

(19)



(11)

EP 3 613 264 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

07.06.2023 Bulletin 2023/23

(21) Numéro de dépôt: **18723700.3**

(22) Date de dépôt: **20.04.2018**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H05H 1/24 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H05H 1/471

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2018/000214

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2018/192682 (25.10.2018 Gazette 2018/43)

(54) **DISPOSITIF PLASMA A EFFET CORONA ET REACTEUR PLASMA**

KORONAEFFEKT-PLASMAVORRICHTUNG UND PLASMAREAKTOR

CORONA EFFECT PLASMA DEVICE AND PLASMA REACTOR

(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: **20.04.2017 FR 1700439**

(43) Date de publication de la demande:
26.02.2020 Bulletin 2020/09

(73) Titulaire: **Airinspace S.E**
78990 Elancourt (FR)

(72) Inventeurs:

- **DE LINAGE, Pierre**
92100 Boulogne Billancourt (FR)
- **LUNEL, Stephen**
91470 Angervilliers (FR)

(74) Mandataire: **Barbot, Willy**
Simodoro-ip
82, rue Sylvabelle
13006 Marseille (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 213 618 EP-A2- 2 120 254
EP-A2- 2 234 462 US-A1- 2005 174 062

EP 3 613 264 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 le domaine de l'émission de plasma par décharge corona et plus particulièrement celui des réacteurs à plasma.

Art Antérieur

[0002] Il est connu d'utiliser un dispositif plasma à effet corona pour produire, par décharge corona, un plasma et un flux ionique. Un tel dispositif permet avantageusement de produire un plasma permettant d'ioniser un fluide traversant le dispositif. Une telle ionisation trouve des fonctionnalités multiples et complémentaires, par exemple, dans le secteur du traitement d'un fluide, tel que l'air.

[0003] Selon une première fonctionnalité, une ionisation permet, par dépôt d'ions, de charger une particule contenue dans le fluide. Cette particule ainsi chargée peut avantageusement être retenue par un filtre électrostatique, pouvant être disposé en aval du dispositif. Selon une autre fonctionnalité, une ionisation possède une action neutralisante sur des organismes pathogènes, tels des virus, pouvant être véhiculés dans le fluide. Selon encore une autre fonctionnalité, une ionisation produit avantageusement des espèces chimiques oxydantes utiles à la décontamination d'un filtre mécanique, tel un filtre à charbon actif, pouvant être disposé en aval du dispositif.

[0004] Aussi un dispositif plasma à effet corona, ou un réacteur plasma comprenant une pluralité de tels dispositifs, constitue avantageusement un étage amont d'un moyen multi filtres de traitement de fluide.

[0005] Il est connu pour réaliser un dispositif plasma à effet corona, d'employer une électrode polarisée et une électrode de terre, disposée en regard de l'électrode polarisée, et d'appliquer entre ces deux électrodes une différence de potentiel importante, de l'ordre de plusieurs milliers de volts. Ceci crée un plasma ainsi que des décharges corona produisant des décharges ioniques. L'effet d'ionisation du fluide est obtenu en créant une circulation du fluide obligeant le fluide à traverser le plasma.

[0006] Pour obtenir un tel plasma, selon l'effet corona, il est connu deux configurations : selon une première configuration, dite pointe-plan, une électrode polarisée présentant un faible rayon de courbure est disposée perpendiculairement à une électrode de terre sensiblement plane ; selon une autre configuration dite fil-cylindre, une électrode polarisée filaire est disposée axialement dans une électrode de terre cylindrique.

[0007] FR 2818451, du même déposant, propose de combiner ces deux configurations en utilisant une électrode polarisée en forme d'aiguille et une électrode de terre comprenant un treillis métallique sensiblement plan, disposé perpendiculairement à l'électrode polarisée et un cylindre entourant l'électrode polarisée sur toute sa longueur. Ce dispositif est traversé par le fluide

selon une direction parallèle à l'axe confondu de l'électrode polarisée et du cylindre.

[0008] EP 2 213 618 A1, EP 2 120 254 A2 et EP 2 234 462 A2 divulguent d'autres exemples de dispositifs plasma à effet corona pour le traitement de fluides.

[0009] Il est toujours recherché une amélioration d'un dispositif plasma à effet corona, en termes d'efficacité de l'ionisation, de réduction du volume occupé ou encore de l'énergie électrique consommée.

Descriptif détaillée de l'invention

[0010] L'invention a pour objet une cellule plasma à effet corona selon la revendication 1.

[0011] Le film poreux est une surface permettant le passage de l'air avec des pores présentant une taille allant de 0,1 mm à 500 mm, de préférence de 5 mm à 50 mm.

[0012] L'épaisseur du film poreux est avantageusement comprise entre 0,5 et 50 mm, de préférence entre 1 et 5 mm.

[0013] Le film poreux est un maillage métallique, dont les mailles peuvent présenter différentes formes (carré, losange, etc.).

[0014] Avantageusement, le maillage métallique en question est une feuille de métal déployé.

[0015] L'invention a encore pour objet un élément dual plasma à effet corona selon la revendication 2.

[0016] Selon une autre caractéristique, la première électrode polarisée et la deuxième électrode polarisée sont reliées à un même premier potentiel et la première électrode de terre et la deuxième électrode de terre sont reliées à un même deuxième potentiel, différent du premier potentiel.

[0017] Selon une autre caractéristique, le premier potentiel est négatif et le deuxième potentiel est la masse.

[0018] Avantageusement, la ou les électrodes polarisées sont reliées à un potentiel négatif et on parle alors d'électrodes de décharge.

[0019] Selon une autre caractéristique, la première électrode polarisée et la deuxième électrode polarisée sont supportées par un support conducteur connecté à la première électrode polarisée, à la deuxième électrode polarisée et au premier potentiel, lequel support conducteur est de préférence sensiblement plan.

[0020] Selon une autre caractéristique, le support conducteur comprend un circuit imprimé comprenant au moins une piste conductrice connectée à la première électrode polarisée, à la deuxième électrode polarisée et au premier potentiel.

[0021] Selon une autre caractéristique, une électrode polarisée est disposée dans un via métallisé percé dans ladite au moins une piste conductrice.

[0022] Selon une autre caractéristique, le circuit imprimé comprends des jours, préférentiellement en totalité à l'exclusion d'une bande étroite ménagée autour de ladite au moins une piste conductrice.

[0023] Selon une autre caractéristique, l'une au moins

parmi la première cellule et la deuxième cellule, est une cellule selon l'un des modes de réalisation précédents.

[0024] L'invention a encore pour objet un réacteur plasma comprenant une pluralité de dispositifs d'émission plasma à effet corona disposés côté à côté selon un arrangement sensiblement plan, où les dispositifs sont des cellules selon l'un des modes de réalisation précédents, ou les dispositifs sont des éléments duaux selon l'un des modes de réalisation précédents.

[0025] Selon une autre caractéristique, l'arrangement est un quadrillage sensiblement carré.

[0026] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description détaillée donnée ci-après à titre indicatif en relation avec des dessins sur lesquels :

- la figure 1 illustre, en vue de profil coupée, une cellule selon l'invention,
- la figure 2 illustre, en vue de profil coupée, un élément dual selon l'invention,
- la figure 3 illustre en vue de profil coupée, la polarisation d'un élément dual,
- la figure 4 illustre, en vue de profil coupée, un élément dual comprenant deux cellules de la figure 1,
- la figure 5 illustre, en vue de profil coupée, l'élément dual de la figure 4 coté selon un mode de réalisation,
- la figure 6 illustre, en vue de profil coupée, un réacteur plasma,
- la figure 7 illustre, en vue perspective, un réacteur plasma,
- la figure 8 illustre, en vue de dessus, un circuit imprimé support d'électrodes polarisées.

[0027] Selon un premier aspect, illustré à la figure 1, l'invention concerne une cellule 11 plasma à effet corona améliorée. De manière connue, une telle cellule 11 comprend une électrode polarisée 12 sensiblement en forme d'aiguille et une électrode de terre 13, disposée en regard de l'électrode polarisée 12. L'électrode de terre 13 comprend un cylindre 14 sensiblement centré sur l'électrode polarisée 12 et un film poreux 15 sensiblement plan perpendiculaire à l'électrode polarisée 12. L'électrode polarisée 12 est typiquement fixée sur un support 16 avantageusement ajouré pour permettre le passage d'un flux de fluide. La distance entre électrode polarisée 12 et électrode de terre 13 est maintenue par au moins une entretoise 17.

[0028] De FR 2818451, il est connu de former une telle électrode de terre avec un cylindre, sensiblement centré sur l'électrode polarisée, de forte hauteur afin d'entourer l'électrode polarisée sur toute sa longueur.

[0029] Une cellule 11 selon l'invention est améliorée en ce que le cylindre 14 est conformé de manière à présenter un profil bas. Ceci signifie que la hauteur du cylindre 14 est négligeable devant son diamètre. Ainsi, le diamètre du cylindre est compris entre 20 et 100mm, de préférence entre 25 et 75mm, par exemple entre 30 et 60 mm et, de manière particulièrement préférée entre 35 et 55 mm. Pour ce qui est de l'épaisseur du cylindre, elle est comprise entre 1 et 5 mm. L'électrode polarisée 12 est conformée suffisamment courte, de manière à ne pas pénétrer dans le cylindre 14.

[0030] Le flux de fluide à ioniser au moyen de la cellule 11 est sensiblement vertical relativement à la figure 1.

[0031] La réduction combinée de la hauteur du cylindre 14 et de la longueur de l'électrode polarisée 12 permet avantageusement de drastiquement réduire la hauteur hors tout de la cellule 11, puisque l'électrode de terre 13, beaucoup moins haute peut être rapprochée de l'électrode polarisée 12, elle-même raccourcie. Ceci permet avantageusement de réaliser une cellule 11, ou tout système basé sur une telle cellule 11, tel un réacteur plasma 30, présentant une épaisseur et donc un encombrement global, dans le sens du flux de fluide, nettement réduit.

[0032] Le fait de conserver l'électrode polarisée 12 hors du cylindre 14 permet de conformer le plasma sensiblement selon une forme de cône très aplati, sensiblement transverse au flux de fluide, favorisant une bonne ionisation.

[0033] Ainsi selon un mode de réalisation, pour une distance d entre la pointe de l'aiguille et le film poreux, et un diamètre de cylindre compris entre $2d$ et $5d$, avec un optimum à $3d$, l'angle d'ouverture du cône de flux ionique est compris entre 136° et 112° .

[0034] Comme illustrée à la figure 1, le film poreux 15 est disposé, relativement à l'électrode de décharge 12, du côté opposé au cylindre 14. Ceci est avantageux pour la forme du plasma/flux ionique. De plus ceci simplifie la fabrication, un film poreux 15 continu pouvant être déposé derrière le cylindre 14, alors même que le film poreux 15 n'est visible de l'électrode polarisée 12 que dans l'ouverture circulaire intérieure délimitée par le cylindre 14.

[0035] Selon un autre aspect, plus particulièrement illustré à la figure 2, l'invention concerne encore une configuration avantageuse, où deux cellules 11,21 sont assemblées symétriquement (selon une configuration tête-bêche ou inversée). Aussi, l'invention concerne un élément dual 10 plasma à effet corona comprenant une première cellule 11 plasma à effet corona et une deuxième cellule 21 plasma à effet corona. La première cellule 11 comprend une première électrode polarisée 12 et une première électrode de terre 13, disposée en regard de la première électrode de polarisée 12. La deuxième cellule 21 comprend une deuxième électrode polarisée 22 et une deuxième électrode de terre 23, disposée en regard de la deuxième électrode polarisée 22.

[0036] Selon une autre caractéristique, plus particulièrement illustrée à la figure 3, la première électrode pola-

risée 12 et la deuxième électrode polarisée 22 sont reliées à un même premier potentiel 8 et la première électrode de terre 13 et la deuxième électrode de terre 23 sont reliées à un même deuxième potentiel 9, différent du premier potentiel 8.

[0037] Les signes des premier et deuxième potentiels 8,9 peuvent être quelconques. Cependant il est connu que l'ionisation obtenue par effet corona est plus efficace lorsque l'électrode polarisée est reliée à un potentiel négatif (on parle alors d'électrode de décharge). Aussi, préférentiellement le premier potentiel 8 est négatif et le deuxième potentiel 9 est la masse.

[0038] Il a été trouvé qu'une disposition de la première cellule 11 et de la deuxième cellule 21 symétrique (en configuration tête-bêche), présentaient de nombreux avantages non évidents. D'autres avantages sont encore obtenus avec une même polarisation des deux cellules 11,21.

[0039] Le fait de doubler les cellules 11,21, permet d'améliorer fortement l'efficacité obtenue. En outre, il a été démontré que la durée de vie d'un élément dual 10 est considérablement augmentée relativement à une cellule unique 11. En effet, un effet préjudiciable d'une cellule corona est que son électrode polarisée 12,22 précipite des cristaux diélectriques qui, isolant peu à peu ladite électrode polarisée 12,22, réduisent l'efficacité de la cellule 11,21. Le fait d'utiliser deux cellules au lieu d'une a permis de considérablement améliorer l'espérance de vie du réacteur 30.

[0040] La première cellule 11, présentant une orientation opposée de celle de la deuxième cellule 21, leur effets ionisants se combinent et se complètent, permettant ainsi d'augmenter l'effet ionisant global.

[0041] L'orientation opposée, permet encore avantageusement d'appliquer une même polarisation aux deux cellules 11,21.

[0042] Ces deux caractéristiques d'orientation et de polarisation combinées, permettent avantageusement de fixer la première électrode polarisée 12 sur un premier support 16 et la deuxième électrode polarisée 22 sur un deuxième support 26. Avantageusement, ces deux supports 16,26 peuvent être un unique support 36 commun, les électrodes polarisées 12,22 étant supportées respectivement chacune par une face du support 36.

[0043] Ceci permet avantageusement, la polarité de la première électrode polarisée 12 et de la deuxième électrode polarisée 22 étant la même (préférentiellement négative), d'utiliser un connecteur commun, ainsi qu'une source de potentiel commune, pour polariser ces deux électrodes polarisées 12,22. Cette structure est donc particulièrement économique et avantageuse.

[0044] Ainsi, selon un mode de réalisation avantageux, le support commun 36 peut être conducteur et être connecté à la première électrode polarisée 12, à la deuxième électrode polarisée 22 et au premier potentiel 8.

[0045] Selon un autre mode de réalisation avantageux, le support commun 36 comprend un circuit imprimé 36 comprenant au moins une piste conductrice 31 connec-

tée à la première électrode polarisée 12, à la deuxième électrode polarisée 22 et au premier potentiel 8.

[0046] La polarisation d'un dispositif plasma à effet corona nécessite une différence de potentiel importante, entre électrode polarisée et électrode de terre, laquelle différence de potentiel est de l'ordre de plusieurs milliers de volts. Aussi le premier potentiel 8 est très élevé et pourrait s'avérer vulnérant pour un opérateur. La configuration selon l'invention assure avantageusement un confinement de ce premier potentiel 8 au milieu de l'élément dual 10. Le premier potentiel 8 élevé est ainsi hors de portée d'un opérateur. Un tel élément dual 10, et donc un réacteur 30 construit sur la base d'un tel élément dual 10, présentent une conformation naturellement sécuritaire au regard de ce risque électrique.

[0047] Le support 16,26 étant un circuit imprimé 36, le premier potentiel 8 étant distribué au sein du support au moyen d'une piste conductrice 31, avantageusement disposée dans ledit circuit imprimé 36, selon une autre caractéristique, une électrode polarisée 12,22, sensiblement en forme d'aiguille, est avantageusement assemblée sur le support 16,26 au moyen d'un via 33 percé dans le circuit imprimé 36. Ceci permet avantageusement une fixation de l'électrode polarisée 12,22 au moyen d'une soudure. Avantageusement, le via 33 est métallisé et percé dans une piste conductrice 31. Le perçage est tel qu'il assure la connexion électrique. Ainsi la fixation de l'électrode polarisée 12,22 dans le via 33 de manière connectée assure la connexion entre l'électrode polarisée 12,22 et le premier potentiel 8. Ceci permet un mode de réalisation simple de la fixation et de la connexion de l'électrode polarisée 12,22.

[0048] Le circuit imprimé 36 étant disposé en travers du flux de fluide est avantageusement ajouré afin de permettre le passage de ce flux de fluide. Selon un mode de réalisation, au moins un jour 38 est réalisé à cette fin. Afin de maximiser le passage de fluide au travers, ledit au moins un jour 38 peut recouvrir la totalité de la surface du circuit imprimé 36 à l'exclusion d'au moins une bande étroite ménagée autour de ladite au moins une piste conductrice 31.

[0049] Un mode de réalisation d'un circuit imprimé 36 destiné à un réacteur plasma selon cette caractéristique est illustré à la figure 8.

[0050] Dans la description qui précède, telle qu'illustrée aux figures 1-6, la première électrode polarisée 12 et la deuxième électrode polarisée 22 sont axialement alignées. Ceci permet avantageusement de les réaliser de matière, une unique aiguille à deux pointes formant simultanément deux électrodes polarisées 12,22. Ceci permet encore avantageusement de fixer les deux électrodes polarisées 12,22 simultanément dans un même via 33 traversant, en une seule opération.

[0051] Dans un élément dual 10, la première cellule 11, la deuxième cellule 21, ou les deux sont une cellule selon l'invention, telle qu'illustrée à la figure 1, soit une cellule avec un cylindre 14 présentant un profil bas. Les figures 4-6 illustrent une configuration avec deux telles

cellules identiques.

[0052] Sur la base d'une cellule 11 ou d'un élément dual 10 selon l'un des modes de réalisation précédents, il est possible de construire un réacteur plasma 30. Le principe connu d'un réacteur plasma est de juxtaposer, selon un arrangement côte à côte, dans un plan perpendiculaire au flux de fluide, une pluralité de dispositifs plasma à effet corona. Ceci permet d'augmenter à volonté la section et donc le débit de fluide pouvant traverser le réacteur plasma 30.

[0053] Selon un autre aspect de l'invention, un réacteur plasma 30 juxtapose des dispositifs qui sont des cellules 11, selon l'un des modes de réalisation précédents, ou des éléments duaux 10 selon l'un des modes de réalisation précédents.

[0054] Un tel réacteur plasma 30, basé sur un élément dual 10 comprenant deux cellules 1 à cylindre 4 bas profil, est illustré aux figures 6 et 7.

[0055] La réalisation d'un tel réacteur plasma 30 est simplifiée par les choix retenus pour la réalisation d'une cellule 11 ou d'un élément dual 10. Ainsi, tel qu'illustré à la figure 6, un circuit imprimé 36 central sert de support sur ses deux faces aux deux séries d'électrodes polarisées 32. Il assure de plus au moyen de pistes conductrices 31 la connexion de ces électrodes polarisées 32 au premier potentiel 8 (de préférence négatif). Une série, respectivement deux séries, d'entretoises 37 éloigne(nt) et supporte(nt) une plaque, respectivement deux plaques, 34 percée(s) de cylindres et une plaque, respectivement deux plaques, 35 de film poreux. Les plaques 34,35 sont avantageusement métalliques afin d'être conductrices et reliées au deuxième potentiel 9.

[0056] L'arrangement des dispositifs 1, 10 au sein d'un réacteur plasma 30 peut être quelconque. Cependant il est recherché une optimisation tant de la fonction d'ionisation que du volume occupé. Aussi la densité de cellule 11/éléments duaux 10 est avantageusement importante. L'empreinte dans le plan d'une cellule 11 ou d'un élément dual 10 comprenant un cylindre 14, 24 est circulaire. Aussi un arrangement hexagonal ou en quadrillage, par exemple carré, est avantageux.

[0057] La figure 8 illustre un mode de réalisation possible d'un circuit imprimé 36 adapté à tel un arrangement en quadrillage carré. Ce circuit imprimé 36 comprend un réseau, par exemple rectangulaire de pistes conductrices 31. Ces pistes sont avantageusement noyées dans l'épaisseur isolante du circuit imprimé 36. Elles sont électriquement reliées au premier potentiel 8. Selon un arrangement sensiblement en quadrillage carré, sont percés des vias 33, dans lesquels sont installées les électrodes polarisées 12, 22, 32. Le circuit imprimé 36 est découpé de jours 38 occupant une surface maximale afin de maximiser la section de passage de fluide. Cette surface maximale est juste restreinte par l'épargne d'une bande étroite autour des pistes 31. Des trous 39 sont ménagés, avantageusement sans connexion électrique, de manière spatialement répartie, pour permettre une fixation des entretoises 17, 27, 37, avantageusement réa-

lisées en matériau isolant.

Revendications

1. Une cellule (11) plasma à effet corona comprenant :

- a) une électrode polarisée (12) sensiblement en forme d'aiguille et
- b) une électrode de terre (13), disposée en regard de l'électrode polarisée (12), comprenant un cylindre (14) sensiblement centré sur l'électrode polarisée (12) et un film poreux (15) qui est un maillage métallique sensiblement plan, perpendiculaire à l'électrode polarisée (12) et disposé, relativement à l'électrode polarisée (12), du côté opposé au cylindre (14),

caractérisée en ce que

- i) le cylindre (14) présente une hauteur négligeable devant son diamètre avec une épaisseur du cylindre comprise entre 1 et 5 mm pour un diamètre compris entre 20 et 100 mm, et
- ii) l'électrode polarisée (12) ne pénètre pas dans le cylindre (14) et permet de conformer le plasma selon une forme de cône très aplati, sensiblement transverse à un flux de fluide, favorisant une bonne ionisation du fluide.

2. Un élément dual (10) plasma à effet corona comprenant une première cellule (11) plasma à effet corona telle que définie à la revendication 1, et une deuxième cellule (21) plasma à effet corona telle que définie à la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première cellule (11) et la deuxième cellule (21) sont disposées symétriquement tête-bêche et **en ce que** la première électrode polarisée (12) et la deuxième électrode polarisée (22) sont axialement alignées et forment une seule et même pièce.

3. L'élément dual (10) selon la revendication 2, où la première électrode polarisée (12) et la deuxième électrode polarisée (22) sont reliées à un même premier potentiel (8) et la première électrode de terre (13) et la deuxième électrode de terre (23) sont reliées à un même deuxième potentiel (9), différent du premier potentiel (8).

4. L'élément dual (10) selon la revendication 3, où le premier potentiel (8) est négatif et le deuxième potentiel (9) est la masse.

5. L'élément dual (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, où la première électrode polarisée (12) et la deuxième électrode polarisée (22) sont supportées par un support conducteur connecté à la première électrode polarisée (12), à la deuxième

électrode polarisée (22) et au premier potentiel (8).

6. L'élément dual (10) selon la revendication 5, où le support conducteur comprend un circuit imprimé (36) comprenant au moins une piste conductrice (31) connectée à la première électrode polarisée (12), à la deuxième électrode polarisée (22) formant une même pièce et au premier potentiel (8).
7. L'élément dual (10) selon la revendication 6, où l'électrode polarisée (12,22) est disposée dans un via métallisé (33) percé dans ladite au moins une piste conductrice (31).
8. L'élément dual (10) selon la revendication 7, où le circuit imprimé (36) comprend des jours (38) en totalité, à l'exclusion d'une bande étroite ménagée autour de ladite au moins une piste conductrice (31).
9. Un réacteur plasma (30) comprenant une pluralité de dispositifs plasma à effet corona disposés côté à côté selon un arrangement sensiblement plan, **caractérisé en ce que** les dispositifs sont des cellules (11) selon la revendication 1, ou les dispositifs sont des éléments duaux (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 8.
10. Le réacteur plasma (30) selon la revendication 9, où l'arrangement est un quadrillage sensiblement carré.

Patentansprüche

1. Koronaeffektplasmazelle (11), umfassend:

- a) eine im Wesentlichen nadelförmige polarisierte Elektrode (12) und
- b) eine Erdungselektrode (13), der polarisierten Elektrode (12) gegenüber angeordnet, einen Zylinder (14) umfassend, der im Wesentlichen relativ zur polarisierten Elektrode (12) zentriert ist, und eine poröse Folie (15), die ein im Wesentlichen ebenes metallisches Netzwerk darstellt, senkrecht zur polarisierten Elektrode (12) und relativ zur polarisierten Elektrode (12) auf der vom Zylinder (14) abgewandten Seite angeordnet,

dadurch gekennzeichnet, dass

- i) der Zylinder (14) eine gegenüber seinem Durchmesser vernachlässigbare Höhe aufweist, mit einer Dicke des Zylinders zwischen 1 und 5 mm bei einem Durchmesser zwischen 20 und 100 mm, und
- ii) die polarisierte Elektrode (12) nicht in den Zylinder (14) eindringt und erlaubt, das Plasma in

Form eines sehr flachen Kegels auszubilden, im Wesentlichen quer zu einer Fluidströmung, was eine gute Ionisation des Fluides fördert.

2. Koronaeffektplasma-Doppelement (10), eine erste Koronaeffektplasmazelle (11) nach Patentanspruch 1 umfassend und eine zweite Koronaeffektplasmazelle (21) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Zelle (11) und die zweite Zelle (21) symmetrisch umgekehrt zueinander angeordnet sind und dadurch, dass die erste polarisierte Elektrode (12) und die zweite polarisierte Elektrode (22) axial zueinander ausgerichtet sind und ein einziges Stück bilden.
3. Doppelement (10) nach Patentanspruch 2, in dem die erste polarisierte Elektrode (12) und die zweite polarisierte Elektrode (22) mit einem und demselben ersten Potential (8) verbunden sind und die erste Erdungselektrode (13) und die zweite Erdungselektrode (23) mit einem und demselben zweiten, vom ersten Potential (8) verschiedenen Potential (9) verbunden sind.
4. Doppelement (10) nach Patentanspruch 3, in dem das erste Potential (8) negativ ist und das zweite Potential (9) die Masse ist.
5. Doppelement (10) nach irgendeinem der Patentansprüche 2 bis 4, bei dem die erste polarisierte Elektrode (12) und die zweite polarisierte Elektrode (22) von einem leitfähigen Träger getragen werden, der mit der ersten polarisierten Elektrode (12), mit der zweiten polarisierten Elektrode (22) und mit dem ersten Potential (8) verbunden ist.
6. Doppelement (10) nach Patentanspruch 5, in dem der leitfähige Träger eine gedruckte Schaltung (36) umfasst, die mindestens eine Leiterbahn (31) umfasst, die mit der ersten polarisierten Elektrode (12), mit der zweiten polarisierten Elektrode (22), die ein und dasselbe Stück bilden, und mit dem ersten Potential (8) verbunden ist.
7. Doppelement (10) nach Patentanspruch 6, in dem die polarisierte Elektrode (12, 22) in einem metallisierten Durchbruch (33) angeordnet ist, der in die genannte mindestens eine Leiterbahn (31) gebohrt ist.
8. Doppelement (10) nach Patentanspruch 7, in dem die gedruckte Schaltung (36) umfangreiche Durchbrechungen (38) umfasst, mit Ausnahme eines schmalen Bandes, das um die genannte mindestens eine Leiterbahn (31) ausgebildet ist.
9. Plasmareaktor (30), mehrere Koronaeffektplasmavorrichtungen nebeneinander in einer im Wesentli-

chen ebenen Anordnung umfassend, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtungen Zellen (11) nach Patentanspruch 1 sind, oder die Vorrichtungen Doppелеlemente (10) nach irgendeinem der Patentansprüche 2 bis 8 sind.

10. Plasmareaktor (30) nach Patentanspruch 9, in dem die Anordnung ein im Wesentlichen quadratisches Gitternetz ist.

Claims

1. A corona plasma cell (11) comprising:

- a) a substantially needle-shaped polarized electrode (12) and
- b) a ground electrode (13), arranged opposite the polarized electrode (12), comprising a cylinder (14) substantially centered on the polarized electrode (12), and a porous film (15), which is a wire mesh substantially plane perpendicular to the polarized electrode (12), and arranged, relative to the polarized electrode (12), on the side opposite the cylinder (14),

characterized in that

- i) the cylinder (14) has a negligible height compared to its diameter with a cylinder thickness between 1 and 5 mm and a diameter between 20 and 100 mm, and
- ii) the polarized electrode (12) does not enter the cylinder (14) and allows the plasma to be shaped substantially in a very flattened cone shape, substantially transverse to a fluid flow, promoting good ionization of the fluid.

2. A corona plasma dual element (10) comprising a first corona plasma cell (11) as defined in claims 1, and a second corona plasma cell (21) as defined in claims 1, **characterized in that** the first cell (11) and the second cell (21) are arranged head-to-tail symmetrically and **in that** the first polarized electrode (12) and the second polarized (22) electrode are axially aligned and form a single piece.
3. The dual element (10) according to claim 2, wherein the first polarized electrode (12) and the second polarized electrode (22) are connected to a same first potential (8), and the first ground electrode (13) and the second ground electrode (23) are connected to a same second potential (9), different from the first potential (8).
4. The dual element (10) according to claim 3, wherein the first potential (8) is negative and the second potential (9) is the ground.

5. The dual element (10) according to any one of claims 2 to 4, wherein the first polarized electrode (12) and the second polarized electrode (22) are supported by a conductive support connected to the first polarized electrode (12), the second polarized electrode (22) and the first potential (8).
6. The dual element (10) according to claim 5, wherein the conductive support comprises a printed circuit (36) comprising at least one conductor track (31) connected to the first polarized electrode (12), the second polarized electrode (22) forming a single piece, and the first potential (8).
7. The dual element (10) according to claim 6, wherein a polarized electrode (12,22) is arranged into a metalized via (33) drilled in said at least one conductor track (31).
8. The dual element (10) according to claim -1, wherein the printed circuit (36) comprises openings (38) in its entirety, excluding a narrow strip provided around said at least one conductor track (31).
9. A plasma reactor (30) comprising a plurality of corona plasma devices arranged side by side in a substantially planar arrangement, **characterized in that** the devices are cells (11) according to claim 1, or the devices are dual elements (10) according to any one of claims 2 to 8.
10. The plasma reactor (30) according to claim 9, wherein the arrangement is a substantially square grid.

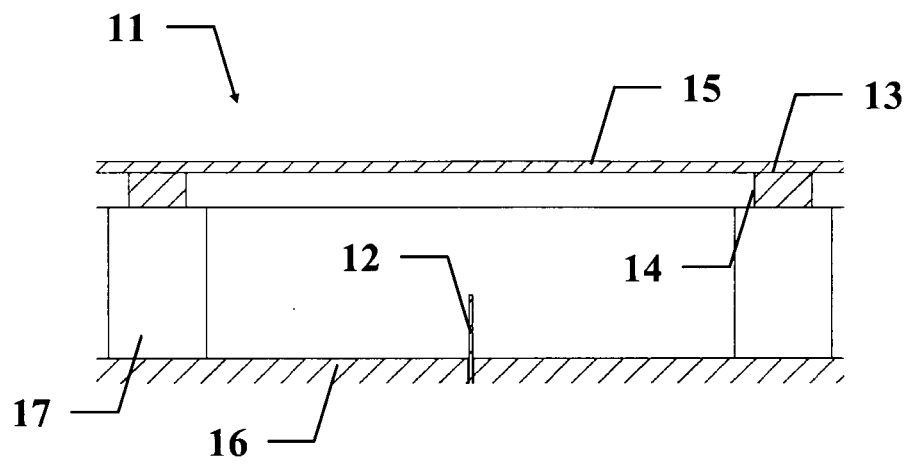


FIG. 1

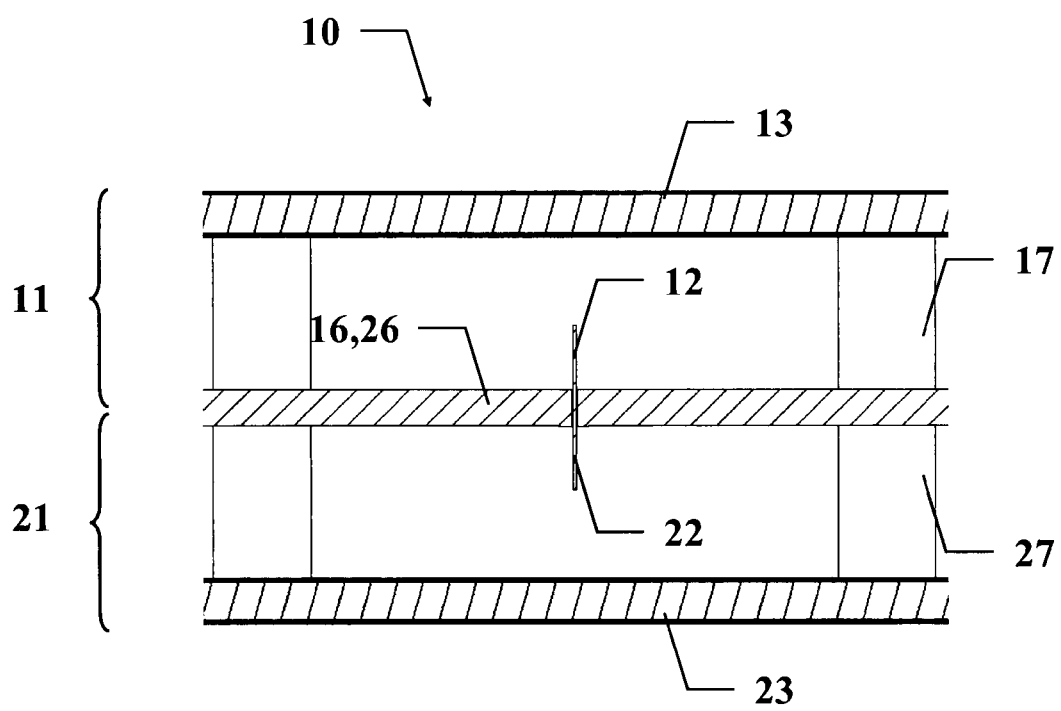


FIG. 2

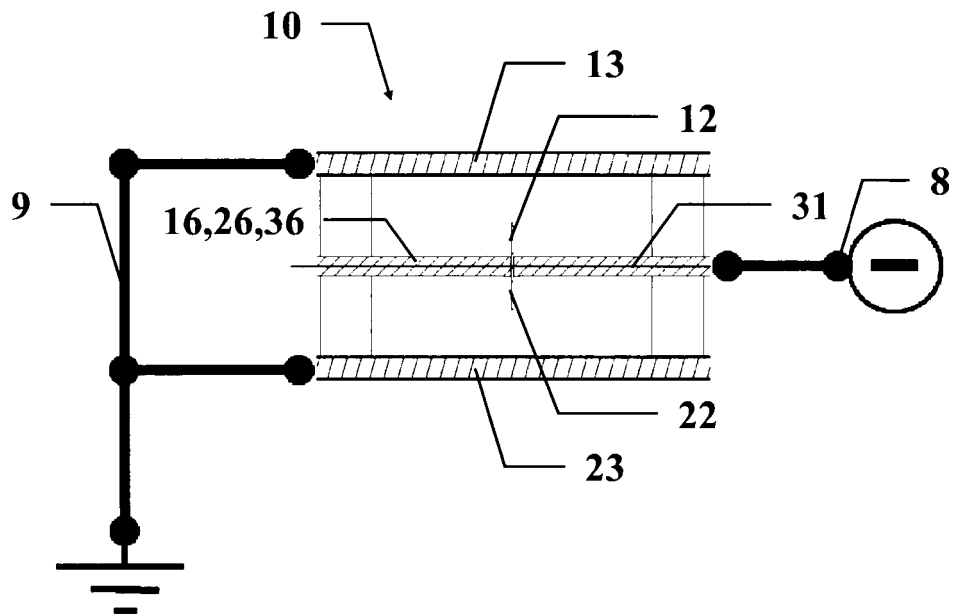


FIG. 3

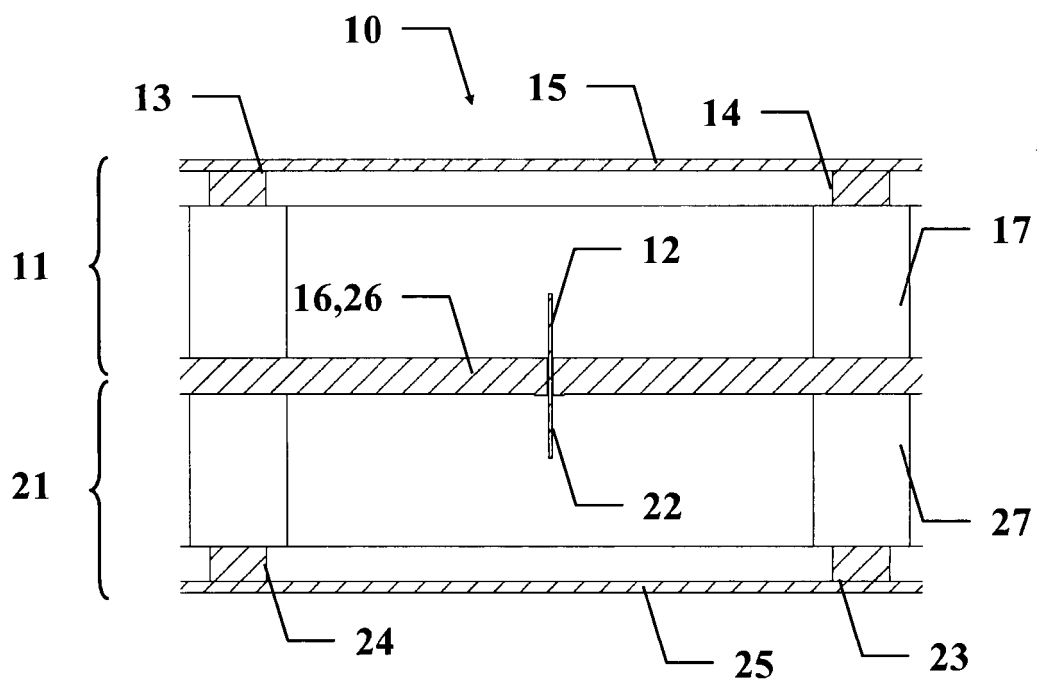


FIG. 4

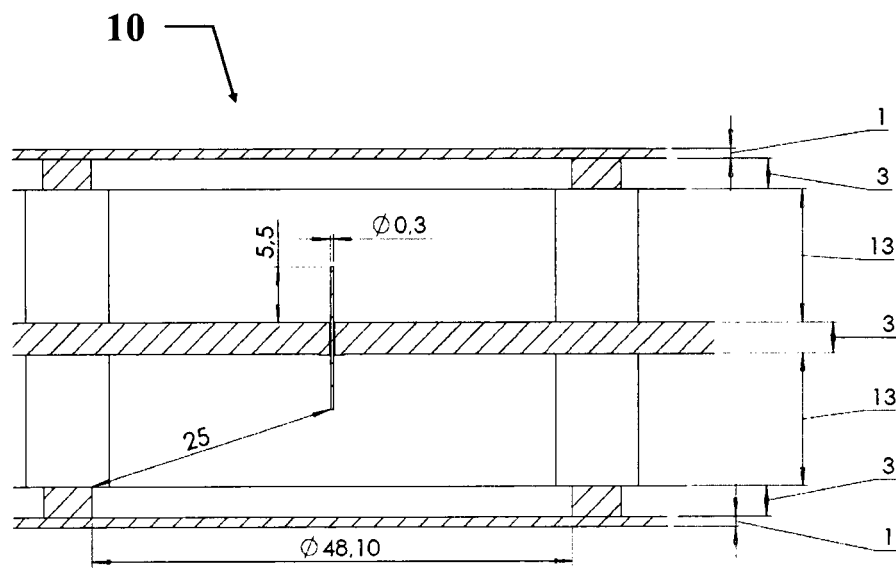


FIG. 5

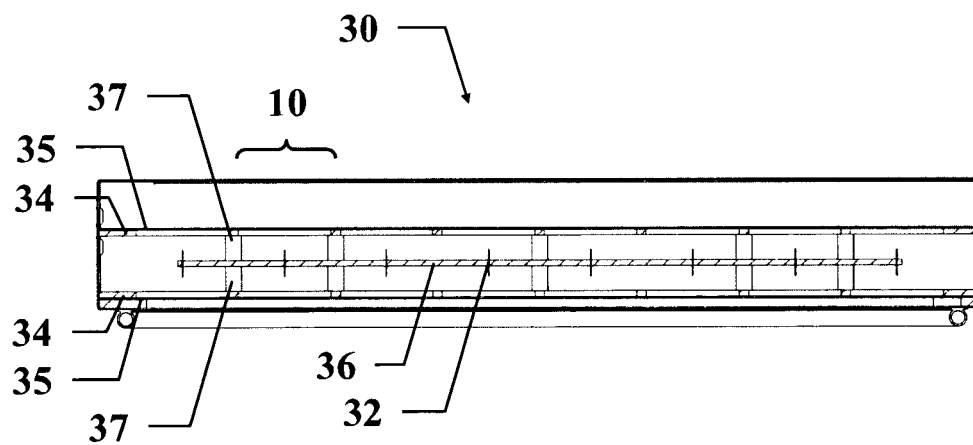


FIG. 6

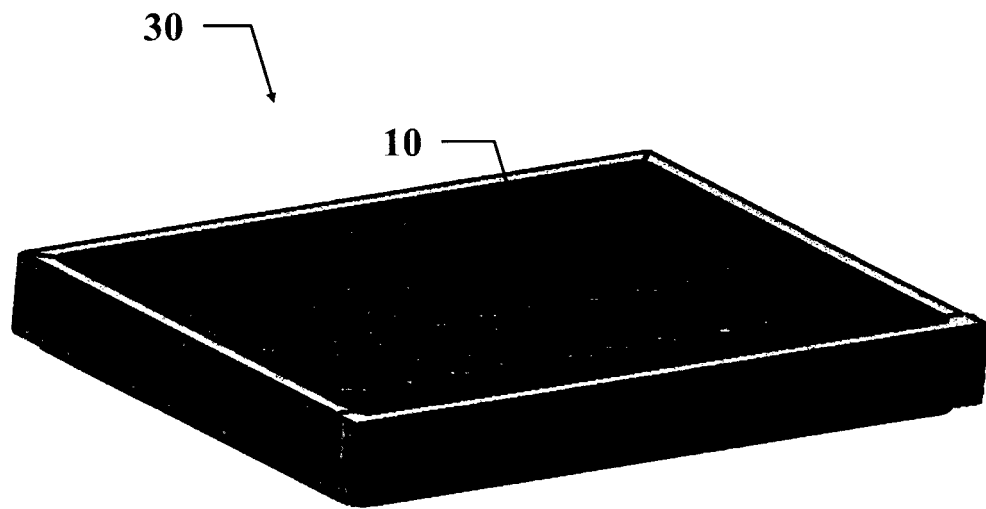


FIG. 7

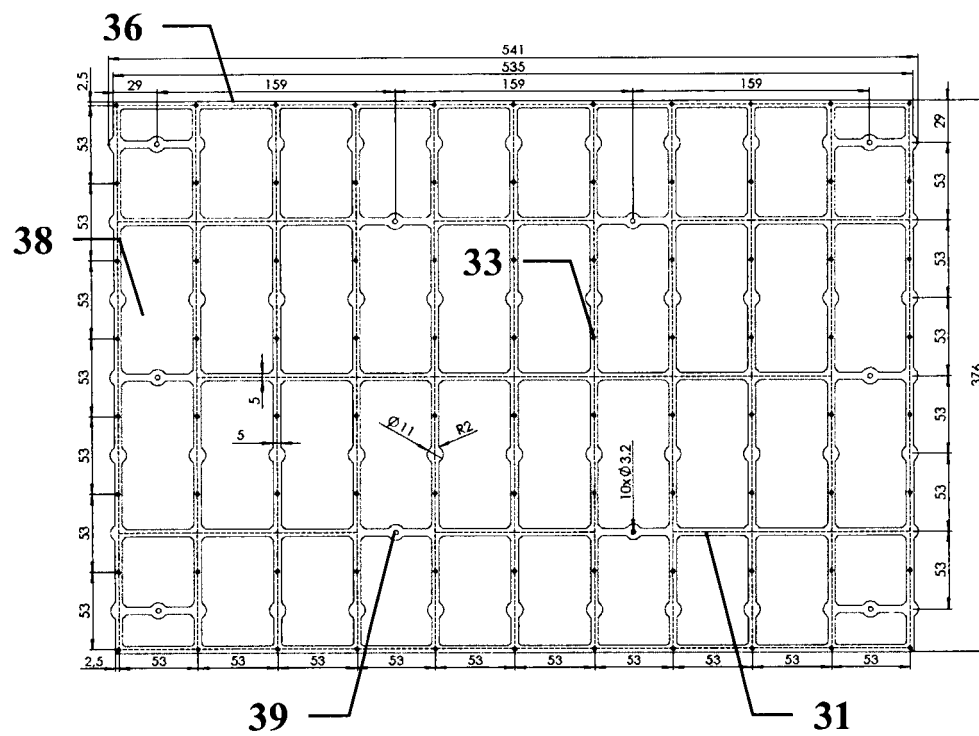


FIG. 8

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

- FR 2818451 [0007] [0028]
- EP 2213618 A1 [0008]
- EP 2120254 A2 [0008]
- EP 2234462 A2 [0008]