



(11) **EP 2 674 015 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
10.08.2016 Bulletin 2016/32

(21) Numéro de dépôt: **12708901.9**

(22) Date de dépôt: **10.02.2012**

(51) Int Cl.:
H05H 1/30 (2006.01) H05H 1/28 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2012/050295

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2012/107699 (16.08.2012 Gazette 2012/33)

(54) **TORCHE A PLASMA INDUCTIF**
INDUKTIVER PLASMABRENNER
INDUCTIVE PLASMA TORCH

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **11.02.2011 FR 1151130**

(43) Date de publication de la demande:
18.12.2013 Bulletin 2013/51

(73) Titulaire: **EFD Induction SA**
38170 Seyssinet Pariset (FR)

(72) Inventeurs:
• **LECOMTE, Guillaume**
38350 SAINT HONORE (FR)
• **MONTAGNAT RENTIER, Henri**
F-38380 Miribel les Echelles (FR)
• **LAFLEUR, Jean-François**
F-69680 Chassieu (FR)

- **REBOUD, Loïc**
F-38870 Saint Pierre de Bressieux (FR)
- **BARDAINE, Anthony**
F-38000 Grenoble (FR)
- **BARET, Serge**
F-38500 Voiron (FR)

(74) Mandataire: **Thibon, Laurent**
Cabinet Beaumont
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)

(56) Documents cités:
WO-A2-99/19526 DE-A1-102004 054 826
DE-B- 1 271 852 DE-U1- 29 823 703
US-A- 4 431 901 US-A- 5 234 529
US-A- 6 130 397 US-B2- 7 232 767

EP 2 674 015 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne les torches à plasma inductif.

Exposé de l'art antérieur

[0002] Dans une torche à plasma inductif, un gaz plasmagène est injecté dans une cage de confinement où il est soumis à un champ magnétique alternatif qui ionise le gaz pour former un plasma.

[0003] La cage de confinement d'une torche à plasma inductif doit présenter plusieurs caractéristiques :

- être étanche aux gaz,
- laisser passer le champ magnétique, et
- résister à de très hautes températures puisque la température au coeur du plasma peut atteindre des valeurs de l'ordre de 7000°C.

[0004] On utilise couramment des cages de confinement froides constituées de cylindres conducteurs sectorisés refroidis par circulation d'un liquide.

[0005] La figure 1 est une vue en perspective coupée selon un plan vertical d'une torche à plasma inductif à cage de confinement froide du type de celle décrite dans le brevet US 5877471.

[0006] La cage de confinement 1 est composée de multiples tubes parallèles métalliques 2 non jointifs, disposés pour définir ensemble un cylindre creux. Les tubes 2 s'étendent entre un fond 3 du côté supérieur et un capot 4 du côté inférieur. La partie supérieure de la cage de confinement 1 est entourée d'un enroulement inducteur 5. Un injecteur de gaz 7 pénètre dans la cage de confinement 1 au travers du capot 4 jusqu'au niveau de l'enroulement inducteur 5. Le fond 3 est percé d'une ouverture de sortie de flamme. L'ensemble est rigidifié par des barreaux 8 reliant le fond 3 et le capot 4 à l'extérieur de la cage de confinement 1.

[0007] La cage de confinement 1 est étanchéifiée par une gaine en un matériau isolant, non représentée en figure 1, entourant l'ensemble des tubes 2.

[0008] L'enroulement inducteur 5 est creux et il y circule un liquide de refroidissement. Les tubes 2 sont également parcourus par un liquide de refroidissement injecté et évacué depuis le capot 4.

[0009] Une autre torche à plasma comprenant une cage de confinement métallique, cylindrique et sectorisée est divulguée dans le document US-A-5 234 529.

[0010] Lorsqu'un courant alternatif parcourt l'inducteur 5, il se crée un champ magnétique alternatif axial destiné à ioniser le gaz plasmagène injecté dans la cage de confinement 1 pour former un plasma. Le champ magnétique est susceptible de créer des courants de Foucault dans les divers matériaux conducteurs composant la torche. Ces courants ont deux effets néfastes. Ils échauffent par

effet Joule les conducteurs et induisent une atténuation du champ magnétique axial. Le fait que la cage de confinement soit constituée de tubes parallèles non jointifs équivaut à une sectorisation de cette cage, ce qui entraîne que le champ magnétique peut la traverser avec une certaine atténuation alors que les courants de Foucault ne peuvent circuler autour de cette cage. Il se pose toutefois un problème en ce qui concerne le fond et le capot, et notamment le fond disposé autour d'une région portée en fonctionnement à très haute température par la flamme de la torche. Il se pose également un problème de parasitage provoqué par le champ magnétique alternatif rayonné à l'extérieur de la torche.

Résumé

[0011] Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif dont tous les éléments sont convenablement refroidis.

[0012] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif dont la fabrication et l'assemblage sont simples.

[0013] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif.

[0014] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif de rendement électrique amélioré.

[0015] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif apte à fonctionner en présence d'un milieu rayonnant à haute température en face de cette torche.

[0016] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif munie d'une protection à l'encontre des rayonnements parasites du champ magnétique.

[0017] Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une torche à plasma inductif de volume réduit.

[0018] Ainsi, un mode de réalisation de la présente invention prévoit une torche à plasma inductif comprenant une cage de confinement métallique cylindrique, un élément métallique solidaire de la cage de confinement partant radialement, vers l'extérieur, de la périphérie d'une extrémité de celle-ci, et un inducteur entourant la cage de confinement, dans laquelle la cage de confinement et ledit élément sont divisés selon des plans axiaux en secteurs régulièrement répartis, et dans laquelle les secteurs sont solidarisés alternativement par une portion de la cage de confinement du côté opposé à l'élément et par une portion dudit élément du côté opposé à la cage de confinement.

[0019] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément est un fond s'étendant latéralement.

[0020] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément comprend une cage externe cylindrique, concentrique de la cage de confinement et so-

lidaire de celle-ci par le fond.

[0021] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la cage de confinement et ledit élément sont traversés par des canalisations.

[0022] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la cage de confinement et ledit élément sont en cuivre.

[0023] Un mode de réalisation de la présente invention prévoit un procédé de fabrication d'une torche à plasma inductif, dans lequel on forme un bloc de matériau métallique comprenant un premier cylindre et un élément solidaire du premier cylindre par une extrémité de celui-ci partant radialement vers l'extérieur de la périphérie d'une extrémité du premier cylindre, et dans lequel on ménage des fentes axiales pour définir des secteurs dans ledit bloc, chaque fente traversant l'élément ou le premier cylindre et la découpe étant alternativement interrompue à une faible distance d'un bord de l'élément opposé au premier cylindre et à une faible distance d'un bord du premier cylindre opposé à l'élément.

[0024] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément est un fond s'étendant latéralement.

[0025] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit élément est un second cylindre concentrique et solidarisé au premier cylindre par un fond.

[0026] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit bloc est formé par fraisage.

[0027] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le matériau conducteur est du cuivre.

[0028] Selon un mode de réalisation de la présente invention, des canalisations sont formées dans l'épaisseur du cylindre et dudit élément.

Brève description des dessins

[0029] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 est une vue en perspective coupée selon un plan vertical d'une torche à plasma inductif à cage de confinement froide du type de celle décrite dans le brevet US 5877471,

la figure 2A est une vue en perspective coupée selon un plan vertical d'une torche à plasma inductif selon un mode de réalisation de la présente invention,

la figure 2B est une vue en perspective illustrant trois secteurs adjacents de la cage de confinement et du fond de la torche à plasma de la figure 2A,

la figure 3A est une vue en perspective coupée selon un plan vertical d'une torche à plasma inductif selon un autre mode de réalisation de la présente invention, et

la figure 3B est une vue en perspective illustrant trois secteurs adjacents de la cage de confinement, de la

cage externe et du fond de la torche à plasma de la figure 3A.

[0030] De mêmes références désignent de mêmes éléments dans les diverses figures.

Description détaillée

[0031] La figure 2A illustre un mode de réalisation d'une torche à plasma inductif à parois froides. La torche à plasma comprend une cage de confinement métallique refroidie 1 en forme de cylindre. La cage de confinement est solidaire d'un fond métallique refroidi 10 s'étendant latéralement vers l'extérieur depuis la périphérie de l'extrémité supérieure de la cage de confinement 1 (côté de sortie de flamme), ce fond servant d'écran thermique par rapport à un milieu chaud, par exemple un bain d'un matériau fondu, recevant la flamme de la torche. Un capot 4 est monté du côté inférieur. La cage de confinement 1 et le fond 10 forment un élément unique qui est divisé en secteurs par des fentes axiales. Les fentes sont interrompues de sorte que les secteurs sont solidaires alternativement par des régions de jonction 11 s'étendant entre des parties sectorisées voisines de la cage de confinement 1 du côté opposé au fond 10 et par des régions de jonction 12 s'étendant entre des parties sectorisées voisines du fond 10 du côté opposé à la cage de confinement 1. Un enroulement inducteur 5 disposé du côté du fond 10 entoure la cage de confinement 1. Un injecteur de gaz 7, non intégralement représenté, pénètre dans la cage de confinement 1 au travers du capot 4 jusqu'au niveau de l'enroulement inducteur 5.

[0032] La figure 2B est une vue en perspective illustrant de façon agrandie trois secteurs adjacents de la cage de confinement et du fond de la torche à plasma inductif de la figure 2A. La figure 2B illustre en particulier des canalisations internes permettant la circulation d'un fluide de refroidissement dans l'épaisseur du métal constitutif de la cage de confinement 1 et du fond 10.

[0033] On considère un couple de secteurs adjacents 101 et 102 solidaires l'un de l'autre par une jonction 12 située à l'extrémité du fond 10 opposée à la cage de confinement 1 et solidaires des secteurs voisins par des jonctions 11 situées à l'extrémité inférieure de la cage de confinement 1. Une canalisation 30 comprend cinq tronçons 30-1 à 30-5 de canalisation formés à l'intérieur des parois de la cage de confinement 1 et du fond 10. Chaque tronçon communique avec le tronçon suivant. Le tronçon 30-1 s'étend verticalement à partir d'une ouverture 32 dans la partie inférieure de la cage de confinement 1 du secteur 101 jusqu'à une région 30-a située dans le fond 10 du secteur 101. Le tronçon 30-2 s'étend radialement dans le fond 10 du secteur 101 de la région 30-a à une région 30-b située à l'extrémité du fond 10 du secteur 101 opposée à la cage de confinement 1. Le tronçon 30-3 s'étend dans le fond 10 de la région 30-b à une région 30-c située dans le fond 10 du secteur 102 et symétrique de la région 30-b du secteur 101. Le tron-

çon 30-4 s'étend radialement dans le fond 10 du secteur 102 de la région 30-c à une région 30-d située au niveau de la cage de confinement 1 du secteur 102. Le tronçon 30-5 s'étend verticalement dans la cage de confinement 1 du secteur 102 de la région 30-d à une ouverture 33 dans la partie inférieure de la cage de confinement 1 du secteur 102.

[0034] La figure 3A illustre un autre mode de réalisation d'une torche à plasma inductif. La torche à plasma inductif comprend une cage de confinement 1 en forme de cylindre et une cage externe 9 en forme de cylindre coaxial. La cage de confinement 1 et la cage externe 9 sont reliées du côté supérieur (côté de sortie de flamme) par un fond 10. Un capot 4 est monté du côté inférieur. La cage de confinement 1, la cage externe 9 et le fond 10 forment un élément métallique unique, par exemple en cuivre, qui est divisé en secteurs par des fentes axiales. Les fentes sont interrompues de sorte que les secteurs sont solidaires, du côté opposé au fond, alternativement par des régions de jonction 11 s'étendant entre des parties sectorisées voisines de la cage de confinement 1 et par des régions de jonction 13 s'étendant entre des parties sectorisées voisines de la cage externe 9. Un enroulement inducteur 5 disposé du côté du fond 10 entoure la cage de confinement 1. Un injecteur de gaz 7, non intégralement représenté, pénètre dans la cage de confinement 1 au travers du capot 4 jusqu'au niveau de l'enroulement inducteur 5. La cage externe a pour objet de limiter les rayonnements électromagnétiques émis vers l'extérieur.

[0035] La figure 3B est une vue en perspective illustrant de façon agrandie trois secteurs adjacents de la cage de confinement, de la cage externe et du fond de la figure 3A. La partie centrale de la cage de confinement 1 est crevée par souci de clarté. La figure 3B illustre en particulier des canalisations internes permettant la circulation d'un fluide de refroidissement dans l'épaisseur du métal constitutif de la cage de confinement 1, de la cage externe 9 et du fond 10.

[0036] On considère un couple de secteurs adjacents 101 et 102 solidaires l'un de l'autre par une jonction 13 située à l'extrémité inférieure de la cage externe 9 et solidaires des secteurs voisins par des jonctions 11 situées à l'extrémité inférieure de la cage de confinement 1. Une canalisation 30 comprend sept tronçons de canalisation 30-1, 30-2, 30-6 à 30-8, 30-4 et 30-5 formés à l'intérieur des parois de la cage de confinement 1, de la cage externe 9 et du fond 10. Chaque tronçon communique avec le tronçon suivant. Le tronçon 30-1 s'étend verticalement à partir d'une ouverture 32 dans la partie inférieure de la cage de confinement 1 du secteur 101 jusqu'à une région 30-a située dans le fond 10 du secteur 101. Le tronçon 30-2 s'étend radialement dans le fond 10 du secteur 101 de la région 30-a à une région 30-b située au niveau de la cage externe du secteur 101. Le tronçon 30-6 s'étend verticalement dans la cage externe du secteur 101 de la région 30-b jusqu'à une région 30-e. Le tronçon 30-7 s'étend horizontalement dans la cage

externe de la région 30-e dans le secteur 101 à une région 30-f dans le secteur 102. Le tronçon 30-8 s'étend verticalement dans la cage externe du secteur 102 de la région 30-f à une région 30-c située dans le fond 10 du secteur 102. Le tronçon 30-4 s'étend radialement dans le fond 10 du secteur 102 de la région 30-c à une région 30-d située au niveau de la cage de confinement 1 du secteur 102. Le tronçon 30-5 s'étend verticalement dans la cage de confinement 1 du secteur 102 de l'extrémité 30-d à une ouverture 33 dans la partie inférieure de la cage de confinement 1 du secteur 102.

[0037] En figures 2B et 3B, le fluide de refroidissement est injecté dans les canalisations 30 par les ouvertures 32 et évacué par les ouvertures 33.

[0038] Les tronçons de canalisation sont par exemple réalisés par perçage. Ils sont obturés par insertion de bouchons et/ou par brasure aux débouchés de perçage aux emplacements où la canalisation 30 ne doit pas être ouverte.

[0039] On comprendra que les structures et les formes des canalisations illustrées en figure 2B et 3B ne représentent que des exemples de réalisation possible. De nombreuses autres structures pourront être prévues. En particulier, on pourra prévoir plusieurs canalisations par secteur.

[0040] La cage de confinement, le fond et de préférence la cage externe quand elle est prévue sont étanchéifiés en comblant l'espacement entre les secteurs par un isolant électrique.

[0041] La fabrication de telles torches à plasma est simple puisque la cage de confinement, le fond et, si elle est prévue, la cage externe ne forment qu'un seul et même élément. Cet élément peut être réalisé par moulage, usinage ou encore par soudage de différents sous-éléments. Pour la fabrication de cet ensemble monobloc, on pourra partir d'un bloc de cuivre qui est fraisé pour définir le fond, le cylindre de confinement et éventuellement le cylindre externe. Une fois ce bloc formé, des opérations de sciage simple permettront la division en secteurs. Bien entendu, ceci est susceptible de nombreuses variantes. Par exemple, le ou les cylindres et le fond pourront être fabriqués séparément et soudés ou assemblés d'une autre manière et fendus pour assurer la division en secteurs tout en maintenant la cohérence de l'ensemble.

[0042] Un avantage des structures de torche décrites ici réside dans leur simplicité d'assemblage. En effet, l'ensemble de la cage interne, du fond et éventuellement la cage externe est un ensemble monobloc qui est donc facile à assembler.

[0043] Un autre avantage réside dans l'unicité du circuit de refroidissement.

[0044] La torche à plasma comprenant une cage externe sectorisée est particulièrement compacte. En effet, l'inducteur est situé dans une zone froide et à l'abri des poussières de l'environnement extérieur, les dimensions de la torche à plasma peuvent être réduites sans crainte de claquages liés aux forts courants alternatifs circulant

dans l'inducteur. Inversement, à volume de torche fixé, la structure de torche comprenant une cage externe sectorisée décrite ici peut être associée à un générateur de courant alternatif plus puissant que dans le cas des structures antérieures. Par exemple, pour les dimensions précisées ci-avant, la puissance du générateur est limitée à 200 kW pour une structure de torche équivalente à celle décrite en figure 1 contre 350 kW pour la structure de torche comprenant un ensemble sectorisé monobloc.

[0045] Dans un exemple de réalisation, la cage de confinement, le fond et, si elle est prévue, la cage externe sont en cuivre. Le capot est en polymère fluoré du type du PTFE GF25, plus connu sous le nom de Téflon. Le diamètre extérieur de la cage externe est de 210 mm, le diamètre intérieur de la cage de confinement est 50 mm, et le diamètre externe de l'enroulement inducteur est de 110 mm. La hauteur de la cage de confinement et de la cage externe est de 290 mm. L'épaisseur de la cage de confinement est de 10 mm. L'injecteur pénètre dans la cage de confinement jusqu'à une distance de 70 mm du fond. L'enroulement inducteur débute à 30 mm du fond et se termine à 110 mm du fond. La cage de confinement, le fond et selon le mode de réalisation la cage externe sont divisés en 12 secteurs régulièrement répartis. La sectorisation, lorsqu'elle est prolongée jusqu'au bord inférieur de la cage de confinement est interrompue à 20 mm du bord de la cage externe ou du fond selon le mode de réalisation. L'espacement entre les secteurs est de 1,5 mm. Le diamètre des canalisations dans la cage de confinement, le fond et selon le mode de réalisation la cage externe est de 3 mm.

[0046] Des modes de réalisation particuliers de la présente invention ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, la forme et les dimensions de la cage de confinement, la forme et les dimensions de la cage externe, le circuit de refroidissement, la nature du matériau constituant la cage de confinement, la cage externe ou le fond et la méthode pour étanchéifier la cage de confinement, le fond et la cage externe seront choisis par l'homme de l'art en fonction des performances désirées de la torche à plasma.

[0047] Le nombre de secteurs pourra être choisi par l'homme de l'art pour optimiser les caractéristiques de la torche, et notamment pour favoriser la propagation du champ magnétique vers l'intérieur de la structure et limiter sa propagation vers l'extérieur de la structure lorsque la torche à plasma est munie d'une cage externe sectorisée.

[0048] Dans un mode de réalisation, on pourra choisir que l'épaisseur de la cage externe soit supérieure à celle de la cage de confinement.

[0049] Différentes variantes usuelles de réalisation des torches à plasma n'ont pas été décrites ici. En particulier on pourra adjoindre au fond du côté extérieur, une couronne en un matériau réfractaire constituant un bouclier thermique protégeant le fond contre le rayonnement thermique produit par le matériau chauffé par la torche

à plasma.

[0050] L'étendue de l'invention est définie par les revendications jointes.

5

Revendications

1. Torche à plasma inductif comprenant :

10

une cage de confinement métallique (1) cylindrique,

15

un élément métallique (10) solidaire de la cage de confinement (1) partant radialement vers l'extérieur de la périphérie d'une extrémité de celle-ci, et

20

un inducteur (5) entourant la cage de confinement (1),

25

dans laquelle la cage de confinement (1) et ledit élément sont divisés selon des plans axiaux en secteurs régulièrement répartis, et dans laquelle les secteurs sont solidarisés alternativement par une portion de la cage de confinement (1) du côté de la cage opposé à l'élément (10) et par une portion dudit élément du côté de l'élément opposé à la cage de confinement (1).

30

2. Torche à plasma inductif selon la revendication 1, dans laquelle ledit élément est un fond (10) s'étendant latéralement.

35

3. Torche à plasma inductif selon la revendication 2, dans laquelle ledit élément comprend une cage externe (9) cylindrique, concentrique de la cage de confinement (1) et solidaire de celle-ci par le fond (10).

40

4. Torche à plasma inductif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la cage de confinement (1) et ledit élément sont traversés par des canalisations (30).

45

5. Torche à plasma inductif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle la cage de confinement (1) et ledit élément sont en cuivre.

50

6. Procédé de fabrication d'une torche à plasma inductif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel on forme un bloc de matériau métallique comprenant un premier cylindre et un élément solidaire du premier cylindre par une extrémité de celui-ci partant radialement vers l'extérieur de la périphérie d'une extrémité du premier cylindre, et dans lequel on ménage des fentes axiales pour définir des secteurs dans ledit bloc, chaque fente traversant l'élément ou le premier cylindre et la découpe étant alternativement interrompue à une faible distance d'un bord de l'élément opposé au premier cylindre et à une faible distance d'un bord du premier cylindre opposé à l'élément.

55

7. Procédé de fabrication d'une torche à plasma inductif selon la revendication 6, dans lequel ledit élément est un fond s'étendant latéralement.
8. Procédé de fabrication d'une torche à plasma inductif selon la revendication 6, dans lequel ledit élément est un second cylindre concentrique et solidarisé au premier cylindre par un fond.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel ledit bloc est formé par fraisage.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel le matériau conducteur est du cuivre.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, dans lequel des canalisations (30) sont formées dans l'épaisseur du cylindre et dudit élément.

Patentansprüche

1. Induktiver Plasmabrenner, der Folgendes aufweist:

einen zylindrischen Umhüllungskäfig (1) aus Metall,
 ein Element (10) aus Metall, welches fest mit dem Umhüllungskäfig (1) verbunden ist, wobei es sich radial von dem Umfang eines Endes davon nach außen erstreckt, und
 eine Spule (5), die den Umhüllungskäfig (1) umgibt,
 wobei der Umhüllungskäfig (1) und das Element entlang axialen Ebenen in regelmäßig verteilte Sektoren aufgeteilt sind, und wobei die Sektoren abwechselnd fest durch einen Teil des Umhüllungskäfigs (1) auf der Seite des Käfigs gegenüberliegend zum Element (10) und durch einen Teil des Elements an der Seite des Elementes gegenüberliegend zum Umhüllungskäfig (1) verbunden sind.

2. Induktiver Plasmabrenner nach Anspruch 1, wobei das Element ein sich seitlich erstreckender unterer Teil (10) ist.
3. Induktiver Plasmabrenner nach Anspruch 2, wobei das Element einen äußeren zylindrischen Käfig (9) aufweist, der konzentrisch zum Umhüllungskäfig (1) ist und daran durch den unteren Teil (10) verbunden ist.
4. Induktiver Plasmabrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Umhüllungskäfig (1) und das Element von Leitungen (30) durchlaufen werden.
5. Induktiver Plasmabrenner nach einem der Ansprü-

che 1 bis 4, wobei der Umhüllungskäfig (1) und das Element aus Kupfer gemacht sind.

6. Verfahren zur Herstellung des induktiven Plasmabrenners nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Block eines Metallmaterials geformt wird, welcher einen ersten Zylinder und ein Element aufweist, das fest mit dem ersten Zylinder an einem Ende davon verbunden ist, wobei es sich radial nach außen vom Umfang eines Endes des ersten Zylinders erstreckt, und wobei axiale Schlitzte geformt werden, um Sektoren in dem Block zu definieren, wobei jeder Schlitz durch das Element oder den ersten Zylinder verläuft, und wobei die Schnitte abwechselnd in einer kurzen Entfernung von einer Kante des Elements gegenüberliegend zum ersten Zylinder und in einer kurzen Entfernung von einer Kante des ersten Zylinders gegenüberliegend zum Element unterbrochen sind.

7. Verfahren zur Herstellung eines induktiven Plasmabrenners nach Anspruch 6, wobei das Element ein sich seitlich erstreckender unterer Teil ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines induktiven Plasmabrenners nach Anspruch 6, wobei das Element ein zweiter Zylinder ist, der konzentrisch zum ersten Zylinder ist, und fest mit diesem durch einen unteren Teil verbunden ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Block durch Fräsen geformt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das leitende Material Kupfer ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei Leitungen (30) in der Dickenerstreckung des Zylinders des Elements ausgeformt werden.

Claims

1. An inductive plasma torch, comprising:

a cylindrical metal confinement cage (1),
 a metal element (10) rigidly attached to the confinement cage (1), radially extending, outwards, from the periphery of an end thereof, and
 an inductor (5) surrounding the confinement cage (1),
 wherein the confinement cage (1) and said element are divided along axial planes into regularly distributed sectors, and wherein the sectors are alternately rigidly attached by a portion of the confinement cage (1) on the side of the cage opposite to the element (10) and by a portion of said element on the side of the element opposite

to the confinement cage (1).

2. The inductive plasma torch of claim 1, wherein said element is a laterally-extending bottom part (10). 5
3. The inductive plasma torch of claim 2, wherein said element comprises an external cylindrical cage (9), concentric to the confinement cage (1) and attached thereto by the bottom part (10). 10
4. The inductive plasma torch of any of claims 1 to 3, wherein the confinement cage (1) and said element are crossed by ducts (30).
5. The inductive plasma torch of any of claims 1 to 4, wherein the confinement cage (1) and said element are made of copper. 15
6. A method for manufacturing the inductive plasma torch of any of claims 1 to 5, wherein a block of a metallic material, comprising a first cylinder and an element rigidly attached to the first cylinder by one end thereof radially extending outwards from the periphery of an end of the first cylinder, is formed, and wherein axial slots are formed to define sectors in said block, each slot crossing the element or the first cylinder and the cutting being alternately interrupted a short distance from an edge of the element opposite to the first cylinder and at a short distance from an edge of the first cylinder opposite to the element. 20 25 30
7. The inductive plasma torch forming method of claim 6, wherein said element is a laterally-extending bottom part. 35
8. The inductive plasma torch forming method of claim 6, wherein said element is a second cylinder concentric to and rigidly attached to the first cylinder by a bottom part. 40
9. The method of any of claims 6 to 8, wherein said block is formed by milling.
10. The method of any of claims 6 to 9, wherein the conductive material is copper. 45
11. The method of any of claims 6 to 10, wherein ducts (30) are formed across the thickness of the cylinder and of said element. 50

55

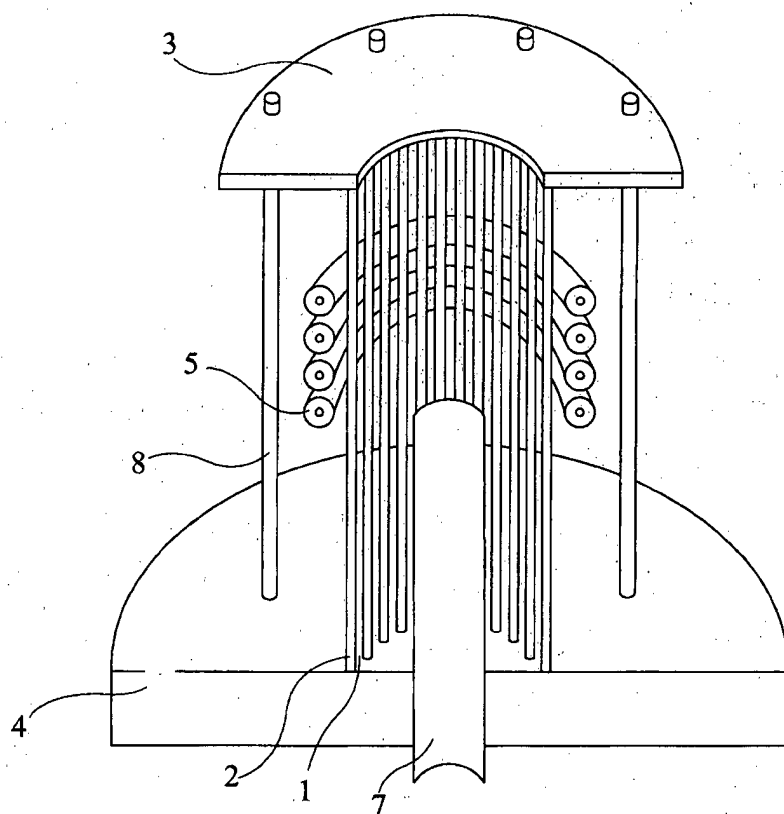


Fig 1

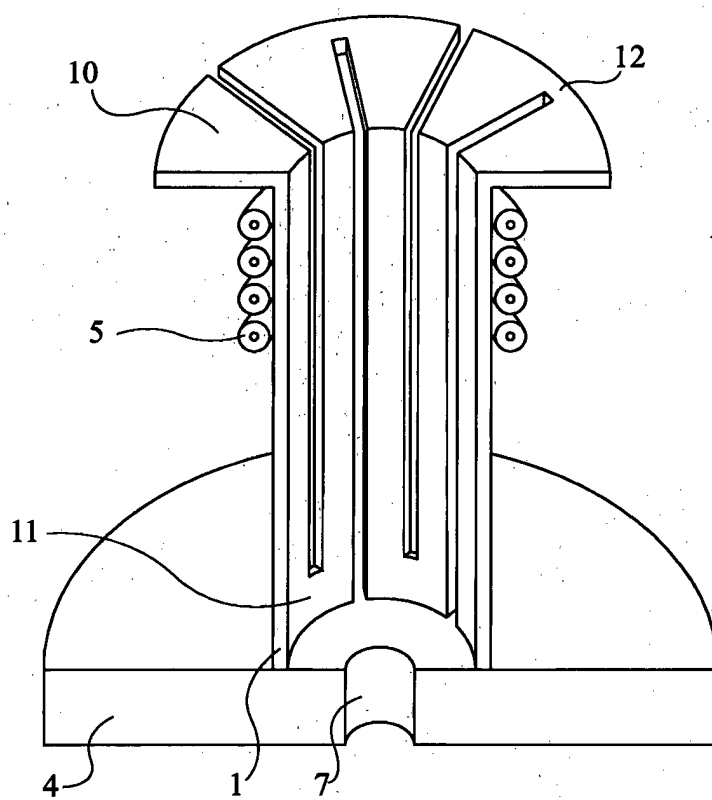


Fig 2A

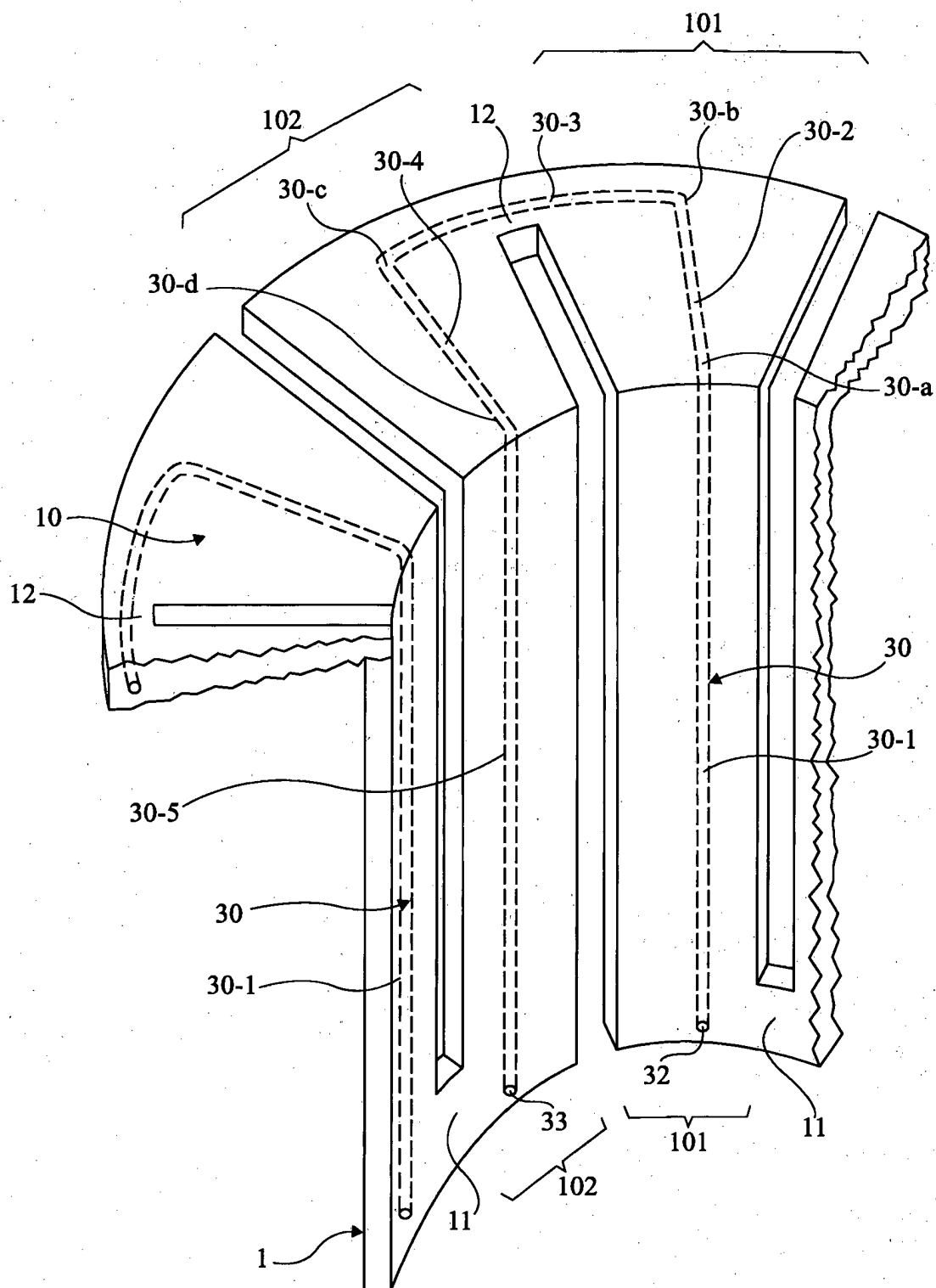


Fig 2B

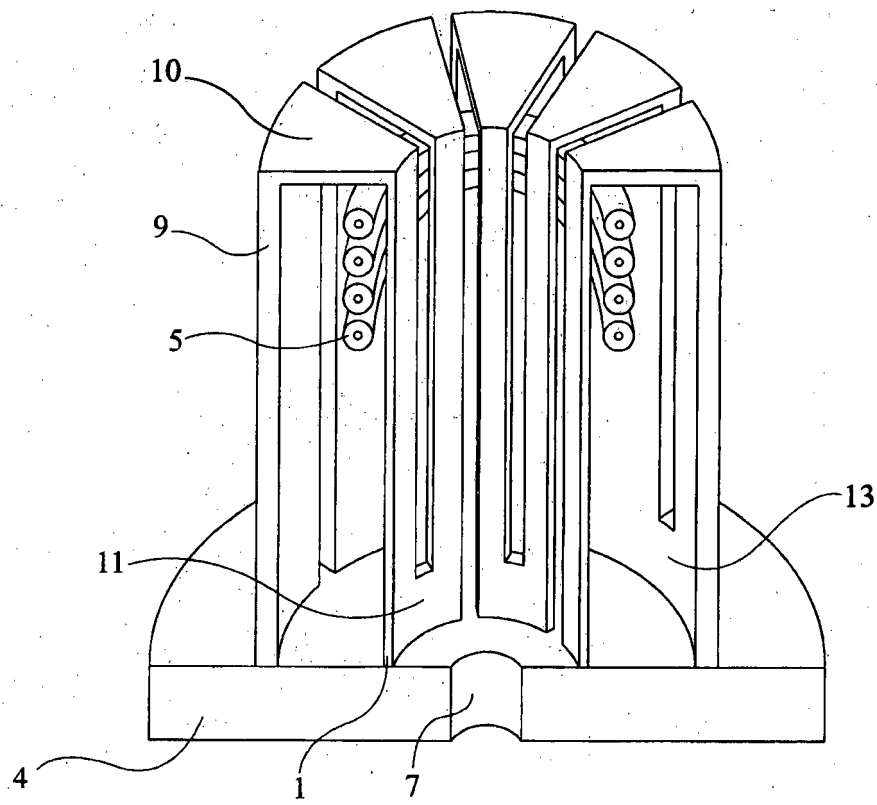


Fig 3A

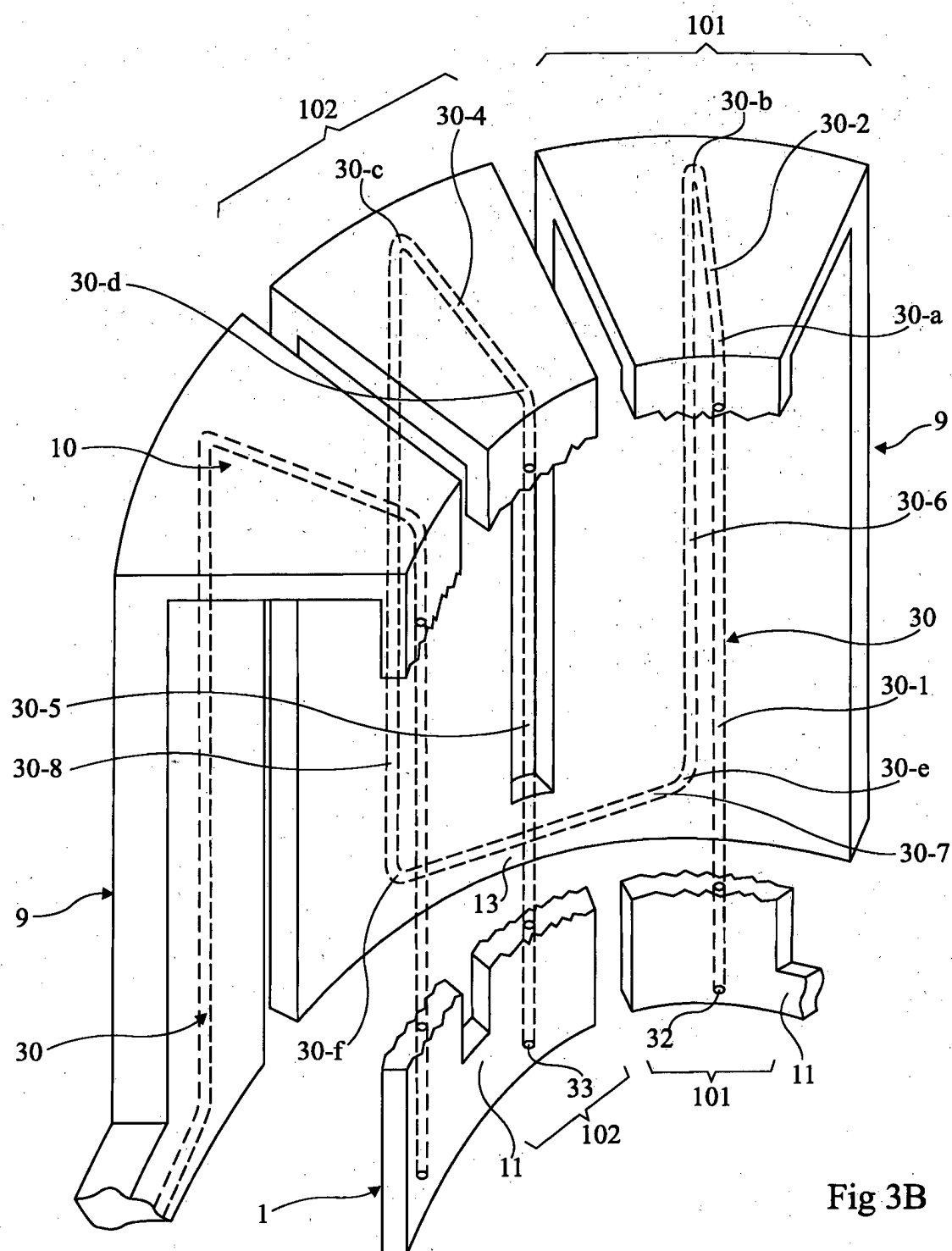


Fig 3B

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5877471 A [0005] [0029]
- US 5234529 A [0009]