

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale  
28 décembre 2006 (28.12.2006)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2006/136701 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*H05B 6/02* (2006.01) *C21D 9/60* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2006/001402
- (22) Date de dépôt international : 21 juin 2006 (21.06.2006)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
05 06463 24 juin 2005 (24.06.2005) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : CELES  
[FR/FR]; 89b, Rue Principale, F-68610 Lautenbach (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : URING,

Jean-Camille [FR/FR]; 40, Rue Du Petit Ballon, F-68000 Colmar (FR). ROEHR, Philippe [FR/FR]; 5, Lotissement Rennacker, F-68610 Lautenbach-zell (FR). REN, Jean-Yves [FR/FR]; 9, Chemin Du Mannberg, F-68500 Guebwiller (FR). HELLEGOUARC'H, Jean [FR/FR]; 22, Quai D'arfois, F-94170 Le Perreux Sur Marne (FR).

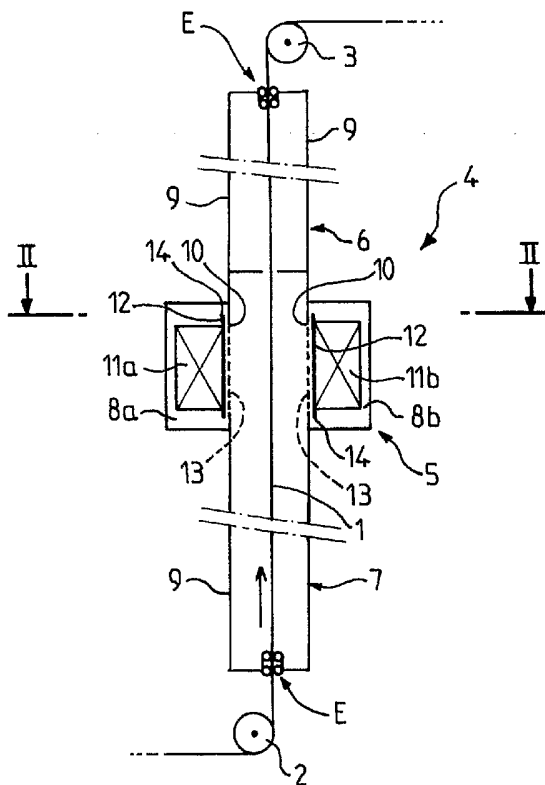
(74) Mandataires : MICHARDIERE, Bernard etc.; Cabinet Armengaud Aine, 3, Avenue Bugeaud, F-75116 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INDUCTION FURNACE FOR TREATING ELECTRICALLY CONDUCTIVE STRIPS, SHEETS, PLATES, AND FIELD WINDING THEREFOR

(54) Titre : FOUR A INDUCTION POUR TRAITEMENT DE BANDES, TOLES, PLAQUES, EN MATERIAU CONDUCTEUR DE L'ELECTRICITE, ET INDUCTEUR POUR UN TEL FOUR.



(57) Abstract: The invention concerns a furnace for thermal treatment of electrically conductive strips, sheets, plates, in particular made of metal, which move in the furnace consisting of an enclosed volume maintained under a gas atmosphere, which comprises a heating section with at least one field winding formed by a pair of half-field windings with transverse and pseudo-transverse flux. In the heating section (5), at least two walls (9) of the furnace comprise each an opening (10) facing each of the two half-field windings (11a, 11b) and two panels (12) transparent to the magnetic flux cover respectively said openings (10), said panels (12) including at their periphery (14) a shape adapted to constitute a barrier to the thermal radiation of the strip without providing impermeability to the gas, and each half-field winding (11a, 11b) is accommodated in a chamber (8a, 8b) delimited by walls projecting outwards of the furnace, said chambers being tightly isolated from ambient air but communicating with the inner volume of the furnace.

(57) Abrégé : Four de traitement thermique de bandes, tôles, plaques en matériau conducteur de l'électricité, notamment métalliques, qui défilent dans le four constitué d'un volume fermé maintenu sous une atmosphère de gaz, lequel comporte une section de chauffage avec au moins un inducteur formé d'un couple de demi-inducteurs à flux transverse ou pseudo-transverse. Dans la section de chauffage (5), au moins deux parois (9) du four comportent chacune une ouverture (10)

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/136701 A1



LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

**(84) États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

---

en face de chacun des deux demi-inducteurs (11a, 11b) et deux panneaux (12) transparents au flux magnétique couvrent respectivement lesdites ouvertures (10), ces panneaux (12) comprenant à leur périphérie (14) une forme adaptée à celle de la partie fixe du four entourant chaque ouverture de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique de la bande sans assurer une étanchéité au gaz, et chaque demi-inducteur (11a, 11b) est logé dans une chambre (8a,8b) délimitée par des parois en saillie vers l'extérieur du four, ces chambres étant isolées de manière étanche de l'atmosphère ambiante mais communiquant avec le volume intérieur du four.

## **FOUR A INDUCTION POUR TRAITEMENT DE BANDES, TOLES, PLAQUES, EN MATERIAU CONDUCTEUR DE L'ELECTRICITE, ET INDUCTEUR POUR UN TEL FOUR.**

L'invention est relative à un four de traitement thermique de  
5 bandes, tôles, plaques, en matériau conducteur de l'électricité, notamment  
métalliques, qui défilent dans le four constitué d'un volume fermé maintenu  
sous une atmosphère de gaz, lequel comporte une section de chauffage  
avec au moins un inducteur formé d'un couple de demi-inducteurs à flux  
transverse ou pseudo-transverse.

10 EP 1 148 762 décrit un dispositif de chauffage par induction à flux  
transverse.

Les inducteurs à flux transverse permettent le chauffage au défilé  
de bandes métalliques pour effectuer des traitements thermiques jusqu'à des  
températures typiquement de 750°C pour les aciers au carbone ou 1150°C  
15 pour les aciers inox. A ces températures, les bandes rayonnent de façon  
importante ce qui peut nuire au fonctionnement de l'inducteur, en particulier  
nuire à la tenue de ses bobines, culasses magnétiques, écrans de réglage,  
moteurs et actionneurs, éléments de refroidissement.

Afin d'éviter toute dégradation de ces équipements, il est  
20 nécessaire d'interposer une protection thermique entre la bande et  
l'inducteur, par exemple un dispositif tel que celui décrit dans EP 1 349 431.  
Ce dispositif est composé d'une enceinte étanche au gaz et au vide placée  
face à l'inducteur, enceinte qui entoure la bande et est raccordée à ses  
extrémités aux parties amont et aval du four. L'enceinte comprend un  
25 fourreau étanche au gaz et un écran thermique sur les faces internes du  
fourreau. Les inducteurs de chauffage sont disposés à l'extérieur de  
l'enceinte. Le four est interrompu dans la section des inducteurs, suivant la  
direction verticale, au niveau de l'enceinte.

Cette enceinte doit être transparente au flux magnétique et la plus  
30 fine possible afin de, pour un entrefer d'inducteur donné, laisser le passage  
le plus important possible à la bande pour éviter tout contact entre bande et  
écran qui puisse provoquer des défauts de surface sur le produit constitué  
par la bande.

WO 00/52965 présente également une protection thermique pour  
35 inducteurs de chauffage à flux transverse avec enceinte étanche. Cette

protection comprend une enceinte à contour fermé entourant la bande et étanche au gaz. Bien que le raccordement aux sections amont et aval du four ne soit pas explicité, l'implantation d'une telle protection avec écran thermique entraîne une interruption du four.

5 L'enceinte doit assurer conjointement les fonctions d'étanchéité au gaz et de barrage thermique au rayonnement du produit chauffé. La fabrication de l'enceinte doit être effectuée avec des matériaux transparents au flux magnétique et met en œuvre des technologies complexes qui rendent l'ensemble coûteux, fragile et délicat à utiliser et à maintenir en bon état  
10 pendant des durées importantes correspondant aux durées de vie des fours sur lesquels sont montées les enceintes. Une exécution robuste de ce type d'enceinte débouche sur des épaisseurs de parois importantes qui réduisent la petite dimension de la fenêtre de passage de la bande.

L'invention a pour but, surtout, de proposer un four de traitement  
15 thermique dans lequel le chauffage à flux transverse ou pseudo-transverse peut être effectué de manière sûre et sans nécessiter, dans la zone des inducteurs de chauffage, un équipement relativement compliqué et de fabrication coûteuse. Il est souhaitable, en outre, que la mise en place des inducteurs ne nécessite pas une interruption du four sur toute sa section.

20 Selon l'invention, un four de traitement thermique du genre défini précédemment pour bandes, tôles, plaques en matériau conducteur de l'électricité, notamment métalliques, qui défilent dans le four, est caractérisé en ce que, dans la section de chauffage, au moins deux parois du four comportent chacune une ouverture en face de chacun des deux demi-  
25 inducteurs, et deux panneaux transparents au flux magnétique couvrent respectivement lesdites ouvertures, ces panneaux comprenant à leur périphérie une forme adaptée à celle de la partie fixe du four entourant chaque ouverture de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique de la bande sans assurer une étanchéité au gaz, et chaque demi-  
30 inducteur est logé dans une chambre délimitée par des parois en saillie vers l'extérieur du four, ces chambres étant isolées de manière étanche de l'atmosphère ambiante mais communiquant avec le volume intérieur du four.

Généralement, chaque panneau transparent au flux magnétique est muni d'un écran thermique.

35 De préférence, les panneaux transparents au flux magnétique, avec écran thermique, forment chacun un bouclier thermique qui est fixé sur le demi-inducteur associé .

En variante, les panneaux transparents au flux magnétique, avec écran thermique, peuvent être fixés à la paroi du four, et sont indépendants des demi-inducteurs.

Avantageusement, la face de l'écran thermique tournée vers la  
5 bande est sensiblement dans le même plan que la face interne de la paroi du four.

Le four peut comporter une chicane, en particulier double ou de forme plus complexe, entre la périphérie du panneau et le bord de l'ouverture de la paroi du four pour réduire la transmission du rayonnement de la bande.

10 Des matières fibreuses peuvent être mises en place dans la chicane pour réduire la transmission du rayonnement de la bande sans assurer l'étanchéité au gaz entre le four et les chambres contenant les demi-inducteurs.

Une atmosphère de même nature que celle du four peut régner  
15 dans les chambres contenant les demi-inducteurs. L'atmosphère du four et celle des chambres peut être formée d'un mélange de gaz inerte et d'hydrogène à plus de 5% en volume.

Avantageusement, le montage de chaque demi-inducteur s'opère de façon à ce que le panneau avec écran thermique vienne s'encaster dans  
20 des chicanes prévues en bordure de l'ouverture et destinées à réduire la transmission du rayonnement de la bande.

Le four peut comporter des moyens de guidage et des moyens de support de chaque demi-inducteur pour un montage suivant une translation perpendiculaire à la bande. En variante, le four peut comporter des moyens  
25 de guidage et des moyens de support de chaque demi-inducteur pour un montage suivant une translation parallèle à la bande.

Chaque chambre contenant les demi-inducteurs peut comporter des moyens d'injection d'un gaz correspondant à, ou compatible avec, l'atmosphère du four, à une pression légèrement supérieure à celle du four  
30 afin d'éviter la pénétration de gaz chauds du four dans les chambres.

L'invention est également relative à un inducteur à flux transverse comportant deux demi-inducteurs pour être installés de chaque côté de produits qui défilent, caractérisé en ce que sur chaque demi-inducteur est fixé un bouclier thermique, transparent au flux magnétique, comprenant à sa  
35 périphérie une forme adaptée à celle de bords fixes d'une ouverture dans une paroi du four de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique de la bande vers les chambres dans lesquelles sont placés les

demi-inducteurs, l'ensemble étant placé dans une atmosphère de nature compatible avec celle du four.

De préférence, le montage de l'inducteur s'opère de façon à ce que le bouclier thermique vienne s'encastrent dans des chicanes destinées à  
5 réduire la transmission du rayonnement de la bande.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation décrits avec références aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs.  
10 Sur ces dessins :

Fig. 1 est une coupe schématique par un plan vertical d'une partie d'une ligne de traitement thermique selon l'invention.

Fig. 2 est une section schématique suivant la ligne II-II de Fig. 1.

Fig.3 est une vue simplifiée schématique en perspective, à plus  
15 grande échelle, avec parties arrachées de la zone du four de traitement correspondant à la section de chauffage, sans inducteur de chauffage ni panneau de fermeture.

Fig.4 est une vue schématique en perspective d'un panneau de fermeture de la section de chauffage.

20 Fig.5 est une vue schématique à plus grande échelle en coupe par un plan horizontal de la section de chauffage,

Fig.6 est une coupe verticale à plus grande échelle d'une partie de la section de chauffage du four avec un inducteur et son bouclier thermique monté sur une paroi du four.

25 Fig. 7 montre, semblablement à Fig.6, une variante de réalisation.

Fig. 8 est une coupe verticale partielle, à grande échelle, au niveau d'une chicane.

Fig.9 est une coupe semblable à Fig.8 illustrant une variante de chicane.

30 Fig.10 est une coupe verticale d'une variante de réalisation au niveau de l'inducteur, et

Fig. 11 est une coupe verticale d'une autre variante de réalisation.

En se reportant à Fig.1 des dessins, on peut voir une partie d'une ligne de traitement thermique d'une bande métallique 1, notamment d'une  
35 bande d'acier qui défile en continu, à vitesse constante ou variable. Dans l'exemple représenté, la bande 1 se déplace verticalement entre deux rouleaux respectivement inférieur 2 et supérieur 3. Cet exemple n'est pas

limitatif, et la bande 1 pourrait défilier horizontalement, les explications qui suivent étant transposables à une telle configuration.

La ligne de traitement comprend un four 4 , généralement à section transversale sensiblement rectangulaire. Le four 4 comporte au moins une section de chauffage 5 équipée, de chaque côté de la bande, d'un demi-inducteur à flux transverse ou pseudo-transverse 11a,11b. Un couple de demi-inducteurs 11a, 11b constitue un inducteur de chauffage. Selon les caractéristiques de production de la ligne, plusieurs sections de chauffage identiques ou semblables peuvent être placées à la suite les unes des autres sur un même brin vertical ou sur plusieurs brins parallèles. Chaque section de chauffage sera réalisée de façon identique ou similaire aux explications qui suivent.

Le four 4 est également équipé d'au moins une section de refroidissement 6 en aval de la ou des sections de chauffage, ainsi que d'équipements (non représentés) de contrôle de l'atmosphère à l'intérieur du four. Ces équipements réalisés selon l'état de la technique ne sont pas détaillés ici. Le four 4 constitue un volume fermé, avec des moyens d'étanchéité E à l'entrée et à la sortie de la bande 1, maintenu sous atmosphère de gaz. Le gaz est avantageusement formé par un mélange de gaz inerte, tel que de l'azote, et d'hydrogène, notamment à plus de 5% d'hydrogène en volume pour favoriser les échanges thermiques, et en particulier dans la section de refroidissement 6 qui communique avec la section de chauffage.

La section de chauffage 5 peut être précédée d'une chambre de traitement 7 assurant, par exemple, un préchauffage.

Chaque demi-inducteur 11a, 11b est logé dans une chambre 8a, 8b prévue en saillie vers l'extérieur sur une paroi respective du four. Les parois limitant chaque chambre 8a, 8b établissent une barrière étanche entre le volume intérieur de la chambre et l'atmosphère extérieure.

Dans la section de chauffage, les parois 9 du four comportent, dans leurs grandes faces en regard, une ouverture 10 en face de chaque demi-inducteur, non représenté sur Fig.3. Un panneau 12 transparent au flux magnétique, avec écran thermique 13, couvre chaque ouverture 10. Les parois du four, généralement en tôle d'acier 9t éventuellement revêtue de réfractaire 9r (Fig.6 et 7), se prolongent dans la section de chauffage. Les petites faces et les grandes faces, dont des parties 9a (Fig.3) entourent les ouvertures 10, sont ainsi continues suivant la direction verticale, et ne sont

pas interrompues suivant toute une section transversale au niveau des inducteurs. Les parois des chambres 8a, 8b autour de chaque demi-inducteur 11a, 11b, peuvent être réalisées par prolongement et mise en forme, avec parties repliées, des parois en tôle 9 du four.

5 Le panneau 12 est avantageusement plan. Un tel panneau peut être réalisé en matériau composite, résine époxy ou similaire ou en matériau céramique ou en fibres de verre ou en stratifié. Ce type de panneau est particulièrement résistant mécaniquement et thermiquement, et ne présente pas de zones fragiles.

10 L'écran thermique 13 peut être constitué, par exemple, comme prévu dans EP 1 349 431, par une matrice de pavés (non représentés) en matériau réfractaire qui entoure des tubes de circulation d'eau de refroidissement (non représentés). Les tubes de refroidissement peuvent être réalisés sous forme de serpentins. L'écran thermique 13 est fixé contre la  
15 face du panneau 12 tournée vers la bande 1. La face de l'écran thermique 13 tournée vers la bande 1 est de préférence située dans le plan de la face interne de la paroi 9 du four, ou au voisinage de ce plan. Le panneau 12 a généralement une forme rectangulaire, de même que l'ouverture 10.

Bien entendu, la technologie de l'écran thermique 13 est adaptée  
20 à la température du produit qui défile. Cette température peut être de 200°C seulement dans le cas de produits autres que des bandes d'acier.

Le panneau 12 comprend à sa périphérie 14 (voir notamment Fig.5 et 6) une forme adaptée à celle de la partie fixe du four entourant l'ouverture 10 de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique  
25 de la bande vers la chambre, par exemple 8a, logeant l'inducteur, par exemple 11a.

Avantageusement, un interstice 16 existant entre la périphérie 14 du panneau et le contour de l'ouverture 10 est masqué au rayonnement de la bande 1 par un rebord 15 (Fig.6) de la paroi du four recouvrant l'interstice 16.

30 Le rebord 15 est situé du côté de la bande 1 et fait saillie vers le centre de l'ouverture 10 relativement au reste 15a de la paroi de l'ouverture qui entoure le panneau 13. Une chicane est ainsi formée définissant un trajet en angle droit comportant une branche, formée par l'interstice 16, orthogonale au plan de la bande 1 et une branche 16a parallèle au plan de la  
35 bande 1.

Le panneau 12 avec son écran thermique 13 peut être fixé, de manière démontable, directement à la paroi du four indépendamment de

l'inducteur, comme illustré sur Fig.5. La fixation peut être réalisée à l'aide de brides prévues en bordure du panneau et du contour des ouvertures 10, avec boulons de serrage traversant les brides. Les gaz peuvent passer du four vers les chambres 8a, 8b par les interstices 16 comme illustré par des  
5 flèches sur Fig.5 , ou circuler en sens inverse.

Selon une variante avantageuse, l'ensemble du panneau 12 et de l'écran thermique 13 forme un bouclier thermique qui est fixé sur le demi-inducteur, par exemple 11a, en différents points selon la forme de la face de l'inducteur tournée vers la bande, et contre laquelle est fixé le bouclier  
10 thermique. Selon Fig.6, le maintien du panneau 12 et de l'écran thermique 13 sur le demi-inducteur est rendu le plus efficace possible en étant réalisé en plusieurs points tels que 17,19 au voisinage des bords et 18 dans la partie centrale.

Le panneau 12 peut être renforcé par des goussets 20, qui en  
15 améliorent la tenue mécanique, dans toutes les zones où cela est possible.

Dans certaines zones, l'épaisseur totale du panneau 12 et de l'écran thermique 13 peut être réduite au minimum autorisé par la technique employée ce qui permet d'augmenter la distance entre les écrans thermiques 13 entre lesquels défile la bande 1.

20 La configuration de Fig.6 permet la réalisation d'un écran renforcé et rigide, formé par l'ensemble du panneau 12 et de l'écran thermique 13 parfaitement maintenu sur le demi-inducteur 11a tout en ayant une épaisseur minimale.

Les Fig.6 à 9 et 10 ne représentent qu'une partie de la section de  
25 chauffage située d'un côté de la bande 1. L'autre partie, située de l'autre côté de la bande, est semblable.

Fig.7 est un développement de la réalisation schématisée sur Fig.6, illustrant un montage du demi-inducteur 11a permettant de positionner l'écran thermique 13 et le panneau dans l'ouverture 10 de la paroi du four, en  
30 particulier de façon à réaliser une chicane s'opposant à la transmission du rayonnement de la bande 1. Le demi-inducteur 11a est monté sur des galets 21 pouvant rouler sur des rails 22 fixés sur la paroi horizontale inférieure de la chambre 8a et orientés perpendiculairement au plan de la bande 1. La paroi arrière de la chambre 8a comporte une ouverture qui peut être fermée  
35 de manière étanche par une porte 23. Pour le montage, la porte 23 est retirée ce qui permet d'introduire le demi-inducteur 11a, muni de son bouclier thermique, dans la chambre 8a par une translation perpendiculaire au plan

de la bande 1 suivant la direction de la flèche F. Des butées garantissent le bon positionnement de l'ensemble du panneau 12 et de l'écran thermique 13 et ainsi l'efficacité de la chicane 16,16a. Après mise en place du demi-inducteur avec son bouclier thermique, la porte 23 est fixée de manière étanche sur la paroi arrière de la chambre 8a.

La chicane formée peut avoir une forme plus complexe comme illustrée sur les Fig. 8, 9 et 10.

Fig. 8 illustre une réalisation particulière de la chicane permettant de renforcer le barrage contre le rayonnement de la bande.

A cet effet, la périphérie du panneau 12 comporte un rebord 24, par exemple à section rectangulaire, en saillie en direction de la bande 1. Le rebord 15 de la paroi du four comporte un retour 15a en saillie vers le panneau 12 et délimite une gorge dans laquelle le rebord 24 vient s'inscrire. La chicane complexe ainsi formée comporte une première partie 16b parallèle à la bande 1, suivie d'une partie 16c orthogonale à la bande 1 puis de la partie 16a parallèle à la bande 1 et enfin de l'interstice 16.

Toutes les parties de la chicane sont protégées contre un rayonnement thermique direct de la bande 1 par le rebord 15 et son retour 15a.

Le montage du demi-inducteur 11a, selon la réalisation de Fig.8, s'effectue de la même manière que celle exposée à propos de Fig. 7 par un déplacement suivant une direction F orthogonale au plan de la bande 1.

On peut considérer que l'écran présente une forme particulière sur ses quatre bords de façon à obtenir une chicane plus importante ou l'assemblage de plusieurs chicanes destinées à améliorer leur efficacité à stopper le rayonnement de la bande.

On peut également considérer que les chicanes sont garnies, par exemple, d'un réfractaire fibreux facilement déformable durant le montage de l'écran et assurant l'arrêt total du rayonnement de la bande, sans toutefois assurer l'étanchéité au gaz entre le volume intérieur du four et la chambre du demi-inducteur.

Fig. 9 présente une variante de réalisation de la chicane destinée à stopper le rayonnement de la bande. Le contour du panneau 12 présente un bord 25 en saillie vers le demi-inducteur 11a. Le contour de l'ouverture 10 de la paroi du four présente un retour 26 vers l'extérieur délimitant une gorge en angle droit dans laquelle vient se loger le bord 25 pour former une chicane avec branche horizontale 16 s'ouvrant dans le four suivie d'une

branche 16a parallèle à la bande 1 et s'ouvrant dans la chambre 8a. La mise en place de chaque demi-inducteur s'effectue par une translation parallèle au plan de la bande 1.

5 Fig. 10 présente une autre variante de réalisation de la chicane suivant le mode de montage du demi-inducteur par déplacement parallèle au plan de la bande. La chicane 26 a la forme d'une grecque avec nervures et rainures horizontales dans l'épaisseur des parois du four et de l'écran, permettant un engagement et un dégagement par translation horizontale parallèle à la bande.

10 Fig.11 présente le montage des demi-inducteurs 11a, 11b de part et d'autre de la bande 1.

Une arrivée 27 de gaz est prévue dans au moins une des chambres, par exemple 8b, si elle communique avec l'autre chambre 8a, ou bien une arrivée de gaz est prévue dans chacune des deux chambres 8a, 8b  
15 si elles ne communiquent pas. La température du gaz injecté est suffisamment faible pour maintenir les chambres 8a, 8b à une température acceptable de fonctionnement, par exemple 50°C

On peut ajuster la pression de gaz injecté dans chaque chambre 8a, 8b à un niveau légèrement supérieur à celui régnant dans le four afin que  
20 la circulation de gaz au niveau de la chicane 16, 16a four/écran s'opère de la chambre vers le four et non l'inverse. On évite ainsi la pénétration de gaz chauds, provenant du four, vers l'intérieur de la chambre.

On peut utiliser comme gaz injecté dans les chambres 8a, 8b la même composition de gaz que celle existant à l'intérieur du four ou un  
25 mélange différent afin, par exemple, d'enrichir l'ambiance du four avec un composant du procédé de traitement. Par exemple pour une atmosphère formée par un mélange azote ( $N_2$ ) et hydrogène ( $H_2$ ), on peut établir une pressurisation des chambres 8a, 8b avec une composition plus riche en  $H_2$  que l'ambiance du four ou, au contraire plus riche en  $N_2$ , dans le but de  
30 corriger la concentration de l'intérieur du four.

La limitation de la température régnant dans les chambres 8a, 8b peut aussi être obtenue sans injection de gaz froid, notamment grâce à un circuit de refroidissement de l'inducteur ou grâce à un échangeur supplémentaire 28 (Fig.5) installé dans les chambres 8a, 8b, et comportant  
35 par exemple des serpentins dans lesquels circulent de l'eau de refroidissement.

La dimension des écrans thermiques est définie en fonction des

caractéristiques magnétiques de l'inducteur et du passage des lignes de champ afin d'assurer leur totale transparence à l'ensemble du flux magnétique et afin d'éviter tout risque d'échauffement des parties métalliques des parois 9 situées autour des écrans et constituant le four traditionnel.

5 Le volume interne des sections de chauffage et de refroidissement ainsi que le volume interne des chambres 8a, 8b est bien protégé contre les entrées éventuelles d'air et d'oxygène, notamment grâce à une surpression du mélange d'hydrogène et d'azote vis-à-vis de l'atmosphère ambiante.

10 La description qui précède a été effectuée principalement à propos d'une bande 1 continue. L'invention s'applique également à d'autres produits espacés les uns des autres tels que des tôles ou des plaques, ou similaires, en matériau conducteur de l'électricité, qui défilent à vitesse constante ou variable.

## REVENDEICATIONS

1. Four de traitement thermique de bandes, tôles, plaques en matériau conducteur de l'électricité, notamment métalliques, qui défilent dans le four  
5 constitué d'un volume fermé maintenu sous une atmosphère de gaz, lequel comporte une section de chauffage avec au moins un inducteur formé d'un couple de demi-inducteurs à flux transverse ou pseudo-transverse, caractérisé en ce que, dans la section de chauffage (5), au moins deux parois (9) du four comportent chacune une ouverture (10) en face de chacun des deux demi-  
10 inducteurs (11a, 11b) et deux panneaux (12) transparents au flux magnétique couvrent respectivement lesdites ouvertures (10), ces panneaux (12) comprenant à leur périphérie (14) une forme adaptée à celle de la partie fixe du four entourant chaque ouverture de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique de la bande sans assurer une étanchéité au gaz, et  
15 chaque demi-inducteur (11a, 11b) est logé dans une chambre (8a, 8b) délimitée par des parois en saillie vers l'extérieur du four, ces chambres étant isolées de manière étanche de l'atmosphère ambiante mais communiquant avec le volume intérieur du four.
- 20 2. Four selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque panneau transparent au flux magnétique est muni d'un écran thermique (13).
3. Four selon la revendication 2, caractérisé en ce que les panneaux transparents au flux magnétique (12), avec écran thermique (13), forment  
25 chacun un bouclier thermique qui est fixé sur le demi-inducteur associé (11a, 11b).
4. Four selon la revendication 2, caractérisé en ce que les panneaux transparents au flux magnétique (12), avec écran thermique (13), sont fixés à la  
30 paroi (9) du four, et sont indépendants des demi-inducteurs.
5. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la face de l'écran thermique (13) tournée vers la bande (1) est sensiblement dans le même plan que la face interne de la paroi du four.
- 35 6. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une chicane (16, 16a ; 16b, 16c ; 26), en particulier double ou de forme plus complexe, entre la périphérie (14) du panneau et le bord de

l'ouverture (10) de la paroi du four pour réduire la transmission du rayonnement de la bande.

5 7. Four selon la revendication 6, caractérisé en ce que des matières fibreuses sont mises en place dans la chicane pour réduire la transmission du rayonnement de la bande sans assurer l'étanchéité au gaz entre le four et les chambres contenant les demi-inducteurs.

10 8. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une atmosphère de même nature que celle du four règne dans les chambres (8a, 8b) contenant les demi-inducteurs (11a, 11b).

15 9. Four selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'atmosphère du four et celle des chambres (8a, 8b) est formée d'un mélange de gaz inerte et d'hydrogène à plus de 5% en volume.

20 10. Four selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le montage de chaque demi-inducteur (11a, 11b) s'opère de façon à ce que l'écran thermique vienne s'encastrent dans des chicanes prévues en bordure de l'ouverture et destinées à réduire la transmission du rayonnement de la bande.

25 11. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de guidage et des moyens de support (22) de chaque demi-inducteur pour un montage suivant une translation perpendiculaire à la bande (1).

30 12. Four selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de guidage et des moyens de support de chaque demi-inducteur pour un montage suivant une translation parallèle à la bande (1).

35 13. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'injection (27) d'un gaz correspondant à, ou compatible avec, l'atmosphère du four, dans les chambres (8a,8b) contenant les demi-inducteurs (11a, 11b) à une pression légèrement supérieure à celle du four pour éviter la pénétration de gaz chauds du four dans les chambres (8a, 8b).

14. Inducteur à flux transverse formé de deux demi-inducteurs, pour un four selon la revendication 2, caractérisé en ce que sur chaque demi-inducteur (11a,

11b) est fixé un bouclier thermique (12, 13), transparent au flux magnétique, comprenant à sa périphérie (14) une forme adaptée à celle de bords fixes d'une ouverture (10) dans une paroi du four de façon à constituer un barrage au rayonnement thermique de la bande vers les chambres dans lesquelles sont  
5 placés les demi-inducteurs, l'ensemble étant placé dans une atmosphère de nature compatible avec celle du four.

1/4

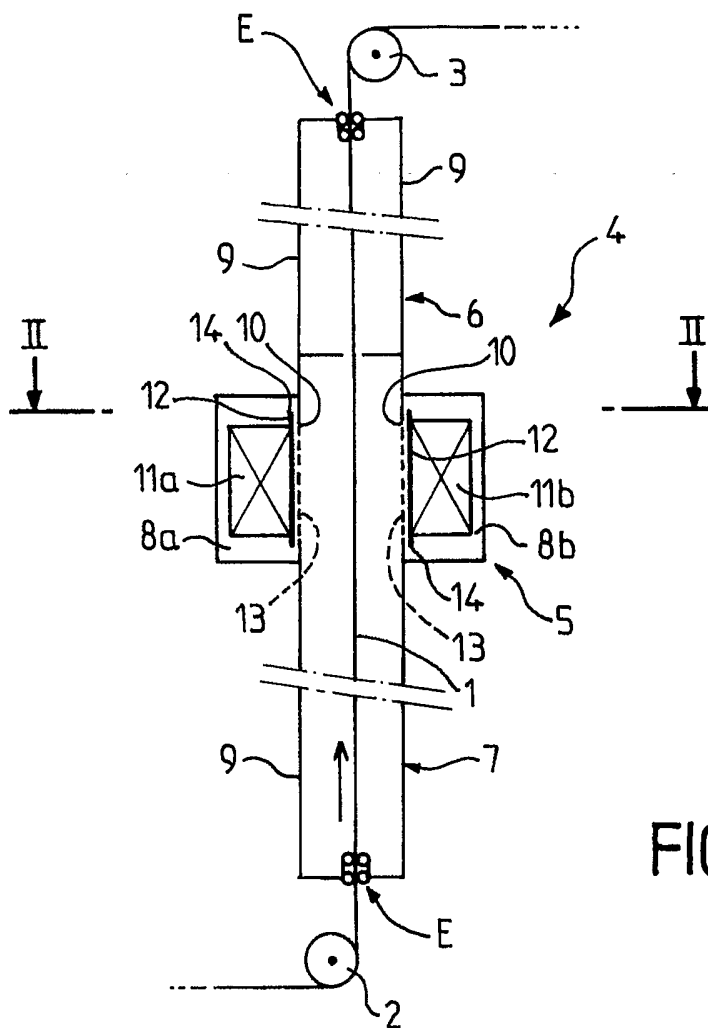


FIG. 1

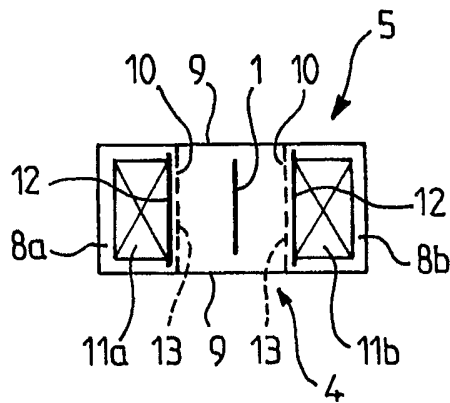


FIG. 2

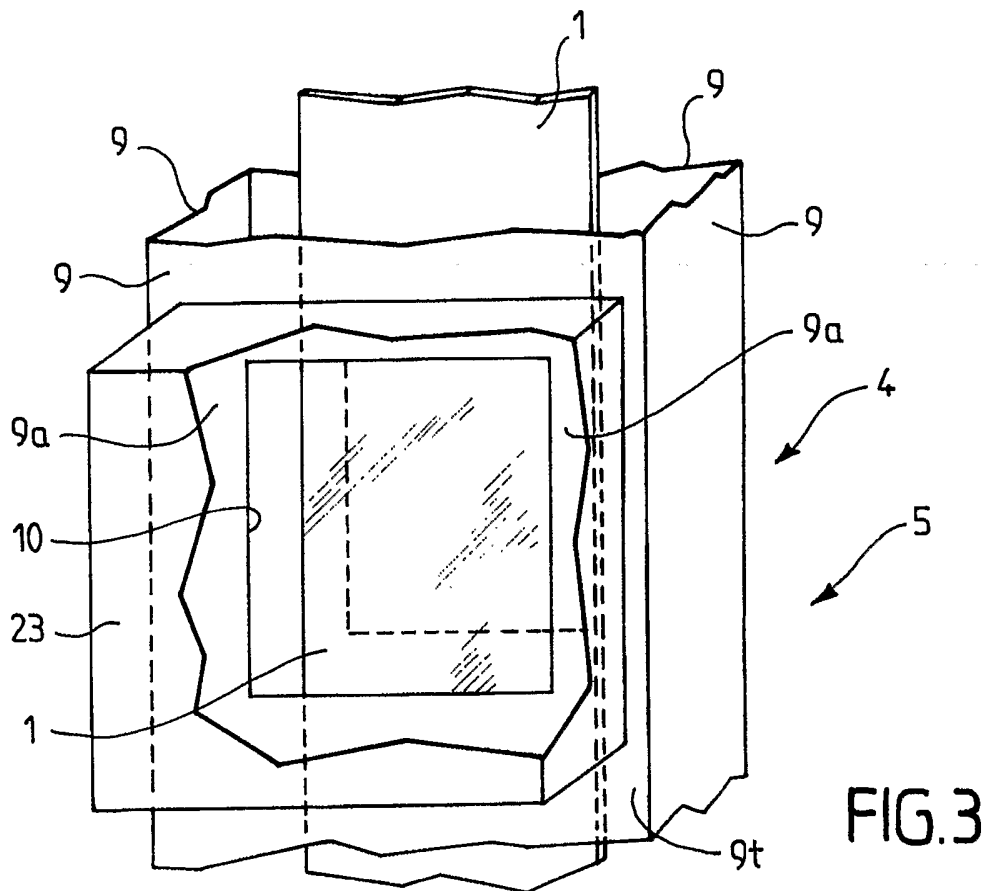


FIG. 3

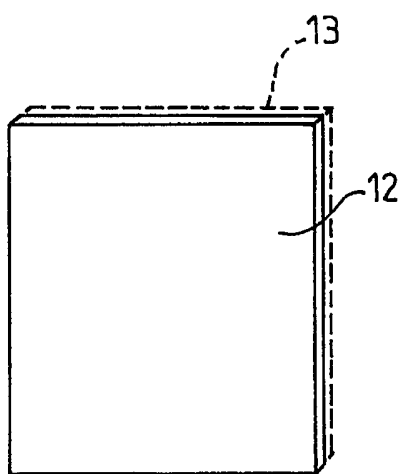


FIG. 4

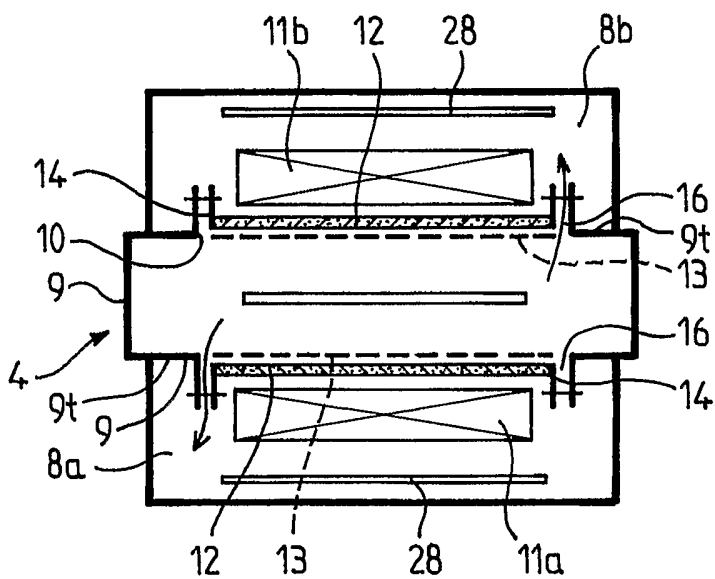


FIG. 5

3/4

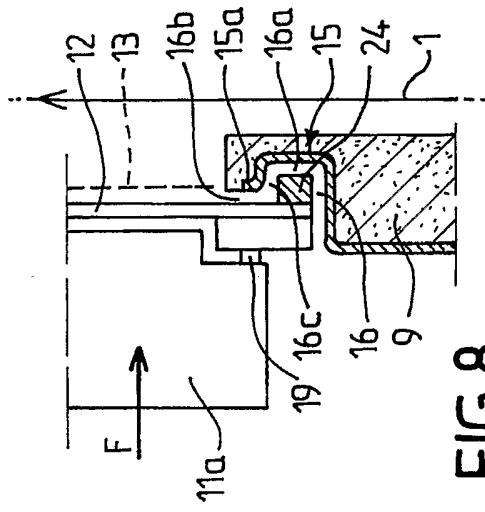


FIG. 8

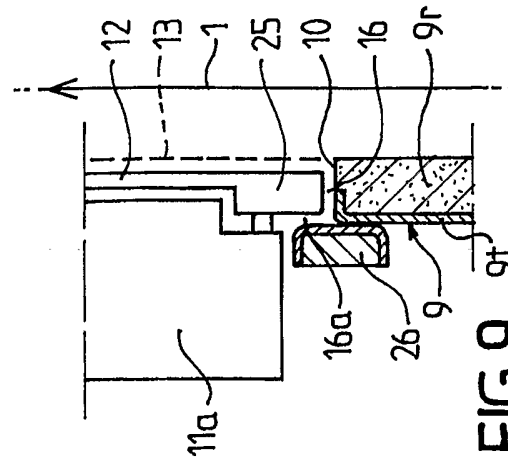


FIG. 9

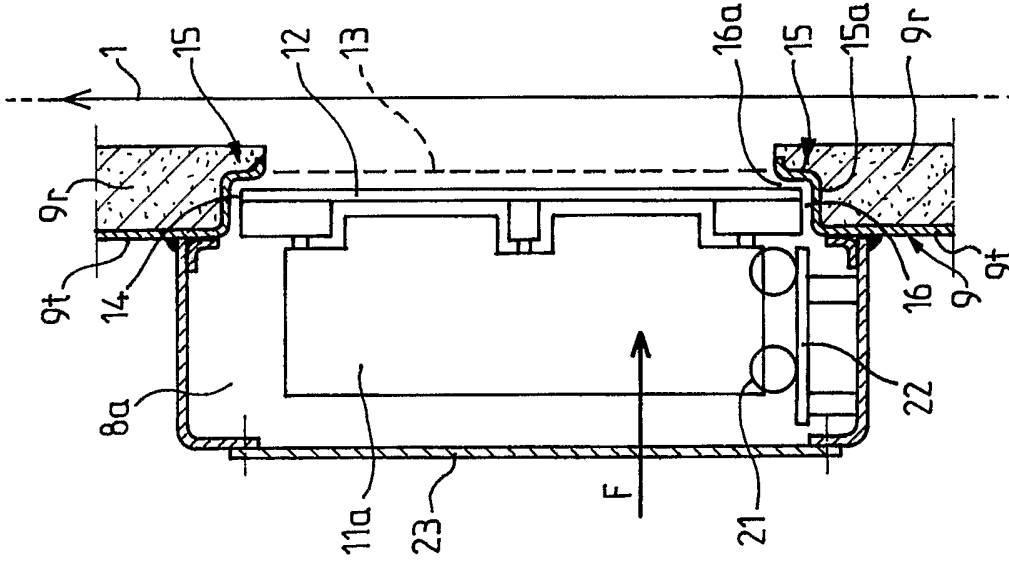


FIG. 7

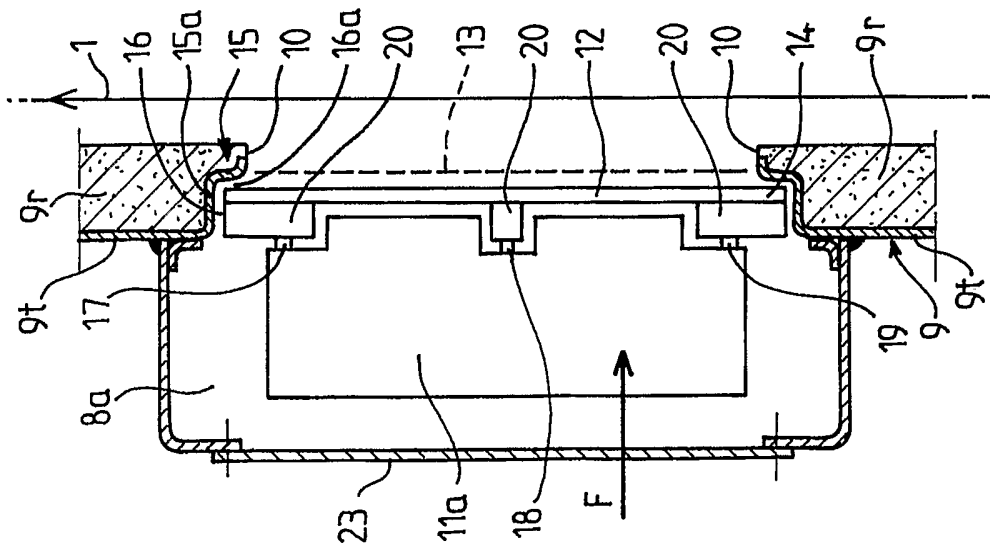


FIG. 6

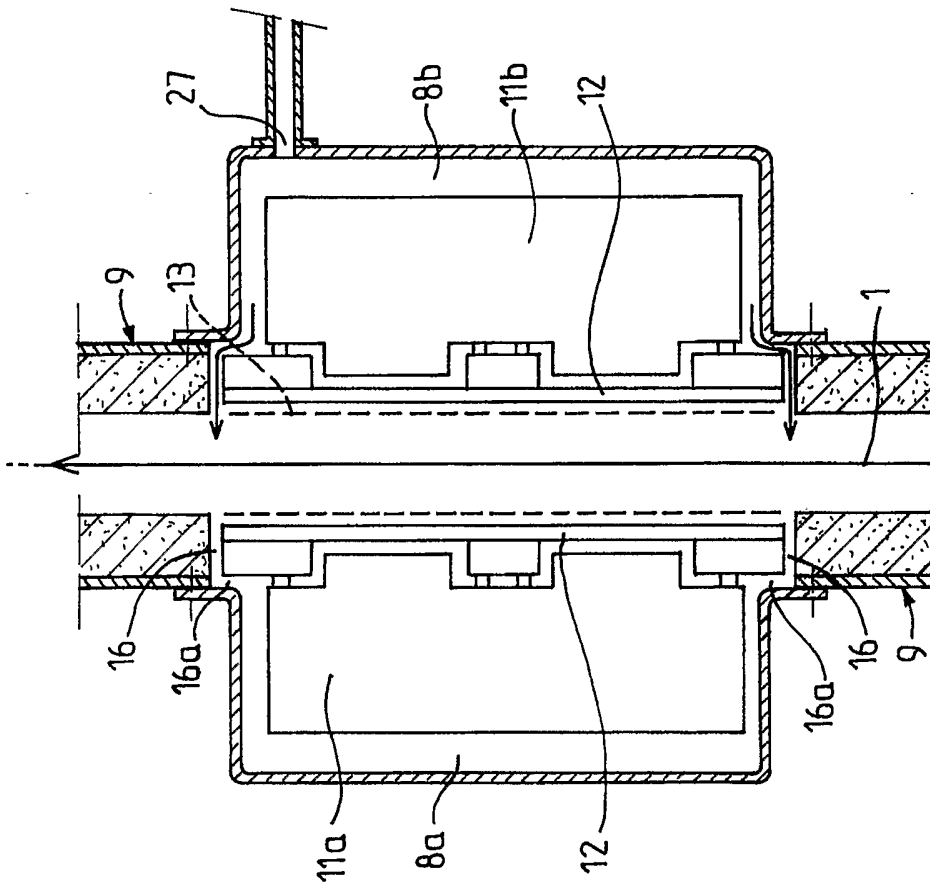


FIG.11

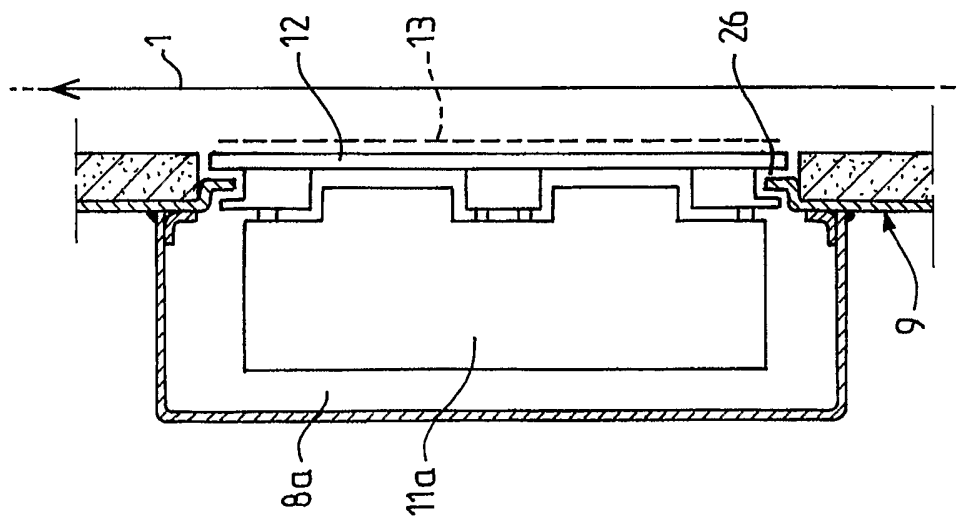


FIG.10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2006/001402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H05B6/02 C21D9/60		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B C21D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 178 134 A (COLD PLASMA APPLICATIONS C.P.A) 6 February 2002 (2002-02-06) paragraph [0072] - paragraph [0076]; figure 1	1-14
A	----- US 6 608 290 B1 (ROBINSON PHILIP S) 19 August 2003 (2003-08-19) cited in the application column 5, line 35 - column 6, line 11; figure 1	1-14
A	----- US 5 958 273 A (KOCH ET AL) 28 September 1999 (1999-09-28) cited in the application column 4, line 2 - line 54; figures 1,2	1-14
A	----- US 2002/148830 A1 (ROSS NICHOLAS V) 17 October 2002 (2002-10-17) paragraphs [0063], [0064]; figures 8,9	1-14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
*E* earlier document but published on or after the international filing date	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.	
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family	
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search  17 October 2006	Date of mailing of the international search report  24/10/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Gea Haupt, Martin	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2006/001402

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1178134	A	06-02-2002	AU 8371701 A	18-02-2002
			WO 0212591 A1	14-02-2002
			BR 0113141 A	08-07-2003
			CA 2423138 A1	14-02-2002
			JP 2004506096 T	26-02-2004
			US 2004026412 A1	12-02-2004
			ZA 200301533 A	25-02-2004
US 6608290	B1	19-08-2003	AT 286989 T	15-01-2005
			AU 3579000 A	21-09-2000
			BR 0008594 A	26-12-2001
			CA 2361567 A1	08-09-2000
			CN 1408028 A	02-04-2003
			CZ 20013073 A3	15-05-2002
			DE 60017372 D1	17-02-2005
			EP 1163377 A2	19-12-2001
			HU 0200456 A2	29-05-2002
			JP 2002538310 A	12-11-2002
			NO 20014181 A	15-10-2001
			WO 0052965 A2	08-09-2000
			SE 515593 C2	03-09-2001
			SE 9900718 A	02-09-2000
SK 12192001 A3	05-03-2002			
ZA 200106947 A	22-11-2002			
US 5958273	A	28-09-1999	NONE	
US 2002148830	A1	17-10-2002	CA 2442699 A1	24-10-2002
			EP 1384391 A1	28-01-2004
			JP 2004531028 T	07-10-2004
			WO 02085075 A1	24-10-2002

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001402

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
 INV. H05B6/02 C21D9/60

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
 H05B C21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)  
 EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 178 134 A (COLD PLASMA APPLICATIONS C.P.A) 6 février 2002 (2002-02-06) alinéa [0072] - alinéa [0076]; figure 1	1-14
A	US 6 608 290 B1 (ROBINSON PHILIP S) 19 août 2003 (2003-08-19) cité dans la demande colonne 5, ligne 35 - colonne 6, ligne 11; figure 1	1-14
A	US 5 958 273 A (KOCH ET AL) 28 septembre 1999 (1999-09-28) cité dans la demande colonne 4, ligne 2 - ligne 54; figures 1,2	1-14
A	US 2002/148830 A1 (ROSS NICHOLAS V) 17 octobre 2002 (2002-10-17) alinéas [0063], [0064]; figures 8,9	1-14

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</li> <li>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</li> <li>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</li> <li>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</li> <li>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</li> <li>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</li> <li>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</li> <li>*&amp;* document qui fait partie de la même famille de brevets</li> </ul> |
|--|---|

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 octobre 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/10/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gea Haupt, Martin

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001402

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1178134	A	06-02-2002	AU 8371701 A	18-02-2002
			WO 0212591 A1	14-02-2002
			BR 0113141 A	08-07-2003
			CA 2423138 A1	14-02-2002
			JP 2004506096 T	26-02-2004
			US 2004026412 A1	12-02-2004
			ZA 200301533 A	25-02-2004
			-----	
US 6608290	B1	19-08-2003	AT 286989 T	15-01-2005
			AU 3579000 A	21-09-2000
			BR 0008594 A	26-12-2001
			CA 2361567 A1	08-09-2000
			CN 1408028 A	02-04-2003
			CZ 20013073 A3	15-05-2002
			DE 60017372 D1	17-02-2005
			EP 1163377 A2	19-12-2001
			HU 0200456 A2	29-05-2002
			JP 2002538310 A	12-11-2002
			NO 20014181 A	15-10-2001
			WO 0052965 A2	08-09-2000
			SE 515593 C2	03-09-2001
			SE 9900718 A	02-09-2000
			SK 12192001 A3	05-03-2002
ZA 200106947 A	22-11-2002			
-----				
US 5958273	A	28-09-1999	AUCUN	
-----				
US 2002148830	A1	17-10-2002	CA 2442699 A1	24-10-2002
			EP 1384391 A1	28-01-2004
			JP 2004531028 T	07-10-2004
			WO 02085075 A1	24-10-2002
-----				