

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 835 714**

51 Int. Cl.:

A62D 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2013 PCT/US2013/032195**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14007862**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13813530 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 2825267**

54 Título: **Materiales y sistemas de extinción de incendios**

30 Prioridad:

16.03.2012 US 201213423133
24.08.2012 US 201213594738

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2021

73 Titular/es:

MEGGITT SAFETY SYSTEMS, INC. (100.0%)
1915 Voyager Avenue
Simi Valley, CA 93063-3349, US

72 Inventor/es:

MITCHELL, MARK, DUNN;
BLACK, JOHN, FORBES y
MILLS, KURT

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 835 714 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

Materiales y sistemas de extinción de incendios

5 **Solicitudes relacionadas****Campo**

10 El presente documento de patente se refiere a materiales y sistemas de extinción de incendios, y a métodos de uso de materiales de extinción de incendios. De manera más particular, el presente documento de patente se refiere a la formación de una mezcla de un producto extintor de incendios orgánico con otro compuesto orgánico para modificar una característica del producto extintor de incendios.

Antecedentes

15 Las condiciones operativas de las aeronaves presentan desafíos únicos para el diseño de sistemas de extinción de incendios de aeronaves. Por ejemplo, los sistemas de extinción de incendios de las aeronaves deben funcionar en una amplia gama de temperaturas. Estas temperaturas pueden oscilar entre 105 °C cuando la aeronave está en la pista en un día caluroso, hasta un mínimo de -55 °C cuando la aeronave se encuentra a gran altura.

20 Durante más de 50 años, halón 1301 ha sido el agente preferido para motores de aeronaves, unidad de potencia auxiliar (APU) y aplicaciones de extinción de incendios de carga. El halón 1301 tiene una serie de propiedades deseables específicas que lo convierten en una opción popular para los sistemas de extinción de incendios de aeronaves. Por ejemplo, el halón 1301 tiene un punto de ebullición bajo y una presión de vapor alta, lo que facilita la mezcla y distribución de aire y agente en toda la zona de fuego. De manera adicional, el punto de ebullición de -58 °C del halón 1301 y su capacidad para vaporizarse libremente en cada punto de descarga son propiedades físicas deseables. Sin embargo, debido al potencial de agotamiento de la capa de ozono del Halón 1301 (bromotrifluorometano), la fabricación del material cesó en la mayoría de los países en 1995.

30 En muchos sistemas actuales, el halón 1301 se almacena en una botella presurizada, que utiliza nitrógeno como gas de presurización. Se necesita una presión de nitrógeno superior a la presión de vapor natural del Halón 1301 para proporcionar energía de descarga del sistema a bajas temperaturas. El nitrógeno disuelto en la solución de halón también mejora la vaporización y la disgregación de las gotas líquidas de halón 1301 a baja temperatura similar al efecto de "palomitas de maíz".

35 Los sistemas de extinción de incendios de las aeronaves generalmente se diseñan en función del peso del agente requerido para lograr una concentración mínima específica de agente en la zona de incendio inmediatamente después de que se descarga la botella. El sistema de extinción de incendios debe diseñarse para funcionar correctamente a la temperatura mínima de funcionamiento para la aplicación. La temperatura mínima de funcionamiento es a menudo el peor escenario para el sistema de extinción de incendios porque el volumen de vapor del agente y la presión de vapor disminuyen al disminuir la temperatura.

45 Otra consideración importante en el diseño del sistema de extinción de incendios es la distribución del agente. La distribución del agente en toda la zona de incendio depende de la capacidad del agente de mezclarse con el aire que ingresa a la zona de incendio en cada lugar de descarga. La presencia de desorden en la zona de incendio puede presentar desafíos para el transporte en la línea de visión entre el lugar de descarga y la amenaza de incendio.

50 Actualmente, no se conocen compuestos de extinción y eliminación de incendios que tengan las características y capacidades del Halón 1301 pero que también sean ecológicos. El documento US 2005/145820 describe determinadas composiciones orgánicas de extinción de incendios que comprenden trifluoroyodometano.

El documento WO 01/05468 describe el uso de cetonas fluoradas en composiciones de eliminación.

Otras composiciones de extinción de incendios que comprenden vermiculita se desvelan en los documentos GB 2 370 768 y WO 01/60460.

55 **Sumario**

60 En vista de lo anterior, un objetivo según un aspecto del presente documento de patente es proporcionar una mezcla de producto extintor de incendios. En algunos aspectos del presente documentos de patente, se proporcionan métodos y sistemas relacionados con los mismos. Preferiblemente los métodos, los sistemas y las mezclas proporcionados abordan, o al menos mejoran, uno o más de los problemas descritos anteriormente. Con este fin, se proporciona una mezcla de producto extintor de incendios como se establece en la reivindicación 1.

65 La mezcla de producto extintor de incendios de la invención comprende un compuesto de producto extintor de incendios orgánico seleccionado del grupo que consiste en FK 5-1-12 y 2-BTP. En todavía otras realizaciones de la mezcla de producto extintor de incendios, se puede utilizar más de un compuesto de producto extintor de incendios orgánico.

La mezcla de producto extintor de incendios contiene un compuesto orgánico con un punto de ebullición inferior al del compuesto de extintor de incendios orgánico incluido, siendo el compuesto orgánico dióxido de carbono. El compuesto orgánico puede mezclarse en cualquier proporción con el producto extintor de incendios orgánico. En una realización preferida, la mezcla tiene una proporción de masa de aproximadamente 4 a 1 de extintor de incendios orgánico a compuesto orgánico.

La mezcla de producto extintor de incendios que se forma se presuriza mediante un gas inorgánico. En algunas realizaciones, el gas de presurización inorgánico es nitrógeno. En otras realizaciones, puede ser argón o helio o algún otro gas inerte.

En algunas realizaciones, los componentes de la mezcla de producto extintor de incendios pueden seleccionarse por las características o cualidades particulares que posean. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los componentes de la mezcla pueden seleccionarse basándose en factores ambientales tales como el potencial de agotamiento del ozono (ODP) y el potencial de calentamiento global (GWP). En tales realizaciones, la mezcla puede incluir un producto extintor de incendios orgánico con un ODP de cero y un GWP de 1 o menos.

La presente divulgación también incluye un método para crear una mezcla de producto extintor de incendios. El método comprende las etapas de: mezclar un producto extintor de incendios orgánico que tiene un punto de ebullición con un elemento halógeno para producir una mezcla, mezclar la mezcla con un compuesto orgánico que tenga un punto de ebullición más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico para formar una mezcla de producto extintor de incendios que tenga un punto de ebullición menor que el punto de ebullición del compuesto de producto extintor de incendios orgánico.

En otro aspecto del presente documento de patente, se proporciona un sistema de extinción de incendios, tal y como se expone en la reivindicación 10.

En algunas realizaciones del sistema de extinción de incendios, se puede usar tubería para distribuir la mezcla de producto extintor de incendios a un lugar de descarga. En tales realizaciones, la geometría del tubo puede diseñarse para mantener una presión mínima dentro del sistema de extinción de incendios.

En otras realizaciones, el sistema de extinción de incendios incluye tubos de distribución y geometrías de descarga en comunicación con los tubos de distribución en una pluralidad de puntos de descarga, en donde la geometría de la salida de descarga mantiene una presión mínima dentro del sistema de extinción de incendios. En algunas de estas realizaciones, la geometría de salida de descarga comprende una boquilla que restringe el flujo de la mezcla de producto extintor de incendios.

Como se describe más detalladamente a continuación, las mezclas de productos, sistemas y métodos extintores de incendios descritos en el presente documento proporcionan alternativas adecuadas a los productos extintores de incendios existentes, particularmente cuando se usa en ambientes de temperatura fría, tales como los encontrados en una aeronave. Aspectos, objetivos, características adicionales deseables y ventajas de las mezclas, sistemas y métodos descritos en el presente documento se entenderán mejor a partir de la descripción detallada y los dibujos que siguen, en los que se ilustran varias realizaciones a modo de ejemplo. Expresamente, ha de entenderse, sin embargo, que los dibujos se dan solo con fines de ilustración, y que no están concebidos como una definición de los límites de la invención reivindicada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra cómo la presión de vapor, y por lo tanto el punto de ebullición, de una mezcla de dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona (FK-5-1-12) y CO₂ se ve afectado por el aumento de la concentración de CO₂ en la mezcla. La figura 2 ilustra un sistema de extinción de incendios para distribuir una mezcla de producto extintor de incendios. La figura 3 ilustra un método para crear una mezcla de producto extintor de incendios para usar en un sistema de extinción de incendios.

La figura 4 ilustra un método para crear una mezcla de producto extintor de incendios que incluye un elemento halógeno para usar en un sistema de extinción de incendios.

Descripción detallada de las realizaciones

El presente documento de patente enseña el uso de una mezcla orgánica de compuestos para crear un agente de extinción de incendios. Mediante el uso de una mezcla orgánica de compuestos que comprenden compuestos componentes, es posible crear una mezcla que conserve las características deseables de cada uno de sus componentes. Por consiguiente, se pueden formar agentes de extinción de incendios que tengan numerosas características deseables de sus componentes y, por lo tanto, sean más adecuados para manejar la extinción de incendios en diversos entornos como los que se encuentran en las aeronaves. Mezclar compuestos componentes juntos también significa que se puede usar una gama más amplia de compuestos porque todas las características deseables no tienen que ser exhibidas necesariamente por un solo componente. En una realización preferida, se

puede mezclar un producto extintor de incendios orgánico con un compuesto compatible para modificar una propiedad física del producto extintor de incendios orgánico y hacerlo más adecuado para una aplicación particular.

5 Aunque de acuerdo con la reivindicación 1, un compuesto orgánico de producto extintor de incendios seleccionado del grupo que consiste en FK 5-1-12 y 2-BTP se mezcla con un compuesto orgánico, siendo dicho compuesto orgánico dióxido de carbono, en otras realizaciones, pueden incluirse otros productos extintores de incendios orgánicos en los componentes de la mezcla o pueden incluirse otros compuestos orgánicos en los componentes de la mezcla. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se pueden combinar otros compuestos orgánicos productos extintores de incendios con un solo compuesto orgánico, siendo dicho compuesto orgánico dióxido de carbono. En otras realizaciones, un
10 único compuesto orgánico producto extintor de incendios seleccionado del grupo que consta de FK 5-1-12 y 2-BTP puede combinarse con otros compuestos orgánicos. En otras realizaciones adicionales, se pueden combinar otros compuestos orgánicos productos extintores de incendios con otros compuestos orgánicos.

15 Aunque las realizaciones descritas en este documento consisten en una combinación de compuestos orgánicos al menos de acuerdo con la reivindicación 1, se pueden mezclar elementos químicos adicionales con el compuesto de producto extintor de incendios en algunas realizaciones. En algunas realizaciones, al menos un elemento químico puede mezclarse con el compuesto de producto extintor de incendios. En realizaciones que incluían un elemento químico mezclado con el compuesto de producto extintor de incendios, un elemento químico preferido es un elemento halógeno.
20

Tal como se utiliza en el presente documento, "compuesto orgánico" se usa ampliamente para referirse a cualquier compuesto que incluya carbono, ya sea que el compuesto orgánico se considere un producto extintor de incendios o no. En la realización preferida, el compuesto orgánico tiene características de extinción de incendios.

25 Tal como se utiliza en el presente documento, "elemento halógeno" se utiliza para referirse a los elementos de la tabla periódica del grupo 7A, incluido el flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br), yodo (I).

En diversas realizaciones, los compuestos componentes se pueden mezclar para mejorar varias características diferentes. Por ejemplo en la reivindicación 1, un compuesto orgánico de producto extintor de incendios se mezcla con un compuesto orgánico, siendo dicho compuesto orgánico dióxido de carbono, para bajar el punto de ebullición de la mezcla resultante. En otras realizaciones, otras características pueden mejorarse o modificarse. En una realización preferida, los componentes de la mezcla se eligen de manera que la mezcla resultante exhiba características de eficacia mejorada de extinción de incendios y eficacia de peso en suspensión.
30

35 Al seleccionar compuestos componentes para mezclarlos, las características de cada componente pueden seleccionarse para lograr una mezcla resultante con características específicas. Una característica que puede considerarse en una realización de un nuevo agente de extinción de incendios es el potencial de agotamiento del ozono (ODP). En una realización preferida, los compuestos componentes que comprenden la mezcla tienen un ODP menor que el Halon 1301 o al menos se eligen de manera que la mezcla resultante tenga un ODP menor que el Halon 1301. En una realización más preferible, los compuestos componentes que comprenden la mezcla tienen la mitad o menos del ODP del Halon 1301 o dan como resultado una mezcla con la mitad o menos del ODP del Halon 1301. En una realización aún más preferida, se pueden seleccionar compuestos componentes que tengan poco o ningún ODP, ODP de 1 o menos, y resulta en una mezcla con un ODP de 1 o menos. En aún otra realización preferida más, se utilizan compuestos componentes que tienen un ODP de cero, lo que da como resultado una mezcla con un ODP de cero.
40
45

Otra característica que puede considerarse es el potencial de calentamiento global (GWP). El potencial de calentamiento global (GWP) es un índice que proporciona una medida relativa del posible impacto climático debido a un compuesto, que actúa como gas de efecto invernadero en la atmósfera. El GWP de un compuesto, según lo definido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), se calcula como el forzamiento radiativo integrado debido a la liberación de 1 kilogramo de ese compuesto en relación con el calentamiento debido a 1 kilogramo de CO₂ durante un período de tiempo específico (el horizonte de tiempo de integración (ITH)).
50

Donde F es el $GWP P_x = \frac{\int_0^{ITH} F_x C_{x_0} \exp(-t/\tau_x) dt}{\int_0^{ITH} F_{CO_2} C_{CO_2}(t) dt}$ forzamiento radiativo por unidad de masa de un compuesto (el cambio en el flujo de radiación a través de la atmósfera debido a la absorción IR de ese compuesto), C es la concentración atmosférica de un compuesto, τ es el tiempo de vida atmosférico de un compuesto, t es el tiempo y X es el compuesto de interés.
55

El ITH comúnmente aceptado es de 100 años, lo que representa un compromiso entre los efectos a corto plazo (20 años) y los efectos a más largo plazo (500 años o más). La concentración de un compuesto orgánico, x , en la atmósfera se supone que sigue una cinética de pseudo primer orden (es decir, decrecimiento exponencial). La concentración de CO₂ durante ese mismo intervalo de tiempo incorpora un modelo más complejo para el intercambio y eliminación de CO₂ de la atmósfera (el modelo del ciclo del carbono de Berna).
60

65 Solo hay dos variables independientes en el cálculo del GWP que se ven afectadas por las características

físicas/ambientales del compuesto: el forzamiento radiativo y la vida útil atmosférica. Los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) absorben energía infrarroja (IR) en la "ventana" de 8 a 12 μm , que es en gran parte transparente en la atmósfera natural. La absorción de energía IR dentro de esta ventana atmosférica es característica de todos los compuestos fluorados. Como se muestra en la figura 1, los valores de forzamiento radiativo para PFC y HFC escalan esencialmente de forma lineal con el número de enlaces carbono-flúor debido a la absorbancia IR específica de esos enlaces a nominalmente 8 μm (1250 cm^{-1}). Esta absorbancia IR, junto con sus vidas atmosféricas relativamente largas, produce HFC y PFC gases de efecto invernadero con alto GWP. Dado que todos los compuestos fluorados absorberán IR en estas longitudes de onda, el enfoque más eficaz para producir alternativas de bajo GWP es desarrollar compuestos con una vida atmosférica más corta.

En una realización preferida, los compuestos que componen la mezcla tienen un GWP más bajo que el halón 1301 y, por tanto, la mezcla resultante tiene un GWP menor que Halon 1301. En una realización más preferible, los compuestos que componen la mezcla tienen la mitad o menos del GWP del Halon 1301 dando como resultado una mezcla con la mitad o menos del GWP del Halon 1301. En una realización aún más preferida, se utilizan compuestos componentes que tienen un GWP de 1, lo que da como resultado una mezcla con un GWP de 1.

Otras características de los compuestos componentes que pueden considerarse incluyen, entre otras, la capacidad de extinción de incendios de los componentes, toxicidad para los seres humanos, capacidad destructiva hacia la zona que se utiliza para proteger, y cualquier otra propiedad de extinción, retardante o de eliminación de incendios importante.

Hay una serie de compuestos orgánicos de extinción de incendios que son respetuosos con el medio ambiente. Por ejemplo, FK-5-1-12, dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona, $\text{C}_6\text{F}_{12}\text{O}$, el fluido es un agente de extinción de incendios ecológico (ODP 0) fabricado por 3M®. Los productos extintores de incendios orgánicos incluyen pero no se limitan a FK-5-1-12, dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona, CF_3I , compuestos similares o derivados de FK-5-1-12 y CF_3I , moléculas orgánicas grandes de alto peso molecular que contienen un halógeno con una temperatura de punto de ebullición inferior a la de FK-5-1-12, HFC-125, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (R123) y otros compuestos orgánicos que pueden usarse como productos extintores, retardadores o extintores de incendios. En realizaciones adicionales, otros productos extintores de incendios orgánicos pueden ser halogenados o no halogenados.

En algunas realizaciones, se pueden seleccionar componentes que, de forma aislada, tengan buenas cualidades de extinción de incendios. Sin embargo, en otras realizaciones, se puede usar un componente que no se sabe que sea un producto extintor de incendios pero que tenga alguna otra cualidad deseable que mejorará la eficacia de la mezcla. En todavía otras realizaciones más, se pueden utilizar compuestos componentes que, por sí solos, no sean productos extintores de incendios, pero que cuando se mezclan crean una mezcla con características extintoras de incendios.

FK-5-1-12, Dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona es un material de alto peso molecular, en comparación con los agentes limpios de halocarbono de primera generación. El producto tiene un calor de vaporización de 88,1 kJ/kg y baja presión de vapor. Aunque es un líquido a temperatura ambiente, a temperaturas normales se gasifica inmediatamente después de ser descargado en un sistema de inundación total.

FK-5-1-12 se basa en una química patentada de 3M® llamada C6-fluorocetona; también se conoce como dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona; su nomenclatura ASHRAE es FK 5-1-12, la forma en que se designa en las normas de agentes limpios NFPA 2001 e ISO 14520. Químicamente, es una cetona fluorada con el nombre sistemático 1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluoro-4-(trifluorometil)-3-pentanona y la fórmula estructural $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(=\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$, un análogo completamente fluorado de etil isopropil cetona.

Otro extintor de incendios conocido que es menos dañino para el ozono que el halón es el trifluoroyodometano, también conocido como trifluorometil yoduro. El trifluoroyodometano es un halometano con la fórmula CF_3I . Contiene átomos de carbono, flúor y yodo. Aunque el yodo es varios cientos de veces más eficaz para destruir el ozono estratosférico que el cloro, los experimentos han demostrado que debido a que el enlace CI débil se rompe fácilmente bajo la influencia del agua (debido a los átomos de flúor que atraen electrones), el trifluoroyodometano tiene un potencial de agotamiento de la capa de ozono inferior a una milésima parte del halón 1301 (0,008-0,01). Su vida atmosférica, en menos de 1 mes, es menos del 1 por ciento del halón 1301.

El problema con FK-5-1-12 y CF_3I aisladamente es que tienen puntos de ebullición normales relativamente altos. El punto de ebullición de una sustancia es la temperatura a la que la presión de vapor del líquido es igual a la presión ambiental que rodea al líquido.

Un líquido en el vacío tiene un punto de ebullición más bajo que cuando ese líquido está a la presión atmosférica al nivel del mar. Un líquido a alta presión tiene un punto de ebullición más alto que cuando ese líquido está a la presión atmosférica al nivel del mar. Dicho de otra forma, el punto de ebullición de un líquido varía dependiendo de la presión ambiental circundante. Para una presión dada, diferentes líquidos hierven a diferentes temperaturas.

El punto de ebullición normal (también llamado punto de ebullición atmosférico o punto de ebullición a presión atmosférica) de un líquido es el caso especial en donde la presión de vapor del líquido es igual a la presión atmosférica

definida al nivel del mar, 1 atmósfera. A esa temperatura, la presión de vapor del líquido llega a ser suficiente para superar la presión atmosférica y permitir que se formen burbujas de vapor dentro de la masa del líquido. El punto de ebullición estándar es ahora (a partir de 1982) definido por la IUPAC como la temperatura a la que se produce la ebullición bajo una presión de 1 bar.

5 Agentes de alto punto de ebullición como FK 5-1-12 (punto de ebullición normal de 49 °C) y CF₃I (punto de ebullición normal de -23 °C) no vaporizo libremente por debajo de cada temperatura de ebullición respectiva. En consecuencia, en entornos de temperatura fría como los que se encuentran en un aeronave en altitud, la distribución del agente debe depender de la atomización por tratamiento mecánico o del impulso absoluto. Esto hace que FK 5-1-12 y CF₃I
10 reemplazos menos que ideales para el halón como productos extintores de incendios de aeronaves cuando se usan solos. Sin embargo, en realizaciones del presente documentos de patente, FK 5-1-12 se mezcla con dióxido de carbono para modificar su punto de ebullición y, por lo tanto, aumentar su eficacia como productos extintores de incendios en ambientes fríos.

15 Según la reivindicación 1, el FK 5-1-12 se mezcla con otro compuesto orgánico con un punto de ebullición más bajo, siendo dicho compuesto orgánico dióxido de carbono, para bajar el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico. El resultado de la mezcla, debido a que ambos materiales son compuestos orgánicos y miscibles entre sí, es una fase líquida que presenta un punto de ebullición entre el del producto extintor de incendios orgánico y el compuesto orgánico mezclado con el producto extintor de incendios orgánico.

20 El punto de ebullición de una mezcla es función de las presiones de vapor de los diversos componentes de la mezcla. Como tendencia general, las presiones de vapor de los líquidos a temperatura ambiente aumentan al disminuir los puntos de ebullición. La ley de Raoult da una aproximación a la presión de vapor de mezclas de líquidos. Establece que la actividad (presión o fugacidad) de una mezcla monofásica es igual a la suma ponderada de la fracción molar de las presiones de vapor de los componentes:
25

$$p_{tot} = \sum p_i X_i$$

30 dónde p es la presión de vapor de la mezcla, i es uno de los componentes de la mezcla y X es la fracción molar de ese componente en la mezcla líquida. El término $p_i X_i$ es la presión parcial del componente i en la mezcla. La Ley de Raoult es aplicable solo a los no electrolitos (especies sin carga); es más apropiado para moléculas no polares con solo atracciones intermoleculares débiles (como las fuerzas de London).

35 Se dice que los sistemas que tienen presiones de vapor más altas que las indicadas por la fórmula anterior tienen desviaciones positivas. Tal desviación sugiere una atracción intermolecular más débil que en los componentes puros, de modo que se puede pensar que las moléculas están "retenidas" en la fase líquida con menos fuerza que en el líquido puro. Un ejemplo es el azeótropo de aproximadamente 95 % de etanol y agua. Debido a que la presión de vapor del azeótropo es más alta que la predicha por la ley de Raoult, hierve a una temperatura inferior a la de cualquiera de los componentes puros.

40 También hay sistemas con desviaciones negativas que tienen presiones de vapor inferiores a las esperadas. Tal desviación es evidencia de una atracción intermolecular más fuerte entre los componentes de la mezcla que la que existe en los componentes puros. Así, las moléculas se "retienen" en el líquido con más fuerza cuando hay una segunda molécula presente. Un ejemplo es una mezcla de triclorometano (cloroformo) y 2-propanona (acetona), que
45 hierve por encima del punto de ebullición de cualquier componente puro.

De acuerdo con la reivindicación 1, se mezcla un compuesto orgánico de producto extintor de incendios con un segundo compuesto orgánico con un punto de ebullición más bajo para crear una mezcla de producto extintor de incendios con un punto de ebullición más bajo que el del compuesto orgánico de producto extintor de incendios. En
50 una realización aún más preferida, la mezcla de producto extintor de incendios tiene poco o ningún ODP y un GWP bajo. El punto de ebullición más bajo mejora las características de vaporización libre de la mezcla.

En una realización preferida, el punto de ebullición de la mezcla es entre 1 y 40 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del compuesto orgánico de producto extintor de incendios por sí solo. En una realización adicional más
55 preferida, el punto de ebullición de la mezcla es entre 40 y 75 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del compuesto orgánico de producto extintor de incendios por sí solo. En una realización aún más preferida, el punto de ebullición de la mezcla es entre 75 y 100 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del compuesto orgánico de producto extintor de incendios por sí solo.

60 Se pueden mezclar varios tipos de compuestos orgánicos con el producto extintor de incendios orgánico para modificar varias características diferentes del producto extintor de incendios orgánico. En la invención, el compuesto orgánico que se utiliza es CO₂. Sin embargo, también se describen en el presente documento otros compuestos orgánicos que presentan características deseables.

65 En una realización, FK 5-1-12 se mezcla con dióxido de carbono (CO₂). El punto de ebullición del CO₂ a la presión

atmosférica estándar es de $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cuando se mezcla con Novec 1230, que tiene un punto de ebullición de $49\text{ }^{\circ}\text{C}$, el CO_2 añadido bajará el punto de ebullición de la mezcla total.

Además de tener un punto de ebullición bajo, el CO_2 también se puede utilizar como producto extintor de incendios y es ecológico. Sin embargo, el CO_2 en cantidades suficientemente grandes para ser un producto extintor de incendios por sí mismo es tóxico para los humanos. Cuando el CO_2 se mezcla con FK 5-1-12, la mezcla resultante presenta las propiedades ventajosas de ambos componentes. Concretamente, un producto extintor de incendios ecológico con un punto de ebullición más bajo que es seguro para su uso alrededor de los seres humanos. El punto de ebullición más bajo mejora las características de vaporización libre de las mezclas y ayuda a que se dispersen mejor en el aire a temperaturas frías e inunden el área para la que se desea la extinción de incendios.

En realizaciones diferentes, se pueden mezclar diferentes cantidades de productos extintores de incendios orgánicos y compuestos orgánicos. Estas cantidades pueden determinarse en función de la aplicación específica para la que está diseñada la mezcla de producto extintor de incendios. Por ejemplo, un requisito de que el sistema sea eficaz hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ puede requerir más CO_2 añadirse al extintor de incendios orgánico que si el requisito medioambiental fuera menos extremo.

La figura 1 ilustra cómo cambia la presión de vapor de una mezcla con la fracción molar de cada uno de los componentes de la mezcla. Tal y como se ha explicado anteriormente, el punto de ebullición sigue normalmente una relación inversa a la presión de vapor. Las líneas continuas representan la presión parcial de FK 5-1-12 y CO_2 en la mezcla. La línea discontinua representa la presión de vapor de la mezcla. Como puede verse en la figura 1, la presión de vapor pasa de la del FK 5-1-12 puro a la del CO_2 puro como la fracción molar de CO_2 está incrementada. La figura 1 ilustra cómo la presión de vapor de la mezcla se ve afectada al aumentar la concentración de CO_2 en la mezcla y en consecuencia, el punto de ebullición se reduce. Mientras que la figura 1 usa FK 5-1-12 y CO_2 como ejemplos, La figura 1 es igualmente aplicable a otras mezclas de productos extintores de incendios orgánicos y compuestos orgánicos como se explicó anteriormente con respecto a la ley de Raoult.

Tal y como se ha explicado anteriormente, la mezcla contiene idealmente las propiedades ventajosas de ambos componentes. Por consiguiente, en algunas realizaciones puede usarse más CO_2 para reducir el punto de ebullición de la mezcla y en otras realizaciones, puede usarse menos CO_2 para retener más propiedades del producto extintor de incendios orgánico. Como ocurre con la mayoría de las mezclas, habrá un punto de saturación en donde el compuesto orgánico puede dejar de mezclarse con el producto extintor de incendios orgánico. Por ejemplo, en algún momento CO_2 dejará de mezclarse con el FK 5-1-12. Este punto de saturación cambia con la temperatura y se puede mezclar más compuesto orgánico con el producto extintor de incendios orgánico a temperaturas más altas. En una realización preferida, aproximadamente 1,87 kg (cuatro (4) libras) de FK 5-1-12 se utilizan por cada 0,45 kg (una (1) libra) de CO_2 , una relación de masa de aproximadamente 4 a 1. En otras realizaciones, pueden usarse otras proporciones.

Cuando se mezcla en una proporción de masa de 4 a 1, la mezcla resultante tiene un punto de ebullición de aproximadamente $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto es significativamente más bajo que el punto de ebullición de $49\text{ }^{\circ}\text{C}$ que exhibe FK 5-1-12 de forma aislada. La combinación de la eficacia de extinción de incendios de dos agentes de acción física da como resultado una sinergia entre los agentes para lograr la extinción de incendios con una concentración reducida de CO_2 , por debajo del 28 %, y atomización mejorada de FK 5-1-12 a bajas temperaturas.

En otras formas de realización de una mezcla de producto extintor de incendios, el CF_3I puede estar mezclado con CO_2 . Similar a FK 5-1-12, el CF_3I puede estar mezclado con CO_2 en diferentes proporciones dependiendo de las características deseadas en la mezcla resultante. En una realización preferida, el CF_3I se mezcla con CO_2 en una proporción de masa de 5 a 1. Sin embargo, en otras realizaciones, se pueden usar otras proporciones, incluidas 4 a 1.

Un beneficio adicional de agregar CO_2 a las mezclas de extintores de incendios puede estar controlando el umbral de inflamabilidad posterior a la extinción. En algunas realizaciones, el CO_2 adicional se puede agregar para elevar este umbral. El uso de CO_2 puede ser un medio eficaz para controlar la inflamabilidad posterior a la descarga de un halocarbono inflamable. El CO_2 adicional puede evitar problemas de inflamabilidad posterior a la extinción cuando se usa CF_3I , 2-BTP u otros compuestos extintores de incendios. El efecto asintótico seguido de un aumento de avalancha en el umbral de inflamabilidad que se produce son algunas realizaciones de mezclas de extintores de incendios que incluyen CO_2 puede usarse para prevenir el potencial de re-ignición. Pequeñas cantidades de CO_2 puede usarse para elevar el umbral de inflamabilidad por encima de la concentración volumétrica necesaria para extinción con CO_2 adicional contenido como coadyuvante dispersante a bajas temperaturas.

En otras mezclas de extinción de incendios, tanto FK 5-1-12 como CF_3I puede estar mezclado con CO_2 . En tales mezclas, la proporción total de extintor de incendios orgánico a compuesto orgánico puede ser de 4 a 1. En otras de dichas realizaciones, la proporción puede estar más cerca de 5 a 1. En otras mezclas de este tipo, la relación puede ser incluso menor.

La Tabla 1 y la Tabla 2 a continuación enumeran las fracciones molares y las fracciones de masa para una mezcla

que contiene dos compuestos orgánicos extintores de incendios y un compuesto orgánico. También se muestra el volumen almacenado de cada componente dentro de dos volúmenes de botella separados. En el ejemplo mostrado en la Tabla 1, la fracción de masa de compuesto orgánico de producto extintor de incendios a compuesto orgánico es aproximadamente 2,3 a 1. En los ejemplos (no de acuerdo con la invención) mostrados en la Tabla 1 y la Tabla 2, la fracción de masa entre los dos productos extintores de incendios orgánicos se divide aproximadamente en partes iguales. Sin embargo, en otras mezclas, se puede usar más o menos de cualquiera de los dos productos extintores de incendios orgánicos.

Tabla 1 - no de acuerdo con la presente invención

	FK 5-1-12	CF₃I	CO₂	Total
Peso Molar	316	195,9	44	
Moles por kg (Moles por Libra)	3,17 (1,44)	5,11 (2,32)	22,73 (10,31)	
Peso kg (libras)	0,52 (1,15)	0,64 (1,4)	0,50 (1,1)	1,66 (3,65)
Mol %	10,2 %	20,0%	69,8%	100,0 %
Peso %	31,5 %	38,4%	30,1 %	100,0 %
Botella Vol. cm³ (pulgadas³)				
2458 (150)	2,1e -4 (13,25)	2,58e -4 (16,13)	2,0e -4 (12,67)	6,7e -4 (42,05)
3671 (224)	1,4e -4 (8,87)	1,7e -4 (10,80)	1,36e -4(8,49)	4,5e -4 (28,16)
	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)

10

Tabla 2 - no de acuerdo con la presente invención

	R123	CF₃I	CO₂	Total
Peso Molar	152,9	195,9	44	
Moles por kg (Moles por Libra)	6,55 (2,97)	5,11 (2,32)	22,73 (10,31)	
Peso kg (libras)	0,45 (1,00)	0,45 (1,00)	0,09 (0,2)	1,66 (3,65)
Mol %	40,40 %	31,56 %	28,04 %	100,0 %
Peso %	45,45 %	45,45 %	9,10 %	100,0 %
Botella Vol. cm³ (pulgada³)				
1229 (75)	3,7e ⁻⁴ (23,04)	3,7e ⁻⁴ (23,04)	7,38e ⁻⁵ (4,61)	8,1e ⁻⁴ (50,69)
	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)

Todavía en otras mezclas, como se ilustra en la Tabla 3, se puede mezclar al menos un elemento químico con el compuesto de producto extintor de incendios antes de mezclarlo con el compuesto orgánico. En una mezcla que incluye un elemento químico adicional mezclado con el compuesto de producto extintor de incendios orgánico, el elemento químico es un elemento halógeno. Incluso más preferentemente, el elemento halógeno se selecciona del grupo que consiste en yoduro, bromuro y cloruro. En mezclas que utilizan un elemento halógeno, el elemento halógeno puede comprender entre el 4 y el 32 por ciento en moles de la composición, dependiendo de la aplicación y el entorno previsto para su uso. Como ejemplo, si se utiliza yodo con una molécula de un solo átomo de peso atómico equivalente de 126,9 como elemento halógeno, el elemento halógeno puede comprender entre 4 y 32 por ciento en moles de la mezcla total. La Tabla 3 da un ejemplo (no de acuerdo con la invención) en donde se usa yodo como elemento halógeno y comprende 4,79 por ciento en moles de la mezcla total.

15

20

Tabla 3 - no de acuerdo con la presente invención.

	R123	I₂	CO₂	Total
Peso Molar	152,9	253,8	44	
Moles por kg (Moles por Libra)	6,55 (2,97)	3,95 (1,79)	22,73 (10,31)	
Peso kg (libras)	0,77 (1,70)	0,09 (0,2)	0,09 (0,2)	1,66 (3,65)

25

(continuación)

	R123	I ₂	CO ₂	Total
Mol %	67,60 %	4,79 %	27,61 %	100,0 %
Peso %	80,96 %	9,52 %	9,52 %	100,0 %
Botella Vol. cm³ (pulgadas³)				
1229 (75)	6,3e-4 (39,17)	7,38e-5 (4,61)	7,38e-5 (4,61)	7,7e-4 (48,38)
	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)	kg/cm ³ (libras/pie ³)

5 Los elementos químicos halógenos necesitan un vehículo en fase líquida y el compuesto orgánico de producto extintor de incendios sirve como vehículo en fase líquida para el elemento halógeno cuando los dos se mezclan. De los elementos halógenos, cloruro, bromuro y yoduro son los más químicamente activos en la extinción de incendios porque se combinan químicamente con el oxígeno debido al calor en la región donde está presente la actividad de oxidación por combustión (fuego).

10 Tal y como se ha explicado anteriormente, los sistemas de extinción de incendios se diseñan en función del peso del agente necesario para lograr una concentración mínima específica de agente en la zona de incendio. Para muchas aplicaciones como aeronaves, cuanto más ligero sea el sistema, mejor. Agregar una pequeña cantidad de un elemento halógeno al compuesto orgánico de producto extintor de incendios reduce la cantidad y el peso total del compuesto orgánico de producto extintor necesario. El elemento halógeno aumenta la actividad química de extinción de incendios en comparación con el efecto de extinción principalmente físico que presenta el compuesto orgánico de extinción de incendios. La combinación de la extinción de incendios química y física permite una reducción general del peso total de la mezcla de producto extintor de incendios.

20 En una mezcla de producto extintor de incendios que incluye un elemento halógeno, el FK 5-1-12 se mezcla con un elemento halógeno primero y luego con un compuesto orgánico con un punto de ebullición más bajo. En una mezcla preferida, el FK 5-1-12 se mezcla con Br o I y luego con CO₂. La cantidad de elemento halógeno añadido a la mezcla puede estar entre el 5 % y el 30 % del peso total de la mezcla final. En mezclas preferidas, la cantidad de halógeno añadido a la mezcla puede estar entre el 7 % y el 23 % del peso total de la mezcla final. Incluso más preferentemente, la cantidad de elemento halógeno añadido a la mezcla puede estar entre el 12,4 % y el 15,1 % del peso total de la mezcla final.

25 La Tabla 4 muestra una forma de realización de una mezcla de producto extintor de incendios según la invención. En la Tabla 4, la mezcla es una mezcla física de partes iguales en peso de FK 5-1-12 y dióxido de carbono. La mezcla descrita en la Tabla 4 se puede presurizar en el sistema de extinción de incendios con nitrógeno.

30 **Tabla 4.**

ID Componente	Nombre químico	Nombre comercial u otro	ID CAS	Porcentaje de peso	Porcentaje Mol
FK 5-1-12	1,1,1,2,2,4,5,5-Nonafluoro-4-(trifluorometil) -3-pentanona	Novoc 1230	756-13-8	50 % ± 0,068 kg (0,15 lb)	12,2 ± 0,22
CO ₂	Dióxido de carbono	N/A	124-38-9	50 % ± 0,068 kg (0,15 lb)	87,8 ± 1,55
N ₂	Nitrógeno	N/A	7727-37-9	N/A	N/A

35 Cuando se usa la mezcla divulgada en la figura 4, una densidad de llenado máxima preferible para FK 5-1-12 y dióxido de carbono, como componentes individuales, es 4,6e-4 kg por centímetro cúbico (29 libras por pie cúbico). La densidad de llenado se calcula dividiendo el peso del componente en kilogramos (libras) por el volumen de la botella en unidades de centímetros cúbicos (pies cúbicos).

40 En una realización preferida, La densidad máxima total de llenado de la botella para ambos componentes es de 9,3e-4 kg por centímetro cúbico (58 libras por pie cúbico). La densidad de llenado mínima es 2,4e-4 kg por centímetro cúbico (15 libras por pie cúbico) para cada componente, lo que resulta en una densidad de llenado mínima total de 4,8e-4 kg por centímetro cúbico (30 libras por pie cúbico). En otras realizaciones, otras densidades de llenado pueden ser posibles.

En una realización preferida, una vez colocada la mezcla de producto extintor de incendios en la botella, además, se utiliza un gas inorgánico para presurizar la botella. En una realización preferida que utiliza la mezcla de producto

ES 2 835 714 T3

extintor de incendios de la Tabla 4, se puede usar nitrógeno para presurizar la botella entre 6205 kpag (900 psig) y 8446 kpag (1225 psig), según la aplicación y la arquitectura de la tubería.

5 Cuando use la mezcla de la Tabla 4, las botellas se pueden rellenar utilizando el siguiente método: Secuencia de llenado de botellas: 1.) Limpiar y secar la botella; 2.) Evacuar la botella a un vacío de mercurio de 26 pulgadas (66,04 cm) o más; 3.) Utilizar la fuente de vacío en la botella para llenar con Novec 1230 hasta un peso especificado de 0,068 kg (0,15 libras), -0; 4.) Utilizar la bomba para cargar la botella con CO₂ al peso especificado 0,068 kg (0,15 libras, -0,00; 5.) Presurizar la botella con nitrógeno a una presión nominal de 6205 kpag (900 psig), 6895 kpag (1000 psig), 7584 kpag (1100 psig) u 8274 kpag (1200 psig) a una temperatura de referencia de 21 °C según el diseño del sistema de aplicación y distribución. La presión de carga de nitrógeno a una temperatura de la botella distinta de 21 °C se basa en la temperatura de la botella en el momento de la carga. La tolerancia de presurización es de 172 kpag (25 psig), -0.

15 La tabla 5 muestra otra mezcla de producto extintor de incendios (no según la invención). En la Tabla 5, la mezcla es una mezcla física de 75 % CF₃I y 25 % CO₂ por peso. La mezcla descrita en la Tabla 5 se puede presurizar en el sistema de extinción de incendios con nitrógeno.

La Tabla 5 - no de acuerdo con la invención.

ID Componente	Nombre químico	Nombre comercial u otro	ID CAS	Porcentaje de peso	Porcentaje Mol
CF ₃ I	Yoduro de trifluorometilo o yodotrifluorometano	Trioduro	2314-97-8	75 % ± 0,068 kg (0,15 lb)	40 ± 0,35
CO ₂	Dióxido de carbono	N/A	124-38-9	25 % ± 0,068 kg (0,15 lb)	60 ± 1,55
N ₂	Nitrógeno	N/A	7727-37-9	N/A	N/A

20 Cuando se usa la mezcla descrita en la Tabla 5, una densidad de llenado máxima preferible para CF₃I es 8,3e-4 kg por centímetro cúbico (52 libras por pie cúbico). Una densidad de llenado máxima preferible para el dióxido de carbono es 2,88e-4 kg por centímetro cúbico (18 libras por pie cúbico).

25 En una mezcla preferida, la densidad máxima total de llenado de la botella para ambos componentes es de 1,1e-3 kg por centímetro cúbico (70 libras por pie cúbico). La densidad mínima de llenado es de 5,6e-4 kg por centímetro cúbico (35 libras por pie cúbico) para CF₃I y 2,1e-4 kg por centímetro cúbico (13 libras por pie cúbico) para CO₂ resultando en una densidad de llenado mínima total de 7,7e-4 kg por centímetro cúbico (48 libras por pie cúbico). En otras mezclas, otras densidades de llenado pueden ser posibles. En una mezcla preferida, una vez colocada en la botella la mezcla de producto extintor de incendios de la Tabla 5, un gas inorgánico, como el nitrógeno, puede usarse para presurizar la botella entre 5516 kpag (800 psig) y 7067 kpag (1025 psig) dependiendo de la aplicación y la arquitectura de la tubería.

35 El mismo procedimiento utilizado para llenar una botella con la forma de realización de la Tabla 4 se puede utilizar para llenar una botella con la forma de realización de la Tabla 5, excepto que se debe usar nitrógeno para presurizar la botella a una presión de 5516 kpag (800 psig), 6205 kpag (900 psig) o 6895 kpag (1000 psig) a 21 °C.

40 La Tabla 6 muestra otra mezcla de producto extintor de incendios (según la invención). En la Tabla 6, la mezcla es una mezcla física de 35 % CF₃I, 35 % de FK 5-1-12 y 30 % de dióxido de carbono en peso. La mezcla descrita en la Tabla 6 se puede presurizar en el sistema de extinción de incendios con nitrógeno.

Tabla 6 de acuerdo con la invención.

ID Componente	Nombre químico	Nombre comercial u otro	ID CAS	Porcentaje de peso	Porcentaje Mol
CF ₃ I	Yoduro de trifluorometilo o yodotrifluorometano	Trioduro	2314-97-8	35 % ± 0,07 kg (0,15 lb)	18,4 ± 0,35
FK 5-1-12	1,1,1,2,2,4,5,5,5-Nonafluoro-4-(trifluorometil) -3-pentanona	Novec 1230	756-13-8	35 % ± 0,07 kg (0,15 lb)	11,4 ± 0,22 70,2 ± 1,55 N/A

(continuación)

ID Componente	Nombre químico	Nombre comercial u otro	ID CAS	Porcentaje de peso	Porcentaje Mol
CO2	Dióxido de carbono	N/A	124-38-9	30 % ± 0,07 kg (0,15 lb)	
N2	Nitrógeno	N/A	7727-37-9	N/A	

Cuando se usa la mezcla descrita en la Tabla 6, una densidad de llenado máxima preferible para CF₃I y FK 5-1-12 son 3,7e-4 kg por centímetro cúbico (23 libras por pie cúbico). Una densidad de llenado máxima preferible para el dióxido de carbono es 3,2e-4 kg por centímetro cúbico (20 libras por pie cúbico).

5

En una disposición preferida, la densidad máxima total de llenado de la botella para ambos componentes es 1,06e-3 kg por centímetro cúbico (66 libras por pie cúbico). La densidad mínima de llenado es de 2,4e-4 kg por centímetro cúbico (15 libras por pie cúbico) para CF₃I y FK 5-1-12 y 2,1e-4 kg por centímetro cúbico (13 libras por pie cúbico) para CO₂ resultando en una densidad de llenado mínima total de 6,9e-4 kg por centímetro cúbico (43 libras por pie cúbico). En otras disposiciones, otras densidades de llenado pueden ser posibles. En una disposición preferida, una vez colocada en la botella la mezcla de producto extintor de incendios de la Tabla 6, un gas inorgánico, como el nitrógeno, puede usarse para presurizar la botella entre 5516 kpag (800 psig) y 7067 kpag (1025 psig) dependiendo de la aplicación y la arquitectura de la tubería.

10

En una disposición preferida, el mismo procedimiento utilizado para llenar una botella con la realización de la Tabla 5 puede usarse para llenar una botella con la realización de la Tabla 6. En una disposición preferida, los componentes se colocan en la botella en el siguiente orden: FK-5-1-12, CF₃I y CO₂. En otras realizaciones, el orden del CF₃I y FK-5-1-12 pueden invertirse.

15

Los sistemas de extinción de incendios que utilizan una mezcla de un producto extintor de incendios orgánico y un compuesto orgánico pueden adaptarse para aumentar aún más la eficacia de la mezcla de producto extintor de incendios. Un sistema de acuerdo con la invención tal y como se divulga en la reivindicación 10. Un ejemplo de cómo se puede adaptar un sistema para incrementar aún más la eficacia de la mezcla de producto extintor de incendios es manteniendo la mezcla bajo presión. En una realización preferida, el sistema mantiene la mezcla bajo una presión de aproximadamente 507 kpa (cinco (5) atmósferas) durante todo el recorrido hasta que la mezcla se descarga del sistema. En otras realizaciones, el sistema puede presurizar la mezcla a otros rangos de presión. Por ejemplo, en otras realizaciones, el sistema puede mantener una presión de 507 kpa a 709 kpa (5-7 atmósferas) sobre la mezcla en todo el sistema de distribución hasta que se haya descargado una cantidad crítica de la mezcla. En todavía otras realizaciones más, el sistema mantiene 507 kpa - 4053 kpa (5-40 atmósferas) de presión sobre la mezcla hasta la descarga.

20

25

30

Mantener una presión positiva en la mezcla puede ser ventajoso no solo para mantener un caudal másico mínimo hacia el lugar de descarga, sino porque ciertos compuestos usados en la mezcla pueden tener una tendencia a solidificarse en temperaturas frías si la presión cae por debajo de un cierto umbral. Si alguno de los compuestos de la mezcla o una porción de la mezcla se solidifica, entonces puede obstruir el sistema de distribución. Si los sólidos que se forman no obstruyen el sistema de distribución, entonces se pueden descargar en estado sólido, que pueden causar daños a equipos delicados. Por ejemplo, el CO₂ tiene un punto triple que se produce a -56,4 °C a una presión de 5,4 atmósferas. El punto triple de una sustancia es la temperatura y la presión a las que las tres fases (gas, líquido y sólido) de esa sustancia coexisten en equilibrio termodinámico. Por consiguiente, el CO₂ puede solidificarse dentro del sistema a bajas temperaturas si no se mantiene a una presión suficiente.

35

40

Para mantener la mezcla bajo presión positiva, se pueden utilizar varias técnicas. Por ejemplo, el sistema de extinción de incendios almacena la mezcla en un contenedor presurizado. Se agrega presión al contenedor con un gas de presurización inorgánico. En la realización preferida, el gas de presurización inorgánico es inerte. En una realización más preferida, el gas de presurización inorgánico es nitrógeno. En todavía otras realizaciones más, el gas de presurización puede ser argón o helio. Tasas de descarga a bajas temperaturas, similares a las tasas de descarga de Halon 1301 a bajas temperaturas, pueden acomodarse añadiendo nitrógeno u otro gas de presurización adecuado.

45

A bajas temperaturas como las que se encuentran en los aeronaves en altitud, el producto extintor de incendios, que puede ser una mezcla, puede ser un producto extintor de incendios de dos fases (líquido y vapor) en lugar de una fase única (solo gas). La presurización con un gas inerte también puede ser ventajosa para proporcionar energía a baja temperatura para la expulsión adecuada de una mezcla de producto extintor de incendios de dos fases.

50

La figura 2 ilustra un sistema de extinción de incendios 200 para distribuir una mezcla de producto extintor de incendios. El sistema de extinción de incendios 200 incluye un contenedor 202 para almacenar la mezcla de producto extintor de

55

incendios. El contenedor 202 puede ser cualquier tipo de contenedor diseñado para contener una mezcla de producto extintor de incendios. En la realización preferida, el contenedor 202 está diseñado para mantener la mezcla de producto extintor de incendios bajo presión.

5 El contenedor 202 está en comunicación selectiva con los tubos de distribución 206, 208, 210 y 212. Cuando se activa el sistema de extinción de incendios 200, el contenedor 202 libera la mezcla de producto extintor de incendios en los tubos 206, 208, 210 y 212. Los tubos 206, 208, 210 y 212 pueden ser tubos, tuberías o cualquier otro tipo de estructura diseñada para distribuir líquidos o gases. La mezcla se fuerza a través del tubo y sale del sistema de extinción de incendios 200 en los lugares de descarga 204.

10 Los tubos/tuberías pueden estar hechos de plástico, caucho, metal, cloruro de polivinilo (PVC) o cualquier otro tipo de material adecuado. En una realización preferida, el material de la tubería debe seleccionarse para que sea inerte con respecto a la mezcla de producto extintor de incendios que distribuye.

15 En algunas realizaciones del sistema de extinción de incendios 200, el sistema 200 entrega la mezcla hasta los lugares de descarga 204 mientras mantiene una presión mínima sobre la mezcla durante la distribución manteniendo una contrapresión. En una realización, la geometría de descarga en cada ubicación de distribución 204 está diseñada para mantener una contrapresión positiva por encima de un cierto umbral. En esta realización, la geometría en las ubicaciones de distribución 204 restringe el flujo y mantiene la presión en el sistema 200 hasta que sustancialmente toda la mezcla haya salido de cada ubicación de descarga 204. En algunas realizaciones, se pueden usar válvulas o boquillas para controlar la geometría en las ubicaciones de descarga 204 y mantener la presión mínima en todo el sistema.

25 En otras realizaciones del sistema 200, la geometría de salida en los lugares de descarga 204 puede no regular la presión, sino que la presión puede regularse mediante el diseño geométrico o físico del propio sistema de distribución. En una realización de este tipo, los tubos o tuberías 206, 208, 210 y 212 pueden diseñarse para mantener una presión mínima en todo el sistema 200. Por ejemplo, diseñando el sistema con la cantidad adecuada de cambios de dirección y aumentando los tubos más pequeños, la mezcla puede distribuirse a lo largo de una zona de extinción de incendios mientras se mantiene una presión mínima en todo el sistema. Todo esto puede lograrse sin válvulas sensibles a la presión o boquillas en los lugares de descarga 204.

30 Como se muestra en la figura 2, el tubo 206 que está directamente aguas abajo del contenedor 202 tiene un diámetro D. En la realización mostrada en la figura 2, el diámetro del tubo en cada rama sucesiva aguas abajo es menor, es decir, D1 es más pequeño que D y D2 es más pequeño que D1 y D3 es más pequeño que D2. El diámetro D junto con los sucesivos diámetros aguas abajo D1-D3 deben seleccionarse basándose en la presión mínima requerida para ser mantenida. El número de ramificaciones en el diseño general del tubo también se puede utilizar para ayudar a mantener una presión mínima. Los rápidos cambios de dirección forzados pueden ayudar a mantener la presión corriente arriba de la rama.

40 Diseñar un sistema que no requiera una válvula sensible a la presión o una boquilla en el punto de descarga puede no solo ser importante por razones de seguridad, pero también puede ser importante para las capacidades de actualización. La mayoría de los sistemas actuales no utilizan dicha geometría de descarga y, por lo tanto, puede resultar ventajoso utilizar la geometría de la tubería de distribución o la tubería para mantener una presión mínima.

45 En otros sistemas, la geometría de salida de los lugares de descarga 204 y la geometría de la tubería pueden diseñarse para ayudar al sistema 200 a mantener una presión mínima durante el funcionamiento. En una realización preferida del sistema de distribución 200, el diámetro de la tubería y el diámetro de la garganta de la boquilla se seleccionan para cumplir con la concentración focalizada, para suprimir la combustión y mantener una presión de línea suficiente para expulsar la fase líquida del sistema 200 antes de que se alcance un valor crítico de baja presión, aproximadamente 6 atmósferas.

50 En algunas realizaciones, se puede usar un contenedor opcional adicional 214 para contener gas de presurización. El contenedor 214 está en comunicación selectiva con el contenedor 202 de tal manera que cuando la mezcla de producto extintor de incendios se expulsa del contenedor 202, el gas de presurización llena el contenedor 202 y evita que la presión en el contenedor 202 caiga sustancialmente. Esto también ayuda a mantener una presión mínima en todo el sistema 200. En algunas realizaciones, el contenedor opcional que contiene 214 puede usarse posiblemente.

60 Tal y como se ha explicado anteriormente, ciertas proporciones de un producto extintor de incendios orgánico con un alto punto de ebullición normal, tal como FK 5-1-12, y un compuesto orgánico con un punto de ebullición normal bajo, como el dióxido de carbono, bajo alta presión, dan lugar a propiedades físicas combinadas deseables tras la descarga a baja temperatura. La combinación mejora enormemente las propiedades de extinción de incendios de cada agente por separado. La adición de nitrógeno, argón o helio, se puede complementar para aumentar la presión de la botella a bajas temperaturas proporcionando un flujo másico aceptable a estas temperaturas. La adición de estos gases inertes también evita el comportamiento de punto triple del componente CO₂ durante la descarga a estas bajas temperaturas.

65

La figura 3 ilustra un método para preparar una mezcla de producto extintor de incendios para usar en un sistema de extinción de incendios 100. Como se muestra en la etapa 102 de la figura 3, se mezcla un producto extintor de incendios orgánico con un compuesto orgánico para modificar una característica del producto extintor de incendios orgánico. En la realización mostrada en la figura 3, el método se utiliza para modificar el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico. Una vez que se completa la mezcla del producto extintor de incendios orgánico y el compuesto orgánico, la mezcla se puede presurizar usando un gas inorgánico en la etapa 104. Es importante asegurarse de que la mezcla del compuesto de producto extintor de incendios y el compuesto orgánico se realice antes de que se introduzca el gas inorgánico, especialmente si el compuesto orgánico se agrega a su punto de saturación máximo o cerca de él.

La figura 4 ilustra un método para preparar una mezcla de producto extintor de incendios que incluye un elemento halógeno para usar en un sistema de extinción de incendios 100. Tal y como se muestra en la figura 4, un contenedor se evacua primero en la etapa 402. Una vez evacuado el contenedor, el compuesto orgánico de producto extintor de incendios se puede añadir en la etapa 404. Después de agregar el compuesto orgánico de producto extintor de incendios al contenedor, el elemento halógeno puede mezclarse o disolverse en el compuesto de producto extintor de incendios orgánico en la etapa 406. A continuación, se puede mezclar un compuesto orgánico con una calidad deseable, como un punto de ebullición más bajo, en la mezcla de compuesto orgánico de producto extintor de incendios y elemento halógeno. Finalmente, se puede agregar un gas de presurización para agregar presión adicional al contenedor.

El método de la figura 4 describe un método de mezclar el material extintor de incendios en un contenedor diseñado para la descarga y preferiblemente los componentes de la mezcla de producto extintor de incendios se mezclan directamente en el contenedor de descarga. Sin embargo, en otras realizaciones, las etapas 404, 406 y 408 o cualquier subconjunto de las mismas, puede ocurrir fuera de la cámara de descarga. Una vez mezclada, la mezcla puede añadirse a la cámara de descarga y luego presurizarse en la etapa 410.

REIVINDICACIONES

1. Una mezcla de producto extintor de incendios que comprende:

5 un producto extintor de incendios orgánico seleccionado del grupo formado por FK 5-1-12 y 2-BTP, en el que FK-5-1-12 es dodecafluoro-2-metilpentano-3-ona y 2-BTP es 2-bromo-3,3,3-trifluoropropeno; dióxido de carbono; y,
10 un gas de presurización inorgánico; en donde el producto extintor de incendios orgánico y el dióxido de carbono se combinan de manera que el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios sea menor que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

2. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es FK 5-1-12 y la relación en peso de producto extintor de incendios a dióxido de carbono es de 1 a 1.

15 3. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es 2-BTP y en donde el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios es entre 1 y 40 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

20 4. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es 2-BTP y en donde el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios es entre 75 y 100 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

25 5. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es 2-BTP y la relación en peso de producto extintor de incendios a dióxido de carbono es de 4 a 1, respectivamente.

30 6. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es 2-BTP y en donde el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios es entre 40 y 75 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

7. La mezcla de producto extintor de incendios de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el gas de presurización es nitrógeno.

35 8. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es FK 5-1-12 y en la que el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios es entre 40 y 75 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

40 9. La mezcla de producto extintor de incendios de la reivindicación 1, en la que el producto extintor de incendios orgánico es FK 5-1-12 y en la que el punto de ebullición de la mezcla de producto extintor de incendios es entre 75 y 100 grados Celsius más bajo que el punto de ebullición del producto extintor de incendios orgánico.

10. Un sistema de extinción de incendios que comprende:

45 un contenedor de almacenamiento que tiene una mezcla de producto extintor de incendios orgánico de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el producto extintor de incendios orgánico y el dióxido de carbono están presentes en el contenedor de almacenamiento, y
50 en donde el gas de presurización está presente en el contenedor de almacenamiento en una cantidad suficiente para crear una presión entre 6205 kPag y 8446 kPag (900 psig y 1225 psig).

55 11. El sistema de extinción de incendios de la reivindicación 10, que comprende además tubería de distribución y geometría de restricción de descarga en comunicación con la tubería de distribución en una pluralidad de puntos de descarga, en donde la geometría de restricción de descarga está diseñada para mantener una presión mínima de 608 kpa (6 atmósferas) dentro del sistema de extinción de incendios.

12. El sistema de extinción de incendios de la reivindicación 11, en el que la geometría de restricción de descarga comprende boquillas.

60 13. El sistema de extinción de incendios de la reivindicación 10, en el que el gas de presurización es nitrógeno.

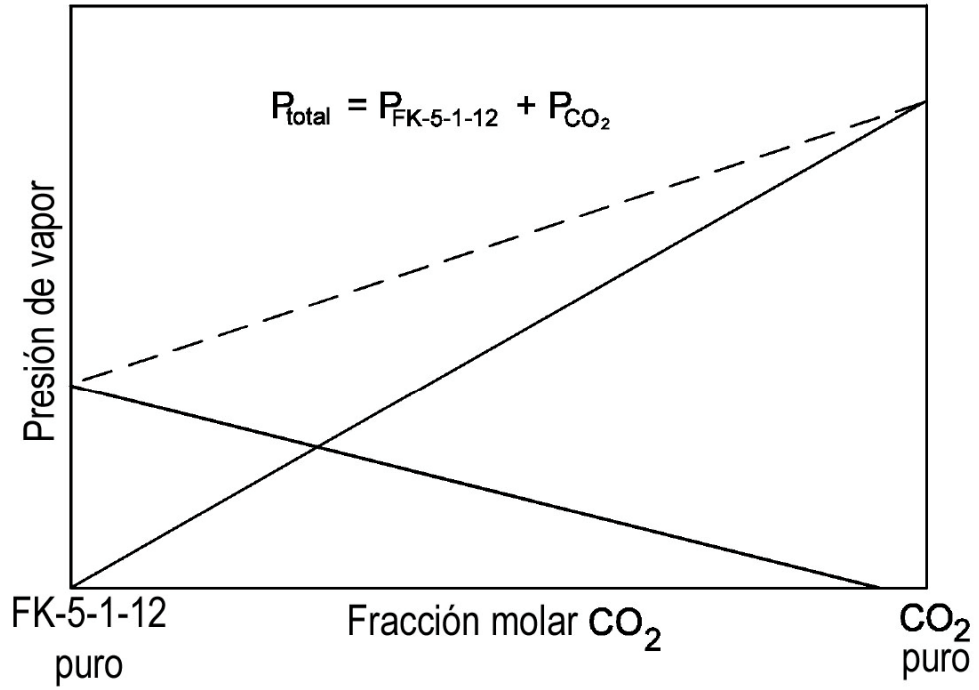


FIG. 1

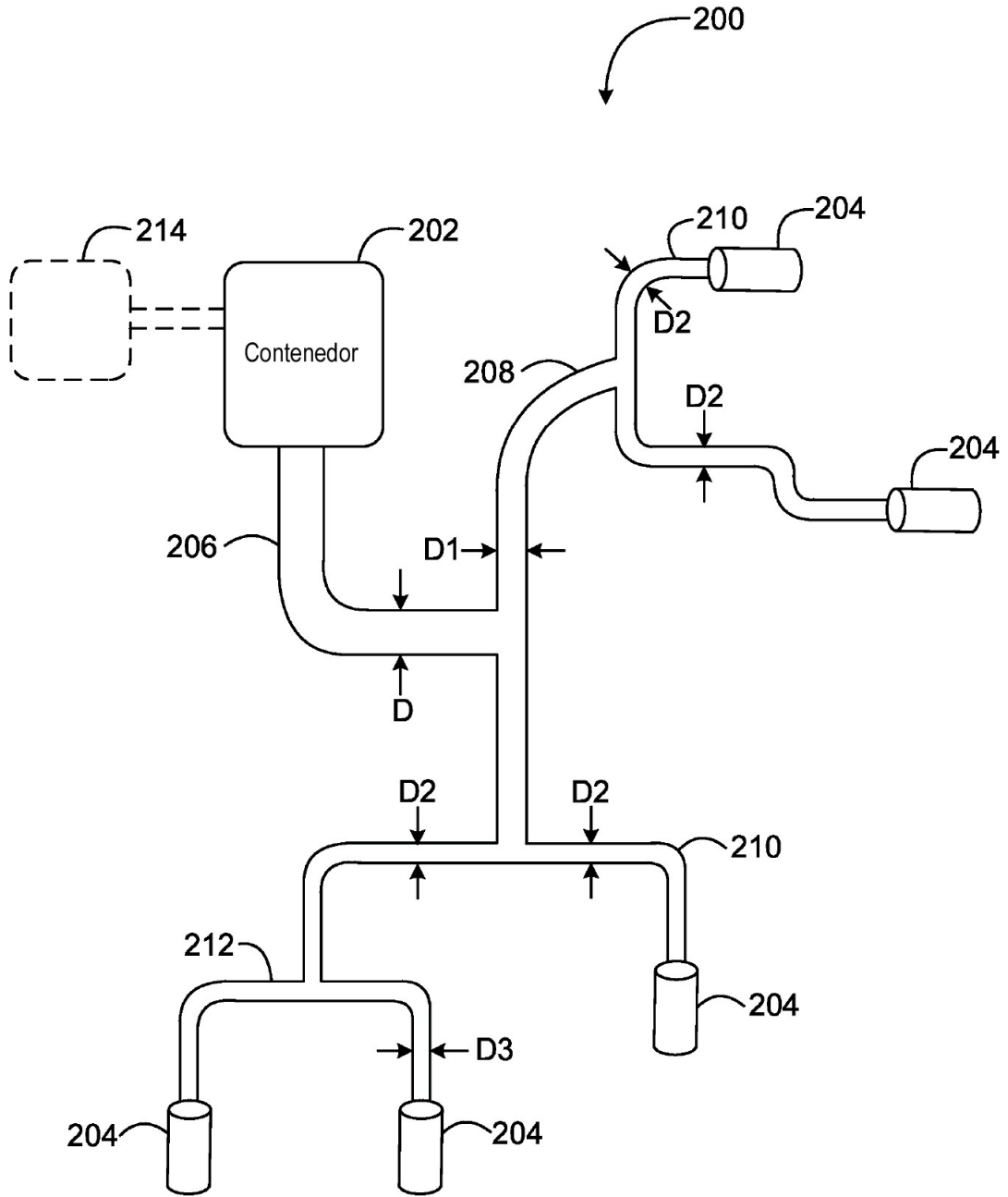


FIG. 2

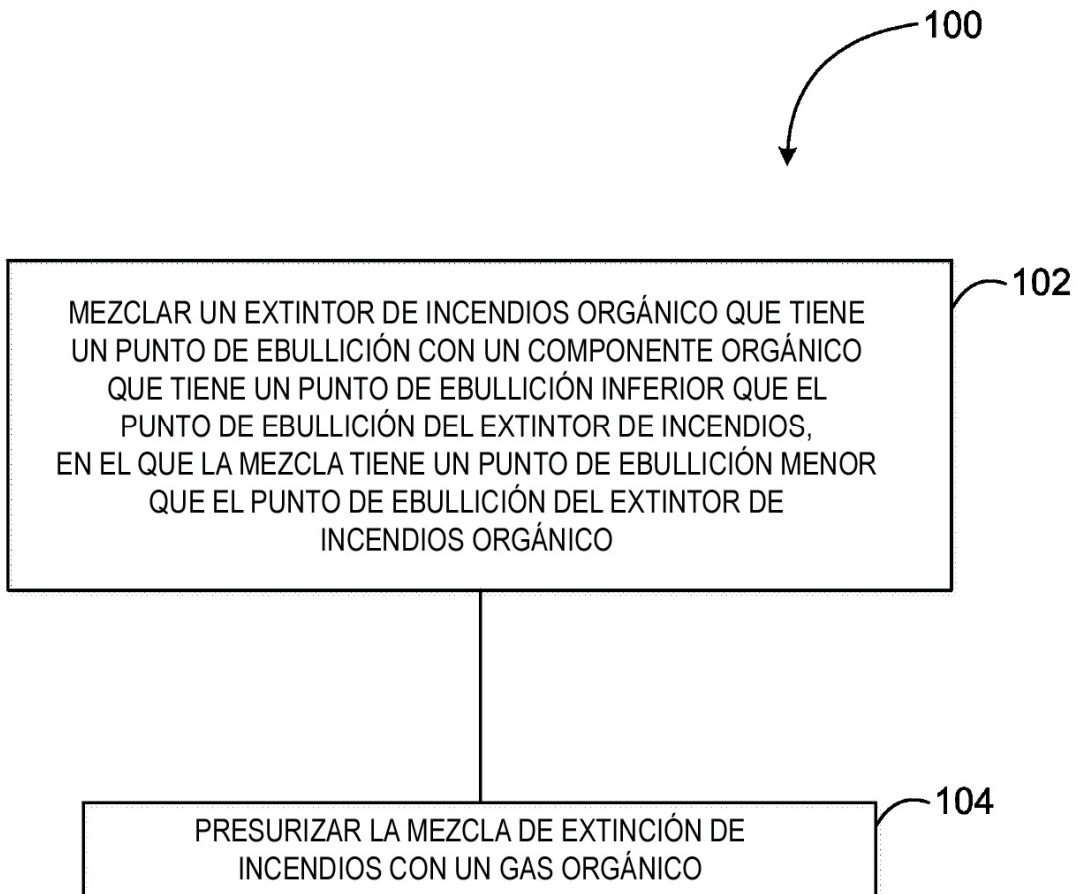


FIG. 3

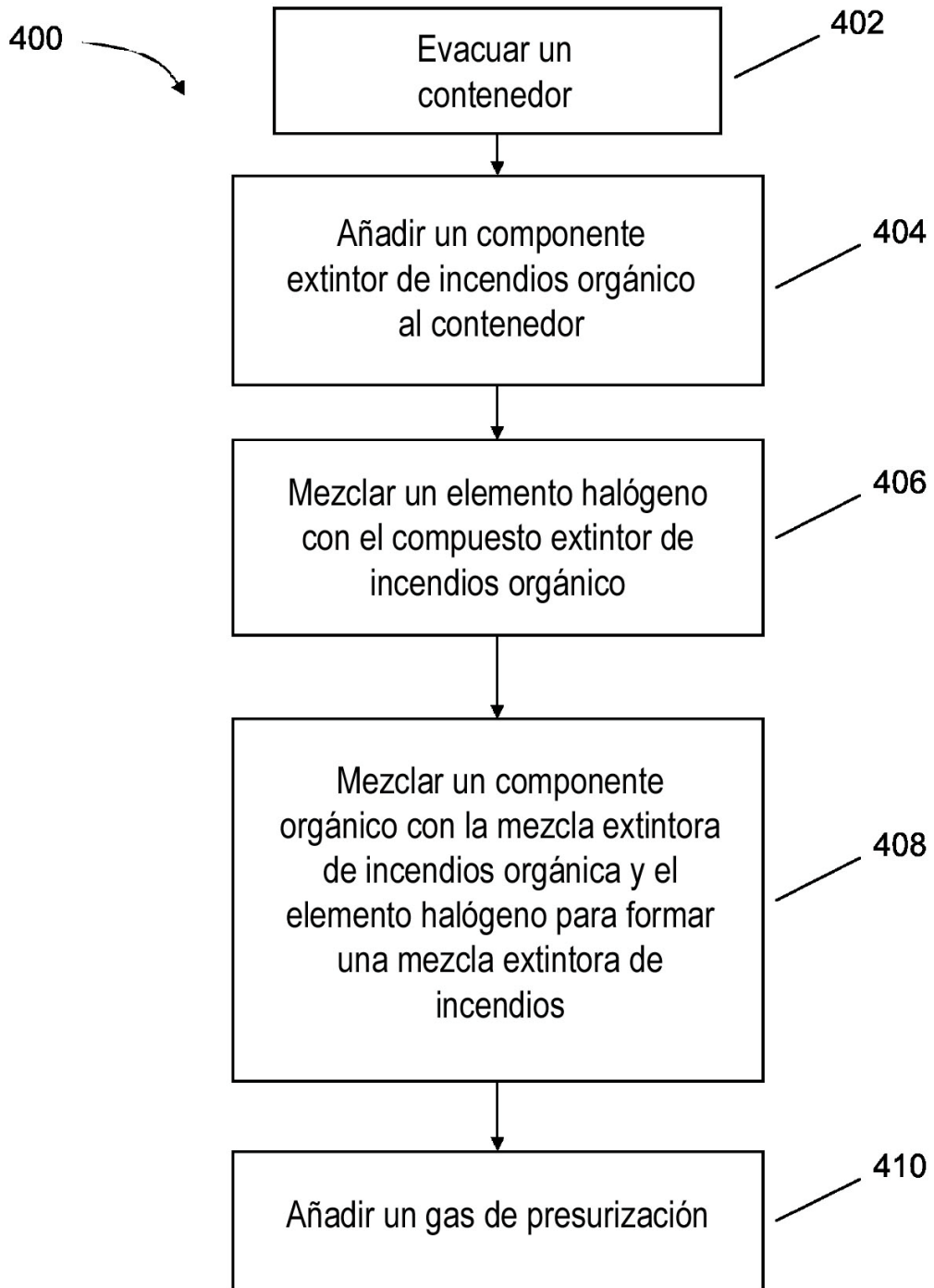


Fig. 4