

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **88402505.7**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 05 B 6/24**
F 27 B 14/10, F 27 D 9/00,
H 05 B 6/22

㉔ Date de dépôt: **04.10.88**

③① Priorité: **06.10.87 FR 8713778**

④③ Date de publication de la demande:
12.04.89 Bulletin 89/15

⑧④ Etats contractants désignés: **CH DE GB IT LI**

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Boen, Roger**
Quartier Les Gazelles Saint Alexandre
F-30130 Pont Saint Esprit (FR)

⑦④ Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Creuset de four à induction.**

⑤⑦ Les courants induits par l'inducteur (1) dans le creuset sont réduits par une structure fine d'éléments longitudinaux (12) séparés par des joints isolants (14), grâce à des canaux de refroidissement (15) circonférentiels et traversant les joints (14).

Application à la fusion de corps réfractaires.

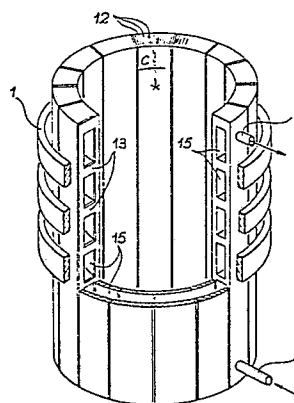


FIG. 2A

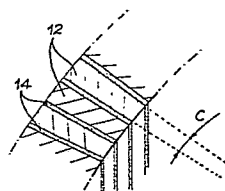


FIG. 2B

Description

CREUSET DE FOUR A INDUCTION

La présente invention se rapporte à une construction particulière de creuset de four à induction du type en matériau conducteur électrique, tel que du cuivre, entouré extérieurement par une spire d'induction.

La paroi cylindrique de tels creusets est soumise à des échauffements importants tant à cause de la charge fondue qu'elle entoure que des dégagements par effet Joule dus aux courants induits dont elle est le siège. Il importe donc de limiter ces échauffements en insérant des circuits de refroidissement à l'intérieur de la paroi. Toutefois, l'obligation de limiter les courants induits dans cette même paroi qui, outre les pertes thermiques qu'ils produisent, créent en outre un découplage électromagnétique entre la spire et la charge, fait que la paroi est constituée de l'assemblage d'éléments longitudinaux par leurs faces transversales, à la façon des douves d'un tonneau, avec un joint isolant électrique entre deux éléments adjacents.

On voudrait restreindre autant que possible l'extension transversale de ces éléments, c'est-à-dire l'angle qu'ils embrassent, mais on est limité par les dimensions minimales des conduits de refroidissement.

La figure 1 représente en perspective et coupe partielle un de ces creusets déjà connus. L'inducteur 1 est une spire bobinée autour d'éléments longitudinaux 2 qui ont une section en forme de secteur de couronne qui embrasse un angle C' . Ils sont assemblés par leurs faces transversales 3 pour former la paroi cylindrique d'un creuset, qui comprend en outre un fond qui n'apparaît pas sur la figure. Des joints 4 en matériau isolant électrique sont interposés entre les éléments 2 adjacents et sont pressés entre les faces transversales 3.

Les éléments 2 renferment chacun un circuit hydraulique de refroidissement qui est ici un conduit en U 5 qui s'étend sur toute leur longueur. Une de ses branches 6 communique avec un tuyau d'alimentation d'eau 8, l'autre branche 7 avec un tuyau d'évacuation d'eau 9. L'eau de refroidissement parcourt donc successivement les deux branches 6 et 7 du conduit en U 5.

Ici, les deux branches 6 et 7 sont situées sur la même circonférence, à mi-chemin des surfaces externe et interne de la paroi cylindrique du creuset. L'angle C' des éléments 2 doit donc être suffisant pour embrasser les deux branches ; il est ici de 24° , alors qu'on le souhaiterait aussi petit que possible.

Le problème n'est pas fondamentalement différent si les deux branches sont placées à des profondeurs différentes de la paroi et sur le même rayon, ou si on remplace le conduit en U 5 par un conduit rectiligne vertical avec un tuyau d'alimentation en haut et un tuyau d'évacuation en bas. L'angle C' ne peut être que légèrement diminué par ces aménagements.

L'invention permet de s'affranchir de ces inconvénients en surmontant le préjugé selon lequel les éléments 2 doivent être refroidis chacun par un

circuit indépendant. Elle montre qu'il est parfaitement possible de disposer des circuits de refroidissement circonférentiels et qui passent tour à tour par plusieurs éléments 2. Les joints 4 peuvent en effet parfaitement assurer l'étanchéité.

En conséquence, on peut réduire l'angle embrassé par les éléments 2 jusqu'à des valeurs inconnues auparavant, de l'ordre du degré. Les courants induits dans le creuset sont alors négligeables, et des gains d'énergie considérables en résultent.

L'invention concerne donc un creuset en matériau conducteur électrique de four à induction se composant d'éléments longitudinaux assemblés entre eux selon leurs faces transversales par l'intermédiaire de joints isolants électriques, caractérisé en ce que les éléments sont percés de conduits débouchant sur leurs faces transversales et débouchant sur des conduits analogues des éléments auxquels ils sont assemblés, et en ce que les joints sont étanches à des liquides de refroidissement parcourant les conduits.

Cette invention va à présent être décrite à l'aide des figures annexées dont l'énumération suit, et qui sont données à titre illustratif et nullement limitatif :

- la figure 1, déjà décrite, représente un creuset selon l'art antérieur ;
- la figure 2A représente un creuset selon l'invention ;
- la figure 2B représente un détail de la figure 2A ;
- les figures 3, 4 et 5 représentent trois réalisations particulières de l'invention.

L'inducteur 1 des figures 2A et 2B est le même que sur la figure précédente, et on retrouve des éléments longitudinaux 12 en forme de secteurs de couronne qui embrassent un angle C très inférieur à l'angle C' de la figure 1 : environ un ou deux degrés. On voit que les éléments 12 ont alors une épaisseur plus importante que leur largeur entre leurs faces transversales 13, ce qui fait que les courants induits par l'inducteur 1 ne peuvent s'y développer et que les pertes électromagnétiques, de même que l'échauffement qu'ils produisent par effet Joule, sont très réduits. En effet, des joints isolants électriques 14 sont interposés comme précédemment entre des éléments longitudinaux 12 adjacents.

La principale différence de structure avec la figure 1 est que des conduits circonférentiels 15, étagés sur la hauteur des éléments 12, traversent ces derniers et débouchent sur leurs faces latérales 13 où ils se raccordent aux conduits 15 correspondants des éléments 12 adjacents pour former un réseau hydraulique global de refroidissement. Bien entendu, les joints 14 doivent être percés en face des conduits 15, et en même temps empêcher des fuites entre le réseau de refroidissement et l'extérieur, c'est-à-dire assurer l'étanchéité.

La figure 3 représente une exécution possible de l'invention. La paroi du creuset est coupée diamétralement. Les éléments 12 présentent un talon

inférieur 16 qui se présente sous forme d'une saillie 17 de leur surface externe et d'un rentrant 18 de leur surface interne. Le réseau de refroidissement constitué des canaux 15 forme ici deux hélices imbriquées 15' et 15'' dont chacune débouche à son extrémité inférieure dans une boîte à eau cylindrique d'alimentation 19 sur laquelle les rentrants 18 s'emboîtent, et à son extrémité supérieure dans une boîte à eau cylindrique d'évacuation 20 qui s'emboîte autour du rebord supérieur 21 des éléments 12.

La boîte à eau d'évacuation 20 s'appuie sur le rebord supérieur 22 d'un anneau d'enrobage 23 disposé autour des éléments 12 et qui s'appuie lui-même sur les saillies 17. Il est en isolant électrique tel que la fibre de verre.

Les boîtes à eau 19 et 20, ainsi que l'anneau d'enrobage 23, assurent donc la solidarisation mécanique des éléments longitudinaux 12.

Un fond 24 en matériau réfractaire, pourvu d'un orifice d'évacuation 25 de la charge fondue, complète le dispositif. Il est placé au milieu de la boîte à eau d'alimentation 19, dans l'espace qu'elle délimite.

Bien entendu, les conduits 15 peuvent former un nombre quelconque d'hélices, qui n'est limité que par des raisons de facilité de construction.

La figure 4 représente une autre réalisation possible de l'invention, qui diffère de la précédente en ce que le circuit hydraulique est formé cette fois de plusieurs canaux horizontaux 30 qui s'étendent chacun sur une circonférence de la paroi cylindrique. On prévoit alors un élément longitudinal 32 de forme particulière, éventuellement de plus grande extension angulaire que les autres, dont la section est en forme de H et qui comprend ainsi un paroi interne 33, une paroi externe 34 et une traverse 35 médiane reliant les deux parois 33 et 34. La traverse sépare deux canaux verticaux 36 et 37 ; l'un d'eux 36, à droite sur le dessin, est parcouru par l'eau de refroidissement arrivant d'un tuyau d'alimentation 38 et distribue cette eau dans les canaux horizontaux 30 ; l'autre, 37, à gauche sur le dessin, collecte et rassemble l'eau qui a parcouru les canaux horizontaux 30 avant de l'évacuer par un tuyau d'évacuation 39.

Un avantage particulier de l'invention apparaît sur la figure 5. Avec les conceptions de l'art antérieur, il n'est pas possible de refroidir correctement des parties rétrécies de creuset. Par contre, des éléments longitudinaux 42 présentant une partie supérieure cylindrique 43 se raccordant à une partie inférieure 44 s'élargissant vers le bas par l'intérieur peuvent parfaitement être envisagés : le volume occupé par la charge fondue est alors cylindro-conique avec la pointe du cône en bas et il débouche sur un goulot de vidange 45 de petit diamètre délimité par les parties inférieures 44. Ces éléments longitudinaux 12 présentent une largeur beaucoup plus réduite près du goulot de vidange 45. Il est toutefois possible de les refroidir à cet endroit en augmentant progressivement la largeur (dimension radiale) de la section des conduits de refroidissement 15 pour ceux situés vers le bas.

La disposition des conduits 15 en canaux traversants présente donc un double intérêt : on peut soit

réduire les pertes dans le creuset en le construisant avec des éléments plus fins et nombreux, soit assurer le refroidissement de zones rétrécies.

Bien entendu, on peut concevoir de nombreuses autres formes et constitutions de ces canaux de refroidissement sans sortir du cadre défini par les revendications.

Revendications

1. Creuset en matériau conducteur électrique de four à induction se composant d'éléments longitudinaux (12 ; 22, 32, 42) assemblés entre eux selon leurs faces transversales (13) par l'intermédiaire de joints (14) isolants électriques, caractérisé en ce que les éléments sont percés de conduits (15) débouchant sur leurs faces transversales (13) et débouchant sur des conduits analogues des éléments auxquels ils sont assemblés, et en ce que les joints (14) sont étanches à des liquides de refroidissement parcourant les conduits (15).

2. Creuset en matériau conducteur électrique de four à induction suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les conduits (15) forment au moins une hélice à l'intérieur du creuset.

3. Creuset en matériau conducteur électrique de four à induction suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les conduits (15) forment des anneaux (30) parallèles à l'intérieur du creuset, traversés chacun par un conduit longitudinal d'alimentation (36) en un conduit longitudinal d'évacuation (37).

4. Creuset en matériau conducteur électrique de four à induction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les éléments ont une distance entre leurs faces transversales (13) inférieure à l'épaisseur du creuset.

5. Creuset en matériau conducteur électrique de four à induction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le creuset présente une partie rétrécie (45).

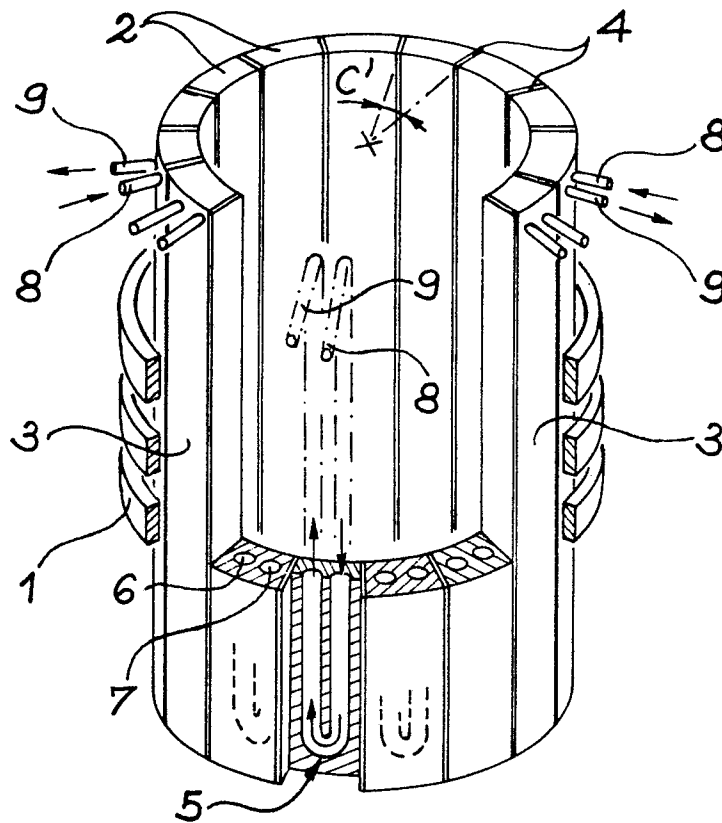


FIG. 1

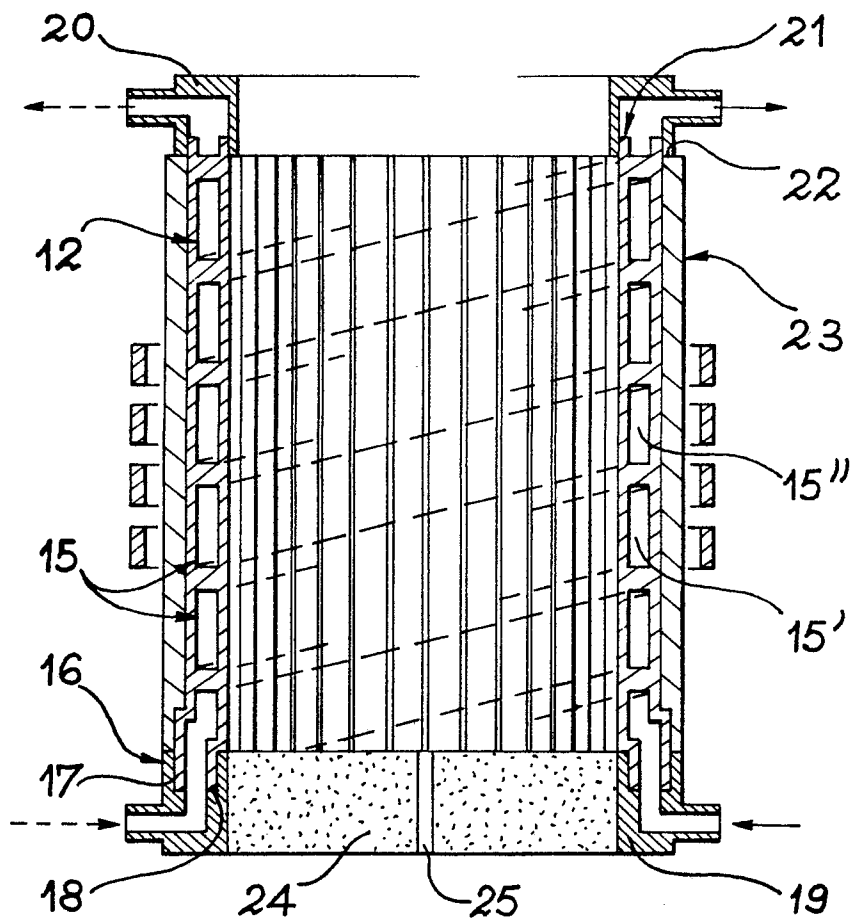


FIG. 3

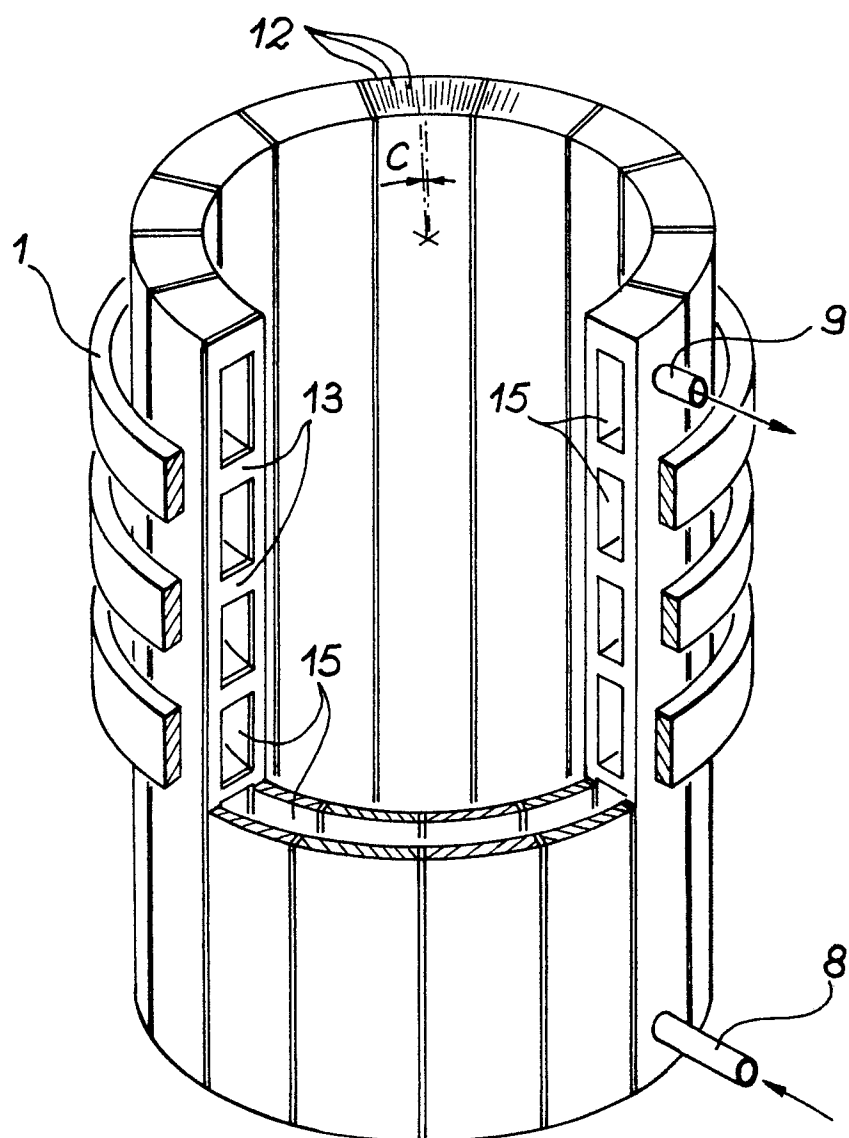


FIG. 2A

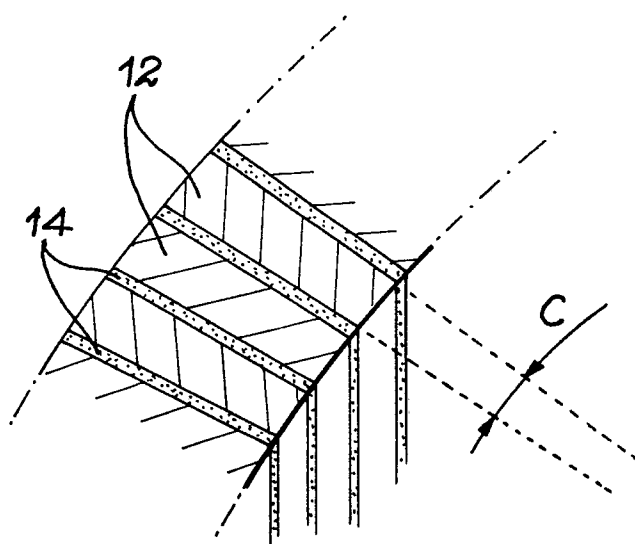


FIG. 2B

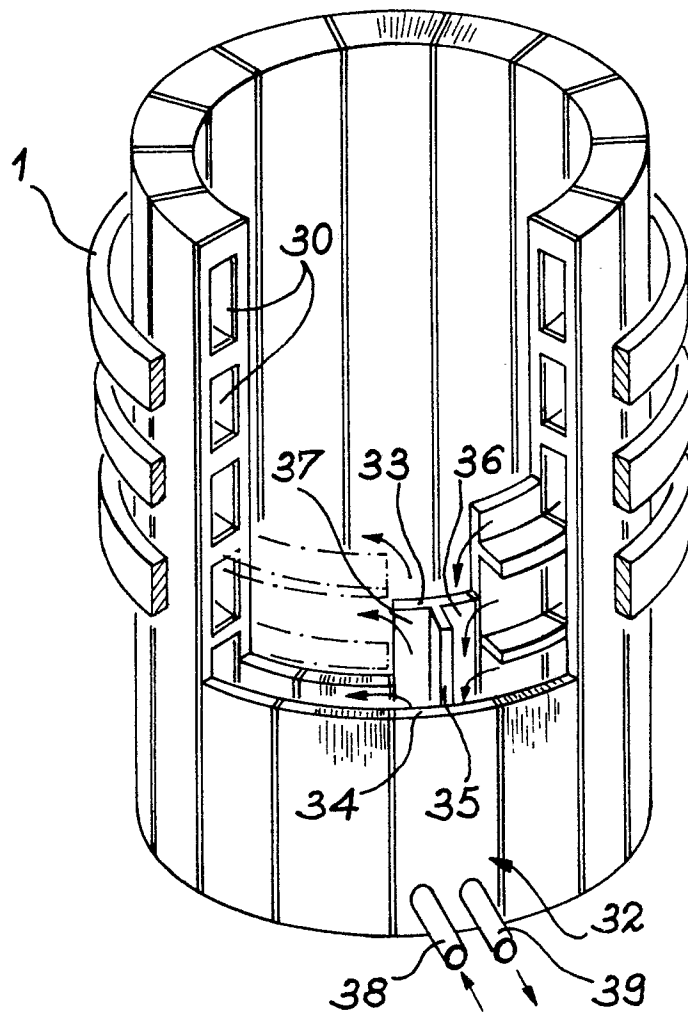


FIG. 4

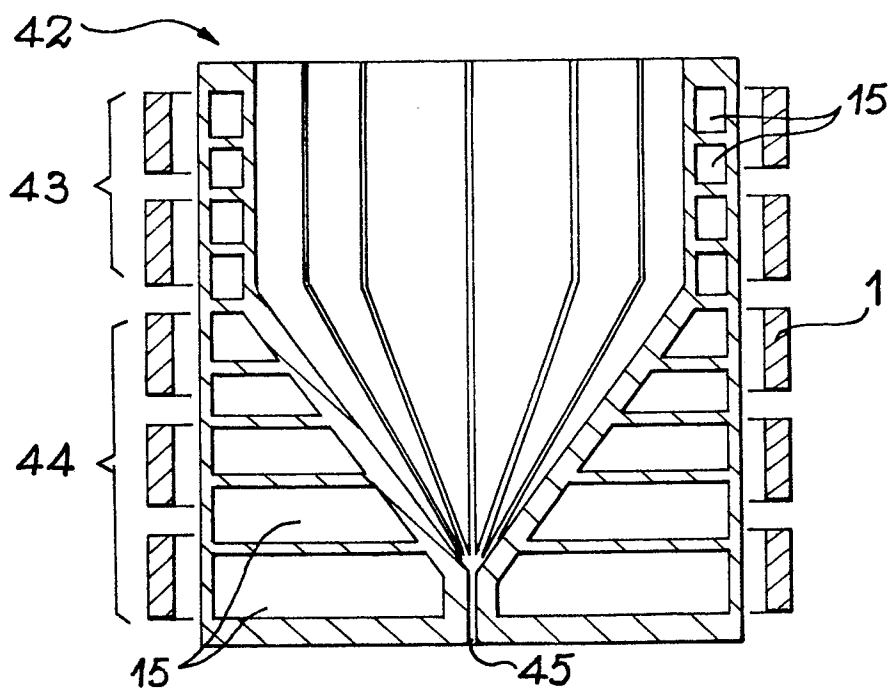


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 2505

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 056 915 (SAPHYMO-STEL) ---		H 05 B 6/24
A	DE-A-2 100 378 (HUKIN DAVID AINSWORTH) ---		F 27 B 14/10
A	EP-A-0 079 266 (SAPHYMO-STEL) ---		F 27 D 9/00
A	DE-C- 886 353 (VACUUMSCHMELZE AG) -----		H 05 B 6/22
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 05 B F 27 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 04-11-1988	Examineur COULOMB J.C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			