

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 503 598

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 06367

(54) Appareil et procédé pour fondre et traiter des résidus métalliques.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 22 D 23/06, 9/00; F 27 D 11/04;
G 21 F 9/32.

(22) Date de dépôt 13 avril 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 14 avril 1981, n° SHO-56-56 548 et 15 octobre 1981, n° SHO-
56-165.050.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 41 du 15-10-1982.

(71) Déposant : KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO et DORYOKURO KAKUNENRYO HAI-
HATSU JIGYODAN, résidant au Japon.

(72) Invention de : Katsuyuki Ohtsuka, Ryukichi Mizuno, Koji Yanagida, Kazuo Kitagawa, Atsuhiko
Ochiai, Minoru Harada, Hiroshi Matsumoto et Shigeomi Izuvara.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Harlé et Phélip,
21, rue de La Rochefoucaud, 75009 Paris.

La présente invention concerne un appareil pour fondre et traiter des résidus métalliques tels que des résidus métalliques radioactifs de centrales nucléaires et des déchets métalliques d'installations polluées ainsi qu'un procédé de fusion et de traitement utilisant un tel appareil. Elle se rapporte plus particulièrement à un appareil et à un procédé pour fondre et traiter des résidus métalliques, capables de réduire de façon sûre et efficace le volume des résidus métalliques pollués dans un système fermé.

Avec les développements de la technologie concernant les applications de l'énergie atomique, la quantité de déchets métalliques radioactifs est en augmentation et il en est de même pour les déchets métalliques d'installations polluées. A l'heure actuelle ces déchets sont scellés dans des boîtes métalliques, des conteneurs et analogues et sont emmagasinés dans le lieu même, mais la capacité de stockage limitée nécessite une réduction de volume.

Pour les résidus radioactifs combustibles, on a mis en oeuvre une technique de traitement avec réduction du volume par incinération auquel cas des incinérateurs pour les résidus combustibles radioactifs sont installés ou programmés dans des centrales nucléaires et des établissements de recherche sur l'énergie atomique. De la même façon que pour les matières incombustibles, on utilise pour les résidus métalliques radioactifs un procédé de réduction de volume comprenant une fragmentation et une compression, mais on ne peut pas dire que l'on obtient une réduction de volume suffisante.

En ce qui concerne les procédés de traitement pour la réduction de volume de divers résidus métalliques, on connaît des procédés de fusion et de traitement. Avec ces procédés, il est possible d'obtenir une forte densité de réduction de volume des résidus métalliques et la très grande résistance mécanique de la masse solidifiée refroidie procure des avantages comme une manipulation aisée et rarement l'apparition de phénomènes de nouvelle diffusion (effluent, désintégration

et dispersion etc... des métaux nuisibles). De tels procédés de fusion et de traitement comprennent le procédé de fusion électrique sous laitier, le procédé de fusion haute fréquence, le procédé de fusion à arc et plasma, le procédé de fusion à l'arc avec électrodes non consommables, le procédé de fusion par induction sous laitier etc....

On peut donc envisager l'application de ces procédés de fusion et de traitement à des résidus métalliques radioactifs, mais pour la mise en oeuvre pratique de tels procédés, il est nécessaire d'empêcher une pollution radioactive pendant l'opération de fusion et de traitement.

La présente invention a pour objet :

- un appareil pour fondre et traiter des résidus métalliques nuisibles comme des résidus contenant des éléments radioactifs, d'une manière sûre sans pollution radioactive;
- un appareil capable de fondre et de traiter, de façon efficace, des résidus métalliques dans un système fermé en utilisant le procédé de fusion électrique sous laitier;
- un appareil agencé pour faciliter l'assemblage d'un moule qui constitue un four de fusion, le chargement des résidus métalliques et du laitier dans ledit moule et l'insertion d'une électrode non consommable pour le chauffage;
- un procédé qui assure un démarrage uniforme et rapide de la fusion du laitier lorsque les résidus métalliques doivent être fondus et traités en utilisant cet appareil.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description détaillée ci-après.

Les points les plus importants de l'appareil selon la présente invention résident en ce qu'il s'agit d'un appareil de fusion électrique sous laitier et de traitement des résidus métalliques comprenant :

- (a) un moule cylindrique refroidi à l'eau, à fond ouvert, divisé selon deux parties sensiblement en son milieu, lesdites parties étant agencées pour être déplacées lors de l'assemblage dans les directions d'ouverture rela-

tives du moule;

(b) un chariot disposé en dessous du moule et mobile dans une direction croisant le sens de déplacement dudit moule divisé;

5 (c) un godet élévateur disposé au dessus du moule pour charger une matière à traiter dans le moule;

10 (d) des obturateurs pour fermer ou ouvrir le passage entre le moule et la position d'attente d'élévation du godet élévateur;

(e) une électrode non consommable susceptible d'être levée et destinée à être insérée dans le moule et

(f) un conduit d'alimentation de gaz protecteur pour alimenter un gaz protecteur dans le moule.

15 Le procédé de fusion et de traitement selon la présente invention comprend essentiellement les caractéristiques ci-après:

20 (a) l'étape d'assemblage sur la surface supérieure d'un chariot d'un moule cylindrique refroidi à l'eau et à fond ouvert, divisé en deux parties sensiblement en son milieu, lesdites parties étant mobiles lors de l'assemblage et dans les directions relatives d'ouverture du moule;

25 (b) l'étape de chargement d'un initiateur de fusion de laitier (appelé ci-après agent d'amorçage de fusion du laitier) et de laitier dans le moule selon des couches en utilisant un godet élévateur pour charger une matière à traiter disposée au-dessus dudit moule;

(c) l'étape d'élévation du godet élévateur vers sa position isolée et l'isolement du godet et du moule l'un par rapport à l'autre par des obturateurs;

30 (d) l'étape d'abaissement de l'électrode non consommable susceptible d'être levée, disposée au-dessus du moule à travers une ouverture dans l'obturateur jusqu'à ce que son extrémité antérieure atteigne la couche d'agent d'amorçage de fusion, de passage de l'électricité à travers celle-ci pour enflammer l'agent d'amorçage de fusion de laitier, afin de démarrer la fusion du laitier et de continuation de passage de l'électricité pour fondre le laitier;

(e) l'étape d'élévation de l'électrode non consommable vers sa position isolée d'ouverture des obturateurs et de chargement des résidus métalliques dans le moule en utilisant ledit godet élévateur et

5 (f) l'étape de fermeture des obturateurs, d'insufflation de gaz inerte dans le moule, d'abaissement de l'électrode non consommable jusqu'à son extrémité antérieure soit immergée dans la couche de laitier en fusion et de passage de l'électricité pour fondre les résidus métalliques par effet Joule.

Grâce à la présente invention, les métaux encore radioactifs et les résidus métalliques pollués par radioactivité sont fondus et traités dans un état entièrement scellé. De plus, étant donné que les polluants se déplacent dans le laitier lors de l'opération de fusion électrique sous laitier, le taux de radioactivité des métaux eux-mêmes peut être considérablement abaissé tandis que le traitement et l'enmagasinage sont fortement facilités par la réduction de volume. La masse compactée de métal dont le taux de radioactivité a été abaissé par élimination des polluants par le laitier peut être déversée sans nécessiter de scellement ou dans certains cas elle peut être réutilisée. La présente invention est donc très efficace pour être utilisée en tant qu'un appareil pour fondre et traiter des résidus métalliques radioactifs mais il va sans dire qu'elle est applicable à un traitement de réduction de volume d'autres résidus métalliques nuisibles.

L'invention sera illustrée en se reportant aux dessins annexés sur lesquels :

30 Fig. 1 est un croquis, en partie arrachée, illustrant, à titre d'exemple un appareil de fusion et de traitement selon la présente invention.

Fig. 2 est une coupe prise suivant la ligne II-II de la figure 1.

35 Fig. 3 est une coupe prise suivant la ligne III-III de la figure 1.

Fig. 4 est une vue illustrant comment une masse solifiée est prélevée après achèvement de l'opération de fusion et de traitement.

5 Fig. 5 est une coupe schématique illustrant un procédé d'amorçage de fusion dulaitier.

Fig. 6 est un diagramme de phase du système d'alliage Ca-Al.

10 Fig. 7 est une coupe schématique d'un autre procédé d'amorçage de fusion dulaitier et

Fig. 8 est une coupe schématique illustrant un autre procédé d'amorçage de fusion dulaitier.

15 Les figures 1 à 3 illustrent un mode de réalisation de la présente invention. La figure 1 est un croquis en partie arrachée, la figure 2 est une coupe prise suivant la ligne II-II de la figure 1 et la figure 3 est une coupe prise suivant la ligne III-III de la figure 1. Un moule 1 est divisé dans le sens longitudinal selon deux parties 20 la, lb sensiblement en son milieu, lesdites parties ayant des surfaces coniques internes la', lb' dont la distance s'agrandit vers le plan de division comme illustré sur la figure 1. Les parties de moule sont refroidies à l'eau comme illustré sur la figure 2 et sont agencées pour être déplacées de manière alternative l'une par rapport à l'autre dans le sens des flèches a, b au moyen d'une source de commande appropriée. Une plaque de surface 2 ou d'ex-25 trémité refroidie par de l'eau est disposée sur le côté ouvert inférieur du moule 1 et supportée sur un chariot 3. Le moule 1 et la plaque 2 sont, de préférence, réalisées en cuivre du fait de ses très hautes conductibilités thermique et électrique ainsi que de sa 30 grande durabilité. Le chariot 3 peut quelquefois ne pas recevoir la plaque de surface, auquel cas un agent d'amorçage de l'arc est utilisé pour démarrer la fusion électrique sous laitier. Si le chariot reçoit la plaque 35 de surface, la démarrage de l'arc peut être effectué directement par le procédé à l'arc avec la plaque de surface

sans utiliser un quelconque agent d'amorçage de l'arc. Pour cette raison, il est souhaitable que la plaque de surface soit réalisée en une matière conductrice de l'électricité. Un godet 4 pour charger la matière à traiter est disposé 5 au-dessus du moule et est agencé pour être abaissé vers le moule au moyen d'un cylindre 5. La matière à traiter est chargée dans le godet à partir d'une trémie oscillante 6 par l'intermédiaire d'une goulotte 7. Le symbole de référence 7' désigne un obturateur. Des électrodes non consomma- 10 bles 8a et 8b pour la fusion électrique sous laitier sont disposées sur les côtés opposés du godet 4 et maintenues par des cylindres 9a et 9b par l'intermédiaire d'isolateurs, lesdites électrodes étant susceptibles d'être élevées. Il est prévu de disposer entre le moule 1 et le godet 4 des obturateurs 10a et 10b sous la forme de plaques 15 pour les isoler l'un de l'autre, lesdits obturateurs étant agencés pour être ouverts ou fermés par des cylindres 11a et 11b ainsi qu'un conduit/d'alimentation de gaz pro- 20 tecteur ¹² dirigé vers le moule et disposé en dessous des dits obturateurs. Le godet 4 et les électrodes non consom- mables 8a et 8b sont logés dans un couvercle 13 disposé 25 au-dessus du moule pour isoler l'atmosphère de traitement de l'air extérieur, les poussières et les gaz de décharge de l'opération de fusion étant déchargés vers l'extérieur du système au moyen d'un conduit 14.

La fusion et le traitement des résidus métalliques (matières à traiter) utilisant l'appareil selon la présente invention sont réalisés de la façon indiquée ci-après.

Tout d'abord, le chariot 3 avec la plaque de surface 20 2 qui est montée sur celui-ci est placé immédiatement en dessous de l'appareil de traitement et les moitiés de moule la et lb sont assemblées pour constituer le moule. 30

Ainsi, une fuite du métal en fusion dans l'opéra- 35 tion de fusion et de traitement est empêchée grâce à la prévision d'un élément de serrage selon une position coïncidant avec le plan de division du moule 1 ou en bloquant

les moitiés de moule la et lb ensemble.

Dans cette étape d'assemblage du moule, la quantité nécessaire de flux formateur de laitier ou la poudre de laitier restante utilisée lors du processus précédent est chargée dans le moule. Ensuite, les électrodes non consommables 8a' et 8b' sont abaissées par l'intermédiaire des ouvertures 8a et 8b formées dans le plan de butée des obturateurs 10a et 10b jusqu'à ce que leurs extrémités antérieures plongent dans le laitier et la fusion électrique sous laitier est réalisée pour former une quantité pré-déterminée de laitier tout en alimentant un gaz protecteur tel que de l'azote par l'intermédiaire du conduit ¹²/d'alimentation de gaz protecteur. Pendant cette opération, les poussières et les gaz d'échappement produits dans le système de traitement sont évacués par l'intermédiaire du conduit 14 en vue d'être déchargés.

Pendant la formation du laitier fondu et tandis que la trémie oscillante 6 est en fonctionnement, l'obturateur 7' de la goulotte est ouvert pour charger les résidus métalliques dans le godet 4 et lors de la formation d'une quantité pré-déterminée de laitier fondu, les obturateurs 10a et 10b sont ouverts et le godet 4 est abaissé jusqu'à ce qu'il atteigne la région inférieure dans le moule, comme représenté en traits interrompus, où le godet 4 est ouvert pour décharger les résidus métalliques entre les électrodes 8a et 8b et sur le laitier fondu de sorte que les résidus sont fondus par la chaleur sensible du laitier en fusion. Le métal fondu s'enfonce dans le laitier pour s'accumuler dans le fond de manière à former une accumulation de métal fondu. Comme dans le cas de la fusion électrique sous laitier usuelle, les parties du produit fondu proches du fond et des côtés du moule refroidi par de l'eau ^{ayant} sont refroidies afin d'être solidifiées. En outre, le godet 4/terminé la décharge des résidus est élevé vers sa position isolée, par le cylindre 5, et cette opération est suivie par la fermeture des obturateurs 10a et 10b pour empêcher ledit godet et cette super-structure d'être dété-

riorés par la chaleur radiante de la fusion tandis que la matière à traiter est amenée dans le godet 4 à partir de la goulotte. Lors de la collecte d'une quantité préterminée de ladite matière dans le godet 4, l'obturateur 5 7' de la goulotte 7 est fermé et les obturateurs 10_a et 10_b sont ouverts pour permettre l'abaissement du godet 4 afin de charger encore de la matière sur le laitier en fusion.

Cette opération est répétée par la suite si bien que la quantité de matière à traiter augmente graduellement et en même temps le taux ce laitier fondu augmente. 10 Ainsi, les électrodes 8_a et 8_b sont déplacées vers le haut vers leurs positions optimales par les cylindres 9_a et 9_b tout en détectant le taux de laitier fondu par n'importe quel moyen approprié.

15 A la fin de la fusion et du traitement de la matière, les électrodes non consommables 8_a et 8_b sont élevées vers leur position isolée et le produit fondu est refroidi pour sa solidifier. La masse solidifiée telle que représentée sur le croquis de la figure 4 comprend le métal M et 20 le laitier S qui ont été solidifiés en couches. Quand les moitiés de moule 1_a et 1_b sont écartées l'une de l'autre, la masse peut être transportée à l'extérieur étant portée par la plaque de surface 2. Dans ce cas, étant donné que les moitiés de moule 1_a et 1_b comportent des surfaces coniques internes 1_a' et 1_b' leur distance augmente en direction du 25 plan de division et la masse solidifiée peut être retirée du moule en déplaçant simplement les moitiés de moule 1_a et 1_b à distance l'une de l'autre.

30 L'appareil selon la présente invention fonctionne selon le procédé décrit plus haut et à tous débits, toutes les étapes de chargement de la matière à traiter jusqu'à la fusion et le traitement de celle-ci étant réalisées en système fermé, tandis que les gaz d'échappement sont constamment évacués par l'intermédiaire du conduit 14 jusqu'à un dispositif de traitement de gaz où lesdits gaz sont 35 traités et de cette manière il n'y a aucun danger que des matières nuisibles s'échappent de l'extérieur du système.

En outre, pendant l'opération de fusion et de traitement étant donné que le godet 4 etc... est isolé du moule par les obturateurs 10a et 10b il n'existe pas de danger que ces éléments soient dégradés par la chaleur engendrée pendant la fusion. Dans le cas de traitement de résidus métalliques radioactifs, étant donné que les matières radioactives adhérant au métal sont absorbées par le laitier pendant l'opération de fusion et de traitement, le taux de radioactivité du métal solidifié M peut être fortement réduit et lorsque le degré d'élimination de substances polluantes est élevé, la masse solidifiée peut être déchargée n'importe où et dans certains cas elle peut être réutilisée comme matière pour la construction.

Dans la réalisation de l'appareil décrit ci-dessus, diverses modifications et variantes peuvent être apportées de même qu'il est possible de prévoir des dispositifs ou composants auxiliaires. Ainsi, à titre d'exemple, la forme des obturateurs 7', 10a, 10b et leur mécanisme d'ouverture et de fermeture, la forme du godet 4 et son mécanisme d'ouverture et de fermeture ainsi que son mécanisme d'élévation, le dispositif pour charger la matière à traiter dans le godet 4 et le nombre des électrodes non consommables ainsi que le mécanisme pour éléver et abaisser lesdites électrodes ne sont pas limités à ce qui a été illustré sur les dessins car ce nombre peut varier à volonté. Dans le cas de l'application de l'appareil et du procédé de la présente invention pour fondre et traiter des résidus métalliques radioactifs, comme décrit ci-dessus, la mise en oeuvre de l'appareil et du procédé peut être réalisée sans opérateur, c'est-à-dire que l'on peut prévoir une commande à distance. A cet effet, il convient de prévoir une séquence qui rend possible d'exécuter de manière synchrone l'ouverture et la fermeture des obturateurs 7', 10a, 10b, l'élévation et l'abaissement ainsi que l'ouverture et la fermeture du godet 4, l'élévation et l'abaissement des électrodes non consommables 8a, 8b et le passage de l'électricité ainsi que le mouvement alternatif.

tif des moitiés de moule la, lb.

Dans le procédé de fusion électrique sous laitier décrit ci-dessus, on utilise du laitier qui produit un effet Joule lors du passage du courant électrique mais étant donné que le laitier solide a une résistance électrique élevée, empêchant le passage du courant, dans la mise en oeuvre du présent procédé selon la présente invention, il est nécessaire de fondre le laitier afin de le rendre conducteur de l'électricité pour permettre le passage d'une quantité suffisante de courant, ladite opération étant habituellement appelée "procédé d'amorçage de fusion du laitier". Le procédé d'amorçage de fusion peut être un procédé d'amorçage à chaud ou un procédé d'amorçage à froid, ce dernier étant subdivisé suivant le procédé d'amorçage à l'arc et le procédé d'amorçage à l'arc immergé. Ces procédés ont leur propres avantages et leurs propres inconvénients.

Plus particulièrement, étant donné que le procédé d'amorçage à chaud nécessite un équipement de fusion séparé, le procédé ESR lui-même peut démarrer doucement et, en conséquence, la qualité du fond du lingot est bonne mais les coûts et l'entretien de l'installation posent des problèmes et il faut réaliser l'amorçage de la fusion du laitier dans l'installation de fusion du laitier.

Le procédé d'amorçage à l'arc comprend l'insertion d'électrodes dans les rebuts et la production d'arcs. la chaleur de l'arc résultant étant utilisée pour provoquer la fusion du laitier à traiter. Cependant, en fonction du type de laitier, la chaleur de l'arc est insuffisante pour provoquer la fusion du laitier en vue d'un traitement uniforme en raison de son point de fusion élevé. Finalement, le procédé d'amorçage à arc immergé utilise un flux de fusion particulier ayant l'inconvénient de rendre complexe le système des composants du laitier pour le procédé ESR. Il existe donc un besoin pour mettre en oeuvre un procédé d'amorçage de fusion de laitier exempt de ces inconvénients. Etant donné que l'appareil de fusion et de traitement selon

la présente invention notamment pour des résidus radio-actifs est utilisé sous des conditions sévères, il convient que l'opération d'amorçage de fusion comprenant toutes les opérations préparatoires soit simple et que 5 l'amorçage de la fusion se produise positivement. De plus, dans le cas de l'utilisation répétée de laitier en fusion, il est nécessaire que le système des composants du laitier ne varie pas à chaque amorçage.

La forme la plus courante d'un tel procédé d'amorçage de fusion du laitier satisfaisant auxdites exigences 10 est le procédé dit à arc et plaque de surface qui est illustré sur la figure 5. Dans ce procédé, une plaque de surface 2 conductrice de l'électricité est placée sur le fond du moule 1 (par exemple sur la surface supérieure du chariot 3) et le laitier 5 est introduit sur elle. 15 Les électrodes 8 sont alors insérées dans ladite couche de laitier et reliées à la plaque de surface 2 par l'intermédiaire d'une source d'énergie 15. Les électrodes 8 sont amenées en contact avec la plaque de surface 2 pendant un certain moment pour produire des arcs afin de fondre le 20 laitier par la chaleur engendrée par les arcs. Ensuite, la chaleur provenant du laitier en fusion permet une progression uniforme de la fusion du laitier.

La fusion du laitier peut également être amorcée 25 de façon uniforme et rapide en chargeant le laitier et un agent d'amorçage de fusion du laitier dans le moule selon des couches et en faisant en sorte que l'agent de fusion dégage de la chaleur. Dans ce cas, l'agent d'amorçage de fusion 30 du laitier que l'on préfère est un alliage Ca-Al. La figure 6 illustre le diagramme de phase classique. Quand les métaux Ca-Al sont fondus sous vide, on obtient des alliages tels que Al_2Ca et Al_3Ca et des phases renfermant Ca ou analogues ajoutés auxdits alliages, tous ces produits étant 35 utiles en tant qu'agents d'amorçage de fusion du laitier.

De tels agents d'amorçage de fusion du laitier sont parfois utilisés sous forme d'une masse mais il est

recommandé de les employer sous une forme pulvérisée car il est souhaitable qu'ils présentent une grande surface spécifique.

Plus particulièrement étant donné que les alliages Ca-Al sont enflammés par la chaleur de l'arc ou une autre chaleur et brûlés pour devenir des oxydes (CaO et Al₂O₃) plus la surface spécifique est grande plus ils brûlent facilement et moindre est le danger que les métaux Ca-Al restent après la fusion du laitier.

De la même façon pour le moyen provoquant un dégagement de chaleur des agents d'amorçage de fusion du laitier, on peut utiliser l'inflammabilité de Ca et Al pour les enflammer directement par une source d'allumage appropriée et pour les faire brûler. Un moyen simple consiste à utiliser leur conductibilité électrique pour produire la chaleur de l'arc. Des exemples concrets de ce moyen sont (1) un procédé comprenant les étapes d'insertion de deux électrodes dans la couche d'agent d'amorçage de fusion du laitier, la mise en court-circuit des extrémités antérieures desdites électrodes par l'agent d'amorçage, le passage de courant électrique à travers celles-ci pour produire la chaleur de l'arc afin d'enflammer l'agent d'amorçage (dans ce procédé, il n'est pas nécessaire d'installer une plaque de surface), et (2) un procédé comprenant les étapes d'installation d'une plaque de surface conductrice d'électricité sur le côté inférieur du moule (c'est-à-dire sur la surface supérieure du chariot), d'insertion d'une ou de plusieurs électrodes jusqu'à ce que leurs extrémités antérieures pénètrent dans la couche d'agent d'amorçage de fusion du laitier, de mise en court-circuit des électrodes et de la plaque de surface par l'agent d'amorçage de fusion du laitier et le passage de courant électrique à travers elles pour produire la chaleur de l'arc afin d'enflammer ainsi ledit agent d'amorçage. Les figures 7 et 8 sont des représentations schématiques illustrant lesdits procédés (1) et (2) montrant un type à électrode double et respectivement un type à électrode simple. Sur ces figures, l'agen-

cement et le fonctionnement du moule 1, de la plaque de surface 2, du chariot 3 et des électrodes 8 ainsi que le mode de chargement du laitier et de l'agent d'amorçage de fusion du laitier selon les figures 1 à 4 peuvent être 5 facilement compris mais le procédé d'amorçage de fusion du laitier/ ^{ci-} décrit après peut également être appliqué dans le cas où la fusion électrique sous laitier est réalisée en utilisant un moule et un four de fusion ordinaires en dehors du moule et des éléments analogues représentés sur les 10 figures 1 à 4.

Dans la présente invention, le laitier S et un agent d'amorçage de fusion du laitier SS sont chargés dans le moule 1 selon des couches. Les figures 7 et 8 illustrent respectivement trois couches et deux couches mais bien entendu il n'existe pas de limitation en ce qui concerne 15 tant l'épaisseur que le nombre des couches. A titre d'exemple, dans le système à deux électrodes illustré sur la figure 6, on peut prévoir quatre couches ou plus.

Pour utiliser totalement la chaleur de combustion de l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS, il est toutefois recommandé de couvrir la couche de la surface supérieure avec du laitier S à tout moment afin de réduire les pertes de chaleur. Si la couche de surface supérieure est formée de l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS 25 (par exemple à la figure 8, une couche d'agent d'amorçage de fusion du laitier est formée sur le laitier supérieur S) contrairement à ce concept, la réalisation stratifiée résultante avec le laitier S interposé entre les couches d'agent d'amorçage de fusion du laitier augmente le taux 30 de fusion du laitier S bien qu'une telle réalisation soit quelque peu désavantageuse en ce qui concerne la matière et la chaleur.

Dans tous les cas, le laitier S et l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS sont déposés alternativement l'un sur l'autre, les électrodes étant immergées 35 dans l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS. Entre

l'électrode 8 et la plaque de surface 2 (cf. figure 5) ou entre les électrodes 8 (sur la figure 7) est appliquée une source de courant alternatif ou de courant continu 15 (sur les figures il s'agit de courant alternatif). Ainsi, étant donné que l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS est un alliage Ca-Al de conductibilité électrique satisfaisante, le passage de l'électricité a lieu entre l'électrode 8 et la plaque de surface 2 ou entre les électrodes 8 où des arcs sont produits. Sur la figure 8 on peut appliquer un potentiel électrique entre l'électrode 8 et le moule 1 auquel cas l'ordre de stratification du laitier S et de l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS peuvent être comme illustrés sur la figure 7. Bien que le laitier S et l'agent d'amorçage de fusion du laitier SS aient été décrits comme étant formés selon des couches séparées, ils peuvent être mélangés ensemble et être formés selon une seule couche lorsque la distance entre les électrodes est suffisamment faible ou lorsque la quantité relative de l'agent d'amorçage de fusion du laitier est importante.

Lors de la production des arcs de la façon décrite ci-dessus, le laitier commence à fondre par la chaleur engendrée par les arcs mais dans ce cas si l'atmosphère autour de l'alliage Ca-Al est une atmosphère oxydante, il se produit une combustion de l'alliage Ca-Al avec son inflammation et la chaleur de combustion provoque la progression de la fusion du laitier. En outre, l'écoulement de courant électrique au moment du démarrage de l'arc est quelque peu instable mais lorsqu'une accumulation de laitier est formée près de l'extrémité antérieure de l'électrode, le courant est stabilisé et la fusion du laitier par effet Joule se développe si bien que le résultat visé est obtenu. Dans cette opération étant donné que l'alliage Ca-Al une fois enflammé brûle rapidement même dans une atmosphère oxydante qui est pratiquement la même que l'air, il n'existe aucune possibilité pour que le Ca ou Al reste sous la forme d'un métal après la fusion du laitier de même qu'il n'est pas possible que le laitier

fondu soit instable. Lorsqu'ils sont brûlés, Ca et Al forment respectivement CaO et Al_2O_3 . Si le laitier pour le procédé ESR est un système contenant de tels oxydes, on obtient l'avantage qu'il ne se produit pas de perturbations dans le système de composants du laitier. En outre, étant donné que l'agent d'amorçage de fusion du laitier ne contient pas de Si, il n'y a pas de problème de formation de SiO_2 qui abaisserait la basicité du laitier. Par conséquent, une utilisation continue du laitier est possible. A titre d'exemple, lorsque des résidus métalliques radioactifs sont traités, la formation de résidus secondaires est supprimée dans une grande mesure. Du fait que les alliages Ca-Al sont bien plus sûrs que l'agent thermique, l'opération d'amorçage de fusion du laitier est bien moins dangereuse en présentant un bien plus grand degré de souplesse.

Après que le laitier a été fondu de cette façon, les résidus métalliques sont chargés dans le moule, après quoi ils tombent dans le fond du moule du fait de la différence de densité. Les électrodes sont alors abaissées depuis le dessus du moule dans la couche de laitier en fusion et du courant électrique passe de sorte que les résidus métalliques peuvent être efficacement fondus. Si une grande quantité de résidus métalliques est chargée en une seule fois dans le moule, le laitier en fusion refroidirait pour solidifier. Par conséquent, il est souhaitable de charger les résidus métalliques selon de petites fractions successives et lors de chaque chargement de faire passer l'électricité destinée au chauffage afin d'empêcher une solidification du laitier en fusion.

Les avantages obtenus par la mise en oeuvre de la présente invention sont indiqués ci-après :

- (1) les résidus métalliques qui sont nuisibles au corps humain peuvent être fondu et traités en vue d'une réduction de volume dans un système fermé;
- 35 (2) étant donné que les composants nuisibles

sont arrêtés par le laitier, la fonction d'empoisonnement du métal traité est fortement réduite;

(3) l'utilisation d'un agent d'amorçage de fusion du laitier uniformise l'amorçage de la fusion du laitier.

REVENDICATIONS

1. Appareil pour fondre et traiter des résidus métalliques par un procédé de fusion électrique sous laitier caractérisé en ce qu'il comprend :

5 (a) un moule (1) cylindrique refroidi à l'eau, à fond ouvert, divisé selon deux parties (1a, 1b) sensiblement en son milieu, lesdites parties (1a, 1b) étant agencées pour être déplacées lors de l'assemblage dans les directions d'ouverture relatives du moule (1);

10 (b) un chariot (3) disposé en dessous du moule (1) et mobile dans une direction croisant le sens de déplacement dudit moule divisé;

(c) un godet (4) élévateur disposé au-dessus du moule (1) pour charger une matière à traiter dans le moule (1);

(d) des obturateurs (10a, 10b) pour fermer ou ouvrir le passage entre le moule (1) et la position d'attente d'élévation du godet élévateur (4);

20 (e) au moins une électrode (8) non consommable susceptible d'être levée et destinée à être insérée dans le moule et

(f) un conduit (12) d'alimentation de gaz protecteur pour alimenter un gaz protecteur dans le moule (1).

25 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une plaque de surface (2) est montée sur le chariot (3), la surface supérieure de ladite plaque (2) étant en contact avec le fond ouvert du moule (1) refroidi à l'eau.

30 3. Appareil selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les obturateurs (10a, 10b) sont fermés et ouverts de façon synchrone lors de l'élévation et de l'abaissement du godet élévateur (4).

35 4. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une seule électrode non consommable (8).

5. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité d'électrodes non consommables (8a, 8b).

6. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le godet élévateur (4), l'obturateur (10a, 10b), l'électrode non consommable (8) et le conduit (12) d'alimentation de gaz protecteur 5 sont installés à l'intérieur d'un couvercle (13) disposé pour recouvrir le dessus du moule (1) afin qu'ils soient isolés de l'air extérieur.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un conduit 10 d'évacuation (14) relié au couvercle (13).

8. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'agent (SS) d'amorçage de fusion du laitier et le laitier (S) sont chargés dans le moule (1) selon des couches et une couche d'agent 15 de fusion du laitier est formée dans une position atteignant l'électrode non consommable (8).

9. Appareil selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'agent d'amorçage de fusion du laitier est un alliage du type Ca-Al.

20 10. Procédé pour fondre et traiter des résidus métalliques par un processus de fusion électrique sous laitier caractérisé en ce qu'il comprend :

(a) l'étape d'assemblage sur la surface supérieure d'un chariot (3) d'un moule (1) cylindrique, refroidi 25 à l'eau et à fond ouvert, divisé en deux parties (1a, 1b) sensiblement en son milieu, lesdites parties (1a, 1b) étant mobiles lors de l'assemblage et dans les directions relatives d'ouverture du moule (1);

(b) l'étape de chargement d'un agent (SS) d'amorçage de fusion du laitier et de laitier (S) dans le moule (1) selon des couches en utilisant un godet élévateur (4) pour charger une matière à traiter disposée au-dessus dudit moule (1) ;

(c) l'étape d'élévation du godet élévateur 35 (4) vers sa position isolée et l'isolation du godet (4) et du moule (1) l'un par rapport à l'autre par des obturateurs (10a, 10b) ;

(d) l'étape d'abaissement de l'électrode non consommable (8) susceptible d'être levée, disposée au

dessus du moule (1) à travers une ouverture dans l'obturateur jusqu'à ce que son extrémité antérieure atteigne la couche d'agent d'amorçage de fusion, de passage de l'électricité à travers celle-ci pour enflammer l'agent 5 d'amorçage de fusion du laitier afin de démarrer la fusion du laitier et de continuation de passage de l'électricité pour fondre le laitier;

10 (e) l'étape d'élevation de l'électrode non consommable (8) vers sa position isolée, d'ouverture des obturateurs (10a, 10b) et de chargement des résidus métalliques dans le moule (1) en utilisant ledit godet élévateur (4) et

15 (f) l'étape de fermeture des obturateurs (10a, 10b), d'insufflation de gaz inerte dans le moule (1), d'abaissement de l'électrode non consommable (8) jusqu'à ce que son extrémité antérieure soit immergée dans la couche de laitier en fusion et de passage de l'électricité pour fondre les résidus métalliques par effet Joule.

20 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on utilise comme agent d'amorçage de fusion du laitier un alliage du type Ca-Al.

12. Procédé selon l'une des revendications 25 10 ou 11, caractérisé en ce que l'électrode non consommable (8) et le moule (1) sont mis en court-circuit pour produire des arcs afin d'enflammer l'agent d'amorçage de fusion du laitier.

13. Procédé selon l'une des revendications 30 10 ou 11, caractérisé en ce que l'électricité passe entre une pluralité d'électrodes non consommables pour produire des arcs afin d'enflammer l'agent d'amorçage de fusion du laitier.

FIG. 1

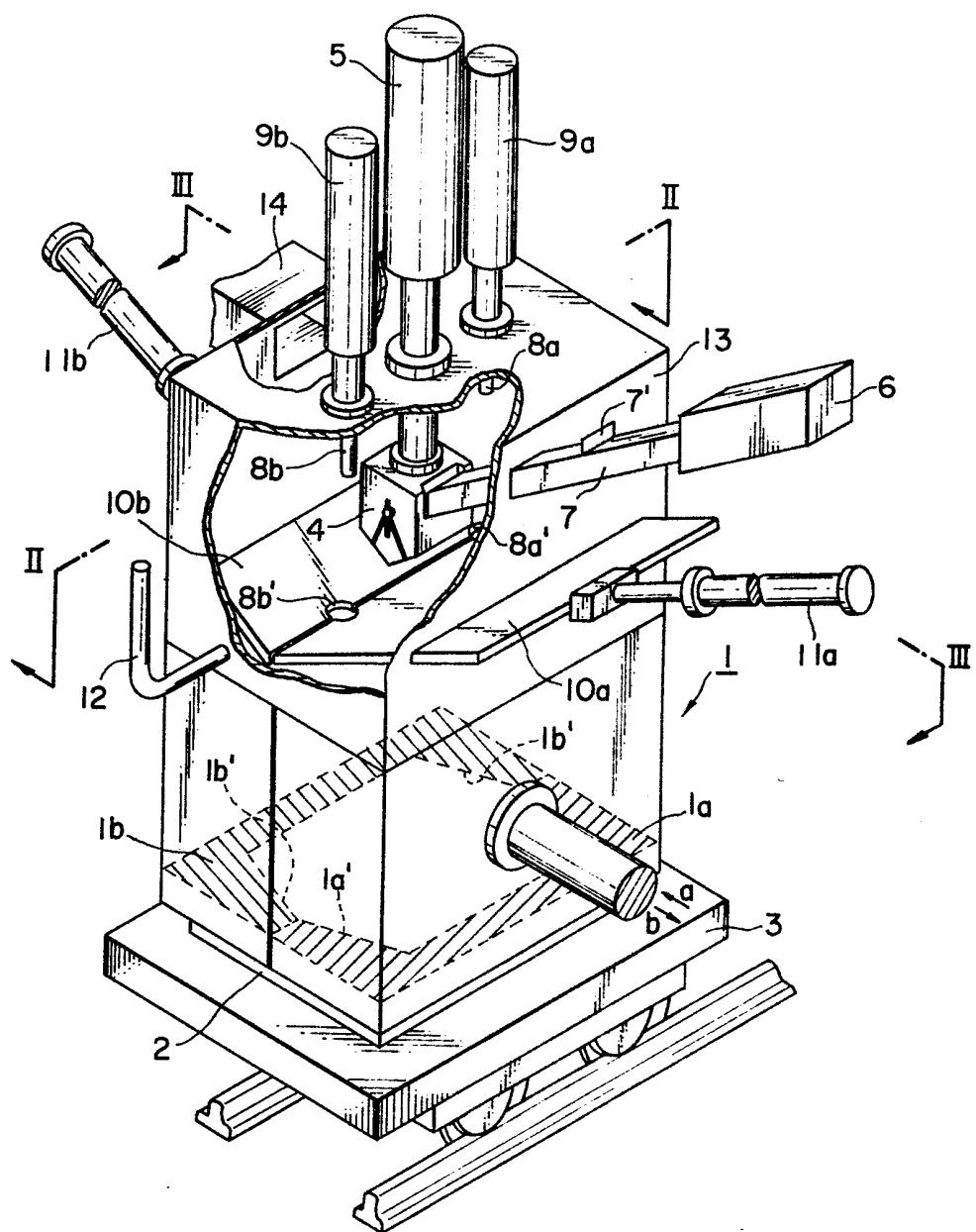


FIG. 3

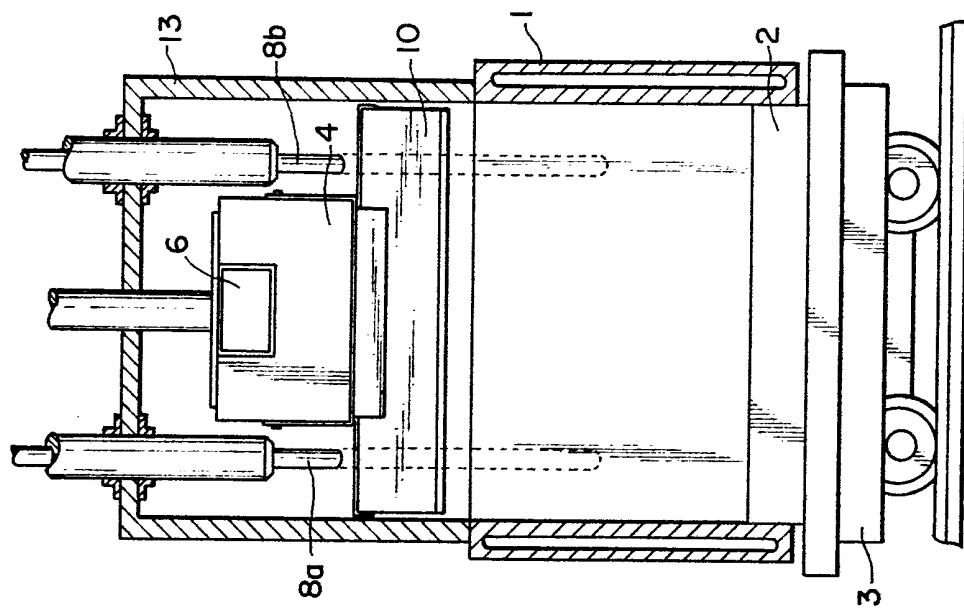


FIG. 2

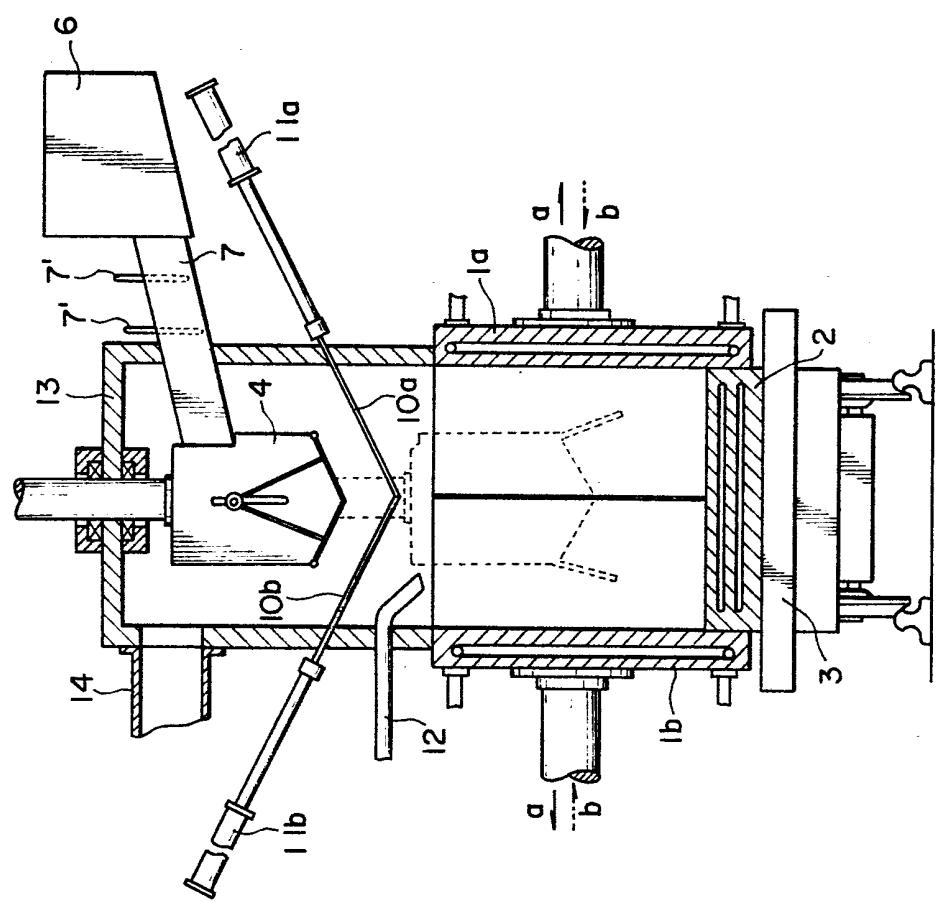


FIG. 4

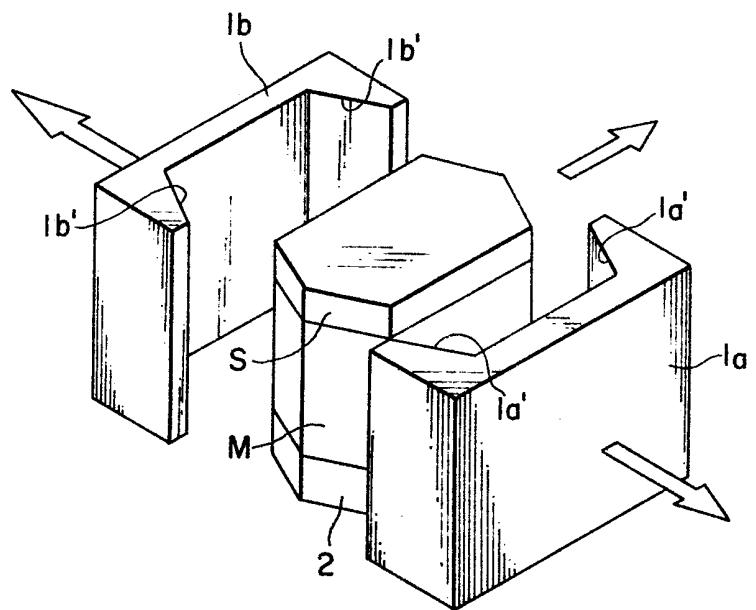
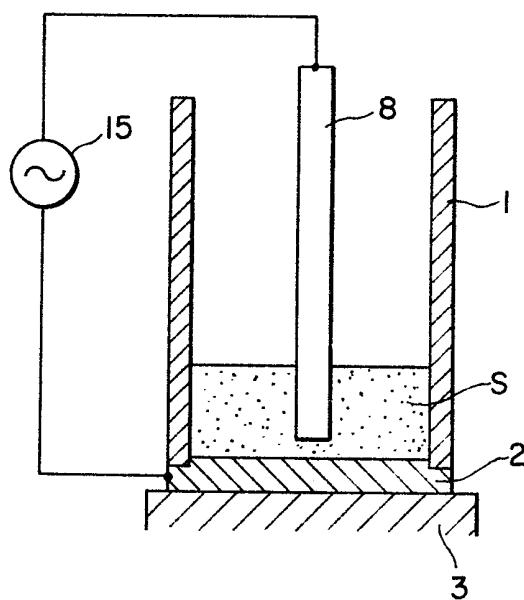
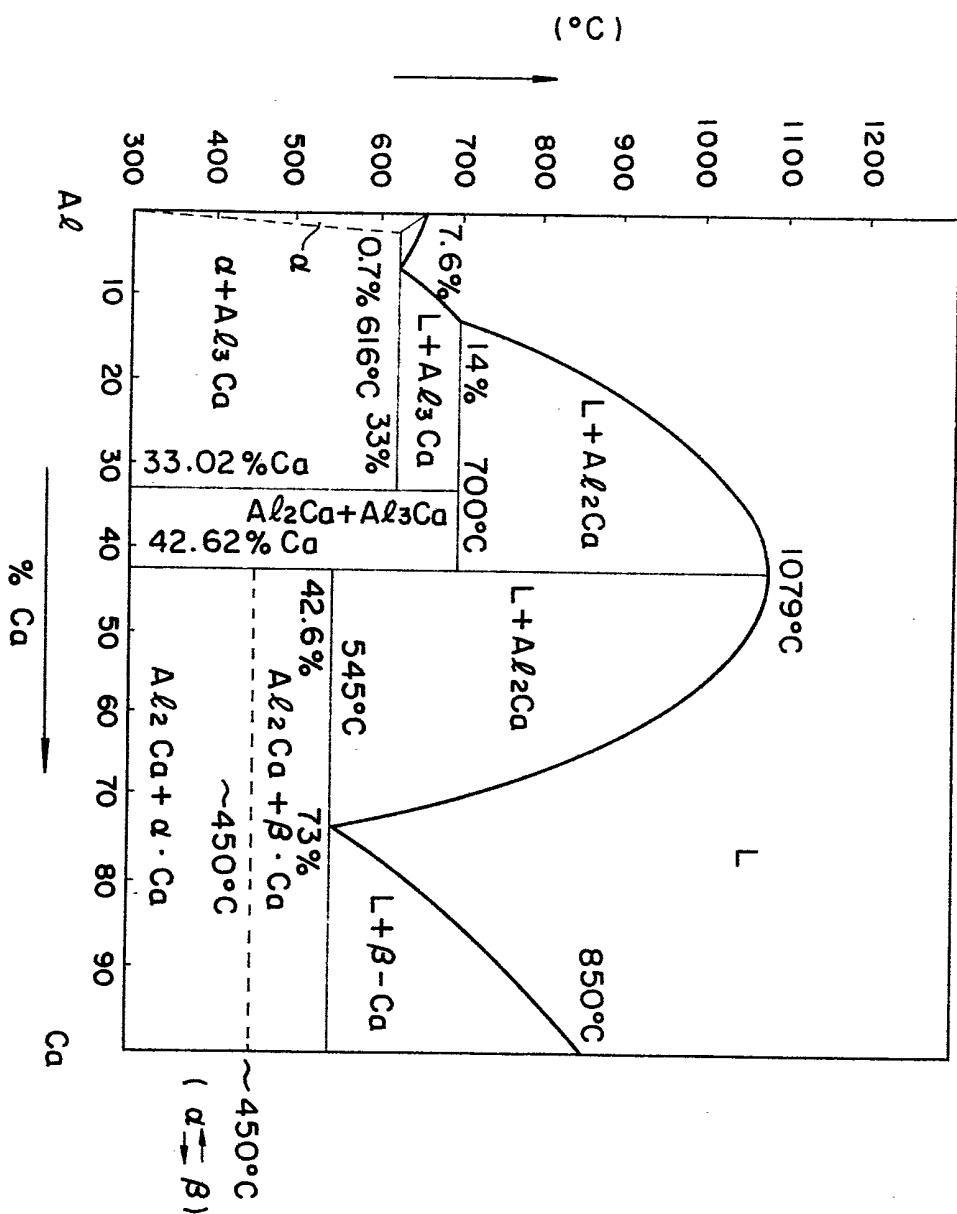


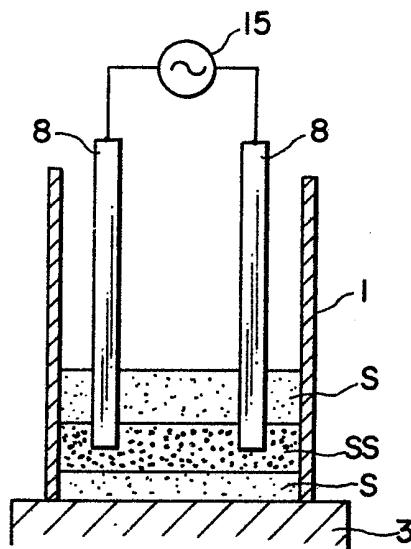
FIG. 5



丁一
丁
丁



F I G. 7



F I G. 8

