



(11) **EP 2 244 833 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.02.2012 Bulletin 2012/09

(51) Int Cl.:
B03C 3/41 (2006.01) **B03C 3/49** (2006.01)
B03C 3/08 (2006.01) **B03C 3/68** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09712928.2**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/051863

(22) Date de dépôt: **17.02.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2009/103704 (27.08.2009 Gazette 2009/35)

(54) **DISPOSITIF DE FILTRATION ELECTROSTATIQUE AU MOYEN DE SITES EMISSIFS OPTIMISES**

VORRICHTUNG ZUR ELEKTROSTATISCHEN FILTERUNG ANHAND OPTIMIERTER
AUSSTRAHLENDER STELLEN

DEVICE FOR ELECTROSTATIC FILTERING USING OPTIMISED EMISSIVE SITES

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

- **SILVESTRE DE FERRON, Antoine**
F-64290 Gan (FR)
- **REESS, Thierry**
F-64230 Mazerolles (FR)
- **RUSSELLO, Aldo**
F-30126 Tavel (FR)

(30) Priorité: **19.02.2008 FR 0851037**

(43) Date de publication de la demande:
03.11.2010 Bulletin 2010/44

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**
BREVALEX
95 rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(73) Titulaires:

- **Commissariat à l'Énergie Atomique
et aux Énergies Alternatives**
75015 Paris (FR)
- **Université de Pau et des Pays de l'Adour**
64012 Pau Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 652 586 WO-A-2007/102191
WO-A-2007/135860 DE-A1- 3 327 443
DE-A1-102006 009 765 DE-A1-102007 020 504
GB-A- 2 068 659 JP-A- 2001 198 488
US-A- 4 265 641 US-A1- 2004 004 440
US-A1- 2007 151 448 US-A1- 2007 234 905

(72) Inventeurs:

- **LEMONT, Florent**
F-30400 Villeneuve Les Avignon (FR)

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).

EP 2 244 833 B1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne le domaine des installations industrielles générant des poussières toxiques ou non, telles que des particules en suspension dans un fluide. C'est le cas des procédés de traitement thermique de matières dangereuses, telles que des déchets nucléaires organiques, des déchets industriels toxiques ou des matières premières dangereuses. D'autre part, l'invention concerne le domaine des dispositifs de filtration électrostatique, qu'il s'agisse de structures à plaques ou tubulaires. Il peut également concerner tout dispositif de ionisation de gaz.

Art antérieur et problème posé

[0002] Dans de nombreuses installations, ci-dessus mentionnées, on éprouve la nécessité de disposer de systèmes de filtration extrêmement efficaces pour intervenir dans les installations traitant les fluides dans lesquels se trouvent des particules ou poussières en suspension. Les systèmes de filtration existant, comme par exemple cités dans le document DE 10 2006 009765 A1, sont nombreux et peuvent être placés dans les trois catégories suivantes : les filtres utilisant des dispositifs mécaniques, les filtres utilisant des fluides et les filtres utilisant les phénomènes physiques. En ce qui concerne cette dernière catégorie, on pense, en particulier, aux filtres électrostatiques utilisés dans les usines thermiques et dans des unités d'incinération, de tailles industrielles, mais également de petites tailles.

[0003] L'intérêt majeur de ce type d'équipement est que, d'une part, il ne génère pas de perte de charge dans les unités de traitement et, d'autre part, qu'il ne nécessite pas la mise en oeuvre de média filtrant, souvent à l'origine de surcoûts et de déchets secondaires pour lesquels il est nécessaire de trouver des exutoires. Par exemple, dans le cas du traitement de déchets dangereux, tels que des déchets radioactifs, la production de déchets secondaires est souvent responsable d'une diminution sensible de la rentabilité financière de l'installation.

[0004] La technologie des filtres électrostatiques repose sur la charge électrique des particules contenues dans un gaz et qui migrent ensuite vers une paroi de collecte, sous l'action d'un champ électrostatique. L'ionisation est généralement réalisée par une cathode et la collecte se fait une anode. La distance entre les deux électrodes assure l'écoulement des gaz sans engendrer de perte de charge. Les géométries les plus couramment utilisées, pour constituer ces électrodes, sont de type « fil-plan », dans lesquelles les cathodes sont caractérisées par des structures filaires à symétrie axiale, placées entre des plaques collectrices étant portées à des potentiels anodiques. Les géométries de type « fil-cylindre » sont moins couramment utilisées, bien que tout aussi efficaces et peut être plus aisées de maintenance. La nature de la tension appliquée à la cathode, ainsi que la géométrie de cette dernière sont deux paramètres fondamentaux qui pilotent le fonctionnement et l'endurance d'un filtre électrostatique. En ce qui concerne les cathodes, les géométries couramment utilisées sont les fils de tungstène ou les fils de type barbelé, dont les pointes sont réparties de manière aléatoire et assurent une meilleure émissivité de l'électrode. Les tensions appliquées sont de type continues et limitées aux tensions de claquage dans les espaces entre les électrodes.

[0005] Quelles que soient les structures utilisées, les efficacités enregistrées peuvent être excellentes et supérieures à 99 %. Cependant, l'expérience montre qu'il n'est pas possible de les maintenir durablement à ce niveau. La figure 1 présente les résultats d'une expérience menée sur un filtre de type tubulaire d'environ 300 mm de diamètre et dont l'électrode en fil de tungstène a été maintenue à 67 kV. Pendant un peu plus de 5 heures, il est visible, entre les points 1 et 4, que l'efficacité associée diminue progressivement pour passer de 99,6 % à 93,6 %. Un relèvement progressif de la tension à 80 kV, visible par les points 5 et 6, permet un retour de l'efficacité à 99 %, mais qui ne se maintiendra que quelques minutes, avant de diminuer à nouveau. Le niveau de tension est alors maximal et devient générateur d'arcs intempestifs, dont l'apparition engendre une baisse de l'efficacité. Afin de maintenir les niveaux d'efficacité à leur optimum, les exploitants et utilisateurs de ce type de technologie sont amenés à entreprendre des cycles de nettoyage relativement répétitifs, qui sont souvent assurés par un battage mécanique des structures, conduisant ainsi à des réentraînements plus ou moins importants de particules dans les flux gazeux.

[0006] Or, il a été clairement démontré, au cours des études expérimentales, que la diminution des performances d'un type filtre électrostatique est lié à la modification des phénomènes de décharges, au fur et à mesure que les poussières s'accumulent sur les surfaces des deux électrodes, pour former des couches ayant des propriétés plus ou moins isolantes. Ainsi, l'accumulation de nouvelles charges sur cette couche aboutit, d'une part, à la diminution de l'effet du champ électrique entre les deux électrodes, ce qui a pour conséquence de diminuer la migration des poussières chargées, et, d'autre part, au renforcement local du champ électrique au niveau du dépôt anodique, donnant ainsi naissance à des décharges de polarité positive. Ces décharges, appelées « contre-émissions anodiques », ont pour conséquence d'augmenter le courant moyen injecté dans le filtre, tout en diminuant son efficacité de filtration. De plus, des décharges de polarisation positives se développent principalement à l'entrée du filtre qui est encrassée en premier. La conséquence directe de ces phénomènes est que la zone efficace d'un tel filtre électrostatique se limite à une faible longueur par rapport à une structure communément implantée.

[0007] Les figures 2A, 2B et 2C illustrent ce propos. En effet, en référence à la figure 2A, lorsque le filtre est propre, les poussières sont chargées dès leur entrée et migrent vers la paroi pour former une couche sur l'anode. Lorsque les poussières sont arrachées de la couche, elles ont la possibilité de migrer à nouveau pour aller se faire piéger un peu plus haut. Ainsi, la couche, référencée 1 sur la figure 2B, se limite à la zone inférieure du filtre, avec une partie plus diffuse sur la zone supérieure.

[0008] En référence à la figure 2C, lorsque la couche 1 devient trop importante, des phénomènes d'arcs 2 se produisent dans la partie basse, ce qui limite l'efficacité de l'ensemble et nécessite d'arrêter le système pour le nettoyer. Ainsi, la zone située au-dessus de la zone, dite utile, et que l'on a dénommée « zone de sûreté » 3, permet de recueillir les poussières éventuellement émises de nouveau dans le fluide gazeux. En fait, cette zone est inefficace et pourrait être limitée par optimisation de la géométrie de la cathode et de son pilotage.

[0009] Le but de l'invention est donc de remédier à ces inconvénients, en proposant un autre type de filtre électrostatique et d'électrodes émissives. Plus précisément, le but de l'invention est d'étendre la zone utile du dispositif à toute la longueur des électrodes et, d'autre part, de retarder les passages à l'arc responsable de baisses d'efficacité, puis des arrêts nécessaires pour nettoyer le dispositif.

Résumé de l'invention

[0010] Cette dernière est basée sur l'utilisation d'une cathode couplée à une alimentation qui peut être hybride, c'est-à-dire continue et/ou impulsionnelle. Ceci permet, d'une part, d'étendre la zone utile à toute la longueur du filtre électrostatique et, d'autre part, de retarder les passages à l'arc, qui sont responsables des baisses d'efficacité, puis des arrêts pour nettoyage. Une telle cathode est d'autant plus efficace qu'elle est susceptible de charger facilement des particules dans un flux gazeux.

[0011] A cet effet, l'objet principal de l'invention est un dispositif de filtration électrostatique possédant au moins une cathode émissive placée dans un canal de filtration. La cathode possède des pointes réparties de façon décalée sur plusieurs plans, et décalées en orientation angulaire d'un plan à l'autre, la tension électrique ayant au moins une composante continue.

[0012] Selon l'invention, la tension a également une composante pulsée ajoutée à la composante continue, et fournie par un générateur qui assure un front de coupure très raide, c'est-à-dire un temps de montée de l'ordre de 150 ns, et la cathode est sectorisée par une succession de N secteurs isolés comportant plusieurs plans de pointes.

[0013] Dans un premier type de réalisation de l'invention, le canal du dispositif est tubulaire, notamment son anode collectrice. La cathode est unique et comporte plusieurs pointes par plan, les pointes étant décalées angulairement d'un plan par rapport à l'autre.

[0014] Dans ce cas, une réalisation préférentielle prévoit qu'il y ait huit pointes par plan, décalées l'une par rapport à l'autre de 45° , un décalage de $22,5^\circ$ étant prévu d'un plan par rapport à l'autre. Dans ce cas, on peut prévoir que le nombre n de plans P est égal à 30 L/D.Lnd , L étant la hauteur du tube, D étant son diamètre, Lnd étant le logarithme népérien de d qui est la distance entre l'extrémité des pointes et la paroi de l'anode collectrice.

[0015] Dans un deuxième type de réalisation de l'invention, le canal de filtration est défini par deux plaques constituant deux anodes, parallèles, plusieurs cathodes, comportant deux pointes par plan disposées perpendiculairement aux anodes, parallèles entre elles, les plans d'une cathode étant décalés par rapport au plan des cathodes adjacentes.

[0016] Dans ce cas, si la hauteur entre les plans d'une même cathode est égale à h, les plans des cathodes adjacentes sont décalés d'une hauteur de h/2 par rapport au plan de la cathode considérée.

[0017] Dans ce type de réalisation, l'espace entre deux cathodes est égal à environ la distance les séparant des deux plaques anodiques.

[0018] Une première manière d'effectuer l'alimentation électrique consiste à la mise sous tension de toute la cathode à une première tension U_1 continue et égale à une fonction (par exemple 70 %) de la tension de claquage U_c et augmentée d'une deuxième tension U_2 continue plus petite ou égale à la tension de claquage U_c moins la première tension U_1 . Cette deuxième tension U_2 est appliquée à chacun des secteurs, cette tension étant supprimée dès que des claquages apparaissent au premier secteur et successivement aux secteurs suivants, le cas échéant, jusqu'à ce qu'il n'apparaisse plus d'arcs. Dans ce premier cas, la première et la deuxième tensions U_1 et U_2 sont donc continues.

[0019] La deuxième manière d'alimenter le dispositif selon l'invention est que la première tension U_1 soit égale à une fraction (par exemple 50 %) de la tension U_c de claquage, U_1 étant continue, et augmentée d'une deuxième tension déterminée U_p pulsée, telle que la somme de la première tension U_1 et de la deuxième tension U_p soit supérieure ou égale à la tension de claquage U_c . La deuxième tension déterminée U_p est supprimée dans chaque secteur dès l'instant que des arcs apparaissent au niveau de ceux-ci.

Liste des figures

[0020] L'invention et ses différentes caractéristiques techniques seront mieux comprises à la lecture de la description

suivante, accompagnée de plusieurs figures représentant respectivement :

- figure 1, déjà décrite, l'efficacité de certains dispositifs de filtration selon l'art antérieur ;
- figures 2A, 2B et 2C, déjà décrites, des schémas relatifs aux phénomènes apparaissant dans les dispositifs de l'art antérieur ;
- figures 3A et 3B, deux schémas relatifs à une première réalisation du dispositif selon l'invention ;
- figures 4A, 4B et 4C, des schémas relatifs à une deuxième réalisation du dispositif selon l'invention ;
- figure 5, un graphe représentant le résultat d'essais faits sur le dispositif selon l'invention ; et
- figure 6, un graphe représentant le rendement de plusieurs types de dispositifs selon l'invention.

Description détaillée de deux réalisations de l'invention

[0021] Il a été décidé de concevoir une cathode susceptible de se charger des particules le plus facilement possible dans un flux gazeux.

[0022] Comme le montre la figure 3A, la cathode est composée d'une âme centrale 10 sur laquelle a été fixée un grand nombre de pointes 11 qui s'étendent radialement, perpendiculairement à l'axe de l'âme centrale 10. Sur cette figure 3A, les pointes 11 apparaissent décalées angulairement l'une par rapport à l'autre de $22,5^\circ$. En fait, cette figure 3A est une vue de dessus et les pointes 11, qui apparaissent successivement les unes décalées par rapport aux autres, sont celles de deux plans différents, un plan d'ordre P et un plan d'ordre P + 1. En effet, toutes les pointes 11P du plan d'ordre P sont espacées angulairement de 45° les unes par rapport aux autres, de même que toutes les pointes 11P. Par contre, il existe un décalage de $22,5^\circ$ entre les pointes 11P d'un plan d'ordre P par rapport aux pointes 11P + 1 d'un plan d'ordre P + 1.

[0023] La figure 3B montre la même cathode avec son âme centrale 10, ces différentes pointes 11P et 11N + 1, placées à l'intérieur d'une anode 12 cylindrique et creuse dont le diamètre D est supérieur à deux fois la longueur des pointes 11P et 11P + 1. Les extrémités de ces pointes 11, 11P + 1 constituent donc des sites, émissifs régulièrement distribués dans l'espace.

[0024] Dans une réalisation plus concrète, d'une structure moyenne, la distance entre les deux plans P et P + 1 peut être d'environ 40 mm, ce qui permet d'avoir environ 25 plans par mètre. Il est possible de définir le nombre n de plans P à mettre en oeuvre dans un tel dispositif de filtration de hauteur L et de diamètre D d'anodes par la relation suivante :

$$n = 30 \text{ L/D.Lnd, d étant la distance entre l'extrémité des pointes 11P et 11P + 1 et la paroi interne de l'anode 12 qui est collectrice.}$$

[0025] On précise que l'alimentation de la cathode est divisée en N secteurs 13 isolés, $N = \text{L/D}$.

[0026] En référence à la figure 4A, la deuxième réalisation principale du dispositif de filtration selon l'invention consiste à utiliser un filtre du type à plaques. Sur cette figure, on distingue principalement une plaque qui est une anode 22, devant laquelle sont disposées verticalement des cathodes 20.

[0027] La figure 4B montre ce dispositif en vue de dessus. On y distingue deux anodes parallèles 22 constituées chacune d'une plaque et entre lesquelles se trouve une rangée de cathode 20. Chacune de ces dernières possède plusieurs paires de pointes 21, fixées à l'âme de la cathode 20, radialement par rapport à cette dernière et perpendiculairement par rapport aux deux anodes 22. De manière analogue à la réalisation représentée par les figures 3A et 3B, les pointes 21 des cathodes 20 sont réparties sur plusieurs plans. La figure 4C permet de voir la répartition de ces pointes 21R et 21R + 1. sur la hauteur H de l'ensemble. On notera que, pour une cathode de rang R, les pointes 21R sont situées dans des plans séparés d'une hauteur h déterminée.

[0028] De plus, la cathode R + 1 possède des pointes 21R + 1, qui sont également placées dans des plans distants de la hauteur h, ces plans étant décalés d'une distance h/2 par rapport aux plans de la cathode adjacente de rang R.

[0029] Concrètement, pour un filtre d'une hauteur de 10 m de cathode, ayant des pointes de 2 cm, la distance entre ces pointes pourrait être de 70 mm. Cette distance varie en fonction de la longueur des pointes, qui fait elle-même également varier la tension utilisée dans cette cathode, notamment la tension de claquage U_c . A titre indicatif, on peut envisager que la distance entre les deux anodes collectrices 22 soit de 400 mm, les cathodes 20 étant placées à mi-chemin entre ces deux anodes 22, c'est-à-dire à 200 mm de chacune des deux. Bien entendu, le flux de gaz est perpendiculaire aux cathodes, puisqu'il pénètre latéralement dans le filtre, comme le montrent les flèches sur les figures 4A et 4B. Dans ce cas, c'est au niveau des premières cathodes 20 qu'à lieu le maximum de filtrations. La sectorisation de l'alimentation électrique des cathodes peut se faire par des secteurs de deux ou de trois cathodes.

[0030] Une caractéristique importante de l'invention consiste à doter le dispositif de filtration d'au moins deux sortes d'alimentations, c'est-à-dire une alimentation entièrement continue ou une alimentation constituée d'une partie continue et d'une partie impulsionnelle. Ceci permet d'étendre la zone utile sur toute la longueur du dispositif de filtration et de retarder les passages à l'arc.

[0031] Un premier cas consiste à utiliser une première tension continue U_1 d'un niveau égal à une fraction (par exemple 70 %) de la tension de claquage U_C , à laquelle se produisent les arcs. Une première tension continue U_1 est complétée d'une deuxième tension continue U_2 définie par la formule suivant

$$U_2 < U_C - U_1.$$

[0032] Une deuxième manière d'alimenter ce dispositif de filtration électrostatique selon l'invention consiste à utiliser une première tension continue U_1 d'un niveau égal à une fraction (par exemple 50 %) de la tension de claquage U_C , augmentée d'une tension pulsée U_P de valeur maximale définie par la formule suivante :

$$U_1 + U_P < U_C.$$

[0033] Dans ce second cas, la tension pulsée est délivrée par un générateur qui assure un temps de montée de l'ordre de 150 ns, c'est-à-dire un front de coupure très raide, avec une fréquence de l'ordre du kHz. Il est prévu, dans le mode d'utilisation du dispositif de filtration selon l'invention, d'employer des moyens d'alimentation supprimant la deuxième tension U_2 ou U_P dans les secteurs de cathode (s), au fur et à mesure que des arcs électriques apparaissent dans ces secteurs. Pour cela, la ou les cathodes est ou sont divisée(s) électriquement en un nombre déterminé N de secteurs.

[0034] Lorsque le nombre d'arcs se déclenchant dans le premier secteur du dispositif de filtration devient trop important, par exemple un arc par seconde, l'alimentation de la seconde tension est arrêtée dans ce secteur, alors que la première est maintenue. Ce secteur n'est donc alors alimenté que par la première tension U_1 . Ainsi, la conduite de la filtration dans l'ensemble du dispositif se fait alors jusqu'à ce que le dernier secteur voit son nombre d'arcs dépasser la limite fixée. A ce moment, un nettoyage de l'ensemble de la structure doit être réalisé.

[0035] La figure 5 illustre clairement le résultat obtenu après plusieurs essais expérimentaux sur des cathodes tubulaires, telles que représentées à la figure 3. Plus précisément, on y constate l'évolution du rendement de la cathode selon une forme différente de cathode, c'est-à-dire une cathode tubulaire (courbe 31), une cathode constituée d'une tige filetée (courbe 32), une cathode selon l'invention, alimentée en continue (courbe 33) et une cathode selon l'invention alimentée par une tension continue et poussée (courbe 34). La valeur maximale de la tension dépend de la distance entre la ou les cathodes et la ou les anodes. On constate que, lorsque la ou les cathodes selon l'invention, est ou sont alimentée(s) par une tension continue et pulsée (courbe 34), l'efficacité est encore meilleure. Il est encore également visible, pour un niveau de tension de base, la fraction pulsée assure déjà près de 90 % de l'efficacité.

[0036] La figure 6 nous montre tout l'intérêt du couplage cathode + tension continue et tension pulsée, pour une structure donnée. Elle permet de fonctionner sur des périodes beaucoup plus longues qu'avec d'autres électrodes, avec des durées expérimentales limitées à 8 heures, aucune baisse d'efficacité n'a été constatée. La mise en oeuvre d'un tel couplage de tension sur une cathode sectorisée assure une très longue endurance. Plus précisément, cette figure 6 montre l'évolution du rendement des cathodes, en fonction du temps de fonctionnement, selon les géométries et les tensions appliquées. La courbe 41 est relative à une géométrie de cathodes réalisée par un tube cranté, la courbe 42 est relative à une cathode selon l'invention, alimentée en tension continue et la courbe 43 est relative à une cathode selon l'invention alimentée par une tension continue et pulsée. La valeur de tension de claquage U_C dépend de la distance entre la ou les anode(s) et la ou les cathode(s).

Revendications

1. Dispositif de filtration électrostatique équipée d'au moins une cathode qui est émissive, placée dans un canal de filtration, possédant des pointes (11, 11P, 11P + 1, 21, 21R, 21R + 1) réparties de façon décalée sur plusieurs plans P, décalées en orientation angulaire d'un plan à l'autre et placées sous une première tension continue (U_1), **caractérisé en ce qu'une** composante pulsée est ajoutée à la première tension continue (U_1), cette composante pulsée étant délivrée par un générateur qui assure un front de coupure très raide, c'est-à-dire un temps de montée de l'ordre de 150 ns, et que la ou les cathode est divisée en un nombre déterminé N secteurs isolés.
2. Dispositif de filtration selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le canal de filtration est du type tubulaire, c'est-à-dire réalisé par une anode tubulaire (12), la cathode étant unique, et possédant plusieurs pointes (11, 11P ou 11P + 1) par plan, ces pointes étant décalées angulairement d'un plan par rapport à l'autre.
3. Dispositif de filtration selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la cathode possède huit pointes (11, 11P) ou (11, 11P + 1) par plan, décalées chacune entre elles de 45°, le décalage des pointes d'un plan P par rapport à

l'autre P + 1 étant de 22,5°.

4. Dispositif de filtration selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le nombre n de plans est égal à 30.N/Lgnd, L étant la longueur du filtre, D le diamètre de l'anode (12), d étant la distance séparant l'extrémité des pointes (11, 11F, 11P + 1) à la paroi interne de l'anode (12) qui est tubulaire.
5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le canal est défini par deux plaques constituant des anodes (22) parallèles entre elles, le dispositif utilisant plusieurs cathodes (20), et comportant deux pointes (11, 11P, 11P + 1) par plan et disposées perpendiculairement aux anodes parallèles entre elles, les plans d'une cathode de rang R étant décalés par rapport au plan d'une cathode adjacente de rang R + 1.
6. Dispositif de filtration selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** h étant la hauteur séparant deux plans de pointes d'une même cathode (20), le décalage des plans entre deux électrodes de rangs R et de rangs R + 1 étant de h/2.
7. Dispositif de filtration selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les différentes cathodes (20) sont séparées les unes des autres par une distance qui est égale à la distance séparant les cathodes (20) des anodes (22).
8. Dispositif de filtration selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les N secteurs isolés sont alimentés individuellement par une première tension (U_1) égale à une fraction de la tension de claquage (U_C), (U_1) étant continue, et d'une deuxième tension $U_2 < U_C$ à la tensions de claquage (U_C) moins la première tension (U_1), (U_2) étant également continue sur les secteurs séparément (U_2) étant supprimé au fur et à mesure de l'apparition d'arcs dans les secteurs successifs, et **en ce qu'il** dispose de moyens pour supprimer la deuxième tension U_2 ou U_p successivement dans chacun des secteurs de la au moins une cathode (20) lors de l'apparition d'arcs électriques dans chacun des secteurs.
9. Dispositif de filtration selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la au moins une cathode (20) est alimentée par une première tension continue (U_1) est égale à une fraction de la tension de claquage (U_C), augmentée d'une tension pulsée U_p définie par la formule :

$$U_1 + U_p > U_C$$

et **en ce qu'il** dispose de moyens pour supprimer la deuxième tension U_2 ou U_p successivement dans chacun des secteurs de la au moins une cathode (20) lors de l'apparition d'arcs électriques dans chacun des secteurs.

Claims

1. Electrostatic filtering device, equipped with at least one cathode which is emissive, positioned in a filtering channel, having points (11, 11P, 11P + 1, 21, 21R, 21R + 1) distributed staggered fashion over several planes P, angularly offset from one plane to another and placed under a first direct voltage (U_1), **characterized in that** a pulsed component U_{PC} is added to the first direct voltage (U_1), this pulsed component being delivered by a generator which ensures very sharp cut-off i.e. a rise time in the order of 150 ns, and **in that** the at least one cathode is divided into a determined number N of insulated sectors.
2. Filtering device according to claim 1, **characterized in that** the filtering channel is of tubular type, i.e. made of a tubular anode (12), the cathode being a single cathode and having several points (11, 11P or 11P + 1) per plane, these points being offset at an angle from one plane to another.
3. Filtering device according to claim 2, **characterized in that** the cathode has eight points (11, 11P) or (11, 11P + 1) per plane, each offset from the other by 45°, the staggering of the points of one plane P relative to the other plane P + 1 being 22.5°.
4. filtering device according to claim 2, **characterized in that** the number n of planes is equal to 30.N/D/Lgnd, L being the length of the filter, D being the diameter of the anode (12), d being the distance separating the tip of the points (11, 11P, 11P + 1) from the inner wall of the anode (12) which is tubular.

5. Device according to claim 1, **characterized in that** the channel is defined by two plates forming anodes (22) parallel to each other, the device using several cathodes (20), and comprising two points (11, 11P, 11 P + 1) per plane and arranged perpendicular to the anodes parallel to each other, the planes of one cathode of row R being offset from the plane of an adjacent cathode of row R + 1.
6. Filtering device according to claim 5, **characterized in that** h being the height separating two planes of points of one same cathode (20), the staggering of the planes between two electrodes of rows and of rows R + 1 is h/2.
7. Filtering device according to claim 6, **characterized in that** the different cathodes (20) are separated from each other by a distance equal to the distance separating the cathodes (20) from the anodes (22).
8. Filtering device according to claim 1, **characterized in that** the N insulated sectors are individually supplied by a first voltage (U_1), equal to a fraction of the breakdown voltage (U_C), (U_1) being direct, and by a second voltage $U_2 \leq$ the breakdown voltage (U_C) less the first voltage (U_1), (U_2) also being direct on the sectors separately, (U_2) being withdrawn as and when arcing occurs in the successive sectors, and **in that** it has means to withdraw the second voltage U_2 or U_P successively in each of the sectors of the at least one cathode (20) when electric arcing occurs in each of the sectors.
9. Filtering device according to claim 1, **characterized in that** the at least one cathode (20) is supplied with a first direct voltage (U_1) that is equal to a fraction of the breakdown voltage (U_C), increased by a pulsed voltage U_P defined by the formula:

$$U_1 + U_P > U_C,$$

and **in that** it has means to withdraw the second voltage U_2 or U_P successively in each of the sectors of the at least one cathode (20) when electric arcing occurs in each of the sectors.

Patentansprüche

1. Elektrostatische Filtereinrichtung, ausgerüstet mit wenigstens einer Kathode, die emissiv ist, die in einem Filter-Kanal positioniert ist, und die Spitzen (11, 11 P, 11 P +1, 21, 21 R, 21 R +1) besitzt, die in versetzter Weise auf mehreren Ebenen P verteilt sind, und die in der WinkelOrientierung von einer Ebene zur anderen versetzt sind und unter eine erste Gleichspannung (U_1) gesetzt sind,
dadurch gekennzeichnet, dass eine gepulste Komponente U_{PC} zu der ersten Gleichspannung (U_1) hinzugefügt wird, wobei diese gepulste Komponente durch einen Generator geliefert wird, der eine sehr steile Schaltflanke sicherstellt, das heißt eine Anstiegszeit in der Größenordnung von 150 ns, und dass die wenigstens eine Kathode in eine bestimmte Anzahl N von isolierten Sektoren unterteilt ist.
2. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filterkanal vom rohrförmige Typ ist, das heißt durch eine rohrförmige Anode (12) realisiert ist, wobei die Kathode einzeln ist und mehrere Spitzen (11, 11 P oder 11 P +1) pro Ebene aufweist, wobei diese Spitzen bezüglich ihrer Winkeinstellung von einer Ebene zur anderen versetzt sind.
3. Filtereinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode acht Spitzen (11, 11 P) oder (11, 11 P +1) pro Ebene umfasst, die jeweils untereinander um 45° versetzt sind, wobei der Versatz der Spitzen von einer Ebene P in Bezug auf die andere P +1 22,5° beträgt.
4. Filtereinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl n der Ebenen gleich $30.N/D/Lgnd$ ist, wobei L die Länge des Filters ist, D der Durchmesser der Anode (12) ist, d der Abstand ist, welcher die Enden der Spitzen (11, 11 P, 11 P +1) von der Innenwand der Anode (12), die rohrförmig ist, trennt.
5. Einrichtung nach Anspruch 1. **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanal durch zwei Platten definiert ist, welche Anoden (22) bilden, die parallel zueinander sind, wobei die Einrichtung mehrere Kathoden (20) verwendet und zwei Spitzen (11, 11 P, 11 P +1) pro Ebene umfasst, und welche senkrecht zu den Anoden angeordnet sind, die parallel zueinander sind, wobei die Ebenen einer Kathode vom Rang R in Bezug zu der Ebene einer benachbarten Kathode

vom Rang R +1 versetzt sind.

6. Filtereinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** h die Höhe ist, welche zwei Ebenen von Spitzen einer selben Kathode (20) trennt, wobei der Versatz von Ebenen zwischen zwei Elektroden mit Rängen R und Rängen R +1 gleich h/2 ist.
7. Filtereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Kathoden (20) voneinander durch einen Abstand getrennt sind, der gleich dem Abstand ist, welcher die Kathoden (20) von den Anoden (22) trennt.
8. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die N isolierten Sektoren individuell durch eine erste Spannung (U_1) versorgt werden, die gleich einem Bruchteil der Durchschlagsspannung (U_C) ist, wobei (U_1) eine Gleichspannung ist, und von einer zweiten Spannung U_2 , die kleiner gleich der Durchschlagsspannung (U_C) minus der ersten Spannung (U_1) ist, wobei (U_2) auf den Sektoren getrennt voneinander ebenfalls eine Gleichspannung ist, wobei (U_2) in dem Maße des Auftretens von Bögen in den aufeinanderfolgenden Sektoren unterdrückt wird, und dass sie über Mittel verfügt, um die zweite Spannung U_2 oder U_P sukzessive in jedem der Sektoren der wenigstens einen Kathode (20) bei dem Auftreten von elektrischen Bögen in jedem der Sektoren zu unterdrücken.
9. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Kathode durch eine erste Gleichspannung (U_1) versorgt wird, welche gleich einem Bruchteil der Durchschlagsspannung (U_C) ist, vergrößert um eine gepulste Spannung U_P , welche durch die Formel

$$U_1 + U_P > U_C$$

definiert ist, und dass sie über Mittel verfügt, um die zweite Spannung U_2 oder U_P sukzessiv in jedem der Sektoren der wenigstens einen Kathode (20) bei dem Auftreten von elektrischen Bögen in jedem der Sektoren zu unterdrücken.

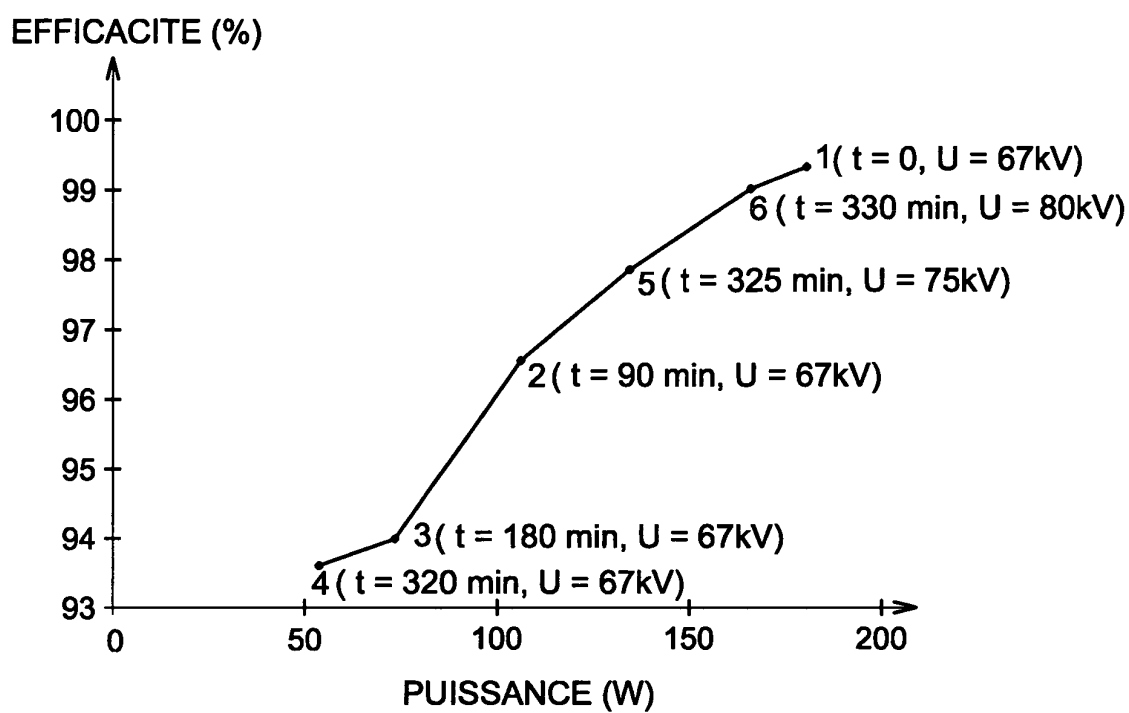


FIG. 1

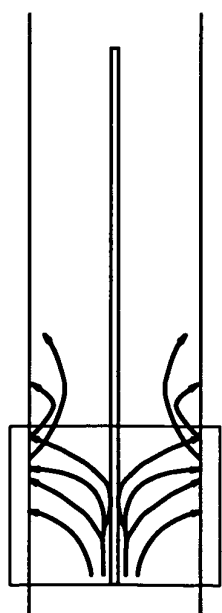


FIG. 2A

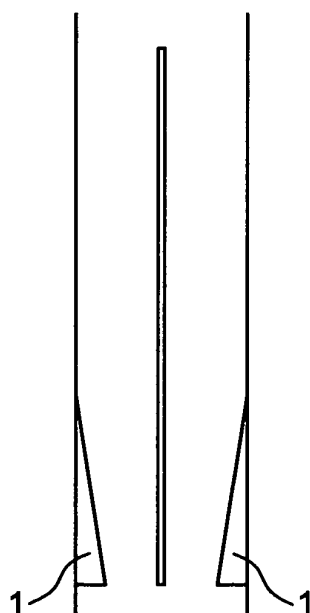


FIG. 2B

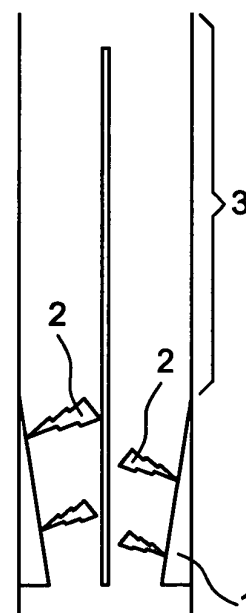


FIG. 2C

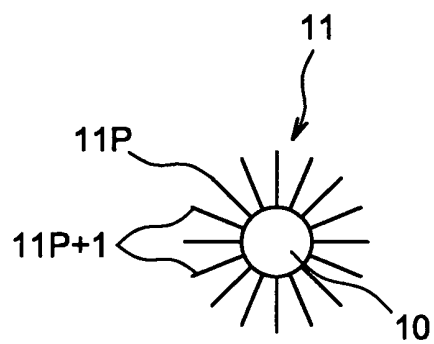


FIG. 3A

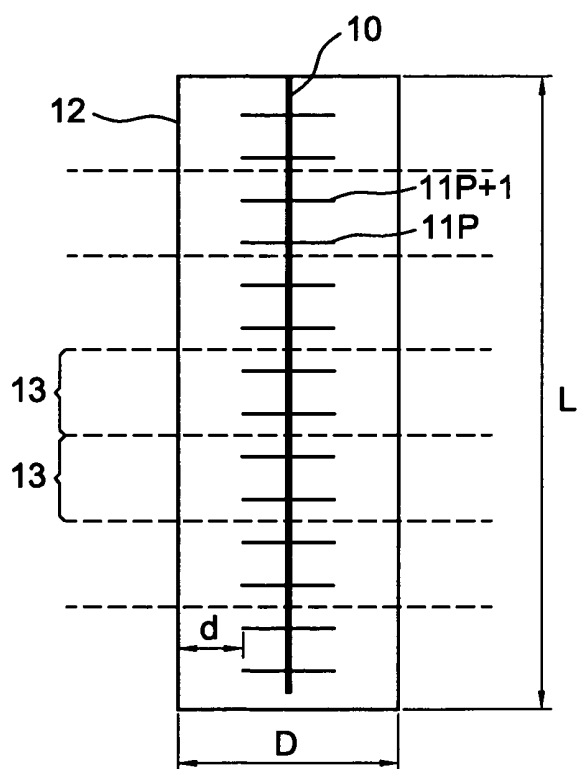
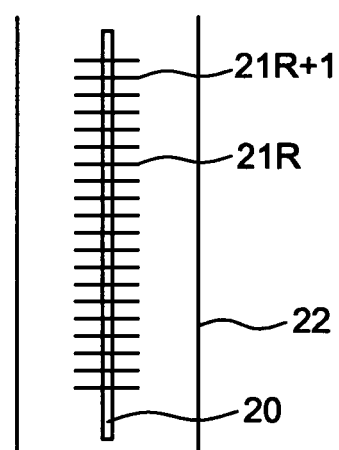
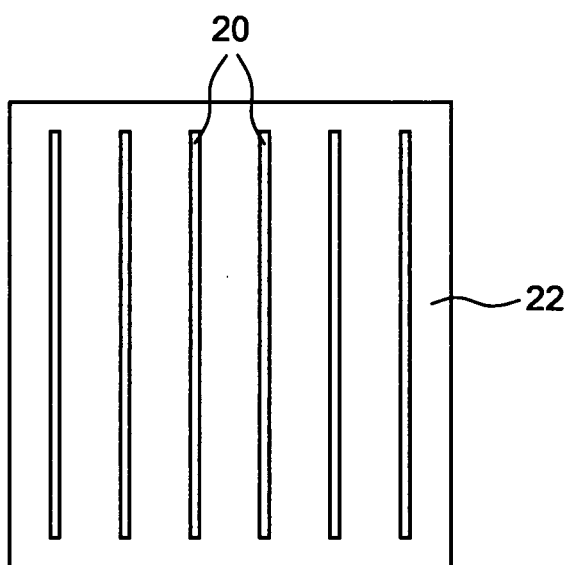
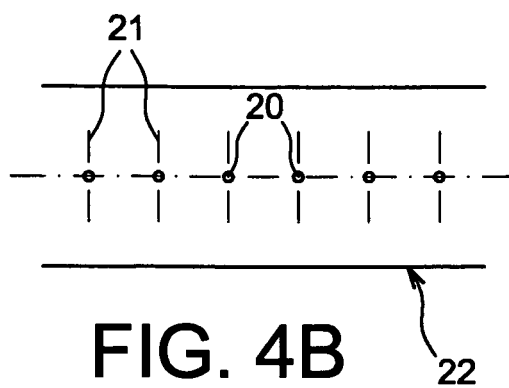


FIG. 3B



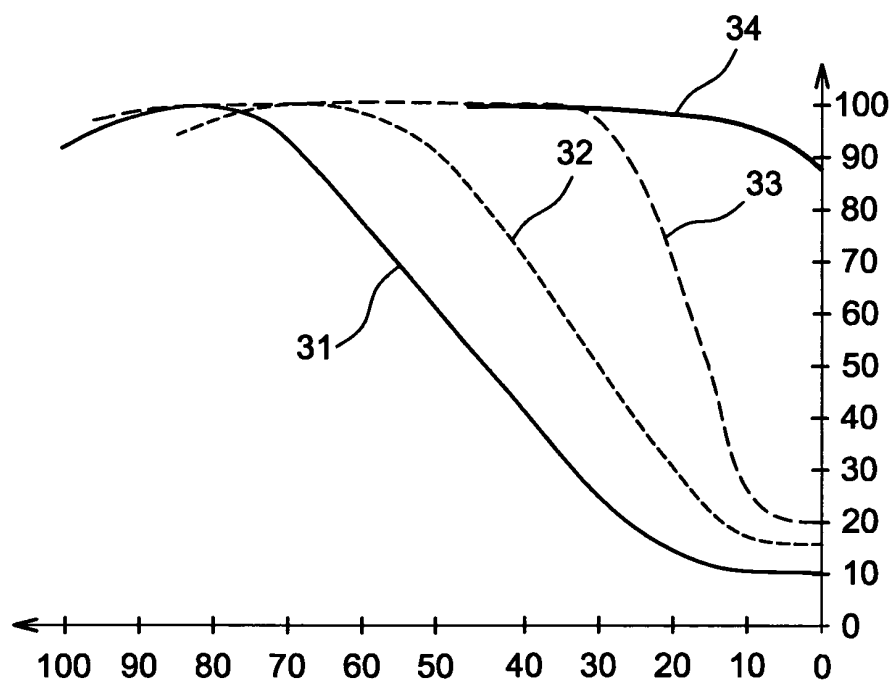


FIG. 5

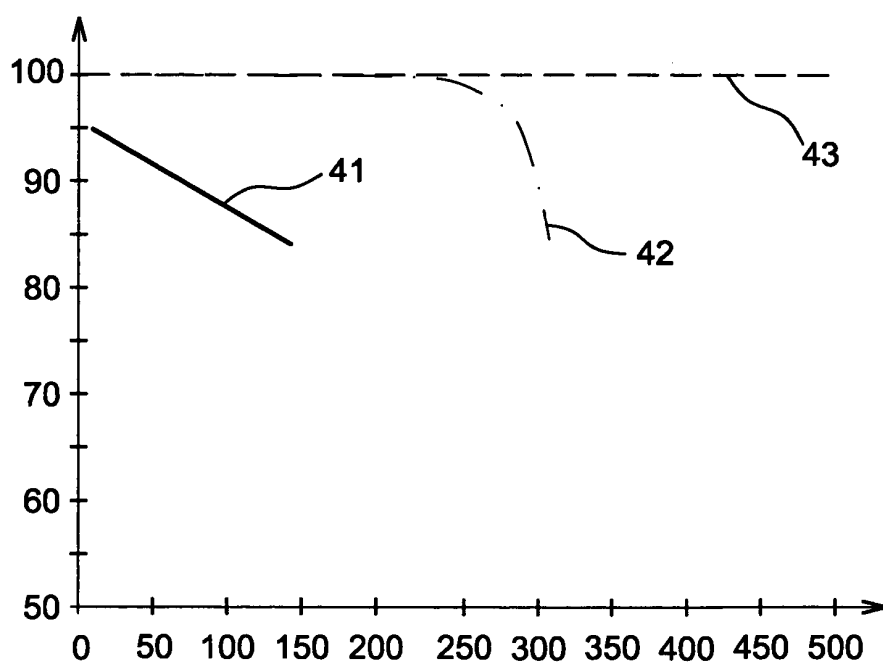


FIG. 6

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

- DE 102006009765 A1 [0002]