

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 315**

51 Int. Cl.:

A62C 3/04 (2006.01)

A62C 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2012** **E 12191860 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017** **EP 2692666**

54 Título: **Prevención de incendios en silos de almacenamiento**

30 Prioridad:

02.08.2012 GB 201213902

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

19.10.2017

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

HIBBITT, IAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 638 315 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

Prevención de incendios en silos de almacenamiento

La presente invención se refiere a un método de prevención de incendios en silos para almacenar materiales inflamables. En particular, la invención se refiere a la prevención de incendios en silos de almacenamiento de biomasa.

La combustión de biomasa como combustible en centrales eléctricas ha llegado a ser más frecuente en los últimos años y el volumen de biomasa usada y almacenada en las centrales eléctricas ha aumentado correspondientemente. En términos generales, la biomasa comprende materia de planta que es triturada y compactada en pellets. Los pellets se almacenan en grandes silos antes de ser transportados para su uso en las calderas. Tales silos pueden oscilar de cientos de metros cúbicos en volumen a miles de metros cúbicos. Una fuente típica de materia de planta de biomasa es la madera y la siguiente descripción se da en el contexto de la biomasa de madera. Sin embargo, la invención se aplica igualmente a otros tipos de biomasa y a otros tipos de materiales inflamables.

No solo están los pellets de biomasa almacenados en silos grandes, sino que también está el polvo de biomasa que se genera a partir de los pellets durante el almacenamiento y la manipulación. El polvo se extrae en una corriente de aire que es filtrada para eliminar el polvo. El polvo es entonces neumáticamente transportado a silos de polvo donde se almacena antes de ser quemado en las calderas.

Pueden producirse incendios en tanto silos de almacenamiento de pellets de biomasa como silos de almacenamiento de polvo, y los factores que producen los incendios en ambos casos son en líneas generales los mismos. Los incendios en silos de almacenamiento de biomasa pueden producirse como resultado de la actividad bacteriana y fúngica que generan calor y producen metano, monóxido de carbono y dióxido de carbono. El calor se acumula a más de 50 °C, conduciendo a la oxidación térmica de la madera. A medida que la temperatura continúa aumentando, se pierde materia seca, se deteriora la calidad del combustible y eventualmente se prende la biomasa. Las reacciones son alimentadas por agua, oxígeno y dióxido de carbono.

Aunque el agua es el mejor medio para eliminar el calor de los incendios que arden lentamente, el uso de rociadores de agua produciría daño a los silos y haría que se posara el polvo de madera, produciendo grandes costes y tiempo de parada. Se sabe en la técnica que los incendios que arden lentamente pueden controlarse y extinguirse proporcionando una atmósfera inerte dentro del silo. Esto se logra comúnmente proporcionando una atmósfera de dióxido de carbono o de nitrógeno dentro del silo.

El documento DE 44 32 346 desvela un método de inertización del espacio por encima de una pila de material inflamable almacenado en un silo que comprende alterar la composición del gas inertizante para mejorar la infiltración del gas inertizante en la pila de material.

La presente invención proporciona un método de supresión de incendios dentro de los silos de almacenamiento para almacenar materiales inflamables, comprendiendo el método: proporcionar un silo de almacenamiento e introducir un gas retardante del fuego en el silo de almacenamiento que comprende una base, caracterizado por que la base comprende una pluralidad de puertos de entrada de gas; y por que el gas se introduce en el silo de almacenamiento mediante los puertos de entrada, en el que el gas retardante del fuego se introduce en el silo de almacenamiento según un protocolo de inyección de gas en el que solo una porción de los puertos de entrada están en uso en cualquier momento. Esto permite introducir el gas retardante del fuego a través de algunos, pero no todos, los puertos de entrada de gas, ahorrando así en coste y reduciendo los residuos.

El protocolo de inyección de gas es preferentemente automáticamente controlado por un procesador de manera que no hay necesidad de intervención manual durante la operación. El procesador es preferentemente programable para permitir que se tengan en cuenta diferentes condiciones dentro del silo. En una realización preferida, el procesador está en comunicación con sensores dentro del silo para permitir el control automático de los gases que se introducen en el silo dependiendo de las condiciones dentro del silo, por ejemplo, operación normal (no se detecta evento de incendio), evento de incendio detectado, evento de incendio detectado intensificado, o evento de incendio detectado crítico (véase más adelante).

El gas retardante del fuego preferentemente comprende nitrógeno y más preferentemente comprende nitrógeno de pureza superior o igual al 90 %. Alternativamente o adicionalmente, el gas retardante del fuego puede comprender dióxido de carbono.

Los puertos de entrada de gas pueden ser operados en una secuencia aleatoria, pero son más preferentemente operados en una secuencia predeterminada para asegurar incluso la distribución del gas retardante del fuego durante la operación normal.

El método comprende preferentemente además: detectar una condición dentro del silo indicativa de un evento de incendio; determinar la localización del evento de incendio dentro del silo y usar esta información para definir un área de tratamiento; e introducir el gas retardante del fuego en el silo de almacenamiento según un protocolo de inyección de gas en el que sustancialmente todo el gas retardante del fuego se introduce en el silo en la proximidad del área

de tratamiento. Esto permite que el gas retardante del fuego se centre en un área problema dentro del silo en caso de que se detecte un incendio o en caso de que las condiciones indicativas de un incendio que empieza se detecten dentro del silo.

5 En una realización preferida, el detectar una condición indicativa de un evento de incendio comprende detectar un cambio en la concentración de monóxido de carbono. El detectar el monóxido de carbono es ventajoso ya que un aumento de la concentración de monóxido de carbono es un indicador temprano útil de un incendio que empieza.

El detectar una condición indicativa de un evento de incendio puede preferentemente también comprender, o comprender además, detectar calor. La detección de puntos calientes dentro de la pila de material almacenado es un indicador temprano útil de un incendio que empieza.

10 En una realización preferida, el método comprende además: detectar un evento de incendio intensificado dentro del silo de almacenamiento; e introducir dióxido de carbono en un espacio de cabeza del silo. La introducción de dióxido de carbono al espacio de cabeza del silo cubre la mayor área superficial de la pila de material dentro del silo con una densa capa de dióxido de carbono para suprimir el humo y extinguir los incendios de superficie. El dióxido de carbono también permea a través de la pila, siendo atraído hacia el incendio ya que consume oxígeno y crea un vacío.

15 En una realización preferida, tras la detección del evento de incendio intensificado, el gas retardante del fuego introducido en el silo mediante los puertos de inyección de gas comprende sustancialmente dióxido de carbono. Debido a que la densidad de dióxido de carbono es mayor que la del nitrógeno, una vez se ha detectado un evento de incendio, puede desearse parar o reducir sustancialmente cualquier flujo de nitrógeno e introducir sustancialmente solo dióxido de carbono en el silo mediante los puertos de inyección de gas.

20 Como último recurso, en caso de un evento de incendio crítico en el que se detectan llamas o cantidades significativas de humo, el método comprende preferentemente además: detectar un evento de incendio crítico dentro del silo de almacenamiento; e introducir agua en el silo. Como se ha mencionado anteriormente, el agua es el mejor medio para eliminar el calor de los incendios, pero el agua causa daño a los silos, produciendo grandes costes y tiempo de parada.

25 Un ejemplo de la invención se describirá ahora con referencia a los siguientes dibujos en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un aparato en condiciones de operación normales;

la Figura 2 muestra un diagrama esquemático del aparato de la Figura 1 en caso de que se haya detectado un evento de incendio;

30 la Figura 3 muestra un diagrama esquemático del aparato de la Figura 1 en caso de que se haya detectado un evento de incendio intensificado; y

la Figura 4 muestra un diagrama esquemático de los flujos de gas dentro del silo en caso de que se haya detectado un evento de incendio intensificado.

35 Como se ha mencionado anteriormente, los silos de almacenamiento de biomasa pueden oscilar de cientos de metros cúbicos en volumen a miles de metros cúbicos en volumen. En un ejemplo, un silo de almacenamiento de biomasa 1 tiene una forma generalmente cilíndrica que comprende una base sustancialmente circular 15, paredes laterales sustancialmente verticales 10 y un techo abovedado 16. En este ejemplo, el silo de biomasa 1 tiene un diámetro de 60 m, una altura de las paredes laterales de 20 m y una altura global de 50 m. Sin embargo, esto es solo un ejemplo y se contempla otro tamaño, forma o configuración del silo de almacenamiento dependiendo de las necesidades de las localizaciones y aplicaciones particulares.

40 El silo 1 contiene una pila de biomasa de pellets de madera 11 (u otra biomasa) que tiene un diámetro promedio de 6 mm y una longitud promedio entre 8 mm y 15 mm. El silo 1 está dispuesto para un sistema de uso primero en entrar, primero en salir, para que los pellets de biomasa reduzcan el tiempo de residencia y así reduzcan el riesgo de factores que se acumulan que producen incendios (véase anteriormente). En condiciones de uso normal, cuando no se detecta incendio y no se detectan condiciones que sean indicativas de un conato de incendio, se introduce gas nitrógeno de entre el 90 % y el 99 % de pureza en la base del silo mediante puertos de entrada de gas 20 que están separados en la base 15 del silo 1. Los puertos de entrada 20 están generalmente uniformemente separados en un patrón de rejilla sobre la base 15. Algunos o todos de los puertos de entrada de gas 20 pueden opcionalmente estar cubiertos por una cubierta protectora (no mostrada) para prevenir el daño y bloqueos de los puertos de inyección de gas. La cubierta está hecha de un material permeable al gas (que incluye, pero no se limita a, un material sustancialmente sólido/rígido que tiene suficientes orificios para permitir que el gas retardante del fuego pase a su través).

55 Con el fin de mantener una atmósfera de retardante del fuego suficiente dentro del silo, la introducción del gas nitrógeno en el silo está controlada de manera que solo una porción de los puertos de entrada de gas 20 estén en uso en cualquier momento. Este proceso está controlado por un procesador (no mostrado) que se programa según

las necesidades de operación del silo (por ejemplo, el nivel de llenado, tiempo desde la última inyección, cantidad de material que se recupera y desde dónde, y la edad de la biomasa en el silo). El procesador puede ser reprogramable si se desea. El procesador puede programarse para operar los puertos de entrada de gas 20 en secuencia de forma que cada conjunto de puertos opere durante un periodo de tiempo seleccionado (por ejemplo, de 1 a 10 horas) y/o para administrar una cantidad seleccionada de gas nitrógeno en el silo antes de ser apagado y el siguiente conjunto de puertos de entrada de gas 20 en la secuencia que se activa. Alternativamente, el procesador puede programarse para activar los puertos de entrada de gas 20 aleatoriamente.

El gas nitrógeno introducido en el silo 1 asciende a través de la pila de biomasa 11 según los principios bien conocidos del flujo de fluidos a través de lechos rellenos. A medida que sube el gas, recoge productos de reacción tales como agua, metano, dióxido de carbono y monóxido de carbono que son generados en la pila de biomasa durante el almacenamiento (véase anteriormente). El nitrógeno y los productos de reacción recogidos alcanzan eventualmente el espacio de cabeza 12 del silo 1 y se descargan a la atmósfera.

Una pluralidad de sensores de monóxido de carbono (no mostrados) y sensores de calor (no mostrados) están distribuidos en todo el espacio de almacenamiento dentro del silo 1. Alternativamente o adicionalmente, puede localizarse una pluralidad de sensores de monóxido de carbono por encima del material almacenado. Los sensores pueden localizarse sobre estructuras de soporte (no mostradas) localizadas dentro del silo 1 si fuera necesario. Los sensores están en comunicación con el procesador y la información de retroalimentación referente a las condiciones dentro del silo al procesador. En caso de que se detecten calor y/o monóxido de carbono a niveles indicativos de un evento de incendio 13 (es decir, un incendio, o condiciones que indican que es probable que empiece un incendio), el procesador se programa para activar solo aquellos puertos de entrada de gas 20 en la región de la base 15 por debajo del evento de incendio 13. Esto se ilustra en la Figura 2 por el flujo de gas nitrógeno 21. Centrando el flujo de gas nitrógeno que entra en el silo en la región por debajo del evento de incendio, el gas nitrógeno que suprime el incendio se concentra en el área problema, ayudando a suprimir más efectivamente y eficientemente el evento de incendio. La concentración de oxígeno se reduce enormemente y también hay alguna refrigeración asociada al flujo centrado de gas nitrógeno 21.

Si el evento de incendio no puede controlarse por el flujo centrado de gas nitrógeno 21, puede desarrollarse un evento de incendio intensificado 14 dentro del silo 1. En esta situación, un flujo de dióxido de carbono 22 se dirige (por el procesador o por activación manual) al espacio de cabeza del silo mediante los puertos de entrada de dióxido de carbono (no mostrados). Esto tiene el efecto de crear una atmósfera densa de dióxido de carbono sobre la mayor parte del área superficial de la pila de biomasa para suprimir el humo y extinguir los incendios de superficie. Además, como se ilustra en la Figura 4, el flujo de dióxido de carbono 22 y el flujo de nitrógeno 21 son atraídos hacia el evento de incendio intensificado 14 por el vacío creado a medida que el incendio consume el suministro de oxígeno local.

El gas dióxido de carbono introducido en el espacio de cabeza del silo puede introducirse en forma gaseosa o forma líquida. En caso de que se use dióxido de carbono líquido, el dióxido de carbono se evapora dando un sólido al entrar en el espacio de cabeza y entonces sublima a gas.

En algunos casos puede desearse sustituir el flujo de nitrógeno a través de los puertos de entrada de gas 20 con dióxido de carbono cuando se ha detectado un evento de incendio. En este caso, el dióxido de carbono es introducido en la base del silo mediante los puertos de inyección de gas 20 y en el espacio de cabeza. El dióxido de carbono tiene mayor densidad y capacidad térmica que el nitrógeno y es, por tanto, capaz de formar una cubierta de retardante del fuego sustancialmente más estable. Sin embargo, el dióxido de carbono es más caro y no está tan fácilmente disponible como el nitrógeno. Es, por tanto, preferible usar nitrógeno en condiciones de operación normales, y solo cambiar al dióxido de carbono una vez se ha detectado un evento de incendio, o evento de incendio intensificado.

Como último recurso, si el evento de incendio intensificado 14 no se extingue, la pila de biomasa puede ser inundada con agua. Sin embargo, esto no es deseable ya que la inundación con agua causa daño a los silos y hace que se pose el polvo de madera y los pellets se expandan sustancialmente, causando daño al silo y produciendo grandes costes y tiempo de parada.

El suministro de gas nitrógeno a los puertos de entrada de gas 20 puede proporcionarse de un depósito de gas nitrógeno líquido, una unidad de adsorción por cambio de presión (PSA), una unidad de filtración de membrana, o cualquier otra fuente adecuada. La pureza del nitrógeno disponible de una unidad de filtración de membrana es inferior a la disponible de tanto una fuente de nitrógeno líquido como una unidad de PSA, sin embargo, es posible que una unidad de filtración de membrana suministre gas nitrógeno del 90 al 99 % de pureza según se requiera para la operación del sistema. En otro ejemplo, pueden proporcionarse una o más de estas fuentes de gas nitrógeno. Por ejemplo, puede proporcionarse un depósito de nitrógeno líquido como reserva.

El dióxido de carbono normalmente se suministra de un depósito de dióxido de carbono líquido.

preferible usar nitrógeno en condiciones de operación normales, y solo cambiar a dióxido de carbono una vez se ha detectado un evento de incendio, o evento de incendio escalado.

Como último recurso, si el evento de incendio intensificado 14 no se extingue, la pila de biomasa puede ser inundada con agua. Sin embargo, esto no es deseable ya que la inundación con agua causa daño a los silos y hace que se pose el polvo de madera y los pellets se expandan sustancialmente causando daño al silo y produciendo grandes costes y tiempo de parada.

- 5 El suministro de gas nitrógeno a los puertos de entrada de gas 20 puede proporcionarse de un depósito de gas nitrógeno líquido, una unidad de adsorción por cambio de presión (PSA), una unidad de filtración de membrana, o cualquier otra fuente adecuada. La pureza del nitrógeno disponible de una unidad de filtración de membrana es inferior a la disponible de tanto una fuente de nitrógeno líquido como una unidad de PSA, sin embargo, es posible que una unidad de filtración de membrana suministre gas nitrógeno del 90 al 99 % de pureza según se requiera para la operación del sistema. En otro ejemplo, pueden proporcionarse una o más de estas fuentes de gas nitrógeno. Por ejemplo, puede proporcionarse un depósito de nitrógeno líquido como reserva.
- 10

El dióxido de carbono normalmente se suministra de un depósito de dióxido de carbono líquido.

REIVINDICACIONES

1. Un método de supresión de incendios dentro de silos de almacenamiento para almacenar materiales inflamables, comprendiendo el método:
- 5 proporcionar un silo de almacenamiento (10) e introducir un gas retardante del fuego en el silo de almacenamiento (10) que comprende una base (15), caracterizado por que la base (15) comprende una pluralidad de puertos de entrada de gas (20); y por que el gas se introduce en el silo de almacenamiento mediante los puertos de entrada, en el que el gas retardante del fuego se introduce en el silo de almacenamiento (10) según un protocolo de inyección de gas en el que solo una porción de los puertos de entrada (20) están en uso en cualquier momento.
- 10 2. Un método según la reivindicación 1, en el que el protocolo de inyección de gas es automáticamente controlado por un procesador.
3. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el gas retardante del fuego comprende nitrógeno o dióxido de carbono.
- 15 4. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los puertos de entrada de gas (20) son operados en una secuencia predeterminada.
5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que comprende además:
- detectar una condición dentro del silo (10) indicativa de un evento de incendio (13);
- determinar la localización del evento de incendio (13) dentro del silo (10) y usar esta información para definir un área de tratamiento; e
- 20 introducir el gas retardante del fuego (21) en el silo de almacenamiento (10) según un protocolo de inyección de gas en el que sustancialmente todo el gas retardante del fuego (21) se introduce en el silo (10) en la proximidad del área de tratamiento.
6. Un método según la reivindicación 5, en el que la detección de una condición indicativa de un evento de incendio (13) comprende detectar un cambio en la concentración de monóxido de carbono.
- 25 7. Un método según la reivindicación 5 o 6, en el que la detección de una condición indicativa de un evento de incendio (13) comprende, o comprende además, detectar calor.
8. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende además:
- detectar un evento de incendio intensificado (14) dentro del silo de almacenamiento (10); e
- introducir dióxido de carbono (22) en un espacio de cabeza (12) del silo (10).
- 30 9. Un método según la reivindicación 8, en el que tras la detección del evento de incendio intensificado (14), el gas retardante del fuego (21) introducido en el silo mediante los puertos de inyección de gas (20) comprende sustancialmente dióxido de carbono.
10. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 que comprende además:
- detectar un evento de incendio crítico dentro del silo de almacenamiento (10); e
- 35 introducir agua en el silo (10).

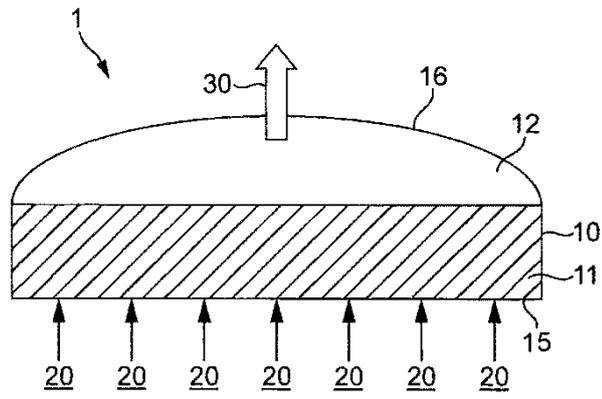


FIG. 1

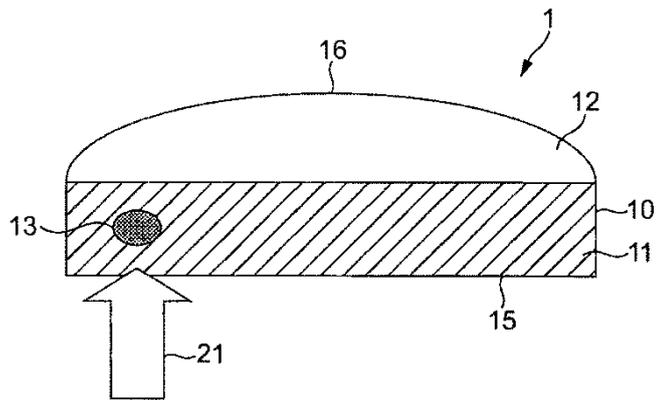


FIG. 2

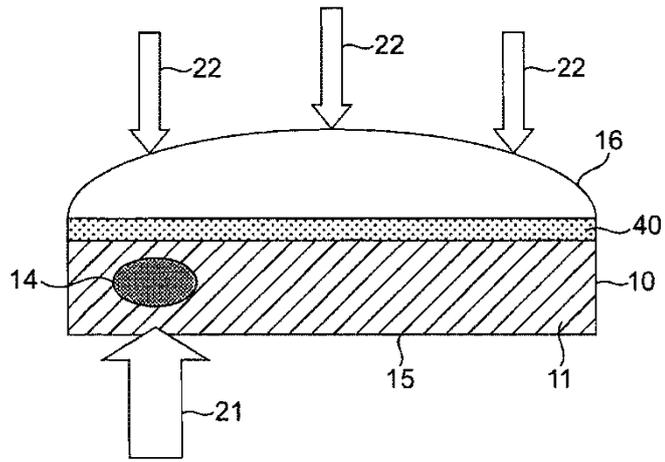


FIG. 3

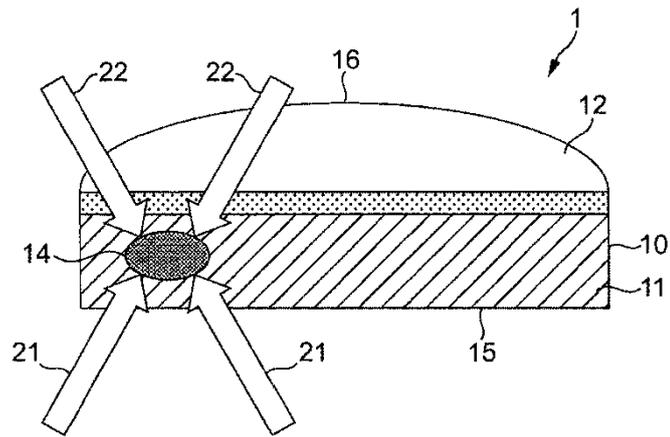


FIG. 4