

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 587 366

②1 N° d'enregistrement national :

86 07890

⑤1 Int Cl⁴ : C 22 B 7/00, 9/20, 9/22, 34/10; C 22 C 14/00,
16/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 2 juin 1986.

③0 Priorité : JP, 3 juin 1985, n^{os} 120157/1985,
120158/1985 et 120159/1985 et 23 août 1985, n^o
185404/1985.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n^o 12 du 20 mars 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : MITSUBISHI KINZOKU
KABUSHIKI KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Yoshiharu Mae et Tsutomu Oka.

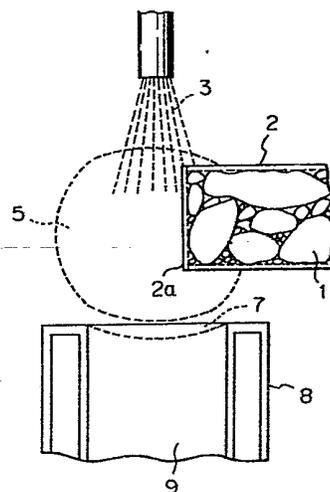
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

⑤4 Procédé de préparation d'un lingot à partir de résidus métalliques.

⑤7 L'invention concerne un procédé de production d'un lingot à partir de résidus métalliques en faisant fondre les résidus dans un four de fusion sous vide ou un four de fusion à arc du type à électrodes consommables puis en solidifiant le produit fondu dans un moule refroidi à l'eau en un lingot.

Selon l'invention, les résidus métalliques sont introduits dans un organe tubulaire 2 ayant une extrémité fermée qui est fait du même matériau que celui des résidus 1 et l'organe 1 est chauffé en étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide et subséquemment le produit fondu résultant s'écoule dans le moule refroidi à l'eau 8 où il se solidifie. L'invention s'applique notamment à la métallurgie.



FR 2 587 366 - A1

D

La présente invention se rapporte à un procédé de préparation d'un lingot à partir de résidus métalliques, en particulier de résidus consistant en métaux réfractaires tels que du titane, du zirconium et leurs alliages, soit
5 par fusion dans un four de fusion sous vide avec un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma ou par fusion dans un four de fusion à arc en utilisant des électrodes consommables formées des résidus métalliques.

Deux méthodes sont principalement employées de nos jours pour préparer des lingots de résidus métalliques fondus de métaux réfractaires tels que le titane, le zirconium et leurs alliages. Dans une méthode, des résidus sous la forme de copeaux ou de petits morceaux sont introduits dans le foyer d'un four de fusion sous vide et sont
15 forcés à fondre par application d'un faisceau d'électrons ou d'un faisceau d'électrons en plasma, et la masse puddlée fondue dans le foyer est transférée à un moule refroidi à l'eau et le moulage solidifié est retiré du fond du moule. Dans la seconde méthode, on emploie une fusion à
20 l'arc avec une électrode consommable formée des résidus métalliques en suspension dans un creuset en cuivre refroidi à l'eau : un arc en courant continu est produit entre l'extrémité de l'électrode et le produit en fusion ensemencé dans le creuset et tandis que l'électrode fond
25 graduellement, elle tombe dans le creuset et s'accumule en son fond; la masse fondue se solidifie à partir du fond vers le haut en un lingot.

Cependant, ces méthodes posent divers problèmes. Dans la première méthode utilisant un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma dans un four de
30 fusion sous vide, les résidus doivent être gradués selon la dimension. De plus, cette méthode ne permet de traiter que les résidus de petite dimension compris entre les copeaux et les petits morceaux et il faut beaucoup de
35 temps pour obtenir des résidus d'une dimension uniforme. En bref, la première méthode est désavantageuse par le fait qu'elle ne permet de traiter qu'une plage limitée de

résidus. Dans la seconde méthode qui dépend de la fusion à l'arc en utilisant une électrode consommable, le procédé de fabrication de l'électrode doit être modifié selon la dimension des résidus et cela nécessite de graduer les résidus. Les résidus sous la forme de copeaux ou de petits morceaux nécessitent l'étape supplémentaire de les presser, et les copeaux d'une dimension moyenne doivent être découpés en plus petite dimension avant d'être pressés. Par conséquent, il faut un certain nombre d'étapes et du temps pour la fabrication d'une électrode consommable.

Les présents inventeurs ont par conséquent effectué des efforts concertés pour résoudre les problèmes ci-dessus mentionnés et ont trouvé que ces problèmes pouvaient être éliminés par l'une des méthodes suivantes : dans une méthode, les résidus métalliques non triés de diverses dimensions sont introduits dans un organe tubulaire ayant une extrémité fermée, qui est formé du même matériau que les résidus métalliques, et cet organe tubulaire, tout en étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide, est fondu dans un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma; dans l'autre méthode, deux organes tubulaires remplis des résidus métalliques sont utilisés sous la forme d'une paire d'électrodes consommables qui sont placées en relation face à face de manière qu'un arc soit produit entre les extrémités des électrodes pour faire fondre les résidus métalliques dans les tubes.

Les présents inventeurs ont continué leur étude et ont obtenu les observations supplémentaires suivantes :

(1) Si, au lieu de l'organe tubulaire, on utilise un caisson avec son sommet ouvert, dont la forme est telle que celle formée en coupant un tube de section transversale polygonale en direction axiale, les résidus métalliques peuvent être facilement introduits dans le caisson à partir du haut. L'état dans lequel les résidus sont tassés dans le caisson peut être inspecté, à l'oeil nu, et les

résidus peuvent être introduits à volonté dans toute partie du caisson de façon à obtenir un garnissage uniforme et dense avec une grande facilité. Les avantages supplémentaires de l'utilisation de ce caisson avec son
5 sommet ouvert résident dans le fait que le caisson peut être fabriqué avec moins de matériau que ce qui est requis pour obtenir un tube et que l'on réalise une réduction considérable du prix de fabrication.

(2) Si le matériau du caisson n'est pas le même que
10 celui des résidus métalliques à y introduire, les impuretés changeront la composition finale du lingot formé d'un mélange fondu des résidus et du caisson. Cependant, si la variation résultante de la composition du lingot est dans des limites tolérables, le caisson ne doit pas
15 nécessairement être formé d'un matériau qui est complètement identique à celui des résidus métalliques, à condition que ce matériau contienne au moins l'un des composants qui sont présents dans le résidu métallique.

La présente invention a été accomplie sur la base
20 des découvertes ci-dessus. Selon un aspect, l'invention se rapporte à un procédé de production d'un lingot à partir de résidus métalliques en faisant d'abord fondre les résidus dans un four de fusion sous vide ou un four de fusion à arc du type à électrodes consommables, puis en
25 solidifiant le produit fondu dans un moule refroidi à l'eau en un lingot, où 1) les résidus métalliques sont introduits dans un organe tubulaire ayant une extrémité fermée qui est fait du même matériau que les résidus, et cet organe tubulaire est chauffé par un faisceau d'électrons
30 ou un faisceau d'électrons en plasma à partir de l'extrémité fermée vers l'autre extrémité, l'organe tubulaire étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide, et subséquemment le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il
35 se solidifie; ou 2) les résidus métalliques sont introduits dans deux organes tubulaires, chacun ayant une extrémité fermée qui est formée du même matériau que les résidus,

un arc est produit entre les extrémités fermées desdits deux organes tubulaires, servant d'électrodes consommables qui sont maintenus horizontalement dans un four de fusion à arc, et le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; à condition qu'en 1) ou 2) le produit fondu puisse être temporairement maintenu dans un foyer avant de déborder dans le moule.

Selon un autre aspect, la présente invention se rapporte à un procédé de production d'un lingot à partir de résidus métalliques en faisant d'abord fondre les résidus dans un four de fusion sous vide ou un four de fusion à arc du type à électrodes consommables puis en solidifiant le produit fondu dans un moule refroidi à l'eau en un lingot : où 1) les résidus métalliques sont introduits dans un caisson ayant son sommet ouvert, ledit caisson contenant au moins l'un des composants présents dans lesdits résidus métalliques, ledit caisson ayant une forme telle que celle qui est formée en découpant un organe tubulaire d'une section transversale polygonale en direction axiale, ledit caisson ayant un organe de maintien à l'une ou ses deux extrémités ou n'ayant pas cet organe de maintien à ses extrémités, ledit caisson est chauffé par un faisceau d'électrons ou faisceau d'électrons en plasma à partir d'une extrémité vers l'autre extrémité, ledit caisson étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide, et subséquemment le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; ou 2) les résidus métalliques sont introduits dans deux paires de caissons ou plus ayant les caractéristiques définies en 1), un arc est produit entre les extrémités de chacun des deux caissons servant d'électrodes consommables qui sont maintenus horizontalement dans un four de fusion à arc, et subséquemment le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; à condition qu'en 1 ou 2), le produit fondu puisse être temporairement

maintenu dans un foyer avant de déborder dans ledit moule refroidi à l'eau.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- 10 - les figures 1 à 3 sont des vues latérales illustrant la formation d'un lingot selon le principe de la présente invention, où les figures 1 et 2 montrent l'opération du procédé de fusion sous vide utilisant un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma
15 en tant que source de chauffage et la figure 3 montre l'opération du procédé de fusion à l'arc utilisant deux électrodes consommables; et
- 20 - la figure 4 est une vue en perspective montrant un exemple du caisson que l'on peut utiliser dans la présente invention.

Comme cela est illustré sur la figure 1 qui montre la fabrication d'un lingot à partir de résidus métalliques par le procédé de fusion sous vide où est incorporé le concept de la présente invention, des résidus
25 non triés 1 de diverses dimensions sont introduits dans un organe tubulaire 2 ayant une extrémité fermée 2a; alors qu'il est maintenu horizontalement sur un moule 8 refroidi à l'eau dans un four de fusion sous vide, le tube est forcé à avancer par incréments dans une zone 5
30 où règnent de hautes températures par suite du chauffage par un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma 3; les résidus métalliques 1 fondent en même temps que le tube 2 et le produit fondu résultant s'écoule dans le moule 8 pour former une masse fondue 7 à la partie
35 supérieure du moule, tandis que le produit fondu se solidifie à la partie inférieure du moule pour former un lingot 9.

La figure 2 montre un mode de réalisation où le produit fondu des résidus et du tube est temporairement maintenu dans un foyer avant que le produit surnageant ne déborde dans le moule refroidi à l'eau. Plus particulièrement, les résidus métalliques 1, qui ont fondu en même temps que le tube 2, s'écoulent dans un foyer 6 où une masse fondue 7 se forme et le produit surnageant de la masse 7 peut continuellement déborder du foyer 6 dans le moule 8 refroidi à l'eau. De nouveau, une masse fondue 7 se forme à la partie supérieure du moule 8 tandis que le produit fondu à la partie inférieure du moule est refroidi pour se solidifier en un lingot 9. Le procédé montré sur la figure 2 est efficace pour produire un lingot qui est exempt de carbure de tungstène ou toute autre des impuretés lourdes initialement présentes dans les résidus 1.

La figure 3 est un schéma de la fabrication de lingots par le procédé de fusion à l'arc employant des électrodes consommables formées de l'organe tubulaire décrit en se référant aux figures 1 et 2. Les organes tubulaires 2 garnis de résidus 1 sont placés côte à côte de manière que leurs extrémités fermées 2a se fassent face. Les tubes servant d'électrodes consommables sont avancés horizontalement sur un moule refroidi à l'eau tel qu'un moule en cuivre 8 refroidi à l'eau, et un arc 4 est formé entre les extrémités des électrodes. Les résidus métalliques 1 dans les électrodes fondent en même temps que les tubes 2 et s'écoulent dans le moule 8 pour former une masse fondue 7 à la partie supérieure du moule tandis que le produit fondu à la partie inférieure du moule est refroidi pour se solidifier en un lingot 9.

L'organe tubulaire peut avoir toute forme en section transversale mais une forme circulaire ou rectangulaire est préférable. L'organe tubulaire est fermé à une ou deux extrémités pour empêcher le gaspillage des résidus en tout moment pendant l'intervalle entre chaque opération de chargement et la fusion des résidus dans le four.

L'organe tubulaire peut être fermé par tout organe capable de remplir ce but. Si par exemple la dimension des résidus est assez importante, l'organe de fermeture peut être perforé pour former un filet ou grille ou bien
5 il peut être pourvu de fentes. L'organe de fermeture est usuellement prévu à une extrémité de l'organe tubulaire mais, si nécessaire, il peut être prévu aux deux extrémités du tube.

Après fusion de l'organe de fermeture du tube,
10 une partie des résidus dans le tube qui doivent fondre peut s'écouler dans la masse fondue qui se forme à la partie supérieure du moule refroidi à l'eau bien que cela soit un cas très rare. Cependant, les résidus qui sont tombés sont d'une dimension comparativement petite et
15 fondront rapidement dans la masse fondue qui est chauffée par un faisceau d'électrons, un faisceau d'électrons en plasma ou un arc chaud.

Afin d'atteindre un taux supérieur de production, plus d'un organe tubulaire rempli de résidus peut être
20 introduit dans la zone de chauffage 5 simultanément. Pour la même raison, deux paires ou plus d'organes tubulaires remplis de résidus peuvent être utilisées comme électrodes consommables dans une fusion à l'arc.

Selon un autre aspect de la présente invention,
25 un caisson avec son sommet ouvert remplace l'organe tubulaire ayant une extrémité fermée en tant qu'organe qui peut être garni de résidus métalliques.

On décrira d'abord le matériau du caisson.

Le caisson chargé de résidus fondra en même temps
30 que les résidus métalliques et entrera dans la masse du lingot finalement obtenu, provoquant ainsi des variations de sa qualité. Afin d'éviter complètement ce problème, le caisson est de préférence fait du même matériau que celui des résidus. Cependant, dans l'opération réelle de
35 fabrication de lingots, la charge de résidus se compose quelquefois d'un mélange de deux compositions légèrement différentes ou plus, et une certaine variation est possible

pour la composition du lingot produit. Etant donné ces faits, le matériau du caisson n'a pas à être totalement identique à celui des résidus tant que la variation introduite dans la composition du lingot par l'entrée du caisson non fondu n'est pas en dehors des limites requises de la composition du lingot. En d'autres termes, si la variation provoquée par l'entrée du caisson non fondu est dans la plage permmissible pour la composition du lingot, il suffit que le caisson contienne au moins l'un des composants initialement présents dans les résidus métalliques.

Le caisson peut avoir toute forme en section transversale qui équivaut à un polygone avec un ou plusieurs côtés retirés. Usuellement, un caisson ayant une section transversale en forme de U comme cela est montré en 11 sur la figure 4 est de préférence utilisé parce qu'il est facile à fabriquer et à manipuler.

Le caisson est pourvu d'un organe de retenue, soit à une extrémité ou à ses deux extrémités comme cela est montré en 11a sur la figure 4, afin d'empêcher le gaspillage des résidus en tout moment pendant l'intervalle entre chaque opération de chargement et la fusion des résidus dans le four. L'organe de retenue peut être de tout type capable d'atteindre ce but. Une plaque est typiquement employée mais si la dimension des résidus est assez importante, la plaque peut être perforée pour former un filet ou une grille ou alternativement elle peut être pourvue de fentes. S'il n'y a pas de possibilité de gaspillage des résidus, l'organe de retenue peut être prévu à une seule extrémité du caisson ou bien il peut être totalement éliminé.

Le caisson peut être fabriqué par toute méthode mais usuellement on l'obtient en soudant des plaques en métal laminé à chaud et décapé à une forme souhaitée. Cette méthode d'assemblage est avantageuse par le fait que le caisson peut être fabriqué de plaques en métal qui ne sont pas aussi larges que ce qui est nécessaire pour la

fabrication d'un tube rond. Le caisson présente l'avantage supplémentaire qu'il pourrait être fabriqué sans employer de laminage à chaud ou autre traitement à chaud nécessitant un contrôle strict de la température.

5 On décrira ensuite la fabrication de lingots.

Les méthodes décrites en se référant aux figures 1 à 3 peuvent être employées pour produire un lingot à partir des résidus métalliques en utilisant le caisson avec son sommet ouvert au lieu d'un organe tubulaire en tant que moyen de retenue des résidus.

10 S'il n'y a pas de possibilité que les résidus glissent ou roulent vers le bas hors du caisson pendant les opérations de fusion, le caisson peut être placé de toute façon et le terme "horizontal" utilisé dans cette description est pris pour indiquer non seulement la position complètement horizontale mais également une position "généralement horizontale".

15 Afin d'atteindre une plus haute productivité, plus d'un caisson peut être introduit dans la zone de chauffage 5 simultanément ou bien plus d'une paire de caissons peuvent être placés côte à côte de manière qu'un arc 4 soit produit entre les extrémités de chacune des deux électrodes.

20 Les méthodes de la présente invention sont avantageusement utilisées à la production de lingots à partir de résidus de métaux réfractaires tels que du titane, du zirconium et leurs alliages. Cependant, on comprendra qu'elles s'appliquent à des résidus de tous autres métaux qui sont appropriés pour le traitement soit par fusion sous vide en utilisant un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma ou par fusion à l'arc avec des électrodes consommables.

25 La présente invention sera décrite ci-dessous en se référant aux exemples suivants.

35 Exemple 1

On a prévu un tube (Ti-6%, Al-4%, V) ayant une extrémité fermée; il mesurait 60 mm de côté, 1.200 mm de

long et 1 mm d'épaisseur. Le tube était rempli de résidus d'un alliage de titane ayant la même composition que le tube, les résidus se composaient de copeaux d'une dimension comprise entre 10 mm et 40 mm de côté. Le poids total du tube chargé de copeaux était de 10,4 kg et le rapport de remplissage de résidus était de 53%. Le tube a été placé horizontalement dans un four de fusion à faisceau de plasma montré sur la figure 1; le tube a été irradié d'un faisceau d'électrons en plasma sous vide (0,0133 mbars) pour former un lingot cylindrique (115 mm de diamètre x 220 mm de long) à une tension de la torche à plasma de 35 volts et à un courant de la torche de 800 ampères, avec le tube avançant à raison de 0,4 cm/mn. Les analyses de composition de la charge de résidus et du lingot produit sont montrées au Tableau 1.

Tableau 1

		Composition (% en poids)											
		Al	V	Fe	O	C	N	H	Y	Autres	Ti		
lingot	Résidus	6,24	4,03	0,171	0,145	0,005	0,006	0,007	< 0,003	< 0,40	reste		
	haut	6,20	4,10	0,175	0,150	0,006	0,007	0,002	< 0,003	< 0,40	reste		
	milieu	6,15	4,00	0,170	0,140	0,005	0,005	0,001	< 0,003	< 0,40	reste		
	bas	6,22	4,05	0,165	0,148	0,006	0,005	0,001	< 0,003	< 0,40	reste		

Exemple 2

Un tube ayant la même composition d'alliage et les mêmes dimensions qu'à l'Exemple 1 a été prévu. Le tube a été rempli de résidus d'un alliage de titane ayant la même composition que le tube; les résidus étaient un mélange de diverses dimensions partant de copeaux de 40 mm de côté . Le poids total du tube chargé des résidus était de 9,9 kg et le rapport de remplissage des résidus était de 51% . le tube a été placé horizontalement dans un four de fusion à faisceau de plasma avec deux torches de plasma comme montré sur la figure 2; le tube a été irradié d'un faisceau d'électrons en plasma sous vide (0,0133 mbar) pour produire une masse fondue dans le foyer à une tension de la torche au plasma de 36 volts et un courant de la torche de 500 ampères, avec le tube avançant à raison de 0,35 cm/mn. Le produit fondu a débordé du foyer dans un moule en cuivre refroidi à l'eau où il s'est refroidi pour se solidifier en un lingot cylindrique (115 mm de diamètre x 200 mm de long). Les analyses de composition de la charge de résidus et du lingot produit sont montrées au Tableau 2.

Le lingot (environ 9,5 kg) formé du tube et des résidus dont le poids atteignait environ 10 kg au total, ne contenait pas de carbure de tungstène provenant des outils de coupe. Par ailleurs, le résidu dans le foyer s'est révélé contenir deux copeaux de carbure de tungstène qui étaient probablement des fragments des outils de coupe.

Tableau 2

		Composition (% en poids)									
		Al	V	Fe	O	C	N	H	Y	autres	Ti
lingot	Résidus	6,24	4,03	0,171	0,145	0,005	0,006	0,007	< 0,003	< 0,40	reste
	haut	6,21	4,11	0,175	0,140	0,004	0,005	0,001	< 0,003	< 0,40	reste
	milieu	6,18	4,05	0,168	0,142	0,004	0,006	0,001	< 0,003	< 0,40	reste
	bas	6,14	3,98	0,168	0,141	0,003	0,004	0,001	< 0,003	< 0,40	reste

Exemple 3

Deux tubes ayant la même composition d'alliage et les mêmes dimensions que celles spécifiées à l'Exemple 1 ont été prévus. Chaque tube a été rempli de résidus d'un
5 alliage de titane ayant la même composition que le tube; les résidus se composaient de copeaux d'une dimension comprise entre 10 mm et 400 mm de côté. Le poids total de chaque tube rempli de résidus était de 11,3 kg et le rapport de remplissage des résidus était de 58%. Les deux tubes ont été
10 agencés côte à côte dans un four de fusion à l'arc de façon que leurs extrémités fermées se fassent face comme le montre la figure 3; l'arc a été produit entre les extrémités de ces électrodes consommables sous vide
(0,00266 mbar) à une tension de 40 volts et un courant de
15 2.000 ampères; et un lingot cylindrique (115 mm de diamètre x 400 mm de long) a été produit à partir des électrodes fondues. Les analyses de composition de la charge de résidus et du lingot produit sont montrées au Tableau 3.

Tableau 3

		Composition (% en poids)										
		Al	V	Fe	O	C	N	H	Y	autres	Ti	
Résidus		6,24	4,03	0,171	0,145	0,005	0,006	0,007	< 0,003	< 0,40	reste	
	haut	6,22	4,00	0,170	0,150	0,006	0,005	0,001	< 0,003	< 0,40	reste	
lingot	milieu	6,19	3,98	0,178	0,148	0,004	0,004	0,001	< 0,003	< 0,40	reste	
	bas	6,18	4,05	0,174	0,145	0,003	0,004	0,001	< 0,003	< 0,40	reste	

Exemple 4

Un caisson en titane pur ayant la forme montrée sur la figure 4 et fermé à ses deux extrémités a été prévu. Le caisson en titane pur du commerce mesurait 5 350 mm de large, 600 mm de haut , 2.400 mm de long et 3 mm d'épaisseur de plaque et pesait 54 kg. Le caisson a été chargé de résidus d'un alliage de titane (Ti 6%, Al 4%, V) qui était un mélange de diverses dimensions comprises 10 150 mm x 150 mm x 400 mm (35 kg de poids). Le poids total du caisson était de 1.600 kg et le rapport de remplissage était de 74%. Le caisson a été placé horizontalement dans un four de fusion par faisceau de plasma montré sur la figure 1, et irradié d'un faisceau d'électrons en plasma 15 sous vide (0,0133 mbar) pour produire un lingot cylindrique (440 mm de diamètre x 2.100 mm de long; environ 1,4 tonnes de poids) à une sortie de plasma de 500 kW, le caisson avançant à raison de 2 cm/mn.

Dans l'opération ci-dessus décrite, les résidus 20 de titane ont pu être introduits uniformément dans le caisson à un rapport élevé de remplissage. Par conséquent, on a pu faire fondre les résidus et le caisson à une allure constante , avec les avantages qui en résultent de contrôle facile de l'opération de fusion, réduction de sa durée et 25 moindre consommation de puissance.

Les analyses de composition de la charge de résidus et du lingot produit sont résumées au Tableau 4.

Tableau 4

Composition (% en poids)										
	Al	V	Fe	O	C	N	H	Y	autres	Ti
Résidus	6,15-6,25	4,00-4,15	0,16-0,17	0,14-0,17	0,005-0,009	0,005-0,008	0,005-0,009	<0,001	<0,30	reste
haut	6,17	4,02	0,155	0,15	0,007	0,005	0,001	<0,001	<0,30	reste
lingot milieu	6,15	4,05	0,163	0,15	0,008	0,006	0,001	<0,001	<0,30	reste
bas	6,13	3,98	0,164	0,15	0,006	0,005	0,001	<0,001	<0,30	reste

Les résidus ont été dilués avec le caisson en Ti pur à 3,4% seulement, donc la composition du lingot finalement obtenu était totalement exempte des effets de la composition du matériau du caisson.

5 Un tube avec une extrémité fermée, ayant les mêmes dimensions que celles du caisson a été prévu et rempli des résidus de la même dimension et de la même analyse de composition qu'employées ci-dessus. Le rapport de remplissage des résidus était d'environ 50%.

10 Comme on peut le comprendre par la description qui précède, la production de lingots de la présente invention où l'on utilise un organe tubulaire et un support de résidus permet d'éliminer la nécessité de graduation des résidus selon la dimension et permet la fusion de
15 résidus consistant en un mélange de dimensions très variables, élargissant ainsi la plage des charges des résidus métalliques dont on peut produire un lingot. Si le produit fondu des résidus et de l'organe tubulaire est maintenu temporairement dans un foyer avant que le liquide surnageant
20 ne déborde dans un moule refroidi à l'eau, on peut obtenir un lingot exempt de carbure de tungstène ou de toute autre impureté lourde. S'il n'y a aucune de ces impuretés dans les résidus, le produit fondu peut s'égoutter directement dans le moule sans utiliser le foyer, et cette méthode
25 est efficace pour réduire la consommation de puissance.

L'organe tubulaire peut être remplacé par un caisson avec sommet ouvert, et l'utilisation de ce caisson permet aux résidus d'être facilement et régulièrement introduits tout en conservant les avantages de l'utilisation
30 de l'organe tubulaire. Si le caisson est utilisé dans la fusion sous vide avec un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma, on peut obtenir une allure constante de fusion; si une ou plusieurs paires des caissons sont employées en tant qu'électrodes consommables dans la fusion
35 à l'arc, on peut produire un arc uniforme entre les extrémités de chacune des deux électrodes. Dans chaque méthode, le caisson permet un rapport élevé de remplissage

des résidus et offre une meilleure efficacité de fusion et une plus grande facilité des opérations de fusion.

Dans les méthodes de la présente invention, les résidus fondent d'abord dans l'organe tubulaire ou caisson, puis s'écoulent dans le moule refroidi à l'eau. 5 sous la forme de globules liquides et le lingot obtenu ne contient aucune portion des résidus restant non dissoute. Par conséquent, la présente invention permet de produire un lingot sain par une seule opération de fusion, au lieu 10 des deux ou trois opérations nécessaires jusqu'à maintenant dans les méthodes de l'art antérieur.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, la présente invention offre des méthodes industriellement utiles de production de lingots à partir de résidus métalliques.

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

1.- Procédé de production d'un lingot à partir de résidus métalliques en faisant d'abord fondre les résidus dans un four de fusion sous vide ou un four de fusion à arc du type à électrodes consommables puis en solidifiant le produit fondu dans un moule refroidi à l'eau en un lingot, caractérisé en ce que 1) les résidus métalliques sont introduits dans un organe tubulaire ayant une extrémité fermée qui est fait du même matériau que les résidus, et ledit organe tubulaire est chauffé par un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons en plasma à partir de ladite extrémité fermée vers l'autre extrémité, ledit organe tubulaire étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide, et subséquent le produit fondu résultant est forcé à s'égoutter dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; ou 2) les résidus métalliques sont introduits dans deux organes tubulaires, chacun ayant une extrémité fermée, qui sont faits du même matériau que celui des résidus, un arc est produit entre les extrémités fermées desdits deux organes tubulaires servant d'électrodes consommables qui sont maintenus horizontalement dans un four de fusion à l'arc, et le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; à condition qu'en 1) ou 2) le produit fondu puisse être temporairement retenu dans un foyer avant de déborder dans le moule.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les résidus métalliques précités sont formés de titane, de zirconium ou un alliage.

3.- Procédé de production d'un lingot à partir de résidus métalliques en faisant d'abord fondre les résidus dans un four de fusion sous vide ou un four de fusion à arc du type à électrodes consommables puis en solidifiant le produit fondu dans un moule refroidi à l'eau en un lingot, caractérisé en ce que 1) les résidus métalliques sont

introduits dans un caisson dont le sommet est ouvert, ledit caisson contenant au moins l'un des composants présents dans lesdits résidus métalliques, ledit caisson ayant une forme telle que celle qui est formée en coupant un organe tubulaire de section transversale polygonale dans sa direction axiale, ledit caisson ayant un organe de maintien à l'une ou à ses deux extrémités ou n'ayant cet organe de maintien à aucune de ses extrémités, ledit caisson étant chauffé avec un faisceau d'électrons ou un faisceau d'électrons au plasma à partir d'une extrémité vers l'autre extrémité, ledit caisson étant maintenu horizontalement dans un four de fusion sous vide et subséquemment le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; ou 2) les résidus métalliques sont introduits dans deux ou plusieurs paires de caissons ayant les caractéristiques définies en 1), un arc est produit entre les extrémités de chacun desdits deux caissons servant d'électrodes consommables qui sont maintenus horizontalement dans un four de fusion à arc, et subséquemment le produit fondu résultant est forcé à s'écouler dans le moule refroidi à l'eau où il se solidifie; à condition qu'en 1) ou 2) le produit fondu puisse être temporairement retenu dans un foyer avant de déborder dans ledit moule refroidi à l'eau.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les résidus métalliques précités sont formés de titane, zirconium ou un alliage.

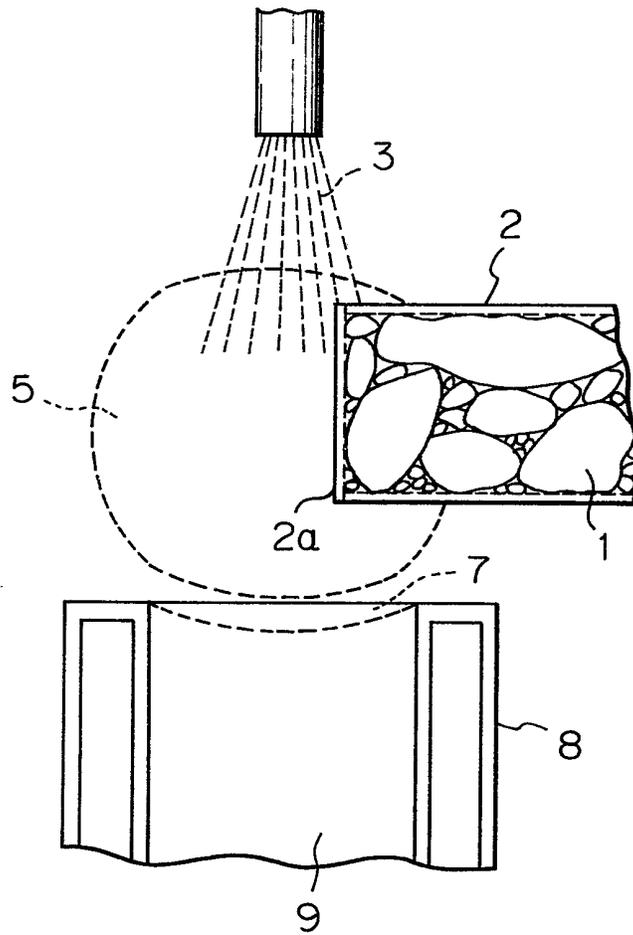
Fig. 1

Fig. 2

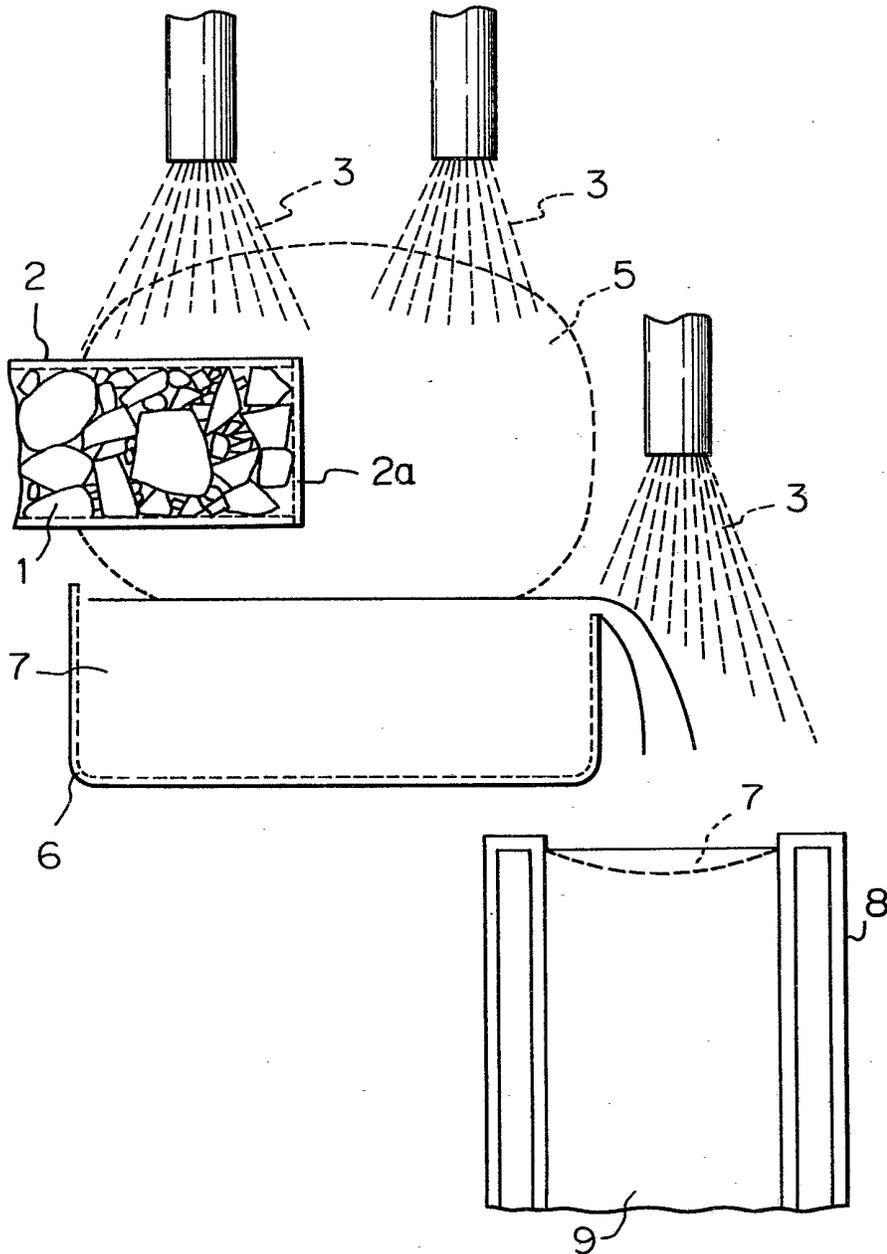


Fig. 3

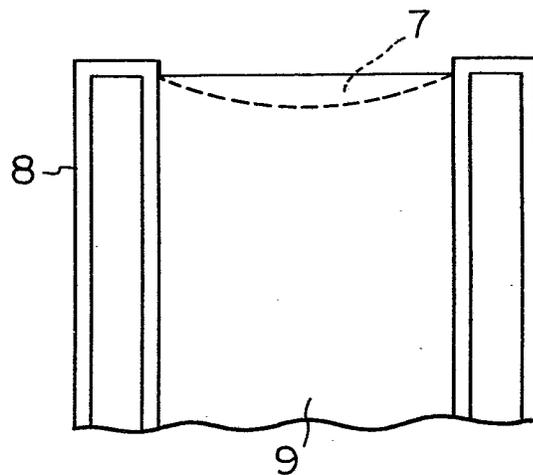
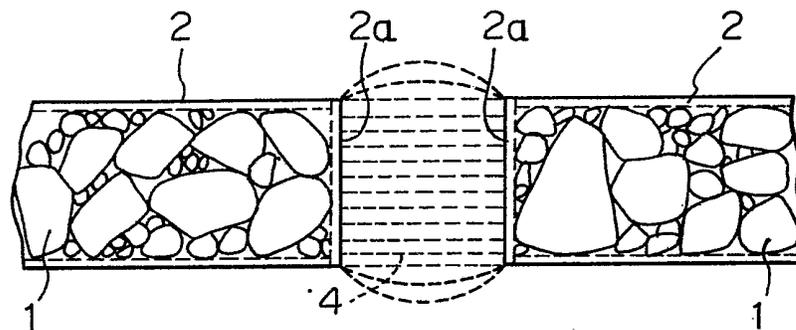


Fig. 4

