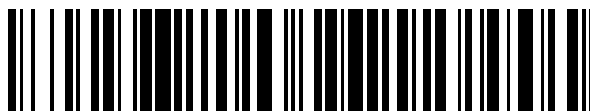


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 446**

51 Int. Cl.:

**B03C 3/12** (2006.01)

**B03C 3/016** (2006.01)

**B03C 3/09** (2006.01)

**B03C 3/155** (2006.01)

**A61L 9/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2008 E 08877004 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016 EP 2343090**

54 Título: **Dispositivo de inactivación y de filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.03.2016**

73 Titular/es:

**NAGOLKIN, ALEXANDR VLADIMIROVICH (50.0%)**  
**Kudrinskaya pl., d.1, kv.431**  
**Moscow 123242, RU y**  
**VOLODINA, ELENA VLADIMIROVNA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**VOLODIN, ALEXEI MIKHAILOVICH**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 562 446 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 de inactivación y de filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire

## 5 Campo de la técnica

La invención se refiere a la limpieza del aire o un gas de microorganismos, virus, aerosoles sólidos y líquidos y, más en concreto, se refiere a un aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire.

## 10 Técnica anterior

De acuerdo con la patente RU 2026751, se conoce un aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos, comprendiendo este aparato una fuente de alimentación de alta tensión y, en serie a lo largo del flujo, unos medios de pretratamiento de flujo de aire, una cámara de inactivación de dos compartimentos y un precipitador, que se realiza como unas placas de carga opuesta hechas de un material conductor de corriente de alta porosidad y dispuestas en paralelo entre sí, con unas placas hechas de un material aislante de alta porosidad dispuestas entre las placas conductoras de corriente. En el presente documento, los medios de pretratamiento de flujo de aire están formados por unas unidades de filtración conductoras de corriente de carga opuesta, con una placa hecha de un material aislante de alta porosidad permeable que está instalada entre las mismas, y cada compartimento de la cámara de inactivación de dos compartimentos se realiza como un electrodo de efecto corona de aguja y un electrodo no de efecto corona de cilindro, estando dispuestos los dos electrodos coaxialmente entre sí y estando cada uno eléctricamente conectado a la placa relevante hecha de un material de filtración conductor de corriente.

En este aparato, los medios de pretratamiento de flujo de aire son una unidad de filtro grueso para limpiar un flujo de aire de partículas mecánicas suspendidas y, en la práctica, no afectan a la inactivación de virus y microorganismos. En conexión con esto, la totalidad de la carga de la inactivación propiamente dicha cae sobre la cámara de inactivación, complicando de ese modo el desempeño de la misma y reduciendo la eficiencia del proceso de inactivación.

El documento US 2007/137486 A1 se refiere a un dispositivo de descontaminación, de filtración y/o de purificación de fluido que comprende un prefiltro electrostático, un generador de plasma positivo, un generador de plasma negativo, una serie de filtros electrostáticos activos y un catalizador, que están dispuestos en este orden en serie para pasar de forma secuencial a través de un fluido gaseoso como aire.

El objeto de la invención es la creación de un aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire de tal modo que unos medios de pretratamiento de flujo de aire en este aparato, aparte de la eliminación de partículas mecánicas del flujo, realizan el preacondicionamiento de bioaerosoles que tienen lugar en el flujo antes de la inactivación, proporcionando de ese modo las condiciones más favorables para el funcionamiento de la cámara de inactivación y el precipitador aguas abajo, una mejora de su diseño y, en última instancia, una potenciación de la eficiencia del aparato como un todo.

## 45 Divulgación de la invención

El objeto se logra tal como sigue: un aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire que comprende una fuente de alimentación de alta tensión y, en serie a lo largo del flujo: unos medios de pretratamiento de flujo de aire que están formados por unas unidades de filtración conductoras de corriente de carga opuesta con una placa hecha de un material aislante permeable de alta porosidad que está instalada entre las unidades de filtración; una cámara de inactivación de dos compartimentos, realizándose cada compartimento como un electrodo de efecto corona de aguja y un electrodo no de efecto corona de cilindro, estando dispuestos los dos electrodos coaxialmente entre sí y estando cada uno eléctricamente conectado a una placa hecha de un material de filtración conductor de corriente; y un precipitador que se realiza como unas placas de carga opuesta hechas de un material conductor de corriente de alta porosidad y dispuestas en paralelo entre sí, con unas placas hechas de un material aislante de alta porosidad permeable dispuestas entre estas placas, por lo menos la unidad de filtración conductora de corriente de los medios de pretratamiento de flujo de aire que se encuentra en primer lugar a lo largo del flujo de aire se realiza como un electrodo de cilindro que tiene una base en forma de una placa hecha de un material conductor de corriente poroso permeable, siendo esta placa adyacente a la placa hecha de un material aislante de alta porosidad permeable, un electrodo de aguja que está dispuesto coaxialmente al electrodo de cilindro en el lado del extremo frontal del mismo, y que tiene su punta dirigida hacia la placa aislante, y una placa hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad y que está ubicada delante de, a una distancia de y eléctricamente conectada al electrodo de aguja, en el que el electrodo de cilindro y el electrodo de aguja están conectados a los polos opuestos de la fuente de alimentación.

De forma conveniente, la cámara de inactivación de dos compartimentos se realiza como un único electrodo no de efecto corona de cilindro en el interior del cual está instalada a través del flujo una separación hecha de un material

conductor de corriente de alta porosidad permeable. La placa hecha de un material de filtración conductor de corriente está dispuesta opuesta a cada uno de los extremos libres del electrodo no de efecto corona de cilindro. En el presente documento, los electrodos de efecto corona de aguja del primer compartimento y el segundo compartimento de la cámara de inactivación tienen las puntas de los mismos dirigidas una hacia otra y están eléctricamente conectados entre sí y a la placa correspondiente. Los electrodos de efecto corona de aguja del primer compartimento y el segundo compartimento de la cámara de inactivación están eléctricamente conectados al polo de la fuente de alimentación que es opuesto al polo que está conectado al electrodo de aguja de los medios de pretratamiento.

La cámara de inactivación de dos compartimentos se puede realizar de una forma tal que los electrodos de efecto corona de aguja del primer compartimento y el segundo compartimento de la cámara de inactivación de dos compartimentos tienen sus puntas dirigidas en sentidos opuestos y están instalados coaxialmente a los electrodos de cilindro correspondientes sobre los lados opuestos de una separación hecha de un material de filtración conductor de corriente de alta porosidad permeable, ubicada a través del flujo entre los electrodos no de efecto corona de cilindro del primer compartimento y el segundo compartimento y que está aislada de los mismos, y las placas hechas de un material de filtración conductor de corriente y que están ubicadas adyacentes a los extremos de los electrodos de cilindro en la entrada y la salida de la cámara de inactivación están eléctricamente conectadas una con otra y a la placa de filtración conductora de corriente de los medios de pretratamiento que se encuentra en último lugar a lo largo del flujo, y los electrodos de efecto corona de aguja están eléctricamente conectados a la separación hecha de un material de filtración conductor de corriente y dispuesta entre estos electrodos.

En otra realización de la invención, la cámara de inactivación de dos compartimentos puede estar formada por dos electrodos no de efecto corona de cilindro dispuestos en serie y una placa hecha de un material de filtración conductor de corriente de alta porosidad permeable que es adyacente al extremo en primer lugar a lo largo del flujo de cada uno de estos electrodos, en donde los electrodos no de efecto corona están conectados a los polos opuestos de la fuente de alimentación y en donde los electrodos de efecto corona de aguja tienen ambos sus puntas dirigidas a contraflujo en donde el electrodo de aguja del primer compartimento está conectado a la placa conductora de corriente que es adyacente al electrodo de cilindro del segundo compartimento y el electrodo de aguja del segundo compartimento de la cámara de inactivación está conectado a la placa conductora de corriente del precipitador que está dispuesta inmediatamente a continuación de este electrodo.

Es deseable instalar una placa hecha de un material de filtración aislante de alta porosidad permeable entre la unidad de filtración en segundo lugar a lo largo del flujo de los medios de pretratamiento de flujo de aire y el primer compartimento de la cámara de inactivación.

En una realización preferida, el aparato comprende además por lo menos una cámara más de inactivación de dos compartimentos que es un análogo de la primera cámara pero tiene la polaridad opuesta de la conexión de electrodos, estando instalada esta cámara en serie con la primera cámara a lo largo del flujo, con el sentido de los electrodos de efecto corona de aguja de cada siguiente cámara de inactivación siendo idéntico u opuesto al sentido de los electrodos de aguja de la cámara anterior.

Es deseable instalar una placa hecha de un material aislante de alta porosidad entre unas placas de filtración conductoras de corriente vecinas de la cámara de inactivación anterior y de la cámara de inactivación siguiente.

Además, un electrodo de aguja se puede conectar eléctricamente a la placa conductora de corriente del precipitador en primer lugar a lo largo del flujo, teniendo este electrodo de aguja su punta dirigida a contraflujo, en donde un electrodo no de efecto corona de cilindro está instalado coaxialmente a este electrodo de aguja con una placa hecha de un material de filtración conductor de corriente estando ubicada adyacente al extremo frontal (a lo largo del flujo) del electrodo de cilindro, estando esta placa eléctricamente conectada a los electrodos de aguja de la cámara de inactivación en último lugar a lo largo del flujo.

A la placa conductora de corriente del precipitador en primer lugar a lo largo del flujo, un electrodo de cilindro se puede conectar por un extremo, y opuesto al otro extremo de este electrodo de cilindro, una placa más hecha de un material de filtración conductor de corriente se puede instalar a través del flujo, en donde un electrodo de efecto corona de aguja que está ubicado coaxialmente al electrodo de cilindro está eléctricamente conectado a esta placa, tiene su punta dirigida a lo largo del flujo, y está conectado al polo de la fuente de alimentación opuesto al polo que está conectado al electrodo de aguja del último compartimento (a lo largo del flujo) de la cámara de inactivación.

Para nivelar las concentraciones de las partículas que se van a precipitar, ozono o iones en el flujo, es deseable equipar el aparato con por lo menos un generador de torbellinos de flujo.

Es aconsejable instalar el generador de torbellinos aguas arriba del precipitador.

Además, es deseable equipar por lo menos una de las placas conductoras de corriente del precipitador y/o el generador de torbellinos con un revestimiento capaz de proveer la descomposición de ozono, óxido de nitrógeno, y/u otros gases perjudiciales.

El material del cual se fabrican las placas de filtración aislantes puede contener un catalizador para catalizar la descomposición de ozono, óxidos de nitrógeno, y/o gases perjudiciales.

- 5 En una realización preferida, el electrodo de efecto corona de aguja se realiza como un hilo que está instalado en el interior de un tubo metálico coaxialmente al mismo y sobresaliendo del mismo.

También es deseable conectar por lo menos uno de los electrodos de efecto corona a la fuente de alimentación por medio de una resistencia, la resistencia de la cual se selecciona a partir del límite impuesto sobre el valor de corriente de consumo de pico para la tensión establecida.

Preferiblemente, la fuente de alimentación de alta tensión se realiza como que tiene tres conductores autónomos, en donde un conductor está conectado a las placas conductoras de corriente del precipitador y con las unidades de filtración conductoras de corriente y se estabiliza en tensión y los otros dos conductores están conectados, respectivamente, con el electrodo de efecto corona de aguja y el electrodo no de efecto corona de cilindro de cada compartimento respectivo y se estabilizan en corriente.

Más preferiblemente, la fuente de alimentación de alta tensión se realiza con una viabilidad de conmutar de forma automática el modo de funcionamiento de la misma de la estabilización de tensión del conductor que está conectado a las placas conductoras de corriente del precipitador y con las unidades de filtración conductoras de corriente, a una estabilización de corriente una vez que se ha alcanzado un valor establecido de la corriente de consumo. Por lo tanto, la fuente de alimentación se estabiliza en tensión, puede mantener la corriente de consumo dentro del intervalo establecido, y se puede conmutar de forma automática a sí misma de una estabilización de tensión a una estabilización de corriente una vez que se ha alcanzado un valor establecido de la corriente consumida.

Es conveniente fabricar las placas conductoras de corriente en el precipitador de un metal espumado y disponer las mismas de tal modo que la distancia entre las mismas disminuye a lo largo del flujo de aire, y fabricar las placas de filtración aislantes del precipitador de poliuretano espumado e instalar las mismas en un orden de tal modo que el tamaño celular del material de las placas disminuye a lo largo del flujo de aire. Además, las placas conductoras de corriente del precipitador se pueden fabricar de un metal espumado que está revestido con un revestimiento aislante.

La invención se ilustrará además por medio de una descripción de realizaciones y dibujos particulares.

### 35 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra de forma esquemática una sección del aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire de acuerdo con la presente invención;  
la figura 2 es la misma que la figura 1, con la cámara de inactivación en la que los electrodos de aguja del primer compartimento y el segundo compartimento están dirigidos en sentidos opuestos;  
la figura 3 es la misma que la figura 1, con la cámara de inactivación en la que los electrodos de aguja del primer compartimento y el segundo compartimento están dirigidos a contraflujo;  
la figura 4 es la misma que la figura 2, pero con una placa aislante que está ubicada entre los medios de pretratamiento y la cámara de inactivación;  
la figura 5 muestra una realización del aparato de inactivación que tiene dos cámaras de inactivación de dos compartimentos idénticas dispuestas en serie entre sí y que tienen unos electrodos de aguja que están dirigidos en sentidos opuestos;  
la figura 6 es la misma que la figura 5, pero con una placa aislante que está ubicada entre las cámaras de inactivación;  
la figura 7 muestra una realización del aparato de inactivación en la que el precipitador está equipado además con una unidad de efecto corona;  
la figura 8 es la misma que la figura 7, pero con otra realización del precipitador;  
la figura 9 muestra una realización del aparato en la que los electrodos de aguja están conectados a la fuente de alimentación por medio de resistencias;  
la figura 10 muestra una realización de un electrodo de efecto corona de aguja en sección.

### Realizaciones de la invención

El aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire tal como se muestra en la figura 1 comprende unos medios de pretratamiento de flujo de aire 1, una cámara de inactivación de dos compartimentos 2, y un precipitador 3, estando dispuestos la totalidad de los tres en serie a lo largo del flujo de aire A y conectados a una fuente de alimentación de corriente continua de alta tensión 4. Los medios de pretratamiento de flujo de aire 1 contienen una primera unidad de filtración conductora de corriente y una segunda unidad de filtración conductora de corriente 7 y 7', respectivamente, cargadas de forma opuesta una a otra, y una placa 5 hecha de un material aislante de alta porosidad permeable, por ejemplo, de poliuretano espumado de células abiertas, que está ubicada entre las unidades de filtración. Por lo menos la primera unidad de filtración conductora

de corriente (a lo largo del flujo A) en esta realización se realiza como un electrodo de cilindro 6 que tiene una base porosa plana 7 que es adyacente a la placa 5, y un electrodo de efecto corona de aguja 8 está dispuesto coaxialmente al electrodo de cilindro 6 en el lado del extremo frontal del mismo, teniendo el electrodo de efecto corona de aguja 8 su punta dirigida hacia la placa aislante 5. Delante del electrodo 8, hay una placa 9 hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad, por ejemplo, níquel espumado, que está ubicada a una pequeña distancia del electrodo 8 y eléctricamente conectada al mismo.

La cámara de inactivación de dos compartimentos 2 en esta realización se realiza como un único electrodo no de efecto corona de cilindro 10, en donde una separación de cierre de flujo 11 hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad permeable, por ejemplo, de níquel espumado, está instalada en la parte media del electrodo de cilindro a través del flujo. Los electrodos de efecto corona de aguja 12 del primer compartimento y el segundo compartimento tienen sus puntas dirigidas una hacia otra y están eléctricamente conectados entre sí y a unas placas 13 hechas de un material conductor de corriente de alta porosidad permeable y están instaladas de tal modo que hay una placa en cada extremo del electrodo de cilindro 10. En el presente documento, el potencial de las placas 13 es opuesto al potencial del electrodo de aguja 8 de los medios de pretratamiento 1.

El precipitador 3 contiene tres placas 14 hechas de un material conductor de corriente de alta porosidad, que están instaladas en paralelo entre sí a través del flujo A, y conectadas, de forma alternativa, a los polos opuestos de la fuente de alimentación 4. Entre las placas 14, hay unas placas 15 hechas de un material aislante de alta porosidad permeable.

En la realización tal como se muestra en la figura 2, a diferencia de en la que se muestra en la figura 1, los electrodos de efecto corona de aguja 12 en el primer compartimento y el segundo compartimento de la cámara de inactivación 2 tienen sus puntas dirigidas en sentidos opuestos y están eléctricamente conectados a la separación conductora de corriente 11. En el presente documento, los electrodos de efecto corona 12 están conectados al polo de la fuente de alimentación 4 opuesto al polo que está conectado al electrodo de efecto corona de aguja 8 de los medios de pretratamiento 1.

La figura 3 muestra el aparato de acuerdo con la invención con una realización más de la cámara de inactivación de dos compartimentos. En esta realización, a diferencia de en las dos realizaciones que se han descrito en lo que antecede, la cámara de inactivación de dos compartimentos está formada por dos electrodos de cilindro dispuestos en serie 10' y 10'', en donde una placa 16 hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad permeable es adyacente al primer extremo (a lo largo del flujo) de cada electrodo. Los electrodos de cilindro 10' y 10'' están conectados a los polos opuestos de la fuente de alimentación 4. Los electrodos de efecto corona de aguja 12 del primer compartimento y el segundo compartimento tienen sus puntas dirigidas a contraflujo y conectadas de tal modo que el electrodo 12 del primer compartimento está conectado a la placa conductora de corriente 16 que es adyacente al electrodo de cilindro del segundo compartimento y el electrodo de aguja del segundo compartimento está conectado a la placa conductora de corriente 14 del precipitador 3 que está ubicada directamente a continuación de este electrodo.

La realización del aparato tal como se muestra en la figura 4 es distinta de la realización que se muestra en la figura 2 ya que esta comprende además una placa 17 hecha de un material aislante de alta porosidad (de filtración) permeable y que está instalada entre la segunda (a lo largo del flujo) unidad de filtración de los medios de inactivación de pretratamiento 1 y el primer compartimento de la cámara de inactivación 2.

El aparato que se muestra en la figura 5, debido a que es distinto de los que se han descrito en lo que antecede, contiene, aparte de la cámara de inactivación de dos compartimentos 2, una cámara más de dos compartimentos 18 que está instalada en serie con la cámara 2 a lo largo del flujo de aire y que tiene una construcción análoga pero con la polaridad de la conexión de electrodos opuesta. En esta realización, los electrodos de efecto corona de aguja 12 de la siguiente cámara 18 están dirigidos de la misma forma que los electrodos de aguja 12 de la cámara 2 anterior (es decir, en sentidos opuestos) y están eléctricamente conectados entre sí y a la separación 11 correspondiente.

La realización del aparato tal como se muestra en la figura 6 es distinta de la realización que se muestra en la figura 5 ya que, entre las cámaras de inactivación vecinas 2 y 18, hay instalada además una placa 19 hecha de un material aislante de alta porosidad permeable, por ejemplo, poliuretano espumado de células abiertas.

Los electrodos de aguja en las cámaras de inactivación, anterior y siguiente, se pueden dirigir en sentidos opuestos; de ser así, no obstante, también ha de cumplirse la condición de la alternancia obligatoria de la polaridad de la conexión de electrodos en cada siguiente cámara.

Las realizaciones del aparato de acuerdo con la invención tal como se muestra en las figuras 7 y 8 están caracterizadas por que el precipitador 3 está equipado con una unidad de efecto corona de cilindro de aguja. En la realización del aparato de inactivación tal como se muestra en la figura 7, un electrodo de aguja 20 está eléctricamente conectado a la primera (a lo largo del flujo) placa conductora de corriente 14 del precipitador 3, teniendo este electrodo de aguja su punta dirigida a contraflujo, y un electrodo no de efecto corona de cilindro 21 está instalado coaxialmente al mismo, con una placa 22 hecha de un material de filtración conductor de corriente

siendo adyacente al extremo frontal (a lo largo del flujo) del electrodo de cilindro y que está eléctricamente conectada a los electrodos de aguja 12 de la cámara de inactivación 18.

En la realización del aparato tal como se muestra en la figura 8, un electrodo de cilindro 23 está conectado por su extremo a la primera (a lo largo del flujo) placa conductora de corriente 14 del precipitador 3 y una placa 24 está instalada a través del flujo opuesta al otro extremo del electrodo de cilindro 23, estando la placa 24 seguida por un electrodo de efecto corona de aguja 25 que está instalado coaxialmente al electrodo de cilindro 23. El electrodo de efecto corona de aguja 25 tiene su punta dirigida a lo largo del flujo, está eléctricamente conectado a la placa 24, y está conectado al polo de la fuente de alimentación 4 opuesto al polo que está conectado al electrodo de aguja 12 del segundo compartimento de la cámara de inactivación 2.

El precipitador 3 se realiza de una forma tal que la separación entre las placas conductoras de corriente 14 disminuye a lo largo del flujo de aire A, en donde las placas conductoras de corriente 14 se fabrican de, por ejemplo, níquel espumado. Las placas aislantes 15 del precipitador 3 se fabrican de poliuretano espumado, en donde dichas placas están dispuestas de tal modo que el tamaño celular del material de las placas 15 disminuye a lo largo del flujo de aire A.

Los electrodos de cilindro 6, 10 (10' y 10"), 21, y 23 tienen una estructura (celular) de panal, en donde cada uno de los electrodos de aguja 8, 12, 20 y 25 contiene una pluralidad de agujas, estando cada aguja dispuesta coaxialmente con respecto a la célula correspondiente.

En la realización del aparato tal como se muestra en la figura 9, cada una de las unidades de efecto corona de cilindro de aguja se realiza como un cilindro hueco y un único electrodo de aguja que está ubicado de forma concéntrica con respecto al cilindro. En el presente documento, cada uno de los electrodos de efecto corona de aguja está conectado a la fuente de alimentación 4 por medio de una resistencia de alta tensión 26, seleccionándose la resistencia de la cual a partir del límite impuesto sobre el valor de corriente de consumo de pico para la tensión establecida.

El precipitador 3 está precedido por un generador de torbellinos 27, por ejemplo, que tiene el diseño perforado o con palas, en donde el generador de torbellinos 27 está equipado con un revestimiento que contiene un catalizador para catalizar la descomposición de ozono, óxido de nitrógeno, y/u otros gases perjudiciales (por ejemplo, un catalizador a base de alúmina).

La fuente de alimentación de alta tensión 4 (la figura 1) se puede realizar como que tiene tres conductores autónomos "a", "b" y "c". El conductor "a" está conectado a los electrodos de efecto corona de aguja y con los electrodos no de efecto corona de cilindro de las "coronas" positivas del aparato; el conductor "c" está conectado a los electrodos de efecto corona de aguja y los electrodos no de efecto corona de cilindro de las "coronas" negativas; y el conductor "b" está conectado a las placas conductoras de corriente 14 del precipitador o las unidades de filtración conductoras de corriente 7 y 7', que tienen una placa hecha de un material de filtración aislante que está instalada entre las unidades de filtración. En el presente documento, la fuente de alimentación 4 se realiza de una manera tal que los conductores "a" y "c" se estabilizan en corriente y difieren entre sí en el valor de tensión y el conductor "b" se estabiliza en tensión. Además, la fuente de alimentación 4 en una realización preferida de la misma se realiza con una viabilidad de conmutar de forma automática su modo de funcionamiento de una estabilización de tensión en el conductor "b" a una estabilización de corriente una vez que se ha alcanzado un valor establecido de la corriente consumida. A pesar de que esta realización de la fuente de alimentación se muestra solo en la figura 1 que se refiere a la primera realización de la invención, la misma realización de la fuente de alimentación es también útil en otras realizaciones del aparato.

La figura 10 muestra una sección de la realización preferida de un electrodo de efecto corona de aguja que representa un hilo 28 que está montado en el interior de un tubo metálico 29 coaxialmente al mismo y que sobresale del mismo un valor suficiente para que se forme un efecto eléctrico de corona.

En todas las realizaciones del aparato, los electrodos no de efecto corona se pueden realizar no solo como cilindros sino también como poliedros o panales.

El aparato funciona tal como sigue.

El aire que se va a tratar contiene diversos tipos de microorganismos, virus y partículas que tienen diversos tamaños, estructuras, propiedades y cargas eléctricas.

Una vez que se aplica una tensión a los electrodos, aparece una corriente de efecto corona en las unidades de efecto corona del aparato, acompañada por la generación de los iones correspondientes a partir de los electrodos de efecto corona de aguja 8 y 12 (la figura 1). Bajo la acción de los iones que se generan, en el interior de los medios de pretratamiento 1, los bioaerosoles son cargados y afectados por unos campos eléctricos de diversas intensidades y gradientes dependiendo del sitio en el que residen las partículas en el interior de los medios de pretratamiento 1. Aparece un plasma frío en la punta del electrodo de efecto corona de aguja 8 y también tiene un impacto local sobre

los bioaerosoles. En el primer (a lo largo del flujo de aire) electrodo poroso permeable (la placa 9), tiene lugar una filtración gruesa para eliminar partículas gruesas. Mientras que el flujo de aire tratado está pasando a través de la unidad de efecto corona de los medios de pretratamiento 1, los microorganismos y las células virales en primer lugar son cargados por los iones de un signo (por ejemplo, iones negativos) y entonces pasan a través de la base porosa 7 del electrodo no de efecto corona 6, que tiene el signo de potencial opuesto, adquiriendo en su interior cargas opuestas. Entonces, mientras que están pasando a través de la estructura polarizada de la placa aislante 5, las células virales y de microorganismos pierden parte del agua de sus superficies en contacto con esta placa, facilitando de ese modo el subsiguiente impacto de campos eléctricos e iones sobre la estructura celular, después de lo cual las células cambian sus cargas tras pasar a través de la segunda placa de la unidad de filtración conductora de corriente de los medios de pretratamiento 1. Por lo tanto, se proporcionan de hecho unos signos de carga eléctrica idéntica y unas estructuras celulares debilitadas de los microorganismos y virus que entran en el subsiguiente tratamiento. La realización de la primera unidad de filtración conductora de corriente de los medios de pretratamiento 1 como una unidad de efecto corona de cilindro de aguja posibilita:

- mejorar las condiciones para la precipitación de aerosoles sobre la superficie de la placa 5 hecha de un material aislante de alta porosidad y potenciar la eficiencia de la deshidratación superficial de una célula microbiana, en donde dirigir la punta del electrodo de efecto corona 8 hacia esta placa 5 provee dotar de carga al bioaerosol y crea de forma simultánea unas mejores condiciones para el funcionamiento de la punta de la aguja;
- homogeneizar el potencial eléctrico del bioaerosol que está contenido en el flujo de aire bajo tratamiento;
- debilitar o dañar parcialmente membranas celulares a causa de un cambio en sus signos superficiales y deformaciones estructurales locales causadas por unos gradientes de campo eléctrico variables en el interior de los medios de pretratamiento, facilitando de ese modo de forma considerable la subsiguiente desintegración de la estructura celular.

Dejando los medios de pretratamiento 1, el flujo de aire que contiene bioaerosol entra en la cámara de inactivación de dos compartimentos 2 que está equipada con dos electrodos de efecto corona homopolares (las figuras 1 y 2) o heteropolares (la figura 3) 12.

En el interior de la cámara de inactivación de dos compartimentos 2 en un campo eléctrico permanente que tiene unas intensidades y gradientes localmente variables, el bioaerosol se recarga de forma múltiple bajo el impacto de iones, el contacto eléctrico con unos electrodos de signos opuestos, y la superficie del material de filtración aislante polarizado. Este impacto da como resultado la deformación o daño local de la estructura celular y la alteración de las propiedades mecánicas, eléctricas, y otras, del material deformado (por ejemplo, cambia la constante dieléctrica del material de membrana), lo que induce la desintegración de la estructura celular y la inactivación de microorganismos. Habiendo pasado a través de la cámara de inactivación 2, los microorganismos y virus que están suspendidos en el flujo de aire se encuentran en un estado inactivado.

Las realizaciones de la cámara de inactivación 2 tal como se muestra en las figuras 1, 2 y 3 difieren una de otra, de hecho, solo en la geometría de la variación de la intensidad y los gradientes del campo eléctrico a lo largo del flujo y a través del área en sección transversal de las mismas y, como resultado, en la dirección de desplazamiento y la velocidad de los iones, permitiendo de ese modo la selección del diseño de cámara de inactivación que proviene de los parámetros del flujo de aire que se va a inactivar (la velocidad de flujo, el tipo de aerosol, los parámetros físicos de los componentes del mismo, y similares).

Debido al hecho de que, después de pasar a través de los medios de pretratamiento de flujo de aire 1, las partículas de bioaerosol entran en la cámara de inactivación 2 teniendo esencialmente cargas iguales y deformándose y dañándose parcialmente, la desintegración final de la estructura celular de los microorganismos en el interior de la cámara de inactivación 2 tiene lugar con una eficiencia más alta.

Las realizaciones del aparato tal como se muestra en las figuras 5 y 6 proporcionan una potenciación adicional del efecto de inactivación y un aumento en la tasa de tratamiento de flujo de aire, así como una mejora de la fiabilidad del aparato; estas realizaciones comprenden, aparte de la cámara de inactivación de dos compartimentos 2, por lo menos una cámara más de inactivación de dos compartimentos 18 que está instalada junto a la primera cámara en serie a lo largo del flujo que es un análogo de la primera cámara pero tiene la polaridad opuesta de la conexión de electrodos. En el presente documento, el sentido de los electrodos de efecto corona de aguja (12) de cada siguiente cámara de inactivación es idéntico u opuesto al sentido de los electrodos de aguja de la anterior. Esta realización proporciona un efecto adicional por un número aumentado de alternancias de la polaridad de electrodos y un tiempo aumentado de impacto de unos campos de polaridad opuesta sobre el bioaerosol.

La placa 17 (la figura 4), hecha de un material aislante de alta porosidad y que está instalada entre la segunda unidad de filtración de los medios de pretratamiento 1 y el primer compartimento de la cámara de inactivación 2, proporciona una eficiencia potenciada de la deshidratación de aerosoles al permitir una precipitación adicional de partículas de bioaerosol sobre la superficie de la misma.

Una placa 19 análoga (la figura 6) hecha de un material aislante de alta porosidad y que está instalada entre las placas de filtración conductoras de corriente 13 vecinas de las cámaras de inactivación (2 y 18, respectivamente) anterior y siguiente, también ofrece una superficie despolarizada adicional para que precipiten partículas de bioaerosol.

- 5 Después de pasar las cámaras de inactivación 2 y 18 y de adquirir una carga suficiente para la precipitación, las partículas entran en el precipitador 3 junto con el flujo de aire A (las figuras 7, 8). En el presente documento, las partículas inactivadas que están suspendidas en el flujo de aire precipitan sobre las placas 14 y 15 del precipitador 3. En vista de que la carga de las partículas de bioaerosol es poco estable después de que el flujo A haya pasado las cámaras de inactivación 2 y 18 y depende de un número de factores no controlables (las propiedades eléctricas de las partículas, el estado de los electrodos de efecto corona y no de efecto corona, la humedad del aire, el caudal de aire, y algunos otros), para mejorar la eficiencia de la filtración fina y para proporcionar el grado requerido de ionización del aire, el precipitador 3 (la figura 7) está equipado con una unidad de efecto corona de cilindro de aguja en donde el electrodo de aguja 20 está dirigido contra el flujo A, o con una unidad de efecto corona en donde el cilindro de soporte de aguja 25 está dirigido a lo largo del flujo A (la figura 8). Después de que los microorganismos y virus se hayan inactivado en las cámaras de inactivación 2 y 18, el flujo de aire puede contener partículas no vivas de células microbianas o sus fragmentos, virus, aerosoles, y otras especies que tienen unos tamaños de hasta 0,08  $\mu\text{m}$ , lo que puede ser indeseable. La unidad de efecto corona que está instalada en la entrada del precipitador 3 potencia la eliminación de las partículas que se han mencionado anteriormente del flujo tratado. El generador de torbellinos de flujo 27, que está instalado en esta realización aguas arriba del precipitador 3, potencia la eliminación de la falta de uniformidad de la distribución en sección transversal de concentraciones de iones, partículas, ozono, y otras especies, surgiendo esta falta de uniformidad del uso de más de una unidades de efecto corona en paralelo en el aparato.
- 25 El revestimiento catalítico del generador de torbellinos, como la presencia de un catalizador adecuado para catalizar la descomposición de ozono, óxido de nitrógeno, y/u otros gases perjudiciales en el material de las placas de filtración aislantes 15 del precipitador 3, también, proporciona una disminución en concentraciones de ozono, óxidos de nitrógeno, y otros gases perjudiciales mezclados.
- 30 La fuente de alimentación 4 realizada como que es capaz de estabilizar el valor de tensión y que mantiene el valor de corriente de consumo dentro del intervalo establecido, proporciona la posibilidad de controlar el curso del proceso de inactivación con una generación de ozono limitada por las unidades de efecto corona.
- 35 Las resistencias de alta tensión 26 (la figura 9), la resistencia de las cuales se selecciona a partir del límite impuesto sobre el valor de corriente de consumo de pico para la tensión establecida, que están instaladas entre cada electrodo de efecto corona de aguja y la fuente de alimentación 4, proporcionan una distribución de corriente uniforme sobre las unidades de efecto corona del aparato.
- 40 Los electrodos porosos permeables tienen una estructura tridimensional, por ejemplo, la estructura de un material de células abiertas (níquel espumado, cobre espumado, y otros).
- 45 Los electrodos de efecto corona de aguja realizados como el hilo 28 que está instalado en el interior del tubo metálico 29 coaxialmente al mismo, tal como se muestra en la figura 10, están caracterizados por unas resistencias de construcción (resistencia a la vibración y resistencia al impacto) elevadas.
- 50 La disposición de las placas conductoras de corriente 14 del precipitador 3 con la separación entre las mismas decreciendo a lo largo del flujo de aire, promueve el aumento en la intensidad de campo eléctrico entre los electrodos porosos permeables (placas conductoras de corriente) vecinos a lo largo del flujo. Por lo tanto, se mejora la eficiencia de filtración en cada siguiente unidad de filtración, proporcionando como resultado una potenciación de la eficiencia global de la filtración y la vida del precipitador.
- Los tamaños celulares decrecientes en el material de las placas aislantes 15 del precipitador 3 a lo largo del flujo A potencian un aumento en la eficiencia de la filtración de partículas finas en el flujo de aire tratado.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la inactivación y la filtración fina de virus y microorganismos en un flujo de aire, que comprende una fuente de alimentación de alta tensión (4) y, en serie a lo largo del flujo de aire:

unos medios de pretratamiento de flujo de aire (1) que están formados por unas unidades de filtración conductoras de corriente de carga opuesta (7, 7') con una placa (5) hecha de un material aislante de alta porosidad permeable que está instalada entre las unidades de filtración;  
una cámara de inactivación de dos compartimentos (2), realizándose cada compartimento de la misma como un electrodo de efecto corona de aguja (12) y un electrodo no de efecto corona de cilindro (10) dispuestos coaxialmente entre sí y estando cada uno eléctricamente conectado a una placa (13) hecha de un material de filtración conductor de corriente; y  
un precipitador (3) realizado como placas de carga opuesta (14) dispuestas en paralelo entre sí y hechas de un material conductor de corriente de alta porosidad, con unas placas (15) entre las mismas hechas de un material aislante de alta porosidad permeable,  
estando el aparato **caracterizado por que**:

por lo menos la unidad de filtración conductora de corriente (7) de los medios de pretratamiento (1) que se encuentra en primer lugar a lo largo del flujo de aire está realizada como

- un electrodo de cilindro (6) que tiene una base en forma de una placa (7) hecha de un material conductor de corriente poroso permeable y que está ubicada adyacente a la placa (5), hecha de un material aislante de alta porosidad permeable,
- un electrodo de aguja (8) que está dispuesto coaxialmente al electrodo de cilindro (6) en el lado del extremo frontal del mismo, y que tiene su punta dirigida hacia la placa aislante (5), y
- una placa (9), hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad, que está ubicada delante de, a una distancia de y eléctricamente conectada al electrodo de aguja (8), en donde el electrodo de cilindro (6) y el electrodo de aguja (8) están conectados a los polos opuestos de la fuente de alimentación (4).

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cámara de inactivación de dos compartimentos (2) está realizada como un único electrodo no de efecto corona de cilindro (10), en el interior del cual está instalada a través del flujo una separación (11) hecha de un material conductor de corriente de alta porosidad permeable,  
la placa (13) hecha de un material de filtración conductor de corriente está dispuesta opuesta a cada uno de los extremos libres del electrodo no de efecto corona de cilindro, y  
los electrodos de efecto corona de aguja (12) del primer compartimento y del segundo compartimento tienen sus puntas dirigidas una hacia otra y están eléctricamente conectados entre sí y a la placa (13) correspondiente, en donde los electrodos de efecto corona de aguja (12) del primer compartimento y del segundo compartimento están conectados al polo de la fuente de alimentación (4) que es opuesto al polo que está conectado al electrodo de aguja (8) de los medios de pretratamiento (1).

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los electrodos de efecto corona de aguja (12) del primer compartimento y del segundo compartimento de la cámara de inactivación de dos compartimentos (2) tienen sus puntas dirigidas en sentidos opuestos y están instalados coaxialmente a los electrodos de cilindro (10', 10'') correspondientes sobre los lados opuestos de una separación (11) hecha de un material de filtración conductor de corriente de alta porosidad permeable, ubicada a través del flujo entre los electrodos no de efecto corona de cilindro (10', 10'') del primer compartimento y del segundo compartimento, y aislada de los mismos, en donde las placas (13) hechas de un material de filtración conductor de corriente y que están ubicadas adyacentes a los extremos de los electrodos de cilindro en la entrada y la salida de la cámara de inactivación (2) están eléctricamente conectadas entre sí y a la placa de filtración conductora de corriente (7') de los medios de pretratamiento (1) que se encuentran en último lugar a lo largo del flujo y en donde los electrodos de efecto corona de aguja (12) están eléctricamente conectados a la separación (11) hecha de un material de filtración conductor de corriente y dispuesta entre los mismos.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cámara de inactivación de dos compartimentos (2) está formada por dos electrodos no de efecto corona de cilindro dispuestos en serie (10', 10''), estando una placa (16) hecha de un material de filtración conductor de corriente de alta porosidad permeable adyacente al extremo situado en primer lugar a lo largo del flujo de cada electrodo, en donde los electrodos no de efecto corona (10', 10'') están conectados a los polos opuestos de la fuente de alimentación (4) y en donde los electrodos de efecto corona de aguja (12) tienen sus puntas dirigidas a contraflujo, estando el electrodo de aguja (12) del primer compartimento de la cámara eléctricamente conectado a la placa conductora de corriente (16) que es adyacente al electrodo de cilindro (10'') del segundo compartimento y estando el electrodo de aguja (12) del segundo compartimento de la cámara de inactivación (2) eléctricamente conectado a la placa conductora de corriente del precipitador (3) que está dispuesta inmediatamente a continuación de este electrodo.

5. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** una placa (17) hecha de un material de filtración aislante de alta porosidad permeable está instalada entre la unidad de filtración (7') de los medios de pretratamiento (1) situados en segundo lugar a lo largo del flujo y el primer compartimento de la cámara de inactivación (2).

6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** contiene además por lo menos una cámara más de inactivación de dos compartimentos (18), que es un análogo de la primera cámara (2) pero tiene la polaridad opuesta de la conexión de electrodos, que está instalada en serie con la primera cámara a lo largo del flujo, en donde el sentido de los electrodos de efecto corona de aguja (12) de cada cámara siguiente es idéntico u opuesto al sentido de los electrodos de aguja (12) de la anterior.

7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** una placa (19) hecha de un material aislante de alta porosidad está instalada entre las placas de filtración conductoras de corriente (13) vecinas de las cámaras de inactivación (2, 18) anterior y siguiente.

8. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** un electrodo de aguja (20) está eléctricamente conectado a la placa conductora de corriente (14) del precipitador (3) situado en primer lugar a lo largo del flujo, teniendo el electrodo (20) su punta dirigida a contraflujo, y **por que** un electrodo no de efecto corona de cilindro (21) está instalado coaxialmente al electrodo (20) y una placa (22) hecha de un material de filtración conductor de corriente es adyacente al extremo frontal del electrodo de cilindro (21) y está eléctricamente conectada a los electrodos de aguja (12) de la cámara de inactivación (2) situada en último lugar a lo largo del flujo.

9. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** un electrodo de cilindro (23) está conectado por un extremo del mismo a la placa conductora de corriente (14) del precipitador (3) situado en primer lugar a lo largo del flujo, una placa (24) adicional hecha de un material de filtración conductor de corriente está instalada a través del flujo opuesta al otro extremo del electrodo de cilindro (23), en donde un electrodo de efecto corona de aguja (25) está ubicado coaxialmente al electrodo de cilindro (23), tiene la punta del mismo dirigida a lo largo del flujo, está eléctricamente conectado a dicha placa (24) adicional, y está conectado al polo de la fuente de alimentación (4) opuesto al polo que está conectado al electrodo de aguja (12) del último compartimento de la cámara de inactivación (2).

10. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** está equipado con por lo menos un generador de torbellinos de flujo (27), que está instalado aguas arriba del precipitador (3), que es capaz de nivelar las concentraciones de las partículas que se van a precipitar, ozono o iones en el flujo en donde por lo menos una de las placas conductoras de corriente (14) del precipitador (3) y/o del generador de torbellinos (27) están equipadas con un revestimiento que es capaz de proporcionar la descomposición de ozono, óxido de nitrógeno y/u otros gases perjudiciales.

11. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el electrodo de efecto corona de aguja (12) está realizado como un hilo (28) que está instalado en el interior de un tubo metálico (29) coaxialmente al mismo y sobresaliendo del mismo.

12. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** por lo menos uno de los electrodos de efecto corona (8, 12, 20 y 25) está conectado a la fuente de alimentación por medio de una resistencia (26), seleccionándose el valor de resistencia a partir del límite impuesto sobre la corriente de consumo de pico para la tensión establecida.

13. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la fuente de alimentación de alta tensión (4) está realizada teniendo tres conductores autónomos (a, b y c), en donde un conductor (b) está conectado a las placas conductoras de corriente (14) del precipitador y a las unidades de filtración conductoras de corriente (7, 7') y está estabilizado en tensión y los otros dos conductores (a y c) están conectados, respectivamente, al electrodo de efecto corona de aguja (8 o 12) y el electrodo no de efecto corona de cilindro (6 o 10) de cada compartimento respectivo y están estabilizados en corriente.

14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la fuente de alimentación de alta tensión (4) está realizada con una viabilidad de conmutar de forma automática el modo de funcionamiento de la misma desde la estabilización de tensión del conductor que está conectado a las placas conductoras de corriente (14) del precipitador y a las unidades de filtración conductoras de corriente (7, 7'), a una estabilización de corriente una vez que se ha alcanzado un valor establecido de la corriente de consumo.

15. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las placas conductoras de corriente (14) del precipitador están hechas de un metal espumado que está revestido con un revestimiento aislante.

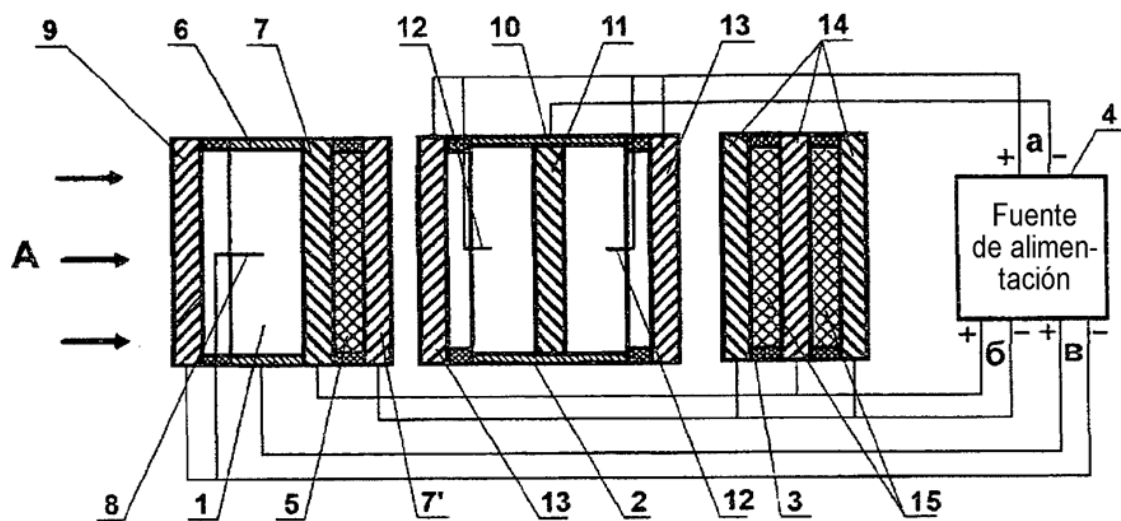


Fig. 1

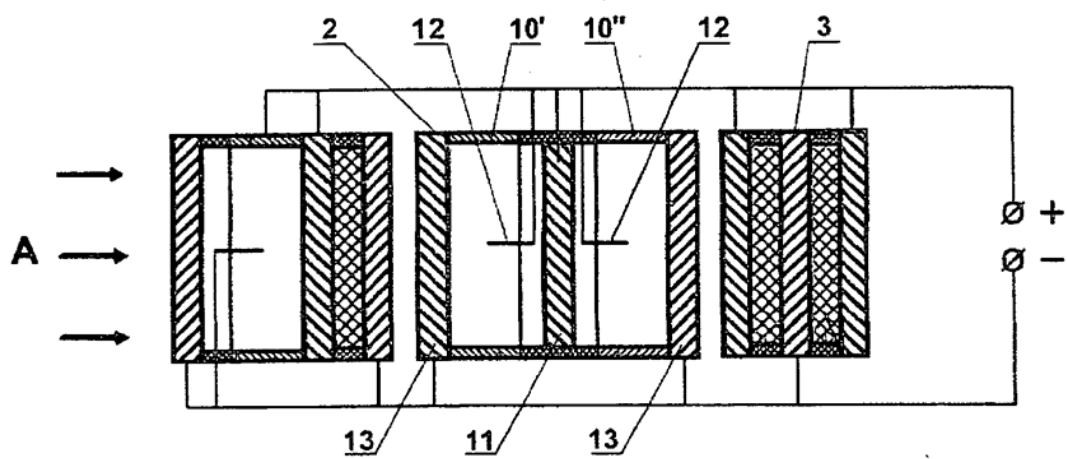


Fig. 2

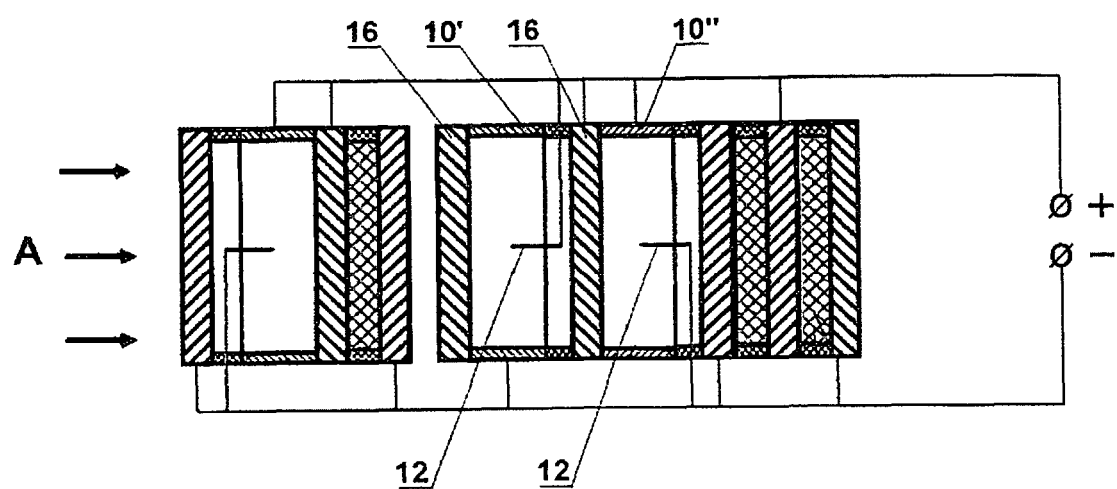


Fig. 3

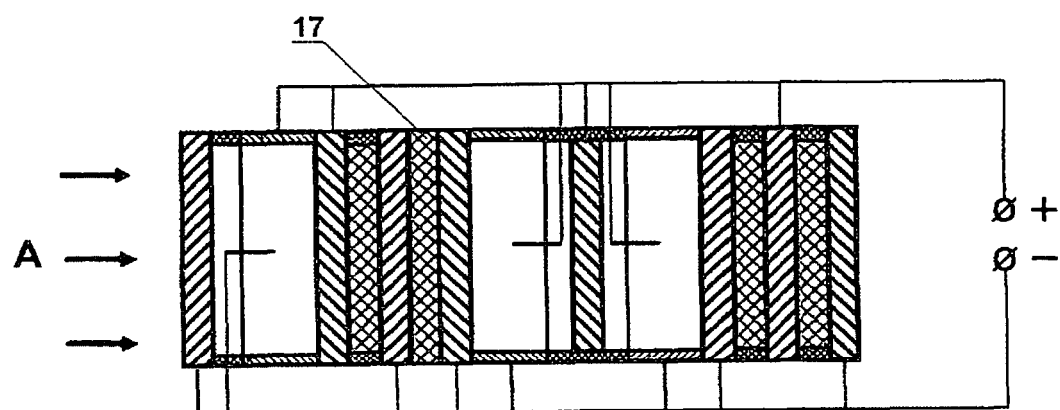
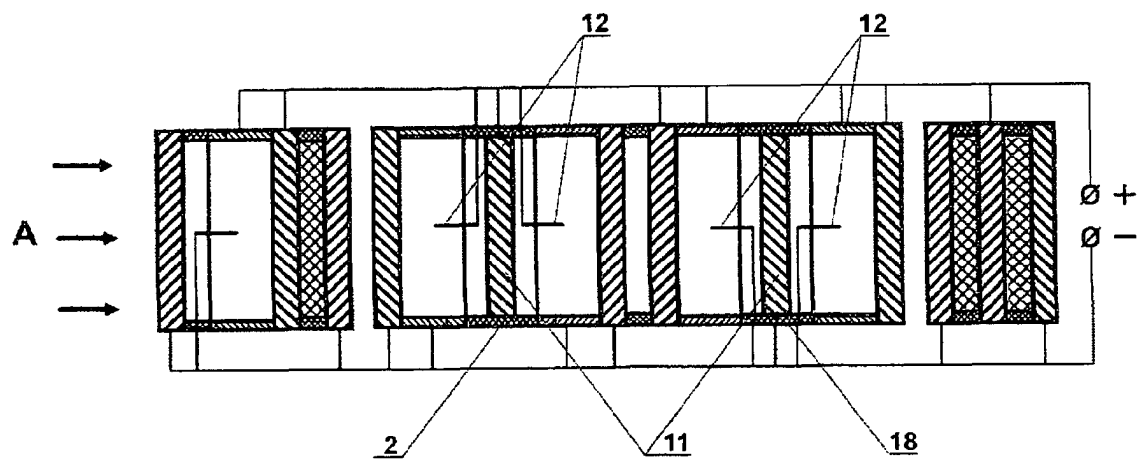
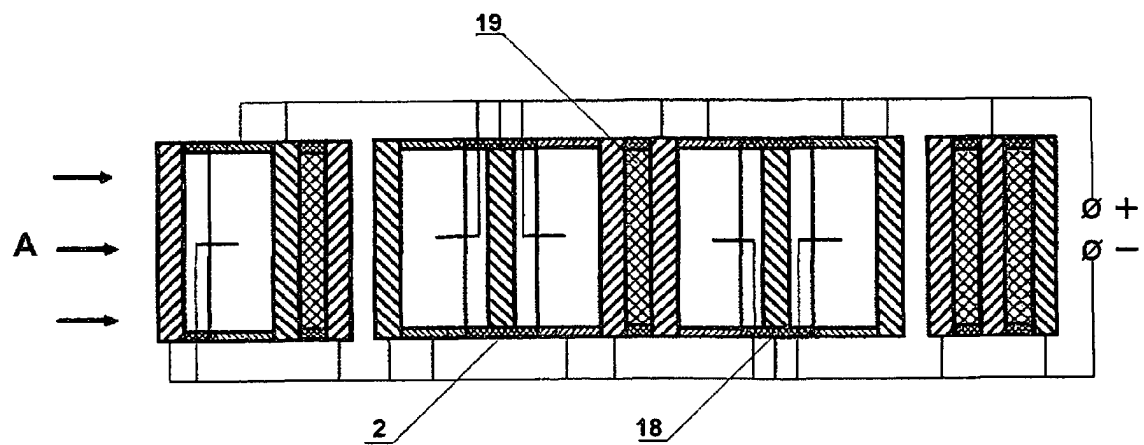


Fig. 4



**Fig. 5**



**Fig. 6**

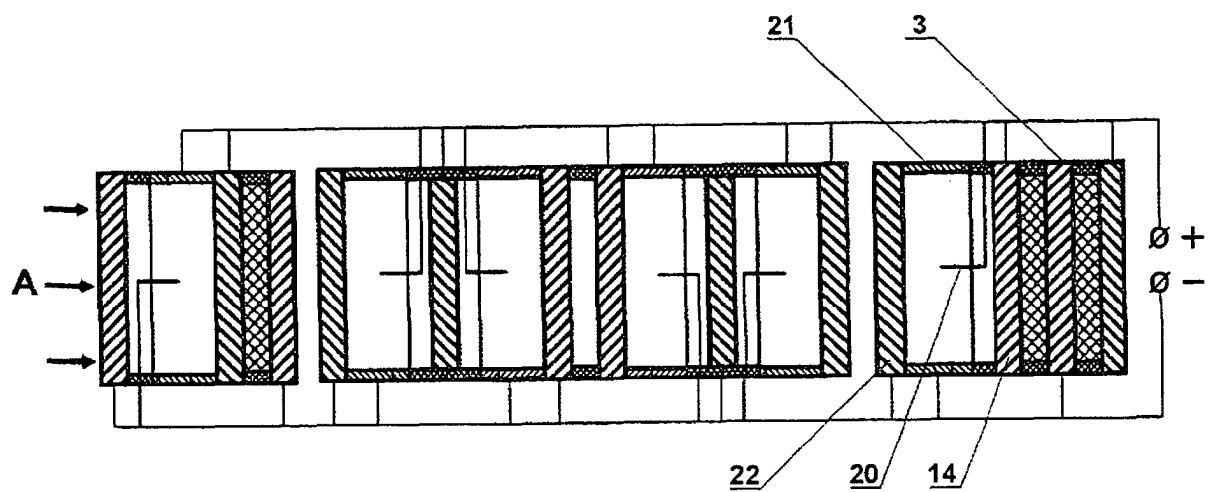


Fig. 7

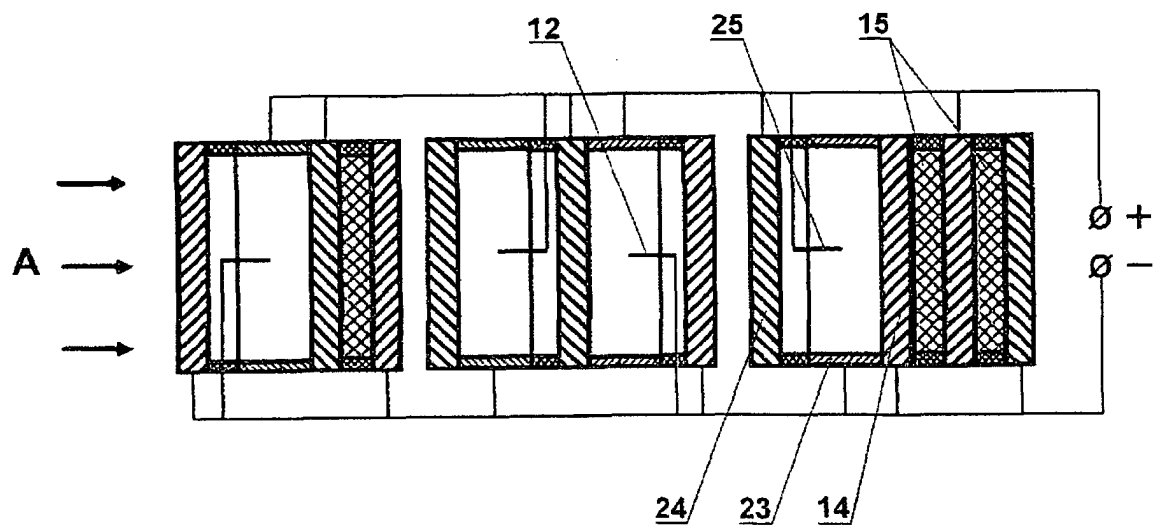


Fig. 8

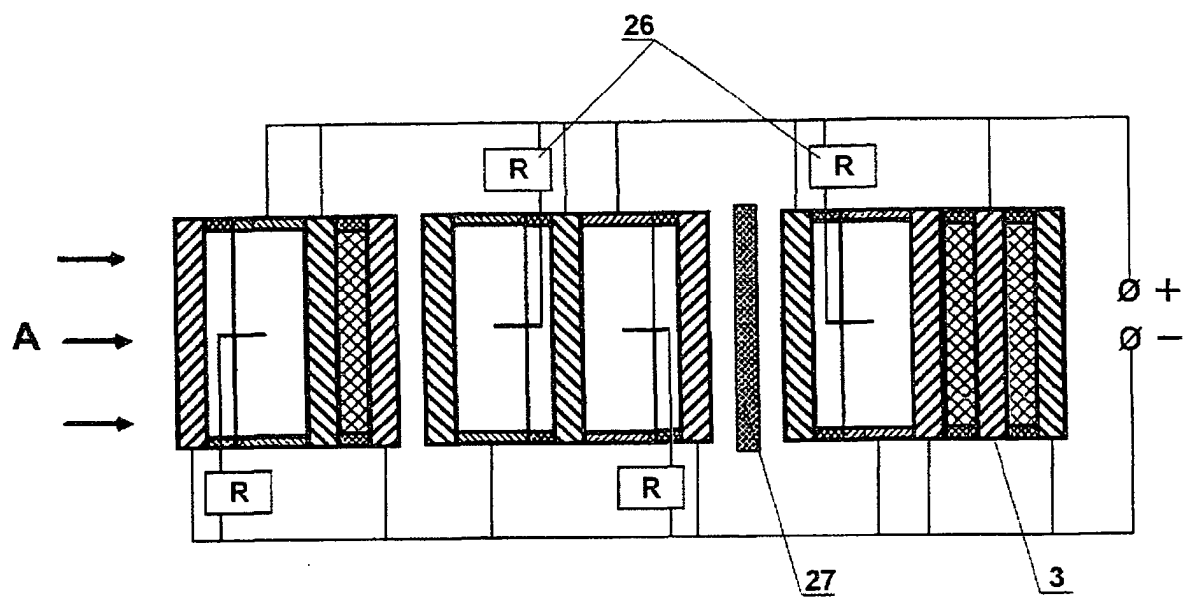


Fig. 9

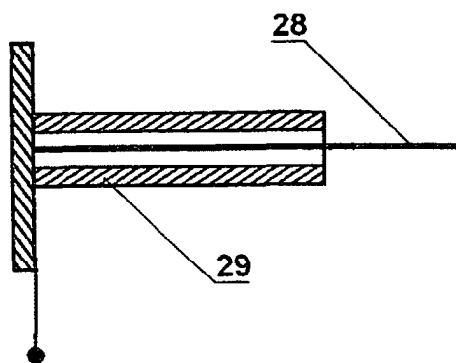


Fig. 10