

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 623**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

B01J 8/06 (2006.01)

B65G 69/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2009 E 10163038 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2226118**

54 Título: **Método de carga de catalizador**

30 Prioridad:

19.11.2008 US 116140 P

12.11.2009 US 617461

11.11.2009 US 599777

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

31.10.2013

73 Titular/es:

**UNIDENSE TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
ALEXANDER-VON-HUMBOLDT-STRASSE 2
01987 SCHWARZHEIDE, DE**

72 Inventor/es:

**RICHTER, PETER;
MARKOWSKI, PETER y
KRUOPYS, PETRAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 427 623 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 de carga de catalizador

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a un método para llenar un material en forma de partículas en el interior de tubos, y más particularmente, al procesamiento de un catalizador y la carga de material catalítico en forma de partículas en tubos de reformador con una densidad uniforme.

Antecedentes de la invención

10 Se requiere un procesamiento catalítico para ejecutar ciertas tareas de procesamiento de material tales como refinado químico de materiales fluidos y gaseosos. Por ejemplo, en el proceso de craqueo catalítico para refinado de petróleo, es habitual usar un material catalítico para facilitar el craqueo u otra transformación deseada. Típicamente, el material a refinar se dirige a través de un material catalítico apropiado hasta que ha ocurrido un cierto nivel de transformación. Debido a que la eficacia catalítica del sistema está relacionada fuertemente con la frecuencia con la que las moléculas o partículas de la sustancia de partida interactúan con el catalizador, la industria ha adoptado la práctica de realizar tales procesos catalíticos en tubos largos. En particular, el material de partida se fuerza a través de un conjunto de tubos paralelos, cada uno de los cuales contiene el material catalítico a una densidad deseada predeterminada, por ejemplo partículas por volumen unitario o peso por volumen unitario.

15 El caudal del material a través del sistema es igual a la suma de los caudales a través de los múltiples tubos, sin embargo, es posible que uno o más tubos presenten menores caudales que otros tubos. Los menores caudales generalmente se deben a obturación o sobrecarga de los tubos, que puede tener el efecto perjudicial de agotar prematuramente o dañar los tubos con mayores caudales. Debido a que las refinerías catalíticas típicamente funcionan sin descanso, es caro detener el proceso prematuramente para la revisión de los tubos de catalizador; el mantenimiento de los tubos se realiza idealmente una vez en el transcurso de varios años. De esta manera, la carga de los tubos de catalizador es una etapa crítica, y el fallo a la hora de ejecutar apropiadamente esta etapa puede provocar que el operario del proceso incurra en pérdidas financieras debido a la pérdida de producción durante las reparaciones así como un aumento de los costes de mano de obra para ejecutar las reparaciones.

20 Un conjunto de tubos de catalizador preparado apropiadamente tendrá una resistencia relativamente uniforme al flujo de un tubo a otro, asegurando de esta manera caudales uniformes, y tendrá una densidad relativamente uniforme de catalizador de un tubo a otro, asegurando así el mismo grado de transformación de producto para cada tubo. De esta manera, los tubos deben comprobarse apropiadamente, limpiarse y llenarse con catalizador. Los protocolos de limpieza y llenado existentes están sometidos a un alto coste y frecuente error humano debido al uso de numeroso personal en tareas que suponen tiempo. Aunque se han realizado intentos para resolver los problemas anteriores, aún no se ha previsto una solución que aborde completamente las preocupaciones sin introducir problemas o costes significativos adicionales.

Objetos y sumario de la invención

35 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para asegurar que los tubos están en una condición óptima para un llenado uniforme automático de material en forma de partículas y, particularmente, material catalítico en forma de partículas.

40 A la hora de realizar la invención, se proporciona un método de procesamiento y llenado de un tubo de reformador para asegurar la uniformidad de los caudales y la reactividad en el tubo de reformador. Con respecto a asegurar caudales uniformes, la presente invención proporciona un método para detectar y retirar obstrucciones en el tubo así como para verificar el caudal para cada tubo e identificar tubos con caudales anormales. El proceso de verificación puede ser automático, retirando de esta manera una fuente de error humano y manteniendo los costes de mano de obra.

45 Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada y por referencia a los dibujos, en los que:

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática simplificada de un conjunto de tubos de reformador con respecto a los cuales puede usarse la invención;

50 La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de un tubo de reformador contaminado que experimenta análisis por láser para la determinación del volumen de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 3 es una vista esquemática simplificada de un sistema de comprobación de caudal automático para comprobar los caudales en el tubo de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 4A es un diagrama de flujo que ilustra un proceso de comprobación de caudal automático que se ejecutará a través de un ordenador de acuerdo con una realización de la invención;

5 La Figura 4B es un diagrama de flujo que ilustra un proceso para comprobar y llenar un tubo de catalizador en una realización de la invención;

La Figura 5 es una perspectiva de un sistema de carga de tubo de catalizador ilustrado de acuerdo con la invención;

La Figura 6 es una perspectiva del sistema de carga de catalizador ilustrado con porciones recortadas;

10 La Figura 7 es una perspectiva ampliada de la tolva que contiene el catalizador y el dispositivo de dispensación del sistema de carga ilustrado;

La Figura 8 es una sección vertical de la tolva de catalizador y el dispositivo de dispensación mostrado en la Figura 7;

La Figura 9 es una perspectiva ampliada del dispositivo de elevación de cuerda de carga del sistema de dispensación ilustrado;

15 La Figura 10 es una perspectiva del dispositivo de elevación mostrado en la Figura 9 con porciones recortadas;

La Figura 11 es una perspectiva ampliada de la cuerda de carga enrollada en un carrete del dispositivo de elevación ilustrado; y

La Figura 12 es una perspectiva del carrete de guía de la cuerda de carga del dispositivo de elevación de cuerda de carga ilustrado.

20 Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, ciertas realizaciones ilustrativas de la misma se han mostrado en los dibujos y se describirán a continuación en detalle. Sin embargo, debe entenderse que no hay intención de limitar la invención a la forma específica desvelada sino que, al contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, construcciones alternativas y equivalentes que están dentro del alcance de la invención.

25 Descripción de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia ahora más particularmente a la Figura 1, se muestra esquemáticamente una parte de un conjunto de tubos de reformador ejemplar 100 dentro del cual puede implementarse la presente invención para proporcionar un caudal uniforme y eficacia de procesamiento. El conjunto de tubos ejemplar 100 incluye numerosos tubos individuales 101, cada uno de ellos llenado con un material catalítico para recibir un flujo de entrada 103 de material en bruto y para proporcionar un flujo de salida 105 de material procesado. Se apreciará que el material procesado puede incluir un material deseado así como subproductos del proceso de reformado. Además, se apreciará que el conjunto de tubos ilustrado 100 se muestra en una forma simplificada con fines de aclaración y que un conjunto de tubos de reformador real puede incluir un número de tubos mayor o menor, por ejemplo de 1 a 1000 tubos, y cada tubo típicamente será de una longitud mucho mayor respecto a su anchura que la ilustrada. Por ejemplo, los tubos de reformador típicos tienen una longitud entre 10 y 16 metros.

30 Para minimizar los costes de mantenimiento y de parada asociados con el funcionamiento del conjunto de tubos 100, es deseable asegurar que cada tubo 101 esté cargado con catalizador (no mostrado en la Figura 1) a una densidad uniforme y que cada tubo 101 tenga una resistencia al flujo similar. Esto asegurará que el flujo de entrada 103 de material en bruto se divida equitativamente entre los tubos para su procesamiento. En particular, la proporción del flujo de entrada 103 de material en bruto que está asignado a cada tubo 101 dependerá, de acuerdo con las leyes de resistencia paralela, de la diferencias relativas en la resistencia al flujo entre los tubos 101. Si no hay diferencias sustanciales en la resistencia al flujo entre el conjunto de tubos 100 de un tubo a otro, entonces el flujo de entrada 103 de material en bruto se dividirá equitativamente entre los tubos 101 del conjunto 100.

45 Como se ha indicado anteriormente, los parámetros que afectan al caudal y eficacia de procesamiento para cada tubo son la resistencia al flujo, el volumen del tubo y la densidad del catalizador. Aunque estos parámetros no son enteramente dependientes, cada uno se abordará por separado en este documento por claridad. Los expertos en la materia apreciarán el grado en que y la manera en que cada uno de estos parámetros puede afectar a los otros.

De acuerdo con un aspecto de la invención, para asegurar una resistencia al flujo uniforme entre los tubos 101 del conjunto de tubos 100, se comprueba cada tubo 101 para depósitos contaminantes y se limpia si fuera necesario. En una realización de la invención, los tubos vacíos se inspeccionan en primer lugar para contaminación. En una realización particular de la invención, el mecanismo de inspección es una videocámara montada en un miembro flexible extendido tal como una barra, para bajar por el interior del tubo de interés. En una realización alternativa de la invención, el mecanismo de inspección comprende un sensor láser para medir la cantidad total de materia extraña en el tubo.

Haciendo referencia ahora más particularmente a la Figura 2, se muestra una vista en sección transversal de un tubo contaminado 200. En el ejemplo ilustrado, la pared del tubo 201 está contaminada con múltiples depósitos 203, 205 de materiales de subproductos. En el caso del refinado de petróleo, los depósitos 203, 205 pueden ser depósitos de tipo alquitrán, azufre u otros depósitos minerales, u otros subproductos o sustancias contaminantes.

En la realización ilustrada de la invención, se usa un sistema de sensor láser 207 para analizar el contenido del tubo. El sistema láser 207 puede ser un sistema láser de exploración o barrido, u otro sistema configurado para analizar sustancialmente todo el interior del tubo 200. En una realización de la invención, el sistema de sensor láser 207 determina el volumen del tubo 200 que se desplaza mediante los depósitos 203, 205. Aunque no es necesario retirar los depósitos muy pequeños, es deseable limpiar el tubo 200 si la cantidad de desplazamiento de contaminante supera un cierto umbral, por ejemplo el 5% del volumen nominal del tubo 200. Los expertos en la materia serán conscientes de los medios disponibles para retirar los depósitos de contaminantes tales como aquellos ilustrados en la Figura 2, y no es necesario analizar adicionalmente estos medios en este documento.

Para asegurar un procesamiento uniforme, cada tubo 200 se comprueba para resistencia al flujo después de la retirada de cualquier depósito en la extensión requerida. Haciendo referencia ahora a la Figura 3, cada tubo 200 se conecta a un sistema de comprobación de flujo 300 para comprobar la resistencia al flujo. El sistema de comprobación de flujo 300 comprende un ordenador 301, una fuente de flujo de aire 303 conectada al ordenador 301 de manera que pueda accionarse mediante el ordenador, y un sensor de flujo y/o presión 305, por ejemplo un manómetro, conectado al ordenador 301 para que sea legible mediante el ordenador.

Durante el funcionamiento, la fuente de flujo de aire 303 está conectada mecánicamente al tubo 200 (habiendo retirado primero los depósitos 203, 205). En este punto, el ordenador 301 ejecuta un programa, por ejemplo un cuerpo de instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como un disco duro, para verificar la resistencia al flujo del tubo 200.

El proceso de comprobación de flujo ejecutado por el ordenador 301 se ilustra mediante el proceso 400 en el diagrama de flujo de la Figura 4A. En la etapa 401 del proceso 400, el ordenador 301 acciona la fuente de flujo de aire 303, por ejemplo mediante un relé digital, para forzar el aire a través del tubo 200. A medida que el aire pasa a través del tubo 201, se hace que el manómetro u otro sensor de flujo y/o presión 305 mida la resistencia al flujo del tubo 201 en la etapa 403. Por ejemplo, el ordenador 301 puede leer una salida digital o analógica del sensor 305 en esta etapa. La medición de la resistencia al flujo estará basada en una diferencia en la presión o el flujo provocada por cualquier obstrucción. Por ejemplo, un tubo 201 con una salida parcialmente obstruida, y por tanto una mayor resistencia al flujo, presentará tanto una disminución del flujo como un aumento de la presión relativa respecto a un tubo similar sin ninguna obstrucción. El ordenador 301 repite opcionalmente las mediciones en condiciones de entrada iguales o diferentes a las de la etapa 405.

En la etapa 405, el ordenador 301 registra los valores medidos en un tabla, por ejemplo una tabla de EXCEL u otra tabla. Después de que se ha analizado un número deseado de tubos, por ejemplo 100 tubos, el ordenador 301 identifica en la etapa 407, mediante una tabla o lista, cualquier tubo que esté fuera del intervalo predeterminado o la varianza relativa respecto a los otros tubos analizados. Por ejemplo, el ordenador 301 puede indicar como anormal cualquier tubo que presente una resistencia al flujo que tenga una diferencia mayor del 5% respecto a la resistencia al flujo media del conjunto de tubos.

El proceso global de llenado, que incorpora el procedimiento de la Figura 4A, pero que también incorpora procesos adicionales, se analizará ahora con referencia a la Figura 4B. El proceso combinado ilustrado 450 empieza en un momento cuando los tubos de catalizador están vacíos, ya sea porque son tubos nuevos o porque se han vaciado y limpiado recientemente. En la etapa 451, el tubo se inspecciona por vídeo para determinar si tiene que realizarse o no una exploración más de cerca del tubo. Puede usarse cualquier manera de inspección por vídeo, pero en una realización de la invención, una videocámara se baja con un brazo o cable por el interior del tubo, y transmite el vídeo de la superficie que se está inspeccionando a una unidad de presentación de vídeo, tal como un pequeño monitor u ordenador portátil fuera del tubo.

Si tal inspección pone de manifiesto que es necesaria la exploración, por ejemplo porque los resultados de la inspección con vídeo son ambiguos, lo que puede indicar o no contaminación, entonces el proceso transcurre a la etapa 453. En la etapa 453, el interior de tubo se explora de cerca para identificar depósitos de suciedad o contaminación que pueda ser necesario retirar. Aunque puede usarse cualquier medio de exploración adecuado, en

una realización de la invención tal exploración se ejecuta mediante un escáner de láser rotatorio que se baja por el interior del tubo. El escáner de láser mide el radio interior del tubo para detectar cualquier depósito en el mismo.

Si la exploración de la etapa 453 pone de manifiesto depósitos que hay que retirar, el proceso fluye a la etapa 455. En la etapa 455, la pared interna del tubo se limpia. Aunque puede usarse cualquier proceso de limpieza adecuado, en una realización, la limpieza se ejecuta mediante un dispositivo de cepillado insertado en el tubo, para conseguir la retirada mecánica, por ejemplo abrasiva, de cualquier depósito identificado. La limpieza puede centrarse únicamente en los depósitos identificados o puede ejecutarse uniformemente dentro del tubo.

Después de conseguir la limpieza en la etapa 455 o en el caso de que cualquiera de las etapas 451 o 453 dé como resultado una decisión de que no era necesaria una exploración o limpieza, respectivamente, el proceso fluye a la etapa 457. En la etapa 457, se mide la caída de presión a través del tubo. Aunque se apreciará que hay varias maneras de medir tal caída de presión, la caída de presión se mide en una realización de la invención mediante el aparato descrito con referencia a la Figura 3.

Después de medir inicialmente la caída de presión, el tubo se llena con catalizadores y se mide de nuevo la caída de presión en la etapa 459. La carga de la etapa 459 puede ejecutarse mediante un mecanismo de carga descrito a continuación o por cualquier otro mecanismo. Finalmente, se calcula la caída de presión a través de una pluralidad de tales tubos llenados para uso paralelo como en la Figura 1, y se verifica que la lectura para el presente tubo está dentro de una varianza predeterminada de la media. En una realización de la invención, se usa una varianza de $\pm 2\%$ para indicar una desviación aceptable máxima de la media. Si la lectura de presión para el tubo está dentro del nivel aceptado, entonces el proceso termina y, por lo demás, cualquier acción correctiva necesaria tal como vaciado, comprobación y rellenado, se ejecuta según sea necesario.

Haciendo referencia ahora más particularmente a las Figuras 5-6 de los dibujos, se muestra un sistema de carga de catalizador automático ilustrativo 500 que está adaptado para llenar automáticamente los tubos limpios y comprobados, tal como el tubo 201 en la etapa 459 del proceso 450, con un catalizador en forma de partículas de densidad uniforme y con daño mínimo a las partículas de catalizador y las estructuras del tubo. El sistema de carga automático ilustrado 500 incluye un tubo de llenado tipo horquilla 501 que tiene una parte de tubo de conexión 502 dispuesta verticalmente montada encima de y en comunicación con un extremo superior de un tubo de reformador 201 que se va a llenar y una parte de tubo de llenado 504 soportada por y en comunicación a un ángulo con un lateral de la parte de tubo de conexión vertical 502. La parte de tubo de conexión vertical 502 y el tubo de reformador 201 tienen rebordes respectivos 505, 506 que definen una junta de acoplamiento para facilitar la fijación liberable de los tubos 201, 501 entre sí.

Para dirigir un catalizador en forma de partículas al interior del tubo de llenado de tipo horquilla 501 y a su vez al tubo de reformador 200 para un llenado uniforme continuo, se proporciona un dispensador de catalizador 510 accionado por motor que puede hacerse funcionar selectivamente. El dispensador de catalizador 510 incluye una tolva superior abierta 511 para contener un suministro de catalizador 512 que en este caso tiene un marco o estructura de soporte 513 en un extremo para facilitar el montaje de la tolva 511 en una instalación de procesamiento. El fondo de la tolva 511 está definido por una cinta transportadora sin fin 514 que circula alrededor de un par de tambores o poleas 515, 516 separados horizontalmente, de manera que un tramo superior de la cinta sin fin 514 se extiende a lo largo de una abertura inferior 518 de la tolva 511. Los tambores o poleas 515, 516 en este caso están soportados rotatoriamente mediante los miembros de marco subyacentes 520 de la tolva 511. Para mover la cinta transportadora 514 para transferir el catalizador 512 desde la tolva 511, un motor impulsor 521 está acoplado operativamente a la polea o tambor 515. El funcionamiento del motor 521, de esta manera, dirigirá el catalizador desde la tolva hasta un extremo aguas abajo de la cinta transportadora 514 (es decir, el extremo a mano derecha según se ve en las Figuras 7-8) para dirigirlo a una zona de descarga 522 definida por una cubierta semicircular 524 montada en un extremo de la tolva 511 y, a su vez, a un extremo superior de la parte del tubo de llenado 504 y el tubo de reformador 200.

Para controlar el flujo de catalizador 512 introducido en el tubo de reformador 200, se suspende una cuerda o línea de carga 530 dentro del tubo de reformador 200 para el movimiento de elevación a medida que el catalizador llena el tubo. La cuerda de carga 530 puede ser de un tipo conocido que tiene miembros amortiguadores 531 en forma de una pluralidad de cerdas transversales que se extienden radialmente dispuestas a intervalos separados a lo largo de la cuerda. Las cerdas del cepillo de los miembros amortiguadores 531 preferentemente son resortes flexibles que tienen una dimensión radial transversal ligeramente menor que el radio del tubo de reformador 200 para reducir la velocidad de las partículas de catalizador que caen, de manera que se evita la rotura y el catalizador llena más uniformemente el tubo sin huecos indeseables.

Siguiendo con un aspecto adicional del sistema de carga, para facilitar adicionalmente la introducción eficaz y uniforme de catalizador 512 en el tubo de reformador 200, se proporciona un dispositivo automático de recogida de cuerda de carga 540 para extraer la cuerda de carga 530 del tubo de reformador 200 a una velocidad predeterminada. Para ello, en la realización ilustrada, el dispositivo de recogida 540 incluye un carrete de recogida 541 accionado por motor al que se asegura un extremo superior de la cuerda de carga 530, de manera que tras la

rotación selectiva del carrete de recogida 541, la cuerda 530 se enrolla alrededor del carrete de recogida 541 a medida que se eleva desde el tubo de reformador 200 a una velocidad calibrada predeterminada según se determina por la velocidad rotacional del carrete de recogida 541.

5 En este caso, el carrete de recogida 541 se monta rotatoriamente en un marco 542 que puede estar moldeado apropiadamente en la instalación de procesamiento, tal como colgando del techo mediante un gancho vertical 544 montado en el extremo más superior del marco 542. El carrete de recogida 541 ilustrado comprende un cubo cilíndrico interno 544 al que se fijan placas laterales circulares 545 separadas lateralmente, y se interpone una pluralidad de barras 546 separadas circunferencialmente entre las placas laterales 545 en relación radial hacia fuera respecto al cubo interno 544 que definen una superficie de bobinado no circular interrumpida del tambor.

10 Para hacer girar el carrete de recogida 541, el cubo central 544 tiene un eje impulsor 548 que está accionado mediante un motor impulsor 549 montado en el marco 542 mediante una cinta o cadena impulsora 550. Con un extremo superior de la cuerda de carga 530 asegurado al carrete de recogida 541, la rotación del carrete de recogida 541 mediante el motor impulsor 549 provocará la recogida de la cuerda que se enrollará sobre el tambor de recogida y se elevará desde el tubo de reformador a una velocidad predeterminada gobernada por la velocidad operativa del motor 549. La pluralidad de barras 546 separadas circunferencialmente que define la superficie de bobinado no circular eficaz del carrete de recogida 541 provoca que la cuerda de carga 530 se eleve con un movimiento irregular para evitar la acumulación de catalizador sobre los miembros amortiguadores 531, mientras que también facilita la colocación de los miembros amortiguadores 531 en posiciones aplanadas sobre el carrete de recogida 541 durante tal movimiento de recogida rotatorio.

20 Para facilitar adicionalmente la carga continua de catalizador en el tubo sin una acumulación indeseable de catalizador sobre la cuerda de carga 530, la cuerda de carga 530 circula alrededor de un carrete excéntrico rotatorio 560 dispuesto adyacente al carrete de recogida 541 que se acciona para provocar sucesivamente que la cuerda oscile o se mueva hacia arriba y hacia abajo a media que se dirige sobre el carrete de recogida 541. En este caso, el carrete excéntrico 560 comprende un eje impulsor rotatorio central 561, un par de placas laterales circulares 562 dispuestas lateralmente montadas sobre el cubo central 563 del eje impulsor, y un par de barras diametralmente opuestas 564 dispuestas entre las placas laterales 562 hacia fuera del cubo impulsor 563. La rotación del carrete impulsor excéntrico 560 mediante una cinta o cadena impulsora 566 acoplada al eje de salida 551 del motor impulsor 549 provocará que el carrete excéntrico 560 gire simultáneamente a medida que el carrete de recogida 541 gira para elevar la cuerda de carga 530 desde el tubo de reformador 200. Las barras diametralmente opuestas 564 del carrete excéntrico rotatorio 560 se engranan sucesivamente y hacen oscilar la cuerda de carga 530 de una manera hacia arriba y hacia abajo para desalojar y evitar la acumulación de catalizador sobre los miembros amortiguadores 531 a medida que la cuerda 530 se eleva desde el tubo de reformador 200.

35 De acuerdo con un aspecto importante adicional del sistema de carga de catalizador 500, se proporciona un control para controlar el funcionamiento de los motores impulsores 521 y 541 de manera que la cuerda de carga 530 se eleva desde el tubo de reformador en una relación sincronizada calibrada en relación a la velocidad operativa de la cinta transportadora de alimentación 514 para asegurar una carga ininterrumpida y continua de catalizador con uniformidad potenciada. Para ello, el funcionamiento de los motores 521, 549 puede impulsarse bajo el control de un ordenador tal como el ordenador 301, o tal como otro ordenador 530 dedicado exclusivamente a los motores impulsores 521, 549. Dentro del ordenador 301 y/o 570, se lee el código legible por ordenador almacenado en un medio legible por ordenador, tal como un disco o una unidad, y es ejecutado por el procesador del ordenador. Tal código actúa para hacer funcionar los motores impulsores 521 y 549 de una manera sincronizada mediante unidades de salida adecuadas tales como un convertidor de digital a analógico o un transductor. La sincronización del motor puede estar basada en datos empíricos respecto a caudales, sedimentación y similares, o por retroalimentación, ajustando las velocidades relativas de los motores en base al nivel de llenado instantáneo actual dentro del tubo. En el último caso, la detección del nivel de llenado puede ser por medición óptica u otra técnica de medición adecuada.

50 Como entenderá un experto en la materia, la cuerda de carga 530 debería elevarse a una velocidad tal que el miembro amortiguador más inferior 531 de la cuerda de carga 530 se eleve desde el tubo de reformador 200 a una velocidad tal que permanezca justo por encima del nivel del catalizador depositado en el tubo. Lo más importante, mediante el control informático, la velocidad a la que se eleva la cuerda de carga 530 desde el tubo de reformador 200 se sincroniza con la velocidad de la cinta transportadora de carga 514 para la operación de carga particular. En cada caso, una carga continua de catalizador al interior del tubo de reformador 200 permite un llenado más uniforme y rápido de los tubos. De hecho, se elimina la posibilidad del error humano asociado con las prácticas convencionales de llenado de tubos de reformador, puesto que puede cargarse un gran número de tubos exactamente de la misma manera y a la misma velocidad, dando como resultado la uniformidad de los tubos llenados 200 y variaciones por caída de presión reducidas en su interior. Se ha encontrado que el sistema de carga de catalizador 500 de la presente invención posibilita una carga hasta un 20% más rápida en comparación con las técnicas manuales con una consistencia más uniforme del catalizador cargado en los tubos.

5 Se ha descubierto que tal eficiencia y rendimiento de carga mejoradas se ve posibilitada gracias a la capacidad de llenar automática y continuamente los tubos de reformador 200 de una manera controlada predeterminada sin interrupción. Para facilitar tal carga automática continua de los tubos, se entenderá que la tolva 511 debería mantenerse al menos parcialmente llena con catalizador por el personal o por una cargadora automática (no mostrada).

10 Se apreciará adicionalmente que, puesto que el sistema de llenado automático continuo 500 llena los tubos 200 con una uniformidad de partícula potenciada, no hay necesidad de golpear los tubos para evitar huecos en el catalizador cargado típicos de los procedimientos de la técnica anterior. Como resultado, el sistema de carga automática 500 eliminará la necesidad de elementos vibratorios y, por tanto, reduce la producción de polvo de catalizador. Para retirar cualquier pequeña cantidad de polvo de catalizador que pueda ocurrir durante la transferencia desde la cinta transportadora 514 hasta el conducto de admisión 522, puede montarse un dispositivo de vacío 580 en comunicación con una salida de vacío 581 formada mediante una pared con tamiz en el conducto de la cubierta 524 de la zona de descarga.

15 Se apreciará que, en este documento, se ha descrito un sistema nuevo y útil para el llenado y procesamiento de un tubo de reformador, a modo de ejemplo. Sin embargo, se contempla que otras implementaciones de la divulgación puedan diferir en detalle de los ejemplos anteriores. Se pretende que todas las referencias a la divulgación o los ejemplos de la misma hagan referencia al ejemplo particular que se analiza en este punto y no se pretende que implique ninguna limitación al alcance de la divulgación de forma más general. Todo lenguaje de distinción y
20 descrédito con respecto a ciertas características pretende indicar una ausencia de preferencia por esas características, pero no las excluye del alcance de la divulgación enteramente a menos que se indique de otra manera.

25 Cuando se citan intervalos de valores en este documento se pretende simplemente que sirvan como método condensado para hacer referencia individualmente a cada valor separado que esté incluido dentro del intervalo, a menos que se indique de otra manera en este documento, y cada valor separado se incorpora en la memoria descriptiva como si estuviera citado individualmente en este documento. Todos los métodos descritos en este documento pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique de otra manera en este documento o a menos que se contradiga claramente por el contexto.

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un tubo de catalizador para ejecutar el procesamiento catalítico de un material a través del tubo, en paralelo con uno o más tubos de catalizador distintos, comprendiendo el método:
- 5 proporcionar un tubo de catalizador vacío;
inspeccionar el interior del tubo mediante vídeo para determinar si se debe realizar una exploración más de cerca del tubo;
explorar detalladamente el interior del tubo para identificar uno o más depósitos de suciedad o contaminación que hay que retirar si tal inspección pone de manifiesto que la exploración es necesaria;
limpiar la pared interior del tubo si la etapa de exploración en detalle pone de manifiesto que hay depósitos que hay
10 que retirar de la pared interior del tubo;
medir una caída de presión a través del tubo;
llenar el tubo de catalizador con catalizador y medir de nuevo la caída de presión a través del tubo;
comparar la última caída de presión medida con una caída de presión promedio tomada con respecto al tubo de catalizador y el uno o más tubos de catalizador distintos; y
15 si la caída de presión para el tubo de catalizador está dentro de una varianza predeterminada de la media, identificar el tubo de catalizador como adecuado para su uso.
2. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo de catalizador se ha usado y vaciado previamente.
- 20 3. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la inspección por vídeo del interior del tubo de catalizador incluye bajar una videocámara al interior del tubo, en el que los datos de la videocámara se transmiten a una unidad de visualización de vídeo fuera del tubo.
4. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que determinar si hay que realizar o no una exploración más de cerca del tubo incluye determinar la presencia potencial de contaminación.
- 25 5. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la exploración en detalle del interior del tubo de catalizador incluye bajar un escáner láser rotatorio al interior del tubo.
6. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el escáner láser mide el radio interno del tubo de catalizador para detectar depósitos en su interior.
- 30 7. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de limpiar la pared interior del tubo se ejecuta mediante un dispositivo de cepillado insertado en el tubo, para conseguir la retirada mecánica de los depósitos.
8. El método para preparar un tubo de catalizador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada etapa de medir una caída de presión a través del tubo de catalizador se ejecuta mediante un comprobador de flujo que incluye un ordenador, una fuente de flujo de aire conectada al ordenador, tal como para accionar el ordenador, y un sensor de flujo y/o presión conectado al ordenador para que sea legible por ordenador.
35

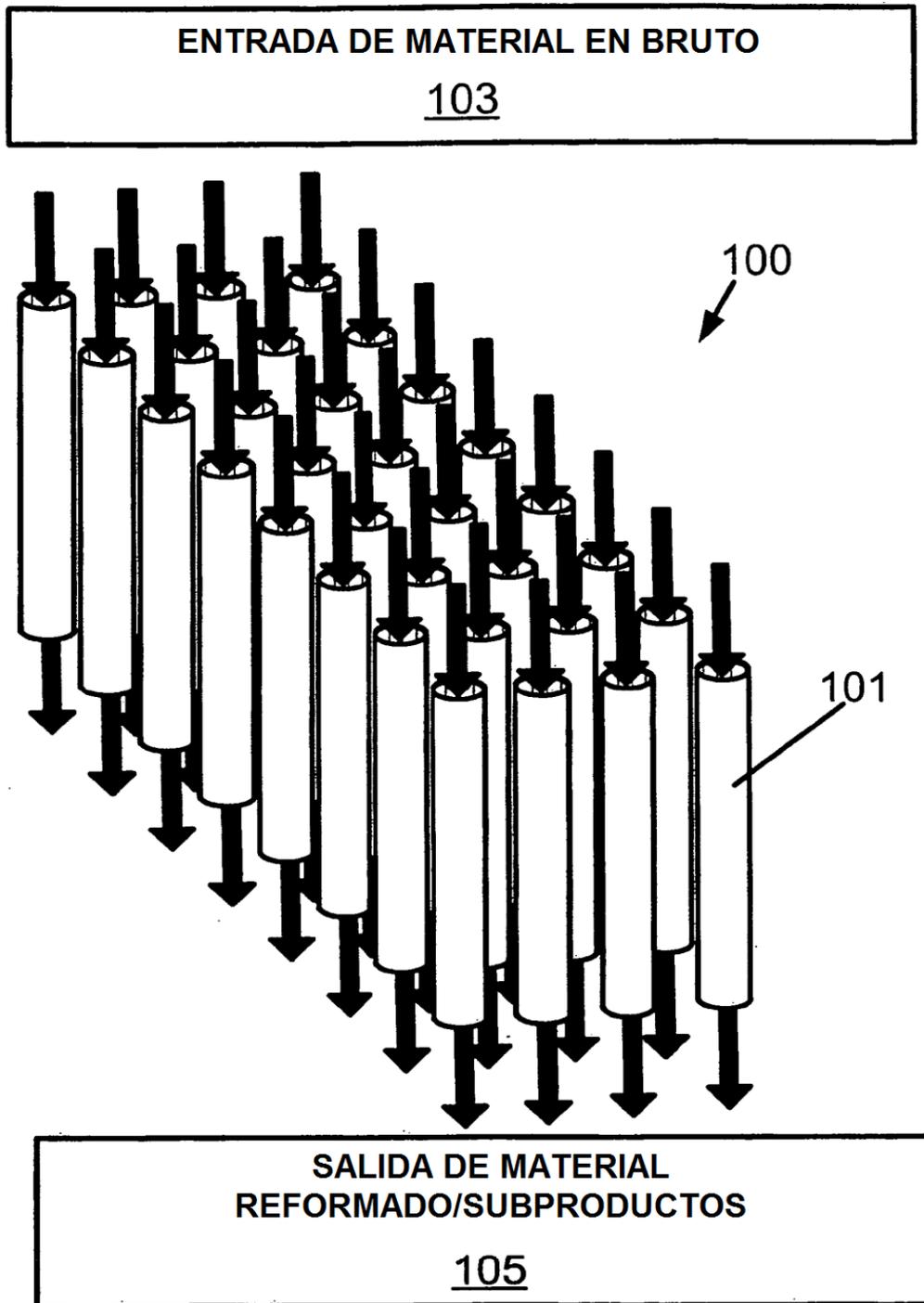


FIG. 1

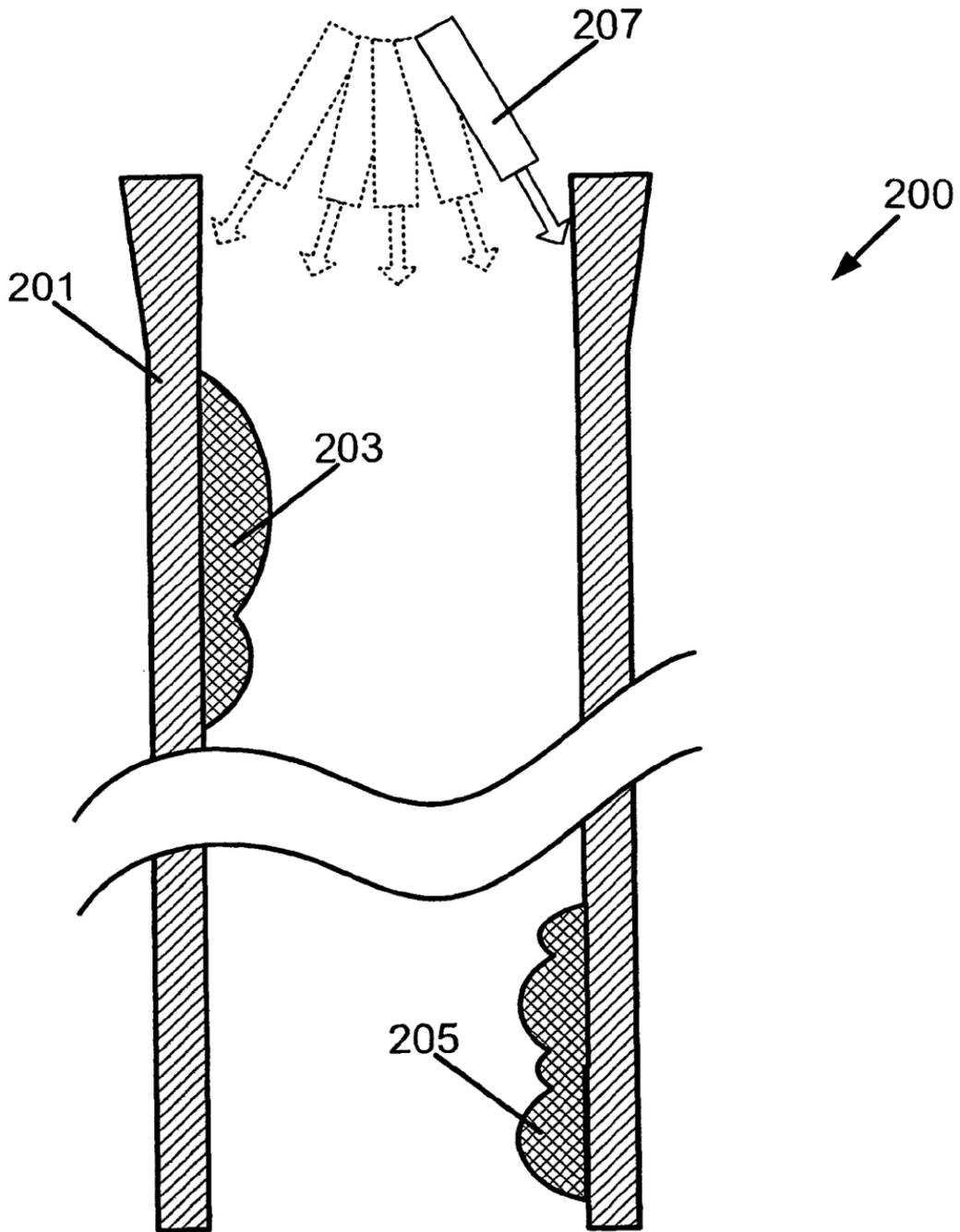


FIG. 2

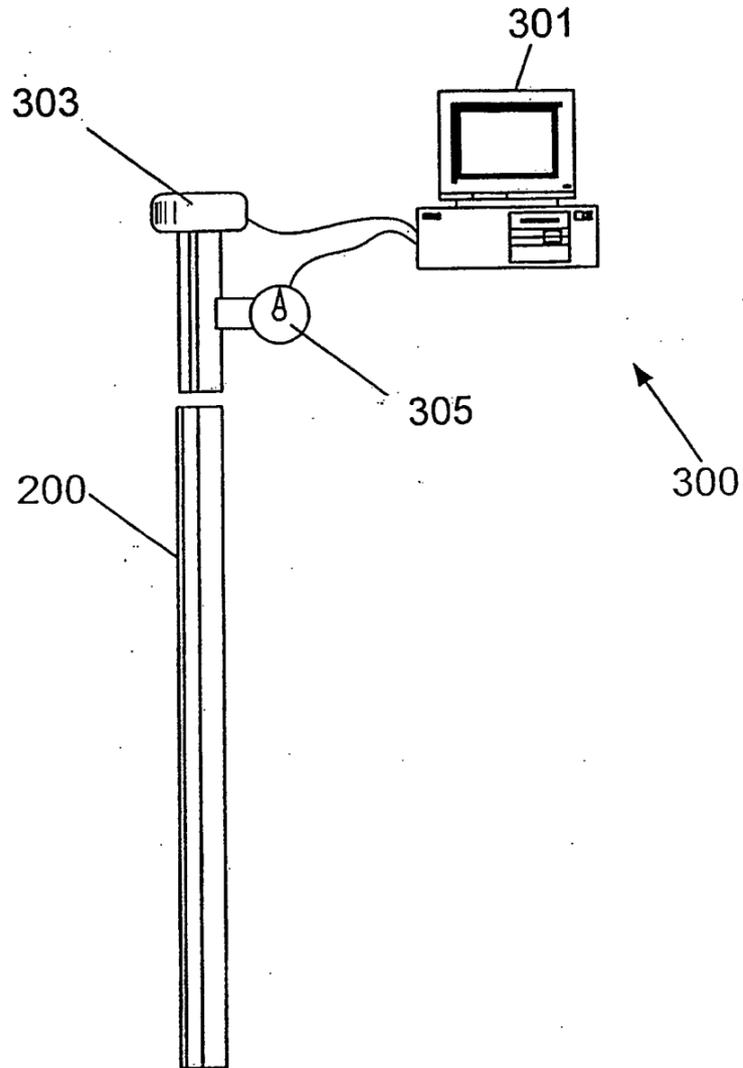


FIG. 3

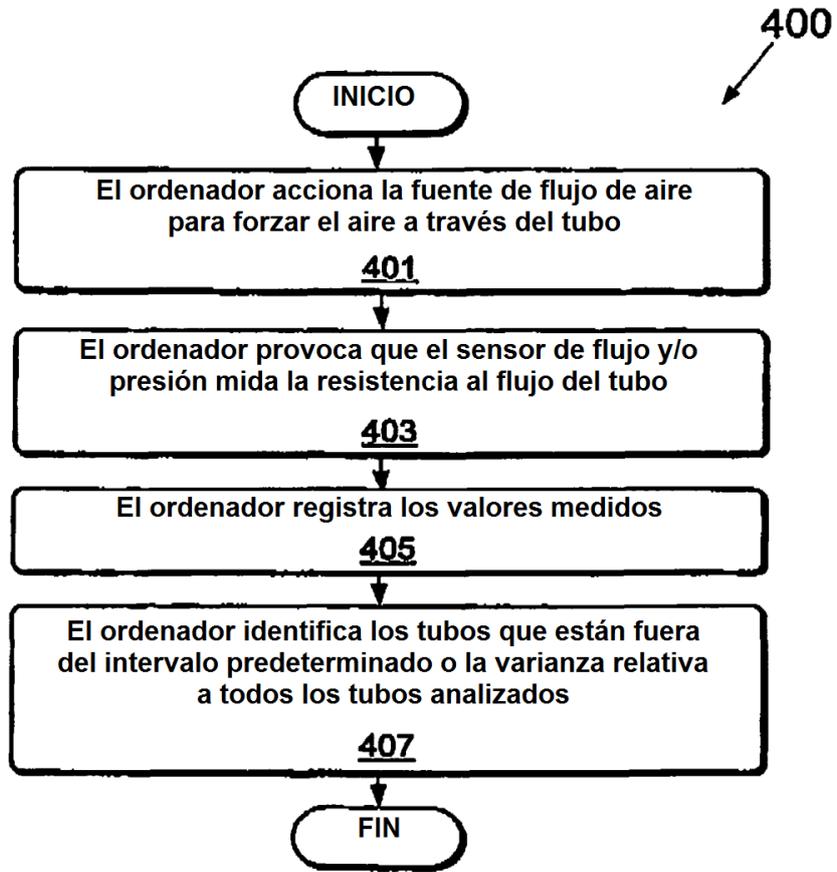


FIG. 4 a

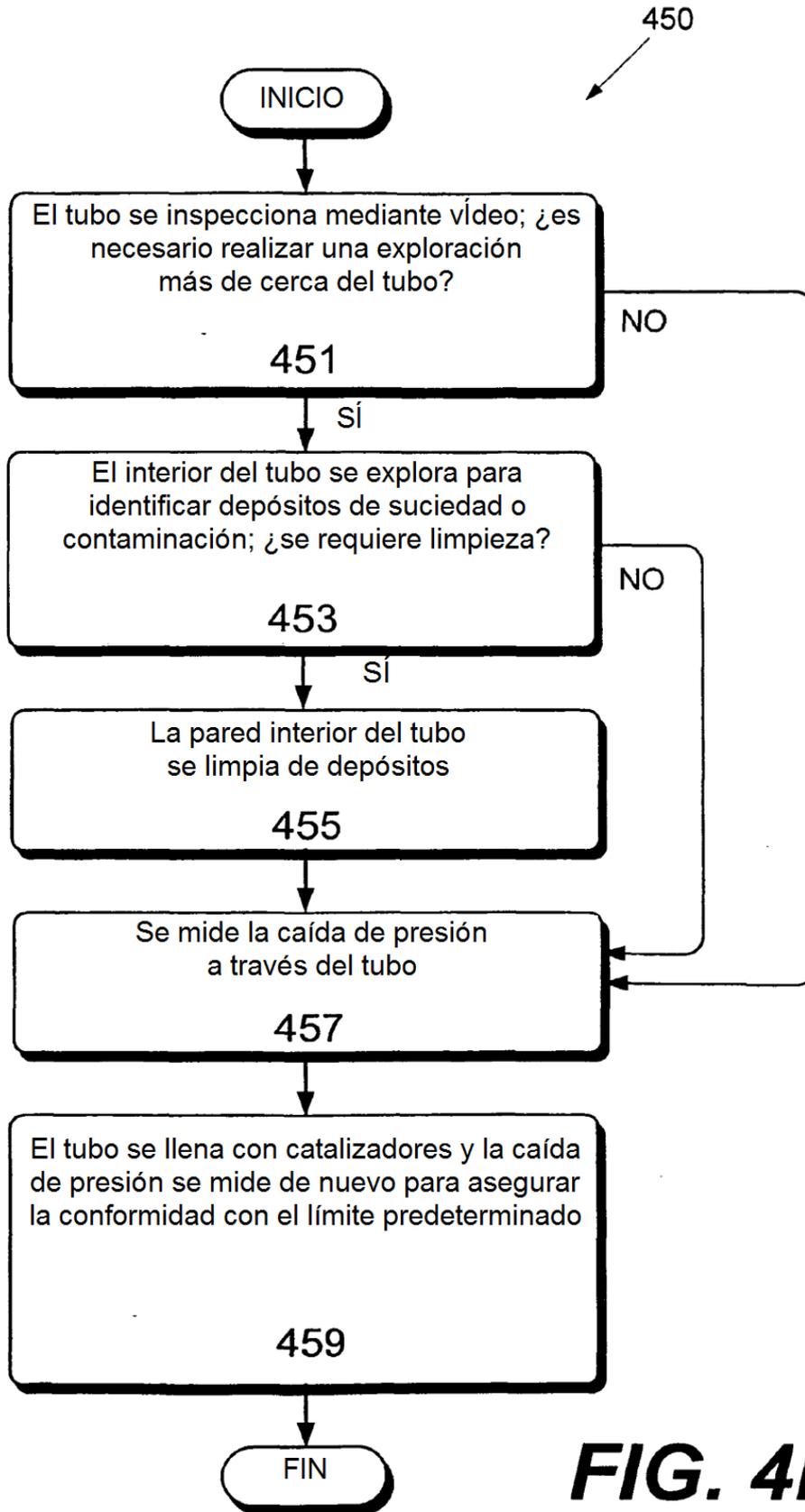
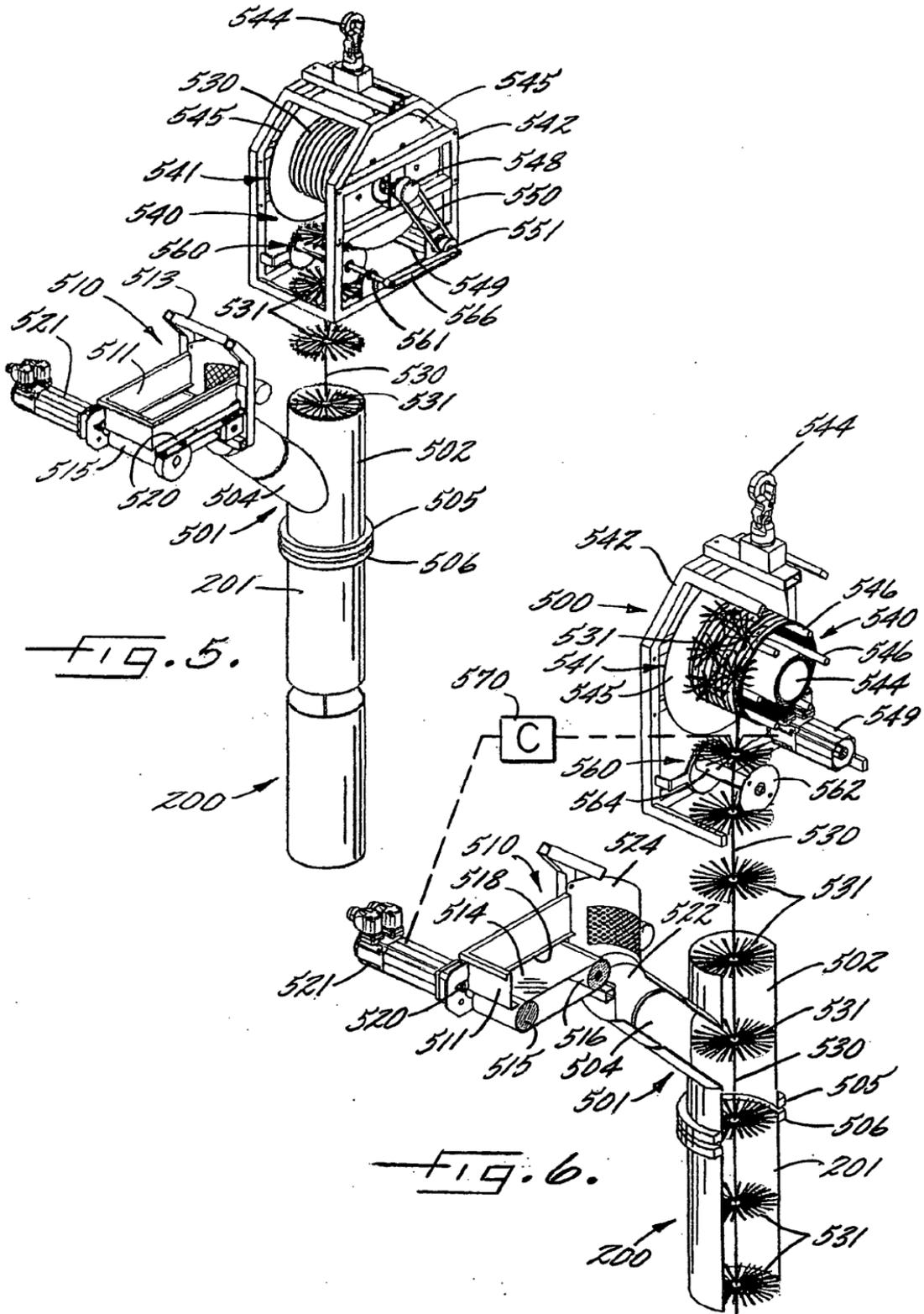
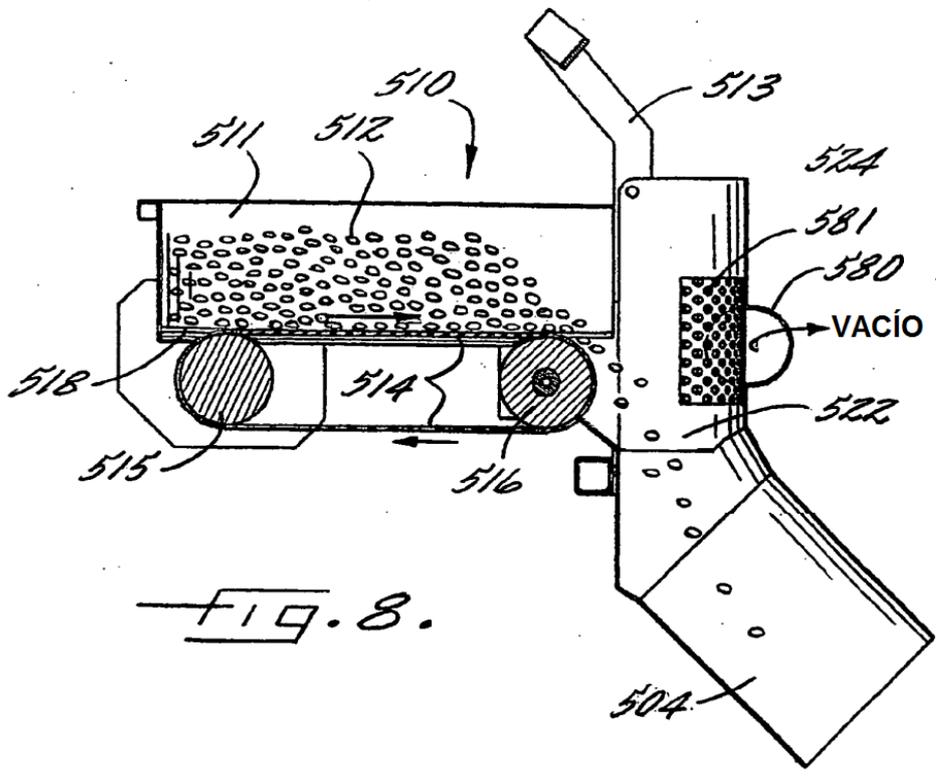
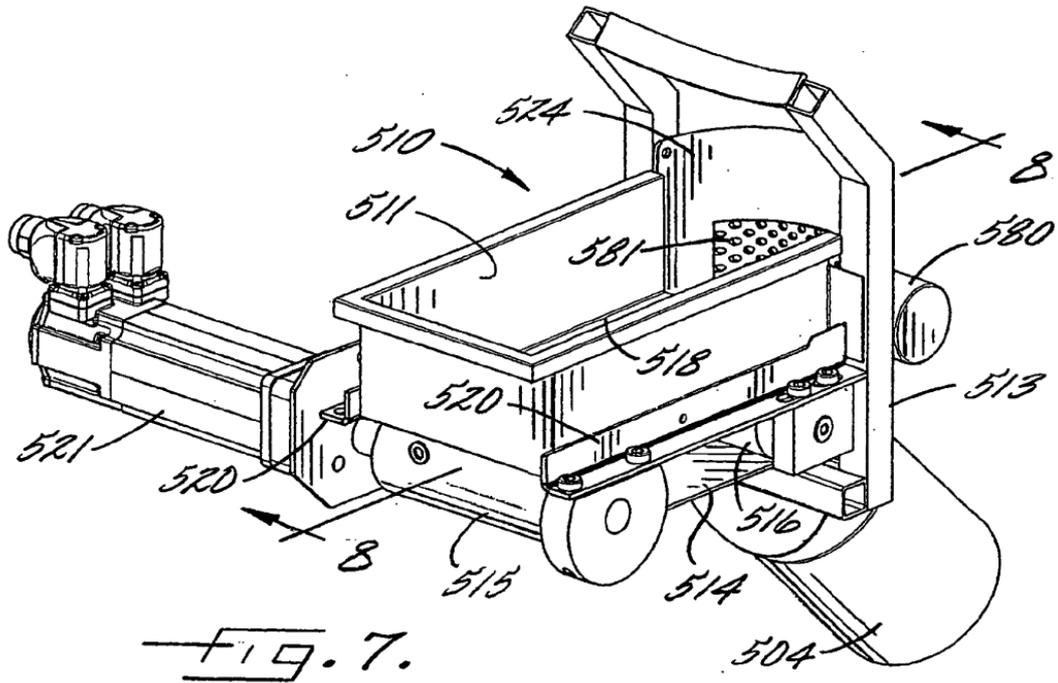
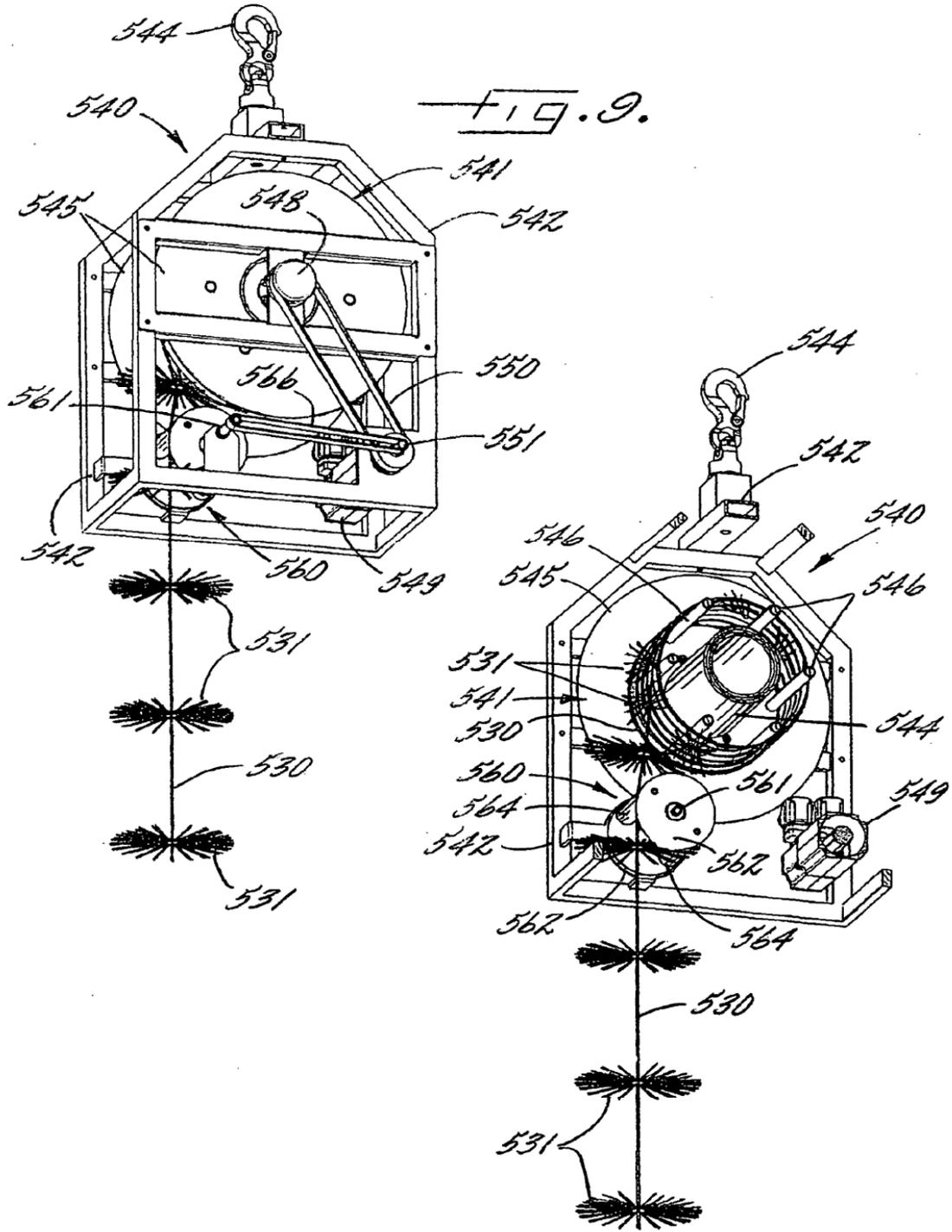


FIG. 4B







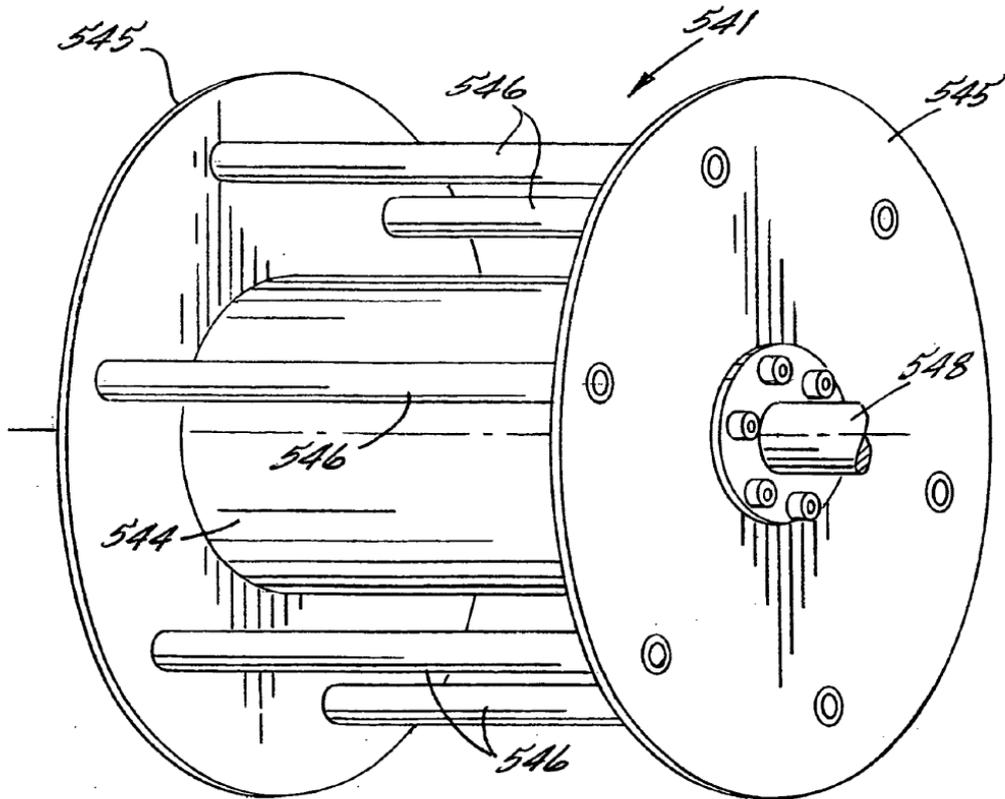


FIG. 11.

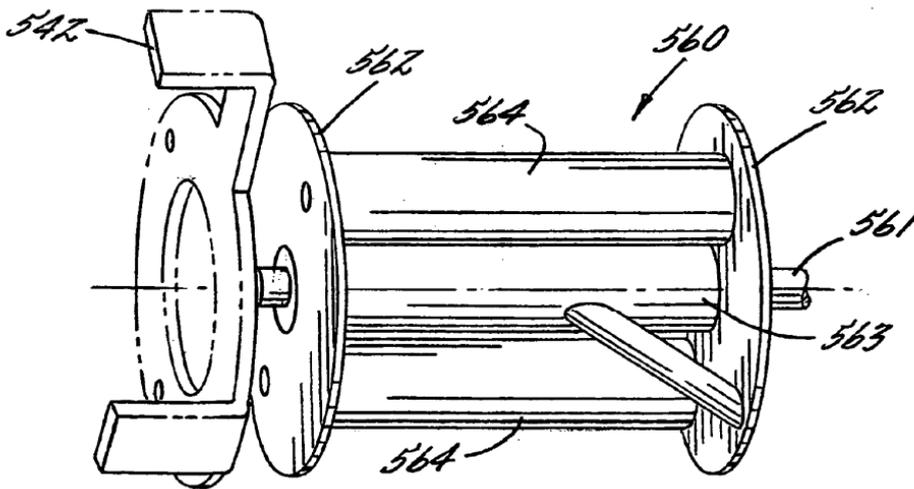


FIG. 12.