(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 321 854**

(51) Int. Cl.:
B05C 7/08 (2006.01)
B05D 7/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **05762683 .0**
(96) Fecha de presentación : **17.06.2005**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1773510**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **18.04.2007**

(54) Título: **Sistema y procedimiento para revestir tubos.**

(30) Prioridad: **18.06.2004 US 580930 P**
20.12.2004 US 637879 P
20.12.2004 US 637789 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.06.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.06.2009

(73) Titular/es: **Plastocor, Inc.**
100 Research Road
Hingham, Massachusetts 02043, US

(72) Inventor/es: **Horn, Michael, J.**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para revestir tubos.

Campo de la invención

La presente invención se refiere al revestimiento de tubos y más en particular, a un sistema y a un procedimiento para revestir y/o renovar tubos deteriorados, o que presentan picaduras, para prolongar la vida útil del tubo y mejorar su rendimiento.

Antecedentes de la invención

Los tubos metálicos presentan numerosas aplicaciones distintas a través de un amplio espectro de usos industriales. Un ejemplo de utilización de los tubos metálicos es el de las configuraciones de intercambiadores de calor. Los fluidos o gases, que circulan a través de los tubos en el intercambiador de calor, proporcionan calentamiento o enfriamiento según se desee. Una de dichas aplicaciones de intercambiador de calor está en forma de un condensador. Un condensador se suele utilizar para enfriar vapor cuando pasa a través de los tubos del intercambiador de calor, que tienen agua de refrigeración pasando a través de dichos tubos. La corrosión, el deterioro, la erosión, la formación de picaduras y de incrustaciones en los tubos del condensador puede desempeñar una importante función en el rendimiento del aparato con intercambiador de calor. Además, los costes de mantenimiento, el agua, los productos químicos, los costes de sustitución y el tiempo inactivo para reparación son otras cuestiones que tienen relación con el rendimiento de los tubos en el condensador o intercambiador de calor.

La finalidad de los tubos en la configuración del intercambiador de calor es proporcionar una barrera entre los medios de enfriamiento (en la forma de agua, con mayor frecuencia) y el fluido calentado y para facilitar la transferencia térmica. En el transcurso del tiempo, las superficies interiores de los tubos se pueden picar o erosionar y a la larga, pueden comenzar a presentar fugas y dejar de ser una barrera eficaz.

En un esfuerzo para impedir o retrasar la formación de picaduras o la erosión en el interior de los tubos, se han utilizado revestimientos epoxídicos y otros compuestos de reconstrucción. En particular, se han usado revestimientos para proteger las partes interiores de los tubos de aleaciones a base de cobre en el extremo de entrada, donde la turbulencia del agua, en conjunción con los sólidos arrastrados, puede causar daños por erosión acelerados. Unos revestimientos, extendidos de tres a veinticuatro pulgadas en el interior del tubo, han proporcionado unos resultados satisfactorios en evitar la degradación en esta zona.

Además, unos procedimientos más recientes han implicado el revestimiento de la longitud completa de los tubos. Puesto que los revestimientos suelen reducir, en una magnitud significativa, la formación de incrustaciones y la corrosión de las superficies internas de los tubos, el rendimiento a largo plazo de los tubos revestidos puede ser, a la larga, mejor que el de los tubos no revestidos. Un posible efecto secundario, asociado con el uso de los revestimientos, es la magnitud en la que varía la transferencia térmica, con distintas características, en relación con los revestimientos. Varios factores afectarán a la forma en la que un revestimiento efectúa la transferencia térmica incluyendo, sin limitación, la conductividad térmica del revestimiento, los efectos interfase entre el revestimiento y el tubo y esos mismos efectos entre múltiples revestimientos, los efectos del flujo laminar, los efectos de la formación de incrustaciones y el espesor aplicado. La conductividad térmica es un factor de la mezcla de la resina y relleno además del grado de integración mutua de dicha mezcla. Los efectos de interfase son una función de la humectabilidad del revestimiento y de los parámetros de aplicación, tales como temperatura, humedad, control del polvo y el número de capas. Además, el espesor aplicado del revestimiento varía con el número de capas. Más concretamente, en la técnica convencional se han aplicado dos capas a las partes interiores de los tubos; sin embargo, se prefiere una sola capa debido a la disminución del espesor y a la reducción de los costes de los materiales. Actualmente, un revestimiento a lo largo de todo el tubo se suele aplicar utilizando un proceso de pulverización que da lugar a un espesor del revestimiento del orden de magnitud de 50,8 μm a 127 μm (2 a 5 milésimas de pulgada). Dicho espesor puede perjudicar las capacidades de la transferencia térmica, reduciéndolas en el orden de magnitud del 15% al 38% antes de que se consideren los factores de la formación de las incrustaciones.

Una vez que los tubos están colocados en su posición de servicio en un intercambiador de calor, desarrollan capas de óxido protectoras y comienza la formación de incrustaciones. Si la rapidez de la formación de incrustaciones es elevada, en tal caso, se puede degradar rápidamente el rendimiento del tubo. Dependiendo de los supuestos de limpieza de diseño y la capacidad disponible de tubos, dicha degradación del rendimiento es tolerable, en una cierta medida, hasta el momento en que el condensador debe limpiarse o los tubos tener que ser sustituidos en el transcurso del tiempo. Los revestimientos pueden impedir la formación de óxidos y reducir también la rapidez con la que se produce el depósito de incrustaciones.

Una preocupación importante en relación con la degradación de las características de transferencia térmica y del rendimiento global de los tubos de transferencia térmica se relaciona con el efecto de los orificios pasantes o de la presencia de picaduras debido a la corrosión de la superficie interna del tubo. Actualmente, los materiales de frecuente utilización para tubos incluyen aleaciones de cobre, aleaciones de acero inoxidable, aleaciones de titanio y acero al carbono. Estos tubos funcionan formando películas pasivas en su servicio previsto. Cuando se destruye la película pasiva, se produce la corrosión. Los revestimientos colocados sobre la superficie interna de los tubos pueden obviar la necesidad de la formación de una capa de pasivación.

El documento JP 04 092187 da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1. Muestra un dispositivo rascatubos para la reparación de tuberías subterráneas con piezas de articulación. Este dispositivo rascatubos está constituido por cuatro rascatubos espaciados, esto es: un rascatubos de relleno y arrastre de una pieza de articulación 3, un rascatubos de guía esférico 7, un rascatubo de revestimiento 8 y un rascatubos homogeneizador 10. Los cuatro rascatubos 3, 7, 8 y 10 están unidos en serie por medio de alambres de unión 6, 9. Dicho dispositivo rascatubos, según la técnica anterior, puede ser adecuado para el revestimiento de la pared interna de tuberías de gran diámetro con un revestimiento relativamente grueso, pero evidentemente no es adecuado para proporcionar un revestimiento muy delgado sobre la pared interna de un tubo de intercambiador de calor.

Sumario de la invención

Existe la necesidad de un dispositivo rascatubos, sencillo pero eficaz, para su uso en la aplicación de un revestimiento a la superficie interna de tubos para proporcionar, a la vez, un revestimiento protector muy delgado y la reparación o renovación de las superficies de tubos interiores corroídas o con picaduras.

Una solución a este problema consiste en un dispositivo rascatubos según la reivindicación 1.

Según un aspecto de la presente invención, un dispositivo rascatubos para su uso en la aplicación de un material de revestimiento para un tubo presenta una parte de cuerpo principal. Un aplicador de revestimiento está dispuesto en un primer extremo de la parte de cuerpo principal. Una brida extrema está dispuesta en un segundo extremo de la parte del cuerpo principal. El aplicador de revestimiento está configurado para distribuir el material de revestimiento en el interior del tubo y la brida extrema está configurada para el frotamiento del material de revestimiento en exceso desde el tubo, para dar lugar a un revestimiento formado sobre una superficie interna del tubo.

Según otros aspectos de la presente invención, el dispositivo rascatubos está configurado para ser arrastrado a lo largo del tubo, que se va a revestir, utilizando una diversidad de medios. En una forma de realización, este dispositivo rascatubos puede ser arrastrado a lo largo del tubo utilizando un medio de propulsión impulsado por un diferencial de presión en el interior del tubo. Un ejemplo de esta realización es el uso de un gas comprimido para impulsar el rascatubos a través del tubo. En otra forma de realización, el rascatubos puede arrastrarse a lo largo del tubo utilizando un diferencial de presión, tal como un vacío.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas antes citadas y otras características y aspectos de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto haciendo referencia a la siguiente memoria descriptiva y los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1A es una vista en perspectiva de un dispositivo rascatubos, según un aspecto de la presente invención;

la Figura 1B es una vista en perspectiva de un dispositivo rascatubos, según un aspecto alternativo de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en perspectiva alternativa del dispositivo rascatubos, según un aspecto de la presente invención;

la Figura 3 es una vista en perspectiva de una cápsula extrema del dispositivo rascatubos, según un aspecto de la presente invención;

la Figura 4A es una ilustración esquemática del dispositivo rascatubos utilizado en un tubo, según un aspecto de la presente invención;

la Figura 4B es una ilustración esquemática del dispositivo rascatubos utilizado en un tubo, según un aspecto alternativo de la presente invención;

las Figuras 5A, 5B, 5C, 5D y 5E son unas ilustraciones esquemáticas del dispositivo rascatubos en uso, según un aspecto de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de uso del dispositivo rascatubos, según un aspecto de la presente invención; y

las Figuras 7A, 7B, 7C, 7D, 7E y 7F son unas ilustraciones en perspectiva de formas de realización de un dispositivo rascatubos alternativo, según aspectos de la presente invención.

Descripción detallada

Una forma de realización ilustrativa de la presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para revestir, renovar, o ambas operaciones a la vez, la superficie interna de un tubo o conducto, tal como un tubo de intercambiador de calor. El sistema y procedimiento implican proporcionar un dispositivo rascatubos configurado para

insertarse en el interior del tubo con una cantidad seleccionada de material del revestimiento. El dispositivo rascatubos se empuja a través del tubo con aire comprimido. Mientras el dispositivo rascatubos se desplaza a lo largo de la superficie interna del tubo, dicho dispositivo rascatubos transporta el material de revestimiento y lo aplica a la superficie interna del tubo para formar un revestimiento. Si existen picaduras u otros elementos de deterioro o de erosión, sobre la superficie interna del tubo, el revestimiento rellena dichos elementos para reparar o renovar la superficie del tubo. El dispositivo rascatubos se puede emplear en aplicaciones *in situ*, en donde los tubos del intercambiador de calor están en su configuración instalada. Como alternativa, los tubos se pueden revestir, utilizando el mismo dispositivo y proceso, en una instalación de fabricación donde los tubos se fabrican para una posible instalación en un intercambiador de calor o para algunas otras aplicaciones que requieren un tubo revestido.

Las Figuras 1 a 7F inclusive, en las que las partes similares se designan por referencias numéricas similares a través de toda la memoria descriptiva, ilustran una forma de realización, a modo de ejemplo, de un sistema y de un procedimiento para aplicar revestimientos y/o reparar las superficies internas de los tubos según la presente invención. Aunque la presente invención se describirá haciendo referencia a las formas de realización a título de ejemplo ilustradas en las figuras, debe entenderse que numerosas formas alternativas pueden materializar la presente invención. Un experto en la materia apreciará, además, diferentes maneras para modificar los parámetros de las formas de realización descritas tales como el tamaño, la forma o el tipo de elementos o materiales, de una manera comprendida dentro del espíritu y del ámbito de la presente invención.

La tecnología del raspado se incluye dentro de los géneros de la mecánica de fluidos, la tecnología de tuberías y de la ingeniería química. Una definición general del raspado es la impulsión a través de un tubo de un rascatubos móvil, que puede realizar determinadas actividades en el interior del tubo o conducto. El sistema de raspado se puede utilizar, por ejemplo, para limpiar mecánicamente un tubo empleando cepillos o para revisar la condición interior del tubo o conducto, utilizando una videocámara. Al realizar esta operación de raspado, los contenidos de una tubería se empujan por un dispositivo de ajuste forzado, conocido como rascatubos, con el objetivo de eliminar, casi completamente, los contenidos desde el interior de la tubería. El rascatubos se impulsa a través del tubo utilizando medios propulsores gaseosos o líquidos. El rascatubos puede ser esférico, alargado o estar constituido por varias partes. Está sobredimensionado en relación con el tubo; de este modo, el tubo queda estanco enfrente y detrás del rascatubos. Esto permite que el rascatubos se impulse a través del tubo por el propulsante gaseoso o líquido. El gas que se suele utilizar es el aire comprimido y el líquido puede ser agua, un producto o agente limpiador.

Debe tenerse en cuenta que en la siguiente descripción se utiliza un intercambiador de calor como una configuración a título de ejemplo para tubos que pueden requerir la funcionalidad de la presente invención. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que los tubos del intercambiador de calor son solamente una aplicación a título de ejemplo de estructuras de tubos que presentan fluidos que circulan a través de los mismos y que pueden necesitar un revestimiento o una reparación de la superficie del tubo interior. En consecuencia, la presente invención no está limitada al uso con tubos de intercambiador de calor, sino que se puede utilizar en diversos tipos de tubos en varias configuraciones distintas y que presentan varias funciones distintas. El resultado final de la implantación de la presente invención es el de una superficie de tubo interior revestida y/o reparada o renovada. Como tal, la invención está prevista para ser utilizada en cualquier aplicación que pueda exigir dichos servicios.

La Figura 1A es una ilustración en perspectiva de un dispositivo rascatubos 10 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El dispositivo rascatubos 10 suele ser de forma cilíndrica, según se ilustra, para su uso en un tubo cilíndrico configurado normalmente. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que la forma cilíndrica, con una sección transversal circular, puede variar con la aplicación particular, de modo que se pueden realizar mediante la presente invención unas secciones transversales cuadradas, oblongas o de otra naturaleza. Por lo tanto, la presente invención no está limitada a la forma generalmente cilíndrica.

El dispositivo rascatubos 10 está constituido por una parte de cuerpo principal 12 que presenta un extremo embridado 14 en un extremo. El extremo embridado 14 aumenta la dimensión del diámetro del dispositivo rascatubos 10 en el extremo de la brida para realizar una función de frotamiento según se describe más adelante en la presente memoria. En un extremo opuesto del extremo embridado 14, la parte del cuerpo principal 12 soporta un aplicador de revestimiento 16. El aplicador de revestimiento 16 puede adoptar numerosas formas que se requieran para aplicar un revestimiento, incluyendo una disposición espongiforme compresible, representada en la figura 1A. En una forma de realización alternativa, según se ilustra en la figura 1B, el aplicador de revestimiento 16' puede ser una cápsula extrema, en forma de domo, sustancialmente rígida, dimensionada para su inserción en un tubo que se va a revestir. El aplicador de revestimiento 16 y 16' se puede fabricar a partir de varios materiales distintos incluyendo, sin limitación, plásticos, compuestos, polímeros, caucho y similares. Además, el aplicador de revestimiento puede presentar una diversidad de propiedades físicas asociadas con el aplicador de revestimiento 16, 16', incluyendo la capacidad para comprimirse ligeramente para su inserción en un tubo de acuerdo con una forma de realización representada en la figura 1A. En una forma de realización alternativa, según se representa en la figura 1B, el aplicador de revestimiento se puede fabricar a partir de un material denso que no sea fácilmente compresible. Un experto en la materia reconocerá, con facilidad, que existen numerosas propiedades físicas variables asociadas con el aplicador de revestimiento 16, 16', en el que estas propiedades físicas vienen dictadas por la configuración del tubo y los requisitos de la aplicación del revestimiento. Según se describe en la presente memoria más adelante, el aplicador de revestimiento 16, 16' dispersa el revestimiento sobre la superficie interna de un tubo como una primera etapa en un proceso para aplicar un revestimiento y/o reparar picaduras o elementos de erosión en el tubo.

La Figura 2 es una ilustración en perspectiva del dispositivo rascatubos 10, ilustrado en la Figura 1, representado en una perspectiva angular distinta. Como puede observarse, el dispositivo rascatubos 10 se ilustra como no teniendo ninguna cavidad interior hueca. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que la finalidad primaria de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10 es proporcionar una estructura que se puede empujar a través de un tubo, sin obstruir el tubo y dispersar adecuadamente el revestimiento según se requiera. Por lo tanto, la presente invención no está limitada a una estructura sólida, ni tampoco a una estructura cerrada, sino que puede presentar cavidades huecas en el dispositivo rascatubos 10 para mejorar su rendimiento. La parte del cuerpo principal 12 se puede fabricar a partir de varios materiales distintos incluyendo, sin limitación, plásticos, compuestos, metales, materiales poliméricos, sus combinaciones y materiales similares.

La Figura 3 es una ilustración en perspectiva de la parte del aplicador de revestimiento 16' del dispositivo rascatubos 10. El aplicador de revestimiento 16 de esta figura está incluido para fines de ilustración. En esta figura 3, el aplicador de revestimiento 16, representado en detalle, es el mismo aplicador de revestimiento 16' ilustrado en la figura 1B. Un experto en la materia reconocerá con facilidad, como se ha indicado anteriormente, que el aplicador de revestimiento puede adoptar numerosas formas y perfiles y se puede fabricar a partir de una amplia gama de materiales compatibles.

En la ilustración a modo de ejemplo, el aplicador de revestimiento 16' es un componente separado de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10. Sin embargo, el aplicador de revestimiento 16' y la parte del cuerpo principal 12 pueden ser un componente único, según se entendería por un experto en la materia. El aplicador de revestimiento 16', ilustrado en esta figura 3, presenta varias características singulares, una de las cuales es una serie o pluralidad de nervaduras 40 que se extienden desde una parte de base del domo a la parte del vértice del domo. Las nervaduras 40 se conifican en el extremo del domo para acabar enrasadas con la parte superior del domo. Sin embargo, dicha conicidad no es necesaria para la realización del dispositivo.

La Figura 4A es una ilustración esquemática del dispositivo rascatubos 10 ilustrado anteriormente en la figura 1B, después de su inserción en un tubo 18 o conducto. En aras de una mayor claridad, el dispositivo rascatubos 10 y el aplicador de revestimiento adjunto 16', que se representa en esta figura 1B, se han utilizado para ilustrar la orientación del dispositivo rascatubos 10 cuando está localizado en el interior de un tubo 18 o de un conducto. Esta forma de realización, sin embargo, no está prevista para ser limitativa en forma alguna, puesto que un experto en la materia reconocerá fácilmente que una diversidad de dispositivos rascatubos y de aplicadores de revestimiento asociados se pueden situar, de modo similar, en el interior de la zona interior de un tubo 18 o conducto. Por ejemplo, según se ilustra en la figura 4B, el dispositivo rascatubos 10 y el aplicador de revestimiento asociado 16, representados en la figura 1A, se pueden insertar, con facilidad, en un tubo 18 para aplicar un revestimiento.

El tubo 18 puede fabricarse a partir de varios materiales distintos, tales como metales, plásticos, compuestos, cerámica, aleaciones y similares. Sin embargo, en el caso de tubos de intercambiador de calor, los materiales más frecuentemente utilizados son aleaciones de cobre, de acero inoxidable o de titanio. El tubo 18 presenta una superficie interna 20 formada por las paredes del tubo 18. En el ejemplo ilustrado, el tubo 18 presenta unos elementos de erosión 22 (por ejemplo, picaduras, deterioro, erosión, corrosión, orificios pasantes y similares). Los elementos de erosión 22 son representativos de los tipos de defectos que pueden presentarse en un intercambiador de calor, u otro tubo, en el transcurso del tiempo. Los elementos de erosión, según se ha descrito anteriormente, pueden desviarse del rendimiento y de la eficacia de la transferencia térmica por el tubo 18 y a la larga, pueden dar lugar a la formación de fugas y la contaminación cruzada de fluidos (desde el interior del intercambiador de calor y fuera del intercambiador de calor). En consecuencia, suele existir el deseo de reparar dicho elemento de erosión 22 o, en el transcurso del tiempo, sustituir cualquier tubo que contenga dichos elementos de erosión 22 para mantener así el rendimiento del tubo.

Volviendo a la representación de la Figura 3, la forma de domo rígido del aplicador de revestimiento 16 ayuda a distribuir uniformemente el revestimiento aplicado en el interior del tubo o conducto 18 según se describe más adelante. Sin embargo, un experto en la materia reconocerá fácilmente que numerosos diseños alternativos del aplicador de revestimiento 16 son aplicables a la presente invención, en la que estos aplicadores de revestimiento alternativos pueden adoptar una forma diferente o fabricarse a partir de un material distinto en comparación con el aplicador de revestimiento ilustrado en la presente memoria descriptiva.

Las nervaduras 40 del aplicador de revestimiento proporcionan la funcionalidad de centrado y estabilización del dispositivo rascatubos 10 a medida que se desplaza a través del tubo 18. Las nervaduras 40 están diseñadas y dimensionadas para aproximar un diámetro efectivo del rascatubos 10 algo menor que el diámetro interior del tubo 18. Por ejemplo, el diámetro efectivo tomado a través de la profundidad de una nervadura 40 y continuando a lo largo del diámetro restante del aplicador de revestimiento 16 mide aproximadamente 0,4 mm menos que un diámetro interior del tubo 18, de acuerdo con una forma de realización ejemplo de la presente invención. Un experto en la materia apreciará que la dimensión exacta de 0,4 mm no es una dimensión limitativa. Por el contrario, el dimensionamiento de las nervaduras 40 y del aplicador de revestimiento 16 es tal que el aplicador de revestimiento 16 se puede deslizar a través del tubo 18 sin producir fricción en el interior del tubo 18. De forma similar, el diámetro efectivo del aplicador de revestimiento 16 debe ser lo suficientemente grande para poder proporcionar estabilidad e impedir que el dispositivo rascatubos 10 pierda estabilidad en el interior del tubo 18.

En la forma de realización a título de ejemplo, las nervaduras 40 son de una colocación tal que ningún par de nervaduras sean diametralmente opuestas o casi diametralmente opuestas entre sí. Esta característica se obtiene si-

tuando un número impar de nervaduras 40 uniformemente espaciadas alrededor de la circunferencia del domo. Sin embargo, puede existir un número par de nervaduras 40 que presenten diferentes dimensiones de espaciado entre nervaduras 40 para dar lugar al mismo efecto de no presentar ningún par de nervaduras diametralmente opuestas o casi diametralmente opuestas. Si dos nervaduras fueran diametralmente opuestas, el diámetro efectivo del aplicador de revestimiento 16 sería significativamente aumentado en el punto de las nervaduras opuestas 40 (el diámetro efectivo sería la suma total del diámetro del aplicador más la profundidad/espesor de ambas nervaduras). Si dos nervaduras 40 son diametralmente opuestas, dicha disposición aumenta la probabilidad de que el dispositivo rascatubos 10 quede en suspensión en el interior de un tubo si, por ejemplo, una de las nervaduras pasa a través de una imperfección en relieve sobre la superficie interna del tubo, que presiona la nervadura diametralmente opuesta contra la pared opuesta del tubo, interrumpiendo, de este modo, por fricción el avance del dispositivo rascatubos 10 a través del tubo. La situación de las nervaduras 40, en una configuración no diametralmente opuesta, disminuye la probabilidad de que ocurra.

El aplicador de revestimiento 16' presenta, además, un reborde 42 que se extiende hacia fuera desde una parte del cuerpo principal 44. El reborde 42 se extiende a lo largo de la circunferencia del aplicador de revestimiento alrededor de la base del domo. El reborde 42 está diseñado y dimensionado de modo que quede enrasado con la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10, de tal manera que cuando el aplicador de revestimiento 16 se coloca en el interior de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos, la superficie de la parte del cuerpo principal 12 quede enrasada con el reborde 42. Dicha configuración crea una superficie sustancialmente lisa a lo largo de la parte exterior del dispositivo rascatubos 10 evitando, de este modo, la recogida del material de revestimiento en el punto de intersección entre el aplicador de revestimiento 16' y la parte del cuerpo principal 12. Además, el aplicador de revestimiento 16' se puede fabricar a partir de un material compresible de modo que, a la aplicación de una fuerza propulsora sobre el dispositivo rascatubos 10, el aplicador de revestimiento 16' se pueda comprimir, permitiendo que el revestimiento pase más allá de dicho aplicador de revestimiento 16'.

El diámetro de la parte del cuerpo principal 44 del aplicador de revestimiento 16' está diseñado y dimensionado de modo que presente un ajuste forzado dentro de la cavidad interna de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10. Como ayuda en la combinación del aplicador de revestimiento 16 con la parte del cuerpo principal 12, se proporciona una parte plana 46 en un lado del aplicador de revestimiento 16. La parte plana 46 permite que se escape cualquier aire atrapado en el interior de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10 cuando el aplicador de revestimiento 16 está montado junto con la parte del cuerpo principal 12. Como tal, el aplicador de revestimiento 16' puede montarse, con más facilidad, en el interior de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10.

Tal como se ha mencionado, la parte del cuerpo principal 44 del aplicador de revestimiento 16' presenta un ajuste forzado en el interior de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos. El ajuste puede ser un ajuste por fricción, que mantenga juntas las piezas. Como alternativa, se pueden utilizar adhesivos u otros procedimientos de unión mecánica, según se entiende por un experto en la materia, para acoplar el aplicador de revestimiento 16' a la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10.

Las Figuras 5A, 5B y 5C ilustran el dispositivo rascatubos 10 utilizado en conjunción con el tubo 18 y también representan el resultado final de una reparación realizada utilizando la presente invención. En la Figura 5A, el dispositivo rascatubos 10, que usa un aplicador de revestimiento sólido, con nervaduras asociadas, se representa en un extremo del tubo 18. Como se ha indicado anteriormente, el empleo del aplicador de revestimiento sólido 16, 16', con nervaduras asociadas, se hace exclusivamente a título de ejemplo ilustrativo de la presente invención. Un experto en la materia reconocerá fácilmente que numerosas disposiciones alternativas del aplicador de revestimiento son directamente aplicables a la presente invención. Estos diseños adecuados de los aplicadores de revestimiento 16, 16' alternativos y la selección de los materiales se puede basar en una diversidad de factores incluyendo, sin limitación, el diámetro interior del tubo, el revestimiento en uso, el espesor del revestimiento propuesto y la longitud del tubo 18 que va a ser atravesado por el dispositivo rascatubos 10.

Antes de insertar el dispositivo rascatubos 10 en el interior del tubo 18, se coloca una cantidad seleccionada de material de revestimiento 24 en el tubo 18. Como alternativa, el material de revestimiento 24 se puede colocar en el extremo del aplicador de revestimiento 16 del dispositivo rascatubos 10. La cantidad de material de revestimiento 24 proporcionado depende de varios factores, incluyendo la longitud del tubo 18 que se va a revestir, el espesor del revestimiento, la configuración concreta del dispositivo rascatubos 10 que se usa para extender el material de revestimiento 24, el medio ambiente (tal como humedad y temperatura), el tipo de material de revestimiento 24 y las propiedades de revestimiento asociadas (tal como la viscosidad) y elementos similares. Unos materiales, a modo de ejemplo, que constituyen el material de revestimiento 24 incluyen, sin limitación, resinas epoxídicas, compuestos fenólicos, ésteres de vinilo, poliésteres, uretanos, otros polímeros y otros materiales de revestimiento. El tipo concreto de material de revestimiento utilizado dependerá, en gran medida, de la finalidad del revestimiento y del medio ambiente en el que se aplica y debe mantenerse, según se entiende por un experto en la materia. Por ejemplo, el material de revestimiento puede contener numerosos aditivos para mejorar el rendimiento del tubo o reducir otros problemas. Una lista no exhaustiva de aditivos adecuados incluye ceras, siliconas y otros lubricantes secos, tal como disulfuro de molibdeno.

Además, para luchar contra el crecimiento de organismos biológicos a lo largo de la superficie interna del tubo, se pueden añadir al revestimiento varios algicidas, biocidas y fungicidas que destruyan o disuadan el crecimiento de estos organismos. El crecimiento de organismos biológicos, tales como algas, hongos, bacterias y otros microorganismos, a lo largo de la superficie interna del tubo, puede dar lugar a la formación de incrustaciones biológicas en la superficie del

tubo así como la creación de obstrucciones en el interior del tubo. La formación de incrustaciones biológicas y obstrucciones, tales como las citadas, pueden reducir la magnitud de la transferencia térmica en el interior del tubo así como restringir o prohibir la circulación de fluidos. Además, la existencia del crecimiento biológico puede inducir, además, varios tipos de corrosión a lo largo de la pared del tubo dando lugar, de este modo, al deterioro y posible fallo del tubo. La introducción de algicidas, biocidas y fungicidas en el material de revestimiento sirve, de este modo, para impedir o reducir al mínimo dichos problemas. Las sustancias adecuadas para disminuir el crecimiento biológico incluyen, sin limitación, las siguientes: ortofenilfenol (OPPS); derivados de la isotiazolinona (tal como 2-n-octil-4-isotiazolinona-3-1 (OIT); guanidas y biguanidas; carbamatos y ditiocarbamatos; piritiona de cobre, sodio o zinc; benzimidazoles; compuestos de n-haloalquilo; cloruro de 1-(3-cloroalil)-3,5,7-tri-aza-1-azionia-adamantano; tetracloroisoftalonitrilos; cloruro de cis[1-(3-cloroalilo)-3,5,7-tri-aza-1-azonia-adamantano] y 2,2-dibromo-3-nitrilopropionamida (DBNPA) y compuestos amónicos cuaternarios.

Además, los materiales de revestimiento de la presente invención pueden ser de viscosidad variable. A diferencia de los procedimientos de revestimiento tradicionales, en los que el material de revestimiento está suficientemente diluido utilizando un disolvente, el revestimiento de la presente invención se puede utilizar en un estado de alta viscosidad no diluido. El uso de un disolvente diluyente sirve de ayuda a la circulación del revestimiento existente a través del tubo y ayuda a controlar las propiedades del tiempo de curado. Después del revestimiento del tubo con un revestimiento diluido, se debe esperar la evaporación del disolvente desde el material de revestimiento para el revestimiento que se va a curar. Puesto que los tubos del intercambiador de calor presentan una relación muy pequeña entre diámetro y longitud, para hacer máxima el área superficial para la transferencia térmica, este espacio confinado suele hacer difícil la migración de un disolvente fuera de un revestimiento. Un aumento adicional de esta dificultad son cualquier picadura que se pueda rellenar con el revestimiento disuelto, en cuyo caso se aumenta, en gran medida, la probabilidad de que pueda atraparse algún disolvente en estas picaduras.

Por el contrario, puesto que el revestimiento en la presente invención se empuja a través del tubo, se puede utilizar un revestimiento con mayores viscosidades iniciales en un estado no diluido. Por ejemplo, los revestimientos con viscosidades de 100 Pas (100.000 cps) o mayor se pueden utilizar con facilidad. En consecuencia, se eliminan los riesgos asociados con una retirada incompleta del disolvente.

Según se representa en la Figura 5B, el dispositivo rascatubos 10 se empuja a lo largo del tubo 18 en la dirección de la flecha A, dejando detrás un revestimiento 26 constituido por una capa delgada del material de revestimiento 24. La dirección del dispositivo rascatubos 10, que pasa a través del tubo 18, es inconsecuente para la realización de la invención, en tanto que el dispositivo rascatubos 10 avance con el aplicador del revestimiento 16, 16'. Para describir la acción del dispositivo rascatubos 10, se da a conocer lo siguiente. El material de revestimiento 24 se recoge alrededor del aplicador de revestimiento 16, 16'. Esta acción se debe a las fuerzas de arrastre y de fricción que empujan el material de revestimiento 24 en el interior del dispositivo rascatubos 10 a medida que se desplaza a través del tubo 18. A medida que el dispositivo rascatubos 10 se desplaza a través del tubo 18, los espacios entre las nervaduras 40 del aplicador de revestimiento 16 permiten el paso de una cantidad del material de revestimiento 24 mediante el aplicador de revestimiento 16 y se recogen a lo largo de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10, entre el cuerpo principal 12 y la superficie interna 20 del tubo 18 antes del extremo embridado 14. A medida que el dispositivo rascatubos 10 continúa en la dirección de la flecha A, el extremo embridado 14 se extiende a lo largo y efectúa un rozamiento con el material de revestimiento 24 para formar el revestimiento 26. En la otra forma de realización a título de ejemplo, a medida que el dispositivo rascatubos 10 se desplaza a través del tubo, el aplicador de revestimiento 16 se comprime, permitiendo, de este modo, el paso de material de revestimiento más allá de la zona definida por dicho aplicador de revestimiento.

La distribución uniforme del material de revestimiento 24 se realiza mediante la combinación del aplicador de revestimiento 16, 16' que controla la cantidad inicial de material de revestimiento 24 que se introduce en la zona entre la parte del cuerpo principal 12 y la acción del extremo embridado 14 que realiza un frotamiento contra la superficie interna 20. Según se ha indicado anteriormente, un experto en la materia reconocerá fácilmente que el aplicador de revestimiento 16 y 16' puede adoptar numerosas formas y se puede fabricar a partir de una amplia gama de materiales. Haciendo caso omiso de las formas del aplicador de revestimiento 16 o de la selección de materiales, el aplicador de revestimiento debe ser capaz de hacer pasar una cantidad predeterminada del revestimiento a través del aplicador de revestimiento 16 y 16' y en el interior de la zona definida por la parte del cuerpo principal 12 y el extremo embridado 14.

En el caso de la existencia del elemento de erosión 22, el dispositivo rascatubos 10 se puede utilizar para proporcionar un denominado parche de revestimiento 28. En resumen, el material de revestimiento 24 se controla por el aplicador de revestimiento 16, 16' en la medida en que se disponga de una cantidad suficiente para rellenar el elemento de erosión 22 en la forma de una picadura o imperfección que exista en el tubo 18 y cuando el dispositivo rascatubos 10 se desplaza a través de la picadura o imperfección. Cuando el dispositivo rascatubos 10 pasa sobre el elemento de erosión 22, el material de revestimiento 24 rellena cualquier hueco existente. A continuación, cuando el extremo embridado 14 pasa sobre el elemento de erosión 12, cualquier material de revestimiento excedente 24 es eliminado por frotamiento, dejando material suficiente para formar dicho parche de revestimiento 28, que rellene el elemento de erosión 22. En zonas situadas a uno u otro lado del elemento de erosión 22, el revestimiento 26 se aplica a la superficie interna 20.

Según un ejemplo ilustrativo, un mecanismo de propulsión, tal como un gas comprimido o líquido se puede emplear para empujar el dispositivo rascatubos 10 a lo largo del tubo 18. En la forma de realización a modo de ejemplo, este mecanismo de propulsión se aplica al extremo embridado 14 del dispositivo rascatubos 10. Cuando se aplica el mecanismo de propulsión, el dispositivo rascatubos 10 es arrastrado a través del tubo 18 a un extremo lejano. Dependiendo de la configuración particular del tubo, el dispositivo rascatubos 10 puede continuar, a través de un conector, a otro tubo o como alternativa, puede salir del tubo 18. Un experto en la materia apreciará que el mecanismo impulsor utilizado para solicitar el dispositivo rascatubos 10, a lo largo del tubo 18 puede adoptar numerosas formas. Dichos mecanismos impulsores incluyen, sin limitación, gases comprimidos, líquidos y elementos similares, un diferencial de presión, tal como un vacío, así como una estructura en forma de varilla, que se pueda usar para empujar manualmente el dispositivo rascatubos 10 a través del tubo. El solicitante de la invención ha encontrado el propulsor líquido como el más eficaz en este momento; sin embargo, se pueden utilizar otros dispositivos o fuerzas de impulsión para arrastrar el dispositivo rascatubos 10 a través del tubo.

Además, el dispositivo rascatubos 10 se puede arrastrar a través del tubo 18 utilizando un medio mecánico tal como cable, alambre, cadena, cinta, varilla y elementos similares, fabricados de cualquier número de materiales distintos, incluyendo materiales sintéticos, no sintéticos, metales, plásticos, compuestos, materiales tejidos, materiales no tejidos, etc. En consecuencia, la presente invención no está limitada por la estructura o material particular del dispositivo utilizado para desplazar el dispositivo rascatubos 10 a través del tubo 18. Como alternativa, se puede emplear un diferencial de presión negativa para tirar del dispositivo rascatubos 10 a lo largo del tubo 18.

El uso del dispositivo rascatubos 10 proporciona a un usuario un control añadido sobre las dimensiones del revestimiento resultante 26. Más concretamente, el dispositivo rascatubos 10, variando partes tales como el aplicador de revestimiento 16, 16' y la brida extrema 14, se puede modificar para dar lugar concretamente a un revestimiento deseado que presente una distribución y espesores predeterminados y sustancialmente consistentes. Por ejemplo, se puede variar el aplicador de revestimiento 16, 16' en material, tamaño o forma para permitir el paso de cantidades seleccionadas del material de revestimiento para su aplicación. Además, se puede variar el diámetro o la anchura de la parte del cuerpo principal 12 para controlar la cantidad del material de revestimiento 24 que queda expuesto a la brida extrema 14. Además, se pueden variar las dimensiones y la forma de la brida extrema 14 y de la parte del cuerpo principal 12 para controlar la distribución y la cantidad de material que se deposita sobre la superficie interna 20.

La configuración del dispositivo rascatubos 10, con la acción de rozamiento de la brida extrema 14, permiten un control sustancialmente mejorado sobre la cobertura y espesor del revestimiento 26. Según una forma de realización de la presente invención, unos revestimientos que presentan un espesor del orden de magnitud de menos de 6,35 μm (0,25 milésimas de pulgada) se pueden conseguir utilizando el dispositivo rascatubos 10 de la presente invención. Lo anterior da lugar a la capacidad para proporcionar un revestimiento que presente un efecto sustancialmente reducido sobre las propiedades de transferencia térmica del tubo, en el que el revestimiento cubra la superficie interna en zonas en buen estado, de cualquier otro modo, al mismo tiempo que repara también las picaduras y otros elementos de erosión 22. De este modo, el efecto global del uso del dispositivo rascatubos 10 de la presente invención sobre un tubo, en buen estado de cualquier otro modo, es proporcionar un revestimiento de espesor mucho más pequeño que los procesos anteriores, con un efecto mínimo de la transferencia térmica, pero mejorando la durabilidad y la capacidad para evitar la corrosión y otros elementos deterioriantes o formadores de incrustaciones. El efecto global del uso del dispositivo rascatubos 10 de la presente invención sobre un tubo que presente elementos de erosión 22, que se desvíen con respecto al rendimiento del tubo, es reparar y renovar el tubo para reestablecer el tubo a una condición mucho mejor, retrasando la necesidad de interrumpir el servicio del sistema y sustituir el tubo. Además, la presente invención se puede emplear para revestir un tubo 18, que no presente elementos de erosión ni formación de incrustaciones, en donde el revestimiento resultante sea de un espesor mínimo. Dicho revestimiento uniforme, con la utilización de la presente invención, es ventajoso en aplicaciones industriales, en las que el material en el que se fabrica el tubo existente es incompatible con el fluido propuesto para su uso en el interior del tubo existente. En una instalación de refrigeración, por ejemplo, un intercambiador de calor de cobre ordinario, que esté en buen estado de servicio, se puede revestir, usando la presente invención, de modo que un revestimiento delgado se aplique uniformemente a todas las zonas del interior de los tubos del intercambiador de calor. El revestimiento uniforme cubre todas las superficies de cobre expuestas a lo largo del interior del tubo. Después de dicho revestimiento, se puede emplear ahora un refrigerante que sea, de algún modo, incompatible con los tubos de cobre, puesto que el interior de los tubos del intercambiador de calor ya no presentan ninguna zona de cobre expuesto. Un experto en la materia reconocerá, con facilidad, que lo anterior se trata de un ejemplo meramente ilustrativo de un empleo de la presente invención para proporcionar una superficie interna del tubo que sea compatible con el fluido de arrastre contenido por el tubo. Dicho ejemplo es evidentemente no exhaustivo del potencial usado de tubos revestidos.

Las figuras 5D y 5E ilustran una forma de realización alternativa del dispositivo rascatubos cuando se emplea con el aplicador de revestimiento compresible 16. Este ejemplo ilustrativo es una forma de realización alternativa de la presente invención y no está previsto para limitar su alcance. En la figura 5D, el dispositivo rascatubos 10 se representa en un extremo del tubo 18, en el que una cantidad seleccionada de material de revestimiento 24 se ha depositado ya en el tubo 18. Según se indicó anteriormente, la cantidad de material de revestimiento 24 proporcionada depende de varios factores relacionados con la aplicación concreta de que se trata.

Según se ilustra en la figura 5E, el dispositivo rascatubos 10 se empuja a lo largo del tubo 18, en la dirección de la flecha A, dejando detrás un revestimiento uniforme 26 en la presente forma de realización, recogiéndose el material de

revestimiento 24 alrededor del aplicador de revestimiento 16. Esta acción se debe a las fuerzas de arrastre y de fricción que empujan el material de revestimiento 24 en el interior del dispositivo rascatubos 10 a medida que se desplaza a través del tubo 18. Al producirse este desplazamiento del dispositivo rascatubos 10 a través del tubo 18, el aplicador de revestimiento 16, según la presente forma de realización, se retrae o se comprime, en una magnitud suficiente para permitir que una cantidad del material de revestimiento 24 atraviese el aplicador de revestimiento 16 y se recoja a lo largo de la parte del cuerpo principal 12 del dispositivo rascatubos 10, entre el cuerpo principal 12 y la superficie interna 20 del tubo 18 antes del extremo embridado 14. A medida que el dispositivo rascatubos 10 se desplaza en la dirección de la flecha A, el extremo embridado 14 se mueve en sentido longitudinal y se frota con el material de revestimiento 24 para formar el revestimiento 26. El empleo de un aplicador de revestimiento compresible 16, según se ilustra en la presente forma de realización así como el aplicador de revestimiento rígido con nervaduras asociadas, que se representa en la figura 5A, no es una lista exhaustiva de posibles formas de realización del aplicador de revestimiento. Un experto en la materia reconocerá fácilmente que existen numerosas formas de realización alternativas del aplicador de revestimiento 16, que son aplicables a la presente invención. Estas realizaciones alternativas pueden adoptar numerosas formas o perfiles y pueden fabricarse a partir de una amplia gama de materiales adecuados para aplicar un revestimiento.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplo de utilización del dispositivo rascatubos 10 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El material de revestimiento 24 y el dispositivo rascatubos 10 se proporcionan en la parte interior del tubo 18 (etapa 100). El medio de propulsión, que se proporciona, impulsa al dispositivo rascatubos 10 a través del tubo 18 (etapa 102). A medida que el dispositivo rascatubos 10 se desplaza a lo largo del tubo 18, el material de revestimiento 24 se deposita sobre la superficie interna 20 del tubo 18 para formar el revestimiento 26 (etapa 104). Si así se desea, el proceso se puede repetir para proporcionar capas adicionales de material de revestimiento 24 (etapa 106). Debe resaltarse que si se aplican capas adicionales de material de revestimiento 24, se pueden formar capas de material de revestimiento 24 que sean de un tipo distinto o del mismo que el material de revestimiento inicial 24. Además, si se repite el proceso, se pueden utilizar diferentes dispositivos rascatubos 10, que presenten características o propiedades distintas, para formar capas del revestimiento que presenten propiedades diferentes. Además, dependiendo del material de revestimiento 24, puede necesitarse tiempo para permitir que el revestimiento se estabilice y sea objeto de curado.

Las Figuras 7A a 7F ilustran varias formas de realización alternativas, a modo de ejemplo, del dispositivo rascatubos 10 en la forma de los dispositivos rascatubos 10A a 10F. Los dispositivos rascatubos 10A y 10D presentan los aspectos adicionales de características superficiales longitudinales 30. Los dispositivos rascatubos 10B y 10E presentan los aspectos adicionales de características de superficies latitudinales 32. La adición de las características de superficies longitudinales 30 y las características de superficies latitudinales 32 son representativas de una diversidad de formas de realización alternativas diferentes, en las que la superficie de la parte del cuerpo principal 12 se modifica para presentar un impacto sobre la distribución del material de revestimiento 24 por el dispositivo rascatubos. Un experto en la materia apreciará que son posibles, según la presente invención, diferentes orientaciones y combinaciones de características superficiales, disposiciones del aplicador de revestimiento (por ejemplo, forma, selección de materiales y compresibilidad), además de otras no concretamente descritas o ilustradas. En consecuencia, la presente invención no está limitada a solamente las formas de realización ilustradas a modo de ejemplo.

En las Figuras 7C y 7F, una brida extrema 34 del dispositivo rascatubos 10C presenta una pluralidad de depresiones 36. A medida que la brida 34 pasa sobre el material de revestimiento 24, las depresiones 36 en la brida 34 forman unos rebordes en el revestimiento 26 que resulta en la superficie interna 20 del tubo 18. El modelo particular que resulta en el revestimiento 26 puede variar, según se entiende por un experto en la materia, sobre la base de la forma de la brida. Dicha brida 34 puede ser de utilidad si deben realizarse múltiples pasadas del dispositivo rascatubos. La primera aplicación del material de revestimiento 24 puede tener el objetivo primario de depositar el material de revestimiento 24 en una configuración predeterminada de rebordes, mientras que las posteriores pasadas del dispositivo rascatubos pueden suavizar, o de otro modo modificar, el revestimiento resultante. Como alternativa, los rebordes u otros motivos formados en el revestimiento pueden constituir la configuración final de este revestimiento, si se desean dichos rebordes o motivos.

Las formas de realización iniciales del dispositivo rascatubos 10 para proporcionar un revestimiento en un tubo 18 han dado lugar a un revestimiento de un espesor aproximado de 6,35 μm a 25,4 μm (0,25 milésimas de pulgadas a 1 milésima de pulgada) que proporciona una cobertura consistente de la superficie interna 20. El análisis de la transferencia térmica del tubo revestido reveló un efecto mínimo sobre las propiedades de la transferencia térmica. Los tubos que presentaban una o más picaduras fueron reparados con rapidez utilizando el dispositivo rascatubos 10 y un revestimiento epoxídico para parchear las picaduras con un parche duradero prolongando, de este modo, la vida útil del tubo.

En consecuencia, la presente invención es de utilidad por cuanto que la realización del dispositivo rascatubos para aplicar un revestimiento o un parche de revestimiento permite un control, sustancialmente mejorado, sobre la cobertura y espesor de un revestimiento sobre una superficie interna de un tubo. En los casos en los que los procedimientos anteriores han dado lugar a un espesor de revestimiento mínimo de 50,8 μm a 127 μm (2 a 5 milésimas de pulgada), la presente invención puede conseguir un revestimiento mucho más delgado, del orden de magnitud de menos de 6,35 μm a 25,4 μm (0,25 a 1 milésimas de pulgada). De este modo, el revestimiento resultante presenta efectos bastante menos negativos sobre las propiedades de transmisión de calor del tubo. Además, el dispositivo rascatubos se puede desplazar a través del tubo múltiples veces para proporcionar capas de revestimiento si se desea un revestimiento más duradero

o más grueso. El fluido comprimido, en la forma de gas o líquido, impulsa rápidamente al dispositivo rascatubos a través del tubo, aplicando, de forma eficiente, el revestimiento a la superficie interna.

Para los expertos en la materia resultarán evidentes numerosas modificaciones y formas de realización alternativas de la presente invención con respecto a la descripción anterior. En consecuencia, la presente memoria descriptiva se puede interpretar únicamente como ilustrativa y destinada a la enseñanza a los expertos en la materia del mejor modo para realizar la presente invención. Está previsto que la presente invención esté limitada solamente en la medida requerida por las reivindicaciones adjuntas y las normas legales aplicables.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo rascatubos para su uso en la aplicación de un material de revestimiento para una superficie interna (20) de un tubo (18), que comprende:

una parte de cuerpo principal (12) que presenta un primer extremo que se inserta en primer lugar en un tubo (18) que se va a revestir y un segundo extremo opuesto; y

un cuerpo cónico dispuesto en dicho primer extremo de dicha parte de cuerpo principal (12),

caracterizado porque

dicho cuerpo cónico está diseñado como un aplicador de revestimiento (16') que presenta una forma sustancialmente de domo y una pluralidad de nervaduras (40) espaciadas, que se extienden longitudinalmente y están situadas en dicho dispositivo, proporcionando dichas nervaduras (40) una funcionalidad de centrado y estabilización en el dispositivo rascatubos a medida que se desplaza a través del tubo (18) y que permiten el paso de un revestimiento más allá de dicho aplicador (16); y

una brida extrema (14) que forma un borde de fricción circunferencial que está dispuesto en dicho segundo extremo de dicha primera parte de cuerpo principal (12), de modo que dicho dispositivo rascatubos presente su diámetro máximo en dicho borde de fricción;

en el que dicho aplicador de revestimiento (16') está configurado para distribuir el material de revestimiento sobre dicha superficie interna (20) del tubo (18), y dicha brida extrema (14) con su borde de fricción circunferencial está configurada para eliminar por frotamiento el exceso de material de revestimiento desde dicha superficie interna (20), para dar lugar a una capa de revestimiento muy delgada formada sobre dicha superficie interna (20) del tubo (18) pero, al pasar sobre un elemento de erosión (22), para dejar material suficiente para formar un parche de revestimiento (28), que rellena el elemento de erosión (22).

2. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 1, en el que dicho aplicador de revestimiento (16') adopta la forma de una cápsula extrema en forma sustancialmente de domo, extendiéndose dichas nervaduras (40) desde una parte de base a la parte de vértice de la cápsula extrema en forma de domo.

3. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 2, en el que dichas nervaduras (40) están posicionadas en una configuración no diametralmente opuesta.

4. Dispositivo rascatubos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo rascatubos está configurado para ser solicitado a lo largo del tubo por un mecanismo de propulsión.

5. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 4, en el que dicho mecanismo de propulsión que solicita dicho dispositivo rascatubos, a lo largo de la longitud del tubo, presenta un diferencial de presión o unos medios mecánicos.

6. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 5, en el que dichos medios mecánicos son un cordón de tracción.

7. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 5, en el que dichos medios de diferencial de presión son un fluido comprimido.

8. Dispositivo rascatubos según la reivindicación 1, en el que su superficie está dimensionada y orientada para controlar la aplicación del material de revestimiento.

9. Uso de un dispositivo rascatubos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para la aplicación de un revestimiento de capa única delgado sobre una superficie interna de un tubo de transferencia térmica (18), en el que dicho revestimiento presenta un espesor comprendido entre 0,01 mm (0,25 milésimas de pulgada) y 0,0254 mm (1 milésima de pulgada) de modo que tenga un efecto mínimo sobre las propiedades de transferencia térmica de dicho tubo (18).

10. Sistema para revestir la superficie interna (20) de un tubo (18), que comprende un dispositivo rascatubos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y un material de revestimiento que debe aplicarse a dicho dispositivo rascatubos sobre dicha superficie interna (20), siendo dicho material de revestimiento uno de entre una resina epoxídica, compuestos fenólicos, éster de vinilo, poliéster, uretano o polímero.

11. Sistema según la reivindicación 10, en el que el revestimiento comprende un adhesivo que es uno de entre un biocida, fungicida o algacida.

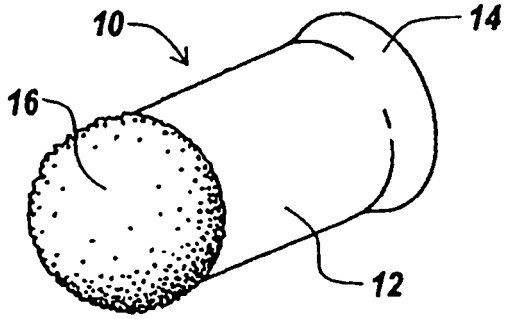


Fig. 1A

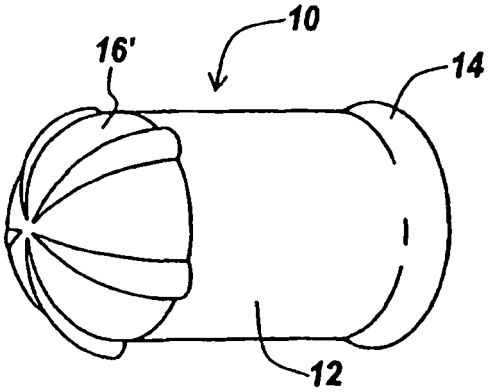


Fig. 1B

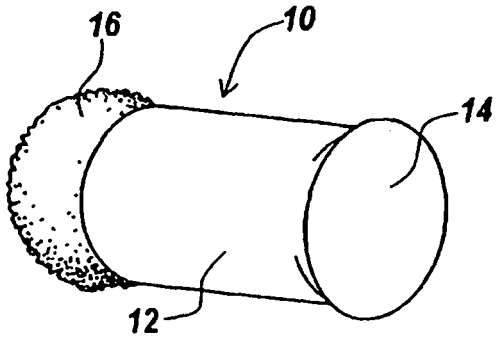


Fig. 2

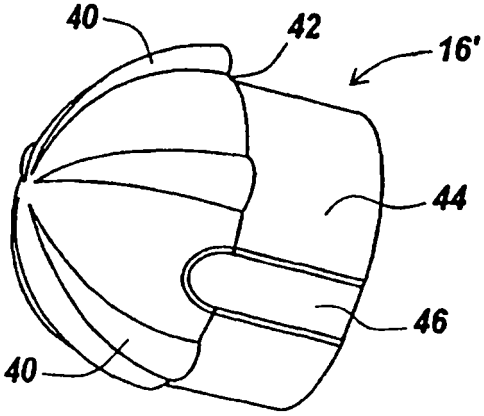


Fig. 3

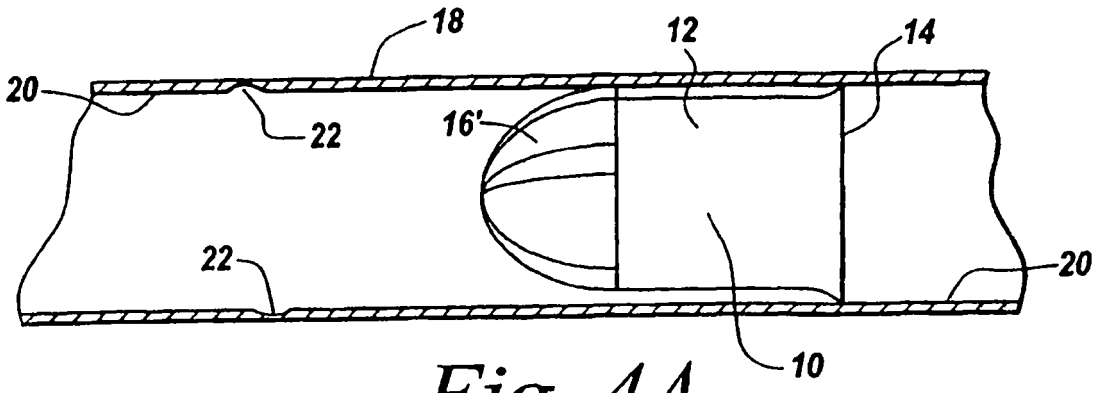


Fig. 4A

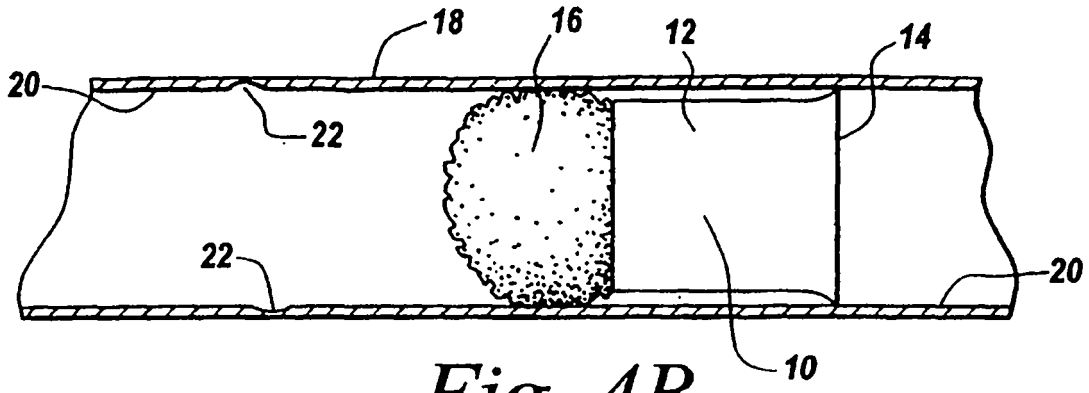


Fig. 4B

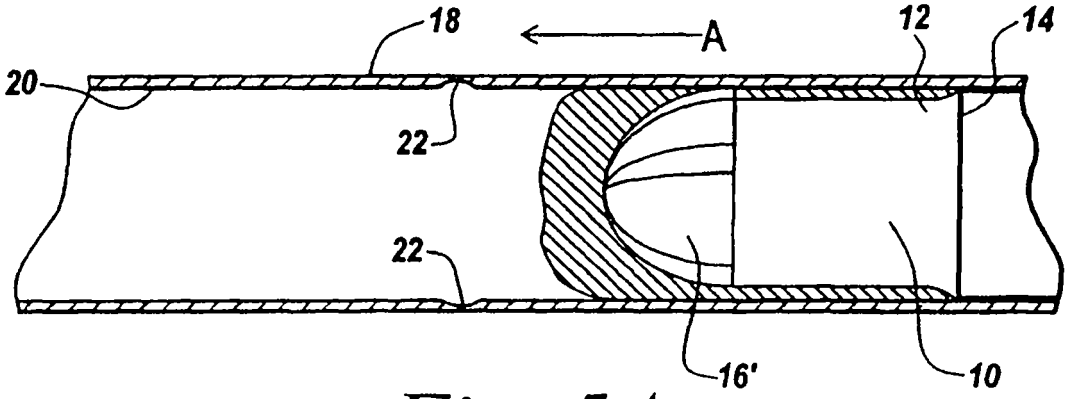


Fig. 5A

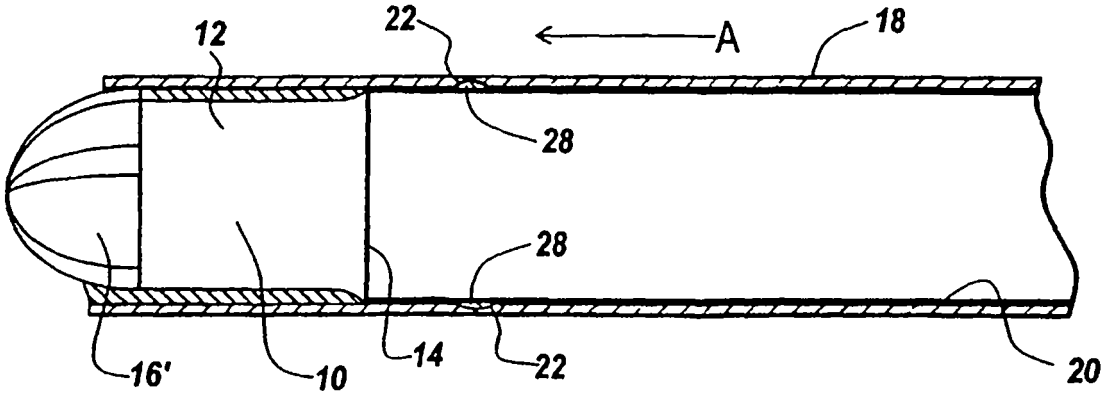


Fig. 5B

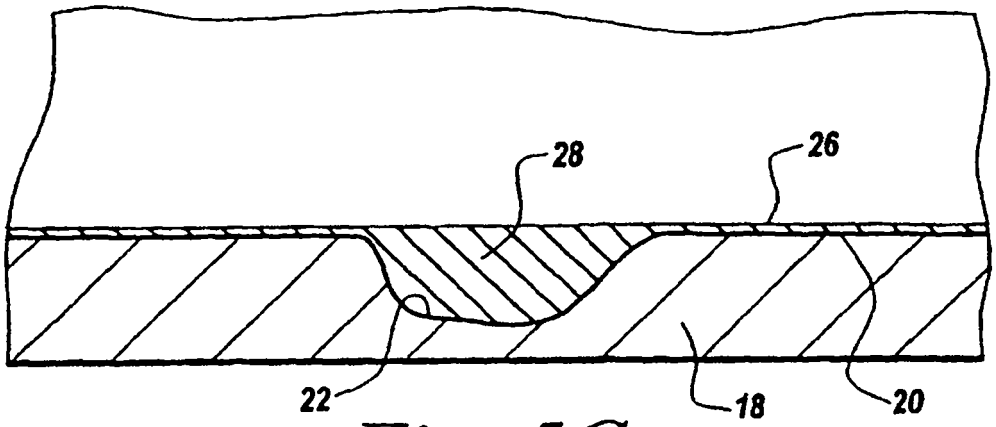


Fig. 5C

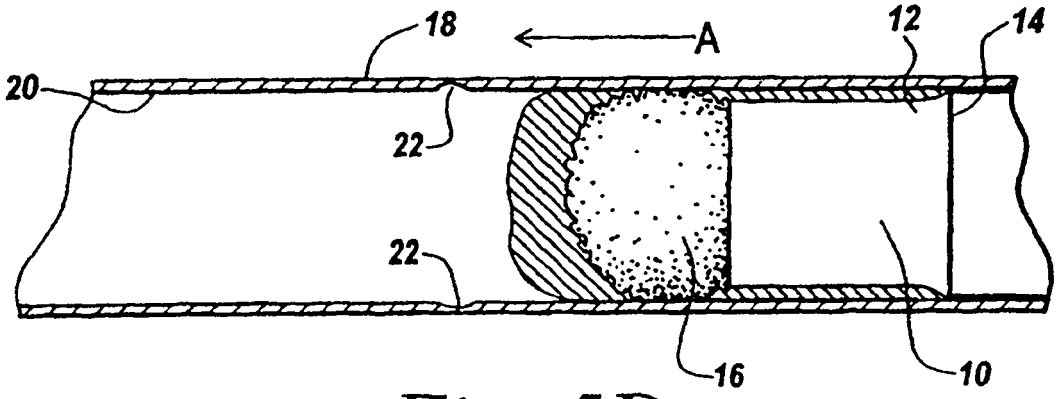


Fig. 5D

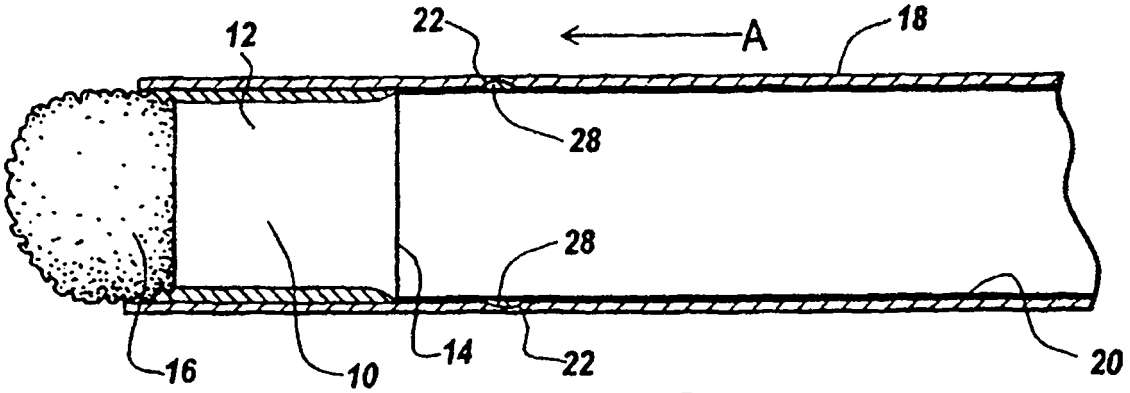


Fig. 5E

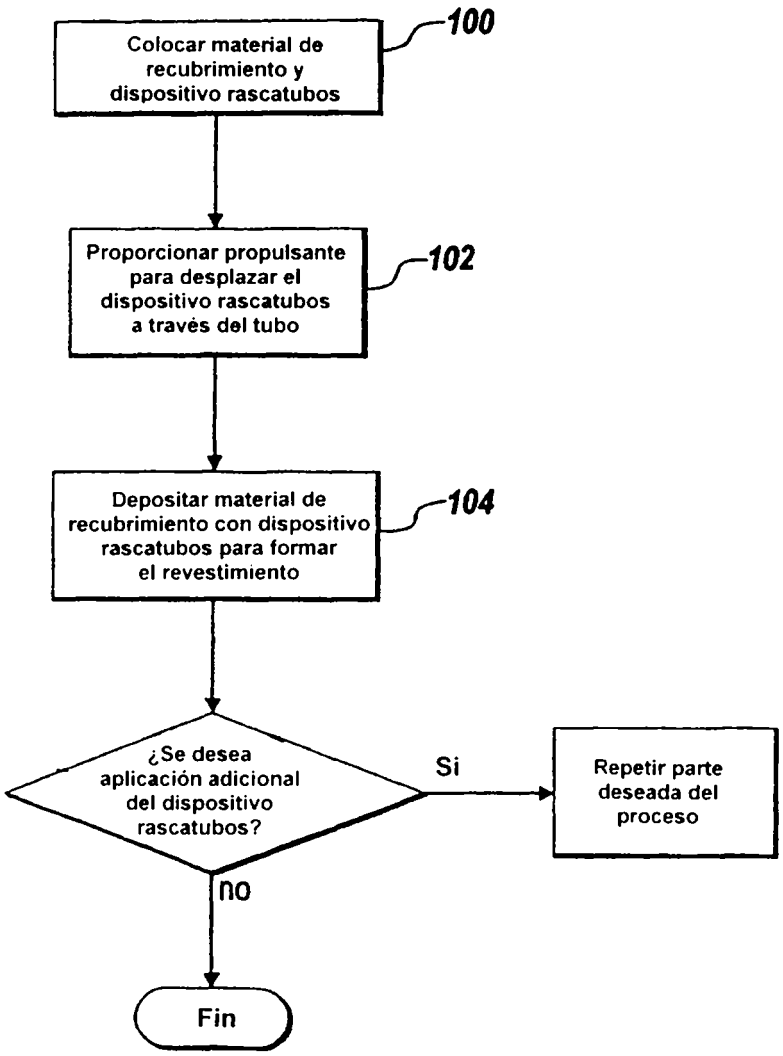

Colocar material de recubrimiento y dispositivo rascatubos
100
Proporcionar propulsante para desplazar el dispositivo rascatubos a través del tubo
102
Depositar material de recubrimiento con dispositivo rascatubos para formar el revestimiento
104
¿Se desea aplicación adicional del dispositivo rascatubos?
Si
Repetir parte deseada del proceso
no
Fin

Fig. 6

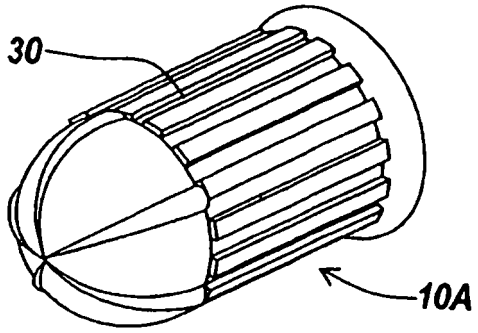


Fig. 7A

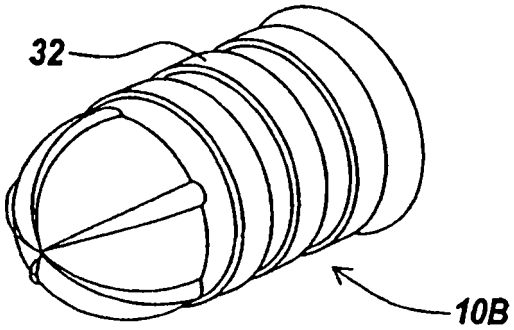


Fig. 7B

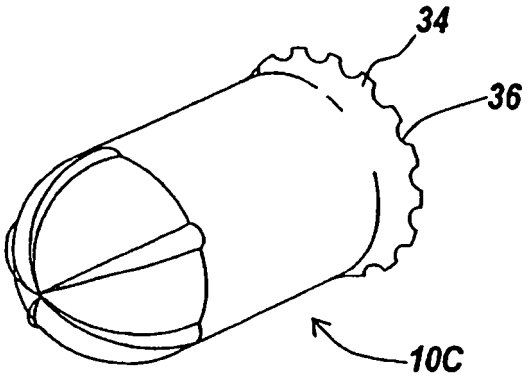


Fig. 7C

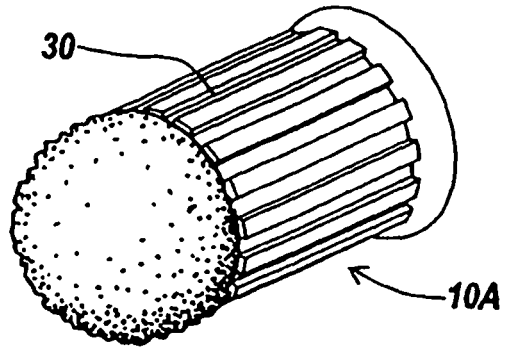


Fig. 7D

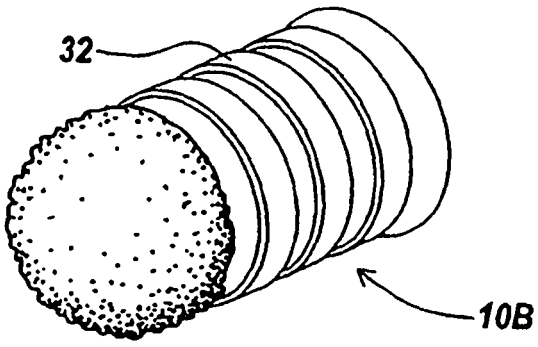


Fig. 7E

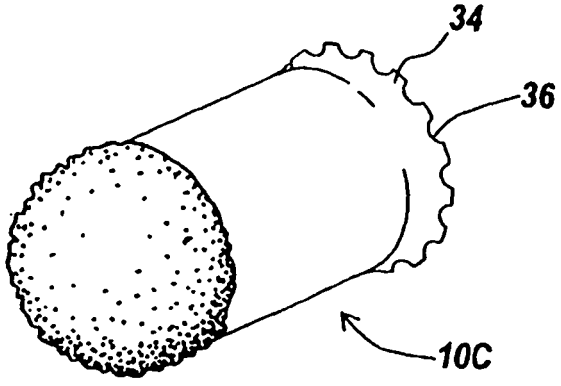


Fig. 7F