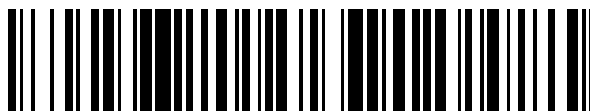


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 711**

51 Int. Cl.:

B05D 3/02 (2006.01)

B05D 5/08 (2006.01)

B05D 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2006 E 06761018 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 1907131**

54 Título: **Un método y un aparato para aplicar un revestimiento sobre un sustrato**

30 Prioridad:

20.07.2005 EP 05447173

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

10.08.2015

73 Titular/es:

**VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH
ONDERZOEK N.V. (VITO) (100.0%)
Boeretang 200
2400 Mol, BE**

72 Inventor/es:

**PERSOONS, ROSITA;
GEERINCKX, ERIC y
GEDOPT, JAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 542 711 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

Un método y un aparato para aplicar un revestimiento sobre un sustrato.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para aplicar un revestimiento sobre un sustrato, en particular un revestimiento de polímero, por ejemplo para la producción de revestimientos de fluoropolímero sobre rodillos de fábricas de papel.

Estado de la técnica

10 Existe un gran número de procesos de producción industriales que se basan en el uso de polímeros, en particular rodillos de proceso revestidos de fluoropolímero, para proporcionar una superficie antiadherente y resistente a la corrosión. Según el estado de la técnica, los rodillos de acero y los cilindros de secado utilizados en las fábricas de papel o en la industria textil se cubren con un revestimiento de fluoropolímero debido a sus singulares propiedades de desprendimiento y antiadherencia y su excelente estabilidad química.

15 Hasta ahora, se han satisfecho los requisitos industriales utilizando un manguito de fluoropolímero pegado a la superficie metálica pretratada o un revestimiento de rociado basado en una dispersión acuosa de fluoropolímero o un revestimiento de polvo de fluoropolímero. La tecnología del manguito puede aplicarse solamente en rodillos bastante pequeños y se produce deslaminación a elevadas temperaturas de trabajo. La tecnología del revestimiento de rociado necesita la retirada de los rodillos para curar el revestimiento en hornos de alta temperatura durante varios minutos. Ésta es una operación compleja y costosa.

20 Se han documentado también métodos basados en láser que sí que permiten una aplicación in situ. En la mayoría de estos métodos se suministra el polvo a una superficie y luego se le calienta por medio de un láser. Esto requiere una entrada de energía muy alta para calentar la superficie.

25 En el documento WO91/16146 se revela un método en el que se introduce un polvo de fluoropolímero en un láser de CO₂ que se dirige hacia la superficie a revestir y que se desplaza sobre esta superficie. El polvo es así fundido y depositado sobre la superficie, mientras que un control activo mantiene la temperatura de la zona de contacto del láser entre límites predefinido. Cuando el chorro de polvo está completamente dentro del haz de láser, tal como ocurre en el documento WO91/16146, el polvo absorbe una gran cantidad de energía y, en consecuencia, se sobrecalienta, mientras que la temperatura del sustrato es todavía demasiado baja para obtener una buena adherencia. El documento WO91/16146 sugiere ensanchar el láser o utilizar un haz de láser doble a fin de precalentar la superficie. Sin embargo, incluso en este caso se introduce el polvo en el haz de láser y subsiste el problema del sobrecalentamiento.

30 El documento DE10020679A1 se refiere a un método y un aparato para aplicar un revestimiento a una costura en una carrocería de vehículo. El aparato puede comprender un láser (1.3) que precede al suministro de un polvo, utilizándose dicho láser con el propósito de limpiar la costura, en particular desengrasarla. La fusión del polvo se hace aplicando un segundo láser a la capa de polvo después de que se haya aplicado la capa al sustrato.

Objetivos de la invención

35 La presente invención pretende proporcionar un método y un aparato para aplicar un revestimiento de polímero utilizando un rayo láser, que no adolezcan de los inconvenientes de la técnica anterior.

Sumario de la invención

40 La invención se refiere a un método y un aparato como los descritos en las reivindicaciones adjuntas. Según la invención, se proporciona un sustrato, y un haz de láser, preferiblemente un láser de CO₂, es mantenido de preferencia perpendicularmente con respecto a la superficie y es desplazado sobre dicha superficie a lo largo de una línea, preferiblemente una línea recta. El sustrato puede ser cualquier objeto, por ejemplo un rodillo de acero en un laminador. En el caso de un sustrato plano o cilíndrico el láser es desplazado preferiblemente sobre la superficie en una serie de líneas rectas adyacentes. Según la invención, se proporciona un sistema de entrega para un material formador de revestimiento, que comprende o incluye preferiblemente un polvo de polímero, aún más preferiblemente un polvo de fluoropolímero, para que se mueva junto con el láser y para que suministre una corriente de polvo, tan cerca como sea posible detrás de la zona en la que el láser hace contacto con la superficie del sustrato. Por tanto, según la invención, el láser calienta la superficie hasta una temperatura por encima del punto de fusión del polvo, y el polvo es suministrado a un lugar de la superficie después de que el láser haya calentado dicho lugar.

45

50 Contrariamente a los métodos existentes, el polvo no es así introducido en el haz de láser ni es aplicado antes de que tenga lugar el calentamiento por el láser. La zona en la que el chorro de polvo hace contacto con la superficie necesita estar lo más cerca posible de la zona calentada por el láser, al tiempo que se evita todavía cualquier contacto directo sustancial entre el polvo y el haz de láser. El polvo se funde así por contacto con la superficie

calentada, y se forma un revestimiento. Contrariamente en particular al documento DE10020679, el láser que precede al suministro de polvo no se utiliza para fines de limpieza. Este láser es la fuente de calor real que suministra calor suficiente al sustrato con el fin de que el polvo se funda por contacto con el sustrato, mientras que, según el documento DE10020679, se proporciona un segundo láser para fundir el polvo después de que éste se haya aplicado al sustrato.

El método de la invención comprende un segundo paso en el que el revestimiento así aplicado se calienta de nuevo mediante un segundo barrido con el láser, esta vez sin la adición de polvo. La potencia del láser durante el segundo barrido es preferiblemente más baja que durante el primero. El segundo barrido tiene lugar preferiblemente en líneas rectas perpendiculares a las líneas rectas del primer barrido. El segundo barrido se realiza para que disminuyan la rugosidad y la porosidad de la superficie.

La invención se refiere igualmente a un aparato como el expuesto en la reivindicación 9. Éste comprende un láser y un sistema de suministro de material de revestimiento, por ejemplo una boquilla para suministrar polvo de polímero. En el caso preferido, el aparato permite que se revistan in situ los sustratos, por ejemplo rodillos de fábricas de papel. Está presente preferiblemente un sistema de control de proceso, en el que se controla la temperatura del sustrato en la zona calentada por el láser para que permanezca dentro de límites predefinidos. El sistema de control del proceso incluye un sensor de temperatura, preferiblemente un pirómetro, y unos medios de control para adaptar continuamente un parámetro del sistema a fin de que la temperatura permanezca dentro de límites predefinidos. Ese parámetro puede ser la potencia de salida del láser o la velocidad relativa entre el láser y el sustrato. El aparato puede estar equipado con un láser y un sistema de suministro de material formador de revestimiento que están dispuestos de manera que sean móviles con respecto a un sustrato estacionario, o con un láser y un sistema de suministro de material formador de revestimiento que son estacionarios, y en donde el aparato comprende, además, unos medios para mover el sustrato con respecto al láser y al sistema de suministro.

El método de la invención proporciona un buen resultado debido al hecho de que el polvo no es contactado directamente por el haz de láser como en los métodos de la técnica anterior. Para obtener resultados óptimos, tiene que ser mínima la distancia entre la mancha calentada por el láser y la zona en la que el chorro de polvo golpea la superficie. Cuando esta distancia excede del valor mínimo, la temperatura de la superficie disminuiría ya en el momento en el que el polvo golpea la superficie, a menos que se incremente la potencia del láser. Sin embargo, esto último conduciría a un riesgo mayor de formación de óxido, lo que es perjudicial para una buena adherencia del revestimiento.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1a y 1b ilustran los pasos primero y segundo del método de la invención.

La figura 2 muestra una vista general esquemática del sistema de control del proceso que puede aplicarse en el método de la invención.

Descripción de una realización preferida de la invención

La figura 1a ilustra el primer paso del método según la invención. Se pueden ver el sustrato 1, el haz de láser 2 y el sistema 3 de suministro de polvo. Para realizar una pasada de revestimiento, el haz de láser y el sistema de suministro de polvo se mueven en la dirección de la flecha a una velocidad dada v preferiblemente constante. Como resultado, se forma el revestimiento de polímero 4 sobre la superficie del sustrato.

Durante el paso 2 (figura 1b) se desplaza el mismo haz de láser sobre la superficie revestida, de preferencia perpendicularmente o en cualquier caso en ángulo con la dirección de la primera pasada.

En los párrafos siguientes se expone una descripción detallada de parámetros de proceso posibles y/o preferidos del método de la invención. Los experimentos se realizaron con un láser de CO_2 continuo de 6 kW con un integrador de haz de 6x6mm a fin de obtener un haz uniforme y un perfil de temperatura uniforme sobre el sustrato.

Durante el primer paso se calienta el sustrato (hecho de acero inoxidable o hierro fundido) barriendo la superficie con el haz de láser y se insufla polvo de fluoropolímero sobre la superficie calentada. El gas portador es Ar con un flujo de 10 l/min y un flujo de polvo máximo. Se calienta a 50°C la tolva de polvo (no mostrada) para impedir que se bloquee el sistema debido a la humedad. Se evita una interacción directa entre la corriente de polvo de fluoropolímero y el haz de láser debido al alto riesgo de destrucción del polvo por el alto nivel de energía del haz durante este paso. Desplazando el láser y el sistema de entrega de polvo con una velocidad de 300 mm/min y una anchura de paso del proceso de 9 mm se puede obtener una capa rugosa de 100 μm de espesor. La rugosidad de la superficie es muy alta debido a la presencia de polvo parcialmente fundido, especialmente en los bordes de dos pasadas próximas una a otra. Una mirada más atenta dirigida al revestimiento muestra que la porosidad es también bastante alta. Por tanto, se aplica un segundo paso de láser, sin adición de polvo, para volver a fundir esta capa superior y disminuir la rugosidad superficial y la porosidad.

El paso de nueva fusión se realiza en una dirección perpendicular a la dirección de revestimiento y a un nivel de potencia mucho más bajo, típicamente 400 W, y a una alta velocidad de 1000 mm/min. Después de este paso de fusión se disminuye el espesor de la capa hasta 22 μm .

5 El proceso es controlado por un pirómetro óptico sin contacto que mide continuamente la temperatura de la superficie en la zona calentada por el láser. Para el control en bucle cerrado, la señal de la temperatura real de la superficie actúa como una variable de regulación, mientras que la temperatura nominal se utiliza como una variable de mando. Según el mecanismo del controlador PID, se comparan ambas señales y se calcula un nuevo valor de salida a partir de la diferencia entre ambos valores. La potencia del láser es la elección preferida para la salida del controlador debido a que éste es el valor más flexible (en comparación con la velocidad relativa láser-sustrato).

10 La figura 2 muestra una vista esquemática del bucle de control. La señal de salida del pirómetro 10, que mide la temperatura de la superficie del sustrato 1, se utiliza como una señal de entrada para la tarjeta DAQ 11 (después de una conversión de la señal mA en una señal V). Se comparan las temperaturas medidas y deseadas y se genera, si es necesario, una señal de compensación. El ordenador envía la señal al generador 12 de potencia de láser a través del sistema 13 de control del láser.

15 **Ejemplos de materiales utilizados y de parámetros de proceso – resultados de ensayo**

Para un polvo de poliamida, se calienta el sustrato por el láser hasta una temperatura comprendida entre 120°C y 400°C, viniendo definido los límites respectivamente por la temperatura de fusión del polvo y la temperatura a la cual se produce la degradación del polvo. El primer paso de barrido con un polvo de poliamida tiene lugar preferiblemente a una velocidad de alrededor de 500 mm/min, mientras que el segundo paso de barrido tiene lugar preferiblemente a
20 alrededor de 3000 mm/min.

Para un polvo de PEEK, la temperatura a la cual se calienta el sustrato por el láser deberá estar situada entre 340 y 570°C.

La realización preferida de un polvo de fluoropolímero es un polvo de PTFE, en cuyo caso se calienta el sustrato hasta una temperatura que está preferiblemente situada alrededor de 400°C, mientras que la velocidad de barrido del primer paso de barrido está preferiblemente entre 300 y 600 mm/min y la velocidad de barrido del segundo paso es preferiblemente de alrededor de 1000 mm/min.
25

Se realizó la validación final sobre rodillos industriales. Un cilindro de secado para un material textil de mobiliario de trabajo duro con una longitud de 2 m fue revestido por láser con un revestimiento de fluoropolímero de 25 μm según el método de la invención. Este rodillo transporta el material textil a través del área de secado inmediatamente después de que ha sido estampado. La temperatura de funcionamiento es de 130°C, la cual es crítica para los revestimientos tradicionales (manguitos). Después de un ensayo de campo de 6 semanas de funcionamiento continuo se detuvo la máquina para su mantenimiento y se controlaron los rodillos. El revestimiento había absorbido algo del tinte rojo especialmente en los lugares en los que el contacto entre el rodillo y el tejido es máximo. Esto demostró que el revestimiento muestra todavía porosidades que absorben el tinte, pero el material textil no mostró una coloración no deseada. Aparte de la decoloración, el rodillo no mostró daño alguno y el revestimiento estaba todavía intacto, lo que era muy prometedor para el uso ulterior. La segunda prueba de validación se realizó en un cilindro de secado de fábrica de papel que toma la pasta papelera a través de una llamada "caja caliente". La temperatura de funcionamiento es de 130-150°C y la pasta papelera es muy agresiva, conteniendo fibras (fibras de algodón o de vidrio). Después de un funcionamiento de prueba de 275 horas el revestimiento se percibe todavía como bastante suave y no se observaron daños dramáticos. El rodillo estaba hecho de acero dulce, que se oxida fácilmente, pero no se detectó oxidación alguna, lo que demuestra que se redujo la porosidad. Nuevamente, la alta temperatura de funcionamiento de estos rodillos hace que estos revestimientos resulten superiores a los manguitos, los cuales se desprenden debido a la descomposición del adhesivo a alta temperatura.
30
35
40

REIVINDICACIONES

1. Un método para aplicar un revestimiento (4) sobre un sustrato (1), que comprende:

- un primer paso de barrido con un haz de láser (2) a lo largo de una línea sobre la superficie de dicho sustrato y de suministro de un material formador de revestimiento desde un sistema de suministro (3), moviéndose dicho sistema a lo largo de la misma línea que el haz de láser, pero avanzando detrás del haz de láser, de modo que el material formador de revestimiento se deposita sobre una mancha que ha sido previamente calentada por el haz de láser hasta una temperatura por encima de la temperatura de fusión del material formador de revestimiento, en donde no se produce sustancialmente ningún contacto físico entre el haz de láser y el material formador de revestimiento,

- un segundo paso de barrido de la superficie una segunda vez con dicho haz de láser y sin suministro de material formador de revestimiento,

en donde el primer paso tiene lugar desplazando el haz de láser (2) y el sistema de suministro (3) en un primer juego de líneas paralelas sobre la superficie del sustrato, y en donde el segundo paso tiene lugar en unas segundas líneas paralelas que están en ángulo con las primeras líneas paralelas.

2. El método según la reivindicación 1, en el que dichas segundas líneas paralelas son esencialmente perpendiculares a las primeras líneas paralelas.

3. El método según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas líneas son líneas rectas.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho material formador de revestimiento comprende un polvo de polímero.

5. El método según la reivindicación 4, en el que dicho material formador de revestimiento es un polvo de fluoropolímero.

6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- se mide continuamente la temperatura en la zona del sustrato que se calienta por el láser,
- se compara dicha medición con un valor nominal,
- se modifica un valor de salida para minimizar la diferencia entre la temperatura medida y el valor nominal.

7. El método según la reivindicación 6, en el que dicho valor de salida es la potencia del láser.

8. El método según la reivindicación 6, en el que dicho valor de salida es la velocidad relativa del láser y el sistema de suministro con respecto al sustrato.

9. Un aparato para aplicar un revestimiento (4) sobre un sustrato (1), que comprende:

- un medio para producir un haz de láser (2) adaptado para moverse con respecto a un sustrato (1),

- un medio de suministro (3) para suministrar un material formador de revestimiento, adoptado para moverse junto con el láser, y dispuesto para depositar dicho material formador de revestimiento sobre una mancha que ha sido previamente calentada por el haz de láser, en donde no se produce sustancialmente ningún contacto físico entre el haz de láser y el material formador de revestimiento,

- un pirómetro dispuesto para medir la temperatura de la superficie del sustrato a revestir y dispuesto en un bucle de control del proceso, y

- unos medios para realizar el método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

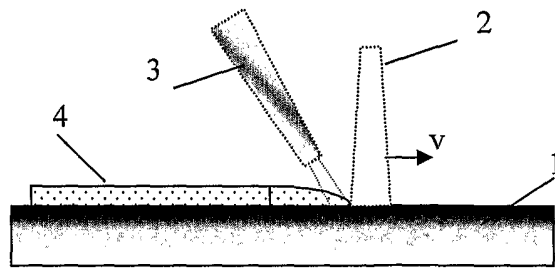


Fig. 1a

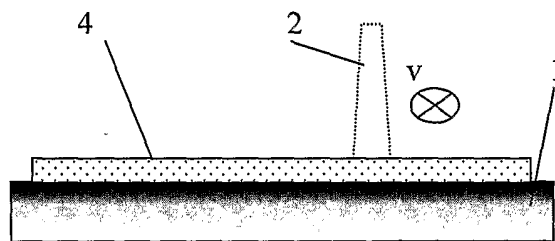


Fig. 1b

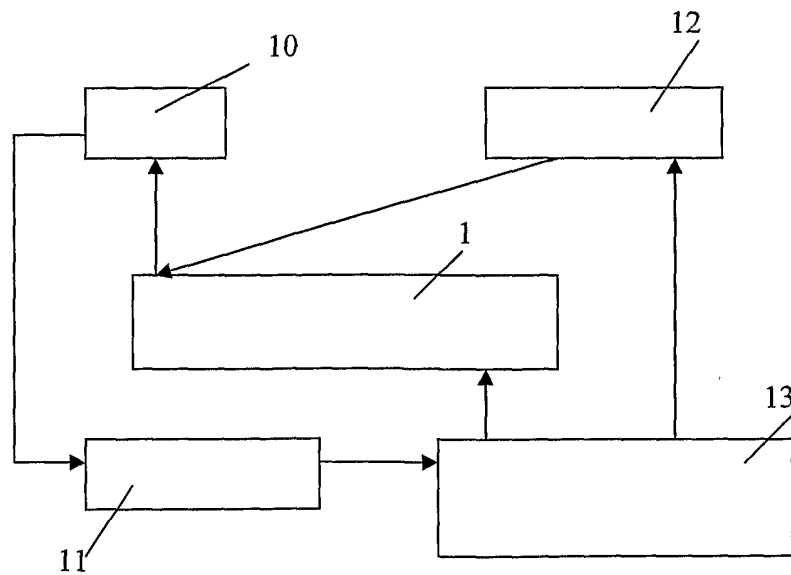


Fig. 2