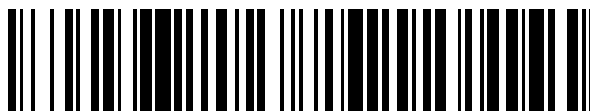


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 056**

51 Int. Cl.:

C23C 16/453 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
C23C 16/40 (2006.01)
C03C 17/00 (2006.01)
C03C 17/245 (2006.01)
F23D 14/12 (2006.01)
F23D 14/14 (2006.01)
F23D 14/56 (2006.01)
F23D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2010 E 10190212 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2319955**

54 Título: **Quemador de deposición por combustión remota y/o métodos relacionados**

30 Prioridad:

10.11.2009 US 591168

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

06.07.2018

73 Titular/es:

**GUARDIAN GLASS, LLC (100.0%)
2300 Harmon Road
Auburn Hills, MI 48326, US**

72 Inventor/es:

MCLEAN, DAVID D.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 675 056 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

Quemador de deposición por combustión remota y/o métodos relacionados

5 **Campo de la invención**

Determinadas formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención se refieren a la deposición de revestimientos de películas delgada sobre sustratos por medio de una deposición por combustión remota. Más en concreto, determinadas formas de realización a modo de ejemplo se refieren a un diseño de quemador que posibilita que un precursor se suministre junto con una corriente de gas portador a la zona de reacción externa a o remota con respecto a la llama o llamas. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, un dispositivo de distribución proporciona un flujo, al menos inicialmente, sustancialmente laminar de una corriente gaseosa que comprende el precursor y el gas portador, que es, en última instancia, sustancialmente uniforme de un lado a otro de la zona de revestimiento.

15 **Antecedentes y sumario de formas de realización a modo de ejemplo de la invención**

La concentración de reactivo, la temperatura y el tiempo de residencia son unos factores conocidos que impulsan reacciones químicas. Los procesos de deposición química en estado de vapor por combustión (CVD por combustión, *combustion chemical vapor deposition*) no son diferentes. La importancia de estos factores y sus parámetros de proceso de control ha sido bien documentada.

La deposición química en estado de vapor por combustión (CVD por combustión) es una técnica relativamente nueva para el crecimiento de revestimientos. La CVD por combustión se describe, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. con n.º 5.652.021; 5.858.465; y 6.013.318.

Convencionalmente, en la CVD por combustión, los precursores se disuelven en un disolvente inflamable y la solución se suministra al quemador en donde la misma se enciende para dar una llama. Tales precursores se pueden encontrar en estado de vapor o de líquido y alimentarse a una llama autosostenida o usarse como la fuente de combustible. Se apreciará que, cuando se usen con una llama autosostenida, puede que se requiera, o no, un disolvente. A continuación, un sustrato se pasa por debajo de la llama para depositar un revestimiento.

Hay varias ventajas de la CVD por combustión frente a las técnicas de deposición pirolítica tradicionales (tales como CVD, pulverización y sol-gel, etc.). Una ventaja es que la energía que se requiere para la deposición es proporcionada por la llama. Un beneficio de esta característica es que, por lo general, no es necesario que el sustrato se caliente a las temperaturas que se requieren para activar la conversión del precursor en el material depositado (por ejemplo, un óxido de metal). Asimismo, por lo general no se requiere una etapa de curado (que se requiere, por lo general, para las técnicas de pulverización y de sol-gel). Otra ventaja es que las técnicas de CVD por combustión no necesariamente requieren precursores volátiles. Si una solución del precursor se puede atomizar/nebulizar lo suficiente (por ejemplo, para producir gotitas y/o partículas de un tamaño lo suficientemente pequeño), la solución atomizada se comportará, en esencia, como un gas y se puede transferir a la llama sin requerir una presión de vapor apreciable a partir del precursor de interés.

Los procesos de CVD por combustión convencionales implican pasar un material precursor directamente a través de la totalidad de la longitud de la llama mediante la inserción del mismo en la corriente de gas de combustión antes de quemarse. En algunas técnicas convencionales, se usa una solución de precursor/disolvente como la fuente de combustible. El perfil de tiempos de residencia y de temperatura que es experimentado por el precursor es controlado por las condiciones de combustión y/o la distancia de quemador a sustrato. Desafortunadamente, no obstante, estos mecanismos de control pueden ser bastante limitados, dependiendo de la aplicación particular.

Se apreciará que se pueden usar técnicas de deposición por combustión para depositar revestimientos de óxido de metal (por ejemplo, revestimientos antirreflectantes de una única capa) sobre sustratos de vidrio, por ejemplo, para alterar las propiedades ópticas de los sustratos de vidrio (por ejemplo, para aumentar la transmisión visible). Para este fin, técnicas de deposición por combustión convencionales fueron usadas por el inventor de la presente solicitud para depositar una película antirreflectante (AR) de una única capa de óxido de silicio (por ejemplo, de SiO₂ o de otra estequiometría adecuada). El intento tenía por objetivo lograr un aumento en la transmisión de luz en el espectro visible (por ejemplo, unas longitudes de onda de aproximadamente 400 - 700 nm) frente a un vidrio flotado transparente con una aplicación de la película sobre uno o ambos lados. El vidrio flotado transparente que se usa en conexión con la descripción en el presente documento es un vidrio de bajo contenido de hierro que se conoce como "Extra Claro", que tiene una transmisión visible por lo general en el intervalo de un 90,3 % a aproximadamente un 91,0 %. Por supuesto, los ejemplos que se describen en el presente documento no se limitan a este tipo particular de vidrio, o cualquier vidrio con esta transmisión visible particular.

El trabajo de desarrollo de deposición por combustión se realizó usando un quemador lineal convencional con 465 orificios que están distribuidos de manera uniforme en 3 filas a lo largo de un área de 0,5 cm por 31 cm (155 orificios por fila). A modo de ejemplo, y sin limitación, la figura 1a muestra un quemador lineal típico, y la figura 1b es una

vista ampliada de los orificios en el quemador lineal típico de la figura 1a. Tal como es convencional, el quemador lineal se puede aprovisionar de combustible por medio de un gas de combustión premezclado que comprende propano y aire. Por supuesto, es posible usar otros gases de combustión tales como, por ejemplo, gas natural, butano, etc. La ventana operativa convencional para el quemador lineal implica unos caudales de aire de entre
5 aproximadamente 150 y 300 litros estándar por minuto (SLM, *standard liters per minute*), usando unas relaciones de aire con respecto a propano de aproximadamente 15 a 25. Los revestimientos satisfactorios requieren controlar la distancia de quemador a hoja de vidrio a entre aproximadamente 10 - 50 mm se usa cuando un quemador lineal.

Las condiciones de proceso típicas para unas películas satisfactorias hacían uso de un flujo de aire de quemador de
10 aproximadamente 225 SLM, una relación de aire con respecto a propano de aproximadamente 19, cuatro pasadas del sustrato de un lado a otro del quemador, una distancia de quemador a hoja de vidrio de 35 mm, y una velocidad de sustrato de vidrio de aproximadamente 50 mm/s.

La figura 2 es una vista simplificada de un aparato 200 que incluye un quemador lineal que se usa para llevar a cabo
15 una deposición por combustión. Un gas de combustión 202 (por ejemplo, un gas de combustión de propano y aire) se introduce en el aparato 200, al igual que lo es un precursor 204 adecuado (por ejemplo, por medio del mecanismo de inserción 206, ejemplos de los cuales se analizan con mayor detalle en lo sucesivo). Dentro del aparato 200 tienen lugar una nebulización de precursor (208) y una evaporación, al menos parcial, de precursor (210). El precursor también se podría haber suministrado como un vapor que reduce o que incluso elimina la necesidad de
20 nebulización. Se puede pensar en la llama 18 como que incluye múltiples áreas. Tales áreas se corresponden con el área de reacción química 212 (por ejemplo, en donde pueden tener lugar una reducción, una oxidación, y/o similares), el área de nucleación 214, el área de coagulación 216 y el área de aglomeración 218. Por supuesto, se apreciará que tales áreas a modo de ejemplo no son discretas y que uno o más de los procesos anteriores puede comenzar, continuar y/o terminar por la totalidad de una o más de las otras áreas.

Comienza a formarse materia particulada dentro de la llama 18 y se mueve hacia abajo hacia la superficie 26 del
25 sustrato 22 que se va a revestir, dando como resultado el crecimiento de película 220. Tal como se apreciará a partir de la figura 2, el material quemado comprende un material no vaporizado (por ejemplo, materia particulada), que también se encuentra, al menos parcialmente, en forma de partículas cuando entra en contacto con el sustrato 22. Para depositar el revestimiento, el sustrato 22 puede ser movido (por ejemplo, en la dirección del vector de
30 velocidad). Por supuesto, se apreciará que la presente invención no se limita a vector de velocidad particular alguno, y que otras formas de realización a modo de ejemplo pueden implicar el uso de múltiples aparatos 200 para revestir diferentes porciones del sustrato 22, pueden implicar mover un único aparato 200 al tiempo que se mantiene el sustrato en una posición fija, etc. La llama 18 se encuentra a aproximadamente 10 - 50 mm con respecto a la
35 superficie 26 del sustrato 22 que se va a revestir.

Desafortunadamente, el flujo de calor que se produce durante una deposición por combustión crea un aumento
40 significativo en la temperatura de sustrato. Asimismo, se suministra calor a un área más pequeña (por ejemplo, en comparación con los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo que se describen en lo sucesivo) dando lugar a unos gradientes de temperatura mucho más grandes. Además, la temperatura de sustrato aumenta con unas distancias de quemador a hoja de vidrio más pequeñas y números crecientes de pasadas. Por ejemplo, usando las condiciones de proceso que se han identificado en lo que antecede, se halló que el lado posterior del sustrato alcanzó una temperatura de 162 °C. Esto equivale a una estimación lineal de la tasa de
45 subida de temperatura de 71 °C/quemador/m/min.

Los valores extremos de temperatura de sustrato y el gradiente térmico resultante que es experimentado por el vidrio
50 durante la deposición conducen a cambios de tensión en el vidrio. Este fenómeno, a su vez, ha dado como resultado una fractura de vidrio espontánea durante el revestimiento, en el enfriamiento de post-revestimiento, y/o en la deposición subsiguiente de la misma película sobre el lado opuesto de la hoja de vidrio. Adicionalmente, el vidrio experimenta un arqueamiento, lo que conduce, en última instancia, a problemas de uniformidad de revestimiento.

Por lo tanto, se apreciará que existe una necesidad en la técnica de unas técnicas de deposición por combustión
55 que superen una o más de estas y/u otras desventajas, y/o de unas técnicas mejoradas para depositar revestimientos de óxido de metal (revestimientos antirreflectantes de una única capa) sobre sustratos de vidrio por medio de deposición por combustión.

Recientemente, se han centrado esfuerzos en la investigación de diseños alternativos de quemador. Estos esfuerzos
60 han conducido a la exploración de los quemadores de infrarrojos y no lineales (por ejemplo, bidimensionales) que son producidos por Maxon Corporation. Un ejemplo de un diseño de quemador de IR se divulga en la solicitud de EE. UU., en trámite junto con la presente y de cesión común, con n.º de serie 12/000.784, presentada el 17 de diciembre de 2007.

Algunas técnicas usan un dispositivo de deposición por combustión en el que el precursor se suministra
65 independientemente de la llama. Este enfoque se describe en, por ejemplo, la publicación de EE. UU. con n.º 2005/0061036. No obstante, estos productos parecen implicar unos diseños de quemador sustancialmente diferentes y también parecen estar limitados a la deposición de preformas ópticas. Los esfuerzos actuales de CCVD

- remota (R-CCVD, *remote CCVD*), tales como los realizados por Innovent, por ejemplo, tienen por objetivo un mayor control sobre las condiciones de reacción mediante el suministro del precursor externamente con respecto a la llama. El diseño propuesto de determinadas formas de realización a modo de ejemplo (que se describen con mayor detalle en lo sucesivo) mejora este enfoque mediante la utilización de la tecnología de quemador de IR. Esto prevé
- 5 una zona de reacción sustancialmente menos turbulenta, lo que puede proporcionar una uniformidad de revestimiento y una repetibilidad mejoradas. Dentro de un quemador de IR, la combustión tiene lugar principalmente dentro de la carcasa del quemador antes de que los gases de combustión salgan de la placa frontal refractaria. Adicionalmente, los quemadores de IR del tipo que se describe en el presente documento consumen menos combustible y suministran calor a lo largo de un área sustancialmente más plana que los quemadores “de cinta”
- 10 lineales convencionales. El caudal sustancialmente más bajo de gases de combustión por unidad de área y la placa frontal refractaria prevén unas condiciones sustancialmente menos turbulentas en la salida del quemador, lo que puede prever una zona de reacción más controlable, lo que conduce a una uniformidad de revestimiento y una repetibilidad de deposición mejoradas. Adicionalmente, la placa frontal refractaria también sirve como un límite superior para el gas portador que contiene precursor, que se inserta entre la placa frontal y el vidrio. Esto tiene el efecto de controlar la turbulencia de los gases dentro de la zona de reacción, lo que conduce a un mayor control. También puede ser posible “afinar” las longitudes de onda primarias de la radiación de IR que se emite a partir de la placa frontal refractaria para favorecer determinadas condiciones de reacción a través del control de las condiciones de combustión. En efecto, la energía de IR que se emite a partir de la placa frontal refractaria puede ser suficiente para promover la reacción de precursor y el crecimiento de película. Por supuesto, el uso de un quemador de IR
- 15 también puede transmitir alguna o la totalidad de las ventajas que se describen en la solicitud de EE. UU. con n.º de serie 12/000.784. Los problemas que se han descrito en lo que antecede se pueden solucionar por medio de un sistema y un método de acuerdo con la materia objeto de las reivindicaciones independientes de la presente solicitud.
- 25 En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, un gas combustible y una fuente de oxígeno se seleccionan y se mezclan entre sí para formar una mezcla de gas de combustión. Al menos una porción de la mezcla de gas de combustión se usa en la formación del revestimiento. Se selecciona un precursor de tal modo que al menos una porción de los productos de combustión forman un revestimiento con unas propiedades deseadas. El precursor se introduce en la corriente de gas de combustión para formar una mezcla de reactivo. Usando al menos
- 30 un quemador de infrarrojos, al menos una porción de la mezcla de reactivo se hace reaccionar por medio de combustión para formar productos de reacción, con al menos una porción de los productos de reacción comprendiendo un material no vaporizado.
- En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se proporciona un método de aplicación de un revestimiento a un sustrato usando una deposición por combustión. Se proporciona un sustrato que tiene al menos una superficie que se va a revestir. Se selecciona un reactivo (y, de forma opcional, un medio portador), y si se selecciona un medio portador, el reactivo y el medio portador se mezclan entre sí para formar una mezcla de reactivo, con el reactivo siendo seleccionado de tal modo que al menos una porción del reactivo forma el revestimiento. Se introduce un precursor que se va a quemar con el reactivo (o la mezcla de reactivo), con el precursor incluyendo silicio. Usando al menos un quemador de infrarrojos, al menos una porción del reactivo (o la mezcla de reactivo) y el precursor se queman para formar un material quemado. El sustrato se proporciona en un área de tal modo que el sustrato se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato. El revestimiento depositado comprende óxido de silicio. El revestimiento aumenta la transmisión visible del sustrato de vidrio en al menos aproximadamente un 1,7 %.
- 35 40 45
- En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se proporciona un método de aplicación de un revestimiento a un sustrato usando una deposición por combustión. Se proporciona un sustrato que tiene al menos una superficie que se va a revestir. Se selecciona un reactivo (y, de forma opcional, un medio portador), y se selecciona si un medio portador, y el reactivo y el medio portador se mezclan entre sí para formar una mezcla de reactivo, con el reactivo siendo seleccionado de tal modo que al menos una porción del reactivo forma el revestimiento. Se introduce un precursor que se va a quemar con el reactivo (o la mezcla de reactivo), con el precursor incluyendo silicio. Por medio de la radiación de IR a partir de una fuente de radiación de IR, teniendo la radiación de IR una longitud de onda de aproximadamente 2,5 - 3,5 μm que se distribuye de una forma sustancialmente bidimensional, al menos una porción del reactivo (o la mezcla de reactivo) y el precursor se queman para formar un material quemado, comprendiendo el material quemado un material no vaporizado. El sustrato de vidrio se proporciona en un área aproximadamente a 2 - 5 mm con respecto a la fuente de radiación de IR de tal modo que el sustrato de vidrio se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento de una forma sustancialmente uniforme, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato de vidrio. El revestimiento es sustancialmente uniforme.
- 50 55 60
- En determinadas implementaciones a modo de ejemplo, la temperatura de sustrato se calienta a una temperatura más baja que la de la CVD convencional y/o una llama de temperatura más baja se usa para quemar el material que se va a quemar. En determinadas implementaciones a modo de ejemplo, el revestimiento se puede aplicar de una forma sustancialmente uniforme (por ejemplo, de un lado a otro en dos dimensiones), según se mide por las variaciones en el espesor del revestimiento (por ejemplo, sin que las variaciones superen aproximadamente un $\pm 10\%$) y/o las variaciones en la ganancia de transmisión visible (por ejemplo, sin que las variaciones o bien en la
- 65

transmisión en porcentaje o bien en la ganancia de transmisión en porcentaje superen aproximadamente un $\pm 0,5\%$).

5 Además de estas formas de realización a modo de ejemplo, el inventor de la presente solicitud también ha sido capaz de crear un quemador de deposición por combustión remota en el que el precursor se suministra junto con una corriente de gas portador a la zona de reacción externa con respecto a la llama. En resumen, un dispositivo de distribución que se proporciona en conexión con determinadas configuraciones de quemador a modo de ejemplo proporciona un flujo, al menos inicialmente, sustancialmente laminar de una corriente gaseosa que comprende el precursor y el gas portador, que es, en última instancia, sustancialmente uniforme de un lado a otro de la zona de revestimiento. Por lo tanto, determinadas formas de realización a modo de ejemplo logran al menos algunos de los beneficios de la deposición con quemador de infrarrojos (IR) que se describe en el presente documento, así como ventajas más específicas para el uso de técnicas de deposición por combustión remota que incluyen, por ejemplo, un flujo de calor reducido al sustrato, un consumo de combustible reducido, un posible control de reacción potenciado y la capacidad de usar unos precursores sensibles a la humedad/al oxígeno para depositar revestimientos (debido a que un precursor se puede suministrar en un gas portador inerte), y/o similares.

20 En determinadas formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención, se proporciona un sistema de deposición por combustión remota para su uso en la deposición, por deposición por combustión, de un revestimiento sobre un sustrato. Un quemador de infrarrojos (IR) está configurado para generar una energía radiante en un área entre el quemador y el sustrato. Un dispositivo de suministro está configurado para proporcionar una corriente que comprende un precursor sustancialmente vaporizado y un gas portador a partir de una ubicación que es remota con respecto a la energía radiante que es generada por el quemador de IR. El dispositivo de suministro está configurado adicionalmente para dar lugar a que la corriente fluya entre el sustrato y el quemador de IR. Durante el funcionamiento, la corriente es sustancialmente laminar cuando sale del dispositivo de suministro y, durante el funcionamiento, la energía radiante es suficiente para dar lugar a que el precursor en la corriente se queme y caliente el sustrato para permitir que al menos una porción del precursor quemado forme el revestimiento, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato.

30 En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se proporciona un método de formación de un revestimiento sobre un sustrato de vidrio usando una deposición por combustión. Se proporciona un sustrato de vidrio que tiene al menos una superficie que se va a revestir. Se proporciona al menos un quemador de infrarrojos (IR). Se proporciona un flujo sustancialmente laminar de una corriente gaseosa que comprende un precursor y un gas portador, proporcionándose la corriente, al menos inicialmente, de forma remota con respecto al quemador de IR. Se da lugar a que la corriente pase entre el sustrato y el al menos un quemador de IR. Usando el al menos un quemador de IR, al menos una porción del precursor en la corriente se quema para formar un material quemado, con el material quemado comprendiendo un material no vaporizado. El sustrato de vidrio se proporciona en un área de tal modo que el sustrato de vidrio se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato de vidrio.

40 Determinadas formas de realización a modo de ejemplo también se refieren a métodos de fabricación de artículos revestidos de acuerdo con estas y/u otras implementaciones a modo de ejemplo.

Las características, los aspectos, las ventajas y las formas de realización a modo de ejemplo que se describen en el presente documento se pueden combinar para lograr aún otras formas de realización.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras características y ventajas se pueden entender mejor y más completamente por referencia a la siguiente descripción detallada de algunas formas de realización ilustrativas a modo de ejemplo junto con los dibujos, de los cuales:

- la figura 1a muestra un quemador lineal típico;
- la figura 1b es una vista ampliada de los orificios en el quemador lineal típico de la figura 1a;
- la figura 2 es una vista simplificada de un aparato que incluye un quemador lineal que se usa para llevar a cabo una deposición por combustión;
- la figura 3 muestra un módulo de quemador de IR típico que se puede usar para llevar a cabo una deposición por combustión de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo;
- la figura 4 es una vista simplificada de un aparato mejorado que incluye un quemador de infrarrojos que se usa para llevar a cabo una deposición por combustión de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo;
- la figura 5 es un diagrama de flujo ilustrativo que ilustra un proceso para aplicar un revestimiento antirreflectante de una única capa a un sustrato de vidrio usando una deposición por combustión usando un quemador de infrarrojos de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo;
- la figura 6 es una vista simplificada de un aparato de deposición por combustión remota de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo; y
- la figura 7 es una vista simplificada de otro aparato de deposición por combustión remota de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo.

Descripción detallada de formas de realización a modo de ejemplo de la invención

En determinadas formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención, se proporciona un método de formación de un revestimiento sobre un sustrato de vidrio usando una deposición por combustión. Se proporciona un sustrato de vidrio que tiene al menos una superficie que se va a revestir. Se seleccionan un reactivo y un medio portador opcional, y el reactivo y el medio portador se mezclan entre sí para formar una mezcla de reactivo. El reactivo se selecciona de tal modo que al menos una porción del reactivo se usa en la formación del revestimiento. Se introduce un precursor que se va a quemar con la mezcla de reactivo. Usando al menos un quemador de infrarrojos, al menos una porción de la mezcla de reactivo y el precursor se queman para formar un material quemado, con el material quemado comprendiendo un material no vaporizado. El sustrato de vidrio se proporciona en un área de tal modo que el sustrato de vidrio se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato de vidrio. El revestimiento se puede aplicar de una forma sustancialmente uniforme (por ejemplo, de un lado a otro en dos dimensiones), según se mide por variaciones en el espesor del revestimiento y/o variaciones en otras propiedades de revestimiento (por ejemplo, la densidad, el índice de refracción, etc.). En el caso de la deposición de un revestimiento de SLAR que comprende óxido de silicio, el revestimiento puede aumentar la transmisión visible del sustrato de vidrio en al menos aproximadamente un 1,7 %.

En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, un gas combustible y una fuente de oxígeno se seleccionan y se mezclan entre sí para formar una mezcla de gas de combustión. Al menos una porción de la mezcla de gas de combustión se usa en la formación del revestimiento. Se selecciona un precursor de tal modo que al menos una porción de los productos de combustión forman un revestimiento con unas propiedades deseadas. El precursor se introduce en la corriente de gas de combustión para formar una mezcla de reactivo. Usando al menos un quemador de infrarrojos, al menos una porción de la mezcla de reactivo se hace reaccionar por medio de combustión para formar productos de reacción, con al menos una porción de los productos de reacción comprendiendo un material no vaporizado.

Tal como se ha hecho notar en lo que antecede, sería ventajoso depositar revestimientos antirreflectantes (AR) de una única capa sobre sustratos de vidrio, por ejemplo, para aumentar la transmisión visible de los sustratos de vidrio que mitigan una o más de las anteriores y/u otras desventajas que están asociadas con las técnicas de deposición por combustión convencionales. Por lo tanto, determinadas formas de realización a modo de ejemplo implementan un tipo alternativo de quemador como en una gestión de calentamiento durante la deposición de revestimientos en el proceso de deposición por combustión en conjunto. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el quemador alternativo es un quemador de infrarrojos (IR). Por ejemplo, un quemador de IR fabricado por Maxon Corporation bajo el nombre comercial RadMax (Tipo 13) se puede usar en conexión con determinadas formas de realización a modo de ejemplo.

El quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo opera con muy poca llama visible, y a veces incluso sin llama visible alguna en absoluto en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, debido a que la mayor parte del proceso de combustión tiene lugar dentro de la carcasa del quemador por encima de la placa frontal refractaria. El quemador irradia una radiación de longitud de onda de infrarrojos a partir de la placa frontal de quemador que se calienta por medio del proceso de combustión. Se apreciará que, a medida que aumenta la temperatura superficial del calentador, disminuye la longitud de onda de la energía radiante que se genera. Para aumentar la eficiencia a partir del calentador de calor radiante, se puede usar una longitud de onda de infrarrojos que será absorbida por el producto que se va a calentar.

Más exactamente, el quemador de IR desplaza la emisión de radiación hacia la región de IR. El proceso de combustión calienta la superficie de placa frontal que emite IR como una función de la temperatura. En general, cuanto más caliente esté la placa frontal, más corta será la longitud de onda. El intervalo de longitudes de onda posibles se extiende de aproximadamente 2 μm a aproximadamente 11 μm y, más en concreto, de aproximadamente 2,5 - 3,5 μm . Esto se corresponde con un intervalo de temperatura superficial de emisor de aproximadamente 500 °C - 900 °C. En general, la longitud de onda se selecciona sobre la base de la absorción de los materiales que se van a calentar. Por ejemplo, un primer intervalo para las longitudes de onda de infrarrojos que tiende a ser más fácilmente absorbida por el agua incluye una radiación de aproximadamente 5,3 - 7 μm que se corresponde con un intervalo de temperatura superficial de emisor de aproximadamente 140 - 270 °C. Un segundo intervalo es de aproximadamente 2,55 - 2,9 μm que se corresponde con un intervalo de temperatura superficial de emisor de aproximadamente 720 - 870 °C. Por supuesto, se apreciará que las longitudes de onda y/o las temperaturas superficiales de emisor se pueden ajustar, por ejemplo, dependiendo de los reactivos, soluciones, precursores, etc., con el fin de aumentar la eficiencia del proceso de revestimiento.

El quemador de IR comprende una placa frontal de cerámica o de metal sinterizado. Las ventajas que están asociadas con el uso de una placa frontal de cerámica o de metal sinterizado se describen con mayor detalle en lo sucesivo. En general, se ha hallado que los quemadores de IR distribuyen el calor a lo largo de un área mucho más grande que la de los quemadores lineales. Por ejemplo, el quemador de IR Maxon que se ha identificado en lo que antecede ha sido un área de combustión operativa de 7,7 cm de anchura por 37,7 cm de longitud. Por lo tanto, la deposición tiene lugar de una forma sustancialmente bidimensional, lo que se puede contraponer a los cm de

anchura x 30 cm de longitud. A pesar de que el número de filas de los orificios que se usan en un quemador lineal se podría aumentar, en teoría, para proporcionar una deposición más bidimensional, probablemente la cantidad de calor que se introduce en el sustrato sería demasiado alta y, por lo tanto, determinados sustratos no sobrevivirían al proceso de revestimiento (por ejemplo, si el tamaño de orificio se mantiene y las filas se amplían, entonces se tendría que aumentar el caudal para mantener la llama y evitar el retorno de la llama, lo que conduciría a unas temperaturas de sustrato más altas; y si el tamaño de orificio se disminuye a medida que aumentan las filas de tal modo que el área de flujo total permanece aproximadamente constante, entonces el caudal se podría mantener igual y las características de la llama se pueden comenzar a aproximar a la de un quemador de IR a pesar de que el quemador dejaría de ser lineal). Con esta configuración a modo de ejemplo particular, dos o más módulos de quemador de IR se pueden usar de forma simultánea para adaptar las limitaciones del sistema de control de la unidad de tren de gas particular, por ejemplo, en términos del caudal de gas de combustión en conjunto. No obstante, se apreciará que la presente invención no está limitada de este modo. En efecto, se podría configurar un tren de gas que posibilitase los caudales de uso de tal modo que se pudiera usar cualquier número razonable de quemadores o de diseños de quemador. Por lo tanto, a modo de ejemplo, y sin limitación, un único módulo de quemador de IR puede tener una anchura de aproximadamente 1,5 - 3,7 m en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, reduciendo de ese modo la necesidad de múltiples módulos de quemador de IR.

Similar a los quemadores lineales convencionales, el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo también usa un gas de combustión premezclado (por ejemplo, que comprende propano y aire). No obstante, la cantidad de combustible que se requiere para operar con éxito el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo es más baja que el quemador lineal convencional. En particular, la ventana operativa estable para el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo implica unos caudales de aire preferiblemente de aproximadamente 100 - 350 SLM y más preferiblemente aproximadamente 125 - 325 SLM. De forma similar, las relaciones de aire con respecto a propano preferibles son de aproximadamente 15 - 35 y más preferiblemente 20 - 30.

Las películas de óxido de silicio (por ejemplo, de SiO_2 o de otra estequiometría adecuada) realizadas con el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo pueden usar el precursor hexametildisiloxano (HMDSO). Se pueden usar otros precursores, tales como tetraetilortosilicato (TEOS), tetracloruro de silicio (por ejemplo, SiCl_4 u otra estequiometría adecuada), y similares. Por supuesto, se apreciará que se pueden usar otros precursores de óxido de metal, por ejemplo, debido a que la invención no se limita a la deposición de películas de dióxido de silicio.

De forma ventajosa, los revestimientos satisfactorios con el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo se pueden proporcionar usando unas distancias de quemador a hoja de vidrio mucho más pequeñas que las de muchos quemadores lineales convencionales (por ejemplo, a pesar de que se ha intentado, con los quemadores lineales, el uso de unas separaciones de quemador a sustrato más pequeñas para depositar revestimientos, a estas distancias con determinados sustratos (por ejemplo, sustratos de vidrio), las temperaturas incluso más altas y los gradientes de temperatura más grandes que están implicados a estas distancias son problemáticos). Las distancias que se usan en conexión con el quemador de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo preferiblemente se encuentran dentro del intervalo de aproximadamente 1 - 7 mm y más preferiblemente aproximadamente 2 - 5 mm. También es ventajoso que el flujo de calor que se produce durante el revestimiento sea mucho más bajo con el quemador de IR. Se apreciará que la distancia de quemador a hoja de vidrio incide sobre las películas. Por ejemplo, unas distancias de quemador a hoja de vidrio más grandes dan como resultado la generación de polvo en lugar de películas.

En un ejemplo, las condiciones de proceso para producir con éxito películas usando dos quemadores de IR implicaron de forma simultánea un flujo de aire de quemador de 175 SLM, una relación de aire con respecto a propano de 24, cuatro pasadas (con dos quemadores por pasada), una distancia de quemador a hoja de vidrio de 3 mm, y una velocidad de sustrato de vidrio de 50 mm/s, con una concentración de HMDSO de un 0,018 %.

Usando estas condiciones de proceso, el lado posterior del sustrato alcanzó una temperatura de solo 111 °C. Esto equivale a una estimación lineal de la tasa de subida de temperatura de 16,5 °C/quemador/m/min que, nominalmente, es un 25 % de la tasa de subida que se observa con el quemador lineal. Por consiguiente, hay también un flujo de calor reducido correspondiente por unidad de área. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el quemador de IR se puede afinar de tal modo que se reduce el tamaño de la llama visible y los gradientes térmicos son, en general, evidentes solo por variaciones visibles en la densidad de gas.

Usando las técnicas que se han descrito en lo que antecede, el material quemado que se forma sobre el sustrato de vidrio (de forma o bien directa o bien indirecta) comprende al menos algo de materia particulada. Es decir, al menos algo del material quemado que se va a depositar sobre la superficie del sustrato es un material no vaporizado. La presencia de algo de materia particulada se detectó mediante la medición del valor de turbiedad del vidrio antes y después de cepillar el sustrato de vidrio. Adicionalmente, algo de materia particulada está incrustada en la película. Se apreciará que se pueden reducir la cantidad y la distribución de tamaño de la materia particulada que choca con el sustrato, por ejemplo, mediante la reducción de la concentración de precursor en la llama. No obstante, también se debería apreciar que este proceso sería demasiado lento para fines de fabricación práctica. Por lo tanto, en

determinadas formas de realización a modo de ejemplo, siguiendo la deposición del material sobre el sustrato, el sustrato se puede cepillar y/o lavar en un proceso de limpieza para reducir la materia particulada que se forma sobre el sustrato que no es continua con la película.

5 Tal como se ha hecho notar en lo que antecede, es ventajoso el uso de una placa frontal de cerámica o de metal sinterizado en conexión con los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo. Por ejemplo, el uso de una placa frontal de cerámica o de metal sinterizado en conexión con los quemadores de IR
10 posibilita que el revestimiento se proporcione en una distribución sustancialmente uniforme, por ejemplo, en dos dimensiones sobre el sustrato de vidrio. La uniformidad de la distribución se puede medir, por ejemplo, en términos de la uniformidad del espesor y/o la transmisión visible. Preferiblemente, el espesor del revestimiento variará en no más de aproximadamente un $\pm 15\%$, más preferiblemente en no más de aproximadamente un $\pm 10\%$, y aún más preferiblemente en no más de aproximadamente un $\pm 5\%$. Para los revestimientos ópticos, preferiblemente, la transmisión visible variará en no más de un $\pm 2\%$, más preferiblemente en no más de aproximadamente un $\pm 1\%$, y aún más preferiblemente en no más de aproximadamente un $\pm 0,5\%$.

15 En términos del espesor real del revestimiento depositado, la mayor parte de los revestimientos de AR de una única capa ópticos depositados de óxido de silicio se encontrarán dentro del intervalo de aproximadamente 80 - 120 nm. Más preferiblemente, la mayor parte de los revestimientos que se depositan serán de aproximadamente 100 nm de espesor. Por supuesto, hay muchos otros materiales que se pueden usar para revestimientos para aplicaciones de
20 producto similares y/o para otras aplicaciones de producto. Las formas de realización a modo de ejemplo que se describen en el presente documento se pueden usar para reforzar la transmisión visible preferiblemente en aproximadamente un 1,7%, más preferiblemente en aproximadamente un 2,5%, y aún más preferiblemente en al menos aproximadamente un 3,0%. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, los revestimientos se pueden aplicar a uno o ambos lados del sustrato de vidrio. Por lo tanto, la provisión de revestimientos que transmiten unas ganancias de transmisión visible de un 3,0% a ambos lados de un sustrato de vidrio flotado transparente con una transmisión visible de base de aproximadamente un 91% puede, de forma ventajosa, dar
25 como resultado una transmisión visible total de aproximadamente un 97%. Por supuesto, la presente invención no se limita al revestimiento de doble cara, el uso en conexión con un vidrio flotado transparente, o la ganancia de transmisión visible de un 3,0% del revestimiento, o películas de dióxido de silicio.

30 Determinadas formas de realización a modo de ejemplo también pueden proporcionar unas características de AR potenciadas mediante la reducción del índice de refracción del revestimiento de dióxido de silicio, por ejemplo, con el fin de crear una película vaciada a través de la introducción de más aire. Por lo general, el dióxido de silicio a granel tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,45 - 1,50. Determinadas formas de realización a modo de
35 ejemplo pueden reducir el índice de refracción de las películas a aproximadamente 1,40, más preferiblemente a aproximadamente 1,35 - 1,38, y aún más preferiblemente a aproximadamente 1,30 - 1,33 o incluso más bajo.

La figura 3 muestra un módulo de quemador de IR típico que se puede usar para llevar a cabo una deposición por
40 combustión de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo. La figura 4 es una vista simplificada de un aparato mejorado 200' que incluye un quemador de infrarrojos que se usa para llevar a cabo una deposición por combustión de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo. El aparato mejorado 200' que se muestra en la figura 4 es similar al aparato 200' que se muestra en la figura 2, excepto en que el aparato mejorado 200' incluye un quemador de IR (por ejemplo, uno o más de los módulos de quemador de IR que se muestran en la figura 3). Por lo tanto, la energía radiante 18' realiza el revestimiento, y se reduce la existencia de una llama visible. La
45 superficie 26 del sustrato 22 que se va a revestir está ubicada mucho más cerca del aparato. Por ejemplo, en la figura 4, la superficie 26 del sustrato 22 que se va a revestir está ubicada a solo aproximadamente 2 - 5 mm con respecto al aparato. Por consiguiente, las etapas de reacción 210 - 218 tienen lugar dentro de una distancia mucho más pequeña. Adicionalmente, el aparato mejorado 200' está configurado para proporcionar un área de revestimiento sustancialmente bidimensional, que es sustancialmente uniforme.

50 La figura 5 es un diagrama de flujo ilustrativo que ilustra un proceso para aplicar un revestimiento antirreflectante de una única capa a un sustrato de vidrio usando una deposición por combustión usando un quemador de infrarrojos de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo. En la etapa S50, se proporciona un sustrato (por ejemplo, un sustrato de vidrio) que tiene al menos una superficie que se va a revestir. Un reactivo y un medio portador se seleccionan y se mezclan entre sí para formar una mezcla de reactivo en la etapa S52. El reactivo se selecciona de tal modo que al menos una porción del reactivo forma el revestimiento. En la etapa S54 se introduce un precursor que se va a quemar con la mezcla de reactivo. En la etapa S56, al menos una porción de la mezcla de reactivo y el precursor se queman usando un quemador de IR, formando de ese modo un material quemado. Los precursores se pueden introducir mediante un número de medios. Por ejemplo, los precursores se pueden introducir en un estado
60 de vapor por medio de un borboteador u otro dispositivo de vaporización, como gotitas de partículas grandes por medio de un inyector, y/o como gotitas de partículas pequeñas por medio de un nebulizador. El material quemado comprende un material no vaporizado (por ejemplo, al menos algo de materia particulada). En la etapa S58, el sustrato se proporciona en un área de tal modo que el sustrato se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento sobre el sustrato. El revestimiento se puede formar de forma o bien directa o bien
65 indirecta sobre el sustrato. De forma opcional, en una etapa que no se muestra, también se puede revestir la

superficie opuesta del sustrato. También de forma opcional, el sustrato se puede cepillar y/o lavar, por ejemplo, para retirar la materia particulada en exceso que se deposita sobre el mismo.

5 Las técnicas a modo de ejemplo que se describen en el presente documento son ventajosas por varias razones. Por ejemplo, los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo reducen las temperaturas de sustrato durante la deposición, lo que conduce a una cantidad reducida de cambios en la tensión del vidrio, y/o una propensión reducida del vidrio a romperse durante la deposición y/o en el procesamiento de post-revestimiento. Tal como se ha hecho alusión en lo que antecede, demasiado calor puede conducir a una rotura y/o deformación del sustrato de vidrio (por ejemplo, dando lugar a que el sustrato de vidrio se deforme de una forma convexa hacia arriba o cóncava hacia abajo), que es causada en parte por las tensiones residuales que quedan en el vidrio. De una manera similar, el flujo de calor a partir de los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo se puede distribuir de un lado a otro de un área mucho más grande, reduciendo de ese modo los gradientes térmicos que conducen a una fractura de vidrio inducida por tensión. Adicionalmente, determinadas formas de realización a modo de ejemplo proporcionan la capacidad de aumentar la separación del efecto de la temperatura de sustrato a partir del proceso de combustión sobre los procesos de crecimiento de película en la superficie del sustrato. La reducción del acoplamiento de la temperatura de sustrato para el proceso de reactor de combustión, a su vez, puede proporcionar una capacidad mejorada para el control de proceso y también puede dar como resultado un desempeño de película menos variable.

20 Además, debido a que los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo requieren menos combustible, se pueden reducir los costes de uso de combustible. También se pueden reducir los costes de enfriamiento de vidrio de post-deposición (por ejemplo, debido a que el sustrato no se vuelve tan caliente, debido a que se pierden menos sustratos debido a la rotura y/o deformación, etc.). Las llamas que son producidas por los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo tienden a ser más uniformes que con el quemador lineal, tal como se observa por la cantidad reducida de movimiento visible en la zona de combustión. Por último, los quemadores de IR de determinadas formas de realización a modo de ejemplo se pueden someter más fácilmente a tareas de mantenimiento debido a que el diseño prevé un desmontaje y una limpieza sencillos. Se apreciará que, a menudo, la susceptibilidad de mantenimiento es un componente del diseño de quemador para la susceptibilidad de fabricación de las aplicaciones de revestimiento por deposición por combustión.

30 Tal como se ha indicado en lo que antecede, el inventor de la presente solicitud también ha sido capaz de crear un quemador de deposición por combustión remota en el que el precursor se suministra junto con una corriente de gas portador a la zona de reacción externa con respecto a la llama. En efecto, determinadas formas de realización a modo de ejemplo se refieren a la deposición de revestimientos de películas delgadas (por ejemplo, revestimientos de películas delgadas de metal, de óxido de metal, y/o de otros) usando un quemador de infrarrojos (IR) en conexión con la deposición por combustión remota. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el material precursor se pasa entre el quemador de IR y el sustrato, a partir de una fuente y a lo largo de una trayectoria que, al menos inicialmente, es remota con respecto a cualesquiera llamas o fuentes de energía radiante. Por lo tanto, el precursor no se alimenta al quemador en una corriente de reactivo premezclado. En su lugar, en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el precursor se suministra a la zona de reacción en una corriente de gas portador a partir de una fuente a lo largo de una trayectoria que, al menos inicialmente, es externa con respecto a la llama y en un área en las proximidades de una energía radiante de IR que es causada por el quemador de IR.

45 En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el precursor se puede suministrar en un estado de vapor en una corriente de gas portador inerte. Un ejemplo de un gas portador inerte típico es el nitrógeno, a pesar de que se puede usar cualquier gas inerte. Por supuesto, un gas no inerte tal como, por ejemplo, oxígeno, también se puede usar en conexión con determinadas formas de realización a modo de ejemplo. En cualquier caso, una corriente gaseosa que comprende el precursor y el gas portador se puede pasar a través de un dispositivo de distribución que, a su vez, puede usar un efecto sobre la base del principio de Bernoulli tal como, por ejemplo, el efecto Coanda, para producir un flujo sustancialmente laminar de gas de un lado a otro de la superficie del sustrato de vidrio.

50 En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, puede que el precursor no se vaporice completamente y, por lo tanto, en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el mismo puede incluir al menos algo de materia particulada. El precursor se puede vaporizar, al menos parcialmente, usando cualquier mecanismo apropiado incluyendo, por ejemplo, un nebulizador, un borboteador, etc.

60 Se apreciará que el flujo sustancialmente laminar existirá cuando la corriente gaseosa que comprende el precursor y el gas portador sale del dispositivo de distribución. Tal como es sabido, un flujo laminar (al que también se hace referencia a veces como flujo aerodinámico) se refiere a un flujo "suave" (como opuesto a turbulento) que tiene lugar, en general, cuando un fluido fluye en capas paralelas, sin interrupción alguna entre las capas. Se apreciará que el flujo de la corriente gaseosa se volverá "menos laminar" cuando el mismo sale del dispositivo de distribución y se mueve de un lado a otro de la superficie del sustrato que se va a revestir. A pesar de esta "dispersión" de la corriente gaseosa, determinadas formas de realización a modo de ejemplo pueden prevenir un flujo sustancialmente uniforme al menos de un lado a otro de la zona de revestimiento. Un flujo sustancialmente uniforme es ventajoso, ya que un flujo no uniforme puede dar lugar a que se formen estrías en el revestimiento o patrones de rayas.

Se ha hallado que el nivel de tolerancia para la uniformidad de la corriente gaseosa de un lado a otro de la zona de revestimiento varía sobre la base del material que se va a revestir, el caudal, etc. No obstante, un flujo que es, al menos en un 80 %, uniforme será, en general, aceptable. Un flujo que es, en un 85 %, uniforme es más ventajoso, y un flujo que es, en un 90 %, uniforme es todavía más ventajoso. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, dependiendo de las condiciones, es posible lograr un flujo que es, en un 95 % (o más), uniforme, lo que es aún más ventajoso.

En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se puede proporcionar un elemento de deflexión con el fin de ayudar a controlar el flujo de un lado a otro de la región entre el quemador y el vidrio. Tal elemento de deflexión se puede proporcionar adyacente al dispositivo de distribución. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, tal elemento de deflexión se puede proporcionar, además o como alternativa, en las proximidades del elemento de deflexión y/o en torno a la zona de revestimiento. Por ejemplo, la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 7 incluye un primer y un segundo deflectores 702a y 702b en torno a la zona de combustión, por ejemplo, sobre los lados exteriores de la llama o energía radiante 18'. Estos deflectores 702a y 702b pueden reducir la incidencia del entorno externo sobre el flujo de gas a partir del dispositivo de distribución 602 y/o reducir la probabilidad de otras perturbaciones que podrían crear irregularidades en el flujo a partir del dispositivo de distribución 602. Los mismos también pueden servir como refractarios del calor.

En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se puede dar lugar a que el dispositivo de distribución o una porción del mismo (por ejemplo, tal como una boquilla de salida, etc.) oscile, por ejemplo, en direcciones laterales. Esto puede a veces ayudar a reducir la probabilidad de que se formen estrías.

Las técnicas de deposición por combustión remota que se divulgan en el presente documento pueden producir materia particulada en determinadas implementaciones a modo de ejemplo. Al menos algo de esta materia particulada se puede incorporar en el revestimiento. Dicho de otra forma, en determinadas implementaciones a modo de ejemplo, se puede usar una mezcla de vapor y materia particulada en la formación del revestimiento. Se ha hallado que este es el caso, por ejemplo, con los revestimientos de óxido de titanio (por ejemplo, de TiO_2 o de otra estequiometría adecuada) y óxido de silicio (por ejemplo, de SiO_2 o de otra estequiometría adecuada).

La figura 6 es una vista simplificada de un sistema de deposición por combustión remota 600 de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo. El aparato de deposición por combustión remota 600 es similar al aparato 200' que se muestra en la figura 4. No obstante, el sistema 600 incluye un dispositivo de distribución 602. Este dispositivo de distribución 602 proporciona el flujo sustancialmente laminar de la corriente gaseosa 604, que comprende el precursor y el gas portador. Tal como se apreciará a partir de la figura 6, la corriente gaseosa 604 se proporciona a partir de una fuente y a lo largo de una trayectoria que, al menos inicialmente, es remota con respecto a la llama o energía radiante 18'. En efecto, la corriente gaseosa 604 se proporciona entre la "llama" y la superficie 26 del sustrato 22 que se va a revestir.

La forma de realización a modo de ejemplo de la figura 6 muestra un precursor opcional 204 y un mecanismo de inserción 206. No obstante, debido a que el precursor se suministra principalmente a través del dispositivo de distribución 602 en la forma de realización a modo de ejemplo de deposición por combustión remota de la figura 6, puede que no se use el mecanismo de inserción de precursor 206 (y/o el precursor correspondiente que se va a suministrar). En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, puede que no se proporcionen en absoluto el mecanismo de inserción 206 y la estructura circundante.

Además, las características de la zona de reacción de precursor en la figura 6 (por ejemplo, por debajo de la cara del quemador y en las proximidades de la energía radiante 18') pueden ser diferentes de las de las zonas de reacción de precursor en la figura 2 y la figura 4. Por ejemplo, la zona de reacción en la figura 6 puede ser más corta y más ancha, debido a que la corriente gaseosa se proporciona más cerca del sustrato y a partir de una fuente y a lo largo de una trayectoria que, al menos inicialmente, es remota con respecto a la llama o energía radiante 18' en la forma de realización a modo de ejemplo de la figura 6. También pueden ser diferentes la ubicación del área de reacción química (por ejemplo, en donde pueden tener lugar una reducción, una oxidación, y/o similares), el área de nucleación, el área de coagulación y el área de aglomeración. Por supuesto, se apreciará que se pueden proporcionar más o menos llamas o fuentes de energía radiante en conexión con diferentes formas de realización de la presente invención, lo que puede ayudar a definir más o menos zonas de reacción. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, las llamas o las fuentes de energía radiante pueden formar una única llama o frente de energía radiante y, en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, la corriente gaseosa que comprende el gas portador y el precursor se puede proporcionar entre esta única llama o frente de energía radiante y el sustrato de vidrio.

El dispositivo de distribución 602 en sí mismo puede ser cualquier dispositivo capaz de producir, al menos inicialmente, un flujo sustancialmente laminar de la corriente gaseosa 604 que comprende el precursor y el gas portador. Por ejemplo, en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el dispositivo de distribución 602 puede ser una cuchilla de aire similar a los que se hallan en las "máquinas de revestimiento con cuchilla de aire" que se usan, por lo general, para revestimientos líquidos. Black Clawson Limited and Peer Paper Machines Pvt. Ltd. proporciona unas máquinas de revestimiento con cuchilla de aire que incluyen unas cuchillas de aire similares a las

que se pueden usar en conexión con algunas formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención. Las cuchillas de aire en estos sistemas ayudan a suavizar la superficie de revestimientos líquidos aplicados para lograr un producto final más uniforme. Tal como es sabido, una cuchilla de aire es una herramienta que se usa a menudo para retirar líquido o residuos, por soplado, de productos que se desplazan sobre transportadores. La
5 cuchilla opera, por lo general, como una película sustancialmente uniforme y de alta intensidad de flujo de aire sustancialmente laminar. Un dispositivo de cuchilla de aire incluye, por lo general, una cámara de aire presurizado que contiene una serie de orificios o ranuras continuas a través de las cuales sale el aire presurizado en un patrón de flujo sustancialmente laminar. Por supuesto, se apreciará que el caudal puede depender, por ejemplo, del material precursor, las características deseadas del revestimiento final, la temperatura de la llama, etc.

10 Se apreciará que el dispositivo de distribución 602 puede ser un dispositivo que incluye un colector de distribución con una salida de ranura para el precursor y el gas portador, con la condición de que un dispositivo de este tipo pueda generar un flujo sustancialmente laminar y pueda soportar el calor que se irradia a partir del quemador o quemadores. Asimismo, tal como se ha indicado en lo que antecede, el dispositivo de distribución 602 puede ser
15 estacionario o el mismo puede ser móvil en diferentes implementaciones a modo de ejemplo. En algunas implementaciones a modo de ejemplo en donde el dispositivo de distribución 602 es móvil, el mismo puede, por ejemplo, tener un movimiento alternativo, rotar, oscilar, etc.

20 La forma de realización a modo de ejemplo de la figura 6 muestra el dispositivo de distribución 602 siendo proporcionado en un borde del aparato. No obstante, se apreciará que el dispositivo de distribución 602 se puede proporcionar aguas arriba o aguas abajo del quemador o quemadores debido a que el sustrato se mueve a lo largo de una línea de montaje en diferentes formas de realización de la presente invención. Además, en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, el dispositivo de distribución 602 se puede proporcionar entre dos quemadores adyacentes, con la condición de que la corriente gaseosa que incluye el precursor y el gas portador se
25 proporcione, al menos inicialmente, en un flujo sustancialmente laminar entre el quemador o quemadores y el sustrato que se va a revestir.

Determinadas formas de realización a modo de ejemplo de deposición por combustión remota pueden usar parámetros y/o condiciones de proceso que son los mismos que o similares a los que se han especificado en lo que
30 antecede con respecto a las formas de realización de una deposición por combustión de quemador de IR no remota. Por ejemplo, el caudal al exterior del quemador de IR puede ser el mismo que o similar al anterior. No obstante, se apreciará que el caudal se puede reducir por debajo de los intervalos que se especifican en determinadas formas de realización a modo de ejemplo, por ejemplo, a 75 - 125 SLM en determinadas formas de realización a modo de
35 ejemplo. Bajar el caudal puede ser ventajoso ya que esto puede reducir la incidencia potencial sobre la corriente que comprende el precursor y el gas portador. En determinadas formas de realización a modo de ejemplo, se proporciona una relación de aire con respecto a propano de 21 - 30, más preferiblemente 25 - 28. La distancia entre la cara del quemador de IR y el sustrato en determinadas formas de realización a modo de ejemplo puede ser de 2 - 20 mm, más preferiblemente de 5 - 10 mm.

40 Además de alguna o la totalidad de las ventajas que se han descrito en lo que antecede que están asociadas con las otras técnicas de deposición por combustión remota a modo de ejemplo que se presentan en el presente documento, las formas de realización a modo de ejemplo de deposición por combustión remota pueden proporcionar beneficios adicionales. Por ejemplo, las formas de realización a modo de ejemplo de deposición por combustión remota pueden dar como resultado una reducción del flujo de calor en las proximidades de, o recibido por, el
45 sustrato. Como otro ejemplo, se puede reducir el consumo de combustible. Como otro ejemplo más, las formas de realización a modo de ejemplo de deposición por combustión remota pueden prever un control de reacción potenciado y/o la capacidad de usar unos precursores sensibles a la humedad y/o al oxígeno en la deposición de revestimientos, debido a que un precursor de este tipo se puede suministrar en o junto con un gas portador inerte.

50 Se apreciará que, a pesar de que una capa o revestimiento se encuentra "sobre" o "soportado por" un sustrato (de forma directa o indirecta), se pueden proporcionar otra capa o capas entre los mismos. Por lo tanto, por ejemplo, se puede considerar que un revestimiento se encuentra "sobre" y "soportado por" el sustrato incluso si se proporcionan otra capa o capas entre el crecimiento y el sustrato. Además, determinados crecimientos o capas de un revestimiento se pueden retirar en determinadas formas de realización, mientras que otros se pueden añadir en
55 otras formas de realización de la presente invención sin apartarse del espíritu global de determinadas formas de realización de la presente invención.

Se apreciará que las técnicas que se describen en el presente documento se pueden aplicar a diversos metales y óxidos de metal, y que la presente invención no se limita a tipo particular alguno de precursor y/o deposición de
60 metal/óxido de metal. Por ejemplo, se pueden depositar óxidos de los metales de transición y lantánidos tales como, por ejemplo, Y, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, La, Ce, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Ru, Co, Ir, Ni, Cu, y metales y metaloides de los grupos principales tales como, por ejemplo, Zn, Cd, B, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Sb y Bi, y mezclas de los mismos, todos ellos, usando las técnicas de determinadas formas de realización a modo de ejemplo. Como otro ejemplo, también se pueden depositar estaño y plata metálica usando las técnicas que se describen en el presente
65 documento.

- Se apreciará que la lista anterior se proporciona a modo de ejemplo. Por ejemplo, los óxidos de metal que se han identificado en lo que antecede se proporcionan a modo de ejemplo. Se puede producir cualquier estequiometría adecuada similar a los óxidos de metal que se han identificado en lo que antecede. Adicionalmente, s pueden depositar otros óxidos de metal, se pueden usar otros precursores en conexión con estas y/u otras deposiciones de
- 5 óxido de metal, las técnicas de suministro de precursor se pueden alterar, y/o pueden ser posibles otros usos potenciales de tales revestimientos. Lo que es más, se pueden usar los mismos o diferentes precursores para depositar los mismos o diferentes óxidos de metal para un revestimiento de matriz de óxido de metal y/o nanopartículas incrustadas.
- 10 Asimismo, se apreciará que las técnicas de las formas de realización a modo de ejemplo que se describen en el presente documento se pueden aplicar a diversos productos. Es decir, potencialmente diversos productos pueden usar las películas de AR a las que se ha hecho alusión en lo que antecede (por ejemplo, usando las mismas o diferentes condiciones de proceso) y/u otras películas de AR, dependiendo en parte del nivel de ganancia de transmisión que se obtiene. Tales productos potenciales incluyen, por ejemplo, fotovoltaicos, de invernadero,
- 15 deportivos y de iluminación para carretera, puertas de chimeneas y de hornos, vidrio para marcos de fotografías, etc. También se pueden producir productos no de AR. Por ejemplo, se pueden depositar o tratarse térmicamente películas de TiO_2 para producir la fase cristalina de anatasa que, por lo general, es fotocatalítica y se puede usar, por ejemplo, en productos y/o aplicaciones de “vidrio de bajo mantenimiento”.
- 20 Las formas de realización a modo de ejemplo que se describen en el presente documento también se pueden usar en conexión con otros tipos de revestimientos de múltiples capas (por ejemplo, AR de múltiples capas). A modo de ejemplo, y sin limitación, se pueden seleccionar múltiples reactivos y/o precursores para proporcionar revestimientos que comprenden múltiples capas.
- 25 A pesar de que la invención se ha descrito en conexión con la que en la actualidad se considera que es la forma de realización más práctica y preferida, se ha de entender que la invención no se ha de limitar a la forma de realización divulgada sino que, por el contrario, se tiene por objetivo que cubra diversas modificaciones y disposiciones equivalentes que están incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de deposición por combustión remota (600, 700) para su uso en la deposición, mediante deposición por combustión, de un revestimiento (220) sobre un sustrato (22), que comprende:
- 5 un quemador de infrarrojos (IR) que está configurado para generar una energía radiante (18') en un área entre el quemador y el sustrato (22); y
un dispositivo de distribución (602), en donde el dispositivo de distribución está dispuesto externamente con respecto al quemador, configurado para proporcionar una corriente (604) que comprende un precursor vaporizado y un gas portador a partir de una ubicación que es remota con respecto a la energía radiante que es generada por el quemador de IR, estando configurado adicionalmente el dispositivo de distribución (602) para dar lugar a que la corriente (604) fluya en paralelo con respecto al sustrato (22) entre el sustrato (22) y el quemador de IR, en donde, durante el funcionamiento, la corriente (604) es laminar cuando sale del dispositivo de distribución (602), y
10 en donde, durante el funcionamiento, la energía radiante (18') es suficiente para dar lugar a que el precursor en la corriente (604) se queme y caliente el sustrato (22) para permitir que al menos una porción del precursor quemado forme el revestimiento (220), de forma directa o indirecta, sobre el sustrato (22).
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de distribución (602) es una cuchilla de aire.
- 20 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde un flujo de la corriente (604) es uniforme en la zona de reacción.
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el gas portador es un gas inerte, o en donde el gas portador comprende oxígeno.
- 25 5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente unos deflectores (702a; 702b) que rodean, al menos parcialmente, la zona de reacción.
6. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de distribución (602) está configurado para oscilar para reducir las irregularidades y/o patrones de rayas en el revestimiento.
- 30 7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de distribución (602) comprende un colector de distribución con una salida de ranura a través de la cual va a pasar la corriente (604).
- 35 8. El sistema de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una pluralidad de quemadores de infrarrojos (IR), formando la pluralidad de quemadores de IR un único frente de energía radiante.
9. El quemador de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de distribución (602) se proporciona aguas arriba del quemador de IR, o en donde el dispositivo de distribución (602) se proporciona aguas abajo del quemador de IR, o en donde el dispositivo de distribución (602) se proporciona entre quemadores de IR adyacentes.
- 40 10. Un método de formación de un revestimiento sobre un sustrato de vidrio (22) usando una deposición por combustión, comprendiendo el método:
- 45 proporcionar un sustrato de vidrio (22) que tiene al menos una superficie que se va a revestir;
proporcionar al menos un quemador de infrarrojos (IR);
proporcionar un flujo laminar de una corriente gaseosa (604) por medio de un dispositivo de distribución (602), en donde el dispositivo de distribución (602) está dispuesto externamente con respecto al quemador, que comprende un precursor y un gas portador, proporcionándose la corriente (604), al menos inicialmente, de forma remota con respecto al quemador de IR;
50 dar lugar a que la corriente (604) pase entre el sustrato (22) y el al menos un quemador de IR en paralelo con respecto al sustrato (22);
quemar, usando el al menos un quemador de IR, al menos una porción del precursor en la corriente (604) para formar un material quemado, comprendiendo el material quemado un material no vaporizado; y
55 proporcionar el sustrato de vidrio (22) en un área de tal modo que el sustrato de vidrio (22) se calienta lo suficiente para permitir que el material quemado forme el revestimiento, de forma directa o indirecta, sobre el sustrato de vidrio (22).
- 60 11. El método de la reivindicación 10, en donde el flujo de la corriente gaseosa (604) es uniforme durante la combustión.
12. El método de la reivindicación 10, en donde la corriente (604) se proporciona por medio de un dispositivo de distribución (602) que comprende un colector de distribución con una salida de ranura a través de la cual va a pasar la corriente (604).
- 65 13. El método de la reivindicación 10, en donde la corriente se proporciona por medio de una cuchilla de aire.

14. El método de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente dar lugar a que el dispositivo de distribución oscile para reducir las irregularidades y/o patrones de rayas en el revestimiento.

5 15. El método de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente proporcionar combustible a un caudal de aire de aproximadamente 75 - 125 litros estándar por minuto.

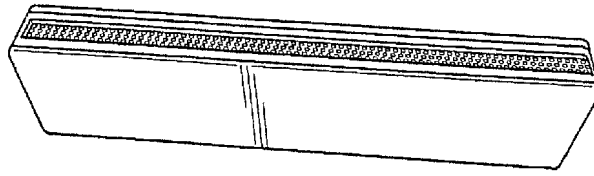


FIG. 1a

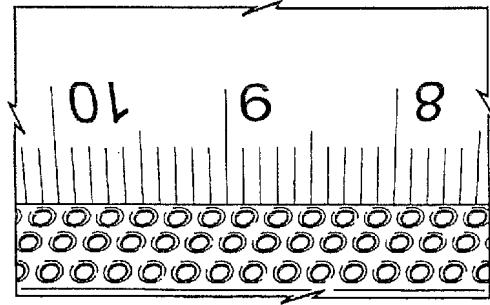


FIG. 1b

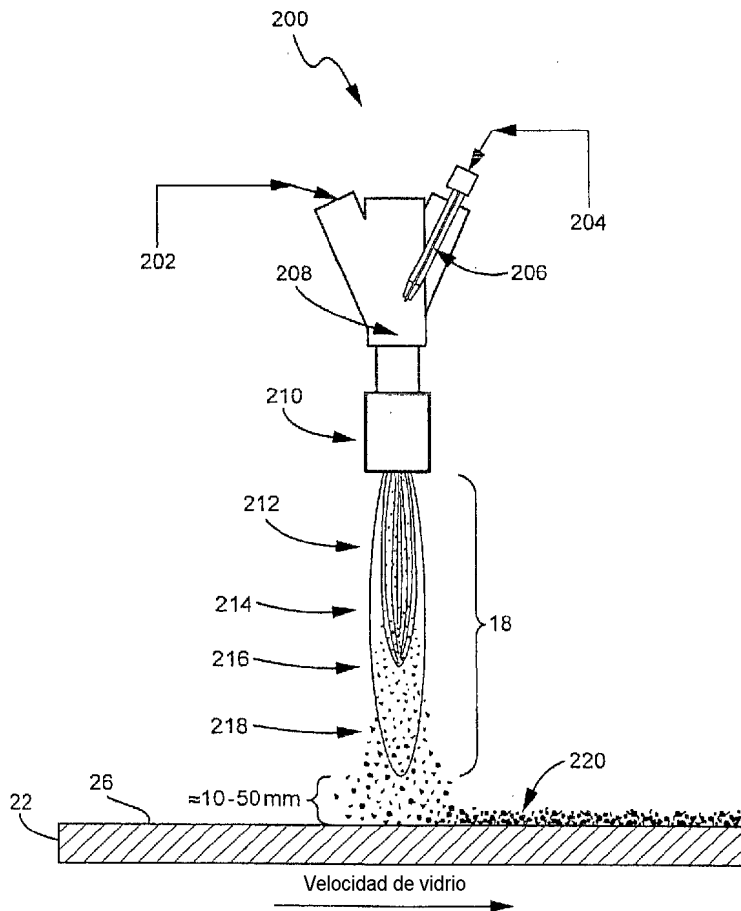


FIG. 2

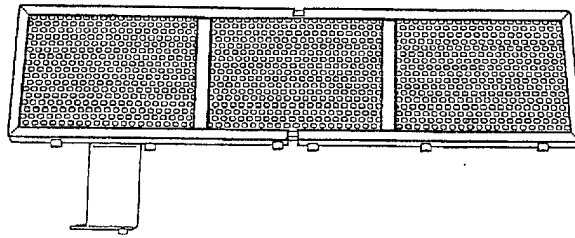


FIG. 3

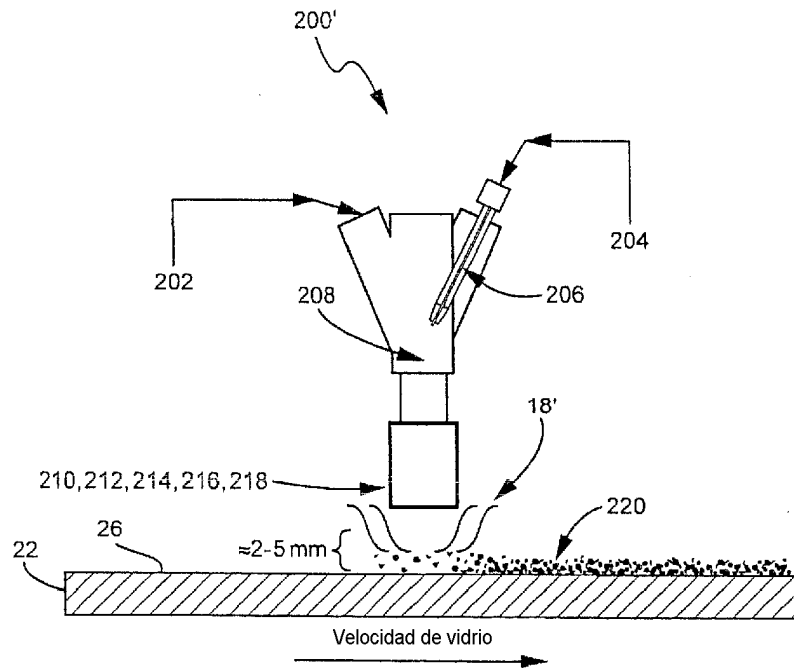


FIG. 4

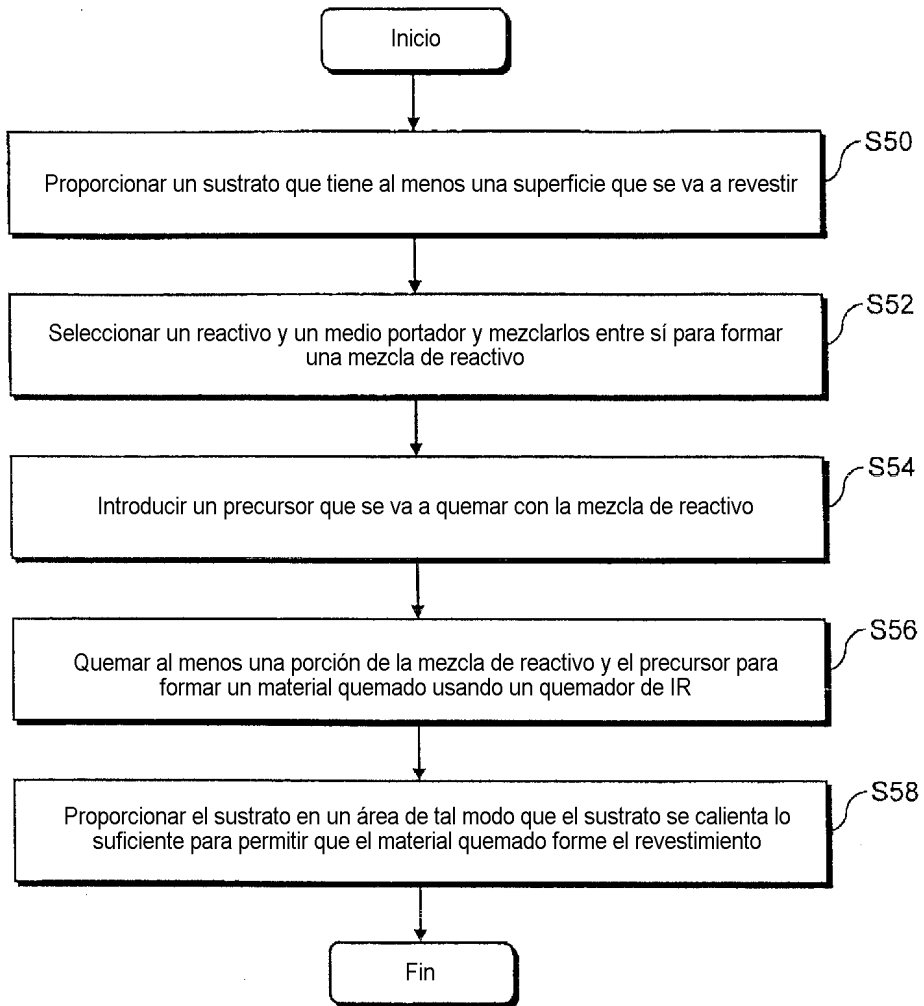


FIG. 5

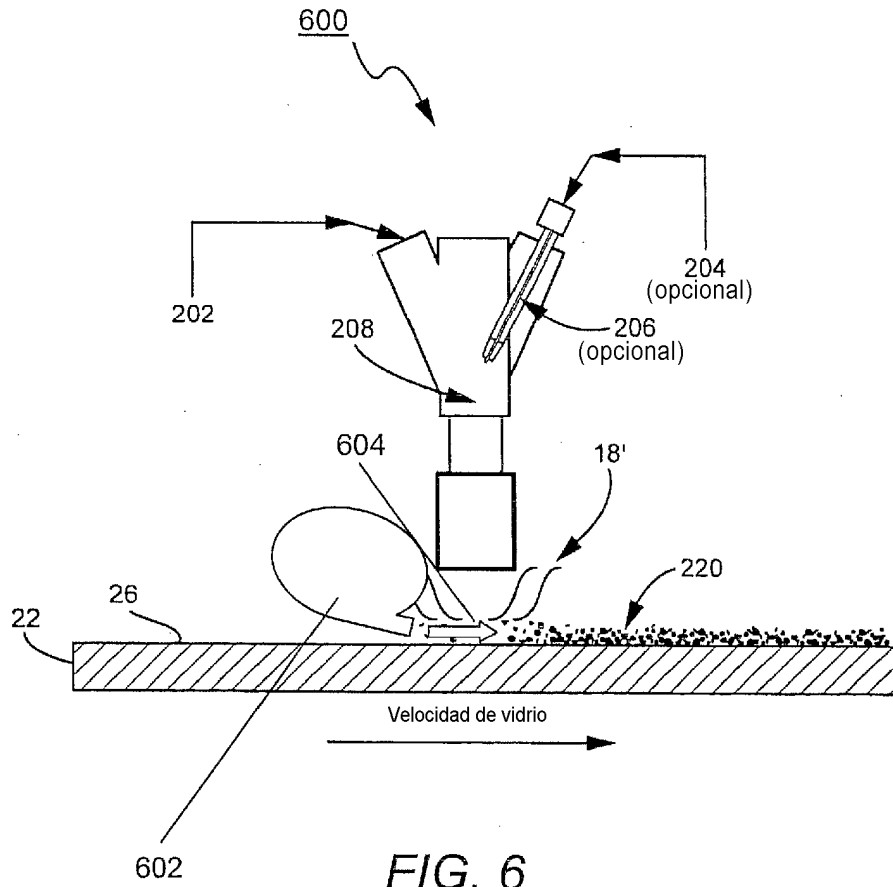


FIG. 6

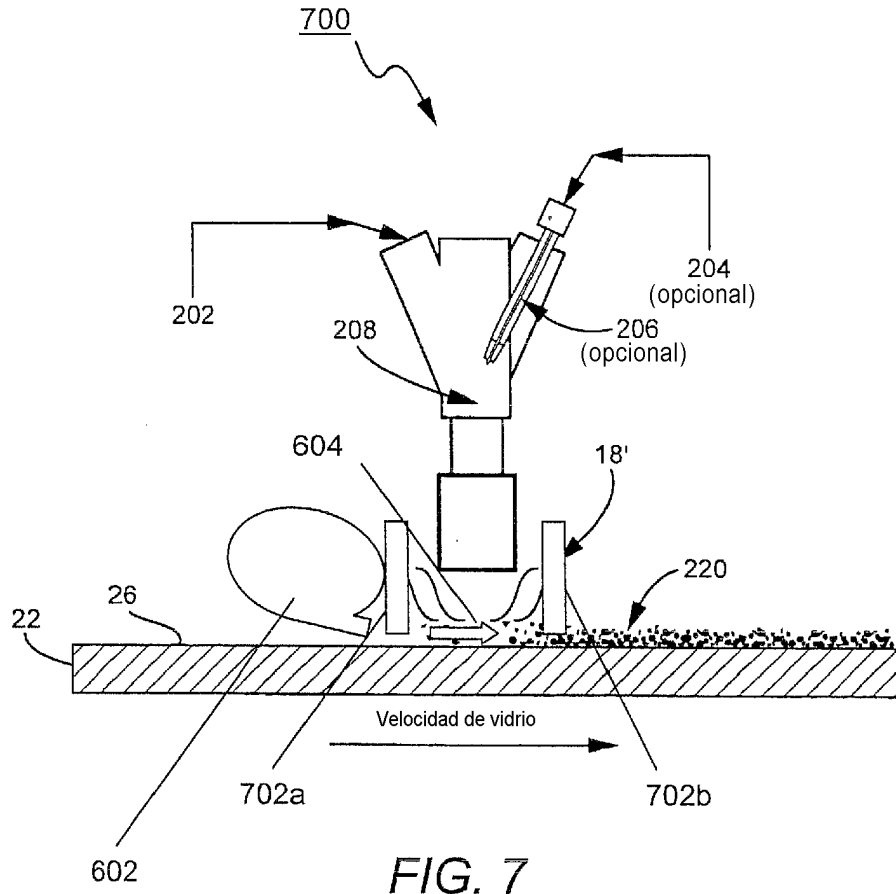


FIG. 7