

ROYAUME DE BELGIQUE

BREVET D'INVENTION



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1001529A3

NUMERO DE DEPOT : 8800339

Classif. Internat.: C22B

Date de délivrance : 21 Novembre 1989

Le Ministre des Affaires Economiques,

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

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

Vu le procès verbal dressé le 24 Mars 1988 à 15h15
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

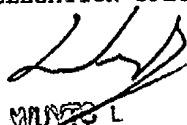
ARTICLE 1.- Il est délivré à : ALCAN INTERNATIONAL LIMITED
Sherbrooke Street West 1188, MONTREAL QUEBEC H3A 3G2(CANADA)

représenté(e)(s) par : GRISAR Daniel, OFFICE KIRKPATRICK, Square de Meeus,
4 - 1040 BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : TRAITEMENT DE METAUX.

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

Bruxelles, le 21 Novembre 1989
PAR DELEGATION SPECIALE :


MUNTS L
Directeur

Traitement de métaux.

La présente invention concerne un procédé pour former un filtre pour un métal liquide; un filtre à métal liquide; un procédé pour filtrer un métal liquide; une matrice métallique composite utile pour améliorer cette filtration; un procédé pour produire une telle matrice composite et des cartouches filtrantes contenant des produits coulés de la matrice composite.

Les métaux liquides contiennent en général diverses inclusions qui sont nuisibles pour le produit d'une opération de coulée ultérieure. Dans le cas des métaux liquides, comme l'aluminium et ses alliages à l'état liquide, ces inclusions peuvent comprendre des couches d'oxyde, des spinelles et des borures. Il est donc habituel de filtrer le métal avant de le couler afin d'améliorer la qualité du produit coulé.

Un procédé classique pour filtrer l'aluminium liquide est de faire passer le métal à travers un bloc de céramique poreuse. Celui-ci peut être un filtre en mousse de céramique ou bien un milieu filtrant rigide ayant la forme d'un bloc fritté de fragments de carbure de silicium ou d'alumine.

Dans certaines circonstances, en raison de leur structure hautement poreuse propre, les filtres en mousse de céramique peuvent avoir une efficacité de filtration faible et aléatoire, par exemple pour filtrer un métal relativement propre. Les milieux filtrants rigides sont par nature plus efficaces, mais sont très rapidement colmatés par les inclusions collectées hors du métal liquide et en fait, un milieu filtrant rigide peut parfois se colmater complètement au cours de la conduite d'une seule coulée, ce qui peut empêcher de l'utiliser pour une telle application.

De plus, certains milieux filtrants rigides peuvent être difficiles à amorcer.

Dans le présent mémoire, par "amorçage" d'un filtre, on entend le mouillage complet des surfaces internes du filtre au début du passage du métal dans le filtre. En l'absence d'un tel mouillage complet, des difficultés peuvent surgir au début du passage du métal, l'utilisation de la surface et du volume accessible du filtre est incomplète, la pression métallostatique derrière le filtre augmente prématurément et l'efficacité et la fiabilité métallurgiques baissent pour ce qui est du piégeage et du dégagement des inclusions.

Suivant un aspect, la présente invention a pour objet un procédé pour former un gâteau filtrant, pour filtrer un métal liquide, au moyen de particules stables dans le métal liquide sur un substrat inerte perméable au métal liquide dans le trajet d'écoulement du métal liquide à filtrer, caractérisé en ce qu'on dépose les particules dans le trajet d'écoulement à l'amont du substrat pour qu'elles soient entraînées au moins partiellement par l'écoulement du métal et dispersées à l'état de gâteau filtrant prémouillé et pré-amorcé sur le substrat.

L'invention a aussi pour objet un filtre à métal liquide formé conformément au paragraphe précédent, outre un procédé pour filtrer un métal liquide au moyen d'un tel filtre.

Dans certaines formes de réalisation de la présente invention, on utilise une matrice métallique composite formée à partir d'un alliage métallique qui peut être différent de l'alliage à filtrer, mais qui est miscible avec celui-ci, et qui contient les particules stables déjà mouillées par l'alliage de la matrice métallique composite.

Par conséquent, suivant un autre aspect, la présente invention a pour objet un procédé pour produire une matrice métallique composite à partir d'un alliage de métal léger contenant des particules stables dans l'alliage dans son état liquide, caractérisé par les stades:

1. d'entretenir une masse de l'alliage métallique liquide dans un four;
2. d'agiter uniquement une première région de l'alliage de façon qu'une seconde région de celui-ci reste sensiblement non perturbée, et
3. d'introduire les particules dans la première région de façon qu'à mesure que l'agitation se poursuit, les particules se déplacent dans la première région pour former une dispersion de la matrice métallique composite dans la seconde région.

La matrice métallique composite produite conformément au paragraphe précédent peut être utilisée à l'état de dispersion ou à l'état de produit coulé pour la formation d'un gâteau filtrant sur un substrat conformément à l'invention.

La présente invention a aussi pour objet une cartouche filtrante comprenant une enceinte perméable à un métal liquide et contenant des produits coulés de la matrice métallique composite de façon que lorsque la cartouche est disposée dans le trajet d'écoulement d'un métal liquide à filtrer, les produits coulés fondent rapidement pour déposer les particules qu'ils contiennent à l'état de gâteau filtrant sur un substrat. Dans ce cas, le substrat peut être à l'extérieur de la cartouche ou bien il peut être formé dans une région inférieure de la cartouche.

Dans le présent mémoire, le terme "substrat" est à entendre comme désignant toute chose qui supporte de façon stable le gâteau filtrant et qui est perméa-

ble au métal liquide. Lorsqu'il est utilisé pour filtrer l'aluminium et ses alliages à l'état liquide, le substrat peut être, par exemple, un bloc de céramique, un filtre en mousse de céramique, un milieu filtrant rigide, un lit meuble de granules, une grille ou plaque en céramique perforée ou un tissu de verre tissé.

Différents aspects de la présente invention sont décrits ci-après à titre d'exemple avec référence aux dessins annexés dans lesquels:

Fig. 1 est une vue latérale schématique d'un appareil filtrant,

Fig. 2 est une vue à grande échelle de l'interface entre un substrat et un gâteau filtrant,

Fig. 3 est une vue latérale d'un four utilisé pour produire une matrice métallique composite,

Fig. 4 est une vue semblable à celle de la Fig. 1 d'un autre appareil filtrant,

Fig. 5 et 6 sont des vues schématiques d'une cartouche filtrante avant et après la formation d'un gâteau filtrant,

Fig. 7 et 8 sont des vues semblables à celles des Fig. 5 et 6 d'une autre disposition,

Fig. 9 et 10 sont des vues semblables à celles des Fig. 7 et 8 d'encore une autre disposition,

Fig. 11 est un diagramme, et

Fig. 12 à 20 sont les histogrammes 2 à 5 et 7 à 11 de l'efficacité de filtration en % en fonction de la granulométrie en μm , pour diverses coulées.

Comme le montre la Fig. 1, l'appareil filtrant comprend un chenal de coulée 1 qui s'étend de façon généralement horizontale et véhicule de l'aluminium ou un alliage d'aluminium liquide 2 dans le sens des flèches A1 vers A3. Le fond 3 de l'appareil comporte une paroi 4 qui s'étend vers le bas, qui se poursuit en 5 en légère dépression et remonte ensuite en 6 jusqu'au

niveau du fond 3. Une cloison 7 est établie en travers du filtre en face d'une région intermédiaire de la partie 5 et à l'écart de celle-ci. Le métal liquide est ainsi contraint de s'écouler horizontalement à l'endroit de la flèche A1, verticalement vers le bas et ensuite suivant un angle aigu pour remonter au sens horizontal à l'endroit de la flèche A2 et à nouveau horizontalement en A3. La ligne en traits interrompus 8 indique un substrat poreux. Celui-ci peut consister en une plaque ou en un écran comportant des orifices qui ne contribuent pas à la filtration. En variante, le substrat peut être un bloc de céramique poreuse, comme un filtre en mousse de céramique ou un milieu filtrant rigide.

Avant de former un filtre sur le substrat, une matière particulaire, par exemple de l'alumine tabulaire, de l'intervalle granulométrique de 300 à 1700 μm , est préparée (d'une façon non indiquée) pour que son aptitude au mouillage par l'aluminium liquide augmente. Ceci peut comprendre le revêtement de la surface des particules au moyen d'une substance telle que l'argent, le cuivre, le nickel, le titane, le diborure de titane ou un autre composé intermétallique qui est par nature mouillé par le métal liquide. En variante, le revêtement peut être formé d'une substance telle qu'un fondant contenant du fluorure qui mouille aussi les particules. De préférence toutefois, les particules sont mélangées au préalable avec un alliage d'aluminium aisément miscible avec l'alliage à filtrer et sont ajoutées à l'état de corps de matrice métallique composite soit sous forme de dispersion semi-solide, soit sous forme de produit coulé de la matrice.

Les particules traitées (qui sont plus denses que l'aluminium liquide) sont introduites dans le chenal

de coulée 1 entre des points tels que B et C. Ces particules, qu'elles soient introduites à l'état de particules revêtues individuelles ou à l'état de corps de matrice métallique composite sous la forme d'une dispersion semi-solide ou sous la forme d'un produit coulé de la matrice, sont dispersées et entraînées par l'influence combinée de l'écoulement du métal liquide dans le chenal de coulée 1 et des forces de gravité et se déposent en 9 (Fig. 2) sur le substrat 8. Elles sont déposées de manière relativement uniforme et constituent un interface net avec le substrat 8, comme indiqué en 10. Les particules déposées 9 restent distinctes et sont maintenues contre le substrat par la force de gravité et par l'écoulement ininterrompu du métal liquide, comme indiqué par la flèche D.

Il s'est révélé avantageux que le dépôt des particules sur le substrat puisse s'achever rapidement. Premièrement, le pontage entre les particules devient plus efficace lorsque la fréquence de leur arrivée à la surface du substrat est élevée. Un pontage efficace réduit l'opportunité pour les particules de s'infiltrer dans les pores du substrat et conduit aussi à un gâteau filtrant plus poreux. Deuxièmement, la Demanderesse a observé que l'aptitude du gâteau filtrant à retenir les inclusions du métal liquide est affaiblie jusqu'à ce que la formation du gâteau soit achevée.

L'allure optimale à laquelle les particules sont ajoutées au métal liquide pour former le gâteau filtrant dépend de la géométrie de l'appareil filtrant, de la vitesse du flux de métal liquide et de la nature du substrat utilisé pour soutenir le gâteau. Au cas où les particules sont incorporées dans un corps de matrice métallique composite, soit sous forme d'une

dispersion semi-solide, soit sous forme d'un produit coulé de la matrice, la vitesse souhaitée pour le dépôt des particules est atteinte:

- (a) en imposant au préalable la fraction volumique des particules dans le corps de matrice métallique composite;
- (b) en imposant, dans le cas du produit coulé, ses dimensions et sa forme, et
- (c) en imposant le débit du métal liquide à filtrer.

La Demanderesse a découvert que pour obtenir les meilleurs résultats, il est habituellement souhaitable de porter au maximum la fraction volumique des particules contenues dans la dispersion semi-solide et dans tout produit coulé ultérieur. Ceci s'obtient suivant une technique de mélange spéciale.

La Demanderesse a découvert qu'il existe plusieurs facteurs importants dans le processus de mélange.

1. La température du métal avec lequel les particules doivent être mélangées au préalable.
2. Le contrôle de l'atmosphère au-dessus du récipient de mélange.
3. La fraction volumique des particules qui sont maintenues en suspension dans la zone de mélange à tout moment, et
4. l'action de mélange elle-même.

De façon générale, il est préférable que seule la partie supérieure du métal liquide dans le récipient de mélange soit agitée, de sorte que les particules ajoutées dans celui-ci tombent à travers la zone de mélange après le temps de "retenue" souhaité pour la formation d'une dispersion complètement "mouillée".

Il est préférable d'appliquer une technique par "enveloppement" plutôt que des systèmes à agitateur

tournant qui font apparaître de grands tourbillons dans le récipient. Ceci évite la tendance des particules à s'agglomérer en grumeaux qui sont difficiles à redisperser et qui peuvent tendre à flotter ou à s'enfoncer prématurément et qui échappent à un mouillage complet. Il est en général souhaitable aussi de disposer d'une atmosphère inerte ou contrôlée autre au-dessus de la surface du bain en fusion lorsqu'il existe une tendance que les particules ou bien le métal en fusion réagissent avec les gaz du four.

Préparation du produit coulé

On a formé dix-huit briquettes d'un alliage d'aluminium et de particules d'alumine tabulaire suivant le mode opératoire ci-après:

On a tamisé environ 25 kg d'alumine tabulaire d'une granulométrie de 600-1100 μ m, puis on l'a lavée pour éliminer les poussières et on l'a séchée ensuite. On a introduit l'alumine, au débit d'environ 2 kg/mi-nute, dans un creuset contenant 50 kg d'un alliage d'aluminium en fusion. L'alliage contenait environ 1,3% en poids de magnésium et se trouvait initialement à environ 800°C. Pendant l'addition de l'alumine, l'immersion et le mouillage rapides de l'alumine par l'alliage en fusion ont été permis par l'agitation mécanique de l'alliage par effet d'enveloppement. Ceci a donné une suspension qu'on a transférée à la poche et qu'on a coulée en éprouvettes entaillées sur une table de coulée vibrante sur laquelle la dispersion s'est solidifiée. On a confectionné dix-huit briquettes, chacune d'un poids d'environ 2 kg. On a prélevé des échantillons de l'alliage d'aluminium hors du creuset au terme de l'addition de l'alumine. On a analysé un échantillon par le procédé de spectroscopie d'émission optique.

Les résultats de l'analyse sont repris ci-

après en pourcentages pondéraux:

<u>Silicium</u>	<u>Fer</u>	<u>Cuivre</u>	<u>Manganèse</u>
0,09	0,39	0,001	0,006
<u>Magnésium</u>	<u>Chrome</u>	<u>Zinc</u>	<u>Titane</u>
1,09	0,001	0,015	0,001

On a taillé l'une des briquettes, on l'a polie et examinée par analyse d'image afin d'estimer la fraction d'alumine dans la briquette. La fraction d'alumine s'est révélée à la mesure être de 62% en volume, ce qui correspond à environ 71% en poids.

Des briquettes contenant moins que ce pourcentage volumique d'alumine pourraient s'obtenir en agitant tout le contenu du récipient de mélange après formation d'une quantité appropriée de dispersion, en faisant baisser la température du mélange résultant jusqu'à une valeur telle que le métal liquide commence à se solidifier et en coulant ensuite le produit triphasique conformément à l'exemple ci-dessus. Ceci a pour effet que les particules (par exemple d'alumine) sont parsemées de dendrites d'alliage d'aluminium solide.

La Fig. 3 des dessins montre un four de mélange 11 comprenant une première partie 12 et une seconde 13 séparées par une paroi 14 dont l'extrémité inférieure 15 se trouve à l'écart d'un fond 16 qui est en pente descendante de la partie 12 vers la partie 13. Le four comprend un couvercle 17 et un alliage d'aluminium liquide 18 y est maintenu à une température de 800°C à 900°C. Une première région 19 (supérieure) de la partie 12 est munie d'un agitateur 20 qui est contraint de suivre un trajet généralement rectangulaire autour d'un axe horizontal comme indiqué par les lignes en traits interrompus 21 pour exercer un effet "d'enveloppement" sur le métal liquide. Des

particules 22 d'alumine tabulaire de l'intervalle granulométrique de 300 à 1700 μm (qui sont relativement plus denses que le métal liquide) sont introduites par un orifice (non représenté) dans le couvercle 17 de façon à tomber dans la région 19 où elles sont "enveloppées" à plusieurs reprises dans l'alliage métallique liquide sous l'effet de l'agitateur 20. Cette agitation maintient les particules dispersées en suspension pendant un temps plus long que celui qu'elles mettraient à tomber à travers la région 19 en l'absence d'agitation. Finalement, les particules quittent la région 19 et tombent librement à travers du métal sensiblement non perturbé en 23 vers une seconde région 24 (inférieure) du four où elles forment une dispersion 25 qui descend sur le fond 16 dans la partie 13 du four. A cet endroit, un transporteur à vis d'Archimède 26 monte la dispersion hors du four, après quoi elle peut être coulée en un produit approprié. De préférence, elle est coulée par pressage en bâtons ou bien en granules en forme de selle ou d'une forme semblable.

La chute libre des particules vers la région 24 permet à une fraction volumique élevée des particules de s'accumuler dans la dispersion, ainsi qu'il a été décrit ci-dessus. Ainsi qu'il a été décrit ci-dessus également, la dispersion pourrait être mélangée avec le métal liquide la surmontant pour donner un produit contenant une fraction volumique plus faible des particules qui peut être utile dans un processus de filtration ultérieur, comme décrit ci-après.

Des exemples sont donnés ci-après de diverses coulées témoins de métal liquide et de coulées filtrées conformément à la présente invention.

Bien qu'il ait été admis, comme décrit ci-dessus, que les particules ont une densité supérieure à celle du métal liquide, il n'en va pas nécessairement

ainsi. Si les particules ont une densité plus faible, la première région 19 pourrait se trouver à la partie inférieure du four et la seconde région 24 au-dessus. Dans ce cas, les particules seraient introduites dans la partie inférieure du four où elles seraient "enveloppées" dans le métal liquide. Elles s'élèveraient alors jusqu'à la partie supérieure du four pour former une dispersion qui pourrait être recueillie par écrémage.

EXEMPLE 1

On a coulé une série de billettes à extruder de 3,2 m et d'un diamètre de 240 mm, ayant une composition dans les limites de la norme AA3004. Dans tous les cas, on a filtré le métal liquide à travers un filtre en mousse de céramique carré de 150 mm à 12 pores par cm. Les coulées sont résumées au tableau I.

FILT 1 et FILT 8 sont des coulées témoins avec un filtre en mousse de céramique dans le mode normal de fonctionnement. Des mesures en ligne de la propriété du métal avant et après filtration ont été effectuées suivant la technique LIMCA brevetée par la société Alcan (voir ci-après). A partir de ces données, les efficacités pour l'élimination des inclusions au-dessus de $20\text{ }\mu\text{m}$ sont de 54,8% et -13,4% respectivement. La seconde efficacité, qui est négative, traduit le fait que le filtre en mousse de céramique dégage de temps à autres des inclusions agglomérées.

Les coulées FILT A2 à FILT A7 sont des coulées de lingots suivant différentes formes de réalisation de la présente invention. Il est évident que pour cette matière, l'addition de particules de 700 à $1400\text{ }\mu\text{m}$ ajoutées au filtre soit directement par brassage du bain (FILT A2) ou au moyen d'une suspension liquide (FILT A3) n'apporte aucune amélioration de l'efficacité, tandis que l'addition de particules de 300 à $700\text{ }\mu\text{m}$

soit en suspension liquide (FILT 4, FILT 5 et FILT 6), soit sous la forme de briquettes préfabriquées (FILT 7) mène à des efficacités de plus de 95,5%.

Les histogrammes 2, 3, 4 et 5 aux figures 12 à 15 représentent les efficacités d'élimination des inclusions en fonction de la dimension des inclusions pour FILT A4, FILT A5, FILT A6 et FILT A7. L'addition de particules de 300 à 700 μm conduit à des efficacités de plus de 95% pour toutes les granulométries, tout au contraire du mode normal du filtre en mousse de céramique où il y a au mieux seulement 50% d'élimination des fines et un dégagement sensible de particules au-dessus de 40 μm .

TABLEAU 1

Coulée n°	Détails à propos de la filtration	DETAILS D'ANALYSE LIMCA EN						Efficacité du filtre (%) sur base de N20
		AMONT DU FILTRE		AVAL DU FILTRE		Moyenne d'ensemble N20		
		Temps de mesure ^a	Moyenne d'ensemble N20	Temps de mesure ^a	Moyenne d'ensemble N20			
FILT 1	FMC seul	5-23	21,65	24-78	9,78		54,8	
FILT A2	FMC matière filtrante 700-1400 μ m ajoutée par brassage	-	-	2-75	5,4		-	
FILT A3	FMC matière filtrante 700-1400 μ m ajoutée à l'état de suspension	49-80	36,09	1-40	25,93		28,2	
FILT A4	FMC matière filtrante 300-700 μ m ajoutée à l'état de suspension	41-55	48,31	1-34 et 63-80	2,08		95,7	

^a minutes après le début

TABLEAU 1 (suite)

Coulée n°	Détails à propos de la filtration	DETAILS D'ANALYSE LIMCA EN						Efficacité du filtre (%) sur base de N20
		AMONT DU FILTRE		AVAL DU FILTRE		Moyenne d'ensemble N20		
		Temps de mesure ^a	Moyenne d'ensemble N20	Temps de mesure ^a				
FILT A5	FMC matière filtrante 300-700 μm ajoutée à l'état de suspension en deux lots	26-35	25,06	1-17 et 43-78	0,89		96,4	
FILT A6	FMC matière filtrante 300-700 μm ajoutée à l'état de suspension (taux réduit)	41-58	15,02	3-28 et 64-80	0,49		96,7	
FILT A7	FMC matière filtrante 300-700 μm ajoutée à l'état de briquettes (taux réduit)	31-46	21,99	2-25 et 52-80	0,91		95,8	
FILT A8	FMC seul	10,45	6,79	2-46	7,70		-13,4	

^a minutes après le début

EXEMPLE 2

Des mesures avant et après filtration sur mousse de céramique ont été faites sur quatre coulées de l'alliage 7150.

L'histogramme 7 à la Fig. 16 montre l'effet du filtre en mousse de céramique seul sur les taux d'inclusion dans l'alliage 7150, révélant une efficacité de filtration d'ensemble de 68,8% pour toutes les particules entre 20 et 300 μm . Il y a eu des indices (non illustrés) de plusieurs phénomènes de dégagement de particules à l'aval du filtre. Dans certains cas, il peut en résulter en fait que les particules plus grosses quittant le filtre sont plus nombreuses que celles qui y pénètrent.

L'histogramme 8 à la Fig. 17 montre l'effet de l'addition d'une matière filtrante de 300-700 μm . L'addition a été faite après 20 minutes de la coulée. L'histogramme 8 montre que l'addition de la matière filtrante donne une amélioration d'efficacité, laquelle passe de 55 à 80%. Toutefois, l'addition de matière filtrante à cette coulée n'a pas été entièrement satisfaisante, ce qui explique probablement la performance relativement médiocre.

L'addition de matière filtrante de 300-700 μm à la coulée FILT All a été plus acceptable et les résultats en sont montrés par l'histogramme 9 à la Fig. 18 qui indique l'amélioration. Il a semblé y avoir une période de transition relativement plus longue que d'habitude avant que l'addition soit complètement active. Les valeurs relevées de 9 à 77 minutes comprennent les lectures faites pendant la période de transition, tandis que les valeurs relevées de 23 à 77 minutes ne contiennent pas cette période de transition. Les efficacités d'ensemble ont été de 98% et 99,2%, respectivement, pour ces deux séries de

lectures.

L'utilisation d'une matière filtrante de 700-1400 μm dans la coulée FILT A12 a conduit de nouveau à une excellente performance, comme le montre l'histogramme 10 à la Fig. 19. L'efficacité d'ensemble de 99,0% a été atteinte, à comparer aux 59% avant l'addition de matière filtrante (sur base de 3 lectures seulement à l'aval du filtre). A nouveau, il y a eu une période de transition de quelques minutes après l'addition des particules sous forme de briquettes avant qu'un taux uniformément bas soit atteint. Une mesure six minutes après l'addition a semblé avoir atteint les conditions du régime stationnaire.

L'utilisation des briquettes plus grossières a conduit à une plus faible pression métallostatique sans baisse de l'efficacité:

Pression métallostatique FILT A11 = montée de 7 cm à l'extrémité.

Pression métallostatique FILT A12 = montée de 1 à 2 cm à l'extrémité.

EXEMPLE 3

On a coulé une billette à extruder de 3,0 m et d'un diamètre de 400 mm, ayant une composition dans les limites de norme AA7150. On a filtré le métal suivant une forme de réalisation de l'invention. L'appareil filtrant contenait un filtre en mousse de céramique carré de 150 mm à 12 pores par cm comme substrat et une briquette de 0,75 kg d'alliage d'aluminium contenant environ 70% en poids de particules d'alumine de l'intervalle granulométrique de 300-600 μm a été fondue par immersion dans l'alliage liquide s'écoulant à travers le filtre au débit de 15 kg/minute et à une température de 705°C. La briquette a été immergée 2 minutes après le début de la coulée et la fusion de la briquette s'est achevée dans les 4 minutes

après le début de la coulée. Des mesures LiMCA ont été effectuées à l'amont et à l'aval du filtre et les résultats en sont représentés par l'histogramme de la Fig. 11. Cet histogramme indique les lectures N20 faites par LiMCA à divers moments pendant la coulée. Les valeurs N20 moyennes à l'amont et à l'aval du filtre étaient de 26,6K et 0,33K, respectivement, cette dernière étant calculée d'après les lectures faites de 11 à 52 minutes après le début de la coulée. L'efficacité de filtration d'ensemble, sur base des valeurs N20, est de 98,8%, les 100% étant atteints pour les particules de plus de $45\mu\text{m}$. Voir à ce propos l'histogramme 11 à la Fig. 20.

Bien que comme décrit dans les exemples ci-dessus, la matière filtrante ait été déposée sur un substrat qui est un filtre en mousse de céramique, il a été observé que l'invention peut être appliquée aussi avec avantage lorsque le substrat est un milieu filtrant rigide. Une diminution significative du colmatage du milieu filtrant rigide a été constatée.

Il a été observé en outre qu'en plus de l'accumulation de la matière filtrante sur le substrat au début de la coulée, il peut être souhaitable de continuer d'ajouter de la matière filtrante à la masse en fusion pendant la conduite de la coulée. C'est à cet effet que des bâtons de matrice métallique composite coulée contenant moins que la fraction volumique maximale peuvent être utilisés.

Il peut y avoir des circonstances aussi où des particules non traitées peuvent être ajoutées au métal liquide.

La Fig. 4 des dessins montre un filtre 11 en fonctionnement qui véhicule de l'aluminium ou de l'alliage d'aluminium liquide 12 dans les directions des flèches A1 à A3. Le fond 13 comprend une paroi 14

s'étendant vers le bas jusqu'à un fond inférieur 15. Une paroi 16 s'étendant vers le haut remonte du fond inférieur 15 jusqu'au niveau du fond 13. Une cloison 17 est établie en travers du filtre en face de la paroi 14 et à l'écart de celle-ci. Un substrat poreux 18 s'étend horizontalement entre la paroi 14 et la partie inférieure de la cloison 17. De la sorte, le métal liquide est contraint de s'écouler horizontalement à l'endroit de la flèche A1, verticalement vers le bas à travers le substrat poreux 18 comme indiqué par les flèches A2, puis verticalement vers le haut et à nouveau horizontalement comme indiqué par les flèches A3.

Un bouchon de vidange 19 est disposé dans le fond 15 et des thermocouples 20 sont agencés dans la cloison 17 et le courant sortant A3.

Une hotte 21 surmonte le filtre 11 en regard du substrat 18 et peut être déplacée horizontalement par rotation autour d'un pivot vertical (non illustré) situé sur un côté de la hotte. Un guide vertical 22 est monté au milieu de la hotte 21. Le guide 22 traverse la hotte 21 et s'élève au-dessus de celle-ci. Le guide 22 est creux et une tringle 24 coulisse dans le guide sous l'action d'un moteur 23. La tringle 24 porte un panier 25 à son extrémité inférieure. Le panier peut être déplacé de la position en pointillés 25a, au-dessus du filtre 11, jusqu'à une position inférieure en traits continus juste au-dessus du substrat 18. Un orifice d'accès (non illustré) dans la hotte 21 donne accès au panier 25 lorsque celui-ci se trouve en position haute 25a.

En fonctionnement, le panier, au moment où il se trouve en position haute, peut être chargé de briquettes 26 par l'orifice d'accès dans la hotte. Les briquettes peuvent avoir la forme de "bâtons", comme

représenté schématiquement à la Fig. 4, ou bien peuvent être des granules, par exemple en forme de "selle" donnant aux granules une grande surface spécifique qui favorise la fusion et offrant un trajet d'écoulement aisé pour le métal liquide à travers les granules pour favoriser l'amorçage.

Le métal liquide est amené à s'écouler à travers le filtre 11 et dès que toutes les parties du trajet d'écoulement sont remplies de métal en écoulement, le panier 25 est abaissé jusqu'à la position indiquée à la Fig. 3, juste au-dessus du substrat 18. Le métal liquide s'écoulant à travers le filtre fait fondre la fraction métallique solide des briquettes 26. Les particules inertes 27 contenues dans les briquettes descendent sous l'effet de la gravité et de l'écoulement du métal et s'accumulent sur le substrat 18 où elles forment un gâteau filtrant. Il a été observé que toutes les briquettes sont complètement fondues dans les 5 minutes à partir du moment où elles ont été immergées dans le métal liquide. Le panier est ensuite ramené à sa position haute. Ensuite, le métal liquide continue à s'écouler à travers le gâteau filtrant de particules inertes 27 pendant le reste de la durée de filtration, qui est typiquement de 45 à 60 minutes.

Lorsque la filtration est achevée, le métal liquide est évacué du filtre 11 par retrait du bouchon de vidange 19, ce qui laisse le métal contenu dans le filtre s'écouler dans une cuvette (non illustrée) disposée sous le filtre.

L'agencement décrit ci-dessus implique que les particules ont une densité supérieure à celle du métal liquide. Si tel n'est pas le cas, le filtre peut fonctionner avec le gâteau disposé sur la face inférieure du substrat. Dans ce cas, par exemple,

les particules pourraient être en mullite.

Un autre agencement est envisagé, dans lequel les briquettes sous la forme de granules sont contenues dans un récipient rigide poreux. La Fig. 5 représente un tel récipient 28 à fond poreux 29 qui contient les briquettes 26. Avec cet agencement, la hotte 21, le panier 25 et les mécanismes qui leur sont associés ne sont pas nécessaires et le substrat 18 peut être omis. Le récipient 28 est disposé à la position du substrat 18 avant que le métal liquide soit amené à s'écouler à travers le filtre 11. Lorsque le métal liquide commence à couler, les granules sont fondus et les particules filtrantes inertes sédimentent sur le fond poreux 29 pour former un gâteau filtrant, comme illustré à la Fig. 6. Lorsque l'opération de coulée est achevée, le filtre 11 est vidé et le récipient 28, qui contient le gâteau filtrant 30, est retiré. Il n'y a donc pas de débris du gâteau filtrant qui subsistent dans le filtre et un nouveau récipient filtrant 28 peut être aisément mis en place pour la coulée suivante.

La facilité offerte par les récipients des Fig. 5 et 6 offre l'opportunité d'utiliser des cartouches filtrantes plus compliquées préparées à l'avance qui peuvent être conservées indéfiniment et utilisées suivant les besoins.

Les Fig. 7 et 8 représentent des cartouches 31 ayant la forme d'une cuvette en céramique 32 comprenant un fond formé d'une grille en céramique 33. Le fond est recouvert d'un tissu de verre tissé 34. La cuvette est remplie de granules 26 et est recouverte d'un tissu de verre tissé 35. La Fig. 8 représente la cuvette après que le gâteau filtrant 30 a été formé.

Les Fig. 9 et 10 représentent un autre agen-

cement, dans lequel la cuvette 32 est complètement formée par de la matière filtrante en mousse de céramique 36 et le tissu de verre tissé 35 est remplacé par une plaque d'aluminium perforée 37.

Il est fait référence dans le présent mémoire au procédé LIMCA. Ce sigle pour "Liquid Metal Cleanliness Analysis", ou analyse de la propreté d'un métal liquide, désigne un procédé conçu pour mesurer la concentration et le spectre granulométrique de particules dans un métal liquide. Cette technique, qui est basée sur le principe des impulsions résistives, donne des mesures en ligne qui sont affichées en temps réel. Cette technique a été brevetée par la société Alcan International Limited et des exemples de résultats ont été présentés dans des réunions publiques (R.I.L. Guthrie et D.A. Dautre; "On-line measurement of inclusions in liquid melts"; article présenté à l'International Seminar on refining and alloying of liquid Aluminium and Ferro-alloys, 26-28 août 1985, Trondheim, Norvège).

Le procédé habituel de présentation des résultats est de noter le "taux N20" mesuré à différents moments pendant la coulée. Cette valeur représente le nombre de particules dans le métal, en milliers par kg, entre 20 et 300 μm . Le système permet d'étudier les intervalles granulométriques entre ces limites, mais n'identifie pas la nature de ces particules.

Dans le présent mémoire, le terme "stable" dans l'expression "particules stables dans le métal liquide" est à entendre comme signifiant soit "inerte" soit suffisamment réactif pour favoriser le mouillage, mais suffisamment peu réactif pour persister dans le métal liquide pendant la durée nécessaire ou en équilibre thermodynamique avec le métal liquide.

Par exemple, les particules peuvent être

formées d'alumine (comme décrit ci-dessus), de zircon, de carbure de silicium, de borures réfractaires comme le diborure de titane ou de composés intermétalliques comme l'aluminiure de zirconium.

La matrice métallique composite décrite ci-dessus pour la production des briquettes à utiliser dans la filtration d'un métal liquide peut trouver d'autres applications. Par exemple, elle peut être utilisée comme joint pour haute température dans des circonstances où de la résistance aux charges de compression est souhaitable. Elle pourrait être utilisée aussi pour l'amortissement thermique, électrique ou acoustique. Dans ces deux cas, il peut ne pas être souhaitable de ne pas arriver à la concentration volumique la plus élevée qu'on peut atteindre.

Bien que la présente invention ait été décrite à propos de l'aluminium et de ses alliages, il convient d'observer qu'elle est applicable à d'autres métaux et à leurs alliages, en particulier aux alliages ferreux et alliages de métaux légers tels que le magnésium.

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

1 - Procédé pour former un gâteau filtrant, pour filtrer un métal liquide, au moyen de particules stables dans le métal liquide sur un substrat inerte perméable au métal liquide dans le trajet d'écoulement du métal liquide à filtrer, caractérisé en ce qu'on dépose les particules dans le trajet d'écoulement à l'amont du substrat pour qu'elles soient entraînées au moins partiellement par l'écoulement du métal et dispersées à l'état de gâteau filtrant prémouillé et pré-amorcé sur le substrat.

2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat est d'abord disposé dans le trajet d'écoulement, le métal liquide est amené à s'écouler à travers le substrat et les particules sont ensuite déposées dans le flux de métal.

3 - Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'écoulement continu du métal liquide à travers les particules est utilisé pour favoriser l'agréation initiale des particules pour la formation du gâteau sur le substrat.

4 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les particules sont traitées en vue d'une augmentation de leur aptitude au mouillage avant d'être déposées dans le métal liquide qui s'écoule.

5 - Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les particules sont traitées en étant ajoutées à un second métal liquide approprié miscible avec le métal liquide à filtrer, en maintenant le second métal dans un intervalle de température déterminé au préalable pendant une durée particulière tandis qu'il est agité, de façon que lorsqu'une dispersion résultante du second métal liquide et des

particules est ajoutée au métal liquide, les particules se dispersent librement dans le métal liquide et restent mouillées par celui-ci.

6 - Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la dispersion contenant les particules est coulée et le produit coulé est ajouté au métal liquide.

7 - Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les particules sont enrobées d'une substance mouillable par le métal liquide et sont ajoutées directement à celui-ci.

8 - Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la substance est choisie parmi l'argent, le cuivre, le nickel, le titane et le diborure de titane, outre d'autres composés intermétalliques naturellement mouillés par le métal liquide.

9 - Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la substance est un fondant contenant du fluorure.

10 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le substrat a la forme d'une plaque et est façonné avec des orifices d'une dimension telle qu'il ne contribue pas sensiblement à la filtration du métal liquide.

11 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les particules ont une densité supérieure à celle du métal liquide et sont déposées dans celui-ci de façon qu'elles soient réparties en substance uniformément sur la surface du substrat pour partie par gravité et pour partie par le flux de métal.

12 - Procédé suivant la revendication 11, caractérisé en ce que les particules sont déposées dans un flux généralement vertical de façon que leur

répartition sur la surface se fasse en substance entièrement par gravité.

13 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les particules ont une densité inférieure à celle du métal liquide, le substrat est disposé horizontalement et les particules sont déposées sur la surface inférieure de celui-ci entièrement par sédimentation à mesure que le métal liquide s'écoule vers le haut à travers le substrat.

14 - Procédé suivant la revendication 6 et l'une quelconque des revendications 7 à 13, caractérisé en ce que les produits coulés sont contenus dans une cartouche comportant des faces supérieure et inférieure opposées perméables au métal liquide, la face inférieure constituant un substrat qui est placé dans le trajet d'écoulement du métal liquide et retiré après usage.

15 - Procédé pour filtrer un métal liquide, caractérisé en ce qu'on utilise un filtre formé suivant l'une quelconque des revendications précédentes.

16 - Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce que des particules supplémentaires sont ajoutées à l'amont du substrat pendant la filtration du métal liquide.

17 - Procédé pour produire une matrice métallique composite à partir d'un alliage de métal léger contenant des particules stables dans l'alliage dans son état liquide, caractérisé par les stades:

1. d'entretenir une masse de l'alliage métallique liquide dans un four;
2. d'agiter uniquement une première région de l'alliage de façon qu'une seconde région de celui-ci reste sensiblement non perturbée, et
3. d'introduire les particules dans la première région

à un débit tel que la poursuite de l'agitation permette aux particules de traverser la première région pour former une dispersion dans la seconde région.

18 - Procédé suivant la revendication 17, caractérisé en ce que la première région et la seconde sont respectivement des régions supérieure et inférieure et les particules ont une densité supérieure à celle de l'alliage.

19 - Procédé suivant la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que les particules passent de la première région à la seconde à peu près au même débit qu'elles sont introduites dans la première région.

20 - Procédé suivant la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que l'agitation maintient les particules dans la région supérieure pendant un temps plus long que celui qu'elles mettraient à tomber à travers cette région en l'absence d'agitation.

21 - Procédé suivant la revendication 20, caractérisé en ce que les particules tombent finalement de façon sensiblement libre vers la région inférieure.

22 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 17 à 21, caractérisé en ce que l'agitation induit un mouvement "d'enveloppement" dans l'alliage de la première région.

23 - Procédé suivant la revendication 22, caractérisé en ce que l'agitateur suit un parcours autour d'un axe horizontal.

24 - Corps de matrice métallique composite coulé à partir d'une dispersion produite par le procédé suivant l'une quelconque des revendications 17 à 23.

25 - Corps suivant la revendication 24,

caractérisé en ce qu'il est coulé en granules ou bâtons.

26 - Cartouche filtrante, caractérisée en ce qu'elle comprend un récipient perforé contenant des granules ou bâtons suivant la revendication 25.

27 - Cartouche filtrante, caractérisée en ce qu'elle comprend un récipient d'une matière perforée flexible à l'intérieur duquel est disposée une grille rigide et qui est rempli de granules ou bâtons suivant la revendication 25.

28 - Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce que les particules sont le produit du procédé suivant l'une quelconque des revendications 17 à 23.

29 - Procédé suivant la revendication 28, caractérisé en ce qu'on utilise une cartouche suivant la revendication 26 ou 27.

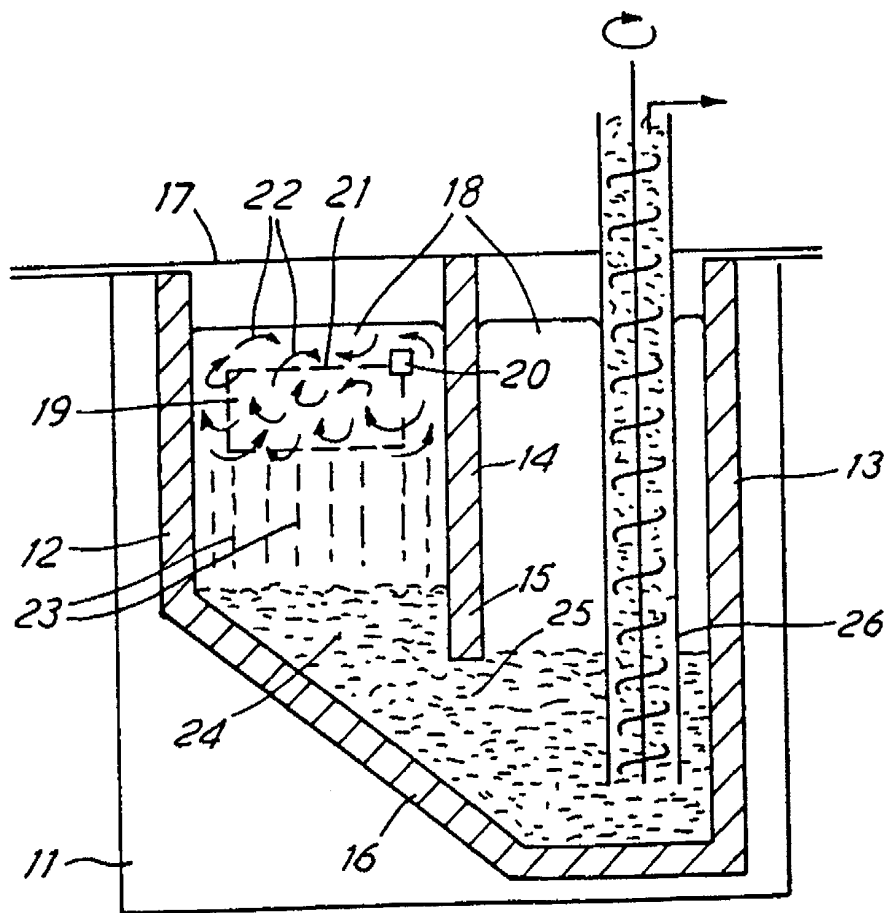


FIG. 3

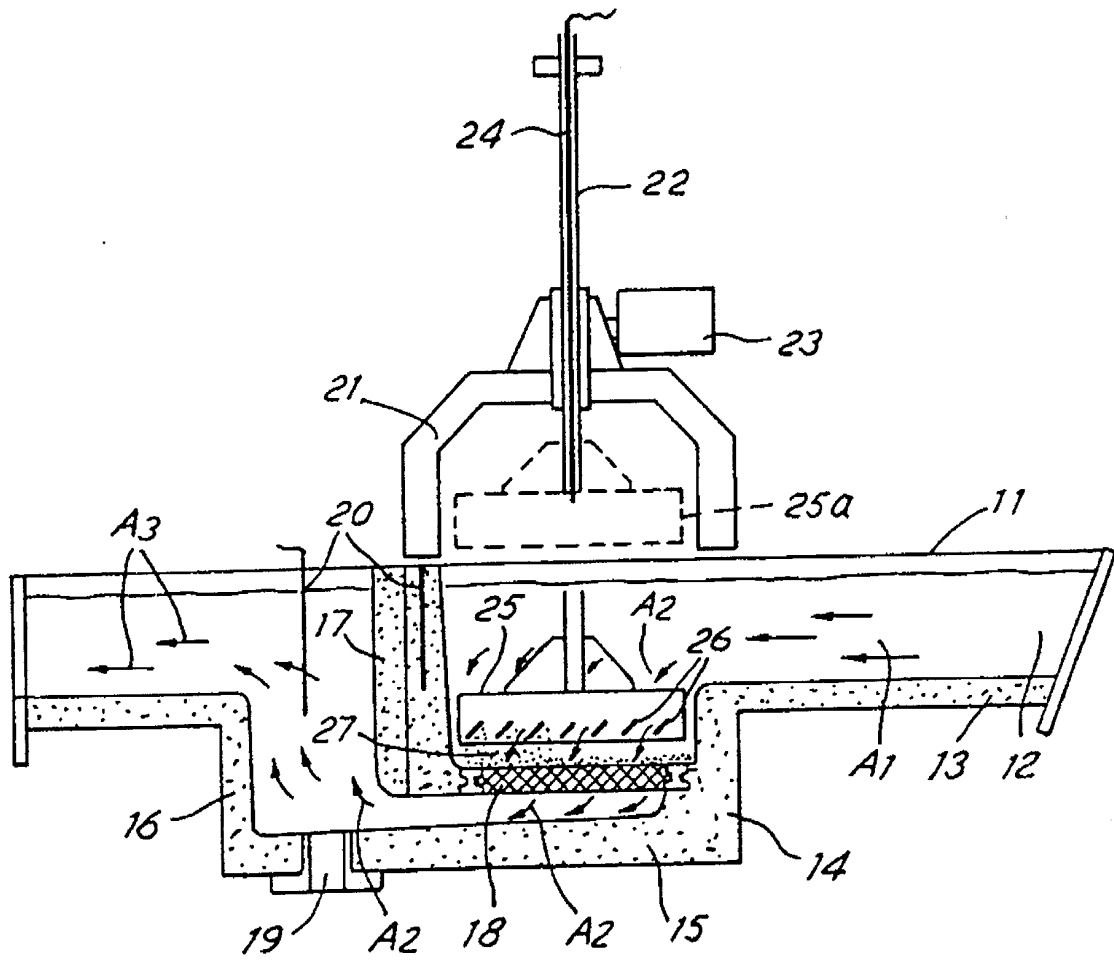


FIG. 4

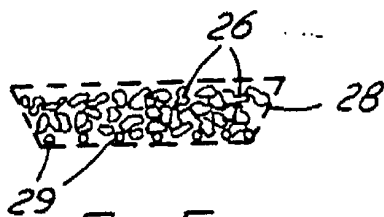


FIG. 5

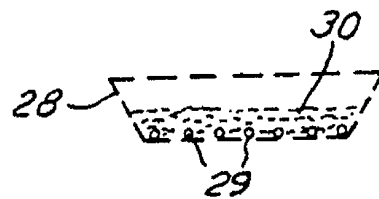


FIG. 6

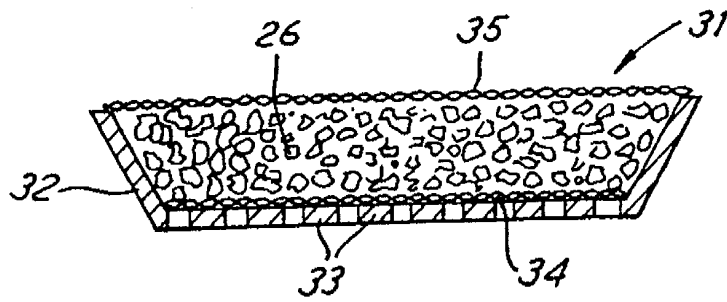


FIG. 7

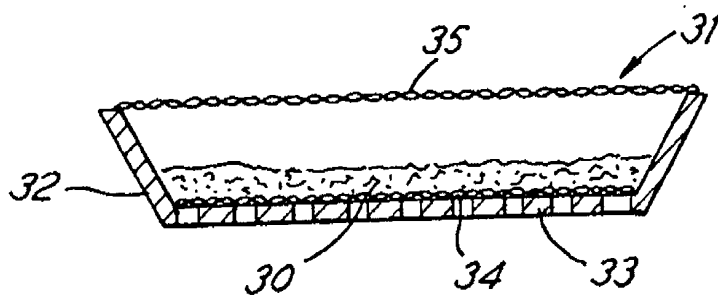


FIG. 8

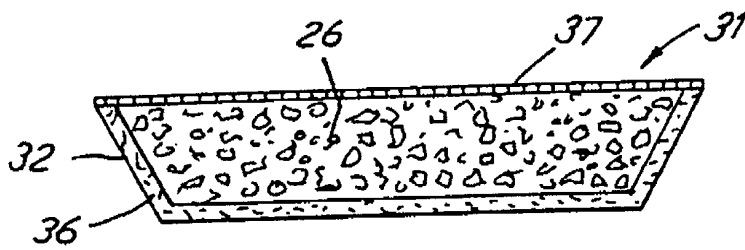


FIG. 9

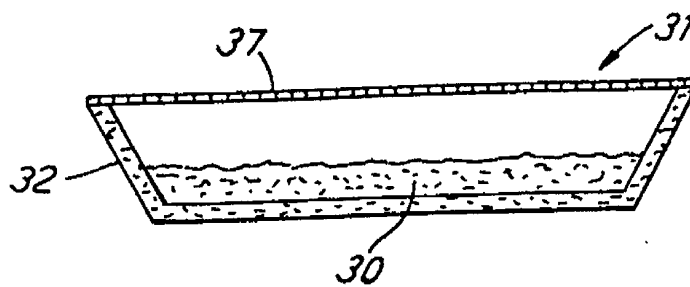


FIG. 10

FIG.11

Coulée 690D - Alliage 7150

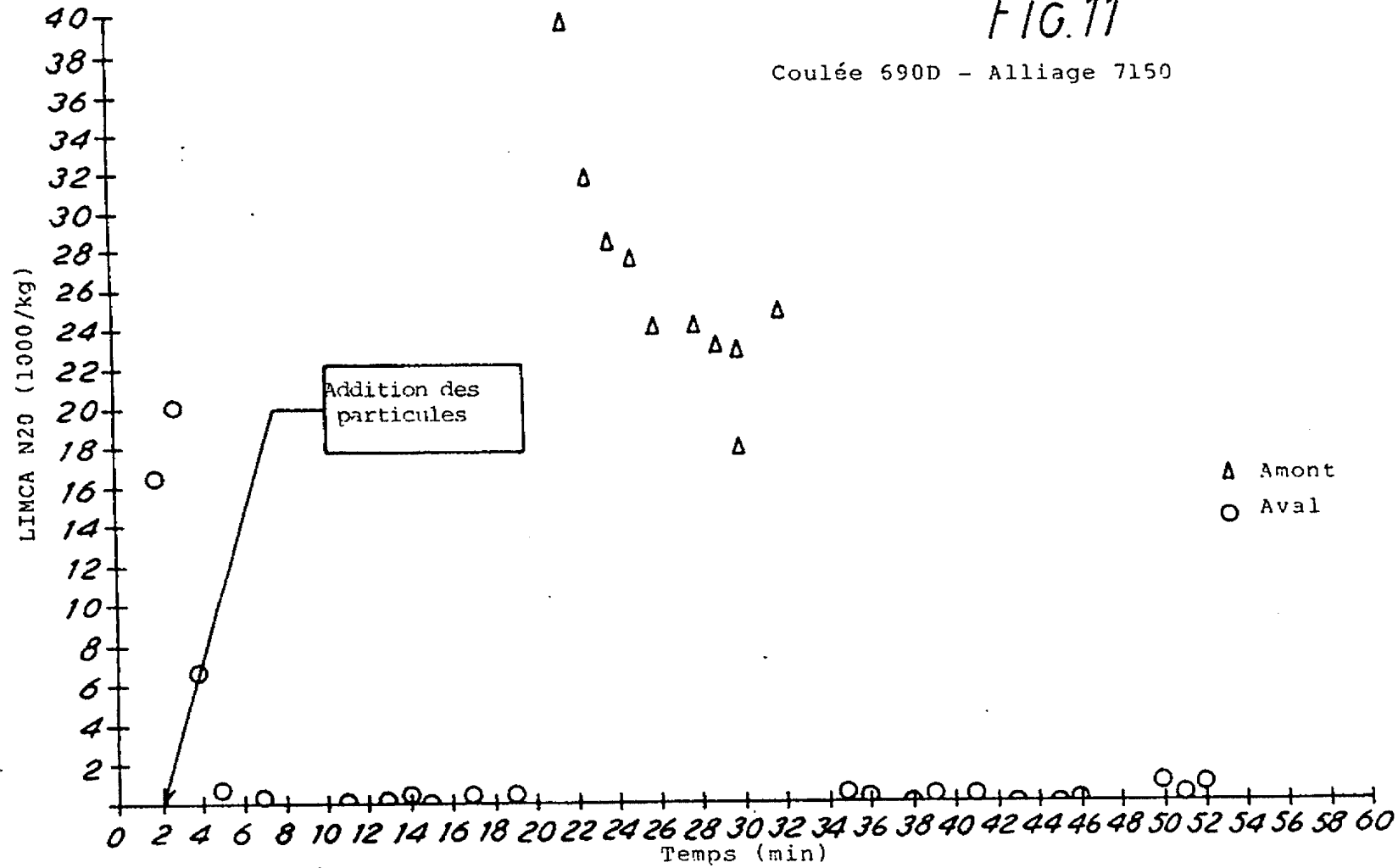


FIG. 12 Histogramme 2
Coulée FILT A4

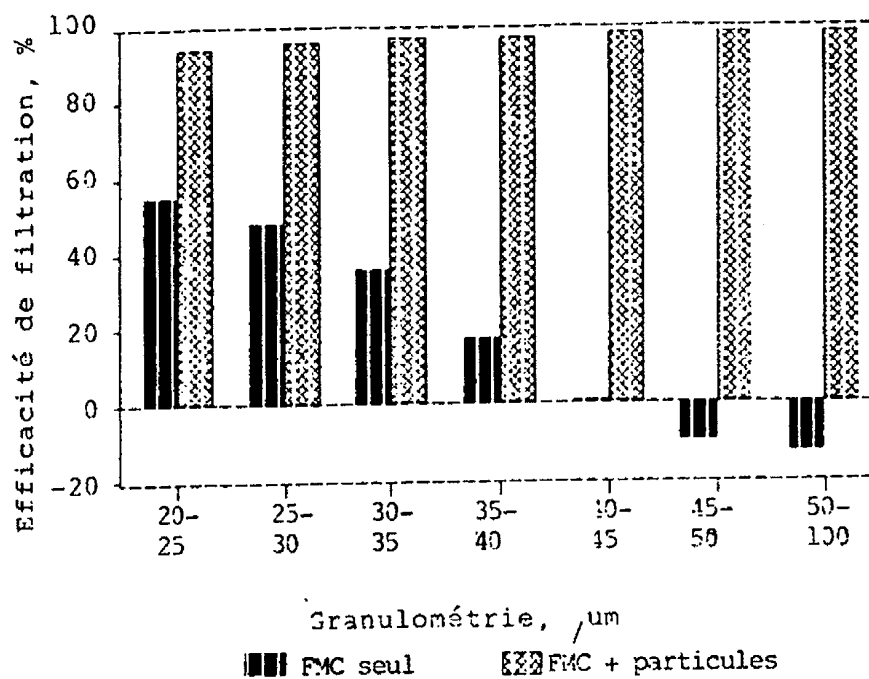


FIG. 13 Histogramme 3
Coulée FILT A5

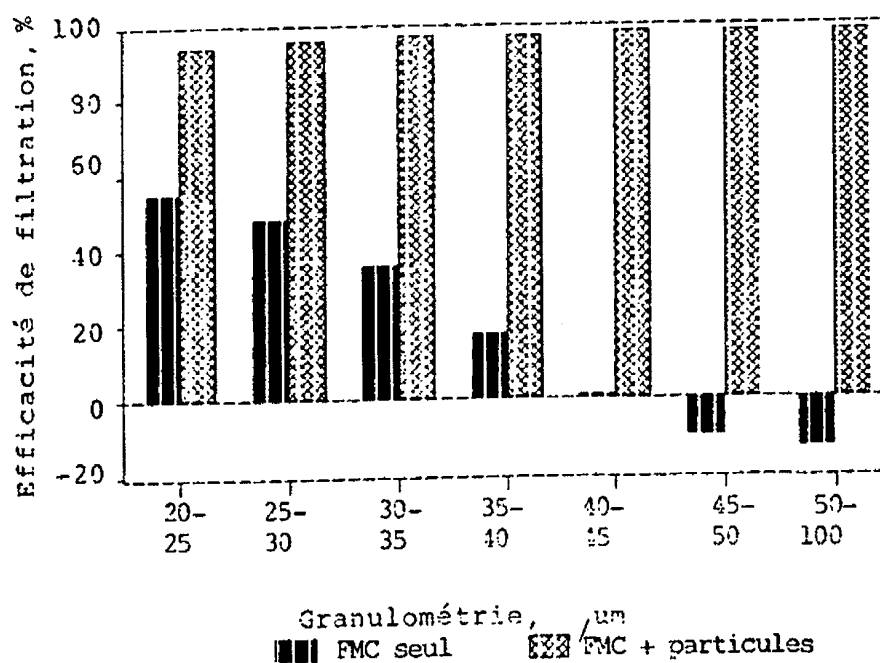


FIG. 14 Histogramme 4
Coulée FILT A6

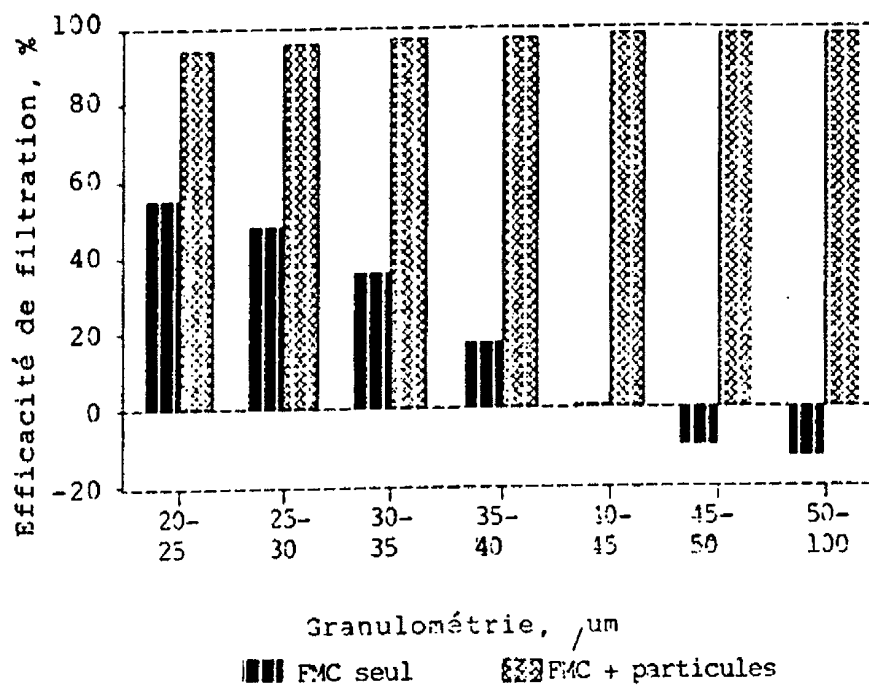
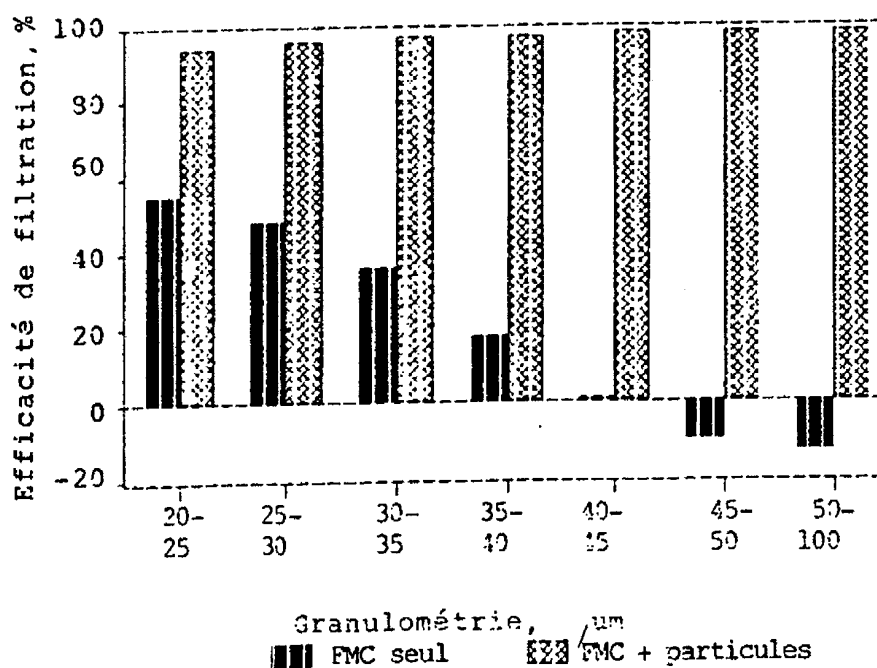


FIG. 15 Histogramme 5
Coulée FILT A7



Histogramme 7
Coulée FILT 9/2

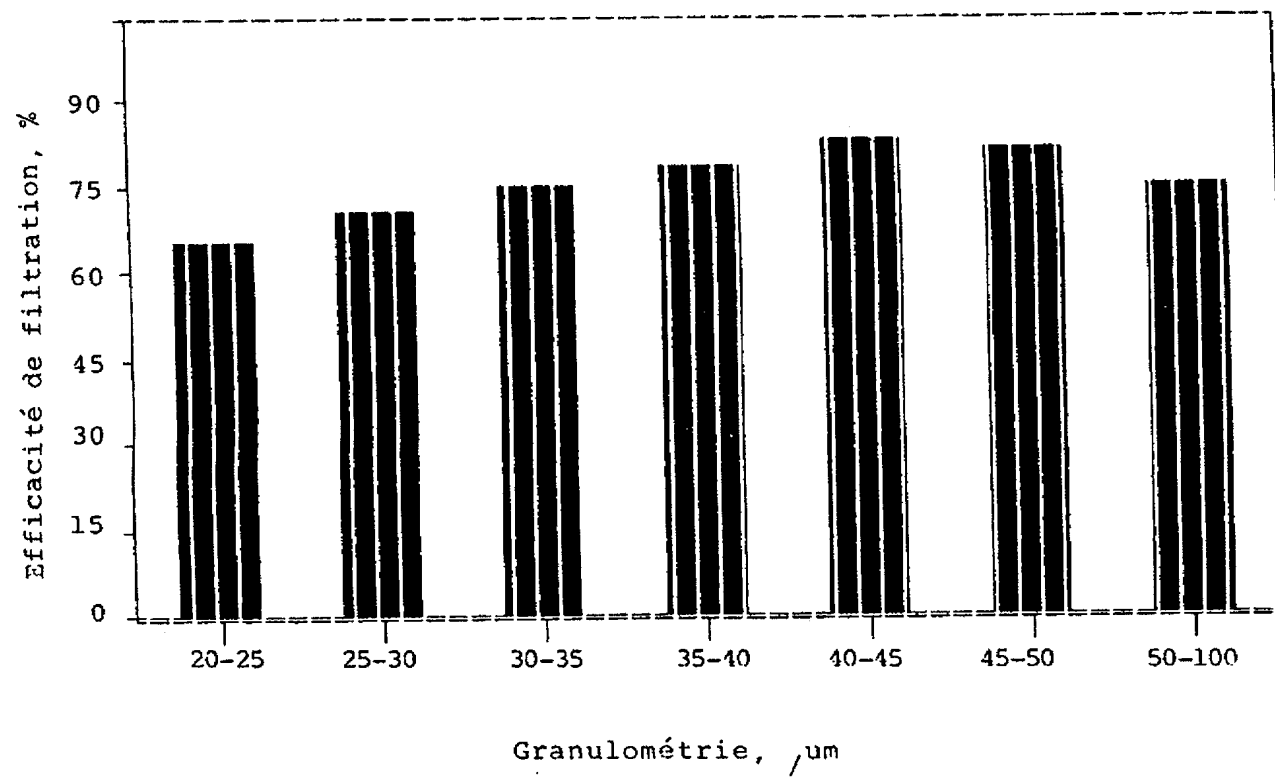


FIG. 16

Histogramme 8
Coulée FILT A10

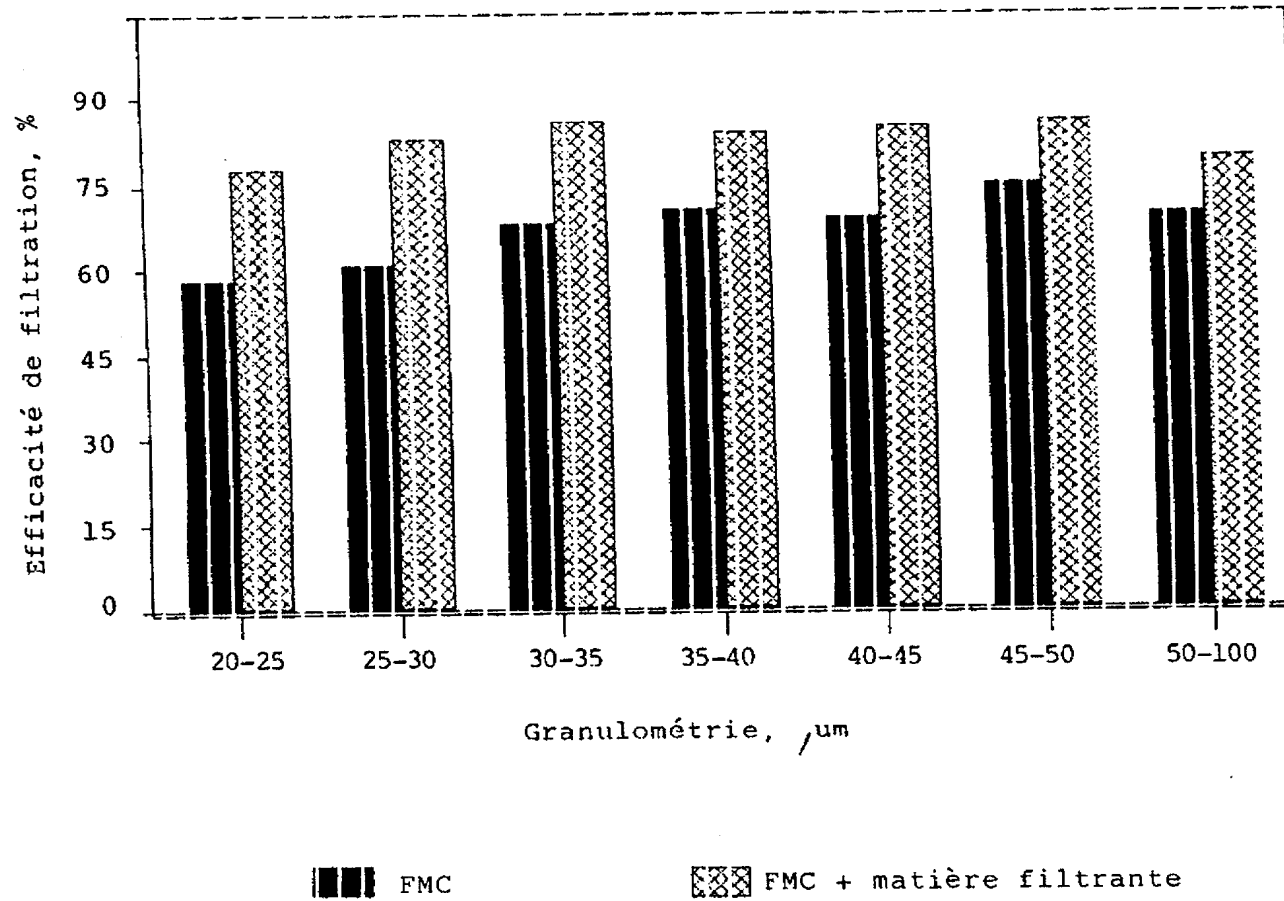


FIG. 17

Histogramme 9
Coulée FILT All

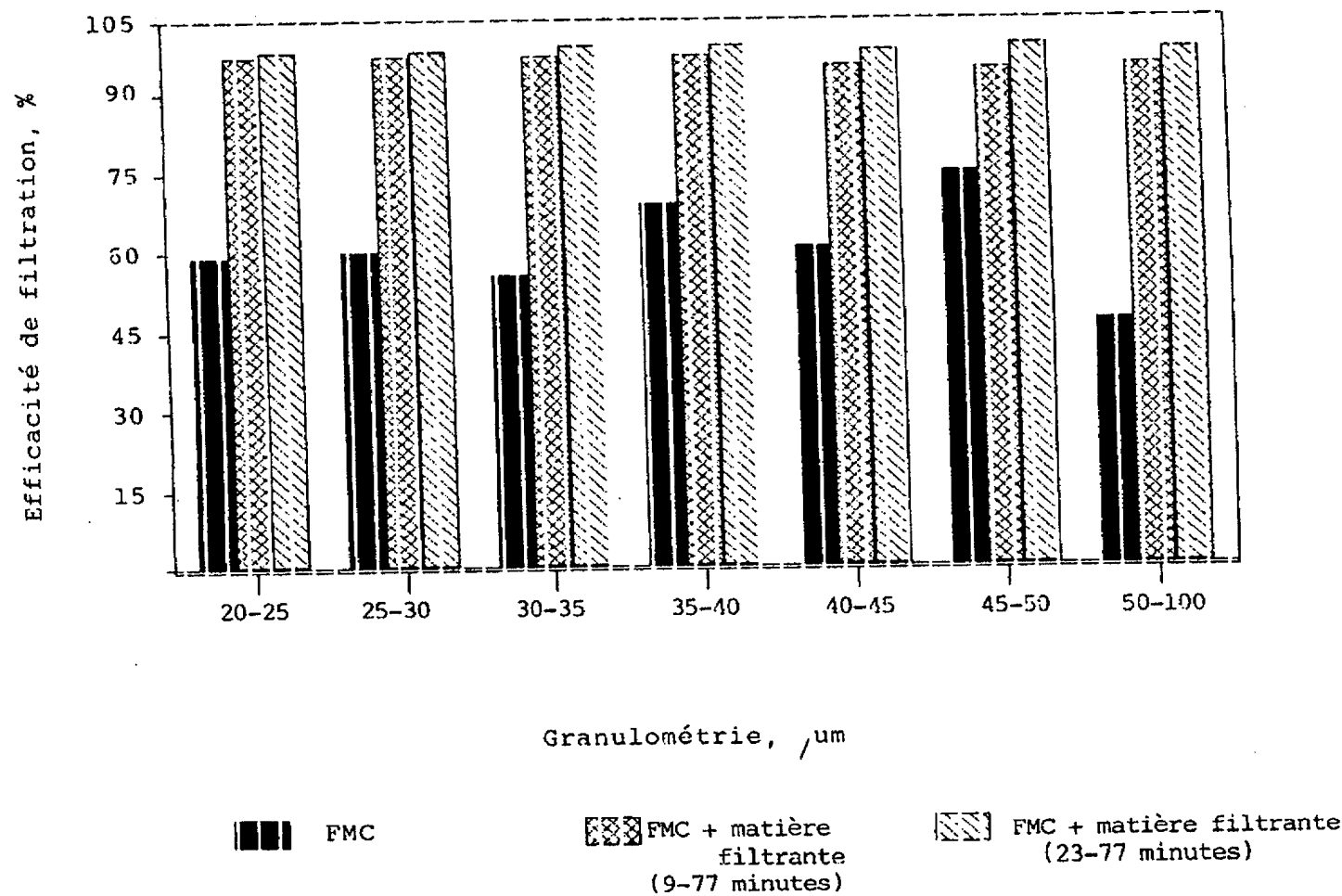


FIG. 18

Histogramme 10
Coulée FILT A12

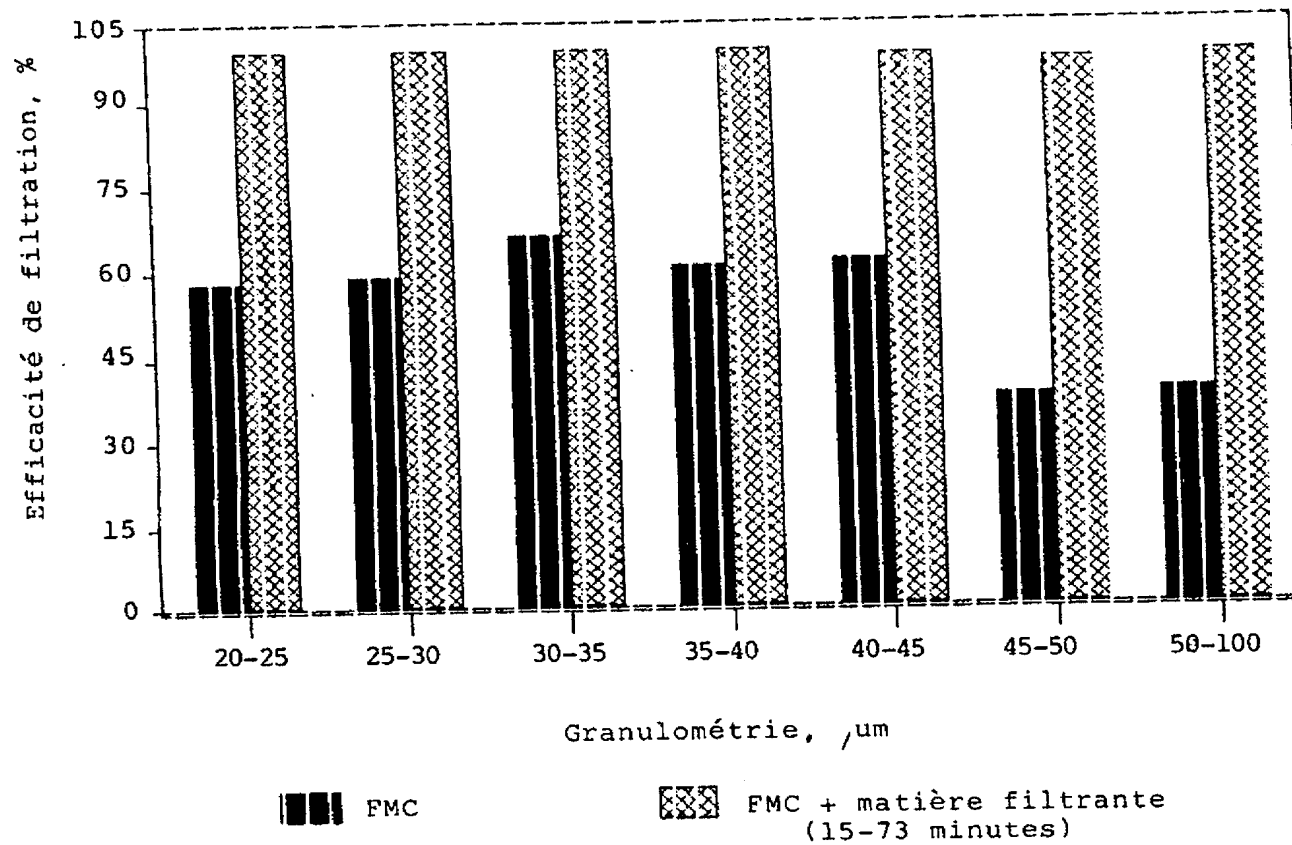


FIG. 19

Histogramme 11
Coulée 690D - 23 Nov 1987

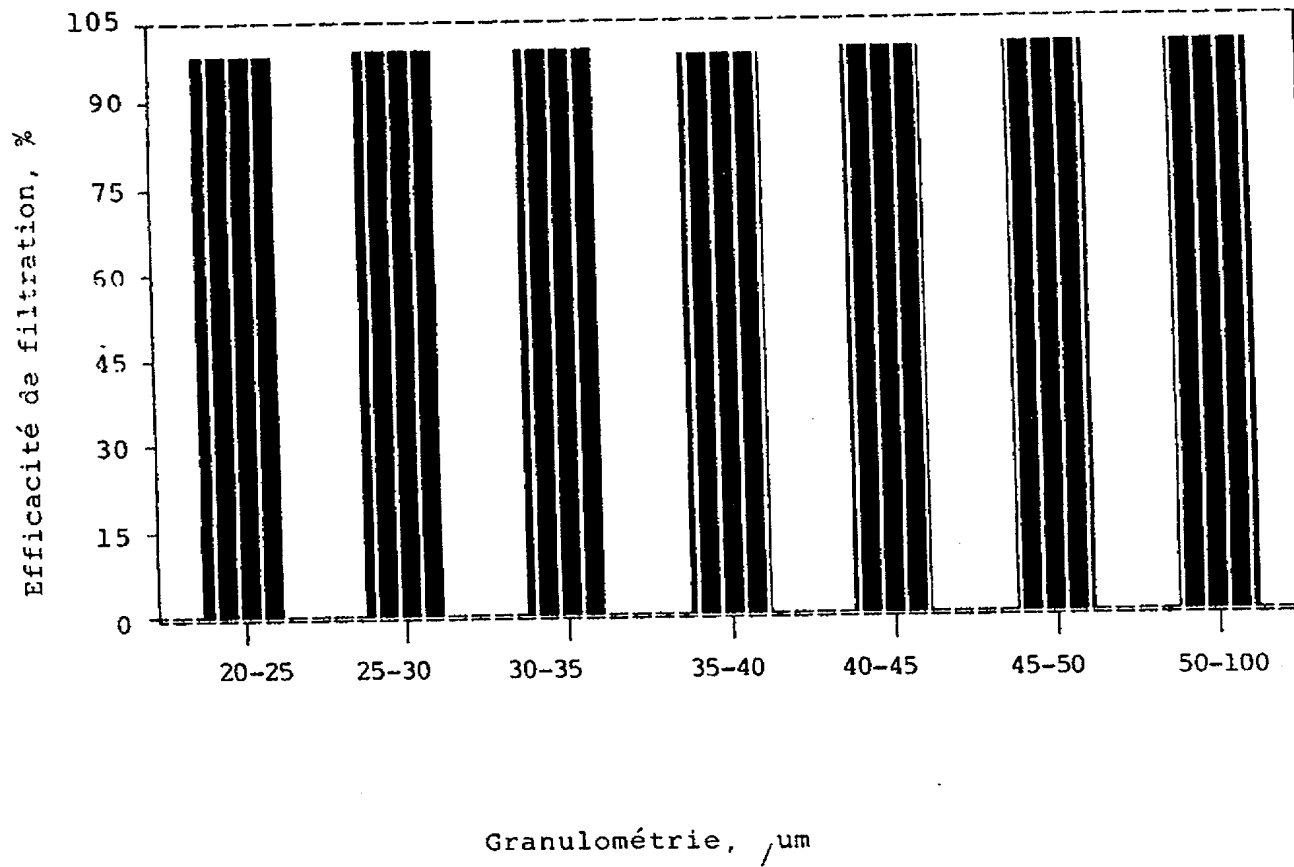


FIG. 20



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 8800339
BO 871

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	US-A-3 654 150 (A.G. ECCLES) * Revendications; figures 7,8 *	1-7	C 22 B 9/02 C 22 B 21/06
Y	FR-A-1 563 446 (DIAMOND SHAMROCK CORP.) * Résumé; page 4, lignes 8-34 *	1-7	
A	GB-A- 710 838 (GENERAL MOTORS CORP.) * Revendications *	8-29	
A	GB-A- 580 414 (CALLITE TUNGSTEN CORP.) * Revendications *	8-29	
A	EP-A-0 134 705 (ALCAN INTERNATIONAL LTD)		
A	FR-A-2 434 211 (ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LTD)		
A	US-A-3 907 962 (KOICHI OGISO)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	US-A-3 305 351 (L.D. BYLUND)		C 22 B
A	GB-A-2 166 758 (BRIDGESTONE CORP.)		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27-07-1988		JACOBS J.J.E.G.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BE 8800339

BO

871

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 04/08/88
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A- 3654150	04-04-72	NL-A- 7011706	10-02-71
		DE-A, C 2038233	11-02-71
		FR-A, B 2057060	07-05-71
		GB-A- 1327282	22-08-73
		AT-A, B 308990	15-06-73
		BE-A- 754558	08-02-71
		SE-B- 358319	30-07-73
FR-A- 1563446	11-04-69	GB-A- 1191787	13-05-70
		DE-A- 1767493	09-09-71
GB-A- 710838		Aucun	
GB-A- 580414		Aucun	
EP-A- 0134705	20-03-85	AU-A- 3195984	21-02-85
		JP-A- 60059027	05-04-85
		CA-A- 1223743	07-07-87
		AU-B- 568668	07-01-88
FR-A- 2434211	21-03-80	GB-A, B 2030597	10-04-80
		DE-A, B, C 2934144	06-03-80
		AU-A- 5015779	28-02-80
		US-A- 4277280	07-07-81
		CH-A- 645133	14-09-84
US-A- 3907962	23-09-75	Aucun	
US-A- 3305351		Aucun	
GB-A- 2166758	14-05-86	JP-A- 61117182	04-06-86
		DE-A- 3539522	15-05-86