

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **78420003.2**

(51) Int. Cl.²: **B 21 D 26/02**
C 25 D 11/02, C 23 F 7/06

(22) Date de dépôt: **26.07.78**

(30) Priorité: **05.09.77 FR 7727533**
10.11.77 FR 7734521

(43) Date de publication de la demande:
21.03.79 Bulletin 79/6

(64) Etats contractants désignés:
DE FR GB NL SE

(71) Demandeur: **SCAL SOCIETE DE CONDITIONNEMENTS**
EN ALUMINIUM
47, rue de Monceau
F-75008 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Baril, Jacques**
12, chemin des Meronneries
F-78620 Etang La Ville(FR)

(72) Inventeur: **Gaborieau, Jean-Yves**
21, place L. Bossoutrot
F-78140 Velizy(FR)

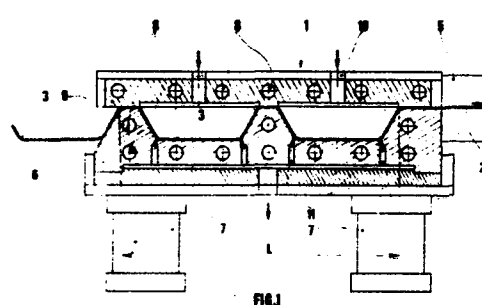
(72) Inventeur: **Lheureux, Philippe**
7, rue Rieussec
F-78220 Viroflay(FR)

(74) Mandataire: **de Passemar, Bernard**
PECHINEY UGINE KUHLMANN 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

(64) Procédé de fabrication de pièces en alliages à base d'aluminium ou de magnésium par thermoformage.

(67) Ce procédé consiste à thermoformer dans des moules (1) des ébauches (2) à paroi mince. Les problèmes de démoulage sont résolus grâce à une couche régulière d'alumine ou magnésie formée artificiellement à la surface de l'ébauche.

Ce procédé trouvera ses principales applications dans les fabrications d'emballages à parois minces ainsi que celles de pièces pour l'automobile.



-1-

PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES EN ALLIAGES A BASE D'ALUMINIUM
OU DE MAGNESIUM PAR THERMOFORMAGE

L'invention concerne un procédé de fabrication de pièces en alliages à base d'aluminium ou de magnésium selon la technique du thermoformage, c'est-à-dire par déformation plastique à chaud d'ébauches à paroi mince sous l'effet d'un fluide sous pression qui applique l'ébauche sur la surface d'un moule.

La technique de thermoformage est très couramment utilisée dans l'industrie des matières plastiques. Elle consiste à porter une ébauche à paroi mince, le plus souvent un godet ou une simple feuille plane, à une température élevée inférieure à la température de fusion du matériau considéré, mais suffisante pour le ramollir et lui assurer une bonne plasticité. On donne alors à l'ébauche la forme souhaitée en l'appliquant sur la surface d'un moule par l'action d'un fluide sous pression. Pour des ébauches à paroi suffisamment malléable à la température de formage, on peut aussi utiliser la simple pression atmosphérique en faisant le vide entre l'ébauche et la surface de forme du moule.

Ces dernières années, l'utilisation de la technique de thermoformage a été étendue à la fabrication de nombreuses pièces à parois minces en alliages spéciaux d'aluminium dits alliages superplastiques. De nombreux brevets décrivent des compositions d'alliages d'aluminium superplastiques ainsi que diverses variantes de mise en oeuvre du procédé de thermoformage. On peut ainsi citer les brevets français 2.004.410 - 2.146.847

2.245.428.

5 Dans ce mode de formage, la périphérie de l'ébauche métallique est maintenue en place par serrage entre les bords d'un moule en deux parties sans être déformée. Ce serrage assure l'étanchéité avec l'extérieur. Seule, la portion de l'ébauche, située en regard de la partie en creux (ou en relief) du moule subit une déformation plastique par allongement de la paroi métallique dans toutes les directions, ceci sans qu'il y ait glissement de la

10 périphérie de l'ébauche serrée entre les bords du moule en deux parties.

15 Comme pour les matières plastiques, le formage de la pièce peut se faire soit par action d'un fluide sous pression exercée sur la face de l'ébauche devant se déformer en creux, soit en faisant le vide sur la face devant se déformer en relief. Cependant, si l'on doit utiliser une feuille de métal d'épaisseur un peu importante, le vide n'est plus utilisable ; une pression de fluide relativement importante devient nécessaire pour appliquer la paroi de l'ébauche sur la surface du moule.

20

Le thermoformage est dit positif si on utilise un moule en relief qui, au retrait près du métal après refroidissement, est aux dimensions de l'intérieur de la pièce à fabriquer. Si, au contraire, on utilise un moule en creux qui, au retrait près, est aux dimensions de l'extérieur de la pièce à fabriquer, on qualifie le thermoformage de négatif.

25

30 Les alliages spéciaux, dits superplastiques, admettent sans rupture des déformations importantes, soit des allongements de l'ordre de 1000 à 2000 %, ceci à des températures comprises entre $0,3 T_f$ et $0,6 T_f$, T_f étant la température absolue de fusion de l'alliage considéré. Ils permettent de fabriquer des objets dont la surface développée S_1 est de 3 à 4 fois

35 la surface S_0 de l'ébauche de départ. La déformation de l'ébauche doit cependant être lente et demande de 4 à 10 mi-

nutes par opération. Aussi, cette technique ne convient pas à des fabrications à cadence rapide de produits de grande consommation.

5 Une série d'essais a permis de mettre en évidence que, contrairement aux idées généralement admises, le procédé de thermoformage était également utilisable avec des ébauches en alliages courants d'aluminium tels que les alliages 2002, 3003, 4047, 7020, 8011, 5754, selon la norme française
10 A02 104. Des résultats intéressants ont été également obtenus avec des ébauches en alliages de magnésium.

Dans le texte ci-après, le terme aluminium désigne, d'une façon générale, l'aluminium lui-même et les alliages courants à
15 base d'aluminium, tels que les alliages mentionnés ci-dessus. De même, le terme magnésium désigne ce métal lui-même et les alliages à base de magnésium.

Pour l'aluminium, à condition d'opérer à des températures appropriées comprises entre 400 et 550°C, on obtient de bons résultats. Ces températures sont, de préférence, comprises entre 440°C et 530°C, soit à des températures absolues de l'ordre de 0,7 Tf à 0,9 Tf et, de préférence, voisines de 0,8 Tf. On doit, cependant, se contenter d'allongement de 100 % environ au lieu de
20 1000 à 2000 % pour les alliages superplastiques et de rapport de surface S_1/S_0 de l'ordre de 1,5 au lieu de 4. Le rapport entre profondeur et largeur des déformations est de l'ordre de 0,2 à 0,3 seulement. Les vitesses de déformation admissibles sont, par contre, rapides ; le temps de formage proprement dit d'une
25 pièce est de l'ordre de 1 à 10 secondes et devrait permettre des cadences de fabrication de 500 à 1000 objets à l'heure par moule, au lieu d'une dizaine seulement pour les alliages superplastiques.

35 On voit que le procédé de thermoformage, tel qu'il est défini

ici dans son application aux alliages courants d'aluminium est différent du thermoformage tel qu'on le connaît pour les alliages superplastiques.

- 5 En pratique, les moules sont portés à une température supérieure à la température de déformation de l'ébauche, l'écart de température pouvant être de l'ordre de 100°C. Pour ce genre de fabrication, il suffit de disposer de fluide à des pressions de l'ordre de 1 MPa (Méga Pascal) pour les tôles d'épaisseur 2 mm, et
- 10 inférieures à 0,1 MPa pour des feuilles d'épaisseur 0,15 mm. Le vide peut également être utilisé pour attirer la feuille métallique sur la surface de forme du moule, ceci lorsque l'épaisseur du métal est faible.
- 15 Le thermoformage des alliages d'aluminium courant, s'il pouvait être utilisé industriellement, présenterait de nombreux avantages :
- Les machines de thermoformage sont des machines légères comparées aux presses d'emboutissage à froid. Les investissements en
 - 20 machines et en bâtiments sont donc plus faibles qu'en emboutissage conventionnel ;
 - Les machines de thermoformage ne sont pas bruyantes, contrairement aux presses conventionnelles ;
 - Le procédé de thermoformage, objet de l'invention, permet de
 - 25 fabriquer des objets aux mêmes cadences que les presses d'emboutissage conventionnelles, ceci toutefois à condition de se contenter de déformations relativement faibles dont le rapport entre profondeur et largeur ne dépasse guère 0,3.
- 30 Pour les petites pièces, on peut même utiliser des moules à empreintes multiples, ce qui permet d'étendre ce procédé à la fabrication de pièces telles que des barquettes pour conserves fabriquées à des cadences à plusieurs milliers d'exemplaires par
- 35 heure.
- Pour les grandes pièces, telles que celles formées pour la car-

rosserie automobile ou les revêtements de façades de bâtiments, les cadences sont identiques à celles des presses conventionnelles, soit de l'ordre de 500 pièces par heure, ceci en tenant compte des temps de mise en place de l'ébauche, de thermoformage puis de dé-

5 moulage des pièces.

- Il est possible d'utiliser des alliages d'aluminium à durcissement structural par précipitation qui présentent, après la trempe et la maturation ou le revenu, des caractéristiques mécaniques

10 égales ou supérieures à celles des aciers extra doux employés couramment en emboutissage conventionnel.

- Il n'y a pas à craindre, après formage, le phénomène de "retour élastique" (spring-back pour les Anglo-saxons) ni l'existence de tensions internes qui amènent des déformations lors des opérations annexes ultérieurement pratiquées sur les pièces, telles

15 que le tombage des bords, le détournage ou le poinçonnage.

- L'action de formage étant exercée par un fluide et non un poinçon, on peut laisser dans la machine de thermoformage un espace libre au-dessus du moule (ou au-dessous suivant le dessin de ce dernier). Cet espace libre peut être utilisé pour loger les outillages servant à des opérations annexes, telles que le détournage, le poinçonnage et le tombage des bords. De surcroît, en travaillant à chaud dans le moule, les efforts exigés pour ces opérations annexes sont beaucoup plus faibles, ce qui autorise l'allègement

20 des outillages. Ce regroupement d'opérations annexes sur la machine de thermoformage peut supprimer deux ou plusieurs presses dans les lignes d'emboutissage d'éléments de carrosserie automobile.

- Les pièces étant formées à une température élevée sont parfaitement aseptiques à la sortie du moule et directement prêtes à

25 l'emploi pour des usages pharmaceutiques ou alimentaires.

30

ependant, le thermoformage pose des problèmes importants de démoulage aussi bien pour les pièces en aluminium que pour celles en alliages superplastiques. Le démoulage doit être effectué

35 avec de grandes précautions et demande généralement un temps très long comme cela est exposé, par exemple, dans le brevet



français 2.004.410.

5 Pour permettre le démoulage à des cadences industrielles des pièces à paroi mince, encore chaudes et fragiles, il faut réduire l'adhérence de l'aluminium à la surface des moules. Ceci est particulièrement important pour les bords des ébauches qui sont serrés entre les bords de moules en deux parties.

10 Divers procédés ont été essayés. On peut, comme pour l'emboutissage, enduire la surface des ébauches d'un produit approprié, le plus souvent de l'huile graphitée. Mais ces produits de démoulage présentent des inconvénients pour les traitements ultérieurs, même simplement pour une peinture ultérieure. Ces produits de lubrification sont particulièrement gênants lorsque les pièces fabriquées sont destinées à un usage alimentaire. Ils peuvent donner un goût désagréable aux aliments, surtout si ceux-ci doivent subir un traitement de cuisson et de stérilisation après remplissage dans les plats ou barquettes.

20 On peut, également, enduire la surface du moule de produits divers, tel qu'un mélange de poteyage de fonderie (argile et résine). Ces produits sont entraînés par les pièces fabriquées et doivent être renouvelés, ce qui réduit la cadence de fabrication.

25 Ces diverses enductions, que ce soit sur les ébauches ou sur le moule, polluent la surface des pièces. Elles exigent donc un nettoyage et un décapage ultérieurs des pièces après démoulage.

30 Devant ces difficultés, l'emploi industriel du thermoformage est resté limité jusqu'ici à la fabrication de pièces en alliages superplastiques, c'est-à-dire à des fabrications en petites séries à des cadences de production lentes de l'ordre d'une dizaine de pièces à l'heure par moule.

35 L'objet de l'invention est de résoudre ce problème de démoulage et, de ce fait, de permettre l'utilisation de la technique de

thermoformage à des fabrications de grande série. Il permet d'étendre l'utilisation du procédé à des fabrications de pièces en aluminium et magnésium de nuances courantes, comme indiqué précédemment.

5 Il est apparu que l'on pouvait éviter les problèmes d'adhérence entre la pièce fabriquée et le moule en formant, avant thermoformage à la surface de l'ébauche devant rentrer en contact avec le moule, une couche régulière d'oxyde formé artificiellement, soit, selon le cas, une couche d'alumine ou de magnésie.

10

Pour l'aluminium, la couche d'alumine formée par voie électrolytique est généralement anhydre et poreuse, ce qui ne présente pas d'inconvénient pour l'application cherchée. La couche d'alumine obtenue par cette voie peut atteindre une épaisseur de plusieurs microns. Par contre, la couche d'alumine, appelée boehmite, formée par voie chimique, est, en général, monohydratée, l'hydratation se formant en même temps que l'oxydation. Dans ce cas, l'oxydation s'arrête rapidement et l'épaisseur de la couche d'alumine hydratée ne peut pas dépasser 1 micron environ.

20

Dans tous les cas, que la couche d'alumine artificielle soit anhydre et poreuse ou qu'elle soit hydratée et compacte, elle constitue une couche superficielle homogène et régulière adhérente au métal. Elle empêche l'aluminium de coller, à haute température, sur le métal du moule. Elle évite toute lubrification avant formage comme cela est nécessaire pour l'emboutissage. Elle évite aussi tout traitement ultérieur de nettoyage ou décapage. De plus, les pièces formées à chaud sont parfaitement aseptiques. Elles sont alimentaires sans autre traitement.

30

La couche d'alumine à la surface du métal facilite également l'accrochage des laques, vernis, matières plastiques ou métaux que l'on peut souhaiter appliquer sur les pièces obtenues. Elle permet ces applications sans autre traitement de surface.

35

Des opérations annexes d'usinage, telles que détournage, poinçon-

nage, tombage de bord, peuvent être effectuées à chaud dans le moule sans addition de lubrifiant, la couche d'alumine évitant l'adhérence entre l'outil et le métal de la pièce en aluminium.

5 Le procédé, objet de l'invention, peut être adapté à une fabrication en continu ou en discontinu. Dans une fabrication en continu, la machine de thermoformage fait partie d'une chaîne intégrée de fabrication, qui peut même comprendre le poste d'oxydation préalable par voie anodique ou chimique. Dans un procédé discontinu, la
10 machine de thermoformage ne fait pas partie intégrante d'une chaîne de fabrication. Elle est d'emploi très souple pour la fabrication d'articles divers, à partir d'ébauches préalablement oxydées superficiellement dans une autre installation.

15 Que le procédé soit continu ou discontinu, la machine de thermoformage peut être alimentée à partir d'une bobine de métal d'épaisseur très variable, depuis la feuille mince d'épaisseur de l'ordre de 0,10 mm jusqu'aux tôles d'épaisseur de l'ordre de 2 à 3 mm. Elle peut être, également, alimentée en flans préalablement cou-
20 pés à longueur dans des bandes, feuilles ou tôles d'aluminium.

Les premiers essais de thermoformage ont montré qu'une couche d'alumine artificielle d'épaisseur inférieure à 0,10 micron suffit à éviter l'adhérence entre la pièce formée et le moule. Elle permet
25 un démoulage rapide et autorise l'utilisation du thermoformage pour des fabrications de grande série à cadences rapides.

On a ainsi obtenu de bons résultats avec des couches d'épaisseur 0,04 micron. Des essais faits avec une couche d'épaisseur 0,01 micron se sont avérés, par contre, négatifs, les pièces thermo-
30 formées étant détériorées au démoulage. On peut, cependant, penser que l'épaisseur minimale de la couche est fonction de l'état de surface du moule. Il est vraisemblable que, en modifiant la forme du moule et en améliorant son état de surface, on aurait fa-
35 cilité le démoulage, mais on se serait alors placé dans des conditions peu industrielles.

Ainsi, pour obtenir, dans des conditions industrielles, un démoulage facile, on utilise, de préférence, des épaisseurs d'alumine de l'ordre de 0,04 micron à 1 micron. On pourrait utiliser des couches plus épaisses, mais cela entraînerait des frais supplémentaires, le plus souvent inutiles.

Ces essais ont confirmé que la couche d'alumine formée par oxydation naturelle à la surface des ébauches d'aluminium ne résolvait pas, de façon satisfaisante, le problème créé par l'adhérence entre les pièces thermoformées et les moules.

De la même façon, une couche superficielle de magnésie facilite le démoulage de pièces en magnésium thermoformé.

L'invention et ses avantages seront mieux compris par la description ci-après, donnée à titre d'exemple et se rapportant aux figures jointes.

La figure 1 représente une coupe longitudinale d'un moule de thermoformage. Ce moule comporte quatre empreintes en creux, disposées en deux lignes parallèles, chaque ligne comportant deux empreintes en série selon le sens de déplacement de la feuille à thermoformer. Le plan de coupe passe par l'axe XX' de deux telles empreintes disposées en série.

La figure 2 représente, schématiquement en plan, l'installation d'oxydation, de préchauffage et de thermoformage en continu d'une feuille mince d'aluminium se déplaçant pas à pas, dans le sens de la flèche F.

La figure 3 représente une coupe longitudinale d'un moule semblable à celui de la figure 1 comportant un outillage annexe permettant de perforer dans le moule lui-même la pièce thermoformée.

Sur la figure 1, on voit un moule (1) en deux parties traversé par une feuille (2) s'avancant périodiquement dans le sens (F)

lorsque le moule (1) est ouvert. Cette feuille (2), en alliage d'aluminium, a une largeur de 400 mm et une épaisseur de 0,14 mm. Pour permettre le démoulage après formage des pièces (3) en forme de barquettes, la feuille (2) est revêtue sur ses deux faces d'une
5 couche d'alumine d'épaisseur 0,05 micron. Comme indiqué précédemment, la formation de cette couche d'alumine à la surface de la feuille (2) peut se faire par divers procédés connus.

Dans l'exemple particulier, la couche d'alumine est obtenue par oxydation anodique dans une solution phosphorique selon un procédé bien connu. L'installation d'oxydation est représentée schématiquement en (4) sur la figure 2.

Avant l'entrée du moule (1), la feuille (2) revêtue de sa couche d'alumine est préchauffée entre 470 et 530°C selon la nuance du
15 métal, ceci dans l'installation représentée schématiquement en (5) sur la figure 2. La souplesse de l'installation permet de thermformer des feuilles en alliages divers à des températures comprises entre 450 et 550°C.

20 Le préchauffage est assuré par des plateaux chauffés électriquement. Il pourrait aussi bien être assuré par d'autres moyens connus, tels que four à passage chauffé au gaz ou électriquement, four à induction, etc...

25 Pour des alliages à durcissement structural par précipitation, on doit réaliser dans le moule (1) une mise "en solution solide" correcte. Pour cela, la température doit être réglée avec une précision de plus ou moins 2,5°C et l'on préfère des moyens de chauffage électrique. Ces moyens de chauffage seront déterminés avec
30 soin pour avoir une température uniforme.

Le moule (1) est porté à une température supérieure à la température de formage, soit généralement à environ 100°C, au-dessus de
35 la température de formage, la tôle (2) restant, elle, à la température de formage.

Pour l'alliage 8011, qui n'est pas trempant, la température de formage est 470°C tandis que la température du moule (1) est réglée vers 580°C.

5 Pour un alliage trempant ou à durcissement structural, on choisit comme température de formage la température de mise en solution de cet alliage. Ainsi, pour l'alliage 2002, la température de thermoformage est 520°C. Le moule (1), lui, est réglé à environ 620°C.

10 Le moule (1) représenté sur la figure 1 est en acier dit "indéformable à chaud". Cet acier a sensiblement pour composition :
C = 0,5 %, Si = 0,7 %, Cr = 0,8 %, W = 1,6 %.

15 Dans l'exemple représenté, la feuille (2), en alliage 8011, avance pas à pas dans le sens de la flèche F avec un pas L correspondant à l'espacement des pièces (3) et ceci à une fréquence de 10 déplacements par minute. La partie inférieure (6) du moule (1) est montée sur deux vérins (7) qui lui permettent de s'abaisser lors de l'avancement de la feuille (2) dans laquelle s'impriment les pièces (3).
20

Des résistances électriques (8) permettent de porter aussi bien la partie inférieure (6) que supérieure (9) du moule à 580°C. Lorsque la feuille (2) est arrêtée et que la partie inférieure (6) du moule est remontée, de l'air est progressivement insufflé par les orifices (10) au-dessus de la feuille (2), ceci jusqu'à une pression maximale de 0,07 MPa. Il applique la feuille d'aluminium (2) sur la surface à quatre empreintes de la partie inférieure (6) du moule en formant simultanément à chaque opération quatre pièces (3) en forme de barquette. Les dimensions de leurs ouvertures rectangulaires sont de 150 x 135 mm, leur profondeur, de 35 mm. Les côtés sont inclinés à 30°. L'épaisseur minimale du métal dans les angles, après thermoformage, est de l'ordre de 0,07 mm.
25
30

35 La durée du formage proprement dit est de l'ordre de 2 secondes. L'air, en excès en-dessous de la feuille (2), peut s'échapper li-

brement par les orifices (11). Dès que les pièces (3) sont formées, en épousant la forme du moule, l'air insufflé par les orifices (10) est évacué à l'atmosphère et la partie inférieure (6) du moule s'abaisse en permettant à la feuille (2) d'avancer de nouveau d'une longueur L. Grâce à la couche superficielle d'alumine, qui a été
5 générée sur la feuille (2) dans l'installation (4) avant chauffage, la feuille (2) et les pièces (3) n'adhèrent pas aux surfaces du moule (1) dont il n'est pas nécessaire de couper le chauffage. Grâce à la couche d'alumine, les pièces (3) ne sont pas détériorées
10 au démoulage, même sur leurs bords qui sont serrés entre les parties inférieure (6) et supérieure (9) du moule. Et cependant, les pièces (3) et leurs bords sont à une température de l'ordre de 470°C lors du démoulage tandis que le moule (1) est à une température de 580°C. La durée totale de fabrication n'excède pas 6 se-
15 condes, ceci en comprenant les temps d'avance de la feuille, de fermeture et d'ouverture du moule (1).

Des pièces minces comme celles-ci pourraient aussi bien être formées au moyen d'un vide fait sous la feuille (2) par les orifices
20 (11) que par une pression appliquée par les orifices (10) à la partie supérieure.

A la sortie du moule (1), les pièces formées (3) peuvent être refroidies rapidement, dans le cas des alliages trempants, au moyen de l'air, de l'eau ou de tout autre fluide, de façon à effectuer la trempe de l'alliage.
25

Les pièces formées (3) peuvent aussi être partiellement refroidies à une vitesse contrôlée et ainsi amenées à une température déterminée pour effectuer immédiatement une autre opération telle que le dépôt d'une matière plastique, d'un vernis ou d'un autre métal.
30

Au lieu de soumettre, avant chauffage, la feuille (2) d'aluminium à une oxydation anodique avec attaque du métal, on peut la faire passer dans une solution aqueuse de triéthanolamine à
35

100°C qui forme à la surface du métal une couche de boehmite d'épaisseur de l'ordre de 0,05 micron et pouvant atteindre, si le temps de séjour est suffisant, 0,5 micron. On obtient ainsi la même facilité de démoulage.

5

Comme on le voit, la couche d'alumine permet des fabrications par thermoformage à des cadences industrielles sans les nombreux inconvénients que présenteraient les adjuvants de démoulage.

10

On pourrait évidemment utiliser des moules et des feuilles de grande largeur permettant de former de grandes pièces ou un plus grand nombre de petites pièces en parallèle. Les cadences de fabrication peuvent alors facilement dépasser 100 pièces à la minute pour de petites pièces. Pour de grandes pièces où l'on forme une seule pièce par opération, la cadence sera limitée à environ 10 pièces à la minute.

15

Sur la figure 3, on voit un moule (1') destiné à faire des pièces (3') semblables à celles de la figure 1, mais comportant une perforation centrale (12).

20

Des poinçons (13) pénètrent par les orifices (10') de diamètre suffisant. Ils permettent de percer le fond des pièces (3') avant démoulage. Pour cela, la partie inférieure (6') du moule comporte des contre-poinçons (14) qui peuvent s'effacer lorsque les poinçons (13) descendent après thermoformage des pièces (3').

25

On peut ainsi prévoir d'autres outillages permettant de faire dans le moule (1') lui-même divers usinages tels que détournage ou tombage de bord. Cela permet d'accélérer les cadences de fabrication et réduit les investissements.

30

Grâce à la couche d'alumine, le métal poinçonné n'adhère pas à la surface des outils (13-14).

35

-1-

REVENDICATIONS

- 1°/ - Procédé de fabrication de pièces en alliages à base d'aluminium ou de magnésium, par déformation plastique d'ébauches à paroi mince, selon le procédé de thermoformage, caractérisé par le fait que, avant thermoformage, on forme à la surface de l'ébauche, par des procédés connus, une couche régulière d'oxyde artificiel, alumine ou magnésie.
- 2°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon revendication 1, caractérisé par le fait que la couche protectrice d'alumine a une épaisseur supérieure à 0,01 micron.
- 3°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la couche d'alumine a, de préférence, une épaisseur de l'ordre de 0,04 à 1,00 micron.
- 4°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le thermoformage est réalisé à une température comprise entre 0,7 Tf et 0,9 Tf, Tf étant la température absolue du fusion du métal.
- 5°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que la couche d'alumine est obtenue de façon continue, l'installation d'oxydation (électrolytique ou chimique) étant placée sur la chaîne de thermoformage en amont de la machine de thermoformage.



6°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé par le fait que l'installation de thermoformage est alimentée en feuilles préalablement oxydées dans une autre installation.

5

7°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que la couche d'alumine est obtenue par voie électrolytique, sous forme d'alumine anhydre poreuse.

10

8°/ - Procédé de fabrication de pièces en aluminium, selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caractérisé par le fait que la couche d'alumine est obtenue par voie chimique sous forme de boehmite.

15

9°/ - Procédé de fabrication de pièces aseptiques en aluminium caractérisé en ce qu'elles sont directement fabriquées par thermoformage suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8 sans qu'aucun traitement de stérilisation ne soit nécessaire.

20

10°/ - Procédé de fabrication de pièces prêtes à être revêtues de matières plastiques, de vernis, de peinture ou d'un métal, sans autre préparation de surface, caractérisé par le fait qu'elles sont fabriquées par thermoformage selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9.

25

11°/ - Procédé de fabrication de pièces industrielles, telles que des pièces de carrosserie automobile ou de revêtement de façades de bâtiments, selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, caractérisé par le fait que, sur la machine de thermoformage, sont regroupés des outillages annexes, tels que ceux pour le poinçonnage, détournage et tombage des bords, ces outillages pouvant fonctionner à chaud sans lubrifiant grâce à la couche d'oxyde, et pouvant être logés dans l'espace libre de la machine de thermoformage en face du moule.

30

35

1-3

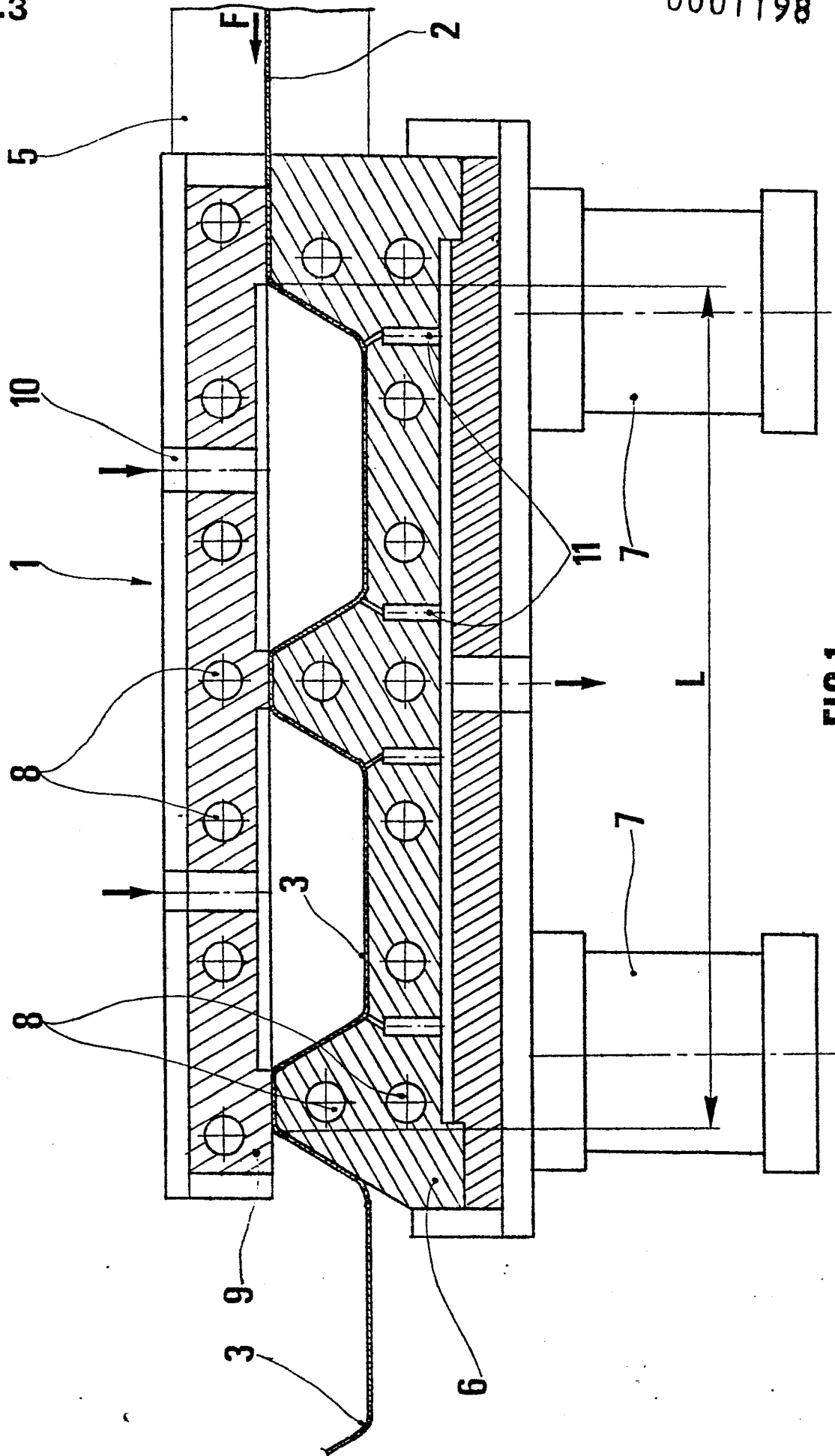


FIG. 1

3 3

0001198

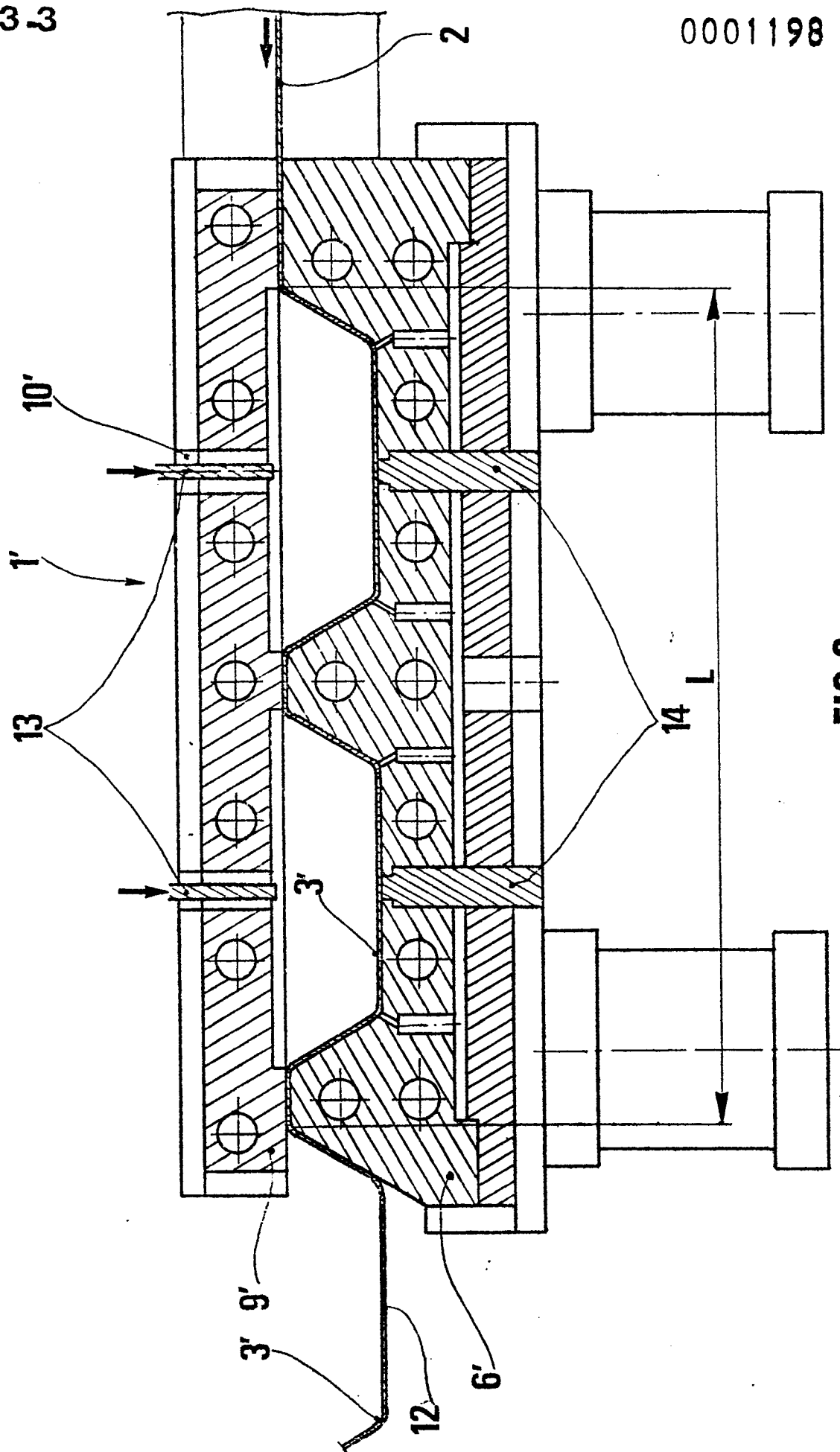


FIG. 3



Office européen
des brevets

0001198
RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 78 42 0003

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ²)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	<u>GB - A - 1 251 488</u> (PRESSED STEEL FISHER LTD) ---		B 21 D 26/02 C 25 D 11/02 C 23 F 7/06
A	<u>FR - A - 2 158 536</u> (I.S.C.ALLOYS) ---		
A	<u>FR - A - 2 187 450</u> (I.S.C.ALLOYS) ---		
A	WERKSTATT UND BETRIEB, Vol. 109, Nr. 9, September 1976, München (DE) Carl Hanser Verlag, J.A.WHITTAKER "Superplastisches Umformen von Aluminium" * Pages 513-515 * ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ²) B 21 D 22/20 B 21 D 26/02 C 25 D 11/04 C 25 D 11/02 C 25 D 11/30 C 23 F 7/06
A	MACHINES PRODUCTION, 8 Septembre 1976, Softec, Boulogne, "Formage: un alliage superplastique concurrence sérieusement les alliages légers connus" * Pages 12-14 * ---		
A	<u>FR - A - 717 014</u> (VER.ALUMINIUM WERKE) ---		CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
A	Livre de S.Wernick et al. "The surface treatment and finishing of aluminium and its alloys", édition 4, Vol. 1, 1972, Robert Draper Ltd. Teddington (GB) * Pages 34-35 *		&: membre de la même famille, document correspondant
<input checked="" type="checkbox"/> Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 06-11-1978	Examineur FISCHER