

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 954**

51 Int. Cl.:

**C01B 31/22** (2006.01)

**B24C 1/00** (2006.01)

**B24C 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 08021667 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2163518**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para crear nieve de hielo seco**

30 Prioridad:

**15.09.2008 DE 102008047432**

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

**12.03.2013**

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)  
KLOSTERHOFSTRASSE 1  
80331 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMAND, RALF;  
HAUNER, MATTHIAS y  
BLANKE, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 397 954 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

Dispositivo y procedimiento para crear nieve de hielo seco

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para crear nieve de hielo seco, así como a un procedimiento y un dispositivo para la limpieza de objetos por medio de un chorro de nieve de hielo seco, en particular un chorro de nieve de CO<sub>2</sub> o bien un chorro de partículas de CO<sub>2</sub>.

10 Para la limpieza de superficies de objetos en el sector industrial son conocidos procedimientos de limpieza químicos y físicos y posibilidades más diversos.

15 Procedimientos de limpieza químicos requieren, en virtud de los productos frecuentemente agresivos allí utilizados y en virtud de disposiciones legales, un elevado gasto de dispositivos de seguridad y de desecho. Por lo tanto, en el caso de procedimientos de limpieza físicos en los que la suciedad debe ser eliminada, por norma general, mediante bombardeo o chorreado de la superficie a limpiar con partículas de arena, metal o vidrio, es necesario que la limpieza propiamente dicha se lleve a cabo en cabinas separadas. Para ello, la pieza componente a limpiar debe ser desmontada primeramente de la máquina correspondiente y debe ser incorporada en una cabina de este tipo.

20 Otra alternativa consiste en limpiar las piezas componentes mediante bombardeo de hielo seco. En el caso del hielo seco se trata de dióxido de carbono transformado en el estado de agregado sólido y enfriado hasta al menos -78,5°C. El hielo seco pasa, a la presión atmosférica, directamente desde el estado de agregado sólido al gaseoso, no formándose líquido de fusión alguno. Con ello, de una manera particularmente sencilla, a saber con aire comprimido normal, se puede realizar tanto el bombardeo con hielo seco como también la aspiración y evacuación de las partículas de suciedad.

25 El hielo seco se encuentra en la producción en forma de nieve. La creación de nieve de CO<sub>2</sub> en el lugar por medio de una tobera a partir de CO<sub>2</sub> líquido y el chorreado directo de una superficie con esta nieve, eventualmente con sustentación de aire comprimido, es comparativamente fácil de manipular desde un punto de vista de la técnica del procedimiento y fácil de automatizar.

30 Según el estado conocido de la técnica, tal como se conoce, por ejemplo, en el documento EP 1 501 655 B1, para la producción de nieve de CO<sub>2</sub> y alimentación de la misma en una corriente de gas portador, CO<sub>2</sub> líquido es conducido a través de una de una tubería de alimentación, bajo presión, a un recinto de expansión que presenta una sección transversal considerablemente mayor que la tubería de alimentación. Como un ejemplo, la tubería de alimentación presenta un diámetro interno de 3 mm, mientras que una primera cámara del recinto de expansión presenta un diámetro de 20 mm y una longitud de 85 mm. A la primera cámara se le une, aguas abajo después de un corto ensanchamiento cónico, una segunda cámara del recinto de expansión con un diámetro interno de 32 mm y una longitud de 105 mm. La segunda cámara desemboca en una derivación con un diámetro interno de 39 mm, la cual desemboca bajo un ángulo de 45° con la corriente en una tubería de chorreado, en la que un gas portador fluye hacia una tobera de chorreado. En el recinto de expansión se forma a partir del CO<sub>2</sub> líquido y en virtud de una reducción brusca de la presión, nieve de CO<sub>2</sub> la cual es arrastrada con el gas portador de la derivación y es dirigida a través de la tobera de chorreado a un objeto a limpiar. En la cámara de expansión de dos etapas las partículas de nieve de CO<sub>2</sub> pueden reunirse para formar granos de una masa deseada (aglomeración).

45 La expansión del CO<sub>2</sub> para formar nieve de CO<sub>2</sub> y la (deseada) aglomeración de la misma requiere de un cierto tiempo. Por lo tanto, el recinto de expansión, que supone la parte constructiva esencial de un dispositivo de generación de hielo seco, debe presentar una longitud determinada. En función de las condiciones de uso, ésta puede aumentar considerablemente tal como muestra el ejemplo precedentemente mencionado con una longitud total de 190 mm y puede actuar de forma perturbadora sobre la construcción total de un dispositivo para el chorreado de nieve de hielo seco.

50 Junto a una aglomeración deseada en la generación de la nieve de CO<sub>2</sub>, en el caso de los chorros de nieve de CO<sub>2</sub> se producen también fenómenos de aglomeración indeseados. Así, mediante la aglomeración de nieve de CO<sub>2</sub> se produce siempre, detrás de la tobera de nieve de CO<sub>2</sub>, una salida acumulada y no previsible de nieve de CO<sub>2</sub>, con lo que la imagen de los chorros es irregular y la densidad de los chorros es erráticamente oscilante, y conduce a un resultado irregular. Con ello, el efecto de limpieza es difícilmente predecible y, en conjunto, se ve perjudicado, lo que debe compensarse, en parte, mediante un mayor empleo de hielo seco y/o gas a presión.

En el documento DE 10 2005 005638 B3 se propone una aportación lateral de nieve de CO<sub>2</sub> a través de una cámara de aglomeración, desembocando la nieve de CO<sub>2</sub> bajo un ángulo de 90° en una cámara mezcladora, a saber aguas arriba de una desembocadura de un tubo de chorreado el cual penetra un cierto tramo en la cámara mezcladora. Con ello, se alcanza un buen arremolinamiento del gas portador con la nieve de CO<sub>2</sub>, aportado a través del tubo de chorreado. También aquí, la cámara de expansión y de aglomeración tiene una longitud considerable y sobresale además lateralmente lo cual dificulta la manipulación del dispositivo en conjunto. También en este caso se puede producir una aglomeración indeseada de la nieve de CO<sub>2</sub> creada en el orificio de chorreado.

Para la compresión de la nieve de CO<sub>2</sub> en partículas de una masa deseada, el documento DE 199 500 16 A propone incorporar en la corriente superficies de choque en o bien detrás de la cámara de expansión, en las que la nieve de CO<sub>2</sub> pueda compactarse para formar granos mayores mediante aglomeración. Sin embargo, esto no modifica nada la longitud total de la cámara de expansión y de aglomeración, al igual que tampoco el problema de una aglomeración posterior en la salida de los chorros.

El documento US 4.389.920 da a conocer un dispositivo para producir gránulos de hielo seco y para el chorreado de objetos con gránulos de hielo seco de este tipo. Este dispositivo comprende un tanque para CO<sub>2</sub> líquido, del cual se retira CO<sub>2</sub> líquido y se aporta tanto a un dispositivo de granulación como también a un dispositivo de vaporización. En el dispositivo de granulación, el CO<sub>2</sub> líquido se transforma en nieve de hielo seco, y luego, mediante rodillos de granulación giratorios, se comprime en pequeñas cavidades de un útil conformador (matriz). Las cavidades son orificios de paso en los que la nieve de CO<sub>2</sub> se comprime para formar gránulos de hielo seco. Enfrentados a las salidas de los orificios de paso están dispuestos, a cierta distancia, pasadores que desvían a los gránulos que salen de los orificios de paso, con lo que los gránulos se parten en una determinada longitud y se encuentran a disposición para el tratamiento ulterior. Estos gránulos se aportan luego a un denominado compartimiento estanco. Este compartimiento estanco presenta un disco giratorio que presenta orificios de paso dispuestos uno junto a otro a lo largo de una línea circular. Está prevista una tubería de alimentación la cual, en un punto determinado, está dispuesta alineada con los orificios de paso del disco rotario. Una tubería de evacuación está dispuesta en otro punto, dispuesta alineada con los orificios de paso. Por medio de las tuberías de alimentación, los gránulos son aportados a los orificios de paso y se reúnen allí. Mediante el giro del disco, los orificios de paso rellenos de gránulos se llevan a la posición alineada con la tubería de evacuación. Allí, los gránulos son expulsados de los orificios de paso mediante gas. Mediante la velocidad de giro debe ajustarse la cantidad de gránulos entregados. Cuanto más rápido gire el disco, tanto más gránulos serán entregados. Esta corriente de gránulos se diluye luego con otra corriente gaseosa y se expulsa a través de una tobera.

En el documento US 6.626.737 B1 se describe un dispositivo para crear partículas de hielo seco sólidas. Este dispositivo presenta un disco giratorio, en cuya superficie están configurados dientes que sobresalen. Con estos dientes se raspan de bloques de hielo seco las partículas que caen a través de agujeros al disco y que son aportadas a una tubería a través de un embudo. En esta tubería, las partículas de hielo seco son aportadas a una tobera para el chorreado de objetos.

Del documento US 5.47.981 se desprende un dispositivo para generar gránulos de hielo seco, en el que dióxido de carbono líquido es comprimido en una unidad de émbolo y cilindro para formar hielo seco sólido. El cilindro presenta en una cara frontal pequeños orificios de los que se expulsa el hielo seco en forma de gránulos, de manera similar a una extrusora.

En el documento US 6.174.225 B1 se describe un dispositivo para generar gránulos de hielo seco pequeños. En este caso, trozos de hielo seco se muelen por medio de un molino en pequeños gránulos y se aportan a una pistola de atomización. El molino puede ser un molino de cuchillas o de discos.

A partir del documento US 5.203.794 se desprende un dispositivo para el chorreado mediante partículas de hielo seco. Las partículas de hielo seco son aportadas a una corriente de aire por medio una tobera Venturi 22, arrastrando la corriente de aire a las partículas de hielo seco en una tubería en dirección a una tobera de salida. Poco antes de la tobera de salida está dispuesto un tramo de tubo que está atravesado por varias cuchillas de corte que cortan a las partículas de hielo seco en partículas de hielo seco más pequeñas. A la tobera de salida puede aportarse una corriente de aire adicional, con el fin de continuar acelerando a las partículas.

En el documento WO 96/01168 A1 se describe un dispositivo para generar granulado de CO<sub>2</sub>. Este dispositivo

presenta cuchillas de corte que están dispuestas sobre una placa de soporte y que son movidas a lo largo de bloques de CO<sub>2</sub>, de modo que mediante las cuchillas de corte a partir de los bloques de CO<sub>2</sub> se cortan granos de CO<sub>2</sub>. Estos granos de CO<sub>2</sub> son aportados directamente a una tubería de transporte en la que son acelerados en una corriente de gas con el fin de ser chorreados con una tobera sobre un objeto.

5 En el documento US 4.780.189 se da a conocer un dispositivo para generar CO<sub>2</sub> sólido en forma de discos. En este caso, CO<sub>2</sub> líquido se descomprime en una cámara, con lo que se forma nieve de CO<sub>2</sub>. La nieve de CO<sub>2</sub> es aportada a un cilindro de extrusión en el que es comprimida en un molde estacionario por medio de un émbolo de extrusión, de modo que a partir de la nieve resultan gránulos. Los gránulos son aportados a un cilindro conformador en el que varios gránulos son prensados conjuntamente para formar en cada caso un disco.

Misión de la invención es evitar los inconvenientes del estado conocido de la técnica.

15 En particular, misión de la invención es indicar un procedimiento y un dispositivo para la producción de nieve de hielo seco con el que se evite una imagen de los chorros con una densidad de los chorros irregular.

Otra misión de la invención consiste en indicar un procedimiento y un dispositivo para la limpieza de objetos mediante nieve de hielo seco que presenten un efecto de limpieza mejorado y un consumo de material reducido.

20 Otra misión de la invención consiste en indicar un procedimiento y un dispositivo para la producción de nieve de hielo seco, con los cuales se pueda acortar la longitud constructiva de un dispositivo de expansión y/o aglomeración, que es parte de un dispositivo de este tipo, y pueda producirse en un dispositivo de chorreado de nieve de hielo seco en conjunto más compacto y menos engorroso.

25 Los problemas se resuelven mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 6 o bien un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7 ó 19. Formas de realización y perfeccionamientos ventajosos de la invención constituyen el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

30 Según la invención, se alimenta CO<sub>2</sub> líquido y se expande de modo que se forme una mezcla a base de gas CO<sub>2</sub> y nieve de CO<sub>2</sub>, generándose y entregándose la nieve de CO<sub>2</sub> en fracciones de una cantidad determinada con una frecuencia preestablecida.

35 Mediante la invención, el chorro irregular es transformado en un chorro pulsante constante. La frecuencia preestablecida superpone y elimina oscilaciones erráticas de la densidad de los chorros. Se genera una separación clara y definida de impulsos de materia de energía cinética definida que pueden ser bien controlados y ser predecibles en cuanto a su efecto. Mediante la pura transición nieve- nada de nieve - nada de nieve, etc. se generan en el objeto a limpiar frentes de choque separados que aumentan el efecto de limpieza del chorro y, eventualmente, pueden arrastrar a las partículas de nieve adheridas a las toberas de chorreado.

40 Preferiblemente, se aporta CO<sub>2</sub> líquido a un tambor rotatorio que presenta un cierto número de cámaras de expansión repartidas por su periferia y separadas una de otra, y que desemboca en una tubería de salida para nieve de CO<sub>2</sub>. En virtud de la división de las cámaras de expansión entre sí, en cada caso una fracción de CO<sub>2</sub> líquido se puede expandir en una cámara de expansión para formar nieve de CO<sub>2</sub> y luego, asimismo en fracciones definidas, puede ser entregada a la tubería de evacuación. Dado que las cámaras de expansión recorren un camino en forma de arco de círculo, puede reducirse la longitud constructiva total de un dispositivo de expansión.

45 Conforme a una ejecución de la invención, el tambor es accionado externamente por un accionamiento extraño. Con ello, se puede forzar una frecuencia constante y se puede mantener en un valor preestablecido. El número de revoluciones del accionamiento extraño puede ser preestablecido de forma fija o puede ser ajustado durante el funcionamiento.

50 De acuerdo con otra ejecución, el volumen de las cámaras de expansión aumenta desde la desembocadura de CO<sub>2</sub> líquido en el tambor hasta la tubería de evacuación de la nieve de CO<sub>2</sub> y después disminuye de nuevo. Después de la primera expansión brusca del CO<sub>2</sub> líquido aportado bajo presión en la desembocadura en la cámara de expansión, la mezcla a base de nieve de CO<sub>2</sub> y gas CO<sub>2</sub> resultante experimenta de esta forma una expansión adicional forzada. Con ello, se puede intensificar y optimizar la formación de nieve. Además de ello, en el caso de una ejecución de este tipo no se requiere de ningún accionamiento externo del tambor, dado que la expansión propiamente dicha acciona al tambor a modo de una máquina impelente rotatoria.

5 La capacidad de variación del volumen de las cámaras de expansión puede conseguirse mediante disposición excéntrica del cubo del tambor, de modo que su eje esté desplazado paralelamente al eje del recinto interior cilíndrico de la carcasa hacia el orificio de entrada, y una disposición en el cubo de paredes intermedias de la cámara mantenidas de manera radialmente móvil y pretensadas preferiblemente en dirección radial hacia afuera.

10 La capacidad de variación del volumen de las cámaras de expansión puede conseguirse alternativamente debido a que al menos una cara frontal de cada una de las cámaras de expansión está definida por un segmento de disco introducido entre dos paredes intermedias, en donde el segmento de disco está apoyado de forma axialmente móvil sobre la cara interna radial y está conducido sobre la cara externa radial en la ranura anular configurada en la pared interna cilíndrica de la carcasa y común para los segmentos de disco de una cara de todas las cámaras de expansión, y en donde un plano de guía de la ranura anular presenta, en relación con un plano perpendicular al eje del recinto interno cilíndrico de la carcasa, un ángulo de modo que la cámara de expansión presenta en el transcurso de su recorrido a la altura del orificio de entrada una anchura axial menor que a la altura del orificio de salida.

15 Para evitar una acumulación de nieve de CO<sub>2</sub> en las cámaras de expansión, en el lugar de la tubería de evacuación puede insuflarse un gas a presión, por ejemplo CO<sub>2</sub> o aire comprimido, en las cámaras de expansión.

20 Otras misiones, características y ventajas de la presente invención resultan evidentes a partir de la siguiente descripción de los ejemplos de realización que están representados en los dibujos adjuntos.

25 La Fig. 1 muestra un dispositivo generador de nieve de hielo seco como un primer ejemplo de realización de la invención en una vista en corte radial.

La Fig. 2 muestra un dispositivo generador de nieve de hielo seco como un segundo ejemplo de realización de la invención en una vista en corte radial.

30 La Fig. 3 muestra un dispositivo generador de nieve de hielo seco como un tercer ejemplo de realización de la invención en una vista en corte radial.

La Fig. 4 muestra el dispositivo generador de nieve de hielo seco de la Fig. 3 en una vista en corte axial desde arriba.

35 Las Figs. 5A a 5D muestran particularidades de un cursor del dispositivo generador de nieve de hielo seco de la Fig. 3 y variaciones del mismo.

40 La Fig. 6 muestra un dispositivo de limpieza por chorros de nieve de hielo seco como un cuarto ejemplo de realización de la invención en una vista en corte.

Sigue una descripción de los ejemplos de realización actualmente preferidos en particular.

45 En la Fig. 1 está representado un dispositivo generador de nieve de hielo seco 10 de acuerdo con un primer ejemplo de realización de la presente invención en una vista en corte radial.

50 El dispositivo generador de nieve de hielo seco 10 presenta una carcasa 12, en general cilíndrica hueca, con un orificio de entrada 13 y un orificio de salida 14 que están previstos en cada caso en la parte de pared cilíndrica 12a de la carcasa 12. Al orificio de entrada 13 está conectada una tubería de alimentación para CO<sub>2</sub> líquido, no representada con mayor detalle. En la figura, la tubería de alimentación está simbolizada por una flecha "LCO<sub>2</sub>". El orificio de entrada 13 presenta medios adecuados, no representados con mayor detalle en el dibujo, para la conexión de la tubería de alimentación de LCO<sub>2</sub>, tal como un engrosamiento en la pared de la carcasa, una rosca interna y/o externa allí configurada para la incorporación de una pieza de conexión tubular, eventualmente con una tuerca de racor, o un dispositivo de cierre de muletilla o similar, superficies de estanqueidad, cuerpos de estanqueidad, etc.

55 En la pared cilíndrica 12a de la carcasa 12, el orificio de salida 14 está previsto en la periferia, aproximadamente enfrente al orificio de entrada 13. El orificio de salida 14 desemboca en una toma para nieve de CO<sub>2</sub>, no representada con mayor detalle, tal como, por ejemplo, una tubería de gas portador que se transforma aguas abajo

en una tobera de chorreado de nieve. La evacuación de la nieve de CO<sub>2</sub> está simbolizada en la figura por una flecha "CO<sub>2</sub>-S."

5 En la carcasa 12 está apoyado un cubo 15, el cual es accionable con una velocidad angular " $\omega$ " a través de medios de accionamiento no representados con mayor detalle. Sobre el cubo 15 está fijamente dispuesta una jaula 16, cuyo recinto interno está subdividido, por medio de paredes intermedias 17 que se extienden en dirección radial y paralela al eje entre el cubo 15 y una pared externa cilíndrica 16a de la jaula 16, en seis cámaras de expansión 18 distribuidas por la periferia. La pared externa 16a presenta para cada una de las cámaras de expansión 18 un orificio 16b que corresponde, en sección transversal, aproximadamente al orificio de salida 14. En cualquier caso, 10 el orificio 16b presenta una sección transversal claramente mayor que el orificio de entrada 13.

15 Las paredes intermedias 17 están fijamente unidas con el cubo 15 y la jaula 16, en cualquier caso en la dirección periférica. No se representan medios de unión entre las paredes intermedias 17 y el cubo 15, por una parte, y la jaula 16 por otra parte. Se puede tratar de soldaduras o de uniones de enchufe.

En la zona del orificio de salida 14 está previsto un dispositivo de expulsión 11 que introduce un gas a presión "DG" tal como, por ejemplo, aire comprimido o gas CO<sub>2</sub>, en la cámara de expansión.

20 El modo de funcionamiento del dispositivo generador de nieve de hielo seco 10 es como sigue.

A través del orificio de entrada 13 y del orificio 16b en la pared 16a de la jaula 16 accede CO<sub>2</sub> líquido (LCO<sub>2</sub>) de una tubería de alimentación no representada con mayor detalle a una cámara de expansión 18. Mediante el brusco aumento en sección transversal en la zona del orificio de entrada 13 tiene lugar una expansión brusca del CO<sub>2</sub> con formación de nieve.

25 La cámara de expansión 18 se desplaza acto seguido con el giro del cubo 15 en la dirección de la flecha " $\omega$ " hacia la cara del orificio de salida 14 en donde la nieve formada (CO<sub>2</sub>-S.) abandona la cámara de expansión 18 en una mezcla con gas CO<sub>2</sub> a través del orificio 16b. Mediante el gas a presión insuflado mediante el dispositivo de expulsión 11, la cámara de expansión 18 es liberada de manera fiable de partículas de nieve adheridas.

30 En el camino desde el orificio de entrada 13 al orificio de salida 14, el CO<sub>2</sub> que se encuentra en la cámara de expansión 18 tiene tiempo suficiente para cristalizar y, eventualmente, crecer para formar partículas de masa deseada. Mediante la disposición de cámaras rotatorias se genera la nieve de CO<sub>2</sub> resultante en fracciones de una cantidad determinada con una frecuencia preestablecida y se entrega a una corriente de gas portador (no representada con mayor detalle). En este caso, la frecuencia viene determinada por la velocidad de rotación  $\omega$ .

35 En una tobera de limpieza de nieve de hielo seco dispuesta a continuación (no representada en detalle), en la que puede utilizarse el dispositivo generador de nieve de hielo seco, se genera por lo tanto un chorro pulsante constante. La frecuencia predeterminada superpone y elimina oscilaciones de densidad irregulares del chorro, dado que en las fracciones individuales no pueden constituirse diferencias. Se genera una generación clara y definida de impulsos de materia de energía cinética definida que pueden ser bien controlados y predecibles en su efecto. Mediante la pura transición nieve - nada de nieve - nieve - nada de nieve, etc. en el objeto a limpiar se generan frentes de choque separados que aumentan el efecto de limpieza del chorro y, eventualmente, pueden eliminar directamente las partículas de nieve adheridas en la tobera.

45 El guiado en forma de arco de las cámaras de expansión acorta la longitud constructiva del dispositivo generador de nieve carbónica en aproximadamente un factor de  $1/\pi$ .

50 El orificio 16b en la pared 16a del tambor puede presentar, en una variación de este ejemplo de realización, una sección transversal menor que el orificio de salida 14 con el fin de posibilitar una expansión posterior mediante este aumento brusco renovado de la sección transversal.

En otra variación, el orificio 16b puede presentar una sección transversal que aumenta del interior hacia el exterior. Con ello, se pueden optimizar las relaciones de flujo.

55 En la Fig. 2 está representado un dispositivo generador de nieve de hielo seco 20 de acuerdo con un segundo ejemplo de realización de la presente invención en una vista en corte radial.

Al igual que el dispositivo generador de nieve de hielo seco 10, el dispositivo generador de nieve de hielo 20 presenta una carcasa 22, en general cilíndrica hueca, con un orificio de entrada 23 para CO<sub>2</sub> líquido y un orificio de salida 24 para la entrega de nieve de CO<sub>2</sub>, que en cada caso están previstos en la pared cilíndrica 22a de la carcasa 22. La disposición y la finalidad de estos elementos constructivos corresponden a las de los elementos en el primer ejemplo de realización de la presente invención; con el fin de evitar repeticiones, se hace referencia a las explicaciones allí dadas.

En la carcasa 22 está apoyado un cubo 25 el cual, sin embargo, a diferencia del primer ejemplo de realización, está dispuesto desplazado una distancia "e" (en el dibujo hacia la izquierda) en relación con el eje del cilindro de la carcasa 22 hacia el orificio de entrada. El cubo 25 presenta seis ranuras de asiento 25a que se extienden en la dirección longitudinal con una profundidad que corresponde al menos a la distancia e en la que está alojada en cada caso una pared intermedia 27 la cual está pretensada hacia el exterior por medio de un resorte 29. Las paredes intermedias 27 son presionadas en tal caso contra una caja deslizante 26 que está introducida de forma estacionaria contra el giro en la pared interna de la pared 22a de la carcasa y que en el lugar del orificio de entrada 23 del orificio de salida 24 presenta en cada caso un hueco 26a, 26b.

Mediante las paredes intermedias 27 se definen seis de las cámaras de expansión 18a-18f distribuidas por la periferia. En tal caso, en el estado representado, la cámara de expansión 18a se encuentra en el lado de la excentricidad (en el dibujo hacia la izquierda). Está delimitada por la pared 22a de la carcasa, el cubo 25 y dos paredes intermedias 27 que están presionadas lo más ampliamente hacia adentro en las ranuras de asiento 25a, y presenta el menor volumen de todas las cámaras de expansión. Frente a ella se encuentra la cámara de expansión 18d en la cara opuesta a la excentricidad (en el dibujo a la derecha). Ésta está delimitada por la pared 22a de la carcasa, el cubo 25 y dos paredes intermedias 27 que sobresalen lo más ampliamente de las ranuras de asiento 25a y que presenta el mayor volumen de todas las cámaras de expansión.

Si el cubo 25 gira con una velocidad angular  $\omega$ , entonces las paredes intermedias 27 se deslizan en la dirección periférica junto a la cara interna de la caja de deslizamiento 26, estando determinada su profundidad de introducción en las ranuras de asiento 25a por la distancia radial momentánea entre el cubo 25 y la caja de deslizamiento 26. Las cámaras de expansión 18a-18f modifican su volumen durante el recorrido, tal como se puede observar en la Fig. 2. En particular, el volumen de la cámara de expansión 18a, que se encuentra en el lado del orificio de entrada 23, es el más pequeño en el instante representado y aumenta en una media rotación del cubo hasta que adopte el mayor volumen en el lado del orificio de salida 24 (en este caso la cámara 18d). Con la rotación ulterior disminuye de nuevo el volumen, hasta que la cámara haya llegado al lado del orificio de entrada.

El modo de funcionamiento del dispositivo generador de nieve de hielo seco 20 corresponde, en relación con las características básicas, al del dispositivo generador de nieve de hielo seco 10 del primer ejemplo de realización. En particular, tiene lugar una expansión brusca del CO<sub>2</sub> líquido afluyente junto al orificio de entrada, la nieve de CO<sub>2</sub> resultante puede desarrollarse durante una rotación al tamaño de grano deseado y abandona el orificio de salida en forma de un chorro pulsante uniforme.

Mediante la disposición excéntrica del cubo con las cámaras de expansión variables en tamaño, la mezcla a base de gas CO<sub>2</sub> y nieve de CO<sub>2</sub> generada con ello es sometida forzosamente, sin embargo, a una expansión adicional en el ejemplo de realización aquí descrito. Con ello, se intensifica y optimiza la formación de nieve. A modo de un motor de gas a presión de aletas, el cursor (el cubo) 25 adquiere, a partir de esta expansión forzada, un momento de accionamiento. Es decir, el dispositivo generador de nieve de hielo seco 20 no requiere ningún accionamiento propio, sino que mantiene su rotación por sí mismo tal como una máquina impelente rotatoria.

El pretensado elástico de las paredes intermedias 27 en el segundo ejemplo de realización no es en realidad necesario durante el funcionamiento del dispositivo, dado que las paredes intermedias 27 son también presionadas hacia afuera sólo por la fuerza centrífuga, si el dispositivo se encuentra en funcionamiento. En el caso de un motor de gas puro según el principio de aletas, también se renuncia a ello la mayoría de las veces. Con el fin de evitar un bloqueo de las paredes intermedias 27 por parte de nieve adherente y también, con el fin de garantizar en estado de reposo una posición definida de las paredes intermedias 27, se ha de preferir sin embargo en la aplicación aquí descrita un pretensado elástico.

En una variación de este ejemplo de realización, la caja de deslizamiento 26 puede suprimirse si la cara interna de la pared 22a de la carcasa está hecha lo suficientemente lisa con el fin de evitar un desgaste rápido de las paredes intermedias 27 que se deslizan a lo largo de ella.

En otra variación, las paredes intermedias 27 del segundo ejemplo de realización pueden apoyarse en la dirección periférica por medio de elementos de apoyo en forma de segmentos de disco que están fijamente incorporados en el cubo 25, o mediante elementos de guía dispuestos en el lado frontal junto al cubo 25 tal como, p. ej., un disco con ranuras radiales o similar, de modo que se evitan inestabilidades, en particular en la posición totalmente extraída.

En las Figuras 3 y 4 está representado, en dos vistas, un dispositivo generador de nieve de hielo seco 30 de acuerdo con un tercer ejemplo de realización de la presente invención. En tal caso, la Fig. 3 es una vista en corte radial como las Figs. 1 y 2, mientras que la Fig. 4 es una vista en alzado superior en corte a lo largo de una línea IV-IV en la Fig. 3. En la Fig. 4, el corte que corresponde a la representación de la Fig. 3 está indicado con una línea III-III.

Al igual que el dispositivo generador de nieve de hielo seco 10, el dispositivo generador de nieve de hielo seco 30 presenta, en general, una carcasa 32 cilíndrica hueca con un orificio de entrada 33 para CO<sub>2</sub> líquido y un orificio de salida 34 para la entrega de nieve de CO<sub>2</sub>, que en cada caso están previstos en la pared cilíndrica 32a de la carcasa 32. La disposición y la finalidad de estos elementos constructivos corresponden a los del primer ejemplo de realización. Para evitar repeticiones, se hace referencia a las realizaciones respectivas.

En un cubo 35 apoyado de forma central (los cojinetes de cubo están representados esquemáticamente en la Fig. 4 sin símbolos de referencia) están rigidamente fijadas paredes intermedias 37 que subdividen al recinto interno de la carcasa 32 en la dirección periférica en seis cámaras de expansión 38-38f. Para la simplificación e ilustración de la representación se han omitido en la Fig. 4 las paredes intermedias 37, y el cubo 35 se representa allí de forma no cortada.

En la Fig. 4 están representadas, sin embargo, ranuras longitudinales 35a que, repartidas por la periferia del cubo 35 en cada caso entre las paredes intermedias 37, están incorporadas en su superficie externa y se extienden en dirección axial del cubo 35. Las ranuras longitudinales 35a sirven para el alojamiento y el guiado móvil axial de incrustaciones 39 de la pared lateral esencialmente en forma de segmento de disco que están dispuestas en la dirección periférica entre las paredes intermedias 37 y que delimitan a las cámaras de expansión 38a-38f en las dos caras frontales. Las incrustaciones 39 de la pared lateral pueden mantenerse a modo de un marco de rejilla el cual no está representado con mayor detalle en la figura.

En la cara radial externa, las incrustaciones 39 de las paredes laterales están apoyadas en ranuras anulares 32b, 32c con un anillo de guía 36 incorporado aquí en cada caso, que están introducidos en la superficie interna de la pared 32a del cilindro de la carcasa 32. Las ranuras anulares 32b, 32c están inclinadas con respecto a un plano dispuesto perpendicular al eje del cubo, de manera que la distancia axial de las ranuras anulares 32b, 32c es la más pequeña en la cara del orificio de entrada 33 y es la mayor en la cara del orificio de salida 34. Con el cubo 35 circundante, las incrustaciones 39 de las paredes laterales son conducidas a través de los anillos de guía 36 encajados en las ranuras anulares 32b, 32c, de manera que en una posición se encuentran situadas lo más próximas entre sí en la cara del orificio de entrada 33 y desde esta posición se separan una de otra y están lo más separadas una de otra en una posición en el lado del orificio de salida 34. De este modo, las cámaras de expansión 38a-38f delimitadas por el cubo 35, las incrustaciones 39 de las paredes laterales y la pared externa cilíndrica 32a presentan el menor volumen en el lado del orificio de entrada 33, y el mayor volumen en el lado del orificio de salida.

Por lo tanto, análogamente al dispositivo generador de nieve de hielo seco 20 del segundo ejemplo de realización, están previstas cámaras de expansión 38a-38f de volumen variable que fuerzan, partiendo del orificio de entrada 33, adicionalmente a la expansión que tiene sin más allí lugar, a una expansión ulterior de la mezcla de nieve/gas de CO<sub>2</sub>.

Prescindiendo del otro tipo de la expansión forzada, el modo de funcionamiento y los efectos del dispositivo generador de nieve de hielo seco 30 corresponden a los del dispositivo generador de nieve de hielo seco 20 del segundo ejemplo de realización. En particular, tiene lugar una expansión brusca del CO<sub>2</sub> líquido afluyente junto al orificio de entrada, la nieve de CO<sub>2</sub> resultante puede aumentar durante una rotación al tamaño de grano deseado y abandona el orificio de salida en forma de un chorro pulsante constante. Mediante la expansión forzada en el transcurso de la rotación, se intensifica y optimiza la formación de nieve, y el cubo 35 adquiere desde esta expansión forzada un momento de accionamiento y no requiere de un ningún accionamiento propio, sino que



conserva por sí mismo su rotación.

En la expansión forzada, la presión en la cámara de expansión se reduce, por ejemplo, de 30 bar a menos de 5 bar. Esto conduce a una formación intensificada de nieve.

5 En una variación del tercer ejemplo de realización, pueden suprimirse los anillos de guía 36 si las ranuras anulares 32a, 32b son lo suficientemente lisas y se fabrican con la exactitud de dimensiones.

10 Las ranuras longitudinales 35a pueden ser pasantes, al menos hacia una cara del cubo 35, en una variación ulterior para facilitar el montaje de las paredes intermedias 37. Estas ranuras pueden presentar, para el afianzamiento frente al vuelco lateral de las incrustaciones 39 de las paredes laterales, una sección transversal cónica o en forma de T. En la medida en que mediante las paredes intermedias 37 se garantice una estabilidad de posición lateral suficiente de las incrustaciones 39 de las paredes laterales, también se puede renunciar a las rendijas de guía 35a.

15 En otra variación, las ranuras longitudinales no se encuentran en la superficie del cubo 35, sino en superficies de las paredes intermedias 39 y se aplican en correspondientes relieves junto a las incrustaciones 39 de las paredes laterales en estas ranuras longitudinales. Tampoco debe estar presente en absoluto cubo 35 alguno, más bien las paredes intermedias 37 pueden estar configuradas como un elemento constructivo único en forma de estrella.  
20 Finalmente, las ranuras longitudinales pueden estar reemplazadas por relieves que se extienden en dirección axial sobre la cara externa del cubo o las paredes intermedias que se aplican en rebajos correspondientes en las incrustaciones 39 de las paredes laterales. Variaciones de este tipo están mostradas en las Figs. 5B a 5D, mientras que la Fig. 5A muestra la ejecución correspondiente según el ejemplo de realización. En las Figs. 5A a 5C se muestra en cada caso un segmento de pared lateral 39 con dos paredes intermedias 37 colindantes, un  
25 segmento de la pared 32a de la carcasa y un segmento del cubo 35. En la Fig. 5D se muestra en el mismo corte un tramo de un cursor 37' en forma de estrella, el cual se contenta sin un cubo propio. Un relieve 35b que se extiende axialmente puede estar configurado también como chaveta para el guiado de una incrustación 39 de las paredes laterales.

30 En otra variación, las incrustaciones 39 de las paredes laterales pueden estar previstas sólo en una cara frontal del recinto interno cilíndrico, mientras que en la otra cara, las cámaras de expansión son delimitadas por la pared de la carcasa o por un disco pasante que gira conjuntamente o bien una estructura de soporte en la que están retenidas o integradas las paredes intermedias 37. Para garantizar la variación de volumen de las cámaras de expansión 38a-38f es suficiente con la movilidad axial en una cara. No obstante, en el caso de una ejecución de este tipo se  
35 han de esperar vibraciones mayores en la carcasa.

Se entiende que la descripción que antecede es a modo de ejemplo en muchas consideraciones y no limita a la invención de modo alguno, sino sólo sirve para explicar su principio de funcionamiento. Son imaginables muchas variaciones y ampliaciones que están todas abarcadas por la idea de la invención y de las que algunas ya se  
40 mencionaron en los ejemplos de realización. Lo esencial es que se hace realidad la idea fundamental de la invención que se reproduce en las reivindicaciones independientes.

En los ejemplos de realización precedentemente descritos, mediante la subdivisión en cámaras se genera una expulsión pulsante de nieve de CO<sub>2</sub>, y el CO<sub>2</sub> líquido es expandido forzosamente en parte mediante la capacidad  
45 de variación en volumen de las cámaras. La frecuencia de impulsos de la nieve expulsada depende del número de revoluciones del tambor. Se ha manifestado ventajosa una frecuencia de impulsos en el intervalo de 1 Hz a 200 Hz. En el caso de un accionamiento extraño, como en el caso del primer ejemplo de realización, el número de revoluciones del tambor viene determinado por el número de revoluciones del accionamiento y de una eventual multiplicación o desmultiplicación. En el caso de un accionamiento propio puro mediante expulsión forzada, el  
50 número de revoluciones del tambor viene determinado por la sobrepresión o por la corriente en volumen del CO<sub>2</sub> líquido. El número de revoluciones seleccionable puede ser también mayor que 200 Hz.

Se ha de señalar que la idea fundamental de la invención de la generación por fracciones o regularmente pulsante de nieve de hielo seco también se puede poner en práctica sin tambor rotatorio con cámaras de expansión, por  
55 ejemplo mediante un grifo de macho esférico rotatorio o una válvula de accionamiento magnético que se abre y cierra rápidamente en la tubería de alimentación para CO<sub>2</sub> líquido o bien el o la cual entrega CO<sub>2</sub> líquido en fracciones. Sin embargo, y debido a posibles oscilaciones de presión extremas, no se prefiere actualmente una solución de este tipo en el lado de aguas arriba; además una disposición de este tipo no varía en nada a la forma

constructiva todavía larga de la cámara de expansión y de aglomeración.

En las figuras correspondientes a los ejemplos de realización precedentemente descritos, en cada caso el orificio de entrada 13, 23, 33 para CO<sub>2</sub> líquido y el orificio de salida 14, 24, 34 para nieve de CO<sub>2</sub> están representados aproximadamente de manera enfrentada, de modo que el orificio de entrada está ligeramente desplazado hacia arriba en relación con un plano medio horizontal de la carcasa 12, 22, 32, mientras que el orificio de salida está ligeramente desplazado hacia abajo, o a la inversa, pero los ejes del orificio de entrada y del orificio de salida son paralelos entre sí. Esta disposición no es obligatoria. Los ejes del orificio de entrada y del orificio de salida pueden estar alineados uno con otro, en particular pueden cortar al eje del cubo 15, 25, 35. Sin embargo, los ejes del orificio de entrada y del orificio de salida pueden también presentar un ángulo más o menos claro entre sí. En particular, en el primer ejemplo de realización, el orificio de salida 14 podría estar adicionalmente dispuesto también en una o más cámaras en la dirección de giro con el fin de aumentar el tiempo para la expansión del CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, aprovechar todavía mejor el recorrido rotatorio del tambor y continuar acortando todavía más a toda la disposición.

En el segundo y tercer ejemplos de realización se explican dos posibilidades de poner en práctica la capacidad de variación del volumen de las cámaras de expansión a través de una rotación del tambor. Sin embargo, la capacidad de variación del volumen puede también ponerse en práctica de otra manera; para ello se dispone, por ejemplo, de las distintas formas constructivas de máquinas impelentes rotatorias que están disponibles en el estado conocido de la técnica.

El dispositivo de expulsión 11 representado en la Fig. 1 puede estar previsto en cualquier ejemplo de realización sin que se represente en ella con mayor detalle. También, apartándose de la posición de montaje representada en la Fig. 1, puede estar dispuesto de modo que realice la expulsión en un lugar en el que la cámara de expansión 18 ha abandonado ya la zona del orificio de salida 14; con ello, se pueden evitar perturbaciones del flujo por parte del chorro de expulsión.

Un accionamiento externo del tambor con las cámaras de expansión sólo está previsto en el primer ejemplo de realización. Sin embargo, también en el caso del segundo o tercer ejemplo de realización y de sus modificaciones puede estar previsto un accionamiento externo que ejerza un momento de accionamiento adicional o un momento de frenado, con el fin de poder establecer o incluso regular de manera fiable el número de revoluciones del tambor.

Además, se ha de señalar que el número de las cámaras de expansión en la periferia del cubo es totalmente arbitraria, a pesar de que, con el fin de la representación en los dibujos, se hayan elegido en cada caso seis cámaras de expansión. Mediante el número de las cámaras de expansión se puede variar el tamaño de las fracciones respectivas, al igual que la frecuencia de impulsos del chorro. En el primer ejemplo de realización puede también trabajarse, en caso extremo, con una única cámara, la cual, prescindiendo de la pared intermedia única necesaria para el fraccionamiento, se extienda a lo largo de casi 360° del tambor.

Una optimización en relación al tamaño de las fracciones, frecuencia de las fracciones, densidad de aglomeración e intervalo de separación es posible, por ejemplo, mediante la variación del número de revoluciones, la corriente en volumen de LCO<sub>2</sub>, el diámetro externo del cubo, el diámetro interno y la longitud de la carcasa, el grosor de las paredes intermedias, el número de cámaras de expansión y la posición del orificio de entrada y del orificio de salida. En el segundo ejemplo de realización, a ello se añade la magnitud de la excentricidad, en el tercer ejemplo de realización la distancia de las paredes laterales o bien del ángulo oblicuo de las ranuras anulares, en general, la magnitud de la modificación en volumen de las cámaras de expansión en calidad de parámetros de optimización.

La Fig. 6 muestra como cuarto ejemplo de realización de la presente invención un dispositivo de limpieza por chorro de nieve de hielo seco 40 que contiene un dispositivo generador de nieve de hielo seco 50 que se asemeja al del primer ejemplo de realización.

A una entrada de gas a presión 41 está conectado gas a presión (DG) a través de una tubería de alimentación no representada con mayor detalle. El gas a presión fluye a través de un canal de compresión 43 que presenta una ramificación 43a que se explicará posteriormente y un orificio de aportación por mezcladura 43b. Allí, el gas a presión recoge como gas portador a la nieve de hielo seco en el dispositivo generador de nieve de hielo seco 50 que se explica posteriormente. La mezcla continúa fluyendo a través de una tobera de Laval 44 que se compone de un tramo 44a estrechado, un punto de estrechamiento (punto de Laval) 44b y un tramo 44c que se ensancha, allí es acelerada eventualmente a la velocidad del sonido y sale en forma de chorro de nieve en un orificio de

chorreado 48. El chorro de nieve que sale se dirige a una superficie 49 y allí es eventualmente movido con el fin de limpiar la superficie 49.

5 A una conexión de líquido 42 se aporta CO<sub>2</sub> líquido a través de una tubería de alimentación no representada con mayor detalle y, a través de un canal de gas líquido 45 en la carcasa 52 accede a un orificio de entrada 53 que desemboca en una cavidad cilíndrica de la carcasa 52. Desplazada aproximadamente en 45°, la cavidad presenta, además, un orificio de salida 54 que, a través de un taladro 46 inclinado en 45° con respecto al canal de presión 43, conduce al orificio de aportación por mezcladura 43.

10 En la cavidad cilíndrica se asienta sobre un árbol 55 un cursor 56 a modo de jaula con una parte 56a de cubo, una parte 56b de envolvente así como ocho paredes intermedias 57. Las paredes intermedias 57 dividen a ocho cámaras de expansión 58 que están abiertas a través de orificios 56c en la parte 56b de la envolvente hacia la pared del cilindro de la carcasa 52. La parte 56a del cubo está unida de forma estacionaria frente al giro con el árbol 55 a través de una chaveta 60. El árbol 55 es accionado a través de medios de accionamiento no representados con mayor detalle que pueden presentar, por ejemplo, un motor eléctrico, o un motor de gas accionado por el canal de gas a presión o de gas a presión derivado de la tubería de alimentación de gas comprimido.

20 Durante una rotación en la dirección del sentido de accionamiento (flecha "ω"), una cámara de expansión 58 comunica primeramente con el orificio de entrada 52, de modo que el CO<sub>2</sub> líquido puede penetrar en la cámara de expansión 58. Dado que el orificio 56c y, en particular, la sección transversal de la cámara de expansión 58 es considerablemente mayor que la sección transversal del orificio de entrada 52, tiene lugar una expansión brusca, y se forman cristales de nieve. Con la rotación ulterior del cursor 56, el CO<sub>2</sub> se continúa expandiendo y, mediante adherencia, forma granos cada vez mayores. Cuando la cámara de expansión 58 alcanza, después de un giro en  
25 torno a aproximadamente 315°, el orificio de salida 54, la mezcla de nieve de CO<sub>2</sub> y gas CO<sub>2</sub> resultante es entregada al taladro que se une y es arrastrada por la corriente de gas portador junto al orificio de mezcladura por aportación 43b.

30 En la dirección de giro, un poco detrás del orificio de salida, desemboca la derivación 43a del canal de gas a presión 43 a través de un canal de unión 47 en un orificio de expulsión 51 que expulsa a la cámara de expansión 58 gas comprimido derivado en contra de la dirección de giro del cursor 56 y, de esta forma, elimina de manera fiable partículas de nieve adheridas.

35 Se entiende que la representación del dispositivo de limpieza 40 se ha mantenido de forma puramente esquemática con el fin de explicar el principio. Según se requiera, pueden estar previstas eventuales tuberías de alimentación, medios de cierre o regulación, variaciones en la sección transversal o elementos de inserción en el canal de flujo 43, piezas intermedias o tuberías para aditivos. El gas a presión para la expulsión no tiene que ser desviado obligatoriamente del canal del gas a presión, sino que también puede ser aportado a través de una tubería propia. El dispositivo generador de nieve de hielo seco 50 está representado con el dispositivo de limpieza  
40 por chorro de nieve seca 40 en una carcasa 52 común y enteriza; sin embargo, esta carcasa 52 también puede ser de varias piezas.

45 Se entiende, además, que las particularidades de los ejemplos de realización descritas pueden ser trasladadas, en los casos en que sea posible y conveniente, a otros ejemplos de realización, y la invención no está limitada de modo alguno a una combinación determinada de características de un determinado ejemplo de realización.

50 Por lo demás, la invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Todos los elementos constructivos rotatorios que están descritos en un ejemplo de realización respectivo, forman juntos un tambor en el sentido de la invención. El espacio interno cilíndrico de la carcasa forma con todas las partes dispuestas en ella un dispositivo de expansión en el sentido de la invención.

Lista de símbolos de referencia

	10	20,	30,	50	dispositivo generador de nieve de hielo seco
5	11,			51	dispositivo (orificio) de expulsión
	12,	22,	32,	52	carcasa
	12a,	22a,	32a		pared cilíndrica de la misma
			32b,32c		ranura anular en su interior
	13,	23,	33,	53	orificio de entrada
10	14,	24,	34,	54	orificio de salida
	15,	25,	35		culo
		25a			ranura de asiento en su interior
			35a		ranura longitudinal en su interior
				55	árbol
15	16,			56	jaula
	16a			56a	pared cilíndrica de la misma (parte de la envolvente)
				56b	orificio en su interior
				56c	parte de culo
		26			caja de deslizamiento
20		26a,26b			huevo
			36		anillo de guía
	17,	27,	37,	57	pared intermedia
			37'		cursor en forma de estrella
	18	28a-28f,	38a-38f	56	cámara de expansión
25		29			resorte
			39		incrustación de la pared lateral
	40				dispositivo de limpieza por chorro de nieve de hielo seco
	41				conexión de gas a presión
30	42				conexión de líquido
	43				canal de gas a presión
	43a				derivación del mismo
	43b				orificio de aportación por mezcladura en el mismo
	44				tobera de Laval
35	44a				tramo estrechante
	44b				punto de estrechamiento
	44c				tramo que se ensancha
	45				canal de líquido
	46				canal de nieve
40	47				canal de unión
	48				orificio de la salida del chorro
	49				superficie
	$\omega$				dirección de giro
45	e				excéntrica del culo 25
	CO <sub>2</sub> -S.				nieve de CO <sub>2</sub> (eventualmente mezclada con gas CO <sub>2</sub> )
	DG				gas a presión
	LCO <sub>2</sub>				CO <sub>2</sub> líquido.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la producción de nieve de hielo seco, con las etapas:
- alimentación de CO<sub>2</sub> líquido;
  - 5 - expansión del CO<sub>2</sub> de modo que se forma una mezcla de gas CO<sub>2</sub> y nieve de CO<sub>2</sub>;
- caracterizado porque la nieve de CO<sub>2</sub> se genera y dispensa en fracciones de cantidad predeterminada y con una frecuencia preestablecida.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se aporta CO<sub>2</sub> líquido a un tambor rotatorio que
- 10 presenta una pluralidad de cámaras de expansión repartidas por su periferia y separadas una de otra, y desemboca en una tubería de descarga para nieve de CO<sub>2</sub>.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el tambor es accionado externamente.
- 15 4.- Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque el volumen de las cámaras de expansión se aumenta por la embocadura de CO<sub>2</sub> líquido en el tambor hasta la tubería de evacuación de la nieve de CO<sub>2</sub> y después se reduce de nuevo.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque en el lugar de la tubería de
- 20 evacuación de nieve de CO<sub>2</sub> o en la dirección de giro del tambor se insufla en un lugar posterior un gas a presión, en particular CO<sub>2</sub> o aire comprimido, en las cámaras de expansión.
- 6.- Procedimiento para la limpieza de superficies mediante nieve de hielo seco, con las etapas:
- generación de nieve de CO<sub>2</sub> a partir de CO<sub>2</sub> líquido;
  - 25 - introducción de la nieve de CO<sub>2</sub> en una corriente de gas portador;
  - aportación de la corriente de gas portador con nieve de CO<sub>2</sub> a una tobera, en particular una tobera de Laval, y un orificio de chorreado; y
  - orientación del chorro que abandona el orificio de chorreado hacia la superficie a limpiar, en donde el
- 30 chorro es movido preferiblemente por encima de la superficie, caracterizado porque la nieve de CO<sub>2</sub> es generada de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 7.- Dispositivo para producir nieve de hielo seco, que presenta:
- una tubería de alimentación para CO<sub>2</sub> líquido;
  - 35 - un dispositivo de expansión que está diseñado para la expansión del CO<sub>2</sub> aportado de modo que se forma una mezcla de gas CO<sub>2</sub> y nieve de CO<sub>2</sub>; y
  - una tubería de evacuación para la nieve de CO<sub>2</sub>,
- caracterizado porque el dispositivo está diseñado para generar y expulsar nieve de CO<sub>2</sub>, en fracciones de cantidad predeterminada con una frecuencia preestablecida.
- 40 8.- Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado, además, por una carcasa esencialmente cerrada con un espacio interno esencialmente cilíndrico así como un orificio de entrada y un orificio de salida que están dispuestos en diferentes puntos en una pared de la carcasa vista en la dirección periférica, estando unido el orificio de entrada con la tubería de alimentación para CO<sub>2</sub> líquido y estando unido el orificio de salida con la tubería de evacuación para nieve de CO<sub>2</sub> y,
- 45 por un tambor que gira en la carcasa, con un número de cámaras de expansión repartidas a lo largo de su periferia, separadas una de otra, comunicando cada una de las cámaras de expansión en el transcurso de una rotación con el orificio de entrada y con el orificio de salida,
- estando divididas entre sí las cámaras de expansión en la dirección periférica por un número correspondiente de paredes intermedias que se extienden radialmente y en la dirección del eje, estando las paredes intermedias
- 50 dispuestas preferiblemente sobre un cubo y/o estando mantenidas o guiadas en su posición por una estructura portante.
- 9.- Dispositivo según la reivindicación 8, caracterizado, además por un accionamiento externo para el tambor, siendo fijamente preestablecible el número de revoluciones del accionamiento o siendo ajustable durante el
- 55 accionamiento.
- 10.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque el tambor está apoyado de forma alineada con el eje del recinto interno cilíndrico de la carcasa.

- 5 11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque las cámaras de expansión presentan un volumen variable, de modo que el volumen aumenta desde el orificio de entrada hasta el orificio de salida y después se reduce de nuevo.
- 10 12.- Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque el tambor presenta un cubo, cuyo eje está desplazado hacia el orificio de entrada paralelo al eje del recinto interno cilíndrico de la carcasa; y porque las paredes intermedias están alojadas en ranuras longitudinales que están repartidas por la periferia del cubo de manera que son movibles radialmente, estando las paredes intermedias pretensadas preferiblemente hacia el exterior.
- 15 13.- Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado porque a lo largo de la cara interna cilíndrica de la carcasa está dispuesto, preferiblemente de modo estacionario frente al giro, un elemento auxiliar de deslizamiento que presenta una superficie interna lisa hacia la cara interna de la carcasa a lo largo de la cual pueden deslizarse las paredes intermedias.
- 20 14.- Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque al menos una cara frontal de cada una de las cámaras de expansión está definida por un segmento de disco introducido entre dos paredes intermedias, en donde el segmento de disco está apoyado de forma móvil axialmente libre sobre la cara radial interna, y está guiada en una ranura anular configurada en la cara radial externa en la pared interna cilíndrica de la carcasa y común para los segmentos de disco de una cara de todas las cámaras de expansión, y presentando un plano de guía de la ranura anular en relación con un plano perpendicular al eje del recinto interno cilíndrico de la carcasa un ángulo tal que la cámara de expansión presenta en el transcurso de su rotación a la altura del orificio de entrada una anchura axial menor que a la altura del orificio de salida.
- 25 15.- Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque las dos caras frontales de las cámaras de expansión están formadas en cada caso por un segmento de disco y están previstas dos ranuras anulares en las que están conducidos en cada caso los segmentos de disco de una cara frontal, presentando las ranuras anulares a la altura del orificio de entrada una distancia axial menor que a la altura del orificio de salida.
- 30 16.- Dispositivo según la reivindicación 14 ó 15, caracterizado porque en las ranuras anulares está previsto en cada caso un anillo deslizante con una sección transversal cóncava en la que se deslizan los segmentos de las paredes laterales.
- 35 17.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizado porque en los segmentos de disco sobre la cara radial interna están apoyados de forma axialmente móvil mediante ranuras longitudinales o relieves que discurren longitudinalmente que están apoyados de forma axialmente móvil en o bien sobre la superficie de un cubo sobre el que están dispuestas las paredes intermedias o con la que están configurados de manera entera, o bien están configurados en o bien sobre las propias paredes intermedias.
- 40 18.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 17, caracterizado por un dispositivo de expulsión para insuflar un gas a presión, en particular CO<sub>2</sub> o aire comprimido, en las cámaras de expansión en el lugar del orificio de salida o en la dirección de giro del tambor en un lugar posterior.
- 45 19.- Dispositivo para la limpieza de superficies mediante nieve de hielo seco, que presenta:
- un dispositivo para generar nieve de hielo seco;
  - un dispositivo para introducir la nieve de hielo seco en una corriente de gas portador;
  - un dispositivo para aportar la corriente de gas portador con nieve de hielo seco a una tobera, en particular una tobera de Laval, y un orificio de chorreado; y
- 50 - un dispositivo para orientar el chorro que abandona el orificio de chorreado a la superficie a limpiar, siendo movido el chorro preferiblemente por encima de la superficie, caracterizado porque el dispositivo para generar nieve de hielo seco está constituido de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 18.
- 55 20.- Dispositivo según la reivindicación 19, en la medida en que está subordinada la reivindicación 9, caracterizado porque el accionamiento externo es un motor de gas que es accionado preferiblemente por una parte del gas portador.

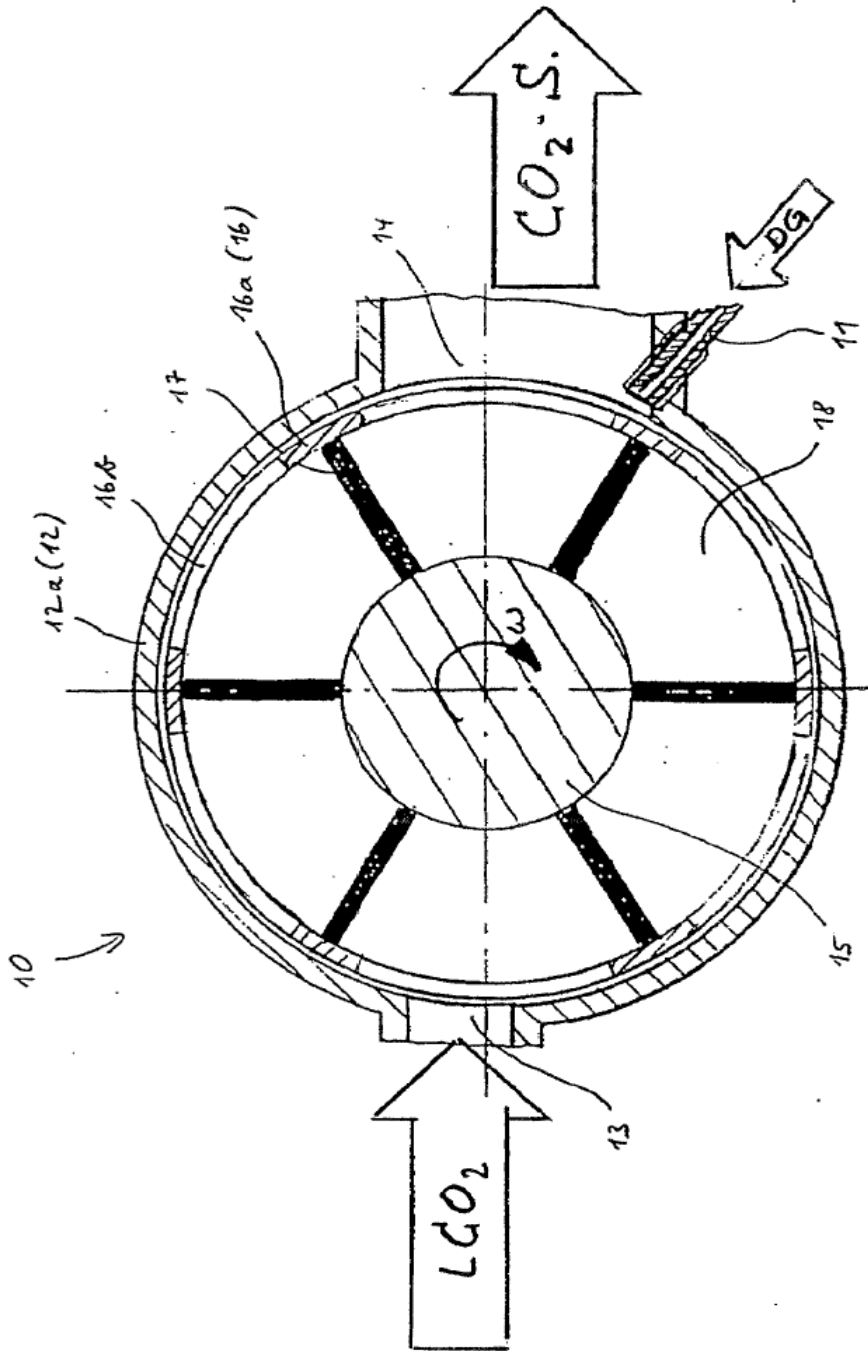


Fig. 1

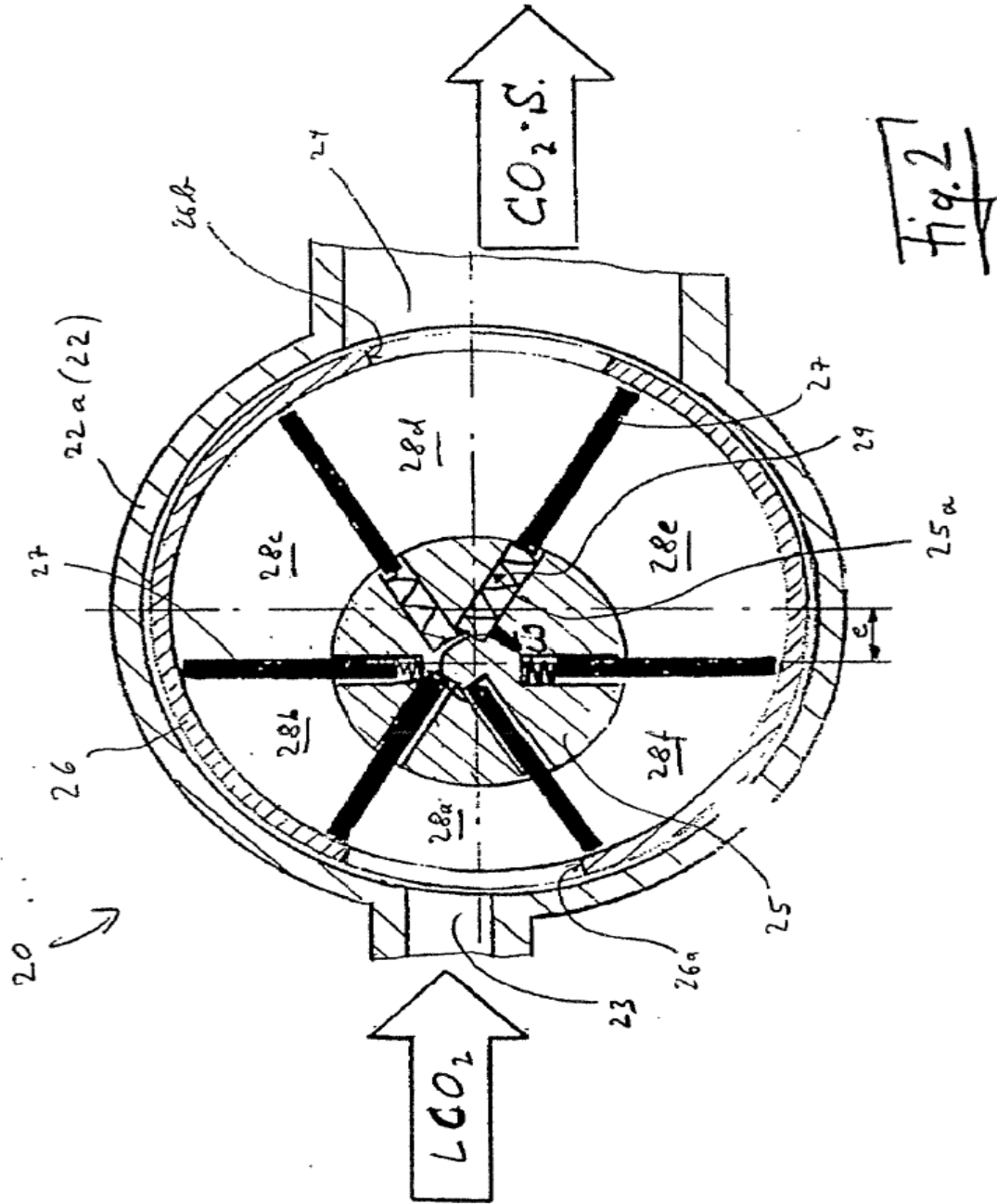
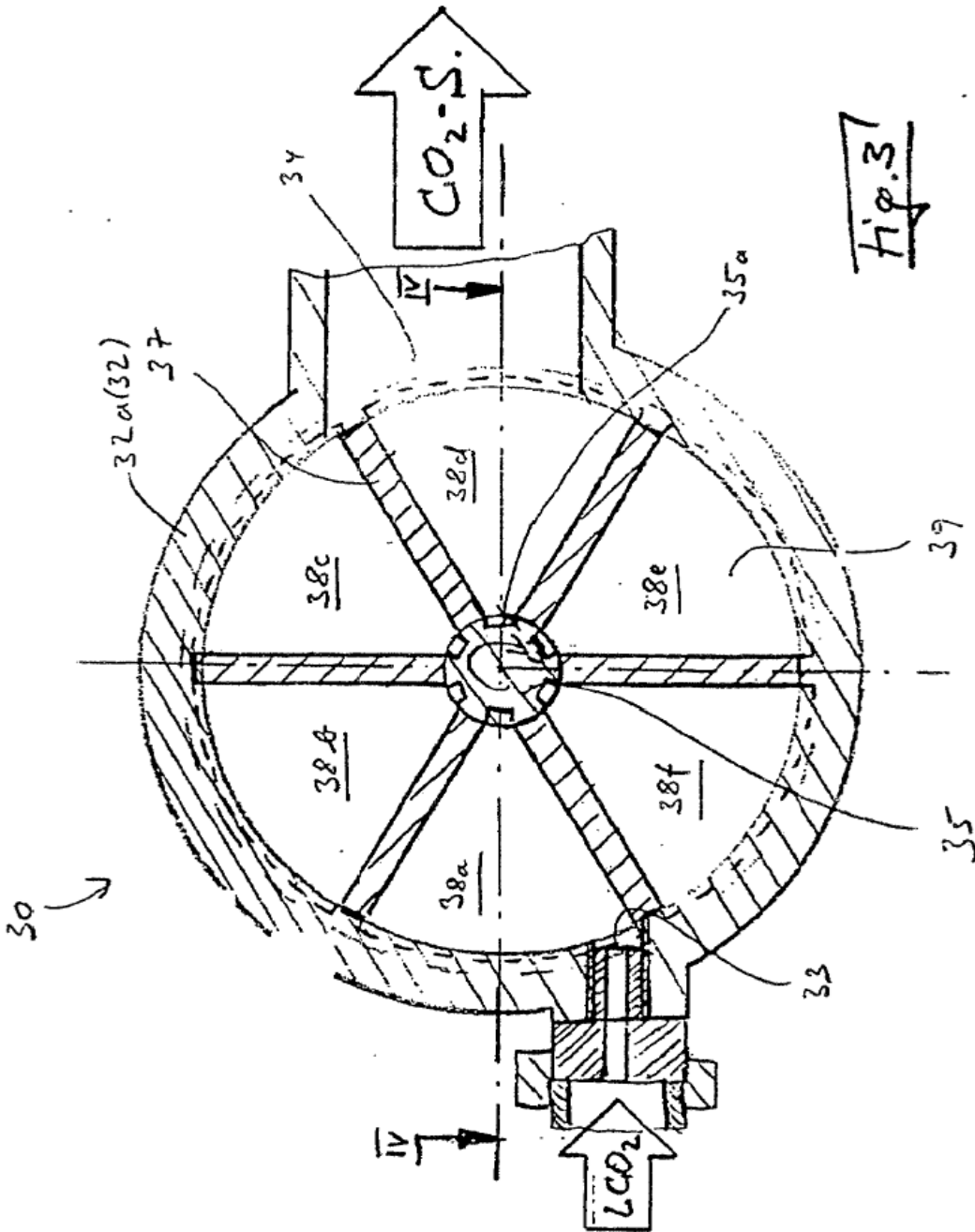
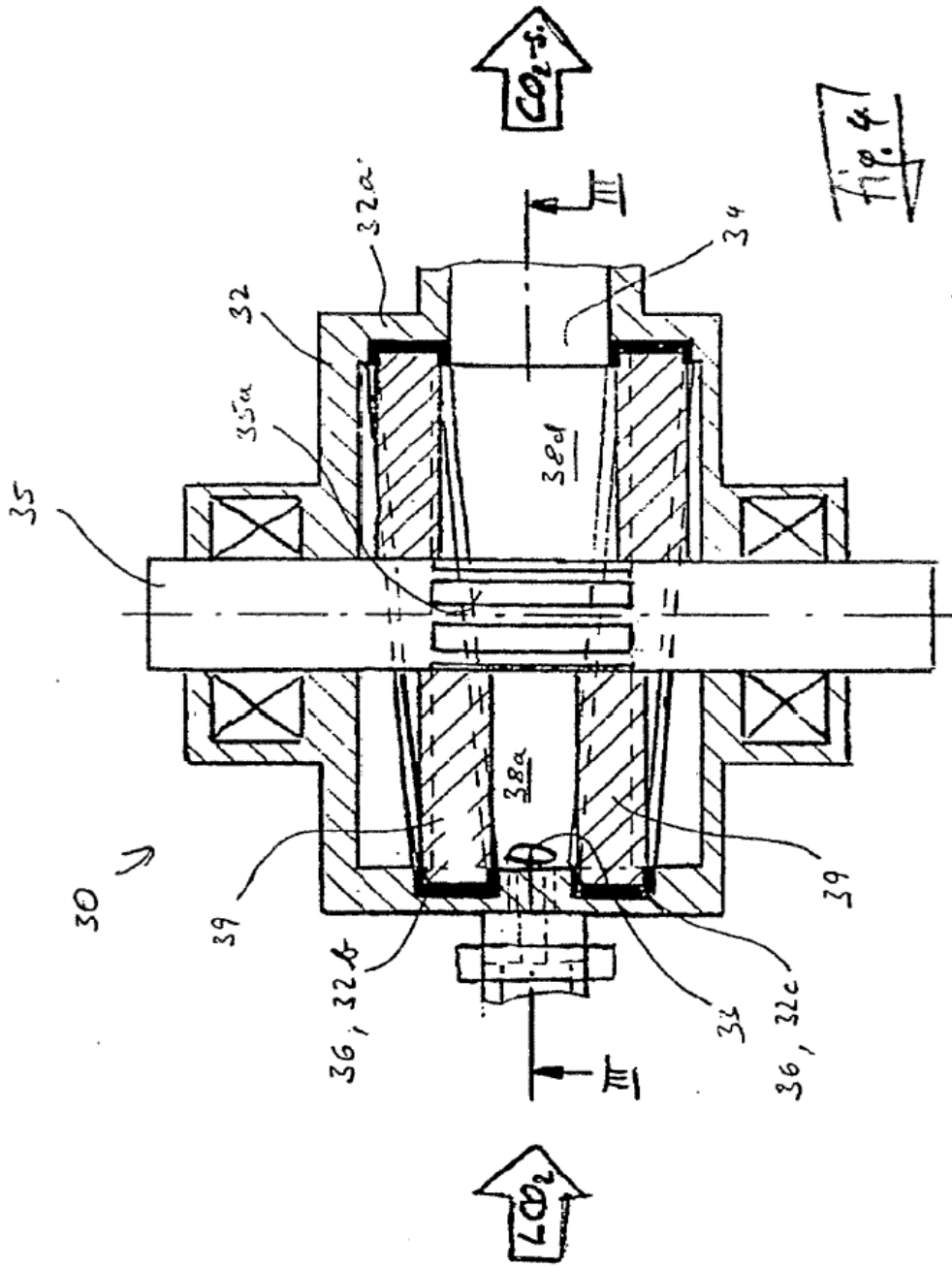


Fig. 2







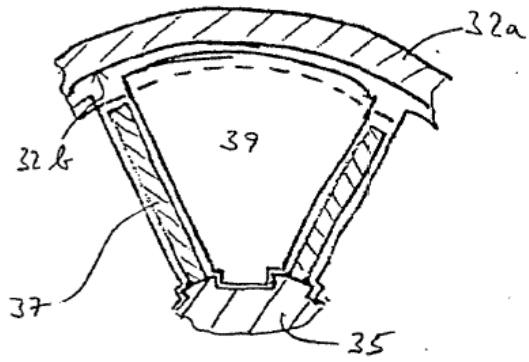


fig. 5A'

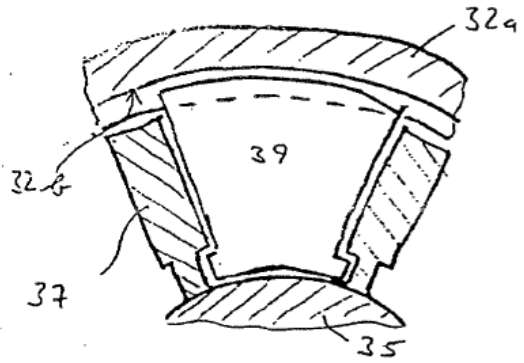


fig. 5B'

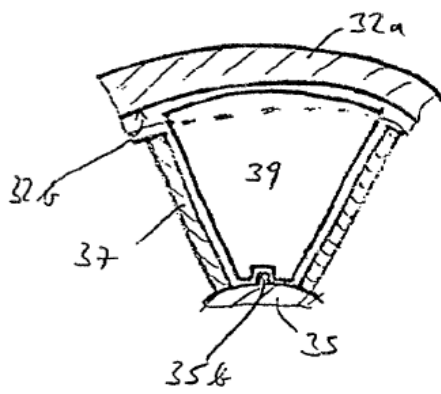


fig. 5C'

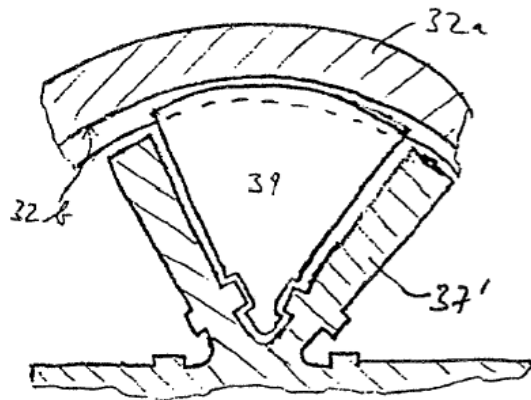


fig. 5D'

