



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 376**

51 Int. Cl.:
B23K 26/16 (2006.01)
B23K 26/36 (2006.01)
B08B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08007812 .4**
96 Fecha de presentación : **23.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1985403**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **Ablación por láser.**

30 Prioridad: **23.04.2007 ZA 07/3305**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.11.2011

73 Titular/es: **CSIR**
Scientia
Pretoria, Gauteng Province, ZA
The South African Nuclear Energy Corporation
Limited

72 Inventor/es: **Herselman, Christiaan Johan y**
Van Heerden, Philippus Rudolph

74 Agente: **Isern Jara, Nuria**

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

Ablación por láser.

La presente invención se refiere a ablación por láser, particularmente, a la eliminación de un recubrimiento superficial de un sustrato por medio de una ablación o limpieza por láser. Se refiere de manera más específica a un método para llevar a cabo ablación por láser, a un cabezal de trabajo de ablación por láser y a un aparato de ablación por láser (ver documentos US-A-4 780 806 y US-A-2002 0184770).

De acuerdo con un primer aspecto de esta invención, se da a conocer un método según la reivindicación 1.

El ángulo de incidencia según el cual es enfocado el haz de rayos láser sobre el sustrato puede variar entre 20° y 40° con respecto a la normal a la superficie del sustrato, típicamente unos 30° con respecto a la normal a la superficie del sustrato.

La presente invención está destinada a su aplicación específica en el campo de la eliminación de sustancias peligrosas por ablación por láser, es decir, por limpieza por láser, especialmente de sustancias radioactivas y compuestos orgánicos volátiles que se forman cuando se realiza la ablación de ciertas pinturas. El método puede incluir la recogida de desperdicios más abajo de la abertura de extracción y la manipulación de dichos desperdicios de manera apropiada para el respectivo material o materiales.

La abertura del haz puede estar cubierta por una ventana de un material transparente al haz de rayos láser.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se da a conocer un cabezal de trabajo por ablación por rayos láser, que es hueco, según la reivindicación 5.

Tal como se ha descrito, el haz en su utilización, puede tener un ángulo de incidencia con respecto a la normal al sustrato comprendido entre 20° y 40° típicamente unos 30°.

La abertura del haz puede estar cubierta por una ventana de un material transparente al haz de rayos láser.

Si se desea, se puede disponer una entrada de ventilación próxima a un extremo o una parte próxima de la abertura de exposición para ayudar al flujo del aire por la abertura de exposición a lo largo del paso de flujo hacia la abertura de extracción. La abertura de exposición y entrada de ventilación pueden ser integrales.

El paso del flujo puede ser libre y de diseño aerodinámico para ayudar al flujo del aire hacia la abertura de extracción. De modo general, paredes o estructuras adjuntas a la trayectoria del flujo se extenderán a lo largo de dicha trayectoria de flujo, es decir, de forma general, tangencialmente a la trayectoria del flujo.

La invención comprende un aparato de ablación por láser que incluye un cabezal de trabajo por ablación por láser, que es hueco, de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, cuyo cabezal de trabajo está acoplado operativamente al dispositivo de succión adaptado para proporcionar presión negativa interiormente en el cabezal de trabajo y flujo de aire a lo largo de dicho paso de flujo y un dispositivo láser conectado operativamente al cabezal de trabajo para dirigir el haz de láser a través de la abertura del haz y la abertura de exposición sobre una superficie a limpiar.

En una realización de la invención, el dispositivo láser puede ser un aparato láser, es decir, un aparato capaz de generar un haz de rayos láser. No obstante, en otra realización de la invención, el dispositivo láser puede ser un dispositivo de transporte de rayos láser, tal como fibra óptica conectada a un aparato láser o procedente del mismo.

La invención se describe a continuación a título de ejemplo haciendo referencia a los dibujos esquemáticos siguientes que muestran, parcialmente en sección, un cabezal de trabajo por ablación de rayos láser, que es hueco, de acuerdo con la invención.

En el dibujo, un cabezal de trabajo por ablación de rayos láser, que es hueco, según la invención, se ha indicado de modo general por el numeral 10. El cabezal de trabajo 10 se ha mostrado en su utilización retirando un recubrimiento 13 de un sustrato 12. El recubrimiento 13 adopta la forma de una capa de pintura contaminada radiactivamente y que se tiene que eliminar. En otras aplicaciones, la sustancia a retirar puede ser peligrosa por otras razones, por ejemplo, puede formar compuestos orgánicos volátiles en su ablación.

El cabezal de trabajo 10 comprende un cuerpo 14 de modo general hueco formado por una pared 16. En el fondo del cuerpo 14, se dispone una abertura de exposición 18 que define un fondo plano. El fondo plano se ha desplazado sobre el sustrato a limpiar 12 con gran proximidad al mismo.

De manera general, opuesta a la abertura de exposición 18, se dispone una abertura de extracción 19. Medios de acoplamiento en forma de un conector 20 para conexión a un aparato de succión (no mostrado), sobresalen de la pared 16 alrededor de la abertura de extracción 19.

Interiormente, en la pared 16, dentro del cuerpo hueco 14, se ha dispuesto en la pared interna 22 que tiene una primera sección 22.1 que se extiende desde la pared 16 adyacente a una abertura de ventilación 26 integral con la abertura de exposición 18 oblicuamente hacia dentro a una posición aproximadamente en el centro del cuerpo hueco 14, y de allí se curva suavemente hacia un extremo de la abertura de extracción hacia una porción 16.1 de pared plana en oposición de modo general a la abertura de exposición 18. La porción de paredes 16.1 es adyacente al conector 20 de la abertura de extracción y define la parte alta cerrada del cuerpo 14. La pared interna 22 delimita aproximadamente un área de esquina interna 23 del cuerpo hueco 14. Una abertura del haz cubierta por una ventana 24 está dispuesta dentro de la primera sección 22.1. Se prevé que la abertura pueda ser abierta en algunas aplicaciones.

Adyacente a un extremo opuesto de la primera sección 22.1 y adyacente a una extremidad de la abertura de exposición 18 se ha dispuesto la abertura de ventilación 26.

Un paso de flujo 28 se establece de forma general desde la abertura de ventilación 26 junto con la abertura de exposición 18, internamente hacia el conector 20 de la abertura de extracción. El paso de flujo 28 se extiende longitudinalmente, es decir, en general, tangencialmente a la pared interna 22. El paso de flujo 28 está definido en el lado opuesto por una parte curvada de la pared 16 que guía el paso de flujo 28 hacia el conector 20 de la abertura de extracción. Se apreciará que el paso de flujo 28 tiene forma general aerodinámica.

mica sin obstrucciones y sin esquinas agudas o curvas que dificulten el flujo.

Adyacente al conector 20 de la abertura de extracción, pero en el lado opuesto de la sección de pared interna 22, es decir, dentro del área 23, se disponen medios de conexión láser en forma de un cuerpo conector 30 fijado al cuerpo hueco 14. El cuerpo del conector 30, en un plano que se puede apreciar en el dibujo, se encuentra alineado en general con la abertura del haz o ventana del haz 24 y la abertura de exposición 18, de manera que en utilización estará alineado con respecto a dicho primer plano con un área objetivo 40 que se tiene que someter a ablación. El cuerpo 30 del conector recibe fibra óptica que procede de un aparato láser. En otra realización, se puede utilizar otro tipo de dispositivo de transporte del haz.

En el dibujo del cuerpo 30, se ha mostrado sin definir su disposición lateral en ángulo recto con dicho plano (es decir, su profundidad respecto al dibujo). En realidad, está desplazado en dicho plano en ángulo recto desde el nivel de la abertura 24 del haz. Alineado con el cuerpo 30 y la fibra óptica, se encuentra un primer reflector oblicuo 31 que refleja el haz sobre un segundo reflector oblicuo complementario 32 que está alineado sobre el área objetivo y dirige a la misma el haz mediante la abertura 24 y abertura de exposición 18.

El segundo reflector 32 está conectado mediante un vástago pivotante 32.1 a un motor de impulsión 32.2 alojado dentro del cuerpo envolvente 42 del motor que está fijado al cuerpo (principal) 14. El motor 32.2 y una transmisión asociada y el vástago 32.1 funcionan como dispositivo de escaneado para vascular cíclicamente el reflector 32 para escanear el haz 34 en dirección lateral a efectos de tratar una anchura de banda, por ejemplo, seleccionada, de manera típica, en 30 mm. La velocidad de escaneado puede ser seleccionada en unos 10 Hz.

En otro tipo de dispositivo, por ejemplo utilizando un láser CO₂TEA que tiene un tamaño grande de punto y baja velocidad de pulsación, se puede obviar un movimiento rápido de escaneado.

Es significativo que la ventana 24 del haz es oblicua con respecto a la trayectoria del haz que conduce a la abertura de exposición 18.

En su utilización, se aplica succión mediante el conector 20 de la abertura de extracción para crear una presión reducida o negativa dentro del cuerpo hueco 14 y para desplazar aire mediante la abertura de ventilación 26 y abertura de exposición 18 mediante el paso de flujo 28 hacia el conector 20 de la abertura de extracción y el aparato de succión o de extracción. De este modo, la succión crea una presión reducida o negativa en el paso de flujo 28 desde la abertura de exposición 18 a la abertura de extracción 19 y provoca flujo de aire a lo largo del paso de flujo 28. En esta realización, para la aplicación mencionada, se tomarán medidas apropiadas para acumular desperdicios de la capa de pintura radioactiva 13 con elevada integridad para posibilitar su manipulación y almacenamiento apropiados.

El haz de láser indicado esquemáticamente con el numeral de referencia 34, está dirigido y enfocado con intermedio de la abertura de exposición 18 al sustrato 12, más específicamente a la capa de pintura contaminada 13 para eliminar dicha capa 13 por ablación, tal como se ha indicado con el numeral 40. Es significativo que el haz 34 tiene un haz de incidencia indicado

en general con el numeral 36 sobre el sustrato 12 (teniendo en cuenta que la abertura de exposición 18 sea en general paralela al sustrato 12). El ángulo 36 de esta realización tiene preferentemente 30° con respecto a la normal a la abertura de exposición. La significación de ello se explicará más adelante.

En el lugar en el que choca el haz láser enfocado sobre la capa de pintura 13, tal como se ha indicado con el numeral 40, la energía extremadamente elevada transferida a la capa de pintura 13 por medio del haz láser 34 provoca la desintegración de las partículas de pintura formando vapor y otros componentes gaseosos y pequeñas partículas de material sólido y fundido. El calor generado en la zona 40 acelera explosivamente el gas y partículas a velocidad supersónica alejándolas del sustrato 12. El gas y las partículas son aceleradas en un cono centrado a lo largo de la normal a una superficie del sustrato 12 en la posición 40 en un ángulo cerrado de unos 110°. En el ángulo de cono, la distribución de concentración de partículas tiene, típicamente, forma de campana con una concentración máxima sustancialmente normal al sustrato, es decir, a lo largo del eje del cono e inclinándose hacia fuera. Este cono de partículas con su columna de vapor y gas asociados oscurece potencialmente el paso del haz láser entrante reduciendo potencialmente la ablación efectiva y haciendo propensos a daños la óptica del láser y las ventanas de protección. De acuerdo con la invención, tal como se ha explicado, el haz láser 34 es dirigido en un ángulo de incidencia 36, ventajosamente de unos 30° con respecto a la normal al sustrato 12, provocando de este modo el paso del haz láser a través de un área mucho menos densa de dicha columna. Esto es de particular importancia y se considera por el solicitante, que aumenta notablemente la eficacia de la transmisión de energía sobre el sustrato en comparación con otros dispositivos conocidos por el solicitante.

El cabezal de trabajo 10 se desplaza en la dirección de la flecha 44 al tener lugar la ablación. Este movimiento junto con el movimiento de anchura de banda conseguido por el escaneado lateral de haz láser, tal como se ha descrito, resulta en que el cabezal de trabajo es desplazado sobre el sustrato en un área del mismo en la que se requiere ablación por láser.

Es significativo que el conector 20 de la abertura de extracción se encuentre virtualmente sobre el eje con respecto a la abertura de disposición 18 y a la posición 40 de la que emana el cono de desperdicios. De esta manera, en gran medida, los desperdicios son alejados en la dirección en la que se desplaza de modo natural desde el área objetivo 40. Esto aumenta notablemente la integridad de la retirada de los desperdicios.

Dos aspectos relativos a la ventana 24 del haz son de particular importancia. En primer lugar, se observará que la ventana 24 del haz forma ángulo con respecto a la normal a la dirección de haz láser. Esto incrementa el área en sección de la intersección del haz con la ventana del haz, lo que ha su vez provoca una reducida fluencia en la ventana, y reduce la carga de calor en la ventana. La ventana se encuentra, por lo tanto, en general, a una temperatura más baja, lo que hace menos propenso que las partículas que alcanzan la ventana se fundan y se peguen a la misma.

En segundo lugar, la ventana del haz está orientada longitudinalmente, es decir, sustancialmente o generalmente de forma tangencial al paso de flujo. Esto

tiene el efecto de hacer más aerodinámico el paso de fluido, y también favorece el efecto de refrigeración del aire que pasa por la ventana del haz en la ventana. Esto aumenta la refrigeración y la limpieza de la ventana del haz.

También es iniciativo que la ventana del haz está dispuesta alejada del área objetivo para incrementar la distancia de trabajo e incrementar el espacio en el que el aire de extracción pueda interaccionar con los desperdicios y cambiar la dirección alejándola de la ventana.

La invención proporciona, por lo tanto, una serie de ventajas, tal como se expresan en la realización del ejemplo, algunas de las cuales son:

un haz láser de alta energía, enfocado, que se utiliza para ablación total en una sola pasada;

el haz láser tiene un ángulo de incidencia, tal como se ha indicado anteriormente, para evi-

tar el paso a través de una zona concentrada o densa de la columna de los desperdicios;

el conjunto del cabezal de trabajo se encuentra bajo presión negativo, incrementando la integridad en la que los desperdicios son retirados y apropiadamente manipulados;

el flujo de aire inducido por succión es guiado por un colector de extracción conformado, la parte curvada de la pared 16 se encuentra, en general, en la dirección de aceleración de los desperdicios, el paso de aire tiene elevada eficiencia de flujo, todo lo cual incrementa la eficiencia de la eliminación de desperdicios y;

la orientación de la ventana del haz disminuye la fluencia del láser, mejora el modelo de flujo de succión y favorece la limpieza y refrigeración de la ventana del haz por el flujo de aire pasante.

REIVINDICACIONES

1. Método para llevar a cabo ablación por láser mediante un cabezal de trabajo hueco que, de manera general, está encerrado, con una abertura de exposición y una abertura de extracción separada de la abertura de exposición y definiendo un paso de flujo interno entre la abertura de exposición y la abertura de extracción e incluyendo una abertura interna del haz dispuesta interiormente con respecto a una pared del cabezal de trabajo y orientado a lo largo del paso de flujo, cuyo método comprende

aplicar succión en la abertura de extracción provocando presión reducida interiormente en el cabezal de trabajo hueco y provocando flujo de aire a lo largo del paso de flujo de manera general tangencial más allá de la abertura del haz a presión reducida desde la abertura de exposición a la abertura de extracción;

enfocar un haz láser a través de la abertura del haz y la abertura de exposición sobre un sustrato aproximadamente por debajo de la abertura de exposición y

desplazar el cabezal de trabajo sobre el sustrato en un área en la que se tiene que llevar a cabo la ablación láser; **caracterizándose** el método porque el haz láser es enfocado con un ángulo de incidencia entre 10° y 50° a la normal a la superficie del sustrato; y por la fase de

generar por ablación láser del material del sustrato, un cono o columna de desperdicios, de manera general, en dirección de la normal a la superficie del sustrato y en la dirección de la abertura de extracción, arrastrando el flujo de aire a los desperdicios en la dirección de la abertura de extracción para evitar el paso del láser a través de una zona concentrada o densa de la columna de los desperdicios.

2. Método, según la reivindicación 1, en el que el ángulo de incidencia con el que el haz láser es enfocado sobre el sustrato es de 20° a 40° con la normal a la superficie del sustrato.

3. Método, según la reivindicación 2, en el que en el que el ángulo de incidencia con el que el haz láser es enfocado sobre el sustrato es de unos 30° con la normal a la superficie del sustrato.

4. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 inclusive, que incluye la recogida de los desperdicios formados por la ablación de la superficie del sustrato, más abajo de la abertura de extracción.

5. Cabezal de trabajo para la ablación por láser, hueco, de tipo general cerrado, que tiene una abertura de exposición y una abertura de extracción separada de la abertura de exposición y que define un paso de flujo interno entre la abertura de exposición y la abertura de extracción, y que comprende una abertura in-

terna para el haz dispuesta interiormente de una pared del cabezal de trabajo y a lo largo del paso de flujo, comprendiendo el cabezal de trabajo

medios de fijación asociados con la abertura de extracción para acoplamiento a un aparato de succión adaptado para crear presión reducida en el interior del cabezal hueco, y

medios de conexión del láser más arriba de la abertura del haz para conexión a un dispositivo láser para provocar, en su utilización, que un haz láser pase por la abertura del haz la abertura de exposición según un ángulo predeterminado de manera que se **caracteriza** porque en su utilización el haz tendrá un ángulo de incidencia con respecto a la normal a un sustrato a tratar desde unos 10° a unos 50°; disponiéndose la abertura de exposición, la abertura de extracción y la abertura interna del haz, de manera tal en el cabezal de trabajo, que en su utilización se genera un cono o columna de desperdicios por ablación láser de material del sustrato, de manera general en la dirección de la normal a la superficie del sustrato y en la dirección de la abertura de extracción, arrastrando el flujo de aire los desperdicios en la dirección de la abertura de extracción para evitar el paso del haz láser por una parte concentrada o densa de los desperdicios.

6. Cabezal de trabajo, según la reivindicación 5, en el que la abertura para el haz está cubierta por una ventana de un material que es transparente al haz láser.

7. Haz láser, según la reivindicación 5 ó 6, en el que se dispone una entrada de ventilación en las proximidades de un extremo de la abertura de exposición para favorecer el flujo de aire a través de la abertura de exposición, a lo largo del paso de flujo hacia la abertura de extracción.

8. Cabezal de trabajo, según la reivindicación 7, en el que la abertura de exposición y la entrada de ventilación son integrales.

9. Cabezal de trabajo, según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8 inclusive, en el que el paso de flujo no está obstruido y tiene diseño aerodinámico para favorecer el flujo de aire hacia la abertura de extracción.

10. Aparato de ablación por láser que comprende un cabezal de trabajo de ablación por láser, que es hueco, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9 inclusive, estando fijado el cabezal de trabajo operativamente a un dispositivo de succión adaptado para proporcionar presión negativa en el interior del cabezal de trabajo y el flujo de aire a lo largo de dicho paso de flujo y un dispositivo láser conectado operativamente al cabezal de trabajo para dirigir un haz láser a través de la abertura del haz y la abertura de exposición sobre la superficie a limpiar.

