

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 80201114.8

(51) Int. Cl.³: **C 22 B 21/06**

(22) Date de dépôt: 19.11.80

(30) Priorité: 28.11.79 FR 7929226

(43) Date de publication de la demande:
10.06.81 Bulletin 81/23

(84) Etats Contractants Désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **FABRIQUE NATIONALE HERSTAL** en
abrégi **FN Société Anonyme**

B-4400 Herstal(BE)

(72) Inventeur: **Merrien, Pierre L.**
29, rue des Chênes
64140 Billere(FR)

(72) Inventeur: **Merrien, Pierre A.**
49, rue Pasteur
92330 Sceaux(FR)

(74) Mandataire: **Donné, Eddy**
M.F.J.Bockstael Arenbergstraat 13
B-2000 Anvers(BE)

(54) **Procédé et dispositif d'automatisation d'un cycle de dégazage sous vide d'alliages d'aluminium.**

(57) Procédé et dispositif permettant de régler les vitesses de dégazage sous vide d'alliages d'aluminium et la pression partielle résiduelle d'hydrogène. Le procédé consiste en une décomposition du cycle de dégazage en phases caractéristiques associées à des paramètres particuliers. Le dispositif est un ensemble calculateur permettant d'obtenir ces paramètres. L'invention peut être utilisée pour la préparation du métal avant coulée de pièces de fonderie, de lingots ou d'ébauches de corroyage.

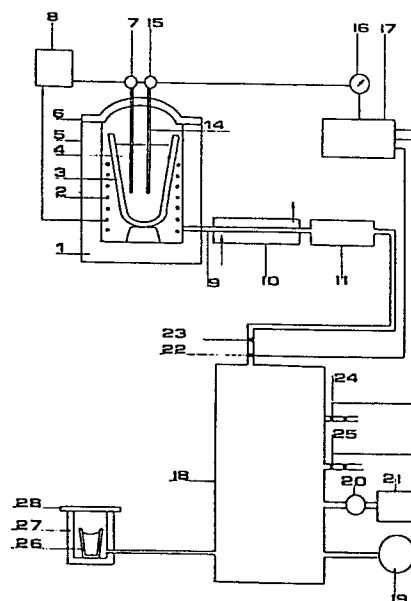


FIG. 2

- 1 -

Procédé et dispositif d'automatisation d'un cycle de dégazage sous vide d'alliages d'aluminium.

La présente invention a pour objet le dégazage sous vide des alliages d'aluminium et sa régulation.

On sait que les alliages d'aluminium dissolvent des gaz en particulier de l'hydrogène. Ces gaz étant moins solubles dans le métal solide que dans le métal liquide, peuvent se dégager lors de la solidification et donner des microporosités.

10 Pour diminuer la teneur en gaz et essentiellement en hydrogène des alliages d'aluminium on peut :

- ou effectuer un dégazage chimique par l'introduction dans le métal de produits qui, en se décomposant, donnent un élément susceptible de se combiner avec l'hydrogène (en général Cl_2 pour donner HCl , le chlore étant sous forme de chlore naissant);

15 - ou effectuer un dégazage physique par un barbotage de gaz (azote, argon, chlore en général); la pression partielle de l'hydrogène dans la bulle de gaz barboteur étant inférieure à celle du métal, l'hydrogène du métal diffuse dans la bulle;

25 - ou effectuer un dégazage sous vide. Le métal est introduit dans un four étanche sur lequel on fait le vide ou on

pose sur le creuset un couvercle et on fait le vide sous celui-ci. Les niveaux de vide résiduels sont de 1 à 30 millibars. Le vide est arrêté après un temps tel que la solidification sous vide, après opération, d'un lingotin prélevé
5 dans le métal, soit satisfaisant (concavité de la surface, mesure de la densité, tranche radiographique).

Si le résultat est non satisfaisant, on reprend le dégazage.

10 Dans la présente invention le dégazage sous vide est conduit pour atteindre les objectifs suivants :

- obtenir dans trois premières phases des vitesses de dégazage déterminées;

15

- obtenir dans une 4e phase, phase finale de maintien, une pression partielle déterminée;

- réguler par un automatisme ces phénomènes;

20

- avoir une agitation de la masse du métal;

- ne pas détruire la modification du silicium dans le cas des alliages siliciés.

25

Il est apparu en effet que le dégazage, exprimé par la pression partielle d'hydrogène dans le métal en fonction du temps, doit s'effectuer selon le schéma figure I.

30 PHASE I. Dégazage à vitesse lente V_1 pour éviter tout bouillonnement conduisant à la création d'oxydes dans cette phase où la pression dans l'enceinte laisse subsister dans l'atmosphère au-dessus du métal une pression partielle d'oxygène trop importante.

35

Ce phénomène entraînerait également la disparition du sodium introduit pour assurer la modification de la forme du sili-

cium de l'alliage dans le cas des alliages siliciés.

PHASE II. Quand on atteint une pression partielle d'hydrogène P_2 dans le métal, application d'une vitesse rapide de dégazage V_2 jusqu'à obtention d'une pression partielle P_3 ,
5 le bouillonnement ayant été évité par le passage de P_1 à P_2 .

PHASE III. Quand on atteint une pression partielle d'hydrogène P_3 , application d'une vitesse lente V_3 jusqu'à la pression P_4 afin de permettre ensuite l'établissement d'une vitesse nulle.
10

PHASE IV. Quand la pression partielle d'hydrogène est P_4 , établissement d'une vitesse nulle pour conserver dans le métal une pression d'hydrogène résiduelle.
15

Il est en effet apparu qu'avec une teneur trop faible en hydrogène dans le métal, des défauts apparaissent au cours de la solidification caractérisés par une localisation au lieu
20 d'une dispersion sous la forme généralement de retassures marquées dans des rayons de raccordement ou de criques.

REALISATION.

25 La réalisation comprend selon figure II :

1) un FOUR étanche 1 assurant de préférence le chauffage par induction pour maintenir une température (en général voisine de 750°C) et assurer des mouvements de la masse de métal liquide pour renouveler les couches en contact avec le vide.
30

Le four comprend ou contient :

- l'inducteur 2
- 35 - le creuset 3
- le métal 4
- le couvercle 5

- le joint 6 résistant à des températures de l'ordre de 300°C (polymère à base de silicone de préférence) protégé de l'atmosphère du four par des briques isolantes;
- le thermocouple 7 permettant d'assurer l'enregistrement de la température et sa régulation par l'enregistreur-régulateur 8 qui commande le circuit de l'inducteur 9.

2) UN CIRCUIT DE VIDE comprenant :

- 10 - la prise 9 dans le four
- le réfrigérant 10 par exemple à eau
- les filtres 11 pour neutraliser les produits qui peuvent subsister sous forme de flux dans le métal ou sur les parois du creuset
- 15 - un réservoir 18
- une pompe à vide 19 branchée sur ce réservoir
- un ensemble de mesure et de régulation de vide dans le réservoir 18 par :
- 20 - l'indicateur de pression 20
- le pressostat régulateur 21 qui commande la pompe, le vide dans le réservoir étant par exemple de l'ordre de 2 milli-bars
- une vanne automatisée 22 mettant le réservoir en communication avec le four
- 25 - un robinet 23 permettant d'isoler le four.

3) UN SYSTEME DE MESURE ET DE REGULATION comprenant :

- 30 - un électrode à dosage d'hydrogène immergée 14
- un enregistreur de pression partielle d'hydrogène 16
- un pilote 17 régulant la vanne 22.

Le pilote comprend par exemple :

- 35 - un ensemble entrées-sorties
- un ensemble calculateur

- un ensemble mémoires
- et peut être construit autour de microprocesseurs et d'horloges électroniques.

5 ENSEMBLE ENTREES-SORTIES. Il y est introduit les paramètres de la courbe de base figure I :

a) PRESSIONS P_2 fin de la phase I

	P_3	II
10	P_4	III

b) VITESSES V_1 pour la phase I

	V_2	II
15	V_3	III.

c) L'UNITE DE TEMPS DE MESURE de pression partielle : ΔT

ENSEMBLE CALCULATEUR :

- 20 - reçoit l'indication de variation réelle de pression partielle dans le temps ΔT soit ΔP_R
- calcule la variation théorique de pression partielle à obtenir dans le même temps ΔT soit ΔP_T par la relation :

$$\Delta P_T = V. \Delta T$$

- 25 - compare ΔP_R et ΔP_T
- commande
- la fermeture de la vanne automatisée 22 si $\Delta P_R > \Delta P_T$
 - l'ouverture de la vanne si $\Delta P_R \leq \Delta P_T$.

30 Le principe de la régulation est représenté par le schéma figure III.

Le pilote peut recevoir ses informations de plusieurs fours à vide et les réguler comme le premier à partir des vannes automatisées 24, 25, etc.

35

ENSEMBLE MEMOIRES.

Il peut recevoir toutes les indications d'entrées sans passer par l'affichage, les paramètres étant mis en mémoire pour

- 5 - chaque type d'alliage
- chaque dimension de creuset.

L'obtention du vide optimal est alors commandée par ces deux seuls paramètres.

10

UTILISATION DE L'APPAREILLAGE.

Les courbes donnant la pression partielle d'hydrogène en fonction du temps sont enregistrées et comparées lors de la mise
15 au point aux résultats de 2 tests significatifs :

- 1) Un lingotin de métal est prélevé dans le creuset 3 figure III par une capsule d'acier 26 selon figure III. Il est solidifié sous 2 millibars en branchant l'enceinte 27 où il va
20 se solidifier sur le réservoir 18.

L'enceinte est munie d'un couvercle de verre 28 à travers lequel on peut suivre la solidification.

25 On note :

- le temps d'apparition des premières bulles
- la concavité de la surface
- la densité du lingotin.

30

- 2) UNE PLAQUE A GRADINS de 200 mm par 200 mm par exemple selon figure IV constituée de gradins d'épaisseur variable de 20. 16. 12. 8. 4 mm par exemple est coulée dans un moule en sable de préférence en basse-pression.

35

La plaque est examinée en radiographie. Un métal satisfaisant doit conduire avec un alliage AS7606 par exemple à des

microporosités :

de rang 0 en clichés 2STME155 pour le gradin 4 mm

≤1

8

5

≤2

12.16.20

une dégradation éventuelle de la modification du silicium ne devant apparaître que dans le gradin de 20 mm.

Les caractéristiques mécaniques des différents gradins sont
10 par ailleurs comparées aux profilés des courbes.

Les courbes optimales à mettre en mémoire pour les différents alliages peuvent être déterminées par exemple par ces tests.

15 ALIMENTATION DU FOUR.

Le four peut être alimenté en métal à partir du four de fusion par pompe, électromagnétique par exemple. De même pour l'évacuation du métal après le dégazage sous vide, par exemple vers le creuset d'une machine Basse-Pression.
20

Revendications.

1.- Procédé d'automatisation d'un cycle de dégazage sous vide d'alliages d'aluminium caractérisé par :

5

- la décomposition d'un cycle de dégazage en cycles de base;
- la détermination des paramètres de dégazage attachés à ces différentes phases dans le stade de mise au point par enregistrement des cycles et établissement des corrélations existant entre ces enregistrements et les propriétés d'un lingot
10 tin solidifié sous vide et celles d'une éprouvette présentant des gradins d'épaisseurs différentes;
- la régulation du vide de manière à assurer la concordance entre les paramètres retenus et ceux réellement obtenus lors
15 du déroulement du cycle de dégazage.

2.- Procédé d'automatisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cycle de dégazage comporte 4 phases de base :

20

PHASE I. Le métal passe d'une pression partielle d'hydrogène P_1 origine à une pression inférieure P_2 avec une vitesse de dégazage fixée, lente, V_1 .

25 PHASE II. On passe de la pression partielle P_2 à une pression P_3 à une vitesse V_2 plus rapide que V_1 , et fixée.

PHASE III. On passe de la pression P_3 à P_4 avec une vitesse V_3 fixée, lente.

30

PHASE IV. On maintient le métal avec une vitesse de dégazage nulle, avec une pression partielle d'hydrogène P_4 .

3.- Procédé d'automatisation selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à déclencher la phase par une électrode de dosage (14) immergée dans le métal (4).

35

4.- Procédé d'automatisation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à associer à l'ensemble un four de chauffage à induction (1).

5 5.- Dispositif destiné à réaliser le procédé d'automatisation décrit dans l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par :

10 - un ensemble entrées-sorties qui transforme les indications données sous forme numérique pour les paramètres du cycle de dégazage;

15 - un ensemble calculateur capable de transformer la vitesse de dégazage en variation de pression partielle théorique et de réguler la pression dans l'enceinte du four pour obtenir une variation identique à celle demandée à partir des indications de la courbe type mises dans un ensemble mémoires.

20 6.- Dispositif d'automatisation selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est constitué comme un appareil autonome à partir de composants tels que zones codeuses, microprocesseurs, mémoires pour lui donner les caractéristiques d'un appareil d'atelier.

25 7.- Dispositif d'automatisation selon l'une quelconque des revendications 5-6, caractérisé par le fait qu'il régule plusieurs fours.

30 8.- Dispositif d'automatisation selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé par le fait que les différents fours sont raccordés à un même réservoir (18) sous vide.

35 9.- Dispositif d'automatisation selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé par la régulation de la température du métal à un niveau qui est celui du maintien avant coulée ou transvasement ou celui de l'une de ces deux opérations.

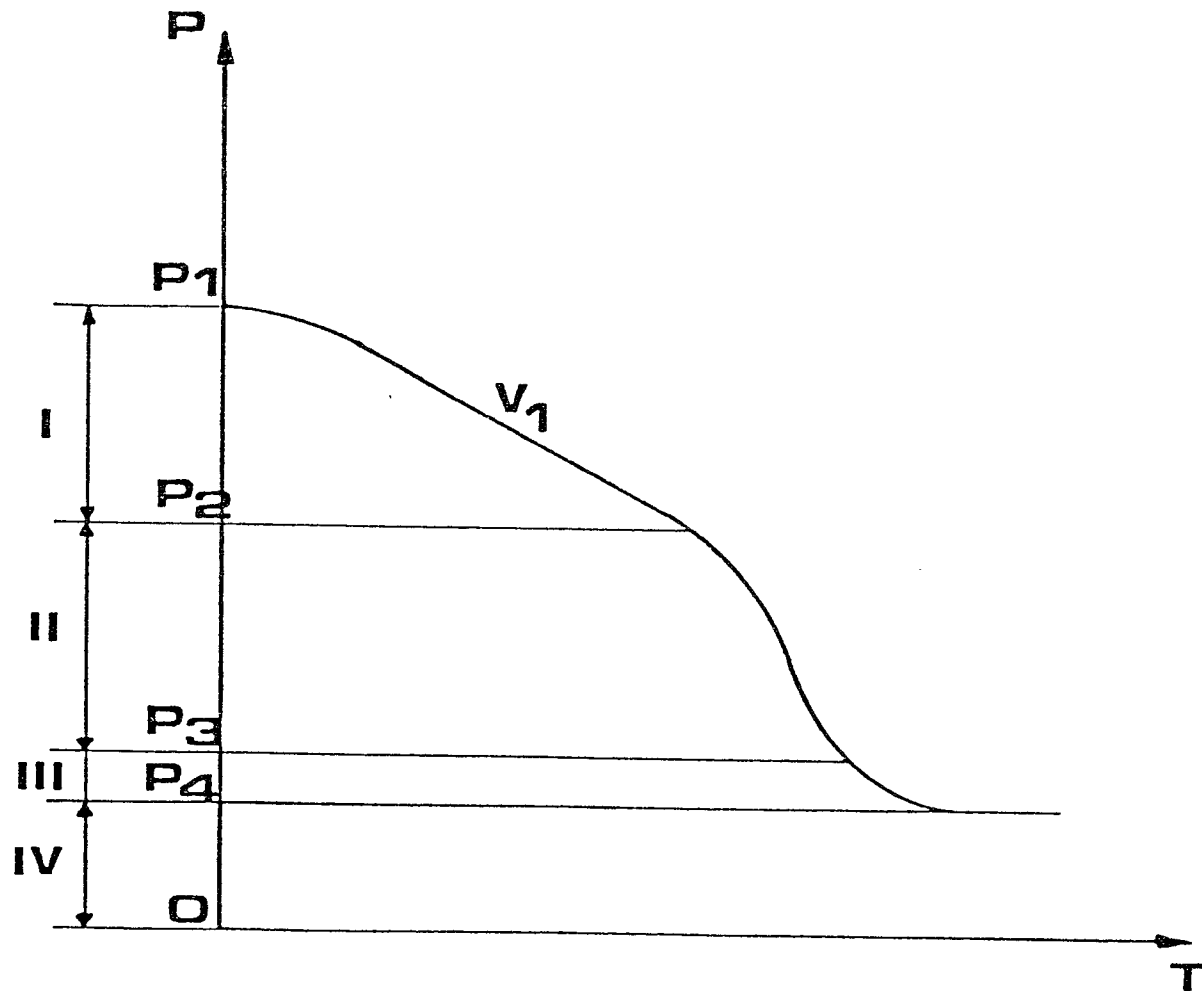
$\frac{1}{3}$ 

FIG.1

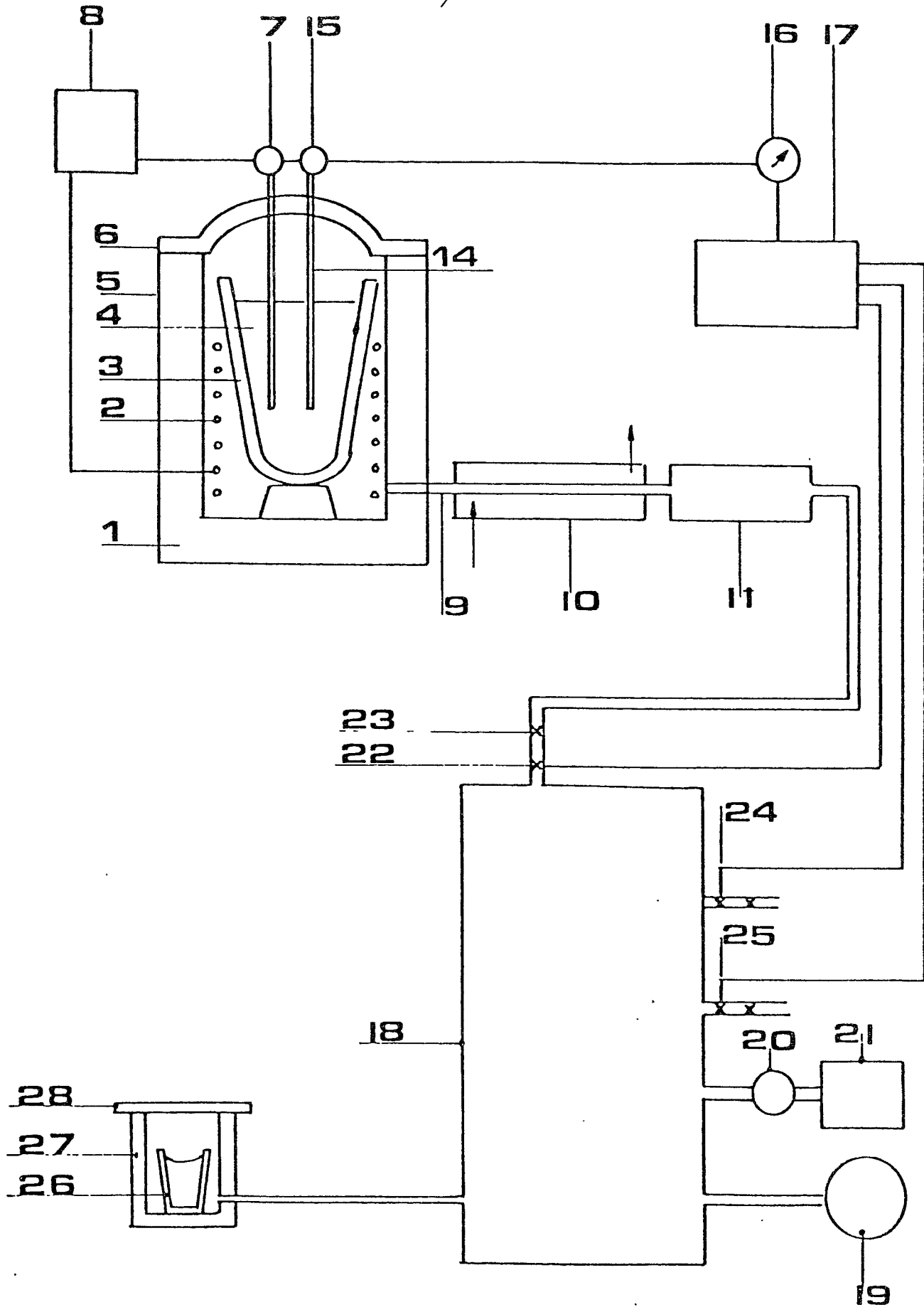
$\frac{2}{3}$ 

FIG. 2

3/3

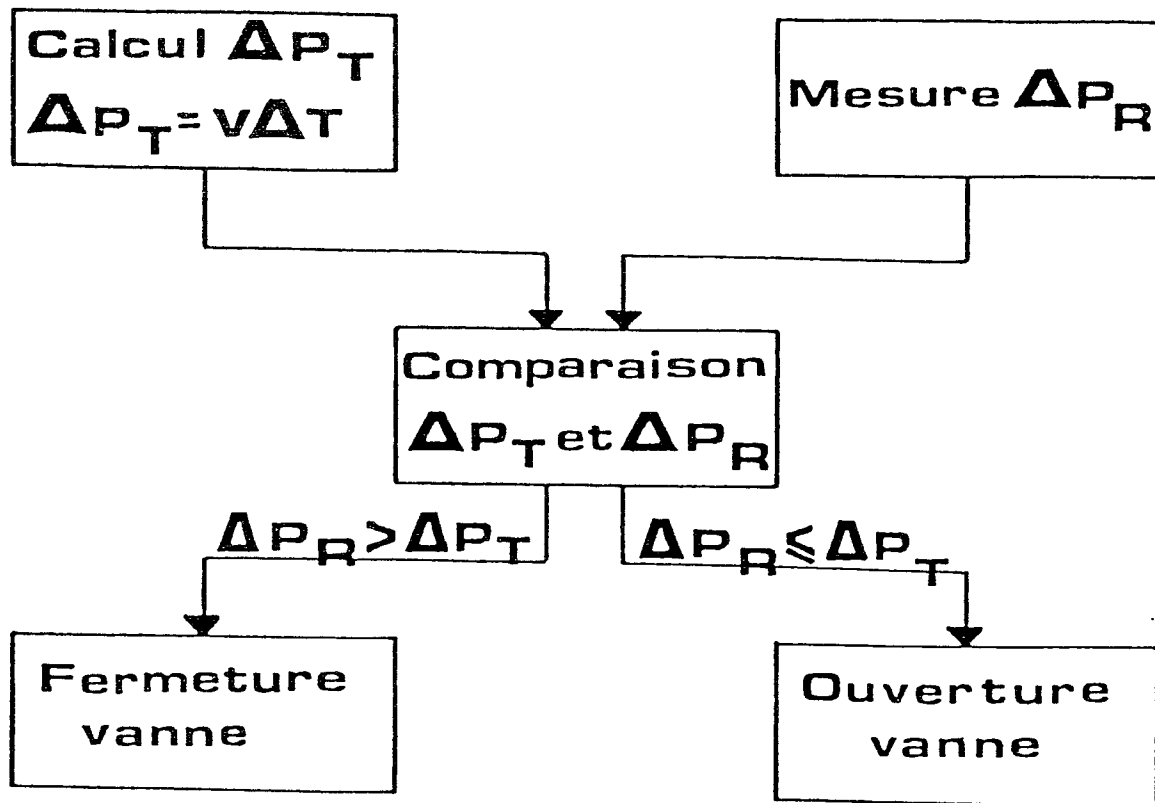


FIG.3

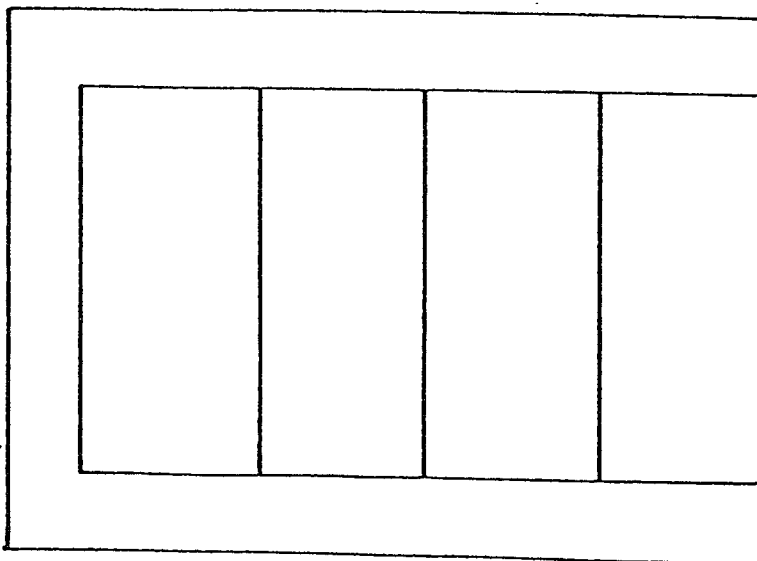


FIG.4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0030060

Numéro de la demande

EP 80 20 1114

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	GIESSEREI, vol. 66, no. 3, 5 février 1979 AKEN (DE) S. KASTNER et al.: "Aluminium-Vakuumentgasung in der Giesserei-Stand der Technik" pages 56 à 62 --		C 22 B 21/06
A	FONDERIE, vol. 30, no. 350, novembre 1975 K. ALKER: "Dégazage par le vide des alliages d'aluminium de fonderie" pages 395 à 399 -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) C 22 B 21/06 C 22 B 9/04
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
<input checked="" type="checkbox"/> Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 02-03-1981	Examineur JACOBS