

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 682 575 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.11.1996 Bulletin 1996/46

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 41/60**, B22D 35/06,
B22D 41/52, H05B 6/02

(21) Numéro de dépôt: **94906249.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR94/00139

(22) Date de dépôt: **07.02.1994**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 94/17938 (18.08.1994 Gazette 1994/19)

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D'UN ORGANE CHAUFFANT DE TRANSFERT DE METAL
LIQUIDE, ORGANE CHAUFFANT, SON APPLICATION ET SON UTILISATION**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HEIZELEMENTES ZUM TRANSPORT FLÜSSIGEN
METALLS, HEIZELEMENT, VERWENDUNG UND ANWENDUNG

METHOD FOR PRODUCING A HEATING ASSEMBLY FOR TRANSFERRING LIQUID METAL,
HEATING ASSEMBLY, APPLICATION AND USE THEREOF

(84) Etats contractants désignés:
BE DE DK ES FR GB IT NL SE

(30) Priorité: **08.02.1993 FR 9301497**

(43) Date de publication de la demande:
22.11.1995 Bulletin 1995/47

(73) Titulaire: **SEVA, société dite,**
F-71100 Chalon-sur-Saône (FR)

(72) Inventeurs:
• **COMARTEAU, Jean-Louis**
F-71880 CHATENOY LE ROYAL (FR)
• **BOUDOT, Daniel**
F-71100 Saint-Rémy (FR)

• **REMY, Alain**
F-71100 Chalon-sur-Saône (FR)
• **NYKIEL, Patrice**
F-71240 Beaumont-sur-Crosne (FR)

(74) Mandataire: **Puit, Thierry et al**
PONT-A-MOUSSON S.A. / DDPP,
Service Propriété Industrielle,
BP 109
54704 Pont-à-Mousson Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 103 220 **EP-A- 0 379 647**
EP-A- 0 407 786 **FR-A- 2 532 866**
FR-A- 2 670 697 **US-A- 3 604 598**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 682 575 B1

Description

La présente invention est relative à un organe chauffant de transfert de métal liquide. Ledit organe est du type à section transversale fermée. L'invention concerne en premier lieu un procédé de fabrication d'un organe du type précité qui débouche à une extrémité par un orifice de coulée pour l'alimentation d'au moins un moule et du type comportant sur toute sa longueur au moins un moyen de chauffage constitué par un inducteur en forme de bobine dont les spires refroidies sont parcourues par un courant électrique alternatif.

Les organes chauffants de transfert de métal (voir le chenal ou goulotte de coulée décrit par le brevet français n° 2 532 866) sont particulièrement avantageux pour la transmission d'un métal à température de coulée élevée. Lesdits organes chauffants éliminent le risque de refroidissement et de solidification d'un alliage métallique à température de coulée au moins égale à 1400°C dans un chenal de coulée entre deux opérations de coulée successives.

Dans la technique classique le chenal de coulée comprend un manchon susceptible en graphite comportant une partie droite et une partie coudée.

Cette configuration est particulièrement intéressante lorsque les opérations de coulée présentent un caractère discontinu. En effet, dans ce cas, le métal liquide peut ne pas être présent pendant une durée plus ou moins longue dans le chenal. Il est alors intéressant de garder celui-ci constamment préchauffé pendant cette durée : c'est le rôle du graphite. Cependant, lorsque l'on travaille de manière continue, ce qui est le cas pour des procédés de production stabilisée de grande ou moyenne série, cet intérêt est moindre. Dans ce cas, la présence continue du métal liquide dans le chenal, associée avec un chauffage par induction, permet de maintenir le système en température. Le graphite n'est donc plus nécessaire, d'autant que le préchauffage initial du chenal, avant son remplissage par du métal liquide, peut être effectué par un moyen de chauffage secondaire plus souple et moins onéreux, comme celui utilisant le gaz par exemple.

D'autre part, la configuration classique présente quelques inconvénients d'exploitation liés à la complexité de la fabrication du chenal : difficultés de façonnage, difficultés de découpe, difficultés de centrage. Ces inconvénients augmentent le coût de fabrication du chenal.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients. A cet effet, le procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes :

- mise en place autour d'un tube de céramique réfractaire d'un ensemble formant un revêtement isolant thermique, l'ensemble formant revêtement isolant étant constitué d'une couche de béton réfractaire isolant et/ou d'au moins une nappe de matériau fibreux,

- mise en forme autour et au contact de l'ensemble, de l'inducteur,
- centrage de l'ensemble entouré de l'inducteur dans une enveloppe métallique,
- remplissage de l'espace situé entre l'inducteur et l'enveloppe métallique par une coulée sous vibrations d'un béton réfractaire,
- étuvage dudit organe chauffant de transfert de métal, après la prise du béton.

Suivant certaines caractéristiques, le procédé comprend une ou des étapes de découpe et/ou d'assemblage du tube réfractaire.

La couche de matière isolante (béton réfractaire et/ou matériau fibreux) présente l'avantage de fournir une bonne isolation thermique du tube et du métal lors de l'utilisation.

Les nappes fibreuses sont plus isolantes que des bétons réfractaires et renforcent l'isolation.

En outre la couche isolante constitue une protection supplémentaire en cas d'usure et/ou de fissuration du tube en céramique au contact du métal liquide, limitant ainsi les risques d'infiltration du métal liquide vers la bobine et renforçant la sécurité.

Le chauffage et le maintien du métal liquide contenu dans le conduit réfractaire est assuré par l'inducteur parcouru par un courant alternatif à moyenne ou haute fréquence. Ce mode de chauffage permet de transférer directement au métal liquide l'énergie électrique sous forme d'énergie thermique. Comme il n'utilise pas d'élément intermédiaire tel que le graphite, le transfert énergétique est direct et le rendement est meilleur. La fréquence parcourant l'inducteur est typiquement dans la gamme 1000-15000 Hertz.

L'invention a également pour objet un organe chauffant de transfert de métal liquide. Cet organe du type à section transversale fermée remonte vers le haut et débouche sur sa face supérieure par un orifice de coulée pour l'alimentation d'au moins un moule et du type comportant sur toute sa longueur au moins un moyen de chauffage constitué par un inducteur en forme de bobine dont les spires refroidies sont parcourues par un courant électrique alternatif. Ledit organe peut être fabriqué par le procédé selon l'invention et il comprend un tube réfractaire entouré d'un ensemble formant un revêtement isolant, lui-même entouré d'un inducteur entouré d'un béton réfractaire contenu dans une enveloppe métallique, l'épaisseur isolante étant constituée d'une couche de béton réfractaire isolant.

Ledit revêtement isolant peut être constitué d'au moins une nappe de matériau fibreux.

Ledit organe est un élément complet, pouvant être interchangeable sur un four de fonderie lorsque l'organe arrive en fin de durée de vie ou, ce qui est moins fréquent mais quand même possible, le four arrive en fin de durée de vie.

Dans le but de nettoyer l'organe et de réduire l'encombrement, il forme un chenal de coulée d'axe de rayon de courbure constant ou d'axe rectiligne.

Pour effectuer une jonction étanche au métal liquide en pouvant effectuer des changements d'organes compatibles avec des exploitations industrielles, le personnel travaillant deux fois huit heures ou trois fois huit heures d'affilée, l'organe comprend au niveau de la jonction avec le four une collerette extérieure percée de trous débouchants sur laquelle s'ajuste une rondelle coopérant avec l'enveloppe métallique, les parties réfractaires dudit organe étant prolongées au niveau et vers le four par un joint, en béton réfractaire à prise chimique de la forme d'une rondelle, lui-même prolongé par un second joint en un matériau fibreux.

La jonction est réalisée par le bridage de l'organe sur la paroi du four ce qui provoque l'écrasement de deux joints en surépaisseur au niveau des zones réfractaires de l'organe et du four. Cette jonction peut être appliquée à des fours relativement chauds, huit heures de refroidissement suffisent.

Seules quelques petites réparations du réfractaire du four sont nécessaires lors du changement d'organe.

En variante l'organe suivant l'invention est prolongé à son extrémité destinée à l'alimentation du moule par un manchon réfractaire de forme cylindrique creuse, la paroi externe du manchon coopérant avec la paroi interne cylindrique creuse d'une bague par l'intermédiaire d'un béton damé.

Des exemples de mises en oeuvre, d'applications et d'utilisations de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Fig. 1 représente en coupe verticale, un organe chauffant selon l'invention ;
- la Fig. 2 représente en coupe verticale une installation de coulée utilisant un organe chauffant selon l'invention ;
- la Fig. 3 est un diagramme d'équilibre d'un alliage nickel cuivre pouvant être utilisé dans un organe selon l'invention ;
- la Fig. 4 représente la température de coulée en fonction de la tension en utilisant un organe chauffant selon l'invention.

Le dispositif présenté à la Fig. 1 est un organe chauffant 1 de transfert de métal liquide. Cet organe 1 du type à section transversale fermée est d'axe 8 rectiligne.

L'organe chauffant 1 est constitué de l'axe 8 vers sa surface externe d'un tube réfractaire 4, d'un ensemble 5 formant un revêtement isolant thermiquement constitué d'une couche de béton réfractaire isolant 5a entouré d'une nappe de matériau fibreux 5b, d'un inducteur 3, d'un béton réfractaire 7 et d'une enveloppe métallique externe 6. Tous ces éléments 3, 4, 5, 5a, 5b, 6 et 7 sont de forme sensiblement cylindrique creuse. L'extrémité de l'organe 1 est horizontale et présente un orifice 2. L'enveloppe métallique 6 présente une excroissance annulaire, horizontale 24 à sa partie supérieure de manière à recouvrir en partie le béton réfractaire 7. L'enveloppe 6 présente radialement au niveau de sa

partie inférieure et débouchant vers le bas un perçage 26. La partie inférieure de l'enveloppe 6 se termine par une excroissance radiale externe formant une collerette annulaire verticale 11 présentant des perçages 12 dans lesquels passent des vis de fixation 18.

L'inducteur 3 est constitué de spires hélicoïdales d'un tube métallique en cuivre entourant le revêtement isolant 5 et noyé dans le béton réfractaire 7. Chaque extrémité du tube métallique constituant la bobine est ramenée au niveau du perçage 26 et sort de l'organe chauffant 1, de façon à effectuer les connexions électriques avec le générateur de courant à moyenne ou haute fréquence. La surface horizontale extrême de l'organe 1 est prolongée par une pièce intermédiaire d'usure 23 d'une forme cylindrique creuse, la paroi interne du cylindre étant d'un diamètre constant sur la hauteur. La paroi externe d'un manchon 21 coopère avec la paroi interne cylindrique creuse d'une bague 20 par l'intermédiaire d'un béton damé 22.

La hauteur du manchon 21 est identique à la hauteur de la bague 20. Des encoches d'axe vertical 25 sont prévues dans l'embase de la bague 20 pour permettre le passage de vis de fixation sur l'extrémité horizontale de l'enveloppe 6, comme connu par la demande de brevet 90 10 798.

Sur la collerette extérieure 11 s'ajuste une rondelle 13 coopérant avec l'enveloppe métallique 6, les parties réfractaires 4, 5, 7 dudit organe 1 étant prolongées au niveau et vers le four 9 par un joint 14, en béton réfractaire à prise chimique de la forme d'une rondelle, lui-même prolongé par un second joint 15 en un matériau fibreux.

L'organe 1 est destiné à être fixé sur la carcasse 17 du four 9 qui présente des trous borgnes taraudés 19 permettant la fixation et le serrage de l'organe 1 au moyen de vis 12 ce qui permet la compression des joints 14, 15 et de la rondelle 13, ce qui assure l'étanchéité de l'ensemble.

La carcasse 17 est tapissée vers l'intérieur du four 9 d'un revêtement réfractaire 16. Le four 9 présente un canal débouchant vers l'extérieur et entouré du revêtement réfractaire.

L'organe 1 vient se fixer dans le prolongement dudit canal pour former le dispositif représenté à la Fig. 2 qui représente une installation de coulée. L'organe chauffant 1 diffère de celui représenté à la Fig. 1 en ce qu'il forme un chenal de coulée d'axe 8 de rayon de courbure R constant. Sur la Fig. 2 les références numériques correspondent aux éléments référencés à la Fig. 1. Dans cet exemple le four 9 est étanche et fermé pour former un ensemble de coulée en vase clos lorsque le moule 27 est en position de travail à l'extrémité supérieure de l'organe 1. Le four 9 contient du métal liquide 28 qui sous l'effet d'une pression Pr dans la partie supérieure du four 9 remonte à un niveau 29 vers l'extrémité supérieure de l'organe 1 en direction du moule 27.

Le niveau 29 est supérieur à la surface du métal liquide 28 dans le moule 9. Cette pression Pr de gaz s'exerçant sur le métal 28 est obtenue par une conduite

30 débouchant à l'intérieur du four 9 dans sa partie supérieure.

La conduite 30 amène de l'air ou un gaz au-dessus du niveau du bain de métal 28 contenu dans le four 9. La conduite 30 est raccordée à une source de gaz sous pression 32. Sur la conduite sont montés un manomètre 31 et un robinet 33 de manière à admettre, interdire et réguler l'entrée de gaz dans le four, ce qui permet de régler la hauteur du niveau 29 du métal dans l'organe 1. Ainsi l'installation de coulée permet de piloter le remplissage du moule 27 grâce à la pression Pr, ce qui permet d'obtenir des pièces minces ou de forme complexe par l'alimentation sous pression Pr du métal liquide 28 dans le moule 27.

L'arrondi du chenal de coulée suivant l'axe 8 diminue l'encombrement par rapport à un chenal rectiligne en rapprochant le moule 27 du four 9. La constance du rayon R permet d'éviter l'utilisation d'un coude très prononcé tel que dans la configuration classique. En effet, dans ce cas, on constate des hétérogénéités de température importantes dans le coude. Ces hétérogénéités sont liées à une surconcentration de puissance dans la partie intérieure du coude du fait du rapprochement des spires à cet endroit. L'hétérogénéité de température entraîne des hétérogénéités de santé des pièces dans le moule. L'utilisation d'un organe à rayon de courbure constant permet d'éliminer cet effet.

En outre, la régularité de l'axe 8 rectiligne ou de rayon R constant permet de dégrasser le chenal avec des outils tels que des grattoirs qui seraient bloqués par un coude. En effet, les alliages métalliques fortement oxydables génèrent des encrassements dans l'organe 1 qui nécessitent un nettoyage, de préférence à chaud, pour éviter une obstruction de l'organe 1.

D'autre part, l'inducteur 3 permet de générer des courants induits au sein du métal liquide 28 ce qui entraîne un brassage facilitant l'homogénéisation thermique du métal.

L'importance du brassage est contrôlée par le choix de la fréquence. Le brassage est d'autant plus élevé que cette fréquence est basse. Des fréquences basses sont également préférables dans le cas d'un diamètre de tube réfractaire 4 important ou lorsqu'on veut limiter les problèmes d'infiltrations vers la bobine de l'inducteur 3. Cependant une fréquence élevée s'avère être plus favorable pour limiter les mouvements de turbulence à l'intérieur du chenal, pouvant être à l'origine de variations dans la santé des pièces (soufflures, inclusions...). Le choix de la fréquence dans l'inducteur 3 est donc un compromis entre ces différents paramètres.

Ainsi le type de chauffage selon l'invention permet d'obtenir une excellente précision de température dans l'organe de chauffage en fixant les paramètres électriques ; ce qui permet par utilisation de l'organe chauffant 1 de couler le métal 28 à haut point de fusion, au-dessus de 1400°C et/ou fortement oxydable, à une température pouvant être régulée précisément. Cette faculté de pouvoir réguler la température avec précision permet d'ajuster celle-ci, dans des domaines très précis. Ainsi

la température Tc de coulée dans le chenal peut être très proche du liquidus, sans risque de solidification du métal.

Le diagramme de la Fig. 3 représente un diagramme d'équilibre d'un alliage cuivre-nickel. La courbe supérieure L est appelée liquidus, la courbe inférieure S solidus.

L'ordonnée indique la température en degrés Celsius, l'abscisse le pourcentage de cuivre et de nickel en partant d'un métal à 100 % de cuivre à l'origine, le diagramme se termine par un métal constitué de 100 % de nickel. L'alliage métallique à une température supérieure au liquidus L est liquide. S'il est à une température inférieure au solidus S, il s'agit d'une solution solide.

Le chauffage par induction permet d'avoir une bonne précision de la température par les paramètres électriques. La régulation précise permet de travailler à des températures relativement basses (par exemple à 50°C au-dessus du liquidus).

L'exemple représenté à la Fig. 3 montre que l'on peut couler un alliage de 80 % de nickel et 20 % de cuivre à 1450°C à la température TC située à 50°C au-dessus de la température TL du liquidus L. Une telle température TC relativement basse est intéressante pour obtenir un meilleur état de surface des pièces, une limitation des réactions entre le moule et le métal et une taille de grain affinée par une vitesse de refroidissement plus élevée. Pour les métaux à haut point de fusion, le risque de solidification est très grand, le chauffage par induction de l'organe 1 permet d'empêcher toute solidification dans l'organe 1. Le chauffage est particulièrement intéressant lorsque le métal 28 séjourne constamment à l'intérieur de l'organe 1.

L'invention peut être utilisée pour des superalliages à base de nickel qui sont caractérisés par des températures TL de liquidus L relativement élevées, typiquement supérieures à 1400 °C. L'invention peut également être utilisée pour des alliages oxydables ou en variante pour des aciers qui présentent eux aussi des températures de liquidus supérieures à 1400°C, même dans le cas d'aciers fortement alliés de type inoxydable.

Il est intéressant d'utiliser l'invention pour le remplissage répétitif de moules de fonderie 27 avec l'un quelconque des métaux 28 tels que définis ci-dessus, le niveau supérieur 29 de liquide restant toujours dans la zone supérieure de l'organe de chauffage 1.

Cette utilisation permet d'éviter une obturation progressive de l'organe 1 qui risque de se produire avec des coulées d'alliages oxydables si l'on relâche la pression P entre deux cycles.

Le fait de maintenir le métal 28 à un niveau 29 proche de la partie supérieure de l'organe 1 permet de dégrasser le bain entre deux coulées successives. De plus le métal liquide restant près du moule 27, les temps de coulée sont plus brefs et les turbulences générées par le déplacement du métal liquide 28 atténuées. En outre, la régulation thermique de l'organe 1 est

meilleure, ce qui limite les régimes thermiques transitoires pouvant être cause de variations de la santé des pièces.

L'induction permet de réchauffer du métal retenu dans le moule 27. Elle évite la solidification du métal dans le puits de coulée du moule 27 et évite que le métal 28 fige à la partie supérieure de l'organe 1 lors de la coulée, ceci est particulièrement accentué lorsque les cycles de coulée sont longs.

La Fig. 4 illustre sur un schéma le réglage de la température par des variations de tension aux bornes de l'inducteur 3.

L'abscisse indique la tension en kilo-Volt. L'ordonnée, la température du métal.

La ligne horizontale pointillée représente la température de liquidus mesurée au refroidissement de l'alliage utilisé lors de l'expérience. Les essais ont montré que la température T_c du métal dans l'organe était linéaire et proportionnelle à la tension appliquée aux bornes de l'inducteur.

Le tableau ci-dessous correspondant à la courbe de la Fig. 4 montre les données relevées. Les abréviations suivantes sont utilisées :

U : tension
F : fréquence
TC : température
P(KVA) : puissance

U	F	TC	P(KVA)
7,7 KV	11 KHz	1460°C	26,95
6,5 KV	11 KHz	1430°C	18,2
6 KV	11,1 KHz	1415°C	15,9
5,5 KV	11 KHz	1405°C	13,2

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un organe chauffant (1) de transfert de métal liquide (28), cet organe (1) du type à section transversale fermée débouchant à une extrémité par un orifice (2) de coulée pour l'alimentation d'au moins un moule (27) et du type comportant sur toute sa longueur au moins un moyen de chauffage constitué par un inducteur (3) en forme de bobine dont les spires refroidies sont parcourues par un courant électrique alternatif (~, U, F), caractérisé en ce que ledit procédé comporte au moins les étapes suivantes :

- mise en place autour d'un tube réfractaire (4) d'un ensemble formant un revêtement isolant thermique (5),
- mise en forme autour et au contact de l'ensemble (5) de l'inducteur (3),
- centrage de l'ensemble (5) entouré de l'inducteur (3) dans une enveloppe métallique (6),
- remplissage de l'espace situé entre l'inducteur (3) et l'enveloppe métallique (6) par une coulée sous vibrations d'un béton réfractaire (7),
- étuvage dudit organe chauffant (1) de transmission de métal (28), après la prise du béton (7).

2. Procédé suivant la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend une ou des étapes(s) de découpe et/ou d'assemblage du tube réfractaire (4).

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble formant revêtement isolant (5) est constitué d'une couche de béton réfractaire isolant (5a) et/ou d'au moins une nappe de matériau fibreux (5b).

4. Organe chauffant (1) de transfert de métal liquide (28), cet organe (1) du type à section transversale fermée remontant vers le haut et débouchant sur sa face supérieure par un orifice (2) de coulée pour l'alimentation d'au moins un moule (27) et du type comportant sur toute sa longueur au moins un moyen de chauffage constitué par un inducteur (3) en forme de bobine dont les spires refroidies sont parcourues par un courant électrique alternatif (~, U, F), pouvant être fabriqué par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un tube réfractaire (4) entouré d'un ensemble allongé formant un revêtement isolant (5), lui-même entouré d'un inducteur (3) entouré d'un béton réfractaire contenu dans une enveloppe métallique, l'épaisseur isolante (5) étant constituée d'une couche de béton réfractaire isolant (5a) et/ou d'au moins une nappe de matériau fibreux (5b).

5. Organe chauffant (1) suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il forme un chenal de coulée d'axe (8) de rayon de courbure (R) constant.

6. Organe chauffant (1) suivant l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il forme un chenal de coulée dont l'axe (8) est rectiligne.

7. Organe chauffant (1) suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6 pour l'alimentation du moule (27) depuis un four (9) contenant du métal liquide (28), caractérisé en ce qu'il comprend au niveau de la jonction (10) avec le four (9) une collerette extérieure (11) percée de trous débouchants (12) sur laquelle s'ajuste une rondelle (13) coopérant avec

l'enveloppe métallique (6), les parties réfractaires (4, 5, 7) dudit organe (1) étant prolongées au niveau et vers le four (9) par un joint (14), en béton réfractaire à prise chimique de la forme d'une rondelle, lui-même prolongé par un second joint (15) en un matériau fibreux.

8. Organe suivant l'une quelconque des revendications 4 à 7 prolongé à son extrémité destinée à l'alimentation du moule (27) par un manchon réfractaire (23) de forme cylindrique creuse, la paroi externe du manchon (23) coopérant avec la paroi interne cylindrique creuse d'une bague (20) par l'intermédiaire d'un béton damé (22). 10
9. Organe suivant l'une quelconque des revendications 4 à 8, relié à un générateur électrique délivrant un courant électrique alternatif d'alimentation de l'inducteur (3) de moyenne ou haute fréquence (F), en particulier du type de 1000 à 15000 hertz. 15
10. Application de l'organe chauffant suivant l'une des revendications 5 à 8 à un four (9) étanche de maintien liquide ou de fusion de métal (28), ledit four (9) étant alimenté en gaz sous pression (Pr) en vue de pousser le métal liquide (28) dans le moule (27) par l'intermédiaire de l'organe chauffant (1). 20
11. Application de l'organe chauffant suivant l'une des revendications 5 à 8 à la coulée contregravitaire de métal sous basse pression (Pr). 25
12. Utilisation de l'organe chauffant suivant l'une des revendications 5 à 8 pour l'obtention de pièces minces ou de forme complexe par l'alimentation sous pression (P) du métal liquide (28) dans le moule (27). 30
13. Utilisation de l'organe chauffant suivant l'une des revendications 5 à 8 pour une coulée de métal (28) à température régulée, éventuellement proche du liquidus. 35
14. Utilisation de l'organe chauffant suivant l'une des revendications 5 à 8 pour une coulée de métal (28) à haut point de fusion et/ou fortement oxydable, en particulier pour des superalliages à base de nickel. 40
15. Utilisation de l'organe chauffant pour une coulée de métal conforme à la revendication 13 ou 14, ledit métal étant un acier. 45
16. Utilisation de l'organe chauffant pour le remplissage répétitif de moules de fonderie (27) avec l'un quelconque des métaux (28) selon l'une des revendications 13, 14, ou 15, le niveau supérieur (29) de liquide restant toujours dans la zone supérieure de l'organe de chauffage (1). 50

Claims

1. Method of manufacturing a heating member (1) for transfer of liquid metal (28), this member (1), of the type having a closed cross-section emerging at one end via a pouring hole (2) for feeding at least one mould (27) and of the type including, over its entire length, at least one heating means constituted by an inductor (3) in the form of a coil, through the cooled turns of which passes an alternating electrical current (~, U, F), characterized in that the said method includes at least the following steps:
 - installing around a refractory tube (4) an assembly forming a thermally insulating jacket (5),
 - forming the inductor (3) around and in contact with the assembly (5),
 - centring the assembly (5), surrounded by the inductor (3), in a metal casing (6),
 - filling the space located between the inductor (3) and the metal casing (6) by pouring in, under vibration, a refractory concrete (7),
 - oven drying the said heating member (1) for transfer of metal (28), after the concrete (7) has set.
2. Method according to Claim 1, characterized in that it comprises one or more steps of cutting and/or assembling the refractory tube (4).
3. Method according to Claim 1 or 2, characterized in that the insulating-jacket-forming assembly (5) is formed by a layer of insulating refractory concrete (5a) and/or at least one ply of fibrous material (5b).
4. Heating member (1) for transfer of liquid metal (28), this member (1) being of the type having a closed cross-section rising upwards and emerging on its upper face via a pouring hole (2) for feeding at least one mould (27) and of the type including, over its entire length, at least one heating means constituted by an inductor (3) in the form of a coil, through the cooled turns of which passes an alternating electrical current (~, U, F), which can be manufactured by the method according to one of Claims 1 to 4 [sic], characterized in that it comprises a refractory tube (4) surrounded by an elongate assembly forming an insulating jacket (5), which is itself surrounded by an inductor (3) surrounded by a refractory concrete contained in a metal casing, the insulating thickness (5) being formed by a layer of insulating refractory concrete (5a) and/or at least one ply of fibrous material (5b).
5. Heating member (1) according to Claim 4, characterized in that it forms a pouring spout having an axis (8) of constant radius (R) of curvature.

6. Heating member (1) according to one of Claims 4 or 5, characterized in that it forms a pouring spout having a straight axis (8).
7. Heating member (1) according to any one of Claims 4 to 6 for the feeding of the mould (27) from a furnace (9) containing liquid metal (28), characterized in that it comprises, in the region of the joint (10) with the furnace (9), an external flange (11) pierced with emerging holes (12), onto which flange is fitted a washer (13) interacting with the metal casing (6), the refractory portions (4, 5, 7) of the said member (1) being extended in the region of and towards the furnace (9) by a seal (14), made of chemically setting refractory concrete in the form of a washer, which seal itself is extended by a second seal (15) made of a fibrous material.
8. Member according to any one of Claims 4 to 7, extended at its end intended for the feeding of the mould (27) by a refractory sleeve (23) of hollow cylindrical shape, the outer wall of the sleeve (23) interacting with the hollow cylindrical inner wall of a ring (20) via compressed concrete (22).
9. Member according to any one of Claims 4 to 8, connected to an electrical generator providing a medium- or high-frequency (F) alternating electrical current supplying the inductor (3), in particular of the type at 1,000 to 15,000 Hertz.
10. Application of the heating member according to one of Claims 5 to 8 to a sealed furnace (9) for keeping metal (28) liquid or for melting it, the said furnace (9) being fed with gas under a pressure (Pr) with the purpose of pushing the liquid metal (28) into the mould (27) via the heating member (1).
11. Application of the heating member according to one of Claims 5 to 8 to the counter-gravitational casting of metal under low pressure (Pr).
12. Use of the heating member according to one of Claims 5 to 8 for obtaining components which are thin or have a complex shape by the feeding under a pressure (P) the liquid metal (28) into the mould (27).
13. Use of the heating member according to one of Claims 5 to 8 for casting a metal (28) at a regulated temperature which is possibly close to the liquidus.
14. Use of the heating member according to one of Claims 5 to 8 for casting a metal (28) which has a high melting point and/or which is highly oxidizable, in particular for nickel-based superalloys.

15. Use of the heating member for casting a metal in accordance with Claim 13 or 14, the said metal being a steel.

16. Use of the heating member for the repetitive filling of foundry moulds (27) with any one of the metals (28) according to one of Claims 13, 14 or 15, the upper liquid level (29) always remaining in the upper zone of the heating member (1).

Patentansprüche

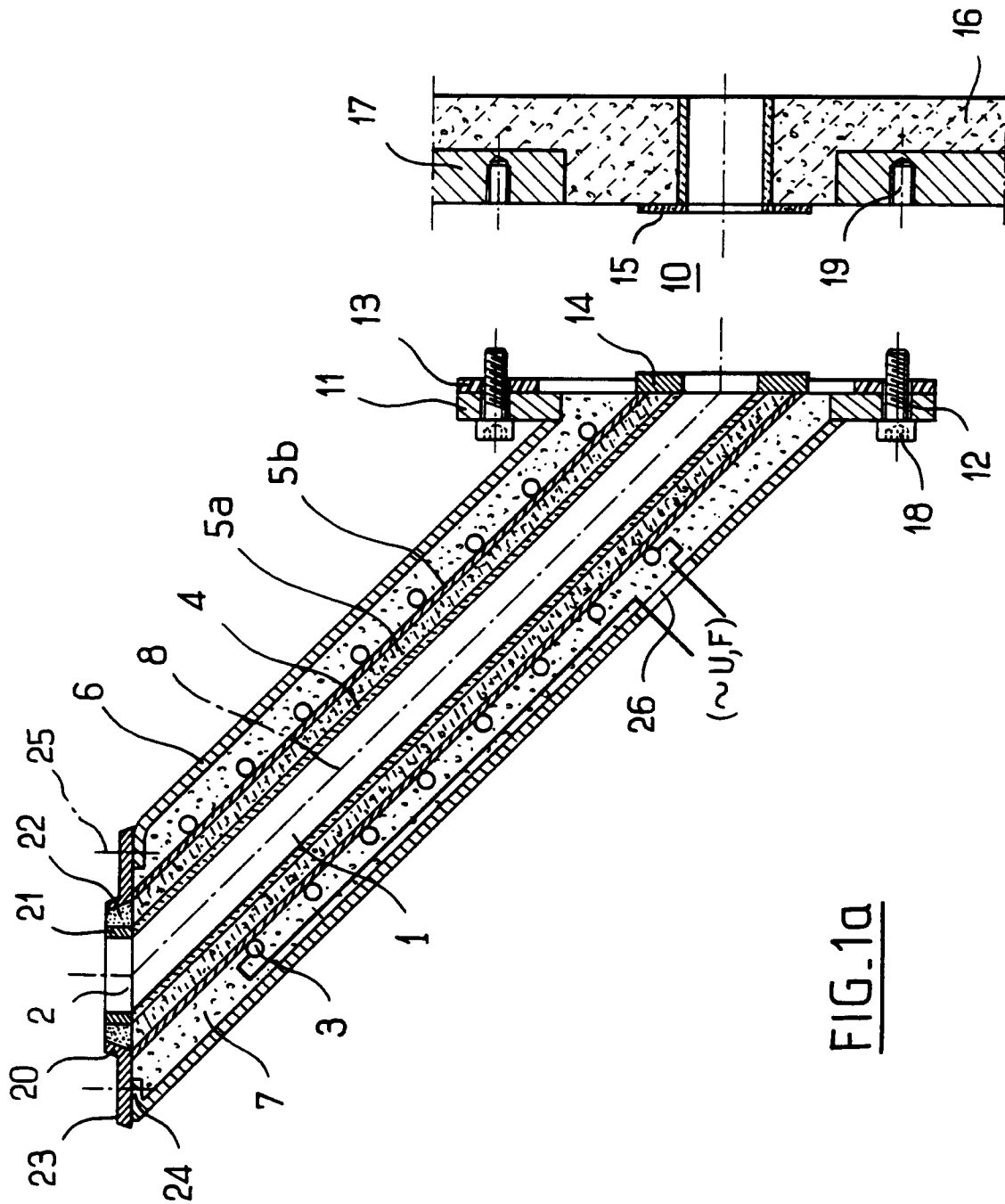
1. Verfahren zur Herstellung eines beheizbaren Organs (1) für die Weiterleitung flüssigen Metalls (28), das einen geschlossenen Querschnitt besitzt, mit einem Ende in einer Gießöffnung (2) für die Versorgung mindestens einer Form (27) ausläuft und über seine gesamte Länge mindestens ein Beheizungsmittel umfaßt, das aus einem Induktor (3) in Form einer Spule besteht, deren gekühlte Wicklungen von einem elektrischen Wechselstrom (~, U, F) durchflossen werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verfahren mindestens folgende Stufen umfaßt:
 - Anbringen eines eine Wärmeisolationsbeschichtung bildenden Aufbaus (5) um ein feuerfestes Rohr (4),
 - Aufformen des Induktors (3) um den Aufbau (5) und in Berührung mit diesem,
 - Zentrieren des vom Induktor (3) umgebenen Aufbaus (5) in einer Metallhülle (6),
 - Füllen des Zwischenraumes, der sich zwischen Induktor (3) und Metallhülle (6) befindet, mit einem feuerfesten Beton (7) durch Gießen mit Schwingungsverdichtung und
 - Trocknen durch Erwärmen des beheizbaren Organs (1) für die Weiterleitung von Metall (28) nach dem Abbinden des Betons (7).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** es eine oder mehrere Stufen zum Zuschneiden und/oder Verbinden des feuerfesten Rohrs (4) umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der eine Isolationsbeschichtung bildende Aufbau (5) aus einer Schicht (5a) aus feuerfestem Isolierbeton und/oder mindestens einer Fasermateriallage (5b) besteht.
4. Beheizbares Organ (1) für die Weiterleitung flüssigen Metalls (28), das einen geschlossenen Querschnitt besitzt, nach oben ansteigt, auf seiner Oberseite in einer Gießöffnung (2) zur Versorgung

mindestens einer Form (27) ausläuft und auf seiner gesamten Länge mindestens ein Beheizungsmedium umfaßt, das aus einem Induktor (3) in Form einer Spule besteht, deren gekühlte Wicklungen von einem elektrischen Wechselstrom ($\sim$, U, F) durchflossen werden, und durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 hergestellt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ein feuerfestes Rohr (4) umfaßt, das von einem eine Isolationsbeschichtung bildenden langen Aufbau (5) umgeben ist, der seinerseits von einem Induktor (3) umgeben ist, der von einem in einer Metallhülle enthaltenen feuerfesten Beton eingeschlossen wird, wobei die isolierende Dicke (5) aus einer Schicht (5a) aus feuerfestem Isolierbeton und/oder mindestens einer Fasermateriallage (5b) besteht.

5. Beheizbares Organ (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** es einen Gießkanal bildet, dessen Achse (8) einen konstanten Biegeradius (R) besitzt. 5
6. Beheizbares Organ (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** es einen Gießkanal bildet, dessen Achse (8) gerade ist. 10
7. Beheizbares Organ (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6 zur Versorgung der Form (27) nach einem Ofen (9), der flüssiges Metall (28) enthält, **dadurch gekennzeichnet, daß** es in Höhe der Verbindung (10) mit dem Ofen (9) einen Außenflansch (11) umfaßt, der mit durchgehenden Löchern (12) durchbohrt ist und auf welchen eine Unterlegscheibe (13) paßt, die mit der Metallhülle (6) zusammenwirkt, wobei die feuerfesten Teile (4, 5, 7) des Organs (1) in Höhe des Ofens (9) und auf ihm von einer Dichtung (14) aus chemisch abbindendem feuerfestem Beton in Form einer Unterlegscheibe verlängert werden, die ihrerseits von einer zweiten Dichtung (15) aus einem Fasermaterial verlängert wird. 15
8. Organ nach einem der Ansprüche 4 bis 7, das an seinem Ende, das zur Versorgung der Form (27) vorgesehen ist, von einem hohlzylindrischen feuerfesten Mantel (23) verlängert wird, wobei die Außenwand des Mantels (23) über Stampfbeton (22) mit der hohlzylindrischen Innenwand eines Rings (20) zusammenwirkt. 20
9. Organ nach einem der Ansprüche 4 bis 8, das an einen elektrischen Stromerzeuger angeschlossen ist, der für die Versorgung des Induktors (3) einen mittel- oder hochfrequenten (F) elektrischen Wechselstrom mit insbesondere 1000 bis 15000 Hertz liefert. 25
10. Anwendung des beheizbaren Organs nach einem der Ansprüche 5 bis 8 auf einen dichten Ofen (9), 30

der Metall (28) flüssig hält oder schmilzt und mit Gas versorgt wird, das unter einem Druck (Pr) steht, um das flüssige Metall (28) über das beheizbare Organ (1) in die Form (27) zu pressen.

11. Anwendung des beheizbaren Organs nach einem der Ansprüche 5 bis 8 auf das aufsteigende Gießen von Metall unter niedrigem Druck (Pr). 35
12. Verwendung des beheizbaren Organs nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zur Herstellung dünner oder komplex geformter Teile, indem die Form (27) mit flüssigem Metall (28) versorgt wird, das unter dem Druck (Pr) steht. 40
13. Verwendung des beheizbaren Organs nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zum Gießen von Metall (28) bei geregelter Temperatur, die gegebenenfalls nahe der Liquidustemperatur liegt. 45
14. Verwendung des beheizbaren Organs nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zum Gießen von Metall (28), das einen hohen Schmelzpunkt besitzt und/oder stark oxidierbar ist, insbesondere von Superlegierungen auf Nickelbasis. 50
15. Verwendung des beheizbaren Organs zum Gießen von Metall nach Anspruch 13 oder 14, wobei das Metall Stahl ist. 55
16. Verwendung des beheizbaren Organs zum mehrmaligen Füllen von Gießformen (27) mit einem der Metalle (28) nach einem der Ansprüche 13, 14 oder 15, wobei das obere Niveau (29) der Flüssigkeit stets in der oberen Zone des beheizbaren Organs (1) bleibt. 60



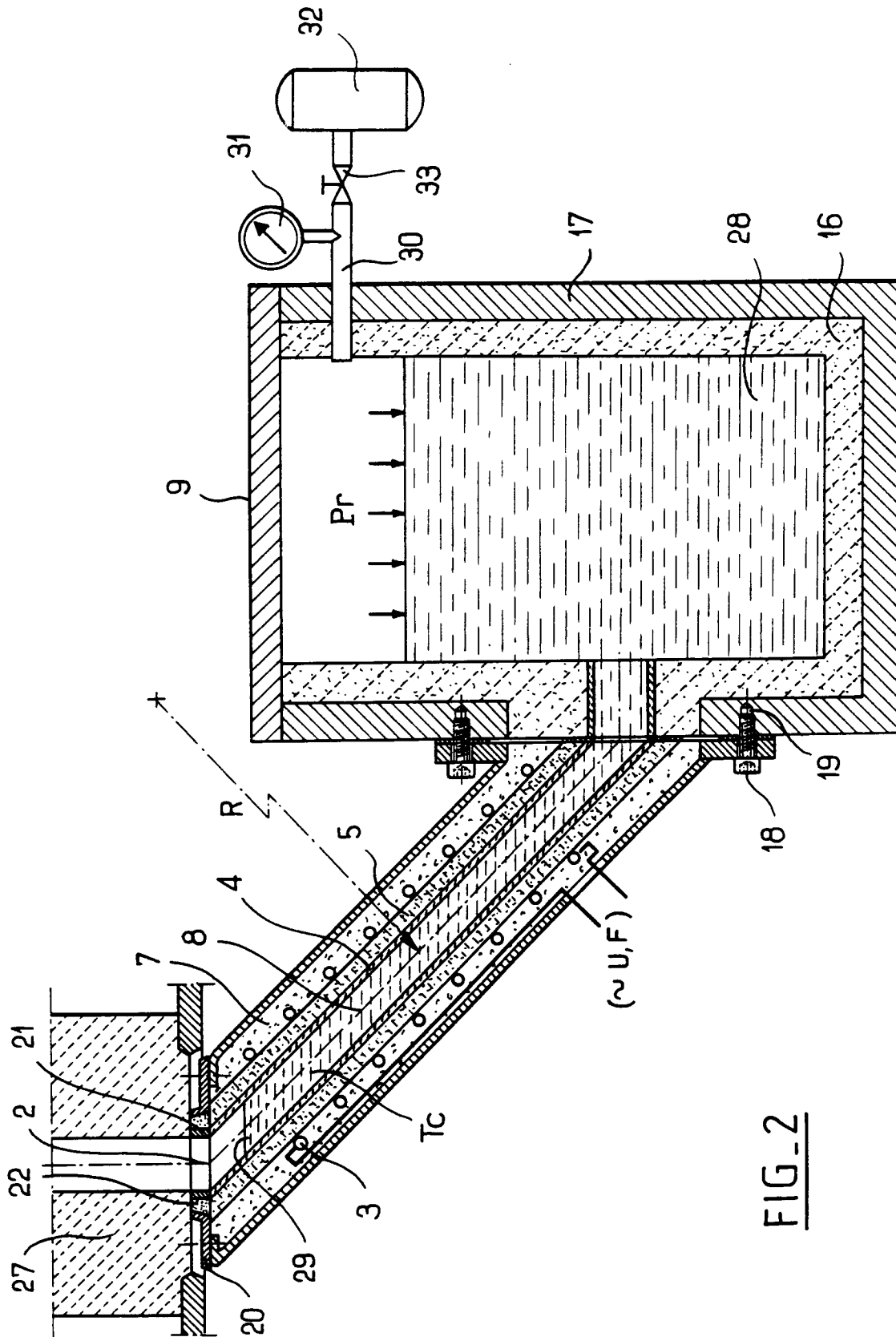
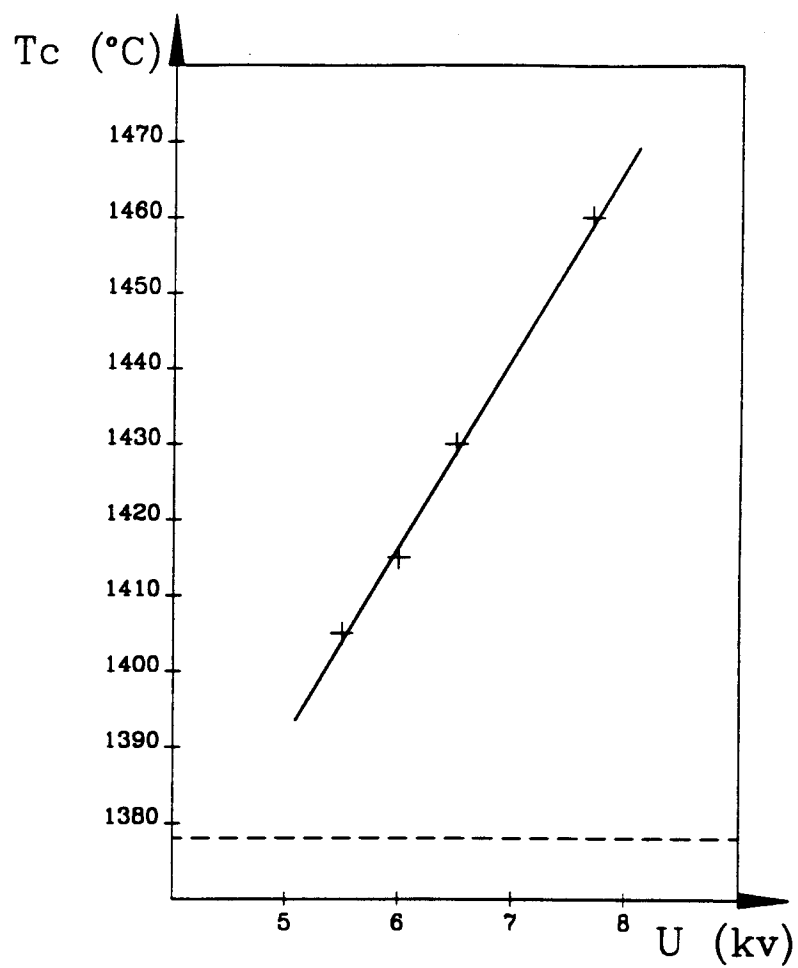
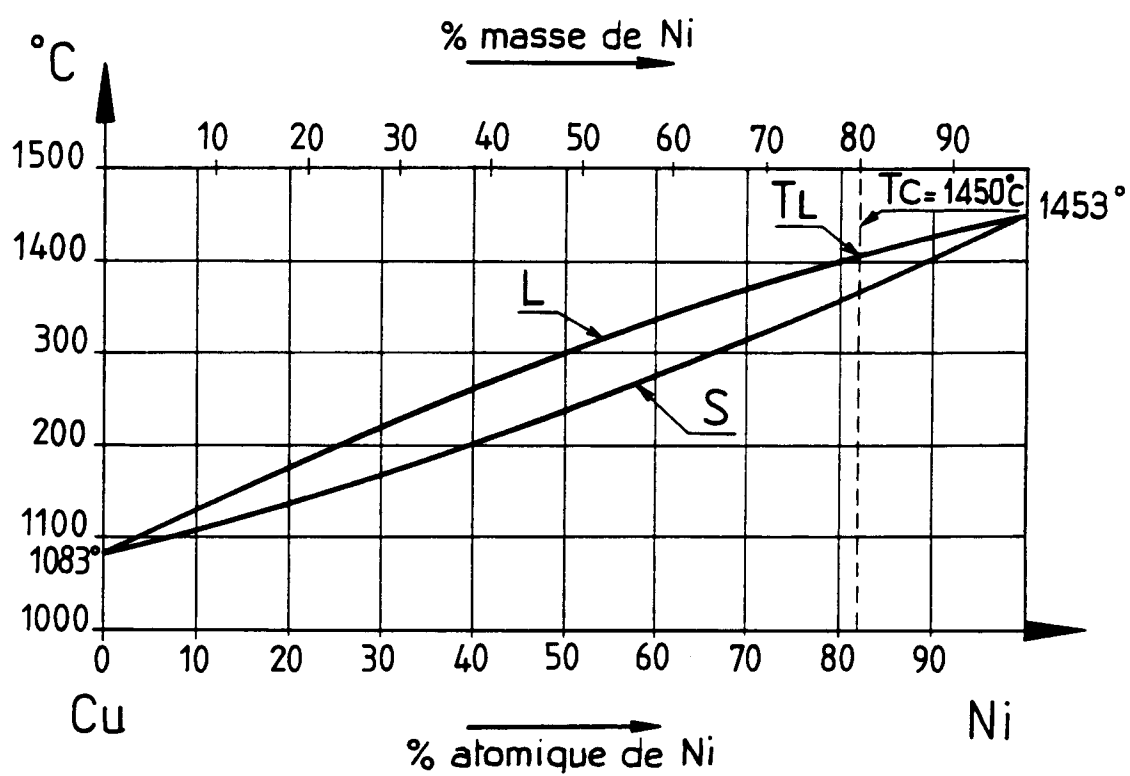


FIG-2

**Fig. 3**

FIG. 4