

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 498**

51 Int. Cl.:

A62D 3/40 (2007.01)

B01J 19/24 (2006.01)

B01D 53/66 (2006.01)

F23G 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2015 PCT/US2015/015914**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2015 WO15123578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2015 E 15708953 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 3104941**

54 Título: **Procedimiento y aparato para un reactor químico de flujo continuo calentado eléctricamente de forma directa**

30 Prioridad:

14.02.2014 US 201461956189 P
25.02.2014 US 201414189649

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.01.2020

73 Titular/es:

MKS INSTRUMENTS, INC. (100.0%)
2 Tech Drive, Suite 201
Andover, MA 01810, US

72 Inventor/es:

SEIWERT, JOHANNES;
GOTTSCHALK, CHRISTIANE;
LOHR, JOACHIM y
BLACHA, MARTIN

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 736 498 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

Procedimiento y aparato para un reactor químico de flujo continuo calentado eléctricamente de forma directa

5 **Referencia cruzada a la solicitud relacionada**

10 [0001] La presente solicitud reivindica prioridad con respecto a la solicitud de patente de EE. UU. n.º 14/189.649, presentada el 25 de febrero de 2014, que también reivindica el beneficio y la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 61/956.189, presentada el 14 de febrero de 2014, ambas de las cuales son propiedad del cesionario de la presente solicitud.

Campo de la Invención

15 [0002] La presente invención se refiere en general a los dispositivos, sistemas y procedimientos empleados en la deposición química en fase de vapor (CVD) y a las aplicaciones de procesamiento de obleas en húmedo. En particular, la invención se refiere a acoplar de forma directa un miembro conductor a una fuente de alimentación eléctrica para calentar el miembro conductor para crear una reacción química a partir de una o más sustancias químicas dispuestas en el miembro conductor.

20 **Antecedentes de la invención**

[0003] Cuando se fabrican dispositivos semiconductores, se usa una variedad de productos químicos. Se pueden usar sustancias químicas para grabar obleas, limpiar cámaras y en otras innumerables operaciones que se producen durante la fabricación de dispositivos semiconductores.

25 [0004] Muchas de las sustancias químicas usadas durante los procedimientos de fabricación de dispositivos semiconductores se necesitan calentar. Un ejemplo es el gas ozono en exceso. Se puede usar gas ozono para crear agua desionizada ozonizada que se puede usar para la limpieza, estabilización, retirada de los óxidos nativos y/o retirada de la fotoprotección de la superficie de las obleas. Puede ser perjudicial liberar gas ozono en el medio ambiente, siendo deseable destruir el gas ozono en exceso. La aplicación de calor puede provocar que el gas ozono se destruya en oxígeno. Al exponer ozono a temperaturas de por encima de 250 °C, se puede destruir el gas ozono. Al destruir el gas ozono, se puede evitar la liberación al medio ambiente de sustancias químicas perjudiciales.

35 [0005] Otras sustancias químicas que pueden requerir calentamiento durante la fabricación de dispositivos semiconductores son los compuestos de flúor, tales como CxFy, NF3, CHF3 y SF6. Otros gases también pueden requerir calentamiento.

40 [0006] Los procedimientos y aparatos actuales para las sustancias químicas de calentamiento durante la fabricación de semiconductores incluyen calentar un reactor químico usando un elemento de calentamiento. Por ejemplo, la FIG. 1 es una representación esquemática de un sistema 100 ejemplar para destruir ozono de acuerdo con la técnica anterior. El sistema 100 incluye una entrada 110, una salida 115, un tubo 120, un elemento de calentamiento 130, un elemento de enfriamiento 140 y una unidad de control 150. En funcionamiento, la unidad de control 150 calienta el elemento de calentamiento 130 a una temperatura deseada. Como tal, se calienta una sustancia química (por ejemplo, ozono) dirigida a través de la entrada 110 de productos químicos en el tubo 120 mediante el elemento 130. Una calentada, la sustancia química fluye a través del elemento de enfriamiento 140, que enfría la sustancia química antes de que salga del sistema por medio de la salida 115.

50 [0007] Un problema con el sistema 100 es que puede que el tubo 120 se necesite soldar o de otro modo manipular (por ejemplo, doblar), lo que provoca que la distribución de calor con respecto a la sustancia química no sea uniforme. Además, partes del tubo 120 pueden tener una acumulación de condensación y zonas muertas indeseables, lo que contribuye además a una distribución de calor no uniforme.

55 [0008] Los procedimientos actuales también pueden tener un tiempo de calentamiento más largo que deseable debido, por ejemplo, a la resistencia al calor adicional provocada por la presencia de un elemento de calentamiento. Los procedimientos y aparatos actuales pueden ser muy costosos, grandes y/o pesados debido, por ejemplo, al tamaño, coste y/o peso de un elemento de calentamiento.

60 [0009] Otro problema es que los reactores térmicos existentes típicamente no tienen buena resistencia química y/o no pueden funcionar con una gama de sustancias químicas, debido a, por ejemplo, la incapacidad de los elementos de calentamiento de soportar los productos químicos que tienen una alta corrosión. Una resistencia química deficiente puede dar como resultado la corrosión anticipada de un reactor.

[0010] Otro problema con los procedimientos actuales es que, para la destrucción del ozono, la tasa de conversión del ozono desde gas de ozono en oxígeno puede ser de menos de un 95 %.

65

Los documentos CN 201 135 883 Y, US 4 688 495 A y GB 395 709 A divulgan sistemas relacionados con los rasgos característicos del preámbulo de las reivindicaciones independientes.

Declaración de la invención

5 [0011] La presente invención se define por los rasgos característicos de las reivindicaciones independientes. Los modos de realización ventajosos preferentes de la misma se definen por los subrasgos característicos de las reivindicaciones dependientes de las mismas.

Sumario de la invención

10 [0012] La invención incluye calentar una mezcla química dispuesta en un miembro eléctricamente conductor calentado (por ejemplo, un reactor químico eléctricamente conductor). El reactor químico se calienta acoplado eléctricamente de forma directa el reactor químico a una fuente de alimentación. Cuando se enciende la fuente de alimentación, el reactor químico funciona como un elemento de calentamiento con respecto a la mezcla química dispuesta en el reactor.

15 [0013] Una ventaja de la invención es que se pueden lograr al completo el calentamiento, la reacción y el alojamiento de las sustancias químicas con el mismo componente estructural (por ejemplo, el miembro eléctricamente conductor). El calentamiento de la mezcla química calentando el reactor químico permite la eliminación de un elemento de calentamiento separado. Como tal, otra ventaja de la invención es un tamaño y/o coste reducido.

20 [0014] Otras ventajas de la invención incluyen una distribución de calor más uniforme y un tiempo de calentamiento más corto. Estas ventajas se logran eliminando el elemento de calentamiento que crea una resistencia adicional en el sistema. Otra ventaja de la invención es que el sistema tiene una resistencia química mejorada y/o puede funcionar en una gama de sustancias químicas debido a que solo el reactor químico, y no un elemento de calentamiento separado, está sujeto a la sustancia química. Otra ventaja de la invención es que, para las aplicaciones de destrucción del ozono, la conversión del ozono desde gas ozono en oxígeno puede ser mayor de un 95 % debido a una distribución de calor más uniforme y un tiempo de calentamiento más rápido. Otra ventaja de la invención es la minimización de la acumulación de condensación debido a un reactor químico calentado uniformemente de forma sustancialmente completa y la eliminación de los volúmenes muertos mediante el diseño de un tubo del reactor.

25 [0015] En un aspecto, la invención implica un procedimiento de facilitación de una reacción química. El procedimiento implica acoplar de forma directa un miembro eléctricamente conductor y una fuente de alimentación eléctrica, teniendo el miembro eléctricamente conductor una región interior configurada para que sea sustancialmente resistente a la corrosión química y pueda retener una mezcla química en la misma. El procedimiento también implica proporcionar la mezcla química en la región interior del miembro eléctricamente conductor. El procedimiento también implica calentar el miembro eléctricamente conductor a una temperatura predeterminada controlando la alimentación eléctrica aplicada al miembro eléctricamente conductor para provocar una reacción química en la mezcla química.

30 [0016] En el procedimiento de acuerdo con la invención, la reacción química es la destrucción del ozono. En algunos modos de realización, el procedimiento implica además calentar el miembro eléctricamente conductor a una temperatura predeterminada que sea mayor de 200 grados Celsius. En algunos modos de realización, seleccionar la temperatura predeterminada en base a la mezcla química, el tipo de miembro eléctricamente conductor o cualquier combinación de los mismos.

35 [0017] En algunos modos de realización, el procedimiento implica enfriar una sección del miembro eléctricamente conductor para enfriar la mezcla química tras salir del miembro eléctricamente conductor. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor es un tubo metálico. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor es una única estructura que es eléctrica y térmicamente conductora.

40 [0018] En otro aspecto, la invención implica un sistema para facilitar una reacción química. El sistema incluye un tubo metálico que es sustancialmente resistente a la corrosión química y puede retener una mezcla química en el mismo, teniendo el tubo metálico una primera sección y una segunda sección. El sistema también incluye una fuente de alimentación acoplada eléctricamente de forma directa al tubo metálico, estando configurada la fuente de alimentación para calentar la primera sección del tubo metálico. El sistema también incluye un controlador acoplado eléctricamente a la fuente de alimentación, el controlador controla la energía en el tubo metálico, de tal manera que cuando la mezcla química fluye en el tubo metálico, la mezcla química se calienta para provocar una reacción química en la mezcla química.

45 [0019] En algunos modos de realización, la fuente de alimentación y el tubo metálico se acoplan conectando uno o más cables eléctricos al tubo metálico a lo largo de la primera sección del tubo metálico. En el sistema de acuerdo con la invención, la fuente de alimentación y el tubo metálico se acoplan mediante inducción directa de alimentación eléctrica en el tubo metálico. En algunos modos de realización, el tubo metálico se configura para completar un devanado secundario de un transformador. En algunos modos de realización, las inducciones directas se realizan mediante corrientes de Foucault.

[0020] En algunos modos de realización, el sistema incluye una sección de enfriamiento conectada al tubo metálico a lo largo de una segunda sección del tubo metálico.

5 [0021] En algunos modos de realización, la segunda sección del tubo metálico se posiciona en relación con un tubo metálico en forma de bobina que tiene refrigerante fluyendo a través del mismo de tal manera que se enfría la segunda sección del tubo metálico.

10 [0022] En algunos modos de realización, el sistema incluye una sección calentada de la primera sección del tubo metálico que se conecta a la segunda sección del tubo metálico que está en conexión fluida con una entrada de la primera parte del tubo metálico de tal manera que el calor de la sección calentada de la primera sección del tubo metálico calienta la mezcla química que se introduce en la primera parte del tubo metálico.

15 [0023] En algunos modos de realización, el tubo metálico tiene una longitud de hasta 15 metros. En algunos modos de realización, la primera sección del tubo metálico, la segunda sección del tubo metálico o ambas tienen una forma de bobina. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación es un transformador. En algunos modos de realización, el transformador tiene 10 bucles en un lado secundario del transformador.

20 [0024] En algunos modos de realización, la fuente de alimentación es una fuente de CC. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación es una fuente de alimentación de conmutación. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación es una fuente controlada.

Breve descripción de los dibujos

25 [0025] Las ventajas de la invención descritas anteriormente, conjuntamente con otras ventajas, se pueden entender mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos adjuntos. Los dibujos no están necesariamente a escala; en su lugar se pone énfasis en general en la ilustración de los principios de la invención.

30 La FIG. 1 es una representación esquemática de un sistema ejemplar para destruir ozono, de acuerdo con la técnica anterior.

La FIG. 2 es una representación esquemática de un sistema para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención.

35 La FIG. 3 es una representación esquemática de un sistema para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo para un procedimiento de facilitación de una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención.

40 La FIG. 5 es una representación esquemática de un sistema para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención.

Descripción detallada

45 [0026] En general, la invención incluye acoplar de forma directa un miembro eléctricamente conductor (por ejemplo, un tubo metálico) y una fuente de alimentación. El miembro eléctricamente conductor puede retener una mezcla química en el mismo. La fuente de alimentación aplica energía al miembro eléctricamente conductor. El miembro eléctricamente conductor se calienta como resultado de la energía aplicada. El miembro eléctricamente conductor tiene una región interior que permite que una mezcla química fluya a través del mismo.

50 [0027] Cuando una mezcla química se dispone en la región interior del miembro eléctricamente conductor y se aplica energía, el calor generado en el miembro eléctricamente conductor se transfiere a la mezcla química, lo que provoca que la mezcla química se caliente. Una parte del miembro eléctricamente conductor se puede enfriar. La parte enfriada del miembro eléctricamente conductor puede enfriar la mezcla química que fluye a través del miembro eléctricamente conductor. La mezcla química se puede enfriar, en un modo de realización, después de que la mezcla química se haya calentado.

60 [0028] El miembro eléctricamente conductor puede ser un tubo metálico. El tubo metálico se puede subdividir en una primera parte y una segunda parte. La primera parte se acopla de forma directa a una fuente de alimentación. Cuando se enciende la fuente de alimentación, calienta de forma directa la primera parte del tubo metálico. La segunda parte del tubo metálico se enfría mediante un refrigerante. El tubo metálico se forma de un material que es sustancialmente resistente a la corrosión química (por ejemplo, la aleación 625).

65 [0029] En algunos modos de realización, una abrazadera se conecta eléctricamente de forma directa al tubo metálico. Se puede posicionar y dimensionar una superficie de contacto entre la abrazadera y el tubo metálico de tal manera que se minimice la resistencia de transición eléctrica. La abrazadera se puede enfriar de modo que si el tubo metálico

se calienta por completo, la abrazadera puede funcionar en su intervalo de temperaturas especificado. En algunos modos de realización, la abrazadera se enfría mediante enfriamiento por líquido (por ejemplo, agua, aceite), enfriamiento por aire (enfriamiento por convección) o cualquier combinación de los mismos.

5 **[0030]** La FIG. 2 es una representación esquemática de un sistema 200 para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención. El sistema 200 incluye un controlador 210, una fuente de alimentación 220, un miembro eléctricamente conductor 230, uno o más conectores eléctricos 240a, 240b, en general, 240, un sensor de temperatura 270, una entrada fluidica con respecto al miembro eléctricamente conductor 250 y una salida fluidica con respecto al miembro eléctricamente conductor 260.

10 **[0031]** El controlador 210 está en comunicación con la fuente de alimentación 220 y el sensor de temperatura 270. En algunos modos de realización, el controlador 210 es un termostato. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación 220 se controla mediante el controlador 210 en un punto fijo de temperatura en base a la medición del sensor de temperatura 270. El sensor de temperatura 270 puede ser cualquier sensor de temperatura conocido en la técnica que pueda medir la temperatura del miembro eléctricamente conductor 250. En algunos modos de realización, el sensor de temperatura 270 no está presente.

15 **[0032]** En algunos modos de realización, la fuente de alimentación 220 incluye un transformador. En algunos modos de realización, el transformador tiene 10 bucles en su lado secundario. En diversos modos de realización, el transformador es un transformador elevador, un transformador reductor o un transformador neutro. En diversos modos de realización, la fuente de alimentación es una fuente de CC o una fuente de alimentación de conmutación.

20 **[0033]** La fuente de alimentación 220 se conecta eléctricamente al miembro eléctricamente conductor 230 por medio de conectores eléctricos 240. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 es un tubo. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 tiene forma de bobina. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 tiene una longitud de hasta unos pocos metros. En algunos modos de realización, la longitud del miembro eléctricamente conductor 230 depende de un intervalo de flujo de fluido deseado y de la concentración de ozono deseada en la salida.

25 **[0034]** En algunos modos de realización, un diámetro del miembro eléctricamente conductor 230 depende de las condiciones de funcionamiento del miembro. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 tiene un diámetro de hasta 5,08 cm.

30 **[0035]** En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 es metálico. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 es cualquier metal que se calienta cuando se aplica energía. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 es térmica y eléctricamente conductor (por ejemplo, 21 °C, aproximadamente 9,8 W/m* °C y aproximadamente 130*10⁻⁶ ohmio*cm). En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 puede mantener su forma en presencia de temperaturas de hasta 1000 °C. En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 es sustancialmente resistente a la corrosión en presencia de HF.

35 **[0036]** En algunos modos de realización, los conectores eléctricos 240 son de centímetros de largo. En algunos modos de realización, los conectores eléctricos 240 son de metros de largo. En algunos modos de realización, los conectores eléctricos 240 tienen una resistencia que está por debajo de la resistencia del miembro eléctricamente conductor 230. En algunos modos de realización, la resistencia de los conectores eléctricos 240 depende de la longitud, el diámetro y/o el material de los conectores eléctricos 240. En algunos modos de realización, los conectores eléctricos 240 están hechos de cobre. En diversos modos de realización, los conectores eléctricos 240 pueden consistir en un material con una conductividad eléctrica más alta que el tubo metálico (por ejemplo, aluminio, plata, oro).

40 **[0037]** El miembro eléctricamente conductor 250 está en comunicación fluida con una fuente química (no mostrada) por medio de la entrada fluidica con respecto al miembro eléctricamente conductor 250. En algunos modos de realización, la fuente química es una fuente de ozono. En algunos modos de realización, la fuente química proporciona una mezcla química. En algunos modos de realización, la fuente química proporciona un único producto químico.

45 **[0038]** El miembro eléctricamente conductor 250 está en comunicación fluida con una salida (no mostrada) por medio de la salida fluidica con respecto al miembro eléctricamente conductor 260.

50 **[0039]** Durante el funcionamiento, se introduce una mezcla química en el miembro eléctricamente conductor 250. La fuente de alimentación 220 aplica un voltaje al miembro eléctricamente conductor 250. El miembro eléctricamente conductor 250 se calienta, por tanto, la mezcla química se calienta.

55 **[0040]** En algunos modos de realización, el miembro eléctricamente conductor 230 incluye una primera parte y una segunda parte. La FIG. 3 es una representación esquemática de un sistema 300 para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención. El sistema 300 incluye un miembro eléctricamente conductor 300 que tiene una primera parte 310 y una segunda parte 320, un tubo de enfriamiento 325, una fuente de alimentación 335, un sensor de temperatura 360, un controlador 345 y dos conectores eléctricos 350a, 350b.

[0041] El miembro eléctricamente conductor 300 incluye una primera parte 310, una segunda parte 320, una entrada 330 y una salida 340.

5 **[0042]** La primera parte 310 es un tubo en forma de bobina que puede recibir un producto químico en la entrada 330. La primera parte 310 se conectada eléctricamente a la fuente de alimentación 335 por medio de los dos conectores eléctricos 350a, 350b. La primera parte se acopla al sensor de temperatura 360. Tanto el sensor de temperatura 360 como la fuente de alimentación 335 se acoplan al controlador 345. El controlador 345 fija un punto fijo de energía para la fuente de alimentación en base al sensor de temperatura 360. En algunos modos de realización, el sensor de temperatura 360 no está presente.

[0043] La primera parte 310 está en comunicación fluida con la segunda parte 320. La segunda parte 320 es un tubo en forma de bobina que puede recibir la salida de la primera parte 310.

15 **[0044]** La segunda parte 320 se incluye en el tubo de enfriamiento 325. El tubo de enfriamiento 325 puede recibir agua de enfriamiento en una entrada 327 de tal manera que un refrigerante fluya alrededor de un exterior de la segunda parte 320. El agua de enfriamiento sale del tubo de enfriamiento 325 en una salida 329. La segunda parte 320 puede liberar la mezcla química en la salida 340.

20 **[0045]** En algunos modos de realización, la primera parte 310 está rodeada de un material de aislamiento. En algunos modos de realización, el aislamiento está rodeado de aluminio. En algunos modos de realización, la primera parte 310 es de 1 metro de largo. En algunos modos de realización, la segunda parte 310 es de 1 metro de largo.

25 **[0046]** La FIG. 4 es un diagrama de flujo 400 para un procedimiento de facilitación de una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención. El procedimiento implica acoplar eléctricamente de forma directa un miembro eléctricamente conductor y una fuente de alimentación eléctrica (etapa 410). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, el miembro eléctricamente conductor 230 se acopla de forma directa a la fuente de alimentación 220 de tal manera que no haya ningún otro componente entre la fuente de alimentación 220 y el miembro eléctricamente conductor 230.

30 **[0047]** En algunos modos de realización, la fuente de alimentación eléctrica proporciona una CA de 230 V. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación eléctrica proporciona una energía que depende de una temperatura deseada para el miembro eléctricamente conductor. El procedimiento también implica proporcionar una mezcla química en una región interior del miembro eléctricamente conductor (etapa 420). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, una entrada fluidica con respecto al miembro eléctricamente conductor 250 puede recibir una mezcla química. En algunos modos de realización, la mezcla química es ozono, HF o cualquier combinación de los mismos.

35 **[0048]** El procedimiento también implica determinar una temperatura predeterminada para el miembro eléctricamente conductor (etapa 430). En algunos modos de realización, la temperatura predeterminada depende de la reacción química deseada. Por ejemplo, para una reacción química deseada de destrucción del ozono, la temperatura predeterminada es de aproximadamente 350 °C. En diversos modos de realización, la temperatura predeterminada depende de la mezcla química, el volumen de la mezcla química, el tipo de material del miembro eléctricamente conductor, el tamaño del miembro eléctricamente conductor, la forma del miembro eléctricamente conductor o cualquier combinación de los mismos (por ejemplo, un tubo más corto puede requerir una temperatura más alta).

40 **[0049]** El procedimiento también implica determinar una duración de tiempo durante el que se debe calentar el miembro eléctricamente conductor (etapa 440). La duración de tiempo puede depender de la mezcla química, el volumen de la mezcla química, el tipo de material del miembro eléctricamente conductor, el tamaño del miembro eléctricamente conductor, la forma del miembro eléctricamente conductor, el caudal o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, para un caudal bajo, la relación de tiempos de calentamiento y no calentamiento puede ser 50:50. Un incremento del caudal puede provocar un incremento del tiempo de calentamiento. Una disminución del caudal puede provocar una disminución del tiempo de calentamiento.

45 **[0050]** El procedimiento también implica calentar el miembro eléctricamente conductor a la temperatura predeterminada durante la duración de tiempo (etapa 450). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, una fuente de alimentación 220 se acopla eléctricamente de forma directa al miembro eléctricamente conductor 230 sin un elemento de calentamiento entre los mismos. La fuente de alimentación 220 transmite energía al miembro eléctricamente conductor 230 que es suficiente para provocar que el miembro eléctricamente conductor 230 se caliente a la temperatura deseada. El miembro eléctricamente conductor 230 retiene la mezcla química para proporcionar a un reactor químico la mezcla química y también proporcionar calor a la mezcla química. No se requiere un elemento de calentamiento separado entre la fuente de alimentación y el reactor químico para calentar la mezcla química.

50 **[0051]** En algunos modos de realización, el procedimiento también implica enfriar una parte del miembro eléctricamente conductor (etapa 460) de tal manera que se enfríe la mezcla química. La mezcla química se puede enfriar a una temperatura deseada. La temperatura deseada para la mezcla química se puede basar en la mezcla química, el volumen de la mezcla química, el tipo de material del miembro eléctricamente conductor, el tamaño del

miembro eléctricamente conductor, la forma del miembro eléctricamente conductor o cualquier combinación de los mismos. En algunos modos de realización, un límite inferior para la temperatura deseada depende de un punto de rocío de la mezcla química que evita la condensación en el miembro eléctricamente conductor. En algunos modos de realización, un límite superior para la temperatura deseada depende de un nivel de temperatura aceptable para que se liberen los gases de descarga de un sistema de escape.

[0052] En algunos modos de realización, se enfría la parte del miembro eléctricamente conductor mediante enfriamiento por agua. En diversos modos de realización, la parte del miembro eléctricamente conductor se enfría mediante enfriamiento por aire, enfriamiento por líquido (por ejemplo, con aceite), con intercambiador de calor o cualquier combinación de los mismos.

[0053] La FIG. 5 es una representación esquemática de un sistema 500 para facilitar una reacción química, de acuerdo con un modo de realización ilustrativo de la invención. El sistema 500 incluye un controlador de temperatura 591, un sensor de temperatura 590, una fuente de alimentación de CA 510, una conexión eléctrica 550, un núcleo de transformador 540, un miembro eléctricamente conductor 563 que tiene una entrada 561 fluídica y una salida 562 fluídica, y una conexión eléctrica 570.

[0054] La fuente de alimentación 510 está en comunicación con la conexión eléctrica 550 y el controlador de temperatura 591. La conexión eléctrica 550 se enrolla alrededor del núcleo de transformador 540 para completar un devanado primario del transformador. El miembro eléctricamente conductor 563 se enrolla alrededor del núcleo de transformador 540 para completar un devanado secundario del transformador.

[0055] El controlador de temperatura 591 está en comunicación con la fuente de alimentación de CA 510 y el sensor de temperatura 590. En algunos modos de realización, el controlador de temperatura 591 es un termostato. En algunos modos de realización, la fuente de alimentación de CA 510 se controla mediante el controlador de temperatura 591 en un punto fijo de temperatura en base a la medición del sensor de temperatura 590. El sensor de temperatura 590 puede ser cualquier sensor de temperatura conocido en la técnica que pueda medir la temperatura del miembro eléctricamente conductor 563. En algunos modos de realización, el sensor de temperatura 590 no está presente.

[0056] Durante el funcionamiento, se introduce una mezcla química en el miembro eléctricamente conductor 563. La fuente de alimentación de CA 510 proporciona un voltaje promedio (por ejemplo, 208 voltios) a la conexión eléctrica 550 para suministrar energía al devanado primario del transformador en el núcleo de transformador 540. La conexión eléctrica 550 crea un flujo magnético 580 en el núcleo de transformador 540. El flujo magnético 580 induce una corriente (por ejemplo, 50 A) en el miembro eléctricamente conductor 563, que también funciona como el secundario para el transformador. El miembro eléctricamente conductor 563 puede funcionar como un circuito eléctrico de baja conductividad. Es evidente para un experto en la técnica que se puede ajustar la proporción de los devanados primarios con respecto a los devanados secundarios para inducir una corriente deseada en el miembro eléctricamente conductor 563.

[0057] La conexión eléctrica 570 cortocircuita el miembro eléctricamente conductor 563. Por tanto, una mezcla química no calentada que se introduce en la entrada 561 fluídica se calienta en el miembro eléctricamente conductor 563 y sale del miembro eléctricamente conductor 563 por medio de la salida 562 fluídica. En algunos modos de realización, la salida 562 fluídica es una entrada para una mezcla química no calentada y la entrada 561 fluídica es una salida para la mezcla química calentada.

[0058] En algunos modos de realización, el voltaje promedio suministrado por la fuente de alimentación de CA 510 depende de la temperatura y/o conductividad deseadas del miembro eléctricamente conductor 563 y la proporción de espiras entre el devanado primario del transformador, la conexión eléctrica 550 y el devanado secundario del transformador, el miembro eléctricamente conductor 563, del transformador. Por ejemplo, para la deconstrucción del ozono, la temperatura deseada en el miembro eléctricamente conductor es de aproximadamente 350 °C.

[0059] Aunque la invención se ha mostrado y descrito en particular con referencia a modos de realización específicos, se debe entender por los expertos en la técnica que se pueden realizar diversos cambios en forma y detalle en la misma sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de facilitación de una reacción química, comprendiendo el procedimiento:
- 5 acoplar de forma directa un miembro eléctricamente conductor y una fuente de alimentación eléctrica (410), teniendo el miembro eléctricamente conductor una región interior configurada para que sea sustancialmente resistente a la corrosión química y pueda retener una mezcla química en la misma;
- 10 proporcionar la mezcla química en la región interior del miembro eléctricamente conductor (420); y
- calentar el miembro eléctricamente conductor a una temperatura predeterminada controlando la alimentación eléctrica aplicada al miembro eléctricamente conductor para provocar una reacción química en la mezcla química (450), **caracterizado por que** la reacción química es la destrucción del ozono.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo además el procedimiento:
- que la región interior se configure para que sea resistente a la corrosión por el ozono y pueda retener el ozono en la misma;
- 20 proporcionar el ozono en la región interior del miembro eléctricamente conductor.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además calentar el miembro eléctricamente conductor a una temperatura predeterminada que sea mayor de 200 grados Celsius.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que selecciona la temperatura predeterminada (430, 440) en base a la mezcla química, el tipo de miembro eléctricamente conductor o cualquier combinación de los mismos.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además enfriar una sección del miembro eléctricamente conductor (460) para enfriar la mezcla química tras salir del miembro eléctricamente conductor.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el miembro eléctricamente conductor es un tubo metálico.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el miembro eléctricamente conductor es una única estructura que es eléctrica y térmicamente conductora.
- 35 8. Un sistema (200, 300, 500) para facilitar una reacción química, comprendiendo el sistema:
- un tubo metálico (230) que es sustancialmente resistente a la corrosión química y puede retener una mezcla química en mismo, teniendo el tubo metálico (230) una primera sección (310) y una segunda sección (320);
- 40 una fuente de alimentación (220, 335, 510) acoplada eléctricamente de forma directa al tubo metálico (230), estando configurada la fuente de alimentación (220, 335, 510) para calentar la primera sección del tubo metálico (230);
- 45 un controlador (210, 345, 591) acoplado eléctricamente a la fuente de alimentación (220, 335, 510), el controlador controla la energía en el tubo metálico (230), de tal manera que cuando la mezcla química fluye en el tubo metálico (230), la mezcla química se calienta para provocar una reacción química en la mezcla química, **caracterizado por que** la fuente de alimentación (220, 335, 510) y el tubo metálico (230) se acoplan mediante inducción directa de alimentación eléctrica en el tubo metálico (230).
- 50 9. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación (220, 335, 510) y el tubo metálico (230) se acoplan conectando uno o más cables eléctricos (240, 350) al tubo metálico (230) a lo largo de la primera sección (310) del tubo metálico (230).
- 55 10. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que:
- el tubo metálico (230) puede retener el ozono en el mismo; y
- 60 el controlador (210, 345, 591) controla la energía en el tubo metálico (230), de tal manera que cuando el ozono fluye en el tubo metálico (230) el ozono se calienta, lo que provoca que el ozono se destruya.
11. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que el tubo metálico (230) se configura para completar un devanado secundario de un transformador (540).
- 65 12. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la inducción directa se realiza mediante corrientes de Foucault.

13. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, que comprende además una sección de enfriamiento (325) conectada al tubo metálico (230) a lo largo de una segunda sección (320) del tubo metálico (230).
- 5 14. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 13, en el que la segunda sección (320) del tubo metálico (230) se posiciona en relación con un tubo metálico en forma de bobina (230) que tiene refrigerante fluyendo a través del mismo de tal manera que se enfría la segunda sección (320) del tubo metálico (230).
- 10 15. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 13, en el que una sección calentada de la primera sección (310) del tubo metálico (230) que se conecta a la segunda sección (320) del tubo metálico (230) está en conexión fluida con una entrada (330) de la primera parte (310) del tubo metálico (230) de tal manera que el calor de la sección calentada de la primera sección (310) del tubo metálico (310) calienta la mezcla química que se introduce en la primera parte (310) del tubo metálico (230).
- 15 16. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que el tubo metálico (230) tiene una longitud de hasta 15 metros.
17. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la primera sección del tubo metálico, la segunda sección del tubo metálico o ambas tienen una forma de bobina.
- 20 18. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación (220, 335, 510) es un transformador.
19. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 18, en el que el transformador tiene 10 bucles en un lado secundario del transformador.
- 25 20. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación (220, 335, 510) es una fuente de CC.
- 30 21. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación (220, 325, 510) es una fuente de alimentación de conmutación.
22. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que la fuente de alimentación (220, 325, 510) es una fuente controlada.
- 35 23. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que se controla la temperatura del tubo metálico (230).
24. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 8, en el que el control de temperatura es un control de bucle cerrado.
- 40 25. El sistema (200, 300, 500) de la reivindicación 19, que comprende además un termostato (360, 590) en conexión con el transformador, de tal manera que el termostato (360, 590) controla el transformador para suministrar energía al tubo metálico (230) para provocar que el tubo metálico (230) se calienta a la temperatura deseada.
- 45

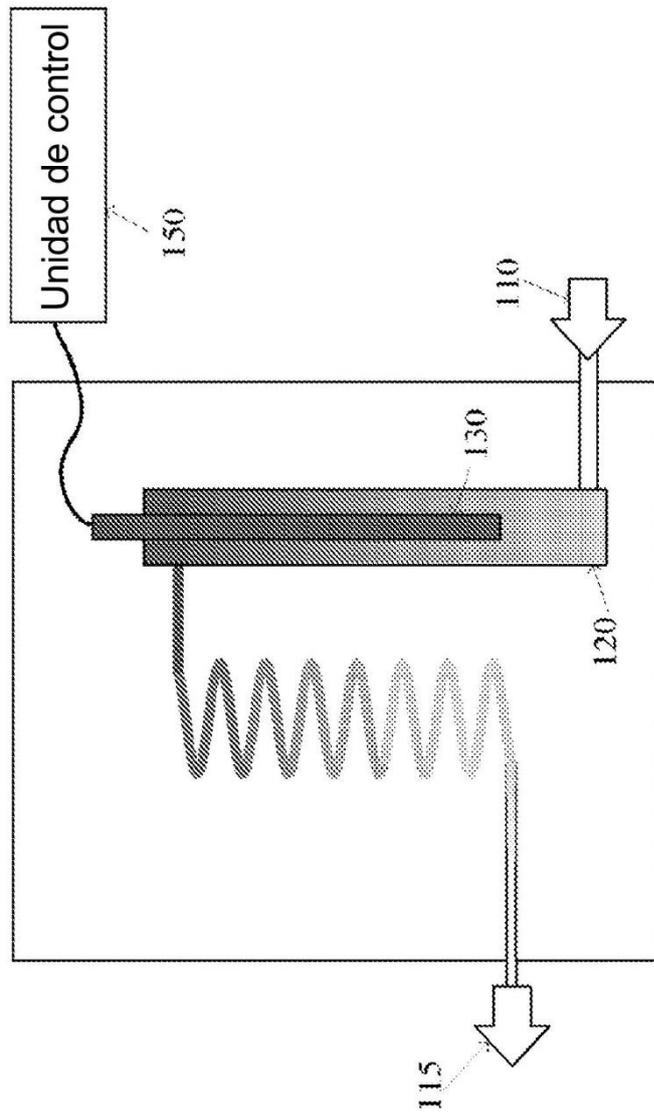


FIG. 1

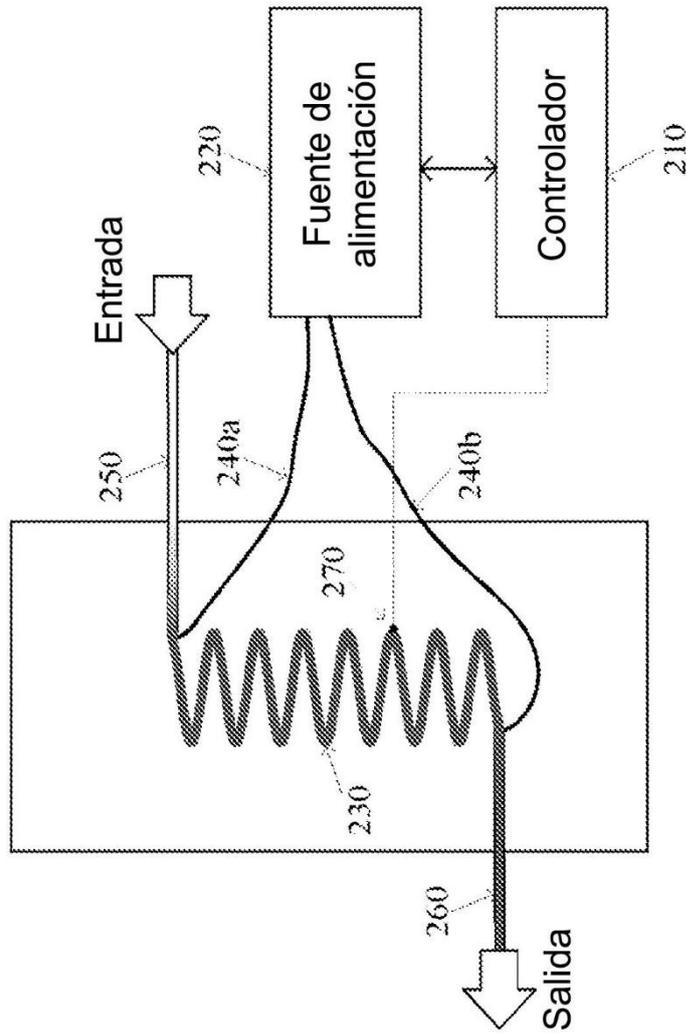


FIG. 2

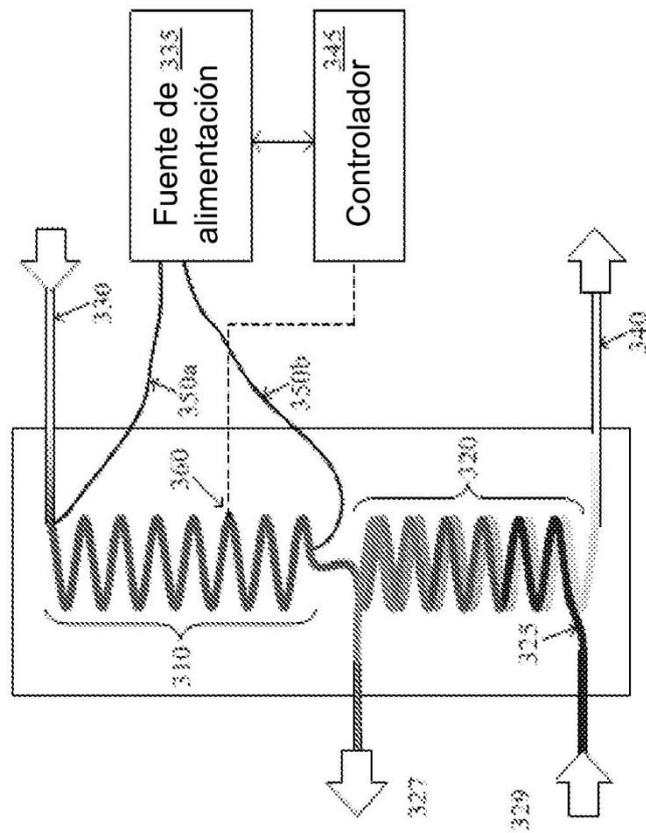


FIG. 3

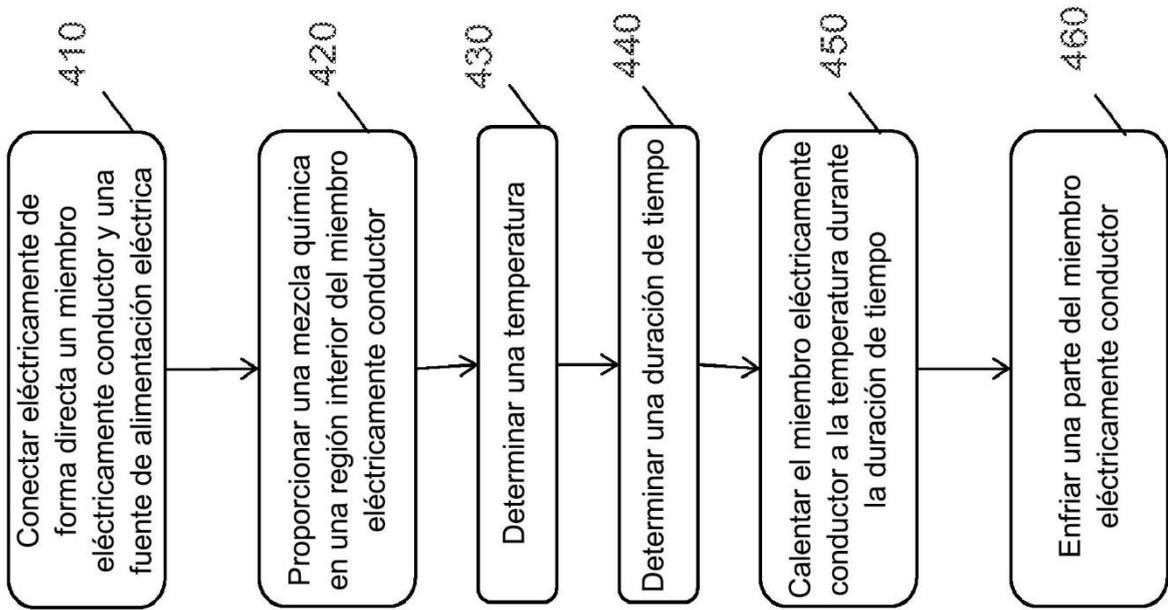


FIG. 4

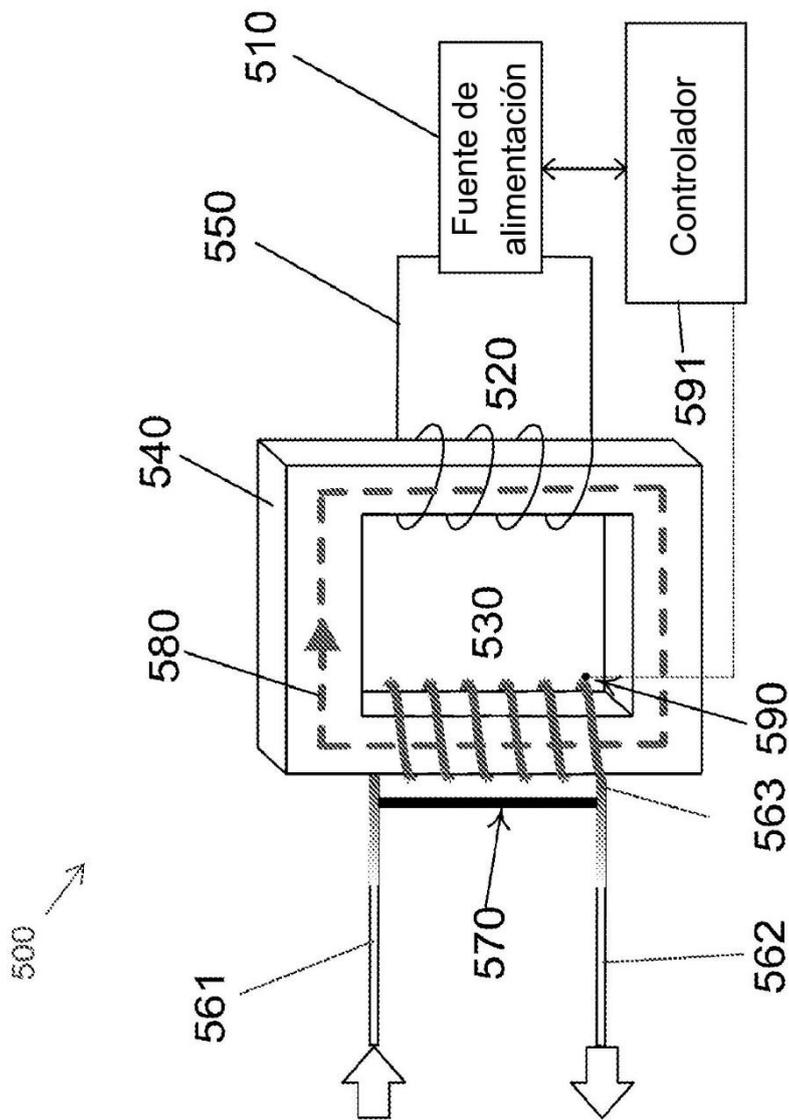


FIG. 5