



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
09.12.2009 Bulletin 2009/50

(51) Int Cl.:
H05H 1/24 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08305206.8**

(22) Date de dépôt: **28.05.2008**

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

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude 75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Rostaing, Jean-Christophe 78000, VERSAILLES (FR)**
• **Guerin, Daniel 77500, CHELLES (FR)**

• **Larquet, Christian 78280, GUYANCOURT (FR)**
• **Moine, Pascal 74570, GROISY (FR)**
• **Depert, Bruno 38700, CORENC (FR)**
• **Laurent, Valère 38190, VILLARD BONNOT (FR)**
• **Moisan, Michel OUTREMONT Québec H2V 221 (CA)**

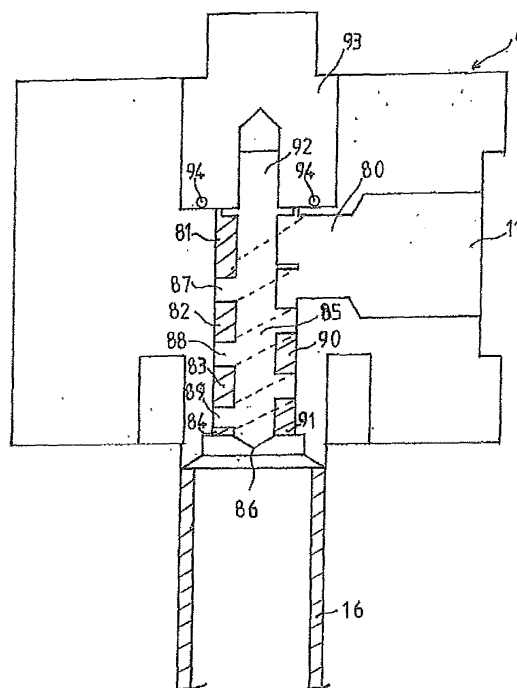
(74) Mandataire: **Conan, Philippe Claude L'Air Liquide SA, 75 Quai d'Orsay 75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(54) **Procédé de refroidissement d'un plasma micro-onde et système de destruction sélective de molécules chimiques utilisant ce procédé**

(57) Procédé de refroidissement d'un système de traitement par plasma d'un mélange de fluides notamment gazeux comportant des moyens de couplage entre une source de puissance micro-onde et un mélange de fluides notamment gazeux circulant dans un tube diélectrique au niveau des moyens de couplage qui permettent de transférer une partie de l'énergie micro-onde au mélange de fluides pour y créer un plasma de manière à provoquer la rupture d'au moins certaines des liaisons chimiques des molécules de fluides, le dit tube diélectrique étant refroidi au moins partiellement par une circulation d'un fluide de refroidissement en contact thermique avec la paroi extérieure du tube à refroidir.

Selon l'invention, d'une part la circulation du fluide de refroidissement en contact thermique avec le tube diélectrique s'effectue à co-courant avec la circulation du fluide ou mélange de fluides dans le tube diélectrique et d'autre part le fluide de refroidissement comporte au moins une huile choisie parmi les alpha oléfines linéaires ayant une chaîne carbonée d'au moins dix atomes de carbones et/ou des liquides perfluorocarbonés ayant une constante diélectrique ϵ inférieure à 2,5, une absorbance aux micro-ondes $\tan \delta$ comprise entre 10^{-2} et 10^{-4} et une chaleur spécifique $C_p < 0.6 \text{ g.cal/g.}^\circ\text{C}$.

FIG 3



Description

[0001] L'invention concerne un procédé de refroidissement d'un système de traitement par plasma d'un fluide ou mélange de fluides notamment gazeux comportant des moyens de couplage entre une source de puissance micro-onde et un mélange de fluides notamment gazeux circulant dans un tube diélectrique au niveau des moyens de couplage qui permettent de transférer une partie de l'énergie micro-onde au mélange de fluides pour y créer un plasma de manière à provoquer la rupture d'au moins certaines des liaisons chimiques des molécules de fluides, ledit tube diélectrique étant refroidi par une circulation d'un fluide de refroidissement en contact thermique avec la paroi extérieure du tube à refroidir.

[0002] L'invention concerne également un système de destruction sélective de molécules chimiques utilisant ce procédé de refroidissement.

[0003] Au cours de la fabrication des circuits intégrés, les multiples étapes de réalisation des éléments semi-conducteurs et de leurs interconnexions font appel à des substances à l'état gazeux utilisées dans des implantateurs ioniques ou des réacteurs de gravure et de dépôt physique ou chimique (« PVD » ou « CVD »). Certaines de ces substances peuvent être des gaz dits à « effet de serre », c'est-à-dire contribuant au réchauffement global du climat lorsqu'ils sont présents dans l'atmosphère, tels que notamment certains dérivés fluorés, en particulier les gaz connus sous l'appellation « PFC » (gaz perfluorés) ou « HFC » (gaz hydrofluorocarbonés) ou certains fluides et notamment certains gaz polluants atmosphériques immédiatement dangereux pour la vie ou la santé, et plus particulièrement ceux qui sont toxiques, corrosifs, inflammables, pyrophoriques et/ou explosifs.

[0004] D'une manière générale, dans la fabrication des semi-conducteurs tous les gaz dits « précurseurs » de dépôt et tous les gaz de gravure, de nettoyage de réacteurs, etc... sont récupérés à la sortie des réacteurs sous forme de mélanges et ces effluents doivent être traités.

[0005] Dans d'autres applications comme la fabrication d'écrans plats du type plasma ou LCD ou encore celle de cellules photovoltaïques, on utilise également des gaz et un certain nombre de précurseurs gazeux ou délivrés sous forme de vapeurs lorsqu'ils sont initialement à l'état liquide ou solide.

[0006] Dans d'autres applications, comme la séparation des gaz de l'air ou la purification de gaz tels que le krypton ou le xénon provenant du résidu de distillation d'une colonne argon dans une usine de séparation des gaz de l'air ou directement extraits d'un mélange issu d'une nappe souterraine, le gaz obtenu comporte une faible quantité de gaz fluorés tels que par exemple CF₄ ou C₂F₆ qu'il est nécessaire d'éliminer au mieux du gaz à purifier.

[0007] Pour détruire les gaz à effet de serre ou les gaz précurseurs de dépôt issus de ces réacteurs de fabrication de circuits intégrés, il est connu par exemple de EP-A-874537 d'utiliser des plasmas à pression atmosphérique qui sont engendrés par couplage d'une onde électromagnétique ultra -haute fréquence (UHF) ou hyperfréquence (micro-onde ou MW) transportée dans un guide d'onde jusqu'à un système « applicateur » de l'onde au mélange gazeux qui permet de créer le plasma gazeux. Compte tenu du fait que l'utilisation des ondes électromagnétiques est très réglementée (en raison des interférences potentielles avec les télécommunications civiles et militaires), seules quelques bandes UHF ou micro-ondes sont disponibles et autorisées pour les utilisations industrielles, scientifiques et médicales (ISM) et en particulier pour la réalisation de ces plasmas, et notamment les fréquences 2,45 GHz, 915 MHz, 434 MHz.

[0008] Les effluents gazeux tels que notamment les effluents de type PFC ou HFC émanant des chambres de gravure sont systématiquement dilués dans de l'azote au niveau des pompes à vide primaire à cause de leur dangerosité. Le mélange de gaz entrant dans un système de traitement ou de destruction d'effluents du type susnommé est donc majoritairement constitué d'azote.

[0009] L'utilisation à pression atmosphérique d'un gaz vecteur tel que l'azote requiert une énergie importante pour ioniser le gaz et pour entretenir un plasma d'azote.

Par ailleurs, l'utilisation de tubes notamment en céramique, engendre des problèmes de tenue en température des différents matériaux utilisés. Le tube à décharge est en effet refroidi par un liquide caloporteur circulant d'une de ses extrémités à l'autre, dans un espace déterminé entre ledit tube et un second tube externe coaxial servant de confinement au liquide. Lorsqu'on fait fonctionner la source de plasma de manière prolongée à haute puissance dans un gaz constitué en majorité d'azote ou d'air, du fait de l'excellente conductivité thermique de la céramique, la température de la surface externe au contact de la couche limite du fluide diélectrique de refroidissement peut dépasser la limite de stabilité physicochimique de ce dernier. On peut ainsi constater un début de polymérisation solide sur la paroi du tube, le dépôt formé absorbant généralement les micro-ondes d'où un effet d'auto-emballement (car l'absorption augmente généralement avec la température, de sorte que plus le tube est chaud, plus il a tendance à chauffer encore davantage) et la création de zones très fortement surchauffées ayant tendance à s'étendre graduellement. Ces très fortes contraintes thermiques dans une très faible épaisseur sont susceptibles de conduire à la fissuration ou la rupture du tube. Le fluide diélectrique caloporteur peut subir également une transformation en volume et devenir trouble et malodorant, correspondant à la formation de produits de décomposition suspectés d'être nocifs. Sans préjuger de la dégradation des propriétés fonctionnelles du fluide (caractère diélectrique et propriété de transfert thermique), la nocivité du produit usagé est inacceptable en milieu industriel. Ainsi par exemple, l'utilisation de fluides siliconés comme le diméthylpolysiloxane

(DMPS) a été abandonnée compte tenu de la nocivité présumée des produits de décomposition à la chaleur.

Le document US-B1-6 541 917 décrit un élément de canalisation pour dispositif de traitement de gaz par excitation de ce dernier au moyen d'un rayonnement micro-ondes incident adapté pour produire dans la gaz un plasma d'onde de surface.

[0010] L'invention vise à pallier les différents inconvénients mentionnés ci-avant en utilisant un système de refroidissement du tube, notamment diélectrique, dans lequel est engendré le plasma à pression atmosphérique, différent des systèmes utilisés dans l'art antérieur.

[0011] Selon l'invention, d'une part la circulation du fluide de refroidissement en contact thermique avec le tube diélectrique s'effectue à co-courant avec la circulation du fluide ou mélange de fluides dans le tube diélectrique et d'autre part le fluide de refroidissement comporte au moins une huile choisie parmi les alpha oléfines linéaires ayant une chaîne carbonée d'au moins dix atomes de carbone et/ou des liquides perfluorocarbonés ayant une constante diélectrique ϵ inférieure à 2,5, une absorbance aux micro-ondes $\tan \delta$ comprise entre 10^{-2} et 10^{-4} et une chaleur spécifique $C_p < 0.6$ g.cal/g.°C.

[0012] Après avoir constaté du nombreuses ruptures prématurées de tubes diélectriques dues à une surchauffe locale du tube, les inventeurs ont réussi à mettre en évidence un certain nombre de résultats qui leur ont permis de réaliser l'invention. Notamment, lors de la circulation à contre-courant du mélange de fluides à traiter (injection vers le bas) et du fluide de refroidissement caloporteur (circulation vers le haut), circulation à contre-courant qui est habituellement reconnue par l'homme de métier comme permettant le meilleur échange thermique entre les fluides, les inventeurs ont mis en évidence l'existence de bulles dans le liquide caloporteur au niveau du tube céramique. Ainsi le film d'huile de refroidissement au contact de la paroi du tube n'est pas continu du fait de ces bulles qui sont composées de gaz de l'air dissout et d'huiles vaporisées. Ces phénomènes ont été confirmés par observation des changements d'indice de réfraction du tube céramique. De façon tout à fait inattendue, l'inversion du sens de circulation de l'huile (à co-courant avec la circulation du mélange de fluides, c'est à dire dans le présent exemple, de haut en bas) permet un meilleur refroidissement à la jonction céramique/huile et permet d'éviter la formation d'un film d'huile vaporisée à cette même jonction.

On a également constaté que si les alpha-oléfines linéaires, notamment du type C14 donnaient déjà des résultats bien supérieurs aux liquides caloporteurs habituels (tels que l'eau, notamment), l'utilisation de liquides perfluorocarbonés (PFC) donnaient des résultats encore nettement améliorés, en particulier lorsque ces fluides avaient les propriétés suivantes :

- Constante diélectrique $\epsilon < 2,5$, de préférence $\epsilon < 2,0$;
- $10^{-4} < \tan \delta < 10^{-2}$, de préférence $< 10^{-3}$;
- Chaleur spécifique C_p telle que : $C_p \leq 0.6$, de préférence $C_p \leq 0.3$.

[0013] De plus, ces produits ayant une masse volumique très élevée (presque trois fois supérieure à une alpha-oléfine de type C-14) la quantité de liquide à faire circuler pour évacuer le même nombre de calories est nettement moins élevée, ce qui se traduit par une réduction de débit du fluide caloporteur de l'ordre de 30%.

En outre ces produits perfluorés sont beaucoup plus stables thermiquement, ce qui augmente la sécurité de fonctionnement du système de l'invention.

De préférence, on utilisera au moins une alpha oléfine linéaire, de préférence une alpha oléfine linéaire C-14 ou tétradécène-1 et/ou un fluide perfluorocarboné (PFC) ayant une constante diélectrique $\epsilon < 2$ et/ou une absorbance $\tan \delta < 10^{-3}$ et/ou une chaleur spécifique $C_p \leq 0,3$ g.cal/g.°C.

[0014] Selon une variante préférentielle de réalisation, l'injection du mélange de fluides dans le tube s'effectue à la pression atmosphérique ou à une pression voisine de la pression atmosphérique.

[0015] Selon une autre variante, on réalisera l'injection du mélange de fluide et/ou d'un gaz complémentaire inerte sous forme d'un vortex dans le tube diélectrique.

[0016] Selon un autre mode préférentiel de réalisation de l'invention, le fluide à traiter et le fluide de refroidissement circulent de haut en bas.

[0017] L'invention concerne également un système de traitement par plasma comportant :

- des moyens d'injection d'un fluide et/ou d'un gaz ;
- un tube diélectrique recevant le fluide et/ou le gaz ;
- un générateur de micro-ondes ;
- des moyens de couplage des micro-ondes et du fluide et/ou d'un gaz pour créer un plasma dans le tube diélectrique ;
- des moyens de refroidissement du tube diélectrique placés à l'extérieur du tube, à l'aide d'un fluide de refroidissement ;
- une source d'alfa oléfine linéaire et/ou de fluide perfluorocarboné reliée aux moyens de refroidissement du tube ;
- des moyens pour faire circuler le fluide de refroidissement à co-courant du fluide ou mélange de fluides à traiter,

de préférence du haut vers le bas.

[0018] L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples de réalisation suivants, donnés à titre non limitatif, conjointement avec les figures qui représentent :

- la figure 1, une vue schématique globale du système selon l'invention ;
- la figure 2a, une vue en coupe verticale d'une tête d'injection de fluides utilisant un vortex et adaptable au système de la figure 1 ;
- la figure 2b, une vue en coupe selon A-A de la vue de la figure 1 ;
- la figure 2c, une vue en coupe horizontale selon B-B de la vue de la figure 2a ;
- La figure 3 est une variante de réalisation d'une tête d'injection créant un vortex.

[0019] Sur la figure 1, le système de traitement des gaz par plasma A comporte un applicateur de champ 1 du type surfaguide tel que décrit dans EP-A-874537, un échangeur thermique B et des moyens de lavage C, puis des moyens de nettoyage à sec D (ou disposés dans l'ordre inverse si on le souhaite).

Le système A est alimenté par l'intermédiaire de la vanne Vd en gaz de démarrage du plasma et/ou par l'intermédiaire de la vanne Vf en gaz à traiter et est issu de l'un des réacteurs CVD1, CVD2, CVD3, ... CVDn, via les vannes respectives V1, V2, V3, ... Vn (ces gaz peuvent être des gaz issus de réacteurs de fabrication de semiconducteurs ou d'écrans plats ou de fibres optiques ou de cellules solaires, etc.).

Le système A comporte aussi un tube diélectrique 16 entouré par un système de refroidissement comportant un fluide caloporteur 19 absorbant suffisamment faiblement les micro-ondes afin de garder la puissance disponible pour entretenir le plasma, circulant dans l'espace 18 délimité par le tube externe en silice 17 et le tube diélectrique 16. L'entrée de fluide 19 est située dans la partie inférieure 13 du système A et la sortie 20 du fluide 19 après refroidissement du tube 16 est située dans la partie supérieure 24.

L'applicateur de champ 1 dans sa partie réduite centrale 3 (réduction du petit côté de la section du guide d'ondes rectangulaire creux par rapport au standard) est traversé par le tube diélectrique 16, le tube en silice 17 entourant l'espace 18 de circulation du fluide de refroidissement. Des manchons en matériau conducteur électriquement 7, 8 jouant le rôle d'écrans électromagnétiques sont disposés respectivement autour de la partie haute et basse des tubes susmentionnés. Entre la partie inférieure du manchon 7 et le tube diélectrique, on prévoit une distance radiale optimale afin d'obtenir le couplage maximum entre le guide d'onde et le tube, sans perturbation des micro-ondes par la présence du manchon.

La même distance radiale optimisée est prévue entre la partie supérieure du manchon 8 et le tube au niveau de la partie inférieure de l'applicateur 1. A leurs autres extrémités, les manchons 7, 8 sont adjacents respectivement à la partie supérieure 24 et à la partie inférieure 13. L'applicateur de champ 1 en guide d'onde rectangulaire creux comporte une partie centrale 3 de section réduite par rapport à la section standard utilisée aux entrées/sorties 2, 4 situées de part et d'autre de cette partie centrale 3. La puissance micro-onde, lorsque le système est en fonctionnement, circule de la partie latérale 2 vers la partie centrale 3, au niveau de laquelle les micro-ondes sont concentrées pour être lancées le long du tube 16 de part et d'autre de cette partie centrale 3 de l'applicateur de champ, de manière à créer un plasma dans le tube 16 en lui cédant de l'énergie tout au long de la propagation de l'onde le long du tube. Ce plasma est démarré en utilisant l'électrode 23 qui est solidaire du support 10 situé au-dessus de la partie supérieure 9 du système A. L'électrode 23 est maintenue sensiblement selon l'axe du tube diélectrique 16 et elle est reliée à une source de haute tension ou bobine de démarrage.

Le système de démarrage du plasma est relié à la vanne Vn et comporte essentiellement deux branches : l'une reliée à une source d'argon Ar par l'intermédiaire d'un régulateur de débit massique et d'une vanne VAR, l'autre à une source d'azote par l'intermédiaire d'un régulateur de débit massique et d'une vanne VN₂.

L'échangeur thermique B permet de refroidir les gaz chauds issus du plasma du système A et de les envoyer aux environs de 150°C au plus vers le laveur C et le nettoyeur à sec D (ou vice-versa).

[0020] Sur la figure 2 est représenté un système d'injection de gaz (de démarrage ou à traiter) sous forme d'un vortex. Les conduits d'injection de gaz et/ou de fluide arrivent tangentiellement dans le conduit vertical 54, situé dans le prolongement du tube diélectrique 16, afin de créer un effet de rotation des gaz et/ou des fluides injectés.

[0021] La figure 2a est une vue en coupe verticale de la partie supérieure 9, 24 du système plasma A. Quatre conduits d'injection de gaz (57, 51), (58, 62), (59, 53), et (60, 64) tous visibles sur la figure 2b (qui est une vue en coupe selon A-A de la figure 1) permettent de créer ce vortex dans le conduit 54. Le support 10 de l'électrode 23 est solidaire de la partie supérieure 9 (24). Les quatre conduits d'injection sont de préférence orientés (dans le plan horizontal) à 90° les uns des autres et peuvent être orientés (dans le plan vertical) soit horizontalement soit de haut en bas. Les conduits (70, 72) et (71, 73) (visibles sur la figure 2c qui est une coupe horizontale B-B de la figure 2a) sont également connectés tangentiellement au conduit central 54 et orientés à 180° l'un par rapport à l'autre. Ils permettent l'injection d'un gaz additionnel (par exemple de l'azote) lorsque le débit de gaz injecté dans les quatre injecteurs situés dans le plan A-A

est insuffisant pour maintenir un vortex. (Un tel vortex permet de diminuer les échanges thermiques avec la paroi du tube diélectrique, d'éviter le contact direct du plasma avec ce même tube diélectrique et d'éviter ainsi une température trop élevée préjudiciable au tube diélectrique).

[0022] La figure 3 représente une vue schématique d'une variante de réalisation d'une tête d'injection 9 de gaz à traiter dans le plasma, avec laquelle on réalise un vortex efficace. Comme sur les autres figures, les mêmes éléments portent les mêmes références. Cette tête d'injection 9 comporte une entrée d'introduction (11) des gaz à traiter qui sont ensuite conduits via le canal 80 coaxial avec l'entrée 11 vers le canal périphérique dont on a représenté les portions successives en coupe 81, 82, 83 et 84, ce canal continu, entourant la partie centrale 85 pleine (structure semblable à celle d'un escalier en colimaçon autour d'une colonne centrale 85). Cette partie centrale pleine 85 est de préférence réalisée en matériau conducteur et se termine par une partie conique 86 inférieure servant d'électrode d'allumage du plasma qui est créée dans le tube diélectrique 16. Les parties pleines 87, 88, 89, 90 et 91 en saillie par rapport à l'axe 85 sont les parties pleines disposées en spirale autour de l'axe 85 délimitant le passage du gaz. La partie supérieure 92 au-dessus de la partie centrale 85 vient se loger dans une pièce mobile 93 assurant la fixation de cette partie centrale et l'étanchéité aux gaz par le joint torique 94. De préférence, comme indiqué sur la figure 3, le canal 81, 82,... conduisant le gaz afin de lui donner un effet de vortex dans le tube 16, aura un axe incliné par rapport à l'horizontale compris entre environ 25° et 35°, plus préférentiellement de l'ordre de 30°.

EXEMPLE :

[0023] Différentes huiles de refroidissement ont été utilisées avec le système décrit sur la figure 1 (avec et sans système de vortex tel que décrit sur les figures 2 et 3. Le refroidissement s'est avéré bien meilleur notamment avec l'injection des gaz à détruire sous forme d'un vortex à l'aide du dispositif de la figure 2 ou figure 3). Les huiles suivantes ont donné toute satisfaction pour le refroidissement du tube diélectrique.

Type d'huile	Alpha oléfine C-14	FC 40*	FC 43*	FC 70*
Constante diélectrique	2.3	1.87	1.9	1.98
Tan δ	5×10^{-3}	7×10^{-4}	7×10^{-4}	7×10^{-4}
Temp. ébullition °C	250	155	174	215
Temp. Critique		270	294	335
Masse volumique d (kg/m ³)	0, 771	1, 87	1,88	1, 94
Chaleur spécifique Cp (g.cal/g. °C)	0, 5	0, 26	0, 26	0, 26
• * : huiles PFC de la société « 3M ».				

[0024] Si on utilise une huile « FC 70 » au lieu d'une huile « C-14 », le produit $d \times Cp$ passe d'une valeur de 0,5 à une valeur de 0,38, ce qui se traduit par une réduction de débit de 30% à performances égales.

[0025] Dans des applications dans lesquelles on convertit un gaz tel que NF_3 pour engendrer un mélange de fluor et d'azote, l'utilisation d'une huile de type PFC pour le refroidissement du tube diélectrique sera beaucoup plus sûr. Une contrainte est cependant de ne pas utiliser des polymères ou élastomères fluorés en liaison avec ces huiles PFC.

Revendications

1. Procédé de refroidissement d'un système (A) de traitement par plasma d'un fluide ou mélange de fluides notamment gazeux comportant des moyens de couplage (7, 8) entre une source (1) de puissance micro-onde et un mélange de fluides notamment gazeux circulant dans un tube diélectrique (16) au niveau des moyens de couplage qui permettent de transférer une partie de l'énergie micro-onde au mélange de fluides pour y créer un plasma de manière à provoquer la rupture d'au moins certaines des liaisons chimiques des molécules de fluides, ledit tube diélectrique (16) étant refroidi au moins partiellement par une circulation d'un fluide de refroidissement en contact thermique avec la paroi extérieure du tube à refroidir, **caractérisé en ce que** d'une part, la circulation du fluide de refroidissement en contact thermique avec le tube diélectrique s'effectue à co-courant avec la circulation du fluide ou mélange de fluides dans le tube diélectrique et d'autre part, le fluide de refroidissement comporte au moins une huile choisie parmi les alpha oléfines linéaires ayant une chaîne carbonée d'au moins dix atomes de carbones et/ou des liquides perfluorocarbonés ayant une constante diélectrique ϵ inférieure à 2,5, une absorbance aux micro-ondes $\tan \delta$ comprise entre 10^{-2} et 10^{-4} et une chaleur spécifique $Cp < 0.6$ g.cal/g.°C.

EP 2 131 633 A1

2. procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** utilise au moins une alpha oléfine linéaire, de préférence une alpha oléfine linéaire C-14 ou tétradécène-1 et/ou un fluide perfluorocarboné (PFC) ayant une constante diélectrique $\epsilon < 2$ et/ou une absorbance $\tan \delta < 10^{-3}$ et/ou une chaleur spécifique $C_p \leq 0,3 \text{ g.cal/g.}^\circ\text{C}$.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'injection du fluide ou mélange de fluides à traiter dans le tube s'effectue à la pression atmosphérique ou à une pression voisine de la pression atmosphérique.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on réalise l'injection du mélange de fluide et/ou d'un gaz complémentaire inerte sous forme d'un vortex.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le fluide à traiter et le fluide de refroidissement circulent de haut en bas.

6. Système (A) de traitement par plasma comportant :

a) des moyens d'injection d'un fluide (19) et/ou d'un gaz ;

b) un tube diélectrique (16) recevant le fluide et/ou le gaz ;

c) un générateur (1) de micro-ondes ;

d) des moyens de couplage (7, 8) des micro-ondes et du fluide et/ou d'un gaz pour créer un plasma dans le tube diélectrique (16);

e) des moyens de refroidissement du tube diélectrique placés à l'extérieur du tube (18), à l'aide d'un fluide de refroidissement (19);

f) une source d'alfa oléfine linéaire et/ou de fluide perfluorocarboné reliée aux moyens de refroidissement du tube ;

g) des moyens pour faire circuler le fluide de refroidissement à co-courant du fluide ou mélange de fluides à traiter, de préférence du haut vers le bas.

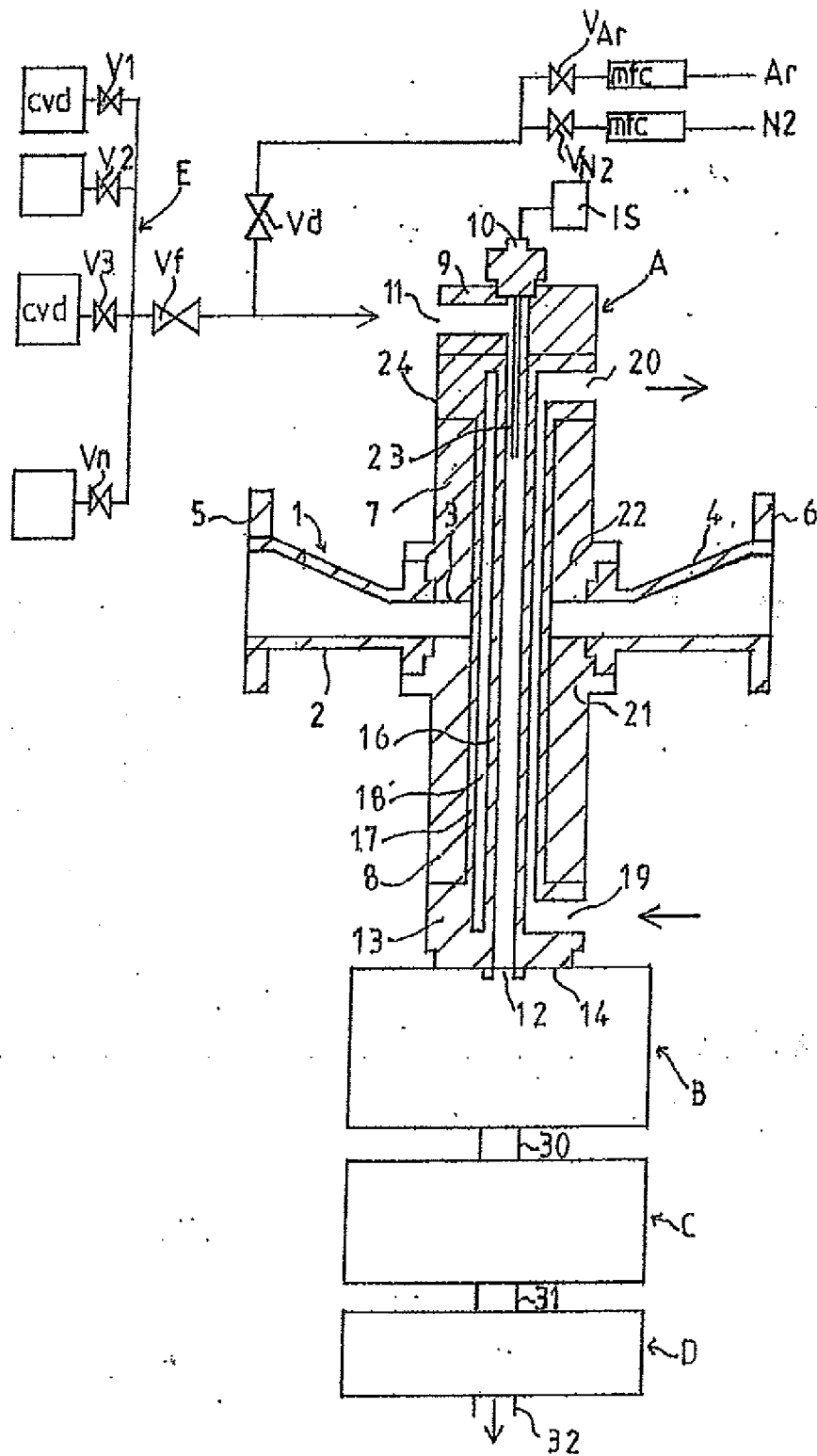


FIG 1

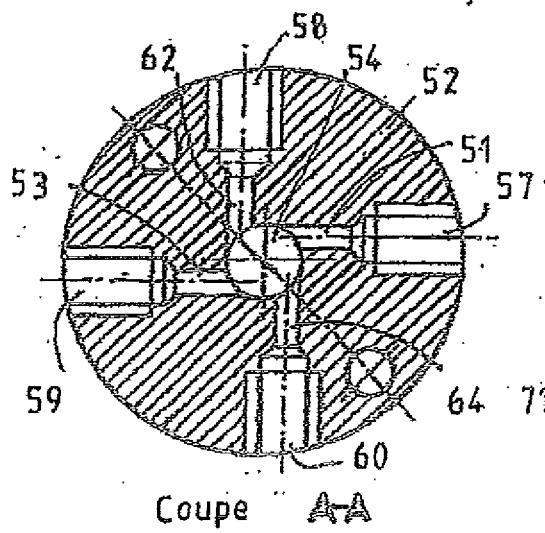
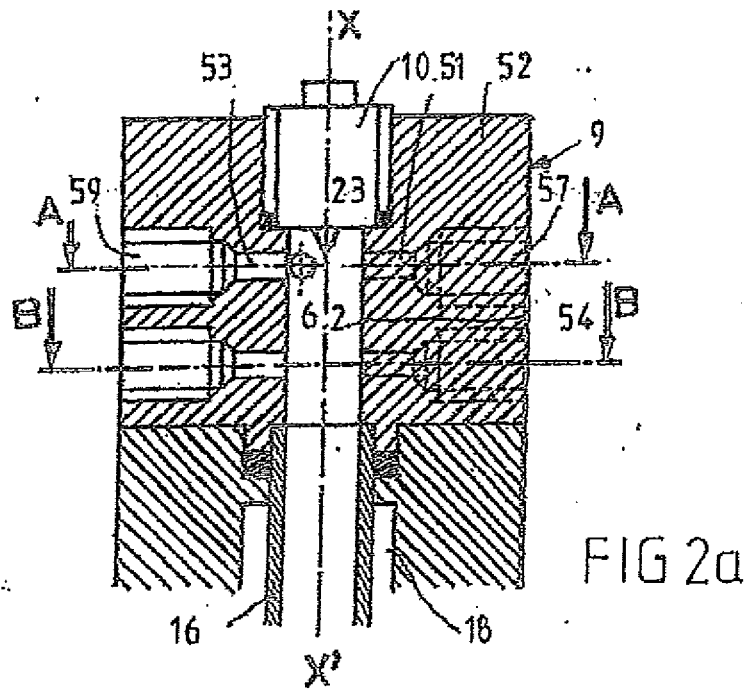


FIG 2b

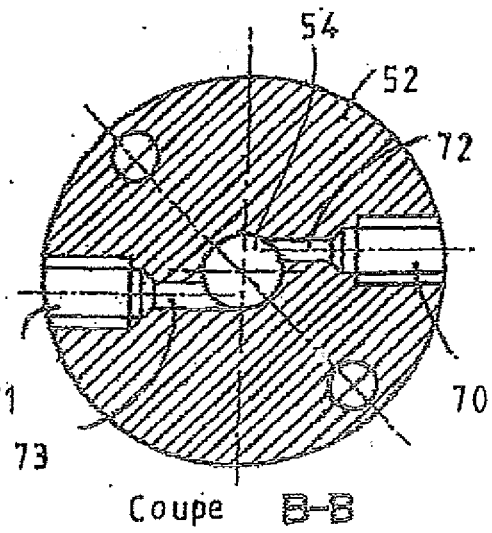
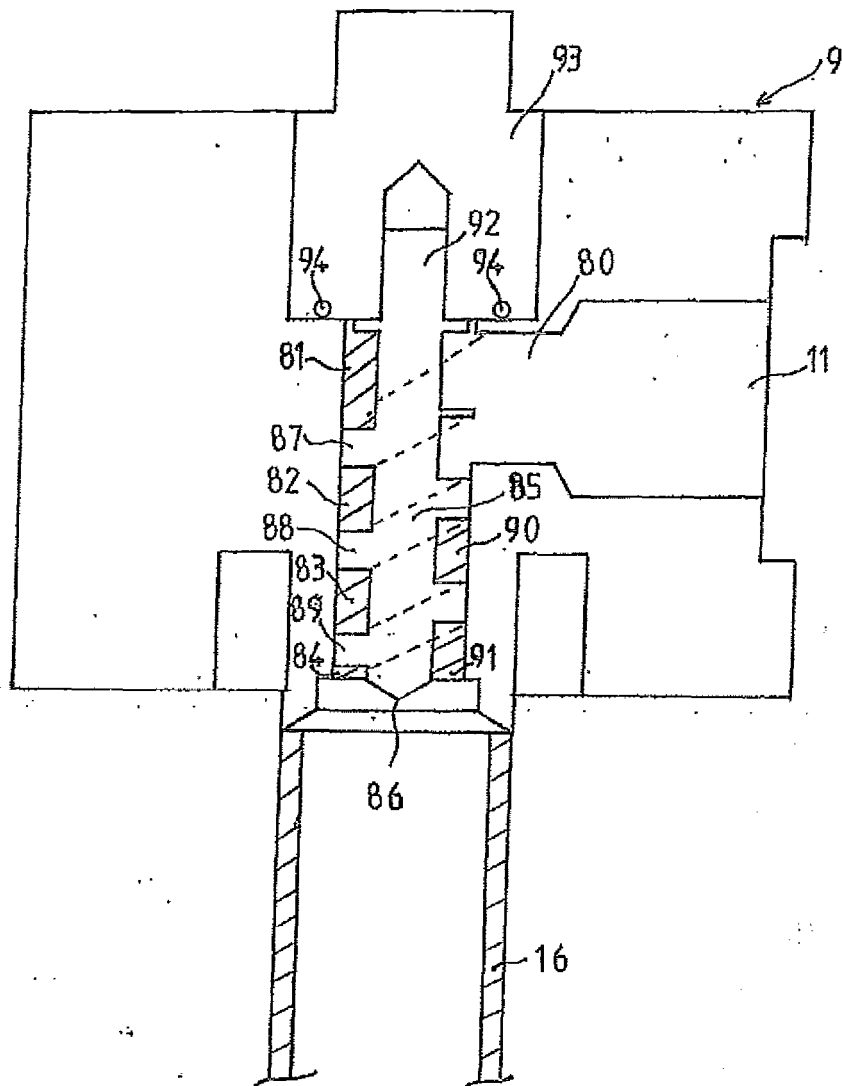


FIG 2c

FIG 3





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 30 5206

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 6 541 917 B1 (ROSTAING JEAN-CHRISTOPHE [FR] ET AL) 1 avril 2003 (2003-04-01) * colonne 4, ligne 38 - colonne 5, ligne 37 *	1-3	INV. H05H1/24
A	* colonne 7, ligne 11 - ligne 28 * * figures 1,9 *	6	
Y	US 4 828 703 A (ATWOOD GILBERT R [US]) 9 mai 1989 (1989-05-09) * colonne 9, ligne 26 - ligne 37 *	1-3	
A	WO 2006/008421 A (N DES PROCEDES GEORGES CLAUDE [FR]; KABOUZI YASSINE [FR]; MOISAN MICHE) 26 janvier 2006 (2006-01-26) * page 5, ligne 21 - ligne 24 * * figures 1-3 *	4,5	
A	US 5 159 527 A (FLYNN RICHARD M [US]) 27 octobre 1992 (1992-10-27) * tableaux 1,2 *	1,2	
A	ANONYMOUS: "M Fluorinert Electronic Liquid FC-72 - Product Information" [Online] mai 2000 (2000-05), 3M, SPECIALTY MATERIALS, ST. PAUL, MN, USA, XP002500154 Extrait de l'Internet: URL: http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf61Vs6EVs666YNQC0rrrrQ Q-> [extrait le 2008-10-15] * le document en entier *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H05H
5 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 17 octobre 2008	Examineur Capostagno, Eros
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 30 5206

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-10-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6541917 B1	01-04-2003	DE 69918044 D1	22-07-2004
		DE 69918044 T2	28-07-2005
		EP 1014761 A1	28-06-2000
		FR 2787677 A1	23-06-2000
		JP 2000189745 A	11-07-2000
US 4828703 A	09-05-1989	AUCUN	
WO 2006008421 A	26-01-2006	EP 1768776 A2	04-04-2007
		JP 2008506516 T	06-03-2008
		US 2008234530 A1	25-09-2008
US 5159527 A	27-10-1992	CA 2078808 A1	06-06-1993
		EP 0545430 A1	09-06-1993
		JP 5250917 A	28-09-1993
		MX 9206359 A1	01-06-1993

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- EP 874537 A [0007] [0019]
- US 6541917 B1 [0009]