

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 285**

51 Int. Cl.:

**B24C 3/06** (2006.01)

**B24C 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2014 PCT/EP2014/070036**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2015 WO15040181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2014 E 14786618 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 3055103**

54 Título: **Procedimiento de recuperación de desechos de mecanizado mediante aporte de energía y máquina de mecanizado que comprende un sistema de recuperación de desechos**

30 Prioridad:

**20.09.2013 FR 1359089**

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

**14.03.2018**

73 Titular/es:

**BAYAB INDUSTRIES (100.0%)  
2-3 Allees de Longueterre  
31850 Montrabe, FR**

72 Inventor/es:

**DELERIS, MICHEL;  
CENAC, FRANÇOIS y  
BENEZECH, PASCAL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 659 285 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).

**DESCRIPCION**

Procedimiento de recuperación de desechos de mecanizado mediante aporte de energía y máquina de mecanizado que comprende un sistema de recuperación de desechos.

**AMBITO TECNICO**

5 La invención se refiere a un procedimiento de recuperación de desechos generados en el transcurso de un mecanizado mediante aporte de energía, así como a una máquina de mecanizado mediante aporte de energía equipada con un sistema de recuperación de desechos apta para poner en práctica el indicado procedimiento.

El mecanizado superficial puede ser obtenido por granallado, mediante una herramienta cortante, una acción química o cualquier procedimiento de emisión de partículas sólidas (arena, sal, etc.) y/o fluidos (en particular agua).  
 10 Más particularmente, el mecanizado de grandes superficies de panel puede ser realizado por dos tipos de sistemas: un utillaje de forma, utilizado siguiendo la superficie tratada, o un sistema mediante aporte de energía, utilizado sin necesidad de seguir la superficie tratada. Este último tipo es ventajosamente realizado por máquinas de aporte de energía impactante, como el chorro de materia abrasiva bajo una presión de agua elevada, pudiendo alcanzar varios millares de bares. Tales máquinas llamadas de chorro de agua abrasiva pueden realizar cortes, rectificaciones,  
 15 reparaciones o también limpiezas (decapado, pulido, desbarbado, etc.) de las indicadas superficies de panel.

El mecanizado con chorro de agua abrasivo se basa en el principio de eliminación de materia por acción mecánica del chorro de agua cargado con partículas abrasivas y propulsado a través de una boquilla que equipa un cabezal de expulsión. Una ventaja de las máquinas de mecanizado mediante aporte de energía reside en la influencia imperceptible de la distancia o de la inclinación entre la boquilla de expulsión y la superficie a tratar. Resulta así  
 20 posible mecanizar superficies curvas mediante desplazamiento relativo según dos ejes entre la máquina y la superficie a tratar, mientras que la distancia entre el cabezal de expulsión y la superficie tratada varía en función de la geometría precisa del panel que solo es de hecho, conocida por una tolerancia próxima.

Los paneles tratados pueden presentar curvaturas, en particular los paneles de material compuesto utilizados en la industria aeronáutica, y formar así superficies curvas.

25 Para realizar el mecanizado en tales superficies, las máquinas portátiles por chorro de agua abrasivo han sido más particularmente puestas a punto. Mediante un control numérico de dos ejes del cabezal de expulsión móvil sobre un pórtico apto para desplazarse sobre correderas, estas máquinas permiten al chorro recorrer sucesivamente – y con toda la precisión requerida – superficies de dimensión determinada. Este tipo de máquina permite por consiguiente realizar un mecanizado adaptado a la superficie curva de los paneles. La erosión de materia genera localmente, a  
 30 nivel del impacto del chorro sobre la superficie tratada, agua cargada de partículas abrasivas, de partículas extraídas de la indicada superficie y de polvo que forman desechos. Se plantea entonces la cuestión de la evacuación eficaz de estos desechos en todas las configuraciones pues una máquina con aporte de energía es capaz de trabajar sobre cualquier superficie, ya sea vertical o superior (tipo «au plafond»).

**ESTADO DE LA TECNICA**

35 Para permitir la evacuación de los desechos, numerosas patentes proponen equipar el cabezal de expulsión con una tapa de conexión con una bomba de aspiración. Por ejemplo, el documento de patente EP 1 894 670 describe un porta-herramientas equipado particularmente con un sistema de aspiración de desechos, producidos durante un mecanizado de tipo automático de control numérico, y por una tapa de aspiración cónica. Esta tapa puede estar constituida por un cepillo compuesto por hileras de fibras flexibles o por una pieza rígida o semi-rígida, que puede  
 40 estar provista de orificios de perforación para la entrada de aire.

En el documento de patente EP 1 854 383, un dispositivo de aspiración de un aparato de abrasión comprende, entre otros, un medio de conexión inclinado conectado con una fuente de vacío y una sección de extremo elástico cilíndrica de tipo «soufflet».

45 Sin embargo, la tapa o el fuelle descritos en estos documentos no permiten mantener un contacto permanente con la superficie a tratar, en particular cuando esta superficie es curva, cuando se realiza un desplazamiento en dos ejes: «l'étanchéité» en esta superficie no está asegurada y el aire procedente del exterior puede pasar entre estos medios de conexión del estado de la técnica y la indicada superficie.

Además de la estanqueidad, estos medios de conexión no permiten garantizar el confinamiento de los desechos que pueden salirse fuera de los límites durante el desplazamiento del cabezal de expulsión móvil: los medios del estado  
 50 de la técnica no definen la porosidad apta para impedir a los desechos que se salgan dejando entrar el aire de aspiración. El confinamiento no se respeta.

Además, los indicados medios del estado de la técnica no realizan un barrido sobre las superficies mecanizadas pues, en el desplazamiento del cabezal de expulsión, los desechos no aspirados no se quedan siempre confinados en la superficie de mecanizado debido a la falta de estanqueidad y de porosidad.

55 El documento US-A-5 138 800 forma la base del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 7.

**EXPOSICION DE LA INVENCIÓN**

La invención trata de paliar las insuficiencias del estado de la técnica, en otros términos, trata de realizar en combinación las funciones de estanqueidad, de porosidad y de barrido.

5 Para ello, la presente invención propone confinar los desechos y aspirar estos desechos a nivel del cabezal de expulsión gracias a una conexión adaptable y lo suficientemente flexible, de forma que quede en contacto con la zona de mecanizado, permitiendo al aire pasar a través de esta conexión.

10 Más precisamente, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de recuperación de desechos generados durante el mecanizado de una superficie mediante chorro de materia bajo presión procedente de una boquilla de eje sustancialmente perpendicular a la superficie a mecanizar. La boquilla equipa un cabezal de expulsión de máquina de mecanizado accionada según dos ejes para tratar la superficie de forma que pueda estar curvada. Al menos un recinto prolonga el cabezal de expulsión hasta la superficie a mecanizar y delimita un espacio interno. Una aspiración de aire se realiza en el espacio interno con el fin de evacuar los desechos generados.

En efecto, es posible disponer de varios recintos concéntricos aplicados sobre la superficie a tratar. Por ejemplo, el primer recinto recupera el desbaste de los desechos, y el segundo acaba el trabajo y seca la superficie.

15 En este procedimiento, produce una movilidad del recinto o de un conjunto de recintos concéntricos según el eje de la boquilla en combinación con una articulación de este tipo de recinto según el eje de la boquilla en combinación con una articulación en rotación y/o translación para adaptarse a la curvatura de la superficie mecanizada con una elasticidad suficiente para recuperar los desplazamientos relativos del cabezal de expulsión con relación a la superficie mecanizada y mantener un contacto estanco sustancialmente permanente para realizar un confinamiento de los desechos en el espacio interno y un barrido de los desechos en su desplazamiento sin que los desechos puedan salir del espacio interno.

20

En las condiciones de mecanizado de superficies curvas, el procedimiento según la invención se adapta directamente a la variación de distancia (altura de corte) entre el cabezal de expulsión y la superficie mecanizada y se optimiza la aspiración de los desechos por esta adaptación. Esto permite mantener las funciones de estanqueidad, de porosidad y de barrido sea cual fuere esta altura de corte variable, entendiéndose que la calidad del mecanizado – es decir la profundidad mecanizada – no es afectada ni por la variación de la altura de corte ni por la inclinación del chorro.

25

Así, la movilidad del recinto según el eje de la boquilla – en función de la configuración de la superficie mecanizada – permite la exención del desplazamiento de la máquina según el eje «Z», de modo que el desplazamiento de la máquina puede limitarse a un desplazamiento de dos ejes «X-Y». El procedimiento según la invención es por consiguiente compatible con un control y un sistema simplificados de desplazamiento de la máquina. Además, este procedimiento se adapta igualmente automáticamente a la curvatura de la superficie mecanizada sin necesitar prever medios de inclinación.

30

Según modos de realización ventajosos:

- 35
- la aspiración de aire se realiza desde el exterior hacia el interior de dicho espacio interno a través de al menos una pared porosa de confinamiento que presenta una elasticidad suficiente para formar la articulación de adaptación a la curvatura de la superficie mecanizada;
  - alternativa o conjuntamente, la aspiración de aire se realiza por la entrada de aire bajo presión en el indicado espacio interno con el fin de conducir el aire portador de los desechos hacia una salida de evacuación situada frente a la entrada; esta solución permite fluidificar el aire, facilitar la aspiración y por consiguiente disminuir las perturbaciones de las turbulencias del aire y de los desechos sobre el chorro;
  - una membrana electromagnética está formada en el espacio interior de forma que el aire cargado de desechos no perturbe el chorro de materia abrasiva.
- 40

De forma preferida, la o una pared porosa de confinamiento está dispuesta en el extremo del recinto de forma que se ponga directamente en contacto elástico con la superficie mecanizada.

45

Según un modo de realización particular, el recinto se compone de una parte tubular, que presenta generalmente una forma de revolución cilíndrica y/o cónica de eje de simetría central coincidente sustancialmente con el eje de la boquilla, y por un colector de desechos en unión con la parte tubular por la indicada articulación. Ventajosamente, la articulación está formada por al menos una translación y/o una rotación en función del grado de complejidad de forma de la superficie a mecanizar.

50

La invención se refiere igualmente a una máquina de mecanizado mediante aporte de energía que comprende un sistema de recuperación de desechos apto para realizar el procedimiento más arriba indicado. La máquina comprende un cabezal de expulsión equipado con una boquilla de eje sustancialmente perpendicular a la superficie a mecanizar, y accionada por un sistema de guiado de dos ejes. El cabezal de expulsión se prolonga por al menos un recinto hasta la superficie a mecanizar, estando el recinto acoplado con medios de bombeo de aire para recuperar los desechos procedentes del mecanizado.

55

En este sistema, el recinto comprende una parte tubular equipada con medios de variación en longitud con el fin de adaptar el recinto a la distancia entre el cabezal de expulsión y la superficie a mecanizar. El recinto comprende igualmente un medio de articulación en rotación y/o en translación con el fin de adaptarlo a las inclinaciones angulares variables de la superficie a mecanizar.

5 Además, el recinto presenta medios de aspiración de aire para evacuar los desechos por los medios de bombeo de aire.

Según modos de realización preferidos:

- 10 - los medios de aspiración de aire están constituidos por al menos una pared anular de material poroso en un plano sustancialmente perpendicular al eje de la boquilla. Esta pared anular presenta una elasticidad suficiente para servir de articulación principal o complementaria manteniendo el recinto en contacto con la superficie a mecanizar con el fin de realizar un contacto estanco permanente del recinto sobre esta superficie;
- 15 - alternativa o conjuntamente, los medios de aspiración de aire están constituidos por medios de inyección de aire procedentes de un compresor de forma que el aire esté dirigido hacia los medios de salida de aire que se comunican con el tubo de aspiración de los desechos;
- el recinto comprende un colector de desechos montado en unión con la parte tubular por el medio de articulación de doble pivotamiento;
- 20 - los medios de inyección comprenden una ranura de inyección de aire comprimido por un compresor anexo, dispuesta en el colector de forma que el aire esté dirigido hacia los medios de salida de aire que comprenden una ranura de salida de aire situada frente a la ranura de inyección, comunicándose la ranura de salida con el tubo de aspiración de los desechos;
- 25 - el medio de articulación puede ser seleccionado, según la complejidad de la superficie a mecanizar, entre un pivote, una rótula de bolas o de doble pivotamiento, en particular una rótula de dos anillos concéntricos que presenta ejes de rotación perpendiculares definidos en un plano sustancialmente perpendicular al eje de la boquilla, y una rótula acoplada en una corredera suplementaria que puede desplazarse perpendicularmente al eje de la boquilla; esta última combinación está en particular destinada para formas muy complejas tales como refuerzos en omega;
- 30 - los medios de variación en longitud están constituidos por dos paredes que se deslizan co-axialmente según el eje de la boquilla;
- las paredes deslizantes están unidas una a la otra por medio de los rodamientos de bolas o de agujas;
- los medios de bombeo de aire comprenden un tubo de aspiración acoplado a una bomba;
- la o una pared anular está dispuesta en el extremo del recinto, de modo que esta pared se encuentre bien directamente en contacto con la superficie a mecanizar o en contacto con esta superficie por mediación de un labio flexible;
- 35 - el medio de articulación de doble pivotamiento está constituido por dos anillos concéntricos que presentan ejes de rotación perpendiculares definidos en un plano sustancialmente perpendicular al eje de la boquilla;
- el material poroso es un material alveolar abierto, en particular una espuma de carbono.

## PRESENTACION DE LAS FIGURAS

40 Otros datos, características y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la descripción no limitada que sigue, en referencia a las figuras adjuntas que representan, respectivamente:

- la figura 1, una vista esquemática global en perspectiva de un ejemplo de máquina portátil según la invención con su sistema de guiado de dos ejes de control numérico;
- las figuras 2a y 2b, vistas en sección vertical de la máquina portátil de la figura 1 con dos perfiles de curvaturas respectivamente cóncavo y convexo de la superficie a mecanizar;
- 45 - la figura 3, una vista superior de la articulación esquemática del tipo de pivotes entre la parte tubular y el colector del recinto de la máquina portátil en un plano sustancialmente perpendicular al eje de la boquilla de la máquina, y
- la figura 4, una vista en sección del colector de una variante de realización que comprende un sistema de ranuras de inyección y de salida de aire situadas en frente.

## 50 DESCRIPCION DETALLADA

En referencia a la vista esquemática general de la figura 1, un ejemplo de máquina portátil de mecanizado 1 por chorro bajo presión según la invención es accionada por un sistema de guiado 2 de dos ejes X, Y de control numérico 3, para mecanizar una superficie curva 4, una porción de fuselaje de avión de material compuesto en el ejemplo ilustrado.

55 El sistema de guiado 2 comprende un pórtico 21 compuesto por una viga transversal 211 soportada en el extremo por patas 212 que se desplazan en translación – perpendicularmente a la viga 211 – sobre correderas 22 por medio de los rodillos (no representados), estando las correderas 22 sujetas por ventosas 221 aplicadas a la superficie 4. La máquina 1 está fijada por su cabezal de expulsión 11 a un bastidor 23 apto para desplazarse sobre la viga 211 por medio de los cojinetes (no representados).

El cabezal de expulsión 11 está prolongado por un recinto 12 que se extiende hasta la superficie mecanizada 4. Este recinto 12 está acoplado a un tubo de aspiración 5 conectado con una bomba de aire (no representada) para constituir un sistema de recuperación de los desechos procedentes del mecanizado.

5 Más precisamente, vistas en sección vertical – es decir sustancialmente perpendicular a la superficie mecanizada 4 - de la máquina portátil 1 se ilustran respectivamente en las figuras 2a y 2b, cuando la superficie mecanizada 4 presenta un perfil de curvatura cóncava 4a y de curvatura convexa 4b.

10 La máquina portátil 1 de mecanizar comprende el cabezal de expulsión 11 de materia abrasiva bajo presión, por ejemplo, arena bajo presión de agua, y el recinto 12 montado sobre ruedecillas 13. El cabezal 11 está equipado con una boquilla 111 de expulsión de un chorro de agua abrasiva bajo presión 112, de eje A1 sustancialmente perpendicular a la superficie 4a o 4b mecanizada.

15 Más particularmente, el recinto 12 comprende una parte tubular 121 y un colector 122. La parte tubular 121 está constituida por dos paredes 12a y 12b que se deslizan coaxialmente una sobre la otra según el eje A1 de la boquilla 111 por medio de los rodamientos de bola 12R, estando la unión protegida por una junta 12J. La pared interna 12a es solidaria del cabezal de expulsión 11 y la otra pared externa 12b está acoplada al colector 122 por una rótula de articulación de doble pivotamiento 123. Esta rótula 123 permite adaptar el recinto 12, que permanece sustancialmente paralelo al mismo en el barrido de la superficie mecanizada, mientras que el cabezal y la boquilla de expulsión permanecen sustancialmente paralelas a las mismas. Una rótula de tipo de doble pivotamiento se describirá de forma detallada haciendo referencia a la figura 3.

20 Por la movilidad de la pared externa 12b según el eje A1 – perpendicularmente a la superficie 4a o 4b a tratar – es entonces posible adaptar la posición de la cabeza de expulsión 11, en otras palabras, la altura de corte «H» del chorro 112, en la superficie mecanizada. Así, por comparación entre las figuras 2a y 2b, parecería que esta altura de corte «H» está sustancialmente aumentada cuando la superficie pasa de una curvatura convexa 4b (figura 2b) a una curvatura cóncava 4a (figura 2a).

25 Además, el recinto 12 presenta, en un plano sustancialmente perpendicular al eje A1 de la boquilla 111, una pared en forma de cinta anular porosa de confinamiento 124, aquí de espuma de carbono, solidaria de la placa de base 12S del colector 122. Esta cinta anular 124 queda así dispuesta entre el colector 122 y la superficie 4a, 4b. Esta cinta 124 presenta una elasticidad suficiente para permanecer en contacto estanco con la superficie mecanizada 4a, 4b, de forma que un contacto estanco permanente quede establecido entre el recinto 12 y esta superficie 4a, 4b.

30 Se realiza entonces primeramente una aspiración de aire aproximadamente paralelamente a la superficie 4a, 4b (flechas F1) por bombeo para evacuar los desechos generados en el espacio interno «E» delimitado por este colector 122 y la cinta anular 124, a medida que se va produciendo el mecanizado. El contacto estanco permanente entre la cinta anular 124 y la superficie 4a, 4b realiza un barrido de estos desechos en el desplazamiento por la superficie mecanizada. La aspiración de aire (flechas F1, y F2) se realiza por depresión del exterior hacia el espacio interno «E» a través de la cinta porosa 124, sin que los desechos puedan salirse de este espacio.

35 Luego el aire y los desechos transportados son evacuados sustancialmente perpendicularmente con respecto a la superficie mecanizada 4a, 4b (flechas F2) por el tubo de aspiración 5 montado en la bomba de evacuación (no representada), por medio de un depósito de alimentación 12N que integra un canal circular 12C interno. El depósito de alimentación 12N está solidarizado a la placa base 12S para constituir el colector 122.

40 Alternativamente, la cinta anular 124 puede estar equipada con un labio de material flexible con el fin de mejorar el barrido. Más generalmente, la cinta anular puede estar integrada en el recinto 12 y el labio de material flexible está entonces ventajosamente previsto para realizar un barrido eficaz.

45 La vista superior de la figura 3 ilustra la rótula 123 de doble pivotamiento que forma una articulación entre la parte tubular 121 y el depósito de alimentación 12N. La rótula 123 está formada por dos anillos concéntricos B1 y B2 separados por una arandela Cardán 12R. Los anillos B1 y B2 pueden pivotar respectivamente alrededor de los ejes X e Y por montaje sobre pivotes A11 y A12, siendo los ejes X, Y y los árboles A11, A12 perpendiculares entre ellos y al eje A1 de la boquilla de expulsión 111. El anillo B1 es solidario de la parte tubular 121 y el anillo B2 del depósito de alimentación 12N.

50 En estas condiciones, la pared externa 12b, y por consiguiente la parte tubular 121 así como el cabezal de expulsión 11, pueden formar – por pivotamiento combinado alrededor de los ejes X e Y – un ángulo de inclinación adaptado a la curvatura de la superficie mecanizada 4 y al colector 122, permaneciendo paralelo al eje A1.

55 La vista en sección de la figura 4 ilustra un depósito de alimentación 12N' de una variante de realización de un ejemplo de máquina portátil según la invención. Este depósito de alimentación 12N' comprende, además del depósito de alimentación 12N' descrito anteriormente, una ranura 31 de inyección de aire comprimido (flechas F3) y una ranura 32 de salida de aire (flechas F4). El aire inyectado en la ranura 31 es comprimido por un compresor anexo (no representado).

Más precisamente, la ranura 31 está dispuesta en el colector 122' de forma que el aire esté dirigido (flechas F3) hacia la ranura 32 de salida de aire situada frente a la ranura de inyección 31, comunicándose la ranura de salida 32

con el tubo de aspiración de desechos 5. Ventajosamente, la ranura de salida 32 presenta – paralelamente al eje A1 de la boquilla 111 una forma de embudo que se conecta al tubo de aspiración 5 sin crear turbulencia.

5 La invención no se limita a los ejemplos de realización descritos y representados. Por ejemplo, la cinta anular de material poroso 124 puede colocarse en el recinto 12 del ejemplo ilustrado en las figuras 2a y 2b, en particular entre la placa base 12S y el depósito de alimentación 12N.

Por otro lado, es posible integrar una membrana electromagnética virtual en el recinto de la máquina, en particular en la parte tubular, con el fin de fluidificar el aire y los desechos para disminuir igualmente los riesgos de perturbación del chorro de agua. Una membrana de este tipo es generada por un campo magnético apropiado. Alternativamente, una membrana real podría igualmente implantarse con un corte y una porosidad adaptada.

10 La invención se aplica a cualquier máquina de aporte de energía, en particular, pero no exclusivamente, a las máquinas portátiles de chorro de agua abrasivo. Además, los ejemplos de realización se extienden directamente a las máquinas con varios recintos concéntricos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Procedimiento de recuperación de desechos generados durante el mecanizado de una superficie (4; 4a, 4b) por chorro de materia bajo presión procedente de una boquilla (111) de eje (A1) sustancialmente perpendicular a la superficie a mecanizar (4), estando provista la boquilla (111) de un cabezal de expulsión (11) de máquina de mecanizado (1) accionada según dos ejes (X, Y) para tratar la superficie (4; 4a, 4b) de forma que puede ser torcida, y la máquina (1) que comprende al menos un recinto (12) que prolonga el cabezal de expulsión (11) hasta la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b) y que delimita un espacio interno (E) en el cual se realiza una aspiración de aire por bombeo con el fin de evacuar los desechos generados, caracterizándose este procedimiento por que se realiza una movilidad del recinto (12) o de un conjunto de recintos concéntricos de este tipo de recinto (12) según el eje (A1) de la boquilla (111) en combinación con una articulación en rotación y/o translación (123) para adaptarse a la curvatura de la superficie mecanizada (4; 4a, 4b) con una elasticidad suficiente para recuperar los desplazamientos relativos del cabezal de inyección (11) con relación a la superficie mecanizada (4; 4a, 4b) y mantener un contacto estanco sustancialmente permanente con la indicada superficie mecanizada (4; 4a, 4b) para realizar un confinamiento de los desechos en el espacio interno (E) y un barrido de los desechos en su desplazamiento sin que los desechos puedan salirse de este espacio.
- 10 **2.** Procedimiento de recuperación según la reivindicación 1, en el cual la aspiración de aire se realiza desde el exterior hacia el interior (F1, F2) de dicho espacio interno (E) a través de al menos una pared porosa de confinamiento (124) que presenta una elasticidad suficiente para formar la articulación de adaptación a la curvatura de la superficie mecanizada.
- 20 **3.** Procedimiento de recuperación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual una entrada de aire bajo presión (31) está prevista en el indicado espacio interno (E) con el fin de guiar el aire portador de los desechos hacia una salida de evacuación (32) situada frente a la entrada (31).
- 25 **4.** Procedimiento de recuperación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual una membrana electromagnética está formada en el espacio interior (E) de forma que el aire cargado de desechos no perturbe el chorro de materia abrasiva (112).
- 5.** Procedimiento de recuperación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la o una pared porosa de confinamiento (124) está dispuesta en el extremo del recinto (12) de forma que se ponga directamente en contacto elástico con la superficie mecanizada (4; 4a, 4b).
- 30 **6.** Procedimiento de recuperación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el recinto (12) se compone de una parte tubular (121), que presenta generalmente una forma de revolución cilíndrica y/o cónica con eje de simetría central coincidente sustancialmente con el eje (A1) de la boquilla (111), y por un colector de desechos (122) en conexión con la parte tubular (121) por medio de la indicada articulación (123) formada por al menos una translación y/o una rotación en función del grado de complejidad de forma de la superficie a mecanizar.
- 35 **7.** Máquina de mecanizado (1) mediante aporte de energía (112), que comprende un sistema de recuperación de desechos (5) apto para poner en práctica el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la máquina un cabezal de expulsión (11) equipado con una boquilla (111) de eje (A1) sustancialmente perpendicular a la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b) y accionada por un sistema de guiado (2) de dos ejes (X, Y), prolongándose el cabezal de expulsión (11) por al menos una recinto (12) hasta la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b) y acoplándose el recinto (12) con medios de bombeo de aire (5) para recuperar los desechos procedentes del mecanizado, caracterizándose la máquina de mecanizado (1) por que el recinto (12) comprende una parte tubular (121) equipada con medios de variación en longitud (12a, 12b) con el fin de adaptar el recinto (12) a la distancia variable entre el cabezal de expulsión (11) y la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b) y por que el recinto (12) comprende igualmente un medio de articulación (123) en rotación y/o en translación con el fin de adaptar el recinto (12) a las inclinaciones angulares variables de la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b), así como medios de aspiración de aire para evacuar los desechos por los medios de bombeo de aire.
- 40 **8.** Máquina de mecanizado según la reivindicación anterior, en la cual los medios de aspiración de aire están constituidos por al menos una pared anular (124) de material poroso en un plano sustancialmente perpendicular al eje (A1) de la boquilla (111), esta pared anular presenta una elasticidad suficiente para servir de articulación principal o complementaria manteniendo el recinto en contacto con la superficie a mecanizar con el fin de realizar un contacto estanco permanente del recinto en esta superficie.
- 45 **9.** Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en la cual los medios de aspiración de aire están constituidos por medios de inyección de aire (31) procedentes de un compresor de forma que el aire sea dirigido (F3, F4) hacia los medios de salida de aire (32) que se comunican con el tubo de aspiración de los desechos (5).
- 50 **10.** Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en la cual el recinto comprende un colector de desechos montado en conexión con la parte tubular (121) por el medio de articulación de doble pivotamiento.
- 55

11. Máquina de mecanizado según las reivindicaciones 9 y 10, en la cual los medios de inyección comprenden una ranura (31) de inyección de aire comprimido por un compresor anexo, situada en el colector (12) de forma que el aire esté dirigido (F3, F4) hacia una ranura de salida de aire (32) situada frente a la ranura de inyección (31), comunicándose la ranura de salida (32) con el tubo de aspiración de los desechos (5).
- 5 12. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en la cual el medio de articulación es seleccionado entre un pivote, una rótula de bolas o de doble pivotamiento, y una rótula acoplada con una corredera suplementaria que puede desplazarse perpendicularmente al eje (A1) de la boquilla (111).
- 10 13. Máquina de mecanizado según la reivindicación anterior, en la cual la rótula de doble pivotamiento es un doble pivote de dos anillos concéntricos (B1, B2) que presentan ejes de rotación perpendiculares (X, Y) definidos en un plano sustancialmente perpendicular al eje (A1) de la boquilla (111).
14. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en la cual los medios de variación en longitud están constituidos por dos paredes (12a, 12b) que se deslizan coaxialmente según el eje (A1) de la boquilla (111).
- 15 15. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 15, en la cual las paredes deslizantes (12a, 12b) están unidas una a la otra por medio de rodamientos de bolas (12R) o de agujas.
16. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 15, en la cual los medios de bombeo de aire comprenden un tubo de aspiración (5) acoplado a una bomba.
- 20 17. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16, en la cual la o una pared anular (124) está dispuesta en el extremo del recinto (12), de modo que esta pared (124) se encuentre bien sea directamente en contacto con la superficie a mecanizar (4; 4a, 4b) o en contacto con esta superficie (4; 4a, 4b) por mediación de un labio flexible.
18. Máquina de mecanizado según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 17, en la cual el material poroso es un material alveolar abierto, en particular una espuma de carbono.

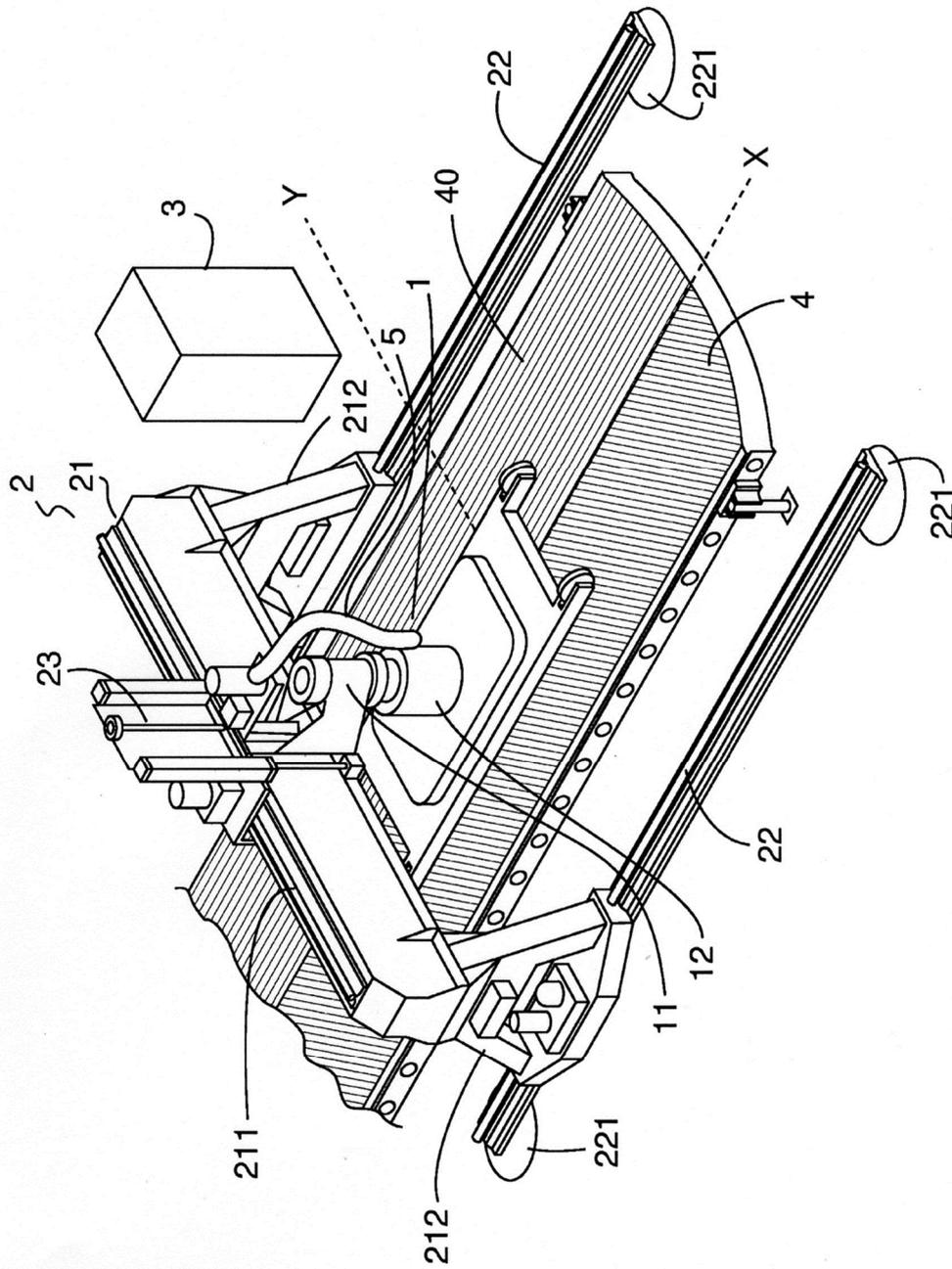


Figure 1

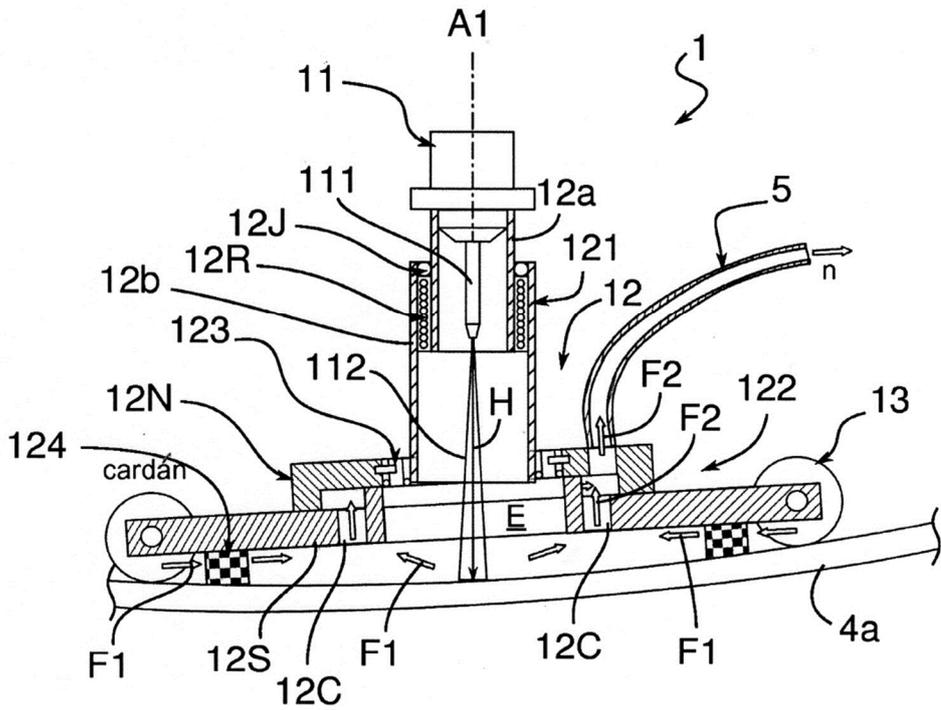


Figura 2a

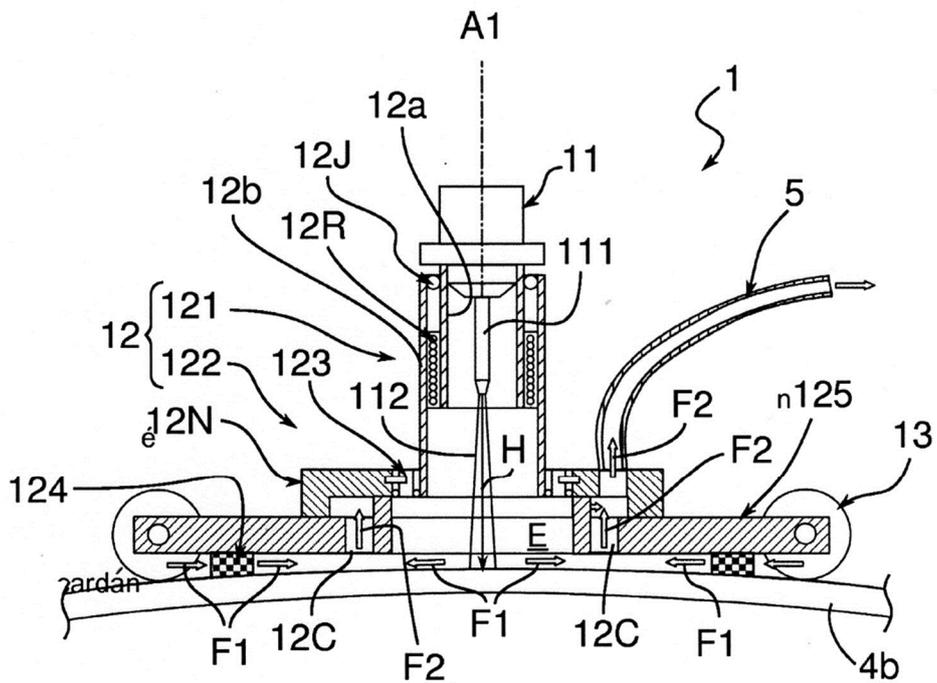


Figura 2b

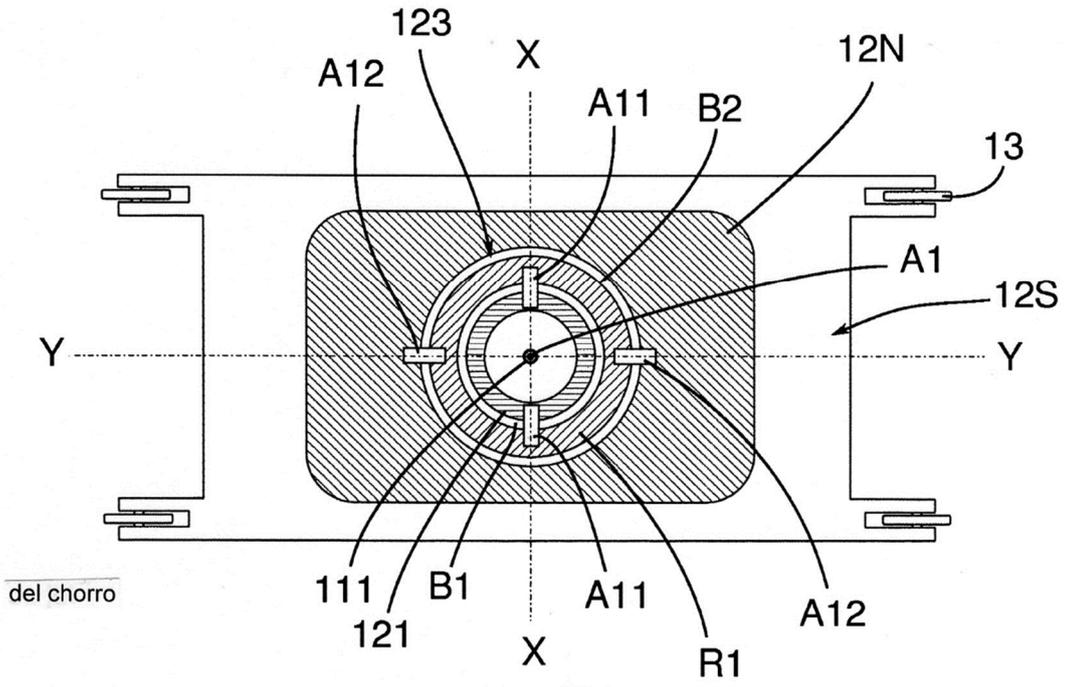


Figura 3

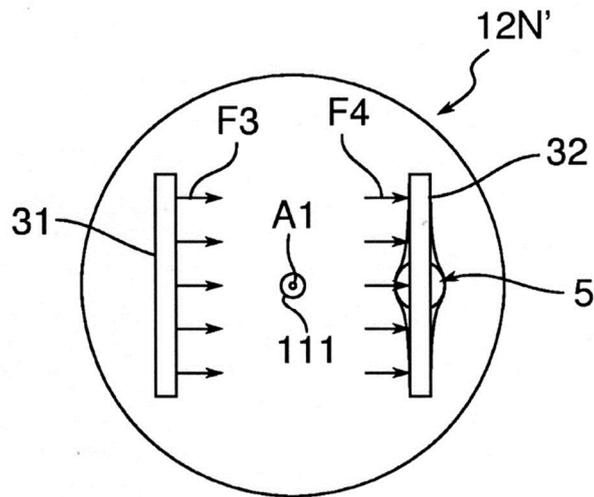


Figura 4