

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 17469

(54) Articles moulés par injection ayant des caractéristiques de surface améliorées ainsi que procédé et installation pour les fabriquer.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 29 D 3/02; B 29 F 1/00; C 08 L 25/04, 71/04.

(22) Date de dépôt 7 août 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° 6 du 12-2-1982.

(71) Déposant : Société dite : ASAHI-DOW LIMITED, résidant au Japon.

(72) Invention de : Akihiro Wada, Kichiya Tazaki, Tamotsu Tahara, Hiroshi Suzuki et Yukihisa Mizutani.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
63, av. des Champs-Élysées, 75008 Paris.

La présente invention est relative aux articles moulés par injection en compositions de résines thermoplastiques, contenant des matières de renforcement et/ou des charges et qui ont un aspect amélioré, en particulier pour ce qui concerne le brillant de surface. L'invention vise aussi un procédé de fabrication de tels articles moulés par injection et l'installation utilisée dans cette fabrication.

Le moulage par injection de résine thermoplastique a été fondé jusqu'ici sur une technique suivant laquelle on moule un mélange de résine dans un moule métallique en utilisant la plasticité de la résine thermoplastique, c'est-à-dire en rendant la résine thermoplastique apte à se déformer en la chauffant, par exemple dans une vis, etc., puis en la solidifiant dans le moule par refroidissement pour obtenir l'article moulé. Il est ainsi nécessaire de refroidir le mélange de résine moulée à une température inférieure au point de distorsion sous l'effet de la chaleur de la résine utilisée, de manière à obtenir une solidification du mélange de résine, afin de séparer l'article du moule et de le démouler d'une manière satisfaisante. C'est pourquoi la température du moule métallique est maintenue habituellement en-dessous du point de distorsion, sous l'effet de la chaleur de la résine utilisée. Il est aussi courant de refroidir le moule métallique à une température juste supérieure au point de rosée, en utilisant un agent réfrigérant de manière à augmenter la productivité. Même lorsque, en refroidissant le moule métallique, on utilise la chaleur sensible de la résine fondue pour, par exemple, le chauffage et la régénération, il faut suivant cette technique maintenir la température du moule métallique en-dessous du point de distorsion sous l'effet de la chaleur de la résine thermoplastique. Le mélange de résine thermoplastique fondue, après contact avec la surface froide du moule métallique, est refroidi brusquement et perd son aptitude à s'écouler très brutalement au voisinage de la surface du moule, de sorte qu'il est porté atteinte, d'une manière importante, à l'adaptation à la surface du moule, ce qui provoque une irrégularité considérable à la surface de l'article moulé.

Lorsque l'on utilise des matières de renforcement et/ou des charges dont la compatibilité avec la résine thermoplastique est en général faible, il peut se former un intervalle de l'ordre du micron à l'interface entre la surface des particules des

matières de renforcement et de la résine thermoplastique, ce qui provoque l'apparition de raies argentées sur les articles moulés par injection. Ainsi, on ne peut obtenir que des articles moulés d'apparence médiocre ayant des rayures argentées et une irrégularité de surface, en raison de l'exposition des matières de renforcement et/ou des charges sur la face extérieures.

Comme on l'a expliqué ci-dessus, lorsque l'on fabrique des articles moulés à partir de compositions de résines thermoplastiques, en particulier à partir de celles contenant des matières de renforcement et/ou des charges, par moulage par injection, il est important d'éviter toute solidification de la composition fondue par refroidissement, alors qu'elle s'écoule dans l'empreinte du moule.

Pour empêcher cette solidification périphérique du mélange de résine, on a proposé d'élever la température du moule métallique, mais une augmentation de la température du moule métallique nécessitera, bien entendu, une durée de refroidissement plus longue et fera que l'article moulé qui sera sorti du moule sera incomplètement solidifié et présentera donc une stabilité dimensionnelle médiocre. C'est pourquoi, dans la pratique, on règle la température du moule métallique à une température réalisant un compromis entre les effets antagonistes de ces conditions contradictoires.

A titre d'exemples typiques de la technique classique, on propose, à la demande de brevet mise à l'Inspection publique au Japon sous le No. 22.020/1970, de préchauffer superficiellement les surfaces intérieures du moule métallique en introduisant un fluide à température élevée dans l'empreinte du moule avant d'y injecter le mélange de résine fondue. Mais ce procédé emporte des difficultés en ce que, comme le fluide est chauffé après qu'il se trouve dans le moule, le fluide restant peut donner lieu à diverses rayures et abîmer la surface des articles moulés. Et comme dans certains cas on introduit du fluide chaud dans le moule, il peut se produire un chauffage qui n'est pas homogène de la surface intérieure du moule, en des endroits où l'empreinte du moule présente une partie en saillie ou en retrait destinée à constituer par exemple une nervure ou un ergot, ce qui donne des dépressions superficielles, un brillant irrégulier et autres aux articles moulés. Dans certains cas extrêmes, la résine peut même adhérer à la surface du moule, ce qui rend

difficile le démoulage. Cela peut même provoquer la cassure de l'article moulé lors du démoulage et on ne peut donc espérer obtenir des articles moulés ayant un aspect satisfaisant.

Le brillant de surface est un trait très important qui détermine le caractère marchand de l'article moulé par injection. Le brillant de surface correspond à une reproductibilité de la surface lisse du moule métallique qui, dans des conditions de moulage identiques, dépend du degré de fini de la surface intérieure du moule. Le brillant de surface est donc le meilleur quand on utilise un moule ayant une surface réfléchissante parfaite. Mais ce brillant de surface dépend, d'autre part, de la composition du mélange de résine. En général, ce brillant de surface diminue lorsqu'augmente la teneur en additifs, telle qu'en matière de renforcement et/ou en charge. En particulier, un article moulé par injection, en une composition de résine contenant des additifs en une quantité propre à impartir un renforcement suffisant ou un effet de charge suffisant, présentera, dans des conditions ordinaires de moulage par injection, un brillant médiocre considérablement inférieur à celui de l'article moulé en des résines n'ayant pas d'additif.

L'invention vise donc :

- des articles moulés par injection en composition de résine thermoplastique contenant des matières de renforcement et/ou des charges, ces articles moulés ayant un brillant de surface comparable à ceux d'articles en résine moulée par injection sans additifs, et qui ne présentent pas de défauts de surface tels que des rayures argentées, etc. ;

- un procédé perfectionné de moulage par injection qui permet de fabriquer des articles moulés par injection ayant de remarquables caractéristiques superficielles mentionnées ci-dessus, à partir de compositions de résines thermoplastiques contenant des matières de renforcement et/ou des charges, en un cycle de moulage assez bref ;

- une installation de moulage par injection apte à réaliser le procédé perfectionné mentionné ci-dessus de moulage par injection.

L'invention a donc pour objet des articles moulés par injection en compositions de résines thermoplastiques contenant des matières de renforcement et/ou des charges, en une quantité d'au moins 4 % en poids, se composant d'une mince couche de

peau, constituée sensiblement uniquement de la résine constituan-
te, sur la surface extérieure de l'article moulé, cette couche
donnant à l'article une surface réfléchissante, ayant un brillant
de surface (ASTM D 523/60°), bien maintenue, le décrément de
5 pouvoir réfléchissant étant de 10 %, ou inférieur à 10 % et, de
préférence, inférieur à 5 % et, mieux encore, de 3 % ou inférieur
à 3 %, par rapport à la réflexion parfaite comme un miroir de la
résine.

On peut fabriquer les articles moulés par injection sui-
10 vant l'invention par un procédé de moulage par injection de com-
positions de résines thermoplastiques contenant au moins 4 % en
poids de matières de renforcement et/ou de charges, qui consiste
à préchauffer sélectivement, par un chauffage par induction à
15 haute fréquence, la surface intérieure du moule métallique super-
ficiellement à une température supérieure au point de distorsion
sous l'effet de la chaleur de la résine utilisée, avant d'inject-
ter le mélange de résines fondues dans le moule de manière à
permettre un écoulement suffisant du mélange de résines fondues
au contact de la surface intérieure du moule métallique pour
20 former une couche lisse formant peau ayant une épaisseur de pré-
férence de 1 à 100 microns, consistant pour l'essentiel unique-
ment en la résine constituante.

L'invention vise en outre une installation de moulage
par injection permettant de mettre en oeuvre correctement le
25 procédé mentionné ci-dessus de moulage par injection d'un mélange
de résines thermoplastiques, cette installation se composant de :

- (a) un dispositif d'injection ayant des moyens pour faire
fondre, pour doser et pour injecter le mélange de résines ; et
- (b) un moule métallique muni de moyens pour refroidir
30 et pour solidifier le mélange de résines fondues comprenant :
- (c) un oscillateur à haute fréquence ; et
- (d) un dispositif de chauffage par induction à haute
fréquence comprenant un inducteur qui est relié à l'oscillateur
et qui est disposé au voisinage du moule métallique, de manière
35 à pouvoir chauffer la surface intérieure du moule métallique
seulement superficiellement.

La disposition caractéristique de l'invention tient en
ce que la surface intérieure du moule métallique est chauffée
sélectivement seulement superficiellement à une température
40 supérieure au point de distorsion sous l'effet de la chaleur

de la résine, en utilisant un chauffage par induction à haute fréquence, ce qui donne à l'article en résine moulée une surface réfléchissante lisse ayant un brillant amélioré. Le point de distorsion sous l'effet de la chaleur utilisé dans le présent

5 mémoire correspond à celui prescrit par la norme nord-américaine ASTM D 648 (18,6 bars, sollicitation de fibres). Par les mots "chauffer sélectivement la surface superficiellement", on entend dans le présent mémoire que la surface intérieure du moule métallique est chauffée instantanément, seulement à une épaisseur

10 correspondant à une couche formant peau, en utilisant un chauffage par induction à haute fréquence.

Ce chauffage instantané peut être obtenu seulement par un procédé de chauffage spécial consistant en le chauffage par induction haute fréquence. Il est essentiel, pour réaliser les

15 objectifs de l'invention, que la température de la couche de peau de la surface intérieure du moule soit élevée à une vitesse rapide. La vitesse réelle d'élévation de la température est déterminée en prenant en compte le point de distorsion réel sous l'effet de la chaleur de la résine utilisée, la dimension du

20 produit moulé, la température de démoulage du moule qui est déterminée correctement selon les facteurs précédents, et ainsi de suite pour chaque résine. Mais il est recommandé de chauffer à une température prescrite, à une vitesse d'élévation de la température de 80°C/minute, ou à une vitesse supérieure à 80°C/

25 minute, de préférence à une vitesse de 480°C/minute, ou à une vitesse supérieure à 480°C/minute et, mieux encore, à une vitesse d'au moins 1200°C/minute. En utilisant un tel chauffage instantané, seule une mince couche sur la surface intérieure du moule métallique peut être chauffée au-dessus du point de distorsion

30 sous l'effet de la chaleur de la résine, sans que la chaleur se propage à l'intérieur du moule métallique et sans provoquer de chauffage de tout le moule métallique, de manière à s'accommoder d'une dissipation rapide de la chaleur au moment du refroidissement. Il est ainsi possible d'abréger le cycle de moulage tout

35 en obtenant une qualité de surface meilleure pour les articles moulés. En outre, en utilisant le chauffage par induction à haute fréquence, tout ce qui peut provoquer la pollution du moule métallique, tel que le fluide de chauffage mentionné préalablement, est complètement exclu, ce qui élimine la détérioration possible du produit moulé. Parmi les autres avantages de

40

l'utilisation d'un chauffage par induction à haute fréquence,
on peut citer :

a) le contrôle des températures est facilité.;

5 b) On peut effectuer un chauffage homogène sur toute la
surface du moule, ou un chauffage sélectif englobant un chauffage
local de zones particulières en plus du chauffage superficiel
mentionné ci-dessus, ce qui permet de chauffer à volonté tout le
moule ou une partie localisée de celui-ci.

10 c) On élimine les effets nuisibles de la chaleur sur le
personnel de service.

d) On peut obtenir un fonctionnement automatique par
simple poussée d'un bouton-poussoir.

Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple :

15 la figure 1 est un schéma d'une variante de réalisation
de l'installation à utiliser pour exécuter le procédé de moulage
par injection suivant l'invention ;

la figure 2 illustre une autre variante ;

20 la figure 3 est une vue en coupe verticale illustrant la
portion du moule métallique utilisant un inducteur à haute fré-
quence inséré de manière à pendre dans l'empreinte du moule ;

la figure 4 est aussi une vue par un plan vertical d'une
autre variante d'inducteur du type destiné à être engagé dans
l'empreinte du moule ;

25 la figure 5 est un graphique donnant une répartition
typique de températures à l'intérieur du moule ;

la figure 6 est un graphique donnant la corrélation
entre le brillant (20°) en pourcentage et le brillant (60°) en
pourcentage pour des articles moulés suivant l'invention ;

30 la figure 7 illustre la dimension et la forme des échan-
tillons utilisés aux exemples ;

la figure 8 est une vue en coupe latérale d'une explica-
tion illustrée d'une ligne de soudure sur le produit moulé ;

35 la figure 9 est une microphotographie (X7000) d'une
section droite d'un article en polystyrène à résistance aux
chocs élevée, préparé par le procédé suivant l'invention ;

la figure 10 est une microphotographie du même article
qu'à la figure 9, mais préparé par un procédé classique ;

40 la figure 11 est une microphotographie (X440) d'une
section droite d'un article en une résine styrène-acrylonitrile
renforcée par de la fibre de verre (dénommée ci-après "SAN-GF")

fabriquée par le procédé suivant l'invention ; et

la figure 12 est une microphotographie du même article que celui représenté à la figure 11, mais fabriqué par le procédé classique.

5 Comme le montrent les figures 1 et 2, l'installation suivant l'invention se compose d'une machine de moulage par injection et d'un dispositif de chauffage par induction à haute fréquence. Le dispositif de chauffage par induction à haute fréquence se compose d'un oscillateur 1 à haute fréquence et d'une bobine 2 d'induction (inducteur) placée au voisinage de la surface
10 intérieure du moule métallique et reliée à l'oscillateur 1; La machine de moulage par injection se compose d'un cylindre 3 d'injection destiné à réaliser la fusion et l'injection du mélange de résines et d'un moule consistant en une moitié 4 de
15 moule fixe en plusieurs parties et en une moitié 5 de moule mobile en plusieurs parties. Au mode de réalisation représenté aux figures 1 et 3, l'inducteur est placé dans l'empreinte du moule en étant serré entre les deux moitiés du moule métallique. A la variante illustrée aux figures 2 et 4, l'inducteur est
20 monté à l'intérieur du moule.

La figure 3 représente le moule et l'inducteur de la figure 1 à plus grande échelle. L'inducteur 2 pour le chauffage par induction à haute fréquence est placé entre la moitié 4 de moule fixe et la moitié 5 de moule mobile. Quand il est excité
25 par une oscillation à haute fréquence, on voit que seule la température de la couche superficielle du moule métallique (aux points A et B) est augmentée d'une manière brutale, tandis que la température au sein du moule (aux points C et D) reste presque inchangée, comme le montre la figure 5. Le graphique de la
30 température en fonction du temps, donné à la figure 5, illustre à titre d'exemple comment varient les température en divers endroits du moule métallique après un chauffage par induction à haute fréquence sans utiliser le refroidissement à l'eau du moule. On ouvre le moule métallique en plusieurs parties seulement quand la température de la surface du moule atteint une
35 valeur prescrite. On retire l'inducteur 2 de l'intervalle compris entre la moitié 4 de moule fixe et la moitié 5 de moule mobile. Ensuite, on referme le moule en plusieurs parties pour effectuer le moulage par injection du mélange de résines thermoplastiques
40 à la manière classique.

La figure 4 représente une autre forme très efficace d'installation suivant l'invention dans laquelle l'inducteur est disposé dans le moule métallique sous la forme d'une installation y demeurant. Le moule représenté est un moule en plusieurs parties de type à canal direct centré destiné à fabriquer un article semblable à un plat ayant un diamètre de 10 cm environ. Les portions A et A' constituent l'empreinte du moule (qui déterminent la forme et l'aspect de l'article moulé) et sont en le métal moulé usuel, en métal SC tel que S-45C, S-55C, etc., en plaque métallique en ces métaux, en métal pour moule extradur (acier allié pour outil) ou en un acier pour moule tel que le NAK, SKD 11 ou autres. Les symboles B et B' dénotent l'inducteur pour le chauffage par induction à haute fréquence. L'inducteur est fabriqué en enroulant un tube de cuivre en spirale et en le consolidant en le noyant dans une résine durcie telle qu'une résine époxy, etc.

C'' et C' indiquent des couches isolantes pour l'onde haute fréquence, qui sont constituées en un métal non magnétique, comme on l'expliquera plus en détail ci-après. D'' et D' représentent la matrice dans laquelle d'autres mécanismes fonctionnels nécessaires au moulage par injection sont noyés. Cette matrice est équipée de goujons, brides et trous pour fixer le moule métallique, les entretoises ou autres. Pour constituer la matrice, on peut utiliser n'importe quel métal pour moule. Un acier ordinaire par exemple un acier SC, tel que S-45C ou S-55C peut être recommandé pour sa longévité. On peut faire circuler de l'eau de refroidissement dans des perforations ménagées dans la matrice ou pour augmenter le rendement dans les portions A et A'.

Il peut être possible, suivant la configuration de l'article moulé, d'unir ou de réunir les portions C'', C' aux portions D'', D' de manière à utiliser seulement un seul matériau, par exemple Be-Cu, ou un autre matériau semblable.

Dans le cas où l'inducteur est seulement noyé dans le métal pour le moule, les portions de ce métal voisines de l'inducteur seront chauffées et feront ainsi que l'intérieur du métal pour le moule sera chauffé. En raison de ce chauffage inutile à l'intérieur du métal pour le moule, l'oscillateur tend à être soumis à une surcharge qui peut provoquer le déclenchement d'un limiteur de surcharge provoquant l'interruption du chauffage superficiel nécessaire.

On a noté qu'il y a une certaine sélectivité entre les matériaux pour ce qui concerne leur susceptibilité à être chauffés par induction à haute fréquence et qu'il vaut mieux utiliser des matériaux non magnétiques. On a donc trouvé que l'on obtient d'excellents résultats quand la portion du moule en métal exposé au mélange de résines fondues et qui doit être chauffée est constituée en un matériau soumis au chauffage par induction à haute fréquence, telle qu'un métal ferreux contenant une quantité prépondérante de fer, tel que de l'acier, par exemple S-45C, S-55C, NAK ou autres, et quand la portion du moule métallique ne doit pas être chauffée et est constituée d'un métal non magnétique.

En général les métaux non magnétiques autres que l'alliage Be-Cu sont tendres et ne conviennent pas bien comme métal de matrice pour ce qui concerne leur aptitude à durer.

En vue de surmonter ces difficultés, on propose d'isoler la portion du moule métallique où on n'a pas besoin de chauffage de l'onde haute fréquence par interposition d'une mince couche d'un métal non magnétique entre l'inducteur et cette portion de moule métallique.

Une épaisseur de cette couche métallique non magnétique de 0,5 mm, ou davantage, donne une isolation suffisante aux fins de l'invention, tandis qu'une épaisseur inférieure à 0,05 mm peut donner des résultats insuffisants. C'est ainsi, par exemple, qu'une feuille d'aluminium de 0,1 mm d'épaisseur fondra par chauffage par induction à haute fréquence et ne constituera pas une couche isolante.

Ainsi, un procédé de moulage par injection et une installation à cet effet comprenant un moule métallique muni d'un inducteur noyé pour chauffer sélectivement la couche superficielle de la surface intérieure du moule en contact avec le mélange de résines injectées suivant l'invention, suivant lequel une couche isolante vis-à-vis de l'onde haute fréquence est interposée entre l'inducteur et la portion du moule métallique ne nécessitant pas de chauffage et qui permet un chauffage et un refroidissement à gradient très élevé en mettant en oeuvre un chauffage par induction à haute fréquence, est des plus efficaces.

Le métal non magnétique à utiliser suivant l'invention peut être Cu, Al, Be et des alliages consistant d'une manière prépondérante en ces métaux, y compris des bronzes, des cuivres

de béryllium, etc. Des céramiques, des verres, du bois, etc. sont aussi des matières non magnétiques, mais ils ne conviennent pas pour des matériaux pour des moules en raison de leur conductibilité thermique médiocre et de leur médiocre aptitude à durer.

5 Les articles moulés par injection suivant l'invention acquièrent à partir de la surface intérieure chauffée superficiellement du moule métallique une surface correspondante ayant un excellent brillant de surface. Ce brillant se maintient bien dans une gamme pour laquelle le décrément du pouvoir réfléchissant, à partir de la réflexion idéale parfaite comme en un
10 miroir, est au plus de 10 % par rapport à la réflexion parfaite comme en un miroir de la résine utilisée elle-même.

Dans le présent mémoire, on entend par "réflexion parfaite comme en un miroir de la résine", une mesure intrinsèque
15 du brillant déterminé par rapport à l'indice de réfraction de chaque résine utilisée, qui correspond à une indication en pourcentage du pouvoir réfléchissant mesuré sous un angle d'incidence normalisé prescrit (60° dans le présent mémoire) par rapport au pouvoir réfléchissant d'une surface lisse d'un verre ayant un
20 indice de réfraction de 1,567 mesuré sous le même angle d'incidence normalisée, comme cela est indiqué par la norme japonaise JIS Z 8741.

La réflexion parfaite comme en un miroir, pour chaque indice de réfraction de résine, peut être déduite du tableau
25 suivant.

Indice de réfraction de la résine	Brillant sous un angle d'incidence de 60° pour une réflexion parfaite comme en un miroir d'une résine en % (Br 60°) %)
1,500	89,1
1,520	92,4
1,540	95,7
1,560	98,9
1,580	102,1
1,600	105,1

On peut estimer la réflexion parfaite comme en un miroir
40 de toute résine, à partir du tableau mentionné ci-dessus, par

interpolation à partir des valeurs données. C'est ainsi, par exemple, que dans un polystyrène dit à résistance aux chocs élevée (HIPS) renforcé par 5 à 20 % en poids d'un caoutchouc (par exemple un polybutadiène), la "résine utilisée" est le polystyrène.

5 L'indice de réfraction n d'un polystyrène est en général de 1,592 environ et on calcule que la réflexion parfaite comme en un miroir est de 104,6. Un article moulé en polystyrène à résistance aux chocs élevée, obtenu suivant l'invention, présente donc une valeur de brillant de surface ($Br\ 60^\circ$)% de 94,6 environ (décrément de 10 %) à 104,6 % environ.

Dans un autre exemple de résine d'un copolymère ABS ayant un rapport de monomère acrylonitrile/styrène de 30/70 et contenant environ 5 à 35 % en poids de butadiène, la résine utilisée est le copolymère acrylonitrile/styrène avec un rapport de 15 monomère de 30/70. Dans ce cas l'indice de réfraction n est égal à 1,577 et on calcule que la réflexion parfaite comme en un miroir est de 101,6 %. Dans le cas où le rapport acrylonitrile/styrène correspondant à 25/75, l'indice de réfraction n est égal à 1,579 et correspond à une réflexion parfaite comme en un 20 miroir de 101,9 %. Ainsi, si l'on utilise les résines ABS ayant des rapports A/S de 20/70 et de 25/75, les valeurs du brillant de surface ($Br(60^\circ)$ %) des articles moulés par injection obtenus sont comprises entre 91,6 et 101,6 % et entre 91,9 et 101,9 %, respectivement. De même, des articles moulés par injection en 25 résine de poly(oxyde de phénylène) (PPE) suivant l'invention ont des brillants de surface ($Br\ 60^\circ$) compris entre 80 et 108 % et notamment entre 90 et 108 % suivant aussi le type de PPE utilisé.

Dans le présent mémoire, l'évaluation du brillant de surface 30 de l'article moulé repose sur la valeur de $Br(60^\circ)$ % suivant la norme ASTM D 523, conformément à la pratique courante d'évaluation des articles moulés en matière plastique pour ce qui concerne leur aspect et leur éclat, une indication de a % du brillant sous un angle d'incidence de 60° étant utilisée pour 35 effectuer cette évaluation. En suivant strictement les instructions de la norme ASTM D 523, on doit utiliser une valeur $Br(20^\circ)$ % mesurée sous un angle d'incidence de 20° pour estimer le brillant quand la valeur de $Br(60^\circ)$ % dépasse 70 %. A cet 40 égard, des mesures ont été effectuées pour estimer $Br(60^\circ)$ % et $Br(20^\circ)$ % sur des articles moulés suivant l'invention afin

d'élucider la corrélation entre eux. Les résultats obtenus sont donnés à la figure 6. Si l'on suit exactement les instructions de la norme ASTM D 523, le brillant d'un article moulé ayant un $\text{Br}(60^\circ)\%$ supérieur à 70 % doit être exprimé par le $\text{Br}(20^\circ)\%$ correspondant que l'on peut obtenir à partir de la figure 6. Mais, dans le présent mémoire, on effectue l'évaluation exclusivement par l'intermédiaire de $\text{Br}(60^\circ)\%$ en suivant la pratique classique dans la technique, puisque la différence par rapport à $\text{Br}(20^\circ)\%$ se déduit facilement.

Des articles moulés par injection suivant l'invention présentent de brillantes surfaces intrinsèques de la résine thermoplastique utilisée elle-même et ne présentent pas de défauts d'apparence notables tels que ce que l'on est convenu d'appeler une ligne de coulée, une ligne de turbulence, une ligne de soudure et une rayure argentée provoquées par l'écoulement irrégulier du mélange de résines thermoplastiques contenant de la matière de renforcement et/ou une charge. Dans les articles moulés par injection suivant l'invention, il vaut mieux mettre pour des articles de configuration compliquée, tels que des treillis et autres, pour ne pas mentionner des articles de forme plus simple, que la couche formant peau en résine thermoplastique ait une épaisseur de 1 à 100 microns. On peut attribuer le brillant de surface excellent au fait que le mélange de résines fondues injecté dans l'empreinte du moule peut conserver son écoulement même sur la surface du moule métallique, en raison du chauffage superficiel effectué préliminairement du moule métallique, de manière à former une couche lisse formant peau en essentiellement seulement la résine constituante, sans matière de renforcement ou charge sur toute la surface intérieure du moule métallique, avec remplissage des boursouflures et des défauts dus à la matière de renforcement ou à la charge.

Dans un moulage par injection habituel, des lignes de soudure apparaissent à la jonction de l'écoulement d'un mélange de résine fondue à l'intérieur du moule, en tant que lignes de confluences ayant la forme d'une mince gorge d'une épaisseur de 3 ou 5 microns ou davantage, et d'une largeur supérieure à 10 microns, comme le montre la figure 8. Dans les articles moulés par injection suivant l'invention, il ne se produit sensiblement pas d'indentation de lignes de soudure notables ayant des profondeurs inférieures à 1 micron et une largeur inférieure à

5 microns.

Des lignes de coulée peuvent être formées, par exemple, par une perturbation de l'écoulement du mélange de résine fondue et par une irrégularité dans la transmission des pressions en
5 une portion d'épaisseur de paroi variable de l'article moulé en raison du refroidissement et de la solidification du mélange de résines fondues sur le moule métallique. Les articles moulés par injection suivant l'invention ne présentent pas de ligne de coulée.

10 Des rayures argentées apparaissent à la surface des articles moulés après la solidification du mélange de résines, sous la forme d'une rayure de couleur argentée, pendant que les matières volatiles et autres du mélange de résines sont volatilisées.

Dans des articles moulés par injection suivant l'invention, on ne trouve pas de rayures argentées. Des lignes de turbulence se produisent souvent à l'entrée du moule, sous la forme
15 d'une ligne faisant saillie partiellement dans le moule en raison de l'accélération de l'écoulement du mélange de résines dans un col étroit. Ceci est aussi exclu dans des articles moulés
20 suivant l'invention.

Tous les défauts d'aspect mentionnés ci-dessus reposent sur l'irrégularité de l'écoulement du mélange de résines fondues à l'intérieur du moule métallique et sont donc évités dans les articles moulés suivant l'invention par l'amélioration de
25 l'écoulement du mélange de résines sur la surface du moule.

Suivant l'invention, il ne se produit pas de solidification du mélange de résines par refroidissement lorsqu'il entre dans le moule métallique et un écoulement uniforme du mélange de résines fondues sur toute la surface intérieure du moule métallique peut être garanti, puisque la surface intérieure du
30 moule métallique a été chauffée préliminairement au-dessus du point de distorsion sous l'effet de la chaleur de la résine. Ceci donne un brillant de surface uniforme avec sensiblement le même brillant quelle que soit la portion du moule, que ce soit
35 l'entrée ou le fond de celui-ci.

Si l'on exprime la différence du brillant de l'article moulé par unité de longueur, le long de la ligne allant de l'entrée au fond du moule, sous la forme d'un gradient de brillant, ce gradient est très faible et s'élève entre 0 et 0,5 et, de
40 préférence, entre 0 et 0,2 et, mieux encore, entre 0 et 0,1 %

par cm pour des articles moulés par injection suivant l'invention. En revanche, le gradient de brillant est, dans la plupart des cas, compris entre 1 et 5 %/cm pour des articles moulés par injection classiques ayant un rapport de longueur L de l'écoulement de la résine à l'épaisseur t de l'article moulé $L/t = 20$ à 30, ou supérieur à cette valeur. Ceci montre l'excellence des articles moulés suivant l'invention pour ce qui concerne leur brillance et pour ce qui concerne l'irrégularité du brillant.

Alors que, par le procédé suivant l'invention, il est possible d'obtenir des articles moulés par injection ayant un brillant de surface remarquable à partir de mélanges de résines thermoplastiques contenant 4 % en poids ou davantage de la matière de renforcement et/ou de charge, le procédé suivant l'invention donne des articles moulés par injection n'ayant pas de défauts de surface tels que des rayures argentées, des lignes de turbulence, des lignes de soudure, etc., ceci restant vrai quand on utilise un mélange de résines contenant moins de 4 % en poids de matière de renforcement et/ou de charge, ou une résine non chargée et non renforcée.

Comme résines thermoplastiques pouvant être utilisées aux fins de l'invention, celles à base de styrène et de poly(oxyde de phénylène) sont des exemples typiques que l'on peut citer.

Par les résines à base de styrène, on entend dans le présent mémoire toutes les résines contenant du styrène, comme constituant monomère prépondérant associé à d'autres constituants comonomères subsidiaires et/ou à un constituant de renforcement. Concrètement, on peut énumérer les produits suivants.

Polystyrène, résine d'acrylonitrile/styrène (résine AS), résines à base de styrène renforcée par du caoutchouc telles que HIPS et MIPS, copolymère caoutchouc acrylate de butyle/acrylonitrile/styrène (AAS), copolymère caoutchouc éthylène-propylène/acrylonitrile/styrène (AES), résines ABS englobant les copolymères acrylonitrile/butadiène/styrène, les copolymères acrylonitrile/butadiène/styrène/ α -méthylstyrène, et les copolymères acrylonitrile/méthacrylate de méthyle/butadiène/styrène, etc.

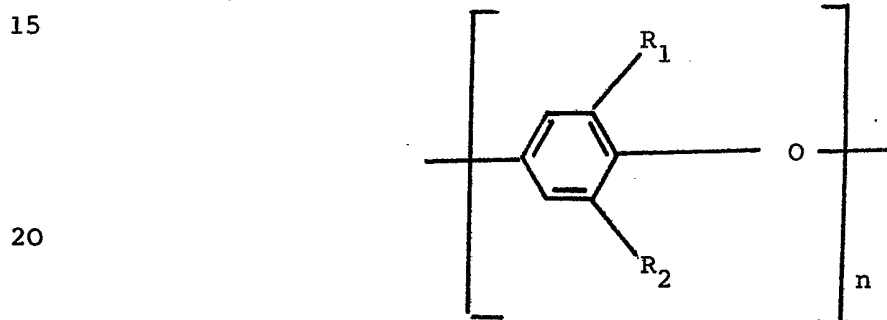
Parmi ces résines à base de styrène, celles qui donnent un effet marqué suivant l'invention sont les résines à base de styrène renforcé du caoutchouc qui ont été mentionnées ci-dessus. Ces résines tendent à avoir une surface rugueuse par moulage par injection en raison des grandes particules de caoutchouc qui y

sont contenues, qui sont sujettes à déformation par mouvement à l'intérieur du moule métallique. C'est pourquoi, suivant le procédé classique par injection, on peut obtenir seulement des brillants de 60 % environ par des résines à base de styrène ren-

5 forcé par du caoutchouc contenant 4 % en poids ou davantage du constituant caoutchouteux. En revanche il est possible, par le procédé suivant l'invention, d'atteindre des brillances de 90 à 100 % environ par les mêmes résines. En utilisant des résines ABS, il est possible, suivant l'invention, d'obtenir des brillants

10 plus élevés qui sont habituellement supérieurs à 94 %.

Les résines à base de poly(oxyde de phénylène) à utiliser aux fins de l'invention sont celles contenant comme constituant principal (plus de 80 %) un poly(oxyde de phénylène) de formule :



dans laquelle R_1 et R_2 sont chacun un groupe alcoyle ayant de 1 à 4 atomes de carbone, et n représente le degré de polymérisation, un poly(oxyde de phénylène) copolymérisé par greffage,

25 avec un composé styrénique ou un mélange de résines consistant en 20 à 80 % en poids de l'un de ces poly(oxydes de phénylène) et de 80 à 20 % en poids d'un polymère à base de styrène.

La composition de résine thermoplastique à utiliser aux

30 fins de l'invention peut contenir d'autres additifs qui sont utilisés communément dans la technique, tels que des agents résistant au feu, des agents de lubrification, etc.

Des exemples de poly(oxydes de phénylène) ayant la formule mentionnée ci-dessus sont le poly(1,4-oxyde de 2,6-diméthylphénylène), le poly(1,4-oxyde de 2,6-diéthylphénylène), le

35 poly(1,4-oxyde de 2-méthyl-6-éthylphénylène), le poly(1,4-oxyde de 2-méthyl-6-propylphénylène), le poly(1,4-oxyde de 2-éthyl-6-propylphénylène), le poly(1,4-oxyde de 2-méthyl-6-butylphénylène), le poly(1,4-oxyde de 2-éthyl-6-butylphénylène), etc.

40 Le composé styrénique dans le poly(oxyde de phénylène)

sur lequel est copolymérisé par greffage un composé styrénique comme mentionné ci-dessus peut être le styrène et ses dérivés, tels qu'un styrène alcoylé, un styrène halogéné, etc. Les exemples en sont le styrène, l' α -méthyl-styrène, le 2,4-diméthyl-styrène, le 2,4-diméthyl-styrène, le monochlorostyrène, le dichlorostyrène, le p-méthyl-styrène, l'éthyl-styrène, etc.

Il est possible d'utiliser concurremment, lors de la polymérisation, un autre composé vinylique copolymérisable, tel que le méthacrylate de méthyle, l'acrylonitrile, le méthacrylonitrile, l'acrylate de butyle, etc. Il est aussi possible de greffer deux ou plusieurs composés styrénique concurremment.

Les constituants du polymère à base de styrène, tels que mentionnés ci-dessus, peuvent être les mêmes que les composés mentionnés ci-dessus destinés à être utilisés en concurrence lors de la copolymérisation par greffage.

Le polymère à base de styrène peut être aussi, suivant l'invention, ce que l'on est convenu d'appeler des résines renforcées par du caoutchouc, telles que du polystyrène renforcé par du caoutchouc, une résine de copolymère acrylonitrile/butadiène/styrène, et une résine polystyrénique contenant du caoutchouc EPDM.

Quand on utilise des résines de poly(oxyde de phénylène) telles que mentionnées ci-dessus, les articles moulés par injection suivant l'invention présentent en général un brillant de surface supérieur à 80 %.

Il est bien entendu possible d'utiliser d'autres résines de moulage par injection telles que le polyéthylène, le polypropylène, le polycarbonate, le polyoxyméthylène, le Nylon, etc.

La charge à incorporer à la composition de résine thermoplastique suivant l'invention peut être de nature minérale, par exemple la fibre de verre, des perles de verre, du carbonate de calcium, du mica, de l'amiante, etc., et des poudres et tournures de métaux tels que de fer, de zinc, de cuivre et d'aluminium, ainsi que des oxydes et hydroxydes de ces métaux avec une dimension de particules prépondérante de 4 mm, ou inférieure à 4 mm.

La quantité totale de charge de la composition de résine suivant l'invention représente en général de 5 à 70 % du poids total de la composition.

L'oscillateur haute fréquence qui peut être utilisé

suivant l'invention peut être du type à générateur électromoteur, à tube à électrons, ou à convertisseur à thyristor. On peut utiliser une fréquence allant de 50 Hz à 10 MHz, bien qu'une fréquence de 1 à MKz est recommandée en pratique. La puissance de sortie de l'oscillateur à haute fréquence peut être comprise entre 1 et 5000 KW et elle est déterminée en fonction de la dimension du moule métallique à chauffer, de la température envisagée et de la vitesse d'élévation de la température.

La puissance P de chauffage par un dispositif de chauffage par induction à haute fréquence est donnée par l'équation :

$$P = \frac{8\pi^5 a^4 f^2 \mu_s^2 n^2 I^2}{\rho} \times 10^{-4}$$

dans laquelle P est la puissance de chauffage, a est le rayon de la bobine d'induction, f est la fréquence, μ_s est la perméabilité magnétique spécifique, n est le nombre de spires de la bobine par mètre, I est le courant électrique de la bobine et ρ est la résistivité du métal du moule.

C'est ainsi, par exemple, que la puissance de sortie d'un oscillateur dans lequel l'inducteur est un tube de cuivre de 5 mm de diamètre, enroulé hélicoïdalement avec un pas de 5 mm, et dans lequel la distance entre la surface intérieure du moule métallique et l'inducteur est de 1 cm, est comprise entre 0,1 et 10 KW par 1 cm² de surface de l'article moulé, à condition que la fréquence utilisée soit de 400 KHz et que la température du moule métallique en S 45 C s'élève de 40 à 50°C à partir de la température initiale de 40 à 90°C environ, en une durée de chauffage de 10 à 15 secondes, comme dans un moulage par injection habituel. A des puissances de sortie inférieures à 0,1 KW par cm², la vitesse d'élévation de la température du moule métallique est trop faible pour être intéressante en pratique et, finalement, il peut se produire une surcharge qui fait que le limiteur de surcharge agit et fait cesser le chauffage. Quand la puissance de sortie dépasse 10 KW/CM², la vitesse d'élévation de la température devient trop grande pour commander la température du moule et dans le cas d'un moule métallique de grande dimension ayant une grande surface de chauffage, il n'est plus possible d'obtenir un chauffage uniforme. S'il y a une inégalité de température supérieure à 50°C à la surface intérieure du moule

métallique, il y aura tendance à se produire des irrégularités de brillant des lignes de coulée, etc., à la surface de l'article moulé par injection.

Les exemples suivants illustrent l'invention.

5

EXEMPLE 1

On moule par injection une composition de résine AS contenant 20 % en poids de fibres de verre ayant un diamètre de 13 microns dans une machine de moulage par injection du type en ligne habituel, représenté à la figure 1. On utilise le moule en plusieurs parties en acier ordinaire S 45 C et on l'équipe de manière à mouler un article ayant la forme d'un plat d'un diamètre de 10 cm, d'une profondeur de 2 cm et dont l'épaisseur moyenne de paroi est de 3,5 mm. Le moule est muni d'une entrée directe centrée.

15

On prépare l'inducteur en enroulant un tube de cuivre d'un diamètre de 3 mm à un pas de 5 mm en une hélice et on le conforme pour qu'il corresponde au profil de l'empreinte du moule puis on le consolide en le noyant dans une résine époxy, en plaque plane.

20

On règle la température du cylindre d'injection de manière à obtenir une température du mélange de résines de 240°C. Avant d'injecter le mélange de résines dans le moule, on met l'inducteur préparé comme indiqué ci-dessus entre les deux moitiés du moule. Après l'avoir excité à 400 KHz, avec une puissance de 6 KW pendant 15 secondes, on ouvre à nouveau le moule pour sortir l'inducteur avant de refermer le moule. Pendant ce processus, on ne fait pas circuler de l'eau de refroidissement dans le métal du moule. On injecte ensuite la composition de résine fondue AS contenant de la fibre de verre dans le moule sous une pression d'injection de 60 bars pendant 10 secondes, comme dans un moulage par injection habituel. Ensuite, on fait circuler l'eau de refroidissement dans le métal du moule pendant 20 secondes pour refroidir l'article moulé. Puis on démoule l'article moulé. Le cycle de moulage est de 60 secondes au total.

35

L'article moulé a un aspect excellent, comparable à celui d'un article moulé en résine AS et ne présente aucun défaut tel qu'une rayure argentée, la fibre de verre n'apparaissant pas à la surface extérieure. Le Br(60°)% de l'article moulé est très élevé en atteignant 102 %.

EXEMPLE 2

On moule, sur une machine par injection de type habituel, à une température de la résine de 240°C, une composition de résine ABS contenant 20 % en poids de fibres de verre ayant un diamètre de 15 microns. Le moule en plusieurs parties utilisé est en acier S55C et est agencé de manière à pouvoir mouler un échantillon en forme d'haltère ayant la forme prescrite par la norme japonaise JIS K 6871 et un échantillon en forme de plaque rectangulaire. On prépare l'inducteur en enroulant un conduit de cuivre ayant un diamètre de 3 mm, en hélice, à un pas de 5 mm et en le noyant dans une plaque en résine époxy de 2 cm d'épaisseur. Le processus de moulage par injection est le même qu'à l'exemple 1, mais en opérant à 400 KHz, 6 KW avec une oscillation à haute fréquence pendant 10 secondes, une durée de moulage par injection de 10 secondes et une durée de refroidissement par l'eau de 15 secondes, la durée totale du cycle étant de 50 secondes et la pression d'injection de 50 bars.

La surface de l'article ainsi moulé est revêtue d'une couche formant peau en la résine ABS utilisée. On obtient un article moulé ayant un aspect très beau et un brillant remarquable.

On évalue les propriétés de l'article moulé suivant la norme JIS K 6871. Les résultats obtenus sont donnés au tableau 1.

Comme on le déduit du tableau 1, l'article moulé obtenu a un aspect et un brillant remarquables, ainsi que d'autres propriétés favorables.

EXEMPLE 3

On moule, sur une machine à injection habituelle du type en ligne, à une température de la résine de 220°C, une composition de résine PS contenant 50 % en poids de poudre de fer ayant une granulométrie de 0,074 mm. Le moule en plusieurs parties, ayant une entrée en coins, est agencé de manière à mouler simultanément 2 plats rectangulaires plats de 5 cm x 8 cm x 0,5 cm, qui peuvent être reliés ensemble pour former une boîte ayant une charnière.

On prépare l'inducteur en enroulant un tube de cuivre ayant un diamètre de 5 mm en une hélice ayant un pas de 5 mm, et en la noyant dans une plaque en résine époxy de 2 cm d'épaisseur.

On place l'inducteur entre les deux moitiés de moule. On excite l'inducteur à 400 KHz sous une puissance de 6 KW pendant 15 secondes. Après avoir retiré l'inducteur du moule, on effectue le moulage par injection comme à l'exemple 1.

La surface de l'article ainsi moulé est la même que celle d'un produit moulé habituel en résine de PS sans additif. La poudre de fer n'apparaît pas sur la face extérieure. La densité de l'article moulé est de 1,8 et celui-ci donne au toucher une impression unie inconnue jusqu'ici dans les produits moulés classiques en PS. Le Br(60)% de l'article moulé est de 99 %.

EXEMPLE COMPARATIF 1

En utilisant la même machine de moulage par injection, le même moule et la même composition de résine qu'à l'exemple 2, on effectue un moulage par injection alors que la température de la résine est de 240°C, que la température du moule est de 60°C, que la durée de l'injection est de 10 secondes, que la durée de refroidissement est de 15 secondes, que le cycle total de l'injection est de 40 secondes, et que la pression d'injection est de 50 bars, sans préchauffer par induction à haute fréquence. Les propriétés de l'article moulé ainsi obtenu sont données au tableau 1.

TABLEAU 1

Comparaison d'un moulage par injection avec préchauffage par induction à haute fréquence et sans un tel préchauffage.

25

30

35

40

Propriétés	Méthode d'examen	Unité	Exemple 2	Exemple comparatif 1
Résistance à la traction	JIS K 6871	bar	1000	1000
Allongement	JIS K 6871	%	2	2
Module de flexion	ASTM D 790	bar	55000	55000
Résistance à la flexion	ASTM D 790	bar	1300	1300
Résistance aux chocs Izod (épaisseur de 3,2mm sans entaille)	JIS K 6871	N.m/m	3,0	2,5

TABLEAU 1 (suite 1)

5	Propriétés	Méthode d'examen	Unité	Exemple 2	Exemple comparatif 1
	Point de distortion sous l'effet de la température	JIS K 6871	°C	104	100
10	Brillant	ASTM D 523	Br(60°)%	98	45

EXEMPLE 4

On compare des brillants de surface d'articles moulés à diverses températures du moule pour diverses résines utilisées.

15 On utilise un moule en plusieurs parties en métal pour moule ultra-dur (métal NAK) dont la surface intérieure est finie comme un miroir, afin de mouler une pièce plane carrée ayant une perforation de 1,5 cm de diamètre, ayant une épaisseur de 3 mm, comme illustré à la figure 7, l'entrée du moule étant placée en

20 E à la figure 7, et étant une entrée restreinte de 4 mm de large, de 8 mm de long et de 2 mm de hauteur. On prépare l'inducteur en enroulant un tube de cuivre d'un diamètre de 5 mm en une hélice plane ayant un pas de 10 mm et en la noyant dans une plaque en résine époxy d'une épaisseur de 3 cm. On utilise un oscillateur

25 à haute fréquence à puissance de sortie continue variable, à 7 KHz et 10 KW. La machine de moulage par injection est une machine Toshiba IS 80 qui est une machine pour l'injection de 2,19 kg. On effectue le moulage par injection avec un inducteur destiné à venir temporairement dans le moule suivant l'invention

30 dans des conditions ordinaires en utilisant diverses compositions de résine. Les résultats obtenus sont donnés au tableau 2.

On déduit du tableau 2 que des articles moulés par injection ayant un brillant élevé et ne présentant presque pas de gradient de brillant, à savoir d'inégalités de brillant, peuvent

35 être obtenus grâce à l'invention. En d'autres termes, on voit qu'il y a une différence considérable de brillant de surface entre les portions E et F pour un produit classique, tandis que pour le produit suivant l'invention il n'y a pas une telle différence en plus du fait que ce produit suivant l'invention a un brillant

40 très élevé.

TABLEAU 2

Résine		Moulage par injection à		Produit classique			Produit selon l'invention		
Marque de fabrique	Résine	Température du cylindre (°C)	Pression d'inspection (bar)*	Température maximale de la surface intérieure du moule (°C)	Br(60°)%		Température maximale de la surface intérieure du moule (°C)	Br(60°)%	
					Portion E	Portion F		Portion E	Portion F
Styron 492	HIPS	220	35	70	41	32	110	103	103
Styron 492	HIPS	220	50	60	30	25	110	103	103
Styron 492	HIPS	220	40	40	20	18	110	103	103
Styron XH 602	HIPS	220	35	70	51	40	110	102	102
Styron 777 (492-50/ 683-50)	MIPS	220	30	70	60	55	110	102	102
Styron 777 (XH 602-30 /679-70)	MIPS	220	30	70	85	85	110	102	101
Stylac 100	ABS	230	40	70	70	63	110	100	99
Stylac 120	ABS	230	40	70	89	86	110	100	100
Tyrl GF R 140 T	SAN renfor- cé par de la fibre de verre teneur en fibre de verre 20% en poids	240	45	70	40	39	115	102	101

TABLEAU 2 (suite 2)

Résine		Moulage par injection à		Produit classique			Produit selon l'invention		
Marque de fabrique	Résine	Température du cylindre (°C)	Pression d'inspection (bar)*	Température maximale de la surface intérieure du moule (°C)	Br(60°)%		Température maximale de la surface intérieure du moule (°C)	Br(60°)%	
					Portion E	Portion F		Portion E	Portion F
Stylac A 4081	ABS 60 % en poids Fe_2O_3 40 % en poids	240	40	70	50	45	120	100	100
Xyron 201 V	PPE	240	45	80	50	45	130	103	103
Xyron 500 H	PPE	290	45	90	45	40	135	103	102
Produit d'essai HIPS	Teneur en caout- chouc 5% en poids	220	35	70	45	33	110	103	103
" "	" 10 %	220	37	70	35	21	110	102	102
" "	" 15 %	220	41	70	20	13	110	101	100
Loymer S 3340	$CaCO_3$ 40% en poids chargé PP	220	50	40	16	17	150	88	88
Panlite G 1030	PC renforcé par de la fibre de verre, 30% en poids	290	90	80	25	20	160	103	103
Amilan CM 10116- 30	" 30% en poids	240	50	80	30	25	205	94	94

* Déterminé sur la base de la norme de "point de non remplissage complet" +5 bars.

Dans les articles moulés suivant l'invention, les défauts de surface que sont les lignes de coulée et les lignes de turbulence, les rayures argentées, n'existent absolument plus et on ne peut pas noter non plus de lignes de soudure pour toutes les
5 résines examinées.

Dans les produits moulés par la technique classique, on n'obtient jamais un produit ayant un brillant élevé, même en choisissant la résine utilisée, comme on peut le déduire du tableau 2. On trouve des marques de coulée et les marques de
10 turbulence, tandis que des rayures argentées se produisent dans le produit moulé contenant de la charge, et que l'on peut noter une ligne de soudure. Les améliorations à l'aspect et au brillant obtenus en modifiant les conditions de moulage, en particulier la température du moule, sont limitées et ne peuvent atteindre
15 le niveau d'amélioration que permet d'obtenir l'invention.

EXEMPLE COMPARATIF 2

Cet exemple étudie le préchauffage du moule métallique en introduisant un fluide chauffé dans le moule.

On utilise le moule métallique de l'exemple 4. Comme
20 fluide de chauffage, on utilise la vapeur d'eau à 10 bars. On munit le moule métallique de fentes d'entrée et de sortie par lesquelles la résine fondue ne peut pas s'écouler, mais par lesquelles de la vapeur d'eau peut passer au plan de joint de manière à pouvoir chauffer une surface intérieure du moule. A l'en-
25 trée, on monte une vanne de commande et, à la sortie, un piège. Pour permettre de maintenir la pression de la vapeur d'eau dans le moule métallique, on utilise des joints toriques. Il est si difficile d'obtenir l'étanchéité du moule à la vapeur d'eau sous 10 bars qu'une application industrielle pratique d'une telle
30 technique serait impossible, puisque le moule métallique a un goujon qui s'enlève et qu'une bague torique n'est pas très efficace pour obtenir l'étanchéité. On effectue le préchauffage du moule métallique alors que de la vapeur d'eau fuit. On maintient la pression de la vapeur d'eau dans le moule entre 3 et 4 bars
35 pendant 30 secondes, avant de faire partir la vapeur d'eau. On effectue ensuite le moulage par injection. La température du moule à cet instant est de 120°C. Le produit moulé ainsi obtenu n'est pas toujours correct. Il arrive que l'on reconnaisse des taches sur le produit moulé, bien que l'on ne sache pas si cela
40 a été provoqué par un restant d'eau ou par l'inhibiteur de

corrosion contenu dans la vapeur d'eau. Il y a aussi un reste autour d'un goujon d'éjecteur sous le produit moulé, ce reste étant probablement dû à un resuage du moule.

Il s'ajoute en outre un problème de sécurité du travail
5 d'entretien du moule métallique pour ce qui concerne, par exemple, la corrosion, etc., un problème de longévité du joint torique et autres, ce qui permet de conclure que ce processus est bien moins applicable à l'industrie que celui suivant l'invention.

EXEMPLE 5

10 On reprend l'exemple 1, si ce n'est qu'au lieu d'une résine SAN contenant 20 % en poids de fibres de verre, on utilise une résine PP contenant 30 % en poids de fibres de verre. On obtient des résultats comparables à ceux obtenus sur la résine SAN. Le Br(60°)% de l'article moulé est de 88 %.

EXEMPLE 6

15 En utilisant un moule métallique en plusieurs parties, pour mouler deux demi-boîtes pour cassettes audio (dénommées demi-cassettes), on moule par injection une composition de résine HIPS.

20 On prépare l'inducteur en enroulant un conduit de cuivre ayant un diamètre de 5 mm en une hélice plate ayant un pas de 5 mm et en la noyant dans une plaque en résine époxy d'une épaisseur de 3 cm. On place cet inducteur entre les moitiés du moule et on l'excite à une fréquence élevée de 7 KHz, avec une puissance de 20 KW pendant 15 secondes. Après l'avoir retiré du moule,
25 on effectue le moulage par injection comme à l'exemple 1.

L'article moulé a une configuration compliquée avec des nervures, des bosses, des perforations et des parties bosselées qui auraient pu donner lieu à des lignes d'écoulement des lignes de soudure, etc., s'il avait été moulé par une technique classique de moulage par injection. Mais l'article moulé a un aspect remarquable en n'ayant pas de ligne de coulée, ni de ligne de soudure visible avec un toucher amélioré sur les parties bosselées. La précision de dimensions est la même que celle d'un article moulé par injection de l'art antérieur. On ne constate
30 aucune variation.

En examinant le brillant sur la portion plate de l'article moulé, on trouve des valeurs de Br(60°)% pour l'article fabriqué suivant l'invention et pour celui fabriqué par le procédé classique de 98 %, 45 % respectivement.
40

EXEMPLE 7

Le moule métallique en plusieurs parties utilisé est celui illustré à la figure 4, dans lequel les parties A et A' sont en métal NAK, dont les surfaces en contact avec la composition de résine injectée, sont polies comme un miroir. Ce moule a une entrée directe centrale et donne un article moulé semblable à un plat d'un diamètre de 10 cm, d'une épaisseur de 2 cm et d'une épaisseur moyenne de 3,5 mm. On prépare chacun des inducteurs aux portions B et B' en enroulant un conduit de cuivre d'un diamètre de 5 mm, en une hélice plane avec n pas de 15 mm et en la noyant dans une plaque en résine époxy de 15 mm d'épaisseur. Les parties C et C' du moule sont en plaque de bronze d'une épaisseur de 3 mm. Les parties D et D' du moule sont en acier pour moule S-45C.

En utilisant ce moule en plusieurs parties, on moule par injection une composition de résine SAN du commerce contenant 20 % en poids de fibres de verre. On règle la température du cylindre d'injection de manière à ce que la température de la composition de résine soit maintenue à 240°C. On excite les inducteurs par un oscillateur à haute fréquence à 4 KHz, avec une puissance de 8 KW pendant 10 secondes. Ensuite, on effectue le moulage par injection sous une pression d'injection de 60 bars, pendant 10 secondes à la manière classique. Puis on refroidit le moule pendant 20 secondes avant de démouler. Le cycle total de moulage est de 45 secondes.

L'article moulé ainsi obtenu a le même aspect que celui de l'article moulé constitué uniquement en résine SAN. On n'y voit pas de rayures argentées. Il n'y a pas de fibres de verre qui se projettent à l'extérieur de la surface de l'article moulé. Le brillant Br(60°)% est de 102 %.

EXEMPLE COMPARATIF 3

A titre de comparaison, on effectue le moulage par injection dans les mêmes conditions, mais sans employer un chauffage par induction à haute fréquence avant injection. On obtient un produit ayant un aspect coloré présentant plusieurs rayures argentées et ayant un Br(60°) de 45 %.

EXEMPLE 8

On reprend l'installation et les processus de l'exemple 7, si ce n'est que la résine utilisée est du HIPS, de l'ABS et du PPE et que l'on fait varier la température de moulage pour

l'adapter à chaque résine. L'article moulé en chacune de ces résines a un aspect excellent, surpassant les évaluations généralement acceptées pour les articles moulés par injection. Ainsi, tous les articles moulés obtenus ont un brillant Br(60°)% dépassant 100 %, quelle que soit la position de l'article, et ne présentent pas d'irrégularités de brillant, de lignes, de turbulence constituant des défauts ou autres.

5 On donne, au tableau 3, les conditions du moulage par injection, l'aspect et le brillant de l'article moulé pour chaque
10 composition de résine, ainsi que ces mêmes renseignements pour l'exemple comparatif 4, dans lequel on a suivi l'exemple 7, si ce n'est que l'on n'a pas effectué le chauffage préliminaire du moule métallique par induction avant haute fréquence.

TABLEAU 3

Résine	Température de la résine (°C)	Durée des oscillations (seconde)	Exemple 8			Exemple comparatif 4		
			Cycle total de moulage (seconde)	Aspect du produit	Br(60°)%	Cycle total de moulage (seconde)	Aspect du produit	Br(60°)%
HIPS	220	10	45	Pas d'irrégularité de brillant	104	35	Irrégularité du brillant	60-70
ABS	240	10	45	"	104	35	"	85-90
PPE	280	15	50	"	103	40	"	35-45
SAN-fibre de verre (exemple 7)	240	10	45	"	102	35	Surface rugueuse	45-60

REVENDICATIONS

1. Article moulé par injection en composition de résine thermoplastique, contenant des matières de renforcement et/ou des charges en une quantité d'au moins 4 % en poids, caractérisé en
5 ce qu'il comprend une couche lisse formant peau constituée sensiblement uniquement de la résine constituante sur toute la surface extérieure de l'article moulé, cette couche conférant à l'article moulé une surface réfléchissante ayant un brillant de surface (suivant la norme ASTM D 523 ; 60°) bien maintenu avec un décré-
10 ment de pouvoir réfléchissant de 10 %, ou inférieur à 10 %, par rapport à la réflexion idéale parfaite comme en un miroir de la résine intrinsèque utilisée.

2. Article suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la composition de résine thermoplastique est une résine de
15 polystyrène à résistance aux chocs élevée ou une résine ABS.

3. Article suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le décré-
ment de pouvoir réfléchissant est de 5 %, ou est inférieur à 5 %.

4. Article suivant la revendication 1, caractérisé en ce
20 que les compositions de résine thermoplastique sont des résines renforcées par des fibres de verre.

5. Article suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les résines thermoplastiques sont des résines à base de styrène.

25 6. Article suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les compositions de résines thermoplastiques sont des résines de polyphénylène renforcées par un copolymère de styrène et de butadiène.

7. Procédé de moulage par injection de résines thermo-
30 plastiques ou de compositions de résines thermoplastiques contenant des matières de renforcement et/ou des charges, caractérisé en ce qu'il consiste à chauffer très liminairement la surface intérieure du moule métallique sélectivement et superficiellement à une tem-
pérature supérieure au point de distorsion sous l'effet de la
35 chaleur de la résine utilisée, par un dispositif de chauffage par induction à haute fréquence, avant l'injection de la résine ou de la composition de résine fondue dans le moule, de manière à permettre un écoulement suffisant de la résine ou de la compo-
sition de résine fondue au voisinage de la surface intérieure du
40 moule métallique pour obtenir une couche formant peau constituée

pour l'essentiel seulement de la résine constituante.

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer le chauffage superficiel du moule métallique à une vitesse d'élévation de température de 80°/minute.

- 5 9. Installation de moulage par injection d'une matière thermoplastique qui comprend (a) un instrument d'injection ayant des moyens pour faire fondre la matière thermoplastique pour la doser et pour l'injecter, et (b) un moule métallique muni de moyens pour refroidir et pour solidifier la matière thermoplastique, caractérisée en ce qu'elle comprend (c) un équipement de
10 chauffage par induction à haute fréquence consistant en un oscillateur à haute fréquence et en un inducteur qui y est relié, cet inducteur étant disposé au voisinage du moule métallique de manière à permettre un chauffage sélectif de la surface intérieure
15 du moule métallique.

10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce que l'inducteur est placé entre les parties composant le moule et est retiré de celui-ci avant le moulage par injection.

11. Installation suivant la revendication 9, caractérisée
20 en ce que l'inducteur est noyé dans une partie composant le moule.

12. Installation suivant la revendication 11, caractérisée en ce qu'une couche isolant l'onde haute fréquence est disposée derrière l'inducteur noyé.

FIG. 1

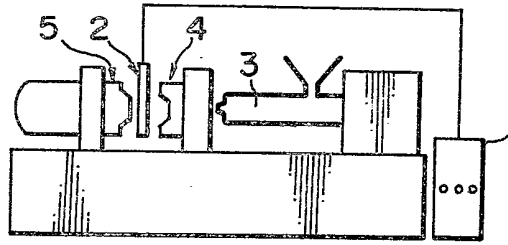


FIG. 2

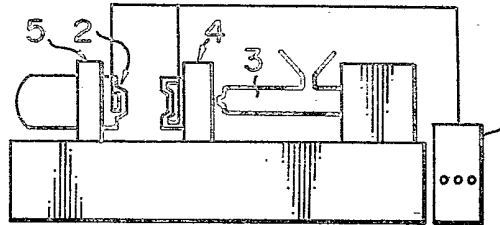


FIG. 3

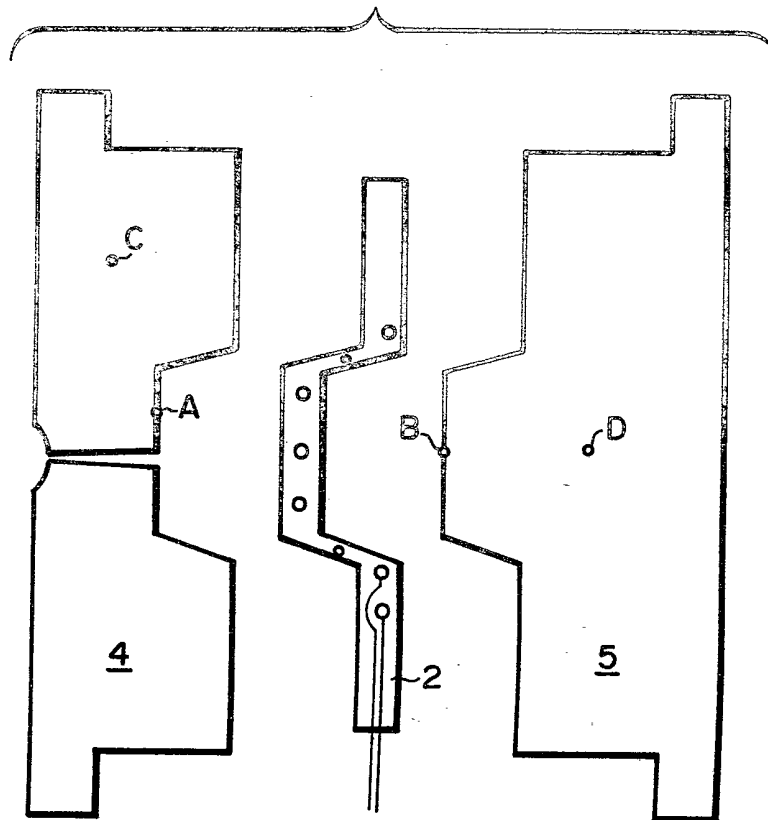


FIG. 4

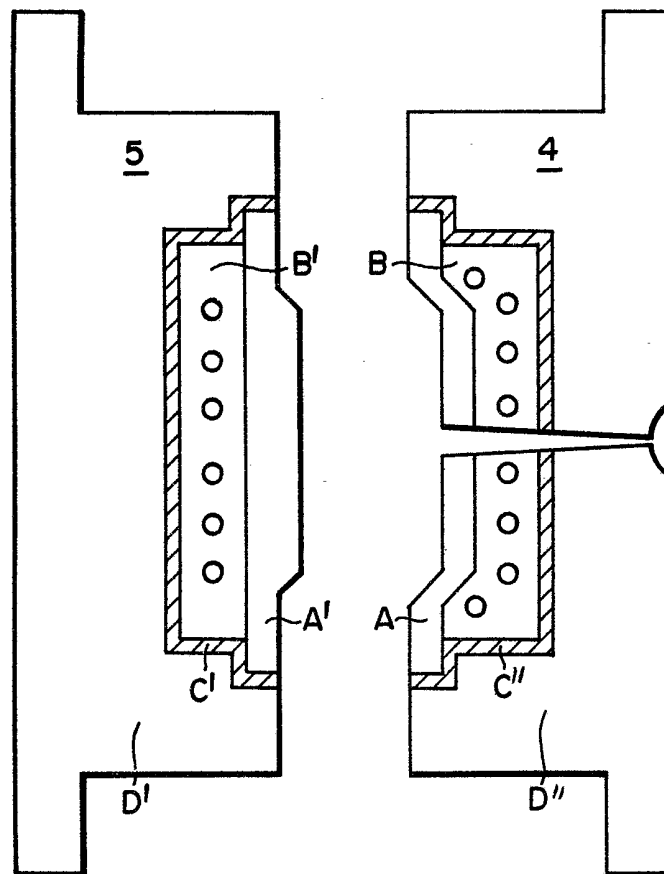


FIG. 5

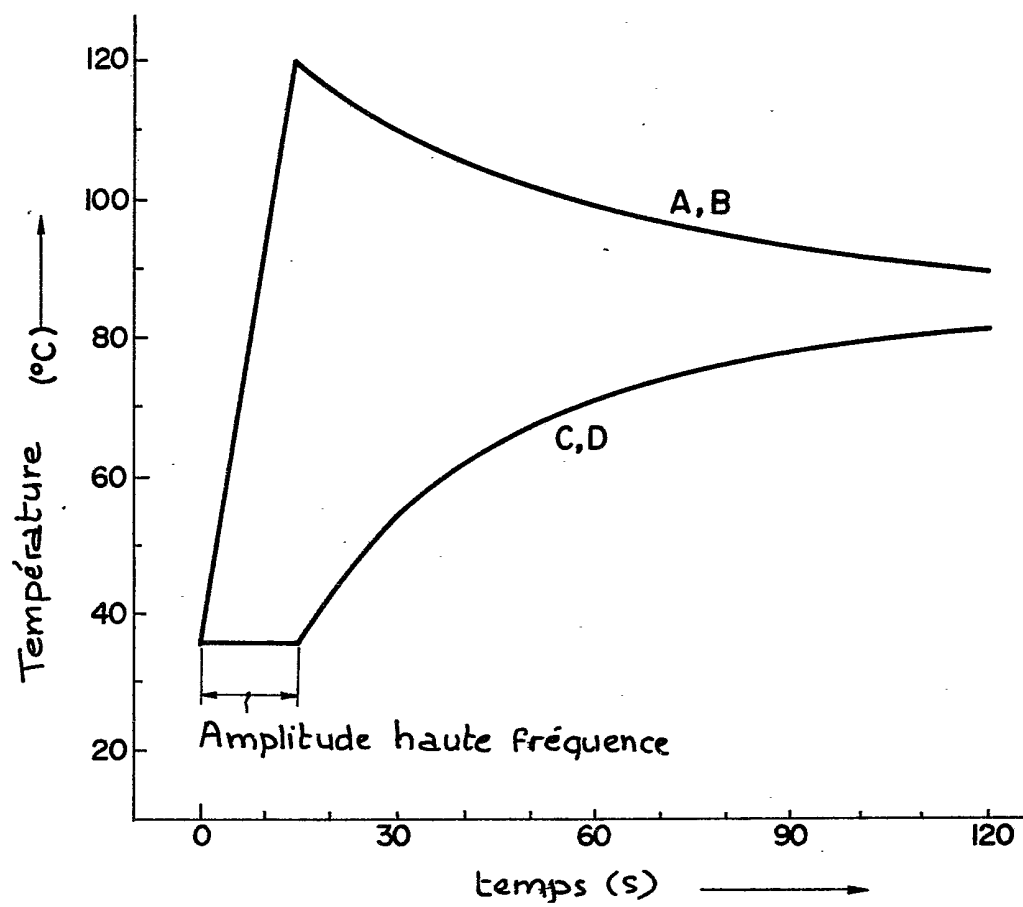


FIG. 6

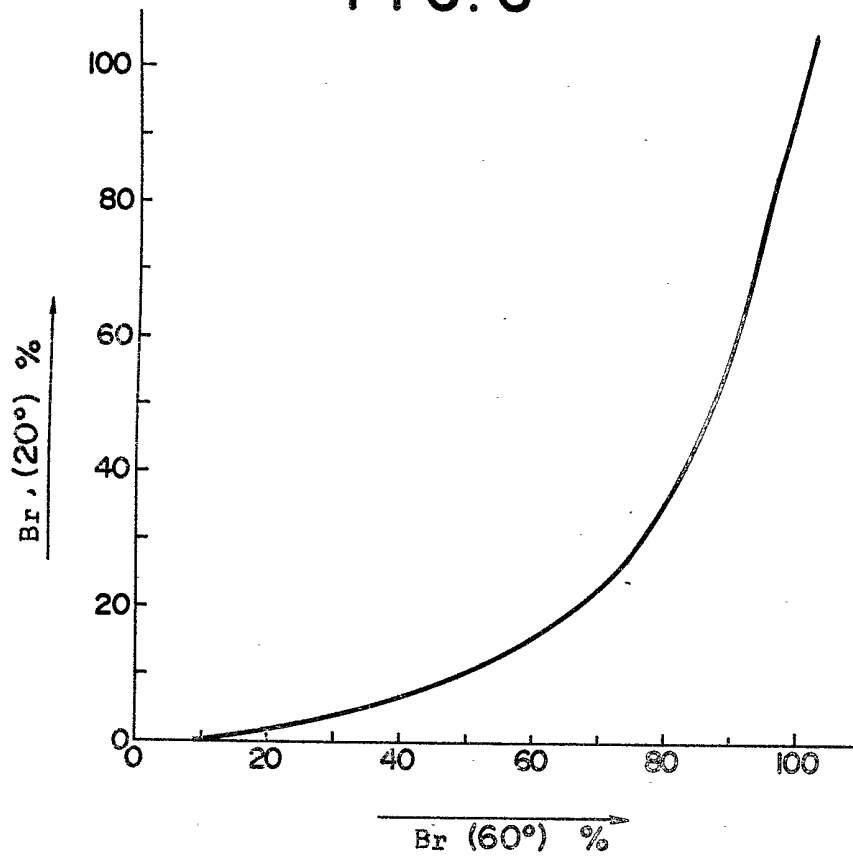


FIG. 7

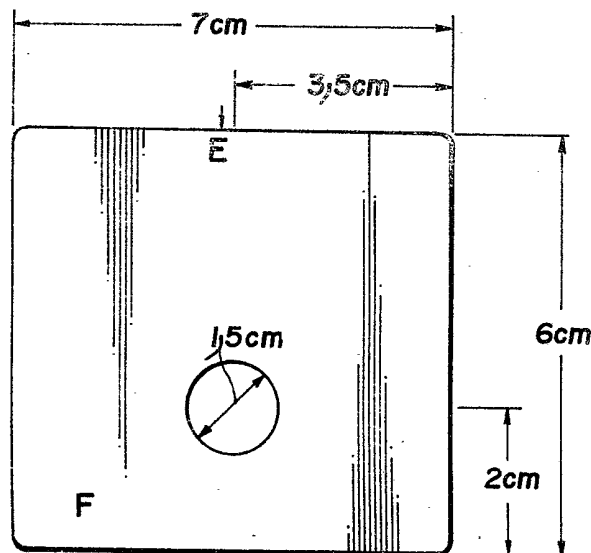


FIG. 8

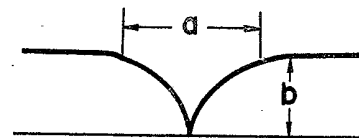
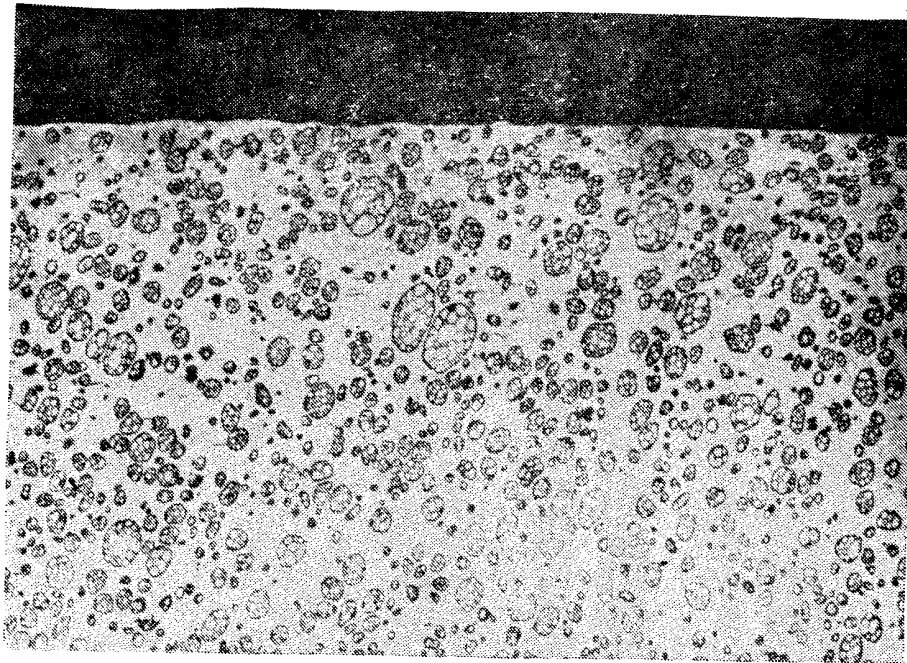
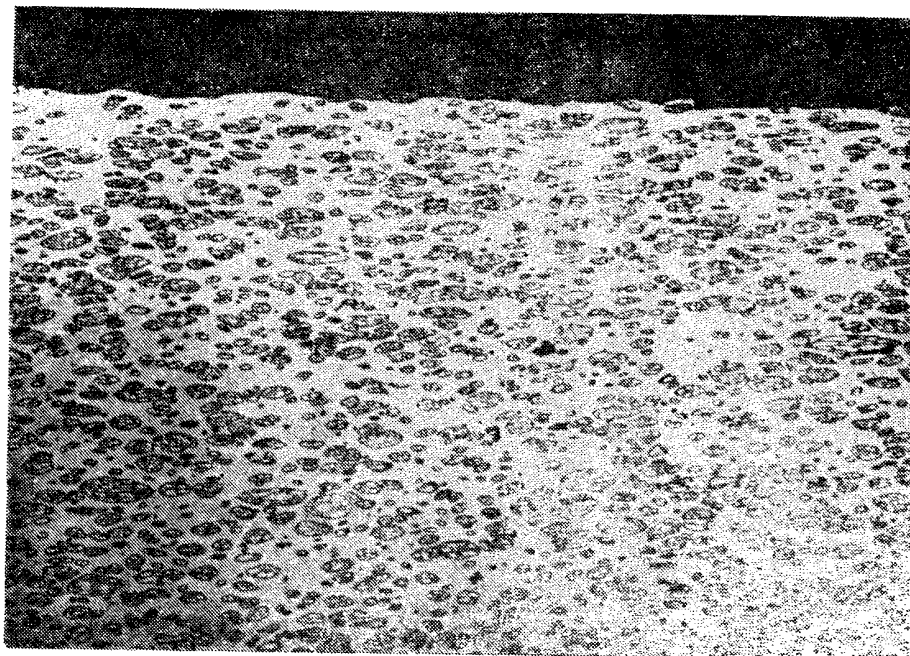


FIG. 9**FIG. 10**

5 μ



5 μ

FIG. 11



FIG. 12

