



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 270 877**

51 Int. Cl.:
D06L 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00970901 .5**

86 Fecha de presentación : **13.10.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1224351**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.07.2002**

54 Título: **Sistema de limpieza utilizando un solvente de lavado orgánico y un solvente fluido presurizado.**

30 Prioridad: **15.10.1999 US 419345**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **Timothy L. Racette**
505 Ottoman Street
Plainfield, Illinois 60164, US
Gene R. Damaso y
James E. Schulte

72 Inventor/es: **Racette, Timothy L.;**
Damaso, Gene R. y
Schulte, James E.

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 270 877 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 de limpieza utilizando un solvente de lavado orgánico y un solvente fluido presurizado.

5 **Campo de la invención**

La presente invención tiene que ver con un proceso para lavar sustratos y con un aparato para la limpieza de sustratos utilizando un solvente de lavado orgánico y un solvente fluido presurizado.

10 Se conoce una variedad de métodos y sistemas para el lavado de sustratos tales como textiles, así como de otras estructuras flexibles, de precisión, delicadas o porosas, sensibles a contaminantes solubles e insolubles. Estos conocidos métodos y sistemas usualmente utilizan para la limpieza del sustrato agua, percloroetileno, petróleo y otros solventes que son líquidos a, o substancialmente cerca a la presión atmosférica y temperatura ambiente.

15 Generalmente se han considerado satisfactorios tales métodos y sistemas convencionales para sus usos propuestos. Recientemente, sin embargo, se ha cuestionado el deseo de emplear éstos métodos y sistemas convencionales debido a aspectos ambientales, de higiene, de riesgo ocupacional y de su disposición final, entre otros. Por ejemplo, el percloroetileno con frecuencia es utilizado como solvente, en un proceso al que se le conoce como "lavado en seco", para el lavado de sustratos delicados tales como textiles. Algunas instalaciones requieren que el uso y disposición final de éstos solventes sea reglamentado por agencias ambientales, aún cuando solamente pequeñas cantidades traza de éstos solventes van a ser introducidas en las corrientes de desecho.

Más aún, existe un significativo peso reglamentario impuesto sobre solventes tales como el percloroetileno por parte de agencias tales como EPA, OSHA y DOT. Tal reglamentación da como resultado costos incrementados para el usuario, los cuales a su vez, son transmitidos al consumidor final. Por ejemplo, los filtros que se han empleado en los sistemas convencionales de lavado en seco con percloroetileno tienen que ser desechados de acuerdo a normas sobre desechos peligrosos u otras normas ambientales. Otros ciertos solventes empleados en el lavado en seco, tales como solventes tipo hidrocarburo, son extremadamente inflamables, lo cual resulta en mayores riesgos ocupacionales para el usuario y en un costo incrementado para el control de su uso.

30 Adicionalmente, los textiles que han sido lavados utilizando métodos de limpieza convencionales típicamente son secados mediante circulación de aire caliente a través del textil a medida que gira dentro de un tambor. El solvente tiene que tener relativamente una presión de vapor alta y bajo punto de ebullición para poder ser empleado en forma efectiva en un sistema que utiliza aire caliente. El calor usado en el secado puede producir algunas manchas permanentes en el textil. Más aún, el ciclo de secado agrega un tiempo significativo adicional al tiempo total del proceso. Durante el proceso convencional de secado, la humedad absorbida sobre las fibras textiles es a menudo retirada adicionalmente al uso del solvente. Esto a menudo resulta en la generación, no deseable, de cargas estáticas y encogimiento de las prendas. Incluso los textiles se ven sujetos a un mayor desgaste debido a la necesidad de estar girando dentro de un tambor en aire caliente durante un período de tiempo relativamente largo. Los métodos convencionales de secado son ineficientes y a menudo dejan en los textiles exceso de solvente residual, particularmente en textiles pesados, en componentes constituidos por múltiples capas textiles y en componentes estructurales de prendas tales como hombreras. Esto puede generar olores desagradables y, en casos extremos, irritación a la piel de quien viste la prenda. En adición a consumir tiempo y a ser de eficiencia limitada, el secado convencional genera significativas pérdidas de solvente de lavado en forma de vapor fugitivo. Finalmente, el secado convencional por aire caliente es un proceso energético intensivo que da como resultado costos relativamente altos y desgaste acelerado del equipo.

Los sistemas tradicionales de limpieza pueden utilizar destilación junto con filtración y adsorción con el fin de remover la suciedad disuelta y suspendida en el solvente de lavado. Los filtros y materiales adsorbentes se saturan con el solvente por lo cual la disposición final de algunos filtros de desecho está reglamentada por leyes estatales o federales. La evaporación del solvente, especialmente durante el ciclo de secado, es una de las principales fuentes de pérdida de solvente en los sistemas convencionales. El reducir la pérdida de solvente mejora los aspectos ambientales y económicos de los sustratos de limpieza que emplean solventes de lavado. Por lo tanto es ventajoso proveer un método y sistema para la limpieza de los sustratos que emplee un solvente con menos atributos adversos que los empleados corrientemente y que reduzca la pérdida de solvente.

55 Como una alternativa a los solventes de lavado convencionales, se han utilizado para la limpieza de varios sustratos solventes fluidos presurizados o solventes fluidos densificados, donde se entiende ampliamente que los fluidos densificados incluyen gases presurizados, ya sea a condiciones subcríticas o supercríticas, de tal manera que se logre con ellos un fluido líquido o supercrítico que presente una densidad que se aproxime a la de un líquido. En particular, algunas patentes han revelado el uso de un solvente tal como dióxido de carbono, que se mantiene en un estado líquido o en una condición, ya sea subcrítica o supercrítica, para la limpieza de sustratos tales como textiles, así como de otras estructuras flexibles, de precisión, delicadas o porosas, sensibles a contaminantes solubles e insolubles.

65 Por ejemplo, la Patente U.S. No. 5,279,615 revela un proceso para la limpieza de textiles el cual emplea dióxido de carbono densificado en combinación con un componente de limpieza no polar. Los componentes preferidos son aceites de parafina tales como aceite mineral o petrolato. Estas substancias son una mezcla de alcanos que incluyen una fracción a la cual pertenecen hidrocarburos C₁₅ o superiores. El proceso emplea un sistema de limpieza heterogéneo formado por la combinación del componente el cual es aplicado al textil antes de, o substancialmente al mismo

tiempo que se hace la aplicación del fluido densificado. De acuerdo a los datos revelados en la Patente No. 5,279,615, el componente de limpieza no es tan efectivo en la remoción de la suciedad de la tela como lo son los solventes de limpieza convencionales o el solvente descrito para utilización en la presente invención tal como se revela más adelante.

5

La Patente U.S. No. 5,316,591 revela un proceso para la limpieza de sustratos el cual utiliza dióxido de carbono líquido u otros gases licuados por debajo de su temperatura crítica. El foco de esta patente está en el uso de cualquiera de un número de medios para afectar la cavitación con el fin de mejorar el desempeño de limpieza del dióxido de carbono líquido. En todas las modalidades reveladas, el dióxido de carbono densificado es el medio de limpieza. Esta patente no describe el uso de un solvente diferente al gas licuado para limpieza de los sustratos. Mientras que la combinación de cavitación ultrasónica y dióxido de carbono líquido puede ajustarse muy bien al procesamiento de sustratos y soportes físicos complejos que contengan contaminantes extremadamente peligrosos, este proceso es demasiado costoso para la limpieza regular de sustratos textiles. Más aún, el uso de cavitación ultrasónica es menos efectivo para la remoción de contaminantes en textiles que para la remoción de contaminantes en superficies duras.

15

La Patente U.S. No. 5,377,705 revela un proceso para la limpieza de partes de precisión utilizando un gas licuado presurizado en estado supercrítico y un co-solvente de aceptación ambiental. Durante este proceso las partes que van a ser limpiadas son pre-tratadas con el co-solvente y luego colocadas en el recipiente de limpieza. Luego de esto los contaminantes y el co-solvente son removidos de las partes haciendo circular un gas presurizado en su estado supercrítico el cual es bombeado a través del recipiente. La re-deposición del co-solvente y los contaminantes se controla mediante la cantidad de gas presurizado que se bombea a través del recipiente. Los co-solventes especificados para uso en conjunto con el solvente de limpieza incluyen compuestos alifáticos, terpenos, acetona, lamininas, alcohol isopropílico, Axarel (DuPont), Petroferm (Petroferm, Inc.), queroseno e Isopar-m (Exxon). Durante el proceso de limpieza el solvente de lavado (dióxido de carbono supercrítico) fluye a través del recipiente que contiene las partes a tratar, a través de un filtro o filtros y directamente hacia un separador en el cual el solvente es evaporado y recondensado. Los co-solventes revelados en esa patente poseen altas tasas de evaporación y bajos puntos de inflamación. El uso de tales co-solventes genera grandes pérdidas de solvente y alto riesgo de incendio. Más aún, muchos de los co-solventes no son compatibles con los colorantes y fibras comúnmente empleados en la industria textil. Igualmente, el uso de dióxido de carbono supercrítico requiere del uso de un equipo más costoso.

30

La Patente U.S. No. 5,417,768 revela un proceso para la limpieza de partes de precisión utilizando un sistema de dos solventes. Uno de los solventes puede ser líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica mientras que el segundo solvente puede ser dióxido de carbono supercrítico. Los objetivos de esta invención incluyen el utilizar dos o más solventes con la mínima mezcla entre ellos y el incorporar cavitación ultrasónica de tal forma que se prevenga el que los transductores ultrasónicos entren en contacto con el primer solvente mencionado. Se describe un aparato que consiste en un recipiente superior abierto con un recipiente presurizado cubierto. El fluido primario es bombeado al recipiente superior abierto. Luego del lavado con el fluido primario, este es bombeado desde el recipiente superior abierto. Luego se bombea el dióxido de carbono presurizado al recipiente superior abierto y es vaciado a través del recipiente hasta que el nivel de contaminantes dentro del recipiente se reduzca al nivel deseado. Los co-solventes revelados en esa patente son los mismos solventes especificados en la Patente U.S. No. 5,377,705. El uso de estos solventes introduciría un alto riesgo de incendio, altos niveles de pérdida de solventes y daño potencial a un amplio rango de textiles.

35

La patente U.S. No. 5,888,250 revela el uso de un azeótropo binario compuesto por propilenglicol butil éter terciario y agua como un reemplazo atractivo, desde el punto de vista ambiental, para el percloroetileno en procesos de lavado y desengrasado en seco. Mientras que el uso de propilenglicol butil éter terciario es atractivo desde el punto de vista de reglamentación ambiental, su utilización tal como se revela en esta invención es en un proceso convencional de lavado en seco empleando un equipo de lavado en seco convencional y un ciclo de secado por evaporación con aire caliente también convencional. Como resultado presenta muchas de las mismas desventajas de los procesos de lavado en seco convencionales descritos anteriormente.

50

Varios de los métodos de limpieza con solventes fluidos presurizados descritos en las anteriores patentes pueden conducir a recontaminación del sustrato y a disminución en la eficiencia ya que el solvente contaminado no es purificado continuamente o removido del sistema. Más aún, el solvente fluido presurizado solo no es tan efectivo en la remoción de algunos tipos de suciedad como lo son los solventes de limpieza convencionales. Consecuentemente, los métodos de limpieza con solvente fluido presurizado requieren el tratamiento individual de manchas y áreas muy sucias en los textiles, lo que es un proceso más laborioso. Más aún, los sistemas que utilizan solventes fluidos presurizados son más costosos y complejos de fabricar y mantener que los sistemas de limpieza convencionales. Finalmente pocos surfactantes convencionales, sino ninguno, pueden ser usados efectivamente en solventes fluidos presurizados. Los surfactantes y aditivos que se pueden utilizar en sistemas de limpieza con solventes fluidos presurizados son mucho más costosos que los utilizados en sistemas de lavado convencionales.

55

60

De esta manera continúa la necesidad de un método y sistema eficiente y económico para la limpieza de sustratos que incorpore los beneficios de los sistemas anteriores y minimice las dificultades encontradas con cada uno de ellos. También continúa la necesidad de un método y sistema en que se elimine, o al menos se reduzca, el tiempo de secado con aire caliente, reduciendo por lo tanto el desgaste del sustrato y previniendo que las manchas se asienten permanentemente sobre el sustrato.

65

Resumen

En la presente invención se emplean ciertos tipos de solventes orgánicos tales como glicol éteres y, específicamente, poliglicol éteres incluyendo dipropilenglicol n-butil éter, tripropilenglicol n-butil éter o tripropilenglicol metil éter o solventes similares o mezclas de dichos solventes. Cualquier tipo de solvente orgánico que caiga dentro del rango de propiedades reveladas de aquí en adelante puede ser utilizado. Sin embargo, a diferencia de los sistemas de limpieza convencional, en la presente invención no es necesario un ciclo de secado convencional. En su lugar, el sistema utiliza para el secado del substrato que se está lavando la solubilidad del solvente orgánico en solventes fluidos presurizados, así como las propiedades físicas de solventes fluidos presurizados.

Tal como se usa aquí, el término “solvente líquido presurizado” se refiere a ambos, solventes líquidos presurizados y solventes fluidos densificados. El término “solvente líquido presurizado” como se usa aquí, hace referencia a solventes que son líquidos a aproximadamente entre 42 y 74 kg.cm⁻² (600 y 1050 libras por pulgada cuadrada) y entre aproximadamente 5 y 30 grados celsius, pero que son gases a presión atmosférica y temperatura ambiente. El término “solvente fluido densificado”, como se usa aquí, hace referencia a un gas o mezcla de gases que son comprimidos a condiciones ya sea subcríticas o supercríticas de tal forma que se logra con ellos un líquido o un fluido supercrítico con una densidad que se aproxima a la de un líquido. Preferiblemente, el solvente fluido presurizado usado en la presente invención es una sustancia inorgánica tal como dióxido de carbono, xenón, óxido nitroso o hexafluoruro de azufre. Más preferiblemente, el solvente fluido presurizado es dióxido de carbono densificado.

Los substratos son lavados en un aparato como el que se define en las reivindicaciones 10 y 33 respectivamente. Un tambor perforado permite el libre intercambio de solvente entre el tambor y recipiente así como el transporte de la suciedad desde los substratos al filtro. Luego de que los substratos han sido lavados en el tambor perforado, el solvente orgánico es extraído de los substratos por rotación del tambor a alta velocidad dentro del recipiente de limpieza, en la misma forma en que los solventes convencionales son extraídos de los substratos en las máquinas de limpieza convencional. Sin embargo, en lugar de procederse a un ciclo de secado convencional por evaporación con aire caliente, los substratos son inmersos en el solvente fluido presurizado con el fin de extraer el solvente orgánico residual del substrato. Esto es posible porque el solvente orgánico es soluble en el solvente fluido presurizado. Luego de que los substratos son inmersos en el solvente fluido presurizado, que también puede servir como solvente de limpieza, el solvente fluido presurizado es transferido del tambor. Finalmente, el recipiente es despresurizado hasta presión atmosférica para evaporar cualquier remanente del solvente fluido presurizado, lo que produce substratos limpios, libres de solvente.

Los glicol éteres, específicamente los poliglicol éteres, usados en la presente invención tienden a ser solubles en solventes fluidos presurizados tales como el dióxido de carbono supercrítico o subcrítico de tal manera que no es necesario un ciclo de secado convencional con aire caliente. Los tipos de poliglicol éteres usados en los sistemas convencionales de lavado tienen que tener una presión de vapor razonablemente alta y un bajo punto de ebullición puesto que tienen que ser removidos de los substratos por evaporación en una corriente de aire caliente. Sin embargo, los solventes, particularmente los solventes no halogenados, que tienen una presión de vapor alta y un punto de ebullición bajo generalmente tienen un bajo punto de inflamación. Desde un punto de vista de seguridad, los solventes orgánicos usados en la limpieza de los substratos deben presentar un punto de inflamación tan alto como sea posible, o preferiblemente, no deben tener punto de inflamación. Eliminando el proceso de secado por evaporación con aire caliente, se puede emplear en la presente invención un amplio rango de solventes que presentan ratas de evaporación mucho más bajas, más altos puntos de ebullición y más altos puntos de inflamación que los empleados en los sistemas de lavado convencionales.

Así, el sistema de limpieza descrito aquí utiliza solventes que están menos reglamentados, son menos combustibles y que, eficientemente, remueven diferentes tipos de suciedad que típicamente se deposita en los textiles durante su uso normal. El sistema de limpieza reduce el consumo de solvente y la generación de residuos comparado con los sistemas de lavado en seco convencionales. Se reducen costos en maquinaria y de operación comparados con los sistemas corrientes de solventes fluidos presurizados, y se pueden emplear en el sistema de lavado los aditivos convencionales.

Aún más, una de las principales fuentes de pérdida de solvente en los sistemas convencionales de lavado en seco, que ocurre en el paso de secado por evaporación con aire caliente, es substancialmente reducida o eliminada del todo. Debido a que se elimina el proceso de secado por evaporación con aire caliente no existe el problema de manchas sobre el substrato ocasionadas por fijación térmica, el riesgo de incendio y/o explosión se reduce, el tiempo del ciclo de lavado se reduce y el solvente residual en el substrato es substancialmente reducido o eliminado. Igualmente los substratos están expuestos a menos desgaste, menos acumulación de carga estática y menos encogimiento puesto que no hay necesidad de hacer rotar los substratos en una corriente de aire seco para secarlos.

Mientras que los sistemas acordes a la presente invención, que utilizan solvente fluido presurizado para remover el solvente orgánico, pueden ser contruidos como sistemas enteramente nuevos, los sistemas con solvente convencional existente también pueden ser convertidos para utilizar la presente invención. Un sistema existente de solvente convencional puede ser usado para lavar substratos con solvente orgánico, y se puede adicionar una cámara presurizada extra para el secado de los substratos con solvente fluido presurizado.

Por lo tanto, de acuerdo a la presente invención, los substratos son lavados por el proceso definido en las reivindicaciones 1 y 24 respectivamente.

Estas y otras características y ventajas de la invención serán aparentes después de considerar la siguiente descripción detallada de la presente modalidad preferida de la invención, tomada en conjunto con las reivindicaciones y dibujos anexos, así como se aprenderá por práctica de la invención.

5 Breve descripción de los dibujos

Fig. 1 es un diagrama en bloque de un sistema de limpieza que utiliza recipientes separados para lavado y secado.

Fig. 2 es un diagrama en bloque de un sistema de limpieza que utiliza un solo recipiente para lavado y secado.

10

Descripción detallada

Se hará referencia detallada ahora de las modalidades de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos anexos. Los pasos de cada método para el lavado y secado de un sustrato se describirán en conjunto con una descripción detallada del sistema.

15

Los métodos y sistemas presentados aquí pueden ser usados para limpiar una variedad de sustratos. La presente invención es particularmente adecuada para el lavado de sustratos tales como textiles, así como otras estructuras flexibles, de precisión, delicadas o porosas sensibles a contaminantes solubles e insolubles. El término "textil" incluye, pero no se limita a, materiales tejidos y no tejidos, así como a los artículos que se derivan de estos. Los textiles incluyen, pero no están limitados a, telas, artículos de vestir, cubiertas protectoras, tapetes, tapicería, telas para muebles y ventanas. Para propósitos explicativos e ilustrativos, y no de limitación, se muestran en las figuras 1 y 2, a modo de ejemplo, modalidades de un sistema para limpieza de acuerdo a la invención.

20

Tal como se anotó anteriormente, el solvente fluido presurizado usado en la presente invención es, ya sea, un solvente líquido presurizado o un solvente fluido densificado. Aunque se puede usar una variedad de solventes, se prefiere la utilización como solvente fluido presurizado de una sustancia inorgánica tal como dióxido de carbono, xenón, óxido nitroso o hexafluoruro de azufre. Por razones de costos y ambientales, el solvente fluido presurizado preferido es dióxido de carbono líquido, supercrítico o subcrítico.

30

Más aún, para mantener el solvente fluido presurizado en el estado fluido apropiado, la temperatura interna y la presión del sistema tienen que estar controladas adecuadamente con relación a la temperatura y presión críticas del solvente fluido presurizado. Por ejemplo, la temperatura y presión críticas del dióxido de carbono son aproximadamente 31 grados celsius y aproximadamente 73 atmósferas respectivamente. La temperatura puede ser establecida y regulada de una manera convencional, tal como usando un intercambiador de calor en combinación con un termopar o un regulador similar para controlar la temperatura. De igual manera la presurización del sistema puede realizarse utilizando un regulador de presión y una bomba y/o compresor en combinación con un manómetro. Estos componentes son convencionales y no se muestran en las figuras 1 y 2 ya que su ubicación y operación son conocidas en el arte.

35

La temperatura y presión del sistema pueden ser monitoreadas y controladas, ya sea en forma manual o mediante un controlador automático (el cual puede incluir, por ejemplo, un computador programado adecuadamente o un microchip construido de forma apropiada) que recibe señales del termopar y del manómetro y luego envía las señales correspondientes al intercambiador de calor y bomba y/o compresor, respectivamente. A menos que se note lo contrario, la temperatura y presión se mantienen apropiadamente a través del sistema durante la operación. Como tal, los elementos contenidos dentro del sistema son construidos de tamaño suficiente y de material que resistan los parámetros de temperatura, presión y flujo requeridos para la operación, y pueden ser seleccionados de, o designados usando cualquiera de una variedad de aparatos para alta presión disponibles actualmente.

40

45

En la presente invención, el solvente orgánico preferido debe tener las siguientes características; un punto de llama mayor a 93°C (200 F) para permitir una mayor seguridad y menos reglamentación gubernamentales, una tasa de evaporación baja para minimizar las emisiones por fugas, ser capaz de remover la suciedad consistente en partículas insolubles aceites solubles en solventes y grasas y prevenir o reducir el re-depósito del suciedad en el textil que se limpia.

50

Preferiblemente, el solvente orgánico en la presente invención es un glicol éter, y específicamente un poliglicol éter tal como dipropilenglicol n-butil éter, tripropilenglicol n-butil éter o tripropilenglicol metil éter, o cualquier combinación de uno o más de éstos. Adicionalmente, cualquier solvente orgánico o mezcla de solventes orgánicos que tengan las siguientes propiedades físicas es adecuado para ser utilizado en la presente invención: (1) soluble en dióxido de carbono a una presión entre 42 y 74 kg.cm⁻² (600 y 1050 libras por pulgada cuadrada) y a una temperatura entre 5 y 30 grados celsius; (2) gravedad específica mayor a 0,7 (a mayor densidad mejor es el solvente orgánico); y (3) parámetros de solubilidad de Hansen de 7,2-8,1 (cal/cm³)^{1/2} para polar y 4,0-7,3 (cal/cm³)^{1/2} para enlaces de hidrógeno (basado en valores citados en la Publicación No. M-167P Eastman Chemical Products). Preferiblemente, en adición a las tres propiedades físicas anteriores, el solvente orgánico usado en la presente invención debe también exhibir una o más de las siguientes propiedades físicas: (4) punto de inflamación superior a 93 C (200 grados Fahrenheit); y (5) tasa de evaporación menor a 30 (donde n-butil acetato = 100). Más preferiblemente, el solvente orgánico usado en la presente invención exhibe cada una de éstas características (i.e. aquellas identificadas de (1) a (5)).

55

60

65

El parámetro de solubilidad Hansen fue desarrollado para caracterizar solventes con propósitos de comparación.

ES 2 270 877 T3

Cada uno de tres parámetros (i.e., dispersión, enlace polar y enlace hidrógeno) representa una característica diferente en el poder solubilizador. En combinación, los tres parámetros son una medida de la fuerza y selectividad total de un solvente. Los rangos del parámetro de solubilidad Hansen anterior identifican a solventes que son buenos solventes para un amplio rango de sustancias y que también exhiben un grado de solubilidad en dióxido de carbono líquido.

5 El parámetro de solubilidad Hansen Total, que es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los tres parámetros mencionados previamente, provee una descripción más general del poder solubilizador de los solventes orgánicos.

El dipropilenglicol n-butil éter, el tripropilenglicol n-butil éter y el tripropilenglicol metil éter, todos caen dentro de los anteriores parámetros; sin embargo, cualquier solvente orgánico o mezcla de solventes orgánicos que cumplan al menos las propiedades 1 a 3, y preferiblemente todas las 5 propiedades, es adecuado para ser usado en la presente invención. Más aún, el solvente orgánico debe tener también una baja toxicidad y un bajo impacto ambiental. La tabla 1 abajo muestra las propiedades físicas de un número de solventes orgánicos que puedan ser adecuados para uso en la presente invención.

15

TABLA 1

Solvente	soluble en dióxido de carbono	Gravedad específica (20 °C/20 °C)	Punto de inflamación (°F) °C	Rata de evaporación (n-butil éter = 100)	Parámetros de solubilidad Hansen			
					Dispersión (cal/cm ³) ^{1/2}	Polar (cal/cm ³) ^{1/2}	Enlace de hidrógeno (cal/cm ³) ^{1/2}	Total (cal/cm ³) ^{1/2}
Etilenglicol etil éter	Si	0,931	(110) 43	30	7,9	4,5	7,0	11,5
Etilenglicol etil éter acetato	Si	0,973	(130) 54	20	7,8	2,3	5,2	9,7
Dietilenglicol butil éter	Si	0,956	(222) 106	0,3	7,8	3,4	5,2	10,0
Propilenglicol t-butil éter	Si	0,872 (25 °C/25 °C)	(113) 45	25	7,5	3,0	5,3	9,6
Dipropilenglicol metil éter	Si	0,951	(167) 75	2	7,6	2,8	5,5	9,8
Tripropilenglicol metil éter	Si	0,962	(232) 111	0,2	7,4	3,0	5,7	9,8
Dipropilenglicol n-butil éter	Si	0,912	(214) 101	0,4	7,4	2,2	5,5	9,5
Dipropilenglicol n-propil éter	Si	0,922	(190) 88	1,3	7,4	2,4	5,7	9,6
Tripropilenglicol n-butil éter	Si	0,934	(255) 124	0,029	7,4	2,4	5,1	9,3

20

25

30

35

40

45

50

55

En la Tabla 1, los solventes son solubles en dióxido de carbono entre 40,3 bar (570 psig)/5°C y 58,2 bar (830 psig)/20°C. El punto de inflamación fue medido usando Tag Closed Cup para el etilenglicol etil éter y el etilenglicol etil éter acetato; usando SETA Flash para el dietilenglicol butil éter, propilenglicol t-butil éter, dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter y dipropilenglicol n-propil éter; y usando Pensky Martens Closed Cup para el tripropilenglicol n-butil éter. Los valores para la rata de evaporación están basados en el n-butil acetato = 100. Finalmente, los parámetros gravedad específica, punto de inflamación, rata de evaporación y solubilidad Hansen fueron obtenidos de la Publicación No. M-167P de Eastman Chemical Products para el etilenglicol etil éter, etilenglicol etil éter acetato, dietilenglicol butil éter y propilenglicol t-butil éter; de "Products for Cleaners and the Personal Care Industry", Arco Chemicals (1997), para el dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter y dipropilenglicol n-propil éter; y de Lyondell Chemical Company para el tripropilenglicol n-butil éter.

60

65

ES 2 270 877 T3

Haciendo referencia ahora a la Fig. 1. se muestra un diagrama en bloque de un sistema de limpieza que tiene recipientes separados para lavado y secado de textiles. El sistema de limpieza 100 generalmente comprende una máquina de lavado 102 que tiene un recipiente de lavado 110 conectado en forma operativa, vía uno o varios ejes activados por motores (no se muestran), un tambor perforado giratorio de lavado o rueda 112 dentro del recipiente de lavado 110 con una entrada 114 al recipiente de lavado 110 y una salida 116 desde el recipiente de lavado 110 por donde pueden pasar los fluidos de limpieza. Una máquina de secado 104 tiene un recipiente de secado 120 capaz de ser presurizado. El recipiente de secado presurizable 120 está conectado en forma operativa, vía uno o más ejes activados por motores (no se muestran), a un tambor de secado perforado giratorio o una rueda 122 dentro del recipiente de secado 120 con una entrada 124 al recipiente de secado 120 y una salida 126 del recipiente de secado 120 a través de la cual puede pasar el solvente fluido presurizado. El recipiente de lavado 110 y una salida 126 del recipiente de secado 120 pueden, ya sea, ser partes de la misma máquina o pueden conformar máquinas separadas. Más aún, ambos pasos de lavado y secado de esta invención, pueden ser realizados en el mismo recipiente, tal como se describe más adelante con respecto a la Fig 2.

Un tanque para solvente orgánico 130 almacena cualquier solvente orgánico adecuado, como se describió anteriormente, para ser introducido al recipiente de lavado 110 a través de la entrada 114. Un tanque para solvente fluido presurizado 132 almacena solvente fluido presurizado para ser adicionado al recipiente de secado presurizable 120 a través de la entrada 124. Un ensamblaje de filtración 140 contiene uno o más filtros que remueven continuamente los contaminantes del solvente orgánico del recipiente de lavado 110 a medida que ocurre el lavado.

Los componentes del sistema de lavado 100 están conectados mediante líneas 150-156, que transfieren solventes orgánicos y solventes fluidos presurizados y vaporizados entre los componentes del sistema. El término "línea" como se utiliza aquí se entiende como referida a una red de tubos o conductos similares capaces de conducir fluidos y, para ciertos propósitos, capaces de ser presurizados. La transferencia de solventes orgánicos y solventes fluidos presurizados y vaporizados a través de las líneas 150-156 es dirigido mediante válvulas 170-176 y bombas 190-193. Mientras que las bombas 190-193 se muestran en la modalidad descrita, cualquier método de transferencia de líquidos o vapores entre los componentes puede ser utilizado, tal como adicionar presión al componente usando un compresor para forzar el líquido y/o vapor fuera del componente.

Los textiles son lavados con un solvente orgánico tal como los descritos previamente o con mezclas de éstos. Los textiles también pueden ser lavados con una combinación de solvente orgánico y solvente fluido presurizado, y esta combinación puede ser de proporciones variables desde 50% en peso, a 100% en peso del solvente orgánico y 0% en peso a 50% en peso del solvente fluido presurizado. En el proceso de limpieza, los textiles pueden ser seleccionados como sea necesario con el fin de remover manchas que pueden no ser retiradas durante el proceso de lavado. Los textiles son entonces colocados en el tambor de lavado 112 del sistema de lavado 100. Es preferible que el tambor de lavado 112 sea perforado para permitir el libre intercambio de solvente entre el tambor de lavado 112 y el recipiente de lavado 110 así como para el transporte de la suciedad desde el textil al dispositivo de filtrado 140.

Luego de que los textiles han sido colocados en el tambor de lavado 112, se adiciona un solvente orgánico contenido en el tanque de solventes orgánicos 130 al recipiente de lavado 110 a través de la línea 152 abriendo para ello la válvula 171, cerrando las válvulas 170, 172, 173 y 174 y activando la bomba 190 para bombear el solvente orgánico a través de la entrada 114 del recipiente de lavado 110. El solvente orgánico puede contener uno o más co-solventes, agua, detergentes u otros aditivos para mejorar la capacidad del sistema de lavado 100. Alternativamente, uno o más aditivos pueden ser adicionados directamente al recipiente de lavado 110. Solvente fluido presurizado también puede ser adicionado al sistema de lavado 110 junto con el solvente orgánico para mejorar la limpieza. Solvente fluido presurizado puede ser adicionado al recipiente de lavado 110 a través de la línea 154 abriendo la válvula 174, cerrando las válvulas 170, 171, 172, 173 y 175 y activando la bomba 192 para bombear solvente fluido presurizado a través de la entrada 114 del recipiente de lavado 110. Por supuesto, si se incluye solvente fluido presurizado en el ciclo de lavado, el recipiente de lavado 110 necesitará ser presurizado de igual manera al recipiente de secado 120, como se discutirá más adelante.

Cuando una cantidad suficiente de solvente orgánico, o una combinación de solvente orgánico y solvente fluido presurizado se adiciona al recipiente de lavado 110, el motor (no mostrado aquí) es activado y el tambor de lavado perforado 112 es agitado y/o girado dentro del recipiente de lavado 110. Durante esta fase el solvente orgánico es continuamente recirculado a través del dispositivo de filtración 140 abriendo las válvulas 170 y 172, cerrando las válvulas 171, 173 y 174, y activando la bomba 191. El dispositivo de filtración 140 puede incluir una o más mallas para filtro con el fin de remover contaminantes particulados del solvente orgánico que pasan por allí y puede, alternativa o adicionalmente incluir uno o más filtros absorbentes o adsorbentes para remover agua, colorantes y otros contaminantes disueltos en el solvente orgánico. Configuraciones ejemplares para dispositivos filtrantes que pueden ser usados para remover contaminantes, ya sea del solvente orgánico o del solvente fluido presurizado, se describen en más detalle en U.S. Application Serial No. 08/994,583. Como resultado, el solvente orgánico es bombeado a través de la salida 116, válvula 172, línea 151, dispositivo filtrante 140, línea 150, válvula 170 y entra nuevamente al recipiente de lavado 110 a través de la entrada 114. Este ciclo remueve ventajosamente los contaminantes, incluyendo contaminantes particulados y/o contaminantes solubles del solvente orgánico y reintroduce el solvente orgánico filtrado al recipiente de lavado 110 y al tambor en rotación o agitación 112. A través de este proceso los contaminantes son removidos de los textiles. Por supuesto, en el evento de que el recipiente de lavado 110 sea presurizado, este sistema de recirculación será mantenido a los mismos niveles de presión/temperatura que el recipiente de lavado 110.

ES 2 270 877 T3

Luego de que a transcurrido suficiente tiempo de tal forma que el nivel deseado de contaminantes ha sido removido de los textiles y del solvente orgánico, éste último es removido del tambor de lavado 112 y del recipiente de lavado 110 abriendo la válvula 173, cerrando las válvulas 170, 171, 172 y 174 y activando la bomba 191 para bombear el solvente orgánico a través de la salida 116 vía la línea 153. El tambor de lavado es entonces girado a alta velocidad, tal como 400-800 rpm, con el fin de remover aún más el solvente orgánico de los textiles. El tambor de lavado 112 es preferiblemente perforado de tal manera que cuando los textiles roten en el tambor de lavado 112 a una alta velocidad, el solvente orgánico pueda ser drenado del tambor de lavado 112. Cualquier solvente orgánico removido de los textiles por rotación del tambor de lavado 112 a alta velocidad es también removido del tambor de lavado 112 en la manera descrita anteriormente. Luego de que el solvente orgánico es removido del tambor de lavado 112, puede ser, ya sea desechado o recuperado y descontaminado para reuso usando sistemas de recuperación de solventes conocidos en el arte. Más aún, se puede usar múltiples ciclos de lavado si se desea, usando en cada ciclo el mismo solvente o diferentes solventes orgánicos. Si se usa ciclos de lavado múltiples, cada ciclo de lavado puede ocurrir en el mismo recipiente de lavado o se puede usar un recipiente de lavado diferente para cada ciclo de lavado.

Luego de que una cantidad deseada de solvente orgánico es removida de los textiles girando el tambor de lavado 112 a alta velocidad, los textiles son movidos desde el tambor de lavado 112 hasta el tambor de secado 122 dentro del recipiente de lavado 120 de la misma manera en que los textiles son movidos entre máquinas en los sistemas de lavado convencionales. En una modalidad alterna, un solo tambor puede ser usado en ambos ciclos, el de lavado y el de secado, de tal forma que, en lugar de transferir los textiles entre el tambor de lavado 112 y el tambor de secado 122, un solo tambor que contenga los textiles sea transferido entre el recipiente de lavado 110 y el recipiente de secado 120. Si el recipiente de lavado 110 es presurizado durante el ciclo de lavado, tiene que ser despresurizado antes de remover los textiles. Una vez que los textiles han sido colocados en el tambor de secado 122, se adiciona solvente fluido presurizado, tal como el contenido en el tanque del dióxido de carbono 132, al recipiente de secado 120 a través de las líneas 154 y 155 abriendo la válvula 175, cerrando las válvulas 174 y 176 y activando la bomba 192 para bombear solvente fluido presurizado vía la entrada 124 del recipiente de secado 120 a través de las líneas 154 y 155. Cuando el solvente fluido presurizado se adiciona al recipiente de secado 120, el solvente orgánico remanente en los textiles se disuelve en el solvente fluido.

Luego de que una cantidad suficiente de solvente fluido presurizado ha sido adicionado de tal manera que el nivel deseado de solvente orgánico ha sido disuelto, el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos es removida del recipiente de secado 120, y por lo tanto también del tambor de secado 122 abriendo la válvula 176, cerrando la válvula 175 y activando la bomba 193 para bombear el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos a través de la salida 126 vía la línea 156. Si se desea, este proceso puede ser repetido para remover solvente orgánico adicional. El tambor de secado 122 es entonces girado a alta velocidad, por ejemplo 150-350 rpm, para remover solvente fluido presurizado y combinación de solventes orgánicos adicionales de los textiles. El tambor de secado 122 es preferiblemente perforado de tal manera que cuando los textiles son girados en el tambor de secado 122 a alta velocidad, el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos puedan ser drenados del tambor de secado 122. Cualquier solvente fluido presurizado y combinación de solventes orgánicos removidos de los textiles por centrifugación del tambor de secado 122 a alta velocidad es también bombeado desde el recipiente de secado en la manera descrita anteriormente. Luego de que el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos han sido removidos del recipiente de secado 120, pueden ser, ya sea desechados o separados y recuperados para reutilización con sistemas de recuperación de solventes conocidos en el arte. Nótese que, mientras se prefiera, no es necesario incluir un ciclo de centrifugación a alta velocidad para remover el solvente fluido presurizado de los textiles.

Luego de que una cantidad deseada de solvente fluido presurizado es removido de los textiles por rotación del tambor de lavado 122, el recipiente de secado 120 es despresurizado durante un período de unos 5-15 minutos. La despresurización del recipiente de secado 120 vaporiza cualquier solvente fluido presurizado remanente, dejando en el tambor de secado 122 textiles secos, libres de solvente. El solvente fluido presurizado que ha sido vaporizado es entonces removido del recipiente de secado 120 abriendo la válvula 176, cerrando la válvula 175 y activando la bomba 193. Como resultado, el solvente fluido presurizado vaporizado es bombeado a través de la salida 126, línea 156 y válvula 176, donde puede ser liberado a la atmósfera o recuperado y recomprimido para reutilización.

Mientras que el sistema de lavado 100 ha sido descrito como un sistema completo, un sistema de lavado en seco convencional ya existente puede ser convertido para uso de acuerdo a la presente invención. Para convertir un sistema de lavado en seco convencional, el solvente orgánico descrito anteriormente se usa para lavar textiles en el sistema convencional. Un recipiente presurizado separado se adiciona al sistema convencional para el secado de los textiles con solvente fluido presurizado. Así el sistema convencional es convertido para uso con un solvente fluido presurizado. Por ejemplo, el sistema en la Fig 1. puede representar tal sistema convertido, donde los componentes de la máquina de lavado 102 son convencionales y el tanque del solvente fluido presurizado no se encuentra comunicado con el recipiente de lavado 100. En tal situación la máquina de secado 104 es una parte adicionada a la máquina de lavado convencional.

Más aún, mientras que el sistema mostrado en la Fig 1 consta de un solo recipiente de lavado, se podrían usar múltiples recipientes de lavado de tal manera que los textiles estuvieran sujetos a múltiples pasos de lavado, con cada paso de lavado realizado en un diferente recipiente de lavado utilizando el mismo o diferentes solventes orgánicos en cada paso. La descripción de un solo recipiente de lavado es meramente para propósitos descriptivos y no debe interpretarse como limitante del objetivo de la invención.

ES 2 270 877 T3

Haciendo referencia ahora a la Fig 2, se muestra un diagrama en bloques de una modalidad alterna de la presente invención, un sistema de lavado que tiene una sola cámara para limpieza y secado de los textiles. El sistema de limpieza 200 generalmente consta de una máquina de lavado que tiene un recipiente presurizable 210. El recipiente 210 está conectado en forma operacional, vía uno o más ejes activados por motor (no se muestra), a un tambor rotatorio perforado o rueda 212 dentro del recipiente 210 con una entrada 214 al recipiente 210 y una salida 216 del recipiente 210 a través del cual los fluidos de lavado en seco pueden pasar.

Un tanque para solventes orgánicos 220 almacena cualquier solvente orgánico adecuado, tal como los descritos anteriormente, para ser introducido al recipiente 210 a través de la entrada 214. Un tanque para solventes fluidos presurizados 222 almacena un solvente fluido presurizado que se adiciona al recipiente 210 a través de la entrada 214. El dispositivo de filtración 224 contiene uno o más filtros que continuamente remueven contaminantes del solvente orgánico del recipiente 210 y del tambor 212 a medida que se efectúa el lavado.

Los componentes del sistema de lavado 200 están conectados con las líneas 230-234 que transfieren solventes orgánicos y solventes fluidos presurizados vaporizados entre los componentes del sistema. El término "línea", tal como se usa aquí, se entiende como referente a una red de tuberías o conducto similar capaz de transportar fluidos y, para ciertos propósitos, capaz de ser presurizado. El transporte de los solventes orgánicos y solventes fluidos presurizados y vaporizados a través de las líneas 230-234 es dirigido por las válvulas 250-254 y las bombas 240-242. Mientras que las bombas 240-242 se muestran en la modalidad descrita, cualquier método de transferencia de líquido y/o vapor entre los componentes se puede usar, tal como el presurizar los componentes mediante un compresor para forzar el líquido y/o vapor desde el componente.

Los textiles son lavados con un solvente orgánico tal como los descritos anteriormente. Los textiles también pueden ser lavados con una combinación de un solvente orgánico y un solvente fluido presurizado, y esta combinación puede variar en proporciones de 50-100% de solvente orgánico y 0-50% en peso de solvente fluido presurizado. En el proceso de lavado, los textiles son primero seleccionados como sea necesario para colocarlos en grupos adecuados para ser lavados juntos. Los textiles pueden ser tratados por zonas para limpieza de manchas que pueden no ser retiradas durante el proceso de lavado. Se coloca entonces los textiles en el tambor 212 dentro del recipiente 210 del sistema de lavado 200. Se prefiere que el tambor 212 sea perforado para permitir el intercambio libre de solvente entre el tambor 212 y el recipiente 210 así como el transporte de la suciedad al dispositivo de filtración 224.

Luego de que los textiles son colocados en el tambor 212, un solvente orgánico contenido en el tanque de solventes orgánicos 220 se adiciona al recipiente 210 vía la línea 231 abriendo la válvula 251, cerrando las válvulas 250, 252, 253 y 254 y activando la bomba 242 para bombear el solvente orgánico a través de la entrada 214 del recipiente 210. El solvente orgánico puede contener uno o más co-solventes, detergentes, agua u otros aditivos para mejorar la capacidad de lavado del sistema de limpieza 200. Alternativamente, uno o más aditivos pueden ser adicionados directamente al recipiente. También se puede adicionar solvente fluido presurizado al recipiente 210 junto con el solvente orgánico para mejorar el lavado. El solvente fluido presurizado se adiciona al recipiente 210 a través de la línea 230 abriendo la válvula 250, cerrando las válvulas 251, 252, 253 y 254 y activando la bomba 240 para presurizar el solvente fluido a través de la entrada 214 del recipiente 210.

Cuando la cantidad de solvente orgánico deseada, o la combinación de solvente orgánico y solvente fluido presurizado como se describió anteriormente, se adiciona al recipiente 210, el motor (no mostrado) se activa y el tambor 212 se agita y/o gira. Durante esta fase, el solvente orgánico, así como el solvente fluido presurizado si se usan en combinación, son continuamente recirculados a través del dispositivo de filtrado 224 abriendo las válvulas 252 y 253, cerrando las válvulas 250, 251 y 254 y activando la bomba 241. El dispositivo de filtración 224 puede incluir uno o más filtros de malla fina para retirar contaminantes en partículas del solvente orgánico y solvente fluido presurizado que pasan a través de él y que pueden, alternativa o adicionalmente incluir uno o más filtros absorbentes o adsorbentes para remover agua, colorantes y otros contaminantes disueltos en el solvente orgánico. Configuraciones ejemplares de dispositivos de filtración que pueden ser usados para remover contaminantes, ya sea del solvente orgánico o del solvente fluido presurizado, se describen más ampliamente en U.S. Application Serial No. 08/994,583. Como resultado, el solvente orgánico es bombeado a través de la salida 216, válvula 253, línea 233, dispositivo de filtración 224, línea 232, válvula 252 y reingresa al recipiente 210 a través de la entrada 214. Esta recirculación remueve ventajosamente contaminantes, incluyendo contaminantes en partículas y/o contaminantes solubles, del solvente orgánico y del solvente fluido presurizado y reintroduce el solvente filtrado al recipiente 210. A través de este proceso los contaminantes son removidos de los textiles.

Después de que ha pasado suficiente tiempo de tal manera que el nivel deseado de contaminantes ha sido removido de los textiles y solventes, el solvente orgánico es removido del recipiente 210 y del tambor 212 abriendo la válvula 254, cerrando las válvulas 250, 251, 252 y 253 y activando la bomba 241 para bombear el solvente orgánico a través de la salida 216 y línea 234. Si se usa solvente fluido presurizado en combinación con solvente orgánico, puede ser necesario separar primero el solvente fluido presurizado del solvente orgánico. El solvente orgánico puede ser desechado o, preferiblemente, los contaminantes pueden ser removidos del solvente orgánico con sistemas de recuperación de solventes conocidos en el arte. El tambor 212 es entonces girado a una alta velocidad, tal como 400-800 rpm, para remover más solvente orgánico de los textiles. El tambor 212 es preferiblemente perforado de tal manera que cuando los textiles sean girados en el tambor 212 a alta velocidad el solvente orgánico pueda drenar del tambor de lavado 212. Cualquier solvente orgánico removido de los textiles por rotación del tambor 212 a alta velocidad puede ser descartado o recuperado para uso posterior.

ES 2 270 877 T3

5 Cuando una cantidad deseada de solvente orgánico ha sido removida de los textiles girando el tambor 212, se adiciona al recipiente 210 solvente fluido presurizado contenido en el tanque para fluido presurizado 222 abriendo la válvula 250, cerrando las válvulas 251, 252, 253 y 254 y activando la bomba 240 para bombear el solvente fluido presurizado a través de la entrada 214 del recipiente presurizable 210 a través de la línea 230. Cuando el solvente fluido presurizado se adiciona al recipiente 210, el solvente orgánico remanente en los textiles se disuelve en el solvente fluido presurizado.

10 Luego de que suficiente cantidad de solvente fluido presurizado es adicionado de tal manera que el nivel deseado de solvente orgánico ha sido disuelto, el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos son removidos del recipiente 210 abriendo la válvula 254, cerrando las válvulas 250, 251, 252 y 253 y activando la bomba 241 para bombear el solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos a través de la salida 216 y líneas 234. Nótese que la bomba 241 puede requerir en realidad dos bombas, una para bombear el solvente orgánico de baja presión en el ciclo de lavado y otra para bombear el solvente fluido presurizado en el ciclo de secado.

15 El solvente fluido presurizado y la combinación de solventes orgánicos pueden ser desechados o la combinación puede ser separada y el solvente orgánico y solvente fluido presurizado recuperados separadamente para uso posterior. El tambor 212 es entonces girado a una alta velocidad, tal como 150-350 rpm, para acabar de remover solvente fluido presurizado y combinación de solventes orgánicos de los textiles. Cualquier solvente fluido presurizado y combinación de solvente orgánico removidos de los textiles por centrifugación del tambor 212 a alta velocidad también pueden ser desechados o retenidos para uso posterior. Nótese que, mientras se prefiera, no es necesario incluir un ciclo de centrifugación de alta velocidad para remover solvente fluido presurizado de los textiles.

20 Luego de que una cantidad deseada de solvente fluido presurizado es removida de los textiles girando el tambor 212, el recipiente 210 es despresurizado durante un período de unos 5-15 minutos. La despresurización del recipiente 210 vaporiza el solvente fluido presurizado, dejando en el tambor 212 textiles secos, libres de solvente. El solvente fluido presurizado que ha sido vaporizado es entonces removido del recipiente 210 abriendo la válvula 254, cerrando las válvulas 250, 251, 252 y 253 y activando la bomba 241 para bombear el solvente fluido presurizado a través de la salida 216 y línea 234. Nótese que mientras que se muestra una sola bomba como bomba 241, pueden ser necesarias bombas separadas para bombear solvente orgánico, solvente fluido presurizado y vapores de solvente fluido vaporizado en la bomba 241. El solvente fluido presurizado vaporizado remanente puede entonces ser venteado a la atmósfera o recomprimido en solvente fluido presurizado para posterior uso.

25 Como se discutió anteriormente, el dipropilenglicol n-butil éter, tripropilenglicol n-butil éter y tripropilenglicol metil éter son los solventes orgánicos preferidos para uso en la presente invención como lo muestran los resultados de prueba que se muestran más adelante. La tabla 2 muestra resultados de pruebas de detergencia para cada uno entre un número de solventes que pueden ser adecuados para uso en la presente invención. La Tabla 3 muestra resultados de secado y extracción de esos solventes usando dióxido de carbono densificado.

30 Las pruebas de detergencia se realizaron usando un número de solventes diferentes sin detergentes, co-solventes, u otros aditivos. Los solventes seleccionados para prueba incluyen solventes orgánicos y dióxido de carbono líquido. Se investigaron dos aspectos de detergencia, remoción de la suciedad y redeposición de la suciedad. El primero se refiere a la habilidad de un solvente para remover suciedad de un substrato, mientras que el segundo se refiere a la habilidad de un solvente para prevenir que la suciedad sea depositada nuevamente sobre un substrato durante el proceso de lavado. Retazos estándar del Forschungs Institute, Krefeld Germany ("WKF") sucios que habían sido manchados con un rango de materiales insolubles y retazos WKF de algodón blanco, ambos obtenidos de TESTFABRICS, Inc., se usaron para evaluar remoción de la suciedad y redeposición de la suciedad respectivamente.

35 La remoción y redeposición de la suciedad para cada solvente fue cuantificada usando Índices de Blancura Delta (Delta Whiteness Index). Este método implica medir el Índice de Blancura para cada retazo antes y después del proceso. El Índice Delta de Blancura se calcula restando el Índice de blancura del retazo antes del proceso, del Índice de blancura luego del proceso. El Índice es función de la reflectancia de la luz en el retazo y en esta aplicación es una indicación de la cantidad de suciedad en el retazo. Mayor cantidad de suciedad resulta en una reflectancia de la luz y un Índice de Blancura menor para el retazo. Los Índices de blancura fueron medidos usando un reflectómetro fabricado por Hunter Laboratories.

40 La prueba de solventes orgánicos fue efectuada en un Launder-Ometer mientras que la prueba de dióxido de carbono se llevó a cabo en una Bomba Parr. Luego de medir sus índices de blancura, dos retazos WFK estándares para suciedad y dos retazos de algodón blanco fueron colocados en una copa Launder-Ometer con 25 balines de acero inoxidable y 150 mL del solvente de interés. Las copas fueron selladas, colocadas en el Launder Ometer y agitadas durante un periodo de tiempo especificado. Después de esto, los retazos fueron removidos y colocados en una Bomba Parr equipada con una canasta con malla. Se transfirieron a la Bomba Par aproximadamente 1,5 litros de dióxido de carbono entre 5 C y 25 C y 40,3 bar (570 psig) y 58,2 bar (830 psig). Luego de varios minutos la Bomba Parr fue venteada y se removieron los retazos secos y se les dejó alcanzar la temperatura ambiente. La prueba para el dióxido de carbono densificado se llevó a cabo colocando los retazos en una Bomba Parr y transfiriendo dióxido de carbono líquido a 20 C y 58,2 bar (830 psig) a la Bomba Parr. Los retazos fueron sujetos a un marco de alambre unido a un eje rotatorio para permitirles ser agitados mientras eran inmersos en el dióxido de carbono líquido. El Índice

ES 2 270 877 T3

de Blancura de los retazos procesados fue determinado usando el reflectómetro, Los dos Índices de Blancura Delta obtenidos para cada par de retazos fueron promediados. Los resultados se reportan en la Tabla 2.

Debido a que el Índice de Blancura Delta se calcula restando el Índice de Blancura de un retazo obtenido antes del proceso del Índice de Blancura obtenido después del proceso, un Índice de Blancura Delta positivo indica que hubo un aumento en el Índice de Blancura como resultado del proceso. En términos prácticos, esto significa que la suciedad fue removida durante el proceso. De hecho, entre mayor sea el valor del Índice de Blancura, más suciedad fue removida del retazo durante el proceso. Cada uno de los solventes orgánicos probados exhibieron una remoción de la suciedad significativa. El dióxido de carbono densificado, del otro lado, no mostró remoción de la suciedad. Los retazos WFK de algodón blanco mostraron una disminución en los Índices de Blancura Delta indicando que la suciedad se depositó en los retazos durante el proceso de lavado. Por lo tanto, un Índice de Blancura Delta "menos negativo" sugiere que se redepusó menor cantidad de suciedad. Debe anotarse que los resultados aparentemente excelentes obtenidos para el dióxido de carbono densificado son una anomalía y resultan del hecho de que esencialmente no ocurrió remoción de la suciedad y por lo tanto esencialmente no había suciedad presente en el solvente que pudiera depositarse sobre el retazo. Los solventes orgánicos, del otro lado, mostraron resultados de buena redepósito de la suciedad.

TABLA 2			
Solvente	Tiempo de lavado (minutos)	Valores de Blancura Delta	
		Remoción de Suciedad Insoluble	Re-depósito de Suciedad Insoluble
Dióxido de carbono densificado (a 20 C y 58,2 bar (830 psig))	20	0,00	-0,54
Etilenglicol etil éter	12	13,87	-5,10
Etilenglicol etil éter acetato	12	16,10	-11,40
Dietilenglicol butil éter	12	12,80	-5,11
Propilenglicol t-butil éter	12	14,35	-13,50
Dipropilenglicol metil éter	20	11,84	-5,64
Tripropilenglicol metil éter	12	13,48	-5,60
Dipropilenglicol n-butil éter	12	13,97	-6,22
Dipropilenglicol n-propil éter	12	13,15	-7,50
Tripropilenglicol n-butil éter	12	13,24	-4,35

Se entenderá que un amplio rango de cambios y modificaciones a las modalidades descritas anteriormente serán aparentes a aquellos expertos en el arte y que éstas son contempladas. Por lo tanto, se pretende que la anterior descripción detallada sea vista como ilustrativa en lugar de limitante.

ES 2 270 877 T3

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para lavado de substratos que consta de los siguientes pasos:

5 Colocación de los substratos a lavar en un tambor (212), donde el tambor (212) está ubicado dentro de un recipiente (210) que tiene por lo menos una pared;

10 adición de solvente orgánico al recipiente (210) y/o al tambor de lavado (212) donde el recipiente (210) no es presurizado y el solvente orgánico está en un estado líquido a, o substancialmente cerca a, condiciones de no presurización;

Lavado de los substratos;

15 remoción de una porción del solvente orgánico del recipiente (210);

presurización del recipiente (210) y adición de solvente fluido presurizado al recipiente (210);

remoción de una porción del solvente fluido presurizado del recipiente (210); y

20 remoción de los substratos del recipiente (210).

caracterizado porque

25 El tambor (212) es perforado y giratorio y los substratos son lavados por agitación y/o rotación del tambor (212).

2. El proceso de la reivindicación 1, donde los substratos comprenden textiles.

3. El proceso de la reivindicación 1, donde el paso de remoción de una porción del solvente orgánico del recipiente comprende (a) girar el tambor a suficiente velocidad para extraer una porción del solvente orgánico del substrato y (b) remoción de, al menos, una porción del solvente extraído del recipiente a través de una salida presente en al menos una pared del recipiente.

35 4. El proceso de la reivindicación 1, donde el paso de remoción de una porción del solvente fluido presurizado del recipiente comprende (a) girar el tambor a suficiente velocidad para extraer una porción del solvente fluido presurizado del substrato y (b) remoción de, al menos, una porción del solvente fluido presurizado extraído del recipiente a través de una salida presente en al menos la pared del recipiente.

40 5. El proceso de la reivindicación 4, donde el paso de remoción de al menos una porción del solvente fluido presurizado extraído del recipiente es seguido de una etapa de despresurización del recipiente con el fin de vaporizar una porción remanente de solvente fluido presurizado.

6. El proceso de la reivindicación 1, donde el solvente orgánico incluye un glicol éter.

45 7. El proceso de la reivindicación 1, donde el solvente orgánico incluye un poliglicol éter.

50 8. El proceso de la reivindicación 1, donde el solvente orgánico incluye un solvente seleccionado de un grupo consistente de etilenglicol etil éter, etilenglicol etil éter acetato, dietilenglicol butil éter, propilenglicol t-butil éter, dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter, dipropilenglicol n-propil éter, tripropilenglicol n-butil éter y las mezclas entre estos.

9. El proceso de la reivindicación 1, donde el solvente fluido presurizado incluye dióxido de carbono densificado.

10. Un aparato para el lavado de substratos, el cual comprende:

55 Un tambor de lavado (212) adaptado para contener substratos, donde el tambor (212) se localiza dentro de un recipiente (210) que tiene por lo menos una pared;

un tanque para solvente orgánico (220) conectado en forma operacional al recipiente (210);

60 medios (231; 251; 250-254; 242; 214) para mover el solvente orgánico desde el tanque para solvente orgánico (220) hasta el recipiente (210);

65 un tanque para solvente fluido presurizado (222) conectado en forma operacional al recipiente (210); y medios (230; 250; 251-254; 240; 214) para mover el solvente orgánico desde el tanque para solvente fluido presurizado (220) hasta el recipiente (210);

Caracterizado porque

ES 2 270 877 T3

El tambor (212) es perforado y giratorio.

11. El aparato de la reivindicación 10, donde el substrato comprende textiles.

5 12. El aparato de la reivindicación 10, donde el tambor giratorio es adaptado para que gire a suficiente velocidad para extraer una porción del solvente orgánico y/o una porción del solvente fluido presurizado de los substratos.

13. El aparato de la reivindicación 10, donde el solvente fluido presurizado incluye dióxido de carbono densificado.

10 14. El aparato de la reivindicación 10, donde el solvente orgánico incluye glicol éter.

15. El aparato de la reivindicación 10, donde el solvente orgánico incluye poliglicol éter.

15 16. El aparato de la reivindicación 10, donde el solvente orgánico incluye un solvente seleccionado de un grupo consistente de etilenglicol etil éter, etilenglicol etil éter acetato, dietilenglicol butil éter, propilenglicol t-butil éter, dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter, dipropilenglicol n-propil éter, tripropilenglicol n-butil éter y las mezclas entre estos.

20 17. El aparato de la reivindicación 10, donde el tambor es adaptado para que agite los substratos.

18. El aparato de la reivindicación 10, donde el medio de mover el solvente orgánico desde el tanque para solvente orgánico hasta el recipiente incluye una bomba.

25 19. El aparato de la reivindicación 10, donde el medio de mover el solvente orgánico desde el tanque para solvente orgánico hasta el recipiente incluye un compresor.

20. El aparato de la reivindicación 10, donde el medio de mover el solvente fluido presurizado desde el tanque para solvente fluido presurizado hasta el recipiente incluye una bomba.

30 21. El aparato de la reivindicación 10, donde el medio de mover el solvente fluido presurizado desde el tanque para solvente fluido presurizado hasta el recipiente incluye un compresor.

35 22. El aparato de la reivindicación 10, donde el recipiente de lavado es adaptado para despresurizar así como para evaporar al menos una porción del solvente fluido presurizado.

23. El aparato de la reivindicación 10 que incluye, aún más, un dispositivo de filtración conectado de forma operativa al recipiente.

40 24. Un proceso de lavado de substratos el cual consta de los siguientes pasos:

Colocación de los substratos que van a ser lavados en el tambor de lavado (112) adaptado para contener substratos, donde el tambor (112) esta localizado dentro del recipiente de lavado (110) el cual tiene por lo menos una pared;

45 adición del solvente orgánico al recipiente de lavado (110) y/o tambor de lavado (112) donde el recipiente (110) no es presurizado y el solvente orgánico esta en un estado liquido o substancialmente cerca a la presión atmosférica y temperatura ambiente;

lavado de los substratos por agitación y/o rotación del tambor de lavado (112);

50 remoción de una porción del solvente orgánico del recipiente de lavado (110),

caracterizado porque

El proceso incluye adicionalmente los siguientes pasos:

55 Colocación de los substratos en un tambor perforado, rotatorio (122) adaptado para contener substratos, donde el tambor de secado (122) está localizado dentro de un recipiente presurizado de secado (120) el cual tiene por lo menos una pared;

60 Adición del solvente fluido presurizado al recipiente de secado (120) y/o tambor de secado (122);

remoción de una porción del solvente fluido presurizado del recipiente de secado (120); y remoción de los substratos del recipiente de secado (120), y donde el tambor de lavado (122) es perforado y giratorio y los substratos son lavados por agitación y/o rotación del tambor de lavado (112).

65 25. El proceso de la reivindicación 24, donde los substratos se componen de textiles.

ES 2 270 877 T3

26. El proceso de la reivindicación 25, donde el paso de remoción de una porción del solvente orgánico del recipiente de lavado consta de (a) rotación del tambor a una velocidad suficiente para extraer una porción del solvente orgánico de los substratos y (b) remoción de al menos una porción del solvente extraído del recipiente de lavado a través de una salida presente en al menos una pared del recipiente de lavado.
27. El proceso de la reivindicación 25, donde el paso de remoción de una porción del solvente fluido presurizado del recipiente de secado consta de (a) rotación del tambor a una velocidad suficiente para extraer una porción del solvente fluido presurizado de los substratos y (b) remoción de al menos una porción del solvente extraído del recipiente de lavado a través de una salida presente en al menos una pared del recipiente.
28. El proceso de la reivindicación 27, donde el paso de remoción de al menos una porción del solvente fluido presurizado extraído del recipiente de secado es seguido de un paso de despresurización del recipiente de secado para vaporizar una porción remanente del solvente fluido presurizado.
29. El proceso de la reivindicación 24, donde el solvente orgánico incluye un glicol éter.
30. El proceso de la reivindicación 24, donde el solvente orgánico incluye un poliglicol éter.
31. El proceso de la reivindicación 24, donde el solvente fluido presurizado incluye dióxido de carbono.
32. El proceso de la reivindicación 24, donde el solvente orgánico es seleccionado de un grupo consistente de etilenglicol etil éter, etilenglicol etil éter acetato, dietilenglicol butil éter, propilenglicol t-butil éter, dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter, dipropilenglicol n-propil éter, tripropilenglicol n-butil éter y las mezclas entre estos.
33. Un aparato para la limpieza de los substratos. El aparato consistente de:
- Un tambor de lavado (112), donde el tambor de lavado (112) está localizado dentro de un recipiente de lavado (110) que tiene al menos una pared, y el recipiente de lavado está adaptado para contener substratos;
- un tanque para solvente orgánico (130) conectado en forma operativa al recipiente de lavado (110);
- medios (152; 171; 170-174; 190; 114) para mover solvente orgánico desde el tanque de solvente orgánico al recipiente de lavado (110);
- caracterizado** porque
- el aparato adicionalmente incluye:
- Un recipiente de secado presurizable (120) adaptado para contener substratos y solvente fluido presurizado;
- un tanque giratorio, perforado (122), donde el tambor de secado (122) está localizado dentro de un recipiente de secado (120) que tiene al menos una pared y donde el tambor de secado (122) está adaptado para contener substratos;
- un tanque para solvente fluido presurizado (132) conectado en forma operativa a un recipiente de secado (120); y
- medios (154; 155; 175; 174; 176; 192; 124) para mover el solvente fluido presurizado desde el tanque para solvente fluido presurizado al recipiente de secado, y donde el tambor de secado (112) es perforado y giratorio.
34. El aparato de la reivindicación 33, donde los substratos están compuestos por textiles.
35. El aparato de la reivindicación 33, donde el tambor giratorio dentro del recipiente de lavado es adaptado para girar a suficiente velocidad para extraer una porción del solvente orgánico de los substratos.
36. El aparato de la reivindicación 33, donde el tambor giratorio es adaptado para girar a suficiente velocidad para extraer una porción del solvente fluido presurizado de los substratos.
37. El aparato de la reivindicación 33, que adicionalmente incluye un aditamento de filtración de solventes orgánicos conectado operativamente al recipiente de lavado.
38. El aparato de la reivindicación 33, donde el solvente fluido presurizado incluye dióxido de carbono densificado.
39. El aparato de la reivindicación 33, donde el solvente orgánico incluye un glicol éter.
40. El aparato de la reivindicación 33, donde el solvente orgánico incluye un poliglicol éter.
41. El proceso de la reivindicación 33, donde el solvente orgánico incluye un solvente seleccionado de un grupo consistente de etilenglicol etil éter, etilenglicol etil éter acetato, dietilenglicol butil éter, propilenglicol t-butil éter, dipropilenglicol metil éter, tripropilenglicol metil éter, dipropilenglicol n-butil éter, dipropilenglicol n-propil éter, tripropilenglicol n-butil éter y las mezclas entre estos.

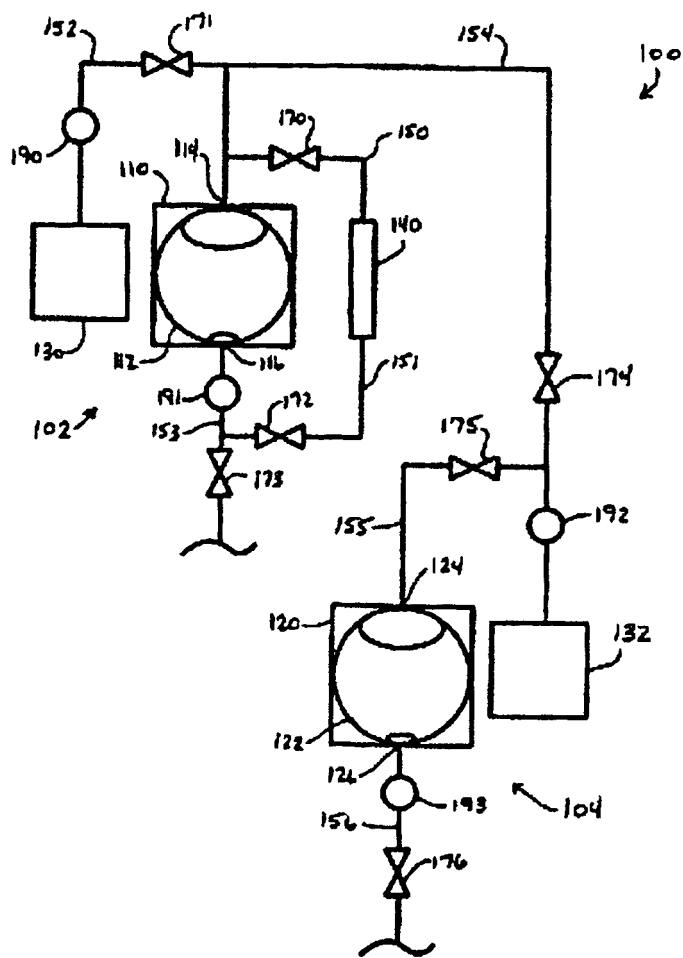


Fig. 1

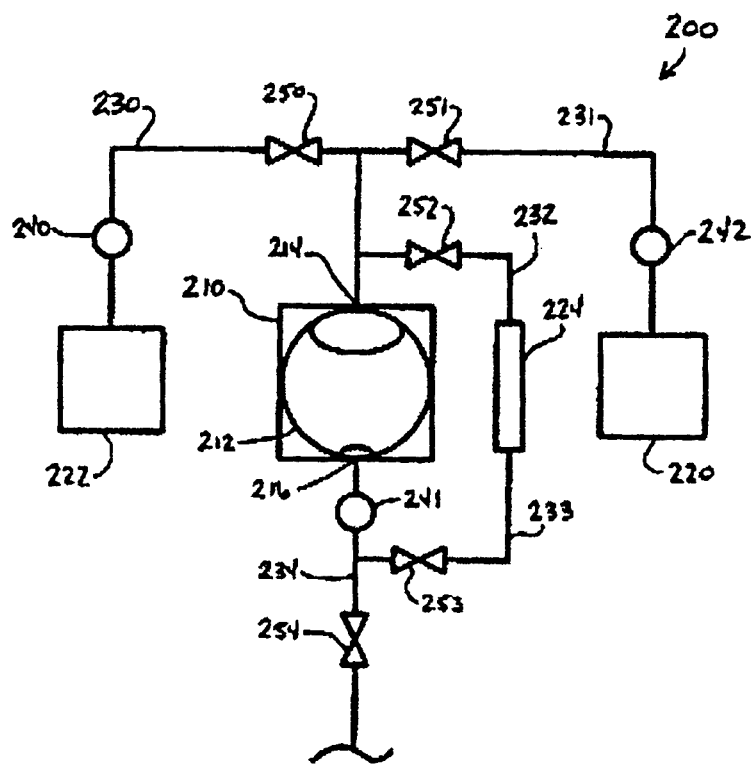


FIG. 2