



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 314 001**

51 Int. Cl.:  
**B03C 3/38** (2006.01)  
**B03C 3/51** (2006.01)  
**B01J 19/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01994883 .5**  
96 Fecha de presentación : **17.12.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1455947**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

54 Título: **Dispositivo electrostático de emisión iónica de aire.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2009**

73 Titular/es: **Airinspace B.V.**  
**Delftechpark 26**  
**2628 XH Delft, NL**

72 Inventor/es: **Billiotte, Jean-Marie;**  
**Nagolkin, Alexandre Vladimirovitch;**  
**Basset, Frédéric y**  
**Volodina, Elena Vladimirovna**

74 Agente: **Lazcano Gainza, Jesús**

ES 2 314 001 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo electrostático de emisión iónica de aire.

**5 Campo técnico de la invención**

La invención se refiere al campo técnico de los dispositivos electrostáticos de tratamiento de aire, y más específicamente a los dispositivos para someter una multitud de partículas (tales como: polvos, bioaerosoles o moléculas específicas,...) de aerosol en el interior de un fluido en movimiento, a la acción de un flujo iónico procedente de un electrodo de descarga corona, con el fin de:

- por un lado, homogeneizar el flujo de iones frente a la cara activa plana de un electrodo receptor,
- y, por otro lado, depositar sobre la superficie de esta multitud de partículas de aerosol (que pertenecen a una misma clase de diámetros) una cantidad casi homogénea de iones.

Esta homogeneización de la deposición de iones sobre la superficie de las partículas puede tener como finalidad infligirles consecuencias mecánicas, físicas, químicas, energéticas... de intensidad controlada.

La invención se refiere específicamente al campo técnico de los dispositivos electrostáticos de emisión y deposición iónica del tipo descrito más adelante en el presente documento, constituido por la combinación entre: - por un lado, un electrodo conductor corona de descarga, sometido a un potencial eléctrico de descarga, que emite un flujo de iones, - y por otro lado un electrodo receptor conductor sin efecto corona poroso, sometido a un potencial diferente, colocado en frente del electrodo corona.

La invención se refiere además específicamente a dispositivos de ionización dotados de un electrodo receptor conductor sin efecto corona poroso, que presenta una cara activa pseudoplana perforada por una multitud de canales de paso del fluido. Estos canales atraviesan el electrodo receptor y desembocan en una multitud de orificios de forma casi circular, sobre una cara activa, según el eje de flujo del fluido sensiblemente perpendicular a la cara activa.

La invención se refiere además a dispositivos de ionización que comprenden un medio de puesta a presión del fluido, garantizando el movimiento del fluido a través del espesor del electrodo.

La invención se refiere, finalmente, a dispositivos de ionización que están equipados con una fuente de corriente eléctrica que comprende al menos dos bornes metálicos, de diferencia de potencial eléctrico bastante elevada entre los mismos (del orden de 5000 V). Al menos dos conductores están unidos cada uno - por un extremo a uno de los dos bornes de potencial y/o a tierra, - y por el otro extremo respectivamente a uno diferente de los electrodos corona y receptor, de modo que los dos electrodos (corona y receptores) estén sometidos a una diferencia de potencial eléctrico suficiente para garantizar la emisión iónica en la zona de descarga del electrodo corona.

La técnica anterior conoce el principio de los dispositivos de acción electrostática por flujo iónico sobre partículas de aerosol, poniendo en práctica las disposiciones anteriores. Los dispositivos que pertenecen a este campo técnico se utilizan en la actualidad principalmente para filtrar electrostáticamente partículas transportadas por un flujo de aire.

Sin embargo la técnica anterior no prevé una organización geométrica particular local de la cara activa del electrodo receptor que tenga como efecto una homogeneización del flujo de iones sobre la cara del electrodo receptor y/o una homogeneización del número de iones depositado sobre la superficie de las partículas de igual tamaño, arrastrados por el fluido.

En cambio, el dispositivo electrostático de emisión iónica según la invención comprende una geometría local particular de la cara activa de su electrodo de recepción que permite establecer un flujo de iones por unidad de superficie, procedentes del electrodo corona y en dirección a la cara activa pseudoplana del electrodo receptor, que tiene una intensidad puntual iónica que presenta en la proximidad de la cara activa una distribución espacial de intensidad iónica de homogeneidad aumentada.

Además la invención permite hacer casi homogéneo el número de iones depositados sobre la superficie de las partículas de aerosol de una misma clase de tamaño.

**60 Estado de la técnica anterior**

El dispositivo electrostático de homogeneización de flujo iónico de la invención tiene aplicaciones mucho más amplias que las del campo de la filtración. No obstante, la técnica anterior más próxima está constituida esencialmente por los filtros electrostáticos de polvos y, de manera auxiliar, por ciertos dispositivos de deposición de iones sobre superficies en el campo de la xerografía. Por consiguiente, el siguiente análisis de la técnica anterior se centra principalmente en estos dos campos técnicos y más generalmente en las diferentes técnicas de filtración de polvos y de xerografía que ponen en práctica una combinación entre un electrodo corona que emite iones y un electrodo receptor poroso.

## ES 2 314 001 T3

Por motivos médicos, sanitarios y de pureza del aire, es deseable filtrar las pequeñas partículas del aire y concretamente los polvos industriales, pólenes, bacterias, virus, hongos, algas, y otros polvos finos... Aparte de los sistemas que funcionan por gravitación (deposición de las partículas debido a su peso) y de los sistemas ciclónicos que funcionan por el efecto de la fuerza centrífuga (que se utilizan ambos en determinadas aplicaciones industriales específicas y que conducen a sistemas de gran volumen), los dos métodos más habituales para garantizar una descontaminación de los polvos del aire consisten: - uno en cortar el flujo de aire con la ayuda de un medio (filtro mecánico), - y el otro en desviar y capturar los polvos mediante el método electrostático (electrofiltro). Un filtro electrostático se basa en el hecho de que las partículas, que tienen una determinada carga, son atraídas por un electrodo colector de carga opuesta. Este método se ha utilizado ampliamente en la industria desde su invención por F.G. Cottrell en 1910. Se utiliza un medio previo para dar una carga electrostática a las partículas, y, con la ayuda de un campo electrostático, se precipitan estas partículas cargadas sobre una pared colectoras en la que un medio colector se mantiene bajo tensión eléctrica de signos opuestos. Existen principalmente dos clases de estructuras de filtros electrostáticos: - los de una etapa, - y los de dos etapas. Existen también dos variantes de medios de precipitación electrostática: - la de electrodos cargados bajo tensión generada exteriormente por alimentación eléctrica, - y la de carga electrostática automática, cargados por el rozamiento del aire. El campo más próximo de la invención es el de los electrofiltros de dos etapas, que incluyen una etapa de ionización inicial por alimentación eléctrica exterior.

Los electrofiltros de dos etapas, también denominados precipitadores electrostáticos, son de mayor complejidad, coste y eficacia. Comprenden una etapa de carga eléctrica por efecto corona de las partículas y una etapa de precipitación. En la etapa de carga eléctrica, el aire pasa a través de una zona de ionización constituida generalmente por uno o varios hilos llevados a alta tensión eléctrica (electrodos corona) para generar un campo electrostático intenso, en cuyo interior las partículas se cargan eléctricamente por ionización. Después, el flujo de aire que comprende las partículas cargadas pasa a través de una segunda etapa de recogida. Se distinguen dos tipos de filtros electrostáticos de dos etapas, según la estructura de la etapa colectoras de las partículas cargadas (- de placas, - o de medio filtrante).

Las particularidades de los electrofiltros que están próximos a las enseñanzas de la invención se refieren exclusivamente a la generación previa de iones y su deposición sobre las partículas que han de filtrarse (y más específicamente al control de la homogeneidad del flujo de iones) y no a la eficacia de la precipitación de los polvos.

Un primer defecto principal de los sistemas de ionización según la técnica anterior es que no presentan medios que permitan depositar una cantidad uniforme de iones sobre las partículas de aerosol tratadas. Esto tiene como consecuencia que una parte de las partículas recibe generalmente una cantidad suficiente de iones (o mayor a la necesaria) y otra recibe una cantidad demasiado reducida de iones para conducir a un resultado físico suficiente ulterior. Esto reduce la eficacia de los electrofiltros.

Una segunda limitación de la técnica anterior relativa al tratamiento iónico las partículas es que no prevé ninguna disposición que tenga como finalidad depositar, sobre las partículas de aerosol, una cantidad casi homogénea de iones ( $i^{4+}$ ) e ( $i^{9-}$ ) de cargas opuestas. Esto parece deberse al hecho de que, a primera vista, no parece deseable (incluso parece nefasto) depositar cargas opuestas sobre una misma partícula de aerosol. En efecto, el sentido común suele llevar a considerar que los iones de carga opuesta se anularán y que se obtendrá por tanto un efecto físico mermado. Los inventores han establecido que en aplicaciones industriales particulares, podía ser deseable depositar sobre la superficie exterior de partículas de aerosol (especialmente del mismo diámetro y/o de la misma naturaleza) cantidades de iones al mismo tiempo de carga opuesta y de cantidad casi homogénea para cada signo.

Estos dos primeros tipos de defectos de la técnica anterior se deben principalmente al hecho de que el flujo de aire tratado tiene una sección transversal generalmente muy superior a la dimensión transversal eficaz de las zonas de descarga de los electrodos corona utilizados. Por tanto, y en ausencia de correcciones asociadas a una geometría particular local del electrodo receptor, el flujo de iones que alcanza las partículas de aerosol disminuye en gran medida en la dirección transversal del flujo de fluido.

Un tercer defecto de la técnica anterior es que cuando pretende homogeneizar un flujo de iones, lo hace: - o bien en el caso en el que no hay desplazamiento de fluido (tal como en el interior de sistemas xerográficos), - o bien en el caso de una geometría que no permite la carga iónica homogénea de partículas de aerosol en el interior de grandes caudales de fluidos.

Las geometrías particulares de electrodos de recepción puestas en práctica por la técnica anterior en el interior de los generadores iónicos que actúan sobre partículas de aerosol (especialmente en el interior de los electrofiltros) generalmente no tienen como finalidad la homogeneidad iónica, sino simplemente aumentar la acción electrostática entre el electrodo receptor y las partículas previamente cargadas, con vistas a aumentar la captura de los polvos. Además, cuando la técnica anterior pone en práctica geometrías particulares de electrodos de recepción, se trata: - de geometrías globales macroscópicas del sistema, - y no de geometrías locales superficiales que tienen como objetivo una homogeneización iónica, como es el caso de la invención.

La patente US 4.904.283 describe un sistema de filtración constituido por un único electrodo corona longilíneo colocado en el centro de un cilindro constituido por un material filtrante y tapado en un extremo. El fluido cargado de partículas se introduce en el otro extremo libre del cilindro filtrante. El flujo iónico en este tubo corona cilíndrico disminuye en función inversa de la distancia al centro. La deposición iónica sobre las partículas de aerosol que lo atraviesan es por tanto muy poco homogénea en la sección del tubo. No está prevista y/o no se describe ninguna geo-

## ES 2 314 001 T3

metría local particular de la superficie del electrodo receptor (el interior del cilindro) para aumentar la homogeneidad de deposición iónica. Este dispositivo no permite y, por otro lado, no reivindica una homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

5 La patente US 4.979.364 describe un electrofiltro que comprende aguas arriba una primera etapa ionizante formada por una serie de electrodos cilíndricos de descarga, perpendiculares al flujo de fluido y una segunda etapa filtrante aguas abajo constituida por una red longitudinal en nido de abeja sometida a un campo eléctrico o magnético. No está prevista ninguna disposición geométrica local de la superficie del electrodo receptor (nido de abeja) para aumentar la homogeneidad de la deposición de iones sobre las partículas.

10 La patente US 4.910.637 pretende homogeneizar el flujo de iones transmitidos y la cantidad de ozono emitido por un electrodo corona en el interior de un sistema xerográfico. Se coloca una "barrera" entre el electrodo corona y el plano sobre el que deben depositarse los iones. La barrera propuesta está constituida a) o bien por un material dopado tal como vidrio o cerámica, b) o bien por vidrio o cerámica porosa, c) o bien por una dispersión de metal o de cerámica, d) o bien por un material conductor o semiconductor, e) o bien por un material fibroso que tiene una función de catálisis. La originalidad de este dispositivo no se refiere por tanto a una geometría particular superficial del electrodo receptor sino a una elección particular de materiales. Además, este dispositivo está destinado a la deposición de iones sobre una superficie plana y no sobre partículas de aerosol. Finalmente, el sistema no hace intervenir ningún fluido en movimiento.

20 La patente US 4.871.515 describe un filtro electrostático que comprende un electrodo corona y un electrodo receptor cuya estructura está dotada de circunvoluciones, poros o grietas para aumentar sus capacidades de retención. No está prevista ninguna particularidad geométrica local de la superficie del electrodo receptor para incrementar la homogeneidad del flujo iónico y de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

25 La patente US 4.597.781 describe un precipitador electrostático que comprende un electrodo corona central que genera iones negativos, rodeado por un electrodo de recepción constituido por un tubo colector cilíndrico. El electrodo receptor no tiene ninguna geometría local particular de su superficie activa. El flujo iónico en este tipo corona cilíndrico disminuye en función inversa de la distancia al centro. La deposición iónica sobre las partículas de aerosol que lo atraviesan es por tanto muy poco homogénea.

30 La patente US 4.898.105 describe un filtro electrostático constituido por una primera etapa de carga iónica constituida por electrodos corona de hilo colocados transversalmente al flujo de aire y por una segunda etapa de filtración (que puede asimilarse a un electrodo receptor) formada por una capa de gránulos no conductores y por un medio para crear un campo electrostático transversal a través de esta capa. El sistema no prevé ninguna geometría particular local de la superficie de la capa de gránulos que tenga por efecto una homogeneización del flujo iónico procedente de la primera etapa.

40 La patente US 4.313.739 describe un dispositivo para extraer un gas contaminante de un gas que ha de purificarse. Está constituido por un tubo exterior que incluye un cilindro poroso (que puede calificarse de electrodo receptor) situado interiormente y por un electrodo corona de hilo colocado en su centro. Se aplica una diferencia de potencial entre el electrodo corona y el cilindro. El gas que ha de purificarse se introduce en un extremo del cilindro. El sistema permite extraer un gas contaminante en función de su diferencia de potencial de ionización frente al del gas que ha de purificarse. La pared del cilindro (electrodo receptor) está o bien constituida por un material poroso, es decir que no presenta ninguna geometría particular superficial, o bien dotada de poros que la atraviesan distribuidos por su circunferencia. La cara activa del electrodo receptor no está dotada de ninguna geometría particular (rodeando los poros) sobre su cara interior activa. Este dispositivo no permite y, por otro lado, no reivindica una homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

50 La patente US 4.066.526 describe un filtro electrostático constituido por un electrodo corona y por un electrodo receptor. El electrodo receptor no presenta ninguna geometría particular sobre su cara activa. Este dispositivo no permite y, por lo demás, no reivindica una homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

55 La patente US 4.056.372 describe un precipitador electrostático constituido por placas metálicas paralelas colocadas bajo tensiones eléctricas alternadas y dotadas de puntas sobre sus extremos. En una variante, se colocan electrodos corona de tipo hilo aguas arriba en paralelo y frente al apilamiento de las placas. El flujo de iones de descarga se emite transversalmente entre los electrodos de hilo corona y los electrodos receptores de hilo paralelos. Este dispositivo no describe ningún electrodo receptor colocado transversalmente a la trayectoria del fluido. Las placas no constituyen electrodos receptores frente a los electrodos corona de hilo. Además, la superficie de las placas no está dotada de ningún orificio de forma casi circular sobre su superficie. Este dispositivo no permite y, por otro lado, no reivindica una homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

60 La patente US 5.622.543 describe un purificador de aire que incluye una placa plana generadora de aniones (electrodo corona) dotada de huecos enfrentados a un electrodo receptor plano dotado de perforaciones espaciadas. Este dispositivo no comprende ninguna geometría particular sobre la superficie del electrodo receptor con vistas a la homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

## ES 2 314 001 T3

La patente US 5.402.639 describe un sistema electrostático para eliminar el polvo de un gas, constituido - por un cilindro hueco de pared cerámica en nido de abeja, que presenta orificios orientados radialmente, que desembocan desde el interior hacia el exterior del cilindro y sometidos a un campo eléctrico interno con la ayuda de electrodos exteriores, - y por un electrodo corona situado en su centro. Aparte de sus orificios, el cilindro no presenta ninguna geometría local superficial particular sobre su cara interior enfrente del electrodo corona que sea adecuada para permitir una homogeneización de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol. Además, debido a su estructura cilíndrica, y por los mismos motivos que se han descrito anteriormente, este sistema garantiza una deposición de iones no homogénea sobre las partículas.

La patente US 4.920.266 describe un sistema xerográfico para depositar cargas negativas sobre una superficie. Este sistema comprende electrodos corona constituidos por una serie de puntas dispuestas unas al lado de otras de manera lineal, enfrentados a un electrodo receptor constituido por una rejilla metálica perforada con orificios hexagonales. Aparte de sus orificios, el electrodo receptor no comprende una geometría particular superficial que sea adecuada para permitir una homogeneización del flujo de iones. Además este dispositivo está destinado a la deposición de iones sobre una superficie plana y no sobre partículas de aerosol. Finalmente, el sistema no hace intervenir ningún fluido en movimiento.

La patente US 5.474.600, a nombre de los solicitantes, describe un sistema de purificación bacteriológica, que comprende una etapa de ionización formada por un electrodo receptor de metal celular poroso y por un electrodo corona de descarga enfrentado al mismo. No está prevista ninguna particularidad geométrica local de la superficie del electrodo receptor para aumentar la homogeneidad del flujo iónico y de la deposición de iones sobre las partículas de aerosol.

### Resumen de la invención

En su forma general, la invención se refiere a un dispositivo electrostático de emisión iónica homogeneizada para depositar sobre la superficie de una multitud de partículas de aerosol en el interior de un fluido, que pertenecen a una misma clase de diámetros, una cantidad casi homogénea de iones con la misma carga.

Un dispositivo electrostático de emisión iónica según la invención es del tipo descrito anteriormente y definido por las características de la reivindicación 1. Está constituido por la combinación entre: - por un lado, un electrodo conductor corona de descarga, sometido a un potencial eléctrico de descarga y que emite un flujo de iones, - y, por otro lado, un electrodo receptor conductor sin efecto corona, sometido a un potencial eléctrico de recepción diferente. El electrodo receptor presenta una cara activa pseudoplana, situada en frente del electrodo corona y alejada de su zona de descarga. El espacio libre que separa la cara activa del electrodo receptor del electrodo corona está libre. Una multitud de canales de paso del fluido atraviesan el electrodo receptor. Desembocan en una multitud de orificios de forma casi circular, sobre su cara activa, según un eje denominado de flujo, sensiblemente perpendicular a la cara activa. Estos canales garantizan, en la proximidad de la cara activa, una circulación del fluido según vetas que atraviesan el electrodo receptor y son en general sensiblemente paralelas al eje del flujo de fluido cargado de partículas de aerosol. El dispositivo comprende además un medio de puesta a presión del fluido, que garantiza el movimiento del fluido (concretamente a través del espesor del electrodo receptor), sensiblemente en dicho eje de flujo y a lo largo de las vetas. El dispositivo está equipado con una fuente de corriente eléctrica, que comprende al menos dos bornes metálicos de diferencia de potencial eléctrico bastante elevada entre los mismos (del orden de 5000 V) y al menos dos conductores unidos cada uno por un extremo a uno de los bornes de potencial y/o a tierra, y por el otro extremo, respectivamente a uno diferente de los electrodos corona y receptor, para someter estos dos electrodos a una diferencia de potencial eléctrico suficiente para garantizar la emisión iónica en la zona de descarga del electrodo corona.

Un dispositivo electrostático de emisión iónica según la invención es notable por la combinación siguiente:

Por un lado, la multitud de canales de paso de fluido están situados a través del electrodo receptor de tal manera que la multitud de sus orificios estén distribuidos de manera casi uniforme sobre la cara activa, en las dos direcciones geométricas de esta cara.

Y, por otro lado, la cara activa pseudoplana del electrodo receptor está recubierta por una pluralidad de zonas afiladas en puntas, cortantes y/o punzantes. Estas emergen en relieve de la cara activa. Presentan localmente y en su extremo un reducido radio de curvatura de superficie. Estas zonas afiladas también están distribuidas de manera casi uniforme sobre esta cara activa, en las dos direcciones geométricas de la superficie y rodean los orificios.

### Objetivo

Esta combinación geométrica local particular del electrodo receptor permite establecer un flujo de iones por unidad de superficie, procedente del electrodo corona y en dirección a la cara activa pseudoplana del electrodo receptor, que tiene una intensidad puntual iónica que presenta en los puntos próximos a la cara activa, una distribución espacial de intensidad iónica de homogeneidad aumentada, con respecto a la variación de la distancia espacial entre - el punto de proyección correspondiente de la cara activa del electrodo receptor, - y la zona denominada de acción iónica principal que rodea el centro geométrico de la figura formada por la proyección recta de la zona de descarga del electrodo corona sobre la superficie activa pseudoplana.

## ES 2 314 001 T3

Esta homogeneidad iónica se establece en una gran zona eficaz que rodea el centro geométrico. De modo que en esta gran zona eficaz, se deposita una cantidad casi uniforme de iones sobre la superficie de las partículas de aerosol (de una misma clase de diámetro) transportadas por el fluido a través de los orificios.

### 5 Dibujos y figuras

Las figuras 1.a y 1.b muestran de manera esquemática, en corte y en perspectiva, el estado de la técnica anterior en cuanto al dispositivo electrostático de emisión iónica.

10 Las figuras 2.a y 2.b muestran de manera esquemática, en corte y en perspectiva, la técnica anterior más próxima constituida por el dispositivo electrostático de emisión iónica que equipa el sistema de purificación bacteriológica objeto de la patente US 5.474.600.

15 Las figuras 3.a y 3.b muestran de manera esquemática, en corte y en perspectiva, las principales disposiciones de un dispositivo electrostático de emisión iónica de homogeneización de flujo y deposición de iones según la invención.

Las figuras 4, 5 y 6 muestran en perspectivas tres variantes de un dispositivo electrostático de emisión iónica según la invención.

20 La figura 7 muestra en corte y perspectiva un sistema de emisión bi-iónica según la invención atravesado por un fluido cargado de partículas de aerosol.

Las figuras 8 a 12 muestran las particularidades de constitución de un material conductor recomendado por la invención para constituir el electrodo receptor poroso de un dispositivo electrostático de emisión iónica.

25 La figura 13 muestra de manera esquemática, en corte, una variante de dispositivo electrostático de emisión iónica recomendado por la invención, cuyo electrodo receptor está realizado con la ayuda del material descrito en las figuras 8 a 12.

30 La figura 14 muestra de manera esquemática, en corte, otra variante de sistema de emisión bi-iónica recomendado por la invención, cuyos electrodos receptores están realizados con la ayuda del material descrito en las figuras 8 a 12.

La figura 15 describe, en corte, una variante de sistema de emisión bi-iónica según la invención de electrodos corona dispuestos en serie y en paralelo.

35 Las figuras 16 y 17 muestran en corte y en perspectiva, la acción de un sistema de emisión bi-iónica tal como el de la figura 14 sobre partículas de aerosol en el interior de un fluido en movimiento.

### Descripción detallada de puesta en práctica de la invención

40 Las figuras 1.a y 1.b muestran de manera esquemática, en corte (figura 1.a) y en perspectiva (figura 1.b), un dispositivo (11) electrostático de emisión iónica según la técnica anterior. El dispositivo (11) electrostático de emisión iónica según la técnica anterior comprende un electrodo (EC) conductor corona de descarga, sometido a un potencial (V1) eléctrico de descarga negativo, que emite un flujo (I) global de iones ( $i^q$ ) negativos. Comprende también un electrodo (ER) receptor conductor sin efecto corona, sometido a un potencial (V2) eléctrico de recepción positivo. El electrodo (ER) receptor presenta una cara (SA) activa situada en frente del electrodo (EC) corona. Está alejada una distancia (di) de su zona (D) de descarga de iones ( $i^q$ ) negativos. El espacio (H) que separa la cara (SA) activa del electrodo (EC) corona está libre. El electrodo (ER) receptor es poroso. Presenta una multitud de canales (C1, C2,..., Cn) de paso del fluido, que atraviesan el electrodo (ER) receptor, y desembocan en una multitud de orificios (O1, O2,..., On), sobre su cara (SA) activa, según un eje (xx') denominado de flujo, sensiblemente perpendicular a la cara (SA) activa. Un medio de puesta a presión del fluido (no representado) garantiza el movimiento del fluido (F) concretamente a través del espesor (er) del electrodo (ER) receptor, sensiblemente en el eje (xx') de flujo.

Según la técnica anterior, la geometría superficial de la cara (SA) activa es cualquiera.

55 No está prevista ninguna disposición geométrica local particular de la cara (SA) activa alrededor de los orificios (O1,...) para homogeneizar el flujo de iones ( $i^q$ ) negativos.

60 Se ha representado, en la parte izquierda de la figura 1.a, la curva (12) de la intensidad (J(Q)) del flujo (Is(r)) por unidad de superficie de iones ( $i^q$ ) en un plano (uu') próximo a la cara (SA). Se trata de iones ( $i^q$ ) - procedentes del electrodo (EC) corona, - y en dirección a la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor. La intensidad (J(Q)) está representada según el eje (xx'). La intensidad (J(Q)) por unidad de superficie puntual iónica presenta en los puntos Q(r) próximos a la superficie (SA) activa, una distribución espacial de intensidad (J(Q)) iónica muy poco homogénea. Se constata que disminuye en gran medida cuando nos alejamos del eje (xx') central de flujo del dispositivo (11), es decir con el aumento de la distancia (r) espacial, representada según el eje (yy'), entre: - el punto de proyección (P(r)) correspondiente de la cara (SA) activa del electrodo (ER) receptor, - y el centro (O) geométrico de la proyección recta de la zona (D) de descarga del electrodo (EC) corona sobre la superficie (SA) activa pseudoplana.

## ES 2 314 001 T3

En la figura 1.a, se ha esquematizado la intensidad local del flujo  $I_s(r)$  iónico entre los dos electrodos (EC, ER) mediante racimos de iones ( $i^q$ ). El número de iones representados esquematiza, sobre una radial, la intensidad del flujo de iones en esta dirección. Se constata que cuando el punto (Q(r)) y su proyección (P(r)) se alejan del centro (O) geométrico, el número de iones que alcanzan en (Q(r)) la superficie (SA), y asimismo el flujo  $I_s(r)$  por unidad de superficie, disminuyen considerablemente.

La figura 1.b esquematiza en perspectiva la configuración del dispositivo (11). Las figuras 2.a y 2.b muestran de manera esquemática, en corte (figura 2.a) y en perspectiva (figura 2.b), una variante de la técnica anterior en cuando al dispositivo (21) electrostático de emisión iónica del tipo descrito en la solicitud de patente US 5.474.600 a nombre de los solicitantes. Se constata que el electrodo (EC) de descarga está constituido por una punta (22) corona colocada en el extremo de una aguja (23) perpendicular a la superficie (SA) activa. La punta (22) corona está rodeada por un tubo (25) hueco metálico de reducido espesor (ep) de pared (26), colineal al eje ( $x_1, x'_1$ ) de punta de la aguja (23). El electrodo (ER) receptor está realizado en metal celular poroso. El tubo (25) y el electrodo (ER) están unidos y sometidos al mismo potencial (V2) eléctrico positivo. El electrodo (EC) conductor corona de descarga está sometido a un potencial (V1) eléctrico de descarga negativo. Emite un flujo (I) global de iones ( $i^q$ ) negativos en su zona (D) de descarga. Se ha esquematizado este flujo de iones con la ayuda de trazos de puntos de espesores variables, que representan su intensidad en las diferentes direcciones. Además, se han aumentado las diferentes figuras microscópicas que intervienen en el procedimiento (concretamente los iones y las partículas). Se constata que debido a la presencia del electrodo (ER) receptor, el flujo de iones ( $i^q$ ) en dirección a la pared interior del tubo (25) es muy débil (trazos finos). La curva (27) representa las variaciones de la intensidad  $J(r)$  iónica por unidad de superficie en un plano ( $tt'$ ) perpendicular al eje ( $xx'$ ) y cortando el tubo (25) sensiblemente en su centro. La intensidad  $I_s(r)$  iónica se debilita rápidamente en el interior del tubo (25) y en su parte central, en función de la distancia (r) al eje del electrodo (EC) corona. Se entenderá fácilmente que las variaciones de intensidad  $J(r)$  iónica en el plano ( $tt'$ ) son en  $1/r$ . Se han representado también en la curva (28) las variaciones de la intensidad  $J(r)$  iónica en un plano ( $uu'$ ) paralelo a la superficie (SA) activa del electrodo (ER) receptor en la proximidad de este último. La intensidad  $J(r)$  iónica se debilita también rápidamente en función de la distancia (r) al eje ( $xx'$ ) del electrodo (EC) corona.

La superficie (SA) activa del electrodo (ER) receptor no tiene ninguna geometría local particular. Tal como se esquematiza en la figura 2.b, puede asimilarse en una primera aproximación a una placa (ER) perforada dotada de una multitud de orificios (O1, O2,..., On) sobre su cara (SA) activa y colocada en un extremo del tubo (25).

En la figura 2.a se ha representado un flujo (K) de fluido (F) que se hace penetrar en el tubo (25) a través del electrodo (ER) receptor. El fluido (F) está cargado de una multitud de partículas (p1) de aerosol. Puede considerarse que estas partículas (p1) son neutras antes de penetrar en el dispositivo (21). Tras haber atravesado el electrodo (ER) receptor, las partículas se encuentran frente al flujo de iones ( $i^q$ ). Por los motivos mencionados anteriormente de falta de homogeneidad del flujo de iones ( $i^q$ ), se entiende que las partículas (p2) de aerosol que pasan próximas al eje ( $xx'$ ) reciben una cantidad importante de iones ( $i^q$ ) negativos. Se han representado cuatro. En cambio, las partículas (p3) que pasan de manera alejada del eje ( $xx'$ ) reciben muchos menos iones ( $i^q$ ) negativos. Se ha representado uno.

Por consiguiente, se entiende que este sistema (21) según la técnica anterior no permite ni homogeneizar significativamente un flujo de iones ( $i^q$ ) en la proximidad de un electrodo (ER) receptor, ni homogeneizar de manera satisfactoria el flujo de iones ( $i^q$ ) depositado sobre las partículas (p1,p2,p3,...) de aerosol que atraviesan el sistema (21) de un lado a otro.

Las figuras 3a y 3b describen en corte y en perspectiva, en su forma más primitiva, las mejoras propuestas por la invención para el dispositivo (1) de emisión iónica. Las disposiciones generales de este dispositivo (1) según la invención comunes a los dispositivos (11, 21) de la técnica anterior tal como se han descrito en las referencias 1.a a 2.b anteriormente, se recuperan para el dispositivo (1) con las mismas referencias y no vuelven a describirse.

El dispositivo (1) electrostático de emisión iónica está destinado a depositar sobre la superficie (sp) de una multitud de partículas (p1) de aerosol en el interior de un flujo (K) de fluido (F), de una misma clase de diámetros (dp), una cantidad casi homogénea de iones ( $i^q$ ) de carga (q). Este dispositivo (1) electrostático es del tipo constituido por la combinación entre - un electrodo (EC) conductor corona de descarga, sometido a un potencial (V1) eléctrico de descarga, que emite un flujo (I) global de iones ( $i^q$ ) y - un electrodo (ER) poroso receptor conductor sin efecto corona, sometido a un potencial (V2) eléctrico de recepción. El electrodo (ER) receptor presenta una cara (SA) activa pseudoplana, situada en frente del electrodo (EC) corona y alejada una distancia ( $d_i$ ) de su zona (D) de descarga. El espacio (H) libre que separa su cara (SA) activa de la punta (22) del electrodo (EC) corona está libre. Una multitud de canales (C1, C2,...,Cn) de paso del fluido atraviesan el electrodo (ER) receptor. Desembocan en una multitud de orificios (O1, O2,..., On) de forme casi circular sobre su cara (SA) activa, según el eje ( $xx'$ ) denominado de flujo, sensiblemente perpendicular a la cara (SA) activa. Garantizan, en la proximidad de la cara (SA) activa, una circulación del fluido (F) según vetas (no representadas) que atraviesan el electrodo (ER) receptor y en general sensiblemente paralelas a dicho eje ( $xx'$ ) del flujo (K) de fluido (F).

El electrodo (EC) de punta (22) corona está rodeado por un tubo (25) hueco de reducido espesor (ep) de pared (26). El tubo (25) hueco es colineal al eje ( $x_1, x'_1$ ) de punta de la aguja (23), según el eje ( $xx'$ ) del flujo (K) de fluido (F) y situado en frente de la cara (SA) activa del electrodo (ER) receptor. Este tubo (25) hueco engloba longitudinalmente las vetas de fluido (F) en frente de la cara (SA) activa y alrededor de la aguja (23). Preferiblemente, el tubo (25) hueco está constituido por un material (34) conductor concretamente metálico. El tubo (25) hueco se lleva al mismo potencial

## ES 2 314 001 T3

(V2) eléctrico positivo que el electrodo (ER) receptor para efectuar una protección eléctrica frente al potencial (V1) negativo del electrodo (EC) corona.

La figura 13 describe detalles específicos complementarios del dispositivo (1) según la invención. Un medio (2) de puesta a presión del fluido (y concretamente un ventilador) garantiza el movimiento del fluido (F) concretamente a través del espesor (er) del electrodo (ER) receptor, sensiblemente en dicho eje (xx') de flujo, y a lo largo de dichas vetas (no representadas). El dispositivo (1) está equipado con una fuente (3) de corriente eléctrica que comprende al menos dos bornes (B+, B-) metálicos de diferencia de potencial eléctrico bastante elevada entre los mismos (del orden de 5000 V). Dos conductores (4, 5) están unidos cada uno - por un extremo (6, 7) a uno de los bornes (B+, B-) de potencial y/o a tierra (8), - y por el otro extremo (9, 10) respectivamente a uno diferente de los electrodos (EC) corona y (ER) receptor. Esto con el fin de someter los dos electrodos (EC, ER) a una diferencia de potencial eléctrico (V1) <> (V2) suficiente para garantizar la emisión iónica de ión ( $i^i$ ) en la zona (D) de descarga.

Se constata en referencia a la figura 3.b que el dispositivo (1) electrostático de emisión iónica está dotado de una combinación particular de la geometría local de superficie de la cara (SA) del electrodo (ER) receptor. Por un lado, su multitud de canales de paso (C1, C2,..., Cn) de fluido (F) están situados a través del electrodo (ER) receptor de tal manera que la multitud de sus orificios (O1, O2,..., Oi,..., On) estén distribuidos de manera casi uniforme sobre la cara (SA) activa, en sus dos direcciones (yy', zz') geométricas y, por otro lado, la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor está recubierta por una pluralidad de zonas afiladas en puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes). Emergen en relieve de la cara (SA) activa. Presentan localmente un reducido radio (ra) de curvatura de superficie. Están distribuidas de manera casi uniforme sobre esta cara (SA) activa, en sus dos direcciones (yy', zz') geométricas. Rodean los orificios (O1, O2,..., Oi,..., On).

En la figura 3.a, se ha esquematizado el flujo de iones ( $i^i$ ) procedentes de la zona (D) de descarga del electrodo (EC) corona con la ayuda de trazos de puntos de espesores variables que representan su intensidad (J(r)) iónica en las diferentes direcciones. Se constata que debido a la presencia de la pluralidad de zonas afiladas en puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) que emergen en relieve de la cara (SA) activa y distribuidas uniformemente sobre esta última, el flujo de iones ( $i^i$ ) en dirección a la cara (SA) activa del electrodo receptor tiene una homogeneización aumentada (los trazos de puntos tienen una anchura similar).

La curva (32), situada en la parte izquierda de la figura 3.a, representa las variaciones de la intensidad J(r) iónica por unidad de superficie en un plano (tt') perpendicular al eje (xx') y cortando el tubo (25) sensiblemente en su centro. La intensidad J(r) iónica por unidad de superficie se debilita rápidamente en el interior del tubo (25) en función de la distancia (r) al eje del electrodo (ER). Además se constata que la presencia de puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) debilita el nivel global del flujo de iones en dirección a la pared interior del tubo (25) con respecto al que hay (véase la curva (27); figura 2.a) en ausencia de zonas (Ai) afiladas. Hay una acción electrostática preponderante de las puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) de la cara (SA) activa frente a la de la pared interior del tubo 25.

Se han representado también en la curva (33) las variaciones de la intensidad J(r) iónica por unidad de superficie en un plano (uu') paralelo a la superficie (SA) activa del electrodo (ER) receptor, en la proximidad de este último. Se constata que, a diferencia de la curva (28), la intensidad J(r) iónica por unidad de superficie: - por un lado, se debilita muy poco en función de la distancia (r) al eje (xx') del electrodo (EC) corona, - y, por otro lado, tiene un nivel global superior al que se ha constatado (tal como en la curva (32), figura 2.a) cuando se aleja del electrodo (ER) receptor. La disposición geométrica descrita anteriormente tiene por tanto como consecuencia una homogeneización del flujo iónico.

En efecto, el flujo ( $I_s(r)$ ) iónico por unidad de superficie de iones ( $i^i$ ) procedentes del electrodo (EC) corona en dirección a la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor, tiene una intensidad J(Q(r)) por unidad de superficie puntual iónica que presenta en los puntos Q(r) próximos a la cara (SA) activa, una distribución espacial de intensidad J(r) iónica de homogeneidad aumentada, con respecto a la variación de distancia (r) espacial entre - el punto (P(r)) de proyección correspondiente de la cara (SA) activa del electrodo (ER) receptor, - y la zona (A) de acción iónica principal que rodea el centro (O) geométrico de la figura (G) de la proyección recta de la zona (D) de descarga del electrodo (EC) corona sobre la cara (SA) activa pseudoplana. Esto se constata en una gran zona (S) eficaz que rodea el centro (O) geométrico que ocupa toda la sección del tubo (25). De modo que en esta zona (S) eficaz, y por tanto en toda la sección del tubo (25), se deposita en la proximidad del electrodo (ER) receptor una cantidad casi uniforme de iones ( $i^i$ ) sobre la superficie (sp) de partículas (p1,...) de aerosol de una misma clase de diámetros (dp) transportada por el fluido (F) a través de los orificios (O1, O2,..., On). Además, la influencia de la falta de homogeneidad de deposición iónica en la parte central (tt') está muy debilitada por los motivos descritos anteriormente. De modo que la deposición de iones ( $i^i$ ) sobre la superficie de (sp) de partículas (p1) de aerosol que atraviesan el sistema (1) de un lado a otro se homogeniza considerablemente con respecto a lo que se obtendría con el paso a través de un dispositivo (11, 21) según la técnica anterior. El resultado de experiencias de laboratorio realizadas por los solicitantes sobre un dispositivo (1) según la invención confirma esta particularidad física. Los inventores han podido constatar experimentalmente modificando los electrodos receptores de un dispositivo tal como el descrito en la solicitud US 5.474.600 según las enseñanzas de la invención y midiendo los resultados físicos de la homogeneización de la deposición iónica.

La invención puede ponerse en práctica ventajosamente con diversos tipos de electrodos (EC) corona.



## ES 2 314 001 T3

Así, según la variante representada en las figuras 3.a y 3.b, el dispositivo (1) comprende la combinación característica entre: - la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor recubierta por una pluralidad distribuida de manera casi uniforme de zonas (Ai) afiladas emergentes que rodean orificios (O1, O2,..., On) también distribuidos de manera casi uniforme, - y un electrodo (EC) de descarga constituido por una punta (22) corona colocada en el extremo de una aguja (23). Ésta está orientada según un eje (x1,x1') de punta perpendicular a la cara (SA) activa pseudoplana, en dirección a las zonas (Ai) afiladas emergentes, y situada a una distancia (di) en frente de la cara (SA) activa.

Según la variante representada en la figura 6, el dispositivo (1) comprende la combinación característica entre: - la cara (SA) activa pseudoplana de su electrodo (ER) receptor recubierta por una pluralidad distribuida de manera casi uniforme de zonas (Ai) afiladas emergentes que rodean orificios (O1, O2,..., On) también distribuidos de manera casi uniforme, - y un electrodo (EC) de descarga constituido por un hilo (41) conductor, orientado según un eje (x2, x'2), sensiblemente paralelo a la cara (SA) activa pseudoplana. El hilo (41) conductor es sensiblemente perpendicular a las zonas (Ai) afiladas emergentes, y está situado a una distancia (di) en frente de la cara (SA) activa.

La invención recomienda varios tipos de geometría de las zonas (Ai) afiladas emergentes.

Según la variante descrita en las figuras 3.a y 3.b, la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor está recubierta por una pluralidad distribuida de manera casi uniforme de zonas (Ai) afiladas emergentes en forma de puntas (42) afiladas punzantes distribuidas uniformemente, que presentan localmente un reducido radio (ra) de curvatura de superficie, que rodea orificios (O1, O2,..., On) distribuidos uniformemente. Estas puntas (42) afiladas punzantes apuntan hacia el exterior de la cara (SA) activa, según un eje (xx') sensiblemente perpendicular, en dirección a la zona (D) de descarga.

Según las variantes descritas en las figuras 4, 5 y 6, la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor está recubierta por una pluralidad distribuida de manera casi uniforme de cráteres (43) de bordes de bordes (Ai) afilados cerrados en pseudocírculo (44). Presentan sobre sus bordes de extremo una sección de reducido radio (ra) de curvatura, que rodea los orificios (O1, O2,..., On), y desembocan hacia el exterior de la cara (SA) activa, según un eje (xx') sensiblemente perpendicular, en dirección a la zona (D) de descarga.

La figura 13 representa la variante recomendada por la invención de realización de un dispositivo (1) electrostático de emisión iónica homogeneizado. El electrodo (ER) receptor está constituido por una estructura (51) porosa. Sus zonas afiladas en puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) están distribuidas de manera casi uniforme sobre su cara (SA) activa y unidas entre sí con la ayuda de esta estructura (51) porosa.

El electrodo (ER) receptor está constituido por una estructura (51) porosa de mallas (52) alveolares constituida por un conjunto en red de aletas (Ai, an) de partes (57) longilíneas. La pluralidad de sus zonas afiladas en puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) distribuidas de manera casi uniforme sobre la cara (SA) activa está materializada por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en la perpendicular de la cara (SA) activa.

La variante preferida por la invención de realización de un electrodo (ER) receptor según la invención aparece en las figuras 8 a 12. El electrodo (ER) receptor que soporta la cara (SA) activa pseudoplana está materializado con la ayuda de un bloque (55) poroso conductor. Éste está constituido a partir de una estructura (51) porosa de mallas (52) alveolares pseudo repetitiva formada por una pluralidad de aletas (... , an,...) de partes (57) longilíneas, constituidas por un material (58) conductor concretamente metálico.

Tal como aparece en las figuras 8 y 9, las aletas (an) tienen una sección (St) transversal fina, de espesor (ea) muy inferior a su dimensión (la) longitudinal. Comprenden al menos un borde (bn) lateral de salida alargado y afilado (es decir de reducido radio (ra) local transversal de curvatura) orientado en la dirección (xn, x'n) de la longitud de las aletas (an).

Tal como aparece en la figura 8, las aletas (... , a13, a14, a15,a16,..., an,...) están unidas física y eléctricamente entre sí por cada uno de sus extremos (en1, en2,...) para constituir una red (R'xyz) tridimensional conductora. Están asociadas y reagrupadas geoméricamente para formar una multiplicidad de células (c1,..., c16, c17,...) elementales, que se comunican entre sí para formar los canales (C1, C2,..., Cn) de paso del fluido (F). Las aletas (a13) interiores al bloque (55) poroso son en su mayoría comunes a varias células (... , c1,..., c17,...) elementales. La mayor parte de las aletas (a13, a14,...) asociadas que pertenecen a una misma célula (c1) interior al bloque (55) poroso rodean y lindan tangencialmente con, por al menos una de sus caras (s1,...) longitudinales laterales, una superficie (62, 63) elemental virtual propia e interior a cada célula (c1, c17) elemental, de geometría cerrada, para englobar un volumen (59, 60) celular vacío elemental compacto. Es decir que sus dimensiones (dx1, dy1, dz1) transversales son del mismo orden de magnitud en las tres direcciones (x, y, z). El volumen (59) celular vacío elemental de la mayor parte de las células (c1) situadas en el centro del bloque (55) poroso desemboca en frente de los volúmenes (... , 60,...) vacíos elementales de células (c16, c17,...) próximas por al menos cuatro (y preferiblemente doce) huecos (e16) a través de su superficie (62) elemental. Cada uno de los huecos (e16) está rodeado por el borde (b16) lateral de aletas (... , a16,...) que pertenecen a su célula (c16) y comunes a células (... , c1,...) próximas.

La figura 10 describe esquemáticamente, de manera ampliada, el aspecto superficial de la cara (SA). Se constata en referencia a las figuras 10 y 13, que el bloque (55) poroso está cortado de manera pseudoplana según una cara (SA)

## ES 2 314 001 T3

denominada activa, seccionando de este modo una multitud de células (cA) elementales de la pared externa de la red (R'xyz) tridimensional, distribuidas uniformemente sobre la cara (SA) activa. Se dispone por tanto en la perpendicular de cada célula (cA) externa seccionada de la red (R'xyz) tridimensional, una multitud de toberas (71) metálicas, que presentan bordes (72) afilados de forma sensiblemente circular enfrente de la cara (SA) activa.

5 Se constata en referencia en la figura 8 que las células (c16, c17,...) del bloque (55) poroso están situadas según su distribución de mayor densidad y tienen doce células próximas. Están perforadas con doce huecos. Las células (c16, c17,...) tienen una geometría dodecaédrica.

10 Las figuras 11 y 12 muestran esquemáticamente en perspectiva el interior del bloque (55) poroso.

El electrodo (ER) receptor del dispositivo (1) representado en la figura 13 está constituido por una placa (64) sensiblemente plana que presenta dos caras laterales pseudoplanas sensiblemente paralelas:

15 - una primera cara (SA) denominada activa, está situada enfrente del electrodo (EC) corona y alejada una distancia (di) de su zona (D) de descarga,- y una segunda cara (S'A). Debe señalarse que las células (cA, c'A) externas seccionadas están distribuidas en la superficie de los dos caras (SA, S'A) laterales. Tal como se ha descrito en la figura 10, disponen en la perpendicular de cada célula (cA, c'A) externa seccionada una multitud de toberas (72), que presentan bordes (71) puntiagudos de forma sensiblemente circular enfrente de la cara (SA, S'A) lateral de apoyo  
20 correspondiente del electrodo (ER) receptor. Una multitud de canales (Cn) de paso del fluido (F) están dispuestos a través de las células interiores, y atraviesan la placa (64) que constituye el electrodo (ER) receptor. Unen cada una de las dos caras (SA) y (S'A) del electrodo (ER) receptor. Desembocan en una multitud de orificios (On) sobre la primera cara (SA) activa, según un eje (xx') denominado de flujo, sensiblemente perpendicular a la primera cara (SA) activa. Desembocan también en una multitud de orificios (O'n) sobre la segunda cara (S'A), según el eje (xx') sensiblemente  
25 perpendicular a la segunda cara (S'A). Debido a la geometría repetitiva de la red (R'xyz), la multitud de canales (Cn) de paso del fluido (F) están constituidos y situados a través del electrodo (ER) receptor de tal manera que la multitud de los orificios (On) estén distribuidos de manera casi uniforme sobre la primera cara (SA) activa, y que la multitud de los orificios (O'n) estén también repartidos de manera casi uniforme sobre la segunda cara (S'A) activa. Las dos caras (SA, S'A) activas pseudoplanas del electrodo (ER) receptor están por tanto recubiertas cada una por una pluralidad de zonas afiladas en puntas (Ai, A'i) (cortantes y/o punzantes). Éstas emergen en relieve unas (Ai) de la cara (SA) activa y otras (A'i) de la cara (SA) activa. Presentan localmente un reducido radio (ra) de curvatura de superficie. Están distribuidas de manera casi uniforme sobre la primera cara (SA) activa y sobre la segunda cara (S'A), y rodean dichos orificios (On) y (O'n).

35 El procedimiento recomendado de fabricación de electrodos (ER) receptores según la invención consiste en realizar en primer lugar una red primaria dieléctrica o semiconductor. Esta red primaria es geoméricamente idéntica a la de la red (R'xyz).

Para realizar la red primaria, se procede preferiblemente, tal como aparece en la figura 8, mediante intersección  
40 de una multitud (preferiblemente doce) de superficies cerradas materiales, que tienen una envolvente de espesor (ea) reducido, dispuestas de manera sensiblemente uniforme en las 3 direcciones (x, y, z), y realizadas en un primer material dieléctrico (concretamente constituido por poliuretano).

Después, se efectúa una electrodeposición de un segundo material (58) metálico, concretamente níquel, sobre la  
45 red primaria. Se realiza por tanto una red tridimensional primaria de superficie metálica exterior.

La invención recomienda realizar el electrodo (ER) receptor por electrodeposición de níquel sobre una red primaria de poliuretano.

50 El procedimiento consiste en primer lugar en realizar una placa en red porosa primaria de aletas (an) de poliuretano. A continuación se da una conductividad eléctrica a la red primaria de poliuretano sumergiéndola en una disolución de sensibilización del tipo: Sn Cl<sub>1</sub>-25 g/l; HCl-40 ml/l. se mantiene la red primaria en la disolución durante 10 minutos, después se lava con agua caliente durante 10 minutos. Se sumerge a continuación la red primaria durante 5 minutos en un depósito que comprende una disolución de activación del tipo: Pd Cl<sub>1</sub>-0,5 g/l HCl-10 ml/l. Después se lava con  
55 agua caliente durante 10 minutos.

Se deposita a continuación una capa química de níquel sobre la red primaria. Para ello se sumerge la red primaria en una disolución del tipo (en ml/l):

60	NiSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O -	25
	NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> . H <sub>2</sub> O -	25
65	NaP <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . 10H <sub>2</sub> O -	50
	NH <sub>4</sub> OH (disol. al 28%) -	23

## ES 2 314 001 T3

Se mantiene la red primaria en la disolución durante 30 minutos. Después se lava con agua durante 10 minutos.

Después se efectúa una electrodeposición de Níquel. Para ello, se colocan dos ánodos de níquel en un recipiente de electrólisis. Se coloca la red primaria entre los dos ánodos en el recipiente. Se llena el recipiente con una disolución que tiene una composición del tipo (en g/l):

	NiSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O -	250	1,4 butandiol -	0,15
10	NiCl <sub>2</sub> -	50	Ftalimida -	0,12
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> -	30	PH -	4,3-5,1

Los ánodos y la red primaria están unidos a los polos diferentes de un generador de corriente continua (los ánodos al polo positivo, la red primaria al polo negativo). Se regula la intensidad de la corriente de deposición a 0,5 A/dm<sup>2</sup> durante 7-10 minutos. Se efectúan 10 ciclos sucesivos de deposición.

Después de la electrodeposición metálica del material (58) conductor, se efectúa una extracción del esqueleto constituido por el material subyacente dieléctrico mediante una acción calorífica o química sobre la superficie metálica exterior de la red primaria. Así se realiza una red (R'xyz) enteramente metálica. Preferiblemente, se retira la estructura subyacente de poliuretano mediante efecto térmico. Para ello, se coloca la red recubierta de níquel en una atmósfera reductora a una temperatura de 1100°C durante 4 horas. La red (R'xyz) del electrodo (ER) receptor entonces está lista.

El electrodo (ER) receptor del dispositivo (1) de la figura 13 está constituido por una estructura (51) porosa, de mallas (52) alveolares constituida por un conjunto en red de aletas (an) con partes (57) longilíneas. La pluralidad de sus zonas afiladas en puntas (Ai) (cortantes y/o punzantes) distribuidas de manera casi uniforme sobre la primera cara (SA) activa se materializan por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en red (R'xyz) en la perpendicular de la primera cara (SA) activa. Asimismo, la pluralidad de sus zonas afiladas en puntas (A'i) (cortantes y/o punzantes) distribuidas de manera casi uniforme sobre la segunda cara activa (S'A) se materializan por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en la perpendicular de la segunda cara (S'A).

La figura 14 representa un sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica según la invención para depositar sobre la superficie (sp) de una misma clase de diámetros (dp) de una multitud de partículas (p1, p2,...) de aerosol en el interior de un fluido (F), una cantidad casi homogénea para cada signo, de iones (i<sup>q1</sup>) y (i<sup>q2</sup>) de cargas opuestas. Este sistema (111) electrostático bi-iónico está constituido de manera característica por la combinación encadenada en serie de dos dispositivos (101, 102) electrostáticos de emisión iónica de polaridad inversa, del tipo (1) descrito anteriormente. Los dispositivos (101, 102) electrostáticos están dispuestos en serie según un eje (xx') común del flujo (K) de fluido (F). Se constata que los signos de polaridad de los pares (V11,V12) y (V21,V22) correspondiente - por un lado, al potencial eléctrico de los electrodos (EC1, EC2) conductores corona, - y, por otro lado, al potencial eléctrico de los electrodos (ER1, ER2) receptores conductores sin efecto corona, de cada uno de los dos dispositivos (101, 102) electrostáticos están invertidos. Un medio (2) de puesta a presión del fluido común a los dos dispositivos (1,1') garantiza el movimiento del fluido (F) concretamente a través del electrodo (ER1) receptor del dispositivo (101) y (ER2) del dispositivo (102), sensiblemente en el eje (xx') común del flujo (K) de fluido (F).

El sistema (111) comprende tres electrodos receptores (ER1,ER2,ER3) conductores sin efecto corona situados en serie, y que se llevan a potenciales (V21,V22,V23) eléctricos alternos.

Se han realizado según el método de fabricación descrito anteriormente. Tienen la geometría mostrada en las figuras 8 a 12. Presentan cada uno dos caras laterales pseudoplanas sensiblemente paralelas: - una primera cara (SA1,SA2,SA3), - y una segunda cara (S'A1, S'A2, S'A3). Una multitud de canales (Cni) de paso del fluido con (1<=i<=3) atraviesan cada uno de los electrodos (ERi) receptores con (1<=i<=3) y unen cada una de las dos caras (SAi) y (S'Ai) de cada electrodo (ERi) receptor con (1<=i<=3). Desembocan en una multitud de orificios (Oni) de forma casi circular, sobre la primera cara (SA) activa, según un eje (xx') perpendicular a la primera cara (SAi) activa correspondiente, con (1<=i<=3). Desembocan también en una multitud de orificios (O'ni) de forma casi circular, sobre la segunda cara (S'Ai), según un eje (xx') sensiblemente perpendicular a la segunda cara (S'Ai), con (1<=i<=3).

Se recomienda que el sistema comprenda al menos dos electrodos (EC1, EC2) conductores corona de descarga, sometidos a un potencial (V11,V12) eléctrico de descarga alternado, que emite un flujo (I1) global de iones (i<sup>q1</sup>), e (I2) de iones (i<sup>q2</sup>) de signos opuestos. El primer electrodo (EC1) corona está colocado entre el primer par de electrodos (ER1, ER2) receptores. Su zona (D1) de descarga está situada enfrente de la cara (SA1) activa de uno (ER1) de los dos electrodos (ER1, ER2) receptores del primer par. El segundo electrodo (EC2) corona está colocado entre el segundo par de electrodos (ER2, ER3) receptores. Su zona (D2) de descarga está situada enfrente de la cara (SA2) activa de uno (ER2) de los dos electrodos (ER2, ER3) receptores del segundo par.

Debido al modo de fabricación (descrito anteriormente) de los electrodos (ER1,ER2,ER3), por un lado la multitud de canales (Cni) de paso con (1<=i<=3) de cada electrodo (ERi) receptor están situados a través del electrodo (ERi)

## ES 2 314 001 T3

receptor de tal manera que la multitud de los orificios (Oni) estén distribuidos de manera casi uniforme en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ) sobre la primera cara (SAi) activa. Asimismo la multitud de los orificios (O'ni) están distribuidos de manera casi uniforme sobre la segunda cara (S'Ai) activa en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ).

5 Se recomienda que las dos caras (SA2, S'A2) pseudoplanas del electrodo (ER2) receptor central estén recubiertas cada una por una pluralidad de zonas afiladas en puntas (A2,A'2) (cortantes y/o punzantes), que emergen en relieve unas (A2) de la primera (SA2), y otras (A'2) de la segunda cara (SA'2) activa. Presentan localmente un reducido radio (ra) de curvatura de superficie. Están distribuidas de manera casi uniforme en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ). Sobre la primera cara (SA2) rodean los orificios (Oni) correspondientes. Sobre la segunda cara (S'A2) rodean los orificios  
10 (O'ni) correspondientes. De hecho los tres electrodos receptores del sistema (111) representado en la figura 14 son idénticos y tienen sus 2 caras parecidas en cuanto a la construcción.

En referencia en la figura 15, se observa una variante del sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica descrito en la figura 14. El sistema (131) electrostático tiene dos etapas (121,122) de emisión iónica, organizadas en serie. Cada etapa (121,122) está constituida por la combinación característica en paralelo de una pluralidad de dispositivos (123,124,125), (126,127,128) electrostáticos de emisión iónica del tipo (1) descrito anteriormente. Los dispositivos (123,124,125) electrostáticos de una misma etapa (121) están dispuestos unos al lado de otros transversalmente con respecto al eje ( $xx'$ ) global del flujo de fluido (F). Los signos de polaridad de los pares ( $V1,V'1,V''1$ ) y ( $V2,V'2,V''2$ ) de una misma etapa (121), que corresponden: - al potencial eléctrico de los electrodos conductores corona, y al potencial eléctrico de los electrodos receptores conductores sin efecto corona, de cada uno de los dos dispositivos (123,124,125) electrostáticos, son similares. Los electrodos (ER1,ER'1,ER''1) receptores de los dispositivos (123,124,125) electrostáticos que los constituyen están realizados por una placa (64) porosa común constituida por una red (R'xyz) de aletas (an) del tipo descrito anteriormente, situada transversalmente al eje ( $xx'$ ) de flujo (F).  
20

El funcionamiento global del sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica descrito en la figura 14 se describe en referencia a las figuras 16 y 17. Un flujo (K) de fluido (F) cargado de partículas (p1) se fuerza hacia el interior del sistema (111) bi-iónico con ayuda del medio (2) de puesta a presión (no representado en estas figuras). Debido a las particularidades funcionales descritas anteriormente (comunes a los dispositivos (1) electrostáticos según la invención), en el interior del dispositivo (101) y gracias a la acción conjunta del electrodo (EC1) corona y del electrodo (ER1) receptor según la invención, el flujo global de iones ( $i^{q1}$ ) positivos encontrados en las vetas de pasos del flujo (F), al atravesar el dispositivo (101) según el eje ( $xx'$ ) de flujo, es casi homogénea en toda la sección de su tubo (25). Al pasar por el primer dispositivo (101), las partículas (p2) se cargan por tanto de una cantidad casi homogénea de iones ( $i^{q1}$ ) positivos. Cuatro iones ( $i^{q1}$ ) positivos se representan sobre las partículas (p2).  
30

Asimismo, en el interior del dispositivo (102) y gracias a la acción conjunta del electrodo (EC2) corona y del electrodo (ER2) receptor según la invención, el flujo global de iones ( $i^{q2}$ ) negativos encontrados en las vetas de pasos del flujo (F), al atravesar el dispositivo (102) según el eje ( $xx'$ ) de flujo, es casi homogénea en toda la sección de su tubo (25). Al pasar por el segundo dispositivo (102), las partículas (p3) previamente cargadas de manera casi homogénea de iones ( $i^{q1}$ ) positivos se cargan también de una cantidad casi homogénea de iones ( $i^{q1}$ ) negativos. Cuatro iones ( $i^{q1}$ ) positivos y cuatro iones ( $i^{q2}$ ) negativos se representan sobre las partículas (p3).  
40

Por tanto, después de atravesar el sistema (111) bi-iónico, las partículas (p3) están recubiertas por una cantidad homogénea de iones ( $i^{q1}$ ,  $i^{q2}$ ) de signos opuestos.

45 Se obtiene por tanto un resultado físico (representado por una forma de estrella de las partículas (p3)) que consiste en una liberación de energía en el interior de las partículas (p3) que han atravesado sucesivamente los dos dispositivos (101, 102) electrostáticos del sistema (111) bi-iónico.

Se comprende que, según las aplicaciones industriales investigadas, esta liberación energética permite, por combinación iónica, infligir en las partículas (p3) consecuencias mecánicas, físicas, químicas, energéticas ... de intensidad controlada.  
50

Una particularidad del sistema (111) bi-iónico según la invención es que las partículas, inicialmente cargadas de cargas ( $q^1$ ) positivas al pasar a través del dispositivo (101), experimentan en el interior del dispositivo (102), después del paso del electrodo (ER2) y frente al electrodo (EC2) corona, la combinación de dos efectos:  
55

- un efecto de concentración de su trayecto en dirección a la zona de descarga del electrodo (EC2) corona de carga eléctrica (negativa) opuesta,

60 - y un efecto de corriente de iones ( $i^{q2}$ ) negativos orientado según radiales sensiblemente colineales y de sentido opuesto al movimiento de las partículas (p3), en la zona (H) que separa los dos electrodos (EC2,ER2) del dispositivo (102).

65 Esto aparece en las figuras 16 y 17 mediante radiales en forma de flechas que salen del electrodo (EC2) corona del dispositivo (102) en dirección al electrodo (ER2) receptor. Esto provoca un efecto de "selección de objetivos" (*targeting*) de los choques entre partículas (p3) e iones ( $i^{q2}$ ) negativos que - por un lado, aumenta la eficacia (la cantidad) de la deposición de iones ( $i^{q2}$ ) negativos sobre las partículas (p3), - y, por otro lado, aumenta la homogeneidad

## ES 2 314 001 T3

de la deposición de iones ( $i^{q2}$ ) negativos sobre las partículas (p3), (dado que las partículas (p3) transitan sobre radiales sometidas a una intensidad iónica equivalente).

5 Los inventores han constatado experimentalmente que la combinación del sistema (111) bi-iónico según la invención da lugar a una homogeneidad (expresada en términos de desviación típica) de las deposiciones de iones ( $i^{q1}$ ) positivos y de iones ( $i^{q2}$ ) negativos sobre partículas (p3), que han medido que es aproximadamente de un +-10%. Esto se ha medido con dispositivos (101,102) de diámetro de tubo de 5 cm, equipados cada uno con una punta corona distante 2,5 cm del electrodo receptor y sometidas a una diferencia de potencial de +- 5000 V. La experimentación se ha llevado a cabo sobre clases de diámetros de partículas que se extienden desde 0,01 micras hasta 3 micras. Cuando la  
10 misma experimentación se ha realizado con dispositivos de emisión iónica de dimensión equivalente según la técnica anterior, la homogeneidad de deposición iónica (expresada en términos de desviación típica) fue de aproximadamente un +-80% en las mismas condiciones.

### **Ventaja de la invención con respecto a la técnica anterior**

15 Se constata por tanto que los dispositivos (1) según la invención permiten homogeneizar el flujo de iones enfrente de la cara activa plana de un electrodo (ER) receptor.

20 Se constata también que los dispositivos (1) según la invención permiten someter una multitud de partículas (tales como: polvos, bioaerosoles o moléculas específicas,...) de aerosol en el interior de un fluido en movimiento, a la acción de un flujo iónico procedente del electrodo (EC) de descarga corona, cuya intensidad global en el interior de una veta de flujo cualquiera situada en el interior del tubo (25) es casi homogénea al atravesar el tubo.

25 Se comprueba además que los dispositivos (1) según la invención permiten depositar sobre la superficie de esta multitud de partículas de aerosol (que pertenecen a una misma clase de diámetros) una cantidad casi homogénea de iones ( $i^q$ ).

30 Se constata también que los dispositivos (1) según la invención permiten aumentar la eficacia del flujo de iones ( $i^q$ ) en dirección al electrodo (ER) y por tanto en el sentido de las vetas de flujo, reduciendo el flujo radial menos eficaz y no homogéneo en dirección a la pared (26) del tubo (25). Se comprueba finalmente que los sistemas (111) bi-iónicos según la invención permiten depositar una cantidad homogénea de iones ( $i^{q1}$ ,  $i^{q2}$ ) de signos opuestos sobre la superficie de las partículas.

### **Aplicaciones industriales de la invención**

35 La invención tiene aplicaciones industriales en numerosos campos, concretamente físicos, químicos, energéticos, biológicos en los que conviene depositar sobre partículas de aerosol una cantidad homogénea de iones, con vistas a provocar un efecto físico controlado y casi uniforme.

40 Una aplicación inmediata se refiere al campo de la pintura electrostática. Otras aplicaciones son evidentes en el campo de la filtración electrostática, con la finalidad de que el conjunto de partículas que atraviesan un filtro electrostático estén precargadas de manera casi uniforme. Los inventores han puesto en práctica la invención en el campo de la biología para someter la pared exterior de microorganismos a una acción energética controlada que modifica de manera casi homogénea su estructura y su configuración interna.

45 Aunque la descripción anterior contiene numerosas especificidades, éstas no deben considerarse como limitativas del objeto de la invención sino que ofrecen ilustraciones de algunos de los modos de puesta en práctica preferidos de la invención.

50 El alcance de la invención debe considerarse con respecto a las reivindicaciones siguientes y sus equivalentes legales, más que por los ejemplos ofrecidos anteriormente.

55

60

65

# ES 2 314 001 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica para depositar sobre la superficie (sp) de una multitud de partículas (p1, p2, ..., pn) de aerosol en el interior de un fluido (F), de una misma clase de diámetros (dp), una cantidad casi homogénea de iones ( $i^q$ ) de carga (q), siendo este dispositivo (1) electrostático del tipo constituido por la combinación entre:

- 10 a) un electrodo (EC) conductor corona de descarga, sometido a un potencial (V1) eléctrico de descarga, que emite un flujo (I) global de iones ( $i^q$ ),
- 15 b) un electrodo (ER) receptor conductor sin efecto corona, sometido a un potencial (V2) eléctrico de recepción,
- que presenta una cara (SA) activa pseudoplana, situada en frente del electrodo (EC) corona y alejada una distancia (di) de su zona (D) de descarga,
  - y cuyo espacio (H) libre que separa la cara (SA) activa del electrodo (EC) corona está libre,
- 20 c) una multitud de canales (C1, C2, ..., Cn) de paso del fluido,
- que atraviesan el electrodo (ER) receptor,
  - que desembocan en una multitud de orificios (O1, O2, ..., On) de forma casi circular, sobre su cara (SA) activa, según un eje (xx') denominado de flujo, sensiblemente perpendicular a la cara (SA) activa,
  - que garantizan, en la proximidad de la cara (SA) activa, una circulación del fluido (F) según vetas, que atraviesan el electrodo (ER) receptor y son en general sensiblemente paralelas a dicho eje (xx') del flujo (K) de fluido (F),
- 25 d) un medio (2) de puesta a presión del fluido, que garantiza el movimiento del fluido (F) concretamente a través del espesor (er) del electrodo (ER) receptor, sensiblemente en dicho eje (xx') de flujo, y a lo largo de dichas vetas (30),
- 30 e) una fuente (3) de corriente eléctrica que comprende al menos dos bornes (B+, B-) metálicos de diferencia de potencial eléctrico entre los mismos del orden de 5000 V,
- 35 f) al menos dos conductores (4,5),
- 40 - unidos cada uno por un extremo (6,7) a uno de los bornes (B+,B-) de potencial y/o a tierra (8), y por el otro extremo (9,10) respectivamente a uno diferente de los electrodos (EC) corona y (ER) receptor,
- 45 - para someter los dos electrodos (EC, ER) a una diferencia de potencial eléctrico (V1) <> (V2) suficiente para garantizar la emisión iónica de iones ( $i^q$ ) en la zona (D) de descarga,

estando dicho dispositivo (1) electrostático de emisión iónica **caracterizado** porque en combinación:

- por un lado, la cara (SA) activa pseudoplana de su electrodo (ER) receptor está recubierta por una pluralidad distribuida de manera casi uniforme de cráteres (43) de bordes afilados, cerrados en pseudocírculo (44),

50 - que presentan sobre sus bordes (Ai) de extremo una sección con radio (ra) de curvatura reducido, que rodea los orificios (O1, O2, ..., On),

55 - y que desembocan hacia el exterior de la cara (SA) activa, según un eje (xx') sensiblemente perpendicular, en dirección a la zona (D) de descarga,
- por otro lado estos cráteres (43) de bordes afilados, cerrados en pseudocírculo (44), están dispuestos sobre el electrodo (ER) receptor de manera que la multitud de orificios (O1, O2, ..., On) de los canales de paso (C1, C2, ..., Cn) de fluido (F) estén distribuidos de manera casi uniforme sobre la cara (SA) activa, en sus dos direcciones (yy', zz') geométricas, de manera que se establece un flujo (Is(r)) de iones ( $i^q$ ) por unidad de superficie procedentes del electrodo (EC) corona en dirección a la cara (SA) activa pseudoplana del electrodo (ER) receptor, que tiene una intensidad J(Q(r)) por unidad de superficie puntual iónica que presenta en los puntos Q(r) próximos a la cara (SA) activa una distribución espacial de intensidad Is(r) iónica con homogeneidad aumentada, con respecto a la variación de distancia (r) espacial entre:

60

65
- el punto (P(r)) de proyección correspondiente de la cara (SA) activa del electrodo (ER) receptor,

## ES 2 314 001 T3

- y la zona (A) de acción iónica principal que rodea el centro (O) geométrico de la figura (G) de la proyección recta de la zona (D) de descarga del electrodo (EC) corona sobre la cara (SA) activa pseudoplana,

5 en una gran zona (S) eficaz que rodea el centro (O) geométrico; de modo que en esta zona (S) eficaz, se deposita una cantidad casi uniforme de iones ( $i^a$ ) sobre la superficie (sp) de partículas ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) de aerosol de una misma clase de diámetros ( $dp$ ) transportadas por el fluido (F) a través de los orificios ( $O_1, O_2, \dots, O_n$ ).

10 2. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en combinación:

- su electrodo (EC) de descarga está constituido por una punta (22) corona,
  - colocada en el extremo de una aguja (23),
  - orientada según un eje ( $x_1, x'_1$ ) de punta perpendicular a la cara (SA) activa pseudoplana, en dirección a las zonas ( $A_i$ ) afiladas emergentes de los cráteres (43) de bordes afilados, cerrados en pseudocírculo (44),
  - y situada a una distancia ( $d_i$ ) en frente de la cara (SA) activa.

25 3. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 2, **caracterizado** porque además, en combinación:

- su electrodo (EC) de punta (22) corona está rodeado por un tubo (25) hueco de reducido espesor de pared (26),
  - colineal al eje ( $x_1, x'_1$ ) de punta de la aguja (23), según el eje ( $xx'$ ) del flujo de fluido (F),
  - y situado en frente de la cara (SA) activa del electrodo (ER) receptor,
- este tubo (24) hueco engloba longitudinalmente las vetas de fluido (F) en frente de la cara (SA) activa y alrededor de la aguja (23).

40 4. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 3, **caracterizado** porque además, en combinación:

- su electrodo (EC) de punta (21) corona está rodeado por un tubo (25) hueco de reducido espesor de pared (26) constituido por un material (34) conductor concretamente metálico,
- y este tubo (25) hueco se lleva al mismo potencial ( $V_2$ ) eléctrico que el electrodo (ER) receptor, para efectuar una protección eléctrica frente al potencial ( $V_1$ ) del electrodo (EC) corona, al tiempo que se limita el flujo de iones radiales perpendiculares al eje ( $x_1, x'_1$ ) de punta, debido a la acción electrostática preponderante de las puntas ( $A_i$ ) (cortantes y/o punzantes) de la cara (SA) activa.

50 5. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en combinación:

- su electrodo (ER) receptor está constituido por una estructura (51) porosa, de mallas (52) alveolares constituida por un conjunto en red de aletas (an) de partes (57) longilíneas,
- y la pluralidad de sus zonas afiladas en puntas ( $A_i$ ) (cortantes y/o punzantes) distribuidas de manera casi uniforme sobre la cara (SA) activa está materializada por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en la perpendicular de la cara (SA) activa.

60 6. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 5, **caracterizado** porque en combinación:

- su electrodo (ER) receptor que soporta la cara (SA) activa pseudoplana está materializado con la ayuda de un bloque (55) poroso conductor,
  - constituido a partir de una estructura (51) porosa de mallas (52) alveolares pseudorrepetitiva formada por una pluralidad de aletas (an,...) de partes (57) longilíneas, constituidas por un material (58) conductor concretamente metálico,

## ES 2 314 001 T3

- cuyas aletas (an) presentan una sección (St) transversal delgada, de espesor (ea) muy inferior a su dimensión (1a) longitudinal, y comprenden al menos un borde (bn) lateral de salida alargado y de sección decreciente (es decir de reducido radio (ra) local transversal de curvatura) orientado en la dirección (xn, x'n) de la longitud de las aletas (an),
- cuyas aletas (...a13, a14, a15,..., an,...) están unidas física y eléctricamente entre sí por cada uno de sus extremos (en1, en2,...) para constituir una red (R'xyz) tridimensional conductora, y están asociadas y reagrupadas geoméricamente para constituir una multiplicidad de células (c1,..., c16, c17,...) elementales, que se comunican entre sí para formar canales (C1, C2,..., Cn) de paso de fluido (F),
- cuyas aletas (a13) interiores en el bloque (55) poroso son mayoritariamente comunes a varias células (... , c1,..., c17,...) elementales,
- del que la mayor parte de las aletas (a13, a14,...) asociadas que pertenecen a una misma célula (c1) interior al bloque (55) poroso rodean y lindan tangencialmente con, por al menos una de sus caras (s1) longitudinales laterales, una superficie (62,63) elemental virtual propia e interior a cada célula (c1,c17) elemental, de geometría cerrada, para englobar un volumen (59,60) celular vacío elemental compacto, es decir de dimensiones (dx1, dy1, dz1) transversales del mismo orden de magnitud en las tres direcciones (x, y, z),
- cuyo volumen (59) celular vacío elemental de la mayor parte de las células (c1) situadas en el centro del bloque (55) poroso desemboca en frente de los volúmenes (... , 60,...) vacíos elementales de células (c16, c17,...) próximas por al menos cuatro (y preferiblemente doce) huecos (e16) a través de su superficie (62) elemental,
- del que cada uno de los huecos (e16) está rodeado por el borde (b16,...) lateral de aletas (... , a16,...) que pertenecen a su célula (c16) y comunes a células (... , c1,...) próximas,
- y el bloque (55) poroso está cortado de manera pseudoplana según una cara (SA) denominada activa seccionando de este modo una multitud de células (cA) elementales de la pared externa de la red (R'xyz) tridimensional,
  - distribuidas sobre la cara (SA) activa,
  - y disponiendo así en la perpendicular de cada célula (cA) externa seccionada una multitud de toberas (71) metálicas, que presentan bordes (72) afilados de forma sensiblemente circular en frente de la cara (SA) activa.

7. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 1, cuyo electrodo (ER) receptor conductor sin efecto corona es del tipo constituido por una placa (64) sensiblemente plana que presenta:

- dos caras (SA, S'A) laterales pseudoplanas sensiblemente paralelas,
  - una primera cara (SA) denominada activa, situada en frente del electrodo (EC) corona y alejada una distancia (di) de su zona (D) de descarga,
  - y una segunda cara (S'A),
- una multitud de canales (C1, C2,..., Cn) de paso del fluido,
  - que atraviesan el electrodo (ER, 64) receptor,
  - que unen cada una de las dos caras (SA) y (S'A) del electrodo (ER) receptor,
  - que desembocan en una multitud de orificios (O1, O2,..., On) sobre la primera cara (SA) activa, según un eje (xx') denominado de flujo sensiblemente perpendicular a la primera cara (SA) activa,
  - y que desembocan en una multitud de orificios (O'1, O'2,..., O'n) sobre la segunda cara (S'A), según un eje (xx') sensiblemente perpendicular a la segunda cara (S'A),

estando este denominado dispositivo (90) electrostático de emisión iónica **caracterizado** porque en combinación:

- la multitud de canales (C1, C2,..., Cn) de paso de fluido (F) están situados a través del electrodo (ER) receptor de tal manera que la multitud de los orificios (O1, O2, ..., On) estén distribuidos de manera casi uni-



## ES 2 314 001 T3

forme sobre la primera cara (SA) activa, y que la multitud de orificios ( $O^1, O^2, \dots, O^n$ ) estén igualmente distribuidos de manera casi uniforme sobre la segunda cara (S'A) activa

- y las dos caras (SA, S'A) activas pseudoplanas del electrodo (ER) receptor están recubiertas cada una por una pluralidad de zonas afiladas en puntas ( $A_i, A'_i$ ) (cortantes y/o punzantes),
  - que emergen en relieve - unas ( $A_i$ ) de la cara (SA) activa, - y otras ( $A'_i$ ) de la cara (S'A) activa,
  - que presentan localmente un reducido radio ( $r_a$ ) de curvatura de superficie,
  - distribuidas de manera casi uniforme sobre la primera cara (SA) activa y sobre la segunda cara (S'A),y que rodean dichos orificios ( $O_1, O_2, \dots, O_n$ ), ( $O^1, O^2, \dots, O^n$ ).

8. Dispositivo (1) electrostático de emisión iónica según las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizado** porque en combinación:

- su electrodo (ER) receptor está constituido por una estructura (51) porosa de mallas (52) alveolares, constituida por un conjunto en red de aletas (an) de partes (57) longilíneas,
- la pluralidad de sus zonas afiladas en puntas ( $A_i$ ), cortantes y/o punzantes, distribuidas de manera casi uniforme sobre la primera cara (SA) activa están materializadas por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en la perpendicular de la primera cara (SA) activa,
- la pluralidad de sus zonas afiladas en puntas ( $A'_i$ ), cortantes y/o punzantes, distribuidas de manera casi uniforme sobre la segunda cara (S'A) activa están materializadas por el seccionamiento de la estructura de las mallas (52) alveolares de la estructura (51) porosa en la perpendicular de la segunda cara (S'A).

9. Sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica para depositar sobre la superficie (sp) de una misma clase de diámetros ( $d_p$ ) de una multitud de partículas ( $p_1, p_2, \dots$ ) de aerosol en el interior de un fluido (F), una cantidad casi homogénea para cada signo de iones ( $i^{q1}$ ) e ( $i^{q2}$ ) de cargas opuestas, estando este sistema (111) electrostático bi-iónico constituido de manera característica por la combinación encadenada de dos dispositivos (101,102) electrostáticos de emisión iónica según una de las reivindicaciones 1 a 8:

- dispuestos en serie según un eje ( $xx'$ ) común del flujo (K) de fluido (F),
- y cuyos signos de polaridad de los pares (V11,V12) y (V21,V22) que corresponden:
  - al potencial eléctrico de los electrodos (EC, EC2) conductores corona,
  - y al potencial eléctrico de los electrodos (ER1, ER2) receptores conductores sin efecto corona,

de cada uno de los dos dispositivos (101,102) electrostáticos están invertidos.

10. Sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica según la reivindicación 9, para depositar sobre la superficie (sp) de una misma clase de diámetros ( $d_p$ ) de una multitud de partículas ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) de aerosol en el interior de un fluido (F), una cantidad casi homogénea, para cada signo, de iones ( $i^{q1}$ ) e ( $i^{q2}$ ) de cargas opuestas, estando este sistema (111) electrostático bi-iónico constituido de manera característica por la combinación encadenada de dos dispositivos (101,102) electrostáticos de emisión iónica según una de las reivindicaciones 1 a 8 de polaridad inversa y constituido por la combinación característica entre:

- tres electrodos (ER1,ER2,ER3) receptores conductores sin efecto corona situados en serie, llevados a potenciales (V21,V22,V23) eléctricos alternados, que presentan cada uno:
  - dos caras laterales pseudoplanas sensiblemente paralelas: una primera cara (SA1,SA2,SA3) y una segunda cara (S'A1, S'A2, S'A3),
  - una multitud de canales ( $C1_i, C2_i, \dots, Cn_i$ ) de paso del fluido con ( $1 \leq i \leq 3$ ), que atraviesan cada uno de los electrodos (ER $_i$ ) receptores con ( $1 \leq i \leq 3$ ), que unen cada una de las dos caras (SA $_i$ ) y (S'A $_i$ ) de cada electrodo (ER $_i$ ) receptor con ( $1 \leq i \leq 3$ ), que desembocan en una multitud de orificios ( $O1_i, O2_i, \dots, On_i$ ) de forma casi circular, sobre la primera cara (SA) activa, según un eje ( $xx'$ ) perpendicular a la primera cara (SA $_i$ ) activa correspondiente, con ( $1 \leq i \leq 3$ ), y que desembocan en una multitud de orificios ( $O^1, O^2, \dots, O^n$ ) de forma casi circular, sobre la segunda cara (S'A $_i$ ), según un eje ( $xx'$ ) sensiblemente perpendicular a la segunda cara (S'A $_i$ ), con ( $1 \leq i \leq 3$ ),

## ES 2 314 001 T3

- al menos dos electrodos (EC1,EC2) conductores corona de descarga, sometidos a un potencial (V11,V12) eléctrico de descarga alternativamente positivo o negativo,

5 - que emiten un flujo (I1) global de iones ( $i^{q1}$ ), e (I2) de iones ( $i^{q2}$ ) de signos opuestos,

- cuyo primer electrodo (EC1) corona está colocado entre el primer par de electrodos (ER1,ER2) receptores, y cuya zona de descarga está situada en frente de la cara (SA1) activa de uno (ER1) de los dos electrodos (ER1, ER2) receptores del primer par,

10 - y cuyo segundo electrodo (EC2) corona está situado entre el primer par de electrodos (ER2, ER3) receptores, y cuya zona de descarga está situada en frente de la cara (SA2) activa de uno (ER2) de los dos electrodos (ER2,ER3) receptores del primer par,

15 estando este dicho sistema (111) electrostático de emisión bi-iónica **caracterizado** porque en combinación:

- la multitud de canales (C1i, C2i,..., Cni) de paso con ( $1 \leq i \leq 3$ ) de cada electrodo (ERi) receptor están situados a través del electrodo (ERi) receptor de tal manera que la multitud de orificios (O1i, O2i,..., Oni) estén distribuidos de manera casi uniforme en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ) sobre la primera cara (SAi) activa, y que la multitud de los orificios (O'1i, O'2i,..., O'ni) estén distribuidos de manera casi uniforme sobre la segunda cara (S'Ai) activa en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ),

- y las dos caras (SA2,S'A2) pseudoplanas del electrodo (ER2) receptor central están recubiertas cada una de una pluralidad de zonas afiladas en puntas (A2,A'2) (cortantes y/o punzantes),

25 - que emergen en relieve unas (A2) de la primera (SA2), y otras (A'2) de la segunda cara (SA'2) activa

- que presentan localmente un reducido radio (ra) de curvatura de superficie,

30 - distribuidas de manera casi uniforme en las dos direcciones ( $yy'$ ,  $zz'$ ), sobre la primera cara (SA2) y rodeando los orificios (On2) correspondientes, así como sobre la segunda cara (S'A2) y rodeando los orificios (O'n2) correspondientes.

35 11. Sistema (131) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 9, constituido por la combinación característica, en paralelo, de una pluralidad de dispositivos (123,124,125) electrostáticos de emisión iónica según una de las reivindicaciones 3 ó 4,

- dispuestos unos al lado de otros transversalmente con respecto al eje ( $xx'$ ) global del flujo de fluido (F),

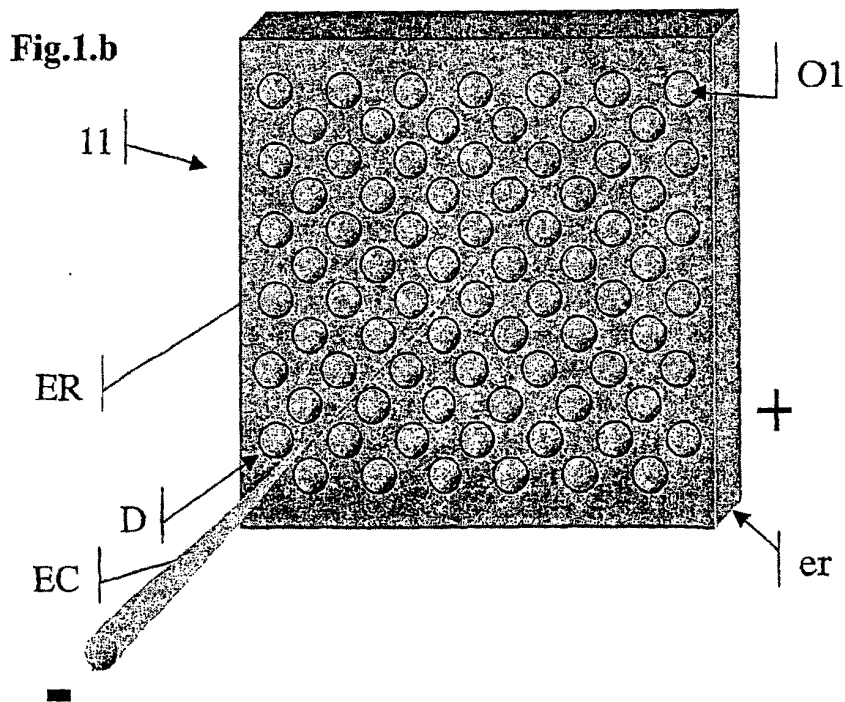
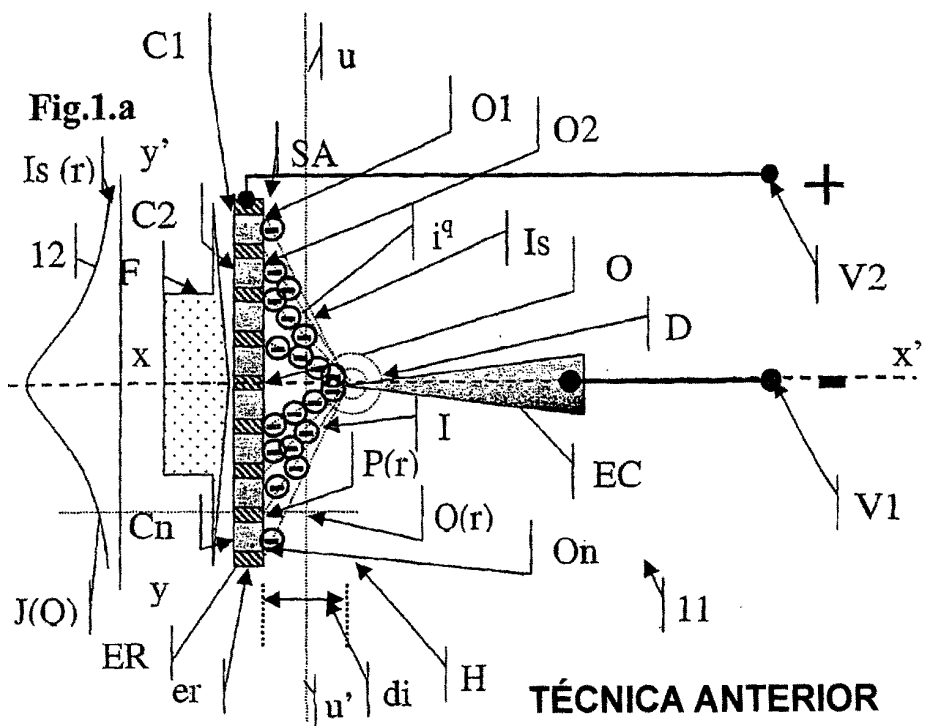
- y cuyos signos de polaridad de los pares (V1,V'1,V''1) y (V2,V'2,V''2) que corresponden:

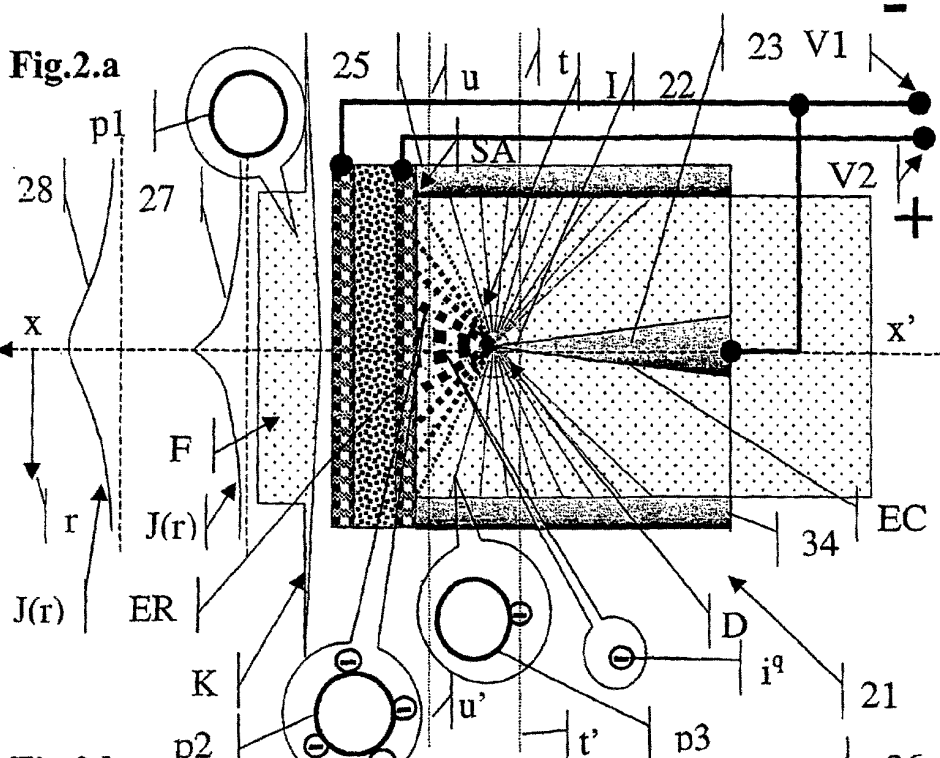
45 - al potencial eléctrico de los electrodos (EC1, EC'1, EC''1) conductores corona,

- y al potencial eléctrico de los electrodos (ER1, ER'1, ER''1) receptores conductores sin efecto corona,

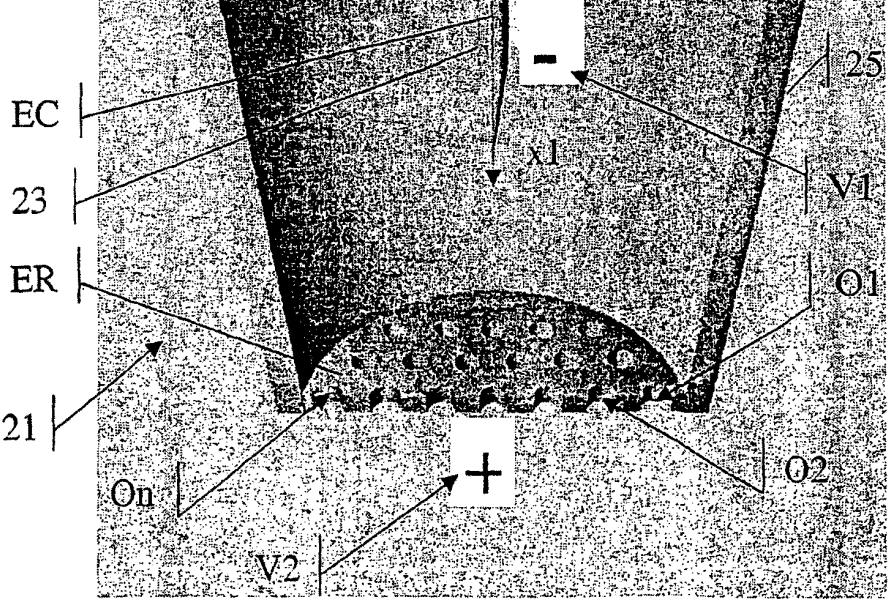
de cada uno de los dos dispositivos (123,124,125) electrostáticos son similares.

50 12. Sistema (131) electrostático de emisión iónica según la reivindicación 11, constituido por la combinación, en paralelo, de una pluralidad de dispositivos (123,124,125) electrostáticos de emisión iónica según una de las reivindicaciones 3 ó 4, estando este sistema **caracterizado** porque los electrodos (ER1, ER'1, ER''1) receptores de la pluralidad de dispositivos (123,124,125) electrostáticos que lo constituyen están realizados por una placa (64) porosa común constituida por una red (R'xyz) de aletas (an) situadas transversalmente al eje ( $xx'$ ) de flujo (F).





**Fig. 2.b**  
**TÉCNICA ANTERIOR**



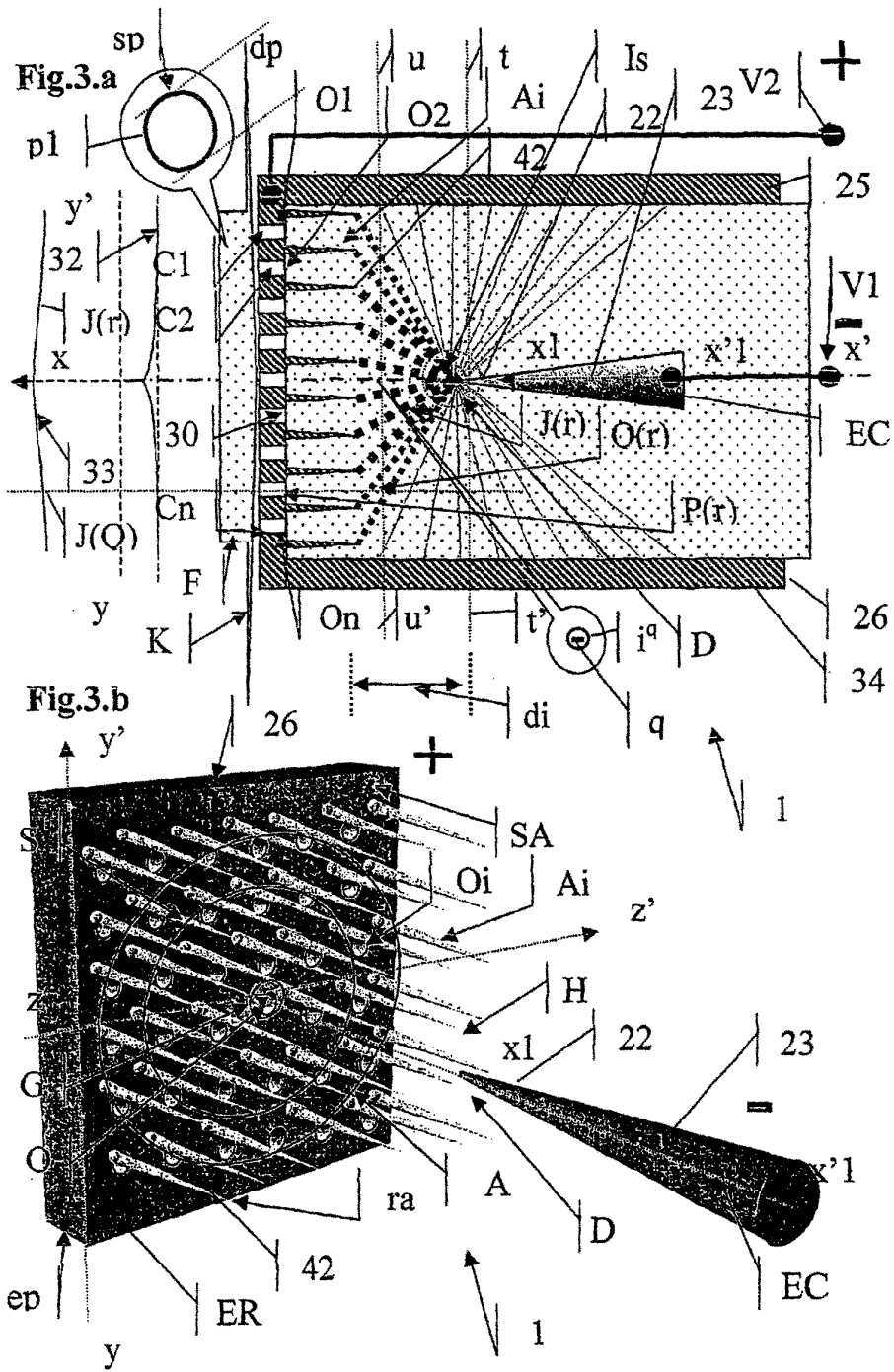


Fig.4

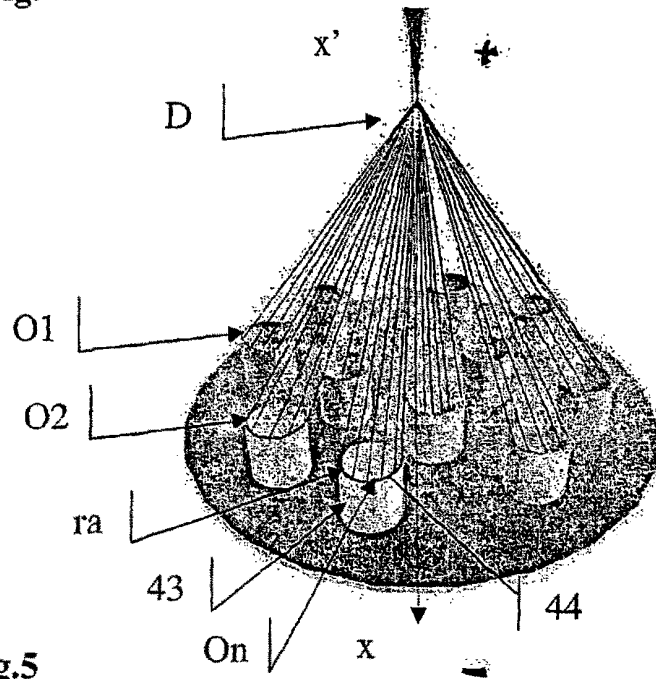


Fig.5

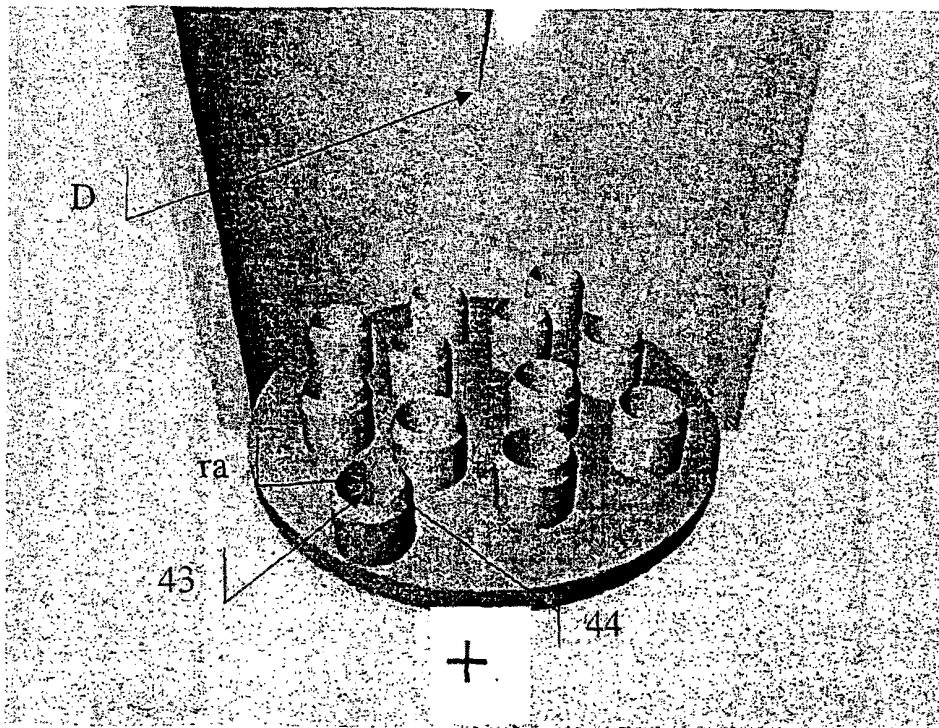


Fig.6

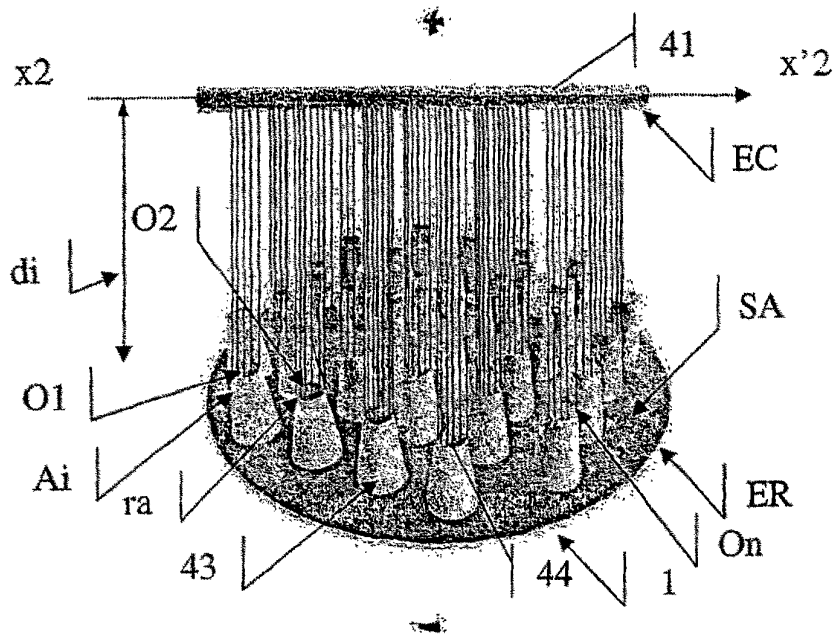
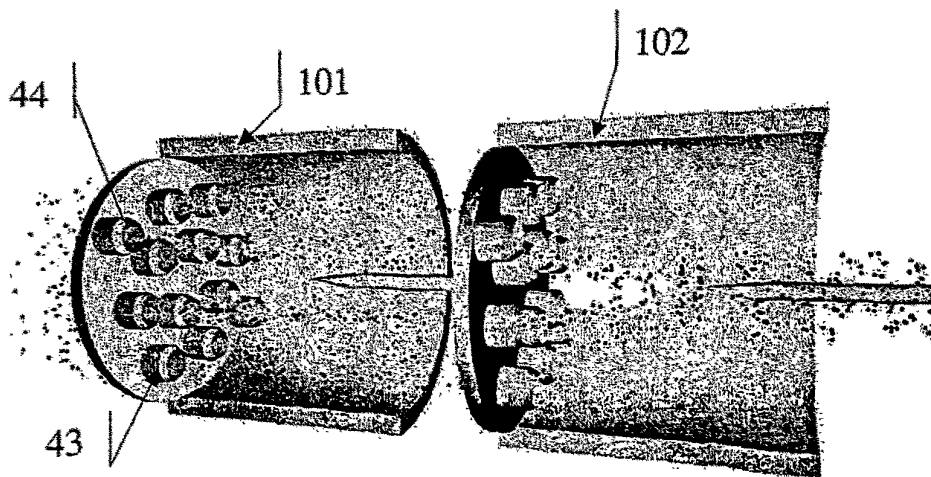


Fig.7



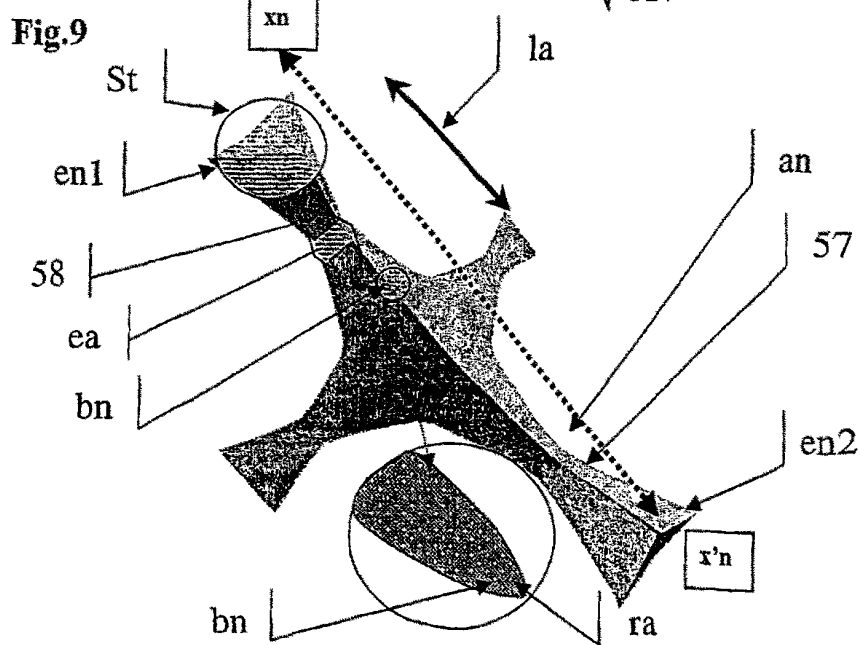
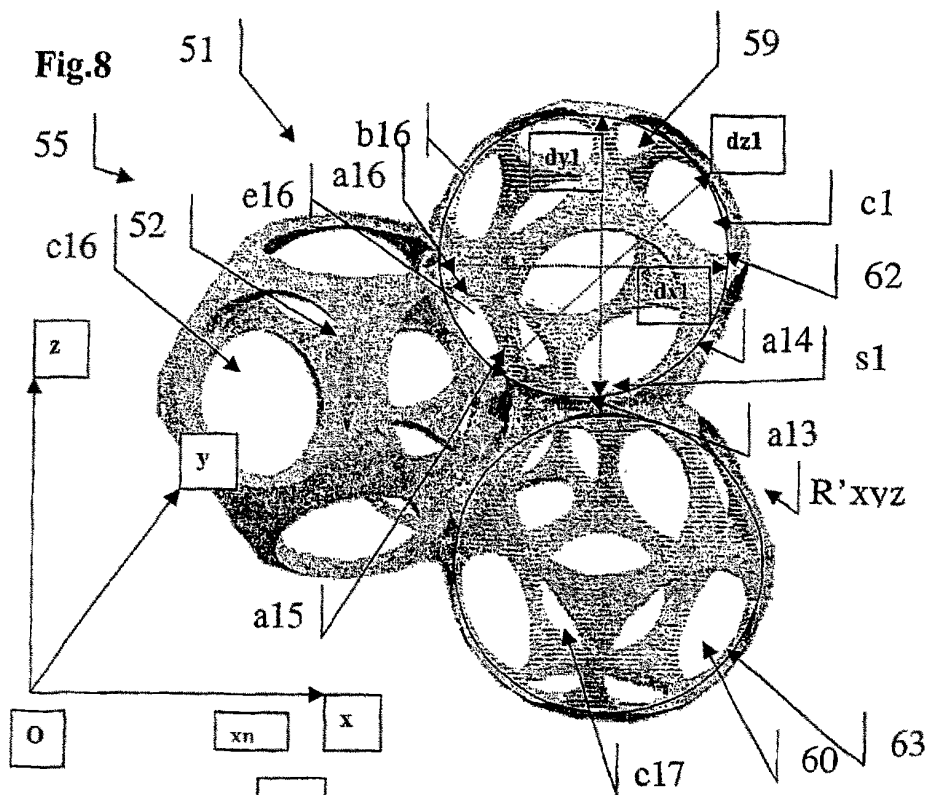




Fig.10

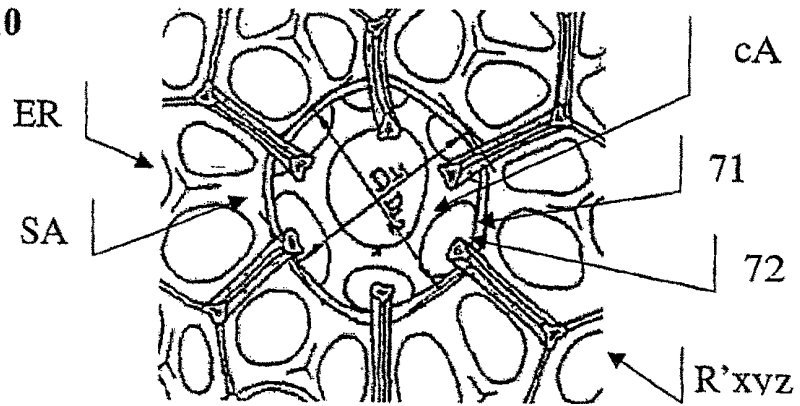


Fig.11

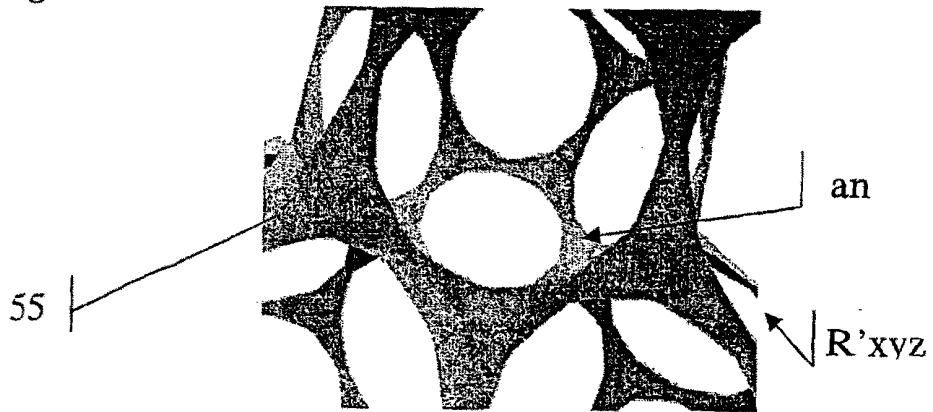
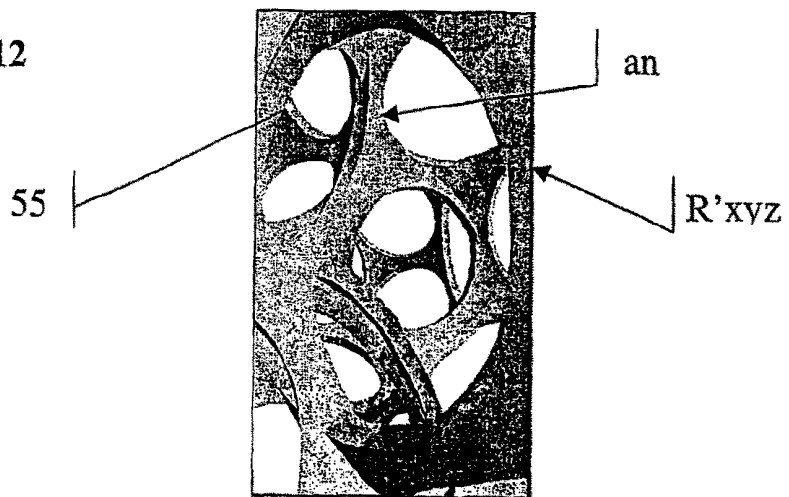


Fig.12



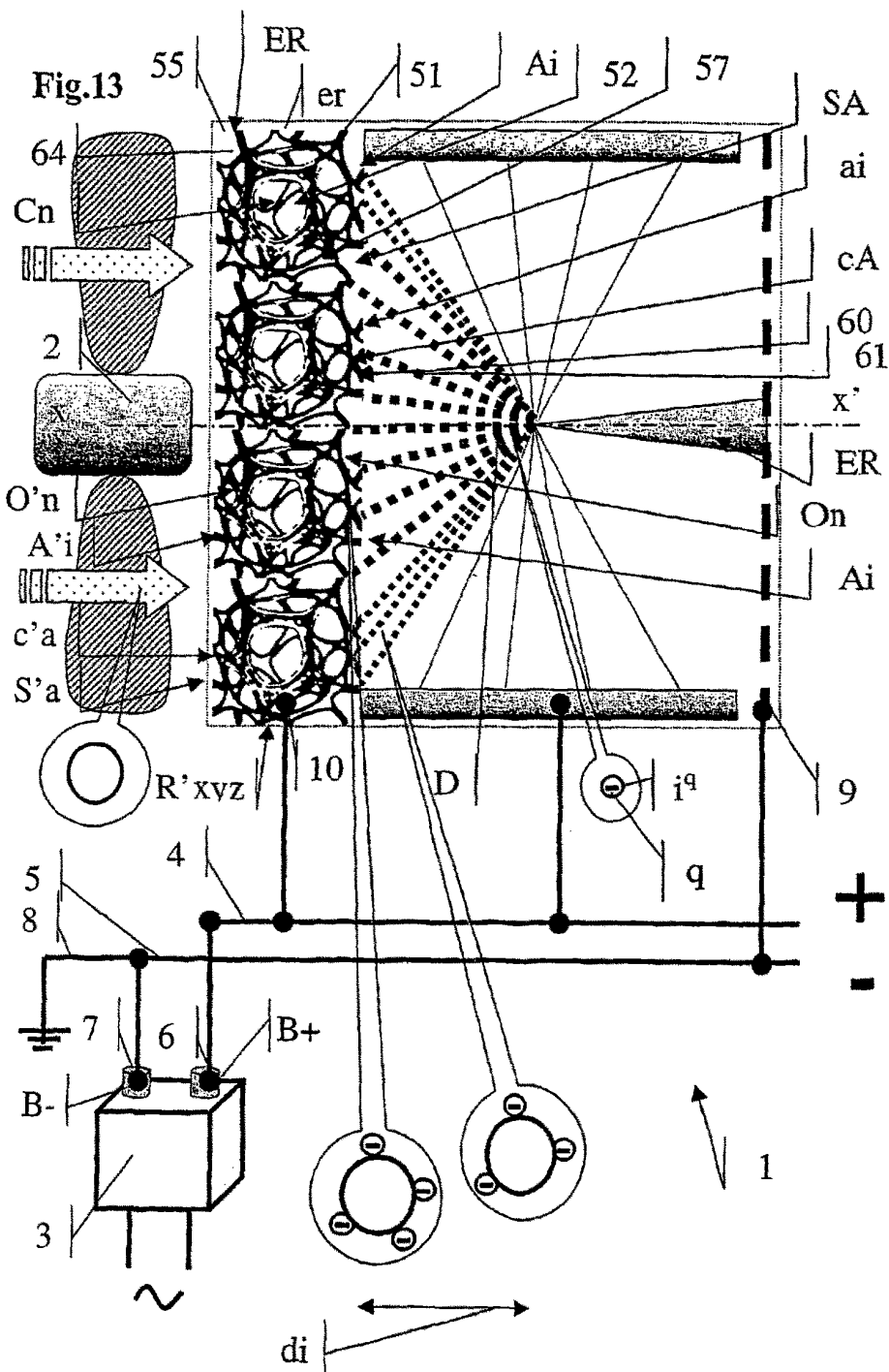
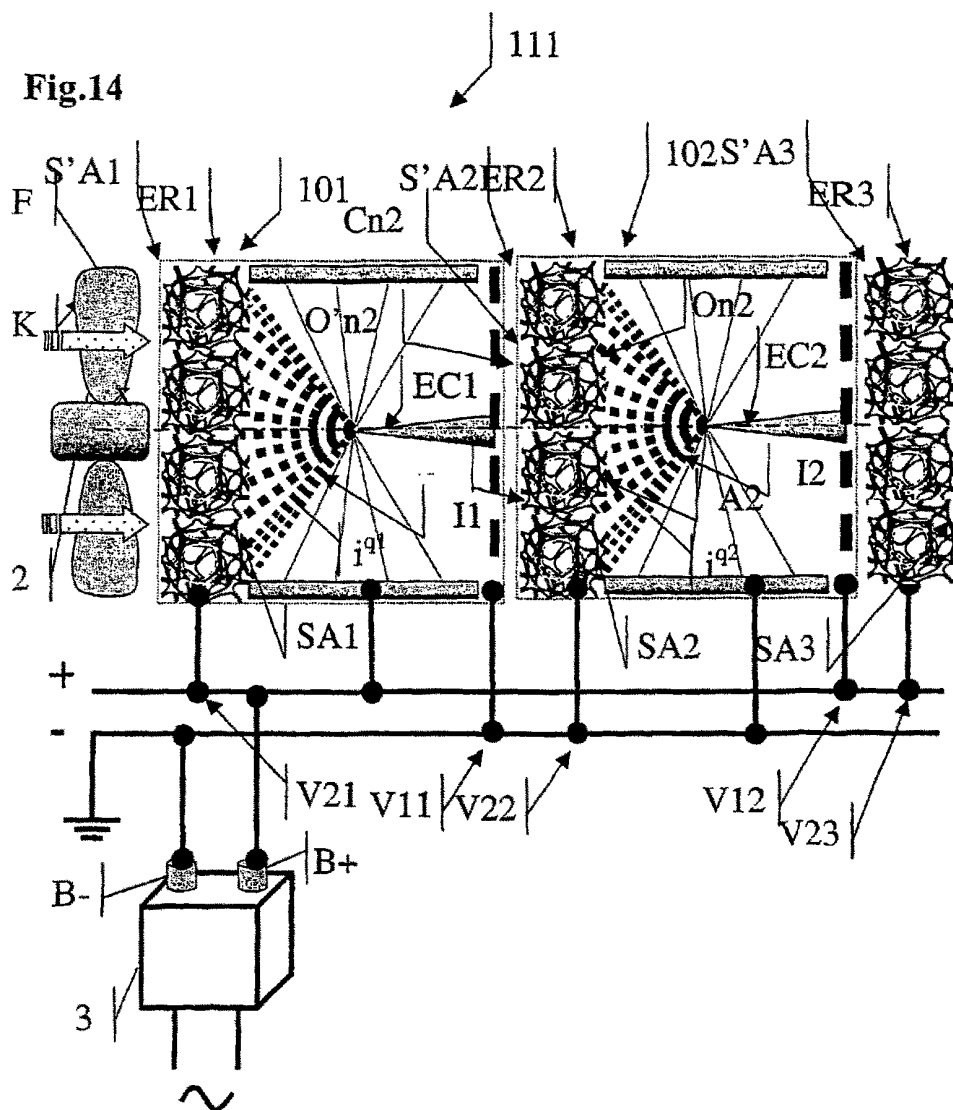


Fig.14



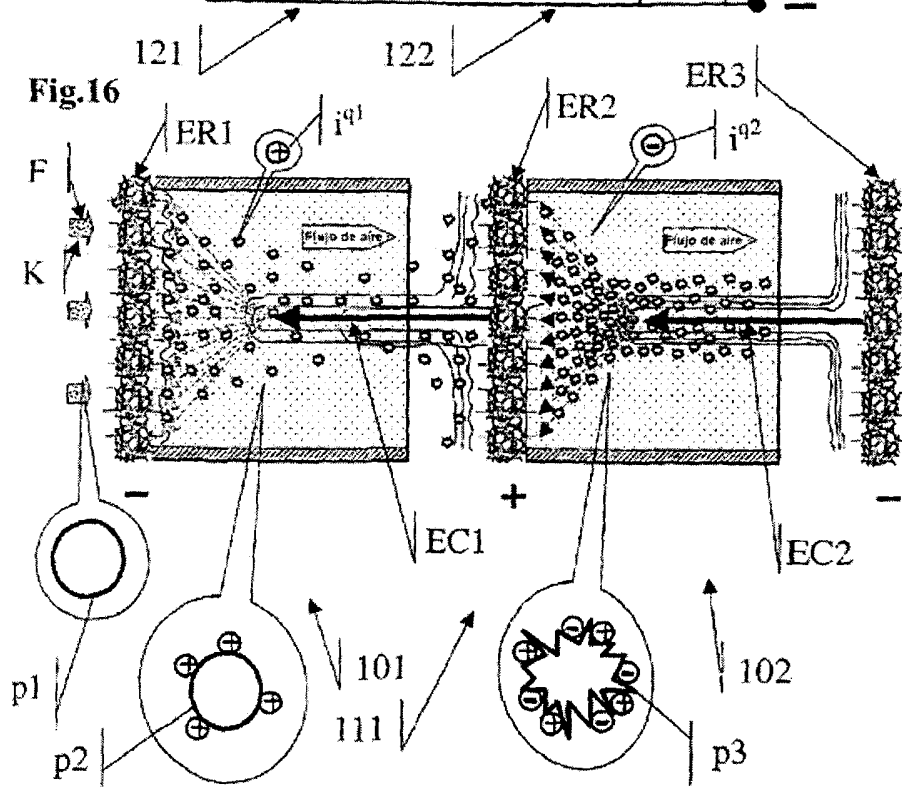
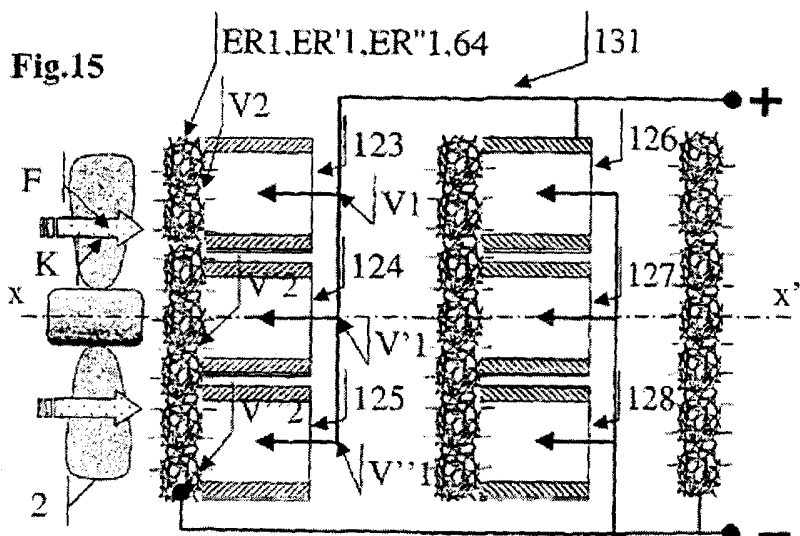


Fig.17

