



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 284 355**

② Número de solicitud: 200502470

⑤ Int. Cl.:  
**C23C 4/18** (2006.01)  
**C23C 4/12** (2006.01)  
**B23K 26/00** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **03.10.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.11.2007**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.11.2007**

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Oviedo  
Plaza del Riego, 4 - Edificio Histórico  
33003 Oviedo, Asturias, ES**

⑦ Inventor/es: **Vijande Díaz, Ricardo;  
Cuetos Megido, José Manuel;  
Cadenas Fernández, Modesto y  
Fernández Rico, José Esteban**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas.**

⑤ Resumen:

Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas basado en un tratamiento con el láser localizado y parcial, sin cubrir toda la superficie. Para ello se realizan "n" barridos paralelos que forman un ángulo determinado con la generatriz del cilindro y están separados entre sí una distancia determinada, función del porcentaje de la superficie a refundir. Puede realizarse una sola pasada con el láser (mallado paralelo IMG), o dos (mallado cruzado IMG). En los contactos lubricados este procedimiento combina las propiedades de las capas proyectadas por plasma y las capas totalmente refundidas con láser. Su aplicación es reducir la problemática debida al desgaste producido en los pares cinemáticos entre ejes o árboles y sus apoyos, presentes en la mayoría de las máquinas.

ES 2 284 355 A1

# ES 2 284 355 A1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la refusión con láser, localizada y parcial, sin cubrir toda la superficie, de piezas cilíndricas que previamente han sido recubiertas empleando la técnica de proyección por plasma. Una técnica de este tipo se emplea sobre todo para reducir la problemática debida al desgaste producido en los pares cinemáticos entre ejes o árboles y sus apoyos, presentes en la mayoría de las máquinas.

### Estado de la técnica anterior

Los recubrimientos obtenidos mediante la técnica de proyección por plasma dependen de numerosos factores tales como, distancia pistola-substrato, tiempo de interacción plasma-partículas, tamaño de éstas, etc. Igualmente, y en función del tipo de material empleado para obtener el recubrimiento, a pesar de las elevadas temperaturas que se alcanzan en la llama de plasma, el corto intervalo de tiempo que el material a proyectar permanece en dicho plasma, puede impedir la fusión completa de algunas partículas. Incluso cuando son fundidas, las gotas originadas no se distribuyen uniformemente cuando impactan con el substrato a recubrir. Esto conduce a la formación de recubrimientos no homogéneos, con porosidad elevada y con una adherencia con el substrato relativamente baja, que afectan a su comportamiento tribológico.

La refusión superficial con láser de los recubrimientos proyectados por plasma, mediante el solapamiento de sucesivos barridos, hasta completar toda la superficie, origina una mejora en el comportamiento a desgaste en seco de estos recubrimientos, junto con un refinamiento de la microestructura que proporciona un aumento de la dureza. Esta técnica permite además eliminar la porosidad, evitando el problema de la fusión incompleta de partículas y modificando el comportamiento tribológico de los recubrimientos.

No obstante, la refusión de toda la superficie del recubrimiento presenta como inconvenientes un peor comportamiento a desgaste lubricado, debido a la eliminación de la porosidad superficial del recubrimiento. Igualmente conlleva una excesiva afectación térmica cuando las superficies a tratar son relativamente grandes, por el calentamiento progresivo que sufre el material, como consecuencia de los sucesivos barridos necesarios para completar el tratamiento de toda la superficie. Además, existen otras dificultades técnicas como son los esfuerzos internos inducidos en el material, que pueden provocar la aparición de grietas. El alto coste por hora y la lentitud del proceso que implica el empleo de la tecnología láser también estaría dentro de las desventajas.

### Descripción detallada de la invención

El objeto de esta invención es el desarrollo de un procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas basado en un tratamiento con el láser localizado y parcial, sin cubrir toda la superficie. Para ello, en lugar de tratar con el láser toda la superficie solapando los barridos al lado uno de otro, se realizan “n” barridos paralelos separados entre sí una determinada distancia, formando con la generatriz del cilindro un ángulo “ $\theta$ ” determinado, dando lugar a lo que denominamos “mallado paralelo IMG” (ver figura 1).

Combinando dos barridos paralelos de ángulos opuestos, iguales o diferentes, se obtendría lo que denominamos “mallado cruzado IMG” (ver figura 2).

El recubrimiento inicial se obtiene a partir de materiales en forma de polvo que se depositan mediante proyección por plasma sobre un substrato.

El recubrimiento debe ser refundido con láser en todo su espesor, ajustando los parámetros del láser (potencia, focalización y velocidad) para obtener una densidad de energía adecuada, que permita eliminar la porosidad del recubrimiento con ausencia de grietas y una dilución mínima del substrato. Estos parámetros serán los idóneos y dependerán del tipo y potencia de láser empleado, así como de las características del recubrimiento depositado por proyección por plasma.

Una vez determinados los parámetros óptimos de refusión se procede a realizar cordones paralelos con el láser sobre la superficie del cilindro a refundir.

Como variables geométricas a considerar de partida están:

- Porcentaje de la superficie “S” del cilindro que se desea refundir (%S), cuyo valor será definido en función de la aplicación concreta que se pretenda dar al cilindro tratado y que estará comprendido entre el 0 y el 50%.
- Ángulo de inclinación del cordón respecto a la generatriz del cilindro ( $\theta$ )

## ES 2 284 355 A1

- Ancho del cordón (h), que será función de la densidad de energía del láser y de la velocidad de refusión necesaria para que la dilución del sustrato sea mínima, eliminando la porosidad y realizando la operación en el menor tiempo posible y con ausencia de agrietamiento (cordón óptimo). Estos parámetros dependerán a su vez del tipo y potencia del láser empleado.

5

Podemos definir, según las figuras 1 y 2:

%S = porcentaje de la superficie total del cilindro recubierto que se refunde.

10

h = ancho del cordón.

l = longitud del cordón.

n = número de cordones.

15

S = superficie total del cilindro recubierto.

R = radio del cilindro recubierto.

20

P = paso del cordón (distancia entre dos puntos homólogos de dos cordones contiguos, medido según una circunferencia perpendicular a la generatriz del cilindro).

$\theta$  = ángulo que forman un cordón cualquiera y la generatriz del cilindro.

25

$\beta$  = ángulo que forman un cordón cualquiera (del segundo barrido) y la generatriz del cilindro.

L = longitud de la pieza cilíndrica a tratar.

30

El número de cordones a realizar se calculará en función del tipo de mallado que queramos realizar, del porcentaje de superficie a recubrir y de la anchura de los cordones empleados. Así, tendremos que, para un mallado paralelo:

$$n = f(\%S, h, \theta, L, r)$$

35

Y para un mallado de tipo cruzado:

$$n = f(\%S, h, \theta, \beta, L, r)$$

40

En cuanto a la realización de este tipo de manados, para el mallado paralelo se efectúa un primer cordón empleando la desfocalización adecuada para obtener cordones de h milímetros de ancho formando un ángulo  $\theta$  con la generatriz del cilindro, con los parámetros adecuados del láser. A continuación se gira el cilindro  $(360/n)$  grados y se realiza un segundo cordón paralelo al anterior. Se repite este último paso en el mismo sentido de giro hasta completar el número de cordones n equidistantes establecidos para toda la superficie del cilindro. Para el mallado cruzado, una vez realizado el primer mallado paralelo, se realiza un segundo mallado paralelo de forma análoga al anterior, cambiando únicamente el valor del ángulo  $\theta$  por el  $\beta$  tal como se muestra en la figura 2.

45

La presente invención presenta las siguientes *ventajas* con respecto al estado de la técnica:

50

- Incremento de la resistencia al desgaste para contactos lubricados, ya que este procedimiento combina las propiedades de las capas proyectadas por plasma (sus poros actúan como pequeños almacenes de lubricante) y las capas totalmente refundidas con láser (valores elevados de dureza y microdureza).

55

- Disminución del tiempo necesario para realizar la refusión del recubrimiento, al ser necesario tratar sólo una parte del total del recubrimiento.

- Disminución de la afectación térmica del sustrato frente a un tratamiento total de la superficie.

60

- Disminución de los costes de la refusión con láser como consecuencia de menor tiempo empleado en la misma.

65

El campo de *aplicación industrial* se circunscribe a la práctica totalidad de las máquinas con contactos lubricados entre eje o árbol y el correspondiente apoyo para reducir el desgaste (principal problema del acortamiento de vida de éstas) y mejorar el comportamiento cinemático y dinámico de los mismos. Ejemplos típicos: árboles de accionamiento de un tren de laminación, rodillos de mesas de enfriamiento de los trenes de bandas en caliente siderúrgicos, casquillos de bomba, bombas de pistones, rodillos-guía, conjunto pistón-cilindro y, de forma general, en todo árbol de máquinas rotativas.

## ES 2 284 355 A1

### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra la pieza cilíndrica de longitud  $L$  y radio  $R$  sobre la que se esquematiza la refusión parcial con láser con un mallado paralelo IMG. Sobre esta superficie se realizan  $n$  barridos con el láser originando  $n$  cordones de refusión, de anchura constante  $h$ , que forman un ángulo  $\theta$  con la generatriz de la pieza cilíndrica. Se muestra igualmente el paso  $P$ .

La Figura 2 muestra la pieza cilíndrica de longitud  $L$  y radio  $R$  sobre la que se esquematiza la refusión parcial con láser con un mallado cruzado IMG

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas, **caracterizado** porque el tratamiento con láser se realiza sólo sobre un porcentaje de la superficie total del cilindro, y porque el recubrimiento en la zona tratada con láser debe ser refundido en todo su espesor, ajustando los parámetros para obtener una densidad de energía adecuada que permita eliminar la porosidad en esa zona, sin agrietamiento y con una dilución mínima del sustrato.

10 2. Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque se trazan cordones paralelos sucesivos sobre la superficie del cilindro a refundir, separados entre sí un paso P y formando un determinado ángulo genérico constante  $\theta$  con la generatriz del cilindro.

15 3. Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, en aquellas situaciones en las que resulte conveniente se pueden combinar dos mallados paralelos de ángulos opuestos, iguales o diferentes.

20 4. Procedimiento de mallado con láser de recubrimientos previamente depositados por plasma sobre piezas cilíndricas, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el número de cordones a realizar durante el proceso de refundición se calcula en función del porcentaje de superficie a refundir. Dicho valor vendrá determinado por las características propias de los materiales empleados para la realización del recubrimiento proyectado por plasma, el tipo y potencia del láser empleado y las aplicaciones concretas para las que la pieza haya sido diseñada.

25

30

35

40

45

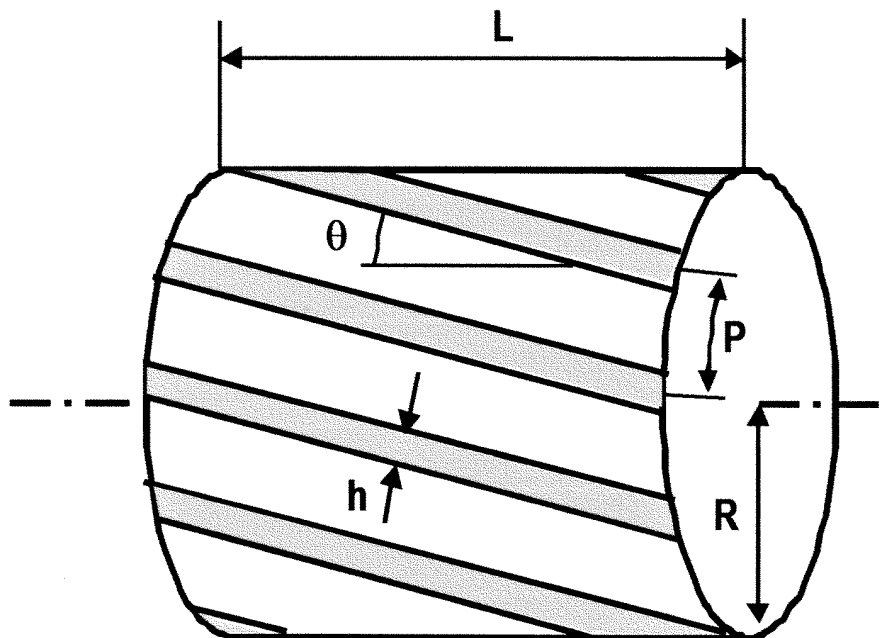
50

55

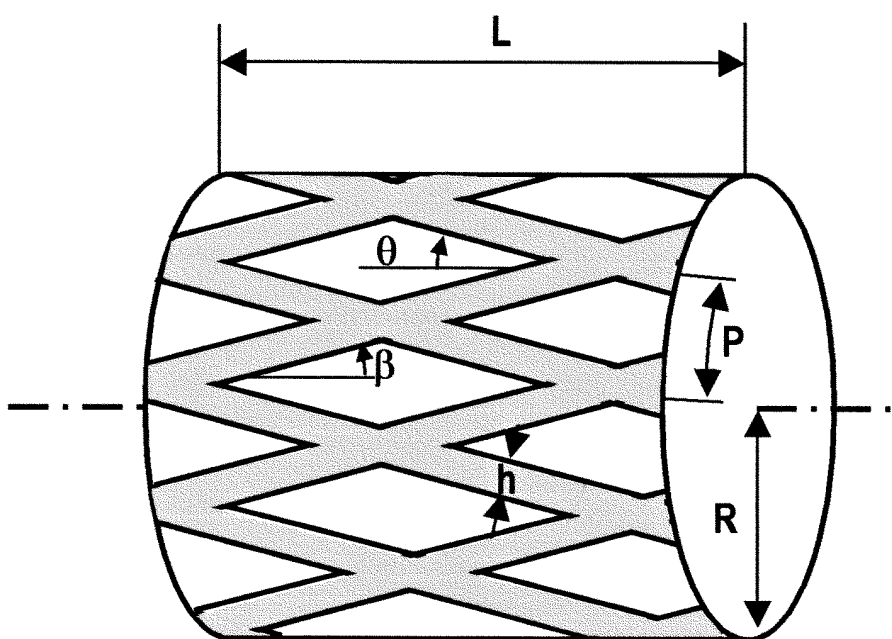
60

65

**FIGURA 1**



**FIGURA 2**





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 284 355

② Nº de solicitud: 200502470

③ Fecha de presentación de la solicitud: **03.10.2005**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ **Int. Cl.:** Ver hoja adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2002025386 A1 (HEINEMANN et al.) 28.02.2002, párrafos [24-28];[49-60]; figuras 1,3.	1-4
A	US 6197386 B1 (BEYER et al.) 06.03.2001, columna 1, línea 58 - columna 2, línea 12.	1
A	JP 57076149 A (TEIKOKU PISTON RING CO LTD) 13.05.1982, resumen; figuras.	1,2,4
A	DE 10248278 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG) 06.05.2004, reivindicación 1.	1

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

03.10.2007

Examinador

M. Bescós Corral

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

**C23C 4/18** (2006.01)

**C23C 4/12** (2006.01)

**B23K 26/00** (2006.01)