

ELIMINACIÓN DE ÓXIDOS SUSPENDIDOS EN EL AIRE Y CONVERSIÓN DE COMPUESTOS EN GASES EN SUSTANCIAS ELEMENTALES

REFERENCIA CRUZADA CON LA SOLICITUD RELACIONADA

[0001] Esta solicitud reclama prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de EE. UU. N.º de Serie 63/337255, presentada el 2 de mayo de 2022, cuya divulgación se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] La presente invención se relaciona con el procesamiento de emisiones industriales, gases de combustión, gases atmosféricos y otros fluidos gaseosos o líquidos (por ejemplo, agua) para eliminar contaminantes y/o nanopartículas, y provocar la disociación de contaminantes presentes en forma de óxidos, como un método para la producción simultánea de alótropos y otros materiales elementales y el tratamiento de emisiones.

ANTECEDENTES

[0003] Los entornos atmosféricos y ambientales se han contaminado cada vez más debido a una variedad de fenómenos naturales diferentes y debido a la introducción de contaminantes artificiales en el aire y el agua por parte de las naciones industriales de todo el mundo. Los ejemplos comunes de contaminantes artificiales introducidos en el aire incluyen compuestos transportados por el aire (por ejemplo, gases y/o partículas) producidos por la combustión en plantas de energía que queman hidrocarburos, incineradores, procesos industriales de varios tipos como operaciones de fundición, plantas de ácido nítrico y sulfúrico, motores de combustión interna, etc. En su mayor parte, dichos contaminantes comprenden productos de oxidación de carbono, azufre, nitrógeno, plomo, zinc y otros elementos. Por ejemplo, dado que el carbón incluye trazas de varias impurezas, incluido plomo, zinc, plata, etc., cuando se quema el carbón, el carbono que contiene y las impurezas se oxidan. Los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno producidos a partir de la combustión de combustibles que contienen compuestos de azufre y la combustión de combustibles que contienen compuestos de nitrógeno forman ácidos que contribuyen a la lluvia ácida, una preocupación ambiental cada vez más importante.

[0004] Se han desarrollado muchos enfoques para tratar los productos de combustión de plantas de energía que queman hidrocarburos, incineradores, procesos industriales, motores de combustión interna, etc. para controlar la introducción de partículas suspendidas en el aire de estas fuentes. Por ejemplo, las plantas de energía que queman carbón a menudo emplean procesos de depuración que utilizan compuestos de calcio que reaccionan con óxidos de azufre para formar yeso. Desafortunadamente, las cantidades sustanciales de productos de desecho producidos por tales procesos de depuración presentan serios problemas de eliminación. Siempre que es posible, se utilizan carbones con bajo contenido de azufre en las plantas de energía que queman carbón para reducir los requisitos de depuración, pero esto aumenta los costos de generación de energía. Alternativamente, las emisiones de óxido de azufre se reducen haciendo funcionar las plantas a temperaturas más bajas, pero esto deja sin aprovechar parte del valor calorífico del carbón.

[0005] Otro enfoque para tratar tales emisiones ha sido utilizar precipitadores electrostáticos para mejorar la eliminación de partículas, donde se utilizan varios tipos de ionizadores para crear iones que se adhieren a las partículas. Las partículas cargadas resultantes se recogen luego en un precipitador electrostático. Sin embargo, dichos procesos no pueden capturar materiales particulados de tamaño nanométrico (por ejemplo, partículas de menos de 1 micrómetro de tamaño).

[0006] Desafortunadamente, los enfoques anteriores para controlar la introducción de partículas suspendidas en el aire producidas por la combustión se han encontrado con uno o más problemas graves. Por ejemplo, no han podido reducir las emisiones a niveles aceptables, han sido excesivamente costosos de construir u operar, y han sido ineficientes en términos de energía, y almacenan moléculas en lugar de convertirlas en componentes elementales útiles.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0007] En realizaciones de ejemplo, se proporciona un aparato para eliminar compuestos de un medio fluido y convertir al menos algunos de los compuestos en sustancias elementales. El aparato comprende un lecho de electrodos que comprende una pluralidad de agujas de electrodos conductoras que sobresalen de una superficie del lecho de electrodos, donde las agujas de electrodos están acopladas con una fuente de voltaje. El aparato comprende además un panel de desbordamiento de agua separado de las agujas de electrodo del lecho de electrodos y que incluye

una superficie sobre la que, en funcionamiento, fluye agua, donde las agujas de electrodo se extienden hacia la superficie del panel de desbordamiento de agua, y una zona de reacción se define como un espacio dispuesto entre y que separa la superficie del panel de desbordamiento de agua de las agujas de electrodo que sobresalen del lecho de electrodos. Un suministro de agua proporciona un flujo de agua hacia la zona de reacción a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua, un suministro de fluido que incluye una entrada que proporciona un fluido fuente que incluye impurezas arrastradas en el fluido hacia la zona de reacción y una salida que facilita el transporte de fluido purificado desde la zona de reacción, teniendo el fluido purificado menos impurezas arrastradas en el fluido purificado en relación con el fluido fuente, y una fuente de energía para aplicar energía eléctrica a las agujas de electrodo a una frecuencia de pulso de más de 24.000 hercios (Hz) y un voltaje negativo de 30 kilovoltios (kV) a 100 kV. En la operación en la que la energía eléctrica se aplica mediante la fuente de energía a las agujas de los electrodos, el agua del suministro de agua fluye a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua y el fluido fuente fluye a través de la zona de reacción, las impurezas arrastradas en el fluido fuente se eliminan y se convierten en componentes elementales que quedan arrastrados en el agua.

[0008] En otras realizaciones de ejemplo, se describen en el presente documento sistemas que incluyen uno o una pluralidad de aparatos. Los aparatos se pueden proporcionar en serie y/o en paralelo en relación con otros aparatos del sistema y en relación con el flujo de agua y/o el flujo de fluido fuente a través de los aparatos dentro del sistema.

[0009] En otras realizaciones de ejemplo, se proporcionan métodos para eliminar partículas y óxidos y disociar óxidos de un medio fluido y convertir los óxidos en sustancias elementales y/o alotrópicas, como se muestra y describe en el presente documento.

[0010] Por ejemplo, un método para eliminar compuestos de un medio fluido y convertir al menos algunos de los compuestos en sustancias elementales comprende dirigir agua para que fluya a lo largo de una superficie de un panel de desbordamiento de agua dentro de un aparato, aplicar energía eléctrica a una pluralidad de agujas de electrodo conductoras que sobresalen de una superficie de un lecho de electrodo, donde el lecho de electrodo está alineado con el panel de desbordamiento de agua de manera que las agujas de electrodo se extienden hacia la superficie del panel de desbordamiento de agua, y una zona de reacción se define como un espacio dispuesto

entre y separando la superficie del panel de desbordamiento de agua y las agujas de electrodo que sobresalen del lecho de electrodo, y dirigir un fluido fuente hacia la zona de reacción definida entre la superficie del panel de desbordamiento de agua y las agujas de electrodo que sobresalen del lecho de electrodo mientras se aplica energía eléctrica a una frecuencia de pulso de más de 24.000 Hertz (Hz) y un voltaje negativo de 30 kilovoltios (kV) a 100 kV a las agujas de electrodo para eliminar impurezas arrastradas en el fluido fuente y convertir las impurezas eliminadas en componentes elementales que quedan atrapados en el agua que fluye a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua.

[0011] Las características y ventajas anteriores y aún más de la presente invención se harán evidentes tras la consideración de la siguiente descripción detallada de realizaciones específicas de la misma.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012] La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un aparato en perspectiva parcial como se describe en este documento.

[0013] La FIG. 2 es una vista lateral del aparato de la FIG. 1.

[0014] La FIG. 3 es una vista lateral en despiece del aparato de la FIG. 1.

[0015] La FIG. 4 es una vista de una porción de pared lateral del aparato que incluye un lecho de electrodos y un panel de desbordamiento de flujo de agua correspondiente.

[0016] La FIG. 5 es una vista de una superficie de reacción plana para un lecho de electrodos para el aparato de la FIG. 1 que incluye una pluralidad de electrodos.

[0017] La FIG. La FIG. 6 es una primera vista lateral en sección parcial de un sistema que incluye una pluralidad de aparatos como se muestra en la FIG. 1.

[0018] La FIG. 7 es una vista parcial y ampliada en perspectiva y en sección parcial del primer lado del sistema de la FIG. 6.

[0019] La FIG. 8 es una vista parcial y ampliada en perspectiva y en sección parcial de un segundo lado (que se opone al primer lado) del sistema de la FIG. 6.

[0020] Se han utilizado números de referencia similares para identificar elementos similares a lo largo de esta descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0021] En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a las figuras adjuntas que forman parte de la misma, en las que números similares designan partes similares en todas partes, y en las que se muestra, a modo de ilustración, realizaciones que se pueden poner en práctica. Se debe entender que se pueden utilizar otras realizaciones, y se pueden realizar cambios estructurales o lógicos sin alejarse del alcance de la presente divulgación. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no se debe tomar en un sentido limitante, y el alcance de las realizaciones se define por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

[0022] Los aspectos de la divulgación se divulgan en la descripción adjunta. Se pueden idear realizaciones alternativas de la presente divulgación y sus equivalentes sin apartarse del espíritu o alcance de la presente divulgación. Se debe tener en cuenta que cualquier discusión en el presente documento con respecto a “una realización”, “una realización”, “una realización ejemplar”, y similares indica que la realización descrita puede incluir una característica, estructura o característica particular, y que dicha característica, estructura o característica particular puede no estar necesariamente incluida en cada realización. Además, las referencias a lo anterior no necesariamente comprenden una referencia a la misma realización. Finalmente, independientemente de si se describe explícitamente, una persona con conocimientos ordinarios en la materia apreciará fácilmente que cada una de las características, estructuras o rasgos particulares de las realizaciones dadas se pueden utilizar en conexión o combinación con las de cualquier otra realización discutida en este documento.

[0023] Varias operaciones se pueden describir como múltiples acciones u operaciones discretas a su vez, de una manera que sea más útil para comprender el tema reivindicado. Sin embargo, el orden de descripción no debe interpretarse como que implica que estas operaciones dependen necesariamente del orden. En particular, estas operaciones no se pueden realizar en el orden de presentación. Las operaciones descritas se pueden realizar en un orden diferente al de la realización descrita. Se pueden realizar varias operaciones adicionales y/o se pueden omitir las operaciones descritas en realizaciones adicionales.

[0024] Para los fines de la presente divulgación, la frase “A y/o B” significa (A), (B) o (A y B). Para los fines de la presente divulgación, la frase “A, B y/o C” significa (A), (B), (C), (A y B), (A y C), (B y C), o (A, B y C).

[0025] Los términos “que comprende”, “que incluye”, “que tiene” y similares, tal como se usan con respecto a las realizaciones de la presente divulgación, son sinónimos.

[0026] En el presente documento se describen un aparato, un sistema y métodos para producir materiales elementales (incluidos fulerenos y otros materiales de tamaño nanométrico o materiales que tienen tamaños de partículas de no más de 1 micrómetro) que incluyen, sin limitación, materiales elementales parcialmente funcionalizados diseñados, utilizando fluidos tales como líquidos (por ejemplo, agua), gases de emisiones, gases atmosféricos o ambientales, tales como materia prima, y cualquier combinación de fluidos gaseosos y líquidos (por ejemplo, agua contaminada combinada con aire contaminado). Por ejemplo, la materia prima puede comprender un medio fluido tal como un gas, un líquido o una combinación de un gas con un líquido. Más particularmente, en el presente documento se describen un aparato, un sistema y métodos para tratar en un proceso electroquímico y/o electrofísico un flujo de aire que contiene contaminantes generados a partir de la quema de combustibles fósiles, desechos, etc., para reducir óxidos a materiales elementales sólidos (por ejemplo, materiales particulados de tamaño nanométrico que tienen tamaños de partículas no mayores de 1 micrómetro) y agua, y para eliminar material elemental del flujo de aire. El aparato, sistema y métodos descritos en el presente documento facilitan la recuperación de un flujo de aire de materiales sólidos y/u otros materiales elementales útiles (por ejemplo, materiales particulares de tamaño nanométrico) que incluyen, sin limitación, carbono elemental (incluidos fulerenos), azufre elemental, hierro elemental, oro elemental, magnesio elemental, isótopos elementales, etc., en varias formas, lo que también permite la producción de nuevos productos y combustibles.

[0027] La eliminación de material elemental de los gases de óxido y/o productos de combustión de partículas también logra una calidad de aire filtrada, limpia y muy mejorada para el entorno circundante de una manera altamente eficiente desde el punto de vista energético. El material elemental que se forma mediante las realizaciones descritas en el presente documento puede ser de tamaño nanométrico o, por ejemplo, comprender materiales particulados que tienen dimensiones de no más de 1 micrómetro de tamaño. En aplicaciones específicas que utilizan el

aparato, el sistema y los métodos descritos en el presente documento, las partículas de tamaños inferiores a 5 micrómetros, o incluso partículas de no más de 1 micrómetro de tamaño, presentes en un gas de emisión pueden capturarse y estas partículas pueden concentrarse en forma elemental y separarse del gas de emisión, lo que permite el refinado de estos compuestos. Además, los alótropos de materiales elementales obtenidos a partir del aparato, sistema y métodos descritos en este documento se pueden formar selectivamente (por ejemplo, el carbono elemental se puede formar como grafeno, grafito, fulerenos y/o nanotubos de carbono de varios tamaños/números de carbonos, por ejemplo, C₆₀₊, C₇₀₊, etc.).

[0028] Los gases limpiados por el aparato, sistema y métodos descritos en este documento se pueden implementar para su uso en varios sectores de la economía, incluidos, sin limitación, en microbiología, aplicaciones industriales, comerciales y médicas.

[0029] Los métodos para limpiar y esterilizar el aire atmosférico utilizando el aparato y el sistema pueden ser para instalaciones domésticas, instituciones médicas, escuelas y organizaciones preescolares. Por ejemplo, la instalación del sistema y del aparato puede utilizarse para la depuración de gases de proceso de la metalurgia ferrosa y no ferrosa, la química y la petroquímica, la industria de la construcción, la industria energética y de los combustibles, para la depuración de emisiones no organizadas de sustancias nocivas en los talleres de producción y otros locales de las empresas, en las industrias que eliminan residuos por incineración, quemando combustible de hidrocarburos con fines tecnológicos, para eliminar las emisiones de contaminantes a la atmósfera de las calderas que funcionan con combustible líquido. La instalación puede configurarse para su funcionamiento en zonas de producción abiertas, con una base de hormigón preparada, con suministro de servicios públicos y electricidad. El uso de unidades modulares permite excluir la construcción de una chimenea para la depuración de gases. El sistema es además escalable a cualquier volumen de emisiones.

[0030] De acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento, la disociación de compuestos de óxido (por ejemplo, en forma gaseosa o particulada/sólida) se logra limpiando y esterilizando medios gaseosos y/o líquidos con una descarga pulsada de alto voltaje, por ejemplo, pulsos mayores de 24.000 hercios (Hz). La descarga de alto voltaje se puede generar a través de electrodos dispuestos en una zona de reacción que también comprende una superficie de agua o una interfaz de agua en contacto o comunicación con un medio gaseoso y/o líquido en el aire u

otro. La zona de reacción puede formarse entre un electrodo de precipitación, que se alimenta con una corriente continua de agua, y un electrodo hecho de agujas interconectadas eléctricamente, que se alimenta con una fuente de energía negativa adecuada, por ejemplo, 30 - 100 kilovoltios (kV) (por ejemplo, 30-80 kV), para lograr la disociación deseada de compuestos de óxido en los medios gaseosos en materiales sólidos y/u otros materiales elementales y la separación de los materiales elementales de los medios gaseosos en la corriente continua de agua.

[0031] La zona de reacción puede proporcionarse dentro de un aparato que comprende una carcasa con tuberías para ingresar y retirar un medio a limpiar y los electrodos para suministrar alto voltaje. Uno de los electrodos puede estar hecho de dos planos con bolsas de agua para el desbordamiento de agua, y el segundo electrodo puede estar hecho de agujas interconectadas eléctricamente y conectado a una fuente de energía de alto voltaje (donde las agujas se combinan colectivamente para definir el electrodo). Las agujas del segundo electrodo pueden fijarse en un inyector, cuya superficie comprende una o más superficies que incluyen, sin limitación, una o más superficies planas o planas, una o más superficies curvas (por ejemplo, convexas, cóncavas, etc.) y superficies que incluyen porciones planas y curvas. En las realizaciones de ejemplo no limitantes descritas en el presente documento, las agujas del electrodo están acopladas con dos planos (o superficies curvas) que se extienden generalmente verticalmente dentro de la carcasa del aparato, pero en un ángulo seleccionado con respecto a la vertical (es decir, la verticalidad se indica en relación con una dimensión de altura de la carcasa). Las agujas pueden instalarse además en un orden escalonado a lo largo de una superficie de reacción de un plano (también descrito en el presente documento como un lecho de electrodos), y el inyector puede estar hecho de un material dieléctrico. Además, como se describe en el presente documento, las agujas pueden recubrirse con un material adecuado para mejorar el proceso de ionización y disociación de óxido.

[0032] La utilización de los aparatos, sistemas y métodos descritos en el presente documento para la extracción y conversión de componentes en un medio gaseoso en componentes elementales se basa en el descubrimiento de factores activos de descarga eléctrica en el área de la punta de las agujas, que determinan el curso de todos los procesos físico-químicos en las plantas de purificación de gases, lo que conduce a transformaciones electroquímicas y/o electrofísicas de los componentes en elementos químicos. Se cree que el proceso que ocurre en la incrustación cerca del electrodo es novedoso y se denomina en el presente documento reacción de plarón. Un plarón es un ciclo único de estados de una transición de interfase con la liberación y absorción de energía térmica. El

proceso asociado con el sistema y el aparato descritos en este documento se puede caracterizar como una reacción de transición endotérmica y exotérmica de interfase rápida que ocurre con energía eléctrica aplicada a las agujas de electrodos a una frecuencia de pulso de más de 24.000 Hz, por ejemplo, 0,1-10 MHz, un voltaje negativo de 30-100 kilovoltios (kV) y una corriente de 0,1-150 mA.

[0033] A continuación se describen ejemplos de realizaciones de un aparato y un sistema utilizados para filtrar, limpiar y purificar medios gaseosos mientras se convierten los componentes extraídos de los medios en componentes elementales con referencia a las figuras.

[0034] Con referencia a las FIGS. 1-5, se representa un solo aparato 100 que incluye una carcasa y una estructura configuradas para recibir un medio gaseoso (por ejemplo, efluente de escape de una planta industrial), convertir compuestos de óxido en materiales elementales y recolectar dichos materiales elementales en una corriente de agua. El aparato 100 incluye un marco 102 y vigas transversales 106 que sostienen los componentes del aparato, incluyendo lechos de electrodos 112 y paneles de entrada de aire y paredes de rejilla 113. Un dispositivo de soporte de aislador de alto voltaje incluye aisladores 107 que se extienden desde las vigas transversales 106 y, por lo tanto, también están soportados por ellas. Las vigas transversales 106 y el dispositivo de soporte de aislador de voltaje sostienen el panel superior 109, los lechos de electrodos 112 y las paredes de rejilla 113. Un par de paredes exteriores 114 se proporcionan en cada lado que incluye una pared de rejilla 113, donde cada pared exterior 114 está espaciada una distancia leve para la pared de rejilla 113 correspondiente para permitir el flujo de aire entre las dos paredes (de modo que el aire pueda ingresar a las ranuras en las paredes de rejilla 113 durante el funcionamiento). Cada lecho de electrodos 112 incluye una pluralidad de electrodos 180 dispuestos de una manera como se muestra en la FIG. 5 y se describe con más detalle en este documento. Se proporciona un respiradero de aire 108 en comunicación con el panel superior 109 para facilitar el flujo de aire y/o gases desde el aparato.

[0035] Los conductos o tuberías 120 proporcionan un medio de limpieza a los electrodos de aguja de los lechos de electrodos a través de válvulas 122 y a través de boquillas 124 dirigidas a y a lo largo de varias ubicaciones de cada lecho de electrodos 112 para limpiar los electrodos de aguja en momentos de funcionamiento seleccionados. El aparato 100 incluye un par de lechos de electrodos 112, comprendiendo cada lecho un panel que tiene una configuración generalmente

rectangular y plana y alineado dentro del aparato en lados opuestos de la carcasa 102 y en ángulo uno hacia el otro de una manera como se describe en este documento. Cada lecho de electrodos 112 incluye una pluralidad de electrodos 180 que se extienden transversalmente hacia afuera desde una superficie de reacción plana del lecho 112 y hacia un panel de desbordamiento de agua 132 correspondiente que está alineado generalmente en paralelo con el lecho 112. En esta configuración, los lechos de electrodos 112 están alineados entre sí de manera que la superficie de reacción plana de cada lecho 112 (desde el cual se extienden los electrodos 180) se opone o mira en dirección opuesta a la superficie de reacción plana del otro lecho 112. Los electrodos 180 de cada lecho de electrodos 112 se extienden hacia, pero están espaciados a una distancia adecuada del panel de desbordamiento de agua 132 correspondiente que está alineado con el lecho 112. Si bien las superficies de reacción de los lechos de electrodos representados en los dibujos son generalmente planas o de configuración plana, se observa que el aparato se puede modificar para incluir cualquier superficie de reacción adecuada para uno o más lechos de electrodos que pueden ser planos, curvos o combinaciones de planos y curvos. En otra realización de ejemplo, un lecho de electrodos puede comprender una configuración redondeada o en forma de embudo en la que los electrodos se extienden desde una o más porciones de superficie de reacción redondeadas del lecho de electrodos.

[0036] Los conductos o tuberías de suministro de agua 126 proporcionan agua de entrada (por ejemplo, agua de un tanque de flotación 212 cuando el aparato se implementa en un sistema como el descrito en el presente documento) a las zonas de reacción dentro del aparato 100 durante el funcionamiento. En particular, en cada lado de la carcasa 102 que se corresponde con las ubicaciones de los lechos de electrodos 112 se encuentra un par de estructuras de suministro de agua 128. Cada estructura de suministro de agua 128 incluye una bolsa de agua superior 130 (por ejemplo, un depósito o canal), un panel de desbordamiento de agua 132 y una bolsa de recolección de agua inferior 136 (por ejemplo, un depósito o canal). Cada bolsa de agua superior 130 está conectada con un extremo de salida de una tubería de agua correspondiente 126 ubicada en o cerca de la parte superior de la carcasa 102. A medida que el agua de la tubería 126 llena la bolsa de agua superior 130, la bolsa de agua superior 130 finalmente se desborda para proporcionar agua a través y hacia abajo a lo largo de una superficie de reacción de un panel de desbordamiento de agua correspondiente 132. Cada panel de desbordamiento de agua 132 tiene una orientación generalmente paralela en relación con su lecho de electrodos correspondiente 112 y, por lo tanto,

está inclinado hacia adentro a medida que se extiende desde el lado superior o superior hasta el lado inferior o inferior de la carcasa 102 para el aparato 100. De manera similar a las superficies de reacción de los lechos de electrodos, cada panel de desbordamiento de agua se representa en los dibujos con una superficie de reacción (es decir, superficie sobre la que fluye el agua) que es generalmente plana o plana. Sin embargo, el aparato se puede modificar fácilmente para incluir uno o más paneles de desbordamiento de agua con superficies de reacción que tienen una configuración curva o combinaciones de configuraciones planas y curvas.

[0037] En funcionamiento, el agua fluye por la parte superior del aparato desde la tubería 126 hasta la bolsa de agua superior 130, llena la bolsa 130 y luego se desborda desde la bolsa 130 hacia abajo y a lo largo del panel de desbordamiento de agua 132. Una bolsa de agua inferior correspondiente 136 está ubicada en un borde inferior de cada lecho de electrodos 112 y en el borde inferior correspondiente del panel de desbordamiento de agua 132 correspondiente de modo de atrapar y retener el agua a medida que se drena desde el panel de desbordamiento 132. Esto permite que el agua fluya de manera uniforme, durante el funcionamiento, a través del panel de desbordamiento de agua 132 y los electrodos de aguja próximos 180 que están conectados con cada lecho de electrodos 112 y se extienden hacia (pero están separados de) el plano correspondiente 13.

[0038] Como se muestra, por ejemplo, en las FIGS. 2-4, la superficie de reacción de cada lecho de electrodos 112 (incluyendo los electrodos 180) está orientada hacia la superficie de reacción del panel de desbordamiento de agua 132 correspondiente (la superficie sobre la que fluye el agua), donde las dos superficies de reacción están espaciadas entre sí una distancia adecuada para permitir que el fluido gaseoso (por ejemplo, aire arrastrado con compuestos de óxido tales como óxidos de carbono, óxidos de azufre, etc.) que fluye dentro de la carcasa 102 se extienda entre una capa de agua que fluye a lo largo de la superficie de reacción del panel de desbordamiento de agua 132 y la superficie de reacción incluyendo los electrodos 180 del lecho de electrodos 112 correspondiente. El agua fluye desde la parte superior a la parte inferior de cada panel de desbordamiento de agua 132, y por lo tanto desde la parte superior a la parte inferior del aparato. Los conductos o tuberías de retorno de agua 138 están conectados con las bolsas de agua inferiores 136 para recolectar y entregar el agua que sale de las bolsas de agua inferiores a un tanque de recolección o sitio de recolección adecuado (por ejemplo, el tanque de flotación 212 del sistema 200, descrito con mayor detalle en este documento).

[0039] El flujo de fluido gaseoso que se va a procesar por el aparato 100 ingresa a la carcasa 102 a través de una entrada en el extremo inferior o inferior de la carcasa. Por ejemplo, la entrada de fluido gaseoso a la carcasa 102 puede ser a través de una cubierta o registro inferior (por ejemplo, el registro 204 como se muestra en el sistema 200 de las FIGS. 6-8) ubicado en la parte inferior del aparato 100. El fluido gaseoso fluye a través de la carcasa 102, hacia una zona de reacción dentro de la carcasa que incluye los lechos de electrodos 112 y los paneles de desbordamiento de agua 132 (incluyendo el agua que fluye a lo largo de dichos planos 132) y sale en o cerca de la parte superior de cada aparato (por ejemplo, a través del panel 109 a través del respiradero de aire 108). De este modo, el fluido gaseoso fluye a contracorriente del flujo de agua dentro del aparato durante el funcionamiento.

[0040] Con referencia a las FIGS. 3 - 5, cada lecho de electrodos 112 incluye una pluralidad de electrodos 180 dispuestos en una o más matrices adecuadas a lo largo de la superficie de reacción del lecho 112. Como se muestra en la realización de ejemplo, el aparato 100 incluye dos lechos de electrodos 112 formados como planos que están espaciados entre sí y están alineados de forma no paralela entre sí de modo que forman un ángulo entre sí (es decir, cada lecho está en un ángulo y, por lo tanto, no es perpendicular a los lados superior e inferior del aparato), donde el espaciado entre los lechos disminuye desde la parte superior hasta la parte inferior del aparato. En una realización alternativa, el flujo de fluido y el aparato se pueden configurar de modo que el espaciado entre los lechos pueda aumentar desde la parte superior hasta la parte inferior del aparato.

[0041] Los electrodos 180 de cada lecho 112 comprenden agujas interconectadas eléctricamente que están conectadas a una fuente de energía de alto voltaje a través de un inyector (no mostrado) de manera que la fuente de energía proporciona energía eléctrica a las agujas de electrodo durante el funcionamiento. El inyector está conectado con el dispositivo de soporte de aislador de alto voltaje que incluye aisladores 107. Las agujas de electrodo están espaciadas entre sí y están instaladas en cada lecho de electrodo 12 en una disposición adecuada (por ejemplo, un orden escalonado como se muestra en la FIG. 5), y el inyector está hecho de un material dieléctrico y es un cuerpo hueco tridimensional. Las agujas pueden estar formadas de acero inoxidable o cualquier otro metal u otro material adecuadamente conductor. Las agujas que forman los electrodos 180 pueden tener cualquier dimensión adecuada. En una realización de ejemplo, las agujas pueden tener una longitud de aproximadamente 30 mm a aproximadamente 50 mm (por ejemplo, una

longitud de aproximadamente 40 mm) y un diámetro (o sección transversal) que varía de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,2 mm (por ejemplo, un diámetro de aproximadamente 0,8 mm). Además, se pueden definir filas de agujas dentro de la matriz de electrodos (por ejemplo, donde una fila está definida por cualquier conjunto de electrodos que se extienden a lo largo de una línea imaginaria dentro de la matriz), donde el espaciado entre las agujas de electrodo se establece para mejorar el rendimiento de los lechos de electrodos durante el funcionamiento del aparato. En realizaciones preferidas, el espaciado entre dos agujas de electrodo consecutivas cualesquiera en una fila puede variar de aproximadamente 15 mm a aproximadamente 30 mm, más preferiblemente de aproximadamente 18 mm a aproximadamente 25 mm (por ejemplo, aproximadamente 22 mm). Además, las agujas de electrodo en una fila de la matriz están escalonadas (es decir, no alineadas) en relación con las agujas de electrodo en otra fila consecutiva.

[0042] La matriz de electrodos en forma de aguja 180 se puede proporcionar y/o formar con cada lecho de electrodos 112 de cualquier manera adecuada. En una realización de ejemplo, cada aguja que forma un electrodo 180 se puede insertar a través de un cable conductor trenzado aislado de calibre n.º 16, donde la aguja rompe el aislamiento externo del cable y está en contacto íntimo con los hilos conductores dentro del cable. Cada cable se puede conectar con la fuente de alimentación de alto voltaje para suministrar corriente eléctrica a cada aguja durante el funcionamiento. La estructura plana de cada lecho de electrodos 112 se puede construir de un material adecuadamente rígido y aislante, como plástico ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) u otro material polimérico adecuadamente aislante. La estructura plana para cada lecho de electrodos se puede fabricar con orificios perforados en cualquier patrón o matriz adecuados para recibir las agujas a medida que emergen del extremo opuesto de los cables. A través del contacto íntimo con el cable, cada aguja forma parte de un conjunto más grande que está acoplado directamente a la fuente de alimentación de alto voltaje a través de los cables, formando así un electrodo de aguja combinado espaciado geométricamente. Este electrodo favorece la formación de un campo eléctrico dentro de la zona de reacción 190 entre los lechos de electrodos 112 y las superficies de reacción de los paneles de desbordamiento de agua 132 correspondientes.

[0043] Las agujas se pueden acoplar con las estructuras planas de los lechos de electrodos manualmente (por ejemplo, individualmente a mano) o, preferiblemente, a través de cualquier proceso automatizado adecuado (por ejemplo, utilizando métodos de ensamblaje de fábrica

convencionales). En una realización alternativa, también se pueden utilizar técnicas para formar los lechos de electrodos que son similares a los métodos para formar cableado o placas de circuitos impresos. Por ejemplo, se puede utilizar un material de sustrato de fibra de vidrio revestido de cobre que tiene una resistencia al fuego muy alta. Además, debido a la alta resistencia eléctrica de la fibra de vidrio, también tiene una constante dieléctrica alta para soportar un campo eléctrico sin descomponerse y convertirse en un conductor de corriente eléctrica en presencia de un alto voltaje. La placa de sustrato de fibra de vidrio revestida de cobre se puede fabricar uniendo una capa continua delgada de cobre sobre una lámina grande de fibra de vidrio. Utilizando grabado químico, el patrón de cableado se forma mediante la eliminación del cobre que no es parte del patrón de cableado en sí. Los orificios perforados a través de las estructuras planas pueden recibir las agujas, donde los orificios se proporcionan de manera tal que las agujas estén en contacto con el cableado en las estructuras planas para completar la conexión eléctrica con la fuente de energía de alto voltaje (basado en el acoplamiento eléctrico del cableado con la fuente de energía).

[0044] En otra realización de ejemplo, las agujas de electrodo se disponen en filas y se conectan en serie a lo largo de un conductor sólido continuo, donde cada aguja se engarza al conductor en serie. Esto solo requiere un único engarce para cada electrodo en el que cada aguja se conecta con el conductor sólido, lo que mejora significativamente el rendimiento del lecho de electrodos y evita que se produzcan arcos eléctricos durante el funcionamiento del lecho de electrodos en el aparato.

[0045] Las agujas para cada lecho de electrodos 112 también pueden incluir un revestimiento que puede reducir la resistividad eléctrica y proporcionar una excelente adhesión al sustrato, exhibir buenas propiedades de desgaste y ser capaz de soportar temperaturas entre -30 °C y 1400 °C. En ciertas aplicaciones, algunos metales utilizados en el revestimiento pueden mejorar aún más las reacciones de ionización y/o plarón para disociar los compuestos de óxido en materiales elementales (y/o alotrópicos) actuando como catalizadores para las reacciones. Los revestimientos se pueden formar sobre las agujas de la siguiente manera. Se formula un baño con aleaciones polimetálicas, producidas mediante técnicas de níquel sin corriente eléctrica. Los baños pueden contener una fuente de catión de níquel y se pueden reducir utilizando boro o fósforo. Se pueden añadir agentes complejantes y reductores para controlar la velocidad de enchapado. Se pueden añadir fuentes de cationes metálicos adicionales, produciendo una aleación codepositada.

[0046] El material depositado sobre las agujas que forman los electrodos 180 puede comprender uno o más de níquel, tungsteno, boro, cobre y carbono (por ejemplo, nanopartículas de carbono y/o partículas de carbono gruesas). En realizaciones de ejemplo, el material depositado puede comprender dos o más de níquel, tungsteno, boro, cobre y carbono (por ejemplo, nanopartículas de carbono y/o partículas de carbono gruesas). En una realización de ejemplo específica, el material de depósito puede comprender principalmente o sustancialmente (es decir, más del 50 % en peso del material de depósito) níquel, y puede comprender además tungsteno en una cantidad de entre el 3 % y el 6 % en peso del material de depósito, boro en una cantidad de entre el 1 % y el 3 % en peso del material de depósito, cobre en una cantidad de entre el 0,5 % y el 1 % en peso del material de depósito, y carbono en una cantidad de entre el 1 % y el 3,5 % en peso del material de depósito. Por ejemplo, el carbono puede estar presente en una cantidad de nanopartículas de carbono (por ejemplo, partículas de menos de 1 micrón de tamaño) en una cantidad de 0,05 % a 0,20 % en peso del material de depósito, y partículas gruesas de carbono (por ejemplo, partículas de al menos 1 micrón de tamaño) en una cantidad de 1 % a 3 % en peso del material de depósito. Las soluciones de niquelado electrolítico se pueden utilizar para formar depósitos que comprenden uno o más de los componentes del material como se describe en este documento. Se pueden realizar ajustes al baño de niquelado, dependiendo del requisito del recubrimiento para el uso del producto final. Las condiciones para operar el baño de niquelado electrolítico dependen del espesor final del niquelado, la morfología del recubrimiento y la incorporación de materiales de aleación.

[0047] La fuente de alto voltaje que proporciona energía eléctrica a los electrodos 180 de los lechos de electrodos 112 puede comprender un pararrayos de descarga de alto voltaje (HV) que controla el arco eléctrico y la descarga disruptiva de la descarga de corona asociada con una fuente de alto voltaje de fuerza electromotriz (EMF), que es el caso con las condiciones de plasma ligero presentes cerca de la zona de reacción del proceso de disociación de compuestos de óxido y captura de material elemental. El pararrayos de descarga de HV puede estar compuesto por una pluralidad de resistencias de 33.000 ohmios y 5 vatios con un cuerpo cerámico, sumergidas en aceite de fluido de transmisión de potencia automotriz y colocadas en un recipiente de plástico que también proporciona un alto aislamiento para evitar el arco eléctrico externo. El aceite cumple una función similar al aceite de transformador que es proporcionar aislamiento al aumentar la constante dieléctrica, aislamiento, supresión del arco eléctrico y la descarga de corona, y enfriamiento. En general, una resistencia es un componente que se opone al flujo de corriente en un circuito y, por

lo tanto, disipa el calor como resultado de la corriente eléctrica que fluye a través de él. Para crear una resistencia total de 1 millón de ohmios (megaohmios) para el pararrayos de alta tensión, se pueden proporcionar, por ejemplo, 31 resistencias configuradas en serie, cada una de las cuales tiene una resistencia de 33.000 ohmios, con una capacidad de manejo de potencia de 155 vatios continuos de potencia disipada. Esta configuración es particularmente eficaz si se utiliza una matriz de electrodos para un lecho de electrodos en el que solo se requiere un único engarce para cada electrodo (es decir, engarzar cada aguja a un conductor en serie), ya que esta configuración elimina de forma eficaz la posibilidad de formación de arcos eléctricos durante el funcionamiento. Son posibles otras configuraciones para aumentar la resistencia total de la matriz. El pararrayos de alta tensión utiliza una pluralidad de resistencias dispuestas en una configuración en serie mediante la cual las resistencias individuales están unidas extremo a extremo físicamente y, por lo tanto, eléctricamente, lo que aumenta la resistencia total en proporción al número de resistencias. Otra propiedad de una resistencia que es relevante para este pararrayos es el manejo de potencia. Cada resistencia se clasifica de acuerdo con el rango de disipación de potencia seguro en el que puede funcionar. La potencia nominal de 5 vatios de cada resistencia es una medida de la cantidad de potencia que puede manejar esa resistencia sin causar tensión en el cuerpo cerámico ni en la unión de los cables de conexión al cuerpo. La disipación de potencia en un componente electrónico se manifiesta como calor irradiado, por lo que cada resistencia de 5 vatios en serie aumenta la capacidad de manejo de potencia en 5 vatios, ya que aumenta el área de superficie disponible para soportar la disipación de calor. El aceite de transmisión proporciona además un medio para enfriar el conjunto resistivo cuando está en funcionamiento.

[0048] La zona de reacción 190 se define entre las superficies de reacción de cada panel de desbordamiento de agua 132 y las agujas de electrodos (es decir, electrodos 180) que sobresalen del lecho de electrodos correspondiente 112 que está distanciado y en alineación casi paralela (pero ligeramente desplazado de la alineación paralela como se muestra en la FIG. 4 y como se describe con más detalle en este documento) con el plano 132 a lo largo de los lados opuestos del aparato 100. El flujo de agua a través de las tuberías 126 se controla durante el funcionamiento para asegurar la formación de una película de agua delgada continua a lo largo de la superficie de reacción de cada panel de desbordamiento de agua 132 a medida que el agua fluye por cada plano 132 hasta el bolsillo de recolección inferior 136. Esta película de agua delgada continua a lo largo de la superficie de reacción de cada panel de desbordamiento de agua 132 funciona como un

electrodo líquido en la zona de reacción 190. Los electrodos 180 de cada lecho de electrodos 112 para cada zona de reacción 190, que miran hacia y están espaciados de la superficie de reacción y la película de agua delgada del panel de desbordamiento de agua correspondiente, se encuentran en la zona de reacción 190. El panel 132, también funciona como electrodo combinado para la inyección de alto voltaje del aparato.

[0049] Se puede establecer y/o ajustar una distancia o espaciamiento entre las puntas de los electrodos de aguja 180 y las superficies de reacción de los paneles de desbordamiento de agua 132 correspondientes mediante cualquier mecanismo de suspensión adecuado asociado con la estructura de suministro de agua 128 y/o mecanismo de suspensión implementado en las vigas de soporte 106 y/o dispositivo de soporte aislador de alto voltaje que está soportado por las vigas de soporte. En una realización de ejemplo no limitante, este espaciamiento (es decir, ancho de la zona de reacción) puede ser de aproximadamente 140 mm a aproximadamente 150 mm.

[0050] Cada panel de desbordamiento de agua 132 y su lecho de electrodos correspondiente 112 están alineados entre sí de una manera casi paralela, pero no exactamente paralela, de modo que el ancho de la zona de reacción varía a lo largo de una dirección de flujo de fluido a través de la zona de reacción, o a lo largo de una longitud de la zona de reacción. En particular, cada panel de desbordamiento de agua 132 puede extenderse desde el panel superior 109 (o un plano paralelo al panel superior 109) y en una dirección que se aleja de un eje longitudinal central de la carcasa 102 en un primer ángulo incluido de aproximadamente 69° a aproximadamente 73° (por ejemplo, aproximadamente 71°). Cada lecho de electrodos 112 puede extenderse desde el panel superior 109 (o un plano paralelo al panel superior 109) y en una dirección que se aleja del eje longitudinal central de la carcasa 102 en un segundo ángulo incluido de aproximadamente 65° a aproximadamente 70° (por ejemplo, aproximadamente 67°). El primer ángulo incluido para cada panel de desbordamiento de agua 132 difiere de (por ejemplo, es mayor que) el segundo ángulo incluido para cada lecho de electrodos 112. Esto da como resultado el espacio o distancia entre las puntas de los electrodos 180 y la superficie de reacción de cada plano correspondiente 132, definido como el ancho de la zona de reacción, que varía y disminuye en una dirección desde el extremo inferior o parte inferior de la carcasa 102 (ancho W1 como se muestra en la FIG. 4) hasta el extremo superior o panel superior 109 de la carcasa 109 (ancho W2 como se muestra en la FIG. 4). Para decirlo de otra manera, el ancho de la zona de reacción disminuye en una dirección de flujo de fluido arrastrado con compuestos de óxido a través de la zona de reacción 190 (es decir,

el ancho de la zona de reacción disminuye en una dirección desde la entrada de la zona de reacción o parte inferior de la carcasa 102 hasta la salida de la zona de reacción o parte superior de la carcasa 102 en o cerca del panel superior 109). En otras realizaciones, el espacio o distancia (ancho de la zona de reacción) puede aumentar en la dirección del flujo de fluido arrastrado con compuestos de óxido a través de la zona de reacción. Se cree que variar el espacio o la distancia (o el ancho de la zona de reacción) a lo largo de la zona de reacción 190 de la manera descrita en este documento mejora las reacciones de ionización y/o plaron dentro de la zona de reacción a medida que el gas (u otro fluido) que se va a procesar atraviesa la zona de reacción desde la entrada hasta la salida del aparato 100 y los compuestos de óxido/partículas se eliminan del gas y se convierten en material elemental.

[0051] En respuesta a la aplicación de un voltaje adecuadamente alto a una frecuencia adecuada (a través de la fuente de energía de alto voltaje) y corriente a los electrodos 180, se facilitan las reacciones de ionización y/o plaron de los compuestos arrastrados dentro del fluido gaseoso proporcionado al aparato 100 (a través de la campana o el registro) dentro de la zona de reacción 190 (definida entre los extremos de las agujas de electrodo y el electrodo líquido definido en la superficie de reacción del panel de desbordamiento de agua). Esto da como resultado la disociación de los compuestos arrastrados y la generación de materiales o componentes elementales (por ejemplo, carbono elemental, azufre elemental, etc.) que se eliminan del fluido gaseoso y se capturan y arrastran aún más en el agua que fluye que define la película delgada continua de agua a lo largo de la superficie de reacción de cada panel de desbordamiento de agua 132. El agua que sale de los bolsillos de recolección de agua inferiores 136 se puede recolectar (por ejemplo, en el sistema 200 descrito en este documento), donde los componentes elementales se pueden separar luego del agua recolectada para su posterior procesamiento y/o uso en otras aplicaciones.

[0052] El funcionamiento del aparato se logra proporcionando un fluido gaseoso que incluye compuestos arrastrados que se deben eliminar del fluido gaseoso. Por ejemplo, el fluido gaseoso puede comprender una corriente de aire de escape de un proceso de combustión, donde la corriente de aire de escape está arrastrada con compuestos de óxido tales como óxidos de carbono, óxidos de azufre, óxidos de plomo, óxidos de zinc, óxidos de hierro, óxido de magnesio y óxidos de plata. Como se indica en el presente documento, el aparato también puede funcionar para procesar un fluido tal como un líquido (por ejemplo, agua) o una combinación de agua y gas. Una fuente de alto voltaje (por ejemplo, un generador de alto voltaje de transformador) está acoplada

eléctricamente con los electrodos 180 de los lechos de electrodos 112 para aplicar un voltaje en un rango de 30 kV - 100 kV (por ejemplo, de 30 kV - 80 kV) a una frecuencia alta (por ejemplo, mayor a 24.000 Hz, preferiblemente 0,1-10 MHz) y una corriente de 0,1-150 mA en la zona de reacción 190 del aparato 100.

[0053] Se proporciona una película continua de agua a lo largo de la superficie de cada panel de desbordamiento 132 (por ejemplo, a través de una bomba de circulación de agua que suministra agua a las tuberías 126, a las bolsas de agua superiores 130 y luego hacia abajo a lo largo de cada panel de desbordamiento 132). El flujo de corriente de aire de escape (u otro fluido) que contiene partículas oxidadas se introduce en el aparato 100 en la parte inferior de la carcasa 102 (por ejemplo, a través de un registro) de modo que fluya a través de las zonas de reacción 190. El aparato 100 se puede utilizar para tratar fluidos gaseosos a cualquier temperatura deseada. En una realización de ejemplo, el aparato 100 se puede utilizar para tratar directamente un flujo de fluido a una temperatura que oscila entre aproximadamente 10 °C y aproximadamente 200 °C o más (por ejemplo, entre aproximadamente 30 °C y aproximadamente 90 °C). La gestión de la temperatura del flujo de fluido se puede lograr a través de un intercambiador de calor y/o a través de la captura directa de aire del entorno circundante. Por ejemplo, las paredes de rejilla 113 que se oponen a los lechos de electrodos 112 incluyen aberturas o ranuras que permiten que el aire fluya hacia la carcasa 102 desde el entorno ambiental y luego salga por el respiradero de aire 108 en el panel superior 109, y este aire de reposición se puede utilizar para controlar las temperaturas en las zonas de reacción 190. Las ranuras en las paredes de rejilla 113 se pueden ajustar selectivamente para controlar una cantidad de aire que puede fluir hacia la carcasa en cualquier momento dado durante el funcionamiento.

[0054] El flujo de aire de escape que entra en la carcasa 102 desde abajo (por ejemplo, a través de un registro) llena las zonas de reacción 190 del aparato 100. En particular, el flujo de aire de escape entra en el extremo inferior o de abajo de la carcasa 102, viaja hacia arriba y dentro de las zonas de reacción 190 en la carcasa 102, luego a través de las zonas de reacción 190 y saliendo del aparato 100 en el respiradero de aire 108 del panel superior 109. Se puede formar una cortina de aire dentro de la carcasa 102 proporcionando una estructura de cortina de aire que entrega aire forzado (a través de un ventilador o soplador, no mostrado) hacia abajo dentro de los espacios entre las paredes exteriores 114 y las paredes de lamas 113, donde el aire forzado fluye además a través de las ranuras de las paredes de lamas 113 y continúa hacia abajo para proporcionar una

corriente de aire en una ubicación central cerca de la parte inferior de la carcasa 102 en la que entra el flujo de aire de escape. Esto obliga al aire de escape a fluir hacia lados opuestos de la carcasa del aparato y hacia dentro y a través de las zonas de reacción 190 (como lo muestran las flechas en la FIG. 2 y en el sistema 200 representado en la FIG. 6).

[0055] En las zonas de reacción 190, los compuestos de óxido arrastrados dentro del aire de escape se disocian a través de reacciones de ionización y/o plaron para formar compuestos elementales (por ejemplo, alótropos de dichos compuestos elementales) como resultado del alto voltaje aplicado entre los electrodos 180 y la capa de película de agua delgada (electrodo de capa de película de agua) dispuesta a lo largo de cada panel de desbordamiento de agua 132. La velocidad del aire de escape que ingresa a las zonas de reacción se puede controlar (por ejemplo, acelerar o desacelerar) para mejorar la interacción entre los electrodos de fuente puntual 180 (puntas de aguja) y los compuestos de óxido, controlando así la conversión de compuestos de óxido en componentes elementales (por ejemplo, carbono elemental, azufre elemental, plomo elemental, zinc elemental, magnesio elemental, plata elemental, etc.). Los componentes elementales formados a partir de la disociación de compuestos de óxido dentro de la corriente de aire de escape se separan aún más de la corriente de aire y se absorben en la fina película de agua definida por el agua que fluye a lo largo de cada panel de desbordamiento de agua 132. El material elemental se puede separar, descartar, procesar, etc., según se desee. Ciertos componentes elementales (por ejemplo, carbono elemental en forma de grafito, grafeno, fullerenos y/o nanotubos) se pueden utilizar para otros procesos. El fluido libre de compuestos oxidados sale del aparato a través de una o más salidas en el panel superior 109 de la carcasa 102.

[0056] De este modo, el aparato 100 facilita el procesamiento de gas u otro fluido dentro de las zonas de reacción 190 del aparato en un flujo de abajo hacia arriba del aparato, mientras que el agua que forma un electrodo y recoge el material elemental formado en las zonas de reacción 190 fluye (por ejemplo, por gravedad) de arriba hacia abajo del aparato o en flujo a contracorriente con el gas o fluido de proceso que contiene los compuestos de óxido. Alternativamente, el fluido a procesar y el flujo de agua pueden estar en direcciones opuestas a las establecidas en las realizaciones representadas en los dibujos, mientras que se mantiene el flujo a contracorriente entre el fluido a procesar y el flujo de agua.

[0057] El aparato puede tener cualquier dimensión adecuada para una aplicación particular y en función de un volumen de fluido que se va a procesar en un período de tiempo determinado.

[0058] En otras realizaciones, una pluralidad de aparatos se pueden acoplar juntos en paralelo o en serie con respecto al flujo de fluido a través de los aparatos. Por ejemplo, los aparatos se pueden conectar juntos en serie en los que el fluido arrastrado con compuestos de óxido fluye desde una salida de un aparato a una entrada de un aparato alineado consecutivamente, etc. para cualquier número de aparatos conectados en serie. Alternativamente, cada aparato se puede disponer en flujo paralelo con respecto al flujo de fluido arrastrado con compuestos de óxido, donde cada aparato procesa por separado e independientemente una parte del fluido. De manera similar, los aparatos se pueden alinear en flujo en serie o flujo paralelo con respecto al flujo de agua (que arrastra materiales elementales formados a partir de los aparatos) a cada aparato.

[0059] Los sistemas pueden configurarse para alojar o contener un solo aparato o una pluralidad de aparatos (dispuestos en serie y/o en paralelo con respecto al flujo de fluido arrastrado con compuestos de óxido y/o flujo de agua). En ciertas aplicaciones, proporcionar aparatos en serie para el fluido que se va a procesar puede lograr mayores eficiencias con respecto a la eliminación de compuestos de óxido y la conversión a materiales elementales. En ciertas otras aplicaciones, y dependiendo de los flujos volumétricos que se requieren procesar durante un cierto período de tiempo, los sistemas pueden proporcionar aparatos en paralelo con respecto al flujo de fluido a procesar para asegurar el procesamiento suficiente de grandes cantidades de fluido en un momento dado.

[0060] Una realización de ejemplo de un sistema 200 que incluye una pluralidad de aparatos 100 se representa con referencia a las FIGS.6-8. El sistema 200 incluye una carcasa con un conjunto de techo estructural 201 y una pluralidad de unidades, contenedores o compartimentos 202 apilados verticalmente. El tamaño de los compartimentos 202 puede variar en función de los requisitos de tamaño de los aparatos 100 y/o de otros componentes del sistema. En una realización de ejemplo, uno o más (por ejemplo, todos) de los compartimentos 202 pueden tener una altura de hasta aproximadamente 12 metros (por ejemplo, 40 pies de alto). El sistema 200 se describe con respecto al procesamiento de una corriente gaseosa obtenida de un sitio de combustión 209. Sin embargo, el sistema se puede utilizar con cualquier otro tipo de sistemas industriales y para una amplia variedad de diferentes tipos de corrientes gaseosas (o corrientes líquidas, o combinaciones

de corrientes gaseosas y líquidas) que se van a purificar, incluido el aire atmosférico o la captura directa de aire (DAC) (en la que el aire atmosférico se puede tratar y purificar a partir de óxidos que incluyen, sin limitación, óxidos de carbono, óxidos de azufre y otros compuestos de óxido).

[0061] Una corriente gaseosa o un producto de gas de combustión obtenido del sitio de combustión 209 se suministra a través de una ruta de flujo de proceso 217 (por ejemplo, a través de conductos adecuados o tuberías de suministro) a un intercambiador de calor 203 ubicado dentro de uno de los compartimentos 202. El intercambiador de calor 203 se puede utilizar para enfriar el producto de gas que sale del sitio de combustión 209, donde la energía capturada de la transferencia de calor entre el producto de gas y un fluido refrigerante del intercambiador de calor 203 se puede utilizar en otro proceso. La corriente de gas que emerge del intercambiador de calor 203 se dirige luego a otro compartimento 202 ubicado por encima del compartimento 202 que alberga el intercambiador de calor 203. El o los compartimentos 202 por encima del compartimento del intercambiador de calor 202 albergan una pluralidad de aparatos 100. Si bien se representan cuatro aparatos 100 en el sistema 200 de la FIG. 2, se observa que el sistema puede escalarse de cualquier manera para incluir cualquier número adecuado (por ejemplo, uno, dos, tres o más) de aparatos 100 para su uso en la limpieza/purificación de la corriente gaseosa y la eliminación y conversión/captura de componentes o materiales elementales en las corrientes de agua que fluyen a través de los aparatos. Los aparatos también pueden alinearse de cualquier manera adecuada dentro del contenedor del sistema, incluyendo cualquier número de filas y/o columnas de aparatos dentro del contenedor. Como se señaló anteriormente, los aparatos 100 están dispuestos en paralelo con respecto tanto al flujo de gas de combustión como al de agua dentro de los aparatos.

[0062] La corriente de gas fluye a través de un conducto 219 desde una salida del intercambiador de calor 203 y luego hacia un colector 220. El colector 220 suministra gas a cada aparato 100 en una entrada 204 (también denominada registro) ubicada en un extremo inferior o inferior de cada aparato. Como se muestra en una vista en corte parcial de uno de los aparatos 100 de la FIG. 6 y además como se muestra en la FIG. 2, el gas fluye hacia arriba a través de cada aparato dentro de las zonas de reacción 190 provistas dentro del aparato (como se indica por las flechas dentro de las zonas de reacción 190), donde el gas está en estrecha proximidad y/o en contacto con los electrodos 180 dispuestos sobre los lechos de electrodos 112 que se extienden hacia afuera y dentro de cada zona de reacción 190. El aire procesado y limpiado/purificado emerge de cada aparato en una ubicación superior de cada aparato 100 (por ejemplo, desde el respiradero de aire 108 en el

panel superior 109 de la carcasa 102 para cada aparato). El aire purificado se suministra a través de una estructura de suministro de fluido purificado adecuada (por ejemplo, uno o más conductos dentro del conjunto de techo estructural 201) fuera del sistema 200 y dentro del entorno o ambiente circundante.

[0063] Uno o más sopladores de cortina de aire 208 están adecuadamente alineados con cada aparato 100 de modo de soplar aire dentro de los aparatos entre cada pared de rejilla 113 y la pared exterior correspondiente 114, donde el aire es soplado hacia abajo dentro de la carcasa 102 para cada aparato 100 para crear una cortina de aire que fuerza a la corriente de gas de combustión a dividirse desde la entrada 204 y ser dirigida a través de cada zona de reacción 190 (como lo muestran las flechas en la vista en sección transversal parcial del aparato 100 para la FIG. 6).

[0064] Un sistema de recirculación de agua para el sistema 200 incluye una bomba de agua 225, tuberías 126 que proporcionan agua a los aparatos 100 (a través de los bolsillos de agua superiores 130), y tuberías de salida o retorno 226 que devuelven el agua que emerge de los aparatos (desde los bolsillos de recolección de agua inferiores 136) a un tanque de recolección 212. El funcionamiento de cada aparato se ha descrito previamente en este documento. El agua arrastrada con material elemental fluye desde cada aparato 100 (a través de las tuberías de retorno 226) al tanque de recolección 212, donde el tanque de recolección 212 puede configurarse para filtrar y/o separar y recolectar materiales elementales sólidos del agua para su posterior procesamiento. El agua filtrada, sustancialmente libre de materiales elementales y otros sólidos, puede luego recircularse a través de la bomba de agua a las tuberías 126 y de regreso a las entradas de agua de los aparatos 100.

[0065] Los componentes o materiales elementales (por ejemplo, materiales de carbono elemental tales como fulerenos y/o nanotubos de carbono, materiales de azufre elemental, etc.) filtrados y/o separados del tanque de recolección 212 se pueden entregar, por ejemplo, a través de un conducto 230, a un sistema de procesamiento 235. El sistema de procesamiento 235 puede procesar los materiales elementales de cualquier manera adecuada, incluyendo, sin limitación, la modificación de los materiales de cualquier manera y dependiendo de una aplicación particular. El tanque de recolección 212 puede comprender además un tanque de flotación por aire disuelto (DAF) que incluye una bomba de burbujeo de aire 207 y un presurizador 206 conectado con el tanque 212 para proporcionar burbujas de aire dentro del agua en el tanque que pueden mejorar la separación

de materiales elementales y/u otros materiales sólidos (por ejemplo, compuestos que comprenden carbono, azufre, hierro, etc.) del agua.

[0066] El sistema 200 incluye además una solución de limpieza para limpiar selectivamente los electrodos dentro de cada aparato 100, donde se proporciona una bomba de solución de limpieza de electrodos para dirigir el fluido de limpieza desde un depósito de fluido de limpieza 205 y hacia dentro de cada aparato 100 a través de tuberías de líquido de limpieza 120 y válvulas 124 (mostradas, por ejemplo, en las FIGS. 1 y 6), donde la solución de limpieza se bombea y luego se devuelve al depósito 205 a través de tuberías de retorno 213 y la bomba.

[0067] El sistema 200 proporciona una purificación mejorada de gases de impurezas y partículas dañinas, incluidos compuestos de óxido como se indica en este documento.

[0068] El funcionamiento del sistema 200 se describe a continuación. Se inyecta una corriente gaseosa contaminada (por ejemplo, gas de combustión) en una chimenea situada debajo o adyacente a una planta de limpieza de gases u otro sitio de combustión 209 que incluye el sistema 200. Bajo la acción de un empuje asistido, la corriente gaseosa pasa a baja o poca presión entre las puntas de los electrodos 180 de los lechos de electrodos 180 para cada aparato 100. La cortina de aire suministrada a través del soplador de cortina de aire 208 se utiliza para crear paredes de aire a través de las ranuras de las paredes de lamas 113 para forzar las emisiones gaseosas hacia dentro y a través de las zonas de reacción 190 de los aparatos 100, después de lo cual las emisiones tratadas se liberan de los aparatos y el sistema 200 a la atmósfera. El electrodo de agua para cada aparato 100 está formado por agua que fluye hacia abajo por cada panel de desbordamiento de agua 132 desde las bolsas de agua superiores 130, y sirve como un aceptor de las impurezas extraídas. El agua con impurezas precipitadas (materiales elementales y/o otros materiales sólidos) se recoge en las bolsas de agua inferiores 136, y luego se drena por gravedad a través de la tubería 226 hasta el tanque DAF 212. El agua se procesa y se filtra para eliminar los materiales sólidos. Una vez filtrada, el agua se bombea de nuevo a las bolsas de agua superiores 130 (a través de las tuberías 126) para su reutilización por cada aparato 100. Se aplica un voltaje de 30 kV a 100 kV (por ejemplo, de 30 kV a 80 kV) a los electrodos 180 del inyector desde una fuente de alto voltaje (por ejemplo, del tipo indicado anteriormente en este documento) y a una frecuencia de pulso mayor de 24.000 Hz, preferiblemente en el rango de 0,1 a 10 MHz, y a una corriente en el rango de 0,1 a 150 mA.

[0069] Por lo tanto, el aparato, el sistema y los métodos descritos en el presente documento permiten una mejor eliminación y conversión de compuestos de óxido de corrientes gaseosas que contienen contaminantes en materiales elementales. Las corrientes gaseosas se pueden purificar y los materiales elementales formados a partir del proceso que utiliza el aparato y/o el sistema (que incluye una pluralidad de aparatos) pueden ser de valor significativo para diferentes aplicaciones.

[0070] El uso de dos zonas de reacción independientes en cada aparato (cada zona de reacción dispuesta entre el panel de desbordamiento de agua y el lecho de electrodos correspondiente) mejora el procesamiento del fluido (purificación y formación de materiales elementales). Además, el cambio en el ancho de la zona de reacción a lo largo de la trayectoria de flujo definida entre cada lecho de electrodos y el panel de desbordamiento de agua correspondiente (donde el ancho de la zona de reacción disminuye en una dirección desde la entrada de la zona de reacción o la parte inferior de la carcasa hasta la salida de la zona de reacción o la parte superior de la carcasa) puede mejorar la ionización y/o las reacciones de plaron de compuestos de óxido dentro del fluido a medida que fluye a lo largo de cada zona de reacción.

[0071] En realizaciones alternativas, una corriente líquida (por ejemplo, agua) se puede purificar haciendo pasar la corriente líquida a través de las zonas de reacción de un aparato o sistema que incluye una pluralidad de aparatos como se describe en este documento y de la misma manera o de una manera similar a la indicada en este documento para una corriente gaseosa para facilitar la eliminación de componentes que comprenden partículas y óxidos, así como la conversión de óxidos dentro de la corriente líquida en sustancias elementales y/o sustancias alotrópicas antes de su eliminación de la corriente líquida. Además, una corriente combinada de gas y líquido también se puede procesar mediante el aparato y el sistema utilizando las mismas técnicas que se describen en este documento.

[0072] El sistema, aparato y métodos descritos en este documento también facilitan la limpieza de aire u otros flujos de entrada gaseosos y/o líquidos de todos los óxidos, partículas, polvo, moho, esporas de hongos y bacterias con alta eficiencia. El flujo de aire o flujo de emisión ingresa a las áreas inferiores del aparato. En una realización de ejemplo del sistema (por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 6-8), las zonas de reacción se proporcionan en cuatro canales abiertos (por ejemplo, cuatro aparatos en paralelo), que se dividen además en ocho subcanales (dos zonas de reacción por aparato) que fluyen hacia arriba y se tratan con reacciones de ionización y/o plaron

que hacen que los óxidos se recombinen en materiales elementales sólidos que incluyen alótropos de dichos materiales elementales (por ejemplo, alótropos de carbono como grafeno, grafito, fulerenos y nanotubos de carbono, y alótropos de azufre). El oxígeno y el nitrógeno se pueden liberar en forma de gases inertes debido a las reacciones de disociación en las zonas de reacción, y estos gases inertes viajan con el aire procesado que sale de los aparatos y el sistema y hacia la atmósfera.

[0073] Como resultado del proceso que se produce en el electrodo cercano, se generan descargas de alto voltaje y se liberan electrones que chocan con las moléculas de los componentes contaminantes, excitándolas y destruyendo la estructura de estos componentes. Se produce el proceso de transformación electroquímica y/o electrofísica de óxidos en elementos químicos sólidos. En cada zona por encima de la punta de la aguja se produce una reacción exotérmica y endotérmica interfásica que intensifica significativamente el proceso de conversión.

[0074] Como se señaló anteriormente, las condiciones de procesamiento de alto voltaje (por ejemplo, voltaje de 30 – 100 kV pulsando a una frecuencia de más de 24.000 Hz, preferiblemente en el rango de 0,1-10 MHz, y corriente aplicada de 0,1 - 150 mA) se pueden aplicar a los electrodos de los lechos de electrodos, lo que da como resultado eficiencias de conversión para óxido de carbono, óxido de azufre, óxidos de nitrógeno, etc. de hasta 99,95%.

[0075] El uso de descargas de alto voltaje dentro de las zonas de reacción del aparato y/o sistema puede proporcionar una purificación de aire de alta calidad en relación con la desinfección y/o higienización del aire de varios virus y bacterias debido a la exposición resonante, en la que la exposición externa periódica provoca un aumento brusco en la amplitud de las vibraciones estacionarias de los microorganismos. Cuando la frecuencia de la influencia externa coincide con la frecuencia característica de los microorganismos, se produce su destrucción. Al mismo tiempo, en el rango de voltaje y corriente reivindicados, se crearán condiciones para la aparición de una resonancia que tiene un efecto perjudicial sobre los virus y microorganismos. Existe una disociación del 90% o más del aire de óxidos, polvo, aerosoles, bacterias y virus. Además, también se disocian en el proceso COV, furanos y dioxinas. Debido a la resonancia, se proporciona un efecto adicional sobre los enlaces químicos de los componentes contaminantes, lo que conduce a la destrucción de estos enlaces y a la neutralización de sustancias tóxicas.

[0076] Los fullerenos son uno de los materiales elementales valiosos que pueden recuperarse utilizando el aparato, el sistema y los métodos aquí descritos. Los fullerenos son una cadena de alto valor y una forma industrialmente importante de carbono que comprende una gran molécula de jaula cerrada formada por 60 o más átomos de carbono hibridizados sp^2 , dispuestos en hexágonos y pentágonos. Actualmente, los fullerenos se conocen en forma de esferoides (“buckminsterfullereno”) y de formas cilíndricas o toroidales (“nanotubos”). Se conocen varios procesos complejos y costosos para producir fullerenos. Como los procesos son tan complejos y los rendimientos tan bajos, el producto resultante es extremadamente caro. El sistema, el aparato y los métodos aquí descritos proporcionan un método mucho más eficiente y barato para producir estos materiales.

[0077] Dado que el aparato de la presente invención funciona solo con una pequeña cantidad de energía, cuando el aparato se utiliza para tratar las emisiones de una planta de energía que funciona con carbón, por ejemplo, el carbono se puede recuperar de la chimenea de la planta y reutilizar repetidamente para alimentar la combustión, mejorando en gran medida la eficiencia de la planta de energía.

[0078] El sistema, aparato y métodos descritos en este documento también son útiles para reducir los requisitos de vertedero. Por ejemplo, dado que el sistema y el aparato son tan eficientes en la limpieza del aire, hacen posible el uso de incineradores que hasta ahora han sido prohibidos o desaconsejados debido a la dificultad de controlar eficazmente la contaminación del aire que producen. Por lo tanto, muchos materiales que de otro modo serían incinerados han sido arrojados a vertederos, desperdiciando innecesariamente una superficie sustancial de vertedero. Si dichos materiales pudieran quemarse en incineradores y tratarse en el presente aparato, esto reduciría en gran medida el volumen del material restante (principalmente el material elemental recogido) que luego podría venderse como materiales de alto valor. Además, el material de vertedero ya enterrado puede extraerse, incinerarse, tratarse de acuerdo con la presente invención y nuevamente podría venderse como materiales de alto valor.

[0079] En ciertas realizaciones, el flujo de aire que contiene moléculas oxidadas y partículas que dependen del material de la fuente de emisión puede moverse a través de una pluralidad (por ejemplo, tres) niveles de zonas de reacción: una primera zona justo por encima de las puntas de las agujas para los electrodos de los lechos de electrodos, una segunda zona ubicada justo más allá

de la primera zona y una tercera zona ubicada justo más allá de la segunda zona y adyacente a la película de agua que fluye dentro de cada zona de reacción. La primera zona más cercana a las agujas puede ser la más reactiva, disminuyendo gradualmente la distancia adicional desde las puntas de las agujas.

[0080] En realizaciones en las que se proporciona un único aparato, la corriente de aire u otro fluido arrastrado con compuestos de óxido y/u otros contaminantes se puede recircular dentro del único aparato (por ejemplo, en lugar de dirigir la corriente desde la salida del aparato al entorno que rodea al aparato). Alternativamente, como se indicó anteriormente, se puede proporcionar una pluralidad de aparatos en serie con respecto al flujo de una corriente de fluido que se va a procesar mediante la eliminación de dichos compuestos de óxido y/u otros contaminantes.

[0081] El aparato, sistema y métodos descritos en este documento pueden funcionar en interiores o dentro de un entorno cerrado, ya que el flujo de aire (u otro fluido) que sale está esencialmente libre de partículas indeseables. Alternativamente, el aparato, sistema y métodos pueden funcionar en entornos exteriores, preferiblemente con un protector contra la lluvia apropiado (no mostrado) que proteja el cuerpo del nodo de electrodo, el receptor y otros componentes potencialmente vulnerables del aparato.

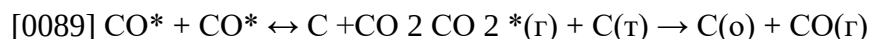
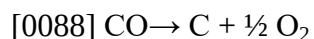
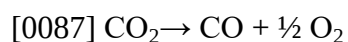
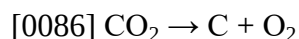
[0082] Los materiales de carbono elemental, como los fulerenos, se pueden producir utilizando el aparato, el sistema y los métodos descritos en el presente documento. Preferiblemente, cuando es deseable producir un fullereno, se quema y se trata una fuente de hidrocarburo muy limpia (como combustible para aviones o parafina) mediante el aparato 100 y/o el sistema 200 con el fin de minimizar la presencia de impurezas en el producto final de fullereno. Los fulerenos producidos, incluidos los nanotubos, C60, C70, C84 y C120, y los fulerenos desconocidos más nuevos, se pueden segregar (por ejemplo, en el sistema de procesamiento 230 del sistema 200) utilizando técnicas convencionales.

[0083] Además, otros materiales formados como resultado del aparato, sistema y métodos descritos en este documento son radicales hidroxilo (OH). Los radicales hidroxilo que se forman se pueden utilizar para aplicaciones (por ejemplo, para limpiar metano de la atmósfera).

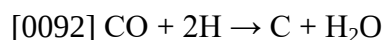
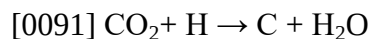
[0084] Se cree que la disociación de compuestos de óxido en materiales elementales utilizando el aparato, sistema y métodos descritos en este documento puede ser el resultado de la producción de hidrógeno elemental producido en las puntas de los electrodos de fuente puntual dentro de las

zonas de reacción del aparato por ionización unipolar y/o reacciones de plaron, que reducen de forma muy activa los gases oxidados dentro de la corriente procesada. Sin embargo, no se pretende que el aparato, sistema y métodos descritos en este documento se limiten de ninguna manera a ninguna teoría de operación para producir dichos materiales elementales y purificación de corrientes procesadas. Con esto en mente, se sugieren los siguientes mecanismos posibles para las reducciones de óxido de carbono y óxido de azufre, así como la formación de radicales hidroxilo de acuerdo con la utilización del aparato, sistema y métodos descritos en este documento, con otros materiales tales como hierro, plata, cobre, magnesio, etc. siendo convertidos a su forma elemental por un mecanismo similar.

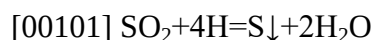
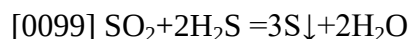
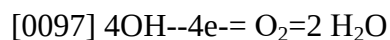
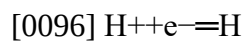
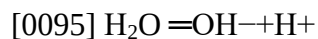
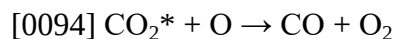
[0085] a) Disociación completa o parcial de óxidos de carbono:



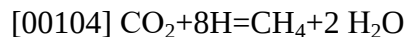
[0090] b) Procesos de recuperación utilizando hidrógeno atómico:



[0093] c) Interacción de óxidos de carbono con oxígeno atómico:



[00102] De manera similar, el dióxido de carbono puede reducirse de acuerdo con el presente mecanismo:



[00106] El aparato, sistema y métodos descritos en este documento proporcionan una serie de ventajas. Algunos ejemplos no limitativos de estas ventajas se describen a continuación:

[00107] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y sus derivados, donde su alta afinidad electrónica y capacidad para transferir electrones, pueden actuar como aceptores en un sistema de células solares que se basa en el transporte de electrones desde el material excitado por la luz (donante) hasta el electrodo. El proceso está mediado por la molécula aceptora. El ejemplo de un aceptor comúnmente utilizado es el éster metílico del ácido fenil-C61-butírico (PCMB), que se utiliza con politiofeno (P3HT) como donante.

[00108] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, que pueden hidrogenarse y deshidrogenarse fácilmente debido a su estructura molecular única (consisten únicamente en átomos de carbono).

[00109] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, que permiten producir enmiendas agrícolas a escala comercial para aumentar el carbono del suelo.

[00110] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, representa el futuro del desarrollo de metales relativamente livianos con mayor resistencia a la tracción, sin cambios serios en la ductilidad del metal, probablemente debido al pequeño tamaño y la alta reactividad debido a las hibridaciones sp , sp^2 y/o sp^3 del carbono.

[00111] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, existiendo la posibilidad de su conversión en diamantes con un reordenamiento menor de los átomos de carbono, ejercido mediante presión.

[00112] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir superconductividad en el rango de 19 a 40 K: Especialmente

importantes son los compuestos cristalinos de C₆₀ con metales alcalinos y metales alcalinotérreos. Estos compuestos son los únicos sistemas moleculares cuya superconductividad se encuentra a temperaturas superiores a 19 K. La superconductividad observada se encuentra en el rango de 19 a 40 K (−254 a −233 °C / −425 a −387 °F).

[00113] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, como agente reductor para la producción de acero en lugar de carbón o biocarbón. “Reducción” es una reacción química que convierte el mineral de hierro (Fe₂O₃) en arrabio (2Fe). El monóxido de carbono (CO) es el ingrediente crucial ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$) y se produce en altos hornos quemando carbón. Esto también produce dióxido de carbono como producto de desecho, que se puede utilizar para producir más alótropos de carbono con este método.

[00114] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para su uso en baterías para disminuir la resistencia de carga de electrones en la capa de cátodo al aumentar el área de superficie para que los electrones se unan a áreas de superficie altas, reduciendo significativamente la resistencia eléctrica en estos materiales.

[00115] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, como reemplazo de metales o para ser hibridados con metales en cables eléctricos debido a la conductividad de los materiales, o para crear plásticos conductores.

[00116] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, en la purificación de agua y el tratamiento de aguas residuales.

[00117] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, lubricantes que aumentan sus propiedades de conducción térmica, por lo tanto, la capacidad de aceptar y mover energía térmica, ya sea calor o frío, más rápidamente. Dichos fulerenos o sus derivados, presentan propiedades significativas como aditivo para la lubricidad de fluidos de desgaste y de corte de motores, junto con la reducción de la resistencia de las piezas de desgaste.

[00118] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, en donde, basándose en las propiedades químicas como la afinidad electrónica muy alta y la gran cantidad de enlaces dobles conjugados, el material se utiliza como antioxidante. Se

denominan “esponjas radicalarias” debido a su capacidad de interactuar con una cantidad de radicales libres antes de ser consumidos.

[00119] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para que actúen como estos compuestos, también denominados agentes antivirales. Una de sus propiedades más interesantes es la capacidad de suprimir la replicación del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), lo que condujo a la inhibición de la manifestación del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). Con más detalle, se observó que los derivados de fulerenos pueden inhibir la proteasa del VIH, lo que a su vez evita la replicación del VIH 1 y el posterior desarrollo del trastorno. Los fulerenos poseen un gran potencial para la investigación y el desarrollo de nuevos fármacos anti-VIH. La actividad antiviral está fuertemente influenciada por la posición relativa de las cadenas laterales en C60. Esto puede ocurrir por la síntesis y las características posteriores de una serie de derivados de fulerenos que se encontró que realmente tenían actividad antiviral, por ejemplo: las pirrolidinas de fulerenos (que contienen 2 grupos amonio) se describieron como antagonistas del VIH-1 y el VIH-2; se observó que los derivados catiónicos, aniónicos y de aminoácidos inhiben la replicación del virus de la hepatitis C; Se descubrió que los derivados de aminoácidos de C60 pueden inhibir la replicación del citomegalovirus humano; los derivados insolubles en agua mostraron actividad antiviral contra virus con envoltura.

[00120] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, se considera activo para la reacción de reducción electroquímica de oxígeno (ORR) para la síntesis de peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Se puede sintetizar un híbrido de nanotubos de carbono (CNT) con C60 unido covalentemente a la superficie exterior de los CNT. La estructura del híbrido C60-CNT se puede confirmar mediante caracterizaciones físicas y químicas y se propone su conformación que presenta la incorporación covalente de CNT y el derivado C60. El híbrido C60-CNT muestra altas eficiencias en la electrogeneración de H_2O_2 , debido a la enorme área de superficie y la transferencia de electrones intermolecular en la estructura híbrida. Se logró una alta tasa de producción de H_2O_2 de $4834,57 \text{ mg L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ($426,58 \text{ mmol L}^{-1}$) a $-0,2 \text{ V}$ frente al electrodo de calomelanos saturado (SCE).

[00121] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para reemplazar la escasez existente de dolomita, caliza dolomitizada y/o reemplazo

de negro de carbono durante el proceso de mezclado de concreto asfáltico como agente aglutinante, para aumentar el rendimiento térmico y la rigidez de la carretera.

[00122] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, que ya están funcionalizados o parcialmente funcionalizados.

[00123] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, que se utilizan para alimentar una reacción para crear hidrógeno.

[00124] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, como medio para transportar un compuesto químico a un sitio para producir un efecto deseado. Estos materiales actúan como portadores porque muestran buena biocompatibilidad, selectividad y son lo suficientemente pequeños para la difusión correcta en un organismo, lo que es necesario para su localización final. En el caso de la administración de genes, se introduce ADN extraño en las células, lo que logra el efecto deseado. Para este propósito, las secuencias de ADN se conectan con derivados de aminoácidos de C60.

En el sitio adecuado, estas secuencias se desconectan por pérdida o desnaturalización de estos grupos amino. Los experimentos bioquímicos han revelado mejores capacidades en comparación con los vectores que se utilizan comúnmente para esta aplicación.

[00125] Un sistema, aparato o método que produce tierras raras, a partir de carbón, estanques de relaves metálicos, desechos electrónicos y estanques de desechos de arenas petrolíferas, para separarlas, de manera simultánea. Como alternativa a la minería de tierras raras y a la escasez.

[00126] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para gestionar materiales de desecho.

[00127] Un sistema, aparato o método que recupera metales elementales de óxidos de refinería de metales para la recuperación de metales a partir de pérdidas de masa fundida en el refinado. Las pérdidas típicas del refinado de oro son de 1%-2,5% por pérdidas de masa o de masa fundida y otro 1,5%-2,5% por pérdidas de ensayo o por debajo del quilate. Las pérdidas típicas del refinado de plata son de 2%-4,5% por pérdidas de masa o de masa fundida y otro 2,5%-7,5% por pérdidas de ensayo o por debajo del quilate.

[00128] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un combustible de carbono o un combustible sintético para

combustión (por ejemplo, valor calorífico >29 MJ/kg, posible combustible de reemplazo para plantas de carbón).

[00129] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un combustible de carbono a través de la pirólisis de alótropos de carbono y su posterior procesamiento en combustibles y productos químicos renovables.

[00130] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un combustible de carbono para usos como enmienda de suelo agrícola o se recubre sobre un biocarbón para aumentar su eficacia en los suelos.

[00131] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para el tratamiento de agua y para la desacidificación.

[00132] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, donde el material se mezcla con biomasa como combustible para una planta de biomasa.

[00133] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, a partir de emisiones de buques marinos.

[00134] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir productos comerciales sustitutos de madera para chimeneas y estufas de leña, mezclándolos con un aglutinante y formándolos en pellets o troncos.

[00135] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, como adsorbentes de fertilizantes nitrogenados para aumentar la valorización del amoníaco.

[00136] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para el almacenamiento de oxígeno u otro gas.

[00137] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para el almacenamiento de oxígeno, combustible de carbono mejorado con oxígeno como reemplazo del carbón y la biomasa.

[00138] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para convertir aceite vegetal en fulerenos.

[00139] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para recubrimiento de urea.

[00140] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para un aditivo de estiércol para enmiendas de suelo.

[00141] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, así como alótropos de azufre si hay SO_2 presente en el gas de alimentación, lo que permite una modificación del proceso Claus.

[00142] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para gestionar el gas CO_2 separado del biogás.

[00143] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para gestionar el gas separado de las unidades de pirólisis.

[00144] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, añadiendo agarre a las suelas de los zapatos.

[00145] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para sintetizar fotocatalizadores (por ejemplo, C_3N_4).

[00146] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para proporcionar aditivos para producir combustibles, combustibles sintéticos y/o biocombustibles.

[00147] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para electrodos de celdas de combustible.

[00148] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un empaquetamiento compacto de protección contra EMF/RF.

[00149] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, como nanotubos de carbono (CNT). Los CNT son materiales con propiedades eléctricas, térmicas, mecánicas y ópticas excepcionales. Desde que se demostró que también poseen propiedades termoeléctricas interesantes, se han considerado una solución prometedora para la recolección de energía térmica como dopante.

[00150] Un sistema, aparato o método que produce una reducción significativa en el aire oxidado atmosférico dando como resultado un aumento en el crecimiento y el rendimiento de las plantas de hasta un 30%.

[00151] Un sistema, aparato o método que produce una atmósfera terraformada por disociación de óxidos en formas elementales, lo que elimina significativamente moho, hongos, podredumbre de la maceta, bacterias y virus de la atmósfera, permitiendo que las plantas dediquen energía al crecimiento y la productividad de los cultivos.

[00152] Un sistema, aparato o método que produce COA de cannabinoides/terpenoides mejorados. Tamaño/peso de cogollos y COA en comparación con cepas iguales o similares.

[00153] Un sistema, aparato o método que produce una calidad del aire mejorada y elimina la contaminación de la superficie en viviendas de humanos y animales por transmisión aérea y por contacto de virus y bacterias.

[00154] Un sistema, aparato o método que produce valores vitamínicos y nutricionales mejorados en verduras y frutas durante el cultivo de éstas en invernaderos.

[00155] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, o bien fulerenos, específicamente nanotubos, para la producción de transistores IC.

[00156] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos o nanotubos, que incluyen nitrógeno, boro y otros elementos elementales para la síntesis de nuevos materiales novedosos.

[00157] Un sistema, aparato o método que es capaz de aislar y separar óxidos de isótopos radiactivos del agua contaminada.

[00158] Un sistema, aparato o método que puede aislar y separar MgO , Cu_2S , CuO , H_2S , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, ZnS en forma elemental.

[00159] Un sistema, aparato o método que es capaz de formar materiales de carbono que, cuando se mezclan con arena, actúan como lubricante. Esto debería aumentar la penetración en las grietas de la roca ya que actuaría como lubricante con la arena.

[00160] Un sistema, aparato o método que puede formar alótropos de carbono que se pueden mezclar con masilla para producir un material conductor térmico conforme para acoplarse a

superficies calientes irregulares para actuar como una vía térmica o eléctrica para generadores de energía termoeléctrica.

[00161] Un sistema, aparato o método que puede formar alótropos de carbono que se pueden mezclar con asfalto para proporcionar mayor resistencia a carreteras y puentes y contactos eléctricos potenciales para calentar superficies a fin de reducir los requisitos de descongelación y salado. Particularmente para puentes y pasarelas.

[00162] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un material de contraste acoplado con bario o yodo, para fines radiológicos.

[00163] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, para producir un material de carbono para la intercalación de elementos (es decir, Mg, Ba, Al) para producir electrodos, cátodos, ánodos, baterías y otras aplicaciones electrónicas.

[00164] Un sistema, aparato o método que produce alótropos de carbono, ya sean fulerenos y/o sus derivados, a partir de las emisiones de una planta de energía que se pueden combinar con un proceso de depuración existente que utiliza compuestos de calcio que reaccionan con óxidos de azufre para formar yeso. Para crear un producto de carbono de yeso combinado que sea superior al yeso.

[00165] Por tanto, la presente invención puede describirse mediante las siguientes realizaciones no limitativas.

[00166] Un aparato para eliminar compuestos de un medio fluido y convertir al menos algunos de los compuestos en sustancias elementales comprende un lecho de electrodos que comprende una pluralidad de agujas de electrodos conductoras que sobresalen de una superficie del lecho de electrodos, donde las agujas de electrodos están acopladas con una fuente de voltaje, un panel de desbordamiento de agua espaciado de las agujas de electrodos del lecho de electrodos y que incluye una superficie sobre la cual, en funcionamiento, fluye agua, donde las agujas de electrodos se extienden hacia la superficie del panel de desbordamiento de agua, y una zona de reacción se define como un espacio dispuesto entre y que separa la superficie del panel de desbordamiento de agua de las agujas de electrodos que sobresalen del lecho de electrodos. El aparato comprende además un suministro de agua que proporciona un flujo de agua hacia la zona de reacción a lo largo de la

superficie del panel de desbordamiento de agua, un suministro de fluido que incluye una entrada que proporciona un fluido fuente que incluye impurezas arrastradas en el fluido hacia la zona de reacción y una salida que facilita el transporte de fluido purificado desde la zona de reacción, teniendo el fluido purificado menos impurezas arrastradas en el fluido purificado en relación con el fluido fuente, y una fuente de energía para aplicar energía eléctrica a las agujas de electrodo a una frecuencia de pulso de más de 24.000 hercios (Hz) y un voltaje negativo de 30 kilovoltios (kV) a 100 kV. En el funcionamiento en el que la energía eléctrica se aplica mediante la fuente de energía a las agujas de electrodo, el agua del suministro de agua fluye a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua y el fluido fuente fluye a través de la zona de reacción, las impurezas arrastradas en el fluido fuente se eliminan y se convierten en componentes elementales que quedan arrastrados en el agua.

[00167] El aparato puede comprender además una carcasa que contiene el lecho de electrodos y el panel de desbordamiento de agua, donde el panel de desbordamiento de agua y el lecho de electrodos están dispuestos generalmente de manera vertical y están en ángulo con relación a una dimensión de altura de la carcasa.

[00168] El aparato puede comprender además un par de lechos de electrodos y paneles de desbordamiento de agua correspondientes, donde un primer lecho de electrodos y un primer panel de desbordamiento de agua correspondiente están ubicados en un primer lado de la carcasa, y un segundo lecho de electrodos y un segundo panel de desbordamiento de agua correspondiente están ubicados en un segundo lado de la carcasa que se opone al primer lado.

[00169] La zona de reacción puede tener un ancho de zona de reacción definido como una distancia entre las agujas de electrodo del lecho de electrodo y una superficie de reacción del panel de desbordamiento de agua que está orientada hacia las agujas de electrodo, y el ancho de zona de reacción varía a lo largo de la longitud de la zona de reacción. Además, el ancho de zona de reacción puede disminuir en una dirección de flujo del fluido fuente a través de la zona de reacción.

[00170] El suministro de fluido puede proporcionar el fluido fuente a la zona de reacción en una dirección que se opone a una dirección en la que el suministro de agua proporciona agua a la zona de reacción.

[00171] Las agujas de electrodo del lecho de electrodos pueden estar recubiertas con un material de depósito que comprende uno o más de níquel, tungsteno, boro, cobre y carbono. Por ejemplo,

las agujas de electrodo del lecho de electrodos pueden estar recubiertas con un material de depósito que comprende níquel en una cantidad mayor que el 50% en peso del material de depósito, tungsteno en una cantidad de entre el 3% y el 6% en peso del material de depósito, boro en una cantidad de entre el 1% y el 3% en peso del material de depósito, cobre en una cantidad de entre el 0,5% y el 1% en peso del material de depósito y carbono en una cantidad de entre el 1% y el 3,5% en peso del material de depósito.

[00172] Los componentes elementales pueden comprender uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en carbono, azufre, nitrógeno, plomo, hierro y zinc. Por ejemplo, los componentes elementales pueden comprender alótropos de carbono y/o azufre.

[00173] La superficie del lecho de electrodos puede ser plana y/o la superficie del plano de desbordamiento de agua es plana.

[00174] Se puede proporcionar además un sistema que incluya el aparato descrito en este documento.

[00175] En realizaciones de ejemplo, un sistema comprende una carcasa y una pluralidad de aparatos dispuestos dentro de la carcasa, comprendiendo cada aparato un lecho de electrodos dispuesto que comprende una pluralidad de agujas de electrodos conductoras que sobresalen de una superficie del lecho de electrodos, donde las agujas de electrodos están acopladas con una fuente de voltaje, y un panel de desbordamiento de agua separado del lecho de electrodos e incluyendo una superficie sobre la cual, en funcionamiento, el agua fluye a lo largo del panel de desbordamiento de agua, donde las agujas de electrodos se extienden hacia la superficie del panel de desbordamiento de agua, y una zona de reacción está definida en un espacio dispuesto entre y separando la superficie del panel de desbordamiento de agua y las agujas de electrodos que sobresalen del lecho de electrodos. El sistema comprende además un suministro de agua que recircula un flujo de agua a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua para cada aparato dentro de la carcasa, incluyendo además el suministro de agua un depósito que separa los compuestos y/o materiales elementales del agua antes de recircular el agua a la superficie del panel de desbordamiento de agua para cada aparato dentro de la carcasa, y un suministro de fluido que proporciona un fluido fuente que incluye impurezas arrastradas en el fluido a una entrada de cada aparato dentro de la carcasa para su suministro a la zona de reacción y para el procesamiento del fluido por cada aparato dentro de la carcasa. El sistema comprende además una estructura de

suministro de fluido purificado que recibe fluido procesado y purificado de la zona de reacción de cada aparato dentro de la carcasa y facilita el transporte del fluido procesado y purificado fuera de la carcasa. En la operación en la que se aplica una fuente de voltaje a las agujas de electrodo, el agua del suministro de agua fluye a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua, y el fluido fuente fluye a través de la zona de reacción, las impurezas arrastradas en el fluido fuente se eliminan y se convierten en componentes elementales que quedan arrastrados en el agua y se separan del agua en el depósito.

[00176] En el sistema, los aparatos pueden estar dispuestos en paralelo con respecto al flujo del fluido fuente hacia los aparatos dentro de la carcasa. Los aparatos también pueden estar dispuestos en serie con respecto al flujo del fluido fuente hacia los aparatos dentro de la carcasa.

[00177] Cada aparato dentro de la carcasa puede comprender además un par de lechos de electrodos y paneles de desbordamiento de agua correspondientes, donde un primer lecho de electrodos y un primer panel de desbordamiento de agua correspondiente de cada aparato están ubicados en un primer lado del aparato, y un segundo lecho de electrodos y un segundo panel de desbordamiento de agua correspondiente de cada aparato están ubicados en un segundo lado del aparato que se opone al primer lado.

[00178] El sistema puede comprender además una estructura de cortina de aire que fuerza el aire hacia la entrada de cada aparato en el que el fluido fuente es proporcionado por el suministro de fluido para dirigir el fluido fuente hacia los lados primero y segundo de cada aparato y hacia cada zona de reacción ubicada entre el primer lecho de electrodos y el primer panel de desbordamiento de agua correspondiente de cada aparato y el segundo lecho de electrodos y el segundo panel de desbordamiento de agua correspondiente de cada aparato.

[00179] En otras realizaciones de ejemplo, un método para eliminar compuestos de un medio fluido y convertir al menos algunos de los compuestos en sustancias elementales comprende dirigir agua para que fluya a lo largo de una superficie de un panel de desbordamiento de agua dentro de un aparato, aplicar energía eléctrica a una pluralidad de agujas de electrodo conductoras que sobresalen de un plano de un lecho de electrodo, donde el lecho de electrodo está alineado con el panel de desbordamiento de agua de manera que las agujas de electrodo se extienden hacia la superficie del panel de desbordamiento de agua, y una zona de reacción está definida en un espacio dispuesto entre y separando la superficie del panel de desbordamiento de agua y las agujas de

electrodo que sobresalen del lecho de electrodo, y dirigir un fluido fuente hacia la zona de reacción definida entre la superficie del panel de desbordamiento de agua y las agujas de electrodo que sobresalen del lecho de electrodo mientras se aplica energía eléctrica a las agujas de electrodo a una frecuencia de pulso de más de 24.000 hercios (Hz) y un voltaje negativo de 30 kilovoltios (kV) a 100 kV para eliminar impurezas arrastradas en el fluido fuente y convertir el fluido fuente en una fuente de energía eléctrica. elimina las impurezas de los componentes elementales que quedan arrastrados en el agua que fluye a lo largo de la superficie del panel de desbordamiento de agua.

[00180] En el método, los componentes elementales pueden comprender uno o más elementos seleccionados del grupo que consiste en carbono, azufre, nitrógeno, plomo, hierro y zinc. Por ejemplo, los componentes elementales pueden comprender alótropos de carbono y/o azufre.

[00181] El método puede comprender además la formación de radicales hidroxilo junto con componentes elementales durante la dirección del fluido fuente hacia la zona de reacción mientras se aplica energía eléctrica a las agujas de los electrodos.

[00182] En el método, la energía eléctrica se puede aplicar además a una frecuencia de pulso que varía de 0,1 MHz a 10 MHz.

[00183] En el método, la superficie del lecho de electrodos puede ser plana y/o la superficie del plano de desbordamiento de agua es plana.

[00184] Todas las referencias, incluidas publicaciones, solicitudes de patentes y patentes, citadas en el presente documento se incorporan por referencia en la misma medida que si cada referencia se indicara de forma individual y específica para incorporarse por referencia y se estableciera en su totalidad en el presente documento.

[00185] El uso de los términos “un” y “una” y “el” y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) se debe interpretar como que cubre tanto el singular como el plural, a menos que se indique lo contrario en el presente documento o el contexto lo contradiga claramente. Los términos “que comprende”, “que tiene”, “que incluye” y “que contiene” se deben interpretar como términos abiertos (es decir, que significan “que incluye, pero no se limita a”) a menos que se indique lo contrario. La recitación de rangos de valores en el presente documento solo pretende servir como un método abreviado para hacer referencia individualmente a cada valor separado que cae dentro

del rango, a menos que se indique lo contrario en el presente documento, y cada valor separado se incorpora a la especificación como si se recitara individualmente en el presente documento. Todos los métodos descritos en este documento pueden llevarse a cabo en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en este documento o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de todos y cada uno de los ejemplos o del lenguaje ejemplar (por ejemplo, “como”) proporcionados en este documento tiene como único fin ilustrar mejor la invención y no supone una limitación del alcance de la invención a menos que se reivindique lo contrario. Ningún lenguaje de la especificación debe interpretarse como una indicación de que algún elemento no reivindicado es esencial para la práctica de la invención.

[00186] En el presente documento se describen realizaciones preferidas de esta invención, incluido el mejor modo conocido por los inventores para llevar a cabo la invención. Las variaciones de esas realizaciones preferidas pueden resultar evidentes para los expertos en la materia tras leer la descripción anterior. Los inventores esperan que los expertos en la materia empleen dichas variaciones según sea apropiado, y los inventores pretenden que la invención se ponga en práctica de forma distinta a la descrita específicamente en el presente documento. En consecuencia, esta invención incluye todas las modificaciones y equivalentes del objeto recitado en las reivindicaciones adjuntas, tal como lo permita la legislación aplicable. Además, cualquier combinación de los elementos descritos anteriormente en todas las posibles variaciones de los mismos está comprendida en la invención, a menos que se indique lo contrario en el presente documento o que el contexto lo contradiga claramente.

[00187] Se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de esta invención siempre que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes. Se debe entender que términos como “superior”, “inferior”, “frontal”, “posterior”, “lateral”, “altura”, “longitud”, “ancho”, “superior”, “inferior”, “interior”, “exterior” y similares que se pueden utilizar en el presente documento, simplemente describen puntos de referencia y no limitan la presente invención a ninguna orientación o configuración particular.