



NUMERO DE PUBLICATION : 1003152A6

NUMERO DE DEPOT : 9100729

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Classif. Internat.: B29C

Date de délivrance : 10 Décembre 1991

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 08 Aout 1991 à 14h20
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : POLYSHEET (IRELAND) LIMITED
Upper Pembroke Street 13, DUBLIN 2(IRLANDE)

représenté(e)(s) par : VOSSWINKEL Philippe, BUREAU GEVERS S.A., Rue de
Livourne 7 - B-1050 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET APPAREIL POUR FORMER UN ARTICLE DE MATIERE DE POLYETHYLENE TEREPHTALATE.

INVENTEUR(S) : Pearse Edward O'Kane, Aysgarth, Rathmichael Dales n°4, Rathmichael, County Dublin (IE)

Priorité(s) 12.08.90 IE IEA 48490

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 10 Décembre 1991
PAR DELEGATION SPECIALE :

**"Procédé et appareil pour former un article
de matière de polyéthylène téréphtalate".**

La présente invention est relative à un procédé et un appareil pour former un article à partir d'une feuille de matière de polyéthylène téréphtalate, appelée ci-après feuille de PET, et l'invention est de plus relative à un article formé suivant le procédé.

5 En particulier, l'invention est relative à un procédé et un appareil pour former un article à partir d'une feuille de PET de telle sorte que l'article formé soit dimensionnellement stable à des températures excédant 70°C, et de préférence dimensionnellement stable jusqu'à des températures excédant 200°C.

10 Une matière de PET amorphe, en d'autres termes, une matière de PET qui a un degré de cristallisation relativement bas, devient dimensionnellement instable à des températures relativement basses. D'une manière générale, un article de matière de PET amorphe devient dimensionnellement instable à approximativement

15 70°C, et pour des raisons de sécurité, il est recommandé que ces articles ne soient pas soumis à des températures excédant 50°C. Il est connu qu'en augmentant le degré de cristallisation du PET de l'article, la température à laquelle le PET devient dimensionnellement instable est accrue. En élevant les degrés de cristallisation de la

20 matière de PET d'un article au-dessus de 25 %, l'article reste dimensionnellement stable à des températures excédant 200°C. Le fait d'augmenter le degré de cristallisation de la matière de PET de l'article élève davantage la température à laquelle l'article reste stable.

Il est connu pour thermoformer un article à partir

25 d'une feuille de matière de PET, ainsi que dans le thermoformage de l'article, de former l'article avec un degré de cristallisation qui élève la température à laquelle l'article reste dimensionnellement stable. Par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.496.143 décrit un procédé de thermoformage d'un article à partir d'une feuille

de matière de PET utilisant un appareil à vide intense. La feuille de PET est d'une épaisseur de 3 mm et d'une superficie de 370 mm sur 280 mm. Le procédé nécessite que la feuille de PET ait un degré de cristallisation initial se trouvant dans la gamme de 5 % à 25 %.

5 Le procédé nécessite de soumettre la feuille de PET à un traitement thermique avant le formage dans le moule à vide de l'appareil. Lors du formage, la feuille, tout en étant encore dans le moule, est soumise à un nouveau traitement thermique par un transfert de chaleur à partir du moule. De la chaleur est transférée vers la feuille formée

10 par la surface de la feuille en contact avec le moule. La feuille formée est maintenue dans le moule jusqu'à ce que le degré de cristallisation de la feuille formée soit supérieur à 25 %. Il est précisé dans la description que l'article formé est dimensionnellement stable à une température de 160°C pendant 60 minutes. En d'autres termes, l'article

15 moulé a été chauffé et maintenu à une température de 160°C pendant 60 minutes et il s'est révélé totalement dimensionnellement stable au cours de la période de 60 minutes.

On a constaté que, d'une manière générale, le procédé proposé dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.496.143 ne

20 convient pas pour le thermoformage d'un article dimensionnellement stable à partir d'une matière en feuille de PET d'une épaisseur supérieure à 1 mm. En particulier, on a constaté que les articles produits en utilisant le procédé proposé dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique devenaient dimensionnellement instables aux températures excédant

25 80°C. De plus, le temps pris pour élever le degré de cristallisation de la feuille de PET au-dessus de 25 % en utilisant le procédé proposé dans ce brevet des Etats-Unis d'Amérique est économiquement long.

Il s'avère par conséquent nécessaire de prévoir

30 un procédé et un appareil pour former un article à partir d'une feuille de PET, qui est dimensionnellement stable aux températures excédant 70°C, et en particulier il s'avère nécessaire de prévoir un procédé et un appareil pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET d'une épaisseur supérieure à 1 mm.

La présente invention consiste à prévoir un procédé et un appareil de ces types et également à prévoir un article formé suivant le procédé.

5 Suivant l'invention, on prévoit un procédé pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET définissant une paire de première et seconde surfaces opposées, ce procédé comprenant les étapes de chauffage de la feuille de PET de telle sorte que les première et seconde surfaces de la feuille de PET soient à une température de préformage dans l'intervalle entre la température
10 de transition vitreuse/caoutchouteuse et la température de fusion de la feuille de PET, de formage de la feuille de PET chauffée sur un moule chauffé avec la première surface de la feuille de PET en contact avec le moule, de retenue de la feuille formée dans le moule, de maintien de la température de la première surface à une température de cristallisation dans l'intervalle de la température de transition
15 vitreuse/caoutchouteuse et de la température de fusion de la feuille de PET par un transfert de chaleur du moule pendant que la feuille formée est retenue dans le moule, de maintien de la température de la seconde surface à une température de cristallisation sensiblement
20 similaire à la température de la première surface pendant que la feuille formée est retenue dans le moule par un transfert de chaleur à partir d'une première source de chaleur différente du moule, de libération de la feuille de PET formée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET atteint 25 % ou plus.

25 Les avantages de l'invention sont nombreux. On a constaté que le procédé suivant l'invention convient pour le thermoformage d'articles à partir de feuilles relativement épaisses de matière de PET qui sont dimensionnellement stables jusqu'à des températures relativement élevées. Le niveau de température auquel un article
30 de matière de PET reste dimensionnellement stable dépend du degré de cristallisation de la matière de PET. On a constaté qu'en utilisant le procédé de l'invention, le degré de cristallisation est plus uniformément distribué dans la totalité de l'article que par l'utilisation des procédés connus jusqu'à présent. On a constaté que ceci
35 s'avère particulièrement avantageux pour les articles produits à partir

de feuilles relativement épaisses de matières de PET. On suppose que le fait de chauffer la seconde surface, en d'autre termes la surface de la feuille de PET opposée à la surface qui est en contact avec le moule pendant que la feuille formée est retenue dans le moule, confère une distribution de chaleur beaucoup plus uniforme sur les surfaces de la feuille formée, et par la suite sur toute la feuille formée et, par conséquent, confère une distribution de cristallisation beaucoup plus uniforme dans la totalité de l'article formé. De plus, du fait de la distribution de chaleur plus uniforme sur la feuille formée, le temps pris pour que la feuille atteigne le degré de cristallisation désiré est sensiblement inférieur au temps nécessaire pour atteindre un degré de cristallisation similaire en utilisant les méthodes connues jusqu'à présent, et l'on obtient également un article plus dimensionnellement stable. En fait, le procédé permet d'atteindre une distribution de cristallisation beaucoup plus uniforme dans la totalité de l'article que cela n'a été possible en utilisant les procédés connus jusqu'à présent, en particulier dans la formation d'articles à partir de feuilles relativement épaisses de matière de PET, telles que, par exemple, des feuilles d'une épaisseur supérieure à 1 mm.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la première source de chaleur est prévue du côté de la feuille de PET de la seconde surface pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule.

La première source de chaleur est de préférence adjacente à la seconde surface de la feuille de PET pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule. Ceci facilite en outre la présence d'une distribution de chaleur relativement uniforme sur la seconde surface de la feuille formée, et conduit à une diminution du temps nécessaire pour atteindre un degré de cristallisation désiré.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la température de cristallisation à laquelle les première et seconde surfaces sont maintenues pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule est supérieure à la température de préformage. On a constaté qu'en prévoyant une température de cristallisation supérieure à la température de préformage, la cristallisation de la

feuille formée est atteinte d'une manière plus efficace.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la différence de température entre la température de cristallisation et la température de préformage est dans l'intervalle de 20°C à 80°C.

5 Suivant une autre forme de réalisation de l'invention, la température de cristallisation à laquelle la première et la seconde surfaces de la feuille de PET sont maintenues pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule, est dans l'intervalle de 80°C à 250°C.

10 La température vitreuse/caoutchouteuse et la température de fusion de la plupart des matières de PET tombent dans l'intervalle de 80°C à 250°C. Toutefois, dans certains cas, lorsque la matière en feuille de PET a une température de transition vitreuse qui tombe en dehors de cet intervalle, la température de cristalli-
15 sation peut également tomber en dehors de l'intervalle. Toutefois, il est préférable que la température de cristallisation soit dans l'intervalle de 120°C à 210°C. Ceci permet un procédé plus efficace et, d'une manière générale, l'efficacité optimale est atteinte lorsque la température de cristallisation est dans l'intervalle de 140°C à
20 180°C et, de préférence, d'approximativement 160°C. La vitesse de cristallisation de la matière de PET est maximale dans l'intervalle de température de 140°C à 180°C et la vitesse de cristallisation atteint un maximum à une température de 160°C. Par conséquent, en maintenant la température de cristallisation dans l'intervalle de 140°C
25 à 180°C et la plus proche possible de 160°C, le temps pris pour atteindre un degré de cristallisation désiré est réduit au minimum. Le temps pris pour atteindre un degré de cristallisation désiré augmente lorsque la température de cristallisation est abaissée en dessous de 140°C et est élevée au-dessus de 180°C. D'une manière générale
30 à des températures de cristallisation en dessous de 120°C et au-dessus de 210°C, le temps mis pour atteindre un degré de cristallisation désiré devient économiquement long.

 Suivant une forme de réalisation de l'invention, la feuille de PET formée est libérée du moule lorsque le degré de
35 cristallisation de la feuille de PET formée est de l'ordre de 25 % à 50 %.

A un degré de cristallisation de 25 %, la plupart des articles de la plupart des types de matière de PET sont dimensionnellement stables jusqu'à 160°C. A une cristallisation de 50 %, les articles sont d'une manière générale dimensionnellement stables à des températures excédant 240°C. En pratique, un degré de cristallisation de plus de 30 % est souhaitable et, de préférence, le degré de cristallisation doit être de plus de 35 %. A un degré de cristallisation de 30 %, un article, d'une manière générale, est dimensionnellement stable à des températures excédant 180°C tandis qu'à une cristallisation de 35 %, l'article est dimensionnellement stable à des températures excédant 200°C.

Comme mentionné ci-dessus, le degré de cristallisation de la feuille de PET formée dépend de la température à laquelle les surfaces de la feuille formée et, par conséquent, la feuille formée, sont chauffées tout en étant dans le moule, et également de la période de temps pendant laquelle la feuille formée est chauffée tout en étant retenue dans le moule. Le degré de cristallisation atteint dans une feuille de PET formée, bien que dépendant de la température de cristallisation et du temps pendant lequel la feuille est soumise à la température de cristallisation, dépend également du type de la matière de PET. Certaines matières de PET sont lentes à cristalliser, tandis que d'autres peuvent être cristallisées relativement rapidement. En pratique, la matière en feuille de PET doit être du type qui cristallise à une vitesse moyenne à relativement rapide et, de préférence, pour un procédé efficace, la température de cristallisation doit répondre au critère discuté ci-dessus, de telle sorte que l'article formé ne doive pas être retenu dans le moule pendant une période de temps excédant 5 minutes et, de préférence, une période de temps excédant 2 minutes. Avantageusement, un procédé efficace répondant au critère de température et de matière dont question ci-dessus est réalisé lorsque l'article est soumis à la température de cristallisation et est retenu dans le moule pendant une période de temps de 30 secondes à une minute afin de recevoir le degré de cristallisation désiré.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la température de préformage est dans l'intervalle de 80°C à 140°C. La température de préformage est de préférence dans l'intervalle de 100°C à 120°C et, avantageusement, la température de préformage est d'approximativement 110°C.

Suivant une autre forme de réalisation de l'invention, la première source de chaleur comprend un réchauffeur radiant dirigé vers la seconde surface de la feuille de PET. L'avantage de la présence d'un réchauffeur radiant est qu'il procure une distribution de chaleur relativement uniforme sur la seconde surface de la feuille formée sans provoquer de détérioration à ladite surface.

Avantageusement, les première et seconde surfaces de la feuille de PET sont chauffées jusqu'à la température de préformage par une paire de sources de chaleur espacées dirigées vers des surfaces opposées de la feuille de PET. Ceci procure un procédé relativement efficace.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, les sources de chaleur pour chauffer les première et seconde surfaces de la feuille de PET jusqu'à la température de préformage comprennent des réchauffeurs radiants respectifs. Avantageusement, une des sources de chaleur radiantes pour chauffer la feuille de PET jusqu'à la température de préformage est la première source de chaleur.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, le procédé comprend l'enlèvement d'au moins la seconde source de chaleur lorsque la température de la feuille de PET a atteint la température de préformage et la mise en contact du moule avec la première surface de la feuille de PET.

Suivant une autre forme de réalisation de l'invention, le moule chauffé est un moule à vide et le procédé comprend en outre l'étape d'application d'un vide au moule pour former la feuille de PET sur le moule.

Avantageusement, le procédé comprend l'étape de support de la feuille de PET au cours du chauffage des première et seconde surfaces à la température de préformage.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, la feuille de PET est d'une épaisseur supérieure à 1 mm. Le procédé s'avère particulièrement avantageux pour des feuilles de PET d'une épaisseur supérieure à 1,5 mm et des résultats particulièrement bons sont obtenus avec des feuilles de PET d'une épaisseur atteignant 10 mm et, avantageusement, des feuilles d'une épaisseur de 6 mm.

De manière générale, il est désirable que la viscosité intrinsèque de la feuille de PET soit dans la gamme de 0,5 à 1,2 et, de préférence, dans la gamme de 0,8 à 1,0. Avantageusement, la viscosité intrinsèque de la feuille de PET doit être d'approximativement 0,85.

On a constaté que le procédé s'avère particulièrement avantageux pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET extrudée.

De plus, l'invention prévoit un appareil pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET définissant une paire de première et seconde surfaces opposées, l'appareil comprenant un moule pour engager la première surface de la feuille de PET pour former la feuille de PET, un moyen pour chauffer le moule, une première source de chaleur espacée du moule pour chauffer la seconde surface de la feuille de PET pendant que la feuille de PET formée est dans le moule, un moyen de support pour supporter la feuille de PET entre le moule et la première source de chaleur.

Suivant une forme de réalisation de l'invention, une seconde source de chaleur espacée de la première source de chaleur et dirigée vers la première source de chaleur est prévue pour chauffer la première surface de la feuille de PET à une température de préformage avant le formage et un moyen pour déplacer la seconde source de chaleur d'une position de chauffage adjacente au moyen de support vers une position éloignée, éloignée du moyen de support est prévu pour permettre la mise en contact du moule avec la première surface de la feuille de PET. Suivant une autre forme de réalisation de l'invention, le moule est un moule à vide et un dispositif à vide est prévu pour appliquer un vide au moule.

Suivant une autre forme de réalisation de l'invention, le moyen de support est monté au-dessus du moule.

De préférence, on prévoit un moyen pour déplacer la première source de chaleur de la position de chauffage vers la position éloignée. Avantageusement, chaque source de chaleur comprend un réchauffeur radiant et, de préférence, une pluralité de réchauffeurs radiants qui, avantageusement, sont réglables indépendamment.

De plus, l'invention prévoit un appareil pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET définissant une paire de première et seconde surfaces opposées, l'appareil comprenant un moule pour engager la première surface de la feuille de PET pour former la feuille de PET, un moyen pour chauffer le moule, une paire de première et seconde sources de chaleur espacées dirigées l'une vers l'autre pour chauffer respectivement les seconde et première surfaces de la feuille de PET, un moyen de support pour supporter la feuille de matière de PET entre la première et la seconde sources de chaleur, un moyen pour déplacer au moins la seconde source de chaleur d'une position de chauffage adjacente au moyen de support vers une position éloignée, éloignée du moyen de support pour permettre d'amener le moule en contact avec la première face de la feuille de PET.

L'invention prévoit également un article formé à partir d'une feuille de matière de PET suivant le procédé de l'invention.

De plus, l'invention prévoit un article formé suivant le procédé de l'invention et utilisant l'appareil suivant l'invention.

L'invention sera plus clairement comprise d'après la description suivante de quelques formes de réalisation préférées, données uniquement à titre d'exemple, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

Les figures 1 à 5 sont des vues en coupe schématiques d'un appareil suivant l'invention dans différentes positions pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET en utilisant un procédé suivant l'invention.

Pour la commodité, l'appareil suivant l'invention sera d'abord décrit et un procédé suivant l'invention pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET utilisant l'appareil sera alors décrit dans les exemples donnés ci-après.

5 Si l'on se réfère aux dessins, on y a illustré schématiquement un appareil suivant l'invention représenté d'une manière générale par la référence numérique 1 pour former un article représenté d'une manière générale par la référence numérique 2 à partir d'une
10 feuille 3 de matière de PET qui définit une première surface 4 et une seconde surface 5. L'appareil 1 comprend un moule 6, dans ce cas, un moule à vide définissant une surface de formage 7 sur laquelle la feuille 3 est étirée pour former l'article 2. Une série de trous (non représentés) s'étendent à travers le moule jusqu'à la surface de formage 7 pour étirer la feuille 3 sur la surface de formage 7.
15 Un dispositif à vide pour appliquer un vide au moule 6 comprend une pompe à vide 8 connectée au moule 6 par un conduit 9. Un moyen de chauffage comprenant de l'huile chauffée est mis en circulation par des passages (non représentés) dans le moule 6 pour chauffer le moule 6 et la surface de formage 7 pour former l'article 2, comme
20 cela sera décrit ci-après.

Un moyen de support comprenant une structure de support 14 montée au-dessus du moule 6 supporte la feuille de PET 3 avant le formage de la feuille 3 sur le moule 6. Ces structures de support pour la fixation de feuilles de matière plastique dans ce
25 type d'appareil de formation de vide sont bien connues des spécialistes de la technique. La structure de support 14 est dimensionnée pour s'étendre sur la périphérie de la feuille de PET 3, et des pinces (non représentées) sur la feuille de support 14 fixent la périphérie de la feuille de PET 3 à la structure 14.

30 Une paire de première et seconde sources de chaleur espacées pour chauffer la feuille 3 supportée dans la structure de support 14 à une température de préformage avant le formage de l'article sur le moule 6 comprend un premier réchauffeur radiant commandé électriquement 19 et un second réchauffeur radiant com-
35 mandé électriquement 20. Chaque réchauffeur radiant 19 et 20 com-

prend une pluralité d'éléments chauffants radiants (non représentés). Les éléments chauffants (non représentés) des premier et second réchauffeurs radiants 19 et 20 sont dirigés les uns vers les autres pour diriger la chaleur vers les seconde et première surfaces 4 et 5 respectives de la feuille 3. Le second réchauffeur radiant 20 est prévu entre le moule 6 et la structure de support 14 pour chauffer la première surface 4 de la feuille 3 tandis que le premier réchauffeur radiant 19 est prévu au-dessus de la structure de support 14 pour chauffer la seconde surface 5 de la feuille 3. En d'autres termes, la structure de support 14 et à son tour la feuille 3 est prévue entre le premier et le second réchauffeurs radiants 19 et 20. Dans cette forme de réalisation de l'invention, chaque élément chauffant radiant des réchauffeurs radiants 19 et 20 a une puissance maximale de 2 kilowatts et, d'une manière générale, ils ne sont pas utilisés à la puissance totale.

Un moyen pour déplacer au moins un des réchauffeurs, dans ce cas, à la fois les premier et second réchauffeurs 19 et 20 d'une position de chauffage illustrée à la figure 1 avec les premier et second réchauffeurs 19 et 20 adjacents à la structure de support 14 vers une position éloignée illustrée à la figure 3 avec les éléments de chauffage éloignés de la structure de support 14, comprend un béliet hydraulique illustré de manière schématique et représenté par les références numériques 23 et 24. Le béliet 23 déplace le premier réchauffeur radiant 19 entre la position de chauffage et la position éloignée et vice versa, tandis que le béliet 24 déplace le second réchauffeur radiant 20 de la même manière entre la position de chauffage et la position éloignée. Les deux béliets 23 et 24 peuvent être commandés indépendamment l'un de l'autre. Ou bien, le moyen pour déplacer les premier et second réchauffeurs 19 et 20 peut comprendre des moteurs commandés électriquement ainsi que des treuils et câbles appropriés, ces agencements étant bien connus des spécialistes de la technique.

Un moyen pour déplacer le moule 6 et le mettre en contact avec une feuille de PET 3 supportée dans la structure de support 14 pour former la feuille 3 comprend un béliet hydraulique

illustré de manière schématique et représenté par la référence numérique 25.

En cours de fonctionnement, la surface de formage 7 du moule 6 est portée à la température désirée, d'une manière caractéristique 160°C. Avec les premier et second réchauffeurs radiants 19 et 20 dans la position éloignée, une feuille de PET 3 à former est fixée dans la structure de support 14. Les réchauffeurs radiants 19 et 20 sont déplacés dans la position de chauffage et dirigent la chaleur vers les première et seconde surfaces 4 et 5 de la feuille 3, en élevant ainsi la température des surfaces 4 et 5 à une température de préformage désirée, d'une manière caractéristique 110°C. Lorsque la température des surfaces 4 et 5 de la feuille 3 a atteint la température de préformage, les réchauffeurs radiants 19 et 20 sont amenés dans la position éloignée et le moule 6 avec sa surface de formage 7 à 160°C est élevé pour entrer en contact avec la feuille chauffée 3 supportée dans la structure 14, comme illustré à la figure 3.

Un vide provenant de la pompe à vide 8 est appliqué au moule 6 pour étirer la feuille chauffée 3 sur la surface de formage 7 du moule 6, comme illustré à la figure 3. Le vide est maintenu sur le moule 6 et immédiatement lors du formage de la feuille de PET, le premier réchauffeur radiant 19 est amené dans la position de chauffage pour chauffer la seconde surface 5 de la feuille formée 3, voir figure 4. La première surface 4 de la feuille formée 3 est chauffée et maintenue à une température de cristallisation d'approximativement 160°C par un transfert de chaleur du moule 6 pour élever le degré de cristallisation de la feuille formée 3. Le premier réchauffeur radiant 19 chauffe et maintient la seconde surface 5 de la feuille formée 3 à une température de cristallisation similaire à la température de cristallisation de la première surface 4 et le second réchauffeur radiant 20 maintient la température de la seconde surface 5 à une température similaire à celle de la première surface 4 pendant que le vide est maintenu, et la feuille formée 3 est retenue sur la surface de formage 7 du moule 6. Lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET 3 formée atteint le niveau de cristallisation désiré, d'une manière générale entre 25 % et 50 %, le vide est libéré du

moule 6 et le premier élément chauffant 19 est amené à l'emplacement éloigné. Le moule 6 est abaissé et l'article formé 2 est éloigné de la structure de support 14.

En pratique, les éléments chauffants (non représentés) du premier réchauffeur radiant 19 sont commandés indépendamment pour faire varier le profil de température et successivement le profil de débit de chaleur du premier réchauffeur radiant 19 pour adapter la forme de l'article 3 formé dans le moule 6. Par exemple, dans le cas de l'article 3 illustré dans les dessins, qui a une forme sensiblement en canal, le débit thermique des éléments chauffants radiants (non représentés) au-dessus de la partie en forme de cuvette de l'article sera ajusté pour donner un débit de chaleur plus grand que les éléments chauffants radiants (non représentés) à chaque extrémité du premier réchauffeur radiant 19 pour compenser la plus grande distance de la partie en forme de cuvette de l'article par rapport aux éléments chauffants radiants (non représentés) du premier réchauffeur radiant 19.

Exemple 1

Une feuille extrudée 3 de matière de PET d'une épaisseur de 3 mm et d'une surface de 650 mm sur 650 mm est façonnée en un article 2, dans ce cas un bac à douche dans l'appareil 1. Un moule approprié (non représenté) est prévu à la place du moule 6. Dans cet exemple, l'article a un degré de cristallisation fini de 35 % et on a constaté qu'il est dimensionnellement stable à des températures excédant 200°C. La feuille de PET 3 avant d'être formée est une feuille amorphe n'ayant pratiquement pas de cristallisation initiale. La viscosité intrinsèque de la feuille de PET est de 0,8.

La feuille de PET 3 est fixée dans la structure de support 14 de l'appareil 1 et chauffée par les premier et second réchauffeurs radiants 19 et 20 jusqu'à ce que la température de préformage des première et seconde surfaces 4 et 5 soit à 110°C. Dans cet exemple, le temps mis pour élever la température des première et seconde surfaces 4 et 5 de la feuille à la température de préformage est d'approximativement 35 secondes. Lorsque la température des surfaces de la feuille 3 a atteint la température de préformage, les

premier et second réchauffeurs radiants 19 et 20 sont amenés dans la position éloignée et le moule (non représenté) avec sa surface de formage à une température de 160°C est élevé pour entrer en contact avec la feuille chauffée 3. Un vide est appliqué au moule (non représenté) et la feuille 3 est étirée et formée sur la surface de formage 7 du moule. Le vide est maintenu sur le moule (non représenté), en retenant ainsi la feuille formée 3 sur la surface de formage 7, et le premier réchauffeur radiant 19 est amené dans la position de chauffage. Le moule élève et maintient la première surface de la feuille 3 à une température de cristallisation d'approximativement 160°C et le premier réchauffeur radiant 19 élève et maintient la seconde surface 5 de la feuille 3 également à une température de cristallisation d'approximativement 160°C. Le vide est libéré du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille formée a atteint 35 %.

Le premier réchauffeur radiant 19 est amené dans la position éloignée, le moule est abaissé et l'article formé est éloigné de la structure de support. Dans cet exemple, la feuille 3 formée est retenue dans le moule pendant une période de temps d'une minute pour réaliser le degré de cristallisation requis, à savoir 35 % de l'article 2 formé.

La stabilité dimensionnelle du bac à douche a été testée en soumettant le bac à douche à un essai de bac à douche usuel, qui nécessite alternativement le remplissage et le vidage du bac à douche avec de l'eau chaude à 100°C et de l'eau froide à la température ambiante pendant 1.000 cycles. Au cours de l'essai et après l'essai, on a constaté que le bac à douche était totalement dimensionnellement stable.

Exemple 2

Dans ce cas, un article, à savoir une cuvette de lavabo, est formé à partir d'une feuille extrudée de matière de PET d'une épaisseur de 3 mm et d'une surface de 1000 mm sur 500 mm dans l'appareil 1. La feuille de PET avant d'être formée est une feuille amorphe n'ayant pratiquement pas de cristallisation initiale. La viscosité intrinsèque de la feuille de PET est de 0,8.

Le procédé pour former la cuvette de lavabo est identique à celui décrit pour former le bac à douche de l'Exemple

1, à l'exception que la température de préformage à laquelle les première et seconde surfaces 4 et 5 de la feuille 3 sont élevées est de 115°C. Le temps mis pour atteindre la température de préformage dans ce cas est de 40 secondes. La surface de formage du moule est à une température de 160°C et, par conséquent, la première et la seconde surfaces de l'article formé sont élevées et maintenues dans le moule à une température de cristallisation de 160°C. Dans cet exemple, un produit dimensionnellement stable jusqu'à une température de 240°C est nécessaire. L'article formé est retenu dans le moule par le vide et les première et seconde surfaces de l'article formé sont maintenues à la température de cristallisation jusqu'à ce que le degré de cristallisation de la feuille formée atteigne 50 %. Dans cet exemple, le temps mis pour atteindre 50 % est de 45 secondes.

La stabilité dimensionnelle de la cuvette de lavabo a été testée en soumettant celle-ci à un test usuel similaire à celui auquel le bac à douche a été soumis. La cuvette de lavabo a été soumise à 1.000 cycles de remplissage et de vidage alternés avec de l'eau chaude à 100°C et de l'eau froide à la température ambiante. Pendant et après l'essai, on a constaté que la cuvette de lavabo s'avérait totalement dimensionnellement stable. La cuvette de lavabo a alors été soumise à un autre essai pour tester sa stabilité dimensionnelle en la soumettant à une température de 160°C pendant une période continue d'une heure. La cuvette de lavabo s'est révélée totalement dimensionnellement stable.

Bien que l'appareil ait été décrit comme comprenant un moule à vide, dans certains cas on peut envisager un appareil avec d'autres moules. Par exemple, on peut envisager dans certains cas l'utilisation d'un moule du type à pression lorsque la feuille de PET doit être formée sur la surface de formage du moule par une pression positive plutôt que sous vide. Cet appareil de moulage est bien connu des spécialistes de la technique. Il est évident que d'autres moyens pour le chauffage du moule à côté de l'huile chauffée peuvent être utilisés, par exemple des réchauffeurs à cartouche alimentés électriquement ou analogues peuvent être utilisés.

On notera que l'on peut utiliser d'autres sources de chaleur appropriées à la place des réchauffeurs radiants et en fait, dans certains cas, on peut se passer du second réchauffeur radiant et la première surface de la feuille de PET sera élevée à la température de préformage par transfert de chaleur à partir du moule.

Les spécialistes de la technique noteront évidemment que le procédé de l'invention et l'appareil suivant l'invention peuvent être utilisés pour d'autres variantes de matière de PET. Dans ce cas, les températures auxquelles la matière de PET sera soumise peuvent varier en fonction de la température de transition vitreuse/caoutchouteuse et de la température de fusion de la feuille de PET. Des exemples de variantes de matières en feuille de PET qui peuvent être thermoformées en utilisant le procédé et l'appareil suivant l'invention sont les suivants :

- (a) les homopolymères de PET cristallisables,
- (b) les copolymères de PET cristallisables,
- (c) les composés de PET cristallisables,
- (d) d'autres variantes de matière de PET.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour former un article à partir d'une feuille de matière de PET définissant une paire de première et seconde surfaces opposées, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

5 chauffer la matière de PET de telle sorte que la première et la seconde surfaces de la feuille de PET soient à une température de préformage dans l'intervalle entre la température de transition vitreuse/caoutchouteuse et la température de fusion de la feuille de PET,

10 former la feuille de PET chauffée sur un moule chauffé avec la première surface de la feuille de PET en contact avec le moule, retenir la feuille formée dans le moule,

maintenir la température de la première surface à une température de cristallisation dans l'intervalle de la température de transition vitreuse/caoutchouteuse et la température de fusion de la feuille de PET par un transfert de chaleur à partir du moule pendant que
15 la feuille formée est retenue dans le moule,

maintenir la température de la seconde surface à une température de cristallisation sensiblement similaire à la température de la première surface pendant que la feuille formée est retenue dans le moule par un transfert de chaleur à partir d'une première source de chaleur
20 autre que le moule,

libérer la feuille de PET formée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET a atteint 25 % ou plus.

25 2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la première source de chaleur est prévue du côté de la feuille de PET de la seconde surface pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule.

3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la première source de chaleur est adjacente à la seconde surface de la feuille de PET pendant que
30 la feuille de PET formée est retenue dans le moule.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température de cristallisation à laquelle la première et la seconde surfaces sont maintenues
35

pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule est supérieure à la température de préformage.

5 5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la différence de température entre la température de cristallisation et la température de préformage est dans l'intervalle de 20°C à 80°C.

10 6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température de cristallisation à laquelle la première et la seconde surfaces de la feuille de PET sont maintenues pendant que la feuille de PET formée est retenue dans le moule, est dans l'intervalle de 80°C à 250°C.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la température de cristallisation est dans l'intervalle de 120°C à 210°C.

15 8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la température de cristallisation est dans l'intervalle de 140°C à 180°C.

20 9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que la température de cristallisation est d'approximativement 160°C.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est libérée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET formée est de l'ordre de 25 % à 50 %.

25 11. Procédé suivant la revendication 10, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est libérée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET formée est supérieur à 30 %.

30 12. Procédé suivant la revendication 10, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est libérée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille formée est supérieur à 35 %.

35 13. Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est libérée du moule lorsque le degré de cristallisation de la feuille de PET formée est supérieur à 40 %.

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est retenue dans le moule pendant une période de temps allant de 30 secondes à 5 minutes.

5 15. Procédé suivant la revendication 14, caractérisé en ce que la feuille de PET formée est retenue dans le moule pendant une période de temps allant de 30 secondes à une minute.

16. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température de pré-
10 formage est dans l'intervalle de 80°C à 140°C.

17. Procédé suivant la revendication 16, caractérisé en ce que la température de préformage est dans l'intervalle de 100°C à 120°C.

18. Procédé suivant la revendication 17, caractérisé
15 en ce que la température de préformage est de 110°C.

19. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première source de chaleur comprend un réchauffeur radiant dirigé à l'endroit de la seconde surface de la feuille de PET.

20. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première et la seconde surfaces de la feuille de PET sont chauffées jusqu'à la température de préformage par une paire de sources de chaleur espacées dirigées vers des surfaces opposées de la feuille de PET.

21. Procédé suivant la revendication 20, caractérisé en ce que les sources de chaleur pour chauffer la première et la seconde surfaces de la feuille de PET jusqu'à la température de préformage comprennent des réchauffeurs radiants respectifs.

22. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 20 et 21, caractérisé en ce que l'une des sources de chaleur pour chauffer la feuille de PET à la température de préformage est la première source de chaleur.

23. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 20 à 22, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'enlèvement
35 d'au moins la seconde source de chaleur lorsque la température de

la feuille de PET a atteint la température de préformage, et de mise en contact du moule avec la première surface de la feuille de PET.

24. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de support
5 de la feuille de PET au cours du chauffage de la première et de la seconde surfaces à la température de préformage.

25. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moule chauffé est un moule à vide et en ce qu'il comprend en outre l'étape d'application
10 d'un vide au moule pour former la feuille de PET sur le moule.

26. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de PET est d'une épaisseur supérieure à 1 mm.

27. Procédé suivant la revendication 26, caractérisé
15 en ce que la feuille de PET est d'une épaisseur supérieure à 1,5 mm.

28. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 26 et 27, caractérisé en ce que la feuille de PET est d'une épaisseur allant de 1 mm à 10 mm.

29. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de PET a une viscosité intrinsèque allant de 0,5 à 1,2.
20

30. Procédé suivant la revendication 29, caractérisé en ce que la feuille de PET a une viscosité intrinsèque allant de 0,8 à 1,0.

31. Procédé suivant la revendication 30, caractérisé
25 en ce que la feuille de PET a une viscosité intrinsèque d'approximativement 0,85.

32. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la feuille de PET est formée
30 par extrusion.

33. Appareil (1) pour former un article (2) à partir d'une feuille (3) de matière de PET définissant une paire de première et seconde surfaces (4, 5) opposées, cet appareil comprenant :

un moule (16) pour engager la première surface (4) de la feuille
35 de PET pour former la feuille de PET,

un moyen pour chauffer le moule (6),
une première source de chaleur espacée du moule (6) pour chauffer la seconde surface (5) de la feuille de PET pendant que la feuille de PET formée est dans le moule,

5 un moyen de support pour supporter la feuille de PET entre le moule et la première source de chaleur.

34. Appareil suivant la revendication 33, caractérisé en ce qu'une seconde source de chaleur espacée de la première source de chaleur et dirigée vers la première source de chaleur est prévue
10 pour chauffer la première surface (4) de la feuille de PET à une température de préformage avant le formage et en ce qu'un moyen pour déplacer la seconde source de chaleur d'une position de chauffage adjacente au moyen de support vers une position éloignée, éloignée du moyen de support est prévu pour permettre la mise en contact
15 du moule (6) avec la première surface (4) de la feuille de PET.

35. Appareil suivant l'une ou l'autre des revendications 33 et 34, caractérisé en ce que le moule est un moule à vide et en ce qu'un dispositif à vide est prévu pour appliquer un vide au moule.

20 36. Appareil suivant l'une quelconque des revendications 33 à 35, caractérisé en ce que le moyen de support est monté au-dessus du moule (6).

37. Appareil suivant l'une quelconque des revendications 33 à 36, caractérisé en ce qu'un moyen est prévu pour déplacer
25 la première source de chaleur de la position de chauffage vers la position éloignée.

38. Appareil suivant l'une ou l'autre des revendications 33 et 37, caractérisé en ce que chaque source de chaleur comprend un réchauffeur radiant.

30 39. Appareil (1) pour former un article (2) à partir d'une feuille de matière de PET (3) définissant une paire de première et seconde surfaces (4, 5) opposées, cet appareil comprenant :

un moule (6) pour engager la première surface (4) de la feuille de PET pour former la feuille de PET,

35 un moyen pour chauffer le moule (6),

une paire de première et de seconde sources de chaleur espacées dirigées l'une vers l'autre pour chauffer respectivement la seconde et la première surfaces de la feuille de PET,

5 un moyen de support pour supporter la feuille de matière de PET entre la première et la seconde sources de chaleur,

10 un moyen pour déplacer au moins la seconde source de chaleur d'une position de chauffage adjacente au moyen de support vers une position éloignée, éloignée du moyen de support pour permettre la mise en contact du moule (6) avec la première face de la feuille de PET.

40. Article formé à partir d'une matière de PET suivant le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 32.

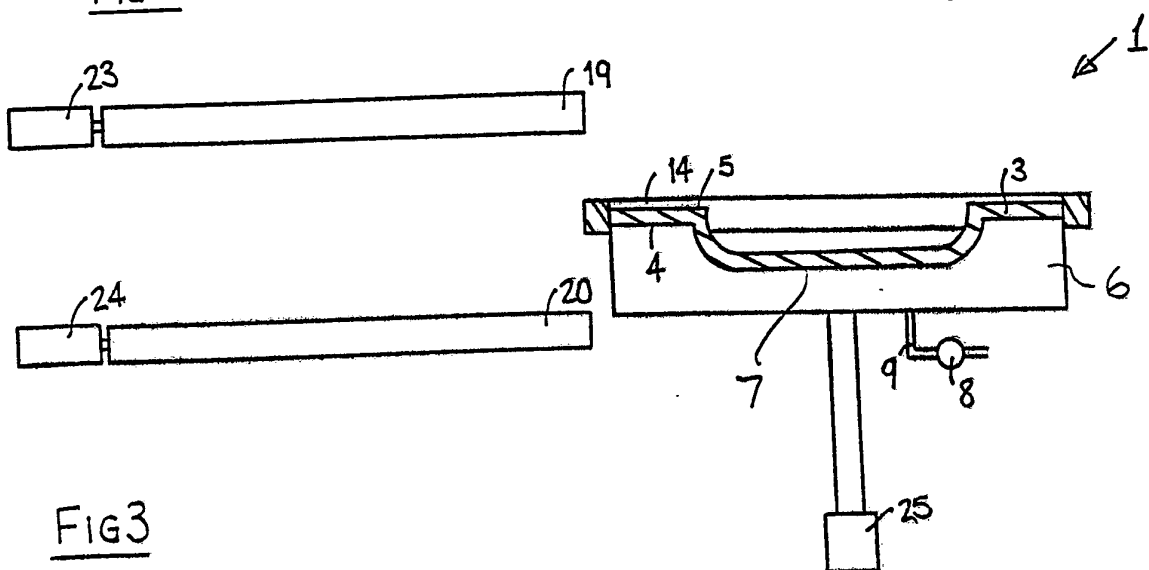
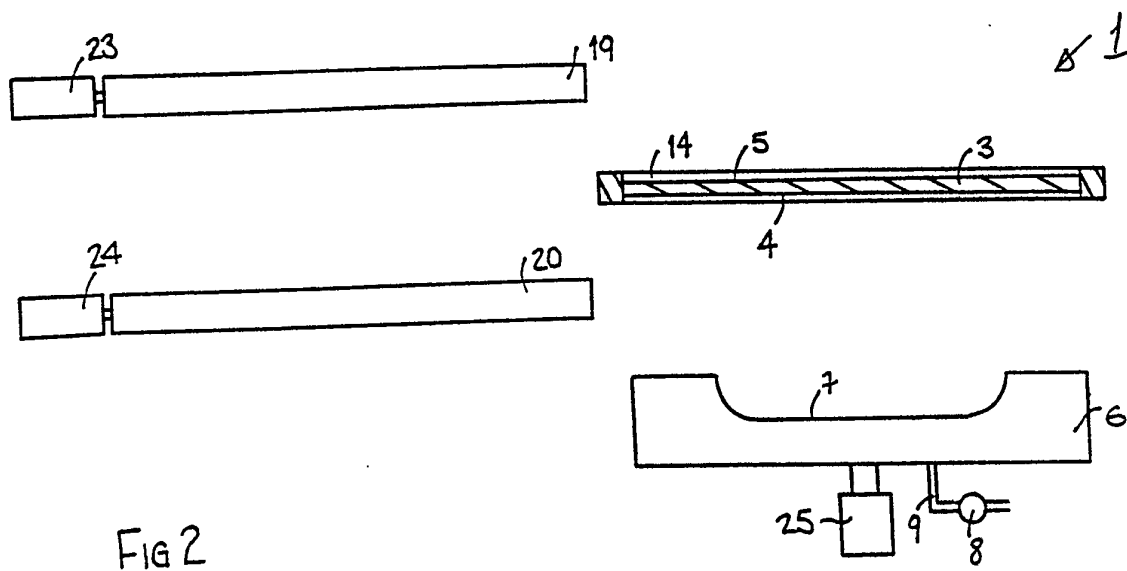
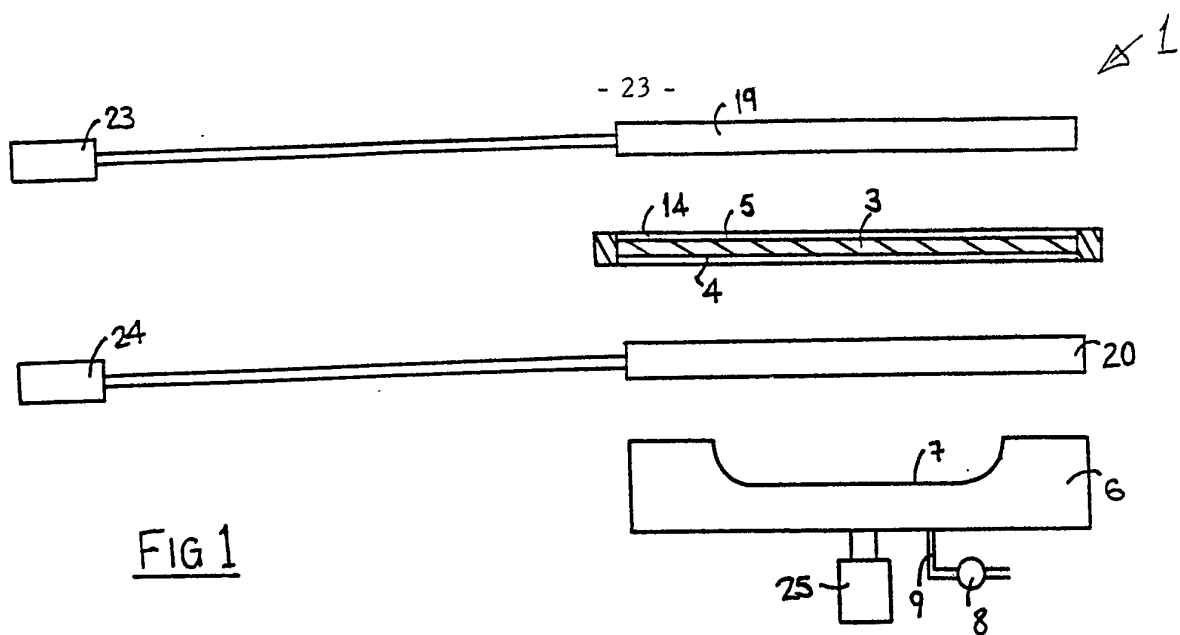
15 41. Article suivant la revendication 40, caractérisé en ce qu'il est formé sur l'appareil suivant l'une quelconque des revendications 33 à 39.

20

25

30

35



- 24 -

