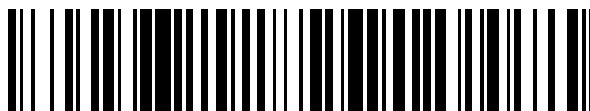


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 161**

51 Int. Cl.:

B24C 5/04 (2006.01)

B24C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2005 E 05822749 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1843874**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo mediante chorros de nieve carbónica**

30 Prioridad:

05.02.2005 DE 102005005638

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

25.06.2013

73 Titular/es:

**CRYOSNOW GMBH (100.0%)
ZITADELLENWEG 20E
13599 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

**ELBING, FELIX;
ROTSTEIN, RAPHAEL y
KNACKSTEDT, MARC**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 409 161 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 la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo mediante chorros de nieve carbónica.

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo mediante chorros de nieve carbónica, generados a partir de fluidos de CO₂ que se encuentran bajo presión y al menos un gas comprimido portador, acelerados a través de una tobera de salida, generándose una mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono en una cámara de aglomeración mediante aglomeración y compactación de cristales de nieve carbónica y añadiéndose mediante mezcla al gas portador.

10 Los procedimientos de tratamiento con chorro y los dispositivos de tratamiento con chorro para la limpieza, pre-tratamiento y activación de superficies son estado de la técnica desde hace muchas décadas. Para la limpieza industrial de herramientas y moldes, máquinas e instalaciones así como piezas constructivas, sin embargo, con motivo de las leyes ambientales cada vez más rigurosas y la mayor competencia, desde hace algunos años se buscan nuevas tecnologías de limpieza respetuosas con el medio ambiente y económicas.

15 El tratamiento de superficies con diferentes formas de dióxido de carbono está descrito desde hace más de 30 años en invenciones. El tratamiento con chorro con diferentes formas de dióxido de carbono (CO₂), entretanto, encuentra aplicación en algunas ramas.

20 El documento US-A 4962891 describe un dispositivo para la generación de una mezcla de partículas de CO₂ y gas de CO₂ a partir de CO₂ líquido y su aceleración a altas velocidades a través de una estrecha tobera ranurada para la retirada de contaminaciones de un material de sustrato tal como aparatos ópticos u obleas. De por sí, en tales aplicaciones la superficie a limpiar se debe exponer solo a una reducida densidad de energía.

25 En la patente US-A 5616067 están descritos un procedimiento y un dispositivo para la limpieza de superficies sensibles a presión con energía relativamente reducida, en los que se dosifica CO₂ líquido a una corriente de aire central, para fines especiales también una corriente de nitrógeno, y se acelera según el principio de inyector. La transformación en partículas de CO₂ abrasivas de dimensión muy reducida se realiza en el propio flujo de gas, no está desvelada una cámara de distensión o aglomeración para una formación de nieve de CO₂. Se propone una tobera a modo de formas conocidas de corte transversal convergentes-divergentes en dirección longitudinal (dirección axial) con corte transversal de salida oval o poligonal variable. El CO₂ se deja entrar tangencialmente en el corte transversal de salida divergente.

30 El documento US-A 5405283 describe un procedimiento y un dispositivo con los que se refrigera aire comprimido de presión reducida mediante nitrógeno y se conduce el gas resultante junto con fluido de CO₂ expandido a una cámara. A través de una tobera de chorro con sección convergente y divergente para el transporte, mezcla y aceleración de las partículas de CO₂ con velocidad ultrasónica se dirige la mezcla de gas para la limpieza sobre sustratos con contaminaciones muy adheridas.

35 En el documento WO03/022525 se describe un procedimiento de tratamiento con chorro y un dispositivo de tratamiento con chorro para la limpieza de superficies. Con un adaptador se puede dosificar un agente de tratamiento con chorro abrasivo o un líquido desde una fuente a presión a un medio de tratamiento con chorro con un agente de tratamiento con chorro, tal como, por ejemplo, hielo seco. Se ha de conseguir una elevada potencia de chorro y/o una amplia distribución en abanico del chorro con la disposición.

40 Un procedimiento similar se conoce por el documento US 6 695 686 B1, en el que para la limpieza abrasiva de superficies con partículas de hielo seco producidas anteriormente como agente de tratamiento con chorro se suministran directamente delante de una tobera de chorro partículas monofásicas de hielo seco tangencialmente a una cámara, que después se aceleran axialmente por un flujo central de gas portador prácticamente con velocidad del sonido, con movimiento de giro alrededor del eje del flujo, y se proyectan a través de la tobera sobre una superficie.

45 En el documento WO00/74897 A1 está descrita una herramienta de tratamiento con chorro para la generación de un chorro a partir de nieve de CO₂ con una primera tobera y una segunda tobera para la generación de un chorro de apoyo que rodea al primer chorro. En la salida de tobera de la primera tobera se realiza la conversión de fase del CO₂ líquido.

50 En el documento WO2004/033154 A1 se describen un procedimiento de tratamiento con chorro y un dispositivo de tratamiento con chorro para la limpieza de superficies. A un gas portador suministrado de forma céntrica en un tubo se transforma el gas de CO₂ que se encuentra bajo presión en un espacio de distensión en nieve seca o CO₂ líquido, particularmente en partículas de hielo seco y se conduce con un ángulo agudo al tubo de tratamiento con

chorro. A este respecto, la corriente de gas portador actúa como inyector. El volumen del gas portador o el CO₂ líquido se pueden dosificar a través de válvulas de regulación; entonces, la mezcla de chorro se dirige, preferentemente a la velocidad del sonido, a través de una tobera de Laval sobre el sustrato a limpiar. El efecto de limpieza se ha de aumentar mediante gotas de agua y/o pellas de hielo a suministrar.

- 5 Los procedimientos y dispositivos anteriores para el tratamiento con chorro con diferentes fases de CO₂ hasta ahora no se han podido generalizar industrialmente debido a los costes de las pellas de hielo seco, la reducida capacidad de automatización, el alto nivel de intensidad sonora así como la compleja logística para gas y piezas de trabajo a mecanizar.

10 Con frecuencia se consiguen potencias de chorro demasiado reducidas, ya que se utilizan diámetros de partícula demasiado pequeños o ninguna partícula sólida y/o velocidades de partícula demasiado reducidas. Por el contrario, durante el tratamiento con chorro con pellas de CO₂ aparecen, debido a diámetros de partícula demasiado grandes, daños de las superficies de sustrato a mecanizar. Además, los costes de inversión y funcionamiento son demasiado altos para una utilización económica.

15 Partiendo del estado de la técnica que se ha mencionado en último lugar, la invención se basa en el problema de poner a disposición un procedimiento y un dispositivo para la limpieza mediante chorros de nieve carbónica, con los que sean posibles, con reducidos costes de inversión y funcionamiento así como sin daño de las superficies del sustrato mecanizadas, elevadas potencias de chorro, medidas como efecto de área por unidad de tiempo durante la limpieza / pre-tratamiento / activación de superficies. Además, la tecnología se debe poder utilizar en funcionamiento continuo de forma automatizada con una reducida complejidad logística.

20 El problema se resuelve de acuerdo con la invención mediante las características de las reivindicaciones 1 y 16. Están descritos perfeccionamientos de la invención en las reivindicaciones dependientes.

25 La primera solución comprende un procedimiento para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo mediante chorros de nieve carbónica, generados a partir de fluidos de CO₂ que se encuentran bajo presión y al menos un gas comprimido portador, acelerados a través de una tobera de salida, generándose una mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono en una cámara de aglomeración mediante aglomeración y compactación de cristales de nieve carbónica y añadiéndose mediante mezcla al gas portador, suministrándose a través de una abertura de dosificación a una cámara de mezcla, a la que fluye un flujo de gas central de gas comprimido portador, dosificándose radialmente desde el exterior al flujo de gas, mezclándose de forma turbulenta, acelerándose en una tobera de salida con el gas turbulento mezclado y
30 conduciéndose sobre una pieza de trabajo.

La adición mediante mezcla se debe desarrollar, preferentemente, en una cámara de mezcla de tres niveles, fluyendo en la primera zona de la cámara de mezcla la mezcla bifásica de dióxido de carbono uniformemente alrededor de un tubo de tratamiento con chorro que sobresale al interior de la cámara de mezcla, suministrándose en la segunda zona de la cámara de mezcla al flujo de gas que fluye desde el tubo de tratamiento con chorro a la
35 cámara de mezcla y mezclándose turbulentamente en la tercera zona de la cámara de mezcla.

Para esto se puede respaldar, de acuerdo con la invención, mediante una geometría que se puede predeterminedar de forma dirigida de la pared interna de la cámara de mezcla en la zona central o posterior la formación de turbulencias al conducirse la mezcla de CO₂ al flujo del tubo de tratamiento con chorro.

40 Por norma general, el procedimiento se desarrolla con un flujo de gas que se ajusta a la entrada en la cámara de mezcla a una temperatura de 10 °C a 40 °C; esto se puede conseguir de forma sencilla con la generación de aire comprimido. Sin embargo, de acuerdo con la invención, en el procedimiento se puede ajustar el flujo de gas a la entrada en la cámara de mezcla a una temperatura mayor de 50 °C, por ejemplo, mediante disposición de un calefactor en el tubo de tratamiento con chorro. Con ello se puede conseguir que no se produzca agua condensada ni en la tobera de salida ni en la pieza de trabajo a mecanizar. Debido a la mayor temperatura promedio resultante o
45 a la diferencia de temperatura entre el gas portador y la mezcla de CO₂, el choque de limpieza en la pieza de trabajo es mayor. Los ensayos han mostrado como resultado una limpieza mejorada.

El efecto de mezcla de los gases y la estabilización de la corriente de gas se pueden favorecer, de acuerdo con la invención, aplicándose a los componentes a mezclar una torsión/rotación helicoidal mediante deflectores correspondientes en el dispositivo.

50 El procedimiento aumenta en energía cuando, de acuerdo con la invención, se suministran al flujo de gas o a la cámara de mezcla gotas de líquido, preferentemente gotas de agua.

Se pueden conseguir mejoras adicionales de la limpieza, de acuerdo con la invención, en determinados casos –tipo de la superficie a mecanizar o contaminaciones o revestimientos a retirar mediante chorro– cuando se introducen en

el flujo de gas partículas sólidas de agente de tratamiento con chorro, preferentemente partículas orgánicas que incluyen harina, madera, plásticos o partículas inorgánicas que incluyen sólidos molidos finamente de silicio o sal. El procedimiento o la función del dispositivo en sí no se alteran por ello, pero se mejora el resultado.

5 El procedimiento se favorece durante la aglomeración del CO₂ cuando la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono se refrigera en la cámara de aglomeración delante de la abertura de dosificación desde el exterior, preferentemente con nitrógeno líquido.

También se puede añadir mediante mezcla nitrógeno líquido inerte a la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono delante de la abertura de dosificación con un fin similar.

10 La segunda solución comprende un dispositivo para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo mediante chorros de nieve carbónica, particularmente para la realización del procedimiento descrito, que comprende un dispositivo de tratamiento con chorro con equipos de suministro regulables y fuentes a presión para gas portador y fluidos de dióxido de carbono, una cámara de aglomeración para la generación de cristales de nieve carbónica y un equipo de mezcla para el gas portador y dióxido de carbono así como una tobera de salida dispuesta por detrás,
15 en el que el equipo de suministro para gas portador está configurado como tubo de tratamiento con chorro que se introduce en el equipo de mezcla, la cámara de aglomeración para la aglomeración y compactación de cristales de nieve carbónica en una mezcla bifásica de dióxido de carbono presenta una abertura de dosificación que desemboca en un espacio anular, el equipo de mezcla está configurado como cámara de mezcla de varias partes en un extremo con un espacio anular y en el otro extremo tiene una abertura de salida que desemboca en la tobera de
20 salida.

De acuerdo con la invención, la cámara de mezcla puede presentar en subzonas posteriores un estrangulamiento o deflectores para reforzar la turbulencia de las corrientes de gas.

25 En una forma de realización, la cámara de aglomeración puede estar configurada, preferentemente, como tubo con nervios internos, teniendo los nervios internos de la cámara de aglomeración un recorrido lineal en dirección de flujo del dióxido de carbono CO₂ (flecha) o estando dispuestos en forma de una hélice en la circunferencia interna del tubo. Con ello se puede reforzar la formación de nieve de CO₂.

30 La tobera de salida será, la mayoría de las veces, una tobera de Laval, sin embargo, de acuerdo con la invención se pueden aplicar también otras formas con un corte transversal plano o una salida redonda o anular y es razonable su aplicación de forma correspondiente a las exigencias de la pieza de trabajo, dependiendo de si se tienen que limpiar grandes superficies o perforaciones, nervios, surcos o similares. Los límites de las toberas utilizables razonablemente –de acuerdo con ensayos prácticos anteriores– con buenos resultados están determinados en las reivindicaciones dependientes.

35 Las investigaciones realizadas en el marco de la invención han dado como resultado que con una dosificación convencional de agente de tratamiento con chorro a una corriente de gas portador aparecen grandes pérdidas de potencia. Gracias al uso de la cámara de mezcla de tres niveles de acuerdo con la invención se consigue suministrar la mezcla bifásica de dióxido de carbono distribuida uniformemente, sin sublimación significativa de partículas de dióxido de carbono así como entremezclada homogéneamente de forma turbulenta al flujo de gas.

40 Una ventaja de la invención es que las partículas de dióxido de carbono se generan en una cámara de aglomeración a partir de cristales de nieve carbónica mediante procesos de aglomeración y compactación. Investigaciones exhaustivas han mostrado que este tipo de generación de partículas de dióxido de carbono, en comparación con el estado de la técnica, posibilita potencias de chorro claramente mayores durante la limpieza, pre-tratamiento y activación de superficies. Para la limpieza y el pre-tratamiento de piezas constructivas, herramientas y moldes así como máquinas e instalaciones se pueden conseguir, de este modo, ahorros de los costes de inversión y funcionamiento. Mediante la utilización de cristales de nieve carbónica se puede automatizar la tecnología en el
45 funcionamiento continuo y hacerse funcionar con una reducida complejidad logística.

Los análisis de materiales de las superficies de plástico y metal mecanizadas de acuerdo con la invención han mostrado que no aparece ningún daño de las superficies mecanizadas del sustrato. Con el uso de las relaciones óptimas de temperatura, flujo y presión en la zona de la cámara de aglomeración, la cámara de mezcla y la tobera se pueden conseguir mayores potencias de chorro con una mejora simultánea de las calidades de la limpieza.

50 Para la automatización de los procedimientos de acuerdo con la invención se detectan y registran los parámetros presión, corriente volumétrica y/o temperatura de los fluidos usados en el procedimiento por un ordenador mediante sensores y se controlan después del cotejo con valores teóricos predefinidos o calculados.

Además, en un perfeccionamiento de la invención también se puede regular un movimiento relativo de la tobera de salida con respecto a la pieza de trabajo a mecanizar mediante ordenador y, por tanto, también se pueden detectar piezas de trabajo discretas según ubicación y orientación y se puede pasar sobre la superficie a tratar con el dispositivo de tratamiento con chorro.

- 5 Para la automatización se utiliza un ordenador de control que accede a un control neumático a través de miembros de ajuste eléctricos. Los parámetros de proceso y de ajuste se registran con ayuda de detectores de medición y se suministran como señales eléctricas al ordenador de control.

10 El control primario del tratamiento con chorro con nieve carbónica o del dispositivo se realiza solo neumáticamente, de tal manera que se puede utilizar el procedimiento sin conexión eléctrica. Además, los componentes neumáticos, en comparación con los eléctricos, claramente tienden menos a alteraciones y necesidad de mantenimiento.

En el caso de la aplicación manual de la invención se tiene una logística sencilla, ya que no es necesaria ninguna alimentación eléctrica.

Ejemplos de aplicación del dispositivo de acuerdo con la invención que se ha descrito anteriormente en un procedimiento de acuerdo con la invención:

15 **Ejemplo 1**

El procedimiento de limpieza y pre-tratamiento para el tratamiento con chorro de nieve carbónica se puede utilizar industrialmente para la limpieza automatizada de piezas constructivas de plástico antes de procesos de barnizado. El fin es la limpieza completa de las superficies de plástico antes del barnizado, particularmente la retirada de grasas, aceites, agentes de desmoldeo, huellas dactilares, partículas de polvo y polvo de rectificado. Como gas portador se usó aire comprimido sin partículas, aceite ni agua que se generó con un compresor de hélice y a continuación se trató. La alimentación con dióxido de carbono se realizó a través de un depósito a baja presión. Los parámetros de ajuste para la presión de chorro del aire comprimido se encontraban entre 0,20 MPa y 0,60 MPa (2 bar y 6 bar) con una corriente volumétrica entre 2 m³/min y 6 m³/min así como para la presión del dióxido de carbono entre 1,80 MPa y 2,20 MPa (18 bar y 22 bar). Dependiendo del tamaño y la geometría de la superficie a limpiar de las piezas constructivas de plástico así como la duración de ciclo requerida se utiliza una tobera redonda o plana. La tobera se condujo con ayuda de un robot industrial de seis ejes sobre la pieza constructiva a limpiar. A través de un ordenador se regularon los parámetros de la instalación, en este caso, presiones y corrientes volumétricas de aire comprimido y CO₂ así como velocidad del movimiento relativo del dispositivo de tratamiento con chorro y su posición con respecto a la superficie a mecanizar de la pieza de trabajo.

30 El consumo de dióxido de carbono depende de la tobera usada y de la cantidad o fuerza adherente de las contaminaciones de la superficie de plástico y se encuentra entre 0,2 kg/min y 1,0 kg/min. Para conseguir los requisitos de limpieza requeridos industrialmente, la velocidad de avance de la tobera de chorro se encuentra entre 200 mm/s y 600 mm/s. Si se usa una tobera plana con una anchura de chorro de 80 mm, se puede limpiar una superficie entre 1 m²/min y 3 m²/min. El análisis de la limpieza de la superficie después de la limpieza se realizó ópticamente con un microscopio óptico así como con un ensayo de frotamiento. Adicionalmente se llevaron a cabo análisis del sistema de barniz aplicado directamente después.

Resultado:

La calidad de la adherencia del barniz y de la resistencia del barniz se pudo aumentar en comparación con

- 40
- procedimientos de lavado convencionales
 - limpieza manual
 - chorros de CO₂ con aparatos de acuerdo con el estado de la técnica.

Ejemplo 2:

45 Limpieza de grandes moldes de moldeo por inyección que pueden presentar una superficie de 1 m² a 8 m² en caso de que se tengan que retirar residuos de agente de desmoldeo muy adheridos, fijados por cocción, de estas superficies de herramienta. Para esto se genera aire comprimido con una presión de chorro de 0,80 MPa a 1,0 MPa (8 bar a 10 bar) con una corriente volumétrica de 6 a 8 m³/min mediante un compresor de hélice. La alimentación con dióxido de carbono se realiza con ayuda de botellas de tubo ascendente, preferentemente dispuestas en un haz de botellas. La presión del dióxido de carbono se encuentra entre 4,0 MPa y 6,0 MPa (40 bar y 60 bar). El dispositivo de limpieza se conduce manualmente sobre la superficie de la herramienta a limpiar. Dependiendo del poder adherente y la cantidad de contaminaciones sobre la superficie del molde, la potencia de limpieza se encuentra entre 0,2 m²/min y 1,0 m²/min. El consumo de dióxido de carbono con el uso de una tobera redonda con un diámetro de chorro de 20 mm ascendió a 1 kg/min. La energía de chorro se varió, por un lado, mediante introducción dirigida de

gotas de agua en la cámara de mezcla. Por otro lado, ha resultado adecuado un control de la velocidad de chorro en el intervalo de 100 m/s a 300 m/s.

Resultado:

5 Mediante la limpieza de los moldes con chorros de nieve carbónica se puede reducir significativamente el tiempo muerto de la máquina, se puede evitar un daño mecánico debido a los cepillos de alambre utilizados por lo demás para la limpieza y se pueden reducir los costes. Los residuos de agente de desmoldeo se eliminan mediante enjuagado con la corriente de gas producida.

Adicionalmente se mejora la pureza de la superficie del molde y, con ello, se mejora la calidad de las piezas de trabajo inyectadas en el molde en su superficie.

10 A continuación se explicará la invención con más detalle mediante un dibujo esquemático. Se muestra:

En la Figura 1, un dispositivo de acuerdo con la invención para el tratamiento con chorro con nieve de CO₂, estando representadas numerosas formas de realización del dispositivo de forma conjunta en una figura;

15 En la Figura 2, diferentes formas de realización A, B, C, D de una tobera de salida para el dispositivo de acuerdo con la Figura 1.

La Figura 1 muestra el dispositivo para el tratamiento con chorro de nieve carbónica. En la cámara de mezcla 1 se conduce un flujo de gas 2 a través de la conducción de suministro de gas 3 y un tubo de tratamiento con chorro 4 que se introduce en la cámara de mezcla 1. En el caso del flujo de gas se trata de aire tratado hasta estar limpio que se genera por un compresor 5.

20 En casos especiales de la industria de los alimentos y de la industria óptica, en lugar de esto se puede aplicar gas inerte, tal como nitrógeno que se extrae de un depósito a presión 6.

25 Transversalmente con respecto al tubo de tratamiento con chorro 4 y la cámara de mezcla 1 está dispuesta una cámara de aglomeración 8 para partículas de nieve de CO₂ que en su lado de salida rodea al tubo de tratamiento con chorro 4. A través de una válvula no representada se conduce CO₂ (dirección de la flecha) en forma líquida desde un depósito no representado a la cámara de aglomeración 8 y ahí se distiende. A través de una abertura de dosificación 7 en la periferia de la cámara de mezcla 1 se suministra una mezcla bifásica de dióxido de carbono 9 compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono a la cámara de mezcla 1.

30 En una primera zona 10 de la cámara de mezcla 1, la mezcla bifásica de dióxido de carbono fluye alrededor del tubo de tratamiento con chorro 4 que se introduce en la cámara de mezcla 1 de la conducción de suministro de gas 3 y se dosifica radialmente en una segunda zona 11 de la cámara de mezcla 1 al flujo de gas 2. En una tercera zona 12 de la cámara de mezcla 1 se realiza una mezcla turbulenta de la mezcla bifásica de dióxido de carbono 9 compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono con el flujo de gas 2.

35 Desde la abertura de salida 13 de la cámara de mezcla 1 fluye un flujo de gas de mezcla con partículas de dióxido de carbono a una tobera de salida 14 y allí se acelera. De la abertura de tobera 15 sale un chorro de nieve carbónica 16 que se puede utilizar para la limpieza o el pre-tratamiento o la activación de una superficie de pieza de trabajo 17.

A continuación están descritas otras formas de realización del dispositivo para tratamiento con chorro de nieve carbónica, en las que piezas constructivas o medidas adicionales pueden aumentar el grado de la automatización del procedimiento o posibilitan un control y adaptación más finos a la tarea del mecanizado.

40 El control a través de ordenadores no está representado explícitamente; se prefiere un control neumático, estando colocados sensores y miembros de ajuste en todas las unidades funcionales a complementar en lo sucesivo también con detalle. Lo mismo se cumple para un robot que –por ejemplo, de acuerdo con los ejemplos de realización– se puede equipar con una de las formas de realización descritas del dispositivo así como los recipientes de gas.

Como alternativa, el dispositivo, al menos como aparato de base, puede estar configurado para aplicaciones de pequeñas superficies también como "aparato de mochila" portátil para aplicaciones manuales.

45 Forma de realización 2:

Para el aumento de la mezcla turbulenta en la tercera zona 12 de la cámara de mezcla 1 y, por tanto, para la mejora de la potencia de chorro se disponen en la circunferencia interna de la conducción de suministro de gas 3 y/o de la pieza tubular 4 que se introduce en la cámara de mezcla 1 deflectores 18 mecánicos que pasan el flujo de gas 2 a

una rotación helicoidal / torsión y estabilizan, por ello, el flujo.

Forma de realización 3:

- 5 Para aumentar la temperatura del flujo de gas 2 y, por tanto, para mejorar la potencia de chorro así como para reducir la condensación de humedad en la superficie de pieza de trabajo 17, en la conducción de suministro de gas 3 delante de la pieza tubular 4 que se introduce en la cámara de mezcla 1 está integrado un calefactor 19 con sensor de temperatura.

Formas de realización 4/5:

- 10 Para mejorar la potencia de chorro y/o para conseguir determinadas propiedades de la superficie después de la limpieza, pre-tratamiento y/o activación, en la conducción de suministro de gas 3 delante de la pieza tubular 4 que se introduce en la cámara de mezcla 1 a través de un sistema de dosificación de agente de tratamiento con chorro 20 se dosifican partículas sólidas de agente de tratamiento con chorro y/o a través de un sistema de dosificación de líquido 21, gotas de agua y/o sustancias que inhiben la corrosión, preferentemente fosfatos, al flujo de gas 2.

Forma de realización 6:

- 15 Para mejorar la potencia de chorro y/o para conseguir determinadas propiedades de la superficie después de la limpieza, pre-tratamiento y/o activación se introducen directamente en la cámara de mezcla, preferentemente en la primera zona 10 o la segunda zona 11 de la cámara de mezcla 1, gotas de agua y/o sustancias que inhiben la corrosión, preferentemente fosfatos y/o partículas sólidas de agente de tratamiento con chorro a través de un sistema de suministro 22.

Forma de realización 7:

- 20 Para mejorar la dosificación y la mezcla turbulenta en la cámara de mezcla 1 se encuentran en la circunferencia interna de la abertura de dosificación 7 en la circunferencia de la cámara de mezcla 1 deflectores 23 mecánicos que pasan a rotación helicoidal la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono 8 y partículas de dióxido de carbono 9.

Forma de realización 8:

- 25 Para aumentar las partículas de dióxido de carbono 9, para elevar el caudal másico de partículas de dióxido de carbono y, por tanto, para mejorar la potencia de chorro, la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono 9 se refrigera antes del suministro a través de la abertura de dosificación 7 a la cámara de mezcla 1 desde el exterior con un sistema de refrigeración 24 con un termosensor con nitrógeno líquido del colector 25.

- 30 Forma de realización 9:

Otra posibilidad de refrigeración es la dosificación directa de nitrógeno líquido a la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono 9 antes del suministro a través de la abertura de dosificación 7 a la cámara de mezcla 1 a través de un sistema de dosificación de nitrógeno 26.

Forma de realización 10/11:

- 35 Otra posibilidad para mejorar la potencia de chorro mediante ampliación y compactación de las partículas de dióxido de carbono 9 es la utilización de un nervio interno 27 antes del suministro de la mezcla bifásica de dióxido de carbono a través de la abertura de dosificación 7 a la cámara de mezcla 1. El nervio interno 27 sirve en la cámara de aglomeración 8 como medio auxiliar para la formación aumentada de nieve y conduce a que se agrupen los cristales de nieve carbónica hasta dar partículas de dióxido de carbono 9 más grandes y compactas. Los nervios internos de la cámara configurada como tubo nervado tienen un recorrido lineal en dirección del flujo del CO₂ (flecha) que afluye de forma líquida desde una fuente –evidentemente en todas las formas de realización del dispositivo a través de una tobera no representada con corte transversal predeterminable o graduable–.
- 40

La potencia de chorro se puede aumentar adicionalmente si los nervios internos 27 del tubo de nervios internos están configurados en forma de una hélice en la circunferencia interna de la cámara 8.

- 45 La Figura 2 muestra algunas formas de realización A, B, C, D para la tobera 14, desde cuya abertura de tobera 15 sale el chorro de nieve carbónica 16 y se puede utilizar para la limpieza, pre-tratamiento y activación de una superficie de pieza de trabajo 17.

Figura 2A: como tobera 14 se puede utilizar una tobera de Laval 28 con una sección convergente 29, una sección cilíndrica 30 y una sección divergente 21. La geometría del corte transversal de salida se corresponde con un círculo 32.

5 Figura 2B: el dispositivo para el tratamiento con chorro de nieve carbónica ofrece la posibilidad de usar, dependiendo de la aplicación, toberas redondas 33 con una superficie de corte transversal de salida con la geometría de un círculo 34.

Figura 2C / 2D: se pueden usar toberas planas 35 con una superficie de corte transversal de salida con la geometría de un rectángulo 36 o una elipse 37, sin embargo, también toberas anulares 38 con deflectores de flujo 39 y una superficie de corte transversal de salida con la geometría de un anillo circular 40.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo (17) mediante chorros de nieve carbónica, generados a partir de fluidos de CO₂ que se encuentran bajo presión y al menos un gas comprimido portador (2), acelerados a través de una tobera de salida (14), generándose una mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono (9) en una cámara de aglomeración (8) mediante aglomeración y compactación de cristales de nieve carbónica (9) y añadiéndose mediante mezcla al gas portador (2), **caracterizado porque** se suministra a través de una abertura de dosificación (7) de una cámara de mezcla (1), a la que fluye un flujo de gas (2) central de gas comprimido portador, se dosifica radialmente desde el exterior al flujo de gas (2), se mezcla de forma turbulenta, se acelera en una tobera de salida (14) con el gas turbulento mezclado y se conduce sobre una pieza de trabajo (17).
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la adición mediante mezcla se desarrolla en una cámara de mezcla (1) de tres niveles, fluyendo de forma uniforme en la primera zona (10) de la cámara de mezcla la mezcla bifásica de dióxido de carbono (9) alrededor de un tubo de tratamiento con chorro (4) que se introduce en la cámara de mezcla (1), suministrándose en la segunda zona (11) de la cámara de mezcla (1) al flujo de gas (2) que fluye a la cámara de mezcla (11) desde el tubo de tratamiento con chorro (4) y mezclándose en la tercera zona (12) de la cámara de mezcla (1) de forma turbulenta.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** los parámetros presión, corriente volumétrica y/o temperatura de los fluidos usados en el procedimiento se detectan y registran por un ordenador mediante sensores y se controlan después del cotejo con valores teóricos predefinidos o calculados.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** además de los parámetros de los fluidos se regula también un movimiento relativo de la tobera de salida (14) con respecto a la pieza de trabajo (17) a mecanizar mediante ordenador.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en el caso del flujo de gas (2) se trata de aire de la fuente de aire comprimido (5) o nitrógeno de un recipiente a presión (6).
- 25 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el flujo de gas (2) a la entrada en la cámara de mezcla (1) se ajusta a una temperatura de 10 °C a 40 °C.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el flujo de gas (2) a la entrada en la cámara de mezcla (1) se ajusta a una temperatura mayor de 50 °C.
- 30 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el flujo de gas (2) se hace rotar con torsión antes de la entrada en la cámara de mezcla (1).
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la mezcla bifásica de dióxido de carbono (9) compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono se hace rotar con torsión delante de la abertura de dosificación (7).
- 35 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en el flujo de gas (2) se introducen gotas de líquido, preferentemente gotas de agua.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** en la cámara de mezcla (1) se suministran gotas de líquido, preferentemente gotas de agua.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en el flujo de gas (2) se introducen partículas sólidas de agente de tratamiento con chorro.
- 40 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** como partículas de chorro sólidas se utilizan, preferentemente, partículas orgánicas que incluyen harina, madera, plásticos o partículas inorgánicas que incluyen sólidos molidos finamente de silicio, sal.
- 45 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono (9) se refrigera en la cámara de aglomeración (8) delante de la abertura de dosificación (7) desde el exterior, preferentemente con nitrógeno líquido.
15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** a la mezcla bifásica de dióxido de carbono compuesta de gas de dióxido de carbono y partículas de dióxido de carbono (9) se

añade nitrógeno líquido delante de la abertura de dosificación (7).

- 5 16. Dispositivo para la limpieza, activación o pre-tratamiento de piezas de trabajo (17) mediante chorros de nieve carbónica, particularmente para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un dispositivo de tratamiento con chorro (3, 4) con equipos de suministro regulables y fuentes de presión (5, 6) para el gas portador (2) y fluido de dióxido de carbono, una cámara de aglomeración (8) para la generación de cristales de nieve carbónica (9) y un equipo de mezcla (1) para el gas portador (2) y dióxido de carbono (9) así como una tobera de salida (14) dispuesta por detrás, **caracterizado porque**
- el equipo de suministro (3) para gas portador está configurado como un tubo de tratamiento con chorro (4) que se introduce en el equipo de mezcla (1),
- 10 - la cámara de aglomeración (8) para la aglomeración y compactación de cristales de nieve carbónica en una mezcla bifásica de dióxido de carbono presenta una abertura de dosificación (7) que desemboca en un espacio anular (10),
- el equipo de mezcla (1) está configurado como cámara de mezcla (10, 11, 12) de varias piezas en un extremo con un espacio anular (10) y en el otro extremo tiene una abertura de salida (13) que desemboca en la tobera de salida (14).
- 15 17. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** en el caso de la cámara de mezcla (1) se trata de una cámara de mezcla de tres niveles, estando configurada la primera zona (10) de la cámara de mezcla para que la mezcla bifásica de dióxido de carbono (9) fluya de forma uniforme alrededor de un tubo de tratamiento con chorro (4) que se introduce en la cámara de mezcla (1), estando diseñada la segunda zona (11) de la cámara de mezcla (1) para suministrar al flujo de gas (2) desde el tubo de tratamiento con chorro (4) la mezcla bifásica y
- 20 estando diseñada una tercera zona (12) de la cámara de mezcla (1) para causar una mezcla turbulenta de dióxido de carbono (CO₂; 9) y gas portador (2; 5, 6).
18. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizado porque** la cámara de aglomeración (8) está configurada como tubo con nervios internos (27).
- 25 19. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizado porque** los nervios internos (27) de la cámara de aglomeración (8) tienen un recorrido lineal en dirección de flujo del dióxido de carbono CO₂ (flecha).
20. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizado porque** los nervios internos de la cámara de aglomeración (8) están dispuestos en forma de una hélice en la circunferencia interna del tubo.
- 30 21. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 20, **caracterizado porque** la cámara de mezcla (1) en subzonas (11 o 12) posteriores presenta un estrangulamiento o deflectores para reforzar la turbulencia de las corrientes de gas.
22. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 21, **caracterizado porque** la tobera de salida (14) está diseñada como tobera de Laval.
23. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 21, **caracterizado porque** la tobera de salida (14) está diseñada como tobera con corte transversal redondo (32, 34), plano (36, 37) o anular (40).
- 35 24. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizado porque** la tobera plana tiene una abertura de salida (36, 37) con una anchura de 20 mm a 120 mm así como una altura de 1 mm a 4 mm.
25. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizado porque** la tobera redonda tiene una abertura de salida (32, 34) con un diámetro de 2 mm a 20 mm.
- 40 26. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un ordenador para el control de los parámetros presión, corriente volumétrica y/o temperatura de los fluidos usados en el procedimiento, que se detectan y registran mediante sensores y se cotejan con valores teóricos predefinidos o calculados.
27. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un ordenador adecuado para regular, además de los parámetros de los fluidos, también un movimiento relativo de la tobera de salida (14) con respecto a la pieza de trabajo (17) a mecanizar.
- 45 28. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un equipo de automatización, en el que un ordenador de control puede acceder a través de miembros de ajuste eléctricos a un control neumático para todo el dispositivo.

Figura 1

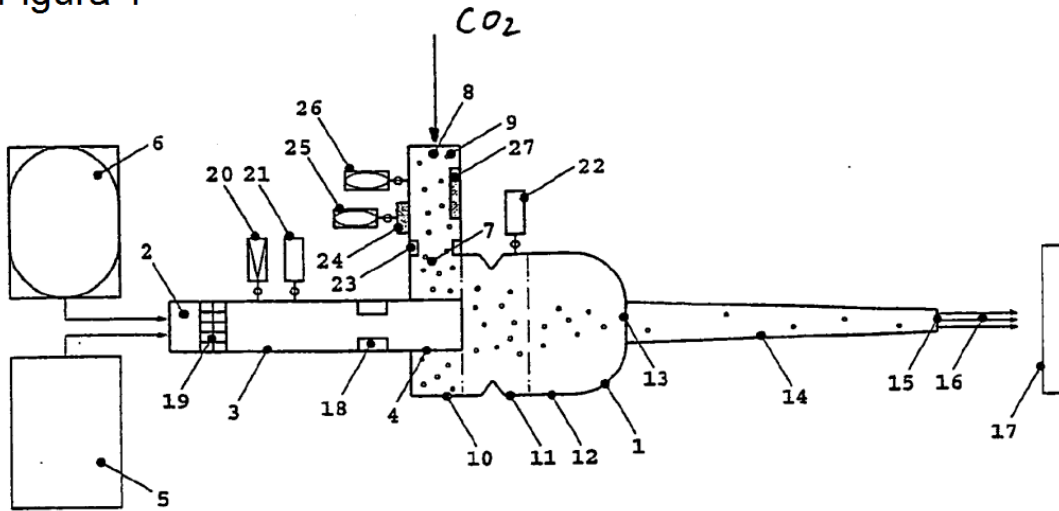


Figura 2

