

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑴

N° 80 10405

⑸ Procédé pour fabriquer des objets en résine en utilisant des moules en plâtre, et produits ainsi fabriqués.

⑹ Classification internationale (Int. Cl. 3). B 29 F 1/00; A 61 C 13/00; B 29 C 1/02; B 29 F 1/06.

⑹ Date de dépôt 9 mai 1980.

⑸ ⑸ ⑸ Priorité revendiquée : Japon, 25 juin 1979, n° 54-79945.

⑸ Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 3 du 16-1-1981.

⑸ Déposant : KOGURE Yamato, résidant au Japon.

⑸ Invention de : Yamato Kogure.

⑸ Titulaire : *Idem* ⑸

⑸ Mandataire : Cabinet Pierre Loyer,
18, rue de Mogador, 75009 Paris.

La présente invention concerne un procédé pour fabriquer en utilisant des moules en plâtre, des objets en résine, tels que des prothèses dentaires ou des prototypes industriels ; elle concerne également les produits ainsi
5 obtenus.

Jusqu'ici, le chargement de la résine dans le processus de fabrication de prothèses dentaires incorporant des dents artificielles était effectué manuellement. Cependant, dans cette opération manuelle, la stabilité dimensionnelle
10 du produit obtenu était mauvaise du fait de l'hétérogénéité de la polymérisation sous pression, et la préparation d'un objet de dimensions précises était ainsi impossible. Pour remplacer cette opération manuelle, on a imaginé un procédé de moulage de résine dans le domaine des moules en plâtre,
15 dans lequel la machine de moulage pouvait coopérer avec le moule en plâtre. Cependant, la machine de moulage pour des moules en plâtre et celle pour des moules métalliques sont fondamentalement différentes l'une de l'autre en ce qui concerne les conditions d'injection. En outre, ce type de machines de moulage soulève les problèmes suivants. En général,
20 dans ces machines de moulage, le moulage par injection est un procédé dans lequel la matière plastique est amenée par une vis dans un cylindre chauffé et est plastifié par un chauffage extérieur et par la chaleur interne dégagée par le frottement provoqué par la rotation de la vis. La matière
25 fondue ainsi obtenue est introduite et chargée par énergie mécanique dans le moule métallique, mise sous pression et refroidie pour obtenir un objet moulé de la qualité recherchée. Ainsi, une énergie mécanique extérieure transforme la matière plastique de l'état solide à l'état liquide, cette
30 matière est chargée dans le moule par énergie cinétique extérieure et passe à nouveau à l'état solide par absorption de l'énergie par le moule. Ainsi, le processus et la qualité de l'objet terminés sont considérablement influencés par les conditions extérieures du moulage. En effet, les produits
35 moulés peuvent avoir les défauts suivants dus à des conditions de moulage incorrectes : quantité de plastique injectée trop faible, éclaboussures, marques d'écoulement,

projections, lignes de soudure, combustion des gaz, bulles d'air, marbrures, marques froides, déformations, gauchissement cavités, non conformité aux standards, écarts de durée d'injection standard et écarts de durée de formation des barres.

5 D'autre part, d'autres conditions de moulage peuvent intervenir telles que température de chauffage du cylindre pour plastifier la matière, vitesse de rotation de la vis, quantité de matière à emmagasiner dans le cylindre d'injection pour injecter dans le moule, course de dosage, contre-pression
10 de la vis, pression d'injection pour charger et mettre sous pression dans le moule, vitesse d'injection, durée d'injection, température de refroidissement pour l'absorption de l'énergie thermique et durée du refroidissement. Ces conditions sont critiques et indispensables dans la production d'objets moulés.
15 Par exemple, si la température du cylindre est trop élevée, les caractéristiques de la matière plastique sont détériorées. Si la course de dosage est excessive, la résine reste dans le cylindre trop longtemps et il en résulte que la matière est détériorée ; si l'énergie d'injection est trop importante,
20 la résine peut suinter par la ligne de partition du moule, provoquant ainsi des déformations ; si l'énergie d'injection est trop faible, le brillant propre à la résine est perdu, ce qui provoque parfois des marques froides ; en outre, si la durée de refroidissement est courte, la forme du produit
25 moulé peut être instable et ce dernier peut être déformé. Ainsi, ces opérations exigent des techniciens expérimentés c'est-à-dire capables de contrôler visuellement les produits moulés. Les conditions de moulage réagissent l'une sur l'autre et on ne peut pas mettre au point les produits
30 moulés, si l'on ne connaît pas la manière dont les propriétés de la matière plastique sont modifiées dans des conditions données pendant tout le processus, et ce qui arrive dans le moule. Comme les conditions de moulage ne sont pas constantes, mais peuvent varier plus ou moins à tout moment, on ne peut
35 maintenir aisément constante la qualité du produit à chaque injection. En effet, les propriétés de cette matière plastique peuvent être modifiées par des variations de la pression hydraulique, la température de l'huile, la température du moule

et la température de chauffage. La machine de moulage doit rester stable quelles que soient ces variations. Les fluctuations ou les différences dans la qualité du produit, en l'absence de ces variations, peuvent être attribuées, parmi d'autres facteurs de plastification, à des dégagements d'air de la résine, à la pureté de la matière, au mélangeage des objets régénérés, au mélangeage de la composition et à la viscosité des objets régénérés. L'expérience a confirmé que ces facteurs provoquaient la plus grande partie des fluctuations constatées dans les produits et ces facteurs sont extrêmement difficiles à contrôler effectivement eu égard à la qualité.

Le moulage par injection optimal doit être conduit de telle sorte qu'on charge dans le moule une quantité optimale de résine fondue plastifiée de façon homogène, avec une énergie d'injection appropriée au moule, qu'on maintienne de façon précise cette énergie d'injection jusqu'à fermeture du canal d'injection et/ou d'une porte, et que le produit soit refroidi pendant une durée appropriée à une température de refroidissement appropriée. Le problème est donc de contrôler ces facteurs. Les fonctions d'état pour la matière plastique comportent trois paramètres, à savoir : pression de la résine, quantité de résine, et température de la résine. On a proposé d'installer un appareil de mesure dans le moule pour mesurer la température de la résine et renvoyer cette mesure aux moyens de chauffage montés à l'entrée à la porte. Cependant, cette commande présente de grandes difficultés du point de vue de la réponse lorsque la vitesse d'injection de la résine est élevée, la durée d'injection correspondante pouvant être inférieure à une seconde. On peut rendre constante la quantité de la résine en maintenant constante la fermeture du moule. Une augmentation de la quantité chargée jusqu'au remplissage de la cavité par la résine peut être détectée indirectement par l'augmentation de pression dans la résine. Ainsi, la base de la commande est la pression de la résine. En d'autres termes, comme on le voit sur la figure 8 qui montre la relation entre la pression à l'intérieur du moule et le temps, des défauts tels que marques de coulée, projections, lignes de soudure, combustion des gaz, bulles, marbrures

marques froides, déformations et gauchissement surviennent lors du chargement (zone A sur le graphique) ; des défauts tels qu'éclaboussures ou déformations surviennent immédiatement avant la fin du chargement (zone B) ; des défauts tels que des injections trop courtes, éclaboussures, gauchissement, cavités, non conformité aux standards et écarts de durée d'injection standard surviennent pendant le maintien de la pression (zone C) et des défauts tels que gauchissement ou grenaille surviennent lors du refroidissement (zone D). Ainsi, la plus grande partie des défauts apparaît lors du chargement. En conséquence, la condition fondamentale pour mouler la résine est la pression de résine. De ce fait, on a souhaité proposer un procédé pour mouler la résine dans des conditions optimales, en utilisant un moule en plâtre dans lequel la relation entre la vitesse d'injection, la pression à l'intérieur du moule et la pression de maintien d'une part, et le diamètre et la longueur du canal d'injection ainsi que les diamètres et longueurs des mises à l'air libre, d'autre part, est bien déterminée, et dans lequel on utilise les mesures techniques correspondantes pour fabriquer des objets en résine ayant des caractéristiques physiques et la stabilité dimensionnelle recherchées.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour le moulage de la résine. Comme la résine est mise sous pression et chargée brusquement ou à grande vitesse par un orifice d'injection dans un moule, l'air à l'intérieur du moule est comprimé et la pression à l'intérieur de ce moule devient momentanément élevée, entraînant ainsi à l'intérieur du moule une résistance élevée. Ce brutal accroissement momentané de pression dans le moule diminue la vitesse de la résine à charger dans le moule à une vitesse élevée correspondant à une durée d'injection inférieure à 1 seconde, ce qui provoque le refroidissement de la résine. Cependant, dans le moule d'injection comme le temps pendant lequel la résine est refroidie est inversement proportionnel à la distance parcourue par la résine et à l'épaisseur du produit recherché, l'opération de chargement doit être terminée avant que la résine soit refroidie et durcie. L'application d'une

pression excessive au moule sans tenir compte de ce qui précède, conduit à une pression résiduelle accrue dans le moule et réduit les caractéristiques physiques et la stabilité de la résine. En outre, le moulage devient impossible si le produit présente à la fois des portions épaisses et des portions minces. C'est en conséquence un premier but de l'invention de procurer un procédé et un dispositif dans lequel on peut obtenir la meilleure corrélation entre la vitesse et la pression d'injection et le diamètre de la mise à l'air libre.

C'est un deuxième but de l'invention de procurer un procédé et un dispositif tenant compte du fait que, tandis qu'on peut éviter par une mise à l'air libre appropriée une brutale augmentation de pression dans le moule telle qu'on la rencontre lors du moulage par injection, cet échappement d'air est arrêté par la résine durcie juste après, et la résine jusqu'alors chargée dans le moule commence à durcir et à être soumise au retrait. Ainsi, on doit bien étudier la corrélation entre la mise à l'air libre et le canal d'injection et la pression de maintien du moule.

En outre, si le produit moulé a une épaisseur considérable, on ne peut pas maintenir la stabilité dimensionnelle sauf si on applique immédiatement la pression de maintien, du fait que la résine une fois chargée dans le moule est soumise à refroidissement et à retrait. Le problème est alors de régler ces conditions et de tenir compte du fait que, tandis qu'on peut compenser la diminution de pression due au retrait par addition de résine, il n'existe pas de moyens pour charger la résine si le canal d'injection est obturé complètement par durcissement de la résine avant que l'objet moulé soit arrivé à un état complètement stable. De ce fait, c'est un troisième but de l'invention de procurer un procédé et un dispositif résolvant ce problème par mise au point de la corrélation entre l'épaisseur du produit et le diamètre et la longueur du canal d'injection.

C'est un quatrième but de l'invention de procurer un procédé et un dispositif pour obtenir les caractéristiques physiques et la stabilité recherchées dans le cas où le produit moulé présente à la fois des portions épaisses et des

portions minces. Il ne suffit pas de considérer le retrait provoqué lors du moulage, et le chargement dans le moule doit être terminé avant durcissement de la résine. Dans ce but, l'injection et le chargement doivent s'effectuer en un temps
5 très court, avec une vitesse d'injection élevée. Cependant, si l'air dans la portion épaisse est comprimé et reste dans la portion mince, la résistance de l'air provoquée par cette portion mince augmente, et retarde l'écoulement de la résine pendant le chargement, ce qui la refroidit et réduit l'effet de
10 chargement par injection. Ainsi, l'objet produit risque d'être plus court, mais on ne peut atteindre les caractéristiques physiques et la précision recherchées. D'autre part, l'augmentation de la vitesse et de la pression d'injection conduit à une qualité instable et à la destruction du moule en plâtre.
15 Dans ce cas, le problème à résoudre est que la corrélation entre l'orifice de mise à l'air libre et le diamètre et la longueur du canal d'injection soit prise en considération, de façon à pouvoir durcir la résine et obturer l'orifice de mise à l'air libre, compte tenu des dimensions et des tolérances
20 de cet orifice, afin d'ajouter la résine, de la stabiliser et de l'empêcher de se contracter et de se rétreindre tout en assurant l'évacuation de l'air contenu à l'intérieur du moule.

C'est un cinquième but de la présente invention de procurer une cavité de moule en plâtre telle que la forme
25 du modèle en cire à incorporer dans le moule de plâtre soit maintenue de façon fiable.

La présente invention permet d'atteindre ces buts: le modèle en cire, le canal d'injection, la porte et l'orifice de mise à l'air libre sont montés de la manière appropriée dans un moule ; on injecte ensuite le plâtre dans le
30 moule ; on enlève par démoussage sous vide, les bulles d'air du plâtre ; on chauffe ensuite le moule pour éliminer le modèle en cire ; et on injecte la résine par une machine à mouler après lavage. A ce moment de l'injection, l'air à
35 l'intérieur du moule s'évacue par un orifice de mise à l'air libre ayant un diamètre déterminé par le calcul en considérant la corrélation entre les diamètres et les longueurs du canal d'injection et de la porte, et la pression à l'intérieur

du moule lors du chargement de la résine dans le moule en plâtre. Au même moment, on mesure la pression de résine par un appareil de mesure approprié monté dans le canal d'injection jusqu'à ce que la résine remplisse la partie terminale de la cavité, soit refroidie, et soit solidifiée. En 5 outre, on détermine une pression nominale à l'intérieur de la plage autorisée de pressions dans le moule, en évitant les pressions insuffisantes ou les surpressions. Un dispositif de commande est utilisé pour commander le système hydraulique de la machine à mouler de façon à maintenir cette 10 pression nominale jusqu'à fermeture de la porte du moule.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée, donnée ci-après à titre d'exemple seulement, de plusieurs réalisations en liaison avec le des- 15 sin joint sur lequel :

La figure 1 est une coupe longitudinale d'un moule selon l'invention pour montrer le moulage d'un produit ayant une épaisseur uniforme ;

La figure 2 est une coupe longitudinale d'un moule, 20 montrant le moulage d'un produit monobloc ayant une portion épaisse A et une portion mince B ;

Les figures 3 à 5 sont des vues en perspective de produits moulés ;

La figure 6 est une coupe en plan montrant l'inté- 25 rieur des châssis équipés de moyens de refroidissement et de chauffage ;

La figure 7 est une coupe longitudinale d'un autre moule selon la présente invention, montrant le moulage d'une prothèse dentaire ayant une mince surface palatale ;

La figure 8 est une courbe caractéristique de la 30 pression intérieure d'un moule en fonction du temps, dans la technique antérieure ;

La figure 9 est une courbe caractéristique d'une pression nominale à régler à l'intérieur d'un moule ;

La figure 10 est une courbe caractéristique idéale 35 de la pression à régler à l'intérieur d'un moule selon la présente invention ;

La figure 11 est une autre courbe caractéristique

de la pression à l'intérieur d'un moule selon une autre réalisation de la présente invention.

5 La figure 1 montre la structure d'une machine de moulage selon la présente invention, dans laquelle un objet en résine à mouler dans une cavité de moule 1 a une épaisseur sensiblement constante.

10 Un modèle en cire 7 est logé de manière connue à l'intérieur d'un châssis inférieur 2 et d'un châssis supérieur 3, et il est prévu un canal d'injection 4 et une mise à l'air libre 5 qui s'étendent dans des directions opposées à partir des surfaces de jonction des châssis supérieur 3 et inférieur 2.

15 Du plâtre 6 est injecté dans les châssis hermétiquement fermés et les bulles d'air sont enlevées du plâtre par démoussage sous vide. Après durcissement du plâtre, on élimine la cire par chauffage de façon à obtenir un moule en plâtre 6. On monte une sonde de mesure 9 au voisinage de l'ouverture d'injection 8 du canal d'injection 4, cette sonde étant celle d'un dispositif de mesure et de réglage de la pression interne (non représenté). Une buse d'injection d'une machine à mouler (représentée de façon schématique), ayant des caractéristiques d'injection à très grande vitesse (durée d'injection à vitesse maximale 0,1 seconde) est appliquée à l'ouverture 8 pour injecter sous 20 pression une résine extrêmement dure dans le moule en plâtre 7 à une vitesse d'injection correspondant à une durée de 0,01 à 10 sec. et à une pression d'injection comprise entre 30 et 1200 kg/cm². A ce moment, l'air contenu dans le moule 7 est comprimé, d'où il résulte une augmentation momentanée de la pression interne et une élévation 30 de la résistance dans le moule. Cette pression s'évacue sans à coups par la mise à l'air libre 5 de façon à empêcher une brutale augmentation de la pression interne. Après élimination complète de la pression à l'intérieur du moule, l'orifice de mise à l'air libre 5 est fermé hermétiquement. Les 35 valeurs numériques correspondant à une corrélation optimale doivent être stockées dans la mémoire d'un calculateur, avec l'épaisseur du produit moulé et d'autres paramètres pris en

compte, en restant à l'intérieur des limites suivantes : diamètre de 0,1 à 5 mm pour la mise à l'air libre 5, et de 0,5 à 20 mm pour le conduit 4. Du fait que l'on peut éviter une brutale augmentation de la pression à l'intérieur du moule en évacuant l'air par la mise à l'air libre 5, cette dernière peut être fermée juste après par la résine durcie, et le retrait au durcissement de la résine injectée débute après la fin de l'injection. En conséquence, on doit appliquer immédiatement une pression de maintien pendant une durée de 0,5 à 60 secondes pour compenser ce retrait. A ce moment, l'orifice de mise à l'air libre 5 doit être obturé complètement.

Dans la réalisation de la figure 1, dans laquelle le produit moulé a une épaisseur uniforme, l'opération de moulage ne soulève pas de difficultés considérables. Cependant, dans le cas où l'épaisseur du produit moulé est plus importante, plus la température à laquelle est chauffée la résine est élevée plus important est le retrait subi par le produit lorsque ce dernier est maintenu et refroidi dans le moule. Pour s'opposer à ce retrait, on installe dans le canal d'injection 4 la sonde 9 d'un dispositif de mesure et de réglage de la pression interne et on mémorise par avance dans le calculateur la pression de destruction du moule en plâtre de façon à pouvoir introduire dans le moule une quantité appropriée de résine pour compenser le retrait de la résine en fonction de la diminution de la pression interne. On doit noter que, si la résine s'est complètement solidifiée dans le canal d'injection 4 avant que la résine injectée n'ait été moulée de façon complète et stable, la fonction de réglage de la sonde 9 est annihilée. Compte tenu de ceci, la corrélation optimale entre le diamètre et la longueur du canal 4 et l'épaisseur du produit moulé est stockée dans la mémoire du calculateur de façon que ce dernier donne les instructions optimales pour empêcher la solidification à l'intérieur du canal 4.

La figure 2 montre une réalisation de l'invention dans laquelle l'épaisseur du produit moulé n'est pas uniforme et dans laquelle on a à mouler simultanément une portion épaisse A et une portion mince B.

Dans ce cas, il ne sert à rien de prendre

seulement en considération le retrait au moulage, et la résine ne doit pas durcir avant qu'elle n'ait été complètement injectée dans le moule. Ainsi, la vitesse d'injection doit être plus élevée que celle utilisée dans la réalisation de la figure 1. Tout d'abord, si l'air dans la portion épaisse A est comprimé et reste dans la portion mince B, la pression d'air dans celle-ci devient importante et retarde l'écoulement de la résine lors de l'injection, d'où il résulte que la résine injectée se refroidit, que l'effet d'injection est plus faible et que les caractéristiques physiques du produit moulé sont moins bonnes. Une augmentation de la pression d'injection et de ce fait de la vitesse d'injection peut surmonter la résistance dans le moule. Cependant, le plâtre peut être détruit. La mise à l'air libre 5 est essentielle pour éviter cette augmentation de pression dans le moule. En outre, son diamètre et sa longueur doivent être tels qu'elle soit obturée par la résine injectée elle-même après réalisation de l'effet précité.

Les diamètres du canal d'injection 4 et de la mise à l'air libre 5 diffèrent en fonction de la dimension des produits à mouler ; mais, afin de compenser la pression d'évacuation et de conserver les caractéristiques appropriées de la matière en ajoutant de la résine pour compenser le retrait, il est nécessaire d'obtenir une bonne corrélation entre le canal 4 et la mise à l'air libre 5, qui permette à la résine pouvant obturer la mise à l'air libre de durcir et d'empêcher ainsi la pression secondaire de tomber.

On peut obtenir les caractéristiques physiques et la précision dimensionnelle requises avec un produit ayant à la fois des portions minces et épaisses en introduisant par avance, dans un dispositif de réglage, des valeurs numériques indicatives de cette corrélation et en recevant de ce dernier les instructions permettant d'obtenir un moulage optimal pour le moulage particulier considéré.

Dans le moulage par injection, non seulement d'objets industriels, mais également de prothèses dentaires, dans lequel on n'a à produire que peu de produits et où le moulage par injection se fait dans un moule en plâtre fixé

par les châssis, la pression intérieure dans le moule est mesurée et réglée par la sonde 9 pour garantir les caractéristiques physiques et la précision dimensionnelle du produit moulé. La sonde 9 est reliée directement au canal d'injection

5 4. Par de tels moyens, on peut mouler d'une seule pièce et simultanément un produit ayant une portion mince B d'une épaisseur de 0,5 mm et une portion épaisse A ayant une épaisseur de 20 mm, que l'on devrait autrement mouler séparément et relier l'une à l'autre après moulage, comme le montre la

10 figure 4, grâce à un moulage par injection à très grande vitesse et sans risque de destruction du moule en plâtre. La pression à l'intérieur de la machine à mouler est réglée de la manière suivante. Un transducteur de pression ou un

15 dispositif de mesure de pression destiné à mesurer la pression de la résine est monté au voisinage du canal d'injection d'un moule ou d'une porte de cavité au voisinage de ce canal 4, comme décrit précédemment. On mesure la pression de la résine à l'aide d'un oscillographe ou de tout autre enregistreur (non représenté), depuis le moment où la résine

20 fondue est injectée dans le moule à partir de la buse de la machine à mouler, jusqu'à ce que la résine ait complètement rempli la cavité 1 et se soit solidifiée par refroidissement. Ainsi, on trouve une pression nominale déterminée (c), cette pression étant comprise à l'intérieur d'une plage admissible

25 comprise entre des limites supérieure (a) et inférieure (b), évitant ainsi une charge insuffisante ou une surcharge, comme il est indiqué sur la figure 9. Ensuite, on règle le système hydraulique de la machine à mouler jusqu'à obtenir la fermeture du canal d'injection 4 de telle sorte que la pression

30 dans le moule puisse être comprise dans cette plage de pressions au moyen d'un dispositif de commande.

On doit noter que, dans la réalisation ci-dessus, on peut monter un système de pression hydraulique variable, par exemple une vanne asservie ou une électrovanne proportion-

35 nelle, dans les moyens d'injection pour constituer une boucle fermée adaptée pour renvoyer la pression de la résine dans le moule de façon à pouvoir régler à chaque course d'injection la pression interne dans le moule, grâce au dispositif

de commande, jusqu'à ce que le canal 4 ait été fermé de telle manière que la pression intérieure dans le moule se trouve à l'intérieur de la plage des pressions nominales, indiquée sur la figure 10.

5 En variante, le dispositif de pression hydraulique variable est appliqué dans la réalisation ci-dessus, aux moyens d'injection de la machine à mouler ; comme on le voit sur la figure 11, la vitesse d'injection est commandée selon un programme donné en fonction de la configuration réelle du moule pendant la durée de l'augmentation de pression de chaque section des composants de la pression nominale ; cette 10 pression nominale est maintenue jusqu'à fermeture de la mise à l'air libre, avec le programme en service jusqu'à ce qu'il soit annulé, lorsque la pression nominale P_s est 15 atteinte.

Selon la présente invention, dans un moulage de résine avec le moule en plâtre 7, la résine est injectée à grande vitesse par un canal de 0,5 à 20 mm de diamètre avec une durée de maintien de pression de 0,05 à 60 secondes et en 20 utilisant des durées d'injection de 0,01 à 10 secondes et des pressions d'injection de 30 à 1200 kg/cm².

La pression dans le moule ayant tendance à croître brutalement est réduite grâce à une mise à l'air libre 5, dont le diamètre est de 0,1 à 5 mm. Après remplissage du moule 25 7 par la résine, la mise à l'air libre 5 est obturée par la résine refroidie, et une certaine quantité de résine est introduite de façon à compenser le retrait du produit moulé. Après remplissage, le canal d'injection 4 est refroidi et la résine qui s'y trouve durcit. La sonde 9 du dispositif 30 de réglage reliée directement au canal 4 mesure la pression interne pour commander cette séquence d'opérations. Ainsi, on peut établir la corrélation optimale entre le canal d'injection 4 et la mise à l'air libre 5 pour obtenir la précision dimensionnelle et les caractéristiques recherchées 35 pour le produit moulé, dans les conditions optimales tout en réglant la pression à l'intérieur du moule en plâtre, ce qui permet d'obtenir l'effet précité.

Cependant, lorsqu'est venu le moment pour que la

résine durcisse à l'intérieur du canal d'injection 4, la portion épaisse du moule rempli continue à se refroidir et à se rétreindre, car cette portion est trop épaisse et de ce fait, on ne peut pas obtenir les caractéristiques et la
5 précision recherchées. Ainsi, comme on le voit sur la figure 6, un tuyau de refroidissement 10 est incorporé par avance à la périphérie de la portion épaisse, tandis qu'un tuyau de chauffage 11 est incorporé là où il est nécessaire de chauffer, de façon à améliorer les caractéristiques
10 physiques et la précision totale du produit moulé.

En outre, lors de la fabrication du moule en plâtre, le mélangeage du plâtre à l'eau et l'agitation du mélange résultant sont effectués de manière connue, et lors de l'incorporation des tubes précités, l'injection du plâtre s'ef-
15 fectue sous vide avant que ne commence la réaction de plastification, et en même temps on fait vibrer le tout, ce qui conduit à une surface intérieure lisse du moule en plâtre, ce qui améliore la précision du produit moulé.

La figure 7 est une vue en coupe transversale du
20 moule appliqué à une prothèse dentaire (telle que des dents artificielles) à laquelle s'applique le procédé de moulage selon la présente invention. Sur la figure, à moins que l'épaisseur de la portion de l'objet moulé correspondant à la surface palatale supérieure 12 soit inférieure à 0,5 mm,
25 il est normal, compte tenu de la physiologie humaine, que l'action physiologique de rejet d'une substance étrangère pénétrant dans la bouche ait toujours lieu de façon à défendre le corps par rejet de la substance étrangère hors du corps. En conséquence, cette portion doit être très mince. A cet
30 égard, les prothèses dentaires jusqu'ici obtenues par la méthode conventionnelle étaient souvent brisées dans la portion mince du fait que cette dernière ne résistait pas suffisamment à la pression de mastication et ainsi, on ne pouvait réaliser des prothèses dentaires ayant une résistance suffi-
35 sante dans la portion mince. Récemment, on a développé à cet égard une résine ayant des caractéristiques satisfaisantes. Cependant, cette résine doit être chauffée entre 200 et 400°C voire plus, et sa fluidité est mauvaise pendant le chargement.

En conséquence, afin de compenser les défauts de cette résine, on ne peut atteindre les caractéristiques physiques et la précision dimensionnelle recherchées si le chargement ne s'effectue pas à une vitesse correspondant à une durée
5 d'injection d'environ 0,1 seconde. En outre, le produit obtenu selon la technique conventionnelle absorbe l'eau et à son tour il est flexible de sorte que la précision n'est pas bonne. Dans le procédé de moulage par injection conventionnelle, il n'est pas possible de fabriquer des prothèses dentaires ayant des parties minces physiologiquement idéales
10 inférieures à 0,5 mm, comme on le voit sur la figure 7 ; dans ce procédé, on injectait dans le moule en plâtre des résines existantes telles que des résines polycarbonates, polyallylates, ou polysulfoniques, et ces résines étaient moulées, en
15 vue d'améliorer la qualité du produit ainsi que du point de vue physiologique. Le moulage par injection de prothèses dentaires idéales selon la présente invention a été rendu possible par le dispositif de moulage par injection à très grande vitesse d'injection, qui comprend la sonde 9 de
20 moyens pour mesurer et régler la pression intérieure du moule et les moyens de refroidissement et de chauffage du moule en plâtre pouvant être mis en oeuvre en fonction de la corrélation entre les paramètres du canal d'injection 4 et de la mise à l'air libre 5. En outre, on peut obtenir grâce à la présente
25 invention des caractéristiques stables de la matière à l'intérieur du moule en plâtre, et la précision des produit moulés.

RE V E N D I C A T I O N S

1.- Procédé pour mouler par injection de la résine en utilisant un moule en plâtre, caractérisé en ce qu'il comporte les stades suivants : on ménage une mise à l'air libre dans le moule en plâtre, on mesure la pression de la résine injectée dans le moule en plâtre grâce à des moyens de mesure de pression, et on règle les paramètres d'injection tels que la vitesse d'injection de la résine à injecter par une machine à mouler, en fonction de la pression mesurée de façon à modifier la pression intérieure dans le moule en plâtre dans une plage optimale prédéterminée stockée dans une mémoire d'un calculateur, et en dessous du point de destruction du produit à mouler.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse d'injection est déterminée par la corrélation entre le diamètre d'un canal d'injection et le diamètre et la longueur de la mise à l'air libre.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plage optimale ^{de pression} pour le moule à injection est contrôlée dans les conditions suivantes :

- 20 - vitesse d'injection correspondant à une durée de 0,01 à 10 secondes,
- pression à l'intérieur du moule : 30 à 1200 kg/cm²,
- durée de maintien de la pression : 0,05 à 60 secondes,
- diamètre du canal d'injection : 0,5 à 20 mm,
- 25 - diamètre de la mise à l'air libre : 0,1 à 5 mm,
- longueur de la mise à l'air libre : 30 mm.

4.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un modèle en cire est noyé dans le moule en plâtre par démoussage sous vide.

30 5.- Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'on prévoit des tuyaux de refroidissement dans la circonférence de la portion épaisse, ou des portions épaisses du moule.

35 6.- Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'on prévoit des tuyaux de chauffage dans la ou les portions à chauffer de façon à produire un effet de chauffage sur le moule.

7.- Produit moulé fabriqué par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

FIG. 1

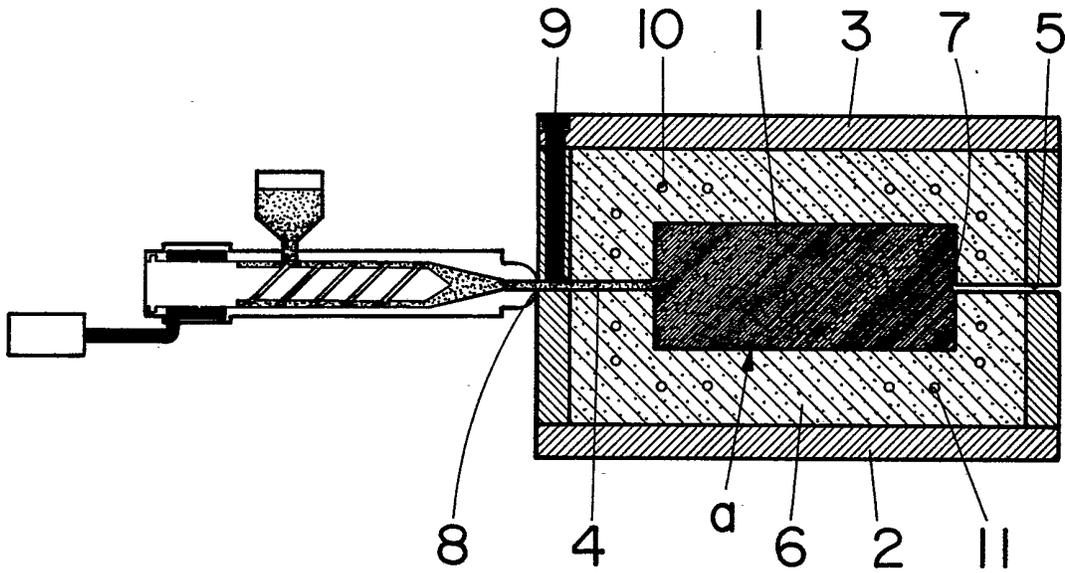


FIG. 2

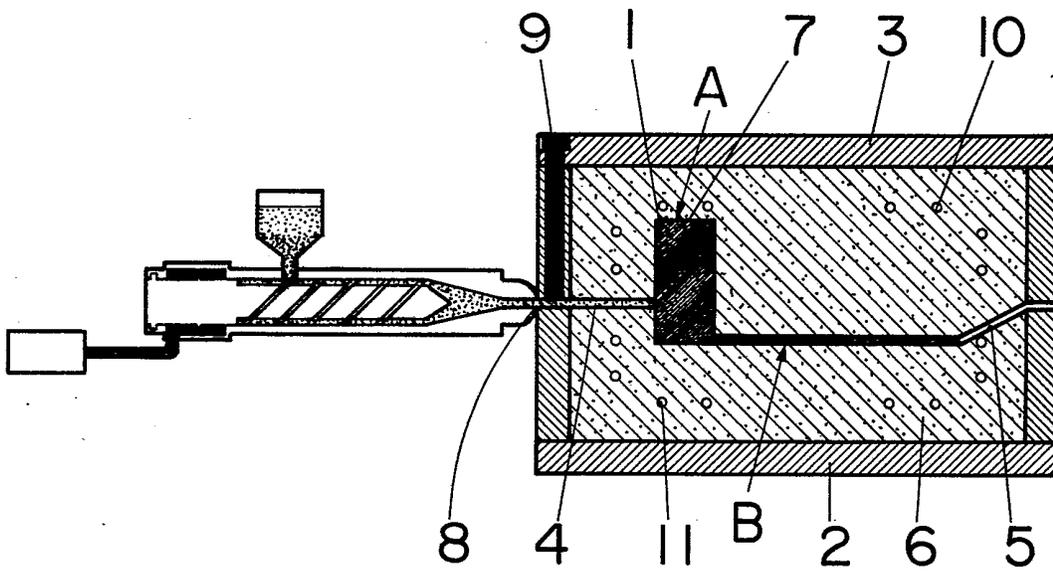


FIG. 3

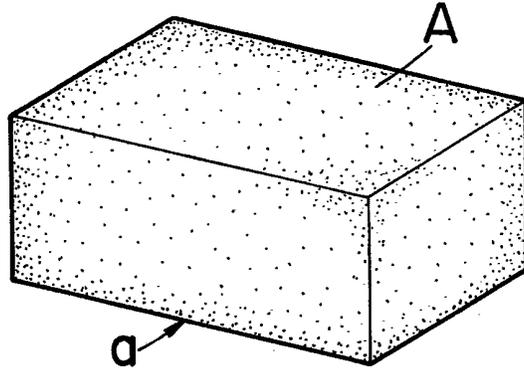


FIG. 4

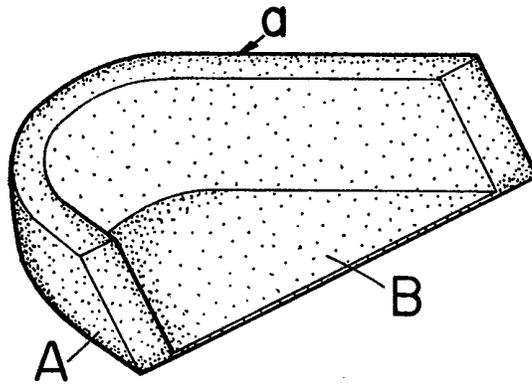


FIG. 5

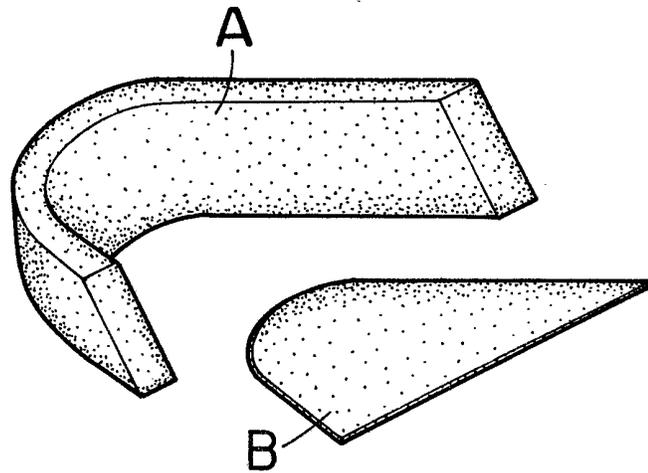


FIG. 6

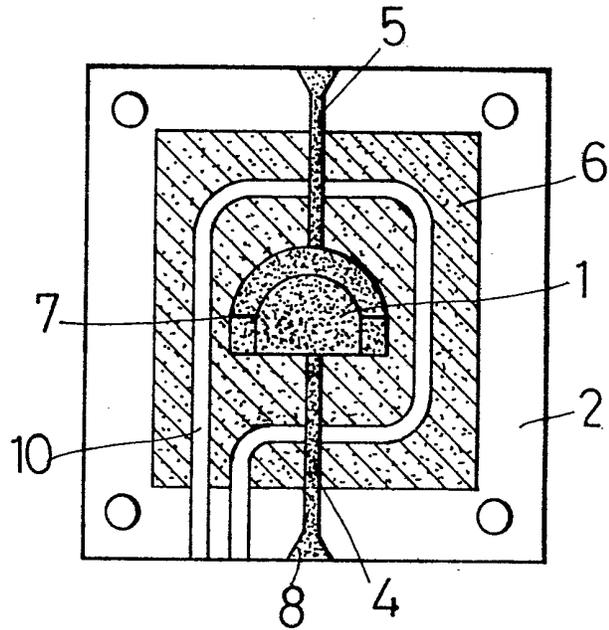


FIG. 7

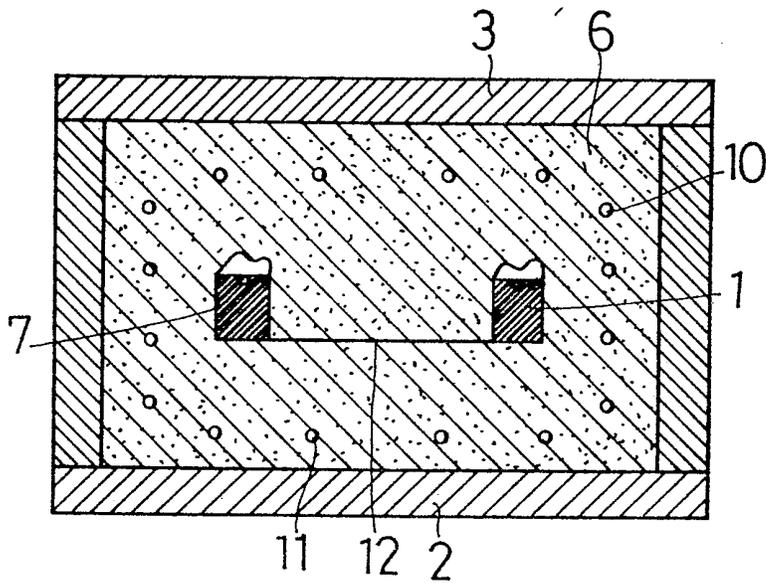


FIG.8

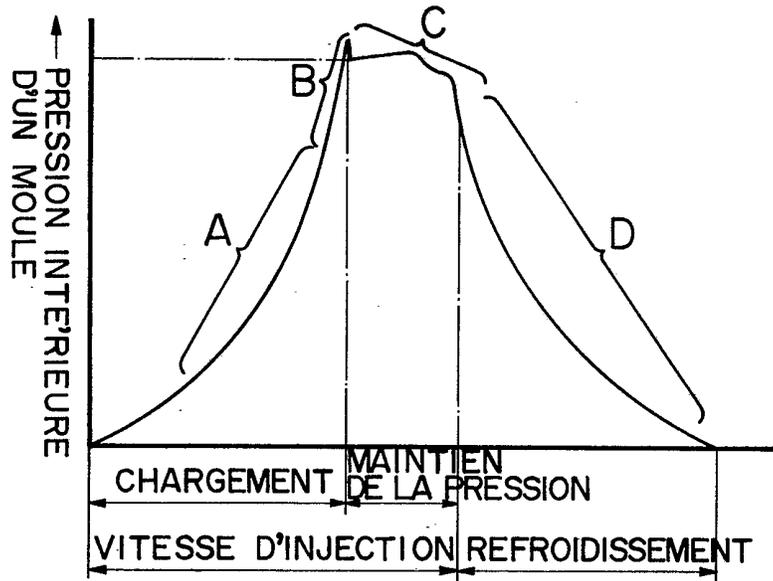


FIG.9

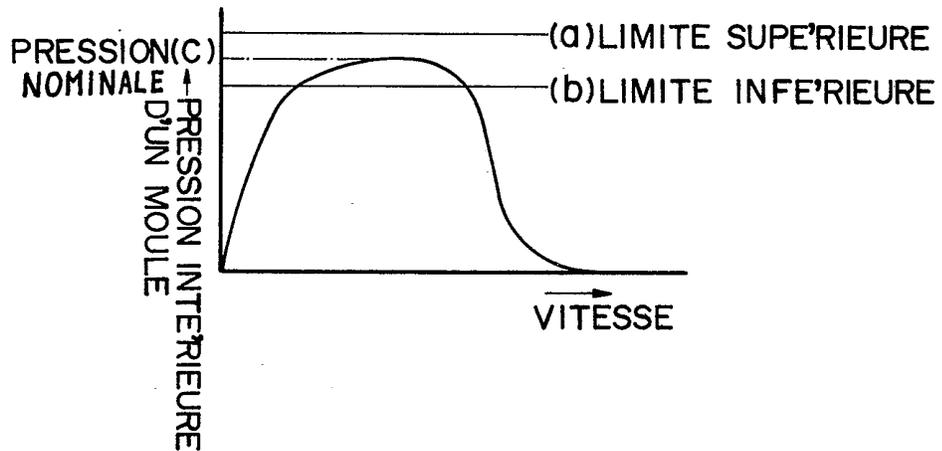


FIG. 10

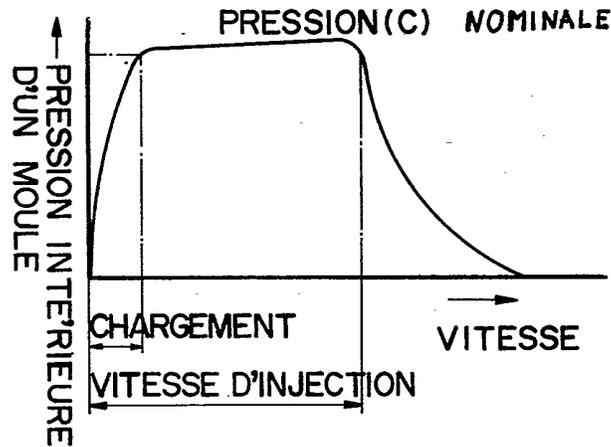


FIG. 11

