

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 519 340**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105 (2006.01)
B05C 19/00 (2006.01)
B05D 1/40 (2006.01)
B23K 26/34 (2014.01)
B29C 67/00 (2006.01)
B22F 3/18 (2006.01)
B22F 1/00 (2006.01)
B22F 3/16 (2006.01)
B29C 69/00 (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2010 E 10751997 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2454040**

54 Título: **Dispositivo de realización de capas delgadas y procedimiento de utilización de un dispositivo de este tipo**

30 Prioridad:

15.07.2009 FR 0903454

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

06.11.2014

73 Titular/es:

**PHENIX SYSTEMS (100.0%)
Rue Richard Wagner Parc Européen
d'Entreprises
63200 Riom, FR**

72 Inventor/es:

TEULET, PATRICK, DIDIER

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 519 340 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 de realización de capas delgadas y procedimiento de utilización de un dispositivo de este tipo.

5 La invención se refiere a un dispositivo de realización de por lo menos una capa delgada de un material pulverulento, utilizado durante la acción de un láser sobre este material, así como a un procedimiento de realización de capas con ayuda de este dispositivo.

10 Un dispositivo de este tipo se utiliza durante un procedimiento denominado de sinterización láser o de fusión láser, de sinterización o de fusión de un material pulverulento, con ayuda de un láser, en un recinto térmico. Por material pulverulento se designa un polvo o una mezcla de polvos, pudiendo ser este o estos polvos metálicos, orgánicos o cerámicos. A continuación, se utilizan los términos polvo o material pulverulento.

15 A partir del documento FR-A-2 856 614 se conoce un dispositivo de realización de capas delgadas de un material pulverulento, que comprende un cilindro provisto de una ranura longitudinal. Esta ranura está adaptada para tomar el material pulverulento en una zona de almacenamiento, llevarlo a una zona de depósito y depositar una capa de material sobre esta zona de depósito. El cilindro asegura, después del depósito, la compactación de la capa con ayuda de una parte de su superficie desprovista de ranura. Un dispositivo de este tipo presenta un tiempo de trabajo relativamente elevado. En efecto, entre cada desplazamiento del cilindro entre las zonas de almacenamiento y de depósito, es decir, después de cada realización de una capa del material pulverulento y antes de una nueva realización de capa, es necesario reposicionar el cilindro de modo que su ranura esté en una posición en la que pueda tomar el material pulverulento. Para ello, es necesario detener la rotación del cilindro. Por otra parte, la superficie del cilindro utilizada para la compactación representa únicamente aproximadamente el 80% de su superficie desarrollada total, puesto que la ranura no participa en la compactación. Debido a esto, la longitud de la capa que se puede compactar, en una rotación del cilindro, está limitada a aproximadamente el 80% de la circunferencia del cilindro.

20 El documento EP-A-776 713 describe un procedimiento de realización de un molde de arena en el que un cilindro extiende y compacta en varias capas la arena, procedente de una tolva, sobre una superficie de recepción.

30 El documento US-A-2005/0263934 da a conocer un dispositivo que comprende un cilindro protegido por una tapa, desplazándose el conjunto para extender y compactar sobre una superficie de recepción un polvo antes de su sinterización por un láser. Este polvo procede de un órgano de alimentación situado por encima del cilindro.

35 Estos dispositivos no permiten un extendido y una compactación eficaces del polvo.

Son estos inconvenientes los que pretende evitar más particularmente la invención proponiendo un dispositivo muy eficiente y rápido de realización de capas de un material pulverulento.

40 Con este fin, la invención tiene por objeto un dispositivo adaptado para la realización de por lo menos una capa delgada de un material pulverulento según la reivindicación 1.

45 Así, utilizando un cilindro desprovisto de ranura, ya no es necesario efectuar una parada después de la realización de cada capa. Por otra parte, esta capa puede tener una longitud más importante que la realizada con el cilindro ranurado conocido por el estado de la técnica.

En las reivindicaciones 2 a 10 se especifican aspectos ventajosos pero no obligatorios del dispositivo de acuerdo con la invención.

50 La invención se refiere también a un procedimiento definido en la reivindicación 11.

En las reivindicaciones 12 y 13 se definen aspectos ventajosos pero no obligatorios del procedimiento de acuerdo con la invención.

55 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de ésta aparecerán más claramente con la lectura de la descripción siguiente de dos modos de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención, dada únicamente a título de ejemplo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 60 - la figura 1 es una vista lateral esquemática de un rodillo y una rasqueta de acuerdo con un modo de realización de la invención,
- las figuras 2 a 11 son unas ilustraciones esquemáticas, laterales, de la utilización del dispositivo, estando el material pulverulento representado por un trazo oscuro sobre las zonas de almacenamiento y de depósito, y
- 65 - la figura 12 es una ilustración esquemática, a otra escala, de la utilización de un dispositivo de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención.

El rodillo o cilindro 1 representado en la figura 1 está realizado en un material fácil de mecanizar, estable e insensible a las condiciones medioambientales. En particular, el material utilizado es insensible al material pulverulento y es estable en las condiciones de presión y temperatura aplicadas habitualmente durante un procedimiento de sinterización por láser. En particular, un rodillo 1 de este tipo no debe sufrir ninguna deformación en el rango de las temperaturas de utilización encontradas generalmente, es decir, entre la temperatura ambiente y aproximadamente de 1200°C. Ventajosamente, este rodillo 1 está realizado en un material adaptado a la temperatura de utilización. Por ejemplo, el rodillo es metálico y está revestido de carburo de tungsteno para una utilización hasta 300°C. Para una utilización entre 300°C y 600°C, el rodillo es de un solo material, el carburo de tungsteno. Para temperaturas comprendidas entre 600°C y 1200°C, se utiliza preferentemente una cerámica, por ejemplo de tipo alúmina o circonita.

El rodillo 1 es cilíndrico de base circular. Su diámetro externo D es función de su longitud o altura H. Conviene disponer de un rodillo rígido mecánicamente para realizar una capa de material pulverulento con un espesor cuya precisión es inferior o igual a 10% del espesor de la capa realizada. Por ejemplo, para una capa de espesor de 20 µm, la variación de espesor debe ser inferior a 2 µm. La superficie cilíndrica 2 de este cilindro de revolución 1 es continua y lisa, sin ninguna aspereza o rugosidad. La rugosidad aparente Ra de la superficie cilíndrica 2 es inferior a la granulometría de las partículas más pequeñas del material pulverulento. Así, las partículas más pequeñas de polvo no penetran en los huecos de la superficie del cilindro. El polvo no permanece sobre la superficie cilíndrica y el extendido del polvo está asegurado. Ventajosamente, la superficie 2 presenta un aspecto denominado pulido especular, es decir, con una rugosidad aparente Ra del orden de 0,06 µm. Este cilindro 1 está montado de manera en sí conocida para ser accionado en rotación con respecto a su eje principal de revolución A. Esta rotación se puede efectuar en el sentido indicado por la flecha F₁ en la figura 2. Como variante, según la naturaleza del material pulverulento, la rotación se puede realizar en el sentido inverso.

En otros términos, la rotación del rodillo 1 se puede adaptar, según el material pulverulento, para efectuarla en el sentido trigonométrico, no representado en las figuras 2 a 11, o en el sentido trigonométrico inverso.

Este rodillo 1 está asociado a una rasqueta 3 representada asimismo en la figura 1. Esta rasqueta 3 tiene una longitud L_r igual a la altura H del cilindro 1. La rasqueta 3 comprende un labio 4. El labio 4 comprende una arista 41 formada por la intersección de dos superficies planas según un ángulo inferior o igual a 90°. El labio 4 está fijado al cuerpo principal 31 de la rasqueta 3. El labio 4 es ventajosamente monobloque con el cuerpo 31. Esta rasqueta 3 está realizada en un material adaptado a la temperatura de utilización. En otros términos, la rasqueta 3 es ventajosamente del mismo material que el rodillo 1.

Como se ilustra esquemáticamente en las figuras 2 a 11, la rasqueta 3 está montada sobre un borde libre de una tapa 5 de protección del cilindro 1. Este montaje se realiza de manera amovible, lo cual permite el cambio de la rasqueta 3 en caso de desgaste o deterioro. En una variante no ilustrada, la rasqueta 3 está fijada de manera permanente sobre la tapa 5.

En el modo de realización descrito, la tapa 5 tiene una sección transversal configurada en U. La tapa 5 recubre el cilindro 1 sobre toda su altura H y sobre su sección S. En otros términos, esta tapa 5 recubre parcialmente el cilindro 1 a la vez que lo deja móvil en rotación con una parte de su sección S que se extiende más cerca de la tapa 5, por una abertura O de la tapa 5 orientada hacia abajo, es decir, hacia el material pulverulento a extender.

El conjunto formado por la rasqueta 3, la tapa 5 y el cilindro 1, está montado sobre un chasis o carro, no representado y en sí conocido, apropiado para desplazarse en traslación entre una zona 6 de almacenamiento de material pulverulento y una zona 7 de depósito de material pulverulento.

Estas zonas de almacenamiento 6 y de depósito 7 de este tipo son conocidas a partir del documento FR-A-2 856 614. En este caso, la zona de almacenamiento está formada por un plato horizontal 6 montado en un vástago de pistón 8. Este vástago de pistón 8 es móvil en traslación, de abajo arriba, en el interior de un volumen cilíndrico de cualquier sección. Por tanto, este plato 6 puede subir y bajar según una dirección vertical, representada por la doble flecha F₂. El plato 6 está situado aguas arriba y en la proximidad de un plato horizontal 7 que forma una zona de depósito y está montado en un vástago de pistón 9. Este vástago de pistón 9 es móvil asimismo en traslación, de arriba abajo, en el interior de un volumen cilíndrico de cualquier sección. Por tanto, el plato 7 puede subir y bajar también según una dirección representada por la doble flecha F₃, paralela a la dirección F₂ de desplazamiento del plato 6. En el ejemplo, el plato 7 está representado idéntico al plato 6. En un modo de realización no ilustrado, la forma y las dimensiones de los platos 6, 7 son diferentes.

En una primera etapa ilustrada en la figura 2, el rodillo 1 y la rasqueta 3 están en una primera posición denominada de reposo. En esta posición, y con respecto a la figura 2, están posicionados a la izquierda de un extremo 10 del plato de almacenamiento 6, opuesto al extremo 11 más próximo del plato 7. La rasqueta 3 está, por la arista 41 del labio 4, en la proximidad de un borde 12 de una capa cualquiera, o volumen, 13 de espesor inicial e₁ cualquiera de material pulverulento 14.

ES 2 519 340 T3

En el sentido de la presente descripción, los calificativos “arriba”, “abajo”, “superior” e “inferior” se refieren a la configuración de utilización de los materiales representados en las figuras. Así, por ejemplo, una parte “superior” está orientada hacia arriba en estas figuras.

5 La cara superior 130 del volumen 13 está en un plano paralelo y por encima de la cara superior 70 del plato 7. El cilindro 1 es puesto en rotación con respecto a su eje A según una velocidad predeterminada. Esta rotación F_1 se efectúa en un sentido trigonométrico o en un sentido trigonométrico inverso, según la naturaleza del material pulverulento 14. La velocidad de rotación es función de la velocidad lineal de desplazamiento en traslación del carro sobre el cual está montado el conjunto de rasqueta 3, tapa 5 y cilindro 1. La velocidad tangencial del cilindro está sincronizada con la velocidad lineal del carro, en un rango de relaciones de sincronización que pueden variar de -100 a 0 y de 0 a 100. La relación de sincronización depende de la naturaleza fisicoquímica del material pulverulento.

15 Cuando la velocidad tangencial del cilindro tiene el mismo sentido que la velocidad lineal del carro que acciona el cilindro y en una relación de sincronización de 1, es decir, cuando las velocidades son idénticas, hay desplazamiento de una generatriz del cilindro 1 sobre la superficie del material pulverulento 14. La velocidad de desplazamiento de una generatriz del cilindro 1 sobre la superficie del material pulverulento es entonces el doble de la velocidad lineal del carro.

20 Cuando la velocidad tangencial del cilindro es de sentido contrario a la velocidad lineal del carro que acciona el cilindro y en una relación de sincronización de 1, no hay desplazamiento de una generatriz del cilindro sobre la superficie de material pulverulento. En otros términos, se observa una rotación del cilindro 1 sobre un plano, sin deslizamiento del cilindro sobre este plano.

25 La relación entre la velocidad tangencial del cilindro 1 y la velocidad lineal del carro se adapta a la naturaleza del material pulverulento 14 y al espesor de las capas a realizar.

30 Simultáneamente a la puesta en rotación del cilindro 1, se bajan la tapa 5 y, por tanto, la rasqueta 3. Este movimiento se realiza, por ejemplo, por pivotamiento según la flecha F_4 en la figura 3, en sentido inverso a la rotación según F_1 del cilindro 1. Este pivotamiento de la tapa 5 se realiza con respecto a un eje horizontal B. En un modo de realización no ilustrado, la bajada de la tapa 5 está realizada por un movimiento de traslación vertical. La simultaneidad de movimiento del cilindro 1 y de la rasqueta 3 permite reducir los tiempos de ciclo de realización de las capas. Si es necesario, las puestas en movimiento del cilindro 1 y de la rasqueta 3 están desplazadas en el tiempo.

35 El conjunto que comprende el cilindro 1, la tapa 5 y la rasqueta 3 es puesto en movimiento, en traslación rectilínea horizontal. La cara superior 130 de la capa o volumen 13 de material pulverulento está situada a una altitud superior a la de la arista 41, como se representa en la figura 2. Debido a esto, la rasqueta 3 extrae un volumen predeterminado de material pulverulento. El desplazamiento del conjunto se efectúa horizontalmente según una dirección F_5 paralela a un plano principal P_1 del plato 7 y en dirección a éste. Se designa con P_1 un plano horizontal generado por el desplazamiento horizontal de la arista 41 por encima del plato 6. Debido a la bajada de la tapa 5, el plano P_1 está situado por debajo de un plano P_2 tangente a una generatriz inferior G del cilindro 1. En otros términos, en esta posición ilustrada en la figura 3, la rasqueta 3 está en condiciones de empujar, según la flecha F_5 , el material pulverulento 14 extraído, por debajo de la cara 130, en el volumen 130, en dirección al plato 7, sin que el rodillo 1 que gira entre en contacto con el material pulverulento 14, puesto que la generatriz G de cilindro 1 está situada por encima del plano P_1 .

40 La rasqueta 3 empuja así una cantidad de polvo predeterminada desde el primer extremo 10 de la zona de almacenamiento 6 hasta el segundo extremo 11 de ésta. La cantidad de polvo 14 empujada por la rasqueta 3 está definida por la distancia entre el plano P_1 y la cara superior 130 del volumen 13, entendiéndose que se puede hacer variar esta distancia subiéndolo o bajando el plato 6.

45 El desplazamiento en traslación según la flecha F_5 se efectúa a una velocidad predeterminada elegida según la naturaleza del material pulverulento y/o las características deseadas de la capa final. En este caso, esta velocidad está comprendida generalmente entre 0,05 m/s y 1 m/s para un desplazamiento del conjunto de cilindro 1 y rasqueta 3 por encima de la zona de alimentación 6.

50 En este modo de realización, la rasqueta 3 y el cilindro 1 se desplazan en traslación a la misma velocidad, manteniendo una distancia E constante entre ellos. Esto resulta posible por la presencia de un órgano común, a saber, un carro, no representado, que define los ejes A y B de rotación, respectivamente, del cilindro 1 y de la tapa 5.

55 En un modo de realización no ilustrado, en el que la rasqueta 3 no está fijada sobre un órgano solidario a un soporte del cilindro 1, las velocidades de desplazamiento de la rasqueta 3 y del cilindro 1 pueden ser diferentes y variar según las fases de realización de capas. En otros términos, se hace variar entonces la distancia E entre el cilindro 1 y la rasqueta 3.

5 Una zona maciza 15 dispuesta sobre el chasis uno los platos 6, 7 y permite el paso de polvo extraído en el volumen 13 entre los platos 6 y 7. Esta zona 15 está situada en un plano P_3 paralelo al plano P_1 y debajo de este último. Este plano P_3 está definido en otros términos por la cara inferior de la capa de material pulverulento depositada sobre el plato 7.

10 Cuando la rasqueta 3 ha empujado el polvo 14 hasta el extremo 16 del plato 7 situado enfrente del extremo 11 del plato 6, como se ilustra en la figura 4, se hace pivotar la tapa 5 con respecto al eje B en el sentido inverso al primer pivotamiento de la tapa 5 y según la flecha F_6 para levantar la rasqueta 3. En esta posición, ilustrada en la figura 5, un montón T de polvo 14, que representa una cantidad predefinida, se coloca en la proximidad del extremo 16, preparado para ser extendido sobre la zona de depósito 7.

15 Como el cilindro 1 está en rotación con respecto al eje A desde el inicio del ciclo de trabajo, es decir, antes de que se descienda la rasqueta 3 para empujar el polvo 14, no hay tiempo muerto para su puesta en marcha. El cilindro 1 puede entrar inmediatamente en acción cuando se levanta la rasqueta 3. Solamente la elevación de la rasqueta 3 necesita una parada en traslación del conjunto del cilindro 1 y la tapa 5. No obstante, este tiempo de parada es extremadamente corto, o incluso inexistente, según las sincronizaciones entre los diferentes dispositivos de asistencia y/o las velocidades de trabajo contempladas.

20 La tapa 5 se eleva de modo que el labio 4 de la rasqueta 3 esté por encima del montón T de polvo 14 y no perturbe la acción del cilindro 1.

25 Como se ilustra en la figura 6, el rodillo 1, en rotación según F_1 , efectúa un movimiento de traslación horizontal según F_5 a partir del extremo 11 en dirección al extremo 17 del plato 7 opuesto al extremo 16, a una velocidad dada, que puede ser diferente de la observada durante el desplazamiento por encima de la zona 6. Este desplazamiento lleva al cilindro 1, que hasta ese momento está situado por encima del plato 6, a entrar en contacto por su superficie cilíndrica 2 con el montón T.

30 La figura 7 ilustra la fase siguiente de realización de una capa propiamente dicha o de extendido del material pulverulento 14 sobre la zona de depósito 7 con ayuda del cilindro 1. Esta realización de una capa se realiza de manera uniforme por desplazamiento en traslación, en el sentido de la flecha F_5 , del cilindro 1 en rotación según F_1 .

35 Durante esta fase, el cilindro 1 empuja delante del mismo el excedente de polvo 14. La rotación y el desplazamiento del cilindro 1 paralelamente al plano P_1 permiten extender el polvo 14 en una capa 13' de espesor predeterminado. La superficie 2 del cilindro 1 es lisa y de pequeña rugosidad aparente, parecida al pulido especular, lo cual permite evitar cualquier adherencia del polvo 14 sobre la superficie cilíndrica 2 del rodillo 1. Esto permite tener una capa 13' homogénea y regular, de un espesor mínimo próximo a $1 \mu\text{m}$, según la precisión geométrica, el estado de superficie del cilindro 1 y/o la granulometría del polvo. En el ejemplo descrito, el espesor mínimo que se puede realizar es próximo a $5 \mu\text{m}$. Se pueden realizar asimismo capas de espesor superior a $10 \mu\text{m}$.

40 Durante la realización de una capa, la superficie cilíndrica 2 del cilindro 1 no está en contacto con el plano P_1 de la capa sinterizada o fusionada anteriormente con ayuda de un láser. Esta ausencia de contacto depende, entre otros factores, de la homogeneidad y la compacidad de la capa de polvo, así como de la granulometría y la granularidad de esta última.

45 La realización de una capa del material pulverulento 14 se puede efectuar en una sola iteración, es decir, una sola ida y vuelta del cilindro 1 y de la rasqueta 3. Según las características fisicoquímicas y/o la calidad esperada y/o el espesor predeterminado de la capa extendida, se pueden efectuar varias iteraciones, es decir, varias pasadas para la realización de la capa final de polvo extendido, antes de la compactación. En este caso, se realizan unas capas de espesor intermedio entre el espesor de la primera capa y el espesor de la capa final.

50 El espesor de una capa intermedia realizada durante una iteración n se puede inscribir en una variación definida según una función de tipo: $(ax+b)/(cx+d)$. Se pueden utilizar otros tipos de variación del espesor entre dos capas intermedias con el fin de aproximarse de manera más o menos progresiva al espesor final deseado de la capa 13' antes de la compactación.

55 Se describe ahora la primera pasada, es decir, la primera iteración, para depositar la primera capa, entendiéndose que las iteraciones siguientes son similares hasta la obtención del espesor deseado de la capa de material pulverulento. Ventajosamente, el espesor de la capa de material pulverulento depositada sobre la zona de depósito, antes de la compactación, es superior al espesor de la capa final compactada. De manera preferida, este espesor es de por lo menos dos veces el espesor de la capa final compactada.

Durante esta primera iteración, el espesor de la capa 13' es superior al espesor deseado de la capa acabada 13''.

65 En la figura 8, el rodillo 1 ha alcanzado el extremo 17 del plato 7 y ha acabado de extender en una capa 13' el material pulverulento 14 sobre la zona de depósito 7. En esta posición, el cilindro 1 está siempre en rotación y se

ES 2 519 340 T3

eleva la rasqueta 3. Se termina la fase de extendido.

El conjunto cilindro 1, rasqueta 3 y tapa 5 vuelve a la posición que ocupaba en la figura 6, es decir, al nivel del extremo 16 de la zona de depósito 7. Durante este retorno, según la flecha F_7 , se mantiene la rotación del rodillo 1. El desplazamiento según F_7 se efectúa a mayor velocidad que el desplazamiento inicial según F_5 . Como variante, las velocidades de desplazamiento según las flechas F_5 y F_7 son idénticas. Las velocidades de desplazamiento según la dirección F_5 pueden variar entre cada iteración.

Durante este movimiento de retorno, se hace descender el pistón 9 del plato 7, según la flecha F_3 , en algunas decenas de micrones con el fin de que el rodillo 1 en rotación no entre en contacto con la capa 13' previamente extendida.

Como se ilustra en la figura 9, un segundo desplazamiento en traslación según la flecha F_5 del conjunto de tapa 5 y cilindro 1, siempre en rotación, asegura la compactación de la capa 13' de polvo 14 previamente depositada. La velocidad de este desplazamiento puede ser o no igual a las velocidades observadas durante los desplazamientos anteriores en traslación por encima de las zonas 6 y 7. Para ello, el pistón 9 de la zona de depósito 7 se eleva de nuevo en un valor tal que la distancia d entre la cara inferior de la capa 13' depositada, es decir, la cara superior 70 del plato 7 cuando éste está vacío, y una generatriz baja G del cilindro 1 sea igual al espesor final deseado de la capa 13".

Este espesor d se puede obtener de una sola pasada, como se ilustra en la figura 10, por un desplazamiento de traslación según F_5 del cilindro 1 en rotación, manteniéndose la rasqueta 3 en posición elevada. Esta fase de compactación se repite tantas veces como sea necesario, según el material pulverulento 14. En particular, el número de pasadas necesarias para conseguir el espesor d deseado de la capa 13" compactada depende de la naturaleza fisicoquímica del polvo 14, la granulometría y/o la granularidad de este polvo. En otros términos, la progresión matemática que pretende alcanzar el espesor d deseado de la capa 13" de material 14 es, por ejemplo, una progresión no lineal decreciente, es decir, de tipo $(ax+b)/(cx+d)$. Esta progresión es similar a la progresión que pretende conseguir el espesor predeterminado de la capa extendida.

La compactación a efectuar se calcula a partir del espesor de cada capa constitutiva del objeto a realizar. Este espesor depende de la altura del objeto y del número de capas deseadas para realizar el objeto. Debido a la variación de densidad del polvo en una capa, el espesor d de la capa final compactada es igual al espesor de una capa constitutiva del objeto aumentado en una fracción de este espesor en función de una tasa definida de compactación.

Durante la compactación, es necesario que la superficie cilíndrica 2 del rodillo 1 presente un coeficiente de rozamiento de deslizamiento F_g sobre el polvo 14 inferior al coeficiente de rozamiento de deslizamiento del polvo 14 sobre la superficie de la zona de depósito 7. De esta manera, durante la compactación, el material pulverulento 14 permanece depositado sobre la zona de depósito 7 y no es arrastrado por el rodillo 1 en rotación. Ventajosamente, el coeficiente de rozamiento de deslizamiento F_g está próximo a 0,02.

Cuando se ha efectuado la compactación, tal como se ilustra en la figura 10, el rodillo 1 está situado más allá del extremo 17 de la zona de depósito 7, en la misma configuración que la representada en la figura 8. El cilindro 1 está siempre en rotación, estando la rasqueta 3 elevada. Por el contrario, con respecto a la posición ilustrada en la figura 8, la superficie cilíndrica 2 está más próxima a la cara superior 70 del plato 7.

Conviene hacer volver al conjunto de rasqueta 3 y cilindro 1 a su posición inicial, es decir, la que ocupaba para coger material pulverulento 14 en la zona de almacenamiento 6, tal como se ilustra en la figura 2. Para ello, el cilindro 1, siempre en rotación, y la tapa 5 son llevados según un movimiento de traslación F_7 hasta el extremo 10 de la zona de almacenamiento 6.

Con algunos tipos de polvo dúctiles, es posible efectuar asimismo el extendido y/o la compactación del polvo durante el desplazamiento del cilindro 1 según la dirección F_7 .

Cuando el cilindro 1 y la tapa 5 están en el extremo 10 de la zona de almacenamiento 6, se hace descender nuevamente la rasqueta 3, según la flecha F_4 , para empujar una nueva cantidad de material pulverulento 14 durante un nuevo ciclo de realización de una capa. Durante este movimiento de retorno del cilindro 1 a su posición inicial, se hace descender nuevamente el pistón 9 de la zona de depósito 7 con el fin de desprender la capa 13" del cilindro 1, que está siempre en rotación y no debe estar en contacto con la capa 13" compactada.

Cuando se ha compactado la capa 13", ésta sufre un tratamiento, no ilustrado, por un láser, es decir, una sinterización o una fusión, que permite formar una capa maciza constitutiva de un objeto tridimensional.

Basta subir, durante un nuevo ciclo, el pistón 8 de la zona de alimentación 6 antes de bajar la rasqueta 3 para recomenzar un ciclo de realización de capas.

ES 2 519 340 T3

5 La figura 12 ilustra otro modo de realización en el que un segundo cilindro R2, por ejemplo idéntico al cilindro 1, está dispuesto en la proximidad de este último. Los ejes de rotación de los dos cilindros 1 y R2 son paralelos. Los cilindros 1, R2 están dispuestos de modo que sus zonas de contacto respectivas, a saber, unas generatrices bajas de los cilindros, estén a altitudes diferentes. Esta distancia X de altitud se adapta en función de la naturaleza del polvo 14 y del espesor a alcanzar de la capa compactada. En otros términos, X es el resultado de una progresión no lineal decreciente de tipo $(ax+b)/(cx+d)$.

10 La presencia de este segundo cilindro R2 permite así, en una sola pasada, efectuar una compactación que, con un único cilindro 1, habría necesitado dos pasadas. Se acorta así el tiempo necesario para obtener una capa 13" compactada. La velocidad de rotación y/o el sentido de rotación de los cilindros 1, R2 son regulables. Estos parámetros pueden ser idénticos o no para los dos cilindros 1, R2. Ocurre lo mismo para los parámetros de desplazamientos en traslación de los cilindros 1, R2.

15 Una herramienta R3 está representada esquemáticamente en la figura 12, en la proximidad de la rasqueta. Se trata de una herramienta de calibración, por ejemplo una herramienta de tipo fresa. La herramienta R3 comprende unas partes activas, en este caso unos dientes, realizadas en un material de una dureza superior a la de la capa 13" después de que ésta haya sufrido un tratamiento por un láser, es decir, después de que el material pulverulento compactado se haya fusionado o sinterizado por un láser. Esta herramienta R3 es, por ejemplo, de carburo de tungsteno. La capa de material pulverulento compactada y tratada por un láser está representada, para más legibilidad, en línea de puntos debajo de la única herramienta R3, entendiéndose que esta capa se extiende sobre la totalidad del plato 7.

20 La herramienta R3 permite, precediendo a la rasqueta 3 cuando ésta empuja el polvo 14 sobre el plato 7 para realizar una capa suplementaria, calibrar la capa 13" de polvo realizada anteriormente una vez que ésta ha sido tratada por un láser.

25 En efecto, cuando una capa previamente extendida y compactada se ha sinterizado o fusionado por un láser, pueden aparecer irregularidades o microrrelieves en la superficie de la capa así tratada por un láser, en particular durante la realización de objetos con contradespallas. R3 permite así igualar la superficie de esta capa, extrayendo algunos mm^3 de material, antes de la colocación de la capa siguiente.

30 Ventajosamente, R3 está montada en el mismo carro que los cilindros 1, R2 y la rasqueta 3. Como variante, R3 está montada de manera amovible y/o sobre otro carro que el que lleva la rasqueta 3 y los cilindros 1, R2.

35 Las velocidades de rotación y de desplazamiento de la herramienta R3 se adaptan al material pulverulento 14 cuando éste ha sido tratado por un láser.

El sentido de desplazamiento de los cilindros R2, 1 y de la herramienta R3 están coordinados.

40 En otro modo de realización no ilustrado, el conjunto de cilindro 1, tapa 5 y rasqueta 3 es desplazable verticalmente. Es posible entonces volver a subir, por una parte, el pistón 8 y, por otra parte, bajar el conjunto de cilindro 1, tapa 5 y rasqueta 3 para regular la cantidad de polvo 14 a extender.

45 La rotación permanente del rodillo 1 permite obtener una utilización rápida de este último, sin parada del ciclo para reubicarlo.

Como la superficie cilíndrica 2 se utiliza totalmente durante la compactación, es posible compactar capas de polvo de longitud importante.

50 En unos modos de realización no ilustrados, la forma de la tapa 5 puede ser diferente de la descrita.

Como variante, la rasqueta 3 puede estar fijada sobre un brazo unido a un eje de rotación del cilindro, estando éste desprovisto de una tapa de protección.

REIVINDICACIONES

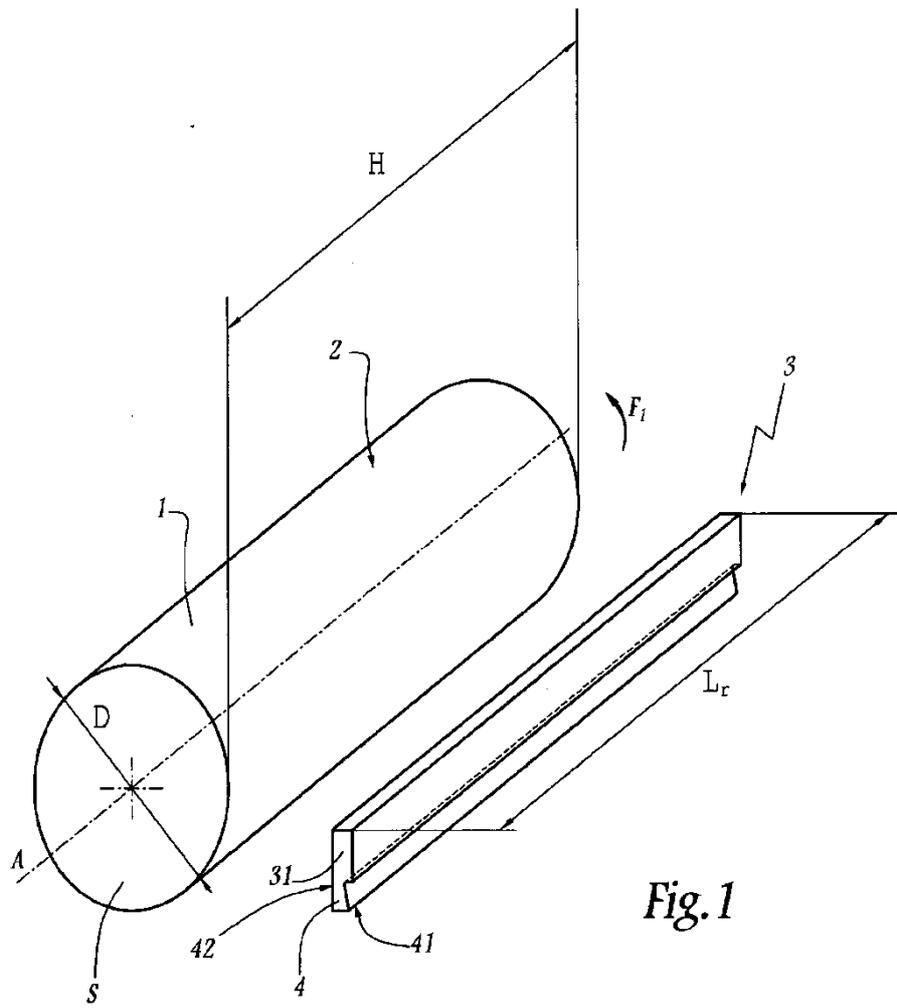
- 5 1. Dispositivo adaptado para la realización de por lo menos una capa (13'') delgada de un material pulverulento (14), comprendiendo el dispositivo una zona de almacenamiento (6), una zona de depósito (7), un cilindro (1, R2) de base circular adaptado para depositar y compactar el material pulverulento (14), habiendo sido este último llevado previamente desde la zona de almacenamiento (6) hasta la zona de depósito (7) por el cilindro (1), caracterizado
- 10 - por que el cilindro (1) presenta una superficie cilíndrica (2) lisa, siendo este cilindro móvil, por una parte, en rotación (F_1) con respecto a su eje de revolución (A) y, por otra parte, en traslación según por lo menos una dirección (F_5 , F_7) paralela a un plano principal (P_1) de la zona de depósito (7), entre la zona (6) de almacenamiento y la zona (7) de depósito, y
- 15 - por que el dispositivo comprende una rasqueta (3), por una parte, móvil según una dirección (F_4 , F_6) perpendicular al plano principal (P_1) de la zona de depósito (7) entre una posición bajada en la que es capaz de extraer un volumen predefinido de material pulverulento en la zona de almacenamiento (6) y una posición elevada adaptada para permitir que el cilindro (1) extienda y compacte el material pulverulento, y, por otra parte, móvil en traslación rectilínea paralela al plano principal (P_1) de la zona de depósito (7) según la misma dirección (F_5 , F_7) que el cilindro (1) entre la zona de almacenamiento (6) y la zona de depósito (7), estando adaptada la rasqueta (3) para empujar el material pulverulento (14) de la zona de almacenamiento (6) a la zona de depósito (7) durante su desplazamiento.
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie cilíndrica (2) del cilindro (1) tiene una rugosidad aparente (R_a) adaptada para ser inferior a la granulometría de las partículas más pequeñas constitutivas del material pulverulento (14).
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado por que la superficie cilíndrica (2) del cilindro (1) tiene una rugosidad aparente (R_a) próxima a $0,06 \mu\text{m}$.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el coeficiente de rozamiento de deslizamiento (F_g) de la superficie cilíndrica (2) sobre el material pulverulento (14) está adaptado para ser inferior al coeficiente de rozamiento de deslizamiento del material pulverulento (14) sobre la superficie de la zona de depósito (7).
- 35 5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por que el coeficiente de rozamiento de deslizamiento (F_g) de la superficie cilíndrica (2) sobre el material pulverulento (14) es próximo a $0,02$.
- 40 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la rasqueta (3) y el cilindro (1) están adaptados para desplazarse en traslación a la misma velocidad.
- 45 7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado por que el desplazamiento de la rasqueta (3) y del cilindro (1) está adaptado para efectuarse simultáneamente, manteniéndose constante la distancia (E) entre la rasqueta (3) y el cilindro (1).
- 50 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la rasqueta (3) y el cilindro (1) están adaptados para desplazarse en traslación a velocidades diferentes.
- 55 9. Dispositivo según la reivindicación 6 u 8, caracterizado por que los desplazamientos de la rasqueta (3) y del cilindro (1) están adaptados para efectuarse de manera no simultánea.
- 60 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que una herramienta (R3) de calibración adaptada para calibrar una capa (13'') de material pulverulento (14) compactada, después de que ésta haya sido tratada por un láser, está dispuesta cerca de la rasqueta (3) con el fin de preceder a esta última cuando empuja el material pulverulento (14).
- 65 11. Procedimiento de realización de por lo menos una capa de un material pulverulento con ayuda de un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unas etapas que consisten en:
- a) poner en rotación (F_1) por lo menos un cilindro (1, R2), aguas arriba de una zona de almacenamiento (6) del material pulverulento (14),
- b) bajar una rasqueta (3),
- c) extraer una cantidad determinada (14) de material pulverulento con ayuda de la rasqueta (3) en la zona de almacenamiento (6),

ES 2 519 340 T3

- d) empujar (F_5) la cantidad extraída de material pulverulento, con ayuda de la rasqueta (3), desde la zona de almacenamiento (6) hacia una zona de depósito (7),
- e) elevar (F_6) la rasqueta (3),
- f) extender, con ayuda del cilindro (1), el material pulverulento (14) sobre la zona de depósito (7),
- g) compactar, con ayuda del cilindro (1), en por lo menos una pasada del cilindro (1), el material pulverulento (14) extendido anteriormente,
- h) reiterar las etapas a) a g) para realizar el número de capas (13'') compactadas deseadas.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que comprende, antes de la etapa g), por lo menos una iteración de las etapas b) a f) con el fin de realizar el extendido del material pulverulento (14) en una capa de espesor predefinido, antes de la compactación de ésta.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que, después de la etapa e) y antes de la etapa f), el espesor de la capa de material (14) depositada sobre la zona de depósito (7) es por lo menos igual a dos veces el espesor de la capa final (13'') de material (14) compactado.



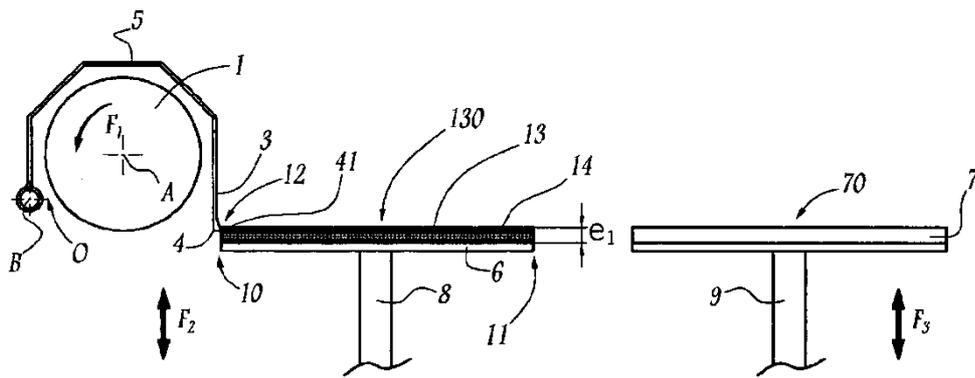


Fig. 2

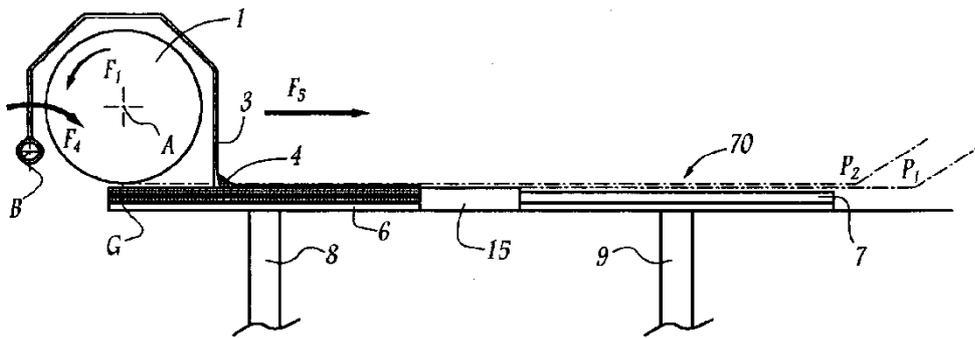


Fig. 3

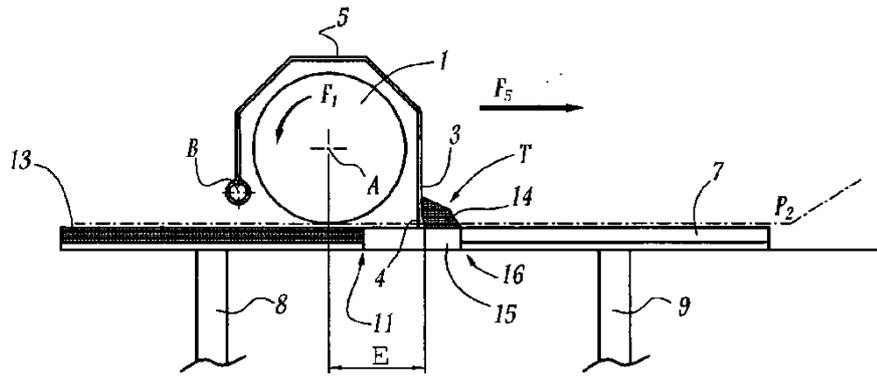


Fig. 4

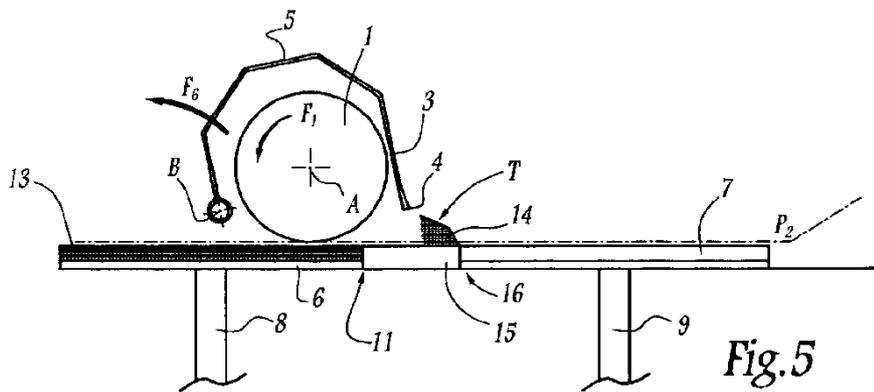


Fig. 5

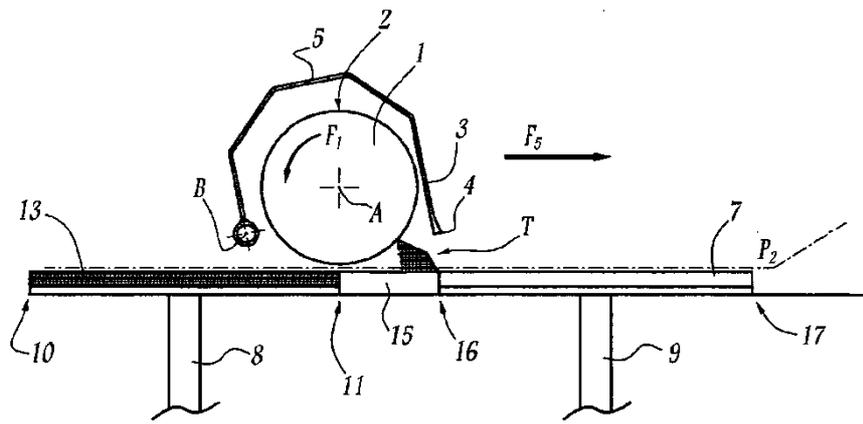


Fig. 6

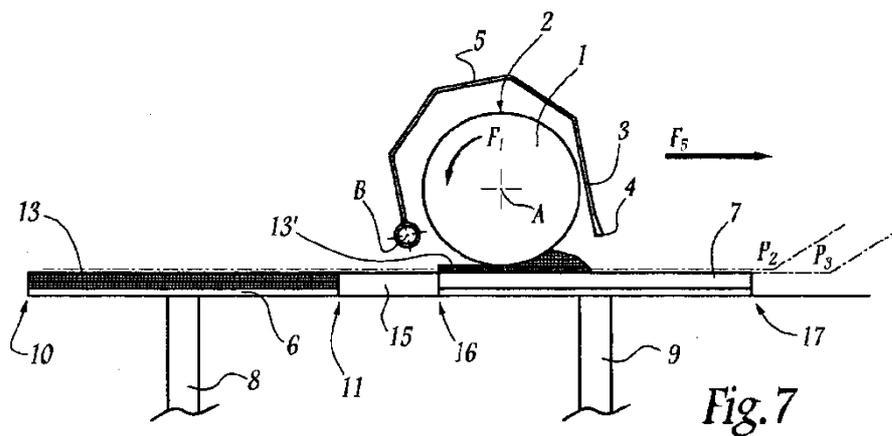


Fig. 7

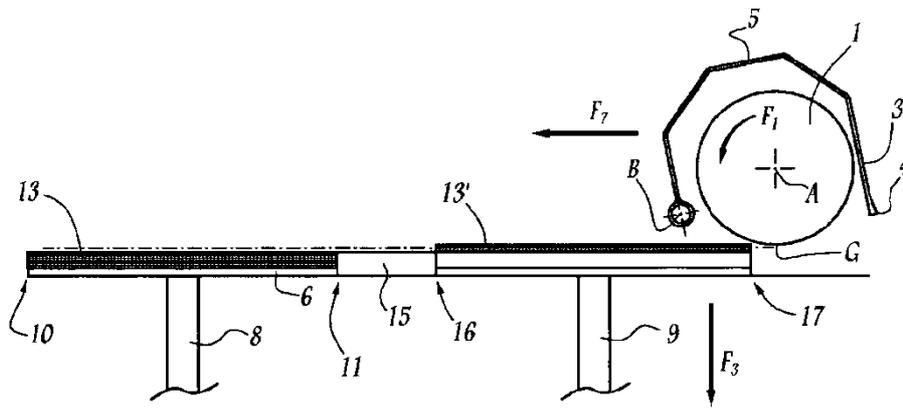


Fig. 8

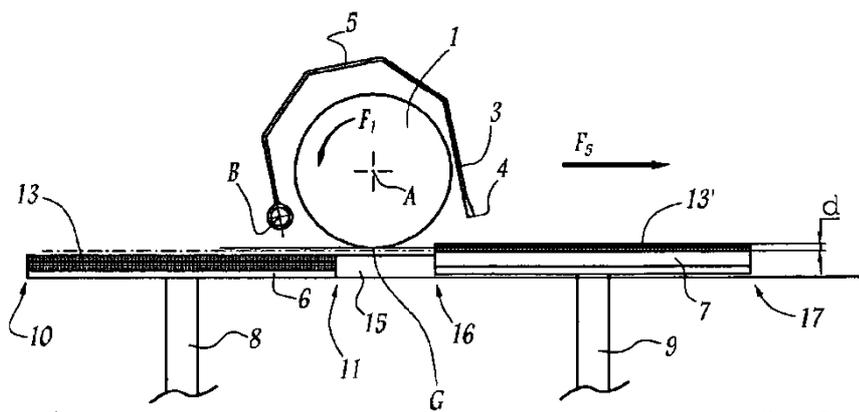
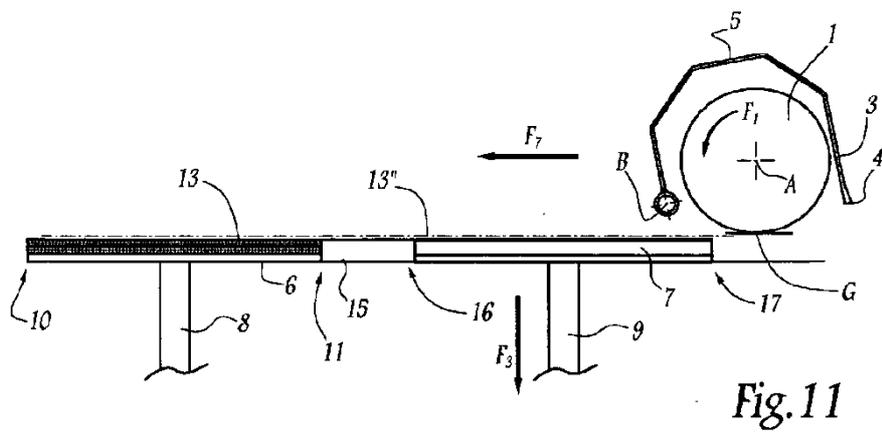
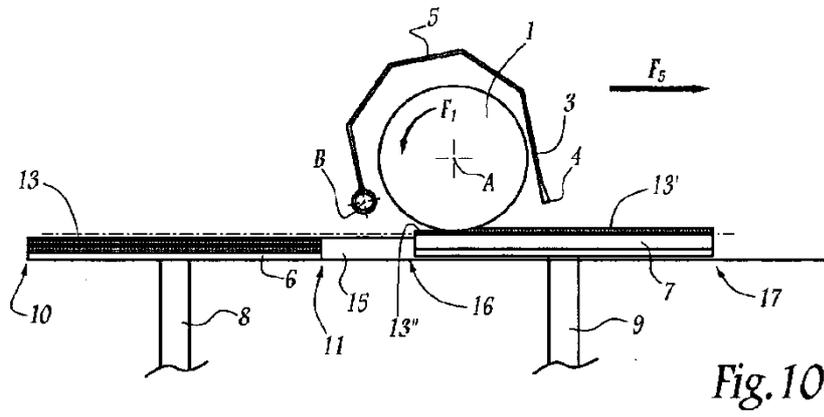


Fig. 9



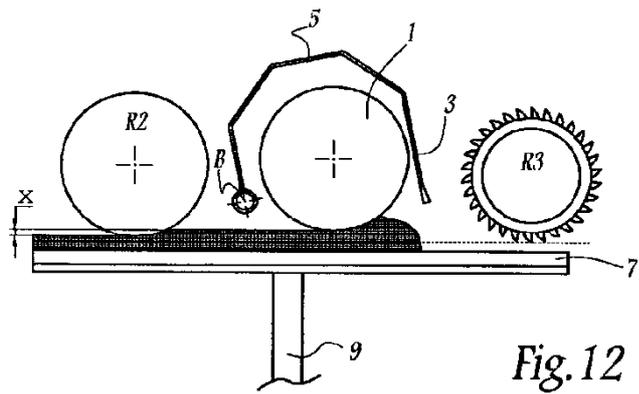


Fig.12