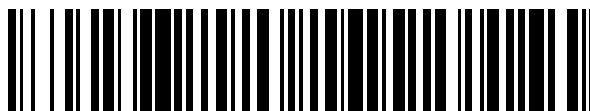


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 140**

51 Int. Cl.:

**D06F 43/00** (2006.01)

**D06F 43/08** (2006.01)

**D06L 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2006 E 06773606 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 1924731**

54 Título: **Sistema y método para la limpieza en seco de artículos**

30 Prioridad:

**20.06.2005 US 692692 P**

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

**21.04.2014**

73 Titular/es:

**GREENEARTH CLEANING, LLC (100.0%)  
51 WEST 135TH STREET  
KANSAS CITY, MO 64145, US**

72 Inventor/es:

**DOUGLAS, JAMES, E. y  
BERNDT, WOLF-DIETER, R.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 456 140 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

Sistema y método para la limpieza en seco de artículos

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un sistema y método para la limpieza en seco de artículos utilizando un disolvente de siloxano. Más específicamente, la invención se refiere a un sistema y método para regenerar un disolvente de siloxano de limpieza en seco utilizando arcillas, polvos, filtros, medios de filtrado y gases. En una realización a modo de ejemplo, el sistema y el método inventivos eliminan la necesidad de destilación.

**Antecedentes de la invención**

La limpieza en seco es una industria muy importante por todo el mundo. Solo en los Estados Unidos hay más de cuarenta mil máquinas de limpieza en seco. En Europa, existen más de 60.000 tintorerías. Más del 85 % de estas tintorerías utilizan máquinas construidas para usar un disolvente de percloroetileno ("PERC"). Aunque el PERC sigue siendo un buen disolvente de limpieza, presenta varios riesgos muy graves para la salud y el medio ambiente, que se han demostrado a partir de numerosas demandas por contaminación del suelo y de la legislación para controlar y/o eliminar el uso del PERC como disolvente para la limpieza en seco.

A pesar de sus riesgos para la salud y el medioambiente, el PERC sigue siendo el disolvente para la limpieza en seco más utilizado en todo el mundo. Debido a que la mayoría de las tintorerías utilizan el PERC como disolvente de limpieza, la mayoría de las máquinas de limpieza en seco se diseñan específicamente para su uso con PERC, que tiene ciertas características que influyen en el diseño del equipo y en el método para regenerar el disolvente. Por ejemplo, el PERC tiene un punto de ebullición de 124,4 °C (256 °F), por lo que permite el uso de un destilador atmosférico para regenerar el disolvente. Además, el PERC tiene una elevada solvencia. La solvencia suele clasificarse como un valor Kauri-Butanol ("VKB"), y el PERC tiene un VKB de más de 90. El VKB es una medida de solvencia y de la capacidad de un disolvente para disolver impurezas hidrofóbicas. La alta solvencia del PERC permite la disolución de muchas impurezas. Por lo tanto, la destilación es un método excelente para la regeneración del PERC ya que las impurezas disueltas son generalmente no volátiles y por lo tanto se convierten en parte del torrente de residuos o residuos no volátiles ("RNV"). Los RNV se tratan como residuos peligrosos y su eliminación está regulada.

En otras partes del mundo, como en Japón, que tiene más de 60.000 tintorerías, los destilados del petróleo se utilizan comúnmente como disolvente de limpieza. Estos destilados del petróleo tienen puntos de ebullición elevados de entre 148,9 °C y 204,4 °C (300 °F a 400 °F), haciendo que la destilación en vacío resulte necesaria para reducir la temperatura de ebullición. Los sistemas que utilizan la destilación en vacío son generalmente los sistemas de limpieza en seco más caros. Además, los destilados del petróleo tienen puntos de inflamación bajos y, por lo tanto, se utilizan de forma estrictamente regulada para evitar incendios y explosiones.

Los destilados del petróleo tienen solvencias que van desde los 27 a los 40 VKB. Aunque estos destilados del petróleo tienen solvencias mucho menores que las del PERC, se ha demostrado que son capaces de disolver suficientemente muchas de las impurezas hidrofóbicas que están presentes en los procesos de limpieza en seco. No obstante, la regeneración de los destilados del petróleo por destilación también provoca un torrente de residuos peligrosos sujeto a una eliminación regulada. Además, los destilados del petróleo se catalogan como componentes orgánicos volátiles ("COV") y presentan riesgos tanto para la salud como para el medio ambiente. Como en el caso del PERC, la destilación es un método excelente para regenerar destilados del petróleo ya que las impurezas disueltas son generalmente no volátiles y por lo tanto se convierten en parte del torrente de residuos o residuos no volátiles ("RNV"). Los RNV se tratan como residuos peligrosos y su eliminación está regulada.

Aparte de la destilación, la filtración de estas soluciones también produce residuos peligrosos sujetos a una eliminación regulada. Antes de 1970, los filtros de polvo con tierras de diatomeas se utilizaban para la filtración. Sin embargo, durante la década de 1970, estos filtros de polvo se reemplazaron ampliamente por filtros de cartucho. Después, en la década de 1980, la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos ("EPA") catalogó los filtros de cartucho usados como residuos peligrosos, haciendo que las tintorerías fueran responsables del tratamiento y manipulación especial necesaria.

La regeneración de disolventes de limpieza a través de la filtración y destilación es la mayor fuente de residuos peligrosos en las plantas modernas de limpieza en seco. Estos residuos peligrosos son tanto caros de eliminar como extremadamente nocivos para el medioambiente. En consecuencia, la industria de la limpieza en seco ha centrado sus esfuerzos en reducir estos residuos peligrosos a la vez que mantiene una buena calidad de limpieza.

Debido a restricciones reguladoras ambientales y gubernamentales, los esfuerzos de la industria se han concentrado en desarrollar alternativas al PERC y a los destilados del petróleo. La búsqueda de disolventes alternativos se ha centrado en la compatibilidad con el medioambiente, la utilidad y la funcionalidad económica. Estos esfuerzos condujeron a la introducción de hidrocarburos, dióxido de carbono líquido y éteres de glicol con altos puntos de

inflamación, y más recientemente, de siloxanos. Debido a que los siloxanos se han introducido recientemente, aún se necesitan sistemas y métodos diseñados para su uso como disolventes para la limpieza en seco. Un aparato y método para la limpieza en seco que utiliza disolvente de siloxano se divulga, por ejemplo, en el documento US 20050022316 A1.

5

### Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un sistema y método para la limpieza en seco de artículos utilizando un disolvente de siloxano. Un sistema a modo de ejemplo comprende una cesta de limpieza para recibir los artículos que se van a limpiar y uno o más depósitos para contener un disolvente de siloxano de limpieza. El sistema comprende además una bomba situada entre la cesta de limpieza y el depósito o depósitos. La bomba se utiliza para mover el disolvente y sirve para sumergir los artículos en el disolvente de siloxano bombeando el disolvente en la cesta de limpieza. Además, la bomba se utiliza para pulverizar el disolvente durante el ciclo de lavado y para refinar el disolvente antes de su uso.

10

15

El sistema comprende además un sistema de aire para el secado que comprende un ventilador, serpentines de calentamiento, serpentines de condensación y filtros de pelusas. En ciertas realizaciones, el sistema de aire se sitúa lejos en relación con la cesta de limpieza y actúa como un sistema de transferencia para el secado y la recuperación. Estas realizaciones son particularmente útiles para la limpieza de aparatos y tejidos naturales.

20

El sistema de limpieza en seco comprende además un sistema de filtración para regenerar el disolvente de siloxano, por el que el sistema de filtrado está recubierto de un medio de filtrado seleccionado de un grupo que contiene arcillas activadas. En esta realización, no es necesario utilizar un destilador para la destilación. En otra realización, se introducen gases inertes en el sistema para mejorar la capacidad de limpieza.

25

### Breve descripción de los dibujos

Estas y otras ventajas y rasgos de la presente invención, como las anteriormente mencionadas, resultarán más evidentes en referencia a la siguiente descripción detallada al considerarla junto con los dibujos adjuntos en los que:

30

La **Figura 1** es un esquema que ilustra un sistema de limpieza en seco de acuerdo con una realización de la presente invención;

La **Figura 2** es una vista transversal aumentada de un filtro de disco giratorio recubierto de acuerdo con una realización de la presente invención;

35

La **Figura 3** es un esquema que ilustra un proceso de regeneración de disolvente de acuerdo con una realización de la presente invención;

La **Figura 4** es un esquema que ilustra un proceso de limpieza de un artículo de acuerdo con una realización de la presente invención; y

40

La **Figura 5** es un esquema que ilustra un proceso de limpieza de un artículo de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un sistema y método para la limpieza en seco de artículos utilizando un disolvente de siloxano. El disolvente de siloxano utilizado en los sistemas de la presente invención puede comprender una organosilicona, es decir, un disolvente híbrido orgánico/inorgánico. Las organosiliconas útiles en la presente invención incluyen siloxanos cíclicos y siloxanos lineales. Las características químicas de estos siloxanos cíclicos y lineales permiten que los sistemas de limpieza en seco de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención funcionen sin depender de la destilación.

45

50

Cualquier siloxano cíclico o lineal adecuado puede utilizarse en la presente invención, tal como los descritos en la Patente de Estados Unidos N° 6.042.618, titulada MÉTODO Y DISOLVENTE PARA LIMPIEZA EN SECO, publicada el 28 de marzo del 2000. De estos siloxanos, el decametilciclopentasiloxano, un pentámero comúnmente llamado D5, se prefiere actualmente. Inesperadamente, el solicitante descubrió que aunque el D5 no disuelve las impurezas, el disolvente suspende las impurezas.

55

Además del D5, se prefieren los siloxanos cíclicos que son liofílicos y que tienen tensiones superficiales menores de 1,8 Pa (18 dinas por centímetro cuadrado). De los principales disolventes de limpieza, la silicona tiene la menor tensión superficial, con un valor de aproximadamente 1,8 Pa (18 dinas por centímetro cuadrado). En comparación, los destilados del petróleo tienen una tensión superficial que va desde los 2,2 a los 2,4 Pa (22 a 24 dinas por centímetro cuadrado), el PERC tiene una tensión superficial de 3,2 Pa (32 dinas por centímetro cuadrado) y el agua tiene una tensión superficial de 7,2 Pa (72 dinas por centímetro cuadrado). Estas diferencias entre los disolventes de limpieza en seco se resaltan en el libro de Smallwood, Ian, "Solvent Recovery Handbook", de 1993. La baja tensión superficial de los disolventes de silicona les permite liberar las impurezas de los artículos que se están limpiando y luego suspender las impurezas. Además, debido a la baja tensión superficial y a la baja solvencia de los disolventes de siloxano, la presión de filtrado no aumenta significativamente según las impurezas se van adsorbiendo y

60

65

absorbiendo. Por lo tanto, el índice de flujo del disolvente no se entorpece significativamente, como ocurre con otros disolventes.

5 Los siloxanos cíclicos que tienen las características deseadas tienen mejores índices de flujo a través de filtros regenerativos, tal como se ha indicado anteriormente. Estos siloxanos, cuando se utilizan junto con los detergentes apropiados, son más capaces de suspender muchas de las impurezas que de otra forma se disolverían con disolventes más agresivos, tales como el PERC y los hidrocarburos. Estos disolventes de limpieza en seco más agresivos, especialmente los disolventes de hidrocarburos, disuelven demasiadas impurezas y el disolvente no fluye bien a través de los filtros recubiertos, tal como se indica en "Forschungsinstitut Hohenstein", Instituto Hohenstein,  
10 Alemania. Además, las impurezas pueden reforzarse y los disolventes con mayor solvencia desarrollarán olores desagradables. No obstante, los disolventes de siloxano no disuelven las impurezas y por tanto no acumulan materiales olorosos.

15 Debido a que el PERC y los destilados del petróleo son los disolventes de limpieza en seco que más se utilizan y debido a que estos disolventes tienen una elevada solvencia, la destilación ha sido el método elegido para la purificación del disolvente. No obstante, los disolventes de siloxano útiles en la presente invención tienen una menor solvencia. Específicamente, el D5 tiene una solvencia de menos de aproximadamente 14 VKB. Aunque estos siloxanos tienen una menor solvencia que el PERC y que los destilados del petróleo, cuando se combinan con un detergente iónico, aniónico o catiónico apropiado, la mezcla de disolvente/detergente suspende las impurezas de  
20 manera efectiva. Un ejemplo de detergente es un detergente aniónico. Debido a que las impurezas se suspenden en la mezcla de disolvente/detergente y que no se disuelven mediante el disolvente, las impurezas pueden retirarse por filtración, eliminando así la necesidad de destilación.

25 Debido a que algunas impurezas son hidrofílicas, el uso de agua en los procesos de limpieza en seco puede mejorar la calidad de la limpieza. Para retirar estas impurezas, puede añadirse agua bien reintroduciendo disolvente hidratado recuperado del proceso de secado, añadiendo agua libre o bien añadiendo una emulsión de agua, detergente y disolvente de siloxano.

30 En una realización, un gas inerte soluble tal como el dióxido de carbono y/o nitrógeno se añade al sistema de limpieza. La introducción de dicho gas aumenta la capacidad de la mezcla de disolvente/detergente para suspender las impurezas. Además de mejorar la suspensión de las impurezas, la introducción de estos gases inertes reduce el volumen de oxígeno, disminuyendo así la probabilidad de incendio o explosión.

35 Estos gases pueden introducirse en la mezcla de disolvente/detergente durante el proceso de limpieza. Por ejemplo, los gases pueden introducirse durante el proceso de lavado. En una realización a modo de ejemplo, los gases se inyectan en el colector de distribución de la bomba. No obstante, debido a que las máquinas no se ventilan durante este proceso, la introducción de gases puede provocar un ligero aumento de la presión. En consecuencia, puede proporcionarse un sistema de liberación de la presión, de manera que si la presión del gas resulta demasiado grande, el sistema libera esa presión.

40 En otra realización a modo de ejemplo, un gas oxidante tal como el ozono se añade a la mezcla de disolvente/detergente. El ozono puede añadirse en lugar de los gases inertes mencionados anteriormente o sumado a estos. La introducción controlada de un gas oxidante ayuda a eliminar impurezas olorosas, tal como se indica en "Ozone as an Aid to Coagulation and Filtration", Asociación Americana de Plantas Potabilizadoras, 1993. El ozono es particularmente útil en este sentido. El ozono es un radical y su estructura molecular tiene afinidad con las moléculas de olor. De hecho, las pruebas de olores residuales llevadas a cabo de acuerdo con ASTM D1296  
45 revelaron mejoras en el olor cuando se utilizaba ozono para limpiar artículos con impurezas olorosas. No obstante, el ozono tiene una vida media muy corta, generalmente de menos de aproximadamente 21 minutos y, por lo tanto, debe crearse e introducirse inmediatamente en la mezcla de disolvente/detergente.

50 El ozono debería utilizarse solo con los disolventes de siloxano que se utilizan en la presente invención. El ozono no debería utilizarse con destilados del petróleo o con disolventes de hidrocarburos. Debido a sus características oxidantes, el ozono puede alterar la estructura del hidrocarburo, lo que puede tener como resultado puntos de inflamación más bajos y condiciones poco seguras. Al contrario, el solicitante ha descubierto que los disolventes de siloxano tales como el D5 son buenos portadores del ozono y no experimentan alteraciones en la estructura del disolvente.

60 Tal como se ilustra en la **Figura 1**, el sistema **10** comprende una cesta de limpieza **12** para recibir artículos para su limpieza y uno o más depósitos **14** para contener un disolvente de siloxano de limpieza. El sistema **10** comprende además una bomba **16** situada entre la cesta de limpieza **12** y el depósito o depósitos **14**. La bomba **16** sirve para sumergir los artículos en el disolvente de siloxano mediante el bombeo del disolvente del depósito **14** a la cesta de limpieza **12**. En una realización a modo de ejemplo, puede utilizarse más de una bomba. El sistema **10** incluye además un sistema de aire **18** para el secado. En una realización a modo de ejemplo, el sistema de aire incluye un ventilador, serpentines de calentamiento, serpentines de condensación y filtros de pelusas. En otra realización a modo de ejemplo, el sistema de aire **18** se sitúa lejos en relación a la cesta de limpieza **12** y actúa como un sistema de transferencia para el secado. Estas otras realizaciones a modo de ejemplos son particularmente útiles para la  
65

limpieza de aparatos y tejidos naturales.

El sistema **10** comprende además un sistema de filtración **20** para regenerar el disolvente de siloxano. El rendimiento de filtración depende de varias variables, incluyendo la selección de los filtros, la presión de los filtros y el índice de flujo del disolvente, tal como se analiza en "Filters, Filter Pressure, and Flow Rate", Boletín del Instituto Internacional Fabricare, N° 608, y en "Filtration Technology", Parket Hannifin Corp., 1995. Diferentes filtros y/o sistemas de filtración pueden rendir de manera diferente. Además, los filtros recubiertos pueden rendir de manera diferente que los filtros no recubiertos, tal como se indica en "Disc Filtration Performance Data", Información Técnica de Funcionamiento Boletín del Instituto Internacional Fabricare, N° 652.

Para realizar la filtración, puede utilizarse cualquier filtro, tal como los descritos en "Filter Mediums", Centro de Atención de la Industria del Instituto Internacional Fabricare, N° 1 (marzo de 1995). En concreto, los filtros de cartucho pueden utilizarse para la regeneración de disolvente de siloxano, tal como se indica en la Patente de Estados Unidos N° 6.086.635, titulada SISTEMA Y MÉTODO PARA EXTRAER AGUA EN UN PROCESO DE LIMPIEZA EN SECO QUE IMPLICA UN DISOLVENTE DE SILOXANO, publicada el 11 de julio del 2000. El uso de estos filtros de cartucho puede suponer una reducción del torrente de residuos a la vez que mantiene la calidad de la limpieza.

No obstante, los filtros de disco también son útiles en la presente invención. En concreto, ejemplos no limitativos de filtros de disco útiles en la presente invención incluyen filtros de disco giratorio, filtros de tubo, filtros de tubo flexible y similares. En una realización a modo de ejemplo, se utilizan filtros de disco giratorio, tales como los descritos en "Disc Filtration", *Boletín del Instituto Internacional Fabricare*, N° 620. En una realización a modo de ejemplo, se utiliza un filtro de disco giratorio de 30 a 35 micrones. En una realización a modo de ejemplo alternativa, se utiliza un filtro de disco giratorio de 60 micrones. Cada uno de estos filtros de disco giratorio a modo de ejemplo tiene un tabique que hace de base para soportar un medio de filtración, que puede incluir arcilla o polvo. El tabique comprende varias aberturas a través de las que se permite el paso del disolvente. No obstante, debido a que las impurezas suspendidas son más grandes que las aberturas del tabique, estas no pasan a través de las aberturas. Los filtros de 60 micrones se recubren preferentemente tal como se describe a continuación. En esta realización, los recubrimientos del medio de filtración abarcan las aberturas más grandes del tabique del filtro y atrapan las impurezas suspendidas.

Los filtros de 30 a 35 micrones pueden recubrirse también para utilizarse con los disolventes de siloxano de la presente invención. La baja tensión superficial de los disolventes de siloxano permite que los filtros de 30 a 35 micrones se recubran sin disminuir significativamente el índice de flujo a través del filtro. Al contrario, los filtros recubiertos de 30 a 35 micrones no pueden utilizarse de forma efectiva con los disolventes tradicionales. El índice de flujo de tales disolventes a través de un filtro recubierto de 30 a 35 micrones es extremadamente lento.

Para recubrir los filtros de disco giratorio, en una realización a modo de ejemplo, se utilizan partículas finas de un medio de filtración. Tal como se muestra en la **Figura 2**, estas partículas finas **30** abarcan las aberturas **32** del tabique del filtro **34**, creando aberturas más pequeñas a través de las que pasa el disolvente. Cuando el disolvente pasa a través del medio de filtración y del tabique **34**, las impurezas suspendidas en el disolvente quedan atrapadas en el medio de filtración. En una realización a modo de ejemplo, el medio de filtración se utiliza en una cantidad de entre 1,92 Pa a aproximadamente 47,88 Pa (0,04 (0,18 kg) a aproximadamente 1 libra (0,453 kg) por pie cuadrado (0,3048 metros cuadrados)) del área de la superficie del filtro.

En una realización a modo de ejemplo, el medio de filtración puede incluir arcillas y/o polvos. Aunque se han utilizado algunas arcillas y/o polvos en los procesos de limpieza en seco utilizando otros disolventes, estas arcillas y/o polvos pueden no ser útiles con los disolventes de siloxano que se utilizan en la presente invención. El solicitante ha descubierto que debido a sus niveles de pH, muchas de estas arcillas pueden solidificarse u oligomerizarse cuando se exponen a los disolventes de siloxano durante un largo período de tiempo. Aunque los niveles de pH de estas arcillas no afectan a la utilidad de las arcillas con otros disolventes, tales como el PERC o los destilados del petróleo, los niveles de pH de estas arcillas anulan completamente la utilidad de las arcillas con disolventes de siloxano. No obstante, el solicitante ha descubierto que arcillas específicas, que tienen un nivel de pH cercano al neutral, pueden utilizarse con disolventes de siloxano sin solidificarse u oligomerizarse. Estas arcillas son compatibles con los disolventes de siloxano y no se solidifican y/u oligomerizan cuando se exponen al siloxano durante largos períodos de tiempo.

En otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, puede utilizarse cualquier medio de filtración que sea compatible con un disolvente de siloxano. Semejante medio de filtración adecuado tiene una densidad de volumen aparente que va desde aproximadamente 300 a aproximadamente 700 g/l y un pH que va desde aproximadamente 5 a aproximadamente 8. El medio de filtración puede comprender además una tierra blanqueadora muy activa que posee una afinidad con las impurezas polares, colorantes y otras impurezas, tales como ácidos grasos, grasas y aceites. Los medios de filtración de una realización a modo de ejemplo incluyen arcillas con base de silicón.

Ejemplos no limitativos de medios de filtración adecuados incluyen zeolitas y perlas de poliestireno. Las zeolitas son

5 aluminosilicatos hidratados que tienen estructuras cristalinas abiertas. Estas zeolitas absorben de manera efectiva las partículas que tienen tamaños particulares, tales como aquellas partículas que pueden estar suspendidas en un disolvente de siloxano de limpieza en seco. Las perlas de poliestireno también son efectivas en los medios de filtración para su uso con disolventes de siloxano. Los tamaños de las partículas de estas perlas con relación al tamaño de los poros en el tabique del filtro hace que estas perlas sean medios de filtración útiles.

10 De acuerdo con la invención el medio de filtración incluye arcillas activadas. Tales arcillas suelen activarse utilizando ácidos cuyos ácidos ejercen los centros ácidos de Lewis en la arcilla. Estos centros ácidos de Lewis influyen enormemente en la oligomerización de la arcilla cuando se expone al disolvente de siloxano durante períodos de tiempo prolongados. Debido a este fenómeno de oligomerización, las arcillas activadas no deberían dejarse en el sistema con el disolvente después de que el sistema se haya apagado o cuando el filtro se vaya a regenerar. Por este motivo, cuando el filtro esté listo para su regeneración, el recipiente que contiene el disolvente de siloxano se vacía para minimizar la exposición de las arcillas al disolvente.

15 Otro recubrimiento del filtro puede incluir una mezcla de tierra de polvo de tierras diatomeas y otra arcilla. Las tierras diatomeas por sí mismas son un buen polvo de filtración, tal como se apuntó en Fulton, George P., "Diatomaceous Earth Filtration for Safe Drinking Water," Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. No obstante, esta mezcla de tierras diatomeas con otras arcillas consigue una absorción mejorada del agua y unos resultados de limpieza mejorados. En una realización a modo de ejemplo, cuando se utiliza tal mezcla, el índice de peso de la arcilla para el polvo de tierra diatomea se encuentra en el intervalo de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:4. La cantidad total de la mezcla utilizada para el recubrimiento se encuentra entre aproximadamente 0,04 (0,18 kg) a aproximadamente 1 libra (0,453 kg) por pie cuadrado (0,3048 metros cuadrados) del área de la superficie del filtro.

20 En una realización a modo de ejemplo, una carcasa de filtro único que contiene filtros de cartucho de carbono puede utilizarse además del filtro recubierto. En esta realización, el disolvente pasa a través de los cartuchos de carbono después de pasar a través del filtro recubierto. La exposición del disolvente a los filtros de cartucho de carbono adicionales se utiliza para adsorber un alto volumen de colorantes.

25 Después de una serie de ciclos de limpieza o kilos de artículos limpiados, el filtro recubierto puede regenerarse. Cuando se utilizan otros disolventes para la limpieza en seco, la decisión de regenerar se ha basado tradicionalmente en la presión del filtro y/o el color del disolvente después de la limpieza. No obstante, al contrario que otros disolventes de limpieza en seco, los disolventes de siloxano tienen una tensión superficial baja y son menos agresivos en colorantes disueltos. Por lo tanto, los disolventes de siloxano no se tiñen significativamente durante la limpieza y la presión del filtro no aumenta significativamente, por lo que no se reduce el índice de flujo. De acuerdo con esto, cuando se utilizan disolventes de siloxano, la decisión de regenerar el filtro puede basarse en los kilos de artículos limpiados.

30 No obstante, como se indicó anteriormente, debería evitarse una exposición prolongada del recubrimiento de arcilla activada al disolvente de siloxano. La exposición prolongada de las arcillas a los disolventes de siloxano puede provocar la solidificación y/o la oligomerización. Esta oligomerización y/o solidificación puede dañar el equipo de limpieza en seco. Para evitar que esto ocurra, la carcasa del filtro debería vaciarse del disolvente utilizado y de las arcillas y/o polvos utilizados antes de períodos de prolongada inactividad.

35 La regeneración de filtros de disco recubiertos ha implicado tradicionalmente el hacer girar los discos para centrifugar el recubrimiento utilizado que se vacía en un envase o destilador sellado. Una vez recogido en el destilador, el disolvente, que contiene impurezas, y el recubrimiento utilizado se destilan para retirar las impurezas y regenerar el disolvente para su uso futuro.

40 Los envases sellados han sido necesarios históricamente debido a la clasificación de los disolventes de limpieza utilizados. El PERC, los destilados del petróleo y los disolventes de hidrocarburos de limpieza en seco se clasifican bien como compuestos orgánicos volátiles ("COV"), contaminantes del aire peligrosos ("CAP") o contaminantes del aire tóxicos ("CAT"). Según dicha clasificación, la eliminación de los residuos generados por el uso de estos disolventes está estrictamente regulada. Estas regulaciones requieren el uso de envases sellados para recoger los productos derivados de los filtros de disco.

45 No obstante, los disolventes de siloxano no se clasifican como COV, CAP o CAT. Por lo tanto, no es necesario que el recubrimiento utilizado se vacíe en un envase sellado. En lugar de esto, los residuos pueden recogerse en un envase no sellado que puede incluir un elemento de filtración interno tal como una bolsa de tela, que permite que el disolvente pase, pero que retiene el material en partículas.

50 Además, tal como se ha descrito antes, los disolventes de siloxano no disuelven las impurezas. En lugar de esto, estos disolventes de siloxano suspenden las impurezas, que se eliminan más tarde por filtración.

55 En el uso, en una realización a modo de ejemplo, los filtros de disco se recubren primero colocando aproximadamente de 1,92 a aproximadamente 47,88 Pa (0,04 (0,18 kg) a aproximadamente 1 libra (0,453 kg) por pie cuadrado (0,3048 metros cuadrados)) de medio de filtración en una cesta de limpieza y bombeando el disolvente

de siloxano en la cesta. Puede situarse una bolsa de tela en el fondo de la cesta de limpieza para evitar que el medio de filtración pase a través de las aberturas del fondo de la cesta. La bolsa de tela puede comprender la bolsa de tela, que se describe más abajo, que se retira del recipiente y se extrae, tal como se describe en más detalle a continuación. La mezcla de medio de filtración/disolvente se agita entonces haciendo girar la cesta una vez que se sumerge en el disolvente.

La mezcla de disolvente/medio de filtración se bombea a continuación a la carcasa del filtro y el disolvente se hace circular entre la cesta de limpieza y la carcasa del filtro hasta que el disolvente esté sustancialmente limpio. A medida que el disolvente pasa a través del filtro, el medio de filtración se asienta en el filtro de disco, creando un filtro recubierto.

La **Figura 3** ilustra un proceso a modo de ejemplo por medio del que se regenera un filtro de disco. Para regenerar el filtro después de una serie de limpiezas, el filtro de disco se centrifuga para retirar la arcilla/polvo acumulado incluyendo las impurezas filtradas. El disolvente, arcillas e impurezas retiradas se vacían a continuación en el recipiente, que puede comprender un medio de filtración, tal como una bolsa de tela, para recoger la arcilla e impurezas, a la vez que permite que pase el disolvente. El disolvente vaciado se vacía entonces de nuevo en el depósito para su reutilización. Este proceso puede repetirse tantas veces como sea necesario para retirar cualquier resto de arcilla o polvo del filtro de disco.

Una vez se vacía el material en la bolsa de tela en el recipiente, la bolsa que contiene la arcilla o polvo utilizado se cierra y se coloca en la cesta de limpieza para su extracción para garantizar que no haya pérdidas de disolvente o que estas sean lo más mínimas posibles. El disolvente se extrae entonces por centrifugado de la cesta de limpieza. Después del centrifugado, el polvo se cepilla de la bolsa de tela y se descarta de acuerdo con las regulaciones locales.

Antes de la regeneración del filtro, o cuando el sistema no esté en funcionamiento durante un período de tiempo prolongado, el disolvente deberá retirarse del sistema para evitar una exposición prolongada del medio de filtración al disolvente de siloxano. En consecuencia, en una realización a modo de ejemplo, cuando el filtro se apaga o no se somete a la presión del filtro, el disolvente y el medio de filtración se vacían de la carcasa del filtro a un decantador **21**, tal como se muestra generalmente en la **Figura 1**. El decantador **21** puede incluir un elemento de filtración tal como una bolsa de tela que atrapa el medio de filtración, pero permite que pase el disolvente. Una vez que el disolvente y el medio de filtración han pasado a través del elemento de filtración, la bolsa de tela con el medio de filtración atrapado se elimina del decantador **21**.

De manera similar, cuando el filtro está listo para su regeneración, el disolvente de la carcasa del filtro se conduce a la cesta de limpieza. La carcasa del filtro incluye un conducto de ventilación que también se conduce a la cesta de limpieza. Debido a esta configuración, el disolvente se mueve de la carcasa del filtro a la cesta de limpieza y, a continuación, se mueve a través del filtro antes de almacenarlo en el depósito o depósitos de almacenamiento. Al retirar todo el medio de filtración que sea posible del disolvente almacenado en el depósito o depósitos de almacenamiento, esta configuración minimiza el contacto del medio de filtración con el disolvente de siloxano.

La **Figura 4** ilustra un proceso a modo de ejemplo por el que el artículo se limpia utilizando un filtro regenerativo. Para limpiar un artículo utilizando el filtro generado tal como se ha descrito anteriormente, el artículo se coloca primero en la cesta de limpieza. El disolvente de siloxano se bombea entonces a la cesta y puede añadirse detergente al disolvente en la cesta de limpieza. La mezcla de disolvente/detergente se pulveriza haciendo circular la mezcla de disolvente/detergente en la cesta de limpieza. Esta pulverización permite que el detergente atrape las impurezas hidrofílicas en los artículos que se están limpiando. Durante el proceso de pulverización, la mezcla de disolvente/ detergente no se filtra para permitir que el detergente tenga tiempo de unirse a las impurezas hidrofílicas. A medida que se va pulverizando la mezcla, las impurezas de los artículos se suspenden en el disolvente. La pulverización continúa por un período de tiempo determinado por las recomendaciones del fabricante del detergente. No obstante, generalmente la pulverización continúa durante 2 a 8 minutos aproximadamente.

Tras la pulverización de la mezcla de disolvente/detergente y la suspensión de las impurezas, el ciclo de lavado empieza y la mezcla de disolvente/detergente con las impurezas suspendidas se bombea a través del filtro para la filtración y eliminación de partículas e impurezas. El disolvente se vacía a continuación de nuevo en el depósito. La cesta de limpieza se centrifuga a continuación para retirar todo el disolvente que sea posible de los artículos que se están limpiando.

En una realización a modo de ejemplo, después de centrifugar la cesta de limpieza, el artículo se seca a una temperatura que va desde los 54,44 °C (130 °F) a aproximadamente 75,56 °C (168 °F), tal como se midió en el aire saliente de la cesta. Durante el secado, el disolvente se hace circular desde depósito a través del filtro para su purificación y refinado. El refinado se refiere al proceso por el que el disolvente se limpia para su reutilización e incluye el bombeo del disolvente desde el depósito de almacenamiento al filtro y de vuelta al depósito de almacenamiento. Este proceso retira las impurezas del disolvente. La purificación y el refinado pueden continuar hasta que el proceso de secado se complete. Debido a que el proceso de secado es el proceso más largo del ciclo de limpieza, el disolvente está expuesto a la carcasa del filtro para su purificación durante un período de tiempo

considerable.

Además de hacerse circular a través de la carcasa del filtro y del depósito, el disolvente puede hacerse circular también a través de un filtro independiente, tal como un filtro de cartucho. Tal como se ha indicado anteriormente, la carcasa del cartucho es particularmente útil para eliminar los colorantes.

Después de que completarse el secado, los artículos limpios y secos se enfrían antes de retirarlos de la cesta de limpieza. En una realización a modo de ejemplo, los artículos se enfrían a una temperatura que va desde los 26,67 °C (80 °F) a aproximadamente 46,11 °C (115 °F). El enfriamiento de los artículos evita que los artículos se arruguen.

La **Figura 5** ilustra otro proceso a modo de ejemplo por el que un artículo se limpia utilizando un filtro regenerativo. Primero, el artículo se coloca en la cesta de limpieza. El disolvente de siloxano se bombea entonces a la cesta de limpieza y el detergente se añade al disolvente en la cesta de limpieza. Toda la máquina se sella entonces para crear un ambiente cerrado. Mientras que la mezcla de disolvente/detergente se pulveriza por bombeo hacia y desde la cesta de limpieza, pequeños volúmenes de un gas inerte y/o un gas oxidante se inyectan en la máquina. Preferentemente, el gas inerte y/o gas oxidante se inyecta en el flujo de disolvente. La introducción del gas en esta etapa del ciclo de limpieza mejora la suspensión de las impurezas así como la eliminación de las impurezas olorosas.

Durante la agitación de la mezcla de disolvente/detergente y la suspensión de las impurezas, la mezcla de disolvente/ detergente puede bombearse a través del filtro para retirar las impurezas. El disolvente se vacía de nuevo en el depósito. La inyección del gas inerte y/o gas oxidante finaliza entonces y la cesta de limpieza se centrifuga para retirar todo el disolvente que sea posible.

En una realización a modo de ejemplo, tras el centrifugado de la cesta de limpieza, el artículo se seca a una temperatura que va desde los aproximadamente 54,44 °C (130 °F) a aproximadamente 75,56 °C (168 °F), tal como se midió en el aire saliente de la cesta. Durante el secado, el disolvente se hace circular desde el depósito a través del filtro para su regeneración y refinado. Este proceso se repite hasta que se completa el proceso de secado. Debido a que el proceso de secado es el proceso más largo del ciclo de limpieza, el disolvente se expone a la carcasa del filtro para su regeneración durante un período de tiempo considerable.

En una realización a modo de ejemplo, además de que se haga circular el detergente a través de la carcasa del filtro y del depósito, el disolvente puede pasarse además a través de un filtro separado, tal como un filtro de cartucho. Tal como se ha indicado anteriormente, la carcasa del cartucho es particularmente útil para retirar los colorantes. No obstante, se entiende que la etapa de hacer circular el disolvente a través del filtro de cartucho es opcional. Como alternativa, se puede proporcionar un mecanismo para eludir el filtro de cartucho para evitar que el disolvente y el medio de filtración pasen a través del filtro de cartucho. Tal sistema es útil durante el recubrimiento de los filtros de disco giratorios. En este sentido, el disolvente elude el filtro de cartucho para que el medio de filtración no aumente en el filtro de cartucho.

Cuando el secado se completa, los artículos limpios y secos se enfrían antes de retirarlos de la cesta de limpieza. En una realización a modo de ejemplo, los artículos se enfrían a una temperatura que va desde los aproximadamente 26,67 °C (80 °F) a aproximadamente 46,11 °C (115 °F). El enfriamiento de los artículos evita que los artículos se arruguen.

La anterior descripción se presenta con referencia a las realizaciones de la invención preferidas actualmente. Los expertos en la materia y la tecnología a los que pertenece esta invención apreciarán que pueden aplicarse alteraciones y cambios en la estructura descrita sin alejarse significativamente del alcance y principio de esta invención. Por ejemplo, otro tipo de filtros, que pueden no ser filtros de disco y que son capaces de regenerarse. De acuerdo con esto, la anterior descripción no debería tomarse como perteneciente solo a las realizaciones precisas descritas e ilustradas en los dibujos adjuntos, sino que más bien debería tomarse como consistente y como apoyo de las reivindicaciones siguientes para que logren su mayor y más apropiado alcance.



## REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para la limpieza en seco de artículos, comprendiendo el sistema:
- 5 un primer receptáculo (12) adaptado para contener uno o más artículos; y al menos un segundo receptáculo (14) adaptado para contener un volumen de disolvente de siloxano, estando el sistema **caracterizado por**:
- 10 al menos un filtro regenerativo (20) capaz de regenerarse, estando dicho filtro regenerativo recubierto con un medio de filtración para filtrar el disolvente de siloxano, comprendiendo dicho medio de filtración una arcilla activada; y una bomba (16) acoplada al primer receptáculo (12), al menos un segundo receptáculo (14) y el al menos un filtro (20), adaptándose la bomba (16) para bombear el volumen de disolvente de siloxano del al menos un segundo receptáculo (14) al primer receptáculo (12) y desde el primer receptáculo (12) al al menos un segundo receptáculo (14).
- 15 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la bomba (16) se adapta además para bombear el volumen de disolvente de siloxano desde el primer receptáculo (12) al al menos un filtro (20).
- 20 3. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el filtro regenerativo (20) comprende un filtro seleccionado de entre el grupo de filtros que consiste en filtros de disco giratorio regenerativos, filtros de tubo regenerativos y filtros de tubo flexible regenerativos.
- 25 4. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema de filtración para regenerar el disolvente de siloxano, en el que no es necesario utilizar un destilador para la destilación.
5. Un método para limpiar artículos en seco en un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas:
- 30 - introducir artículos que se van a limpiar en un primer receptáculo (12);  
 - sumergir los artículos que se van a limpiar en un fluido de limpieza que comprende una composición de disolvente de siloxano;  
 - agitar los artículos en la composición de disolvente de siloxano;  
 - filtrar la composición de disolvente de siloxano a través de al menos un filtro regenerativo (20), estando dicho filtro regenerativo (20) recubierto de un medio de filtración que comprende una arcilla activada,  
 35 - retirar la composición de siloxano de los artículos;  
 - secar dichos artículos, y  
 - regenerar dicho filtro sobre una base temporal periódica retirando dicho primer recubrimiento y recubriendo dicho filtro regenerativo con un segundo recubrimiento para evitar la oligomerización de al menos uno de dicha arcilla activada del primer recubrimiento y de dicho disolvente.
- 40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho recubrimiento comprende recubrir dicho filtro regenerativo (20) después de que dicho recubrimiento haya sido expuesto a dicha composición de disolvente de siloxano durante una cantidad de tiempo predeterminada o después de un número de ciclos de limpieza en seco predeterminado o después de que un peso total predeterminado de artículos haya sido limpiado en seco para evitar la oligomerización de dicha arcilla activada de recubrimiento y/o de dicho disolvente de siloxano.
- 45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho recubrimiento comprende recubrir dicho filtro regenerativo (20) en intervalos de tiempo suficientes con el nuevo recubrimiento que comprende la arcilla activada para evitar la oligomerización de dicha arcilla activada de recubrimiento y/o de dicho disolvente de siloxano.
- 50 8. El método de acuerdo con las reivindicaciones 5, 6 o 7, en el que dicho primer receptáculo comprende una cesta de limpieza (12) y en el que dicho filtro regenerativo (20) comprende una carcasa, en el que la carcasa del filtro incluye un conducto de ventilación que se dirige además a la cesta de limpieza, de manera que el disolvente se mueve de la carcasa del filtro a la cesta de limpieza y a continuación se mueve a través del filtro antes de almacenarse en un depósito o depósitos de almacenamiento (14) para evitar la recogida de dicha arcilla activada de recubrimiento en dicho receptáculo.
- 55 9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende además pasar la composición de disolvente que contiene las impurezas a través de un segundo filtro después de filtrar el disolvente a través del al menos un filtro regenerativo (20).
- 60 10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, que comprende además reutilizar dicha composición de disolvente de siloxano retirado para limpiar otros artículos.
- 65 11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, que comprende además introducir un gas en el fluido de limpieza para mejorar la suspensión de impurezas en el fluido de limpieza y eliminar olores.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el gas se selecciona del grupo de gases que consiste en gases inertes, gases oxidantes y mezclas de los mismos.
- 5 13. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el recubrimiento comprende un material que tiene una densidad de volumen aparente que va desde aproximadamente 300 a aproximadamente 700 g/l.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además introducir un detergente en la composición de siloxano.
- 10 15. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho disolvente de siloxano es un disolvente de siloxano seleccionado del grupo que consiste esencialmente en siloxanos cíclicos y lineales.
16. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho disolvente de siloxano comprende un disolvente de siloxano decametilpentacíclico.
- 15 17. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho al menos un filtro regenerativo es un filtro de disco giratorio.
- 20 18. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además el filtrado de dicho disolvente a través de un segundo filtro después de filtrarlo a través de dicho filtro regenerativo, siendo dicho segundo filtro un cartucho de filtro.

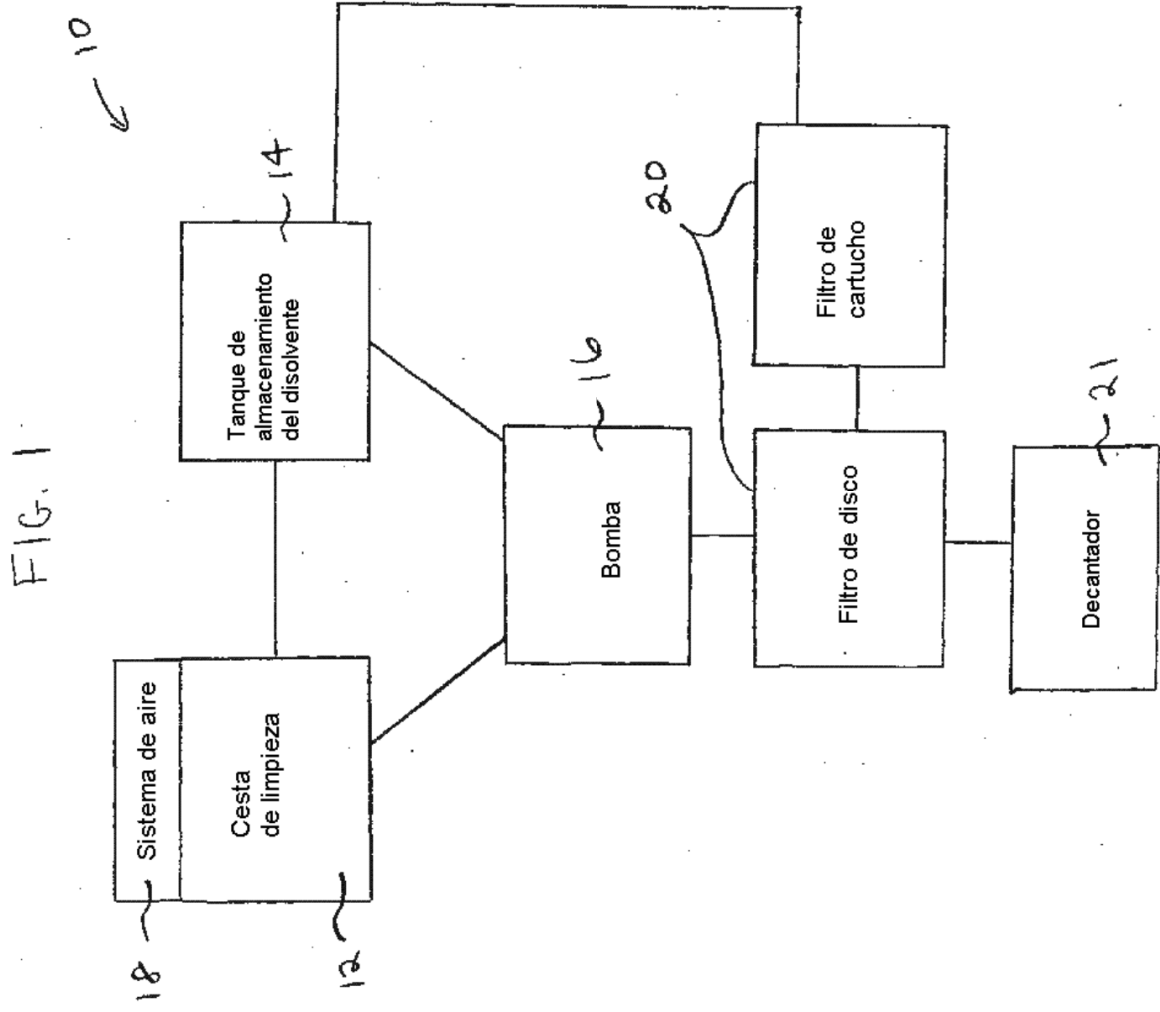
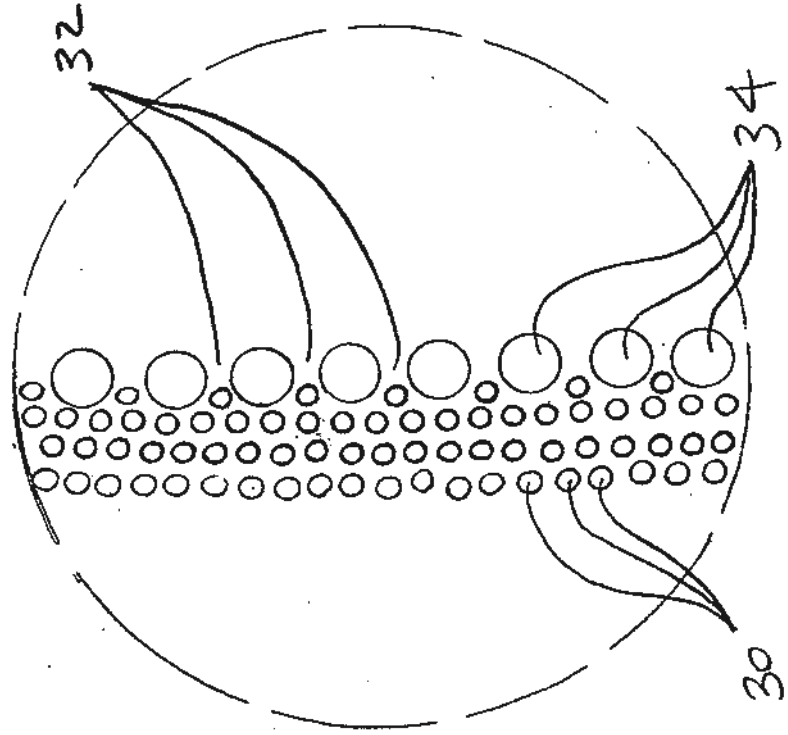


FIG. 2



GENERAR UN SISTEMA DE FILTRO REGENERATIVO PREVIAMENTE RECUBIERTO	
ETAPA 1	POLVO Y ARCILLA EN LA CESTA
ETAPA 2	CENTRIFUGAR FILTROS DE DISCO GIRATORIO
ETAPA 3	VACIAR DISOLVENTE Y MEDIO EN RECIPIENTE
ETAPA 4	REPETIR ETAPAS 2 Y 3
ETAPA 5	AÑADIR DISOLVENTE A LA CESTA DE LIMPIEZA AGITAR MEZCLA HACIENDO GIRAR LA CESTA
ETAPA 6	HACER CIRCULAR DE LA CESTA AL FILTRO A LA CESTA, PRERRECUBRIR
ETAPA 7	DEJAR SEDIMENTAR LA MEZCLA DEL RECIPIENTE POR GRAVEDAD A UN DEPÓSITO A TRAVÉS DE UNA BOLSA

FIG. 3

UTILIZAR UN SISTEMA DE FILTRO REGENERATIVO PREVIAMENTE RECUBIERTO	
ETAPA 1	CARGAR ARTICULO A LAVAR EN LA CESTA
ETAPA 2	BOMBEAR DISOLVENTE DE LOS DEPOSITOS A LA RUEDA
ETAPA 3	AÑADIR DETERGENTE Y ADITIVOS OPCIONALES MOLER ESTA MEZCLA
ETAPA 4	REGENERAR EL DISOLVENTE EXPONIÉNDOLO A FILTROS PREVIAMENTE RECUBIERTOS
ETAPA 5	VACIAR EL DISOLVENTE DE LA CESTA
ETAPA 6	CENTRIFUGAR LA CESTA PARA REDUCIR EL VOLUMEN DEL DISOLVENTE
ETAPA 7	COMENZAR A RECUPERAR EL DISOLVENTE RESTANTE SECANDO Y CONDENSANDO EL DISOLVENTE
ETAPA 8	DURANTE EL PROCESO DE SECADO HACER CIRCULAR EL DISOLVENTE DE LOS DEPOSITOS A TRAVÉS DEL FILTRO
ETAPA 9	ENFRIAR LOS ARTÍCULOS LIMPIADOS ANTES DE RETIRARLOS DE LA CESTA

**FIG. 4**

INTRODUCCIÓN DE GASES INERTES	
ETAPA 1	CARGAR ARTICULO A LIMPIAR EN LA CESTA
ETAPA 2	BOMBEAR DISOLVENTE DE LOS DEPÓSITOS A LA RUEDA
ETAPA 3	INICIAR LA INTRODUCCIÓN DEL GAS INERTE
ETAPA 4	AÑADIR DETERGENTE Y ADITIVOS OPCIONALES MOLER ESTA MEZCLA
ETAPA 5	REGENERAR EL DISOLVENTE EXPONIÉNDOLO A FILTROS PREVIAMENTE RECUBIERTOS
ETAPA 6	FINALIZAR LA INTRODUCCIÓN DEL GAS INERTE
ETAPA 7	VACIAR EL DISOLVENTE DE LA CESTA
ETAPA 8	CENTRIFUGAR LA CESTA PARA REDUCIR EL VOLUMEN DE DISOLVENTE
ETAPA 9	COMENZAR A RECUPERAR EL DISOLVENTE RESTANTE SECANDO Y CONDENSANDO EL DISOLVENTE
ETAPA 10	DURANTE EL PROCESO DE SECADO HACER CIRCULAR EL DISOLVENTE DE LOS DEPÓSITOS A TRAVÉS DEL FILTRO
ETAPA 11	ENFRIAR LOS ARTÍCULOS LIMPIADOS ANTES DE RETIRARLOS DE LA CESTA

**FIG. 5**