

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 148**

51 Int. Cl.:  
**B09B 3/00** (2006.01)  
**C10B 53/00** (2006.01)  
**C10G 1/10** (2006.01)  
**C10B 7/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03736245 .6**  
96 Fecha de presentación: **25.06.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1522355**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.04.2005**

54 Título: **Método, sistema y recipiente de reciclaje de recursos**

30 Prioridad:  
**25.07.2002 JP 2002217136**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.04.2012**

73 Titular/es:  
**SATO, KUNIMICHI**  
**20-2, MINAMIDAI, 2-CHOME**  
**NAKANOKU, TOKYO 164-0014, JP**

72 Inventor/es:  
**SATO, Kunimichi;**  
**UENO, Syuji y**  
**YANAGIHARA, Masafumi**

74 Agente/Representante:  
**Isern Jara, Jorge**

ES 2 378 148 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método, sistema y recipiente de reciclaje de recursos

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y a un sistema de reciclaje para residuos o similares, a un método y a un sistema de producción de materiales de carbono tales como carbono inerte, nanotubos de carbono, y carbono activado mediante la utilización de dichos residuos, y un recipiente adecuado para dichos métodos y sistemas.

10

## Antecedentes técnicos

La eliminación de residuos se ha centrado en los últimos años en una magnitud todavía mayor en el reciclaje de residuos para producir materiales utilizables. El concepto reciclaje se está desarrollando gradualmente a través de la eliminación selectiva de residuos y similares. Sin embargo no se han obtenido todavía resultados satisfactorios debido a estrictas restricciones sociales y económicas relacionadas con la mano de obra, instalaciones, costes y otros factores relacionados con los requisitos para la eliminación selectiva.

15

Hay una demanda creciente para impedir, sobre la vida social, actividades humanas que tengan como resultado un deterioro del medio ambiente global. Un episodio especialmente significativo en conexión con la eliminación de residuos es cómo suprimir la emisión y disipación de dióxido de carbono, dioxinas, óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), hollín, metales pesados y similares producidos en el proceso de incineración u otro tratamiento de los residuos. Por ejemplo, el dióxido de carbono que se produce cuando los residuos que contienen carbono son incinerados, contribuye no obstante al efecto invernadero, y se llevan a cabo complejos esfuerzos para intentar controlar sus emisiones a la atmósfera. La incineración de residuos que contienen cloro produce adicionalmente un grupo de sustancias que tienen una gran toxicidad, las cuales de forma general son referidas colectivamente como dioxinas. Bajo las presentes circunstancias, la emisión al aire puede controlarse en alguna magnitud mediante la incineración a una temperatura adecuadamente alta, el mantener una temperatura de incineración constante, la utilización de un dispositivo de recocido, o similar, pero la su presión adicional de la emisión de dioxinas todavía permanece como un problema que se tiene que resolver.

20

25

30

Por lo tanto, un sistema de eliminación de residuos en un futuro próximo tiene que ser un sistema que pueda reproducir un gran volumen de recursos útiles a partir de residuos, y ser construido y hacerse servir sin comportar mucho tiempo y mano de obra, grandes instalaciones, o elevados costes, y que sea respetuoso con el medio ambiente sin producir o liberar dióxido de carbono o dioxinas. El sistema descrito en la patente japonesa nº 2651994, por ejemplo, es un sistema de ejemplo conocido que responde parcialmente a dichas demandas sociales. El sistema descrito produce carbono activado a partir de neumáticos de desecho mediante el calentamiento de los neumáticos de desecho en una atmósfera de nitrógeno que no contiene oxígeno. Este sistema no produce dióxido de carbono porque los neumáticos de desecho que se calientan se mantienen aislados del oxígeno y los metales tales como los cables de acero y similares contenidos en los neumáticos de residuos, pueden recuperarse en un estado reutilizable no degradado. El sistema divulgado se refiere al reciclaje de neumáticos de desecho, y no libera dióxido de carbono o similares.

35

40

45

El documento americano US-A-5673635 divulga un proceso para reciclar residuos orgánicos donde los residuos se introducen en un recipiente aislado así como un gas inerte para extraer el oxígeno del recipiente. El recipiente se calienta a continuación, se filtra el gas y se almacena en un contenedor.

50

Este sistema patentado, sin embargo, tiene un horno denominado cámara de carbonización o similar como su unidad básica de configuración, requiere de forma general de la instalación de muchas cámaras u hornos incluyendo una pluralidad de cámaras de carbonización y sus cámaras de reserva para contingencias o similares, y estas cámaras u hornos han de estar dispuestas en una configuración sellable que evite cualquier contacto con el aire. Por lo tanto, la escala de sus instalaciones (dimensiones y peso), costes operativos (corriente eléctrica y costes de la energía calorífica y costes de la mano de obra), y similares son todos desfavorablemente grandes.

55

Dicho sistema puede producir carbono activado mediante el tratamiento de residuos, pero requiere que los residuos sean tratados en un estado libre de oxígeno para así transformar el carbono activado en carbono inerte a fin de obtener carbono inerte. El carbono inerte (por ejemplo, carbón vegetal blanco) no tiene sensiblemente poros y tiene una densidad alta de carbono y proporciona un gran volumen de rayos infrarrojos lejanos irradiados desde los elementos de carbono en comparación con el carbono activado con muchos poros y una baja densidad de carbono. De este modo, el carbono inerte es útil para aplicaciones que emplean radiación infrarroja lejana (por ejemplo, un método de utilizarlo como el contenido de una almohada infrarroja, un método de utilizarlo como los contenidos del hormigón infrarrojo, etc.). El carbono inerte también es útil porque los nanotubos de carbono y similares pueden ser producidos mediante la activación del carbono inerte. En consecuencia, hay una gran demanda de un sistema que puede producir en masa carbono inerte mediante la obtención directa del carbono inerte.

60

65

Descripción de la invención

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la presente invención proporciona ventajosamente un método y un sistema de reciclaje capaces de reciclar residuos eficazmente en instalaciones a pequeña escala y a bajo coste utilizando un método que no libera emisiones en exceso o tóxicas.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la presente invención también proporciona ventajosamente un método y un sistema de fabricación de material de carbono, capaces de obtener carbono inerte mediante el reciclaje de compuestos macromoleculares.

15 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la presente invención además proporciona ventajosamente un método y un sistema de fabricación de material de carbono, que produce materiales de carbono útiles tales como nanotubos de carbono (tal como se utiliza en esta memoria, "nanotubos de carbono" de forma amplia se refiere colectivamente a nanotubos de carbono de una sola capa, nanotubos de carbono multi-capas, nanocuerpos de carbono y similares), carbono activado de calidad, y similares a partir de carbono inerte, a partir de compuestos macromoleculares a bajo coste y en grandes cantidades mediante producción en continuo.

20 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la presente invención también proporciona ventajosamente un recipiente que puede ser utilizado con el método y el sistema de reciclaje descritos anteriormente, y el método y el sistema de fabricación de material de carbono.

25 Para lograr las ventajas anteriores, para el método y el sistema de reciclaje de la presente invención, se utiliza un recipiente con un calentador incorporado para llevar a cabo el método de reciclaje en una atmósfera libre de oxígeno (indicando una idea general de una atmósfera de nitrógeno, una atmósfera de gas inerte o similares en esta memoria). Concretamente, la presente invención se realiza y consigue los efectos, los cuales no pueden ser obtenidos por los sistemas conocidos hasta ahora, incluyendo la reducción de la escala de las instalaciones, reducción de costes, eficacia de reciclaje mejorada, y similares, al transformar una unidad de objetos en tratamiento tales como neumáticos de desecho, caucho, vinilo, plástico, y otros compuestos macromoleculares de petróleo y con base de resina desde un horno a un recipiente con un calentador incorporado mientras se mantienen las diversas ventajas que poseen los sistemas preferidos que tratan e incineran el objeto de residuo para eliminar. La presente invención puede ser aplicada a un sistema que no sea sólo para la eliminación de residuos sino también para la separación de una sustancia objetivo a partir de un objeto a tratar, y particularmente a sistemas en general que necesiten obtener la sustancia objetivo en un estado no oxidado, tal como carbono inerte. Cuando se supone que el objeto es un compuesto macromolecular y se obtiene como resultado carbono inerte, se pueden obtener materiales de carbono tales como nanotubos de carbono y carbono activado mediante un tratamiento de activación para oxidar carbono inerte con gas en alta temperatura (vapor, dióxido de carbono) o similares.

40 Otro sistema de la presente invención puede producir una gran cantidad de materiales de carbono tales como nanotubos de carbono y carbono activado a bajo coste mediante el tratamiento de activación del carbono inerte obtenido mediante producción en continuo.

45 Un método de reciclaje de acuerdo con la presente invención tiene una primera etapa de sustitución de la atmósfera en un recipiente que contiene un objeto a tratar, tal como residuos, con una atmósfera libre de oxígeno (por ejemplo, atmósfera de nitrógeno); una segunda etapa de calentamiento del objeto en el recipiente a una temperatura prescrita por un calentador incorporado dentro del recipiente mientras se mantiene la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente para liberar un gas prescrito a partir del objeto y guiado del gas liberado como un primer producto a un dispositivo exterior del recipiente mientras se mantiene el primer producto en un estado aislado del aire para obtener el primer producto en un estado fluido; y una tercera etapa de refrigeración del interior del recipiente a una temperatura inferior a una temperatura a la cual el carbono empieza a arder, mientras se mantiene continuamente la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente y se obtiene un residuo que permanece en el recipiente como un segundo producto. Referentemente, la segunda etapa se lleva a cabo dos o más veces; una temperatura de calentamiento del objeto en cada una de la pluralidad de segundas etapas se determina de manera que, una temperatura de calentamiento en una segunda etapa posterior es más alta que aquella en una segunda etapa precedente y además de acuerdo con un tipo de gas a liberar como el primer producto en esa etapa; y un camino de guiado y una destinación guiada para la adquisición del primer producto, se determinan independientemente para cada una de la pluralidad de segundas etapas. Por ejemplo, la segunda etapa lleva a cabo al menos alguna etapa de obtención de agua como el primer producto, una etapa de obtención de un fluido que contiene cloro como el primer producto, y una etapa de obtención de un gas macromolecular o un fluido producido a partir del gas macromolecular como el primer producto.

60 En las realizaciones preferentes de la invención, se utilizan varios tipos de tuberías de distribución para alimentar, guiar, y manipular el gas de cualquier otra forma. Por ejemplo, la primera etapa puede ser llevada a cabo con un primer dispositivo para alimentar al menos un gas reductor o un gas inerte, conectados al recipiente a través de una primera tubería de distribución; la segunda etapa puede ser llevada a cabo con el primer dispositivo conectado al recipiente a través de la primera tubería de distribución y un segundo dispositivo como un dispositivo exterior del

recipiente, conectado al recipiente a través de una segunda tubería de distribución; y el recipiente puede estar sellado cuando sea necesario desconectar la tubería de distribución entre el recipiente y el primer o segundo dispositivo a fin de moverse desde una etapa a la siguiente etapa. Y, como una de las configuraciones del sistema preferentes, se puede determinar un lugar o localización de puesta en práctica diferente para cada etapa, y una tubería de distribución, requerida para la puesta en práctica de cada etapa en las localizaciones individuales de puesta en práctica, extendida al lugar de puesta en práctica para así permitir un tratamiento simultáneo de una pluralidad de recipientes en un método de "línea de montaje" mediante el movimiento secuencial de los recipientes desde una etapa anterior a una etapa siguiente. Como otra configuración de sistema preferente, los lugares o localizaciones de puesta en práctica de las etapas individuales se determinan que sean un lugar común para permitir llevar a cabo al menos la primera y segunda etapas sin mover el recipiente, y todas las tuberías de distribución requeridas para la puesta en práctica de la primera y segunda etapas se extienden hasta el lugar pertinente. El sistema de reciclaje de acuerdo con la invención está preferentemente dotado con el primer dispositivo, el segundo dispositivo, la primera tubería de distribución y la segunda tubería de distribución.

El método de fabricación de un material de carbono para carbono inerte de acuerdo con la presente invención para el método de reciclaje descrito anteriormente, puede tener un compuesto macromolecular como el objeto y produce carbono inerte como el segundo producto.

En un método de fabricación de un material de carbono para nanotubos de carbono y carbono activado de acuerdo con la presente invención, el carbono activado obtenido puede activarse con vapor de alta temperatura o similar para obtener nanotubos de carbono y carbono activado.

El recipiente de acuerdo con la invención es un recipiente transportable dotado con un calentador. El recipiente utilizado para la puesta en práctica del método de reciclaje de la invención puede estar conformado para tener una abertura cubierta para cargar un objeto a tratar y extraer el segundo producto, una entrada a la cual está conectada la primera tubería de distribución y una salida a la cual está conectada la segunda tubería de distribución y puede estar dotado adicionalmente con estructuras de ayuda al transporte tales como ruedas, mangos, rodaduras o una superficie plana utilizada para mover el recipiente, y un calentador incorporado en el recipiente para calentar el objeto en el recipiente.

El método de reciclaje y el método de fabricación de material de carbono de la invención pueden estar provistos como un sistema de reciclaje y un sistema de fabricación de material de carbono similares.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista desde arriba conceptual, que muestra una estructura del sistema de reciclaje de acuerdo con una realización de la invención, y particularmente un esbozo de la línea de tratamiento y su equipamiento de contingencias;

La figura 2 muestra un diagrama esquemático de una disposición de conductos de la realización, y particularmente (A) es una vista desde arriba y (B) es una vista lateral;

La figura 3 es un diagrama que muestra una estructura de ejemplo del recipiente de la realización, y particularmente (A) es una vista desde arriba, (B) es una vista de sección vertical, (C) es una vista desde abajo, (D) es una vista desde arriba de la tapa, y (E) es una vista de sección ampliada de una porción en la cual se incorpora un calentador;

La figura 4 es un diagrama que muestra un método de extracción del recipiente, y particularmente (A) muestra un estado del recipiente en una línea de tratamiento, y (B) muestra el recipiente girado y listo para ser extraído; y

La figura 5 es un diagrama explicativo que muestra una estructura del sistema de fabricación del material de carbono de acuerdo con otro ejemplo de la invención, y particularmente una línea de tratamiento esquemático y su equipamiento de contingencias.

Realización preferida para llevar a cabo la invención

Se describirá una realización preferida de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Para claridad de la descripción, se describirán a continuación ejemplos para aplicar la presente invención al tratamiento de residuos. Los residuos que pueden ser tratados por el método y el sistema de la invención incluyen, por ejemplo, varios tipos de residuos industriales y generales, tales como caucho, vinilo, plástico, y otros compuestos macromoleculares de petróleo y con base de resina, residuos médicos, residuos agrícolas, restos del desmenuzado de coches, neumáticos (neumáticos de desecho, etc.), ordenadores, teléfonos móviles, compuestos de cloro, fangos y similares. Las características de la presente invención incluyen la capacidad de tratar residuos que contienen varios compuestos químicos; la capacidad de tratar casi todos los residuos sin clasificación; instalaciones apropiadas y ahorradoras de energía que pueden tratar varios tipos de residuos a bajo coste; sensiblemente sin emisión de dióxido de carbono, dioxinas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hollín, o metales pesados, y una amplia variedad de aplicaciones (distintas al tratamiento de residuos incluyendo, por ejemplo extracción general de sustancias no oxidadas, y similares.

El esbozo de una línea de tratamiento de ejemplo y de un equipamiento de contingencias del sistema de reciclaje de acuerdo con esta realización de la invención se muestra en la figura 1, el esbozo de una disposición de los conductos se muestra en la figura 2, un ejemplo de estructura de un recipiente se muestra en la figura 3, y un método de extracción del recipiente de la línea de tratamiento se muestra en la figura 4. Este sistema no comprende un horno, pero incluye un recipiente 18, que es transportable y está dotado con un calentador, como una unidad básica a lo largo de la línea de tratamiento.

El proceso de reciclaje realizado por el sistema de acuerdo con este ejemplo es un proceso para tratar múltiples recipientes 18 en paralelo al pasar los recipientes 18 en el orden de las etapas 1 a 6 como se muestra en la figura 1 y figura 2. Entre las etapas 1 a 6, la etapa 1 corresponde a la primera etapa descrita anteriormente, las etapas 2 a 5 corresponden a la segunda etapa descrita anteriormente, y la etapa 6 corresponde a la tercera etapa descrita anteriormente. Entre las tuberías de distribución en la disposición de tuberías 20 como se muestra en la figura 2; las tuberías de nitrógeno 21 corresponden a la primera tubería de distribución descrita anteriormente; y un conducto de oxígeno/humedad 22, un conducto de gas de cloro/heterogéneo 23, y unas tuberías de gas heterogéneo 24 correspondientes a la segunda tubería de distribución. Las tuberías de distribución están dispuestas independientemente de acuerdo con el tipo de gas tal que se puede llevar a cabo el suministro/recuperación de gas independientemente de acuerdo con el tipo de gas, y tal que el gas en cada tubería de distribución no entra en contacto con el aire exterior. En este ejemplo, los residuos que contienen agua, cloro, y compuestos macromoleculares distintos al carbono y metal, corresponden al objeto a tratar descrito anteriormente, un grupo de sustancias extraído a través de la tubería de distribución en las etapas 2 a 5 corresponde al primer producto descrito anteriormente, y un grupo de sustancias que permanece en el recipiente 18 después de que se haya completado la etapa 6 corresponde al segundo producto descrito anteriormente.

El recipiente 18 comprende un cuerpo de recipiente con una caja de base cilíndrica 181 y una tapa 182 como se muestra en la figura 3. Concretamente, la parte superior del cuerpo de recipiente 181 tiene una abertura para introducir los residuos objeto dentro del recipiente 18 y para extraer el segundo producto del recipiente 18. La tapa 182 también se utiliza para cerrar la abertura y dotar al recipiente 18 con un sello estanco al aire. Como se muestra en las figuras 3 (B) y 3 (C), las ruedas 183 están dispuestas como elementos de ayuda al transporte en la cara inferior del cuerpo de recipiente 181 para hacer al recipiente 18 transportable. Las ruedas 183 pueden usarse para mover el recipiente 18 a lo largo de una pista 19 mostrada en la figura 1 y la figura 2, para traer al recipiente 18 sobre la pista 19, y para sacar al recipiente 18 de la pista 19, y para extraer al recipiente 18 de la pista 19 mediante el giro parcial de la pista 19, en el caso de un fallo o similar como se muestra en la figura 4. Las ruedas 183 son, por supuesto, sólo un ejemplo de estructuras de ayuda al transporte que pueden estar provistas para facilitar el movimiento del recipiente 18. En otro ejemplo, pueden estar dispuestos mangos o rodaduras en lugar de o junto con las ruedas 183 para realizar la misma función. Cuando los mangos están montados en la parte superior o el lado del recipiente 18, el recipiente 18 puede izarse para transportarse mediante fuerza humana o de maquinaria, y cuando las rodaduras están formadas en la cara inferior del recipiente 18, el recipiente 18 puede ser elevado para transportarse mediante una carretilla elevadora o similar. El recipiente 18 puede estar configurado para tener una superficie inferior plana de manera que puede ser transportado por una cinta transportadora. En la práctica, el cuerpo de recipiente puede tener una forma distinta al tipo de caja de base cilíndrica adaptada a los residuos a tratar. Por ejemplo, el cuerpo de recipiente puede tener una forma de caja de base rectangular con una tapa de abertura lateral. El cuerpo de recipiente con una caja de base rectangular con una tapa de abertura lateral tiene la ventaja de que el recipiente puede introducirse con los residuos mediante el esfuerzo sobre los raíles del recipiente sin elevación.

Un calentador 185 está incorporado dentro de la pared lateral, la base, y un poste 184 instalado vertical sobre la base del cuerpo de recipiente 181. Un ejemplo de un calentador incorporado dentro de la pared lateral se muestra en la figura 3 (E). El cuerpo de recipiente 181 tiene una estructura en la cual el calentador 185, que puede ser, por ejemplo, un calentador cerámico de carbono por infrarrojos o un calentador con filamento de carbono, está montado en la superficie interior de un elemento metálico 186 hecho de acero o un metal similar. Una red de protección 187 evita que el calentador 185 caiga al presionar al calentador 185 contra la superficie interior del elemento metálico 186. La red de protección 187 puede evitar además que el calentador 185 se dañe por el contacto directo con el objeto. De manera adicional, un material aislante 189 está dispuesto entre la superficie exterior del elemento metálico 186 y un material exterior posicionado externamente 188. De este modo, debido a que puede evitarse que el calor salga del recipiente 18, para que el objeto se caliente eficazmente, la manipulación del recipiente 18 cuando se mueve desde una etapa a la siguiente etapa se simplifica. Además, una pluralidad de postes 184 puede estar provista en números y posiciones apropiados considerando el volumen del cuerpo de recipiente 181 y similares, para asegurar el calentamiento uniforme de todo el contenido del cuerpo de recipiente 181. El cableado para suministrar el calentador 185 con corriente eléctrica no se muestra porque el cableado apropiado puede ser diseñado por un ingeniero o un experto en la técnica de acuerdo con la divulgación de la presente solicitud. El calentador 185 no está limitado a configuraciones en las cuales esté dispuesto a lo largo de toda la superficie de la pared y la altura total. Por ejemplo, una línea límite superior de la cantidad llenada del objeto puede establecerse ligeramente por encima de la parte superior del poste 184 y ligeramente por debajo de la superficie inferior de la tapa 182, y el calentador 185 puede estar dispuesto justo debajo de la línea. En los dibujos, 18a indica un interruptor de corriente eléctrica

para el calentador 185, que puede estar, por ejemplo, incorporado dentro del cuerpo de recipiente 181 para activar el suministro de electricidad al calentador 185 cuando el recipiente 18 alcanza una posición prescrita en la pista 19.

La tapa 182 está unida a la abertura del cuerpo de recipiente 181 para separar el contenido del recipiente 18 del aire exterior mientras se llevan a cabo las etapas 1 a 6 mostradas en la figura 1 y figura 2. La tapa 182 está diseñada para tener unas dimensiones que coinciden con las dimensiones de la abertura del cuerpo de recipiente 181, de manera que el recipiente 18 tendrá un sello estanco al aire cuando la tapa 182 esté ajustada a la abertura superior del cuerpo de recipiente 181. Tal como se muestra en la figura 3 (D), un pequeño número (tres en el dibujo) de salientes están formados en el borde de la tapa 182 como piezas de fijación 18b para fijar la tapa 182 a la abertura del cuerpo de recipiente 181. Cuando la tapa esté instalada, las piezas de fijación 18b acoplan con los rebajes formados en la pared interna de la abertura del recipiente 181 para fijar la tapa 182 al cuerpo de recipiente 181, tal como se muestra en la figura 3 (B). Tal como se muestra en las figuras 3 (A) y (D), un pequeño número (dos en el dibujo) de mangos 18c están formados en la superficie superior de la tapa 182 de manera que la tapa 182 puede desmontarse del cuerpo de recipiente 181, o bien manualmente o mediante el uso de un dispositivo de ajuste de la tapa 7 de la figura 1.

En la tapa 182 también está formada una entrada 18d para introducir nitrógeno dentro del recipiente 18 cuando está en un estado sellado y una salida 18e para descargar gases descargados a partir del contenido durante el calentamiento, y la atmósfera expulsada del recipiente 18 estanco al aire mediante la introducción de nitrógeno. La entrada 18d y la salida 18e pueden estar formadas alternativamente en el cuerpo de recipiente 181. En las etapas 1 a 6, la primera y la segunda tuberías de distribución están respectivamente conectadas a la entrada 18d y la salida 18e. La entrada 18d y la salida 18e están dotadas con una tapa o válvula apropiadas (cada tubería de distribución está además dotada con una tapa o válvula de la misma manera), de manera que, cuando el recipiente 18 se mueve desde una etapa a la siguiente etapa, es posible mantener el recipiente 18 en un estado sellado incluso cuando las tuberías de distribución están desconectadas del recipiente 18, para evitar de ese modo que el aire entre en el recipiente 18 y evitar que gas, tal como cloro, se fugue del recipiente 18 cuando el recipiente 18 está separado de las tuberías de distribución. La tapa 182 puede además estar dotada con un generador de microondas que puede utilizarse para la deshidratación o similar de los residuos en bruto o similares en la etapa 2 y una sección auxiliar de montaje de máquinas 18f para montar varios tipos de máquinas eléctricas auxiliares. Unos sensores o sondas, tales como un sensor de temperatura y un sensor de presión, utilizados para controlar el calentamiento del calentador 185 y para controlar las etapas individuales, pueden incorporarse además dentro de la tapa 182 o las tuberías de distribución individuales. El cableado para controlar, tal como el cableado dentro y alrededor del recipiente 182 y además el cableado relativo a un panel eléctrico de control 8 que se describirá más adelante no se muestran. Dicho cableado puede estar diseñado por cualquier ingeniero o cualquier experto en la materia de acuerdo con la divulgación de la presente solicitud. La cara inferior de la tapa 182 está dotada con un filtro 18g para evitar que una materia innecesaria se adhiera a los sensores/sondas y que la materia innecesaria se descargue a través de la salida 18e o similar se muestran en la figura 3 (B).

El reciclaje mediante el calentamiento en una atmósfera libre de oxígeno se lleva a cabo en las etapas 1 a 6. La etapa 1 es una etapa para sustituir la atmósfera en el recipiente 18 con una atmósfera libre de oxígeno mediante la inyección de nitrógeno dentro del recipiente. Este proceso se lleva a cabo en un estado con el calentador 185 apagado, en otras palabras, en un estado en el que la temperatura dentro del recipiente 18 es una temperatura ambiente o una temperatura normal. En la etapa 1, el conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d del recipiente 18 estanco al aire en el cual se han situado los residuos, y el conducto de oxígeno/vapor 22 está conectado a la salida 18e, de manera que no hay conexión con el aire del exterior del recipiente 18. Un dispositivo generador de gas nitrógeno 9 es un dispositivo para generar nitrógeno bajo control por el panel eléctrico de control 8 y está dotado con un compresor 10 para comprimir el gas. El dispositivo generador de gas nitrógeno 9 extrae el nitrógeno del aire comprimido y lo entrega al conducto de nitrógeno 21. Naturalmente, se puede utilizar otro gas reductor o inerte en lugar de nitrógeno. Sin embargo, el nitrógeno es ventajoso porque puede ser producido a bajo coste mediante la extracción de la atmósfera, y porque provoca relativamente muy pocos daños. El nitrógeno entregado dentro del conducto de nitrógeno 21 entra en el recipiente 18 a través de la entrada 18d. El gas saliente, por ejemplo, el aire, contenido en el recipiente 18 se expulsa desde el recipiente 18 a través de la salida 18e y se entrega al conducto de oxígeno/vapor 22. La etapa 1 continúa hasta que la concentración de oxígeno en el recipiente 18 cae por debajo de una concentración prescrita, o hasta después de que transcurra una cantidad de tiempo suficiente para llevar a cabo dicha bajada en la concentración de oxígeno. Después de que la etapa 1 se haya completado, el conducto de nitrógeno 21 se separa de la entrada 18d, y el conducto de oxígeno/vapor 22 se separa de la salida 18e. La entrada 18d y la salida 18e están cerradas para mantener el estado estanco al aire del recipiente 18, como se describe anteriormente, hasta que se conectan de nuevo a las tuberías de distribución en la etapa 2. El mismo proceso también se aplica cuando el contenedor se mueve entre otras etapas.

Antes de que se inicie la inyección de nitrógeno, es necesario introducir los residuos objeto dentro del cuerpo de recipiente 181, colocar el recipiente 18 sobre la pista 19 de manera que pueda ser movido en la posición de puesta en práctica de la etapa 1, y sellar el recipiente 18 al ajustar la tapa 182 a la abertura del cuerpo de recipiente 181. El orden y los detalles de las operaciones pueden determinarse como se requiera. Por ejemplo, puede llevarse a cabo un procedimiento en el cual un recipiente 18 vacío que está cubierto con la tapa 182 se trae, la tapa 182 se extrae

para llenar el recipiente, y la tapa 182 se sustituye a continuación. Alternativamente, puede emplearse un procedimiento en el cual el cuerpo de recipiente 181 primero esté desprovisto de la tapa 182, y el recipiente se selle con la tapa 182 después de que el recipiente se ha llenado con residuos. Todavía alternativamente, también se puede utilizar el cuerpo de recipiente 181 ya lleno con residuos, que puede estar provisto tal que sólo se requiera la instalación de la tapa 182. Las operaciones para llenar el recipiente y sellarlo con la tapa 182 pueden llevarse a cabo en una atmósfera ordinaria, o puede también emplearse un método mediante el cual el aire se descarga del recipiente 18 para despresurizarlo y el nitrógeno se introduce dentro del recipiente 18. El dispositivo de ajuste de la tapa 7 de la figura 1 es un dispositivo para unir y extraer la tapa 182 sobre la pista 19 en respuesta a una operación. Es deseable proporcionar una máquina aplastante o similar (no mostrada) para utilizar cuando los residuos objeto son excesivamente grandes en comparación con el tamaño del recipiente 18.

El recipiente 18 que tiene su atmósfera interior sustituida en la etapa 1 con la atmósfera libre de oxígeno, se mueve a la posición de puesta en práctica de la etapa 2. En la etapa 2, el conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d, el conducto de oxígeno/vapor 22 está conectado a la salida 18e, y se enciende el calentador 185. El suministro de electricidad al calentador 185 en la etapa 2 está controlado para así proporcionar una temperatura de 150 °C durante un periodo de tiempo suficiente para completar sensiblemente la extracción del contenido de agua de los residuos. Este control puede hacerse autónomamente en el recipiente 18 mientras recibe el retorno del sensor de temperatura dentro del recipiente 18, o mientras se observa secuencialmente la salida del sensor de temperatura mediante el panel eléctrico de control 8. En la etapa anterior, el objeto es calentado hasta el punto de ebullición del agua en el recipiente 18 para vaporizar el contenido en agua de los residuos. Un generador de microondas puede incorporarse dentro de la sección auxiliar de montaje de máquinas 18f para utilizar conjuntamente con el calentador 185 para así facilitar la vaporización del agua. El contenido de agua vaporizada, a saber vapor de agua liberado del objeto, se expulsa al conducto de oxígeno/vapor 22 mientras la presión interior del recipiente 18 aumenta con la vaporización o mientras el nitrógeno se introduce a través del conducto de nitrógeno 21. Por lo tanto, un gas que contiene el contenido en agua, oxígeno, nitrógeno y similar se entrega al conducto de oxígeno/vapor 22. Este gas tiene los mismos componentes que la atmósfera normal, pero con la proporción de nitrógeno aumentado y un contenido de agua aumentado. Como tal, la emisión a la atmósfera de este gas sin tratar no tiene efectos negativos sobre el medio ambiente. Sin embargo, debido a que el gas recuperado contiene componentes reciclables así como calor utilizables, es preferible recuperar y refrigerar el gas enviado al conducto de oxígeno 22 para reutilizar, utilizando, por ejemplo, un dispositivo refrigerador de gas 11 utilizado como intercambiador de calor. En la figura 1, la referencia 12 es un depósito de agua que pertenece al intercambiador de calor, y la 13 es una torre de refrigeración.

Después de que el interior del recipiente 18 se seca en la etapa 2, el proceso se mueve a la etapa 3 para liberar cloro para extracción. Primero, el recipiente 18 se mueve a la posición de puesta en marcha de la etapa 3, el conducto de nitrógeno 21 se conecta a la entrada 18d, y el conducto de gas de cloro/heterogéneo 23 está conectado a la salida 18e. En la etapa 3, la temperatura de calentamiento está controlada en una temperatura de aproximadamente 200 °C a 350 °C, la temperatura a la cual el cloro se evapora y se libera del objeto pero el gas macromolecular no se descompone por el calor, utilizando el calentador 185, y esta temperatura se mantiene hasta que todo o sensiblemente todo el cloro ha sido extraído. Debido a que el recipiente 18 tiene una atmósfera libre de oxígeno y no hay combustión interna, y el conducto de gas de cloro/heterogéneo 23 no está abierto a la atmósfera, no se producen las perjudiciales dioxinas y similares a partir del cloro liberado. Un gas que contiene cloro y varios gases heterogéneos liberados a partir de los residuos, se entrega al conducto de gas de cloro/heterogéneo 23 y se recupera y refrigera por el dispositivo refrigerador de gas 11. El líquido resultante (por ejemplo, agua ion cloro) puede almacenarse en un depósito de líquido 11a. El gas que podría no licuarse por el dispositivo refrigerador de gas 11, se neutraliza mediante, por ejemplo, un desmineralizador 11b utilizando hidróxido de sodio para así convertirse en un líquido que contenga principalmente agua con sal. Una pequeña cantidad de gas (por ejemplo, gas con base etanol que existe normalmente en el mundo natural) se vuelve inofensiva por medio de una máquina neutralizadora utilizando cal apagada o similar. Un dispositivo para separar componentes de acuerdo con diferencias de masa puede utilizarse además como el desmineralizador. Un gas que haya pasado a través del desmineralizador 11b, por ejemplo, gas heterogéneo, puede comprimirse utilizando, por ejemplo, un compresor 14, y almacenarse en un cilindro 15. El gas heterogéneo no contiene cloro, y no se producirán dioxinas, incluso si el gas se ha quemado por un quemador o similar.

La etapa 3 es seguida por la etapa 4 para extraer compuestos macromoleculares en base hidrocarburo mediante la vaporización y liberación. El conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d del recipiente 18 que se mueve a la posición de puesta en marcha de la etapa 4 y la tubería de gas heterogéneo 24 está conectada a la salida 18e. Utilizando el calentador 185, la temperatura dentro del recipiente está controlada a una temperatura a la cual los gases macromoleculares componentes se liberan a partir del objeto, concretamente aproximadamente de 350 °C a 450 °C, y esta temperatura se mantiene lo suficiente para la extracción sensiblemente completa del gas macromolecular. Debido a que el recipiente 18 tiene una atmósfera libre de oxígeno y no hay combustión interna en él, y la tubería de gas heterogéneo 24 no está abierta a la atmósfera, no se generan dióxido de carbono, etc. a partir del gas macromolecular liberado. El gas que contiene el gas macromolecular liberado a partir del objeto además del nitrógeno se entrega dentro de la tubería de gas heterogéneo 24 y se recupera por el dispositivo refrigerador de gas 11. El dispositivo refrigerador de gas 11 refrigera el gas recuperado independientemente del gas recuperado en otras etapas para obtener nafta, que es equivalente a fuel-oil pesado A.

La etapa 4 es seguida por la etapa 5 para adherir carbono. El conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d del recipiente 18 que se mueve hacia la posición de la puesta en marcha de la etapa 5 y la tubería de gas heterogéneo 24 está conectada a la salida 18e. Utilizando el calentador 185, la temperatura se mantiene a aproximadamente 450 °C durante un periodo de tiempo suficiente para la adhesión de carbono. Aquí, el dióxido de carbono y similares no se producen por la misma razón que en la descripción anterior en relación con la etapa 4. El gas macromolecular recuperado en esta etapa se trata de la misma manera que el gas macromolecular recuperado en la etapa 4.

La etapa 5 es seguida por la etapa 6 para refrigerar el producto restante en el recipiente 18 después del tratamiento. Un conducto de nitrógeno 21 desde una máquina de transporte de nitrógeno 16, está conectado con la entrada 18d del recipiente 18 que se mueve hacia la posición de la puesta en marcha de la etapa 6, el conducto de nitrógeno 21 desde un depósito de nitrógeno líquido refrigerante 17 está conectado a la salida 18e, y el calentador 185 se apaga. Mientras se refrigera el sellado estanco al aire y la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente 18, el interior del recipiente se refrigera hasta una temperatura inferior a la temperatura a la cual el carbono em pieza a arder, introduciendo gas nitrógeno a baja temperatura desde el depósito de nitrógeno líquido refrigerante 17. Cuando la temperatura dentro del recipiente ha sido refrigerado hasta, por ejemplo, aproximadamente de 50 °C a 100 °C, el carbono en el recipiente no se oxida rápidamente, incluso cuando la tapa 182 se abre para exponer los contenidos a la atmósfera. Debido a que los residuos objeto no están expuestos a una temperatura alta a la cual las propiedades del metal cambian en cualquiera de las etapas de 1 a 6, el producto que permanece en el recipiente 18 cuando la etapa 6 se completa, contiene carbono que no se oxida y metal con propiedades invariadas y pueden por lo tanto ser reutilizados en su forma en ese momento o reciclados por un tratamiento adicional relativamente simple. También es posible separar y extraer metal deseado a partir del producto que permanece en el recipiente utilizando diferencias de masa para clasificar los materiales. El nitrógeno utilizado en esta etapa puede además transportarse por la máquina de transporte de nitrógeno 16 para reutilizar, al dispositivo refrigerador de gas 11 a través de un conducto de reciclaje de nitrógeno 25. Puede introducirse gas nitrógeno a partir del dispositivo generador de gas nitrógeno 9, que puede sustituir la utilización de nitrógeno líquido. De otra manera, el recipiente 18 puede mantenerse sellado en un estado estanco al aire. El interior del recipiente 18 puede ser refrigerado simplemente al dejarlo durante suficiente tiempo. La exposición a temperatura normal es preferible para reducir la tensión térmica aplicada al recipiente 18.

Como se describe anteriormente, de acuerdo con la realización preferida de la invención, el tratamiento se realiza mediante un proceso de descomposición térmica que no implica combustión, de manera que se puede obtener carbono reutilizable al final de la etapa 6 sin producir dióxido de carbono u óxidos de azufre. Además, debido a que el calentamiento se realiza en una atmósfera libre de oxígeno y la temperatura en el recipiente 18 no sube más allá de aproximadamente 450 °C, los componentes metálicos en los residuos objeto no se oxidan ni se alteran sus propiedades. Estos metales permanecen en el recipiente 18 en un estado reutilizable, y no disipan metales pesados. Además, no se producen dioxinas porque los residuos objeto se exponen a temperaturas suficientemente altas para liberar cloro y compuestos macromoleculares. De acuerdo con los resultados medidos de los residuos objeto a los cuales se aplicó la presente invención, la cantidad de dioxinas residuales fue de  $10^{-3}$  ng-TEQ/g (TEQ: cantidad equivalente de toxicidad) o inferior, una cantidad que es sensiblemente igual a cero. Debido a que la temperatura en el recipiente 18 sube simplemente a aproximadamente 450 °C, no se producen óxidos de nitrógeno, con independencia de que el calentamiento en la atmósfera que contiene principalmente nitrógeno. No se emite hollín porque el objeto en el recipiente no arde ni se agita, y los gases tales como cloro, compuestos macromoleculares, y similares producidos en el proceso de tratamiento pueden licuarse mediante el dispositivo refrigerador de gas 11 para el reciclaje. La mayoría de residuos objeto se reciclan, y la corrección en la eliminación o similar de los residuos puede ser sensiblemente eliminada.

Además, debido a que el recipiente 18 que tiene el calentador 185 es transportable, no es necesario instalar, mantener, o hacer servir un horno, y la energía requerida para el tratamiento se reduce. Como resultado, efectos ventajosos tales como reducciones en la escala de equipamiento, requisitos de espacio para la instalación, costes, y mano de obra, pueden ser obtenidos simultáneamente con mejoras en la eficacia de reciclaje. Por ejemplo, cuando el sistema está configurado utilizando los recipientes 18 que tienen un diámetro interior de aproximadamente 500 mm, la cantidad de espacio requerido es sólo de aproximadamente 6 m x 2m, incluso cuando se establece un intervalo relativamente grande entre los recipientes adyacentes. Cuando los recipientes 18 tienen dichas dimensiones, se puede utilizar un calentador 185 de relativamente poca energía para calentar los residuos objeto hasta las temperaturas objetivo.

En una realización preferida de la presente invención, la localización de la puesta en práctica está dividida en áreas para etapas individuales, y las tuberías de distribución están dispuestas independientemente para los lugares de las puestas en práctica individuales como se muestra en la figura 1 y la figura 2. De este modo el número de aberturas de conexión para tuberías de distribución (la entrada 18d y la salida 18e en la descripción anterior) formadas en el recipiente 18 puede reducirse, y el recipiente 18 puede estar configurado para ser compacto, simple y de bajo coste. Debido a que el recipiente 18 se mueve desde la localización de una etapa a otra, como en una línea de montaje, para realizar una serie de etapas, una pluralidad de recipientes 18 pueden ser tratados simultáneamente, y la eficacia del tratamiento de residuos puede aumentar.

Alternativamente, la presente invención puede realizarse mediante la determinación de una localización común para la puesta en práctica de la primera y segunda etapas. Esto hace posible conducir las etapas individuales sin mover el recipiente, y todas las tuberías de distribución requeridas para la primera y segunda etapas pueden estar dispuestas en una localización. En una realización preferida de la presente invención, es necesario medir un número de variables, que complican la configuración del recipiente y la disposición de las tuberías de distribución y los conductos. Pueden estar dispuestos múltiples aberturas de conexión de tuberías de distribución en el recipiente de manera se utilizan diferentes aberturas para cada etapa o cada tipo de gas, o puede estar formada una válvula en el lado de la disposición de conductos de manera que se pueda utilizar en común una tubería de distribución, en múltiples etapas. Esta configuración conlleva ventajas adicionales por el hecho de que no es necesario mover el recipiente, el espacio ocupado por la línea de tratamiento puede reducirse, y similares. En cualquier caso, se ha de entender que las configuraciones del sistema mostradas en la figura 1 y en la figura 2 y la estructura de recipiente mostrada en la figura 3 pueden modificarse de varias maneras sin que afecte a las ventajas básicas de la invención, y dichas varias modificaciones están incluidas en el ámbito de la presente invención.

A continuación, se describirá un método para producir carbono inerte a partir de neumáticos de desecho, caucho, vinilo, plástico, y otros compuestos macromoleculares de petróleo y con base de resina, y un método para producir nanotubos de carbono y carbono activado, mediante el tratamiento adicional del carbono inerte obtenido, utilizando todo el sistema de fabricación de material de carbono de la presente invención. La figura 5 es una vista explicativa que muestra una configuración de un sistema de fabricación de material de carbono de acuerdo con un ejemplo de la realización de la invención, y particularmente el esbozo de un tratamiento y su equipamiento de contingencias. Cada una de las etapas de 1 a 6 se realiza sensiblemente de la misma manera que las etapas mostradas en la figura 1 y figura 2, y los mismos números de referencia se proporcionan a los componentes de la figura 5 que son idénticos a aquellos mostrados en la figuras 1 a figura 3.

Primero, un compuesto macromolecular que es un objeto 27 a tratar, se coloca sobre una cinta transportadora y se transporta a un dispositivo de llenado de recipiente 29. El dispositivo de llenado de recipiente 29 abre un recipiente con una caja de base cuadrada 18 con una tapa de abertura lateral para introducir el objeto dentro de él y cierra la tapa para sellar el recipiente 18. El recipiente 18 es del tipo con una tapa de abertura lateral para permitir la introducción y descarga del objeto 27 desde el lado del recipiente. Otras configuraciones para formar la entrada de gas nitrógeno 18d y la salida de gas 18e en la parte superior y tener el calentador 185 incorporado en la pared interior, son las mismas que aquéllas del recipiente con base cilíndrica 181 descrito anteriormente. El recipiente 18 en el cual el objeto 27 se mueve a la primera etapa a lo largo de la pista 19 para transportar el recipiente 18.

En la etapa 1, el interior del recipiente 18 se llena con atmósfera de nitrógeno. Aquí, el conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d, y el conducto de oxígeno/vapor 22 está conectado a la salida 18e. El nitrógeno del dispositivo generador de gas nitrógeno 9 se introduce dentro del recipiente 18 a través de la entrada 18d vía el conducto de nitrógeno 21. Cuando el nitrógeno se introduce dentro del recipiente 18, se descarga aire (nitrógeno) al conducto de oxígeno/humedad 22 a través de la salida 18e. De este modo, se extrae el oxígeno, y el recipiente 18 se llena con una atmósfera libre de oxígeno.

El recipiente 18 llenado con la atmósfera de nitrógeno se mueve a una segunda etapa para el secado. En la segunda etapa, el conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d, y el conducto de oxígeno/humedad 22 está conectado a la salida 18e. Mientras se preserva la atmósfera de nitrógeno, el calentador 185 incorporado se enciende para calentar el contenido del recipiente a aproximadamente 150 °C. Esta temperatura se mantiene hasta que el interior del recipiente y el objeto 27 se seca.

El recipiente 18, el contenido del cual se secó en la etapa 2, se mueve a continuación a la etapa 3 para liberar y extraer cloro, y a la etapa 4 para liberar y extraer un compuesto macromolecular. Esto se consigue al mover el recipiente 18 a las localizaciones de la puesta en marcha de las etapas 3 y 4, donde el conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d y el conducto de gas de cloro/heterogéneo 23 está conectado a la salida 18e. Para la conmutación entre las etapas 3 y 4, el recipiente 18 puede moverse, pero en el presente ejemplo las operaciones de ambas etapas se realizan en la misma localización. De este modo, la operación de mover al recipiente entre las etapas 3 y 4 puede omitirse.

En la etapa 3 el calentador se controla para mantener una temperatura de calentamiento en un intervalo de entre 200 °C a 350 °C a fin de que el cloro se vaporice y libere desde el objeto, pero ese gas macromolecular no se descompone por el calor. Esta temperatura se mantiene durante un periodo de tiempo suficiente para completar sensiblemente la extracción de cloro. No se producen dioxinas a partir del cloro liberado porque el recipiente 18 tiene una atmósfera libre de oxígeno, no hay combustión, y el conducto de gas de cloro/heterogéneo 23 no se abre a la atmósfera.

La etapa 3 se guía por la etapa 4. El control se realiza tal que el conducto de nitrógeno 21 se mantiene conectado a la entrada 18d del recipiente 18 y el conducto de gas heterogéneo 24 se mantiene conectado a la salida 18e como en la etapa 3, la temperatura de calentamiento por el calentador 185 es una temperatura, concretamente

de 350 °C a 450 °C, a la cual se liberan gases macromoleculares del objeto, y la temperatura se mantiene durante un tiempo suficiente para completar esencialmente la extracción de los gases macromoleculares. El dióxido de carbono o similar no se produce a partir de los gases macromoleculares liberados, porque el recipiente 18 tiene una atmósfera libre de oxígeno, no se genera combustión, y el conducto de gas heterogéneo 24 no se abre a la atmósfera.

Las etapas 3 y 4 son seguidas por la etapa 5 para adherir carbono. El conducto de nitrógeno 21 está conectado a la entrada 18d del recipiente 18 que se mueve al sitio de puesta en marcha de la etapa 5, y el conducto de gas heterogéneo 24 está conectado a la salida 18e. El calentador 185 está controlado de manera que la temperatura se mantiene dentro de un intervalo de 450 °C a 500 °C durante un periodo de tiempo suficiente para adherir carbono. En dicha temperatura, el objeto 27 tiene una relación alta de adhesión de carbono para proporcionar carbono inerte de calidad superior. Si la temperatura sube más allá de ese nivel, el carbono tendrá un volumen pequeño y puede volverse rígido. Debido a que este sistema funciona en una atmósfera de nitrógeno o atmósfera libre de oxígeno, el carbono inerte puede obtenerse eficazmente sin una etapa intermedia de carbono activado como un material de carbono.

La etapa 5 es seguida por la etapa 6 para refrigerar el producto restante en el recipiente 18. El calentador 185 se apaga. En la etapa 6, el recipiente 18 se mantiene en un estado aislado del aire y tiene la atmósfera libre de oxígeno dentro de él, y un gas nitrógeno a baja temperatura se introduce desde un depósito de nitrógeno líquido refrigerante (no mostrado) para refrigerar el recipiente a una temperatura inferior a aquella a la cual arde el carbono. De este modo, cuando el recipiente 18 se refrigera hasta, aproximadamente 50 °C a 100 °C, la tapa del recipiente 18 puede abrirse sin oxidar el carbono del recipiente 18. Mediante la refrigeración tal como se describe anteriormente, se obtiene carbono inerte (segundo producto) 33 como un residuo del objeto 27.

El recipiente 18 que contiene el carbono inerte 33 se mueve hasta un dispositivo de adquisición 31. El dispositivo de adquisición 31 abre la tapa del recipiente 18, recupera el carbono inerte 33, que es un residuo del objeto 27, desde dentro del recipiente interior, y coloca el carbono inerte 33 obtenido sobre la cinta transportadora en la salida. El recipiente 18, que ahora está vacío porque el carbono inerte 33 se extrajo, se coloca sobre la pista 19 y se mueve de nuevo al dispositivo de llenado de recipiente 29 para permitir la introducción de un objeto 27 nuevo. El recipiente 18 cargado repite las etapas descritas anteriormente y se rellena con un objeto mediante el dispositivo de llenado de recipiente 29. De este modo, se puede producir una gran cantidad de carbono inerte 33 directamente y económicamente a partir del material objetivo, sin carbono activado, mediante la producción continua basada en la operación en flujo de recipientes.

El carbono inerte obtenido puede ser tratado mediante un dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35 para producir carbono activado, nanotubos de carbono, y otros varios materiales de carbono. Por ejemplo, puede utilizarse un dispositivo de tratamiento de activación como el dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35 para tratar el carbono activado. El carbono inerte 33 extraído del dispositivo de adquisición 31 por la cinta transportadora se transporta hacia dentro del dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35. El carbono inerte 33 situado en el dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35 puede ser activado con gas de vapor de alta temperatura para obtener carbono activado. Mientras tanto, se utiliza un dispositivo de fabricación de nanotubos de carbono como el dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35 para producir nanotubos de carbono como un material de carbono. El dispositivo de fabricación puede ser un dispositivo capaz de producir nanotubos de carbono a partir de carbono inerte, por ejemplo, un dispositivo que utiliza un método de descarga en arco, un método de vaporización por láser, un método de activación por vapor o similar, pero dicho dispositivo no es exclusivo. Por ejemplo, se describirá un método para producir nanotubos de carbono utilizando un dispositivo de fabricación de nanotubos de carbono utilizando un método de descarga en arco como el dispositivo de tratamiento de carbono inerte. El interior del dispositivo de fabricación de nanotubos de carbono se llena con un gas inerte, preferentemente helio. Aquí, el carbono inerte 33 extraído por la cinta transportadora desde el dispositivo de adquisición 31 de la figura 5 se transporta adentro del dispositivo de fabricación de nanotubos de carbono utilizado como el dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35. El carbono inerte 33 se establece como el ánodo en el dispositivo de fabricación de nanotubos de carbono. Después del establecimiento, una corriente de aproximadamente 100 A que pasa entre el carbono inerte 3 y el cátodo para provocar una descarga en arco. El carbono inerte 33 como el ánodo, se evapora como vapor de carbono por la descarga en arco. El vapor de carbono se condensa directamente en el extremo principal del cátodo para convertirse en nanotubos de carbono. De este modo, se producen nanotubos de carbono. Los nanotubos de carbono producidos son normalmente nanotubos de carbono multicapa, pero también es posible producir nanotubos de carbono de una sola capa mediante la inclusión de metales catalíticos (por ejemplo, Fe, Ni, Co, Y o La y sus aleaciones) en el carbono inerte 33 establecido como el ánodo.

Como se describe anteriormente, se puede producir una gran cantidad de carbono inerte 33 a un bajo coste a partir del objeto 27 mediante producción en continuo basada en la capacidad de la operación en flujo de recipientes que es una característica de la invención. Por lo tanto, la incorporación del dispositivo de tratamiento de carbono inerte 35 dentro de la presente invención permite la producción de bajo coste de grandes cantidades de carbono activado o nanotubos de carbono de alta calidad.

Aplicabilidad industrial

5 El método y el sistema de reciclaje de acuerdo con la presente invención pueden realizar eficazmente el reciclaje a bajo coste de residuos tales como compuestos macromoleculares utilizando equipamiento a pequeña escala y sin generar residuos innecesarios o tóxicos. En otras palabras, la producción de dióxido de carbono, dióxidos, o compuestos oxidados durante el tratamiento puede evitarse, como puede hacerlo la correspondiente contaminación ambiental (aire, suelo, agua, etc.). De este modo, la presente realización puede realizar contribuciones a la sociedad y al medio ambiente además de una aplicabilidad industrial.

10 El método y el sistema de fabricación de material de carbono de la invención pueden reciclar compuestos macromoleculares para producir eficazmente carbono inerte a partir de compuestos macromoleculares.

15 El método y el sistema de fabricación de material de carbono de la presente invención pueden reciclar compuestos macromoleculares para producir carbono inerte y pueden además producir a partir del carbono inerte producido materiales de carbono útiles tales como nanotubos de carbono y carbono activado en una gran cantidad a un bajo coste mediante producción en continuo. La creación de una nueva industria puede esperarse en base a la productividad anterior a gran escala y bajo coste. El uso de nanotubos de carbono, que hasta ahora eran caros y no se usaban comúnmente en artículos, puede favorecerse, y sus propiedades físicas tales como peso ligero y su alta resistencia pueden utilizarse fácilmente para producir y mejorar esos artículos.

20 Además, el recipiente de la invención se manipula fácilmente cuando se utiliza para o bien el método y sistema de reciclaje o bien para el método y sistema de fabricación de material de carbono descritos anteriormente.

25

## REIVINDICACIONES

## 1. Método de reciclaje, que comprende:

5 una primera etapa de sustitución de la atmósfera en un recipiente (18) que contiene un objeto a tratar con un atmósfera libre de oxígeno;  
 una segunda etapa de calentamiento del objeto en el recipiente a una temperatura prescrita utilizando un calentador (185) preinstalado en el recipiente mientras se mantiene la atmósfera libre de oxígeno en el  
 10 recipiente a fin de liberar un gas específico a partir del objeto, y guiado del gas liberado como un primer producto a un dispositivo exterior del recipiente mientras se mantiene el primer producto en un estado aislado del aire para obtener el primer producto en un estado fluido; y  
 una tercera etapa de refrigeración del interior del recipiente a una temperatura inferior a la temperatura a la cual el carbono arderá mientras se mantiene continuamente la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente y se  
 15 obtiene un residuo que permanece en el recipiente como un segundo producto.

## 2. Método de reciclaje según la reivindicación 1, en el que:

la segunda etapa se lleva a cabo dos o más veces;  
 una temperatura de calentamiento del objeto en cada una de la pluralidad de segundas etapas se determina  
 20 de manera que la temperatura de calentamiento en una etapa posterior es más alta que aquella en la segunda etapa precedente y de acuerdo con el gas a liberarse como el primer producto en esa etapa; y  
 un camino de guiado y una destinación guiada para la adquisición del primer producto, se determinan independientemente para cada una de la pluralidad de segundas etapas.

25 3. Método de reciclaje según la reivindicación 1, en el que la segunda etapa es cualquiera de una etapa de obtención de agua como el primer producto, una etapa de obtención de un fluido que contiene cloro como el primer producto, y una etapa de obtención de un gas macromolecular o un fluido producido a partir del gas macromolecular como el primer producto.

## 30 4. Método de reciclaje según la reivindicación 1, en el que:

la primera etapa se lleva a cabo con un primer dispositivo para alimentar al menos un gas reductor o un gas inerte, conectados al recipiente a través de una primera tubería de distribución;  
 35 la segunda etapa se lleva a cabo con el primer dispositivo conectado al recipiente a través de la primera tubería de distribución y un segundo dispositivo como el dispositivo exterior del recipiente conectado al recipiente a través de una segunda tubería de distribución; y  
 el recipiente está situado en un estado sellado cuando sea necesario desconectar la tubería de distribución entre el recipiente y el primer o segundo dispositivo a fin de mover el recipiente desde una etapa a la siguiente etapa.

40 5. Método de reciclaje según la reivindicación 4, en el que se determina una localización de puesta en práctica diferente para cada etapa, y una tubería de distribución requerida para la puesta en práctica de cada etapa en las localizaciones individuales de puesta en práctica, se extiende a la localización de puesta en práctica para así permitir un tratamiento simultáneo de una pluralidad de recipientes en un método de línea de montaje mediante el  
 45 movimiento secuencial de los recipientes desde una etapa a una etapa siguiente.

6. Método de reciclaje según la reivindicación 4, en el que las localizaciones de puesta en práctica de al menos la primera y la segunda etapas están diseñadas para que sean una localización común para permitir la realización de  
 50 al menos la primera y segunda etapas sin mover el recipiente, y todas las tuberías de distribución requeridas para la primera y segunda etapas se extienden hasta dicha localización común.

## 7. Sistema de reciclaje, que comprende:

55 medios de conversión para sustituir la atmósfera en un recipiente que contiene un objeto a tratar con una atmósfera libre de oxígeno; medios de obtención de un primer producto para calentar el objeto en el recipiente a una temperatura prescrita utilizando un calentador instalado en el recipiente mientras se mantiene la atmósfera libre de oxígeno en el  
 recipiente a fin de liberar un gas prescrito a partir del objeto y para guiar el gas liberado como un primer  
 60 producto a un dispositivo exterior del recipiente mientras se mantiene el gas liberado en un estado aislado del aire a fin de obtener el primer producto en un estado fluido; y  
 medios de obtención de un segundo producto para refrigerar el interior del recipiente a una temperatura inferior que la temperatura a la cual el carbono arderá mientras se mantiene continuamente la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente y se obtiene un residuo que permanece en el recipiente como un segundo producto.

8. Sistema de reciclaje según la reivindicación 7, en el que:

5 los medios de conversión son medios para convertir la atmósfera en el recipiente en una atmósfera libre de oxígeno utilizando un primer dispositivo para alimentar al menos un gas reductor o un gas inerte conectado a un recipiente a través de una primera tubería de distribución; los medios de obtención de un primer producto son  
medios para obtener el primer producto mediante el segundo dispositivo, con el primer dispositivo conectado al  
recipiente a través de la primera tubería de distribución y un segundo dispositivo como el dispositivo exterior del  
recipiente conectado al recipiente a través de una segunda tubería de distribución; y  
10 el recipiente está situado en un estado sellado cuando la tubería de distribución entre el recipiente y el primer o segundo dispositivo está desconectada.

9. Método de fabricación de material de carbono, que comprende:

15 una primera etapa de sustitución de la atmósfera en un recipiente que contiene un compuesto macromolecular con una atmósfera libre de oxígeno;  
una segunda etapa de calentamiento de un objeto a tratar en el recipiente a una temperatura prescrita utilizando un calentador instalado en el recipiente mientras se mantiene la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente a fin de liberar un gas prescrito a partir del objeto y guiado del gas liberado como un primer producto a un dispositivo exterior del recipiente mientras se mantiene el gas liberado en un estado aislado del aire a fin de obtener el  
20 primer producto en un estado fluido; y  
una tercera etapa de refrigeración del interior del recipiente a una temperatura inferior a la temperatura a la cual el carbono arderá mientras se mantiene continuamente la atmósfera libre de oxígeno en el recipiente y se obtiene carbono inerte como un segundo producto que es un residuo que permanece en el recipiente.

25 10. Método de fabricación de material de carbono según la reivindicación 9, en el que se producen nanotubos de carbono a partir del carbono inerte obtenido en la tercera etapa.

30 11. Método de fabricación de material de carbono según la reivindicación 9, en el que se produce carbono activado a partir del carbono inerte obtenido en la tercera etapa.

12. Recipiente utilizado para llevar a cabo un método de reciclaje, en el que:  
el recipiente está formado para tener una abertura cubierta a través de la cual puede introducirse un objeto a tratar y a través de la cual puede recuperarse un segundo producto, una entrada a la cual está conectada una primera tubería de distribución y una salida a la cual está conectada una segunda tubería de distribución y está dotada  
35 adicionalmente con:  
una estructura de ayuda al transporte para utilizar cuando se mueve el recipiente, y  
un calentador instalado dentro del recipiente para calentar el objeto en el recipiente.

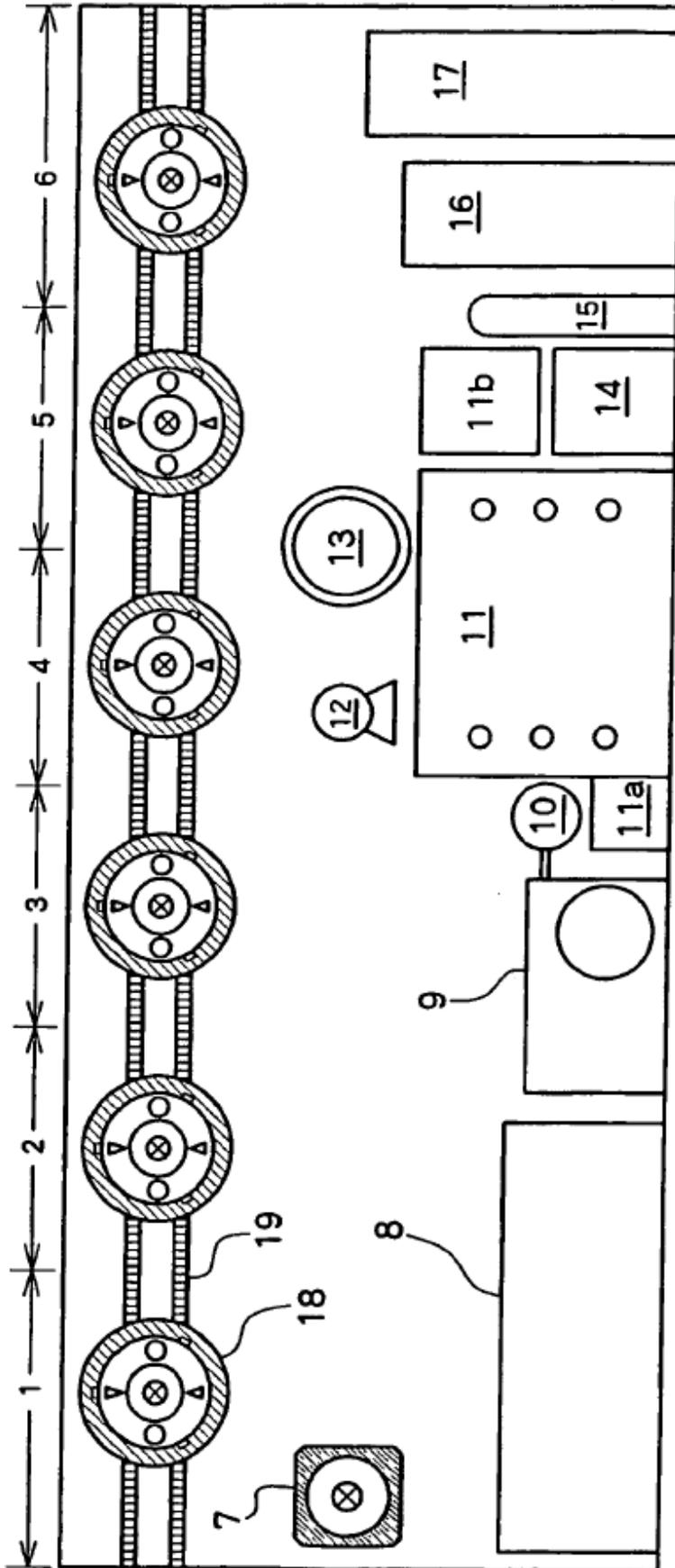


Fig. 1

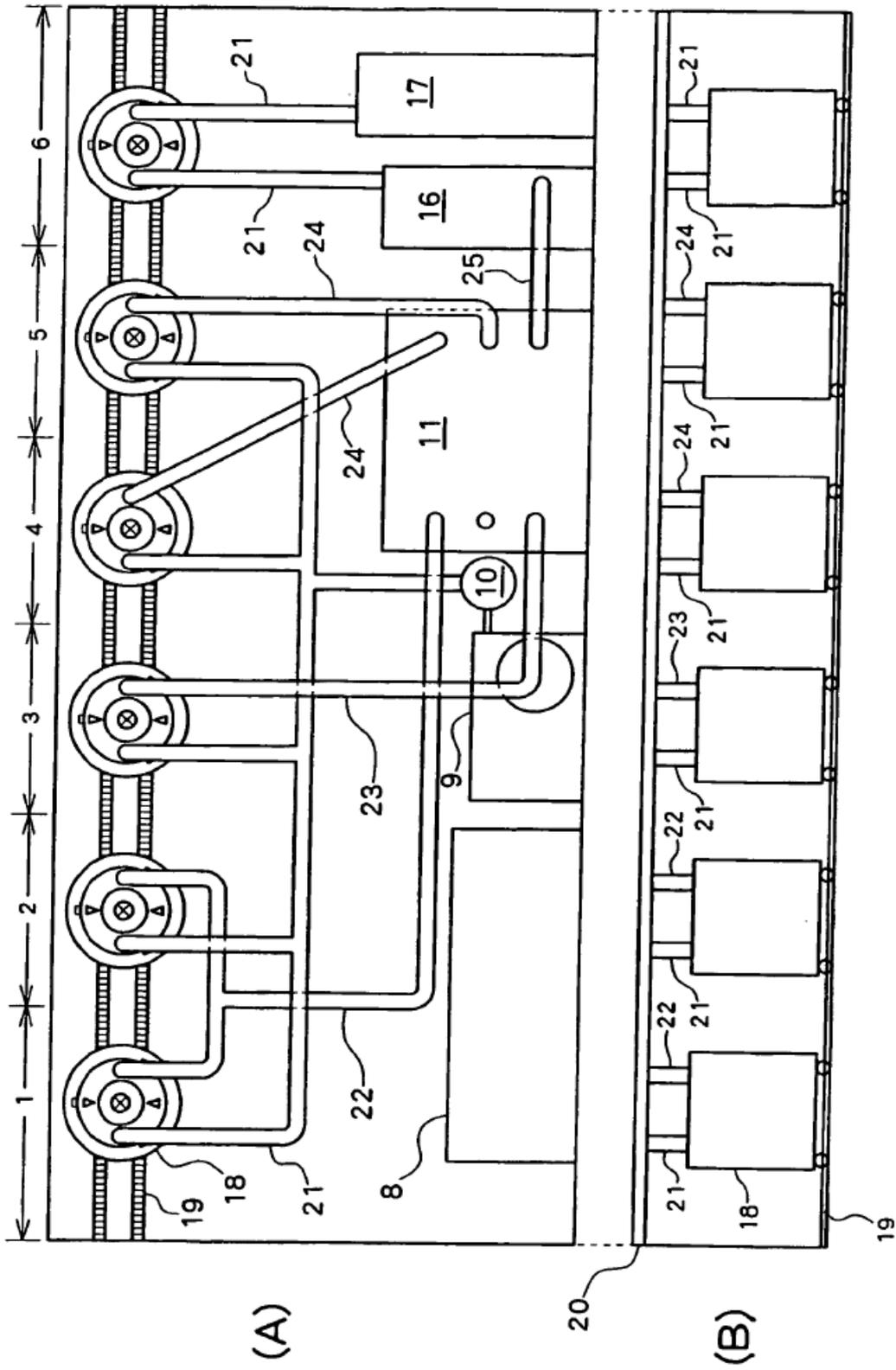
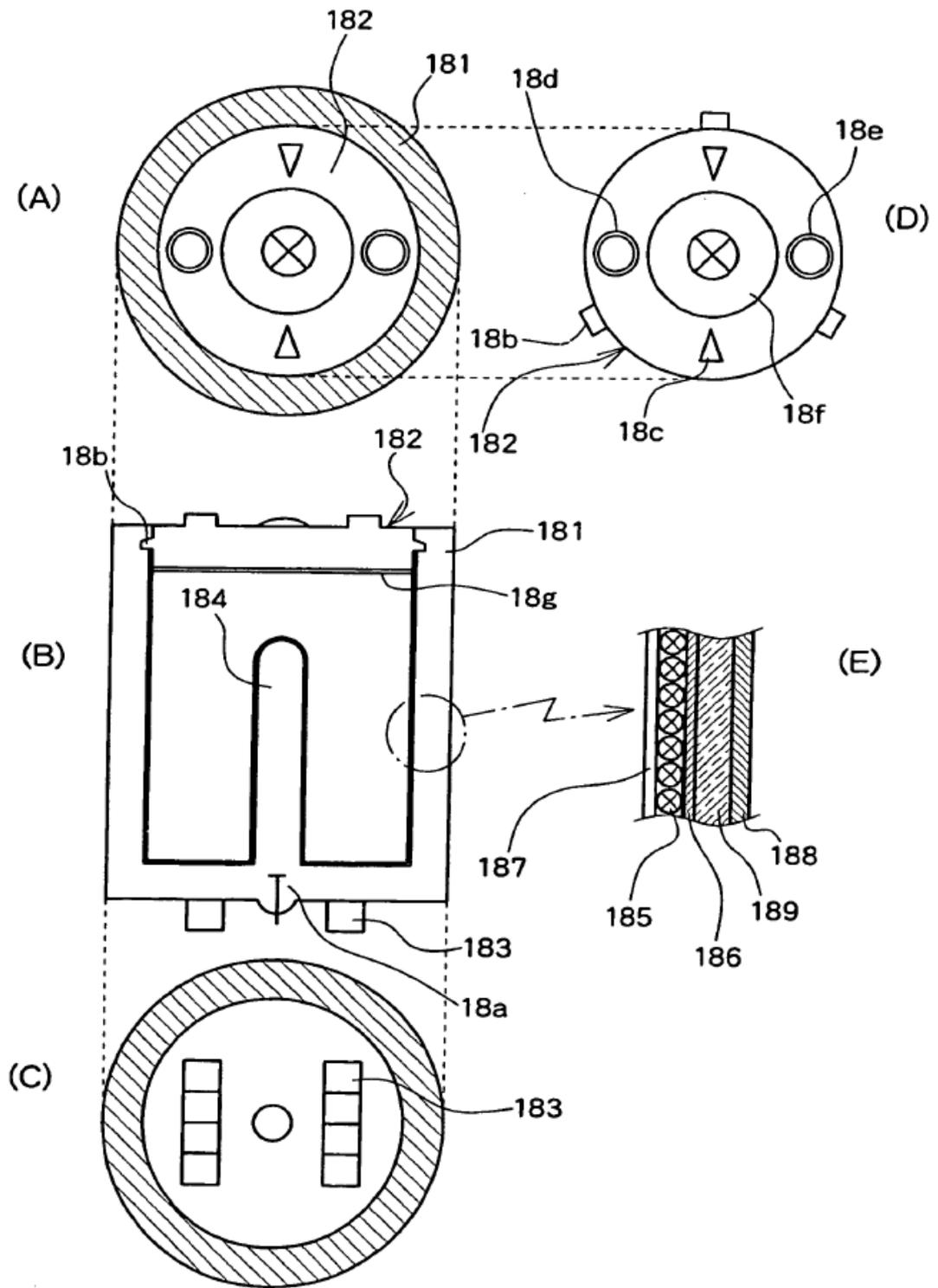


Fig. 2



**Fig. 3**

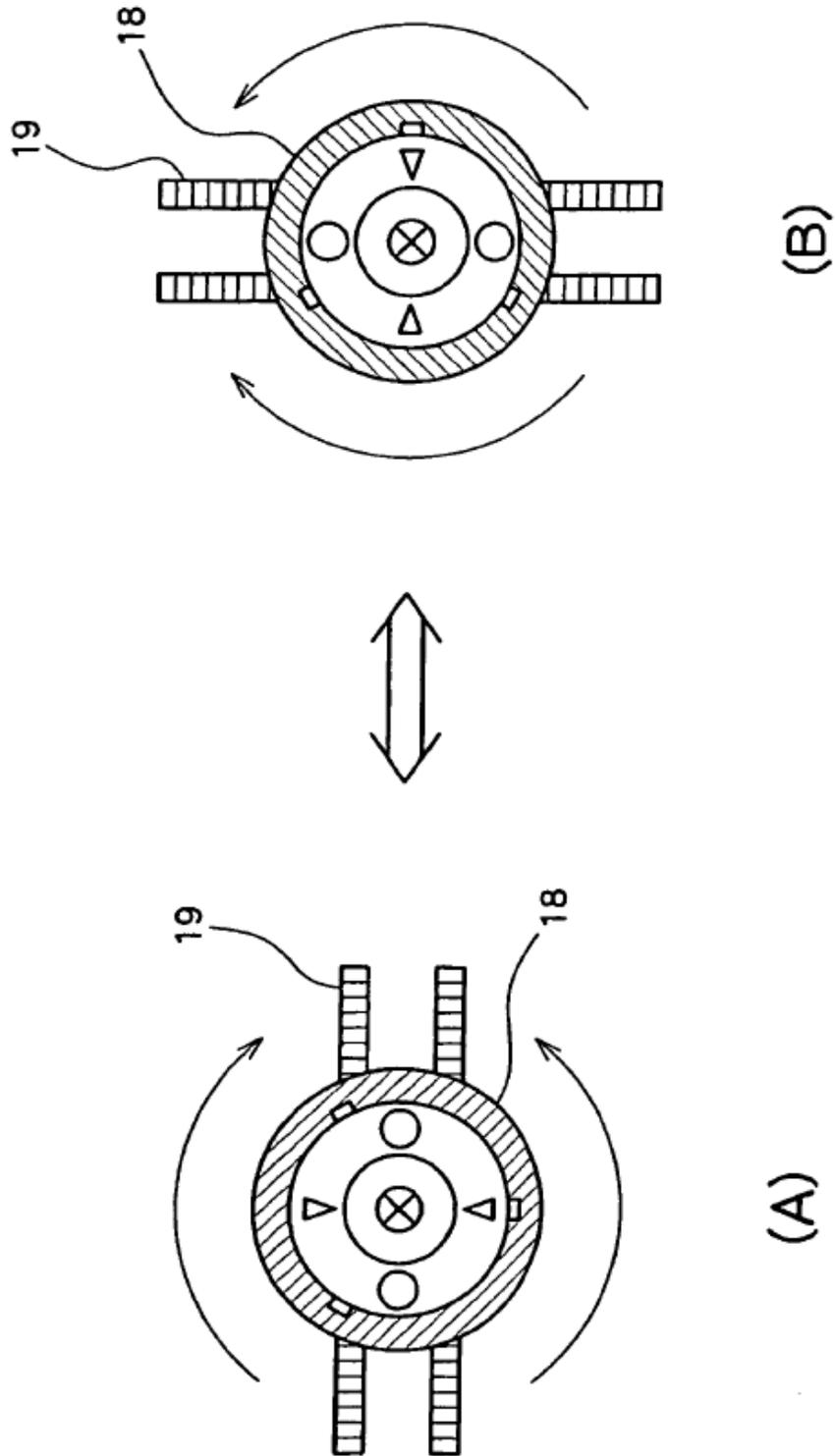


Fig. 4

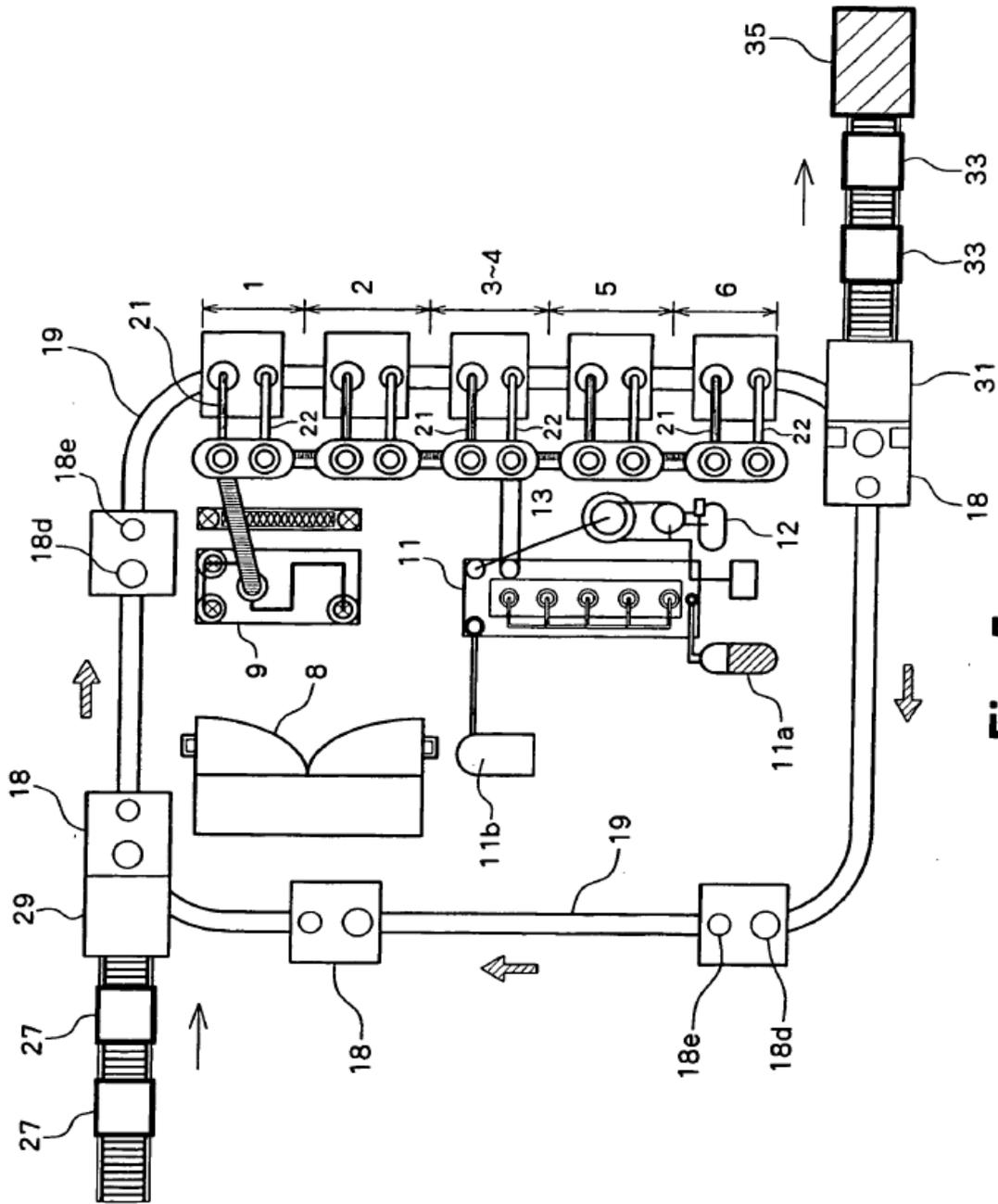


Fig. 5