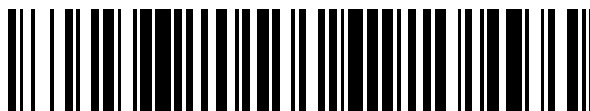


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 328**

51 Int. Cl.:

**C01B 7/075** (2006.01)

**C01B 21/083** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2010 E 10711932 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2401226**

54 Título: **Método y aparato para la vaporización de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.02.2016**

73 Titular/es:

**NORAM INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)  
Regus Pembroke House, 28-32 Pembroke Street  
Upper  
Dublin 2, IE**

72 Inventor/es:

**BRERETON, CLIVE y  
BERRETTA, SERGIO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 558 328 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

Método y aparato para la vaporización de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno

5 **Antecedentes de la invención**

La invención pertenece al procesamiento de una corriente de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno de un proceso de producción de cloro, por ejemplo un proceso de producción de cloro-álcali.

10 En la producción industrial de cloro, se produce una pequeña cantidad de subproducto de tricloruro de nitrógeno ( $\text{NCl}_3$ ). En un proceso de producción de cloro-álcali la cantidad formada es proporcional a la cantidad de amoniaco presente en la sal suministrada al proceso. El tricloruro de nitrógeno sigue al cloro producido que sale del alojamiento de la celda de cloro-álcali.

15 El tricloruro de nitrógeno es un compuesto inestable que detona cuando alcanza una concentración crítica, que se informa es de aproximadamente el 13 % en peso, aunque se cree que el tricloruro de nitrógeno se descompone para crear condiciones peligrosas en concentraciones tan bajas como el 3 % en peso. Sin embargo, se requiere también una masa crítica de tricloruro de nitrógeno antes de que se considere capaz de dañar el equipo. De acuerdo con un informe del Chlorine Institute Inc. una vasija de cloro típica con una grosor de pared de 1,27 cm (media pulgada)  
20 puede fracturarse con tan poco como una película líquida de  $1,5 \text{ g/cm}^2$  de tricloruro de nitrógeno puro. Dado que es un compuesto con una presión de vapor significativamente más baja que la del cloro, puede concentrarse si se permite que el cloro líquido, conteniendo tricloruro de nitrógeno, se evapore. Se cree que el tricloruro de nitrógeno es la causa de las explosiones y muertes en las instalaciones de producción de cloro-álcali.

25 El cloro producido se suministra típicamente como líquido, pero el usuario final normalmente evapora el cloro líquido antes del uso. Dependiendo de cómo se evapore el cloro, esto puede conducir a un incremento en la concentración de tricloruro de nitrógeno. Una parte crítica del proceso de producción del cloro es por lo tanto mantener baja la concentración de tricloruro de nitrógeno en el producto de cloro final, típicamente solo unas pocas partes por millón, para permitir que el usuario final evapore con seguridad el cloro líquido. En el proceso cloro-álcali, el tricloruro de nitrógeno se elimina frecuentemente del cloro producido a través de una etapa de absorción, por ejemplo en un  
30 lavador de cloro, previamente a la compresión del cloro y su licuefacción. En la etapa de lavado, el tricloruro de nitrógeno es absorbido en el producto de cloro fresco, limpio y expulsado hacia abajo del lavador y al interior de un tanque de mantenimiento, denominado como el descomponedor de tricloruro de nitrógeno, que contiene tetracloruro de carbono o a veces cloroformo. En el descomponedor, el disolvente se mantiene a una temperatura por encima del punto de ebullición del cloro. Cuando el cloro líquido hace contacto con el disolvente caliente, retrocede proyectado al interior del lavador de cloro mientras que el tricloruro de nitrógeno es absorbido por el disolvente. Se seleccionan las condiciones en el descomponedor de modo que el tricloruro de nitrógeno se descomponga lenta y seguramente. Con el tiempo, se acumulan en el disolvente alquitranes y otras impurezas, y el disolvente debe ser  
35 sustituido periódicamente, generando una corriente de residuos que debe desecharse.

40 Por razones tanto de limitación normativa como de calidad del producto (es decir para reducir el contenido orgánico en cloro producido final), es deseable evitar el uso de disolventes tales como tetracloruro de carbono y cloroformo en la cadena de producción de cloro.

45 El documento: Database WPI Section PQ, Week 200941 Thomson Scientific, London, GB; Class Q69, AN 2009-K40537 XP002599824 & CN 101 446 381 A ((GUIY-N) GUIYANG ALUMINUM MAGNESIUM DESIGN& RES), 3 de junio de 2009, desvela la vaporización de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno en un vaporizador orientado no horizontalmente y que tiene una dirección de flujo ascendente.

50 Un método para el desechado de tricloruro de nitrógeno sin el uso de disolventes de tetracloruro de carbono o cloroformo se describe en el documento US 3.568.409, de Ferguson et ál., en el que el cloro gas procedente de la torre de secado se pone en contacto con ácido clorhídrico aguas arriba de las etapas de compresión y licuefacción. Sin embargo, el proceso produce una corriente ácida de residuos que deben desecharse o usarse en cualquier otro sitio.

55 El método descrito en el documento US 3.568.409, el cloro se evapora y se recicla de vuelta al proceso pero esto se realiza solamente después de eliminar o destruir el contenido de tricloruro de nitrógeno. En el proceso industrial actualmente en práctica, el cloro también se vaporiza y se recicla de vuelta al proceso pero solamente después de que se haya absorbido el tricloruro de nitrógeno en el tetracloruro de carbono o cloroformo u otros disolventes orgánicos apropiados. La vaporización del cloro es una etapa importante en la mayor parte de los métodos propuestos para la eliminación del tricloruro de nitrógeno del producto de cloro final de una instalación de producción cloro-álcali.  
60

65 Aunque sería deseable tener la capacidad para vaporizar la corriente de cloro líquido que contenga una alta concentración de tricloruro de nitrógeno desde el lavador de cloro para evitar el uso de un descomponedor y disolventes orgánicos o el uso de otros productos químicos que generen corrientes de residuos que deban

gestionarse, los vaporizadores de cloro usados actualmente en la industria tienen inconvenientes en la vaporización de dichas corrientes. Los vaporizadores de cloro industriales son en general unidades no horizontales, tales como unidades estilo bayoneta vertical, o unidades de vaporizador horizontales, tal como las unidades de estilo de rehervidor. Por conveniencia en la siguiente explicación, las unidades no horizontales con una pendiente positiva se denominan como unidades "verticales", queriendo indicar unidades con un ángulo respecto a la horizontal desde 0,1 a 90 grados. Estos vaporizadores horizontales y verticales de cloro pueden ser de dos tipos, concretamente: vaporizadores de ebullición en masa y vaporizadores de flujo pistón. En un vaporizador de ebullición en masa, tales como un vaporizador de estilo bayoneta vertical o rehervidor, el cloro líquido se evapora fuera del cuerpo principal del cloro líquido. Los compuestos con una presión de vapor más baja que el cloro se concentran en el cuerpo principal del cloro líquido cuando se evapora el cloro. En un vaporizador de flujo ascendente, tal como el vaporizador de estilo Hooker o vaporizador de tubo, el cloro líquido se evapora cuando se mueve a través del vaporizador. En un vaporizador de flujo ascendente, dependiendo del régimen de flujo desarrollado, los compuestos con una presión de vapor más baja que la del cloro pueden concentrarse localmente dentro de la unidad, tal como se describe a continuación. No se usa normalmente ningún tipo de vaporizador para vaporizar cloro líquido que contenga una alta concentración de tricloruro de nitrógeno, debido al peligro de concentrarlo. Euro Chlor recomienda que la concentración de tricloruro de nitrógeno en el cloro líquido en los "rehervidores" se mantenga por debajo de 1000 partes por millón para evitar una concentración excesiva. Hay un equilibrio entre la tendencia a concentrarse y la tendencia del tricloruro de nitrógeno a descomponerse que es compleja y no completamente entendida.

En un vaporizador de flujo ascendente vertical convencional, el cloro fluye a lo largo de la unidad a través de tres zonas de diferente régimen. En la primera zona, el cloro líquido se calienta hasta su punto de ebullición. En la segunda zona el cloro se evapora y en la tercera zona el gas cloro resultante se sobrecalienta. Es dentro de la segunda zona, es decir la zona de ebullición, de un vaporizador de flujo ascendente vertical en la que el tricloruro de nitrógeno puede concentrarse peligrosamente. Sin embargo, el reflujo de líquido desde la zona de ebullición a la zona de precalentamiento puede provocar también su concentración.

En la zona de ebullición de un vaporizador de flujo ascendente vertical convencional, se encuentran comúnmente tres regímenes. El primer régimen de flujo tiene lugar al comienzo de la ebullición cuando se ha formado aún poco vapor y se desarrolla un régimen de flujo "agitado". En el régimen de flujo agitado, el vapor y líquido se mezclan y retro-mezclan aleatoriamente. Una vez que se ha generado suficiente vapor, se desarrolla un régimen de flujo "anular", en el que el vapor fluye a través del centro de la cámara de transferencia de calor (por ejemplo, un tubo) empujando al líquido hacia adelante y contra la pared de transferencia de calor. Finalmente, se genera suficiente vapor para llevar al sistema a un régimen de flujo de "niebla", en el que el líquido se rompe en pequeñas gotitas que se mezclan aleatoriamente con el vapor mientras se mueven hacia delante a través de la zona de ebullición. Es en la zona de ebullición en la que está presente el régimen de flujo agitado, en la que se puede concentrar el tricloruro de nitrógeno y acumularse en masa. En esta zona, el cloro líquido puede retro-mezclarse y puede desarrollarse una ebullición local en "masa".

Una vez se desarrolla el régimen de flujo anular dentro de la zona de ebullición, el líquido es forzado hacia adelante por el vapor generado, y el retro-mezclado, y por lo tanto la acumulación de tricloruro de nitrógeno es mínima. La retro-mezcla es también mínima en el régimen de flujo de niebla. Cuando el líquido fluye hacia adelante a través de los regímenes de flujo anular y de niebla, el cloro líquido se evapora más rápido que lo que se disuelve el tricloruro de nitrógeno. Sin embargo, la masa de tricloruro de nitrógeno en el líquido es decreciente y no se acumula.

En un vaporizador de cloro de flujo ascendente vertical convencional es difícil asegurar que las concentraciones de tricloruro de nitrógeno no se incrementen sustancialmente en la zona en la que están presentes líquido y regímenes de flujo agitado, y antes de que se consiga el régimen de flujo anular. Como resultado, este tipo de vaporizador no se usa típicamente para manejar corrientes de cloro líquido ricas en tricloruro de nitrógeno.

En un vaporizador de flujo pistón de pendiente horizontal o descendente, la oportunidad de evaporación del cloro líquido sin retro-mezcla (es decir, sin concentración local de tricloruro de nitrógeno) se incrementa sustancialmente con relación a las unidades de flujo ascendente vertical. En estas unidades la gravedad fuerza el cloro líquido a fluir hacia adelante con cada vez más volumen de la unidad llevado por el vapor generado. Si se diseña apropiadamente, la zona de agitación de ebullición pueden evitarse conjuntamente. Sin embargo, la preocupación con estos tipos de unidades es que puedan desbordarse accidentalmente, por ejemplo, al superar su capacidad de vaporización (es decir, al suministrar demasiado cloro líquido). Una vez desbordados, la evaporación del cloro líquido conduce a la ebullición en masa en lugar de a una vaporización de flujo pistón. Lo que provoca que se concentre el tricloruro de nitrógeno, lo que puede conducir a una situación insegura. Por otro lado, un vaporizador de flujo ascendente vertical desbordado con cloro líquido es rápidamente drenado de vuelta al tanque de alimentación tan pronto como se genere de nuevo suficiente vapor de cloro, evitando las condiciones de ebullición en masa.

En resumen, los vaporizadores de flujo ascendente vertical, horizontal y descendente tienen todos inconvenientes en el manejo de corrientes de cloro líquido ricas en tricloruro de nitrógeno. Existe una necesidad en la industria de un método mejorado de vaporización de corrientes de cloro que contengan una alta concentración de tricloruro de nitrógeno.

Sería también deseable proporcionar un proceso para el desechado del tricloruro de nitrógeno eliminado de la corriente de cloro sin el uso de disolventes orgánicos tales como tetracloruro de carbono o cloroformo, u otros productos químicos líquidos.

## 5 Sumario de la invención

La invención proporciona un método de vaporización del cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno en un vaporizador de flujo pistón orientado no horizontalmente y que tiene una dirección de flujo ascendente. El método comprende la recepción de una corriente que incluye cloro líquido que contiene el tricloruro de nitrógeno, la introducción de un gas dentro de la corriente de líquido aguas arriba de una zona de ebullición del vaporizador para inducir un régimen de flujo de la corriente de líquido que impida o minimice cualquier acumulación en masa del tricloruro de nitrógeno en la zona de ebullición, y la vaporización de la corriente de líquido para producir una corriente que incluye gas de cloro y gas tricloruro de nitrógeno.

De acuerdo con algunas realizaciones, el método incluye el procesamiento de la corriente vaporizada mediante la destrucción del tricloruro de nitrógeno en ella, para producir una corriente que incluye gas cloro con gas nitrógeno formado por la descomposición del tricloruro de nitrógeno. La corriente que comprende el gas cloro con gas nitrógeno puede reciclarse a la cadena de cloro de un proceso de producción de cloro.

La invención proporciona también un aparato para llevar a cabo los métodos de la invención. El aparato comprende un vaporizador de cloro de flujo pistón orientado no horizontalmente y que tiene una dirección de flujo ascendente. El aparato tiene una entrada para la recepción de una corriente de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno dentro del vaporizador. Hay una zona de ebullición en el vaporizador aguas abajo de la entrada de líquido. El aparato tiene una entrada de gas aguas arriba de la zona de ebullición para la introducción de un gas dentro de la corriente líquida, siendo el gas, por ejemplo, aire, nitrógeno o gas cloro.

La invención proporciona en consecuencia un método y aparato para evaporar con seguridad una corriente de cloro líquido rica en tricloruro de nitrógeno. El proceso de vaporización del cloro presenta un medio efectivo para evitar un régimen de flujo agitado dentro de la zona de ebullición de un vaporizador de cloro de flujo pistón ascendente, y por lo tanto proporcionar el medio para vaporizar con seguridad el cloro líquido que contiene una alta concentración de tricloruro de nitrógeno, por ejemplo mayor del 50 partes por millón. Debido a la posición vertical del vaporizador, el desbordado accidental del vaporizador no conduce a una ebullición en masa, evitando la posibilidad de la concentración de tricloruro de nitrógeno. El proceso incluye la introducción de gas (vapor), en cualquier punto aguas arriba de la zona de ebullición de un vaporizador de cloro, en cantidad suficiente para forzar al cloro líquido suministrado a cualquier régimen de flujo que no conduzca a una retro-mezcla significativa o a ebullición en masa dentro de la zona de ebullición del vaporizador. El vaporizador de flujo pistón se puede orientar en cualquier ángulo desde 0,1° a 90° respecto a la posición horizontal. El gas introducido dentro de la corriente líquida puede ser cualquier gas o vapor adecuado, por ejemplo pero sin limitarse a, aire, nitrógeno, gas cloro, hidrógeno, helio y oxígeno, y mezclas de los mismos. El cloro líquido suministrado al vaporizador es forzado a un régimen de flujo apropiado antes de que alcance la zona de ebullición del vaporizador, permitiendo de ese modo la vaporización segura del cloro líquido.

Éstas y otras características de la invención serán evidentes a partir de la descripción a continuación y dibujos de realizaciones particulares.

## Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una primera realización del proceso de la invención.

La Figura 2 es un diagrama esquemático del vaporizador de cloro.

La Figura 3 es un diagrama esquemático de una segunda realización del proceso, en la que se destruye el tricloruro de nitrógeno usando un sobrecalentador.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de una tercera realización del proceso, en la que se destruye el tricloruro de nitrógeno usando un lecho catalítico.

## Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción y en los dibujos, se hace referencia a elementos correspondientes e iguales mediante los mismos caracteres de referencia.

En una primera realización del proceso de la invención, ilustrada en la Figura 1, un vaporizador de flujo pistón ascendente vertical **20** recibe una corriente de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno (corriente **22**) desde la cadena de producción de cloro **24** de una planta de cloro-álcali. La cadena de producción **24** incluye un alojamiento de la celda de cloro-álcali **10** en la que se produce gas cloro mediante la electrólisis de salmuera. Un

- lavador de cloro **11** recibe la corriente **12** de gas cloro desde el alojamiento de la celda y recibe una corriente de cloro líquido **13**. Otras operaciones de la unidad normalmente presentes entre el alojamiento de la celda de cloro-álcali **10** y el lavador de cloro **11** no se muestran en los dibujos. Se suministra una corriente de gas cloro **14** desde el lavador a un compresor **15** y se licúa posteriormente. Desde la parte inferior del lavador de cloro **11**, se suministra cloro líquido, rico en tricloruro de nitrógeno (corriente **16**), a un tanque de mantenimiento **17**, desde el que se encamina una corriente **22** al vaporizador **20**. Alternativamente, el cloro líquido, rico en tricloruro de nitrógeno, se puede suministrar directamente desde lavador **11** al vaporizador **20** (corriente **16A**) sin el uso de ningún tanque de mantenimiento. La corriente **22** típicamente tiene 50 ppm o más de tricloruro de nitrógeno.
- El vaporizador **20** se ilustra en la Figura 2. Está orientado sustancialmente de modo vertical, pero puede orientarse en cualquier ángulo respecto a la horizontal en el intervalo de 0,1° a 90°; esto es, el vaporizador es no horizontal, con pendiente ascendente y tiene una dirección de flujo ascendente. El vaporizador **20** tiene un cuerpo **26** y se calienta por una corriente **28** de un medio de calentamiento que fluye a través de una camisa de calentamiento **30**. El vaporizador **20** tiene una zona de calentamiento **32** en el extremo de entrada **34**, en la que la corriente de líquido se calienta, y una zona de ebullición **36** aguas abajo de la zona de calentamiento, en la que se evapora el cloro líquido. En el extremo de salida **38** del vaporizador, sale del vaporizador una corriente **40** de gas cloro y gas tricloruro de nitrógeno.
- Un gas tal como aire, nitrógeno o gas cloro, o mezcla de los mismos, desde una fuente de gas **42** (corriente **44**) se introduce dentro de la corriente **22** de cloro líquido y tricloruro de nitrógeno aguas arriba de la zona de ebullición **36** del vaporizador. La corriente de gas **44** se puede introducir dentro de la corriente de líquido **22** antes de la entrada dentro del vaporizador, o puede introducirse directamente dentro de la zona de calentamiento **32** del vaporizador, tal como se indica por las corrientes opcionales **44A** y **44B** mostradas en la Figura 2.
- La corriente de gas **44** se suministra con un caudal suficiente para forzar al cloro líquido suministrado a un régimen de flujo dentro del vaporizador **20** que no permita una retro-mezcla o ebullición en masa significativos dentro de la zona de ebullición **36** del vaporizador. Ejemplos de dichos regímenes de flujo son regímenes de flujo anular y de niebla. El caudal de la corriente de gas **44** puede estar en el intervalo de 0,01 a 10 kg de gas por kg de cloro líquido, alternativamente 0,01 a 1 kg, alternativamente 0,02 a 0,15 kg de gas por kg de cloro líquido. El efecto es impedir que el tricloruro de nitrógeno se acumule dentro de la zona de acumulación y ebullición del vaporizador cuando se evapora el cloro y el tricloruro de nitrógeno. Aunque la concentración del tricloruro de nitrógeno se incrementa a través de la zona de ebullición, debido a la presión de vapor más alta (más bajo punto de ebullición) del cloro, el régimen de flujo inducido limita el incremento de la concentración y la acumulación en masa del tricloruro de nitrógeno dentro del vaporizador a niveles que son seguros de manejar.
- En el extremo de salida **38** del vaporizador, una corriente **40** que comprende gas cloro con gas tricloruro de nitrógeno y el gas suministrado dentro de la corriente de líquido se envían para procesamiento adicional en la etapa **46**. Por ejemplo, la corriente **40** puede encaminarse a una planta de ácido clorhídrico, en la que el cloro reacciona con hidrógeno para formar ácido clorhídrico. Alternativamente, la corriente de gas **40** puede absorberse en un sistema de hipoclorito. Otra opción es destruir el tricloruro de nitrógeno y reciclar la corriente **40** a la cadena de producción de cloro, tal como se explica a continuación.
- En una segunda realización del proceso de la invención, la mezcla de gas producida en el vaporizador **20** se encamina a una o más operaciones unitarias para la destrucción del tricloruro de nitrógeno. El gas que sale de la etapa de destrucción de tricloruro de nitrógeno, es decir gas cloro y gas nitrógeno, se reciclan de vuelta a la cadena de cloro del proceso de cloro-álcali. La invención evita así la generación de una corriente de residuos o la adición de otros productos químicos o disolventes para manejar el tricloruro de nitrógeno. La etapa de destrucción del tricloruro de nitrógeno puede llevarse a cabo de varias formas. Por ejemplo, la mezcla de gas evaporada en el vaporizador se puede introducir en un sobrecalentador, que puede ser parte de la unidad vaporizadora. Esto se ilustra en la Figura 3, en la que el vaporizador **20** incluye una zona de sobrecalentador **37** aguas abajo de la zona de ebullición **36**. Las condiciones de operación en el sobrecalentador se seleccionan de modo que se consiga sustancialmente la completa destrucción del tricloruro de nitrógeno. La temperatura de operación media del sobrecalentador puede estar en el intervalo de 30 a 300 °C, la presión de operación en el intervalo de 0,5 a 100 bar y el tiempo de permanencia en el intervalo de 0,5 segundos a 5 minutos. Alternativamente, la temperatura de operación media puede estar en el intervalo de 35 a 250 °C, la presión de operación en el intervalo de la presión atmosférica a 90 bar, y el tiempo de permanencia en el intervalo de 1 segundo a 3 minutos.
- La corriente de gas **52** que sale del sobrecalentador, que comprende gas cloro y gas nitrógeno, se recicla de vuelta a la cadena de producción de cloro **24** del proceso de cloro-álcali.
- Como una alternativa al uso de un sobrecalentador, y tal como se ilustra en la Figura 4, el gas evaporado en el vaporizador **20** se puede encaminar a un lecho catalítico **54** en el que se destruye el tricloruro de nitrógeno. El lecho catalítico puede contener, por ejemplo, Monel (marca registrada) como un catalizador para destruir el tricloruro de nitrógeno. El lecho catalítico puede operar a temperaturas en el intervalo de -40 a 300 °C, presiones en el intervalo de 0,5 a 100 bar, y un tiempo de permanencia en el intervalo de 0,1 segundos a 5 minutos. La corriente de gas **52** que sale del lecho catalítico, que comprende gas cloro y gas nitrógeno, se recicla de vuelta a la cadena de producción de

cloro **24**, o puede encaminarse a otras operaciones de la unidad.

5 Opcionalmente, el proceso puede usar tanto un sobrecalentador como un lecho catalítico para destruir el tricloruro de nitrógeno. El lecho catalítico puede estar dentro de una zona del sobrecalentador del vaporizador, en lugar de ser una unidad separada.

10 Opcionalmente, el gas que sale de la etapa de destrucción de tricloruro de nitrógeno, por ejemplo, del sobrecalentador o lecho catalítico, puede encaminarse a una etapa de acondicionamiento de la temperatura **56** antes de ser reciclado de vuelta a la cadena de cloro (corriente **60**), tal como se muestra en las Figuras 3 y 4. Esto reduce la temperatura de la corriente de gas que sale de la etapa de destrucción del tricloruro de nitrógeno, que puede estar a una temperatura de aproximadamente 80 a 120 °C, hasta una temperatura más baja para su introducción dentro de la cadena de cloro, que puede estar a una temperatura de aproximadamente -35 °C.

15 Aunque la invención se ha descrito en términos de varias realizaciones, no se pretende que la invención esté limitada a estas realizaciones. Serán evidentes para los expertos en la materia varias modificaciones dentro del alcance de la invención. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones que siguen.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de vaporización de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno en un vaporizador de flujo pistón (20) orientado no horizontalmente y que tiene una dirección de flujo ascendente, que comprende las etapas de:
- 5 (a) recibir una corriente (22) que comprende el cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno;
- (b) introducir un gas dentro de la corriente de la etapa (a) aguas arriba de una zona de ebullición del vaporizador, con un caudal de gas que induce un régimen de flujo en la corriente de la etapa (a) que impide o minimiza la acumulación en masa del tricloruro de nitrógeno en la zona de ebullición (36) del vaporizador; y
- 10 (c) vaporizar el cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno procedente de la etapa (b) para producir una corriente (40) que comprende gas cloro y gas tricloruro de nitrógeno.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la corriente de la etapa (a) es recibida desde la cadena de producción de cloro (24) de una planta de producción de cloro.
- 15 3. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la corriente de la etapa (a) es recibida desde un lavador de cloro (11).
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el gas comprende aire, nitrógeno, vapor de cloro, hidrógeno, helio u oxígeno, o mezclas de los mismos.
- 20 5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, donde el gas tiene un caudal en el intervalo de 0,01 a 10 kg de gas por kg de cloro líquido.
- 25 6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el régimen de flujo de la etapa (b) es uno de entre flujo anular y flujo de niebla.
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el régimen de flujo de la etapa (b) minimiza la ebullición en masa del cloro líquido en la zona de ebullición o minimiza la retro-mezcla del cloro líquido en la zona de ebullición.
- 30 8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende además, después de la etapa (c),
- (d) procesar la corriente de la etapa (c) mediante la destrucción del tricloruro de nitrógeno en la misma, para producir una corriente (52) que comprende gas cloro y gas nitrógeno.
- 35 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la etapa (d) comprende
- (i) calentar la corriente de la etapa (c) a una temperatura en el intervalo de 30 a 300 °C a una presión en el intervalo de 0,5 a 100 bar para un tiempo de permanencia en el intervalo de 0,5 segundos a 5 minutos, o
- 40 (ii) introducir la corriente de la etapa (c) en un lecho catalítico (54) que contiene un catalizador que destruye el tricloruro de nitrógeno.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la etapa (d) se realiza en un sobrecalentador (37).
- 45 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el sobrecalentador contiene un lecho catalítico que contiene un catalizador que destruye el tricloruro de nitrógeno.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el lecho catalítico funciona a una temperatura en el intervalo de -40 grados a 300 °C y a una presión en el intervalo de 0,5 a 100 bar para un tiempo de permanencia en el intervalo de 0,1 segundos a 5 minutos.
- 50 13. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende además, después de la etapa (d), acondicionar la temperatura de la corriente de la etapa (d).
- 55 14. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que comprende además el reciclado de la corriente (52) de la etapa (d) a la cadena de producción de cloro (24) de una planta de producción de cloro.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el método está libre de cualquier producción de corrientes de residuos y cualquier adición de productos químicos de tratamiento del tricloruro de nitrógeno.
- 60 16. Un aparato para la vaporización de cloro líquido que contiene tricloruro de nitrógeno, que comprende:
- (a) un vaporizador de cloro de flujo pistón (20) orientado no horizontalmente y que tiene una dirección de flujo ascendente;
- 65 (b) una entrada para la recepción de una corriente (22) que comprende el cloro líquido que contiene tricloruro de

nitrógeno dentro del vaporizador;

(c) una zona de ebullición (36) en el vaporizador aguas abajo de la entrada del párrafo (b);

(d) una entrada de gas aguas arriba de la zona de ebullición para la introducción de un gas dentro de la corriente de líquido (22).

- 5
17. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la entrada del párrafo (b) se conecta operativamente a la cadena de producción de cloro (24) de una instalación de producción de cloro.
- 10
18. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16 o 17, en el que el gas comprende aire, nitrógeno, vapor de cloro, hidrógeno, helio u oxígeno, o mezclas de los mismos.
19. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que comprende además medios (37, 54) para la destrucción del gas tricloruro de nitrógeno aguas abajo de la zona de ebullición.
- 15
20. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 19, en el que los medios de destrucción comprenden un sobrecalentador (37) o un lecho catalítico (54).
- 20
21. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el que el vaporizador (20) está orientado en un ángulo respecto a la horizontal en el intervalo de 0,1 a 90 grados.
22. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende además medios para el reciclado de una corriente (52) de gas cloro y de gas nitrógeno desde los medios de destrucción del tricloruro de nitrógeno a una cadena de producción de cloro (24) de una planta de producción de cloro.



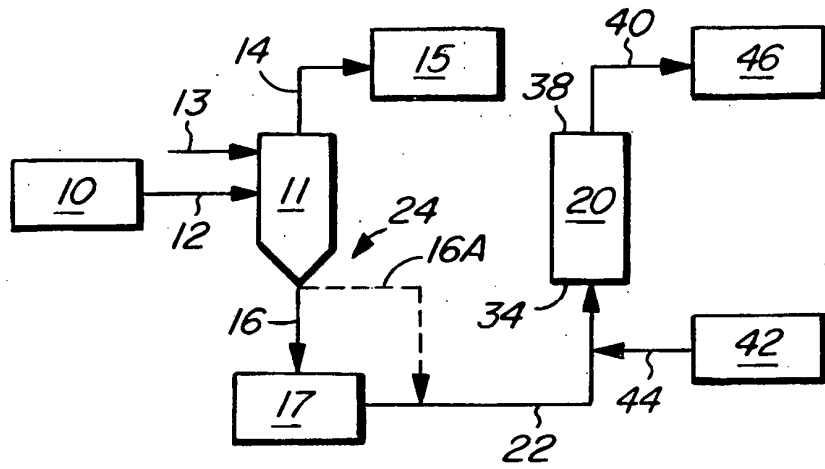


FIG. 1

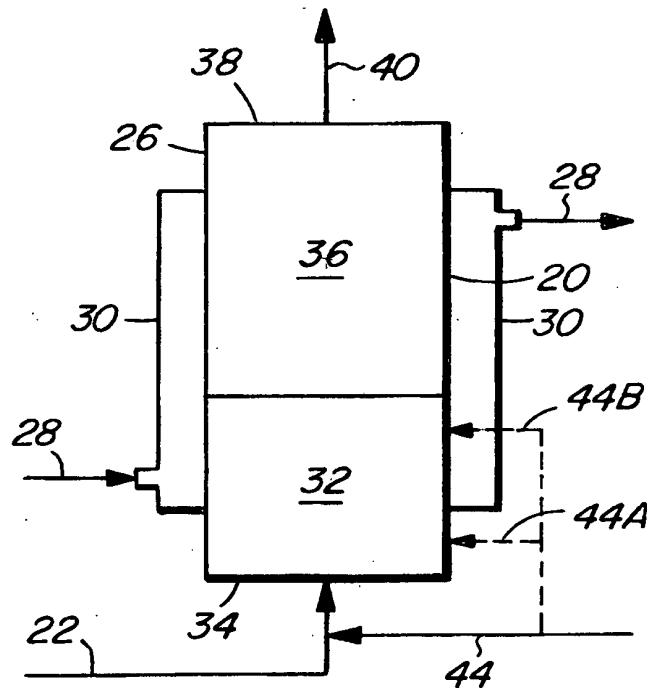


FIG. 2

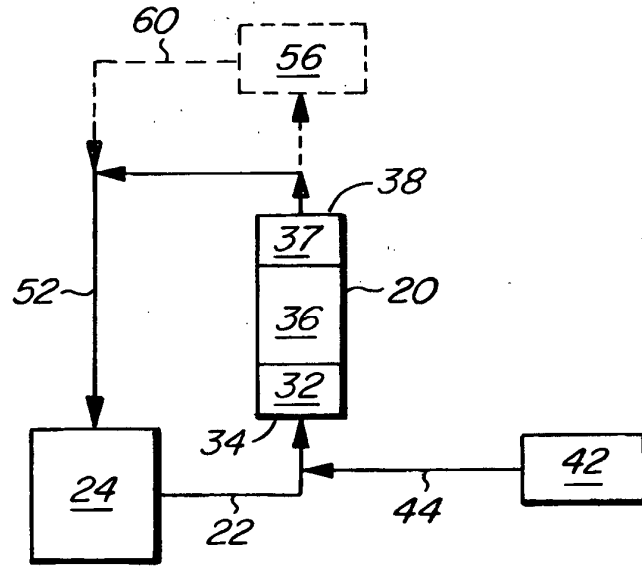


FIG. 3

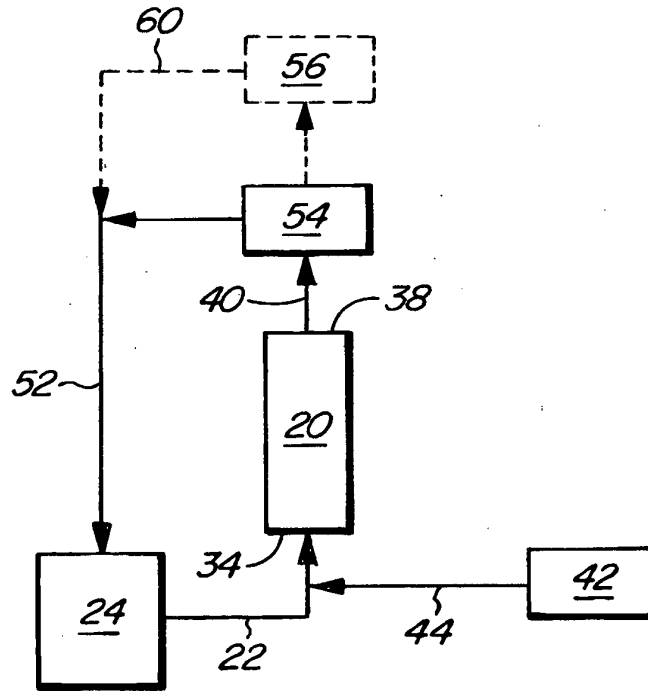


FIG. 4