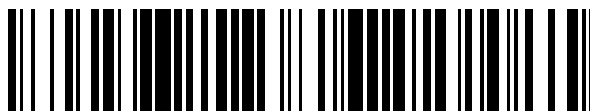


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 745**

51 Int. Cl.:

F27D 3/08 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

B65G 69/20 (2006.01)

B65G 65/46 (2006.01)

B65G 33/18 (2006.01)

B65G 53/48 (2006.01)

C30B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09164967 .3**

96 Fecha de presentación: **08.07.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2146168**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

54 Título: **Sistema de manipulación de materiales para mover polvo de silicio**

30 Prioridad:
15.07.2008 US 173248

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.04.2012

73 Titular/es:
GENERAL ELECTRIC COMPANY
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:
Jonczyk, Ralf y
Rand, James

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 378 745 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de manipulación de materiales para mover polvo de silicio.

5 La presente invención versa, en general, acerca de un sistema de manipulación de materiales para mover polvo de silicio movido hasta un aparato de fusión u horno. Además, la invención versa acerca de un sistema de manipulación de materiales para extraer subproductos de proceso, tales como óxidos de silicio (SiO , SiO_2 , o SiO_x), en denominados "óxidos de silicio".

10 Como se describe en el documento US 6193053B1 se utilizan habitualmente alimentadores de avance por tornillo sin fin para alimentar polvo en diversos procedimientos y aparatos. Estos alimentadores de avance por tornillo sin fin son generalmente un aparato alimentador de avance por tornillo sin fin de tipo transportador convencional, sin prestar atención al calor u otras condiciones ambientales hasta el receptor o aparato asociado con el que está asociado el alimentador de avance por tornillo sin fin. Por ejemplo, los alimentadores de avance por tornillo sin fin no consideran en general aspectos del aparato o del receptor para el alimentador de avance por tornillo sin fin. Se conoce que los alimentadores conocidos de avance por tornillo sin fin, especialmente los de finos, no se ocupan de ningún escape del receptor o del aparato asociado. Además, no se ve que los alimentadores conocidos de avance por tornillo sin fin se ocupen de consideraciones de temperatura ambiente en el receptor o en el aparato asociado.

15 En consecuencia, se proporciona un dispositivo de avance por tornillo sin fin que considera las condiciones ambientales del receptor o del aparato asociado. Además, se proporciona un dispositivo de avance por tornillo sin fin para alimentar silicio a un receptor del horno, mientras que elimina simultáneamente el subproducto no deseable de óxido de silicio, lo que se efectúa con un dispositivo de avance por doble tornillo sin fin.

20 Un aspecto de la invención define un sistema de manipulación de materiales para mover polvo de silicio desde un dispositivo de almacenamiento hasta un receptor del horno, en el que el sistema de manipulación de materiales comprende un alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin que se extiende desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor. El alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin comprende un miembro externo de avance por tornillo sin fin; un miembro interno de avance por tornillo sin fin; en el que el miembro externo de avance por tornillo sin fin está colocado en un tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin; y el miembro interno de avance por tornillo sin fin está colocado en un tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin. Un tubo de proceso coloca el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin en una orientación de manipulación de materiales con el dispositivo de almacenamiento y el receptor. El tubo de proceso puede comprender un extremo abocardado en el receptor para aumentar el flujo de material al interior del receptor. Se alimenta el material desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor por medio del miembro externo de avance por tornillo sin fin; el miembro interno de avance por tornillo sin fin elimina gas y subproductos del receptor.

25 Estos y otros aspectos, ventajas y características principales de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, que, cuando sea tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que las piezas similares están designadas por medio de caracteres similares de referencia en todos los dibujos, dan a conocer realizaciones de la invención.

30 Se comprenderán mejor diversos aspectos, características, y ventajas de la presente invención más tarde, cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que los caracteres representan piezas similares en todos los dibujos, en los que:

40 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de manipulación de materiales que incluye una tolva de suministro que comprende un alimentador de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención,

la Figura 2 es una ilustración esquemática del dispositivo de manipulación de materiales que comprende un alimentador de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención;

45 la Figura 3 es una ilustración lateral esquemática en corte transversal del dispositivo de manipulación de materiales que comprende un alimentador de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención;

50 la Figura 4 es una ilustración lateral esquemática en corte transversal del dispositivo de manipulación de materiales que comprende un alimentador de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención;

la Figura 5 es una ilustración esquemática del tubo de proceso del proceso tubular, como se implementa por la invención; y

la Figura 6 es una ilustración esquemática de la placa divisoria de collar para el alimentador de avance por doble tornillo sin fin en un proceso tubular, como se implementa por la invención.

Según se utiliza en el presente documento, se debería comprender que un elemento o etapa enumerado en singular y precedido con la palabra “un”, “una” (y especialmente, “al menos un/una” no excluye múltiples elementos o etapas tales, a no ser que se indique explícitamente tal exclusión. Además, no se pretende que las referencias a “una realización” (o a “otras realizaciones”) de la presente invención sean interpretadas como que excluyen ya sea la existencia de realizaciones adicionales que también incorporan las características enumeradas o que excluyan otras características descritas junto con realizaciones de la presente invención. Además, a no ser que se indique explícitamente lo contrario, las realizaciones que “comprenden” o “tienen” un elemento o una pluralidad de elementos que tienen una propiedad particular pueden incluir tales elementos adicionales que no tengan esa propiedad.

Una realización de la presente invención proporciona un dispositivo 100 de manipulación de materiales y un procedimiento asociado. El dispositivo 100, según se ilustra en la Figura 1 comprende un alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin que está conectado de forma operativa a un dispositivo de almacenamiento, tal como, pero sin limitación, una tolva 1, que contiene polvo, aquí polvo o finos 2 de silicio. La tolva 1 comprende una parte inferior abierta que está abierta al tornillo sin fin más externo 4 de avance, que gira en tal dirección que lleva polvo fino de silicio al interior de una zona caliente 151 (la zona caliente definida como una porción del horno 150 en la que la temperatura es superior a aproximadamente 1415°C) de un receptor, tal como, pero sin limitación, un horno 150. Por lo tanto, la tolva 1 puede alimentar polvo, tal como silicio 2 al alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin.

El alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención, comprende un miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin y un miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin. El miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin es un miembro hueco de avance por tornillo sin fin con un orificio central a través del mismo en el que está colocado el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin. El miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin está colocado en un tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, mientras que el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin está colocado en un tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin. De forma alternativa, el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin está formado como parte del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, bien como un elemento formado al mismo tiempo o bien formado de manera individual y luego unidos como una única pieza. Por ejemplo, estos elementos pueden ser mecanizados de una pieza de nitruro de silicio (Si₃N₄). Cada uno del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, del tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin están alineados en un eje 10, de forma que sean coaxiales en el tubo 6 de proceso.

El alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin y sus elementos asociados están colocados en el tubo 6 de proceso en una orientación de manipulación de materiales con la tolva 2 y una cámara 14 de recogida (que será descrita más adelante). La orientación de manipulación de materiales, como se implementa por la invención, permite el flujo del silicio 2 al interior del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, bien bajo el flujo de la gravedad, bien con una ayuda (presión positiva sobre el polvo 2, tal como silicio, fuerza aplicada sobre una superficie superior del silicio 2, agitación del polvo 2 y/o de la tolva 1, o una ayuda similar) o combinaciones de los mismos. La orientación de manipulación de materiales también permite que la cámara 14 de recogida recoja y separe el óxido de silicio del gas de proceso en un horno 150 (en líneas discontinuas) a través del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin y el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin. El miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin gira en una dirección opuesta al miembro externo 4 de tornillo sin fin, de forma que el miembro interno 5 de tornillo sin fin actúa para eliminar óxido de silicio condensado que se condensa en el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin que actúa como una salida para el gas de proceso. Es deseable que el SiO se condense en el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin en vez de en otras partes del horno, de la materia primera o del producto final.

El dispositivo alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin está formado de un material o materiales que permiten una transferencia eficaz y efectiva de polvo de silicio, por ejemplo silicio 2, al horno 150 desde la tolva 1, al igual que permitir el retorno de gas de proceso y de sólidos condensados (tales como SiO) desde el horno. El material cerámico del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, del tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin también puede ser, sin limitación, Si₃N₄, SiC, Al₂O₃, Si, SiO₂, y combinaciones de los mismos, o materiales similares.

Además, el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención se extiende al interior del horno 150 para cargar simultáneamente polvo 2 en el interior del tubo 6 de proceso y extraer subproductos gaseosos de proceso del tubo 6 de proceso. El tubo externo 8 de guía del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin se extiende solamente en parte al interior de la zona caliente 151 del horno 150 y se extiende por un extremo abocardado 7 de descarga. Se proporciona el extremo abocardado 7 de descarga, como se implementa por la invención, para evitar la compactación del polvo 2 dentro del tubo externo 4 de guía cuando no hay presente ningún miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin. El miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin, se extienden más allá del extremo del tubo

abocardado 7 de descarga para evitar que el polvo de silicio depositado en el interior del tubo 6 de proceso sea llevado fuera del tubo 6 de proceso junto con el gas de proceso, como se ilustra en la Figura 1.

De forma alternativa, como se implementa por la invención, el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, el tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin podrían extenderse por completo al interior de la zona caliente 151, con mejoras adicionales de los materiales. Por ejemplo, cualquiera del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, del tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, y todos ellos, pueden estar revestidos con revestimientos protectores resistentes a la temperatura.

El polvo 2 de silicio reaccionará en el horno 150 con cualquier fuente disponible de oxígeno, tal como cuarzo para formar subproductos del horno, tales como, pero sin limitación, óxidos de silicio (SiO , SiO_2 , o SiO_x), más adelante "óxidos de silicio". Cualquier óxido de silicio formado se condensará justo por debajo de la temperatura de fusión del silicio. No es deseable este producto de condensación de óxido de silicio en el sistema 100, dado que puede afectar de forma adversa al flujo de polvo 2, tal como, pero sin limitación, silicio al horno 150 y/o el retorno de gas de nuevo a través del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, al igual que depositarse sobre el producto acabado. En consecuencia, como se implementa por la invención, el sistema 100 proporciona una estructura y operaciones para extraer gas de proceso, que contiene el polvo, tal como, pero sin limitación, óxido de silicio, del horno 150.

Para extraer gas de proceso y subproductos del horno 150, el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin proporciona el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin que mueve el polvo 2 desde la tolva 1 al interior del horno al girar en una dirección en su tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, mientras que el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin en su tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin gira en una dirección opuesta y contraria en el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin. Con la disposición del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin en el árbol hueco del miembro externo 5 de avance por tornillo sin fin, el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin puede convertir en polvo y, si es necesario, transportar cualquier óxido de silicio que se deposita/condensa en el interior del tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin. De forma alternativa, el tornillo sin fin interno 5 podría ser sustituido por un dispositivo estacionario de rascado que utilice el movimiento relativo del miembro externo 4 de tornillo sin fin, que también actúa como el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin para descomponer el depósito de óxido de silicio en el interior del tubo 9 del miembro interno.

Se pueden transportar subproductos y gas de proceso a través del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin y del tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin al interior de una cámara 14 de recogida, como se implementa por la invención. La cámara 14 de recogida permite la eliminación de subproductos recogidos del gas de proceso, que entonces pueden ser descargados o reciclados. Por ejemplo, la cámara 14 de recogida puede estar formada como una caja de caída de velocidad que puede separar polvo de gas. De forma alternativa, la cámara 14 de recogida puede comprender una cámara 14 de recogida con una vía 15 de acceso para la recogida de subproductos, en la que los subproductos pueden asentarse bajo la influencia de la gravedad. La cámara 14 de recogida incluye una abertura de ventilación u otra vía 19 de gas de proceso, para la eliminación de gas de proceso de la cámara 14 de recogida. La vía 19 de gas de proceso de la cámara 14 de recogida puede comprender al menos uno de una abertura de ventilación a la atmósfera, una abertura de ventilación al equipo de procesamiento o depuración (no ilustrado), y un dispositivo asistido por presión, tal como, pero sin limitación, un dispositivo de eliminación del vacío (no ilustrado). Además, como se implementa por la invención, los subproductos recogidos pueden ser eliminados de forma periódica de la cámara 14 de recogida, o de forma alternativa pueden ser eliminados continuamente de la cámara 14 de recogida, por ejemplo, pero sin limitación, un transportador o dispositivo similar (no ilustrado) de eliminación. De forma alternativa, se puede burbujear el gas de escape a través de un líquido para eliminar cualquier sólido, tal como óxido de silicio. El líquido podría ser sustituido continua o discontinuamente.

Se puede orientar el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, como se implementa por la invención, con un ángulo pequeño α con respecto a un eje ortogonal del sistema 100 con respecto a la tolva 1. Se puede proporcionar el ángulo pequeño α con el que está colocado el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin en la tolva 1, por medio de al menos una de la colocación del tubo 6 de proceso con el ángulo pequeño α con respecto a la tolva 1, la colocación del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin, del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin, del tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin con el ángulo pequeño α con respecto a al menos uno de la tolva 1 y del tubo 6 de proceso, o combinaciones de los mismos. El ángulo pequeño α ayuda en la descarga de polvo 2 a través del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin y del tubo 6 de descarga y al interior del horno 150. Como se implementa por la invención, el ángulo α proporciona el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin con un ángulo pequeño, tal como un ángulo α inferior a aproximadamente 10 grados desde el eje ortogonal. Además, como se implementa por la invención, el ángulo α puede ser inferior a aproximadamente

10 grados desde el eje ortogonal. Además, el ángulo α puede ser de entre aproximadamente 0,5 grados hasta aproximadamente 3 grados desde el eje ortogonal.

Además, como se implementa por la invención, el horno 150 puede estar colocado con un ángulo α con respecto al eje ortogonal del sistema, para ayudar en la descarga de silicio licuado del horno 150. Estando colocado el horno 150 con un ángulo α con respecto al eje ortogonal, ayuda en la descarga de silicio licuado como un control de procesos del suministro de polvo 2 al horno 150 y el procedimiento de licuefacción en el horno 150 y también una descarga de silicio licuado desde el horno 150. Además, el horno 150 puede tener su ángulo α regulable para ayudar en la descarga de silicio licuado desde el horno 150, y su función como un control de procesos. El horno 150 puede tener su ángulo α regulable mediante cualquier medio, tal como, pero sin limitación, colocar el horno 150 sobre un dispositivo de elevación, un calzo amovible, una plataforma inclinable, un soporte amovible o similar, que permite un movimiento relativo del horno 150 con respecto al sistema 100. Además, diversos aspectos de la invención contemplan adicionalmente que el sistema 100 pueda ser ajustable para ayudar adicionalmente en la descarga de silicio licuado desde el horno 150, y su función como un control de procesos. Como tal, el sistema 100 puede ser ajustable para ayudar adicionalmente en la descarga de silicio licuado desde el horno 150 mediante medios similares a los de regulabilidad del horno 150. Además, el ángulo α también es ajustable con respecto al alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin y el resto del sistema ortogonal.

Según aumenta la temperatura del polvo 2 de silicio, según se acerca al horno 150, hasta casi su temperatura de fusión, el polvo 2 de silicio puede volverse "pegajoso" y adherirse a sí mismo. Además, el polvo 2 de silicio, según aumenta casi hasta su temperatura de fusión, el polvo 2 de silicio puede compactarse y puede retroceder al interior de las partes más frías del tubo 6 de proceso e interferir en última instancia con la operación apropiada del horno 150. Para evitar los posibles efectos adversos del retroceso del polvo, o para retroceder en el tubo 6 de proceso, y también que el polvo se pega a sí mismo en el tubo 6 de proceso y el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, se puede colocar una placa divisoria 16 de collar (Figuras 1 y 6) dentro del tubo 6 de proceso. Como se implementa por la invención, la placa divisoria 16 de collar puede estar fijada al tubo 6 de proceso mediante medios apropiados, tales como, sin limitación, soldar la placa divisoria 16 de collar al tubo 6 de proceso, encajarla por fricción en el tubo 6 de proceso, conectarla mecánicamente, o encajarla de otra manera en el tubo 6 de proceso mediante otros medios.

La placa divisoria 16 de collar está formada con muescas 18 de la placa divisoria de collar para la aceptación de varillas estabilizadoras 18 de guía, como se expone más adelante. Además, como se implementa por la invención, la placa divisoria 16 de collar está formada de un material que no afecta de forma adversa la operación del sistema 100, y sus componentes, como se describe en el presente documento. Por ejemplo, sin limitación alguna para la invención, la placa divisoria 16 de collar comprende cuarzo o materiales de cuarzo. La placa divisoria 16 de collar, como se implementa por la invención, puede estar formada como un elemento individual del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin y del tubo 6 de proceso, y es deslizada sobre el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin con una abertura 17 formada en la placa divisoria 16 de collar que acepta el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin. Las muescas 18' aceptan las varillas estabilizadoras 18 de guía, colocando de esta manera la placa divisoria 16 de collar en el tubo 6 de proceso. La placa divisoria 16 de collar puede ser insertada en el tubo 6 de proceso como un elemento individual, y puede ser retirada cuando cualquier pieza del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin o del tubo 6 de proceso necesite mantenimiento o ser sustituida.

Para aumentar la estabilidad del tubo 6 de proceso en el sistema 100, el tubo 6 de proceso puede comprender una estructura estabilizadora en el mismo. Como se implementa por la invención, la estructura estabilizadora puede comprender estructuras estabilizadoras de guía o varillas estabilizadoras 18 de guía. Estas varillas estabilizadoras 18 de guía están colocadas en la periferia interior del tubo 6 de proceso, como se ilustra de forma esquemática en la Figura 5. La guía estabilizadora 18 puede estar formada como varillas 18 de cuarzo colocadas en el interior del tubo 6 de proceso. Como se ilustra, hay pocas varillas 18 de guía colocadas en el interior del tubo 6 de proceso, y aunque se ilustran con un corte transversal circular, estas varillas estabilizadoras 18 de guía pueden tener una configuración estabilizadora, tal como, pero sin limitación, rectangular, triangular, viga en "I", o cualquier otra configuración tal que proporcione estabilización. Las varillas estabilizadoras 18 de guía conectadas al tubo 6 de proceso guiarán la placa divisoria 16 de collar por medio de una cooperación con las muescas 18' de la placa divisoria de collar, manteniendo de esta manera la placa divisoria 16 de collar en su lugar en el tubo de proceso, mientras que el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin y sus componentes giran.

Además, como se implementa por la invención, se puede enfriar activamente el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin, que actúa para eliminar el óxido condensado de silicio y gas del horno 150. El enfriamiento del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin puede ser mediante medios apropiados de enfriamiento (no ilustrados para facilitar la comprensión de aspectos de la invención), tal como, pero sin limitación, enfriar con gas o refrigerante líquido. Además, como se implementa por la invención, el tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin que separa el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin puede estar construido para aislar el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin del tubo 6 de proceso, especialmente cuando el tubo 6 de proceso se extiende al interior del horno 150. En consecuencia, una superficie interna del tubo 9 del miembro interno de avance por

tornillo sin fin sería más fría que su superficie externa, fomentando la condensación sobre la superficie interna cuando el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin pueda eliminar fácilmente la condensación.

5 En consecuencia, el sistema 100, como se implementa por la invención, puede alimentar polvo al interior de una zona caliente 151 de un horno 150, tal como, pero sin limitación, un horno rotatorio. El sistema 100, como se implementa por la invención, permite la extracción de gas del horno 150 evitando que el polvo retroceda en el tubo 6 de proceso. En consecuencia, el sistema 100 permite una operación a largo plazo o continua en un entorno en el que se alimenta polvo 2 al interior de un horno.

10 Además, se puede utilizar el sistema 100, como se implementa por la invención, para alimentar polvo 2 de silicio al interior de un horno 150 para formar materiales, tales como, pero sin limitación, silicio fundido de alta pureza. El silicio de alta pureza puede ser utilizado para formar dispositivos fotovoltaicos, paneles, paneles solares u otros dispositivos que emplean tal silicio. Además, el sistema 100, como se implementa por la invención, con el extremo abocardado 7 del tubo 8 del miembro externo permite que el material sea alimentado directamente al interior del horno 150 sin requerir que el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin sea extendido completamente al interior de la zona caliente 151 del horno 150. El extremo abocardado 7 puede evitar la aglomeración del polvo 2, que se aglomera y atasca dentro del tubo 8 del miembro externo. Además, el alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin con el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin y el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin que gira en sentido contrario que el miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin puede permitir que se extraiga gas y polvo en un sistema con únicamente un punto de acceso disponible.

20 De forma alternativa, el miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin y su tubo 9 del miembro interno de avance por tornillo sin fin podrían estar colocados en un punto de entrada, alejado del miembro externo 4 de avance por tornillo sin fin y su tubo 8 del miembro externo de avance por tornillo sin fin, en el que cada uno se comunica con el horno 150, tal como en una ubicación en el horno 150 próxima al lugar del que sale el silicio fundido. Se prefiere la colocación del miembro interno 5 de avance por tornillo sin fin como se ilustra, y los subproductos, tales como, sin limitación, óxido de silicio, estarán formados con ese fin, y el alimentador 3 de avance por doble tornillo sin fin de rotación única tanto para alimentar polvo como para extraer subproductos permite una gestión mejorada del equipo para la limpieza, el mantenimiento, y la sustitución de piezas consumibles.

25 Además, la placa divisoria 16 de collar, como se implementa por la invención, puede evitar que el polvo 2 retroceda en al menos uno del tubo 6 de proceso y/o del alimentador contrarrotativo 3 de avance por doble tornillo sin fin hacia el extremo del tubo que se encuentra alejado del horno 150, en el que el retroceso podría ser perjudicial y tener como resultado el apagado del sistema 100. Además, proporcionar la placa divisoria 16 de collar como una unidad modular insertable en el sistema 100, como se ha descrito anteriormente, puede permitir una limpieza in situ del sistema 100.

30 Aunque se ha descrito la invención en términos de diversas realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede ser puesta en práctica con modificaciones dentro del espíritu y del alcance de las reivindicaciones.

35 Se definen ahora diversos aspectos y realizaciones de la presente invención por medio de las siguientes cláusulas numeradas:

1. Un sistema de manipulación de materiales para mover polvo de silicio desde un dispositivo de almacenamiento hasta un horno (150), comprendiendo el sistema:

40 un alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin que se extiende desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor; comprendiendo el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin:

un miembro externo de avance por tornillo sin fin;

un miembro interno de avance por tornillo sin fin;

45 estando colocado el miembro externo de avance por tornillo sin fin en un tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin;

estando colocado el miembro interno de avance por tornillo sin fin en un tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin;

50 un tubo de proceso que coloca al alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin en una orientación de manipulación de materiales con el dispositivo de almacenamiento y el receptor; en el que se alimenta el material desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor por medio del miembro externo de avance por tornillo sin fin; el miembro interno de avance por tornillo sin fin elimina gas y subproductos del receptor en el que el miembro externo de avance por tornillo sin fin comprende un miembro hueco de avance por tornillo sin fin con un orificio central a través del mismo, estando colocado el miembro interno de avance por tornillo sin fin en el orificio central; y

55

caracterizado porque el miembro externo de avance por tornillo sin fin, el miembro interno de avance por tornillo sin fin, el tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y el tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin están formados de un material cerámico, estando seleccionado el material cerámico del grupo constituido por Si_3N_4 , SiC , Al_2O_3 , Si , SiO_2 y combinaciones de los mismos.

- 5 2. Un sistema según la cláusula 1, en el que cada uno del miembro externo de avance por tornillo sin fin, del miembro interno de avance por tornillo sin fin, del tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin están alineados en un eje común.
- 10 3. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que cada uno del miembro externo de avance por tornillo sin fin, del miembro interno de avance por tornillo sin fin, del tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin están alineados y son coaxiales en el tubo de proceso.
- 15 4. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que el tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin comprende una parte del miembro externo de avance por tornillo sin fin.
- 15 5. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que el tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin y el miembro externo de avance por tornillo sin fin están mecanizados de una pieza de nitruro de silicio (SiN), en el que el tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin forma un árbol del miembro externo de avance por tornillo sin fin.
- 20 6. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que el receptor comprende un horno y el material comprende polvo de silicio, de forma que el horno metaliza el polvo de silicio, y el miembro interno de avance por tornillo sin fin elimina gas y subproductos de óxido de silicio del horno.
- 25 7. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin y el extremo abocardado de descarga del tubo de proceso se extiende hasta una zona caliente del horno.
- 25 8. Un sistema según la reivindicación 6 o reivindicación 7, en el que al menos uno del alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin, del horno y del dispositivo de almacenamiento están orientados con ángulos con respecto al menos a uno de los demás y un sistema ortogonal para facilitar el movimiento del polvo de silicio desde el dispositivo de almacenamiento a través del alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin hasta el horno.
- 30 9. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que al menos uno de los ángulos que orientan el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin, el horno y el dispositivo de almacenamiento es ajustable.
- 35 10. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que al menos uno de los ángulos que orientan el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin, el horno y el dispositivo de almacenamiento es ajustable hasta 5 grados desde al menos uno de los demás y el sistema ortogonal.
- 40 11. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que el dispositivo de almacenamiento comprende una cámara de recogida, separando la cámara de recogida gas y subproductos eliminados del receptor por el miembro interno de avance por tornillo sin fin.
- 40 12. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que la cámara de recogida comprende al menos una vía de recogida para subproductos y al menos una vía de eliminación del gas de proceso.
- 45 13. Un sistema según cualquier cláusula precedente, que comprende, además, una placa divisoria de collar, estando colocada la placa divisoria de collar en el tubo de proceso y que comprende una abertura que acepta el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin, en el que la placa divisoria de collar evita el retroceso del polvo en el tubo de proceso.
- 45 14. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que la placa divisoria de collar comprende, además, muescas en una periferia externa y el tubo de proceso comprende varillas estabilizadoras de guía, cooperando las varillas estabilizadoras de guía con las muescas para colocar adicionalmente la placa divisoria de collar en el tubo de proceso.
- 50 15. Un sistema según cualquier cláusula precedente, en el que al menos uno del miembro externo de avance por tornillo sin fin, del miembro interno de avance por tornillo sin fin, del tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin comprende material cerámica.

Aspectos relacionados adicionales, que no son parte de la invención son:

16. Un procedimiento para mover material desde un dispositivo de almacenamiento hasta un receptor, comprendiendo el procedimiento:
- 5 proporcionar un alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin que se extiende desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor; comprendiendo el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin:
- un miembro externo de avance por tornillo sin fin;
- un miembro interno de avance por tornillo sin fin;
- estando colocado el miembro externo de avance por tornillo sin fin en un tubo del miembro externo de avance por tornillo sin fin; y
- 10 estando colocado el miembro interno de avance por tornillo sin fin en un tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin; y
- colocar el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin en una orientación de manipulación de materiales con el dispositivo de almacenamiento y el receptor;
- 15 mover el material desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor por medio del miembro externo de avance por tornillo sin fin; y
- eliminar gas y subproductos desde el receptor hasta el miembro interno de avance por tornillo sin fin.
17. El procedimiento según la cláusula 16, en el que la colocación de un tubo de proceso desde el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin en una orientación de manipulación de materiales con el dispositivo de almacenamiento y el receptor comprende:
- 20 colocar al menos uno del alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin, del receptor y del dispositivo de almacenamiento en un tubo de proceso a ángulos ajustables con respecto a los demás, facilitando el movimiento del polvo de silicio desde el dispositivo de almacenamiento a través del alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin hasta el receptor.
18. El procedimiento según la cláusula 16 o 17, en el que el receptor comprende un horno y el material comprende polvo de silicio, en el que el horno puede fundir el polvo de silicio, y el miembro interno de avance por tornillo sin fin puede eliminar gas de proceso y subproductos de óxido de silicio del horno.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de manipulación de materiales para mover polvo de silicio desde un dispositivo de almacenamiento hasta un horno (150), comprendiendo el sistema:
 - 5 un alimentador contrarrotativo (3) de avance por doble tornillo sin fin que se extiende desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor; comprendiendo el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin:
 - un miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin;
 - un miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin;
 - 10 estando colocado el miembro externo de avance por tornillo sin fin en un tubo (8) del miembro externo de avance por tornillo sin fin;
 - estando colocado el miembro interno de avance por tornillo sin fin en un tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin;
 - 15 colocando un tubo (6) de proceso el alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin en una orientación de manipulación de materiales con el dispositivo de almacenamiento y el receptor; en el que se alimenta el material (2) desde el dispositivo de almacenamiento hasta el receptor por medio del miembro externo de avance por tornillo sin fin; el miembro interno de avance por tornillo sin fin elimina gas y subproductos del receptor;
 - 20 en el que el miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin comprende un miembro hueco de avance por tornillo sin fin con un orificio central a través del mismo, estando colocado el miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin en el orificio central; y

caracterizado porque:

 - 25 el miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin, el miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin, el tubo (8) del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y el tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin están formados de un material cerámico, seleccionado el material cerámico del grupo constituido por Si_3N_4 , SiC , Al_2O_3 , Si , SiO_2 y combinaciones de los mismos.
2. Un sistema (100) según la reivindicación 1, en el que cada uno del miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin, del miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin, del tubo (8) del miembro externo de avance por tornillo sin fin, y del tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin están alineados en un eje común.
3. Un sistema (100) según cualquier reivindicación precedente, en el que cada uno del miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin, del miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin, del tubo (8) del miembro externo de avance por tornillo sin fin, del tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin están alineados de forma coaxial en el tubo (6) de proceso.
4. Un sistema (100) según cualquier reivindicación precedente, en el que el tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin comprende una parte del miembro externo de avance por tornillo sin fin.
- 35 5. Un sistema (100) según cualquier reivindicación precedente, en el que el tubo (9) del miembro interno de avance por tornillo sin fin y el miembro externo (4) de avance por tornillo sin fin están mecanizados de una pieza de nitruro de silicio (SiN), en el que el tubo del miembro interno de avance por tornillo sin fin forma un árbol del miembro externo de avance por tornillo sin fin.
- 40 6. Un sistema (100) según cualquier reivindicación precedente, en el que el receptor comprende un horno (150) y el material comprende polvo de silicio, de forma que el horno metaliza el polvo de silicio, y el miembro interno (5) de avance por tornillo sin fin elimina gas y subproductos de óxido de silicio del horno.
7. Un sistema (100) según cualquier reivindicación precedente, en el que el alimentador contrarrotativo (3) de avance por doble tornillo sin fin y el extremo abocardado de descarga del tubo de proceso se extiende hasta una zona caliente (151) del horno (150).
- 45 8. Un sistema (100) según la reivindicación 6 o 7, en el que al menos uno del alimentador contrarrotativo (3) de avance por doble tornillo sin fin, del horno (150) y del dispositivo (1) de almacenamiento están orientados con ángulos (α) con respecto al menos uno de los demás y un sistema ortogonal para facilitar el movimiento del polvo de silicio desde el dispositivo de almacenamiento a través del alimentador contrarrotativo de avance por doble tornillo sin fin hasta el horno (150).

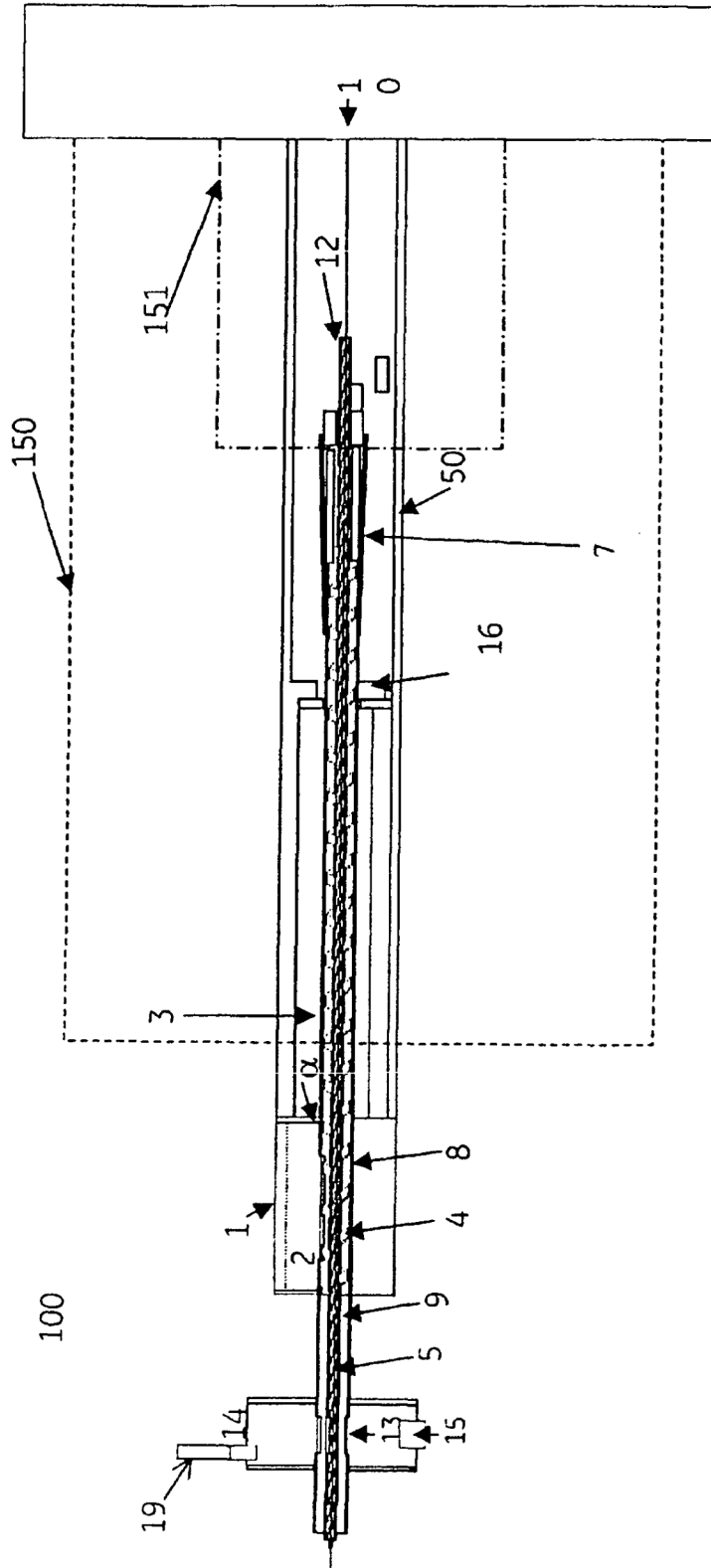


Figura 1

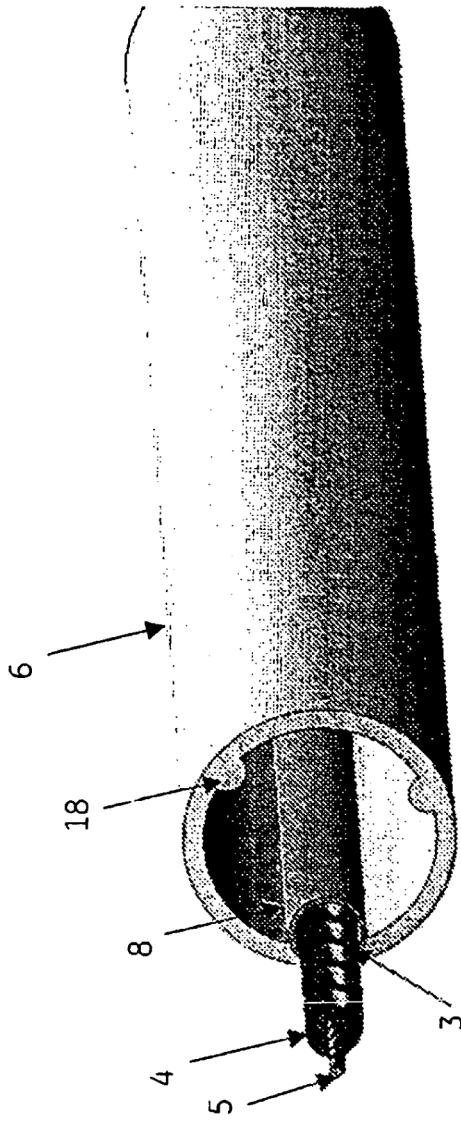


Figura 2

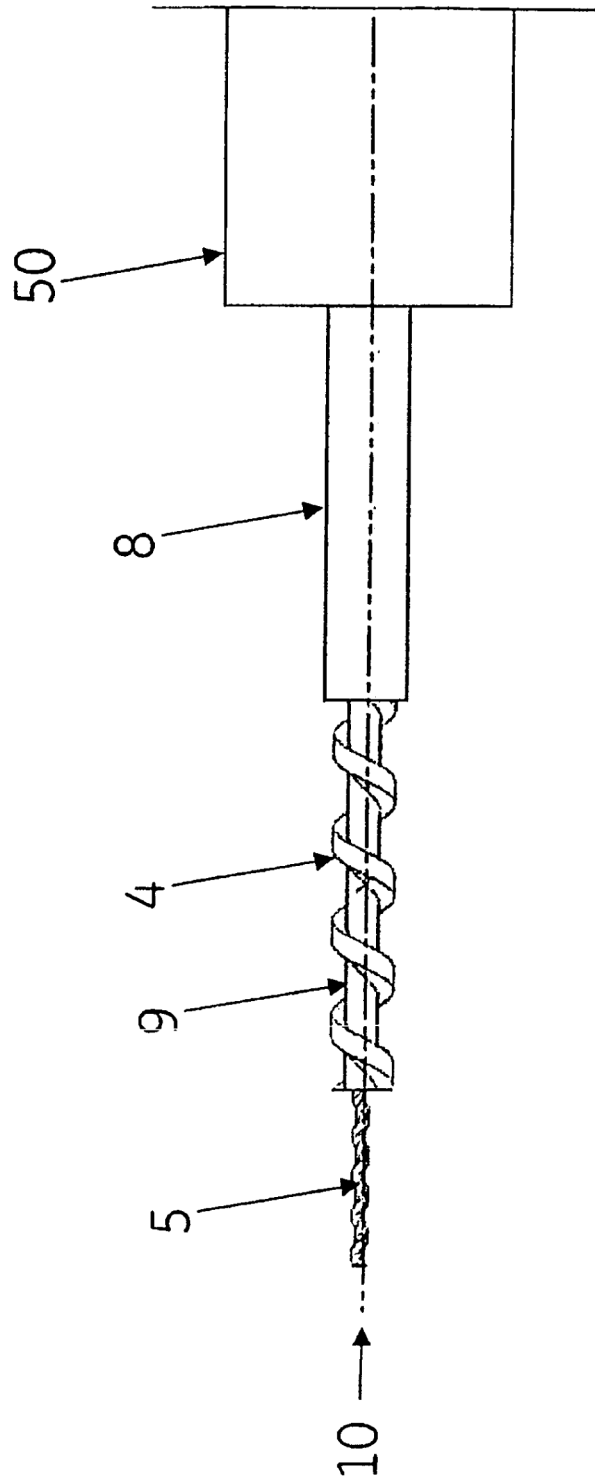


Figura 3

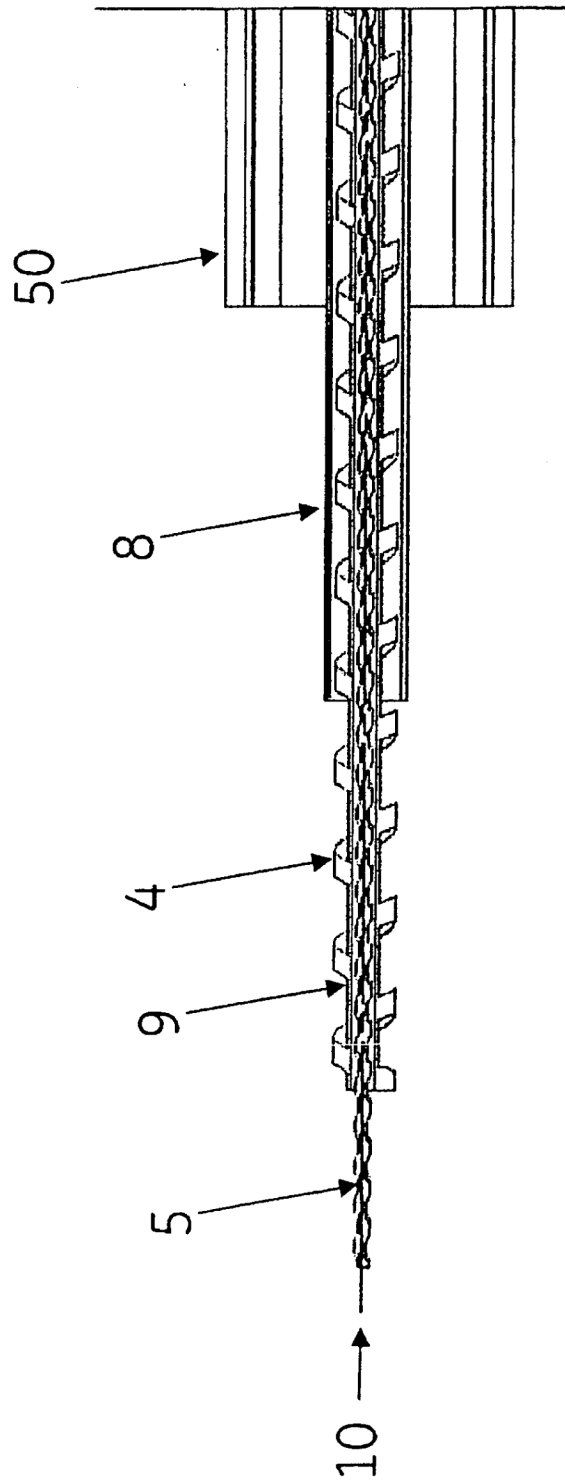
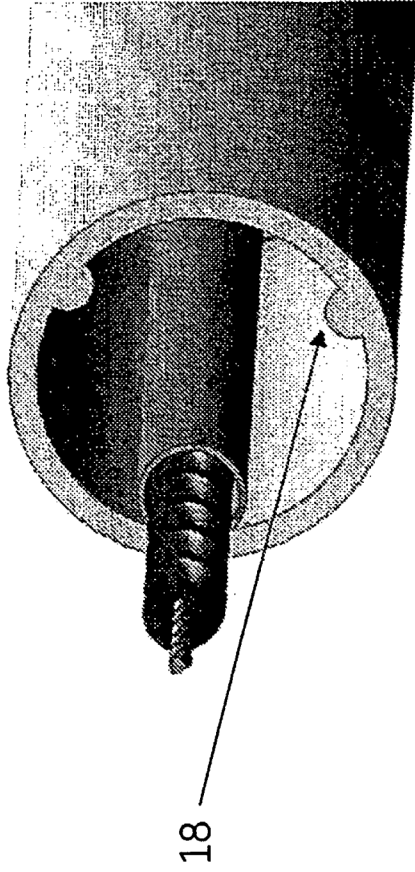


Figura 4

Figura 5



16

17

18'

Figura 6

