

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 341**

51 Int. Cl.:

**C01B 13/11** (2006.01)

**B01J 19/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2012 PCT/EP2012/000153**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2012 WO12097970**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2012 E 12703953 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2665679**

54 Título: **Electrodo de ozono ligero e intrínsecamente seguro**

30 Prioridad:

**19.01.2011 DE 102011008947**

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

**08.05.2017**

73 Titular/es:

**XYLEM IP HOLDINGS LLC (100.0%)  
1133 Westchester Avenue  
White Plains, NY 10604, US**

72 Inventor/es:

**FIETZEK, REINER;  
BILLING, ERNST, MARTIN y  
FIEKENS, RALF**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 611 341 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

Electrodo de ozono ligero e intrínsecamente seguro

La presente invención se refiere a un dispositivo para la generación de ozono de acuerdo con la reivindicación 1. El ozono es un fuerte oxidante para sustancias orgánicas y para compuestos inorgánicos que contienen elementos con varios niveles de oxidación. De los múltiples campos de aplicación del ozono cabe mencionar, entre otros, su uso en el tratamiento de aguas.

Técnicamente, el ozono puede generarse mediante descarga eléctrica silenciosa en un gas con contenido en oxígeno. Por descarga eléctrica silenciosa se entiende, a diferencia de una descarga por chispa, una descarga de plasma estable o descarga por efecto corona. A este respecto se disocia oxígeno molecular en oxígeno atómico. Los átomos de oxígeno muy reactivos se combinan entonces en una reacción exotérmica con oxígeno molecular y forman moléculas de oxígeno de tres átomos, es decir ozono. La producción de ozono depende, entre otras cosas, de la intensidad de campo eléctrico y de la temperatura operativa.

Además se ha observado una dependencia de la composición del gas. La dependencia de la temperatura operativa se basa en que el ozono a temperaturas superiores se descompone más rápido de nuevo en oxígeno molecular y, debido al desplazamiento condicionado por ello del equilibrio entre el ozono que se forma y el ozono que se descompone, la concentración de ozono disponible es menor. Intensidades de campo superiores, que conducen igualmente a una mayor producción de ozono, pueden lograrse entre otras cosas mediante una reducción del entrehierro y mediante la elección de dieléctricos con constante dieléctrica relativa superior. Para dieléctricos con constante dieléctrica relativa alta se consideran vidrios dopados o materiales cerámicos. No obstante, los dieléctricos de materiales cerámicos tienen la desventaja de que no son homogéneos y pueden tener prácticamente una rigidez dieléctrica menor que los materiales homogéneos. Además, los materiales cerámicos de alta calidad como piezas moldeadas de alta estabilidad dimensional son extremadamente caros. Los dieléctricos más delgados aumentan además el riesgo de una descarga disruptiva dieléctrica.

Hay limitaciones a una reducción del entrehierro debido a las inevitables tolerancias de fabricación así como flexiones y alabeos por cargas mecánicas y dilatación térmica en el funcionamiento. Puesto que un aumento de la intensidad de campo debido a la reducción de la anchura de entrehierro y al uso de dieléctricos con constante dieléctrica grande conduce a un considerable incremento de los costes de producción, se imponen aquí limitaciones económicas.

Un dispositivo del tipo mencionado al principio se conoce por el documento WO 93/16001. La disposición permeable a los gases, eléctricamente conductora y termoconductora la forman, a este respecto, un número de espiras de forma helicoidal, que configuran una serie de superficies curvas, entre las cuales y los electrodos adyacentes se forma una descarga eléctrica de efecto corona. El dispositivo previamente conocido está realizado esencialmente con simetría cilíndrica. A este respecto, en todos los ejemplos de realización, la disposición forma, junto con un conductor situado en la misma, el electrodo interno. Este conductor es un hilo o un tubo, está dispuesto y centrado mecánicamente en el dieléctrico tubular. La disposición en sí misma es un relleno que no tiene funciones de centrado.

Por el documento JP 1-51303 se conoce un dispositivo del tipo mencionado al principio, que igualmente está realizado esencialmente con simetría cilíndrica. Dos tubos se sostienen centrados uno contra otro mediante distanciadores en los lados de borde. El entrehierro anular que se encuentra entre los mismos está relleno con la disposición, que se describe como material de relleno. Esta está dispuesta de manera irregular, lo que sucede necesariamente con un material de relleno y no tiene la función de un centrado mecánico del tubo interior en el tubo exterior.

En los dos documentos mencionados está previsto en el medio en la disposición de electrodos como soporte para el material de relleno un conductor metálico, que también sirve para la puesta en contacto eléctrica del material de relleno.

El estado de la técnica más próximo se expone en el documento EP 0 789 666 B1. Este documento describe generadores de ozono con un electrodo externo directamente refrigerado y un electrodo interno metálico en forma de barra con un dieléctrico situado entremedias. Entre los electrodos y el dieléctrico está dispuesta en cada caso una rejilla metálica que, por un lado, mejora la transferencia térmica del gas de carga a los electrodos refrigerados y, por otro lado, representa un gran número de espacios huecos para la descarga silenciosa.

Gracias a la disposición permeable a los gases, eléctricamente conductora y termoconductora se consigue que, con una refrigeración forzada de los electrodos, también se disipe mejor el calor producido por la descarga así como por la reacción exotérmica del oxígeno atómico con el molecular en el entrehierro entre el electrodo y el dieléctrico así como del dieléctrico, puesto que, por una parte, existe una unión termoconductora directa entre el electrodo y el dieléctrico y, por otro lado, aumenta esencialmente la superficie de transferencia térmica con respecto al gas que fluye, mientras que se reduce el trayecto de transferencia térmica con respecto a todos los puntos dentro del entrehierro. Puesto que el ozono tiende a volver a descomponerse a medida que aumenta la temperatura y se ajusta por tanto un equilibrio dependiente de la temperatura entre el contenido en ozono y en oxígeno, mediante una

refrigeración eficaz puede disminuirse la descomposición del ozono y mejorarse de este modo la producción.

5 A diferencia de un entrehierro normal, a través del cual fluye gas con contenido en oxígeno y el ozono generado en un flujo casi laminar, a través de la disposición permeable a los gases, eléctricamente conductora y termoconductora se fuerza un flujo turbulento en el entrehierro con la consecuencia de que las moléculas de gas también llegan una y otra vez a la superficie de los electrodos directamente refrigerables y de este modo pueden disipar mejor el calor.

10 Debido a los materiales utilizados y al gran número de disposiciones de electrodos en un generador de ozono potente, el peso de un generador de ozono de este tipo es muy alto, lo que aumenta los costes de material y los costes de transporte. Tampoco es óptimo el comportamiento en caso de salto de chispa entre el electrodo externo y el electrodo interno o las rejillas unidas con los mismos de manera eléctricamente conductora. Una descarga disruptiva debido a una ruptura del dieléctrico conduce, en general, a un cortocircuito entre la barra de electrodo y el tubo intercambiador de calor que actúa como electrodo externo, lo que conduce a una desconexión del generador de ozono global.

15 Partiendo de este estado de la técnica, la invención se basa en el objetivo de mejorar el dispositivo de la técnica mencionada al principio en el sentido de que se reduzca el peso global del dispositivo y se mejore el comportamiento en caso de descarga disruptiva.

Este objetivo se consigue por una disposición de electrodos con las características de la reivindicación 1.

20 Debido a que en la disposición de electrodos para un generador de ozono con un electrodo externo tubular, que rodea concéntricamente y a una distancia un dieléctrico tubular, rodeando el dieléctrico a una distancia concéntricamente una barra, y estando previsto en el espacio intermedio entre el electrodo externo y el dieléctrico así como en el espacio intermedio entre el dieléctrico y la barra un material de relleno, siendo la barra un aislante, la disposición de electrodos global puede realizarse más ligera que en el estado de la técnica. En particular, en caso de una descarga disruptiva debido a una ruptura del dieléctrico, la disposición de electrodos puede mostrar un comportamiento eléctrico intrínsecamente seguro, debido a que, en la descarga disruptiva, el electrodo interno esencialmente más ligero, constituido solamente por el material de relleno, puede evaporarse, sin que el electrodo externo esencialmente con más masa resulte dañado. El generador de ozono puede permanecer en funcionamiento en general pese a la descarga disruptiva.

La fabricación es especialmente sencilla, cuando la barra es maciza. También puede estar previsto que la barra sea hueca, con lo cual el peso baja aún más.

30 Una disposición especialmente robusta se obtiene cuando la barra es redonda. Una barra angular puede simplificar, no obstante, la fabricación.

Preferentemente, la barra está fabricada de un vidrio técnico, por ejemplo de un vidrio comercializado bajo las marcas DURAN o PYREX.

35 Preferentemente, el material de relleno está fabricado a partir de una rejilla metálica, preferentemente de acero fino. Sin embargo también pueden estar previstos en aplicaciones sencillas una tela o tejido, una malla o una masa de alambre desestructurada.

Una estructura especialmente compacta se obtiene cuando el material de relleno (5) está dotado en el espacio intermedio entre el dieléctrico y la barra directamente de una conexión para una alimentación de tensión eléctrica.

A continuación se describe un ejemplo de realización de la presente invención con ayuda del dibujo. Muestran:

40 la figura 1: una disposición de electrodos para un generador de ozono en una representación acortada en sección longitudinal; así como  
la figura 2: la disposición de electrodos de la figura 1 en una representación en perspectiva.

45 En la figura 1 se representa, de manera acortada y en una sección longitudinal, una disposición de electrodos de un generador de ozono con un electrodo externo 1 tubular, un dieléctrico 2 igualmente tubular y una barra 3 situada por dentro. La disposición presenta simetría de revolución. El electrodo externo 1, el dieléctrico 2 y la barra 3 están orientados concéntricamente entre sí.

50 Entre el electrodo externo 1 y el dieléctrico 2 hay una rejilla metálica 4, que rellena el espacio intermedio. De manera correspondiente, entre el dieléctrico 2 y la barra 3 está prevista una rejilla metálica 5, que rellena igualmente el espacio intermedio que allí se encuentra. El electrodo externo 1 está configurado de manera conocida como tubo de acero fino y se refrigera durante el funcionamiento desde fuera. La estructura mecánica está realizada de modo que el electrodo externo 1 forma parte de un intercambiador de calor de haces de tubos, que presenta un gran número de disposiciones de electrodos de acuerdo con la figura 1, alrededor de los cuales circula por fuera agua fría.

El dieléctrico 2 es igualmente, de manera conocida, un tubo de vidrio. Las rejillas metálicas 4 y 5 están fabricadas preferentemente como el denominado cordón hueco redondo igualmente de una malla metálica de acero fino. Estos componentes se conocen por el estado de la técnica genérico.

La barra 3 dispuesta en el centro de la disposición de electrodos es de acuerdo con la invención un aislante, por ejemplo fabricado de vidrio o de otro material compatible con oxígeno y ozono. La barra 3 puede estar realizada, como se representa en la figura 1, maciza.

5 Durante el funcionamiento se aplica de manera conocida a la disposición de electrodos un gas de carga con contenido en oxígeno, que atraviesa las rejillas metálicas 4 y 5 en la dirección de la flecha 6.

La figura 2 muestra la disposición de electrodos de la figura 1 en una representación esquemática en perspectiva, estando representados los componentes individuales extraídos unos de otros en la dirección axial. Tal como se muestra en la figura 2, la barra 3 también puede estar realizada como tubo, por ejemplo como tubo de vidrio.

10 Esquemáticamente se indica una alimentación de tensión eléctrica 10, que por un lado está puesta en contacto con el electrodo externo 1 y por otro lado con la rejilla 5. La tensión de funcionamiento proporcionada por la alimentación de tensión 10 provoca en los espacios huecos de las rejillas 4 y 5 una descarga eléctrica silenciosa, que genera ozono a partir del oxígeno que fluye en la dirección de la flecha 6 a través de las rejillas 4 y 5.

15 En la estructura representada en las figuras 1 y 2, el electrodo interno está formado solo por la rejilla 5, mientras que la barra 3 ejerce en tanto que aislante una función de soporte, que garantiza el relleno uniforme del espacio interior del dieléctrico 2 con la rejilla metálica 5. La barra 3 también puede facilitar el montaje de la rejilla metálica 5 en el dieléctrico 2.

20 Se muestra que la barra 3 realizada como aislante presenta varias ventajas, en comparación con los electrodos centrales eléctricamente conductores conocidos por el estado de la técnica de acero fino, sin influir negativamente en las propiedades eléctricas y en particular en la eficacia de la disposición de electrodos por lo que respecta a la generación de ozono. Las ventajas de la barra 3 realizada como aislante consisten, por un lado, en el menor peso. Mientras que el acero fino habitualmente utilizado presenta una densidad de alrededor de  $7.900 \text{ kg/m}^3$ , la densidad de un vidrio técnico, que puede usarse para la barra 3, se indica con  $2.230 \text{ kg/m}^3$ . Debido al gran número de electrodos en un generador de ozono potente se reduce, de manera correspondiente, el peso global.

25 La superficie eléctricamente conductora necesaria para la descarga de barrera utilizada para la generación de ozono puede reducirse a un tamaño requerido mínimo.

30 Un aspecto importante consiste en la proporción de masas entre el electrodo externo 1 y la rejilla metálica utilizada como contraelectrodo 5. Mientras que el electrodo externo está fabricado a partir de un tubo acero fino, que presenta un peso por metro de aproximadamente 350 g, el contraelectrodo se fabrica a partir de un alambre de acero fino con un diámetro de alambre de aproximadamente 0,2 mm y pesa por metro solo alrededor de 12 g. La rejilla metálica 5 es por tanto considerablemente más ligera que el electrodo externo 1. La capacidad térmica, la temperatura de fusión y la energía de fusión de los materiales usados para el electrodo externo 1 y para la rejilla metálica 5 son aproximadamente iguales. La barra 3 no participa en los procesos eléctricos en el caso de una descarga disruptiva y puede ignorarse a este respecto.

35 Esto significa que, en el caso de un fallo de aislamiento, que puede suceder por una ruptura del dieléctrico 2 debido a carga mecánica, la disposición de electrodos muestra un comportamiento intrínsecamente seguro. Si se produce un cortocircuito entre el electrodo externo 1 y la rejilla metálica 5, entonces debido a la relación de masas anteriormente descrita la rejilla metálica 5 se evapora debido al salto de chispa eléctrico, hasta que se vuelve a establecer una distancia suficientemente grande entre la rejilla metálica 5 y el electrodo externo 1. El electrodo externo 1 no resulta dañado ni afectado en este caso gracias a su masa esencialmente mayor. El electrodo dañado puede permanecer por lo tanto en el generador de ozono y no tiene que sustituirse inmediatamente. Este comportamiento intrínsecamente seguro no puede conseguirse si se utiliza un conductor metálico como barra 3 central y por tanto como contraelectrodo en el centro de la disposición de electrodos.

45 Como material para la barra 3 se consideran, sobre todo, vidrios técnicos, que pueden realizarse como barra a partir de un material macizo redondo, a partir de material macizo angular o también como tubo. Los demás componentes de la disposición de electrodos corresponden al estado de la técnica genérico descrito al principio, produciéndose la puesta en contacto de la alimentación de tensión 10 directamente con la rejilla 5, mientras que en el estado de la técnica la puesta en contacto puede producirse con el electrodo central.

#### Lista de referencias

- 50 1. electrodo externo  
2. dieléctrico  
3. barra  
4. rejilla metálica  
5. rejilla metálica  
6. dirección de flujo  
55 10. alimentación de tensión eléctrica

**REIVINDICACIONES**

1. Disposición de electrodos para un generador de ozono con un electrodo externo (1) tubular, que rodea concéntricamente y a una distancia un dieléctrico (2) tubular, rodeando el dieléctrico (2) a una distancia concéntricamente una barra (3), y estando previsto en el espacio intermedio entre el electrodo externo (1) y el dieléctrico (2) un material de relleno (4), así como estando previsto en el espacio intermedio entre el dieléctrico (2) y la barra (3) un material de relleno (5), **caracterizada porque** la barra (3) es un aislante y el material de relleno (5) constituye un electrodo interno.  
5
2. Disposición de electrodos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la barra (3) es maciza.
3. Disposición de electrodos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la barra (3) es hueca.
- 10 4. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra (3) es redonda.
5. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra (3) está fabricada de vidrio
- 15 6. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el material de relleno (4) y el material de relleno (5) están fabricados a partir de una rejilla metálica.
7. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el material de relleno (5) en el espacio intermedio entre el dieléctrico (2) y la barra (3) está dotado de una conexión para una alimentación de tensión eléctrica (10).
- 20 8. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la barra (3) dispuesta en el centro de la disposición de electrodos está fabricada de vidrio o de otro material compatible con oxígeno u ozono.

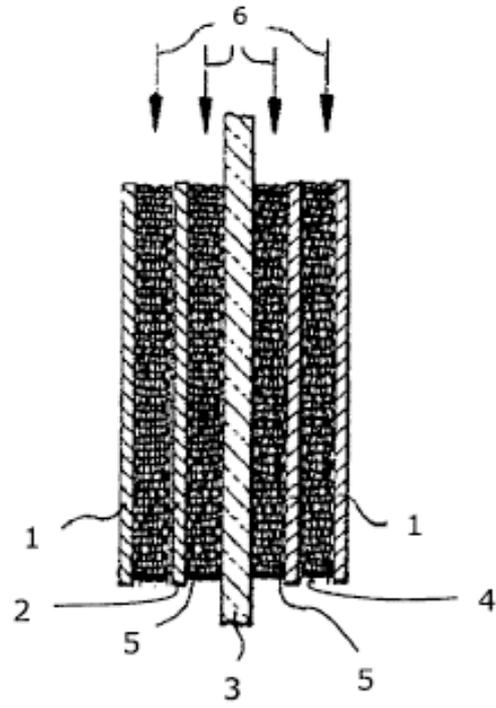


Figura 1

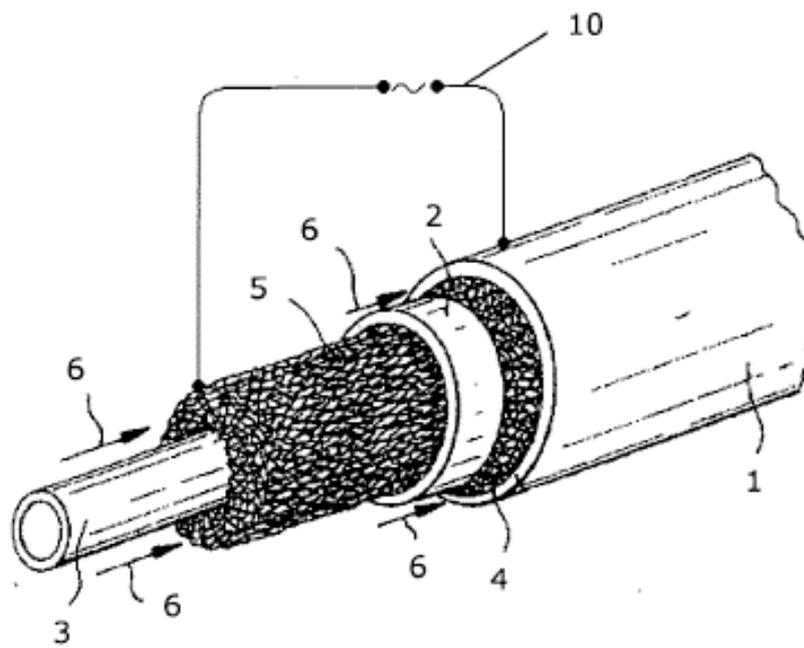


Figura 2