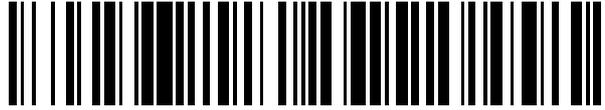


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 420**

51 Int. Cl.:

A01G 15/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2010 E 10708885 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2381759**

54 Título: **Procedimiento para el enfriamiento de la troposfera**

30 Prioridad:

02.01.2009 DE 102009004081

29.01.2009 DE 102009006603

09.12.2009 DE 102009057369

17.12.2009 DE 102009059005

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

09.07.2014

73 Titular/es:

MEYER-OESTE, FRANZ DIETRICH (50.0%)

Tannenweg 2

35274 Kirchhain, DE y

RIES, ERNST (50.0%)

72 Inventor/es:

MEYER-OESTE, FRANZ DIETRICH

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 474 420 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el enfriamiento de la troposfera

5 Se reivindica un procedimiento técnico para el enfriamiento autoinducido de la troposfera mediante su enriquecimiento con aerosoles higroscópicos halogenados. El procedimiento se basa en la adición a la troposfera de al menos una sustancia gaseosa o en forma de vapor del grupo de los compuestos inorgánicos de cloro y bromo.

10 Para la degradación autoinducida de los gases invernadero dióxido de carbono y metano en la troposfera y para la formación de nubes reflectantes, con objeto del enfriamiento del clima, en las memorias de publicación PCT con los números de publicación internos WO 03/013698 A2, WO 2008/006364 y en la memoria de publicación alemana DE 10 2009 004 281 A1 se ha propuesto modificar los gases de humos procedentes de los procesos de combustión de motores o quemadores de aceite mediante aditivos de combustibles o aditivos para la combustión, para que se enriquezcan con sustancias del grupo de las denominadas sustancias protectoras y elementos vitales, especialmente del grupo de los óxidos de hierro y/u óxidos de titanio, y se enriquezcan, además, eventualmente con una de las sustancias sulfato, cloruro y dióxido de silicio. Los gases de humos enriquecidos con estas sustancias deben ser emitidos seguidamente a la troposfera con el fin de enriquecer con estas sustancias elementos de volumen individuales de la troposfera.

15 Para el enfriamiento del clima y para reforzar la reflexión global se ha propuesto por el lado científico desencadenar la formación de nubes reflectantes y por tanto, refrigerantes, por nebulización de agua de mar. Por la nebulización de agua de mar se forman aerosoles de sales marinas, las cuales actúan como gérmenes de condensación de nubes. Ciertamente, los aerosoles de sales marinas pueden desencadenar en la atmósfera la formación de nubes, sin embargo las nubes inducidas no pertenecen al tipo de nubes con alta reflexión y son por lo tanto de escasa efectividad.

20 Los procedimientos conocidos para la preparación de simples aerosoles salinos que se componen de pequeñas partículas de aerosol, se pueden crear por procesos de inyección mecánicos tales como, por ejemplo, por pulverización mediante boquillas o por vibración ultrasónica. Pero este tipo de aerosol no se puede emplear sin más para la producción de aerosoles salinos a partir de sales higroscópicas, puesto que las partículas de aerosol así formadas no son adecuadas para el objeto de la aplicación: la mayor parte de las partículas de aerosol formadas en este caso se compone de partículas o gotitas gruesas que se precipitan rápidamente.

Este objeto se soluciona por las características de la reivindicación 1.

30 El procedimiento conforme a la invención soluciona el problema climático mediante el empleo de sustancias inorgánicas halogenadas. Se señala una vía técnica y una amplia doctrina técnica de cómo se puede enriquecer la troposfera con halógenos que enfríen el clima, los cuales se preparan sin combustión.

35 Según el procedimiento conforme a la invención, las corrientes gaseosas, ya sean corrientes gaseosas calientes o también frías, se cargan con sustancias inorgánicas halogenadas gaseosas o también en forma de vapor. A continuación, las corrientes halogenadas gaseosas se emiten entonces a la troposfera. El gas, en el que se forman los aerosoles según el procedimiento conforme a la invención o en el que se introducen los aerosoles según el procedimiento conforme a la invención, se designa aquí como gas soporte. Por un gas soporte se entiende también aquí, de forma muy general, el aire que fluye al paso de un vehículo durante su marcha sobre tierra, sobre agua o por el aire. Esto también es válido para los gases de escape, que fluyen a través de un vehículo de este tipo o que salen de un vehículo de este tipo. Como gas soporte puede actuar también el viento o el humo, un gas de escape o el aire de evacuación, si el procedimiento se ejecuta en un lugar fijo. Ejemplos de ellos son los gases de escape de chimeneas y estufas y el aire de salida de las torres de refrigeración.

40 Las sustancias halogenadas añadidas a los gases soporte se caracterizan por al menos una de las propiedades siguientes y se refieren exclusivamente a las sustancias que contienen un halógeno del grupo cloro y bromo:

- gaseosas a 20°C,
- 45 • en forma de vapor por debajo de 500°C,
- presión de vapor mensurable por encima de 50°C.

Además de esto, las sustancias halogenadas disponen al menos de una de las propiedades:

- higroscópicas,
- 50 • formación de productos de reacción higroscópicos o hidrolizables con gases atmosféricos naturales o artificiales.

Además de esto, la formación y liberación de las sustancias halogenadas utilizadas para ello en el transcurso del procedimiento conforme a la invención se caracteriza porque las sustancias halogenadas no se crean en

instalaciones de combustión, en las cuales como agentes de oxidación se emplean oxígeno o portadores de oxígeno o hidrocarburos halogenados.

Además de esto, el transcurso del procedimiento se caracteriza por al menos una de las etapas:

- liberación a la troposfera de las sustancias halogenadas aplicando la electrolisis de agua salada,
- 5 • liberación a la troposfera de las sustancias halogenadas aplicando al menos una reacción del grupo de reacciones de hierro metálico y sus aleaciones con halógenos, de silicio elemental y sus aleaciones con halógenos y de titanio metálico y sus aleaciones con halógenos.
- liberación a la troposfera de las sustancias halogenadas empleando un gas soporte,
- formación de las sustancias halogenadas en la troposfera libre.

10 Algunas investigaciones han demostrado que, junto al elemento hierro, los elementos cloro y bromo en una forma de unión adecuada, respectivamente en la constitución adecuada, son los elementos más eficaces en el enfriamiento climático natural por sus mecanismos de acción físicos, fotoquímicos, catalíticos y biológicos: el hierro en forma de sales de hierro, en combinación con cloro en forma de cloruros, libera radicales cloro y radicales hidroxilo por el proceso foto-Fenton en la luz solar de la troposfera, los cuales inician entre otras la oxidación del metano en la
15 troposfera conforme al esquema de reacción de la única figura. El hierro, por la oxidación del cloruro y bromuro, libera en la troposfera un elevado nivel de radicales cloro, radicales bromo y radicales hidroxilo. También el cloro, bromo y cloruro de bromo, así como los compuestos halogenados de azufre, liberan por sí mismo bajo iluminación radicales halógeno en la troposfera. Estos radicales disminuyen allí los niveles de las sustancias de efecto invernadero metano y ozono, así como el de los oscuros aerosoles de hidrocarburos de tipo hollines y sustancias de
20 tipo huminico, sobre todo por abstracción del hidrógeno. La abstracción del hidrógeno es una reacción inicial que desencadena la degradación por ataque del oxígeno e hidrólisis.

El carbono en forma de oxalato, en menor medida también en forma de otros carboxilatos, activa estos procesos. El silicio fomenta junto con el hierro el desarrollo y, con ello, la asimilación del plancton verde.

25 Los aerosoles higroscópicos de sales de hierro(III), por la mayor densidad de gérmenes de condensación incrementan la tasa de formación de nubes, la reflexión específica de las nubes y la cobertura de nubes, y desencadenan así adicionales efectos de refrigeración por el incremento de su reflexión. La coagulación de las gotitas, retardada por los aerosoles de sales de hierro activa las corrientes verticales en las nubes y estimula por ello la formación de cristales de hielo. La formación de hielo en las nubes conduce a la concentración refrigerante del recubrimiento líquido extendido sobre la superficie de los cristales de nieve de una solución de halogenuros de
30 hierro. El concentrar la solución refrigerante de la solución de halogenuro de hierro desencadena una activación adicional de los procesos de fotooxidación, efectivos de la refrigeración.

El precipitado de los aerosoles de sales de hierro solubles y de silicio ligado oxídicamente estimulan finalmente, como elementos de crecimiento que escasean en el océano, el desarrollo de floraciones de algas silíceas que incrementan la transformación acumulativa del dióxido de carbono en forma de masa orgánica de carbono, y la
35 transformación metabólica del dióxido de carbono en masa de carbono carbonatada por la formación adicional de los caparzones, esqueletos y estructuras animales, vegetales y bacterianas, constituidas por calcita y aragonita. Con ello se incrementa también, después de hundirse hasta el fondo oceánico, la tasa de formación de carbono permanente fijado por sedimentación en forma de calcita, hidrato de metano y querogeno.

40 Por consiguiente, junto a los elementos hierro (Fe) y los elementos cloro (Cl) y bromo (Br) también los elementos carbono (C) y silicio (Si) se designan en lo sucesivo como elementos activos, porque en constitución activa, respectivamente en su forma de enlace, pueden contribuir especialmente en el enfriamiento climático.

Para el procedimiento conforme a la invención, que se describe en la reivindicación principal, los elementos activos se emplean como sustancias que disponen de las siguientes propiedades físicas: son gaseosos o poseen un punto de ebullición inferior a 500°C, o por debajo de 500°C y por encima de 40°C tienen al menos una presión de vapor
45 mensurable. Para ello, las formas de enlace preferidas de los elementos activos son sustancias del grupo: FeCl₃, FeCl₃ x 6 H₂O, FeBr₃, FeBr₃ x 6 H₂O, SiCl₄, SiBr₄, Br₂, Cl₂, BrCl, S₂Cl₂, SCl₂, S₂Br₂, SBr₂, HBr, HCl, NH₄Cl, NH₄Br, sal marina, cloruro de oxalilo, bromuro de oxalilo, ácido oxálico, cloruro de formilo, ácido fórmico, oxalato de amonio, hidrógenoxalato de amonio, formiato de amonio. Eventualmente, para el acondicionamiento del valor del pH de los aerosoles que contienen elementos activos son adecuados ácidos y bases volátiles, respectivamente precursores
50 volátiles de ácidos y de bases tales como, por ejemplo, NH₃ y sus soluciones acuosas, (NH₄)₂CO₃ y SO₂.

Para ello, al menos un elemento activo ligado se pone en contacto, en una o varias de sus formas de estado de vapor, fusión, disolución, dispersión, niebla, fusión sobre soportes sólidos y/o sólido sobre soportes sólidos, a una temperatura preferentemente inferior a 500°C, con un gas soporte, de tal modo que el elemento activo forma con el gas soporte una mezcla gaseosa que contiene un elemento activo. En todos los casos en los que al gas soporte se
55 añade el elemento activo en forma de vapor de halogenuro de hierro(III), se elige preferentemente una temperatura de contacto, en la cual la concentración de hierro en forma de vapor de FeCl₃ en un gas seco es al

menos de 10^{-4} partes en masa de hierro por cada parte en masa de gas soporte. Como temperatura de contacto se entiende aquí la temperatura que reina en el lugar en el que el gas soporte se pone en contacto con el cloruro de hierro(III).

5 Gases soporte tibios o, respectivamente, calientes, son solo necesarios cuando para la vaporización de los compuestos del elemento activo haya que emplear el contenido calórico del gas soporte. Si desde el principio los compuestos del elemento activo se añaden al gas soporte en forma de gas, se pueden emplear también gases soporte fríos.

10 El contenido de cada uno de los elementos activos en el gas soporte se regula preferentemente por su adición al gas soporte. Preferentemente, el gas soporte se enriquece con todos los elementos activos en la concentración preestablecida. El gas soporte enriquecido con los elementos activos se emite acto seguido a la troposfera. Mediante uno o varios de los procesos enfriamiento, hidrólisis, o reacción química de al menos un compuesto del elemento activo, los elementos activos, ya sea en el gas soporte o durante su emisión a la troposfera o solo dentro de la atmósfera, pueden pasar de la fase gaseosa a una la fase aerosol, cuyas partículas o gotitas se pueden componer de una o varias fases. Pueden estar compuestas por una fase líquida hidrolizada, una fase en forma salina sólida a líquida o por una fase líquida de solución salina.

15 Como gas soporte se utiliza un gas de humos o cualquier otra corriente gaseosa. El procedimiento conforma a la invención se caracteriza, además, porque la emisión del aerosol a la troposfera se efectúa desde al menos un lugar fijo, pero preferentemente desde varios lugares inmóviles y/o desde varios lugares móviles. También los gases permanentes que contienen elementos activos tales como, por ejemplo, cloro elemental, bromuro de hidrógeno o cloruro de hidrógeno se introducen preferentemente en una corriente gaseosa antes de ser incorporados a la troposfera.

20 La masa de la sustancia que contiene elementos activos emitida a la troposfera por unidad de tiempo conforme al procedimiento conforme a la invención, y/o la concentración de la sustancia que contiene el elemento activo en el gas soporte emitido, se mide de tal manera que no vulnere las normas de emisión vigentes eventualmente existentes según país, región y/o lugar. Bajo esta condición, la concentración del aerosol que contiene el elemento activo se mide preferentemente de tal modo, que la relación elegida entre masa del elemento activo emitido a masa de gas soporte emitido sea al menos de 10^{-6} , pero que supere preferentemente 10^{-5} . La concentración de la emisión de elemento activo en regiones lejanas, en condiciones climáticas tormentosas adecuadas, puede alcanzar, sin más, el valor de la relación de masa de elemento activo emitido a masa de gas soporte emitido de 10^0 , pero preferentemente no la debería superar. La relación preferida de masa del elemento activo emitido a masa de gas soporte emitido se sitúa en el intervalo entre 10^5 y 10^{-3} .

25 Para el caso en que los aerosoles halogenadas se forman aún en el gas soporte según el procedimiento conforme a la invención o deban crearse al menos inmediatamente después de la introducción del gas soporte en la troposfera, las relaciones de masa de los elementos activos en el gas soporte se deben situar preferentemente dentro de límites preestablecidos: la proporción del elemento bromo debe ser menor a uno por cien del contenido de cloro en el gas soporte. El contenido de cloro debe ser mayor al contenido de hierro en el gas soporte. Los contenidos de carbono en forma de oxalato y formiato son menores que el contenido de hierro. En el caso en que se elija una adición de silicio, el contenido de silicio debe ser igual o mayor que el contenido de hierro.

30 Pero de estas relaciones de masa, en los lugares de introducción del gas soporte en la troposfera, se puede desviar uno totalmente cuando la formación de los aerosoles salinos halogenados se efectúa lejos de los lugares de introducción de los componentes halogenados o de los componentes féreos o de los demás componentes relevantes. Debido a que el retraso de la pérdida de halógeno por lavado de los halógenos de la troposfera por los aerosoles que contienen halogenuros de hierro es incompleto, disminuye constantemente el contenido de halogenuro de los aerosoles que contienen hierro. En igual medida disminuye el contenido de carbono de oxalato debido a las pérdidas por oxidación, y también el contenido de hierro y silicio debido a pérdidas por lavado.

35 Por lo tanto, objeto significativo del procedimiento conforme a la invención para mantener el contenido óptimo de aerosol y la composición óptima del aerosol troposférico, especialmente para mantener su contenido de hierro, halógeno y oxalato, es

50 a) determinar el contenido y la composición del aerosol utilizando la red de estaciones de medida de aerosoles distribuidas globalmente y también, por ejemplo, los procedimientos de análisis apoyados por satélite para determinar previamente la diferencia con la composición nominal preestablecida,

b) paliar la falta de componentes conforme a la diferencia con la composición nominal preestablecida, por adecuada introducción en la troposfera de los aditivos gaseosos, en forma de vapor o en forma de aerosol.

55 El tiempo de de permanencia de los aerosoles de finas partículas en la troposfera es de algunos meses a años. Por lo tanto, se puede considerar la troposfera como un espacio de reacción químico-física uniforme, más o menos entremezclado.

Por lo tanto, la introducción de los aditivos en la troposfera se puede efectuar desde lugares arbitrarios. Esto se realiza del mismo modo que la introducción de los aerosoles halogenados, preferentemente mediante gases soporte. Para la compensación de las pérdidas de halógeno de los aerosoles troposféricos se prefieren las sustancias halogenadas gaseosas y en forma de vapor tales como, por ejemplo cloro, bromo, cloruro de bromo, óxidos de cloro, 5 óxidos de bromo. Preferidos para la compensación de las pérdidas de hierro de los aerosoles troposféricos son cloruro de hierro(III) en forma de vapor o de soluciones aerosol de cloruro de hierro(III), así como otras sales de hierro, así como suspensiones precipitadas de oxihidrato de hierro(III) y sulfuro de hierro(II). Preferidos para la compensación de las pérdidas de oxalato de los aerosoles troposféricos son las sustancias halogenadas en forma de vapor tales como, por ejemplo, cloruro de oxalilo, ácido oxálico y oxalato de amonio. Preferidos para la 10 compensación de las pérdidas de silicio de los aerosoles halogenados troposféricos son las sustancias en forma de vapor tales como, por ejemplo, tetracloruro de silicio y tetrabromuro de silicio.

Según nuestras propias investigaciones, el diámetro de partícula de las partículas de aerosol que se prepararon según la variante del procedimiento conforme a la invención, la cual se describe en la reivindicación principal, en 15 aire, con un contenido de humedad relativa inferior a 30% se sitúa muy por debajo de 1 µm. Con este tamaño de partículas los aerosoles tienen un tiempo máximo de permanencia en la atmósfera, que puede ser superior a un año. Cuando el valor del pH de las partículas de aerosol que contienen halógeno, hierro y oxalato en contacto con agua es inferior a pH 4,5 y superior a pH 0, el aerosol tiene un efecto máximo como gérmenes de condensación para el vapor de agua troposférico. Dentro de este intervalo de valores del pH, aproximadamente entre pH 4,5 y pH 2,5, se sitúa también el óptimo de formación de radicales cloro y de formación de radicales hidroxilo en el ciclo de reacción 20 foto-Fenton, el cual se representa en el esquema de reacción conforme a la única figura.

La incorporación de los elementos activos en el gas soporte, con el cual éstos alcanzan la troposfera, tiene lugar según la variante preferida del procedimiento conforme a la invención, la cual se describe en la reivindicación principal, de la siguiente manera:

La variante más efectiva y por lo tanto preferida de preparación del aerosol de finas partículas que contiene 25 elementos activos, conforme a la invención, es la de la introducción de compuestos de elementos activos en un gas soporte, de tal modo que primero se añade al gas soporte completamente en estado de agregación de vapor o se introduce en forma de gas en el gas soporte. Por esta vía se pueden introducir en el gas soporte todos los elementos activos: hierro preferentemente en forma de FeCl_3 , silicio preferentemente en forma de SiCl_4 , cloro preferentemente en forma de FeCl_3 , Cl_2 , BrCl o como SiCl_4 , bromo preferentemente en forma de SiBr_4 , Br_2 , BrCl , y 30 carbono preferentemente en forma de cloruro de oxalilo, ácido oxálico u oxalato de amonio.

La introducción de los elementos activos cloro y bromo se puede efectuar también en forma de halogenuros de hidrógeno o en forma de otros compuestos inorgánicos volátiles tal como, por ejemplo, en forma de halogenuros de 35 azufre. La introducción del compuesto de elemento activo en el gas soporte tiene lugar preferentemente por transferencia controlada de los compuestos de elementos activos en fase gaseosa y liberación en el gas soporte de la fase gaseosa del elemento activo, formada. Para ello, los compuestos de elementos activos dispuestos respectivamente en depósitos de almacenamiento en forma de líquidos, soluciones, fusiones o sólidos, se pueden vaporizar en masa respectivamente controlada por unidad de tiempo, por ejemplo mediante elementos de calefacción eléctricos o por inducción y, después, el vapor del elemento activo que se forma se puede introducir en la corriente de aire soporte. Particularmente preferida es la electrolisis de soluciones salinas como medio de 40 creación de los halógenos elementales gaseosos y del cloruro de bromo.

Otro método preferido para el contacto de los compuestos de elementos activos con el gas soporte es el método de la mecha. Éste se puede aplicar cuando se dispone de gas soporte caliente, como por ejemplo gas de escape 45 procedente de un proceso de combustión. Para ello, los compuestos de elementos activos que se encuentran respectivamente en depósitos de almacenamiento en forma de líquidos o caldos fundidos, se atraviesan con un cordel que actúa como mecha, el cual se empapa con el respectivo líquido y, de este modo, se pone en contacto con el gas soporte caliente, el cual vaporiza completamente el compuesto activo adherido a él. Otra posibilidad preferida es, que una corriente gaseosa respectivamente medida pase por los depósitos de almacenamiento en los que se encuentran dispuestos los compuestos de los elementos activos en forma de líquidos, soluciones, caldos fundidos o sólidos calientes. En este caso, las corrientes gaseosas medidas se saturan con el respectivo compuesto de 50 elemento activo a una determinada temperatura y se aportan a continuación a la corriente de gas soporte. Por ejemplo, también el ácido oxálico se puede aplicar sobre la mecha disuelto en ácido fórmico y/o en agua.

Hay que tener en cuenta, que en el caso de los compuestos de elementos activos preferidos FeCl_3 , SiCl_4 , SiBr_4 , cloruro de oxalilo, ácido oxálico, solución acuosa de ácido oxálico y ácido fórmico, se trata de líquidos altamente 55 corrosivos, especialmente en caliente. Como materiales que se ponen en contacto con compuestos de elementos activos calientes son adecuados, por ejemplo cerámica, vidrio, esmalte o aceros especiales; como materiales para la mecha son adecuados, por ejemplo fibras de vidrio o de cerámica. Junto a los materiales citados son adecuados, en el caso de una carga térmica correspondientemente más baja, por ejemplo materiales sintéticos resistentes a la corrosión tales como, por ejemplo, poliolefinas, cloruro de polivinilo y teflón.

Como muy tarde, después de la entrada de la corriente de gas soporte en la atmósfera, en la que aquella 60 eventualmente se enfría, se hidrolizan FeCl_3 , SiCl_4 , SiBr_4 bajo la formación de $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$, Si(OH)_4 , HCl y HBr .

Por adición de amoníaco gaseoso, se puede ajustar eventualmente el valor del pH particularmente preferido del aerosol en un intervalo ligeramente ácido entre pH 2 y pH 4,5.

5 Sólo después de su entrada en la troposfera, los halógenos añadidos en forma de elementos sufren la escisión fotolítica a radicales. Después, son reducidos a halogenuros de hidrógeno por los componentes atmosféricos reductores, para ser oxidados de nuevo a radicales halógeno por los aerosoles que contienen sales de hierro.

10 Para reemplazar la pérdida de halogenuros por la escisión fotolítica a radicales halógeno a partir de las sales de hierro que contienen halogenuros, es ventajoso enriquecer la troposfera con halógenos, para equilibrar la pérdida de halógenos de los aerosoles de sales de hierro. De la forma más ventajosa, esto se realiza por adición de halógeno gaseoso. Para este fin es preferida la electrolisis especialmente de agua de mar. La electrolisis de agua de mar se puede estructurar de forma particularmente económica en energía y ventajosa para el clima: en el caso de la electrolisis de agua de mar se originan los productos a) a c).

15 El producto a) se compone de cloro, bromo y cloruro de bromo en forma de una mezcla de gas-vapor, la cual con una adecuada corriente de gas soporte se transfiere a la troposfera para equilibrar la pérdida de halógenos de los aerosoles de sales de hierro. Bajo la influencia de la luz solar en la troposfera reaccionan primero los halógenos con el metano bajo la formación de halogenuros de hidrógeno y dióxido de carbono. El halogenuro de hidrógeno forma después, con el contenido de hierro de los aerosoles, sales de halogenuro de hierro.

20 El producto b) se compone de una lejía que contiene hidróxidos de metales alcalinos y carbonatos de metales alcalinos en forma de una solución acuosa líquida. Esta solución se introduce preferentemente en el mar y hace que precipite allí el ácido carbónico existente en exceso en el agua de mar, en forma de carbonatos alcalinotérreos. Los carbonatos alcalinotérreos precipitados caen al fondo del mar y permanecen allí como sedimento de piedra caliza y dolomita.

25 El producto c) se compone de hidrógeno gaseoso. El hidrógeno se introduce preferentemente en una célula de combustible. Allí, con oxígeno o con aire, se transforma en agua bajo la creación de una corriente eléctrica. La corriente eléctrica se puede llevar a su aprovechamiento energético o se puede utilizar de nuevo para la electrolisis del agua de mar.

30 El hidrógeno producido electrolíticamente también se puede quemar para la creación de calor. El calor producido se puede utilizar para el calentamiento previo de los reactores, en los cuales del halógeno producido electrolíticamente se preparan, por ejemplo, los compuestos halogenados que, igualmente al procedimiento conforme a la invención, se pueden añadir en forma de vapor a la corriente de gas soporte. En este caso, se trata preferentemente de los compuestos halogenados de hierro(III), los tetrahalogenuros de silicio y los halogenuros de azufre. Para la preparación, los respectivos eductos, en este caso se trata preferentemente de un educto sólido en trozos del grupo de la chatarra de hierro, chatarra de titanio, hierro sulfuroso, siliciuro de hierro, siliciuro de titanio, silicio, se calientan previamente bien sea cada uno por sí solo en un reactor o varios conjuntamente en un reactor a una temperatura de preferentemente 400°C a 650°C y, a continuación, el gas cloro electrolíticamente producido se lleva en este intervalo de temperaturas a través del respectivo reactor. Se forman así, en una reacción exotérmica, los citados halogenuros en forma de vapor, el cual, según el procedimiento conforme a la invención se puede añadir directamente al gas soporte. Preferentemente, la introducción de gas cloro se dosifica de tal modo que el vapor del halogenuro producido presenta todavía una parte de gas cloro sin reaccionar. Una fusión de azufre elemental, en la que se introduce gas cloro, es aquí igualmente adecuada como sustancia de partida para la producción del vapor de halogenuro de azufre.

40

45 La producción mecánica del aerosol que contiene elementos activos en el gas soporte, menos preferida, es la variante del procedimiento conforme a la invención en la cual el paso de las sustancias halogenadas a la fase gaseosa es incompleta o no tiene lugar en absoluto o en la cual tales compuestos de hierro no vaporizables pasan a la forma aerosol, los cuales sólo en la troposfera libre se deben convertir en sales halogenadas. Sin embargo, a pesar de ello esta variante se debe describir aquí, puesto que es adecuada para que subproductos industriales tales como, por ejemplo los lodos precipitados de finas partículas de hidróxido de hierro, procedentes de instalaciones de decapado o de centrales hidráulicas, así como el lodo de sulfuro de hidrógeno precipitado en forma de sulfuro de hierro procedente de la desulfuración de gases, así como las sales o soluciones salinas de hierro divalentes procedentes del decapado del hierro y de la producción de dióxido de titanio, tengan una utilización ventajosa en el marco del procedimiento conforme a la invención.

50

55 La formación del aerosol se efectúa aquí por intensa vaporización en el gas soporte de una solución o dispersión acuosa que contiene preferentemente menos de 20 por cien en peso de un residuo de vaporización. Dentro de ésta se encuentra el elemento activo hierro en uno o varios de los estados de cloruro de hierro(III) disuelto, bromuro de hierro(III) disuelto, cloruro de hierro(II) disuelto, bromuro de hierro(II) disuelto, sulfato de hierro (II), sulfato de amonio-hierro(II), oxihidrato de hierro(III) en suspensión, sulfuro de hierro(II) en suspensión.

Para ello se pueden aplicar procedimientos para la formación mecánica de aerosoles, en sí conocidos, tales como, por ejemplo, los conocidos procedimientos de vaporización por aire comprimido, pulverización por boquillas a presión de una sustancia, pulverización por boquillas de dos sustancias, pulverización por pistola, pulverización

5 mecánica, pulverización por rotor de disco, pulverización por boquilla o la nebulización mediante vibradores que oscilan en el intervalo de las frecuencias ultrasónicas. Las concentraciones preferidas de residuos para la vaporización en la solución salina a nebulizar se sitúan entre 0,01 y 20%. Las concentraciones de los residuos para la vaporización en el líquido a nebulizar, particularmente adecuadas, están comprendidas entre 0,5% y 10%. Allí, donde por procedimientos adecuados sea posible crear finas gotitas de niebla como, por ejemplo, por nebulización ultrasónica o por aplicación de gases que fluyen con velocidad relativa particularmente elevada al utilizar boquillas de dos sustancias según el principio de la bomba de chorro, como son aplicables como gas de transporte, por ejemplo en el chorro de gas de escape de motores de reacción, se pueden conseguir partículas de aerosol suficientemente pequeñas también con concentraciones de residuos para la vaporización en los líquidos a nebulizar de hasta 20 por cien.

Finalmente, también es posible ejecutar combinaciones de las variantes del procedimiento, enriqueciendo el gas soporte tanto con aerosol acuoso como también con gas o vapor reactivos.

15 Así, para el procedimiento conforme a la invención son adecuados también aquellos gases soporte que ya están enriquecidos con aerosoles salinos, halógenos, halogenuros de hidrógeno o también con aerosoles de calcogenuros de hierro. Así, por ejemplo, una corriente de gas soporte que contiene un aerosol salino, el cual se creó por nebulización de agua de mar como fuente de halógeno, se puede enriquecer conforme a la invención con aerosol que contenga al menos uno de los componentes sal de hierro, sulfuro de hierro, hidrato de óxido de hierro y ácido silícico. Para gases soporte, que ya fueron enriquecidos con aerosoles salinos o aerosoles de calcogenuros que contienen hierro exento de halógeno, son adecuados uno o varios de los aditivos gaseosos de halogenuros de hidrógeno de los grupos Cl₂, Br₂, BrCl, HCl, HBr, SiCl₄, SiBr₄, cloruro de oxalilo, ácido oxálico y ácido fórmico, porque sus productos ácidos de hidrólisis y/o su potencial de oxidación son adecuados para transformar, al menos es parte, los aerosoles que contienen hierro exentos de halogenuro, en sales de cloruro de hierro.

25 Una ventaja especial del nuevo procedimiento es que inmediatamente después de la entrada en la troposfera, a partir de la emisión de gas, vapor y/o aerosol que contiene halógeno, halogenuro y/o sal de hierro, se pueden formar tanto nubes reflectantes, como también puede comenzar inmediatamente la degradación fotolítica de los gases invernadero metano y ozono.

30 El ácido oxálico y sus sales se presentan en la atmósfera como productos de oxidación naturales de emisiones orgánicas en una mayor concentración que la de las demás sustancias orgánicas, por lo que no es absolutamente necesario añadir estas sustancias a los aerosoles generados conforme a la invención. Si embargo, la adición de ácido oxálico actúa fomentando la deseada formación de radicales. Además de esto, el incremento del nivel de cloro y bromo en la troposfera contribuye a que una gran parte de los aerosoles de sales de hierro se presenta como sales halogenuro. El cloruro ejerce una protección contra la oxidación del oxalato en el ciclo de oxidación foto-Fenton, puesto que la transferencia de electrones de cloruro a hierro en el ciclo de oxidación foto-Fenton tiene preferencia frente a la transferencia de electrones de oxalato a hierro (esquema de formulación en la única figura).

35 La corriente de gas soporte con la que se emite el aerosol que contiene sal de hierro es preferentemente una corriente de aire o una corriente de gas de escape, la cual preferentemente se sopla a la atmósfera en direcciones predominantemente verticales desde el suelo, desde torres, desde barcos o desde plataformas flotantes, cuando se trata de un gas de escape tibio o caliente. Preferentemente, el aerosol salino que contiene hierro se sopla o emite también a la troposfera con gas de escape desde aviones, globos de aire caliente o zepelines de aire caliente. 40 Emisores preferidos son también los generadores eólicos, especialmente los extremos de sus alas, cuando sopla el viento. El procedimiento conforme a la invención se activa por adecuada conexión sólo cuando la velocidad del viento alcanza un valor mínimo de 20 km/h y cuando eventualmente la dirección del viento tiene un valor adecuado, según su ubicación. También la dosificación de la cantidad de aerosol, respectivamente de la cantidad de precursor del aerosol se elige preferentemente en tales lugares en función de la velocidad del viento.

45 Sales de hierro particularmente preferidas, que están contenidas en las soluciones a partir de las cuales se pueden preparar aerosoles salinos según el método mecánico son los oxalatos, cloruros, bromuros, nitratos, sulfatos, rodanidas, sulfatos de amonio de hierro trivalente y/o divalente.

50 Sales cloruro particularmente adecuadas, que están contenidas en las soluciones a partir de las cuales se pueden preparar aerosoles salinos según el método mecánico, son los cloruros de hierro, de sodio, de amonio, de calcio y de magnesio.

Sales bromuro particularmente adecuadas, que están contenidas en las soluciones a partir de las cuales se pueden preparar aerosoles salinos según el método mecánico, son los bromuros de hierro, de sodio, de amonio, de calcio y de magnesio.

55 Los hidrógenosulfatos y sulfatos particularmente adecuados, que están contenidos en las soluciones a partir de las cuales se pueden preparar aerosoles salinos según el método mecánico, son los hidrógenosulfatos y sulfatos de hierro, de sodio, de amonio, de alumbre de amonio y hierro, y de magnesio.

El ácido carboxílico particularmente adecuado, que está contenido en las soluciones a partir de las cuales se pueden preparar aerosoles salinos según el método mecánico, es el ácido oxálico. También sus respectivas sales y complejos con el hierro y sus sales con sodio y con amonio son adecuadas como componentes del aerosol.

5 Se ha demostrado aquí, que las partículas de aerosol tienen un efecto óptimo particular como formadores de nubes de larga duración altamente reflectantes y que también tienen un alto grado de eficacia para la degradación del metano troposférico, cuando la formación de hielo de la solución acuosa concentrada de partículas de aerosol comienza solo a temperaturas que, a ser posible, se sitúan bastante por debajo de 0°C. Se encontró, que estas propiedades ventajosas de las partículas de aerosol se consiguen, cuando:

- las partículas de aerosol son particularmente higroscópicas, y
- 10 • la solución salina nebulizada tiene un valor del pH entre 4,5 y pH 0.

Las proporciones preferidas de los elementos hierro, cloro, azufre, carbono de oxalato, silicio y boro sin tener en cuenta el contenido de agua así como los demás componentes de la composición de los aerosoles liberados, y ciertamente independientemente de que procedan de la fase gaseosa, respectivamente fase vapor o de la nebulización mecánica, son las siguientes:

15	Hierro	igual o superior a 5%,
	Cloro + azufre + carbono de oxalato + silicio	igual o menor a 90%,
	Bromo	igual o menor a 5%.

20 A continuación, a modo de ejemplo se indican formulaciones que cumplen con estas premisas y a partir de las cuales se pueden preparar soluciones, respectivamente suspensiones acuosas que sean adecuadas para la formación de aerosoles, las cuales proceden de la nebulización mecánica:

Ejemplo de formulación 1:

Cloruro de hierro(III)	1	parte en peso
Bromuro de hierro(III)	0,01	partes en peso
Oxalato de amonio	0,1	partes en peso

25 **Ejemplo de formulación 2:**

Cloruro de hierro(II)	1	parte en peso
Bromuro de hierro(II)	0,01	partes en peso
Oxalato de amonio	0,05	partes en peso

Ejemplo de formulación 3:

30 Sal marina	1	parte en peso
Sulfato de hierro(III)	0,1	partes en peso
Oxalato de amonio	0,05	partes en peso

Ejemplo de formulación 4:

Sal marina	1	parte en peso
35 Nitrato de hierro(III)	0,1	partes en peso
Oxalato de amonio	0,05	partes en peso

Ejemplo de formulación 5:

Sal marina	1	parte en peso
Sulfato de hierro(II)	0,1	partes en peso
40 Cloruro de hidrógeno	0,01	partes en peso
Oxalato de amonio	0,05	partes en peso

Ejemplo de formulación 6:

	Sal marina	1	parte en peso
	Sulfato de amonio y hierro(III)	0,1	partes en peso
	Cloruro de hidrógeno	0,01	partes en peso
5	Oxalato de amonio	0,05	partes en peso

Ejemplo de formulación 7:

	Sal marina	1	parte en peso
	Sulfuro de hierro	0,2	partes en peso
	Cloruro de hidrógeno	0,01	partes en peso
10	Oxalato de amonio	0,1	partes en peso

Ejemplo de formulación 8:

	Sal marina	1	parte en peso
	Oxihidrato de hierro	0,2	partes en peso
	Azufre elemental	0,1	partes en peso
15	Cloruro de hidrógeno	0,01	partes en peso
	Oxalato de amonio	0,1	partes en peso

Ejemplo de formulación 9:

	Sal marina	1	parte en peso
	Cloruro de hierro(III)	0,2	partes en peso
20	Azufre elemental	0,1	partes en peso
	Sílice en forma de gel, calculada como SiO ₂	0,2	partes en peso
	Ácido oxálico	0,1	partes en peso

25 Para la emisión de los aerosoles conformes a la invención con corrientes de gas soporte desde instalaciones de emisión terrestres, preferentemente mediante fuentes de emisión de gases de humo calientes y corrientes de gases y aire de escape calientes, se prefieren las formulaciones según los ejemplos 1 y 2. Los gases de transporte utilizados contienen preferentemente dióxido de azufre, el cual en contacto con el aerosol conforme a la invención y el oxígeno del aire se absorben rápidamente en forma de sulfato e hidrógenosulfato. Sobre regiones urbanas, en las que se encuentran tales instalaciones de emisión, existe en muchos casos suficiente dióxido de azufre para conseguir el enriquecimiento del aerosol conforme a la invención con el hidrógenosulfato particularmente preferido.

30 La formación de hidrógenosulfato provoca el deseado comportamiento higroscópico de los aerosoles, aún cuando la pérdida de sus componentes halogenuro, por oxidación fotoquímica de la sal de hierro a radicales halógeno volátiles, se haya completado, y cuando, aparte de esto, no contienen por sí mismo componentes salinos higroscópicos como por ejemplo en la formulación conforme al ejemplo 2. Las sales de hierro(III) contenidas en la formulación conforme al ejemplo 1 ya son de por sí higroscópicas.

35 Para la emisión de los aerosoles conformes a la invención con corrientes de gas soporte desde instalaciones de emisión volantes, preferentemente mediante las fuentes de emisión de gases de escape de los turboreactores de propulsión de los aviones comerciales se prefieren igualmente las formulaciones según los ejemplos 1 y 2. Estos gases de transporte contienen igualmente dióxido de azufre, cuyo contenido en el gas de transporte se puede incrementar sencillamente por aumento del contenido de azufre en el carburante queroseno. Por ello se puede

40 enriquecer el aerosol salino conforme a la invención con hidrógenosulfato hasta el punto de que el aerosol salino adquiera propiedades higroscópicas ventajosas.

Los aerosoles emitidos a partir de estructuras localizadas en el mar o den barcos en movimiento se crean preferentemente por nebulización de agua de mar, a cuyo contenido natural de sal, que se sitúa en 3,5% y menos, adicionalmente se añade únicamente hierro y/o carboxilato. Las formulaciones 3 a 5 dan ejemplo de ello. Pero aquí

45 también es ventajosa una adición de dióxido de azufre para reprimir en gran medida la hidrólisis de las sales de hierro trivalentes a oxihidrato de hierro(III).

Con las formulaciones 8 y 9 se dan ejemplos de suspensiones a partir de las cuales se pueden preparar los aerosoles salinos conformes a la invención.

- 5 Los aerosoles producidos a partir de gases, respectivamente vapores, se producen exclusivamente a partir de precursores salinos gaseosos o vaporizados. A excepción de la solución de tetrabromuro de silicio en tetracloruro de silicio, debido a la escasa solubilidad mutua del tetracloruro de silicio y cloruro de hierro(III) y por motivo de la reacción química, bajo precipitación de sustancia sólida, entre tetracloruro de silicio y ácido oxálico, respectivamente ácido fórmico, estas sustancias no se vaporizan preferentemente desde una solución conjunta. El cloruro de oxalilo, cloruro de formilo, tetracloruro de silicio y tetrabromuro de silicio se caracterizan por su suficiente solubilidad mutua, de modo que estas sustancias se pueden vaporizar también desde una solución conjunta.
- 10 En vista de la reducción del nivel troposférico de metano y CO₂ por el contenido de sal de hierro en la ceniza volcánica de la erupción de Pinatubo en 1991, a saber cloruros de hierro, bromuros de hierro y sulfatos de hierro, la tasa de degradación de gases invernadero por aerosoles de sales de hierro se puede estimar a "grosso modo" según las órdenes de magnitud: teniendo en cuenta
- 15 • la capacidad de reacción sensiblemente mayor de los aerosoles de sales de hierro puros, creados, en comparación con la ceniza volcánica natural con su escaso contenido de sales de hierro,
 - el tiempo de permanencia en la atmósfera mucho más largo del aerosol salino producido conforme a la invención, en comparación con el de la ceniza volcánica comparativamente gruesa, y
 - la estructura cristalina de las burbujitas relativamente no transparente debida a los minerales concomitante oscuros y la gran superficie interna para la luz solar,
- 20 la degradación específica del metano por el aerosol de halogenuros de hierro producido conforme a la invención es múltiples veces superior que la de la ceniza volcánica. Según este cálculo, 1 kg de hierro en los aerosoles de halogenuros de hierro está en condiciones de degradar aproximadamente 10 t de metano y 60 t de dióxido de carbono por oxidación inducida fotolíticamente y por estimulación del desarrollo de fitoplancton.
- 25 La masa global anual de gases invernadero que llega a la atmósfera por las actividades humanas se sitúa en aproximadamente 25.000.000.000 t/año de equivalentes de CO₂. Para la degradación de esta masa de gases invernadero, según este cálculo es suficiente la emisión anual global, realizable globalmente de forma económicamente fácil, de 100.000 t de hierro en forma de halogenuro de hierro para eliminar mundialmente el efecto PCA (potencial de calentamiento atmosférico) de los gases antropogénicos de efecto invernadero emitidos.
- 30 En este cálculo conservador no se han tenido en cuenta otros efectos de enfriamiento que surgen por la degradación de otros factores de tipo invernadero:
- la degradación del nivel troposférico de ozono, hollín y monóxido de carbono por la reacción química con las emisiones de bromo, cloro y hierro conformes a la invención.
 - el aumento de la reflexión global de la luz solar desencadenada físicamente por las emisiones de cloro, bromo y hierro conformes a la invención.
- 35 Por lo tanto, hay que contar con que la carga de masa anual necesaria para invertir la tendencia del calentamiento de la troposfera será mucho menor que 100.000 t/año de hierro en forma de aerosoles de sal de hierro.
- 40 El tiempo durante el cual conforme a la invención debe permanecer el aerosol de halogenuro que contiene elementos activos en la troposfera y/o la carga en masa de aerosol con halogenuro necesaria anualmente se puede medir según diferentes medidas. Una posibilidad de medición es la ejecución de la degradación de una masa predeterminada de al menos un gas invernadero del grupo metano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono por el aerosol salino que contiene elementos activos. Esta medición se ofrece cuando con el procedimiento conforme a la invención se deban compensar o generar los denominados certificados de emisión de gases invernadero.
- 45 Otra posibilidad de medición de la masa de aerosol que contiene elementos activos a emitir es el cumplimiento preciso y directo de fines climáticos globales. El procedimiento conforme a la invención se ejecutará preferentemente en múltiples instalaciones para la producción y emisión del aerosol de halogenuros y/o de sus sustancias precursoras. Estas instalaciones se harán funcionar primeramente en una unidad indeterminada de tiempo. Preferentemente, la carga de hierro que se emitirá con los aerosoles salinos que contienen hierro, producidos en estas instalaciones, se determinará en total previamente para un periodo de 2 años en 100.00 t/año. Dentro del
- 50 plazo de dos años, durante el cual tiene lugar la emisión del aerosol a la troposfera, se observará el transcurso de los parámetros troposféricos y oceánicos relevantes del clima, con las estaciones de medición globales existentes:
- retroceso, estancamiento, incremento amortiguado o no amortiguado de la temperatura anual media (troposfera),

- retroceso, estancamiento, incremento amortiguado o no amortiguado del contenido de metano (troposfera),
 - retroceso o estancamiento del contenido de dióxido de carbono (troposfera),
 - retroceso, estancamiento, incremento amortiguado o no amortiguado del contenido de monóxido de carbono (troposfera),
- 5
- retroceso, estancamiento, incremento amortiguado o no amortiguado del contenido de partículas de carbono oscuras (aerosoles ricos en hollín y sustancias bituminosas (troposfera),
 - retroceso o estancamiento del contenido de ozono (troposfera),
 - aumento o estancamiento del nivel de cloro (troposfera),
 - aumento o estancamiento del nivel del elemento activo bromo (troposfera),
- 10
- aumento o estancamiento del nivel del elemento activo hierro (troposfera),
 - aumento o estancamiento de la reflexión global de las nubes como consecuencia de una cobertura constante o creciente de las nubes (troposfera),
 - aumento o estancamiento de la reflexión global de las nubes como consecuencia de una reflexión específica constante o creciente de las nubes (troposfera),
- 15
- aumento o estancamiento del contenido de clorofila en los mares mundiales (océano).

Estos parámetros sirven al mismo tiempo para el control de la composición de la troposfera y para la regulación de la carga de hierro constante a emitir globalmente después del periodo de 2 años, en el cual la carga de hierro fue limitada a 100.000 t/a. El estancar los contenidos de metano y CO₂ puede mantener la carga de hierro de 100.000 t/año durante el siguiente intervalo de 2 años. Si los contenidos de metano y CO₂ retroceden, la carga de hierro según la pendiente del retroceso se retraerán a un valor entre 50.000 y 90.000 t/año para el siguiente intervalo de 2 años. Si los contenidos de metano y CO₂ van aumentando, la carga de hierro según la pendiente del incremento aumentará a un valor entre 250.000 y 400.000 t/año para el siguiente intervalo de 2 años.

- 20
- De esta manera se seguirá procediendo, hasta que los valores de la carga de hierro emitida anualmente y los parámetros climáticos hayan oscilado hasta un estado de equilibrio generalmente aceptado.

- 25
- Puesto que por el procedimiento conforme a la invención el potencial de gas invernadero condicionado por el metano se degrada más eficazmente que el potencial de gas invernadero condicionado por el dióxido de carbono, es ventajoso degradar también el dióxido de carbono paralelamente con uno o varios de los procedimientos de eficacia sostenible conocidos como, por ejemplo, el procedimiento Terra-Preta.

- 30
- Es particularmente ventajoso combinar el procedimiento técnico de combustión para la producción de aerosoles de óxido de hierro con objeto del enfriamiento de la troposfera conforme a las memorias de publicación PCT con los números de publicación internos: WO 03/013698 A2, WO 2008/006364 y la memoria de publicación alemana 10 2009 004 281 A1, ya patentado, con el procedimiento cuya patente aquí se solicita.

- 35
- Una aplicación ventajosa del procedimiento conforme a la invención es posible en parques eólicos marinos. Al incidir extensos campos de viento, la energía eléctrica excedente producida o que también se origina generalmente de noche en parques eólicos marinos, se puede emplear para la electrolisis del agua de mar. Los gases clorados que contienen bromo formados electrolíticamente en este caso se pueden emitir directamente a la troposfera. Actúan en la troposfera sobre todo en cooperación con los aerosoles troposféricos de sales de hierro del procedimiento conforme a la invención, degradando el metano y descomponiendo el ozono.

- 40
- Es sin embargo particularmente ventajoso trasladar los elementos activos lo más rápidamente posible a la troposfera, o mejor transformarlos dentro de la corriente de gas soporte en la forma preferida de los aerosoles higroscópicos, puesto que entonces puede comenzar inmediatamente la descomposición de los gases invernadero y la formación de las nubes reflectantes. Por lo tanto, es preferible emplear directamente los halógenos generados electrolíticamente o conforme a los demás procedimientos químicos conocidos para la formación de gases que contienen hierro y halógeno, y emitir éstos después a la troposfera. Esto tiene lugar según el procedimiento en sí
- 45
- conocido de la formación de cloruro de hierro(III) a partir de cloro y hierro metálico caliente y/o de la obtención del tetracloruro de carbono a partir de cloro y silicio elemental caliente. Los procesos transcurren con una elevada exotermia, de modo que el cloruro de hierro(III) y el tetracloruro de silicio, sin más aporte de calor, se obtienen en forma gaseosa y pueden ser incorporados después directamente en el gas soporte, individualmente o mezclados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el enfriamiento controlado de la troposfera, en el cual la troposfera se enriquece con un aerosol que contiene al menos el elemento hierro y al menos uno de los elementos cloro y bromo en forma de una sal higroscópica o de una solución salina, **caracterizado porque** en la troposfera se incorpora al menos una sustancia halogenada gaseosa o en forma de vapor del grupo de los compuestos de cloro y compuestos de bromo, la cual no fue producida en una combustión en la que se empleó oxígeno o hidrocarburos halogenados como medios de oxidación, caracterizándose la sustancia halogenada por al menos una de las propiedades siguientes:

- 5 • gaseosa a 20°C,
- en forma de vapor por debajo de 500°C,
- 10 • presión de vapor mensurable por encima de 50°C,
- higroscópica
- hidrolizable,

y que la formación de la sustancia halogenada tenga lugar en una de las siguientes etapas:

- liberación de la sustancia halogenada en la troposfera aplicando la hidrólisis de agua salada,
- 15 • liberación de la sustancia halogenada en la troposfera aplicando al menos una reacción de los halógenos cloro y bromo con una sustancia del grupo:

hierro metálico,
 titanio metálico,
 silicio elemental,

- 20 aleaciones de hierro-silicio,
- aleaciones de hierro-titanio,
- aleaciones de silicio-titanio,
- azufre elemental,
- compuestos de hierro-azufre, especialmente sulfuro de hierro(II).

- 25 • liberación de la sustancia halogenada en la troposfera en forma de un aerosol por nebulización mecánica, conteniendo la sustancia halogenada las siguientes proporciones de los elementos hierro, cloro, bromo, azufre, carbono de oxalato y silicio y, ciertamente, sin tener en cuenta el contenido de agua del aerosol:

	hierro	igual o superior a 5%,
	cloro + azufre + carbono de oxalato + silicio	igual o inferior a 90%
30	bromo	igual o inferior a 5%.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la adición de la sustancia halogenada en la troposfera se efectúa en un gas soporte y/o la sustancia halogenada se forma en la troposfera libre.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la troposfera se enriquece artificialmente con un aerosol, cuya cantidad global corresponde a una carga de hierro de 100.000 t por año o menos, y cuya composición química contiene junto a los elementos del grupo hierro y halógenos, al menos otro elemento del grupo silicio, carbono, azufre y nitrógeno.

4. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el enriquecimiento de la troposfera con aerosol se efectúa por introducción en un gas soporte de al menos una sustancia halogenada gaseosa o en forma de vapor y al menos una sustancia que contiene hierro, en al menos un lugar y respectivamente al mismo tiempo y respectivamente en una corriente de gas soporte,

- de manera que la corriente de gas soporte se conduce en este caso a través de un recinto, o
- la corriente de gas soporte se mueve en este caso libremente por la atmósfera, o

- el gas soporte y el lugar de la introducción de la sustancia halogenada y de la sustancia que contiene hierro en el gas soporte se mueven de forma relativamente conjunta, y

porque el respectivo gas soporte después de recibir la sustancia halogenada y la sustancia que contiene hierro se libera a la troposfera.

- 5 5. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el enriquecimiento de la troposfera con aerosol por introducción de al menos una sustancia halogenada gaseosa o en forma de vapor y al menos una sustancia que contiene hierro, en al menos dos lugares separados y/o en tiempos diferentes tiene lugar respectivamente en una corriente de gas soporte,

- 10 • en donde la correspondiente corriente de gas soporte en el correspondiente lugar de la introducción se conduce a través de un recinto, o

• la correspondiente corriente de gas soporte se mueve libremente por la atmósfera, o

• el correspondiente gas soporte y el correspondiente lugar de la introducción de la sustancia halogenada y de la sustancia que contiene hierro en el gas soporte se mueven de forma relativamente conjunta, y

- 15 **porque** el respectivo gas soporte después de absorber la sustancia halogenada y la sustancia que contiene hierro se libera a la troposfera.

6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** la sustancia que contiene hierro se añade al gas soporte en forma de un aerosol.

- 20 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la sustancia halogenada se selecciona del siguiente grupo: FeCl₃, FeCl₃ x 6 H₂O, FeBr₃, FeBr₃ x 6 H₂O, SiCl₄, SiBr₄, Br₂, Cl₂, BrCl, S₂Cl₂, SCl₂, S₂Br₂, SBr₂, HBr, HCl, NH₄Cl, NH₄Br, cloruro de oxalilo, bromuro de oxalilo.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la sustancia que contiene hierro se selecciona del siguiente grupo: sales de hierro(II), sales de hierro(III) exentos de cloruro, calcogenuros de hierro y mezclas de sales de hierro, soluciones de sales de hierro y suspensiones de calcogenuros de hierro con sal marina y agua de mar.

- 25 9. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el aerosol contiene oxalatos y ácido oxálico.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** como corriente de gas soporte se utiliza la corriente de gases de escape y/o el viento de marcha de un avión o de una embarcación o el viento en la alas de un rotor o en la torre de generadores eólicos.

- 30 11. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los halógenos y los compuestos interhalogenados formados en la electrolisis del agua salada se emiten inmediatamente a la troposfera.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado porque** en la electrolisis del agua salada se utiliza agua de mar, y la lejía formada en la electrolisis del agua salada se introduce en el mar.

- 35 13. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los halógenos formados en la electrolisis del agua salina, por reacción con al menos una sustancia en trozos del grupo: hierro metálico, titanio metálico, sulfuro de hierro(II), siliciuro de hierro, aleación de hierro-titanio y silicio elemental, se transforman en al menos un compuesto gaseoso del grupo halogenuro de hierro(III), tetrahalogenuro de silicio, tetrahalogenuro de titanio y halogenuros de azufre, emitiéndose uno o varios de los compuestos gaseosos inmediatamente a la troposfera con un gas soporte.

- 40 14. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los halógenos formados en la electrolisis del agua salina, por reacción con al menos una solución que contiene un compuesto de hierro, con una suspensión que contiene un calcogenuro de hierro precipitado o con una fusión que contiene azufre elemental, se transforman en uno o varios compuestos halogenados del grupo de los cloruros, emitiéndose uno o varios de los compuestos halogenados inmediatamente con un gas soporte a la troposfera.

