

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 16304

(54) Procédé et machine de coulée de pièces annulaires, et appareil de décriquage pour la mise en œuvre du procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 22 D 9/00, 39/04; B 23 K 7/06.

(22) Date de dépôt..... 28 septembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : JP, 28 septembre 1981, n° 56-154491, 56-154492 et 56-154493.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 29-4-1983.

(71) Déposant : Société dite : SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD. — JP.

(72) Invention de : Toru Moritani, Minoru Teramura et Masahiro Shimizu.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de coulée et de traitement automatique de lingots d'acier destiné à former des pièces forgées et laminées de forme annulaire, par exemple des roues de véhicules de transport, ainsi qu'un appareil utilisé directement pour la mise en oeuvre du procédé.

On connaît déjà, pour la production de lingots d'acier destinés à des pièces forgées annulaires par exemple, comme indiqué sur la figure 1, un procédé de coulée d'un long lingot cylindrique d'acier LI par coulée en source puis de découpe du lingot en tranches circulaires au tour ou avec un organe analogue, formant des lingots d'acier à laminier, ou par un procédé de coulée de lingot pour bandage (non représenté) selon lequel de l'acier fondu est coulé dans des lingotières placées en série par un procédé de coulage par le haut avec déplacement d'une poche.

Dans le premier procédé de formation d'un lingot de grande longueur cependant, un grand nombre de parties découpées, notamment dans la masselotte, dans le canal central de coulée, dans le canal d'alimentation, dans les parties des traits de découpe, etc, sont perdues, lors de la découpe du lingot en tranches circulaires, et une quantité importante de chaleur est perdue parce que le lingot est découpé après son refroidissement. Dans le second procédé de formation de lingot pour bandage, le rapport de la hauteur au diamètre du lingot est inférieur à 1,0 et des problèmes de qualité se posent du fait de la présence de cavités et de parties défectueuses à l'intérieur du lingot. En outre, la dispersion de la qualité obtenue pose des problèmes, et le long temps de coulée nécessaire ne convient pas à la coulée en grandes séries.

Lorsque le lingot d'acier coulé par le procédé précité est ensuite soumis à un décriquage, selon une opération courante, un chalumeau se déplace dans certaines directions G, H, J, K ... passant par le centre de la surface décriquée manuellement du lingot W, la cir-

conférence étant divisée à intervalles égaux comme représenté sur la figure 2a, si bien que la partie centrale de la surface de la pièce W, présentant en général une ségrégation plus importante, est décriquée plus souvent.

5 Cependant, selon ce procédé, le décricuage manuel est réalisé de manière que la section du lingot, après le décricuage, comporte radialement plusieurs surfaces irrégulières bosselées qui réduisent la régularité comme représenté sur la figure 2b. En outre, le long temps
10 nécessaire de décricuage pose des problèmes, et la surface décriquée ne peut pas être formée avec une section conique uniforme souhaitable.

 L'invention concerne la résolution des problèmes précités et plus précisément un procédé de coulée et de
15 traitement selon lequel la coulée et le traitement d'un lingot d'acier sont réalisés rapidement alors que le lingot est chaud, l'opération, de la coulée jusqu'au décricuage, étant continue si bien que le lingot formé a une qualité uniforme sans dispersion lorsqu'il est transmis
20 à l'opération suivante de laminage si bien que la productivité du procédé est élevée, notamment lors d'une fabrication en grandes séries.

 L'invention concerne aussi une machine de coulée qui mesure une masse nécessaire à la formation
25 d'un lingot d'acier et qui retire une quantité nécessaire d'acier fondu pour le placer dans une lingotière afin que le lingot soit mesuré et coulé avec précision et automatiquement sans masselotte, par rapport à la valeur mesurée.

 L'invention concerne aussi un appareil de
30 décricuage dans lequel un lingot chaud d'acier est soumis automatiquement à un décricuage rotatif, par variation de la vitesse circonférentielle en un point radial du lingot d'acier, si bien que la partie centrale présentant une plus grande ségrégation est retirée préférentiellement,
35 la surface décriquée formée étant lisse.

 L'invention concerne aussi un procédé de coulée et de traitement dans lequel l'acier fondu est transporté

vers une opération suivante avec une faible vitesse de déplacement afin que sa surface ne forme pas des ondulations, lors du transport après la coulée, et la qualité de l'acier fondu pendant le transport et la régularité de la surface sont conservées.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

10 la figure 1 est un schéma illustrant la mise en oeuvre d'un procédé connu de formation de lingot de grande longueur ;

la figure 2a est une vue en plan illustrant la mise en oeuvre d'un décriquage manuel classique ;

15 la figure 2b est une coupe d'un lingot décriqué comme représenté sur la figure 2a ;

la figure 3 est un diagramme synoptique illustrant une opération mettant en oeuvre le procédé de coulée et de traitement selon l'invention ;

20 la figure 4 est une coupe partielle agrandie de la machine de coulée et de traitement selon l'invention ;

la figure 5 est une coupe en partie schématique représentant les principaux éléments d'une machine analogue ;

25 la figure 6a représente schématiquement l'appareil de décriquage selon l'invention ;

la figure 6b est une coupe d'un lingot décriqué comme représenté sur la figure 6a ; et

30 la figure 7 est un graphique représentant la variation de la profondeur de décriquage obtenue à l'aide de l'appareil de décriquage selon l'invention, en fonction de la distance au bord de la pièce.

Les figures 1, 2a et 2b ayant déjà été décrites, la figure 3 est un diagramme synoptique illustrant un procédé de traitement selon l'invention mis en oeuvre dans une installation comprenant une section A de préparation de lingotière, une section B de coulée et une section

C de démoulage de lingot, placées successivement sous forme d'une boucle sans fin, disposée suivant un schéma rectangulaire par exemple, des lignes de traitement partant en dérivation de la section C afin que les
5 lingots coulés d'acier soient transportés vers une opération suivante, c'est-à-dire vers la section D de décriquage, un four E de réchauffage et une section F de laminage.

Comme l'indique la figure 4, plusieurs lingotières 2 sont disposées en série à des emplacements prédéterminés sur un chariot 1 de transport, dans la section
10 A de préparation de lingotière afin qu'il soit transporté vers la section suivante B de coulée.

Comme l'indiquent les figures 4 et 5, l'acier
15 fondu nécessaire à la formation d'un lingot coulé est versé dans la lingotière 2 dans la section B de coulée par une machine 3 de pesage qui peut mesurer la masse de la lingotière 2 avant et pendant la coulée, et par un dispositif 4 d'extraction d'acier destiné à transmettre
20 la quantité nécessaire d'acier fondu à la lingotière 2, grâce à un circuit de commande et de calcul 5 (ordinateur) relié à la machine de pesage.

La machine 3 de pesage comporte un vérin hydraulique 6 destiné à supporter et déplacer verticalement
25 la lingotière 2, ayant une tige 6' et une cellule dynamométrique 7 montée à la base du vérin 6 qui doit soulever la lingotière 2 de la position de transport jusqu'à une position à laquelle l'acier fondu peut être versé. La cellule dynamométrique 7 mesure d'abord la masse de la
30 lingotière 2 avant coulée (tare) et transmet la valeur mesurée, et elle indique ensuite la variation de la masse à partir du début de la coulée de l'acier fondu et pendant cette coulée, les signaux parvenant à l'entrée du circuit 5 de commande et de calcul.

35 Le dispositif 4 de prélèvement d'acier fondu comporte une busette immergée 10 dépassant d'un canal 9 de coulée d'une poche 8 placée au-dessus de la lingotière

2, une quenouille 11 destinée à ouvrir et fermer le canal 9, et un vérin hydraulique 12 commandé par le circuit 5 de commande et de calcul afin qu'il déplace verticalement la quenouille 11.

5 Le circuit 5 de commande et de calcul reçoit le signal de la cellule dynamométrique 7 et calcule une quantité d'acier fondu qui doit être coulée dans la lingotière 2 et qui est nécessaire à la coulée d'un lingot, et il transmet le signal convenable au vérin hydraulique 10 12.

L'extrémité de base (c'est-à-dire l'extrémité supérieure) de la busette immergée 10 est montée sur le canal 9 de coulée de la poche intermédiaire 8, et un couvercle cylindrique 13 débouchant à l'extrémité inférieure 15 est placé autour de la périphérie de la pointe de la busette afin que l'acier fondu ne soit pas projeté lors de la coulée. En outre, un revêtement 14 de la surface de l'acier fondu W est placé dans la lingotière 2.

Après coulée, un agent isolant de type exothermique ou une plaque isolante (agent isolant en forme de plaque) 15 est placé à la face supérieure de l'acier fondu W afin que, pendant le transport de l'acier fondu, une isolation exothermique soit assurée.

Un ensemble 16 règle la vitesse de transport 25 de l'acier fondu dans un trajet partant de la coulée afin que la lingotière remplie 2" parvienne à la section suivante C de démoulage de lingot, à une vitesse minimale, évitant un transport brutal et sans formation d'ondulations à la surface de l'acier fondu W.

30 Dans la section B de coulée ainsi formée, la masse d'un lingot qui doit être examiné directement, y compris la tare, est d'abord transmise à l'ensemble 5 de calcul représenté sur la figure 4. La lingotière 2 placée dans la section B de coulée est alors soulevée 35 vers le canal 9 de coulée de la poche intermédiaire 8 par le vérin 6 de soulèvement afin que l'acier fondu soit coulé dans la lingotière 2. La tare est alors mesurée

par la cellule dynamométrique 7 et elle est transmise à l'entrée de l'ensemble 5 de calcul. Celui-ci transforme les signaux en une hauteur de la lingotière 2 par rapport à la poche intermédiaire 8, et le signal de l'ensemble 5 de calcul parvient au vérin 12 qui soulève la quenouille qui lui est raccordée, dans la poche 8. L'extrémité de la quenouille est soulevée au-dessus du canal de coulée 9 afin que l'acier commence à être versé dans la lingotière 2'. Lorsque la surface de l'acier fondu W dans cette lingotière s'élève progressivement, la cellule dynamométrique 7 fixée au vérin inférieur 6 détecte la variation de la masse de l'acier fondu et abaisse progressivement la lingotière 2'.

Ainsi, la capacité en acier fondu W augmente progressivement sans modification de la position de la surface de l'acier fondu comme représenté, jusqu'à ce qu'une quantité prédéterminée d'acier fondu (correspondant à la valeur nécessaire à un lingot) soit coulée. La cellule 7 continue à transmettre la variation de poids à l'ensemble 5 de calcul qui mesure la masse prédéterminée si bien que le vérin hydraulique 12 abaisse le moment venu la quenouille 11 et ferme le canal de coulée 9. La quenouille peut être commandée en plusieurs étapes afin que la précision du prélèvement d'acier fondu soit accrue. Ainsi, le lingot d'acier prédéterminé, ayant une masse unitaire, est coulé.

La section B de coulée ainsi constituée peut peser les lingots individuellement, peut prélever la quantité nécessaire d'acier fondu grâce au circuit de commande et de calcul et peut simultanément couler plusieurs lingots avec une qualité élevée, automatiquement et rapidement (voir tableau I). En outre, comme la coulée est réalisée par le haut avec une busette immergée et un couvercle cylindrique, l'acier ne forme pas de projections et la couche superficielle du lingot est améliorée.

TABLEAU I

	Section de coulée (fig. 5)	Nombre de coulées (P)	Masse unitaire moyenne (kg)	Ecart-Type γ (kg)	Temps de coulée (min)
5	gauche	75	440,3	2,7	36 min/ 75 p
	droite	76	440,0	2,6	36 min/ 76 p

En outre, le couvercle 14 placé au-dessus de
 10 l'acier fondu est fixé à l'extérieur du couvercle cylindrique
 placé vers la pointe de la busette 10 avant la coulée,
 au-dessus de la face supérieure de l'acier fondu W versé
 dans la lingotière 2' dans la section B de coulée. Après
 la coulée et comme représenté sur les figures, le couvercle
 15 14 recouvre la face supérieure de l'acier fondu avec un
 agent isolant 15 empêchant la formation d'ondulations
 à la surface de l'acier fondu et assurant l'isolation
 thermique pendant le transport de l'acier fondu. Après
 la coulée, l'acier fondu n'est pas transporté à grande
 20 vitesse grâce à l'ensemble 16 de réglage de vitesse qui
 maintient celle-ci à la valeur minimale possible. Ainsi,
 pendant le transport, le lingot conserve suffisamment
 de chaleur pour pouvoir parvenir à la section D de décri-
 quage alors qu'il est chaud et sans ondulation si bien
 25 que la qualité interne du lingot change peu et la surface
 reste lisse.

Ensuite, bien que la figure ne le représente
 pas, la lingotière est abaissée dans la section C
 de démoulage de lingot et le lingot d'acier est retiré
 30 de la lingotière alors qu'il est chaud afin qu'il parvienne
 à la section suivante D de décriquage.

Dans la section D de décriquage et comme repré-
 senté sur la figure 4, le lingot W d'acier est placé sur
 deux cylindres 17 afin que ceux-ci l'entraînent en rotation
 35 dans le sens de la flèche. Un chalumeau 18 est placé en

face de la surface à décriquer sur le lingot W et est dirigé radialement par rapport au lingot. La buse du chalumeau comprend un canal de projection d'oxygène et des canaux de projection de gaz disposés autour du canal de projection d'oxygène. En outre, l'un des cylindres 17 qui fait tourner le lingot W est un cylindre menant alors que l'autre est un cylindre mené, et la vitesse de rotation des cylindres est réglable à toute valeur voulue sous la commande d'un mécanisme de réglage de vitesse qui n'est pas représenté sur le dessin. En outre, dans un autre mode de réalisation du procédé, la position du lingot W est fixe, et le chalumeau 18 placé en face du lingot tourne sur un rail circulaire placé à la périphérie externe du lingot W afin qu'il assure une décriquage analogue. De plus, le chalumeau 18 est destiné à se déplacer radialement par rapport au centre du lingot W.

Lorsque le décriquage prévu est effectué par mise en oeuvre des modes de réalisation précédents, les buses du chalumeau 18 sont dirigées de la périphérie externe du lingot rotatif W vers le centre, une buse latérale étant placée en face du centre du lingot W et les buses restantes étant disposées à des emplacements correspondants du lingot W décalés progressivement jusqu'à la périphérie externe afin que la vitesse circonférentielle du lingot W varie vers la périphérie externe.

Ainsi, lorsque le décriquage est réalisé d'après la différence entre les vitesses circonférentielles des buses, les points correspondants du lingot W forment une gorge de décriquage X de forme en V ou sensiblement conique comme indiqué sur la figure 6b. En d'autres termes, dans le lingot 2', la profondeur ℓ de décriquage dans les parties défectueuses de la zone centrale qui a la plus grande ségrégation, est la plus grande, et en outre, la gorge X de décriquage a une surface lisse et non irrégulière comme lors d'un décriquage manuel classique donnant le résultat représenté sur la figure 2b.

On considère maintenant un exemple de traitement

d'un lingot selon l'invention. Cet exemple concerne le décriquage de la surface d'extrémité d'un lingot d'acier de 500 mm de diamètre.

5 (1) Température de travail : température ambiante.

(2) Chalumeau : chalumeau à buse de 250 l (de type oxyacétylique).

(3) Matière traitée : matière SU.

(4) Fréquence de rotation de la pièce : 7 tr/min.

10 (5) Temps de décriquage : 8,6/s

Lorsque le décriquage est ainsi réalisé en une seule fois, la profondeur de décriquage est telle que représentée par la courbe en trait plein de la figure 7, En outre, la courbe en trait interrompu représente la
15 profondeur obtenue par un second décriquage.

Ainsi, l'appareil de décriquage selon l'invention, contrairement au décriquage manuel classique, assure le décriquage du lingot d'acier grâce à la différence de vitesses circonférentielles des différents points en
20 direction radiale lorsque la pièce tourne par rapport au chalumeau, la partie centrale ayant des surfaces décriquées profondément alors que les parties externes ont des surfaces de moins en moins décriquées lors du rapprochement vers la périphérie externe, et les surfaces des
25 parties décriquées sont non seulement régulières et lisses mais peuvent être aussi formées automatiquement en un temps très court, l'effet étant remarquable et ne nécessitant pas du personnel expérimenté.

En outre, l'appareil de décriquage selon l'invention permet un décriquage plus large que lors de l'utilisation du décriquage manuel classique, et l'utilisation de chalumeaux de grande dimension permettant un décriquage efficace pendant un temps nettement réduit.

En outre, bien que le chalumeau de grande
35 dimension comporte des canaux de projection de gaz placés autour d'un canal de projection d'oxygène comme représenté sur la figure 6a, plusieurs chalumeaux à un seul orifice

de sortie peuvent être utilisés, suivant un arrangement particulier.

On considère maintenant un mode de réalisation particulier d'appareil qui assure le décriquage des lingots d'acier et donne les résultats des tableaux II et III dans les conditions suivantes.

(1) Matière de la busette immergée : silicium fondu, diamètre interne 40.

Canal de projection : deux canaux horizontaux x $\varnothing$ 25 x 2.

(2) Quantité de revêtement (15) à utiliser : 2 kg/t.

Constituant : SiO_2 45 %, Co 0,8 %, Al_2O_3 20 %, C 16 %.

(3) Quantité d'agent isolant à utiliser : 4 kg/t
Constituant : MoAl 15 %, Al_2O_3 40 %, SiO_2 20 %.

(4) Lingot d'acier : masse unitaire 440 kg, diamètre 500, hauteur 285.

(5) Lingotière : poids unitaire 1400 kg (lingotière et plaque de support).

(6) Nature de l'acier : C 0,60, Si 0,25, Mn 0,60.

(7) Vitesse de coulée : 15 kg/s.

(8) Dimension du lingot d'acier : hauteur/diamètre inférieur à 1,0.

(9) Décriquage : hauteur à la partie périphérique externe : plus de 10 mm (10 mm est l'épaisseur minimale de matière présentant une ségrégation).

TABLEAU II

Essai	Coulée				Décritage	
	Nombre de coulées	Masse unitaire moyenne, kg	Ecart-type σ (kg)	Temps de coulée min	Masse retirée kg	Durée du décritage (s/D)
premier	150	439,4	2,4	72	14,2	33
second	149	438,7	2,7	70	15,1	34
troisième	149	441,5	2,9	71	14,3	33
quatrième	150	440,0	2,1	72	14,4	33

TABLEAU III

5	Essai	Qualité	
		Pourcentage de roues défectueuses	Pourcentage de roues défectueuses après traitement
10	Premier	0	0
	Second	0	0
	Troisième	0	0
	Quatrième	0	0

Comme l'indique la description qui précède,
 15 on obtient les avantages suivants.

(1) On peut couler et décriquer rapidement des lingots d'acier homogènes sans dispersion de qualité, par exemple sans inclusion chaude, dans un procédé continu de la coulée au décriquage, avant transmission au laminage
 20 suivant si bien que la productivité peut être accrue, au cours d'opérations exécutées rapidement.

(2) Plusieurs lingots d'acier peuvent être coulés simultanément par pesée individuelle des lingotières et prélèvement d'une quantité nécessaire d'acier fondu
 25 à l'aide du circuit de commande et de calcul si bien que des lingots d'acier de qualité élevée peuvent être coulés automatiquement et rapidement (voir tableau I). En outre, la coulée par le haut, avec la busette immergée et le couvercle cylindrique, peut être utilisée si bien que
 30 le procédé ne provoque pas de projection et la couche superficielle du lingot d'acier a une bonne qualité.

(3) Comme le décriquage réalisé habituellement à la main est exécuté par rotation relative du chalumeau et de la pièce, avec utilisation des différences de vi-
 35 tesses circonférentielles aux différents points en direction radiale, la partie centrale de la pièce peut avoir des surfaces décriquées plus profondes, les autres parties étant de moins en moins profondes vers la périphérie externe.

En outre, non seulement les surfaces obtenues sont régulières et lisses après décriquage mais encore l'opération peut être réalisée automatiquement pendant un temps très court si bien qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser un personnel expérimenté pour l'obtention d'un effet remarquable. En outre, par rapport au décriquage classique, des lingots d'acier de type très divers peuvent être décriqués, un chalumeau de grande dimension pouvant être utilisé même dans des pièces de grande dimension, le temps de traitement étant réduit notablement alors que le décriquage est efficace.

(4) Comme l'acier fondu est transporté vers l'opération suivante par réduction de la vitesse de déplacement afin que la surface de l'acier fondu ne soit pas ondulée après la coulée, la qualité interne et la régularité de la surface de l'acier fondu peuvent être conservées pendant son transport.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs et procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1. Procédé de coulée et de traitement d'un corps annulaire, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes réalisées de façon continue :
 - 5 (a) une coulée dans laquelle une masse nécessaire à la formation d'un lingot d'acier est mesurée, est prélevée et est coulée dans une lingotière (2) en fonction mesurée de la masse,
 - (b) le transport de la lingotière (2) à l'opé-
 - 10 ration qui suit la coulée jusqu'après celle-ci, et
 - (c) le décriquage du lingot (W) retiré de la lingotière.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la masse de la lingotière (2) avant coulée est
15 mesurée pendant l'opération de coulée, et le changement de masse de la lingotière pendant la coulée est mesuré afin que la quantité d'acier fondu présent dans la lingotière soit détectée, et, lorsque la quantité d'acier fondu atteint la valeur nécessaire, la coulée est interrompue
20 afin qu'une masse d'acier fondu soit prélevée dans la lingotière.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la lingotière (2) est abaissée afin que la surface de l'acier fondu reste en position prédéterminée
25 pendant la coulée.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse de transport est faible afin que la surface de l'acier fondu ne soit pas déformée après la coulée.
- 30 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lingot d'acier (W) et l'appareil de décriquage (18) tournent pendant le décriquage l'un par rapport à l'autre afin que le lingot soit décriqué.
6. Machine de coulée destinée à une coulée et
35 un traitement d'un corps annulaire, caractérisée en ce qu'elle comprend :
 - (a) une machine de pesée (5-7) destinée à

mesurer la masse d'une lingotière (2) dans une section de coulée, avant et pendant la coulée, et

(b) un appareil de prélèvement d'acier fondu (9-12) destiné au prélèvement de la quantité nécessaire d'acier fondu et à sa mise dans la lingotière, à l'aide d'un circuit de commande et de calcul (5) associé à la machine de pesée.

7. Machine selon la revendication 6, caractérisée en ce que la machine de pesée comporte un vérin hydraulique (6) destiné à déplacer verticalement la lingotière (2) et une cellule dynamométrique (7) montée sur le vérin hydraulique (6).

8. Machine selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'appareil de prélèvement d'acier fondu comprend une busette immergée (10) dépassant sous un canal de coulée d'une poche (8), une quenouille (11) destinée à ouvrir et fermer le canal de coulée (9), et un vérin hydraulique (12) commandé par le circuit de commande et de calcul (5) et destiné à déplacer verticalement la quenouille.

9. Appareil de décriquage destiné à des opérations de coulée et de traitement d'un corps annulaire, caractérisé en ce qu'il comprend un chalumeau (18) disposé radialement en face d'un lingot d'acier (W), afin que le chalumeau et le lingot tournent l'un par rapport à l'autre, la vitesse circonférentielle de chaque point variant en direction radiale par rapport au lingot, si bien que le chalumeau assure le décriquage dans tous les points en direction radiale par rapport au lingot, à des vitesses circonférentielles différentes.

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que le chalumeau (18) est fixe et le lingot (W) tourne sous la commande de cylindres (17).

11. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que le lingot (W) est fixe et le chalumeau tourne autour d'un rail circulaire.

12. Appareil selon l'une des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que le chalumeau (18) comporte plusieurs buses disposées radialement par rapport au lingot.

FIG. 1

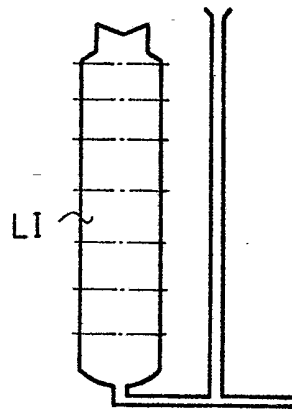


FIG. 2a

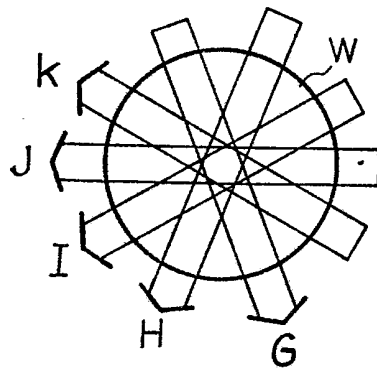


FIG. 2b

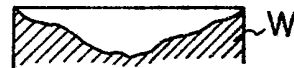
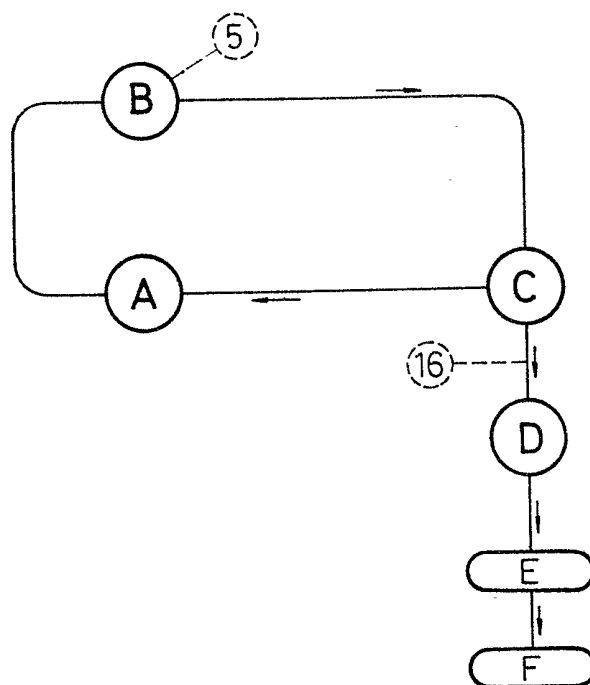


FIG. 3



4/5

FIG. 5

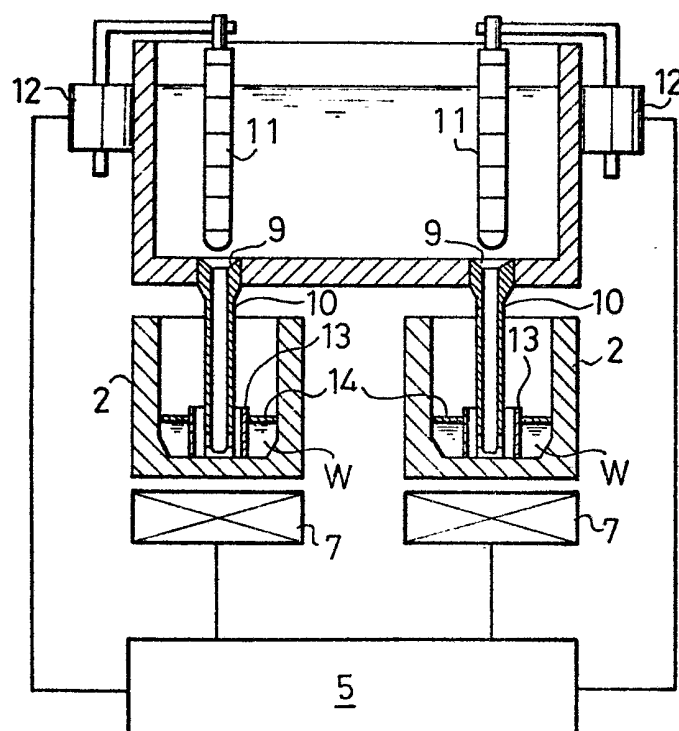


FIG. 6a

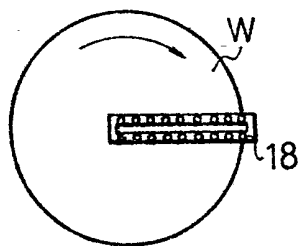


Fig. 6b

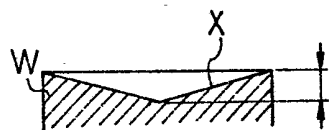


FIG. 7

