

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 19606

(54) Nouveaux moules conçus pour la fabrication d'objets en matières plastiques non polaires, expansées, à l'aide de rayonnement ultra-haute fréquence.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 29 C 1/02; B 29 D 27/00; C 08 J 7/10, 9/22.

(22) Date de dépôt 11 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 12-3-1982.

(71) Déposant : Société dite : ISOBOX SA, résidant en France.

(72) Invention de : Joël Soulier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Orès,
6, av. de Messine, 75008 Paris.

La présente invention est relative à des nouveaux moules conçus pour la fabrication d'objets en matières plastiques non polaires, expansées, à l'aide de rayonnement ultra-haute fréquence (UHF).

5 Les ondes UHF, que l'on dénomme couramment les micro-ondes et qui se situent entre environ 300 MHz et 30 GHz, sont actuellement très largement appliquées, aussi bien dans le domaine médical que dans le domaine scientifique ou industriel.

Cette énergie est instantanément disponible, elle
10 se propage dans toutes les atmosphères (sous vide, sous pression, en ambiance froide, chaude ou ventilée, etc...), elle est également d'un asservissement extrêmement aisé. Le principe en est fort simple : l'application d'un champ électrique continu à une matière électriquement suscepti-
15 ble, aligne les molécules de ladite matière parallèlement au champ comme s'il s'agissait de micro-aimants. Dans un champ électrique alternatif à très haute fréquence, les aimants-molécules ne peuvent pas suivre les lignes de champs du fait des forces d'inertie. C'est donc en heurtant ces
20 forces d'inertie que l'énergie "micro-ondes" se transforme en chaleur. Par contre, lorsque la matière traitée est électriquement neutre, les micro-ondes la traversent, comme si elle n'existait pas : on dit qu'elle est transparente. Aussi, on a essayé d'utiliser cette forme d'énergie parti-
25 culièrement économe et d'une grande sélectivité, - permettant une action spécifique sur une cible donnée - dans le domaine de la fabrication de matières plastiques expansées. Ainsi, en humectant une matière plastique non polaire (donc transparente au rayonnement UHF) sous forme de particules
30 contenant un agent de gonflement, avec un liquide polaire, et en soumettant ces particules ainsi humectées à un rayonnement UHF, on réalise d'une manière élégante et économique des matières plastiques expansées (cf. notamment les Brevets de la Demanderesse n° 76 01049 et n° 76 31899). Une telle techn
35 que constitue un progrès considérable par rapport aux techniques de transformation traditionnelles, constituant à introduire dans un

moule une certaine quantité de produits non expansés et à faire pénétrer ensuite de la vapeur d'eau sous pression, à une température suffisante pour apporter les calories nécessaires au déclenchement du processus d'expansion.

- 5 Ce procédé de moulage à l'aide de micro-ondes présente, toutefois, encore un inconvénient : les moules utilisés sont des moules classiques, faits dans une matière transparente au rayonnement UHF (ou absorbant très peu ce rayonnement), ce qui a pour conséquence une absence
- 10 d'homogénéité du chauffage et un accroissement des dépenses en énergie, dû au fait qu'il est nécessaire de réchauffer les parois du moule lors de chaque cycle de moulage. Cet inconvénient a pu être surmonté grâce à un nouveau dispositif mis au point par la Demanderesse (cf. le Brevet Français n° 77 27302), lequel dispositif comprend un moule
- 15 dont l'empreinte est réalisée en un matériau présentant des pertes diélectriques élevées, absorbant le rayonnement UHF, tandis que le corps lui-même dudit moule est réalisé en un matériau non absorbant du rayonnement UHF.
- 20 Ces procédés et dispositifs particulièrement avantageux, ne nécessitant aucun circuit capacitif, permettant l'utilisation de tensions peu élevées et assurant une grande homogénéité des matières plastiques expansées, moulées, obtenues, ont été à coup sûr à l'origine du développement très im-
- 25 portant des mousses plastiques. Toutefois, on s'est aperçu que la nécessité d'avoir des empreintes présentant des caractéristiques électriques très précises, faisait obligation d'incorporer auxdites empreintes des additifs possédant des facteurs de pertes linéaires avec la température. Ces
- 30 additifs (comme par exemple le charbon, l'oxyde de titane, le titanate de baryum, etc...) sont souvent coûteux, la préparation desdites empreintes toujours difficile, et, de plus, les caractéristiques mécaniques desdites empreintes laissent parfois à désirer. Aussi, des nouveaux moules
- 35 ont été proposés en un matériau à angle de perte faible ou nul, et dont l'empreinte est réalisée en matière poreuse.

La nature poreuse de cette empreinte fait que si ladite empreinte est transparente au rayonnement UHF à sec, elle absorbe, au contraire, le rayonnement UHF dès l'addition d'un liquide polaire, car ce liquide est absorbé par les pores de ladite empreinte (cf. en particulier le Brevet de la Demanderesse n° 78 32338 ainsi que le Brevet Français 1 508 963 de R.B. BUONAIUTO). Ces moules à empreinte poreuse sont d'une conception simple et ne nécessitent aucun additif absorbant le rayonnement UHF.

10 Toutefois, après plusieurs années de fonctionnement, on s'est aperçu du phénomène suivant : le gradient thermique dans la masse poreuse (par exemple la paroi en céramique) étant inversé par rapport à un chauffage classique, il en découle que la pression de la vapeur d'eau (ou d'une autre substance polaire) formée par la transformation de l'énergie électromagnétique en chaleur, est plus importante à 15 l'intérieur que sur la surface de ladite paroi poreuse. Il en résulte qu'au début de chauffage, alors que la vaporisation est déjà commencée à l'intérieur, les couches superficielles sont encore en phase liquide. La pression à l'intérieur de la masse poreuse étant plus forte qu'à la surface, - et comme les structures poreuses de toutes les empreintes et parois utilisées jusqu'à maintenant sont monolithiques -, 20 cette pression de la vapeur d'eau, provenant de l'intérieur de la masse poreuse, empêche la réabsorption équilibrée de l'eau se trouvant sur la surface ou condensée sur la surface de la paroi ou de l'empreinte, au contact de la mousse plastique. Autrement dit, la pression capillaire de toutes les empreintes et parois poreuses des moules utilisées 25 jusqu'ici étant plus faible que la pression de la vapeur d'eau (ou d'une autre substance polaire) provenant de l'intérieur de la masse poreuse, le recyclage et la réabsorption de l'eau (ou d'une autre substance polaire) condensée sur les surfaces des parois et au contact avec la mousse plastique, 30 se trouvent ainsi, grandement perturbés. Pour éviter cet inconvénient, on est actuellement obligé soit d'arrêter de

temps en temps le chauffage pour permettre la réabsorption convenable de l'eau condensée, soit d'introduire un chauffage supplémentaire (comme c'est le cas du Brevet Français 1 508 963) pour évaporer complètement l'eau condensée.

- 5 Dans les deux cas, il y a à déplorer l'augmentation du coût de revient du moulage, qui peut atteindre des proportions non négligeables. C'est précisément pour remédier à cet état de choses que la présente invention s'est assigné comme but de pourvoir à un nouveau moule pour la fabrication des matières plastiques expansées qui répond mieux aux
10 nécessités de la pratique que les moules à empreinte poreuse antérieurement connus (comme par exemple ceux décrits dans les Brevets Français 78 32338 et 1 508 963), notamment en ce qu'il permet une économie substantielle d'énergie et
15 en ce qu'il permet un raccourcissement considérable du cycle de fabrication.

La présente invention a pour objet un nouveau moule pour la fabrication d'objets en matières plastiques non polaires, expansées, à l'aide du rayonnement UHF, caractérisé
20 en ce qu'il contient une empreinte en matière poreuse qui n'est pas monolithique, mais, au contraire, constituée par des zones B à forces capillaires élevées et par des zones A à forces capillaires faibles pour les liquides.

Le fait de créer sur la surface de l'empreinte d'une
25 part des zones dont les forces capillaires sont grandes pour acheminer l'eau condensée sur la surface vers l'intérieur (pour remplacer celle qui s'évapore) et, d'autre part, des zones à faible capillarité pour les liquides, mais laissant s'échapper la vapeur formée à l'intérieur même de l'empreinte, permet une circulation harmonieuse eau-vapeur sans
30 interrompre le processus de moulage et ne nécessitant pas l'apport de calories supplémentaires. A la connaissance de la Demanderesse, ce fait n'a jamais encore été réalisé jusqu'à maintenant.

35 Suivant un mode de réalisation particulièrement avantageux du moule objet de la présente invention, le rap-

port de surfaces des zones A et les zones B est choisi en fonction de l'objet (épaisseur et surface) à mouler.

Un autre avantage, très important, de l'invention consiste en ce qu'on peut régler et ajuster le débit de la vapeur selon les objets, en choisissant des empreintes dont le rapport zones A/zones B soit approprié.

Suivant une modalité particulière de ce mode de réalisation, le rapport des surfaces $\frac{A}{B}$ est compris entre $\frac{10}{90}$ à $\frac{90}{10}$ et de préférence égal à $\frac{50}{50}$.

10 C'est précisément lorsque le rapport $\frac{A}{B} = \frac{50}{50}$ que l'on obtient (pour une puissance UHF constante) le meilleur taux d'humidité résiduelle dans la mousse plastique, et le plus fort taux d'émission de vapeur.

Conformément à l'invention, l'empreinte du moule
15 est revêtue d'une couche imperméable, du côté jouxtant le corps du moule.

Conformément à l'invention, l'empreinte du moule est formée d'une pluralité de modules, ou mini-empreintes juxtaposées, de tailles et de formes voulues, chacun de ces petits modules conservant le même rapport des surfaces $\frac{A}{B}$ que l'ensemble de l'empreinte.

Cette variante conforme à l'invention, est particulièrement avantageuse : les moules ainsi construits sont moins lourds et beaucoup plus résistants mécaniquement
25 (les empreintes poreuses de grande surface sont très fragiles). De plus, il est très facile de former des empreintes de dimensions et formes voulues pour tous les objets moulés désirés, par simple juxtaposition desdits modules sur le corps du moule.

30 La présente invention a également pour objet un procédé de moulage d'objets en matières plastiques expansées, caractérisé en ce que l'on prépare un moule de forme et de dimension appropriées, en choisissant un rapport convenable entre les surfaces des zones A et B de l'empreinte, selon
35 la taille et l'épaisseur des objets à mouler, en ce que l'on répartit dans l'empreinte la quantité appropriée du liqui-

de polaire , et en ce que dès l'absorption par l'empreinte poreuse dudit liquide polaire, on ferme le moule , on y introduit la matière plastique préexpansée et en ce que l'on soumet l'ensemble au rayonnement UHF.

5 Outre les dispositions qui précèdent, l'invention comprend encore d'autres dispositions, caractéristiques et avantages, qui ressortiront de la description qui va suivre.

La présente invention vise plus particulièrement
10 les moules pour la fabrication des matières plastiques expansées, conformes aux dispositions qui précèdent, ainsi que tous installations, procédés d'ensemble et chaînes de fabrication d'objets moulés en matière plastique expansible, dans lesquels sont inclus les dispositifs conformes à
15 la présente invention, et, également, les objets en mousse plastique obtenus à l'aide des moules et installations conformes à la présente invention.

L'invention pourra être mieux comprise à l'aide du complément de description qui va suivre, qui se réfère aux
20 dessins et courbes annexés représentant un moule et une empreinte conformes à l'invention et leurs caractéristiques.

Il doit être bien entendu, toutefois, que ces dessins et courbes sont donnés uniquement à titre d'illustration de l'objet de l'invention et n'en constituent en aucune
25 manière une limitation.

La figure 1 représente une coupe de l'empreinte 1 : on y distingue nettement les zones B (zone à forces capillaires élevées pour le liquide 2) et les zones A (lieux de passages préférentiels pour la vapeur 3), C étant la couche imperméabilisée de l'empreinte 1 qui jouxte le corps du moule.
30 Comme pour tous les chauffages à l'aide de micro-ondes, le gradient thermique est inversé, la formation de la vapeur prend naissance sur la ligne médiane G. Du fait de la différence de structure entre les zones A et B, la vapeur 3
35 s'échappera plus facilement, par les conduits en matériau A. Inversement, le condensat qui se trouve sur la surface de l'empreinte 1

ou au contact des perles 4 de la matière plastique, s'absorbera plus facilement à travers les zones B. Cette structure composite de l'empreinte 1 permet la réabsorption équilibrée de l'eau (ou d'un autre liquide polaire) condensée et partant, le déroulement harmonieux de l'opération de moulage.

La figure 2 représente quelques formes que peuvent prendre les modules:ronde, carrée, triangulaire. D'autres formes sont, bien entendu, possibles. Par la juxtaposition de ces modules, on peut créer une empreinte de forme et de surface voulues. Chacun de ces modules est une mini-empreinte dotée de deux zones A et B à forces capillaires différentes.

La figure 3 représente un exemple de réalisation d'un moule pour mouler des taloches à ciment 5. Le moule, dont seulement la partie femelle 6 est représentée, se compose du corps 7 formé de résine époxy contenant des fibres de silice pure,et de l'empreinte 8. Cette empreinte 8, dans cet exemple non limitatif, n'est pas réalisée d'une seule pièce, mais elle est constituée de 32 modules 9 en céramique ainsi répartis : 21 carrés, 6 triangles, 3 rectangles, 2 cercles:le tout représente une surface de 408 cm^2 . Chacun de ces modules 9 comporte les deux zones A et B dans la proportion 50/50. Ces modules 9 - comme on le voit sur la coupe 10 de la partie femelle 6 du moule - sont juxtaposés côte-à-côte sur la surface du corps du moule 7 en résine époxy contenant les fibres de silice.

Afin de mieux démontrer l'extraordinaire avantage que représente le moule conforme à l'invention, la Demanderesse a réalisé l'expérience suivante : on a construit deux moules de forme strictement identique pour la fabrication des taloches à ciment en polystyrène expansé, d'un poids total de 30 g. L'un de ces moules a été construit comme représenté sur la figure 3 conformément à l'invention, le deuxième, par contre, contenait une empreinte faite d'une seule pièce et monolithique, c'est-à-dire sans

la séparation en zones A et B.

Le tableau I ci-après compare les résultats obtenus

TABLEAU I

5		Moule conforme à l'invention	Moule monolithique
	-Poids total du moule	2,5 kg	6,5 kg
10	-Poids de la céramique nécessaire	0,960 kg	3,360 kg
	-Temps de vaporisation	35 secondes	75 secondes
	-Calories nécessaires	82 Kcal.	173 Kcal.
	-Temps de refroidissement	50 secondes	90 secondes
15	-Temps total (cycle de fabrication)	85 secondes	165 secondes

Il en résulte très clairement que pour avoir une même pièce (taloche à ciment par exemple), de même qualité, le cycle avec un moule ordinaire est pratiquement deux
20 fois plus long, et la consommation en énergie est plus que double. De plus, le moule conforme à l'invention, dont l'empreinte est composée de modules juxtaposés, est beaucoup moins lourd, plus facile à construire, nécessitant moins de céramique, mais beaucoup moins fragile et beau-
25 coup plus résistant mécaniquement que les moules ordinaires.

La figure 4 annexée représente un faisceau de courbes donnant la relation entre l'épaisseur de l'empreinte et l'épaisseur de l'objet moulé pour plusieurs qualités de céramique : (en abscisse l'épaisseur de l'empreinte poreuse
30 en cm, en ordonnée -courbe logarithmique -l'épaisseur en cm de l'objet moulé)

céramique monolithique (courbe a)

céramique conforme à l'invention avec le rapport $\frac{\text{zone A}}{\text{zone B}} = \frac{10}{90}$ (courbe b)

35 céramique conforme à l'invention avec le rapport $\frac{\text{zone A}}{\text{zone B}} = \frac{80}{20}$ (courbe c)

céramique conforme à l'invention avec le rapport $\frac{\text{zone A}}{\text{zone B}} = \frac{50}{50}$ (courbe d)

C'est - comme on le voit sur cette figure 4 - pour le rapport $\frac{\text{ZONE A}}{\text{ZONE B}} = \frac{50}{50}$ que la relation $\frac{\text{épaisseur de l'empreinte}}{\text{épaisseur de l'objet moulé}}$ est la plus favorable.

Ceci ressort également du tableau II ci-après qui
5 donne la relation entre la qualité de l'empreinte et la quantité de vapeur émise (à puissance UHF constante).

TABLEAU II

10	Céramique	quantité de vapeur émise (par g) par cm^2 d'empreinte
	Monolithique	0,05
15	conforme à l'invention avec le rapport $\frac{A}{B} = \frac{10}{90}$	0,07
	conforme à l'invention avec le rapport $\frac{A}{B} = \frac{80}{20}$	0,09
20	conforme à l'invention avec le rapport $\frac{A}{B} = \frac{25}{75}$	0,13
25	conforme à l'invention avec le rapport $\frac{A}{B} = \frac{50}{50}$	0,17

L'empreinte conforme à l'invention émet trois fois plus de vapeur que l'empreinte courante, monolithique, en particulier lorsque le rapport $\frac{\text{zone A}}{\text{zone B}} = \frac{50}{50}$ (toutes choses
30 égales par ailleurs).

Ainsi que cela ressort de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de mise en oeuvre, de réalisation et d'application qui viennent d'être décrits de façon plus explicite ; elle en embrasse, au contraire,
35 toutes les variantes qui peuvent venir à l'esprit du technicien en la matière, sans s'écarter du cadre, ni de la portée de la présente invention.

REVENDICATIONS

1°) Nouveau moule pour la fabrication d'objets en matières plastiques non polaires, expansées, à l'aide du rayonnement UHF, caractérisé en ce qu'il contient une empreinte(1) en matière poreuse qui n'est pas monolithique, mais, au contraire, constituée par des zones B à forces capillaires élevées et par des zones A à forces capillaires faibles pour les liquides.

2°) Moule selon la Revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de surfaces des zones A et des zones B, est choisi en fonction de l'objet (épaisseur et surface) à mouler.

3°) Moule selon les Revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le rapport des surfaces $\frac{A}{B}$ est compris entre $\frac{10}{90}$ à $\frac{90}{10}$ et de préférence égal à $\frac{50}{50}$.

4°) Moule selon l'une quelconque des Revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'empreinte (1) du moule est revêtue d'une couche imperméable du côté jouxtant le corps du moule:

5°) Moule selon l'une quelconque des Revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'empreinte (1) du moule est formée d'une pluralité de modules (9), ou mini-empreintes, juxtaposés, de tailles et de formes voulues, chacun de ces petits modules conservant le même rapport des surfaces $\frac{A}{B}$ que l'ensemble de l'empreinte.

6°) Procédé de moulage de matières plastiques à l'aide du moule selon l'une quelconque des Revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on prépare un moule de forme et de dimension appropriées, en choisissant un rapport convenable entre les surfaces des zones A et B de l'empreinte, selon la taille et l'épaisseur des objets à mouler, en ce que l'on répartit dans l'empreinte la quantité appropriée du liquide polaire, et en ce que dès l'absorption par l'empreinte poreuse dudit liquide polaire, on ferme le moule, on y introduit la matière plastique préexpansée et en ce que l'on soumet l'ensemble au rayonnement UHF.

7°) Objets en matières plastiques expansées obtenus :
l'aide de moules selon l'une quelconque des Revendications
1 à 5, et en mettant en oeuvre le procédé selon la Revendi-
cation 6.

1 / 2

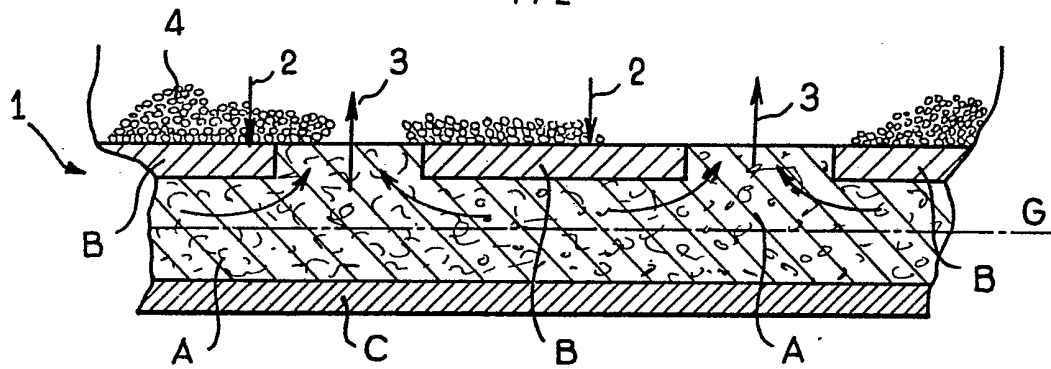


FIG. 1

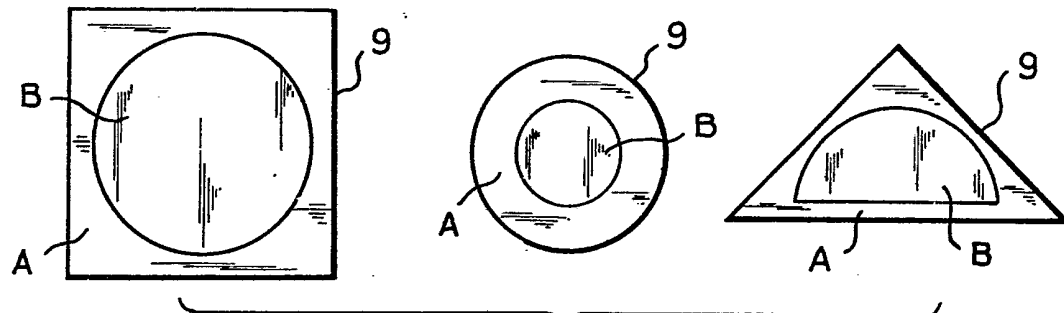


FIG. 2

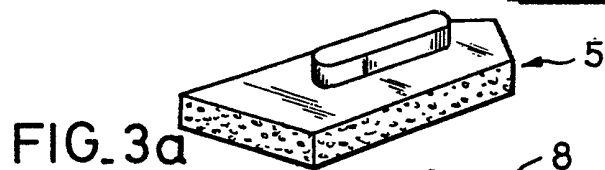


FIG. 3a

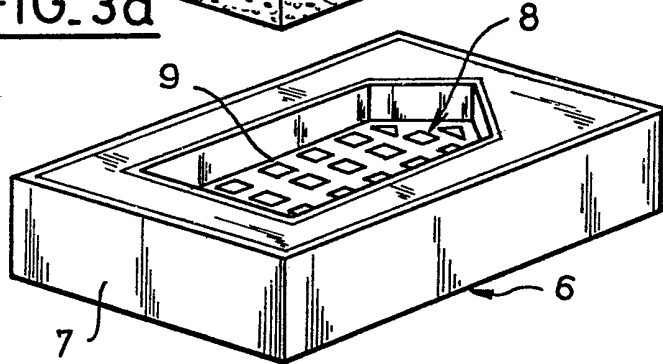


FIG. 3b

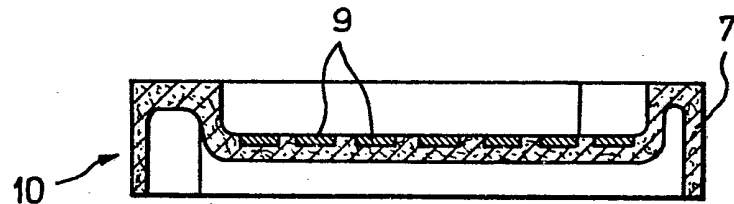


FIG. 3c

FIG. 4