14 sensiblement hémisphérique. Ainsi, ladite préforme 9 illustrée en [Fig.10] présente une symétrie de révolution autour de son axe longitudinal qui est sensiblement coaxial à l'axe Y de la tige 5 lorsque la préforme 9 est mise en place dans l'unité de moulage 2.

- [0061] On observera que, dans la suite de la description, on qualifiera de « vertical » toute direction parallèle à l'axe de révolution Y de la tige 5 et de « transversal » toute direction perpendiculaire à l'axe de révolution Y de la tige 5.
- [0062] En référence aux figures 10 à 12, la tige d'étirage 5 comprend un corps 15 cylindrique ou tubulaire. Dans des modes de réalisation, non représentées sur les figures, le corps 15 de la tige d'étirage 5 pourra présenter un épaulement, c'est-à-dire présenter deux sections longitudinales ayant deux diamètres différents. Cela est particulièrement avantageux pour le soufflage de préformes de faible diamètre.
- [0063] Ledit corps 15 comprend également une cavité intérieure 16 centrale s'étendant axialement et communiquant avec une pluralité d'orifices 17 par lesquels un gaz de refroidissement, en particulier de l'air, est injecté à l'intérieur du récipient fabriqué afin de le refroidir. Les orifices 17 sont donc en communication fluide avec la cavité intérieure 16. Dans le prolongement du corps 15, au niveau de son extrémité distale, la tige d'étirage 5 comprend un méplat 18. Un embout 19 fait saillie à partir de ce méplat 18. Ladite tige d'étirage 5 comprend en outre, une jupe annulaire 20 dans le prolongement de son corps 15.
- [0064] Dans ce mode de réalisation particulier, le diamètre de la jupe annulaire 20 est égal au diamètre du corps 15 de la tige d'étirage 1. Dans cette configuration avantageuse, le gaz de refroidissement est dirigé de manière très localisée. Il est bien évident que le corps 15 extérieur et la jupe annulaire 20 pourront être obtenus d'un seul tenant ou en deux parties sans pour autant sortir du cadre de l'invention.
- [0065] Ladite tige d'étirage 5 présente l'avantage de diriger le gaz de refroidissement vers le fond du récipient, sur l'ensemble de sa surface inférieure, et ainsi d'améliorer l'étape de refroidissement.
- [0066] Dans cet exemple particulier de réalisation, les orifices 17, en communication avec la cavité intérieure 16, sont arrangés et répartis sur le méplat 18, autour dudit embout 19. Les orifices 17 permettent au gaz de refroidissement d'être projeté sur le fond du récipient soufflé. Les orifices 17 sont disposés sur le méplat 18, et sur l'ensemble de sa circonférence, permettant donc la projection du gaz de refroidissement depuis la cavité intérieure 16 jusqu'à l'intérieur du récipient soufflé. Les orifices 17 sont par exemple de forme cylindrique et ont de préférence un diamètre compris entre 0,3 et 3 millimètres (mm). Ils peuvent également être d'une autre forme, par exemple de forme

oblongue.

- [0067] Par ailleurs, selon un mode de réalisation préféré, la surface de projection est comprise entre 3 et 6 millimètres carrés (mm²) et n'excède pas 20 millimètres carrés (mm²). La surface de projection correspond à la somme des surfaces des orifices 17. Elle représente la quantité de gaz de refroidissement pouvant être projetée grâce à la configuration de la tige 5, comprenant des orifices 17 jouant le rôle d'orifices de restriction. L'embout 19 saillant peut être de toute forme. En particulier, ledit embout 19 peut être de forme conique, de forme conique arrondie, de forme ovoïde, de forme hémisphérique, etc. De plus, le méplat 18 est, de préférence, perpendiculaire au corps 15 de la tige d'étirage 5. Accessoirement, les bords de la jupe annulaire 20 sont arrondis. Ceci est particulièrement avantageux car il permet d'éviter tout risque de déchirement lorsque lesdits bords de la jupe annulaire 20 viennent à toucher la paroi de la préforme 9, par exemple lors de la phase d'étirage. La jupe annulaire 20 a, par exemple, le même diamètre que le diamètre du corps 15 de la tige d'étirage 5. En outre, la jupe annulaire 20 a une hauteur inférieure à la hauteur de l'embout 19 de sorte que ledit embout 19 fait saillie de la jupe annulaire 20. En d'autres termes, l'extrémité distale de la tige d'étirage 5 est formée par l'embout 19 et la jupe annulaire 20 est un prolongement du corps 15 extérieur par rapport au méplat 18. Cela permet de diriger le gaz de refroidissement de manière contrôlée lorsqu'il quitte la cavité intérieure 16 à travers les orifices 17. Par exemple, la hauteur de la jupe annulaire 20 est inférieure à la hauteur de l'embout 19 d'une valeur comprise entre 0,5 et 4 millimètres (mm), encore plus préférentiellement d'une valeur de 1mm.
- [0068] De préférence, ladite tige d'étirage 5 comporte une pluralité d'orifices 17 répartis le long de ladite tige d'étirage 5 et angulairement répartis autour de ladite tige d'étirage 5, lesdits orifices 17 étant en communication avec la cavité intérieure 16 de ladite tige d'étirage 5, pour refroidir l'ensemble du corps du récipient et au moins un orifice 17 positionné à l'extrémité libre inférieure de ladite tige d'étirage 5 afin de refroidir le fond des récipients.
- [0069] L'étape de refroidissement est une étape additionnelle dans un procédé de fabrication de récipients en PET et en PET recyclé (« rPET »). Cette étape de refroidissement permet notamment de réduire la température interne du récipient obtenu, et a pour but de limiter le transfert de chaleur de l'interne vers l'externe après la sortie du récipient obtenu du moule. Cela permet également de limiter l'effondrement du fond, cet effondrement ayant généralement un impact négatif au stress, ce qui augmente le risque de rebuts. En effet, un fond présentant une température trop élevée aura tendance à s'affaisser lors de l'étape de sortie du moule. Le récipient obtenu peut alors potentiellement présenter du « stress » ou d'autres défauts. On entend par « stress » des marques de contraintes telles que des fissures par exemple. On observera que la

présence de la jupe annulaire 20 de la tige d'étirage 5 a pour avantage d'améliorer considérablement l'étape de refroidissement en amplifiant l'action du gaz de refroidissement, le gaz étant dirigé de manière localisée là où sa présence est nécessaire. Cela permet alors d'améliorer considérablement l'étape de refroidissement du fond du récipient obtenu, et donc de réaliser un refroidissement optimal, même lorsque, pour des raisons de cadence, la durée de l'étape de refroidissement doit être très courte.

- [0070] En référence aux figures 3 à 9, on décrira ci-après le procédé de fabrication d'un récipient par étirage soufflage avec une étape de refroidissement particulièrement avantageuse suivant l'invention d'un récipient à partir de la tige d'étirage précédemment décrite.
- [0071] En référence à la [Fig.3], une préforme 9 chauffée étant préalablement placée dans un moule de soufflage 4 présentant, en position de fermeture, une cavité de moulage 7 formant l'empreinte du récipient à souffler, le moule de soufflage 4 étant fermé, la tige d'étirage 5 est positionné dans la préforme 5 de telle sorte que cette dernière s'étende coaxialement à la préforme 5.
- [0072] Ensuite, en référence à la [Fig.4], ladite préforme 9 dans le moule de soufflage 4 est soufflée par l'intermédiaire d'une tuyère de soufflage 21 par l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme 9 et, de manière sensiblement simultanée, une étape d'étirage de ladite préforme 9 par déplacement vertical vers le bas de ladite tige d'étirage 5 dans ladite préforme 9 en prenant appui contre le fond 14 de ladite préforme 9 de manière à faciliter l'allongement axial de cette dernière.
- [0073] En référence à la [Fig.5], le gaz introduit dans ladite préforme 9, et in fine le récipient formé par ledit soufflage, pénètre dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 à travers le ou les orifices 17, jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de ladite cavité intérieure 16 de la tige d'étirage soit sensiblement égale à la pression P de l'air introduit initialement dans la préforme 9 pour former le récipient. Ainsi, de l'air sous haute pression P introduit dans la préforme lors de l'étape de soufflage est stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5.
- [0074] Une fois le récipient soufflé, en référence à la [Fig.6], le gaz sous haute pression P contenu dans le récipient est dégazé à travers la tuyère de soufflage 21 puis, en référence à la [Fig.7], l'air sous haute pression P stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 s'échappe du ou des orifices 17 de la tige d'étirage 5 pour refroidir le récipient jusqu'à ce que la pression dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 soit égale à pression atmosphérique P_a de l'air dans le récipient après le dégazage dudit récipient.
- [0075] Lors de cette étape de refroidissement, c'est-à-dire de l'échappement de l'air initialement stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5, cette dernière est remontée progressivement, en référence à la [Fig.7], jusqu'à ce que ladite tige d'étirage

5 atteigne sa position haute, la position haute de la tige d'étirage correspondant à la fin de l'étape de refroidissement du récipient.

[0076] Dans une dernière étape, non représentée sur les figures, ledit récipient ainsi formé et refroidi est extrait de manière classique par l'ouverture dudit moule de soufflage 4.

[0077] On comprend bien que, suivant le procédé suivant l'invention, l'étape de refroidissement du récipient soufflé est réalisé sans avoir à consommer de l'air comprimé supplémentaire uniquement dédié au refroidissement ce qui permet de réduire la consommation d'air comprimé, bien qu'un peu plus d'air comprimé est consommé lors de l'étape de soufflage, et in fine de réduire les coût de fabrication des récipients.

[0078] Dans cet exemple particulier de réalisation, la tige d'étirage 5 commence à remonter à partir du début du dégazage du récipient ; toutefois, selon une variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage 5 pourra commencer à remonter à partir de la fin du dégazage du récipient, c'est-à-dire après que la pression dans le récipient soit sensiblement égale à la pression atmosphérique Pa. On observera que, dans cette dernière variante d'exécution du procédé, l'air contenu dans la cavité intérieure est intégralement projeté sur le fond du récipient de sorte que le refroidissement dudit fond du récipient est optimal.

[0079] Selon une autre variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage 5 commence à remonter après une temporisation t_1 à compter du début du dégazage du récipient. Dans ce cas, ladite temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage est, de préférence, comprise entre 0,01 et 1 seconde.

[0080] Par ailleurs, le volume d'air sous haute pression stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 est compris entre 10000 et 150000 mm³ afin d'assurer un refroidissement suffisant du récipient.

[0081] Selon une variante d'exécution particulièrement avantageuse, représentée aux figures 13 à 19, l'air sous haute pression P introduit dans la préforme 9 lors du soufflage est stocké dans un réservoir 22 connecté fluidiquement à la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 jusqu'à ce que la pression dans la cavité de la tige d'étirage et dudit réservoir soit égale à pression de l'air sous haute pression P dans le récipient. Ledit réservoir 22 permet ainsi d'augmenter la durée du refroidissement et, in fine, l'efficacité dudit refroidissement des récipients.

[0082] Ainsi, en référence à la [Fig.13], une préforme 9 chauffée étant préalablement placée dans un moule de soufflage 4 présentant, en position de fermeture, une cavité de moulage 7 formant l'empreinte du récipient à souffler, le moule de soufflage 4 étant fermé, la tige d'étirage 5 est positionné dans la préforme 5 de telle sorte que cette dernière s'étende coaxialement à la préforme 5.

[0083] Ensuite, en référence à la [Fig.14], ladite préforme 9 dans le moule de soufflage 4 est soufflée par l'intermédiaire d'une tuyère de soufflage 21 par l'introduction d'un air

sous haute pression P dans ladite préforme 9 et, de manière sensiblement simultanée, une étape d'étirage de ladite préforme 9 par déplacement vertical vers le bas de ladite tige d'étirage 5 dans ladite préforme 9 en prenant appui contre le fond 14 de ladite préforme 9 de manière à faciliter l'allongement axial de cette dernière.

- [0084] En référence à la [Fig.15], le gaz introduit dans ladite préforme 9, et in fine le récipient formé par ledit soufflage, pénètre dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 à travers le ou les orifices 17, ainsi que dans le réservoir 22, jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de ladite cavité intérieure 16 de la tige d'étirage et du réservoir soit sensiblement égale à la pression P de l'air introduit initialement dans la préforme 9 pour former le récipient. Ainsi, de l'air sous haute pression P introduit dans la préforme lors de l'étape de soufflage est stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et dans le réservoir 22.
- [0085] Une fois le récipient soufflé, en référence à la [Fig.16], le gaz sous haute pression P contenu dans le récipient est dégazé à travers la tuyère de soufflage 21 puis, en référence à la [Fig.17], l'air sous haute pression P stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et dans le réservoir s'échappe du ou des orifices 17 de la tige d'étirage 5 pour refroidir le récipient jusqu'à ce que la pression dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et dans le réservoir 22 soit égale à pression atmosphérique P_a de l'air dans le récipient après le dégazage dudit récipient.
- [0086] Lors de cette étape de refroidissement, c'est-à-dire de l'échappement de l'air initialement stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et dans le réservoir 22, cette dernière est remontée progressivement, en référence à la [Fig.18], jusqu'à ce que ladite tige d'étirage 5 atteigne sa position haute, la position haute de la tige d'étirage correspondant à la fin de l'étape de refroidissement du récipient, en référence à la [Fig.19].
- [0087] Dans une dernière étape, non représentée sur les figures, ledit récipient ainsi formé et refroidi est extrait de manière classique par l'ouverture dudit moule de soufflage 4.
- [0088] De la même manière que précédemment, la tige d'étirage 5 commence, de préférence, à remonter à partir du début du dégazage du récipient ; toutefois, selon une variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage 5 pourra commencer à remonter à partir de la fin du dégazage du récipient, c'est-à-dire après que la pression dans le récipient soit sensiblement égale à la pression atmosphérique P_a .
- [0089] Selon une autre variante d'exécution du procédé suivant l'invention, la tige d'étirage 5 commence à remonter après une temporisation t_1 à compter du début du dégazage du récipient. Dans ce cas, ladite temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage est, de préférence, comprise entre 0,01 et 1 seconde. La temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage est, de préférence, supérieure ou égale à la durée du dégazage du

réceptient, ce qui correspond à une remontée de la tige après la fin du dégazage du réceptient.

- [0090] On observera que le volume d'air sous haute pression stocké dans le réservoir 22 est, de préférence, compris entre 1000 et 2000000 mm³, le volume d'air sous haute pression stocké dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 étant quant à lui compris entre 10000 et 150000 mm³ de la même manière que précédemment.
- [0091] Par ailleurs, de préférence la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et/ou le réservoir 22 sont remplis, lors du soufflage, d'air sous haute pression P à travers une pluralité d'orifices 17 débouchant dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5, lesdits orifices 17 étant positionnés sur tout ou partie de la hauteur de la tige d'étirage 5 et sur tout ou partie de la circonférence de ladite tige d'étirage 5.
- [0092] Afin que le refroidissement soit le plus homogène possible, ladite tige d'étirage 5 comporte, de préférence, une pluralité d'orifices 17 répartis le long de ladite tige d'étirage 5 et angulairement réparties autour de ladite tige d'étirage 5. De plus, ladite tige d'étirage 5 comporte au moins un orifice 17 positionné à l'extrémité libre inférieure de ladite tige d'étirage 5 afin de refroidir le fond des réceptients.
- [0093] Enfin, et accessoirement, l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme et, in fine, dans la cavité intérieure 16 de la tige d'étirage 5 et/ou dans le réservoir 22, est réalisée à différentes pressions croissantes P1, P2,...Pn. Lesdites pressions croissantes P1, P2,...Pn correspondent aux différentes pressions de soufflage bien connues dans les procédés de l'art antérieur incluant une récupération d'air notamment.
- [0094] Il va de soi que l'Homme du métier dimensionnera la section du ou des orifices 17 de la tige, le volume de la cavité intérieure 16 et du réservoir 22, en fonction de la vitesse de dégazage (ladite vitesse de dégazage dépendant du volume du réceptient soufflé, de la pression de soufflage et du diamètre du col notamment) afin d'optimiser le refroidissement du fond du réceptient.
- [0095] Enfin, il est bien évident que les exemples que l'on vient de donner ne sont que des illustrations particulières en aucun cas limitatives quant aux domaines d'application de l'invention.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de fabrication d'un récipient par étirage soufflage, comprenant au moins les étapes suivantes de :

- placement d'une préforme (9) préalablement chauffée dans un moule de soufflage (4) présentant, en position de fermeture, une cavité de moulage (7) formant l'empreinte du récipient à souffler ;
- fermeture dudit moule de soufflage (4) ;
- soufflage de ladite préforme (9) dans le moule de soufflage (4) par l'intermédiaire d'une tuyère de soufflage (21) par l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme (9) et, de manière sensiblement simultanée, une étape d'étirage de ladite préforme (9) par insertion d'une tige d'étirage (5) à l'intérieur de ladite préforme (9) en prenant appui contre le fond (14) de ladite préforme (9) de manière à faciliter l'allongement axial de cette dernière ;
- refroidissement de l'intérieur dudit récipient ainsi formé par projection d'air par l'intermédiaire de ladite tige d'étirage (5) simultanément ou postérieurement au dégazage du récipient, l'étape de refroidissement étant réalisée par l'intermédiaire d'une tige d'étirage (5) comportant une cavité intérieure (16) pratiquée dans son corps (15) et au moins un orifice (17) communiquant avec la cavité intérieure (16), l'air sous haute pression P introduit dans la préforme (9) lors de l'étape de soufflage étant stocké dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) puis ledit air sous haute pression P s'échappant de l'orifice (17) de la tige d'étirage (5) pour refroidir le récipient jusqu'à ce que la pression dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) soit sensiblement égale à pression atmosphérique P_a de l'air dans le récipient après le dégazage du récipient
- remontée de ladite tige d'étirage (5) ;
- extraction dudit récipient soufflé par ouverture dudit moule de soufflage (4) ;

caractérisé en ce que, dans le prolongement du corps (15) de la tige d'étirage (5), au niveau de son extrémité distale, la tige d'étirage (5) comprend un méplat (18), un embout (19) faisant saillie à partir de ce méplat (18) et une jupe annulaire (20) dans le prolongement de son corps (15), les orifices (17), en communication avec la cavité intérieure (16), étant arrangés et répartis sur le méplat (18), autour dudit embout (19) de manière à diriger le gaz de refroidissement vers le fond du

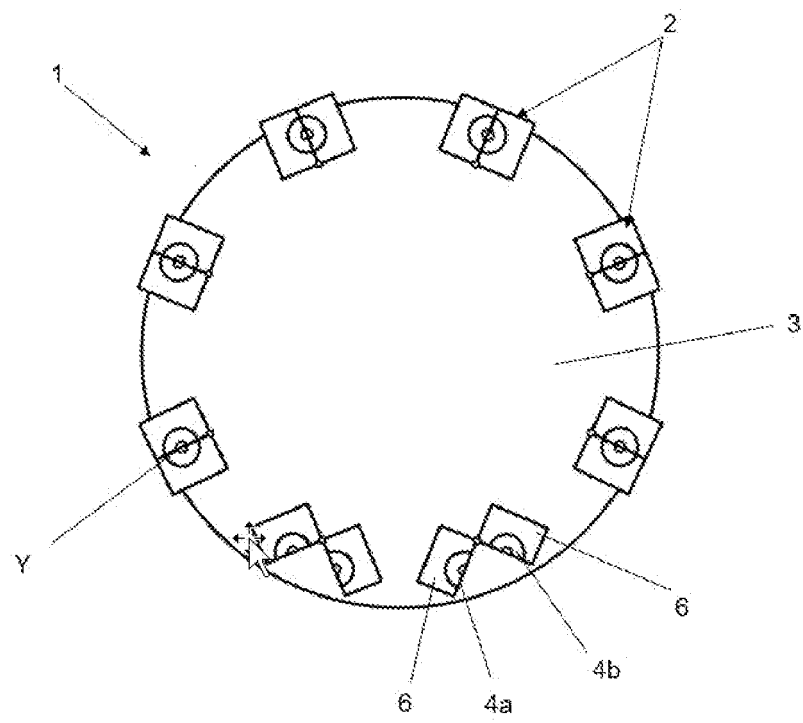
réceptacle, sur l'ensemble de sa surface inférieure, et ainsi améliorer l'étape de refroidissement.

- [Revendication 2] Procédé suivant la revendication 1 **caractérisé** en ce que les orifices (17) sont de forme cylindrique et ont, de préférence, un diamètre compris entre 0,3 et 3 millimètres (mm).
- [Revendication 3] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 **caractérisé** en ce que l'air sous haute pression P introduit dans la préforme (9) lors du soufflage est stocké dans un réservoir (22) connecté fluidiquement à la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) jusqu'à ce que la pression dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) et dudit réservoir (22) soit sensiblement égale à pression de l'air sous haute pression P dans le réceptacle.
- [Revendication 4] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé** en ce que la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) et/ou le réservoir (22) sont remplis, lors du soufflage, d'air sous haute pression P à travers une pluralité d'orifices (17) débouchant dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5), lesdits orifices (17) étant positionnés sur tout ou partie de la hauteur de la tige d'étirage (5) et sur tout ou partie de la circonférence de ladite tige d'étirage (5).
- [Revendication 5] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé** en ce que la tige d'étirage (5) commence à remonter à partir de la fin du dégazage du réceptacle, c'est-à-dire quand la pression dans le réceptacle est sensiblement égale à la pression atmosphérique P_a .
- [Revendication 6] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé** en ce que la tige d'étirage (5) commence à remonter à partir du début du dégazage du réceptacle.
- [Revendication 7] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé** en ce que la tige d'étirage (5) commence à remonter après une temporisation t_1 à compter du début du dégazage du réceptacle.
- [Revendication 8] Procédé suivant la revendication 7 **caractérisé** en ce que la temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage (5) est comprise entre 0,01 et 1 seconde.
- [Revendication 9] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 ou 8 **caractérisé** en ce que la temporisation t_1 de la remontée de la tige d'étirage (5) est supérieure ou égale à la durée du dégazage du réceptacle.
- [Revendication 10] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9 **caractérisé** en ce que le volume d'air sous haute pression stocké dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5) est compris entre 10000 et 150000

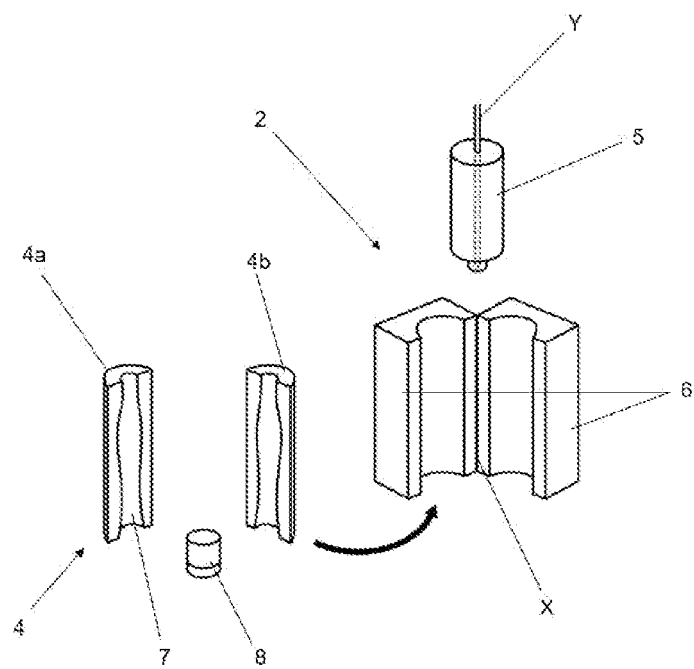
mm³.

- [Revendication 11] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 3 à 10 **caractérisé** en ce que le volume d'air sous haute pression stocké dans le réservoir (22) est compris entre 1000 et 2000000 mm³.
- [Revendication 12] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11 **caractérisé** en ce que ladite tige d'étirage (5) comporte une pluralité d'orifices (17) répartis le long de ladite tige d'étirage (5) et angulairement répartis autour de ladite tige d'étirage (5).
- [Revendication 13] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12 **caractérisé** en ce que ladite tige d'étirage (5) comporte au moins un orifice (17) positionné à l'extrémité libre inférieure de ladite tige d'étirage (5).
- [Revendication 14] Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13 **caractérisé** en ce que l'introduction d'un air sous haute pression P dans ladite préforme (9) et, in fine, dans la cavité intérieure (16) de la tige d'étirage (5), est réalisée à différentes pressions croissantes P1, P2,...Pn.

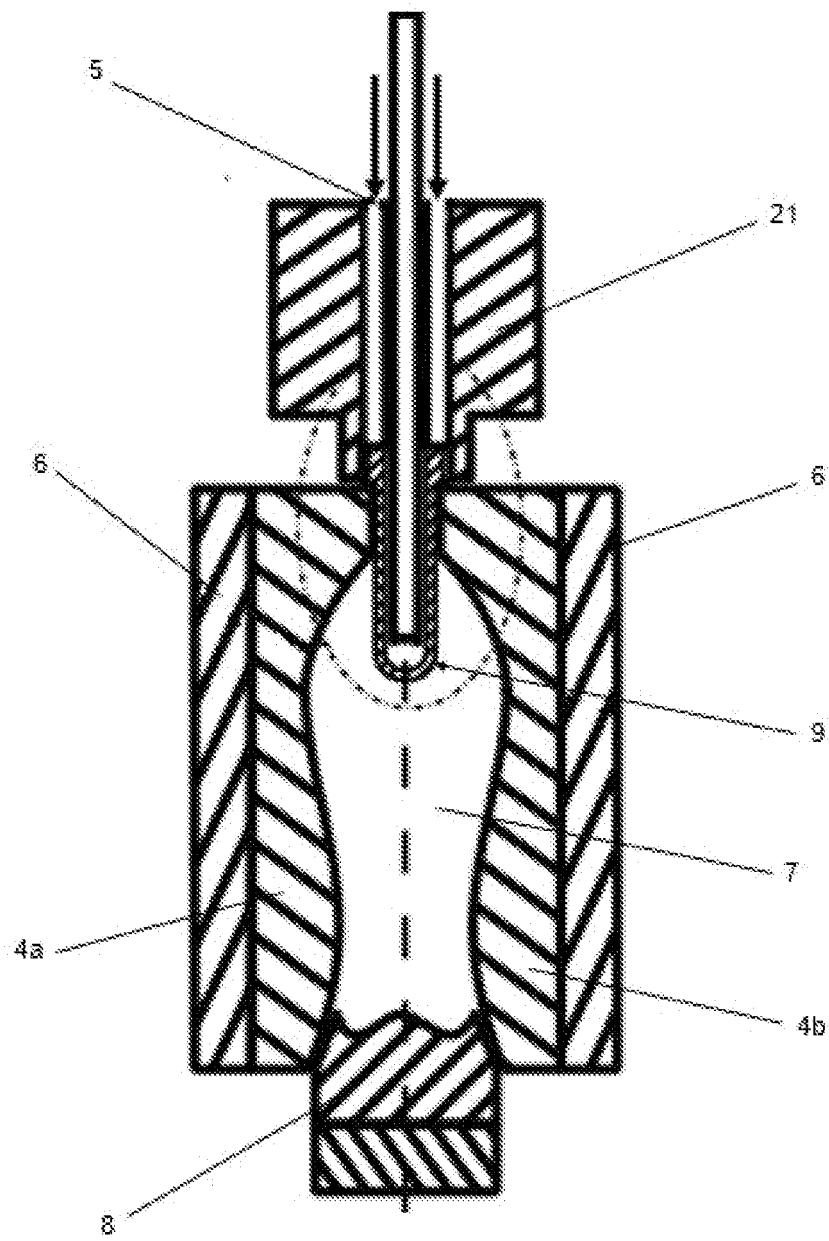
[Fig. 1]



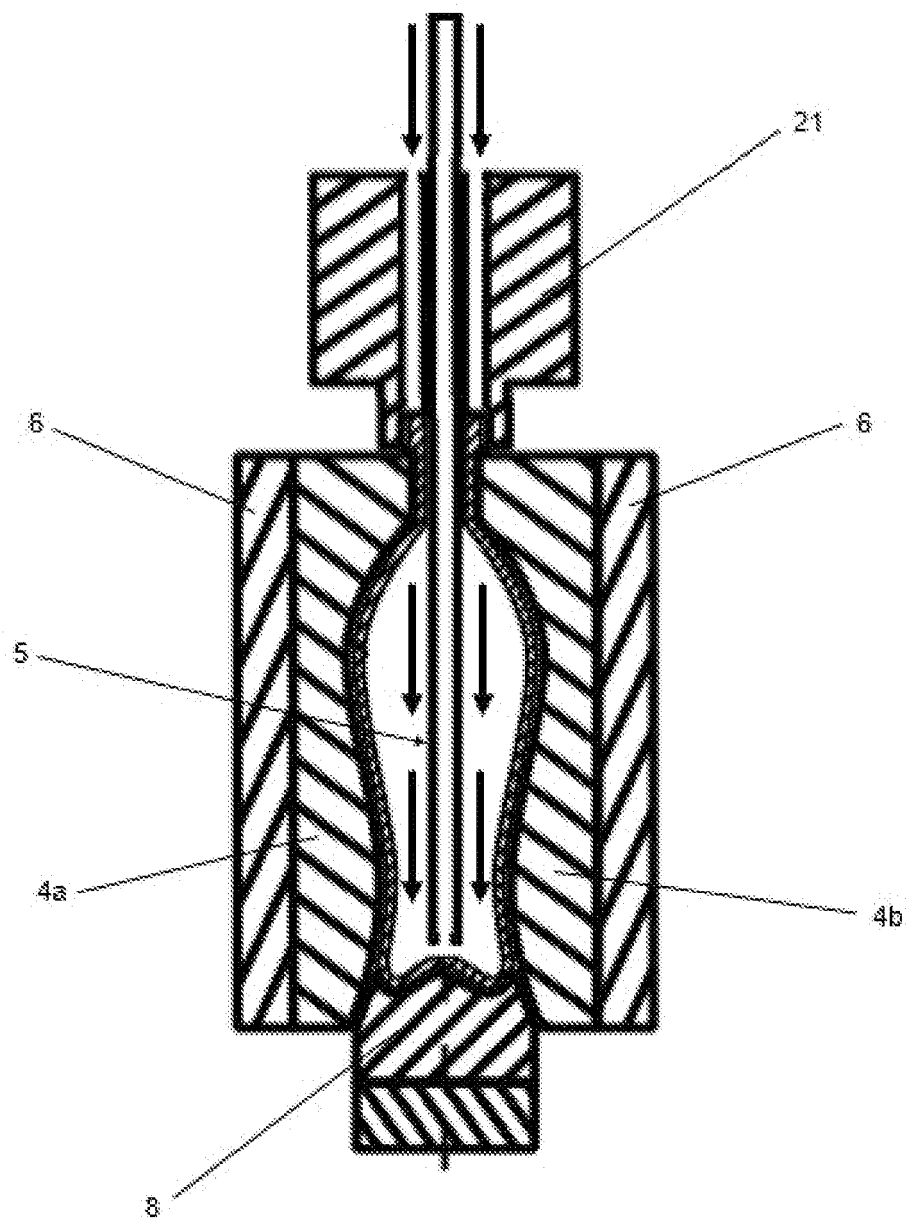
[Fig. 2]



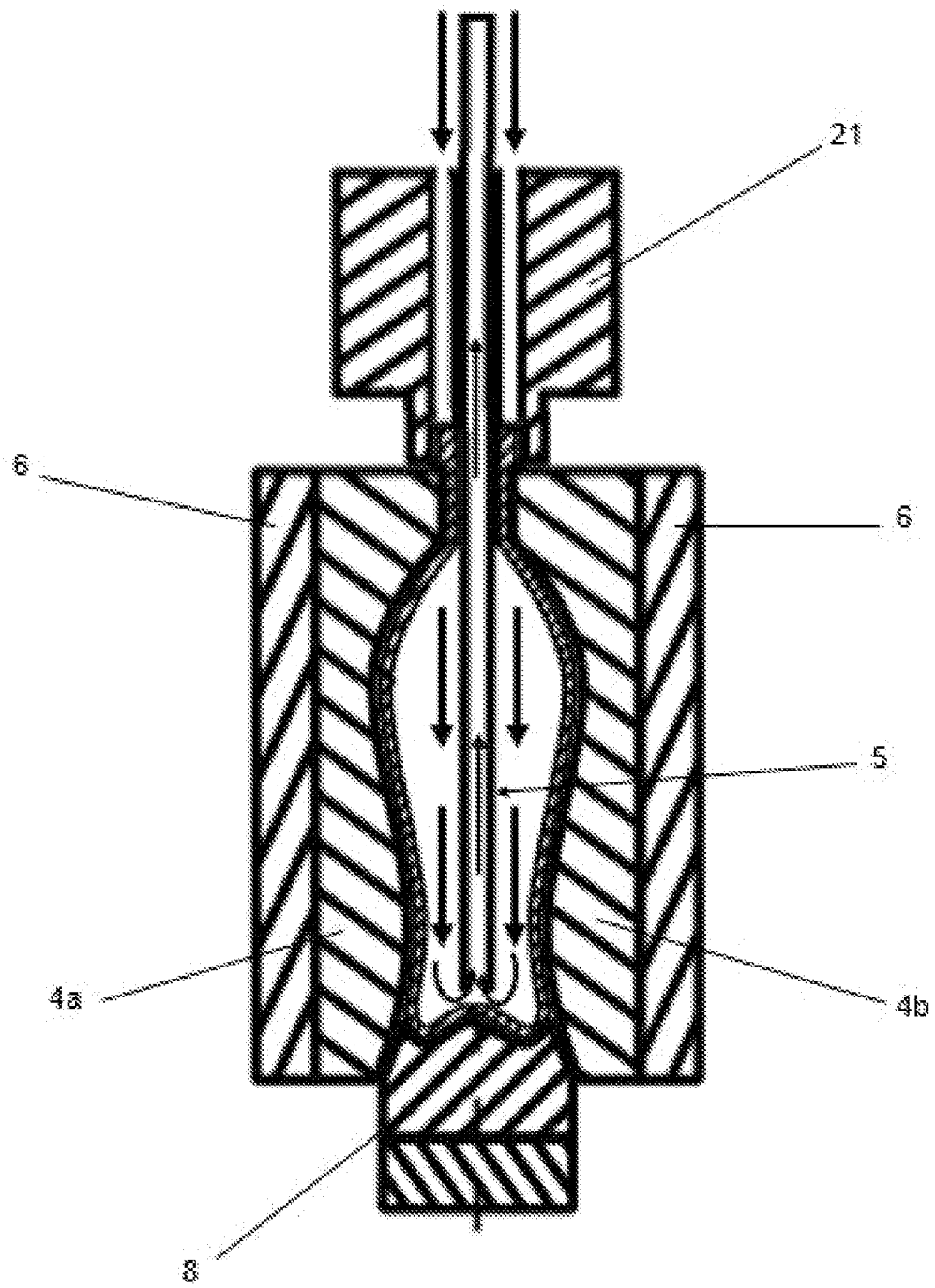
[Fig. 3]



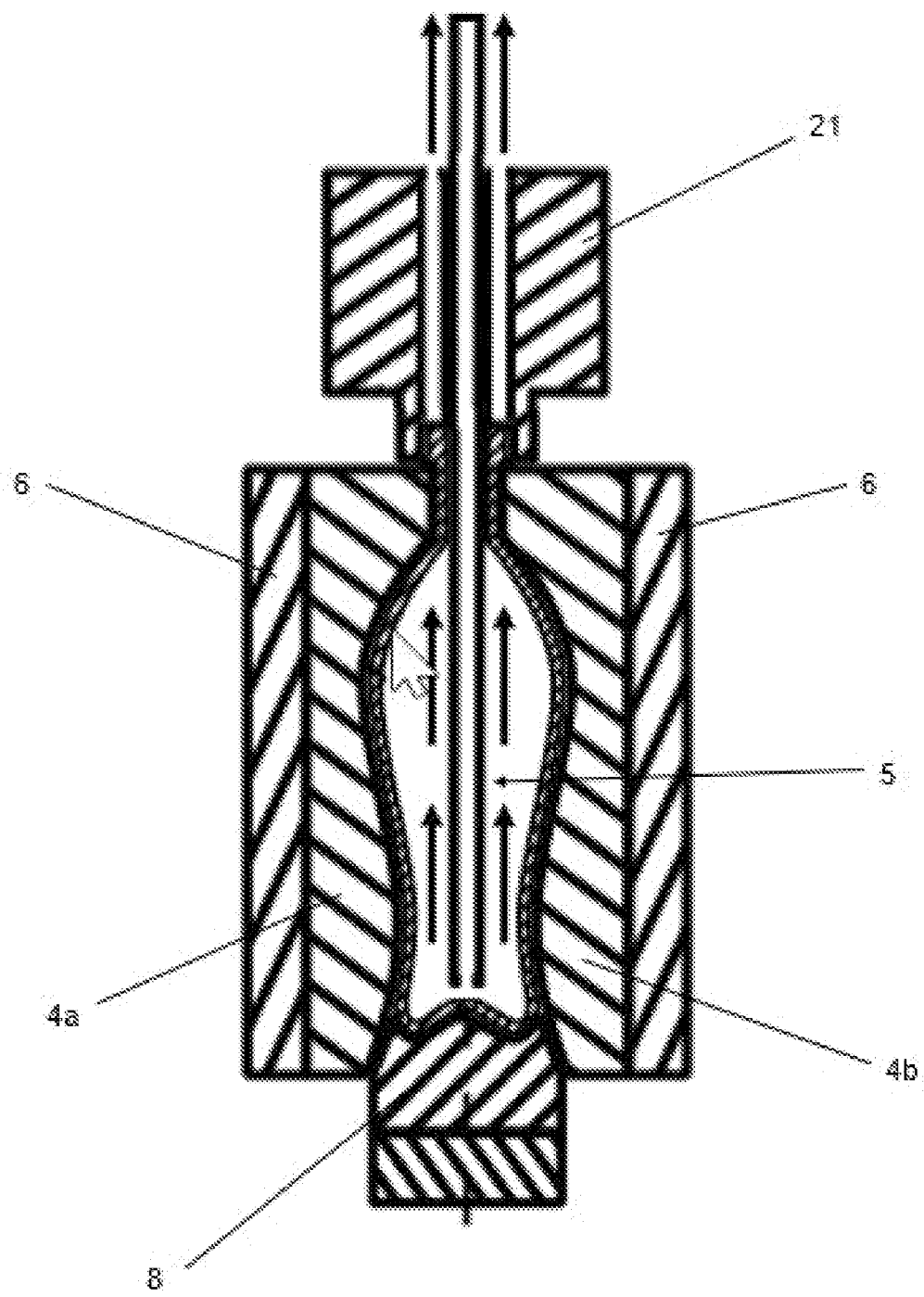
[Fig. 4]



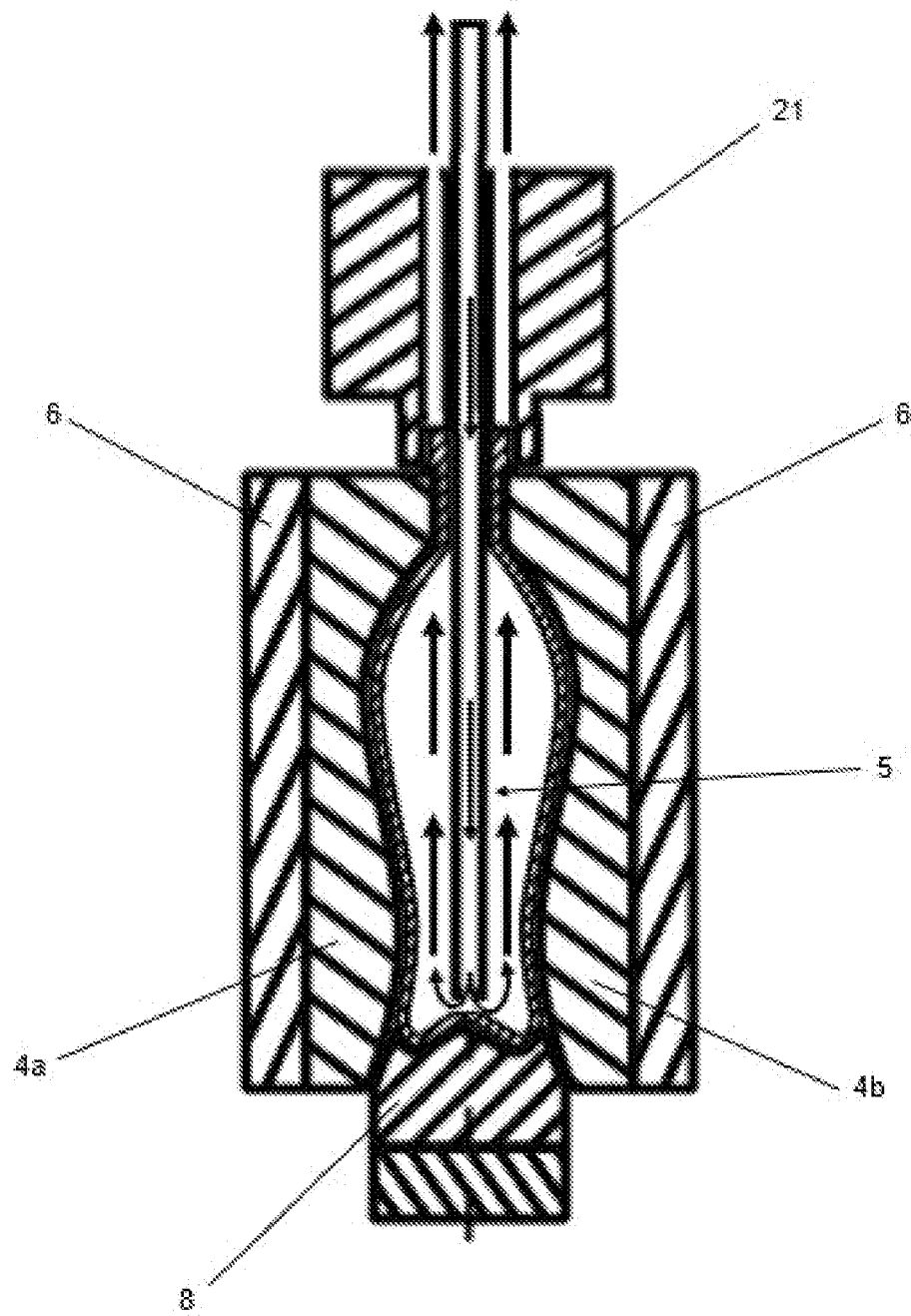
[Fig. 5]



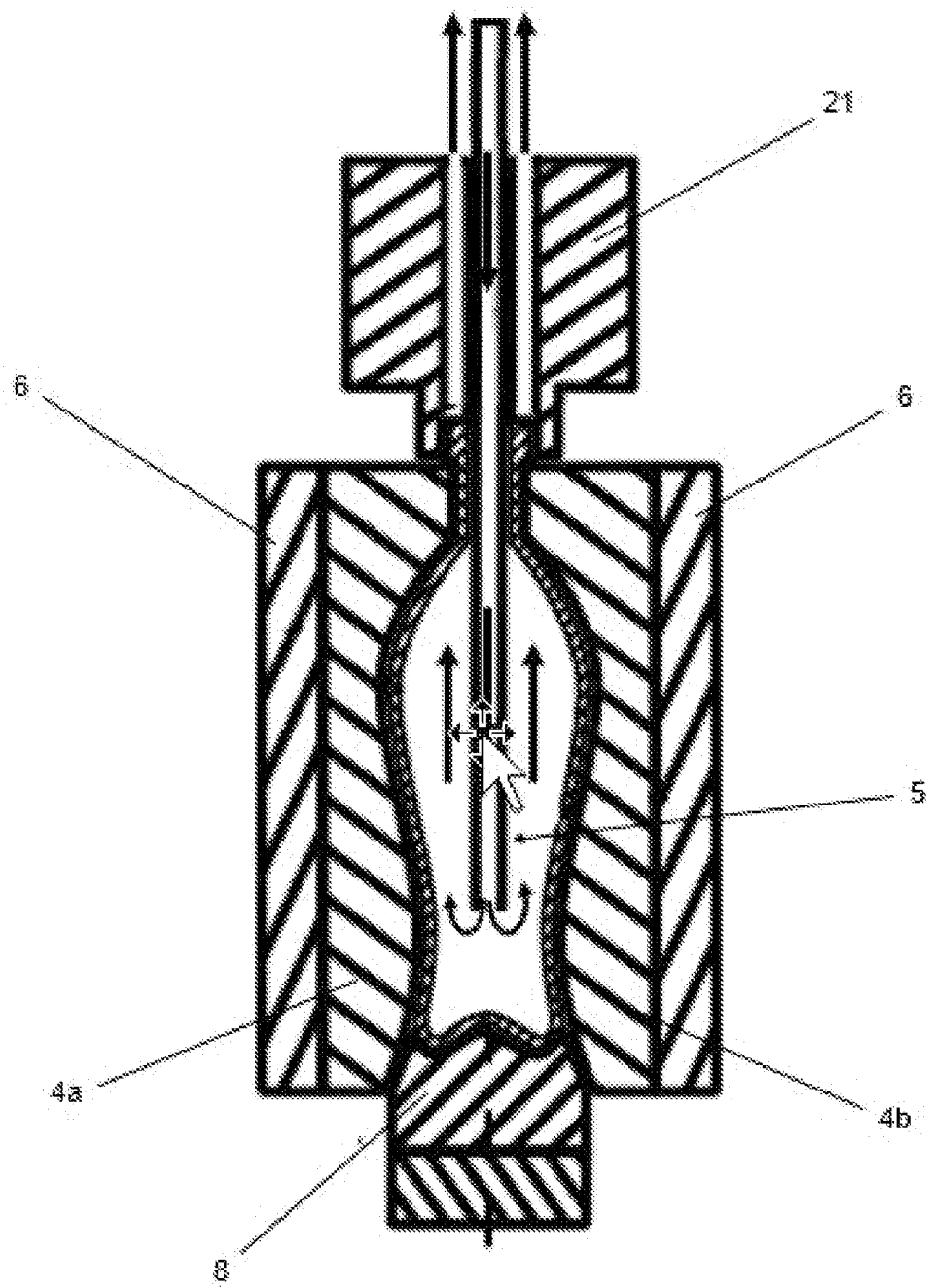
[Fig. 6]



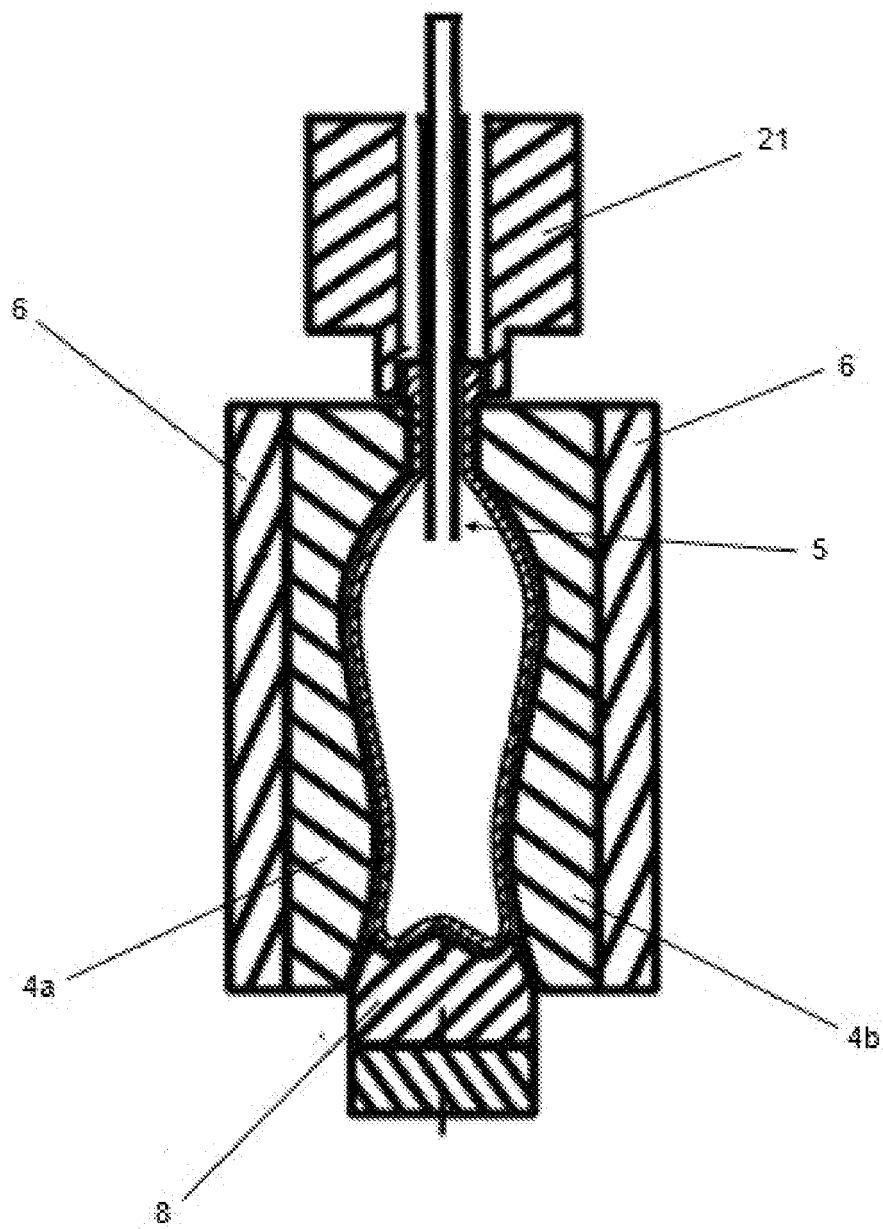
[Fig. 7]



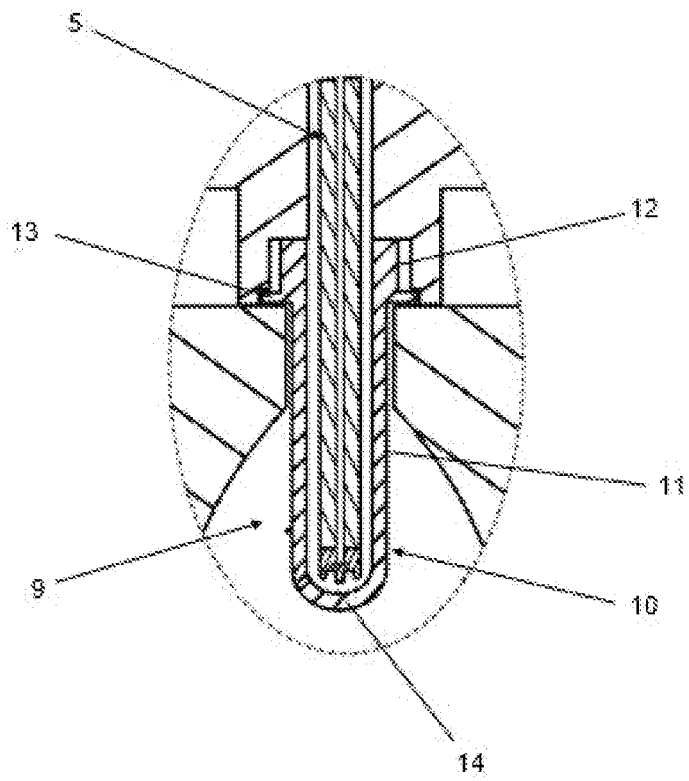
[Fig. 8]



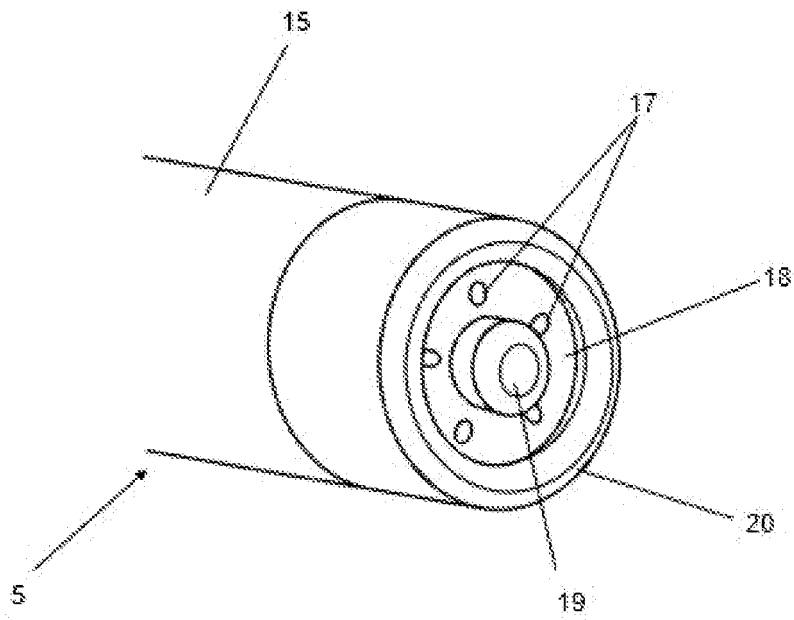
[Fig. 9]



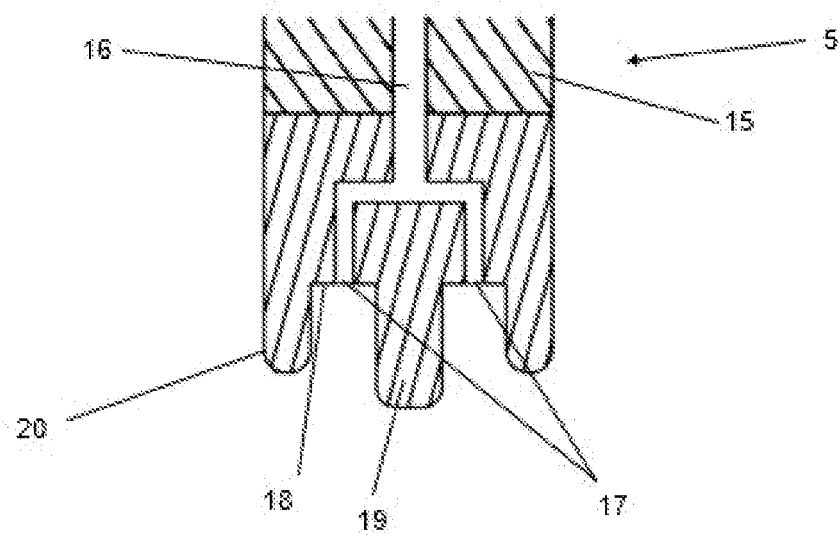
[Fig. 10]



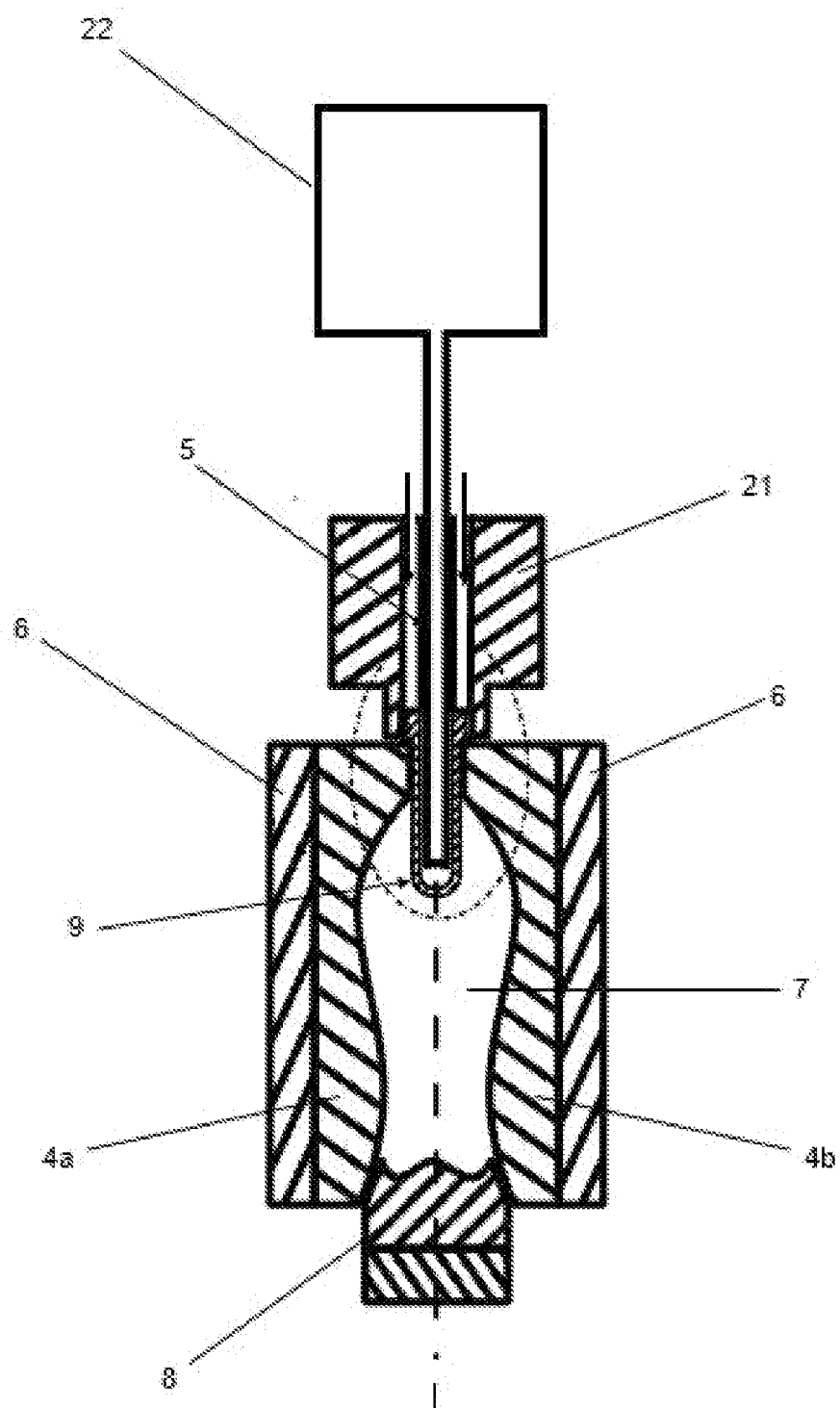
[Fig. 11]



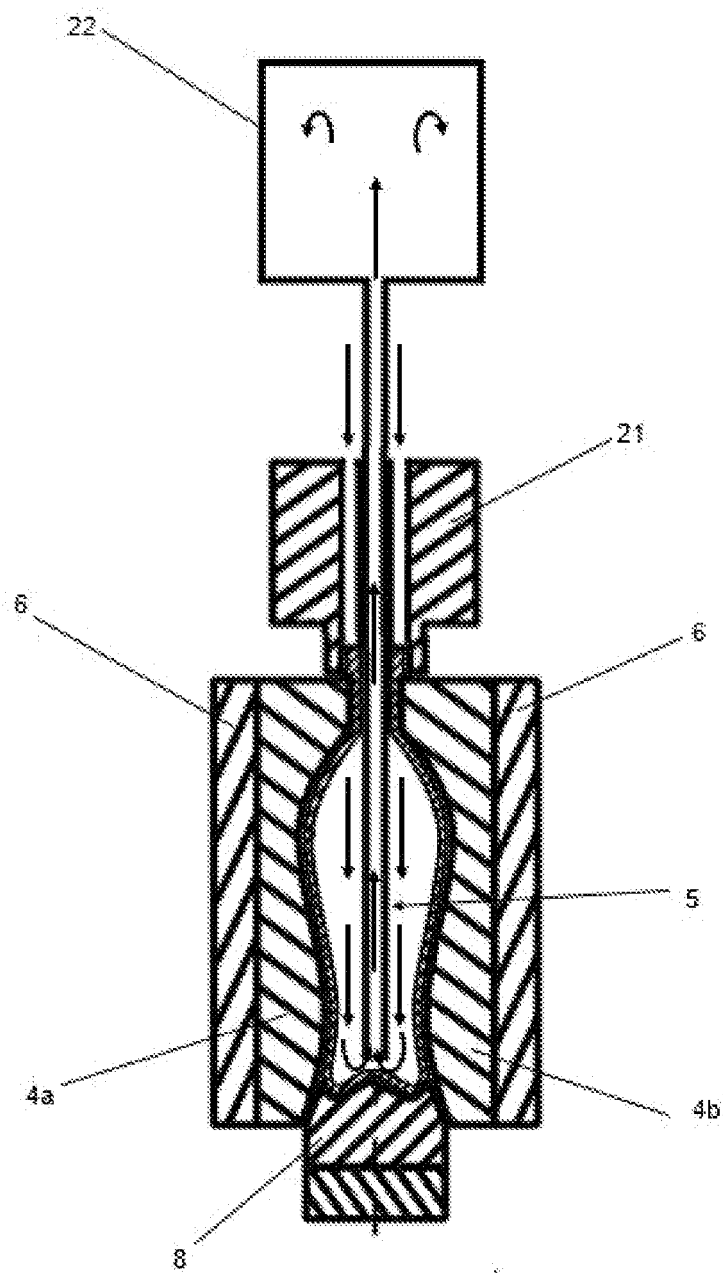
[Fig. 12]



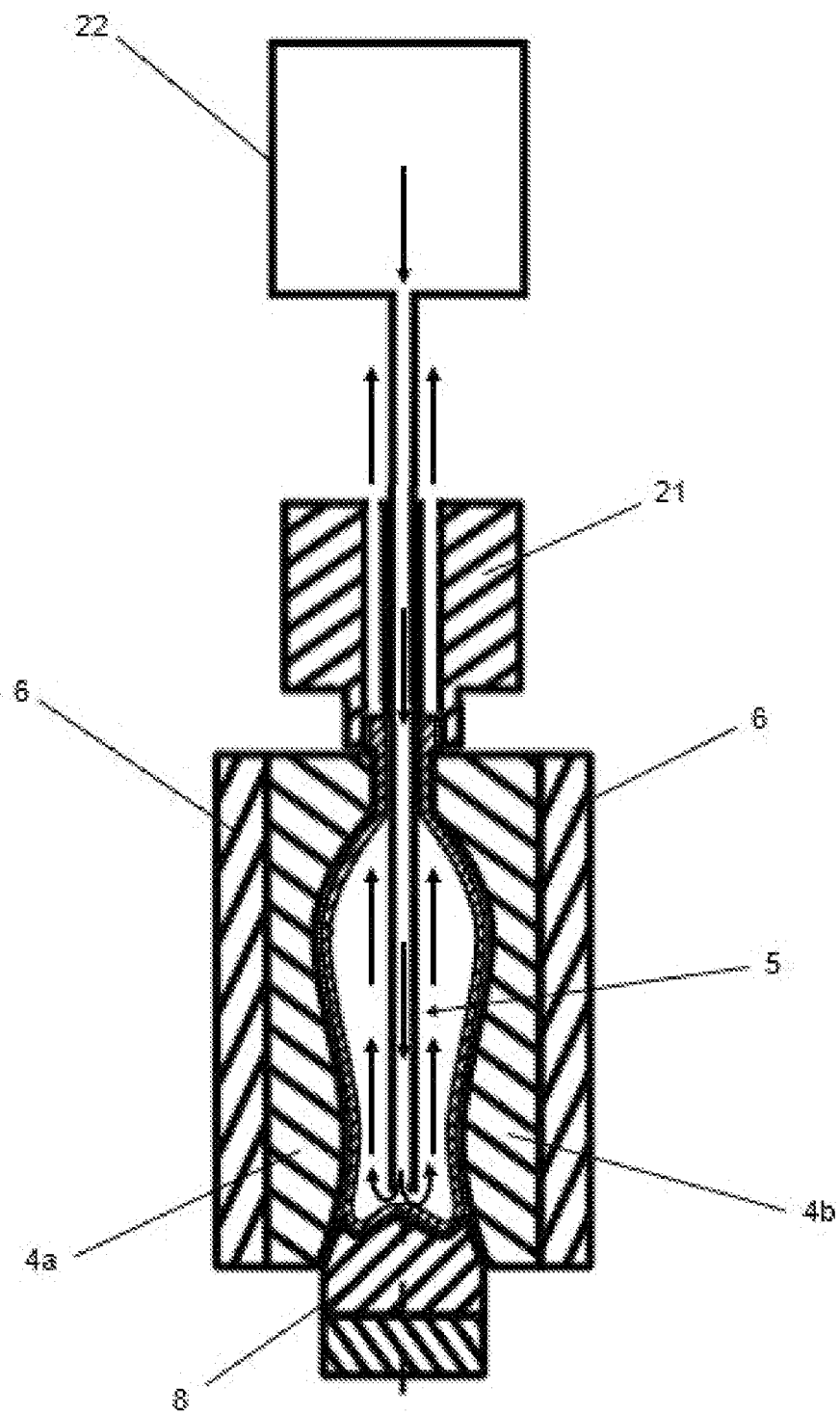
[Fig. 13]



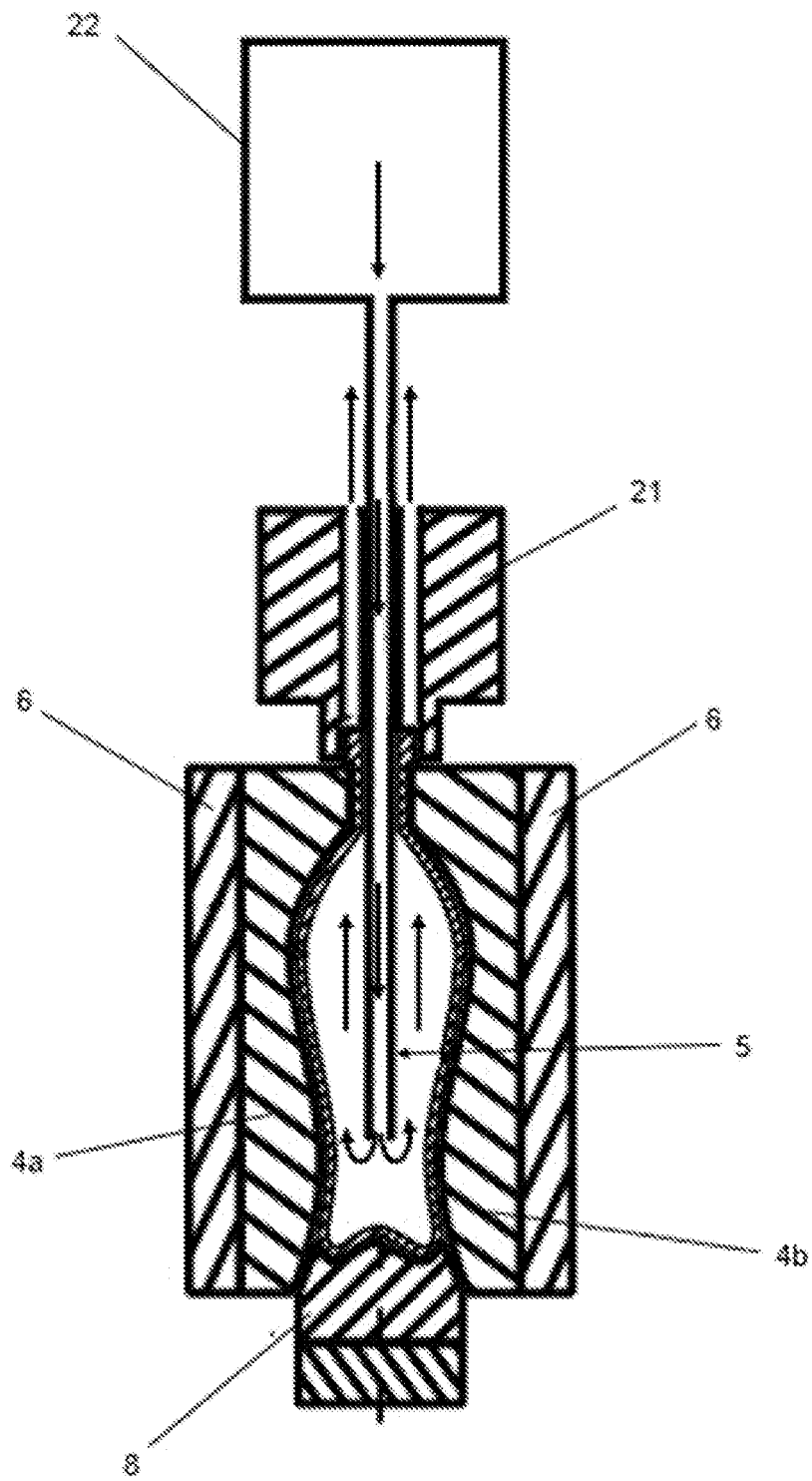
[Fig. 15]



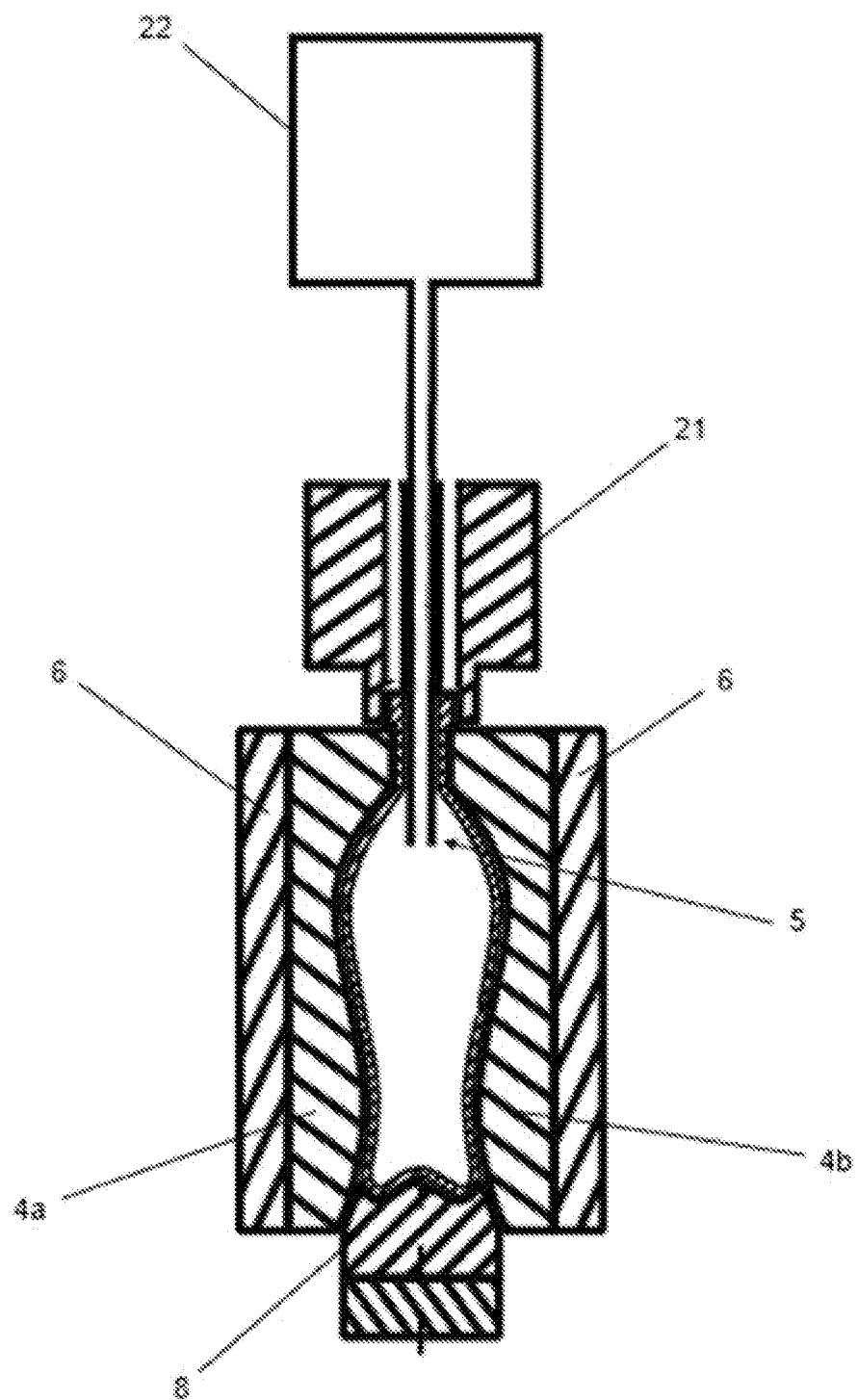
[Fig. 17]



[Fig. 18]



[Fig. 19]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

DE 10 2004 014653 A1 (KRONES AG [DE])
13 octobre 2005 (2005-10-13)

DE 10 2020 116537 A1 (KHS CORPOPLAST GMBH
[DE]) 23 décembre 2021 (2021-12-23)

US 2009/278288 A1 (HAESENDONCKX FRANK [DE]
ET AL) 12 novembre 2009 (2009-11-12)

US 2007/164488 A1 (JAKSZTAT WOLF [DE] ET
AL) 19 juillet 2007 (2007-07-19)

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

NEANT

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

NEANT