



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 081**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99937473 .9**
86 Fecha de presentación : **26.07.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1126932**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2001**

54 Título: **Método para limpiar una obra de arte.**

30 Prioridad: **10.09.1998 US 151161**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

73 Titular/es: **Adele Decruz**
124 E. 72nd Street
New York, New York 10021, US

72 Inventor/es: **Decruz, Adele y**
Wolbarsht, Myron, L.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 272 081 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

Método para limpiar una obra de arte.

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un método para limpiar la superficie de una obra de arte pintada, que tiene superficie polimerizadas o capas de gesso de carbonato cálcico (es decir, enlaces metálicos u orgánicos) que cubren y oscurecen películas de pintura al óleo sobre soportes de lienzo, madera, terracota, papel, cartón, metal, piel, pergamino, yeso y mármol. El método tradicional para limpiar las superficies de las pinturas es disolver o ablandar las películas de barniz de resina natural, sobre-pintura o barniz de resina sintética polimerizada, usando disolventes aromáticos o alcalinos. El disolvente disuelve la sustancia o afloja su enlace adhesivo penetrando la estructura y rompiendo su enlace molecular. Normalmente un barniz de resina natural o acumulación de hollín y grasa se disuelve con un disolvente suave con poca o ninguna penetración en la capa de pintura porque la película disuelta se neutraliza inmediatamente según se convierte en el soluto. Sin embargo, cuando una superficie coloreada se cubre con un barniz reticulado o parcialmente reticulado o capa de pintura, la penetración del disolvente requiere una velocidad sustancial de ataque que significa que debe aumentarse la potencia del disolvente.

Se usa tecnología láser en el campo de la conservación de pinturas, para retirar películas de barniz, sobre-pinturas polimerizadas o capas de gesso de carbonato cálcico (es decir, enlaces metálicos u orgánicos) que cubren y oscurecen películas de pintura al óleo sobre soportes de lienzo, madera, terracota, papel, cartón, metal, piel, pergamino, yeso y mármol. El método tradicional para limpiar las superficies de las pinturas es disolver o ablandar las películas de barniz de resina natural, sobre-pintura o barniz de resina sintética polimerizada, usando disolventes aromáticos o alcalinos. El disolvente disuelve la sustancia o afloja su enlace adhesivo penetrando la estructura y rompiendo su enlace molecular. Normalmente un barniz de resina natural o acumulación de hollín y grasa se disuelve con un disolvente suave con poca o ninguna penetración en la capa de pintura porque la película disuelta se neutraliza inmediatamente según se convierte en el soluto. Sin embargo, cuando una superficie coloreada se cubre con un barniz reticulado o parcialmente reticulado o capa de pintura, la penetración del disolvente requiere una velocidad sustancial de ataque que significa que debe aumentarse la potencia del disolvente.

Todas las superficies coloreadas cubiertas con sobre-pintura o resinas sintéticas polimerizadas están en peligro de disolverse provocando que los pigmentos con menos recubrimiento y propiedades de enlace se desgasten. Esto es cierto para todos los colores de carbono y orgánicos tales como negro, ocre, verde tierra y rojo tierra y similares.

Típicamente cuando se aplica un disolvente a una película polimerizada, la película resiste la disolución. Cuando el disolvente continua penetrando en la película, el material soluble encerrado en la película de pintura tal como triglicéridos de la clase saturada formados a partir de ácidos palmítico y esteárico, empieza difundir hacia fuera de la película. Este lixiviado provoca un estado de hinchamiento según aumenta el volumen de la película y se ablanda. Cuanto más tiempo esté expuesta la película de pintura a la acción química de un disolvente, mayor será la acción de lixiviado. La película de pintura puede no disolverse después de que hayan tenido lugar el lixiviado y el hinchamiento pero es más quebradiza y tiene una disminución de volumen debido al lixiviado. El estado de enlace químico y físico de dichas películas de pintura se debilita permanentemente y más probablemente será susceptible a abrasiones y a pérdidas de pintura en el futuro cuando la capa de barniz usada para sustituir a la limpiada se retire a su vez. Todas las obras maestras de la pintura clásica que se han limpiado en este siglo serán susceptibles a este daño inevitable cuando sea necesario volver a limpiarlas.

Los problemas químicos y físicos que ponen en peligro las películas de pintura cuando se retiran resina natural y barnices sintéticos mediante disolventes

aromáticos se han definido de manera que los conservadores son conscientes de los problemas que rodean a la limpieza de una superficie pintada. Todas las capas de barniz decoloran y amarillean con el tiempo y con ello oscurecen la superficie coloreada. Este problema se agrava cuando la superficie coloreada original se haya sobre-pintado o cubierto con medios que polimerizan o polimerizan parcialmente con la superficie coloreada.

Puede usarse láser para retirar de manera segura el barniz y los adhesivos de sobre-pintura que cubren una superficie de pintura sin poner en peligro la película de pintura oleosa. Esto requiere que la potencia, tiempo de exposición, anchura de pulso, frecuencia, longitud de onda se hayan seleccionado apropiadamente y se ajusten a la incrustación de la superficie de la pintura. En los casos de sobre-pintura, la capacidad del láser para vaporizar los enlaces inorgánicos ha sido técnicamente posible durante muchos años. En el caso de capas de barniz orgánico, la retirada ha sido técnicamente posible durante numerosos años.

Las objeciones al uso de láser se han centrado alrededor de los efectos térmicos acumulativos de la exposición sobre la película de pintura orgánica. Esta objeción es válida cuando se usan efectos puramente calefactores para retirar las capas, y los ensayos satisfactorios para retirar la sobre-pintura y barniz sintético reticulado se realizaron con argón y láseres de rubí a principios de 1978.

La presente invención usa longitudes de onda de infrarrojo, tal como un láser por pulso de Erbio:YAG y se ha demostrado que la aplicación de un láser por pulsos con interacción térmica seleccionada puede retirar satisfactoriamente la sobre-pintura polimerizada y barnices sintéticos así como la incrustación orgánica, adhesivos y barniz de resina natural sin poner en peligro la superficie coloreada. Esto es posible debido a la selección de una longitud de onda y una potencia del láser que permite una penetración mínima y una retirada no térmica selectiva de materiales orgánicos. Las películas de características opacas o semiopacas se retiran de manera segura vaporizando el adhesivo enlazado sin penetrar o calentar la superficie original de la película coloreada. Este control es absolutamente imposible cuando se considera la penetración de disolventes aromáticos y alcalinos. Esto es cierto incluso cuando los disolventes se suspenden en gel debido a que la penetración del disolvente gaseoso que disuelve la resina de barniz o sobre-pintura crea el mismo hinchamiento interno.

Las Patentes de Estados Unidos anteriores que usan láseres para limpiar superficies pueden observarse en la Patente de Boquillon *et al.* N° 5.151.134 para un método y dispositivo para limpiar una superficie con un láser. Un proceso y dispositivo para limpiar contaminantes de una superficie usa un láser para aplicar pulsos de láser a la superficie a limpiar en los que el láser se aplica en pulsos con duración de pulso que no es mayor de 30 nanosegundos. El área en la superficie se pone en contacto con el láser de pulsos y la superficie se limpia en ausencia de un efecto térmico observable y el láser se retira del área en la superficie después de limpiar el área. El proceso retira los contaminantes de una superficie de material seleccionada entre el grupo compuesto por piedra, vidrio, acero, cerámicos, madera, papel y cartón. La Patente de Lovoi *et al.*, N° 4.588.885 es un método de un aparato para la retirada de pintura y similares de un sustrato. Un

método y aparato controla la separación de pintura de un sustrato mediante pulsos de energía radiante de alta intensidad. La Patente de Woodroffe, N° 4.756.765 usa un láser para retirar materiales poco conductores térmicamente, tales como pintura, grasa y cerámicos, de un sustrato por erosión sin dañar el sustrato suministrando al material a retirar pulsos de un rayo láser que tiene una longitud de onda a la que el material a retirar es opaco. La energía láser se usa que es suficiente para erosionar o descomponer el material sin dañar o afectar negativamente al sustrato o su superficie. La Patente de Kumar, N° 5.268.548 es un método para retirar la pintura y otros recubrimientos de estructuras de sustratos grandes y pequeñas incluyendo aplicar la superficie de la estructura un compuesto capaz de acoplarse con una radiación de microondas en un intervalo de microondas para provocar la pirólisis de la pintura. A partir del documento US 5 637 245 se conoce un método para limpiar la superficie de equipos usando un láser. Se proporciona una barrera láser a una superficie a limpiar antes de que impacte con la luz de un láser para evitar la degradación en forma de oxidación de la superficie. La luz del láser provoca material residual sobre la superficie a retirar mientras que la capa de barrera asegura que la energía de la luz del láser se distribuye uniformemente. Además, la capa de barrera de acuerdo con este documento protege la superficie del oxígeno para evitar de esta manera la oxidación de la superficie.

Los siguientes artículos están relacionados también con la limpieza de superficies usando láseres. En Applied Optics, Volumen 34, N° 21, 20 de julio 1995, un artículo de Katherine Liu y Elsa Garmire analiza la retirada de pintura usando láseres como vía práctica para retirar grafitis de las paredes de edificios. Se ensaya una gran variedad de láseres y el artículo sugiere un láser Q-switched Nd:YAG como el medio más eficaz para retirar el grafiti y la pintura no deseada. Un artículo subtítulo "Lasers for Art's Sake!" en Optics & Photonics News de mayo de 1995, de Costas Fotakis analiza el uso de tecnología láser moderna para mejorar la conservación y diagnósticos no-destructivos y análisis de composición de las pinturas. En particular, se indican los láseres Excimer como herramienta prometedoras para la limpieza de superficie de pinturas, limpieza de materiales de soportales como lienzo, papel o madera y recuperación de pinturas originales de sobre-pinturas. La técnica se basa en la retirada controlable de capas superficiales por fotoerosión. En la NASA Tech Briefs de abril de 1996, titulada "Atomic Oxygen Removes Varnish and Lacquer From Old Paintings" se sugiere un proceso de plasma seco relativamente no destructivo para retirar recubrimientos protectores de barniz y/o laca de pinturas antiguas. En un artículo en Optics & Laser Technology, Vol 27, N° 1, 1995 de M.I. Cooper, D.C. Emmony, y J. Larson titulado "Characterization of laser cleaning of limestone", se describe una limpieza precisa de una escultura de piedra caliza contaminada mediante un láser Q-switched Nd:YAG. En Electronic Engineering Times of Monday, 14 de agosto de 1995, Issue 861, un artículo analiza el uso de un láser en la limpieza de artículos y soportes usando un láser Excimer para limpiar monedas romanas y placas metálicas. Estos artículos anteriores indican un interés en el uso de láseres para limpiar diversos tipos de obras de arte incluyendo pinturas al óleo.

La presente invención es un proceso para mejorar

la limpieza de una superficie pintada usando un láser en la retirada de películas de barniz, sobre-pintura polimerizada, adhesivos, capas de gesso de carbonato cálcico y similares que cubren y oscurecen una pintura, películas con laca o pátina sobre soportes de lienzo, madera, cartón, papel, piel, pergamino, metales, terracota, mármol y piedra. Las mejoras resultan de la selección de un láser con una longitud de onda y potencia predeterminadas para permitir la penetración mínima usada en combinación con la presencia de un radical OH en el sustrato a retirar o que se aplica primero a un área de la superficie antes de la aplicación de energía láser a la pintura recubierta, superficie con laca o pátina y en algunos casos el uso de un agente de limpieza para retirar los materiales sueltos del área recubierta tratada con láser.

Sumario de la invención

Un método para retirar contaminantes de una superficie pintada con laca o pátina de una obra de arte que usa un láser por pulsos que tiene una longitud de onda de entre 2,3 y 3,3 μm , o entre 5,5 o 6,5 μm , tal como un Er:YAG que tiene una longitud de onda de 2,94 μm , Er:YAG YSG, o un láser por pulsos de fluoruro de hidrógeno, para estimular la presencia de un enlace (o radical) de OH contenido en la capa de película contaminante o introducido en la película contaminada con un agente que contiene OH aplicado con un cepillo, paño de algodón o pulverizador. Los ejemplos de contaminantes a retirar incluyen barniz de resina natural de cadena corta, resinas sintéticas, polímeros de cadena larga y adhesivos, tanto naturales como sintéticos y sales inorgánicas, tanto de halógenos como de metales y todos los compuestos que combinan con un radical OH. La superficie a retirar se cubre con una cubierta de vidrio deslizando y se expone a la energía láser. La energía láser interacciona con el grupo OH o radical OH presente en el contaminante.

La reacción de la energía láser con el radical OH deposita el material de película contaminada sobre la cubierta de vidrio deslizando. Los contaminantes que permanecen sobre la superficie de la pintura pueden retirarse después mediante un escalpelo o un paño de algodón usando un agente humectante.

La presente invención es un proceso para mejorar la limpieza de superficie pintadas con laca y/o pátina mediante la retirada de películas contaminantes tales como películas de barniz, sobre-pintura polimerizada y capas de gesso de carbonato cálcico que cubren y oscurecen la superficie pintada. El proceso incluye seleccionar un agente que contiene un enlace o radical OH tal como agua destilada, alcohol incluyendo alcohol isopropílico, acetona y etanol para usar en la limpieza de una superficie pintada. El agente que contiene OH seleccionado se aplica a un área superficial predeterminada de una obra de arte a limpiar. Un láser seleccionado de una longitud de onda predeterminada entre 2,3 y 3,3 μm o 5,5 y 6,5 μm , tal como el láser Erbio:YAG que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2,94 μm y que dirige la energía láser sobre el área de la superficie pintada donde el radical OH está presente a un nivel de energía predeterminado para un número seleccionado de pulsos de láser. Los materiales sueltos por la energía del láser interaccionan con el radical OH y se retiran después como material seco o con un agente humectante.

Descripción de la realización preferida

El presente método para limpiar obras de arte por

retirada de contaminantes de una superficie pintada con laca o patina usando un láser por pulsos, tal como un láser Erbio:YAG para aplicar energía láser sobre una superficie contaminada sobre la obra de arte que tiene un enlace OH o radical OH en la superficie contaminada. Se ha descubierto que es especialmente eficaz en la conservación de pinturas para retirar películas de barniz, sobre-pintura polimerizada y capas de *gesso* de carbonato cálcico tal como enlaces metálicos y orgánicos, que cubren y oscurecen el óleo, témpera, colores al agua o películas de pintura de laca sobre soportes de lienzo, madera, terracota, papel, cartón, pergamino, cuero, metal, mármol y piedra. Un láser que tiene una longitud de onda de 2,3 a 3,3 μm o de 5,5 a 6,5 μm , tal como un láser Erbio:YAG que tiene una longitud de onda de 2,94 μm . Otros láser que trabajan dentro de estos intervalos pueden incluir un láser de cloruro de hidrógeno por pulsos o Er:YAG YSGG. El método se anticipa para sustituir y mejorar la limpieza de películas de pintura o pátina respecto al que se usaba en la técnica antecedente en el que se han usado disolventes aromáticos o alcalinos para limpiar la superficie de la obra de arte. La superficie de la obra de arte seleccionada tal como una superficie de una pintura con laca o pátina tiene una primera aplicación de un agente seleccionado que tiene un radical OH aplicado al mismo, seguido del impacto de la energía láser de una longitud de onda predeterminada a un nivel de energía predeterminado al área recubierta con el agente. El proceso incluye seleccionar una obra de arte tal como una pintura al óleo, para limpiar y después seleccionar un agente que tiene un radical OH para usarlo en la limpieza de la obra de arte tal como agua destilada y alcoholes incluyendo alcohol isopropílico y etanol y amoníaco. Un enlace OH y un grupo OH y un radical OH se usan en este documento para referirse a un átomo de oxígeno y un átomo de hidrógeno que juntos actúan como una unidad y forman una parte de una molécula. El agente se selecciona para que sea absorbente en la película contaminada sobre la superficie de la pintura no siendo fácilmente absorbente en la pintura y se aplica a la superficie de la pintura, en forma de neblina fina, aplicación con un paño o cepillado suave. Una vez que el agente aplicado ha penetrado la película contaminada, un láser por pulsos en el infrarrojo medio, tal como un láser Erbio:YAG, que tiene una longitud de onda de 2,94 μm se coloca para dirigir los pulsos de energía láser directamente sobre la superficie de la pintura. Un número predeterminado de pulsos de nivel de energía seleccionado de energía láser se aplica a la superficie de la película contaminada cubriendo la pintura y posteriormente se retira el material suelto. La película contaminada se erosiona de la superficie sin dañar la superficie de la pintura. Los materiales que no se erosionan se ablandan y se retiran fácilmente limpiándolos con un disolvente o con un escalpelo.

La superficie a retirar se cubre con una cubierta de vidrio deslizante antes de exponerlo a la energía láser. La reacción de la energía láser con el grupo OH deposita el material de película contaminada sobre la cubierta de vidrio deslizante. Los contaminantes que permanecen sobre la superficie de la pintura pueden retirarse después mediante un escalpelo o con un paño de algodón usando un agente humectante. Típicamente, se ha descubierto que los pulsos de energía que tienen un nivel de energía de 9 mJ por pulso a 28 mJ por pulso son eficaces sobre una superficie pintada usan-

do 250 a 2.000 pulsos sobre un área de un centímetro cuadrado.

El proceso se ha usado para retirar de barniz de resina natural de cadena corta, resinas sintéticas, polímeros de cadena larga y adhesivos, tanto naturales como sintéticos y sales inorgánicas, de halógenos y metales y todos los compuestos que combinan o absorben el agente que tiene un radical OH. Un láser Er:YAG ha retirado de manera segura depósitos de grasa, hollín, barniz y sobre-pintura adhesiva de las superficies pintadas originales cuando estos materiales se exponen a una combinación de un láser a la longitud de onda y niveles de energía predeterminados y tienen un radical OH en su interior.

La aplicación de agua destilada alcohol, glicol y amoníaco provoca la interacción que hace subir los materiales a la superficie de la obra de arte. El suministro preferido del rayo láser a la obra de arte es con guíasondas de vidrio hueco o un brazo articulado, aunque puede usarse cualquier otro sistema de suministro deseado sin alejarse del espíritu y alcance de la invención. Por ejemplo, puede usarse un suministro por rayo de fibra poniendo la obra de arte a una distancia de punto focal respecto al pulso de rayo donde el pulso se emite desde la fibra. El proceso utiliza una mesa de laboratorio con mordaza de sujeción estando situada la obra de arte encima de la mesa o sobre un caballete o pared. La obra de arte se cubre con una cubierta de vidrio después de haber aplicado un agente que tiene un radical OH a la misma a la superficie de obra de arte a limpiar. La limpieza satisfactoria sin dañar la superficie de la pintura se ha conseguido a una velocidad de pulso de 10 Hz y un nivel de energía de 10,5 mJ aumentado en aproximadamente 60% a 5 Hz a 17 mJ. La superficie a retirar se prepara humedeciendo el área a exponer con el agente y se cubre con una cubierta de vidrio. La erosión eficaz de la película a retirar se determina mediante la presencia de radicales OH del agente, es decir agua o alcohol, en la película cuando se estimula mediante pulsos láser. La interacción con la luz láser ocurre a 2,940 μm con el láser Er:YAG. La técnica usada para retirar el material superficial depende de la sustancia de la película contaminada. Por ejemplo, la retirada de copos o placas de papel se consigue humedeciendo el área a la que se han aplicado los pulsos, aplicando la energía láser, y retirando la película con un escalpelo.

Ejemplo 1

Un lienzo al óleo del siglo 19 que no nunca se había barnizado y que estaba cubierto con hollín adherido de manera reticulada a la pintura al óleo. Un área de 1 cm se humedece ligeramente con amoníaco y se cubre con una placa de vidrio y se expone con un láser Er:YAG a 42 mJ con pulsos a una velocidad de repetición de 5 Hz sobre el área de 1 cm² durante 330 pulsos. Esto produjo resultados excelentes en la retirada del hollín que cubría la pintura al óleo.

Ejemplo 2

Una témpera del siglo 15 sobre panel de madera está cubierta con una capa gruesa decolorada de goma laca, hollín y cera de vela. Un área de 1 cm² se recubre ligeramente con alcohol y se cubre con una cubierta de vidrio. Un solo paso de un láser Er:YAG con 625 pulsos a aproximadamente 10 mJ por pulso limpia la capa decolorada.

Ejemplo 3

Una pintura al óleo sobre lienzo del siglo 17 tiene el anverso del lienzo cubierto con una capa gruesa de

adhesivo soluble en agua. Se trata una pulgada cuadrada con alcohol y después un único paso de 190 pulsos desde un láser Er:YAG con una salida de 12,5 mJ por pulso a la salida retira la capa quebradiza gruesa de adhesivo soluble en agua.

Ejemplo 4

Una pintura al óleo sobre cartón, de aproximadamente 1895, está cubierta con una capa oscura de hollín y barniz decolorado. Un área de 1 cm² se pre-trata con alcohol y 250 pulsos de un láser Er:YAG, a 12,5 mJ por pulso en la salida de láser para retirar el recubrimiento de la capa oscura de hollín y barniz decolorado.

Ejemplo 5

Una litografía de tinta sobre papel del siglo 19 está cubierta con manchas de cinta engomada y cinta adhesiva. Un área de una pulgada cuadrada de la tinta se pre-trata con agua destilada y tiene 575 pulsos a 12,5 mJ por pulso de energía láser desde un láser Er:YAG se impacta contra la misma seguido de un segundo paso del láser de 440 pulsos para retirar satisfactoriamente el pegamento.

Ejemplo 6

Un bosquejo sobre papel ondulado tiene manchas de agua a lo largo del borde y se empapa ligeramente con alcohol sobre el área manchada y se impacta con rayo láser de 440 pulsos a 10 Hz desde un láser Er:YAG que produce 10 mJ por pulso. Esto va seguido de tratamiento con alcohol isopropílico para retirar las manchas de agua.

Ejemplo 7

Un óleo sobre panel de madera del siglo 16 está cubierto con un residuo de una sobre-pintura coloreada al óleo del siglo 19. Un área se pre-trata con alcohol isopropílico y se cubre con una cubierta de vidrio. Noventa pulsos desde un láser Er:YAG a 16 mJ por pulso a 10 Hz retira la capa superior de sobre-pintura.

Ejemplo 8

Una pintura al óleo sobre lienzo del siglo 15 tiene un área de una pulgada cuadrada recubierta con etanol y cubierta con una cubierta de vidrio. 340 pulsos a 13 mJ por pulso de la energía láser de un láser Er:YAG se impacta a 10 Hz. Después se aplica etanol a la superficie para retirar el hollín bajo la superficie original.

Ejemplo 9

Una pintura al óleo sobre lienzo tiene un área de un 1/2" pulgada cuadrada pre-tratada con agua destilada y cubierta de vidrio y después una energía láser desde un láser Er:YAG a 13 mJ por pulso aplicada a una velocidad de 10 Hz durante 1200 pulsos. El área se empapa una segunda vez con agua destilada y el segundo paso es el láser a 890 pulsos a 10 Hz y se aplica agua destilada para limpiar uniformemente la superficie sin causar abrasión.

Ejemplo 10

Una pintura al óleo sobre lienzo del siglo 15 tiene un área de 1,5 pulgadas cuadradas pre-tratada con alcohol etílico y se cubre con una cubierta de vidrio y tiene un láser Er:YAG dirigido durante 772 pulsos a 10 Hz con un nivel de energía de salida de aproximadamente 10 mJ por pulso. El área se limpia después con alcohol etílico.

Debe aclararse en este momento que se ha proporcionado un proceso para limpiar una obra de arte y especialmente un proceso para utilizar un láser infrarrojo en combinación con agentes seleccionadas que tienen radical OH con cualquier contaminante que pueda absorber el agente que tiene el radical OH y para retirar los contaminantes que incluyen películas de barniz, sobre-pintura y capas de *gesso* y similares. Sin embargo, debe aclararse que la presente invención no se limita a las formas mostradas que deben considerarse como ilustrativas en lugar de restrictivas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para limpiar una superficie pintada, con pátina o laca de una obra de arte, que comprende las etapas de

- seleccionar un agente que tiene un grupo OH para usar en la limpieza de la superficie de una obra de arte,

- aplicar dicho agente seleccionado a un área superficial predeterminada de una obra de arte a limpiar,

- seleccionar un láser de longitud de onda predeterminada que interaccione selectivamente con un grupo OH que tiene una longitud de onda entre $2,3 \mu\text{m}$ y $3,3 \mu\text{m}$ o entre $5,5 \mu\text{m}$ y $6,5 \mu\text{m}$,

- dirigir la energía láser desde dicho láser seleccionado a un nivel de energía predeterminado sobre el área superficial de una obra de arte que tiene el agente seleccionado aplicado sobre la misma, limpiándose el área de una superficie de una obra de arte.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que incluye la etapa de retirar el material suelto de dicha área superficial predeterminada después de la aplicación de la energía láser al mismo.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2 en el que la etapa de retirar el material suelto de dicha área superficial predeterminada incluye aplicar un disolvente seleccionado al área superficial de una obra de arte después de la aplicación de energía láser a la misma.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de selección de un agente incluye seleccionar agua destilada.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que incluye la etapa de cubrir una porción de la obra de arte con una cubierta de vidrio antes de dirigir la energía láser sobre la superficie de la obra de arte.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de selección de un agente incluye seleccionar alcohol.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6 en el que la etapa de selección de un agente incluye seleccionar alcohol isopropílico.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 6 en el que la etapa de selección de un agente incluye seleccionar amoníaco.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 6 en el que la etapa de selección de un agente incluye seleccionar etanol.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación

1 en el que la etapa de selección de un láser incluye seleccionar un láser Er:YAG.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de selección de un láser incluye seleccionar un láser de fluoruro de hidrógeno por pulsos.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de dirigir la energía láser desde dicho láser seleccionado a un nivel de energía predeterminado sobre el área superficial de una obra de arte incluye seleccionar un láser Er:YAG y dirigir la energía láser de 9 mJ/pulso a 100 mJ/pulso sobre el área de una obra de arte que tiene el agente seleccionado aplicado sobre la misma.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de retirar el material suelto de dicha área superficial predeterminada incluye aplicar agua destilada al área superficial de una superficie pintada después de la aplicación de energía al mismo.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de retirar el material suelto de dicha área superficial predeterminada incluye aplicar un alcohol al área superficial de una superficie pintada después de la aplicación de energía láser a la misma.

15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14 en el que la etapa de retirar el material suelto de dicha área superficial predeterminada incluye aplicar alcohol isopropílico al área superficial de una superficie pintada después de la aplicación de energía láser a la misma.

16. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que incluye acoplar dicho láser seleccionado a un guíaondas de vidrio hueco para suministrar la energía láser a la superficie de un trozo de una obra de arte.

17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16 que incluye la etapa de acoplar dicho láser seleccionado a un brazo articulado.

18. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de aplicar dicho agente seleccionado a una superficie incluye aplicar dicho agente seleccionado en forma de niebla.

19. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de aplicar dicho agente seleccionado a una superficie incluye aplicar dicho agente seleccionado con un cepillo.

20. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la etapa de aplicar dicho agente seleccionado a una superficie incluye aplicar dicho agente seleccionado en un paño de algodón.